

AIST

平成15年度

産業技術総合研究所年報



独立行政法人

産業技術総合研究所

<http://www.aist.go.jp>

目 次

I. 総 説	1
1. 概 要	1
2. 動 向	3
3. 幹部名簿	8
4. 組 織 図	9
5. 組織編成	10
II. 業 務	15
1. 研 究	15
(1) 研究ユニット	17
1) 研究センター	17
① 深部地質環境研究センター	17
② 活断層研究センター	26
③ 化学物質リスク管理研究センター	30
④ フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	36
⑤ ライフサイクルアセスメント研究センター	38
⑥ パワーエレクトロニクス研究センター	43
⑦ 生命情報科学研究センター	47
⑧ 生物情報解析研究センター	50
⑨ ティッシュエンジニアリング研究センター	53
⑩ ヒューマンストレスシグナル研究センター	58
⑪ 強相関電子技術研究センター	61
⑫ 次世代半導体研究センター	65
⑬ サイバーアシスト研究センター	70
⑭ マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	75
⑮ ものづくり先端技術研究センター	76
⑯ 高分子基盤技術研究センター	80
⑰ 光反応制御研究センター	88
⑱ 新炭素系材料開発研究センター	94
⑲ シナジーマテリアル研究センター	96
⑳ 超臨界流体研究センター	100
㉑ スマートストラクチャー研究センター	104
㉒ 界面ナノアーキテクトニクス研究センター	107
㉓ グリッド研究センター	110
㉔ 爆発安全研究センター	114
㉕ 糖鎖工学研究センター	118
㉖ 年齢軸生命工学研究センター	122
㉗ 技術と社会研究センター	130
㉘ デジタルヒューマン研究センター	130
㉙ 近接場光応用工学研究センター	139
㉚ ダイヤモンド研究センター	141
㉛ バイオニクス研究センター	146

⑳ ジーンファンクション研究センター	151
2) 研究部門	158
① 計測標準研究部門	158
② 地球科学情報研究部門	178
③ 地圏資源環境研究部門	188
④ 海洋資源環境研究部門	195
⑤ エネルギー利用研究部門	203
⑥ 電力エネルギー研究部門	219
⑦ 環境管理研究部門	233
⑧ 環境調和技術研究部門	248
⑨ 情報処理研究部門	267
⑩ 知能システム研究部門	273
⑪ エレクトロニクス研究部門	279
⑫ 光技術研究部門	288
⑬ 人間福祉医工学研究部門	295
⑭ 脳神経情報研究部門	303
⑮ 物質プロセス研究部門	308
⑯ セラミックス研究部門	317
⑰ 基礎素材研究部門	330
⑱ 機械システム研究部門	340
㉑ ナノテクノロジー研究部門	350
㉒ 計算科学研究部門	359
㉓ 生物機能工学研究部門	365
3) 研究系	375
① 人間系特別研究体	375
② 生活環境系特別研究体	382
4) 研究ラボ	387
① 薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	387
② ライフエレクトロニクス研究ラボ	388
③ メンブレン化学研究ラボ	394
④ マイクロ空間化学研究ラボ	396
⑤ 極微プロファイル計測研究ラボ	399
⑥ 単一分子生体ナノ計測研究ラボ	402
⑦ 循環バイオマス研究ラボ	406
⑧ システム検証研究ラボ	408
5) フェロー	409
(2) 内部資金	410
(3) 外部資金	465
1) 国からの外部資金	466
① 経済産業省	468
② 文部科学省	503
③ 環境省	549
④ その他省庁	573
2) 国以外からの外部資金	574

3) その他の収入	661
2. 研究関連業務	713
(1) 監査室	715
(2) 企画本部	715
(3) 業務推進本部	716
(4) 評価部	718
(5) 環境安全管理部	718
(6) 研究コーディネータ	719
(7) 先端情報計算センター	720
(8) 特許生物寄託センター	720
(9) ベンチャー開発戦略研究センター	721
(10) 技術情報部門	723
(11) 産学官連携部門	728
(12) 成果普及部門	752
(13) 国際部門	796
(14) 業務推進部門	812
(15) 能力開発部門	813
(16) 財務会計部門	814
(17) 研究環境整備部門	815
3. 地域拠点	820
(1) 東京本部・つくば本部	820
(2) 北海道センター	820
(3) 東北センター	821
(4) つくばセンター	822
(5) 臨海副都心センター	823
(6) 中部センター	824
(7) 関西センター	825
(8) 中国センター	826
(9) 四国センター	827
(10) 九州センター	828
4. 地質調査総合センター	832
5. 計量標準総合センター	833
III. 資料	835
1. 研究発表	836
2. 兼業	838
3. 委員委嘱	839
4. 中期目標	841
5. 中期計画	851
6. 職員	920
7. 財務諸表	922
8. 窓口	940

I . 総 説

I. 総 説

1. 概 要

任 務：

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

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

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

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

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

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

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

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

組 織：

産総研は、理事長の指揮の下、研究実施部門（研究ユニット）と研究関連・管理部門とが配置された、フラットな組織構造を有する。研究ユニットとしては、時限的・集中的に重要テーマに取り組む「研究センター」、中長期戦略に基づき継続的テーマに取り組む「研究部門」、研究センター化を目指し分野融合性の高いテーマ等に機動的・時限的に取り組む「研究ラボ」、大規模な産業・研究集積を活用しつつ分野融合的な新しい研究展開を図る実験的な組織である「研究系」がある。

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

他に、世界屈指の先端的情報資源を有し実証的研究開発を行うと同時に産総研所全体の情報基盤の高度化に資する「先端情報計算センター」、特許庁指定の寄託機関でありブダペスト条約に基づく国際寄託機関である「特許生物寄託センター」、公的研究機関の技術シーズをもとにしたベンチャーを創出する戦略及びシステムの研究等に係る業務を行う「ベンチャー開発戦略研究センター」などがある（組織図参照）。

平成16年3月31日現在、常勤役員12名、常勤研究職員2,377名、常勤事務職員726名の合計3,115名である。

沿革：

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

また、計量教習所は、従前と同じく施設等機関として経済産業省に置かれた。

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

産業技術総合研究所の業務の根拠法：

- ① 独立行政法人通則法 (平成11年7月16日法律第103号)
(最終改正：平成14年7月31日 (平成14年法律第98号))
- ② 独立行政法人産業技術総合研究所法 (平成11年12月22日法律第203号)
(最終改正：平成12年5月26日 (平成12年法律第84号))
- ③ 独立行政法人通則法等の施行に伴う関係政令の整備及び経過措置に関する政令
(平成12年6月7日政令第326号)
- ④ 独立行政法人産業技術総合研究所の業務運営並びに財務及び会計に関する省令
(平成13年3月29日経済産業省令第108号)

主務大臣：

経済産業大臣

主管課：

経済産業省産業技術環境局技術振興課

産業技術総合研究所の事業所の所在地（平成16年3月31日現在）：

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

2. 動 向

産総研の分野別年間研究動向の要約

ライフサイエンス分野

1. 分野戦略の策定

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

(1) 医工連携モデルの提言（産総研医工連携検討チーム）

産総研ライフサイエンス分野の重点施策として取り組むべき医工学分野での研究開発内容を明確化し、今後の進むべき方向として「産総研モデル」を提言した。また、次の2つの新規産業創出を大目標とし、具体的達成目標とシナリオドリブン型の重点課題を提言した。

- ① 健康人・国民全体を対象とした早期診断・予防医療システム＝健康医療産業
- ② 患者本位の新しい医療体制＝ユビキタス医療システム

※後の検討において、①は健康管理産業、②は患者本位の高度医療システム技術と変更。①の研究課題はライフサイエンス分野の多くの研究ユニットが関連、②は人間福祉医工学研究部門の研究課題が中心。今後、本課題をミッションとする新研究ユニットの設立を検討する。

(2) 第二期中期計画策定作業の推進

ライフサイエンス分野第二期の研究計画の骨子となる、分野の大目標、産業創出目標（中項目）、研究開発目標を決定し、これをもとに第二期の中期計画（一次案）を策定した。

・中項目としては、以下の5つを設定した。

- ①健康管理産業技術、②患者本位の高度医療システム技術、③バイオツール・バイオ情報産業技術、④先進バイオプロセス産業技術、⑤バイオ計測・高齢化対応基盤整備

・ライフサイエンス分野の各研究ユニットから出された研究計画内容を、上記中項目に組み込み整理して中期計画（一次案）とした。

2. 分野別戦略の推進

平成15年度「分野別戦略を実現するための予算」によって下記6課題を実施した。

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

3. 外部機関との連携推進

ナノテク・バイオ・IT 融合及び医工連携の推進を目的として、連携体制の整備・課題の調査を推進した。

- ・ナノ／バイオ／IT 研究を中心とした連携体制を、早稲田大学、東京農工大学との学術研究交流協定としてまとめた。三者間で相補的にナノ、バイオ、IT の3分野を融合させて新研究分野を切り開き、その拠点となることを目的として平成15年9月より5年間の協定を結んだ。
- ・名古屋大学医学部と産総研との医工連携に関するシーズ・ニーズのマッチング調査を実施した。名古屋大側のニーズに個別に対応する産総研側シーズをリストアップし、名古屋大へ送付した。

情報通信分野

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

当分野の研究組織は、異分野融合領域も含めると、7つの研究センター（次世代半導体、グリッド、デジタルヒュー

マン、近接場光応用工学、パワーエレクトロニクス、サイバーアシスト、生命情報科学)、6つの研究部門(情報処理、知能システム、エレクトロニクス、光技術、脳神経情報、計算科学)、2つの研究ラボ(ライフエレクトロニクス、システム検証)で構成されている。

平成15年度の主な研究動向は以下の通りである。次世代半導体研究センターでは、次世代の極微細なデバイスに必須の技術として、高誘電率ゲート絶縁膜の開発とその移動度及び劣化の解明、新しいポーラス材料を用いた低誘電率絶縁膜の開発、ひずみシリコン MOS デバイス技術及び計測技術の開発などを行っている。エレクトロニクス研究部門では、高機能性・低消費電力デバイスの実現を目指して、世界初の4端子駆動型 X MOSFET の開発など独自の成果を挙げている。また、光技術研究部門では、超高速光情報通信技術のための光パルスタイミング技術の開発、半導体サブバンド間遷移光ゲートスイッチの開発を行っている。新規に設立された近接場光応用工学研究センターでは、産総研独自のスーパーレンズ方式による大容量次世代光ストレージ技術の開発を企業と共同で行っている。

また、ソフトウェア技術に関しては、情報処理研究部門における情報統合を用いたロバスト音声インターフェースの開発、グリッド研究センターにおけるグリッドデータファームの開発、システム検証研究ラボにおける等式付木構造オートマトンによる暗号通信手順の自動検証法の開発において大きな成果があがっている。また、サイバーアシスト研究センターにおける意味情報検索技術、新設のデジタルヒューマン研究センターにおける人間の動作の自動生成と変形・編集システム、知能システム部門におけるヒューマノイドの動作計画とその生成方法の開発、脳神経情報部門における人間の脳の高次臨場感提示に関する基礎研究など、人間の活動を参考にした高度な情報処理技術の開発も積極的に推進している。

ナノテクノロジー・材料・製造分野

産総研の研究開発指針となる3つの柱は、「①先端的研究による産業国際競争力の強化への貢献、②行政ニーズに対応して、あるいは将来の行政ニーズを予見して実施する必要がある長期的政策推進のための安全・安心で快適な生活の実現、中立性が必要な技術の推進、③科学や産業を支える工業標準・分析・データベース技術の確立」である。当該分野では、これらの3指針の実現化に向けて、平成15年度では、材料および製造技術の飛躍的な革新により、人間生活における安心・安全な生活、高度情報社会および環境と調和した持続可能な社会の実現を支える技術基盤の確立を図ってきた。中でも、ナノメートルレベルの微細な領域における材料の製造や加工を行うナノテクノロジーにおいては、個々の要素技術を集積化し、産業界に導入できる技術として成熟させることによって、ナノインダストリーともいふべき産業基盤の確立を目指してきた。また、環境負荷が従来に比べ著しく低い材料・製造技術やものづくり技術基盤の高度化にも注力して取り組んだ。

当該分野の先端研究の代表的例を以下に示す。産業国際競争力の強化への貢献に向けたものとしては、ナノチューブ技術、強相関電子技術、シナジーマテリアル、ナノシミュレーション、MEMS、液晶技術、ダイヤモンド技術、分子素子、ナノバイオロジー、ナノ環境技術等を上げることができる。また、環境に配慮した社会への貢献では、省エネルギー製造技術、光触媒技術、リサイクル技術、スマートストラクチャー技術、軽量金属、生分解性プラスチック、DLC 技術等を上げることができる。一方、科学的基盤の構築に関わる課題としては、工業材料標準の推進、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム、ものづくりデータベースの確立等が代表的なものである。

当該分野では積極的に産業界と連携して研究開発を実施している。それらの代表的なものとして NEDO プロジェクトがあり、その「ナノテクノロジープログラム」では、精密高分子技術プロジェクト、ナノ機能合成技術プロジェクト、ナノカーボン応用製品創製プロジェクト、ナノレベル電子セラミックス材料低温成型・集積化技術等が、また、「革新的部材産業創出プログラム」においては高機能高精度省エネ加工型金属材料(金属ガラス)形成加工技術プロジェクト、精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術プロジェクトやシナジーセラミックスプロジェクト等を実施している。また、ナノテクノロジー発展の基盤となるシミュレーション技術や計測技術の研究開発を推進し、さらに、東南アジア諸国の追い上げの激しい製造技術の革新を図るために MEMS 技術の研究開発を企業と連携して推進するとともに、スーパーインクジェットによる環境適応型デバイス製造技術やアクティブターゲット用新規ドラッグデリバリーシステム(DDS)ナノ粒子の作製技術等のハイテクものづくりの研究開発を実施している。

当該分野は15年度末において9研究センター(強相関電子技術研究センター、マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター、ものづくり先端技術研究センター、高分子基盤技術研究センター、新炭素系材料開発研究センター、シナジーマテリアル研究センター、スマートストラクチャー研究センター、界面ナノアーキテクトニクス研究センター、ダイヤモンド研究センター)、6研究部門(物質プロセス研究部門、セラミックス研究部門、基礎素材研究部門、機械システム研究部門、ナノテクノロジー研究部門、計算科学研究部門)及び1研究ラボ(マイクロ空間化学研究ラボ)の計16研究ユニットで構成されている。これらの研究ユニットのなかでいくつかの研究部門は新規ユニットの創出に大きく貢献している。

環境・エネルギー分野

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

そのための対策は以下の通りである：

- (1) 地域環境対策
- (2) 3R（リデュース、リユース、リサイクル）促進
- (3) 地球温暖化対策
- (4) エネルギー安定供給

産総研では、これらの対策を進めるための研究開発の目標を「環境効率最大化」としている。ある技術を適用してある便益（電力、熱、化学製品等）を得るには、ほとんどの場合何らかの環境負荷（CO₂排出、有害化学物質排出、騒音等）を与えることになる。環境効率はこれらの便益を環境負荷で割った値である。環境効率を最大化するには、ある技術を適用する場合、システム全体を様々な観点から評価しなければならない。

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

環境・エネルギー分野は、8研究センター（化学物質リスク管理研究センター、フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター、ライフサイクルアセスメント研究センター、パワーエレクトロニクス研究センター、光反応制御研究センター、超臨界流体研究センター、爆発安全研究センター、技術と社会研究センター）、4研究部門（エネルギー利用研究部門、電力エネルギー研究部門、環境管理研究部門、環境調和技術研究部門）、1研究系（生活環境系特別研究体）、3研究ラボ（薄膜シリコン系太陽電池研究開発ラボ、メンブレン化学研究ラボ、循環バイオマス研究ラボ）を中心に研究開発を行っている。循環バイオマス研究ラボは平成15年4月に設立された。このほか材料系および情報通信系の研究ユニットにおいても省エネルギー・物質循環に関わる研究開発を実施している。

具体的な重要技術課題は以下の通りである。

- (1) 化学物質安全管理技術（化学物質の暴露評価手法の開発、リスク管理のための総合解析手法の開発等）
- (2) 地域環境対策技術（土壌汚染対策技術等）
- (3) 資源循環・廃棄物対策技術
- (4) 低環境負荷型化学プロセス技術
- (5) オゾン層破壊・地球温暖化対策技術（温暖化影響評価、フッ素化合物等の温暖化物質低減、二酸化炭素回収・貯留等）
- (6) 再生可能エネルギー（太陽エネルギー、バイオマス等）
- (7) 燃料電池・水素エネルギー
- (8) エネルギーシステムの高効率化・分散化（電力貯蔵、超低損失電力素子等）
- (9) エネルギー源のクリーン化・多様化（石炭高度利用、スーパークリーン燃料、メタンハイドレート等）、
- (10) 環境・エネルギーシステムの社会的・経済的評価・分析（エネルギーシステム分析、LCA等）

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

社会基盤（地質）・海洋分野

社会基盤（地質）・海洋分野は、社会基盤、フロンティア分野から、エネルギー・環境分野にまたがる幅広い領域をカバーし、産業技術総合研究所が優位性をもって取り組むことができる分野である。

平成12年12月に閣議決定された「経済構造の変革と創造のための行動計画」において、地質情報は国が整備すべき知的基盤の重点分野に取り上げられた。これを受けて平成13年6月の産業構造審議会産業技術分科会・日本工業標準調査会合同会議知的基盤整備特別委員会で、産総研地質調査総合センターは2010年を目途に世界最高水準の地質情報整備を推進することが要請され、平成14年8月の同委員会では整備目標の見直しが行われた。

研究コーディネータを調整役とする地質・海洋関連研究ユニット（深部地質環境研究センター、活断層研究センター、地球科学情報研究部門、地圏資源環境研究部門、海洋資源環境研究部門）、同関連部署（成果普及部門地質調査情報部、同地質標本館、国際部門国際地質協力室）等から構成される地質調査総合センター（Geological Survey of Japan, AIST）は、我が国唯一の「地質の調査」に関する総合的調査研究機関として、CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）等の国際機関や世界地質調査所会議（ICOGS）、万国地質図会議（CGMW）等に対して我が国を代表す

る責務を負っている。

社会基盤（地質）・海洋分野では、持続的で安全・安心な社会の実現に向けて、陸域及び海域における「地質の調査」を通じて様々な国土地質情報を整備するとともに、その応用としての地震・火山災害等の国土の安全に係る研究、高レベル放射性廃棄物地層処分や地圏・水圏等における環境保全に係る研究、エネルギー・資源の安定供給に係る研究等を実施している。

社会基盤（地質）・海洋分野の重点課題

1. 国土基本情報としての高度な地質情報の着実な整備

最新の地球科学的知識に基づき、1/5万（陸域）地質図幅、1/20万（陸域・海域）地質図、地球物理図、地球化学図など各種地球科学データベース等の地球科学基本図の網羅的・系統的な整備を行い、知的基盤として整備・公表する。また、火山関連図、地震関連図等の各種地球科学主題図、及び関連各種データベースの整備を実施している。

地質情報を高度利用するために、網羅的・系統的に整備された地質図・地球科学図等を標準化・数値化・統合化し、付加価値の高いデータベースを構築する。平成14年7月には、日本工業標準調査会の審議を経て JIS A 0204「地質図、記号、色、模様、用語及び凡例表示」を発行した。全国統一凡例による1/20万日本数値地質図（シームレス地質図）を順次作成し、インターネットで公開している。また、アジア地域の地質図などの編集を国際共同で実施している。地質メタデータ整備の一環として、日本地質文献 DB (GEOLIS)、日本・世界地質図索引図 DB、地層名検索 DB などの構築・更新を行い、所内外から広く利用されている。

2. 火山災害、地震災害等の国土の安全に係る研究

国土の安全を目指した自然災害に関する研究では、地震及び火山に関する研究を重点的に実施している。日本の地震・火山に関する研究については、災害軽減のための国の各施策（地震調査研究総合基本施策、地震予知計画、火山噴火予知計画等）に基づいて、関連機関が相互に連携を取りつつ分担・実施する体制が取られており、産総研では主要活断層調査、地震地下水の観測、活断層・平野地下構造データベースの整備、短期的・長期的火山噴火予知・予測の研究の他、地震発生及び火山噴火メカニズム等の基礎的研究を実施している。また、産総研内においては、三宅島火山噴火緊急対策本部（総本部長：副理事長）に見られるように、ユニット間の連携に基づく機動的な対処を心がけている。分野戦略実現課題として「大都市圏の地質災害軽減・環境保線を目的とした地質学的総合研究」を開始している。また、国際共同研究として雲仙火山の科学掘削の中核機関としてリーダーシップをとっている。

3. 高レベル放射性廃棄物地層処分、地圏・水圏の環境保全等に係る研究

1) 深部地質環境の研究

地層処分の安全性評価に資するため、行政対応課題から基礎的課題まで幅広い研究を実施している。産総研は、安全規制する当局への技術支援の役割と事業に対するピアレビューの2つの役割をもっている。前者では高レベル放射性廃棄物地層処分に係る地質現象の長期変動と、天然バリア領域の隔離性能をテーマにして、最新の科学的知見と最先端の調査・解析技術を駆使して総合的・体系的に実施しており、後者では、海岸部地下水挙動や深部岩盤の応力測定など、深部環境知見の収集、高精度の地下水センサーや高分解能の物理探査技術など調査手法の開発等の処分場概念にかかわる調査を実施している。

2) 地圏・水圏環境に係る研究

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

4. エネルギー・資源の安定供給に係る研究

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

5. 異分野融合研究の推進

異分野融合研究の目的は、従来の研究手法では解決困難な課題に対して、他分野との融合により問題解決をはかり、社会の要請に応えることである。社会基盤（地質）・海洋分野は、地球を対象とした異分野融合研究を積極的に取り組むことにより、地球が抱える諸問題解決の一翼を担うことができる。平成14年度には、環境分野との「土壌汚染調査・評価・管理手法の開発」、環境・ライフサイエンス分野との「海洋生態系機能の利活用技術の開発」の2課題を分野間融合研究として実施した。

6. 研究支援部門の活動

社会基盤（地質）・海洋分野では、国の知的基盤として組織的・体系的に整備した様々な地質情報の国内外への発信と普及、及び世界の地質調査関連機関との連携のために、成果普及部門地質調査情報部、同地質標本館、国際部門国際地質協力室が、研究ユニットの活動を支援する業務を実施している。

社会基盤（標準）分野

計量標準と計測技術及びその標準化はあらゆる科学技術活動、生産、サービス、社会生活において最も基本となる技術基盤であり、国が一元的、組織的、効率的に提供することが要請されている。産業界、規制当局、消費者等が客観的・科学的な根拠に基づいて適正な試験データを取得できるように、計量標準、標準物質、計測技術の基盤を整備することを目的とする。その効果としては主として次の3点が期待されている。①試験データが国際的に認知されて、技術的障壁のない自由な国際通商が促進され、また我が国の基準認証制度が円滑に運用されること。②我が国オリジナルでレベルの高い製品や技術が適正に評価されて、国内外の市場で円滑に受け入れられること。③汚染や変動の度合いが正しく認識されて環境が適切に保全され、また医療検査の妥当性や食品等の安全性が適正に認識されて国民の安心・安全を高めること。

計量標準に関しては新たに標準供給を開始する物理標準、標準物質について標準供給委員会を開催運営し、供給体制の整備推進を行った。また当初第1期中期目標期間に新たに158種類の計量標準・標準物質の供給を開始する目標を掲げていたところ、産業界からの早期供給開始の強い要請、知的基盤整備特別委員会からの前倒しの供給開始の要請、これを受けて産総研として研究資源の重点配分・早期供給努力を行ったことにより、第一期の数値目標を上方修正して新たに200種類の供給を行う目標を掲げた。平成15年度末で、そのうち192種類の供給が可能になり、第1期終了時点で目標を上回る成果が期待される。

平成15年度の実績としては、物理標準27件及び標準物質34件の供給を開始した。また特定二次標準器及び特定副標準器の校正は約100件、依頼試験は約140件、基準器検査は約2400件、型式承認は約70件を行った。同時に国家計量標準の相互承認のために国際比較を進め、また国際基準に準拠して標準供給のための品質システムの整備を進めた。国際関係ではメートル条約と国際法定計量条約における活動で我が国の責務を果たすと同時に、我が国やアジア各国の計量技術者に対し教習の機会を提供した。なお、世界的な産業構造の変化に伴い、バイオ・環境・医療・食品等の分野における計量標準および標準物質の早急な整備が社会的に強く求められつつある。それに伴って、オールジャパン体制での標準に関する意見交換・調整を行う場である国際計量研究連絡委員会の強化が急務だが、平成15年度は懸案であった厚生労働省からの招致も実現し、省庁を超えた体制整備を着実に進捗させることができた。

研究開発面での成果例としては、①シリコン結晶の密度の絶対測定により、アボガドロ定数を世界最高精度で決定した。これは、基礎物理定数の決定につながり、国際レベルの波及効果も極めて大きい。②国際温度目盛に準拠した高精度の黒体放射の実現により、世界最高水準の不確かさ（30mK程度）で輝度温度目盛を実現した。この開発した耳式体温計黒体炉を海外研究機関に緊急貸与し、SARS感染の拡大防止に貢献した。③アセチレン分子の光吸収飽和現象を利用した光周波数標準器を開発し、従来の波長計に比べて1000倍以上高精度にレーザの波長を決めることを可能にした。また、④高濃度オゾン連続供給装置を開発し、大面積極薄シリコン酸化膜（数nm）作成に成功した。

他分野との間の融合研究として、①10K冷凍機で動作可能な32768個のNbN/TiN/NbN ジョセフソン素子の作成に成功し、世界をリードした。今後、電圧標準として成果を世界にアピールすることが期待される。②今後有望な半導体材料である炭化ケイ素の酸化に高濃度オゾンを用いて酸化し、品質の高い酸化膜の作成に成功した。また、①ポストゲノム研究等で必要不可欠な分析機器であり、従来定性分析のみ可能であった質量分析法を定量分析に変革するための標準機器を構築する研究や②生体を構成する重要な“要素”である生体物質・生理活性物質、タンパク質、DNA、細胞の各レベルにおいて、産業に必要な標準化や標準物質の研究開発を開始した。

3. 幹部名簿

役 職	氏 名	任 期	就任年月日
理事長	吉川 弘之	3年	平成13年4月1日
副理事長・つくばセンター所長	小玉喜三郎	1年	平成15年4月1日
理事・企画本部長	吉海 正憲	1年7月	平成14年9月1日
理事	小林 憲明	9月	平成15年7月11日
理事	小林 直人	1年	平成15年4月1日
理事	田中 一宜	3年	平成13年4月1日
理事	田辺 義一	1年	平成15年4月1日
理事	曾良 達生	1年	平成15年4月1日
理事・臨海副都心センター所長	曾我 直弘	3年	平成13年4月1日
理事・中部センター所長	筒井 康賢	1年	平成15年4月1日
理事・関西センター所長	請川 孝治	1年	平成15年4月1日
理事（非常勤）	池上 徹彦	3年	平成13年4月1日
監事	百瀬 英夫	1年	平成15年4月1日
監事（非常勤）	松本 正義	1年	平成15年4月1日

（平成16年3月31日現在）

4. 組織図



平成16年3月31日現在

独立行政法人産業技術総合研究所の組織図（平成16年3月31日現在）

5. 組織編成

年月日	組織規程	組織規則	組織細則
平成15年4月1日	研究所に置かれた産学官連携コーディネータ、国際コーディネータ及び能力開発コーディネータの廃止	デジタルヒューマン研究センター、近接場光応用工学研究センター及びダイヤモンド研究センターを設置 デジタルヒューマン研究ラボ、次世代光工学研究ラボ、微小重力環境利用材料研究ラボ及び純度制御材料開発研究ラボを廃止 循環バイオマス研究ラボを設置 技術情報部門にCI推進室を設置 産学官連携部門に産学官連携コーディネータを、国際部門に国際コーディネータを、能力開発部門に能力開発コーディネータを設置 連携研究体副体長の職制を追加	化学物質リスク管理研究センターの地圏環境評価チームを廃止 ライフサイクルアセスメント研究センターの環境影響評価チーム及びエネルギー評価チームを廃止し、同研究センターにLCA手法研究チーム、地域環境研究チーム及び環境効率研究チームを設置 生命情報科学研究センターの数理モデル・知識表現チーム、ゲノム情報科学チーム、分子情報科学チーム及び細胞情報科学チームを廃止し、同研究センターに数理モデルチーム、配列解析チーム、生体膜情報チーム、分子設計チーム、タンパク質機能チーム、細胞情報チーム及び大規模計算チームを新設 高分子基盤技術研究センターの高分子複合チームを廃止 新炭素系材料開発研究センターのダイヤモンドチームを廃止し、同研究センターにカーボン計測評価チームを設置 シナジーマテリアル研究センターの流体透過機能材料チームを廃止し、同研究センターに高温高耐性材料チームを設置 スマートストラクチャー研究センターのバイブレーションコントロール研究チーム及び統合化製造技術研究チームを廃止し、同研究センターに構造制御研究チームを設置 グリッド研究センターにグリッド応用チームを設置 デジタルヒューマン研究センターの設置に伴い、同研究センターに人間モデリングチーム、人間適合設計チーム、人間行動理解チーム及びヒューマノイドインタラクションチームを設置 近接場光応用工学研究センターの設置に伴い、同研究センターに近接場光基礎研究チーム、表面プラズモン光応用デバイス研究チーム及びスーパーレンズ・テクノロジー研究チームを設置 ダイヤモンド研究センターの設置に伴い、同研究センターに材料プロセス研究チーム、デバイス開発チーム及び単結晶基板開発チームを設置

		<p>地圏資源環境研究部門の貯留層変動探査研究グループ、高温岩体研究グループ及びアジア地熱研究グループを廃止し、同研究部門に貯留層ダイナミクス研究グループ及び地圏資源工学研究グループを設置</p> <p>海洋資源環境研究部門の生態系環境修復創造研究グループ、物理環境修復創造研究グループ及び海洋動態モニタリング研究グループを廃止し、同研究部門に生態系環境修復研究グループ及び海洋環境モニタリング研究グループを設置</p> <p>エネルギー利用研究部門の太陽エネルギー利用研究グループ及び流動層技術研究グループを廃止</p> <p>電力エネルギー研究部門の電力環境計測グループを廃止</p> <p>環境調和技術研究部門にナノ粒子触媒グループを設置</p> <p>情報処理研究部門に次世代ユーザインターフェースグループを設置</p> <p>知能システム研究部門の技能・力学研究グループを廃止</p> <p>光技術研究部門の有機超薄膜グループ、分子フォトニクスグループ、集合体フォトニクスグループ及び先端量子計測グループを廃止し、同研究部門に分子薄膜グループ及びバイオフィォトニクスグループを設置</p> <p>脳神経情報研究部門の脳機能解析研究グループを廃止</p> <p>物質プロセス研究部門の機能集積材料グループを廃止</p> <p>基礎素材研究部門の炭素材料研究グループを廃止</p> <p>機械システム研究部門の微小機構研究グループを廃止</p> <p>生物機能工学研究部門の分子生態解析研究グループ及び生理活性物質開発研究グループを廃止</p> <p>生活環境系特別研究体の環境ガラス研究グループ、環境触媒研究グループ及び水素システム研究グループを廃止し、同特別研究体に生活環境素材研究グループ及び新エネルギー媒体研究グループを設置</p> <p>先端 SoC 連携研究体、環境調和型ディーゼルシステム連携研究体及び環境保全技術連携研究体を設置</p> <p>東京本部にサイトを設置できるように変更し、東京本部に丸の内サイト、相模原サイト及びつくば荏間サイトを設置</p> <p>北海道センターの白石サイトを廃止</p>
--	--	---

総 説

平成15年4月15日		システム検証研究ラボを設置	ティッシュエンジニアリング研究センターの硬組織形成チームを廃止 情報処理研究部門の情報科学研究グループを廃止
平成15年5月1日		事務マネージャーの職制を追加	
平成15年5月15日			情報科学連携研究体及び高感度薄膜圧力センサー連携研究体を廃止
平成15年6月1日			年齢軸生命工学研究センターに健康インフォマティクスチームを設置 環境管理研究部門の域間環境評価研究グループを廃止 機能性ペプチド連携研究体を廃止 ペプチド遺伝子検出連携研究体を設置
平成15年7月1日			高分子基盤技術研究センターの高分子合成チーム、高次構造制御チーム、多相系高分子チーム、ソフトマテリアルチーム及び高分子形成加工チームを廃止し、同研究センターに高分子合成研究チーム、構造・物性研究チーム及び成形加工研究チームを設置 研究調和技術研究部門の触媒探索グループを廃止
平成15年7月15日			地圏資源環境研究部門の地圏環境評価グループを地圏環境評価研究グループに名称変更
平成15年7月28日			次世代モバイル用表示材料連携研究体の設置 東京本部に小金井サイトを設置
平成15年8月1日		情報公開推進室を廃止し、情報公開・個人情報保護推進室を設置 バイオニクス研究センターを設置 先端バイオエレクトロニクス研究ラボを廃止	バイオニクス研究センターの設置に伴い、同研究センターにプロテインシステムチップチーム、糖鎖系情報分子チーム、バイオナノマテリアルチーム及びブラディオニックチームを設置 物質プロセス研究部門の生体模倣材料グループを廃止
平成15年8月15日			セラミックス研究部門の解析評価研究グループを廃止し、同研究部門に分子機能解析研究グループを設置 基礎素材研究部門の分子構造制御研究グループを廃止 先進材料設計技術開発連携研究体を設置
平成15年9月1日		ジーンファンクション研究センターを設置 ジーンファンクション研究ラボを廃止	ジーンファンクション研究センターの設置に伴い、同研究センターに細胞増殖制御研究チーム、生体運動研究チーム、植物遺伝子機能研究チーム及び遺伝子治療技術開発チームを設置 生物機能工学研究部門に植物分子工学研究グループを設置

産業技術総合研究所

平成15年10月1日			<p>活断層研究センターに地盤防災工学研究チームを設置</p> <p>年齢軸生命工学研究センターに構造生物学チームを設置</p> <p>地圏資源環境研究部門の地圏環境立地研究グループを廃止し、同研究部門に地質バリア研究グループを設置</p> <p>ナノテクノロジー研究部門のバイオナノマテリアルグループを廃止し、同研究部門にソフトナノシステムグループを設置</p>
平成15年11月1日			<p>大型 FPD 連携研究体を設置</p> <p>東京本部に仙台泉サイトを設置</p>
平成15年12月1日			<p>沖縄亜熱帯バイオ連携研究体を設置</p>
平成16年2月1日	<p>監事直属部門の廃止</p> <p>監査室を理事長直属部門に変更</p>		<p>知能システム研究部門に自律行動制御研究グループを設置</p> <p>北海道センターに札幌大通りサイトを設置</p>
平成16年3月1日			<p>ダイヤモンド研究センターに表面デバイスチームを設置</p> <p>高効率球状微粒子発光体連携研究体を廃止</p>

II. 業 務

Ⅱ．業 務

1. 研 究

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

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

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

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

1. 鉱工業の科学技術

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

2. 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

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

3. 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

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

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

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

研究

<凡 例>

研究ユニット名 (English Name)

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

外部資金：

テーマ名（制度名／提供元）

テーマ名（制度名／提供元）

発 表：誌上発表 総件数(査読付欧文誌)件、口頭発表 総件数(国際学会)件
その他(刊行物等)件

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

研究グループ長：氏 名 (所在地)

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

研究グループ長：氏 名 (所在地)

概要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

連携研究体長：〇〇 〇〇 (つくば中央第△、研究職数名)

概要：研究目的、研究手段、方法論

研究テーマ：テーマ題目 7、テーマ題目 2、テーマ題目 8

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

[研究代表者] 氏 名 (〇〇研究部門△△研究グループ)

[研究担当者] 〇〇、△△、××、(職員〇名、他〇名)

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

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

[研究代表者] 氏 名 (〇〇研究部門△△研究グループ)

[研究担当者] 〇〇、△△、××、(職員〇名、他〇名)

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

(1) 研究ユニット

1) 研究センター

①【深部地質環境研究センター】

(Research Center for Deep Geological Environments)

(存続期間：2001. 4～)

研究センター長：笹田 政克

副研究センター長：月村 勝宏

総括研究員：磯部 一洋

所在地：つくば中央第7

人員：33 (31) 名

経費：587,842千円 (124,598千円)

概要：

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

高レベル放射性廃棄物の地層処分については、それぞれの分野の研究者により得られた高精度のデータをベースにして、地震・火山活動等地質現象の長期変動についての将来予測の研究を行うとともに、地下深部に埋設される放射性核種の挙動予測についての研究を実施しています。平成15年度は原子力安全・保安院からの委託により、高レベル放射性廃棄物地層処分に係る安全評価のための調査・研究「地層処分にかかる地質情報データの整備」を実施しました。この委託研究では地層処分の外的要因となる地質現象の長期変動についての評価と、三次元的に不均質な天然バリア領域の隔離性能についての評価をテーマにしています。

地質現象の長期変動や地下深部の地質環境についての知識は、放射性廃棄物の地層処分に関する課題だけでなく、地震・火山活動に伴う災害の軽減、地下資源・地下空間利用などの社会的課題に、幅広く利用することができます。当センターは地質調査総合センターの一員として、火山噴火等の緊急調査を分担するとともに、地質環境アトラスの出版など一般市民に理解しやすい形で地質環境情報の提供をしていきます。

外部資金

経済産業省 核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備）(488,202千円)

発表：誌上発表30 (27) 件、口頭発表129 (36) 件、

その他22件

地質総括チーム

(General Geology Team)

研究チーム長：渡部 芳夫

(つくば中央第7)

概要：

「3次元地質モデルの研究」では、新潟県東部から山形県境にかけて分布するウラン鉱床およびウラン濃集体を対象として、昨年度に概査を実施した地域より、新潟・山形県境に位置する金丸地区を対象とした、地表地質調査、渓流水・土壌水調査・ボーリング調査、ならびにボーリング孔における地下水長期水質観測を実施し、これらのボーリング孔内水の水理地質学的構造と地層層序をあわせて検討した。

また、地質環境図類などのオンライン情報発信の技術開発を行うとともに、「地質データの統合とデータベースシステムの構築の研究」では基盤 GIS データと関連要素データベースの構築を継続し、今年度からは複合データベースの仕様の検討と拡張も開始した。この結果、本年度2月10日時点で、集約対象の548点の処理を完了し、昨年度完了分とあわせて1,093点の地図類について基盤 GIS データ化を完了した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目15、テーマ題目30、テーマ題目31、テーマ題目36

地球物理チーム

(Geophysical Exploration Team)

研究チーム長：牧野 雅彦

(つくば中央第7)

概要：

結晶質岩地域、火山地域、活断層周辺等の地下地質および深部基盤構造を明らかにするために、精密重力探査手法および弾性波探査手法に関する研究開発を行っている。結晶質岩を代表する阿武隈地域では双葉断層に沿って幅数 km の帯状高重力異常を検出し、その原因を調べるために岩石サンプルを採取し、対応する高密度の岩石を確認することができた。重力異常から密度を推定する解析手法を開発し、重力データに適用してその有効性を確認した。そして、双葉断層周辺の深部基盤構造解析を行った。草津白根火山では大学・国立研究機関等と共同で行われる集中総合観測の一環として重力探査を行い、地下に伏在している火山基盤構造を解明することができた。火山周辺の重力探査手法に改良を加え、岩手火山の精密重力探査に着手した。会津盆地西縁断層周辺の地下では基盤岩が幅数 km にブロック化し、その境界に沿って活断層が地表に現れると推定された。また、結晶質岩地域のボーリング孔で透水性亀裂を評価できる弾性波探査手法の研究開発

を開始した。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目22、テーマ題目26、テーマ題目31

地下水チーム

(Groundwater Team)

研究チーム長：安原 正也

(つくば中央第7)

概要：

日本における代表的な結晶質岩地域である阿武隈花崗岩域において、地下水の起源と三次元的流動プロセス解明のための調査を実施した。また、関東平野における地下水の地球化学的鉛直構造ならびに広域地下水流動系の解明に向けての調査・検討を行った。さらに、水文環境図としての公開を念頭において、神戸市とその周辺、中国地方東部（岡山県・鳥取県）、羊蹄山、鳥海山、摩周火山において、天水（降水・河川水・湖水・湧水・地下水）の性状の現状把握、ならびに地下水の涵養・流動プロセス（涵養源・涵養地域・主涵養期・滞留時間等）の解明に関する水文学的研究を実施した。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目22、テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目31

深部流体チーム

(Crustal Fluid Team)

研究チーム長：風早 康平

(つくば中央第7)

概要：

安定および放射性炭素を用いた深部流体検出手法の開発した。また、その手法の有効性を評価するため、モデル地域における試験的調査を行った。ヘリウム同位体を用いた深部流体の検出手法を開発した。また、地下水の長期安定性の評価のため、非常に長い平均滞留時間をもつ地下水系の解明手法を提示した。

研究テーマ：深部流体の研究、熱水活動の研究、結晶質岩分布地域の地下地質及び地下水流動系の検証、テーマ題目6、テーマ題目23、テーマ題目31

長期変動チーム

(Geodynamics Team)

研究チーム長：山元 孝広

(つくば中央第7)

概要：

地質変動の代表的な地域調査として東北南部と西南日本（九州北西、中国）を取り上げ、各テーマの内容に即した野外地質調査、試料採取、各種分析を実施した。また、高精度 K-Ar 年代測定専用の希ガス質量分析計を導入した。このほか、日本の第四紀火山の分布・活動時期・画像に関するデータファイルを作成し、

RIO-DB で公開した。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目31

地殻物性チーム

(Rock Physics Team)

研究チーム長：高橋 学

(つくば中央第7)

概要：

- ・温度・応力環境下における地層特性変化を把握するため、最大200℃までの環境下で玄武岩の変形・透水挙動を実験的に解明し、平均粒径が2桁以上異なる花崗岩との差異についてモデル化した。
- ・透水性・貯留性を従来の手法より性格に評価するため、定常解と非定常解の差異に付いてトランジェントパルス法、フローポンプ法、定水位法、変水位法の各手法毎に整理した。
- ・従来の手法と異なる長時間にわたる応力変化側定装置の信頼性を確認するための室内検証実験を行い、その信頼性の高さを確認した。
- ・岩石の変形過程における間隙水圧の影響を具体的に明らかにすることを目的に三軸変形試験を行い、変形中の変形量と弾性波速度及び減衰の過程を明らかにし、間隙水圧による変形局所化の存在を確認した。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目28、テーマ題目29、テーマ題目32

地球化学チーム

(Geochemistry Team)

研究チーム長：金井 豊

(つくば中央第7)

概要：

高レベル放射性廃棄物地層処分に係わる地球化学的研究の基礎となる岩石圏・水圏・大気圏等の環境における物質の地球化学的サイクルについての研究、ならびに分析化学的見地からの標準化の研究を行った。核種溶解・沈着の変化予測に関するナチュラルアナログの研究では、地下水・地層物質との相互作用によるウラン・希土類元素の濃集・溶脱挙動に関する検討を進め、地下微生物による影響予測に関する研究では、これまでの結果のとりまとめを開始した。また、化学組成データベースの改良を図った。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目14、テーマ題目34

地質情報チーム

(Integrated Geology Team)

研究チーム長：竹野 直人

(つくば中央第7)

概要：

本年度実施した内容は次のとおりである。Eh-PH計算ソフト FLASFK-AQ の改良および共用端末 PC の導入、ローカルネットワークのギガビット化。熱力学データベースの比較。スメクタイトの拡散試験とスメクタイト水-分子間相互作用の分子シミュレーションの実施。Tough2の実行環境の整備と数値分散評価。高精度汎用室内透水試験装置の改良。地層変形・水理模擬実験装置の試運転と改良及び実験条件の検討。九州北西部鮮新世珪長質火山周辺の熱水変質の分布、岩石学的検討、安定同位体検討、K-Ar 年代測定。

研究テーマ：テーマ項目10、テーマ項目23、テーマ項目24、テーマ項目30、テーマ項目33、テーマ項目37

化学反応チーム

(Water-Rock Interaction Team)

研究チーム長：月村 勝宏

(つくば中央7)

概要：

化学反応チームの目的は、地球表層における化学反応や物質循環を解明することである。特に、岩石と地下水との反応を予測する理論を構築すること、および岩石の生成、風化・溶解、海底への堆積、堆積物のもぐり込みなど地球規模での物質循環を明らかにすることである。研究手段は、フィールド調査（地表地質調査、ボーリング掘削による岩石採取）、固体分析（顕微鏡、EPMA、電子顕微鏡、X線回析、原子吸光、熱分析、赤外、ラマン）、液体分析（ICP、イオンクロマト、ICP-MAS）、反応実験（熱水反応装置、雰囲気制御できる岩石・水反応装置）、理論計算（熱力学、統計力学、結晶学）である。これらの個々の手法をレベルアップさせるとともに、これらを組み合わせた総合的研究を行っている。また、国内外の学会出席や外部研究者を招聘しての研究会を開催して最新情報を得ている。

研究テーマ：テーマ項目11、テーマ項目12、テーマ項目15、テーマ項目16、テーマ項目21、テーマ項目30、テーマ項目31、テーマ項目35、テーマ項目36

[テーマ項目1] 地質総括の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

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

[研究内容]

地下浅部での地層物質の鉱物学的・熱力学的特性変化の解明に資するため地表から地下浅部における地層物質の風化・変質・続成作用を対象に、化学組成・鉱物組成・物理特性及び熱力学的諸特性の変化を検討する。平成15年度は、新潟・山形県下の地表岩石試料・土壌試

料・ボーリングコア試料を対象に基礎データを得た。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 地表環境、地下浅部、鉱物化学反応、物質循環

[テーマ項目2] 情報技術を用いた地質の情報提供に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

[研究担当者] 渡部 芳夫、内藤 一樹、宮城 磯治（職員3名）

[研究内容]

地質環境図等のオンライン情報発信の技術開発を行うとともに、センター内外への情報共有と利用に係るネットワーク化を実施することを目的とし、ホームページ管理とセンター内データベースシステムの整備を行う。地質環境アトラスについては、「山形市周辺地域」のイントラ公開を完了した。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 地質環境アトラス、山形市周辺地域、オンラインデータベース

[テーマ項目3] 地球物理の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 牧野 雅彦（深部地質環境研究センター地球物理チーム）

[研究担当者] 牧野 雅彦、渡辺 史郎、住田 達哉（職員3名）

[研究内容]

地下地質構造を地球物理学的手法で調査研究し、地下構造による地質環境への影響を検討することを目的とする。平成15年度は草津白根山の第4回集中総合観測において精密重力探査を担当し、現地調査ならびに重力データ解析をして観測報告書の作成・提出を行った。その研究成果は国際学会等で発表した。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 火山、重力、伏在構造、基盤

[テーマ項目4] 地下の水質形成に果たす地質と人間活動の影響の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 安原 正也（深部地質環境研究センター地下水チーム）

[研究担当者] 安原 正也、吉川 清志、稲村 明彦（職員2名、他1名）

[研究内容]

関東地方において広域テフラの対比に基づく詳細な層序区分を行うとともに、降雨浸透水と浅層地下水の水質形成に果たすローム層の役割について考察を進めた。また、関東・甲信越地方の湧水・浅層地下水の一般水質・微量成分濃度及び安定同位体組成を決定する要因を抽出するための地球化学的検討を行った。これらの結果に基

づき、地下水環境と水文プロセスの実態把握と、地下水の水質形成に果たす地質と人間活動の影響についてそれぞれ定量化を進めた。

〔分 野 名〕地質・海洋

〔キーワード〕地下水、水文環境、循環プロセス

〔テーマ題目5〕地下水の保全に関する水質指標とマッピングの研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕安原 正也（深部地質環境研究センター地下水チーム）

〔研究担当者〕安原 正也、吉川 清志、稲村 明彦、風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、牧野 雅彦（職員6名、他2名）

〔研究内容〕

日本各地において、天水（降水・河川水・湖水・湧水・地下水）の性状の現状把握、ならびに地下水の涵養・流動プロセス（涵養源・涵養地域・主涵養期・滞留時間等）の解明に関する水文学的研究を実施した。対象とした地域は、神戸市とその周辺、中国地方東部（岡山県・鳥取県）、羊蹄山、鳥海山であり、いずれも汚染や地下水資源枯渇の観点から地下水保全が急務となっている地域である。当該地域における水質や各種同位体に基づく調査結果は、水文環境図としての公開を念頭において解析作業を進めており、平成16年度にはこれらのうち、まず神戸市とその周辺地域の成果を出版する予定にしている。

〔分 野 名〕地質・海洋

〔キーワード〕地下水の涵養、地下水の流動、都市、マッピング

〔テーマ題目6〕深部流体の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕風早 康平（深部地質環境研究センター深部流体チーム）

〔研究担当者〕風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、大和田道子（職員3名、他2名）

〔研究内容〕

三宅島等において、気象庁、東京工業大学、東京大学等と共同で COSPEC を用いた SO₂放出量観測を行った。観測結果は随時、火山噴火予知連絡会に報告した。COSPEC の後継機種である miniDOAS システムの開発を行った。2000ppmm 以下の低濃度では、COSPEC システムと同様の結果を示したが、高濃度域では値の信頼性に難があり、現在、その原因を究明中である。富士山麓において発見された噴気の緊急調査を実施し、火山噴火予知連絡会に報告した。伊豆大島において、山頂噴気及び周辺の地質調査を行った。

名古屋大学へ研究を委託し、地下水及びガス試料の C-14濃度の測定を行った。マルチアイソトープ指標を

用いた地下水の起源及び滞留時間解析のために必要な、専用のボアホール用採水器の設計及び製作を行い、阿武隈において試料を収集した。水質形成機構解明のため、USGS の PHREEQC を導入し、分析結果に適用した。各種分析機器類のメンテナンスを実施し、不具合箇所を修理した。

〔分 野 名〕地質・海洋

〔キーワード〕火山ガス、地下水の滞留時間、SO₂放出量

〔テーマ題目7〕長期地質変動の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕山元 孝広（深部地質環境研究センター長期変動チーム）

〔研究担当者〕山元 孝広、松本 哲一、伊藤 順一、宮城 磯治、村越 匠（職員4名、他1名）

〔研究内容〕

本研究は、地殻変動及び火山活動の基礎的理解を深めることを目的としている。今年度は吾妻・岩手火山・肘折火山の研究、関東北部における広域テフラの研究、K-Ar 及び Ar/Ar 年代測定の研究を行った。また、IUGG2003等の研究集會に積極的に参加し、成果を公表した。

〔分 野 名〕地質・海洋

〔キーワード〕地殻変動、火山、年代測定

〔テーマ題目8〕地殻物性の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕高橋 学（深部地質環境研究センター地殻物性チーム）

〔研究担当者〕高橋 学、成田 孝、富島 康夫（職員3名）

〔研究内容〕

岩石の応力保持機構を利用した応力変化測定手法を原位置に拡張するための文献調査を行った。岩石の変形特性に及ぼす間隙水圧の影響に関する数値シミュレーションに関する文献調査を行った。屋久島花崗岩体を対象に地域ごとの定方位サンプリングコアを用いて各種物性測定に着手した。17世紀から沖縄で作られた焼き締め陶器の内部構造と流体移動特性の関連に関する基礎研究を那覇市歴史民族博物館および石垣市八重山博物館の研究員と共同で開始した。古い窯跡からのサンプリングなどを行った。これらの成果は国内外における口頭発表や誌上発表として公表した。

〔分 野 名〕地質・海洋

〔キーワード〕応力測定、間隙水圧、花崗岩の異方性、焼き締め陶器、空隙構造、流体移動特性

〔テーマ題目9〕地球化学の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕金井 豊（深部地質環境研究センター地球化学チーム）

〔研究担当者〕金井 豊、上岡 晃、三田 直樹、
竹内 理恵（職員4名）

〔研究内容〕

環境における元素・物質の地球化学サイクルを様々な視点から眺めその実態把握と評価を目的とする環境化学の研究では、湖・沿岸域等の底質中放射性核種の測定に協力して研究を推し進めると同時に、これまでのデータを取りまとめた論文を投稿した。高精度・高確度の同位体比データを得るため Nd 同位体標準試料 JNdi-1を作成・配布・データのコンパイルを行う同位体標準試料の研究では、3カ国4機関へ送付した。化学反応に与える影響に関する知見を得る地下微生物による影響予測に関する研究では、これまで行ってきたマンガン酸化細菌と鉄酸化細菌を対象とした活性特性等の検討結果のとりまとめを進め、データベース化システムについての検討を開始した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕放射性核種、Nd 同位体標準試料、地下微生物

〔テーマ題目10〕地質情報の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕竹野 直人（深部地質環境研究センター地質情報チーム）

〔研究担当者〕竹野 直人、濱崎 聡志、張 銘、
竹田 幹郎（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

地化学シミュレーションコード用のデータベースの拡充を行った。ソリッドモデルカーネルライブラリソフトを導入して DEM から IGES フォーマットのソリッドモデルファイルを出力するコードを作成した。地質材料の物性評価手法及び評価精度について研究を行い、特に、難透水性岩石を対象とした室内透水試験法の国際的基準化を進めた。伊豆半島西部の火成活動と関連変質作用について、岩石鉱物学的・地球化学的な特徴及び両者の時空関係の解析を行い、マグマ性流体が地層特性変化に及ぼす影響及びその地質学的要因を明らかにした。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地化学シミュレーション、透水試験、変質作用

〔テーマ題目11〕化学反応の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕月村 勝宏（深部地質環境研究センター化学反応チーム）

〔研究担当者〕月村 勝宏、高木 哲一、間中 光雄、
亀井 淳志、鈴木 覚、福士 圭介
（職員3名、他3名）

〔研究内容〕

岩石・水反応の研究及び火成岩の成因の研究を実施した。岩石・水反応の研究では、「ベントナイト中の黄鉄鉱の酸化と酸素の拡散」、「ベントナイト中の重水の拡散

の異方性と活性化エネルギーの関係」、「休廃止鉱山におけるヒ素の自然浄化プロセス」及び「低結晶性含硫酸鉄酸化物によるヒ素の吸着機構」についての研究成果を国際誌に公表した。火成岩の成因の研究では、「日本列島における磁鉄鉱系列とイルメナイト系列花崗岩の成因」、「九州地方のアダカイト深成岩」、及び「九州地方の高マグネシウム閃緑岩の成因」についての研究成果を国際誌に公表した。本年度の国際誌論文公表は計7報である。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕ベントナイト、ヒ素、岩石

〔テーマ題目12〕TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価（外部資金）

〔研究代表者〕鈴木 正哉（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

〔研究担当者〕鈴木 正哉、間中 光雄、渡部 芳夫、
月村 勝宏、鈴木 憲司
（職員4名、他1名）

〔研究内容〕

再処理工程で発生するヨウ素ガスを、廃銀吸着剤を用いずに直接固化体中に取り込む技術を開発することを目的として、ハイドロソーダライトを用いたヨウ素の固定化実験を行った。その結果、500℃以上の高温条件下において、ハイドロソーダライト中にヨウ素が取り込まれることが確認された。また、ヨウ素固定化量の温度依存性及び反応時間依存性についても検討を行った。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕TRU 廃棄物、ヨウ素、ハイドロソーダライト

〔テーマ題目13〕地質データの統合とデータベースシステムの構築の研究（外部資金）

〔研究代表者〕渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

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

〔研究内容〕

今年度は地質情報の電子化、データベースシステムの開発に加え、5万分の1地質図幅の数値化、沿岸域音波探査データのデータベース化、資源地域の試すい・物理探査データ等のデータベース化を実施した。地質情報の電子化については、昨年度に引き続き産業技術総合研究所地質総合センター（旧地質調査所）出版物の新たな情報集約と電子化を行った。5万分の1地質図幅の数値化については、地質調査所から昭和40-50年度に出版された地質図幅を中心に地質図70枚、同研究報告書70冊の数値化を実施した。沿岸域音波探査データのデータベース化については、釧路-十勝沖海域データの入力、下北半島沖海域の音波探査記録イメージファイルのデータベース化

を行った。資源地域の試すい・物理探査データ等のデータベース化については、石油公団の「石油天然ガス基礎地質調査」データの数値化を進め、基礎試錐報告書のデータ化、基礎試錐30孔の調査概要のデータ化等を行った。データベースシステムの開発については、平成16年度の完成を目指して、地形・DEM・地質図等のデータの統合的表示サブルーチンの開発、GIS データセットの3次元表示モジュールの導入等を行った。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】GIS、地質図、データベース、大陸棚音波探査、基礎調査

【テーマ題目14】地球化学の既存データのファイルの作成（外部資金）

【研究代表者】今井 登（地球科学情報部門）

【研究担当者】今井 登、御子柴真澄、金井 豊（職員3名）

【研究内容】

岩石の化学分析値及び同位体比のデータベース化を行っている。本年度は昨年度に引き続き、岩石鉱物鉱床学雑誌（1990年まで）のデータ収集を行うとともにデータベース利用環境の改善を行った。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】岩石、化学組成、データベース

【テーマ題目15】地層処分に関する国際情報の収集(1)（外部資金）

【研究代表者】月村 勝宏（深部地質環境研究センター化学反応チーム）

【研究担当者】月村 勝宏、渡部 芳夫、高木 哲一、間中 光雄（職員4名）

【研究内容】

地層処分に関する海外の研究動向調査と地層処分の安全評価に必要な知見・技術の海外からの導入を行う。平成15年度は、米国の規制側研究機関 CNWRA（Center for Nuclear Wastes Regulatory Analyses）への訪問、米国地質学会への参加、地層処分研修機関である ITC School の研修への参加を行い、米国における規制側研究機関の役割や地層処分に関する地質学的研究の動向等を調べた。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】米国、規制側研究機関、地層処分研修機関

【テーマ題目16】地層処分に関する国際情報の収集(2)（外部資金）

【研究代表者】月村 勝宏（深部地質環境研究センター化学反応チーム）

【研究担当者】月村 勝宏（職員1名）

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物（HLW）処分の安全規制に係わる法的枠組みの構築に必要な国際情報の収集・分析を行う。平成15年度は、欧米主要国の HLW 処分場と原子力発電所等の安全規制の法規を比較・分析し、各国の HLW 処分安全規制への取り組みを検討した。その結果に基づき、安全規制の法体系整備に必要な情報を資料化した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】高レベル放射性廃棄物、安全規制、欧米

【テーマ題目17】東北日本複成火山の時空分布と成因の研究（外部資金）

【研究代表者】山元 孝広（深部地質環境研究センター長期変動チーム）

【研究担当者】山元 孝広、松本 哲一、宮城 磯治、中野 俊（職員4名）

【研究内容】

東北日本に分布する複成火山の長期的なマグマ噴出の時空間的变化を研究している。平成14年度までに東北日本南部の火山フロント及び背弧側の火山の調査を実施し、火山フロントの移動の実態を明らかにした。平成15年度は山形県肘折火山の調査を引き続き行い、噴出物の堆積ユニットの細分化・噴火様式の解析等を行い、マグマ供給系を解明するデータを得た。また、福島県沼沢火山についてマグマ噴出量の時間積算図を新たに作成し、噴出物の量及び化学組成の時間的变化を明らかにした。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】東北日本、複成火山、沼沢、肘折

【テーマ題目18】西南日本の単成火山の時空分布と成因の研究（外部資金）

【研究代表者】宇都 浩三（地球科学情報部門）

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

【研究内容】

北西九州に分布する単成火山の長期的なマグマ噴出の時空間分布やマグマ成因論から、火山噴火の予測手法を確立することを目的としている。平成15年度は、引き続き北西九州地域の単成火山群の地質調査、化学分析、同位体測定、年代測定を実施し、北西九州の地下構造を明らかにするため自然地震波観測を開始した。その結果、佐賀県杵島地域では、玄武岩から流紋岩までの一連の火山岩は、マントル起源玄武岩マグマと地殻起源流紋岩マグマの混合で形成されたこと等が明らかになった。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】西南日本、単成火山、九州

【テーマ題目19】大規模カルデラ噴火等地質変動調査（外部資金）

〔研究代表者〕 高田 亮（地球科学情報部門）

〔研究担当者〕 高田 亮、山元 孝広、古川 竜太
（職員3名）

〔研究内容〕

インドネシアでの大規模噴火の時空分布の研究を行っている。平成15年度は引き続きロンボク島の火山調査を行い、1万年以前の火山にはカルデラの形成がなく、リンジャニ火山のカルデラが唯一のものと判明した。リンジャニ火山については、13世紀噴火のカルデラ形成過程を復元し、火山灰の分布から噴火の影響の及んだ範囲を調べた。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 カルデラ、インドネシア、リンジャニ火山

〔テーマ題目20〕 隆起・沈降の空間分布に関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕 山元 孝広（深部地質環境研究センター 長期変動チーム）

〔研究担当者〕 山元 孝広、卜部 厚志
（職員1名、他1名）

〔研究内容〕

東北南部の阿武隈—会津—新潟地域の第四紀後半の地殻変動量の空間分布と時間変化の研究を実施している。平成15年度は、福島県会津盆地西縁から新潟県東部の調査を行い、只見川西岸断層系の活動性を調査した。また、この地域の河川の浸食率は、阿武隈地域の少なくとも10-20倍あると見積もった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 隆起、会津盆地、活断層、浸食

〔テーマ題目21〕 岩石の風化に関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕 高木 哲一（深部地質環境研究センター 化学反応チーム）

〔研究担当者〕 高木 哲一、亀井 淳志
（職員1名、他1名）

〔研究内容〕

花崗岩の風化速度とその岩質との関係について研究を行っている。平成15年度まで阿武隈花崗岩類の風化岩について顕微鏡観察と化学分析を行い、花崗岩の化学組成を基準とする風化指標を提案した。また、石材・墓石試料を用いて花崗岩の化学的風化速度を1万年で1~2m程度と見積もった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 花崗岩、風化、石材

〔テーマ題目22〕 広域地下水流動系の研究（外部資金）

〔研究代表者〕 安原 正也（深部地質環境研究センター 地下水チーム）

〔研究担当者〕 安原 正也、吉川 清志、稲村 明彦、

風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、
森川 徳敏、牧野 雅彦、大和田道子、
鈴木 裕一、大沢 信二、吉川 慎
（職員6名、他6名）

〔研究内容〕

地下水の起源及び広域流動系の解明とモデル化を行う。平成15年度は、関東平野と阿蘇山で湧水・地下水調査と水質・同位体測定を行った。その結果、関東平野の高Cl-濃度地下水は、過去20年間濃度とその広がりが増加してきていることが、また阿蘇山の湧水については、マグマ起源ガスの混入形跡がなく、他の火山と異なることが明らかになった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 水質、同位体、地下水流動

〔テーマ題目23〕 熱水活動の研究（外部資金）

〔研究代表者〕 風早 康平（深部地質環境研究センター 深部流体チーム）

〔研究担当者〕 風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、
森川 徳敏、安原 正也、稲村 明彦、
竹野 直人、佐脇 貴幸、大和田道子、
平林 順一、大場 武、角皆 潤
（職員6名、他6名）

〔研究内容〕

近畿地方の深部上昇流体の調査、炭素同位体・ヘリウム同位体による深部上昇水検出法の開発、堆積岩・花崗岩地域の温泉調査及び堆積岩中の流体包有物の研究を実施している。近畿地方の深部上昇流体の調査では、昨年に引き続き、温泉水、地下水、河川水の調査を進め、深部上昇水の寄与地域の把握と河川水データに基づく深部上昇水フラックスの見積もりを行った。河川水への深部上昇水の混入率は有馬・石仏地域で1、2-3、5%、フラックスは1、2-1、6L/secになる。炭素同位体・ヘリウム同位体による深部上昇水検出法の開発では、測定装置を用いて近畿地方の地下水・温泉水を測定し、その検出感度の高いことが実証された。堆積岩・花崗岩地域の温泉調査では、関東山地・福島県西部の温泉調査と水質・同位体分析を行い、温泉水の起源を明らかにした。堆積岩中の流体包有物の研究では、レーザーラマン分析装置を導入して予備分析を行った。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 深部上昇流体、ヘリウム同位体、フラックス

〔テーマ題目24〕 変質の種類と地質変動要因に関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕 濱崎 聡志（深部地質環境研究センター 地質情報チーム）

〔研究担当者〕 濱崎 聡志（職員1名）

〔研究内容〕

火山周辺の熱水変質帯を対象に、火山活動に伴う熱水系の形成と地質構造の関係を検討している。平成15年度は九州北西部の3-2Maの火山群と関連変質帯の調査を引き続き進め、全岩化学分析、流体包有物測定、同位体測定、年代測定を行った。九州北西部有田-波佐見地域では、北北西-南南東方向の北部九州に特徴的な構造線を通路として顕著な熱水系が発達し、その中心は地表に噴出した火山岩の分布とは一致していないことが明らかになった。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕火山、熱水系、変質

〔テーマ題目25〕複成火山におけるマグマ輸送蓄積、熱拡散過程の研究（外部資金）

〔研究代表者〕伊藤 順一（深部地質環境研究センター長期変動チーム）

〔研究担当者〕伊藤 順一、風早 康平、安原 正也、松本 哲一、高橋 正明（職員5名）

〔研究内容〕

火山マグマ活動の影響範囲について研究する。平成15年度は、岩手火山の地質調査と地下水・温泉水調査を実施し、試料の採取・化学分析を行った。その結果、岩手火山群では、過去5万年間に、マグマの分化作用と新たな未分化マグマの注入が繰り返し起きたと推定された。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕岩手火山、複成火山、温泉水

〔テーマ題目26〕活断層周辺の地下地質及び地下水流動系の研究（外部資金）

〔研究代表者〕山元 孝広（深部地質環境研究センター長期変動チーム）

〔研究担当者〕山元 孝広、安原 正也、吉川 清志、牧野 雅彦、稲村 明彦、鈴木 裕一（職員4名、他2名）

〔研究内容〕

福島県会津盆地西縁における活断層の移動及び活断層周辺の地下水の流動について研究を行っている。平成14年度は、反射法地震探査により、1611年地震断層が、主断層の東5kmに新たに移動して生じた断層の一部であることを明らかにした。平成15年度は、この断層の移動時期を調べるため、1611年地震断層の東でボーリング調査を行った。また、精密重力探査によって、断層周辺の地下では基盤岩が幅数kmにブロック化し、その境界に沿って活断層が地表に現れると推定された。活断層周辺の地下水流動については、基礎調査として東北地方南部において河川水の採取・分析を行った。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕会津盆地、活断層、ボーリング、精密重力

〔テーマ題目27〕低活動性断層の研究（外部資金）

〔研究代表者〕杉山 雄一（活断層研究センター）

〔研究担当者〕杉山 雄一、宮下由香里、水野 清秀、吾妻 崇、伏島祐一郎、小林 健太（職員4名、他2名）

〔研究内容〕

活断層の存在が不確かな地域で生じる地震断層の活動について研究を行う。平成14年度までは、低活動性断層として2000年鳥取県西部地震に伴う地震断層のトレンチ調査と断層周辺域の断層破碎岩の調査を行った。平成15年度は、断層破碎岩の調査を継続し、鳥取県西部地震震源の西約5kmにある日南湖リニアメント上の2地点でトレンチ調査を行った。その結果、明瞭なりニアメントである日南湖リニアメントからは厚い断層ガウジ帯が発見されたのに対し、鳥取県西部地震の地震断層は個々の変位が小さく、明瞭なりニアメントを伴わないことが分かった。その原因は断層の成熟度が低いためと推定された。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕活断層、鳥取県西部地震、断層ガウジ

〔テーマ題目28〕岩石破壊・変形メカニズムの検証と定量化に関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕成田 孝（深部地質環境研究センター地殻物性チーム）

〔研究担当者〕成田 孝（職員1名）

〔研究内容〕

地震の原因となる地殻の応力を測定する装置を開発している。昨年度（平成15年度）行った、原位置における応力解放法によるキャリブレーション試験により得られたボーリング孔内の応力変化測定装置（油圧セル）設置位置での応力の解放量（変化量）は、実験を行った原位置で計算から求められる土被り圧力と、ほぼ等しい値となることが判明した。

この測定結果を踏まえ、平成16年度には、応力解放を行う距離を昨年度に行った位置より、更に離れた位置（距離にして2倍の位置）に、ボーリング孔を追加掘削し、昨年度と同じ深さに応力変化測定装置を設置し、再び応力解放試験を行った。

この試験結果から、距離を2倍離れたボーリング孔に設置した応力変化測定装置から測定された、応力解放量は、昨年度と同じ距離、同じ深さに設置した応力変化測定装置から測定された応力解放量の、ほぼ半分の値に成っているという測定結果が得られた。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕原位置、応力変化、応力測定

〔テーマ題目29〕水飽和状態における岩石の変形・破壊プロセスとメカニズムの解明（外部資金）

〔研究代表者〕富島 康夫（深部地質環境研究センター）

地殻物性チーム)

[研究担当者] 富島 康夫、高橋 学 (職員2名)

[研究内容]

地震発生と関係の深い岩石の変形・破壊プロセスに対する岩石中の間隙水の影響を研究する。平成16年度は、平成15年度までに実施してきた室内実験の結果を考慮した個別要素法による数値シミュレーション計算を行い、局所的な変形・破壊挙動および局所的な間隙水の挙動について検討した。さらに本シミュレーション結果と室内実験結果との比較検討を行い、水飽和状態での岩石の変形・破壊過程と間隙水挙動の関係把握を試みた。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 岩石の変形・破壊過程、間隙水圧挙動、数値シミュレーション

[テーマ題目30] 3次元地質モデルの研究 (外部資金)

[研究代表者] 渡部 芳夫 (深部地質環境研究センター地質総括チーム)

[研究担当者] 渡部 芳夫、関 陽児、塚本 斉、鈴木 正哉、内藤 一樹、張 銘、鈴木 覚、亀井 淳志、竹田 幹郎 (職員6名、他3名)

[研究内容]

堆積岩地域を対象として現状の地質特性の把握とそのモデル化を行う。平成14年度は、新潟・山形県境金丸地域で2孔のボーリング調査を実施し、地下のウランの濃集と酸化還元状態との関係を明らかにした。平成15年度は、引き続き同地域で、地質調査、河川水調査及び地下水の水質・水理構造調査のためのボーリング (4孔) と原位置透水試験・流向流速試験のためのボーリング (4孔) を実施した。地質調査では、金丸地域においてウランに富む花崗岩を発見し、この花崗岩から近接の堆積岩にウランが移動・濃集した可能性が示唆された。河川水調査では、ウラン濃度とウラン放出量が求められ河川へのウランの移動に関するデータを得た。ボーリング調査では、ウラン等地下水溶存成分を調べるため地下水観測装置を新たに設置し基礎的調査を行うとともに、弾性波速度、比抵抗、透水係数、地下水の流向、流速等を測定した。また、ボーリングコアの調査では、基盤花崗岩とその上に重なる堆積岩中にウラン濃集部を発見し、ウランの移動・沈着に関するデータを得た。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 金丸、原位置試験、ウラン、水理モデル、3次元地質モデル

[テーマ題目31] 結晶質岩分布地域の地下地質及び地下水流動系の検証 (外部資金)

[研究代表者] 山元 孝広 (深部地質環境研究センター長期変動チーム)

[研究担当者] 山元 孝広、塚本 斉、安原 正也、

吉川 清志、牧野 雅彦、住田 達哉、風早 康平、高木 哲一、鈴木 正哉、高橋 浩、森川 徳敏、稲村 明彦、亀井 淳志 (職員10名、他3名)

[研究内容]

阿武隈花崗岩を対象に、結晶質岩中の地下水流動のモデル化を行っている。平成14年度までは、阿武隈山地中・北部において地質、河川水、及びボーリング調査を行い、裂隙の分布や地下水の水質等についてデータを得た。平成15年度は、前年のボーリング調査 (白沢・三春の2サイト) で得られたコア・採水試料について化学分析・同位体測定等を行った。その結果、白沢サイトでは一般的花崗岩地帯の地下水水質であったが、三春サイトではトリチウムの分析から、表層水が早い速度で深層地下水に混入したことを示すデータを得た。また、地下構造を求めるため精密屈折法地震探査を実施し、地下のマサ化・風化花崗岩の分布や断裂系のデータを得た。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 阿武隈、地下水流動、ボーリング

[テーマ題目32] 流体移動特性等の地層物性とその変化予測手法の研究 (外部資金)

[研究代表者] 高橋 学 (深部地質環境研究センター地殻物性チーム)

[研究担当者] 高橋 学、西山 哲、加藤 昌治、竹村 貴人、高田 尚樹 (職員1名、他4名)

[研究内容]

高温下における玄武岩の透水係数・強度・変形特性の連成関係を実験的に解明しモデル化する事を目的としている。平成16年度は、高温・高圧時の玄武岩の透水実験を行い、供試体の破断及び加温前後の透水係数のデータを得た。また、マイクロフォーカス X 線 CT 装置により、玄武岩のせん断断面近傍の粒界クラックを観察した。さらに、Berea 砂岩を用いて砂岩内部の流れの数値シミュレーションを実施し、それに必要な解析コードとプログラムを開発した。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 難透水性岩石の透水試験、高温・高圧力・高間隙水圧条件、マイクロフォーカス X 線 CT、格子ボルツマン法による数値シミュレーション

[テーマ題目33] 地層特性空間分布変化の評価に関する研究 (外部資金)

[研究代表者] 張 銘 (深部地質環境研究センター地質情報チーム)

[研究担当者] 張 銘、竹田 幹郎、竹野 直人 (職員2名、他1名)

[研究内容]

地層変形と浸透流の同時モデリング及び岩石の物性測定を行う。地層変形と浸透流の同時モデリングでは、平成14年度に引き続き大型模型試験装置等の改良・予備実験を行い、模型実験に使用する試料の物性を測定した。岩石の物性測定では、応力の履歴と浸透率の測定を行い、岩石の浸透率は応力だけでなく、応力の履歴にも依存することが明らかになった。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】模型試験、物性試験、応力、浸透率

【テーマ題目34】核種溶解・沈着の変化予測手法に関するナチュラルアナログの研究（外部資金）

【研究代表者】上岡 晃（深部地質環境研究センター地球化学チーム）

【研究担当者】上岡 晃、金井 豊、高橋 嘉夫（職員2名、他1名）

【研究内容】

ウラン、トリウム、希土類元素の分析を行い、地層中における核種の挙動を予測する研究を行っている。平成14年度は、新潟・山形県境地域の中東地区と金丸地区の試料につき微量分析を行い、ウランの濃集部を発見した。平成15年度は、金丸地区のボーリングコア試料の微量分析、中東地区試料の粒度分離と微量分析、粘土鉱物への希土類元素の吸着実験等を行った。その結果、金丸地区のボーリングコアのウラン濃集部の試料の分析から、ウランの移動が現在も堆積岩中で進行していることが示唆された。中東地区のウラン濃集試料の分析では、砂岩層中のリン酸塩鉱物にウランと希土類元素が濃集していることが明らかになった。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】ウラン、トリウム、希土類元素

【テーマ題目35】鉄鉱物の溶解反応の素過程と溶解速度の研究（外部資金）

【研究代表者】間中 光雄（深部地質環境研究センター化学反応チーム）

【研究担当者】間中 光雄、福士 圭介、月村 勝宏（職員2名、他1名）

【研究内容】

酸化還元状態を制御して鉄鉱物の溶解実験を実施している。平成14年度までは、還元状態で溶解実験が行える装置の試作・改良を行った。平成15年度はこの装置を用いて、磁鉄鉱の溶解実験を行い、信頼性の高い磁鉄鉱の溶解速度とそれを得る実験条件を求めた。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】鉱物、溶解、酸化還元

【テーマ題目36】非晶質とコロイドの生成条件の研究（外部資金）

【研究代表者】鈴木 正哉（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

【研究担当者】鈴木 正哉、鈴木 寛、福士 圭介、月村 勝宏（職員2名、他2名）

【研究内容】

非晶質物質やコロイドによる核種の吸着・移動の研究を実施している。平成14年度までの阿武隈地域の河川底質調査によって、ウラン濃度の高い底質を発見した。平成15年度は、ウラン高濃集を示す底質について非晶質物質の定量と逐次抽出実験を行い、ウランは非晶質への吸着態及び炭酸塩態・非晶質態・二次生成物態として固相に分配されていると推測された。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】非晶質物質、コロイド、阿武隈、河川底質

【テーマ題目37】地質環境の数値モデリングの研究（外部資金）

【研究代表者】竹野 直人（深部地質環境研究センター地質情報チーム）

【研究担当者】竹野 直人、藤井 直樹、張 銘（職員2名、他1名）

【研究内容】

地下水等の水理と化学反応を統合した地質環境の数値モデル化とシミュレーションを行う。平成15年度は、昨年度に引き続き、熱力学データベース間の比較を Eh-pH 図を用いて行い、それぞれのデータベースの特徴や不足するデータを示すとともに、水理・地球化学連成シミュレータの基本設計を行った。また、既存地下水シミュレータ（TOUGH2）の性能評価と3次元地質モデルの研究地域である新潟・山形県境金丸地区への適用を開始した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】TOUGH2、熱力学データベース、金丸、水理シミュレーション

②【活断層研究センター】

（Active Fault Research Center）

（存続期間：2001.4～）

研究センター長：杉山 雄一

副研究センター長：佐竹 健治

所在地：つくば中央第7、関西センター大手前サイト

人 員：14（13）名

経 費：355,916千円（317,043千円）

概 要：

活断層研究センターは国の活断層調査事業に関する唯一の中核機関として、活断層調査の推進に努め、活

動性評価の精度向上を図ることを第一の目標とする。また、地震被害予測に関する研究を積極的に推進し、より社会的に利用価値の高い情報の創成に努める。さらに、内外の活断層データを収集・評価し、広く流通・公開する体制を整備し、産総研の第一期中期計画において活断層に関するナショナルデータセンターとして、活断層に関する情報拠点機能の充実を図る。また、国際共同研究を活発に行い、国際的研究拠点としての地位を確立する。

産総研第一期中期計画においては、以下の具体的成果を上げることが目標としている。

- ・全国主要活断層について、第一次調査及び第一次評価を完了し、100年以内の地震発生確率を明らかにする。
- ・調査を実施した12活断層についての報告書を出版する。
- ・活断層ストリップマップ3図、50万分の1活構造図3図、地震発生危険度マップ1図を刊行する。
- ・2つの活断層系について、セグメンテーション及びセグメント連動について、一般的特徴を解明する。
- ・京阪神地域を対象として、地下構造モデルに基づく被害予測図、北海道東部において津波被害予測図を作成する。

平成15年度は、重点研究課題として、

テーマ題目1：全国主要活断層等の研究

テーマ題目2：活断層データベース・活構造図等の研究

テーマ題目3：活断層系のセグメンテーションの研究

テーマ題目4：海溝型地震の履歴と被害予測の研究

テーマ題目5：地震被害予測の高度化の研究

の5テーマの研究を実施した。

これらの研究を、活断層調査研究チーム：テーマ題目1、活断層情報研究チーム：テーマ題目2、断層活動モデル研究チーム：テーマ題目3及び4、地震被害予測研究チーム：テーマ題目4及び5、の分担・連携で実施した。また、テーマ題目5（地震被害予測の高度化の研究）を社会的により利用価値の高いものにするため、平成15年10月1日に「地盤防災工学研究チーム」を新設し、地質学や地球物理学などの理学に加えて、工学の手法と観点を取り入れた研究を開始した。

これらの重点研究課題の実施に当たっては、国内・外から多くの外部研究者を客員研究員などとして迎え入れ、研究の充実を図った。また、地質調査総合センター（Geological Survey of Japan）の一員として、関連する研究ユニット・組織と連携を取り、効率的に研究を進めた。主な研究成果として、本センターの基幹成果物である、「活断層・古地震研究報告」第2号の出版を計画通り行うことができた。また、研究活動の広報のため、ホームページの運営、センターニュー

ースの発行・配布を行った。

外部資金：

経済産業省 科学技術総合研究委託費（緊急研究）
「2003年（平成15年）十勝沖地震に関する緊急研究／津波・被害調査／津波調査／高精度の数値シミュレーションに基づく十勝沖地震津波の波形解析」

経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究／予測のための震源特性のモデル化 活断層情報によるシナリオ地震の設定法」

経済産業省 原子力安全・保安院 原子力安全基盤調査研究「原子力安全基盤調査研究（提案公募事務・評価事務・総合的評価）」

発表：誌上发表35件（30）件、口頭発表142件（68）件、その他51件

活断層調査研究チーム

（Active Fault Evaluation Team）

研究チーム長：下川 浩一

（つくば中央第7、関西センター大手前サイト）

概要：

国の地震調査研究推進本部は、全国に分布する98の活断層を早急に調査を行うべき「基盤的調査観測の対象活断層」に選定している。当チームはこの98断層の詳しい調査を行い、分布、長さ、最新の活動時期、活動の間隔などを明らかにする研究を行う。調査の方法は、地形地質調査、トレンチ調査、ボーリング調査など、多岐にわたり、調査結果に基づいて、活断層が活動する可能性と活動した場合の地震の規模を評価する。また、最近の地震断層に関する詳細な研究や活動性が低い活断層の研究も併せて行う。

研究テーマ：テーマ題目1

活断層情報研究チーム

（Active Fault Data Analysis Team）

研究チーム長：吉岡 敏和

（つくば中央第7）

概要：

全国の様々な機関で実施された活断層の調査で得られたデータや資料を収集・整理し、データベース化する。データベースは広く公開すると共に、活断層評価の技術資料として役立てる。このデータベースは調査地点データの単なる蓄積ではなく、データ精度を統一し、活断層の評価に直接役立つものとなることを目指している。また、評価の根拠となったデータを簡単に検索できるものとする予定である。このほか、全国活

断層地震発生危険度マップなどを作成・公表する。
研究テーマ：テーマ題目 2

断層活動モデル研究チーム

(Faulting Behavior Modeling Team)

研究チーム長：栗田 泰夫

(つくば中央第7)

概要：

大規模な活断層は複数の活動区間に分かれており、それらの区間が単独であるいは複数連動して地震を起こす。このため、活断層から発生する地震の予測には、個々の地点での調査データと共に、活動区間の予測手法と活動の繰り返しモデルが必要である。断層の活動区間については、世界各地の大地震で地表に現れた地震断層を詳しく調べる。また、断層活動の繰り返しには、少なからぬばらつきがあることから、それらのばらつきの相互関係を統計的、力学的に解明して予測精度の向上に努める。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4

地震被害予測研究チーム

(Earthquake Hazard Assessment Team)

研究チーム長：佐竹 健治

(つくば中央第7)

概要：

活断層情報と断層のモデル化で得られた情報に基づき、地震による揺れの大きさを予測する。地震の揺れや被害の大きさは、震源からの距離のほか、断層面の破壊の仕方、地下の様子（軟らかい堆積層か、硬い基盤岩か）によって大きく変化するため、これらをすべて考慮して地震の揺れを計算する。また、地層に残された津波による堆積物から、海底下で発生した巨大地震の履歴を調査し、津波の伝わる様子をコンピュータで計算し、浸水域などの津波被害の予測研究を行う。このような予測結果を地震被害予測図や津波被害予測図として公表する。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5

地盤防災工学研究チーム

(Earthquake Disaster Prevention Engineering Team)

研究チーム長：国松 直

(つくば中央第7)

概要：

地震により様々な形態の災害が発生するが、当チームでは地盤に係る災害の低減を目的に、表層地盤の非線形応答や断層変位による地盤変形を対象として、防災工学的な視点に立った研究を展開する。特に、地震動の表層地盤による増幅特性と地形・地質との関係や原位置における液状化現象の発生メカニズムの解明などを旨とする。また、断層変位による表層地盤変形に

伴う被害形態と変形予測に関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 5

[テーマ題目 1] 全国主要活断層等の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 下川 浩一（活断層研究センター活断層調査研究チーム）

[研究担当者] 下川 浩一、杉山 雄一、寒川 旭、穴倉 正展、遠田 晋次、水野 清秀、吾妻 崇、桑原拓一郎、宮下由香里、吉岡 敏和、石山 達也、栗田 泰夫、堀川 晴央、鎌滝 孝信、小松原 琢、佃 栄吉、七山 太、斉藤 勝、伏島祐一郎、荻谷 愛彦、奥村 晃史、町田 洋、井村 隆介、小林 健太、北田奈緒子、竹村 恵二、金折 裕司、堤 浩之、後藤 秀昭、伊藤 孝、須貝 俊彦、八戸 昭一、中里 裕臣（職員19名、他14名）

[研究内容]

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

平成15年度は、国による基盤的調査観測対象の98断層帯に対応する断層として、1) 邑知活断層帯、2) 黒松内低地断層帯、3) 牛首断層、4) 境峠・神谷断層帯、5) 大原湖断層帯、6) 長町一利府線断層帯、7) 深谷- 綾瀬川断層帯の各断層について調査を行い、第四紀における活動性、地震発生切迫性、地震規模の評価等に有用な成果が得られた。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 地震、活断層、活動予測

[テーマ題目 2] 活断層データベース・活構造図等の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 吉岡 敏和（活断層研究センター活断層情報研究チーム）

[研究担当者] 吉岡 敏和、杉山 雄一、栗田 泰夫、下川 浩一、吾妻 崇、宮下由香里、水野 清秀、穴倉 正展、石山 達也、伏島祐一郎、宮本富士香、桑原拓一郎、佐竹 健治、堀川 晴央、遠田 晋次、黒坂 朗子、大蔵 裕子、衣笠 善博、山崎 晴雄、須貝 俊彦（職員17名、他3名）

【研究内容】

本研究は、活断層に関する情報を迅速かつ広範に社会に提供することを目的としている。そのために、活断層データベースの整備を最重要課題とし、さらに「活断層・古地震研究報告」の定期的な刊行や、活断層研究センターニュースを毎月発行すると共に、活断層研究センターホームページを随時更新し、日常的な情報発信を行う。

平成15年度には、活断層データベースの構築を重点的に行い、活断層データの入力作業を進めると共に、データベース構造の検討、インターフェイスの試作等を行った。1/50万「新潟」、「金沢」、「秋田」の編纂作業については、年度当初には従来の方法で編纂を開始したが、活断層データベースの整備の進捗に伴い、編纂方針を変更し、データベースと一体化した公開方法を検討することとした。なお、平成15年度刊行予定であった伊那谷断層帯ストリップマップについては、担当者の公務都合により、刊行を延期することにした。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】活断層、データベース、活構造

【テーマ題目3】活断層系のセグメンテーションの研究 (運営費交付金)

【研究代表者】栗田 泰夫（活断層研究センター断層活動モデル研究チーム）

【研究担当者】栗田 泰夫、近藤 久雄、遠田 晋次、吉岡 敏和、佃 栄吉、Ali Osman Oncel、加瀬 祐子、Fu Bihong、岡村 眞、松岡 裕美、奥村 晃史（職員6名、他5名）

【研究内容】

本研究では、活断層評価と強震動予測の精度・信頼性を確保するため、その基礎となる断層活動モデルの確立を目的として、実証的研究と理論的研究とを実施している。平成13-15年度においては、同じ活断層系において歴史時代に大地震サイクルがくり返し発生し、かつ地震サイクル毎に個々の地震毎の破壊領域と地震規模が異なった具体例を対象として、活動セグメントのスケーリング則の確立、セグメント間の連動破壊条件の解明、断層長-断層変位量-再来間隔の相関とその物理学的モデルの解明、を目指している。実証的研究としては、トルコ・北アナトリア断層系を研究対象としており、平成15年度には1999年地震断層の水域における分布・活動性調査、「北アナトリア断層系陸域の地震断層調査」、「国際研究集会の開催」を実施した。また、調査結果をとりまとめた報告書シリーズの出版を開始した。理論的研究としては、断層活動モデルの研究を実施した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】活断層、セグメンテーション、トルコ、北アナトリア断層

【研究テーマ4】海溝型地震の履歴と被害予測の研究 (運営費交付金)

【研究代表者】佐竹 健治（活断層研究センター地震被害予測研究チーム）

【研究担当者】佐竹 健治、下川 浩一、宍倉 正展、澤井 祐紀、鎌滝 孝信、七山 太（職員6名）

【研究内容】

昨年度まで「活断層系のセグメンテーションの研究」と「地震・津波被害予測の高度化の研究」において別々に行われてきた海溝型地震に関する研究を、新たな重点研究項目として発足させた。本研究項目は、地質学・地形学・地球物理学を融合し、国際的に最先端の研究を行うことを目指している。まず、津波堆積物、海岸の隆起・沈降、液状化痕跡などの古地震学的調査を行い、海溝型地震の履歴・規模の基礎データを得る。これらの結果や歴史記録の調査と津波の数値シミュレーションとを組み合わせ、過去、海溝型地震の震源像を推定し、将来の長期評価に役立てる。また、沿岸における津波高さや浸水域の予測地図を作成し、知識を社会へ還元することを目標とする。本年度は、千島海溝・相模トラフ・南米チリで古地震調査を実施したほか、千島海溝については津波浸水履歴図の作成・検討を行った。また、南海トラフについては既往の研究結果をレビューし、今後の調査計画について検討した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地震、津波、海溝

【研究テーマ5】地震被害予測の高度化の研究（運営費交付金）

【研究代表者】佐竹 健治（活断層研究センター地震被害予測研究チーム）

【研究担当者】佐竹 健治、杉山 雄一、国松 直、堀川 晴央、関口 春子、石山 達也、水野 清秀、加瀬 祐子、横田 裕（職員7名、他2名）

【研究内容】

大阪堆積盆地の地震被害予測図作成のプロジェクトとして、震源、三次元地下構造のモデル化から地震動のシミュレーションまでの一連の地震動予測研究を実施した。この中で、地質学的なデータに基づく累積変位量・平均変位速度の分布から不均質な応力場を設定し、これに基づいて動的破壊過程のシミュレーションを行い、地震動シミュレーションに用いる地震破壊シナリオを作成する独創的な手法を開発した。

また、平成15年10月からは、断層変位による地盤変形や表層地盤の非線形応答を対象として防災工学的な視点に立った「地盤防災工学の研究」を開始した。本年度は、2003年7月の宮城県北部の地震によって液状化が発生した宮城県鳴瀬町において電気探査を行い、液状化地域の

地下構造と比抵抗構造との関係を調査した。また、断層変位による地盤変形や表層地盤の非線形応答について、研究動向の調査を行った。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】地震、シミュレーション、強震動、地盤

③【化学物質リスク管理研究センター】

(Research Center for Chemical Risk Management)

(存続期間：2001.4.1～2008.3.31)

研究センター長：中西 準子

副研究センター長：富永 衛

総 括 研 究 員：米澤 義堯

所在地：つくば西

人 員：21 (19) 名

経 費：422,742千円 (291,231千円)

概 要：

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

当面の重点課題としては、化学物質総合評価管理技術戦略のための、知的基盤、情報基盤、社会基盤の整備のために、国の内外で、先導的で指導的な役割を担うことである。

そのために、化学物質の暴露評価、毒性評価、新規リスクの探索手法、リスク評価手法、リスク管理のための社会経済的な手法開発の研究開発を行う。同時に、OECD など国際機関に、研究成果を反映させることにも努める。

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

濃度予測モデル、リスク評価手法は、リスク管理に関する意思決定のために必須の思考ツールである。本研究センターは、多くの人が共通に使える思考ツールを供給することに、全力を挙げる。様々な考え方がある中で、コミュニケーションを図り、できるだけ一致点を見付けるためには、共通の思考ツールが極めて有

用だからである。関東域大気濃度推計モデル (ADMER) 普及版の頒布に続いて、いくつかの濃度予測モデル、さらには、評価手法プロトコルなどの公表と普及に力をいれ、研究成果を社会全体の資産として生かす。

1. 主たる研究課題

1-1. リスク評価手法開発に関する主たる研究課題

1) 化学物質の環境濃度推計・評価モデルの開発

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

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

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

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

2) 生態リスク評価手法の開発

① 環境残留性物質に対する生態リスクのスクリーニング評価

② Population-level の生態リスク評価システムの構築

③ 種間相互作用を考慮した生態リスク評価手法の開発

3) 暴露量の分布と差に関する研究

4) ヒトの健康リスク評価手法の研究

① 動物実験で有害性を示す測定エンドポイントの評価システムの構築

② ヒトの評価エンドポイント相互の関連づけと重み付けシステムの構築

5) リスク管理のための総合解析手法の開発と結果の提示

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

② リスク管理のためのリスク評価尺度に関する研究

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

1-2. リスク評価書の策定

特に問題とされる化学物質について、それぞれが責任をもって、リスク評価に基づくリスク管理のためのリスク評価書を策定する。リスク評価書は、行政、企業、市民などが化学物質管理の方策を考える場合の、

科学的基礎となることが期待される重要な文書である。わが国では、問題が大きくなった後にリスク評価書が出たことはあるが、問題を発掘するような意味で詳細リスク評価書が出たことはない。その意味では、はじめての“問題発掘型、問題提起型”リスク評価書である。

詳細リスク評価書は、以下の内容を含む。

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

内部競争的資金：

分野戦略実現のための予算 環境・エネルギー分野「技術の社会受容性研究—リスク（便益）解析支援による環境リスク受容型へ—」（42,500千円）

外部資金：

新エネルギー・産業技術総合開発機構「化学物質リスク評価及びリスク評価手法の開発 <化学物質総合評価管理プログラム> リスク評価、リスク評価手法の開発及びリスク削減効果分析」（129,278千円）

発表：誌上発表26（25）件、口頭発表45（18）件、その他15件

大気圏環境評価チーム

（Atmospheric Environment Team）

研究グループ長：吉門 洋

（つくば西）

概要：

事業所等からの化学物質の排出においては、特に大気への排出が大きな割合を占めるため、それらの拡散・曝露過程とリスクの定量的評価・管理技術の開発は重要な課題である。今後の主要テーマとして、1)用途に応じて1km程度 of 排出源周辺領域から100km程度の地方スケールまでに対応できる複数の大気拡散モデルの開発・高度化を行い、大気環境濃度の定量的把握と推定を行う。2)それに基づく個人曝露量の定量的評価手法の開発を行う。3)化学物質の沈着量を評価できるように大気拡散モデルの拡張と物質ごとの沈着特性のデータ収集を行い、多媒体モデルへの結合を図る。

本センターの主要業務の一つに位置付けられている詳細リスク評価書作成の一環として、大気経路曝露が主となる物質のうち当面第一に1,3-ブタジエンを、第二にジクロロメタンを取り上げた。これらの作業の推進に当たっては世界の主要国・地域で作成された当該物質リスク評価関連資料を収集し、それらを踏まえつつ最新の成果を取り入れて日本の状況に対応した評価を盛り込むよう全力を上げている。

研究テーマ：テーマ題目1

水圏生態リスク評価チーム

（Hydrosphere Ecological Risk Assessment Team）

研究グループ長：東海 明宏

（つくば西）

概要：

生態リスクの観点から懸念されているノニルフェノール、ビスフェノール A、カドミウムに関する既往研究成果を収集・整理するとともに、リスク評価を行い、その程度を定量的に診断することを目的としている。日本の事例調査にもとづくリスク評価書が策定されることで、リスク管理の具体的選択肢に関する議論に資することが期待できる。

水圏生態系リスク評価のためには、時間的、空間的に生息する生物の動態（行動特性）を考慮した曝露モデルが不可欠である。本課題では、詳細リスク評価に必要な曝露濃度の推定モデルを陸水系を対象に開発する。そのため、①化学物質の曝露濃度を1kmメッシュで推定する水系モデル、②実測値を用いて曝露濃度分布を推定する統計的モデルを開発する。このような空間的・時間的曝露濃度を詳細に推定できる水系モデルは国際的に知られているものではなく、特色ある詳細水系モデルとなることが期待できる。さらに、高曝露水域の形成要因を考察するため、ノニルフェノールの観測地点の流域情報データベースを作成し、多変量解析による構造解析を行う。

化学物質による生態系への影響を個体群動態における応答特性を反映したリスク評価が、これまでの科学的知見に基づいた最も現実的且つ合理的な考え方である。本研究では、その評価の枠組みの確立を最終目的として、水生生態系に着目して、個体群影響評価の枠組みの構築を理論的且つ政策科学的視点から行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

リスク解析研究チーム

（Risk Analysis Team）

研究グループ長：吉田喜久雄

（つくば西）

概要：

現在、判定方法が異なる発がん・非発がんのリスクを比較するために、リスクのエンドポイントに重み付けを行うシステムを構築する。

エストロゲン活性により既に選択済みの200のヒトDNAチップ（マイクロアレイ）を用いてエストロゲン活性をもつ種々の化学物質がどのような反応パターンを示すのか調べる。

当センターの研究目的の一つである詳細リスク評価書を作成する上での基礎的かつ基盤となる技術としての開発を目指すとともに、専門家でない一般市民や学

生が、環境中の化学物質に起因するヒト健康リスクを容易に評価でき、かつ評価の流れが理解できるシステム（名称：Risk Learning）を開発する。

初期リスク評価結果やその他の情報等からリスクレベルが一定以上と推定される環境残留性有機化合物について、詳細なリスク評価に着手する。社会的に問題となっている化学物質の影響の程度を定量的に明示するとともに、対策の効果やその経済性について評価する。

研究テーマ：テーマ題目5

リスク管理戦略研究チーム

（Risk Management Strategy Team）

研究グループ長：蒲生 昌志

（つくば西）

概要：

曝露評価は、リスク評価において重要なステップであるにも関わらず、大気や水といった環境媒体中濃度の評価にくらべて、必ずしも十分に検討された方法論に基づいていない。

本研究では、まず、曝露量評価に用いられる様々な情報を整理してデータベース化する。大気や食品といった環境媒体の摂取量、行動に関する情報、個人曝露レベルの既存の報告例、といった内容を含む。こういった情報は、我が国においては、リスク評価を行う者がその都度収集して用いていた。一元的に情報が収集・整理されたデータベースを構築し、共通基盤として用いることは、リスク評価作業を効率化するだけでなく、環境媒体中濃度の解釈を共通化することにより、リスク評価結果の相互比較を可能にする効果がある。

この種のデータベースは、米国環境保護庁では **Exposure Factors Handbook**（曝露係数ハンドブック）として一般に公開されており、整備／改良が続けられている。本研究においても、構築するデータベースを曝露係数ハンドブックと呼ぶことにし、また、我が国におけるリスク評価のための共通基盤として一般に公開することを目的とする。

一方、大気汚染物質の個人曝露量の評価手法について、実際の調査を通じて検討する。それに関連して、個人曝露量調査に適したパッシブサンプリング法の適用範囲の拡大についても若干の検討を行う。個人曝露量調査の結果得られた知見は、積極的に上記の曝露係数ハンドブックに反映させたいと考えている。

大気汚染物質の個人曝露濃度の調査は、これまで我が国において、主に室内汚染によるシックハウス問題の文脈で、大学等の研究主体や行政主体によって実施されてきた。そういった調査では、個人曝露濃度は、室内濃度や屋外濃度と共に測定され、同時に、住居の構造や行動記録などが併せて調査される。しかし、個

人曝露の評価を十分に行った例は多くなく、単に測定濃度の範囲が記述されるか、室内／室外の濃度との比率や相関を概観するに留まっていた。そのような従来の調査の多くでは1日での測定値をもとに解析されていたのに対し、本研究における個人曝露量調査では、複数の VOC（揮発性有機物質）成分について、個人曝露を連続計測し、観測値の日間変動に焦点をあてる。その上で、大気汚染物質（VOC）の個人曝露濃度や室内汚染濃度を左右する要因を考察する。また、個人曝露濃度を、屋外や室内の濃度などから推察する際の不確実性を考察し、既存の個人曝露データの解釈や、中長期の曝露レベルを短期間の観測から推定する方法について検討する。

リスク削減対策を行ったときに得られる健康リスク削減効果を、支払意思額や生活の質（QoL）といった指標を用いて、定量評価あるいは金銭評価することを目的とする。リスク削減効果を金銭評価すると、直接、リスク削減対策費用と比較できる、つまり費用便益分析を行うことができる。また、生活の質（QoL）指標を用いることで、死亡影響と非死亡影響を統一的に評価できる。リスク削減便益評価は、欧米では研究蓄積があるが、日本では数少ない。生活の質（QoL）指標は、医療分野では多数の応用例があるが、化学物質分野ではまだほとんど使用されていない。

カドミウム、トルエン、パラジクロロベンゼン、1,4-ジオキサンを4物質を評価対象として、詳細リスク評価書の作成を行うこととする。

カドミウムは、我が国においては諸外国に比べて曝露レベルが高いと言われており、また最近では、米中濃度の基準値を引き下げる議論が国際的に強まるなど、リスク管理まで視野に入れたリスク評価が求められている状況にある。

トルエンは、PRTR パイロット事業などで環境排出量が最も多いとされる物質である。今後適切なリスクコミュニケーションを行っていく上で、詳細な排出源の把握やリスク評価、リスク管理対策の検討が求められている。

パラジクロロベンゼンは、近年の室内空気モニタリングにおいて、指針値（平成12年度策定）を上回る濃度が多くのご家庭で検出されるなど、関心の高い物質である。

1,4-ジオキサンは、従来から水系で広く検出されることが知られていたが、最近では、大気で検出されたり、一部地下水で高濃度に検出されたりするなど、関心が高まっている。国内はもとより、海外においても、排出量の推定や環境動態に関する知見が少なく、詳細なリスク評価がなされていない状況にある。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

[テーマ題目1] 大気中化学物質の暴露の定量的評価技

術の開発（運営費交付金、独立行政法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構
(NEDO)受託研究)

【研究代表者】中西 準子（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】吉門 洋、東野 晴行、三田 和哲、
井上 和也

【研究内容】

1. 平成15年度計画

PRTR で得られるような排出量データを暴露・リスク評価に活用していくためのモデルが求められているが、これまでは操作性、実環境での検証といったような暴露評価に必要とされる要素を満たすモデルがなかったため、濃度分布を推定できるモデルが実際にリスク評価に用いられることはほとんどなかった。本研究では以下の課題に取り組む。

- 1) 発生源周辺領域から地方スケールまで対応できる複数の大気拡散モデルを開発し、大気環境濃度の定量的評価を行う。
- 2) 排出量の詳細な地域分布を推定する手法を開発し、暴露状況の推定を行うシステムを開発する。
- 3) 暴露人口の分布を推定し、集団暴露の実態を定量的に評価する。

2. 平成15年度進捗状況

- 1) 広域暴露評価モデル（ADMER ver. 1.0日本全国版）を完成し、8月から一般公開を開始した。また後述の METI-LIS と合わせて講習会を10月に実施した。
- 2) 発生源近傍拡散評価モデル（METI-LIS）を改良し、METI-LIS ver. 2として11月から一般公開を開始した。
- 3) 沿道暴露推定モデルの開発に着手し、本年度はその基礎データとなる沿道暴露人口の推定手法を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】広域暴露評価モデル、ADMER、大気拡散モデル

【テーマ題目2】水系リスク評価のためのモデル統合
(運営費交付金、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)
受託研究)

【研究代表者】中西 準子（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】東海 明宏、堀口 文男、宮本 健一、
林 彬勲、飯野 福哉、石川百合子、
恒見 清孝

【研究内容】

1. 平成15年度計画

陸水-海域からなる水圏生態リスク評価のための暴

露解析手法を開発する。この手法の開発によってPRTRの化学物質排出移動量データを暴露濃度に変換し、従来に比べ格段に解像度の高いリスクの定量化が期待できる。実現のためのポイントは、排出量推定、環境媒体での動態解析を統合的につなぐことと、入力データやパラメータ等の推定支援技法を構築することであり、最終成果物としては、生態リスク評価モジュールもインターフェイスを介して統合し、水圏生態リスク評価システムとして公開する。

2. 平成15年度進捗状況

- 1) 入出力設計：化学物質の排出量推定から濃度推定までを統合するためのフレームを作成するとともに、入出力構造、解析のシナリオを設計した。
- 2) モデルの適用：多変量解析によって、水系の属性データから水系の分類を行うとともに、多摩川、関東平野、淀川水系を対象とした水系モデルを構築し、検証を行い、適用性について検討した。さらに、東京湾を対象に3次元流動と生態系ダイナミクスを結合したモデルを構築した。
- 3) 詳細リスク評価への援用：東京湾における貝類を対象としたTBTのリスク評価、陸水系における塩素化パラフィン、ノニルフェノールのリスク評価にこれらの手法を援用した。
- 4) 暴露解析のシステム化：東京湾簡易リスク評価モデルを開発し、公開に際しての運用マニュアルを作成した。水系モデル（多摩川、関東平野、淀川水系）の適用条件を明らかにし、全国の水系を対象とする場合のモデルの操作性に関する条件整理を行い、プロトタイプを構築した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水系モデル、東京湾簡易リスク評価モデル、TBT、ノニルフェノール

【テーマ題目3】水圏生態リスク評価手法の開発（運営費交付金）

【研究代表者】中西 準子（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】東海 明宏、堀口 文男、宮本 健一、
林 彬勲、飯野 福哉、石川百合子、
恒見 清孝

【研究内容】

1. 平成15年研究計画

化学物質による生態系への影響をどのように評価し、それを環境政策の中にどう位置づけるかが重要な研究課題である。生物個体群存続という観点からの生態リスク評価は、これまでの科学的知見に基づいた最も現実的かつ合理的な考え方である。しかし、何を評価エンドポイントにするか、どのように評価すべきかが大きな研究課題となり、その実用的な評価手法は国内外において未だに確立されていない。

本研究では、既存の生態リスク評価手法を整理するとともに、実用という観点から既存の有害性評価データを効率的に活用できる種の感受性分析を生かしつつ、生態系への影響を生物個体群の存続リスクにした評価手法の開発を目指す。さらに、開発した手法を詳細リスク評価対象物質に適用しながら、手法としての汎用性と有用性を検証するとともに、水圏生態リスク評価手法を確立する。

2. 平成15年度進捗状況

- ① 実用的評価手法の適用：Cd、ビスフェノール A、塩素化パラフィン、Pb を対象として水圏の種の感受性分析を行い、種の5%に影響を与えるレベルに対する超過確率を定量化した。
- ② 個体群評価手法の適用：H14年度に提案した個体群評価手法をノニルフェノール、Co-PCB、TBT に適用するとともに、個体群評価を実行可能なものにするためのデータ整備手法や外挿手法についての検討を行った。
- ③ 個体群評価手法の検証：ノニルフェノールを対象とした生態リスク評価において、提案した個体群評価手法が実際の環境政策に生かすことの出来る手法として確認された。また、種の感受性分析と個体群評価を階層的に使う二段階評価手法についての提案も行った。
- ④ 手法の改善：密度依存性・環境変動等の実環境条件を考慮した手法の検討と、内分泌かく乱物質に関する影響評価手法の開発についての検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生態リスク評価モデル、個体群評価手法、感受性分析

【テーマ題目4】トルエンの詳細リスク評価書の作成
(運営費交付金、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 受託研究)

【研究代表者】中西 準子 (化学物質リスク管理研究センター)

【研究担当者】蒲生 昌志、岸本 充生、小野 恭子

【研究内容】

1. 平成15年度計画

トルエンは PRTR 法による届出によってもっとも環境排出量の多い化学物質であることが分かった。日本では事業所と住宅地が近接しているところが多いため、リスクコミュニケーションの観点からも、詳細なリスク評価が望まれている。またトルエンは室内汚染物質としても注目が集まっている。本研究では、トルエンが現在、日本人全体に対してどのくらいの健康リスクをもたらしているのかを明らかにした上で、地方自治体、事業者、市民の意思決定を支援することを目的としている。

本リスク評価書の、諸外国のリスク評価書に見られない特徴のひとつは、トルエン暴露による健康影響、そのなかでもとくに神経行動影響を、用量反応関係および生活の質 (Quality of Life) 指標を用いて定量的に表すことを試みた点である。また、事業所からのトルエン排出削減対策の現状とその評価についての記述を充実させたことも既存のリスク評価書との比較において本リスク評価書の特徴といえる。

2. 平成15年度進捗状況

詳細リスク評価書を作成するため、個々の項目に関しては具体的には以下の作業を行った。

- (1) 基礎データの収集および解析
 - ・生産・使用・排出に関する公表データを収集し整理した。
 - ・世界各国でこれまでに行われたリスク評価、排出量推計などの事例を収集し、整理した。
- (2) 環境中濃度の推定
 - ・PRTR データをインプットデータとして ADMER モデルを使用して全国の5km メッシュ排出量および大気中濃度を推計した。ただし、自動車からの排出量については、コールドスタート排出量および蒸発ガスを独自に推計し、通常の排出ガスに加えた。
 - ・事業所からの排出量に、メッシュ内人口あるいは近接小学校への距離などの指標を掛け合わせた指標に基づいて、地域リスクが高いと予想される事業所については、METI-LIS モデルを使って、事業所周辺の大気中濃度分布を予測した。
- (3) 個人暴露量の予測
 - ・トルエンについては室内発生源を無視できないことから、ADMER モデルで求めたメッシュごとの大気中濃度に、比較的大きなばらつきを持った室内発生源寄与分を足すことによって、室内濃度の分布を求めた。そして屋外室内生活時間比率で重み付け平均することによって、個人暴露量の分布を求めた。
- (4) 有害性評価
 - ・各国でまとめられた有害性評価の結果をレビューした。とくに、ヒト疫学研究に関しては、公表されている一次文献をすべて収集し、採用されたエンドポイントごとに整理した。また、可能なものについては、用量反応関数を導出した。
 - ・自覚症状のあるエンドポイントについては、生活の質指標を用いて健康リスクを定量的に表現することを試みた。
- (5) リスク評価
 - ・個人暴露量の分布と用量反応関数を用いて、トルエンによる健康影響の総体を定量的に表現することを試みた。
- (6) リスク削減対策

- ・事業所については、環境排出量を削減するための工程内対策およびエンドオブパイプ対策の動向および可能性について、業界ごとに詳細に検討した。
- ・主にトルエンを溶剤として使用している事業所からの排出削減技術の選択をモデル化し、その経済性についてモデルプラントを想定して詳細に検討した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 詳細リスク評価書、トルエン、生活の質

[テーマ題目5] コプラナーPCBの詳細リスク評価書の作成（運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)受託研究）

[研究代表者] 中西 準子（化学物質リスク管理研究センター）

[研究担当者] 蒲生 昌志、小倉 勇、吉田喜久雄

[研究内容]

1. 平成15年度計画

コプラナーPCB(Co-PCB)は、PCBの一種であるが、その毒性の点からダイオキシン類の一種ともみなされ、PCB、ダイオキシン類の両方の社会問題に係わる関心の高い物質である。本研究では、Co-PCBに関する行政、企業、市民の理解や意思決定に役立つ基礎情報の提供を目的として、発生源、環境濃度、暴露量、体内濃度、毒性影響、ヒトのリスク評価、生態リスク評価、対策の社会経済評価など、多岐にわたる分野を包括的に纏めたCo-PCBの詳細リスク評価書を作成する。Co-PCBは環境残留性かつ高蓄積性の物質であるため、様々な環境媒体の考慮と、その経年的な残留性・蓄積性の評価が必要とされる。リスク評価手法の実例の提示は、他の類似物質(POPs)の評価の参考にもなる。当リスク評価書は、日本の汚染状況や、生活習慣、産業構造などを考慮した、我が国独自のリスク評価書であり、その包括的かつ解析的な内容は今までにないものである。また、個々の解析は、学術的に国際レベルの解析を行っている。

2. 平成15年度進捗状況

(1) 基礎データの収集・要約

- ・物性値、PCB製品の生産/使用/保管/廃棄状況等、各種測定データ、社会的背景(問題や対策)など基礎データを収集・要約した。

(2) 発生源解析

- ・環境濃度、食品濃度、ヒト体内濃度、生物濃度などの経年変化に関する各種測定データをまとめ、その傾向から、発生源・排出量の傾向を異性体別に推定した。また、ローカルな汚染事例についてまとめ、発生源/排出量に関する基礎情報とした。
- ・PCB製品の生産量/使用量の年次推移、使用/保管/廃棄状況などから、Co-PCBの環境排出量

の年次推移を推定した。

- ・燃焼系発生源および産業系発生源について、近年のインベントリー調査およびごみ焼却量や焼却炉数の年次推移などから、Co-PCBの環境排出量の年次推移を推定した。
 - ・農薬の不純物として含まれるCo-PCBについて、農薬の使用状況および含有濃度の報告値より、Co-PCBの環境排出量の年次推移を推定した。
 - ・多変量解析手法(因子分析やケミカルマスバランス法等)により、既報の環境データから、異性体組成を基に、Co-PCBの発生源・排出量を推定した。
 - ・大気中PCBの濃度変動を、主成分分析や重回帰分析により解析し、気温との相関などから、揮発由来の発生源とそれ以外の発生源の各寄与を推定した。
- (3) 環境動態および環境濃度の推定
- ・異性体ごとの物性の違いを考慮し、日本の環境にあわせたマルチメディアモデルを作成し、(2)で得た予測排出量をもとに、各環境媒体(大気、土壌、水、底質)中の広域平均濃度の経年変化を計算した。
- (4) 暴露量の予測
- ・既存の食品測定データ、(2)の発生源解析により得られた知見を参考にし、食品中Co-PCB濃度の変遷を推定した。さらに、世代別の食品摂取状況の年次推移を考慮し、食品経由のCo-PCB暴露量の変遷を推定した。
- (5) 体内動態および体内濃度の予測
- ・ヒト体内における動態について既存の報告をまとめた。
 - ・食品経由のCo-PCB暴露量および体内濃度の測定データから、定常状態を仮定した場合の体内半減期を推定した。
 - ・異性体ごとの体内動態の違い、世代別・年齢別の食品摂取量や体重/体脂肪量等の変化を考慮した、非定常の体内動態モデルを作成した。体内半減期の個人差および体内半減期の成長に伴う変化について考察した。
 - ・Co-PCB摂取量の経年変化((4)で推定)を基に、非定常のモデルシミュレーションにより、一般的なヒトの体内半減期、母乳中濃度の年次推移、授乳に伴う乳児へのCo-PCBの移行の寄与、世代別年齢別の体内濃度を推定した。
- (6) 影響の深刻度の評価
- ・毒性影響データ及び各国の耐用一日摂取量の決定に関する報告をまとめた。
- (7) リスクの算出と記述
- ・毒性影響の生じる最小体内負荷量と、(5)で得た結果を比較し、リスクの大きさを世代別年齢別に

算出した。

- (8) 排出抑制対策のリスク削減効果と社会経済的分析
 ・一般廃棄物焼却施設を対象に、ダイオキシン特別措置法等の一連の規制に伴う対策費用について、アンケート調査を行い、費用効果分析を行った。

- (9) 生態リスク

環境生物に対する Co-PCB 有害情報の整理し、リスク評価に用いるベンチマーク濃度および用量反応関係を決定した。国内の野生生物における Co-PCB の蓄積レベルをまとめ、生態系の上位に位置する魚食性鳥類を主な対象に生態リスク（ハザード比、個体レベル、個体群レベル）の計算を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】詳細リスク評価書、Co-PCB

④【フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター】

(Research Center for Developing Fluorinated Greenhouse Gas Alternatives)

(存続期間：2001. 4. 1~2004. 3. 31)

研究センター長：山辺 正顕

副研究センター長：関屋 章

総括研究員：関屋 章

所在地：つくば中央第5-2

人員：15 (14) 名

経費：244, 448千円 (172, 680千円)

概要：

本研究センターはオゾン層の破壊や温暖化などの地球環境問題解決のために、CFC 等の最も重要な対策として位置付けられる代替物の開発を集中的に遂行する公的研究機関として、科学的知見を集積しつつ政策に反映する対策技術を提案することをミッションとする。

最終的な目標は、京都議定書において規制対象とされた HFC、PFC、SF₆等のフッ素系温暖化物質の代替化合物開発を通して、環境と人間社会の共存を可能にする持続可能社会の構築に貢献することにあるが、中期計画では最重点課題として、温室効果ガス排出の最小化を目的とする、フッ素系温暖化物質代替物の総合的評価指針の確立を掲げている。

フッ素化合物の環境影響評価・安全性評価、特性評価ならびに合成法等の要素技術の抽出・深化を通して、総合的な新評価指針を確立し、それに基づく最適な代替化合物の選択・実用化を目指す。

夫々の要素技術の専門家からなるチームとして、評価チーム、分子設計チームおよび合成チームの3チームを設置し、これらの融合的連携の下にオゾン層破壊・地球温暖化対策技術研究を重点的に遂行する。

評価チームが主として担当する、代替候補化合物の環境影響評価、安全性評価、特性評価およびこれらの評価手法の開発、分子設計チームが主として担当する、計算化学的手法による代替候補化合物の環境影響因子の解析や特性評価、合成反応の解析、ならびに合成チームが主として担当する、代替候補化合物の合成技術開発を通して、総合的な評価指針を確立する。

外部資金：

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発（中項目：高効率冷媒合成・利用技術）」(48, 204千円)

発表：誌上発表17 (16) 件、口頭発表41 (9) 件、その他3件

評価チーム

(Team of Evaluation)

研究チーム長：徳橋 和明

(つくば中央第5)

概要：

代替候補化合物の選択に必要な各種評価に関する要素技術の抽出を通して、総合的な評価指針の確立を目指す。OH ラジカルとの反応速度定数や特性評価については信頼性の高いデータの蓄積を図るとともに測定手法の高度化を図る。大気中に置ける代替化合物の分解挙動に関する測定法を検討し、分解生成物の環境に及ぼす影響を把握するとともに、これらの結果を用いて気候変動に及ぼす効果を明らかにする。安全性評価についても、爆発限界等の燃焼性指標の測定とその測定手法・予測方法の開発に注力し、総合的な燃焼性指標の構築を目指す。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

分子設計チーム

(Team of Molecular Design)

研究チーム長：関屋 章

(つくば中央第5)

概要：

代替物の選択指針を考える上での重要課題の一つとして、環境影響因子を明確にすることが求められている。また、代替物の選択の幅を広げるためには、化合物の合成法の改良や探索が必要とされている。これらの研究開発を支援するための計算化学的解析手法を高度化し、総合的な評価指針の確立に資するとともに、代替化合物の研究開発に際して、計算化学的予測・推算方法を実用的ツールとして利用することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目

3

合成チーム

(Team of Synthesis)

研究チーム長：田村 正則

(つくば中央第5)

概要：

代替候補化合物の選択のための要素技術の抽出検討に必要な化合物のタイムリーな提供を目指し、合成反応の効率化のための新規なフッ素化反応などフッ素化合物の合成技術を開発する。有力な代替物候補と考えられる化合物については、実用化を前提とした省エネルギー型の合成方法の開発を目指す。また新規なフッ素化反応など、新しい合成反応を開発することにより、新規な候補化合物の提案に資する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

[テーマ題目1] 総合評価指針の確立

[研究代表者] 関屋 章 (フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター)

[研究担当者] 杉江 正昭、内丸 忠文、(以上分子設計チーム)、徳橋 和明、近藤 重雄 (以上評価チーム)、田村 正則 (合成チーム)、池田まなみ (総括研究員付) (職員5名、他2名)

[研究内容]

【研究の目的】 フッ素化合物の環境影響評価、安全性評価、特性評価ならびに合成法等の要素技術の研究を通して、持続可能社会の構築に資する総合的な新評価指針を確立し、それに基づく最適な代替化合物の選択・実用化を目指す。本課題では、要素技術を統合し、目標に合致した新評価手法を構築し、最終的には最も優れた代替物を見出すことで社会に貢献する。

【研究手段、方法論】 総合評価指標として省エネルギー・温暖化指標の基本構成を作り上げる。温暖化効果の表示方法として、二酸化炭素の100年値を基準値“1”として温暖化を評価する手法 (IWE: Integrated Warming Effects) を提案してきた。この手法の肉付けと、妥当性、これを用いた評価を最新のものに更新する等を行い、評価の方法論をより充実する。これら手法が確立されてきた段階で、発表などを通じて外部への提供を行う。また、持続可能社会の構築に向けた総合評価指標を構成する他の要素技術の検討に着手して、代替物の方向を明らかにしていく。

【年度進捗】 総合評価指標として省エネルギー・温暖化指標の基本構成を決定した。先に提案した積算温暖化効果 (IWE: Integrated Warming Effects) に基づき本年度は以下について進捗した。1) IWE の各化合物の表を作成し公表した。2) 新しい評価指標 ITWE (Integrated Total Warming Effects) の充実と、LCCP(Life Cycle

Climate Performance)に代わる新評価 SCP (Sustainable Climate Performance) を新規に考案し、それによる省エネルギー・温暖化の評価を試みた。これらを用い以下の評価を行った。1) 半導体 CVD クリーニングガス評価。2) 冷媒の SCP 評価を行った。3) 最新データなどから発泡剤の ITWE, SCP 評価。4) 洗浄剤を ITWE で評価。さらに、総合評価を目指し、1) 安全性評価の現実的な評価手法として RF2ファクターを提案。2) 総合評価手法に必要な温暖化以外の評価項目の選択と調査。3) 温暖化評価要素技術等についても検討に着手した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 代替物、総合評価指標

[テーマ題目2] 環境影響・安全性評価に関する要素技術

[研究代表者] 徳橋 和明 (フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター評価チーム長)

[研究担当者] 田中 克己、忽那 周三、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、大竹 勝人、中澤 宣明、今須 良一、近藤 重雄 (以上評価チーム)、関屋 章、杉江 正昭、内丸 忠文、深谷 治彦、A. El-Nahas (以上分子設計チーム)、田村 正則 (合成チーム) (職員14名、他2名)

[研究内容]

【研究の目的】 フッ素化合物の環境影響評価、安全性評価、特性評価等の要素技術の研究を通して、持続可能社会の構築に資する総合的な評価を行い、それに基づく最適な代替化合物の選択・実用化を目指す。本課題では、総合的な新評価指針の確立に必要な個々の要素技術、すなわち、フッ素化合物の環境影響評価、安全性評価、特性評価に係わる要素技術を抽出し、その測定法・推算法の開発と高度化、及び信頼性の高い評価データの蓄積を行う。

【研究手段、方法論】 OH ラジカルとの反応速度の測定については、データの信頼性に重点を置いて測定を進める。予測手法については、MP-SAC2法の適用範囲の拡大に取り組む。二次環境影響評価については、含フッ素酸エステルと OH の反応速度の測定、及び含フッ素酸エステルの生成・単離を行い、ヘンリー定数と加水分解速度定数の測定を行う。予測手法については、種々の因子を考慮して予測精度の向上に取り組む。燃焼性評価については、新たな指標の提案を目指す。また、可燃限界の測定値の見直しを通して、予測精度の向上に取り組む。燃焼速度の測定に関しては、広範な代替物に適用可能な測定法の検討を行い、HFC 等の測定を開始する。

【年度進捗】 代替物として期待されている、CHF₂

CF₂OCHF₂等と OH ラジカルとの速度定数から GWP 値を求めた。MP-SAC2法による環状化合物の反応性予測、及びニューラルネットワーク手法による反応性予測を行い、これらが有効なことを明らかにした。反応分子間における会合体形成や加水分解反応に対する水分子の二量体の関与等を考慮に入れた解析を行い、これらの影響を明らかにした。二次環境影響評価では、CF₃CF₂OC(O)H 等と OH ラジカルとの反応速度を得ると共に、CF₃OC(O)H の生成・濃縮法の開発と、CF₃OC(O)H のヘンリー定数と加水分解速度定数の測定の目処を得た。また、含フッ素酸エステルの電子状態や配座エネルギー等について解析を行い、予測の目処を得た。新しい燃焼性評価指標として、RF2を提案した。RF2で必要な可燃限界の実測値の見直しを行い、可燃限界の予測精度の向上に取り組んだ。また、HFC-32等の燃焼速度の測定を行い、燃焼速度と濃度の関係を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フロン代替物、環境影響、大気寿命、燃焼性

【テーマ題目3】フロン代替物の合成に関する要素技術

【研究代表者】田村 正則（フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター合成チーム長）

【研究担当者】松川 泰久、権 恒道、水門 潤治、阿部 隆、楊 会娥（以上合成チーム）、関屋 章（分子設計チーム）、徳橋 和明（評価チーム）（職員6名、他2名）

【研究内容】

【研究の目的】フッ素化合物の合成法等の要素技術の研究を通して、持続可能社会の構築に資する総合的な新評価指針に基づく最適な代替化合物の選択・実用化を目指す。本課題では、フッ素化合物の合成技術の開発を通じて研究に必要なフッ素化合物を合成する。有力な代替物候補化合物については、新たな合成方法を検討して効率的な合成方法の開発を目指す。

【研究手段、方法論】代替物合成に必要な合成技術としてフッ素化法と含フッ素ビルディングブロックを用いる合成法を検討する。フッ素化法としては触媒フッ素化を中心に検討する。これまで多孔性フッ化物塩を用いる触媒・担体の開発を進めてきたが、表面積の向上など、より優れた触媒の開発に向け検討し、触媒フッ素化反応の高効率化を目指す。含フッ素ビルディングブロックを用いる合成法は主に代替候補 HFE の合成について検討してきたが、高効率化を目指して選択性、収率の向上を図るとともに、新たな合成法についても検討する。また、代替候補化合物の既存の合成法について調査を行い、その結果を踏まえ、代替物合成の効率化に向けた検討に取り組む。

【年度進捗】多孔性金属フッ化物塩を調製する新たな方法を見だし、従来にない大きな表面積を持つ金属フッ化物塩を得ることができた。これを用いた触媒は気相フッ素化において優れた活性を示し、代替物の HFC 合成を検討した結果、同様の組成を持つ従来の触媒と比較してより高い選択率及び転化率で HFC を合成できた。含フッ素ビルディングブロックを用いる合成法として、HFPO を用いる無溶媒無触媒での ROCH₂F 型エーテルの合成、遷移金属触媒を用いる中性条件下でのヒドロアルコキシ化による HFE 合成、RORf 型エーテル合成におけるフッ素化の収率の向上を達成した。また、フッ素系環状化合物について、より工業化に適した新規合成法を見いだした。さらに、候補化合物の HFC、HFE などについて既存の合成法を調査し、その合成ルート、反応データをとりまとめた。これらの結果を踏まえて合成法改善の検討を開始し、2種類の HFC について、これまで開発した触媒を用い工業化レベルの効率的合成に目処を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】代替物、フッ素化触媒、合成

⑤【ライフサイクルアセスメント研究センター】

(Research Center for Life Cycle Assessment)

(存続期間：2001.4.1～)

研究センター長：稲葉 敦

副研究センター長：匂坂 正幸

総括研究員：匂坂 正幸（兼）

所在地：つくば西事業所

人員：10 (9) 名

経費：236,243千円 (81,310千円)

概要：

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

この評価方法の特徴は、製品のライフサイクルでの物やエネルギーのやりとり（連鎖）を考えることと、その結果生じる環境負荷を考えることです。

LCA は、製品の環境調和性を評価する手法として国際規格化 (ISO-14040-43) され、すでに多くの企業などで広く活用されています。また最近では、製品システムの評価だけではなく、道路などの社会的インフラストラクチャー、エネルギーシステム、廃棄物処理など社会的システムに対しても LCA が適用され、

環境負荷の小さい街や地域、社会の実現に向けた試みが始まっています。

当研究センターでは、「持続的な発展をめざし、環境負荷の小さい社会の実現に貢献するために、LCAの普及、発展のための研究を進めること」を目標として、次の3つの研究チームを構成して研究開発を行っています。

外部資金：

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

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

経済産業省 科学技術総合研究委託費「LCA 手法による地球温暖化対策設計ツール開発に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）「屋内外熱負荷低減効果の数値シミュレーションモデルによる検証」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）「産業における環境効率・資源生産性評価手法の開発と適用に関する研究」

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

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

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

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

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

発表：誌上発表32 (24) 件、口頭発表123 (35) 件、その他4件

LCA 手法研究チーム

(LCA Methodology Research Team)

研究グループ長：伊坪 徳宏

(つくば西事業所)

概要：

環境影響を極力低減化した社会の構築に向けて、企業の社会的責任（CSR）が問われているとともに、多くの先駆的企業が既にトリプルボトムラインを主眼においた経営活動を開始しています。環境経営を継続的に行うためには、環境・経済・機能全ての側面のバランスを考慮した製品設計を行うことが求められています。現在、それぞれの側面について分析評価するためのツール開発研究が行われていますが、製品設計の実務レベルに達するほど手法論やデータベースが確立されていないので、その結果これらのツールが社会に浸透するに至っていないのです。LCA 手法研究チームでは、環境側面を評価するツールとして LCA と LCIA を、経済側面の評価ツールとして LCC を、機能側面を分析するツールとして QFD に注目し、これらの手法論とインフラストラクチャの構築に向けた検討を行います。また、研究活動を通じて得られた成果は、技術指導・ワークショップ・文書発行等を通じて、実務者への情報公開と迅速な利用普及を図ります。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4

地域環境研究チーム

(Regional Environment Research Team)

研究グループ長：八木田浩史

(つくば西事業所)

概要：

(研究目的)

キーワードとして地域を含む環境に関する研究を幅広く実施し、環境負荷の小さい社会を実現する地域政策の策定に LCA を活用する手法を開発します。

(研究手段)

具体的な地域をいくつか選定して、インフラ整備の基礎となるエネルギー需給構造の変動に関する研究、地域エネルギー供給システムに関する研究、長期的視野を必要とするエネルギー技術評価、廃棄物処理に関する研究を実施します。これらの検討を通じて地域エネルギー供給検討ソフトウェアなど具体的な政策評価・設計が可能な手法として具体化します。

(方法論)

ライフサイクルアセスメント評価手法に地理情報システム（GIS）などの空間情報を融合させることにより、物質・エネルギーの空間的な循環状況を予測・解析する手法の開発に着手しました。

分散型エネルギー供給を含む各種エネルギー供給システムについて情報収集を行い、将来の最適なエネル

ギー供給システム構成の検討に必要となる技術情報を整理しました。また地域の需要特性を考慮したエネルギー供給の評価について、検討を行います。地域エネルギー供給システムを検討するソフトウェアとその入力条件となる地域民生エネルギー需要を与えるためのデータベースの開発を行いました。

太陽光発電の研究開発や導入助成に関して費用効果分析を行い、資源配分の妥当性を検証します。MARKAL モデルを用いてわが国のエネルギーシステム分析を行い、太陽光発電やクリーンエネルギー自動車の技術開発の目標設定、導入普及のための補助金制度等のあり方を検証しました。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4

環境効率研究チーム

(Environmental Efficiency Research Team)

研究グループ長：田原 聖隆

(つくば西事業所)

概要：

(研究目的)

生産と消費のパターンを持続型なものに変化させることによる環境負荷の削減を目指し、LCA 手法の応用研究として社会的受容性を考慮に入れた新しい環境効率指標を開発します。また、主な製品群の LCI データベースの構築を図ります。加えて、様々な製品群のインベントリ分析を実施します。

(研究手段)

環境効率指標の骨格形成に平行して、消費者受容性研究、グリーンエネルギー研究を通して、消費者の製品の受容性や環境対策の負担の考え方を分析します。最終的には、製品／企業／産業／国レベルでの環境効率指標の確立、環境対策を評価できる指標の確立を目指します。

(方法論)

企業の環境パフォーマンス評価手法の開発：企業の環境対策のインセンティブになり得るような、各企業で実施している環境活動の統一的な評価手法を開発します。そのさきがけとして、経済的価値を分子に、LCA 手法や産業連関表分析で求めた CO₂排出量を分母に置く、統一的な CO₂効率指標の開発を提案します。

製品・サービスに対する消費者の社会受容性定量化手法の開発：消費者がどのような場面でどのような製品・サービスをなぜ選択するのかを、消費者が重要と考える要求項目をもとに予測するモデルの作成を試みます。

最終消費とグリーン調達検討：環境負荷を低減させるための消費に関わる金銭的、あるいは生活行動上の負担を含んだ意思決定の構造を分析し、家計部門のエネルギー消費を主たる対象としてコスト負担のあり

方を分析します。

LCI データベースの構築と適用：LCA 実施において基本となる境界条件を統一したバックグラウンドデータを構築し、NIRE-LCA 用データパッケージとします。また、LCA 手法を多くの産業分野に適用し、その環境影響を明らかにすると共に、有効な意思決定手法として確立し普及を図ります。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

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

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

〔研究担当者〕伊坪 徳宏、松野 泰也、稲葉 敦、八木田浩史、田原 聖隆、本下 晶晴 (職員7名、他5名)

〔研究内容〕

(1) LIME 第一版の構築と NIRE-LCA ver.4 のフレームワーク構築

LIME (Life Cycle Impact Assessment Method based on Endpoint Modeling) の開発では、環境負荷物質とカテゴリエンドポイントを関連づけたダメージ関数の算定を完了すると共に、これらを保護対象や統合化に集約する方法論を開発しました。これを通じて、同手法開発の最終目的である、特性化、被害評価、統合化のための係数リストを構築しました。信頼性や評価結果の項目数等においてそれぞれ特徴の異なるリストを公表することで、多様な LCA の目的に対応することを可能にしました。

20件を超える研究発表を SETAC やエコバランス国際会議等などにおいて行うことにより、LCIA 研究における国際的イニシアティブを獲得することができました。また、LIME の早期普及を図るため、計五回にわたり (人間健康 (参加者111人)、生物多様性 (110人)、一次生産 (102人)、社会資産 (93人)、統合化 (6/16開催、169人)) ワークショップを開催しました。LIME における影響評価の考え方とその利用方法について説明すると共に、参加者からの要望を受け、LCA 実施者のニーズにできる限り対応することに努めました。

LIME における統合化は、製品評価のみならず、環境効率や環境会計における活用が注目されています。企業による LIME を用いた環境経営評価への適用を支援し、LIME の早期普及につなげるべく、日経 BP 社と協同で LCIA 特別研究会を設置しました。計20社が自社製品・経営評価を実施し、その結果は外部報告会 (200人) にて発表されました。同研究会の活動を通じて LIME を実用に耐えることを確認することができました。

LCA の普及促進のために、LIME を搭載した LCIA

の実施のほか、リサイクル・リユースモデルを導入したソフトウェア（NIRE ver. 4）の開発を進めています。英語バージョンも同時に開発中です。

(2) LCCによる製品の経済的側面の評価の実施

省エネルギーや省資源による費用の軽減効果だけでなく、環境影響の低減による社会的効果を表現するためにLCC(Life Cycle Costing)が注目されていますが、具体的な検討事例は少ないのです。

そこで、2003年度はLCCの実例の積み上げを念頭置き、既存の冷蔵庫のLCA結果に本研究課題で開発したLIMEを適用したLCCの事例研究を実施するとともに、パソコンを対象として企業と連携した事例研究を実施しました。また、長野県工業試験場が立ち上げたLCC実施の作業部会（五社、十名）を指導し、その成果は日本信頼性学会奨励賞を受賞しました。

これらの成果は世界的にも着目され、昨年SETACで結成されたLCC作業部会でのLCCのガイドラインの作成に、参考事例として参照されることになっています。

(3) 製品機能と環境側面を評価するQFDE手法開発と中小企業での活用

滋賀県工業技術総合センターで実施したセミナーで、2002年度までに開発されたQFDEのマニュアルおよびソフトウェアを使用する実験を行いました。その結果、QFDEそのものの有効性については概ね賛同が得られ、マニュアルとソフトウェアも実用に耐えることが判明しましたが、製品開発の全体の流れにおけるQFDEの位置づけを説明する教材が必要なことが明らかになりました。そこで、2003年度下半期において、LCAを含む製品開発の流れを示す教科書を作成しました。

また、2004年3月に行われた「持続可能な消費国際ワークショップ」においてQFDEのセッションを企画し、QFDE研究の国際的ネットワークの基礎を築きました。さらに、海外技術者センターが実施したタイ国からの研修生セミナーでQFDEの実施指導を行うなど発展途上国へのQFDEの概念の普及にも努めています。

[分野名] 環境・エネルギー

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

[テーマ題目2] インベントリデータの収集とLCAの普及

[研究代表者] 匂坂 正幸（ライフサイクルアセスメント研究センター）

[研究担当者] 匂坂 正幸、稲葉 敦、伊坪 徳宏、田原 聖隆（職員4名、他11名）

[研究内容]

(1) インベントリデータ収集

LCAソフトウェア「NIRE-LCA」に搭載されているバックグラウンドとなるデータに関し、今期は自家発電の評価を的確に取り込んだデータとして見直しを行いました。また、それらデータの廃棄物処分についても考慮に加え、データ全体の質の向上を完遂しました。その成果として、化学製品に続き、インベントリデータ集2篇目となる鉄鋼製品データ集をとりまとめました。

さらに、これらのインベントリデータ収集・分析の経験や知識の蓄積を基に、経済産業省LCAプロジェクト（2003年3月終了）および製品環境情報「エコライフ環境ラベル」で使用するデータのチェックを行いました。これらの活動により、我が国で実施されるLCAの質の向上に貢献しています。

(2) ワークショップ等の開催

LCA関係研究の新たな展開、普及活動の一環として、6つのワークショップ、会議を主催し、当センターの活動をはじめ、その分野の先導的な研究者ならびに多数の参加者を集めて先端的な議論を行い、当該分野を牽引する役を目指して活動をしてきています。

(3) ライフサイクルアセスメント研究センターニュースの発行

当研究センターの活動の概要、内外のLCA関連の行事、学会・会議参加報告などを掲載した電子メールによる「センターニュース」を本年度は15号を発行し、478人（企業253、大学155、団体70）に送付しました。また、海外向けのセンターニュースについては6号を海外の約150人に送付しました。このニュースにより、LCAに関する講演会等の情報、国際的な動向などを広く伝え、LCAの普及と関係者のネットワーク作りにも貢献をしています。

(4) 海外との協力

海外との協力については、(2)にあるワークショップを通じて情報交換を推進しているほか、途上国を中心とした個別の国や機関とも協力関係を継続しています。LCAの発展と、各国でのLCAの普及、その制度の確立に尽力してきた結果、長足の前進が得られており、継続した活動に対する当センターへの期待も高いです。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] LCA、普及、ワークショップ、インベントリデータ

[テーマ題目3] LCAの産業・企業での活用方法に関する研究

[研究代表者] 田原 聖隆（ライフサイクルアセスメント研究センター環境効率研究チーム）

[研究担当者] 田原 聖隆、野村 昇、稲葉 敦、匂坂 正幸、伊坪 徳宏（職員5名、他4名）

〔研究内容〕

(1) 環境効率指標の開発

環境効率指標は、製品・サービスの価値を環境負荷量で除したものでありますが、分子を経済的価値、分母を CO₂ 排出量にすることで、企業、産業の環境活動を評価可能な指標の開発、企業評価における統一的な評価手法の開発を実施できます。そこで、産業連関表分析を用いて、各産業の上流の産業への遡及を考慮した総 CO₂ 排出量、直接 CO₂ 排出量、間接 CO₂ 排出量と生産額、付加価値、中間投入額のそれぞれの比を「総 CO₂ 効率」、「直接 CO₂ 効率」、「間接 CO₂ 効率」と定義して各産業の特徴を明らかにしました。また、企業の環境報告書を基にした各企業の CO₂ 排出量と有価証券報告書等に基づく総利益の比を対象企業の「直接 CO₂ 効率」と定義しました。システムバウンダリを考慮すると、企業の「直接 CO₂ 効率」は産業の「直接 CO₂ 効率」と比較出来ます。ビール製造、石油精製企業のように、製品の大部分が一つの産業部門に属している企業においては、産業の「直接 CO₂ 効率」と良い一致が確認されました。加えて、多種の製品・サービスを提供する企業の評価には、それぞれ製品、サービスの属する産業部門の CO₂ 効率の加重平均を求めることで、各企業の環境効率指標の相対的な比較が可能となることを提案し、ケーススタディを実施しました。今後、提案した手法のマニュアルを作成し、企業の環境活動の評価に活用できるようにします。

(2) 消費者の受容性の研究

アンケートにより、行動の選択、その根拠なる要求項目の重要度を調査し、選択肢の要求項目を工学的尺度で評価することで、行動の選択肢が実際に選択される割合を推定しました。その結果、多くの行動では、本手法により消費者の行動を推定することができることが分かりました。また、持続可能な消費のライフスタイルを社会全体に普及させ、社会受容性を高める手段を検討するため、アンケート調査を実施し、一般の人々をクラスターに分類し、それぞれの行動と環境に関する知識について分析しました。加えて、地球温暖化対策推進大綱で期待されている国民の努力による CO₂ 排出抑制対策について、国民の CO₂ 排出抑制に対する受容性と、対策の実施に影響を与えている要因をアンケートにより把握しました。

また、環境負荷を低減させると考えられる、日常生活上での行動について、エネルギー技術の専門家を対象に行った調査及び一般のひとを対象に行った調査について、データの詳細な分析を行いました。現在の行動内容及び将来の可能性についての回答を分析し、行動による生活全体の変更が必要な場合行動率が低くなることを確認しました。金銭的負担を伴う行動については、負担率、行動種別により行動率が有意に異なる

ことが観測されました。また、行動率について、中間的な回答をする率についてひとつのパターンがあることを見いだしました。

(3) 国際協力

国内外の「環境効率」「持続可能な消費」の具体的な研究事例を収集するために、また本研究チームの研究成果の報告のためにウイーン（IIASA および UNEP と共催）、パリ（UNEP と共催）、東京（UNEP と共催）において国際ワークショップを開催しました。東京ワークショップでは持続可能な生産と消費の研究におけるキーワードを整理し、研究の枠組みを提示しました。既存の研究の問題点と今後の課題について、国内外の研究者と共有化が図れたことが大きな成果であります。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境効率、持続可能な消費、社会受容性

〔テーマ題目 4〕 LCA の地域での活用方法に関する研究

〔研究代表者〕 八木田浩史（ライフサイクルアセスメント研究センター地域環境研究チーム）

〔研究担当者〕 八木田浩史、遠藤 栄一、玄地 裕、本下 晶晴、稲葉 敦、匂坂 正幸、伊坪 徳宏、田原 聖隆、野村 昇（職員9名、他12名）

〔研究内容〕

(1) 地域施策を評価する LCA 手法の開発

「地域産業に係る LCA 手法調査」として NEDO 予算（公募）の獲得に成功し、2003年7月末より本格的に取り組み始めた課題です。廃棄物・未利用バイオマスの回収、再資源化システムや公共事業などのインフラ整備による地域内外での環境影響を評価し、環境負荷の少ないシステム・事業提案を可能とするツールの開発を目標としています。

この関連プロジェクトでは、まず、廃棄物・未利用バイオマスとして千葉県、岩手県の家畜糞尿、農産廃棄物、食物加工残渣、間伐材の発生状況について、自治体と共同して発生状況を調査し、1km メッシュの地理データとして完成させました。また、堆肥化、メタン発酵、家畜飼料化、浄化处理といった、それらの処理技術についてインベントリ調査を行い、環境影響評価のための基礎データベースを作成するとともに、再資源化により生産された二次製品の需要の調査として、対象地域での堆肥、エネルギー、飼料の需要推定を行いました。

いっぽう、三重県の特定の都市整備計画に対して、土地造成、道路整備、商業施設建設といったインフラ整備に伴う投入・排出のインベントリデータ作成を行いました。それらのデータをもとに、整備計画内外での環境負荷を地理情報システム上で表現し、担当自治

体と実用性について協議を行いました。

これら独自に得られた結果を地理情報システムに載せ、対象地域内の活動による地域外への環境負荷の定量化を行いました。また、その地理情報システムを活用した地域的な環境影響評価手法の開発、環境負荷軽減に向けた最適化手法の適用について検討を重ねています。

(2) 都市のエネルギー対策を評価する手法の開発

地域エネルギーの需要と供給の連関を考慮しながら大都市環境とエネルギーの関係を検討します。具体的には、顕在化している都市温暖化（ヒートアイランド現象）への影響を考慮した省エネルギーシステムについて検討しました。

2002年度のコジェネレーションシステムに引き続き、新エネルギー、省エネルギーシステムとして太陽電池パネルのヒートアイランドに対する影響評価を行いました。具体的には、太陽電池パネルを建物屋上に設置して太陽電池熱収支モデルを作成しました。作成した太陽電池熱収支モデルを、これまで開発を進めてきた都市ヒートアイランド、ビルエネルギー消費連成モデルに導入し、大規模に太陽電池パネルが東京23区に導入された際の影響について気温、エネルギーの面から評価を行いました。その結果、現状の太陽電池パネル性能では気温に対する影響は無視でき、冷房エネルギー消費に関してはパネルの影の効果によって、最大7%程度の削減が期待されました。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地域施策、ライフサイクルアセスメント、ヒートアイランド

⑥【パワーエレクトロニクス研究センター】

(Power Electronic Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：荒井 和雄

副研究センター長：大橋 弘通

総括研究員：奥村 元

所在地：つくば中央第2

人員：15 (13) 名

経費：1,205,736千円 (693,403千円)

概要：

21世紀社会のエネルギー、情報、流通の基盤における電力エネルギーの重要性は増大していく。その有効利用は、省エネ、新産業創出によるトリレンマ解決のキーである。本ユニットは、SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体による革新的パワーデバイス開発をもとに、電力エネルギー有効利用実現のキーとなっているパワーエレクトロニクスの革新とそれによ

る大、中、小の電力の新たなネットワーク化の実現をはかる。

その目標の達成のためには、上記の新規半導体のデバイス化には不可欠な「結晶-デバイスプロセス-デバイス実証」の一環研究開発を進める（結晶成長チーム、デバイス・プロセス1チーム、デバイス・プロセス2チーム）と共に、新デバイスのパワーレ応用の促進のもう一つのキーであるデバイス特性（低電力損失、高温動作、高速動作）を生かせるパワーレ機器構成技術（回路・実装・部品・材料）の開発を進める（スーパーデザインチーム）。また、それらをシステムの電力変換ノード組み込んだときの効果予測やそのための性能仕様明確化を行う（スーパーノードネットワークチーム）。これら5つのチームが有機的に協同することによって、パワーレに革新をもたらす本格研究としての目標を達成する。

平成15年度は重要課題として、ワイドギャップ半導体の基盤である「単結晶作製技術」、「低オン抵抗を有する SiCMOSFET の開発」、「エピタキシャル薄膜技術に基づくデバイス化技術」の3課題を設定し、適時、連携させながら運営した。パワーレ機器構成技術（スーパーデザインチーム担当）については外部から招聘研究員をチームリーダーとして引き、急速な立ち上げを図っている。システム化技術（スーパーノードチーム担当）と合わせ、中期目標として基盤技術の構築をすすめている。

常勤研究職員13名で、広い研究領域をカバーせざるを得ないので、共同研究員及び併任研究員、ポスドク、補助員等の非常勤職員、各種フェロー、連携大学院生を活用して進めており、総勢約60名である。

外部資金：

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

財団法人防衛技術協会「電気駆動用電力素子に関する研究」

財団法人新機能素子研究開発協会「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（超低損失 SiC 素子用超高温、高速不純物活性化熱処理装置の開発）」

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

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

文部科学省 科学技術振興調整費「窒化物ハイブリッド

成長膜による低損失スイッチング素子」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「 N_xO_y ガスへの紫外光照射により生成した活性化窒素/酸素を用いた SiO_2/SiC 界面形成技術」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「 SiC 超低損失パワーデバイス実用化のための低温プロセス開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「高温触媒体により生成された水素/重水素ラジカルを用いた SiC MOS 界面及び SiC 酸化膜の高信頼性化技術」

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

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「情報通信基盤高度化プログラム 窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発」

発 表：誌上発表25 (24) 件、口頭発表66 (20) 件、その他1件

結晶成長・評価チーム

(Bulk Crystal Growth Team)

研究グループ長：西澤 伸一

(つくば中央第2)

概 要：

これまで課題とされてきた大口径化 (4インチ)・高品質化 (マイクロパイプ密度低減) を数値解析・その場観察等を駆使して達成し、多社から技術移転の要望を受けた。しかしながら、真の実用化には現状の技術のみでは不足である。国際的にみても、CREE 社 (米国) から既に3インチ高品質基板 (マイクロパイプ密度数個/ cm^2) の基板が供給され、研究発表レベルでは4インチ高品質基板、3インチでマイクロパイプ密度がゼロ/ cm^2 に近い基板まで報告されている。このような状況の中で、真の SiC デバイス実現のため

には、更なる結晶欠陥の低減が求められており、各国でしのぎを削っている。この観点に立ち、当チームにおいても、 SiC デバイスの真の実用化を支える基板技術開発を展開している。結晶基板の高品質化のためには、1) すでに存在する結晶欠陥の密度を低減させる技術、2) 新しい結晶欠陥を発生させない技術、の開発が必須である。これらに対して、これまで開発してきたその場観察技術 (X線トポグラフィ結晶成長その場観察、数値解析) を駆使して、結晶欠陥の伝播形態、結晶欠陥の発生原因、などを明らかにし、各々に対する対策を検討している。

研究テーマ：テーマ題目1

デバイスプロセスチーム1

(Device & Process Team 1)

研究チーム長：福田 憲司

(つくば中央第2)

概 要：

SiC パワーMOSFET は、絶縁破壊電界が Si の約10倍であることから、素子を薄く、また、不純物濃度を高くしても、高い破壊電圧が得られ、同じ耐圧のパワーMOSFET で比較すると、オン抵抗値は、 Si の約1/200になると計算されている。しかし、オン抵抗値は、コンタクト抵抗 (金属と SiC の接触抵抗)、シート抵抗 (SiC 中の不純物の抵抗値)、チャネル抵抗 (チャネル移動度の逆数で、ゲート酸化膜と SiC 界面の欠陥が多いと高い)、ドリフト/基板抵抗の合計からなり、全ての各構成抵抗値とも Si よりも高いために、実際のオン抵抗値は理論値よりもかなり大きい。各構成抵抗のうち比重の大きいシート抵抗、コンタクト抵抗及びチャネル抵抗の低減について研究を行っており、これまでに、シート抵抗、コンタクト抵抗については、世界最小値である実際の使用上問題のない十分に低い値を得ることに成功した。また、チャネル抵抗については、耐圧にもよるが、チャネル移動度 (チャネル抵抗の逆数に比例) が、 $100cm^2/Vs \sim 200cm^2/Vs$ 必要である。これについては、昨年度に (11-20) 面で $200cm^2/Vs$ 以上を達成したが、その後の研究で、(11-20) 面の絶縁破壊電圧は、 Si (0001) 面、 C (000-1) 面の約70%であり、リーク電流も多く、パワーMOSFET に用いることは困難であることが判明した。 Si (0001) 面、 C (000-1) 面でのチャネル移動度の向上が望まれており、今年度は C 面でのチャネル移動度向上技術の開発を行った。また、パワーMOSFET の実現には、チャネル移動度の向上だけでなく、高信頼性ゲート絶縁膜の開発も重要である。 Si のゲート絶縁膜と比較すると、 Q_{bd} (ゲート絶縁膜が破壊するまでに流れる電流値) が約1桁低く、信頼向上も不可欠である。 SiC は、高温で使用できることが期待されており、昨年までに、 $200^\circ C$ でのゲート

絶縁膜の信頼性評価技術を確立した。今年度から、200°C以上で使用電圧にて信頼性寿命10年を保証可能なゲート絶縁膜の開発を加速する。さらに、これまでの要素技術を集積化することにより、パワーMOSFETを作製して、オン抵抗値が理論的限界値（600V～1200V、オン抵抗値 $<5\text{m}\Omega\text{cm}^2$ ）まで低減できることを世界に先駆けて実証することを新規目標に掲げた。

1) 反転型チャネル移動度

(1) C (000-1) 面で反転型チャネル移動度 $127\text{cm}^2/\text{Vs}$ を達成（世界最高値）

(2) NO アニールにより、Si (0001) 面で反転型チャネル移動度 $30\text{cm}^2/\text{Vs}$ を達成（世界最高レベル）

2) ゲート酸化膜信頼性

エピタキシャル層の金属不純物を低減することにより、信頼性寿命が約1桁向上することを示した。

Qbd（ゲート酸化膜が絶縁破壊に至るまでに流れる電荷量）は、世界最高レベル。

3) パワーMOSFETの作製／オン抵抗値の評価

MOS 界面にエピタキシャル層を用い、ドリフト領域を最適化した DEMOS を作製することにより、オン抵抗値： $7.7\text{m}\Omega\text{cm}^2$ （ $V_g=20\text{V}$ ）、 $8.5\text{m}\Omega\text{cm}^2$ （ $V_g=15\text{V}$ ）耐圧：600V を達成した。（世界最高値）

研究テーマ：テーマ題目2

デバイスプロセスチーム2

(Device & Process Team 2)

研究チーム長：奥村 元

(つくば中央第2)

概要：

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

六方晶 SiC エピ技術の成果は、デバイスプロセス的に有利な低オフ角 C 面のデバイス応用への道を世界に先駆けて開拓し、立方晶 SiC のデバイス機能実証と共に、SiC テクノロジーの新たな展開を可能にし

た。窒化物半導体では、SiC、GaN テンプレート、傾斜基板上 MBE 成長技術の進展や MIS プロセス、MOCVD 技術の導入で、新たなアプローチである窒化物半導体による低損失デバイス研究が本格化した。ワイドギャップ半導体評価装置／手法の進展は、そのデバイス機能実現のための本質的課題解決に大きく資するものである。

研究テーマ：テーマ題目3

スーパーデザインチーム

(Power-Unit Super-Design Team)

研究チーム長：荒井 和雄（センター長併任）

(つくば中央第2)

概要：

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

スーパーノードネットワークチーム

(Super-Node Network Team)

研究チーム長：石井 格（電力エネルギー研究部門より併任）

(つくば中央第2)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目4

[テーマ題目1] SiC 単結晶基板作製技術の研究（運営費交付金、外部資金）

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

[研究担当者] 加藤 智久、八月朔日英二、和田 桂典（職員2名、他2名）

[研究内容]

SiC を用いた電力素子の実用化のためには SiC 単結晶基板の高品質化、大口径化、低コスト化が不可欠である。結晶基板の高品質化のためには、1) すでに存在する結晶欠陥の密度を低減させる技術、2) 新しい結晶欠陥を発生させない技術、の開発が必須である。これらに対して、これまで開発してきたその場観察技術（X 線ト

ポグラフィ結晶成長その場観察、数値解析)を駆使して、結晶欠陥の伝播形態、結晶欠陥の発生原因、などを明らかにし、各々に対する対策を検討している。これらを総合技術として構築し、結晶欠陥密度を単調減少させることで、超高品質 SiC 基板作製の目処を立てた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】炭化ケイ素、結晶成長、単結晶

【テーマ題目2】低オン抵抗を有する SiCMOSFET の開発 (運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】福田 憲司 (パワーエレクトロニクス研究センターデバイスプロセスチーム1)

【研究担当者】田中 保宣、小杉 亮治、先崎 純寿、原田 信介、岡本 光央、加藤 真、稲田 正樹、鈴木 賢二、下里 淳、川崎 美和 (職員4名、他7名)

【研究内容】

SiC パワーMOSFET を作製して、オン抵抗値が理論的限界値 (600V~1200V、オン抵抗値 $<5\text{m}\Omega\text{cm}^2$) まで低減できることを世界に先駆けて実証することを新規目標として、プロセス統合を目指している。

(1) 反転型チャネル移動度

C (000-1) 面は、SiC の様々な面方位の中で酸化速度が最大であり、MOSFET を作製するのに最も適した面であるが、動作させることが困難であった。我々は、反転型で動作することを世界で初めて示した。今年度は、さらに、 $127\text{cm}^2/\text{Vs}$ の世界最高値を達成した。

(2) ゲート酸化膜の信頼性

200°Cでの信頼性評価技術を確認した。200°Cでの Q_{bd} は、室温の約半分であることを確認した。また、エピタキシャル層の金属不純物低減により Q_{bd} を一桁向上した。これは、世界最高レベルである。

(3) パワーMOSFET の作製/オン抵抗値の評価

DEMOS を Si (0001) 面で作製し、オン抵抗値： $7.7\text{m}\Omega\text{cm}^2$ ($V_g=20\text{V}$)、 $8.5\text{m}\Omega\text{cm}^2$ ($V_g=15\text{V}$)、耐圧：600V は、現時点での世界最高値であり、初めて $10\text{m}\Omega\text{cm}^2$ の壁を破り、Si の IGBT を下回る値をユニポーラデバイスで達成した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】SiC パワーMOSFET

【テーマ題目3】ワイドギャップ半導体エピタキシャル薄膜デバイス化プロセスの研究 (運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】奥村 元 (パワーエレクトロニクス研究センターデバイスプロセスチーム2)

【研究担当者】高橋 徹夫、清水 三聡、沈 旭強、石田 夕起、児島 一聡、

K. Jeganathan、八木 修一、

B.-R. Shim、彦坂 憲宣、黒田 悟史、朴 冠錫、山本 由貴

(職員6名、他7名)

【研究内容】

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

六方晶 SiC エピ技術の成果は、デバイスプロセス的に有利な低オフ角 C 面のデバイス応用への道を世界に先駆けて開拓し、立方晶 SiC のデバイス機能実証と共に、SiC テクノロジーの新たな展開を可能にした。窒化物半導体では、SiC、GaN テンプレート、傾斜基板上 MBE 成長技術の進展や MIS プロセス、MOCVD 技術の導入で、新たなアプローチである窒化物半導体による低損失デバイス研究が本格化した。ワイドギャップ半導体評価装置/手法の進展は、そのデバイス機能実現のための本質的課題解決に大きく資するものである。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】超低損失電力素子、ワイドギャップ半導体、窒化物半導体

【テーマ題目4】超低損失素子利用ネットワーク技術開発 (外部資金)

【研究代表者】石井 格 (パワーエレクトロニクス研究センタースーパーノードネットワークチーム)

【研究担当者】八尾 勉、近藤 潤次、山口 浩、村田 晃伸 (電力エネルギー研究部門)

【研究内容】

電力ネットワーク、電力機器の省エネ化を目指し、インテリジェントビル等のローカルエリア電力ネットワーク内の無停電電源設備、電力消費機器などを超低損失電力変換器で結合し、エネルギー利用効率の高いシステムを形成する場合の、システム構成とそこでの電力変換器の仕様、および超低損失電力変換器の適用効果についての研究開発を行う。

平成15年度は、分散電源や電力貯蔵と電力系統との接続点に用いられる電力変換器に超低損失電力素子を適用した場合の効果について、分散電源や電力貯蔵装置の種別に応じた効果を定量的に明確にした。

具体的には、降圧チョップと系統連系用インバータとを取り上げ、SiC の適用効果を定量的に計算した。その結果、Si 素子を用いたものに比べて損失が $1/2\sim 1/3$ に低減できることと、最適搬送周波数が約2倍になることにより小型化も実現できることを示した。またビル内の配電システムへの適用についても検討し、損失低減効果を定量的に示した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ローカルエリア、電力ネットワーク、超低損失電力素子

⑦【生命情報科学研究センター】

(Computational Biology Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究センター長：秋山 泰

副研究センター長：諏訪 牧子

総括研究員：浅井 潔、諏訪 牧子

所在地：臨海副都心センター

人員：18 (16) 名

経費：1,041,494千円 (774,667千円)

概要：

生命情報科学（バイオインフォマティクス）は、ゲノム配列からタンパク質分子の立体構造・機能、それらの細胞・組織・個体内での相互関係に至るまでの幅広い生命現象を、情報論的な立場から取り扱う総合的な科学である。当研究センターでは、バイオインフォマティクスの基盤となるアルゴリズムや情報表現手法の研究から、多くの実験データを総合して生物学的な事実を推論・予測するための情報処理システムの構築、およびこれらを駆使した様々な生物ゲノムの網羅的解析まで、幅広い研究活動を行っている。組織づくりに際しては、学際的な協力を促進するようチームを構成し、世界最大級の1040プロセッサのPCクラスタを活用した大規模で網羅的な研究を行っている。

最終的には生命現象を計算機上にモデル化し、信頼度の高い計算機シミュレーションを実現することにより、生物学研究の新しい方法論を開拓することを目指している。

重要研究課題としては、下記項目を掲げている。

- 1) 生命情報科学の基盤となる数理モデルの整備
確率モデル等の生命情報科学研究の共通基盤となる数理理論、アルゴリズム、および生命情報の高度な格納、検索、演繹方式に関する研究を行う。
- 2) 大規模ゲノム配列から遺伝子領域および機能予測技術の研究開発
ゲノム配列から精度良く遺伝子領域を決定し、遺伝子がコードするタンパク質の構造や機能を含めた総合的な解析を高速に行う手法を開発する。
- 3) 統計情報と物理計算の融合によるタンパク質立体構造予測技術の研究開発
タンパク質立体構造予測のため、物理エネルギー計算と統計的知識を融合した計算手法や、画像処理技術に基づく立体構造推定の手法を開発する。
- 4) 細胞内生命現象の網羅的データ収集とシミュレ-

ション技術の研究開発

細胞内の代謝ネットワークや遺伝子制御ネットワーク等を解明するための情報解析手法や、それらの統合的シミュレーションシステムを開発する。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興事業団 さきがけ研究21

「新規機能創製を目指した酵素蛋白質の立体構造・触媒機構の系統的解析」

財団法人化学・バイオつくば財団 国際研究集会発表参加旅費助成 「Molecular Dynamics Simulations of Monomeric and Dimeric Human Prion Protein (Hu PrP) at Normal and Elevated Temperature」

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

文部科学省 科学技術振興調整費 「産総研 生命情報科学人材養成コース」

発表：誌上発表52 (41) 件、口頭発表102 (27) 件、その他6件

アルゴリズムチーム

(Algorithm Team)

研究チーム長：後藤 修

(臨海副都心センター)

概要：

配列のマルチプルアラインメントや相同性検索、相同性に基づく遺伝子構造予測、選択的スプライシング部位の予測とパターン分類など、ゲノム配列やアミノ酸配列の比較解析を中心としたアルゴリズムとソフトウェアを開発している。ここで開発したソフトウェアを用い、いくつかのゲノム上の主なファミリーについて全ての遺伝子を同定する試みを始めている。さらに、適応度地形の解析を通じて、タンパク質やRNAの機能改善に役立てることを目指している。

研究テーマ：テーマ題目1

数理モデルチーム

(Mathematical Model Team)

研究チーム長：浅井 潔

(臨海副都心センター)

概要：

生命現象のメカニズムを解明するため、ゲノム配列やタンパク質配列を中心とした生命情報の意味を数理モデルを用いて研究している。確率モデル、グラフ理論、探索アルゴリズムなどを利用して、配列情報、代

謝・シグナル伝達ネットワークなどの解析へ応用することも試みている。また、単に既存の理論を応用して解析を行うだけでなく、確率モデル上のカーネル法など、様々な対象に応用可能な新しい理論の開拓にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 1

配列解析チーム

(Sequence Analysis Team)

研究チーム長：Paul Horton

(臨海副都心センター)

概 要：

配列解析ソフトウェアの開発、モチーフ抽出アルゴリズムの開発、ゲノム・ゲノム間レベルでの大規模配列解析を行う。分子の立体構造データやマイクロレイ等による遺伝子発現データと配列データを組み合わせた新しい解析方法の開発も目指している。

研究テーマ：テーマ題目 1

生体膜情報チーム

(Biomembrane Informatics Team)

研究チーム長：諏訪 牧子

(臨海副都心センター)

概 要：

生体膜に関連するタンパク質を中心とし、ゲノムワイドの視点で機能メカニズムの理解を目指した研究とその応用を行っている。(これらは細胞や細胞内各小器官の機能、進化等を理解する上で重要で、創薬ターゲットとしても注目されている。) また、膜系に特化したバイオインフォマティクスの研究を進め、膜タンパク質全般や GPCR など特定ファミリーの構造・機能・安定性解析、細胞内局在予測、比較ゲノム解析、遺伝子構造解析などに取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

タンパク質機能チーム

(Protein Function Team)

研究チーム長：野口 保

(臨海副都心センター)

概 要：

タンパク質の立体構造および機能部位の解析・予測を行うためのシステム開発とその応用研究を行っている。例えば、酵素触媒機構、機能部位構造などタンパク質機能に関するデータベースを構築し、構造と機能の関係を解明する手法を研究している。また、様々な要因で構造変化しているタンパク質を網羅的に抽出する手法の開発や分子動力学法計算などを利用したシミュレーションによる機能発現のメカニズムの研究も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

分子設計チーム

(Molecular Modeling & Design Team)

研究チーム長：広川 貴次

(臨海副都心センター)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目 2

細胞情報チーム

(Cellular Informatics Team)

研究チーム長：高橋 勝利

(臨海副都心センター)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目 3

大規模計算チーム

(High Performance Computing Team)

研究チーム長：秋山 泰

(臨海副都心センター)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目 3

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

[研究代表者] 浅井 潔 (生命情報科学研究センター 数理モデルチーム長)

[研究担当者] 後藤 修、浅井 潔、Paul Horton、

矢田 哲士、相田 拓洋、長崎 英樹、
上野 豊、津田 宏治、有田 正規、
福田賢一郎、加藤 毅、金 大真、
熊谷 俊高、渡邊 真也、相良 純一、
藤渕 航、朴 根準、董 雪松
(職員8名、他21名)

【研究内容】

- (1) DNA、RNA 等の配列情報と構造・機能・進化との間の関連性を明らかにすることを旨とし、情報科学、生物物理学の観点からの配列情報解析、ならびにそのための計算モデル、アルゴリズム、およびソフトウェアの開発を行う。
 - (2) 生命情報の意味とそれに基づく生命現象のメカニズムを解明するための数理モデルの研究、ならびに確率モデル、カーネル法、探索アルゴリズム等の理論と、配列情報、代謝・シグナル伝達ネットワークなどの解析への応用を開拓する。
 - (3) 配列解析ソフトの開発およびモチーフ抽出アルゴリズムの開発、ゲノム・ゲノム間レベルでの大規模配列解析を行う。さらに構造や発現データと配列データを組み合わせた新しい解析方法の開発を行う。
 - (4) ゲノム配列から精度良く遺伝子領域を決定し、遺伝子がコードするタンパク質の機能を含めた総合的な解析を高速に行う手法を開発する。
平成15年度の進捗状況は以下の通りである。
- ・ 麹菌ゲノムの遺伝子発見、自動アノテーションを終了。他の *Aspergillus* 属ゲノムとの比較ゲノムや、自動解析システムの改良が進んでいる。
 - ・ モチーフ抽出法、カーネル法等のソフトウェアによる計算機実験が進展した。
 - ・ マイクロアレイデータから共発現する遺伝子をクラスタリングする手法を開発した。
 - ・ 選択的スプライシングを客観的に分類する手法を開発。それに基づくヒトの選択的スプライシングデータベースを構築した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム、遺伝子発見、確率モデル

【テーマ題目2】「タンパク質構造予測および機能予測技術の研究開発」

【研究代表者】 諏訪 牧子 (生命情報科学研究センター生体膜情報チーム長)

【研究担当者】 諏訪 牧子、野口 保、広川 貴次、
M. Michael Gromiha、向井 有理、
本野 千恵、服部 恵美、水野 政彦、
長野 希美、関嶋 政和、池谷 鉄兵、
長谷川祐子、富井健太郎、池田 和由
(職員8名、他21名)

【研究内容】

- (1) 生体膜に関連するタンパク質を中心として、ゲノム

ワイドな視点から機能メカニズムの理解を目指した研究とその応用。タンパク質ファミリーの構造・機能分類、構造安定性の計算、細胞内局在性予測の研究、比較ゲノム解析、選択的スプライス産物の解析などに取り組み、外部の実験研究機関等とも共同し、予測の実験的検証、データベース化等を行う。

- (2) タンパク質の立体構造および機能部位の解析・予測を行うためのシステム開発とその応用研究。酵素タンパク質の立体構造分類、立体化学を考慮した触媒機構を可視化したデータベース、タンパク質の機能部位の立体構造を網羅した機能部位構造データベースなどを構築する。またタンパク質の動的構造変化に基づく機能発現のメカニズム解明を行う。
- (3) タンパク質立体構造に関する理論的研究。統計的解析を基本とした構造認識法や分子モデリング法の開発、分子動力学計算法によるフォールディング解析、タンパク質立体構造に基づくリガンド結合予測や分子設計システムを開発する。

平成15年度の進捗状況は以下の通りである。

- ・ G 蛋白質共役型受容体 (GPCR) プロジェクト：G 蛋白質結合選択性を予測するプログラムを目指し、配列、GPCR 種の相関を解析。SEVENS (7本膜貫通型受容体データベース) のデータを基にして GPCR 上の網羅的 SNP 整理。
- ・ 膜タンパク質構造、機能予測：細胞外膜に存在する β シート型膜タンパク質の構造特徴量を抽出し配列から判別するシステムを開発し TMBETA-NET として WEB 公開。
- ・ 質量分析に基づく脂質定量データベースシステムの構築：質量分析の結果から脂質種の同定・データ補正・結果のビジュアル表示・データ蓄積などを実現するシステムを構築中。
- ・ タンパク質機能予測：①TIM パレルのフォールディングと安定性の研究。②タンパク質機能部位構造データベース PROSITE と PDB を用いた DB の構築、③タンパク質構造変化部位データベース PDB-REPRDB を利用し、登録データの抽出を完了、WWW システムの設計。
- ・ 理論計算による機能メカニズムの研究および基盤整備：①地球シミュレータにおける分子動力学シミュレーションプログラムのベクトル化・並列化および複数のタンパク質相互作用を考慮したシミュレーション環境の構築。②分子動力学計算を用いた長距離相互作用の計算方法など計算条件の検討。超好熱菌・好熱菌・常温菌由来 cold shock protein のダイナミクスの比較。
- ・ タンパク質構造認識法に基づく立体構造予測システムの開発：CASP5後、タンパク質立体構造認識法に基づく予測システム FORTE1は、LiveBench (世界的な定期的予測精度評価サーバー) に参戦。成績は常に上位にランク。

- ・比較モデリング法を中心としたタンパク質立体構造予測：外部研究グループとの共同研究により、活性部位の同定、リガンド結合予測を実現。製薬企業2社とも共同研究を実施。また、分子動力学法によるアプローチでも、ペプチドの構造特徴の解析に成功した。それぞれの解析手法において、基盤技術の確立、システム化、創薬への応用が着実に進んでいる。

[分 野 名] ライフサイエンス

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

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

[研究代表者] 高橋 勝利 (生命情報科学研究センター細胞情報チーム長)

[研究担当者] 高橋 勝利、秋山 泰、富永 大介、旭井 亮一、吉野 里美、茂柳 薫、福井 一彦、塚本 弘毅
(職員4名、他19名)

[研究内容]

- (1) 細胞内の生命現象のシミュレーションを目指した、代謝経路や遺伝子制御ネットワークを解明するための手法の研究と応用。またプロテオーム解析の支援のための解析システムの開発、新しい質量分析手法・装置の開発を行う。
 - (2) バイオインフォマティクスで必要となる膨大なデータ処理や大規模探索問題に対処するための並列処理方式の研究と応用。分子計算、質量分析、細胞シミュレーション等向けの大規模計算システムの開発を行う。平成15年度の進捗状況は以下の通りである。
- ・細胞・組織内部における構成物質の空間的変化の検出、及びタンパク質機能を制御する翻訳後修飾の同定を行う計測装置の開発をスタートさせ、第一次プロトタイプを得ることができた。
 - ・タンパク質発現量の時系列変化を網羅的に測定する技術の開発を進めている、産総研ティッシュエンジニアリング研究センターと共同で、細胞にある種の刺激を与えた後のタンパク質発現量の時間変化情報から、その刺激に対する応答系を構成している複数遺伝子間の制御構造を同定する研究を実施した。
 - ・2D-PAGE に基づいたプロテオーム解析を総合的にサポートするコンピュータシステムの完成度を高める開発を行った。
 - ・DNA メチル化の網羅的アッセイに必要な DNA チップデザイン方法の確立に関する研究を実施し、特許を出願した。
 - ・産総研生物情報解析研究センターと共同で、タンデム質量分析のスペクトル解析を大容量かつ超高速に行うシステム CoCoozo を開発した。市販プログラムの数十倍の速度で大量の解析が可能となった。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] プロテオーム、質量分析、DNA メチレーション

⑧【生物情報解析研究センター】

(Biological Information Research Center)

(存続期間：2001.4.1～)

研究センター長：渡辺 公綱

副研究センター長：原田 一明、野村 信夫

総括研究員：原田 一明

所在地：臨海副都心、つくば中央第6

人 員：21 (19) 名

経 費：301,740千円 (251,580千円)

概 要：

1. 研究目標

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

2. 研究概要

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

(1) 構造ゲノム解析：課題1＝生体高分子立体構造情報解析

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

(2) 機能ゲノム解析：課題2＝タンパク質機能解析の研究開発

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

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

バイオテクノロジーの研究開発に必要な国内外の有用なバイオインフォマティクス関連データベースの統合化、データベースの検索・解析機能の高度化等を行うとともに、ヒトゲノム配列に独自のアノテーションを加えることにより、研究開発の現場で広く実用できる環境を整備・運用する。また、ヒトゲノムのマイクロサテライトや SNP の多型解析により疾患関連遺伝子の探索を行い、その結果も統合データベースに組み込む。

外部資金：

経済産業省 経済産業省受託研究費 (12, 125千円)

「膜蛋白質の無細胞合成系での効率的生産方法の開発」

株式会社三菱総合研究所 バイオ人材育成システム開発事業 (120, 750千円)

「バイオ産業への人材供給の高度化、効率化を図るOJTの進め方に関する開発」

科学技術振興事業団 X線解析法によるロドプシン類の機能解析 (650千円)

「ロドプシンの3次元結晶を作製し、この結晶を種々の温度下で照射して G 蛋白質活性化に至る中間状態をトラップし、それらの立体構造を X 線解析の手法で決定する。」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 蛋白質の構造・機能解析技術の開発 (35, 000千円)

「単粒子解析法を用いて、電子顕微鏡画像と情報技術からのアプローチによってより高分解能で、より自動化された構造解析を可能にすること」

文部科学省 科学技術振興調整費(産総研 生命情報科学人材養成コース) (144, 133千円)

「バイオインフォマティクスの実践的な研究人材を養成するため、大規模研究プロジェクトが遂行される現場で総合的な養成教育を行う。」

文部科学省 科学研究費補助金(岡田 哲二) (10, 600千円)

「G 蛋白質共役型受容体ロドプシンの活性化過程の X 線結晶構造解析」

文部科学省 科学研究費補助金(千田 俊哉) (1, 500千円)

「2原子酸素添加酵素の反応中間体結晶構造に基づいた

触媒反応機構解析」

文部科学省 科学研究費補助金(伊藤 剛) (2, 700千円)

「微生物完全長ゲノムの大規模比較解析による適応的分子進化の解明」

発表：誌上発表38 (36) 件、口頭発表157 (30) 件、その他8

高次構造解析チーム

(Structural Analysis Team)

研究チーム長：藤吉 好則

(臨海副都心)

概要：

膜タンパク質等の立体構造解析のための効率の良いデータ収集システムを開発することを目指して、第5世代の極低温電子顕微鏡の基本設計を終了した。脳などに存在する水チャンネル、アクアポリン-4について、昆虫細胞を用いて発現し2次元結晶化に成功した。極低温電子顕微鏡により収集したデータを用いて3.5 Åより高い分解能での構造解析が進んでいる。単粒子解析のためのプログラムを開発・改良し、それを用いてIP₃受容体の構造を解析した。また、単粒子解析のボトルネックとなっている粒子拾い上げと分類のためのプログラム等の開発を行った。転写活性化因子 CbnR の3次元結晶化に成功し、X 線結晶解析法により構造を決定した。

つくば高次構造解析チーム

(Structural Analysis Team, Tsukuba)

研究チーム長：原田 一明

(つくば中央第6)

概要：

膜タンパク質の結晶化に及ぼす因子として、界面活性剤、沈殿剤、塩類、温度に関するデータ収集を完了した。緩衝液の種類と pH の効果の関係を調べ、その結果の有効性を *Rb. Sphaeroides* の光反応中心の結晶化により検討した。癌細胞に対するアポトーシス誘導活性を有する WGA の *Pichia* 酵母を用いての発現を確認し、ヒト FAS/FASL アポトーシス系の膜タンパク質である FASL の細胞外ドメインの発現を試みた。癌細胞を特異的に破壊するタンパク質3種類の結晶化を行い、子宮癌細胞に特異的なタンパク質の構造を決定した。また、超好熱菌由来 RadB と膜結合 β-glycosidase の構造を決定した。

分子認識解析チーム

(Molecular Recognition Team)

研究チーム長：嶋田 一夫

(臨海副都心)

概要:

カリウムチャンネル: KcsA およびカリウムチャンネルポアーブロッカー: Agitoxin2 (AgTx2) の複合体に転移交差飽和 (TCS) 法を適用し、AgTx2 の KcsA 結合面を決定することを目的とし研究を行った。その結果、AgTx2 の helix の前半に位置する S11, Q13, I15、および strand II 上の F25、G26、C28、M29、R31 において交差飽和の影響が存在することが明らかとなった。これらの残基は AgTx2 上で連続した面を形成することから、AgTx2 のチャンネル結合面と同定した。さらに、他のチャンネルポアーブロッカーのそれと比較することによりチャンネルポアーブロッカーの結合モチーフを提案し、結合選択性を解明した。

つくば分子認識解析チーム

(Molecular Recognition Team, Tsukuba)

研究チーム長: 原田 一明

(つくば中央第6)

概要:

MHC タンパク質複合体の NMR 解析では $\beta 2m$ の主鎖の帰属が終了し、更に詳細な解析を進めている。WGA タンパクの糖鎖リガンドの相互作用について NMR により解析した結果、結晶中での相互作用に関与するアミノ酸残基以外にリガンドの結合に関与する残基が見いだされた。膜タンパク質解析へのプロテオミクスのアプローチにおいて、先に開発した色素標識化解析法および膜上消化法の向上と普及を目指し、両者を組み合わせて膜タンパク質画分への適用を検討し、汎用化の目処をつける予定である。構造情報から詳細な相互作用情報を得るための非経験的分子軌道法による作用点解析の実証研究のためのクラスタ計算機が稼動を開始した。

構造情報解析チーム

(Structural Bioinformatics Team)

研究チーム長: 中村 春木

(臨海副都心)

概要:

分子構造探索のための基本アルゴリズムとソフトウェア (prestoX) を実用的な薬物分子への応用ができるようにし、連続体近似法など実用的なモデリングで利用可能な手法の取り込みを行った。蛋白質・低分子有機化合物のフレキシブルドッキングの手法を開発し、*in silico* スクリーニングでの HIT 化合物の候補・配向の絞り込みが可能になった。Tsallis dynamics 法やマルチカノニカル法など物理学的に厳密なシミュレーション手法の、ペプチド及び *in silico* スクリーニングで予測される蛋白質-リガンド複合体への適用を検討している。タンパク質の大きな構造変化を考慮したモデル化方法をこれら複合体に対し適用できるようにし、

膜タンパク質・酵素と低分子有機化合物の相互作用データにより計算手法の実証研究を行うことによってスクリーニング手法の改良を進めている。

機能構造解析チーム

(Molecular Function Analysis Team)

研究チーム長: 渡辺 公綱

(臨海副都心)

概要:

網膜由来ロドプシンについて、従来の分解能を大幅に上回るデータ (2.2 \AA) を収集・構造精密化を行い、非対称単位内の全てのポリペプチド鎖を構築した。また、光照射後に生成する初期中間体 (バソロドプシン) の結晶構造モデルを決定し、異性化反応に伴う構造変化に関する貴重な知見を得た。更に高分解能データを収集すると共に、後続の中間体や発色団置換体などの構造決定により、視覚初期過程の分子メカニズムが確定すると思われる。

つくば機能構造解析チーム

(Molecular Function Analysis Team, Tsukuba)

研究チーム長: 松井 郁夫

(つくば中央第6)

概要:

超好熱菌の情報伝達に関与すると推定される膜タンパク質 PH0470 と PH0471 の大量発現に成功し、PH0471 およびそのフェレドキシンの融合タンパク質の微結晶が得られた。DNA 複製系の主要酵素で L2S2 のオリゴマー構造を有する DNA ポリメラーゼ D の2つのサブユニットをコードする遺伝子の共発現系を構築し、大サブユニットの2つの酸性触媒残基 D1122 と D1124 の機能、および末端ドメインを介したサブユニットの相互作用と活性発現制御メカニズムを明らかにした。Dna2ヘリカーゼのホモログの遺伝子を大腸菌で大量発現させ、その生化学的諸性質を解析し、酵母の Dna2 とは異なる新規な機能を有することを明らかにした。

プロテオーム発現チーム

(Protein Expression Team)

研究チーム長: 五島 直樹

(臨海副都心)

概要:

6,000個の Gateway 導入クローンをこれまでに作製し、今年度中に12,000個の Gateway 導入クローンが作製できる見通しである。又、2,500個について Gateway 発現ベクターを作成し発現条件の検討を行い、今年度中に5,000個の発現条件の検討が行える見通しである。

発現頻度解析チーム

(Expression Profiles Team)

研究チーム長：大久保公策

(臨海副都心)

概要：

iAFLP 法を用いて、これまでに100万データポイント（組織数 x 遺伝子数）の遺伝子発現情報を取得し、今年度中に250万データポイントを取得できる見通しである。また、「ヒト遺伝子発現頻度データベース」の作製は順調に進行し、標準組織（成人の肝臓、肺、筋肉等の主要な全ての器官・組織（約90種）と、胎児期の組織約50種）の発現頻度情報の検索が行えるようになってきている。更に、iAFLP 法をはじめ Affymetrix 社製の DNA chip、合成オリゴヌクレオチド等の実験データと、EST, SAGE, MPSS 等のシーケンスから得られる頻度情報等の各手法で得られた発現頻度データの比較を行うことによって、より正確な発現頻度情報解析を可能としている。

蛋白質ネットワーク解析チーム

(Protein Network Team)

研究チーム長：夏目 徹

(臨海副都心)

概要：

細胞より抽出された200種類の遺伝子導入サンプルの質量分析計での分析を行い80種類のタンパク質複合体の中から30種の新規相互作用をこれまでに見出したので本年度中に500種類の遺伝子導入サンプルの解析が行え、80種の新規なタンパク質複合体を見出す見通しである。

細胞ゲノム機能解析チーム

(Cellular Function Team)

研究チーム長：野村 信夫

(臨海副都心)

概要：

蛋白質細胞内局在判定システムを用い、これまで1,000個の未知遺伝子由来蛋白質の局在情報を得て、年度末までには2,000個の局在情報を得る見通しである。また、細胞に形態変化を引き起こす薬剤や遺伝子については、浮遊細胞の系に焦点を絞って解析中である。

統合データベース解析チーム

(Integrated Database Team)

研究チーム長：今西 規

(臨海副都心)

概要：

統合データベース解析チームでは、ヒト完全長 cDNA のアノテーションに関する国際共同研究プロジェクトである H-invitational2（正式名 Human

Full-length cDNA Annotation Invitational2) に中心的に参画した。独自に作成した解析パイプラインを用いて2003年9月から事前計算を開始し、11月に7日間の機能アノテーション会議を開催する。それに引き続き、公開データベース作成のための各種解析を実施する。年度末までに多数の論文を完成させて投稿することをめざしている。このほか、機能モチーフ抽出のためのソフトウェア開発、機能性 RNA 分子の予測、遺伝子発現制御機構の解析、ヒト多型のタンパク質立体構造への影響、微生物ゲノムアノテーションプロジェクト、祖先ゲノムセットの推定、文献データベースからの機械的知識抽出による疾患情報データベースの構築などの研究が進行中である。

遺伝子多様性解析チーム

(Gene Discovery Team)

研究チーム長：猪子 英俊

(臨海副都心)

概要：

遺伝子多様性解析チームでは、慢性関節リュウマチと尋常性乾癬の感受性遺伝子領域を探するため、ヒトゲノム上に約3万個のマイクロサテライト DNA 多型を見つけたし、その対立遺伝子頻度を患者群と健常群と比較することによる相関解析を行っている。このような独自の手法で解析を進めているが、慢性関節リュウマチの感受性遺伝子探索に関してはほぼスクリーニングが終了し、複数の感受性候補領域の発見につながった。さらに、尋常性乾癬についての解析が進行中である。このプロジェクトを支援するための情報処理技術の開発も積極的に行っている。約3万のマイクロサテライトのタイピング実験を2群に対して実施した結果を高速に整理・解析するためには、実験管理の自動化と解析結果のデータベース化は必須であり、当チームが最も力を注いでいる部分でもある。また、公開されている各種の多型データベースを統合化し、ヒトゲノム情報や遺伝子情報とともにデータベース化する研究も行っている。さらに、遺伝統計解析のための相関解析の手法の開発とプログラムの開発や、ハプロタイプ推定のための基礎研究および技術開発、プールした DNA サンプルを用いた実験結果からハプロタイプ推定を行うアルゴリズムの開発も行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

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

⑨【ティッシュエンジニアリング研究センター】

(Tissue Engineering Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

研究センター長：三宅 淳

副研究センター長：
総 括 研 究 員：

所在地：関西センター尼崎事業所
人 員：12 (10) 名
経 費：877,803千円 (539,775千円)

概 要：

ティッシュエンジニアリング研究センターは新規な産業分野の創成を目指し、ヒト細胞の制御・改変技術を総合的に開発する。ヒト幹細胞の探索・取得、細胞の特性に関わる遺伝子情報の網羅的把握技術、細胞の操作・改変技術や特定組織への分化誘導技術などの諸技術を総合的に開発し、ヒト細胞・ヒト細胞組織を工学的に設計・制御・形成することのできる新規技術分野を確立するとともに、再生医療をはじめとして創薬、診断技術、環境技術、情報技術などへ貢献することを目指す。

昨今、ヒト細胞を用いた特定の組織・臓器を作成する研究が始まりつつある。様々な細胞・組織への多分化能を有する幹細胞の存在が確認されており、この種の細胞を応用利用し、従来の医療では不可能であった臓器・組織を再生させる画期的な治療法、すなわち再生医療が、難治病の根本的な治療法として期待されている。ヒト細胞を扱う技術が進歩すれば、医療用のヒト組織・臓器デバイスだけでなく、製薬、環境など多くの産業への応用が期待される。

しかしながら、医学的な要請や生物学的な可能性は提示されたものの、細胞の制御・改変に関わる技術は、まだ経験則に基づく萌芽期段階に止まっている。この種の技術を大規模な産業技術に発展させるには、まず、対象である細胞の高度な理解が必要であり、さらにその動作原理を基礎とした設計・操作技術などの工学的な技術体系を確立する必要がある。

技術に関する最大の課題は、分化誘導を含む細胞の制御である。たとえば、胚性幹細胞 (ES 細胞) などは特定の機能を有する細胞に、ある程度分化しうるが、生成した組織が真に目的の組織であるかどうかは不明の部分が多く、腫瘍形成に進む場合もある。他の幹細胞についても、目的の組織に正確に分化誘導するための方法の開発が必要であるが、工学的に確実な方法は現在見あたらない。工学的な方法の確立のためには、動作原理となる細胞の内部状態の詳細な把握が必要である。細胞を動かし、形作っているシステム、特に幹細胞の分化メカニズムに関する細胞内の分子システムは、多くの遺伝子やタンパク質が関与しており、現有の単純な遺伝子技術では解析することも、制御することも難しい。多くの遺伝子からなるシステムと、その相互作用 (遺伝子ネットワーク) やタンパク質における同様の相互作用、さらには生物学・基礎医学等で蓄

積された形態に関わる膨大な情報等を集積し、それを人為的に制御する技術を構築したとき、初めて細胞の分化誘導を制御し、特定の組織を正確に再現することが可能になると考える。また、細胞の制御・改変を工学的に確実な技術とするためには、確率的な改変ではなく、一つ一つの細胞の内部の分子の詳細な制御技術も必要となろう。これら要請に応えるためには、ナノテクノロジーなどの新規手法を応用した新たな技術開発を進める。

当センターは医学と工学の研究者が結集しており、広範な技術基盤を有する。工学も遺伝子工学、ナノテクノロジー、材料技術など幅広い領域をカバーしている。これら人材の能力を生かして、ヒト細胞の産業的応用技術の確立のために、情報技術、細胞改変技術などを総合して、幹細胞を任意に制御・改変する技術を開発し、新規・総合的な技術分野を開拓することを目指す。研究員各自が専門領域での技術開発を目指すだけでなく、融合して1つの大きな技術開発を進めることをマネジメントの基本としている。

研究領域としては、ヒト細胞の応用を目指した医工学領域に属するが、この分野は、最新の生物学によって再生医療など多くの可能性のあることが示された。しかし、上述のように、その技術的な方法は十分明らかにされていない。そこで、ティッシュエンジニアリング研究センターでは、生物学に戻るのではなく、工学の最新技術を発展させ、それを応用することで技術的な要請に応え、新しい方向から医工学の発展に寄与することを目指している。これは、産業技術総合研究所の任務である本格研究として社会に資するものと考えている。

外部資金：

経済産業省 科学技術総合研究委託費「生体外細胞操作と細胞外環境設計による組織工学 間葉系骨髄幹細胞と人工材料による人工骨髄含有人工骨組織形成法の開発」(7,615千円)

文部科学省 科学研究費補助金「完全連通孔高強度アパタイト多孔体を用いた間葉系幹細胞増殖・分化技術の確立」(3,200千円)

文部科学省 科学研究費補助金 「正常ヒト神経幹細胞由来神経細胞における、低酸素状態下での遺伝子制御システムの解明」(1,100千円)

文部科学省 科学研究費補助金「嗅覚レセプタを用いた嗅覚機能代替匂いセンサープロトタイプの研究」(7,500千円)

文部科学省 若手任期付研究員支援「臍帯血からの神経

幹細胞の分離技術の開発」(15, 235千円)

文部科学省 若手任期付研究員支援「生体組織再生を目的とした機能性複合基盤材料の開発」(15, 017千円)

文部科学省 大学発等ベンチャー創出支援「イノベーション創出事業費 ハイスループットゲノム創薬システムの開発」(44, 000千円)

厚生労働省 厚生労働科研費「マイクロアレイ、プロテインチップを活用した、ヒト正常神経細胞を用いた薬剤安全性評価システムの開発」(36, 000千円)

受託研究 財団法人大阪科学技術センター「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 ゲノム発現解析チップシステムの開発」(184千円)

受託研究 学校法人慶應義塾 科学技術振興費 主要5分野の研究開発委託事業「ヒト脊椎由来神経幹細胞の生物学的特性ならびに領域特異性の解明 (A.脊椎損傷に対する幹細胞治療の開発)、ヒト神経幹細胞二次プロセッシング業務、サブ神経幹細胞バンク業務、および神経幹細胞品質評価業務 (B.ヒト神経幹細胞バンク事業)」(17, 441千円)

受託研究 学校法人慶應義塾 科学技術振興費 主要5分野の研究開発委託事業「ヒト神経幹細胞二次プロセッシング業務、サブ神経幹細胞バンク業務、および神経幹細胞品質評価業務のための基盤整備」(130, 485千円)

受託研究 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「生物の持つ機能を利用した環境中化学物質の高感度検出・計測技術の開発」(30, 327千円)

受託研究 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「超極細探針による低侵襲遺伝子導入技術の開発」(10, 000千円)

発表：誌上発表25 (21) 件、口頭発表92 (15) 件、その他4件

メディカルデバイスチーム

(Medical Device Team)

研究チーム長：大串 始

(関西センター尼崎)

概要：

臓器移植に代わる新たな治療技術を実現するため、細胞培養技術を用いて、代替組織・臓器として機能する埋め込み型細胞組織デバイスを開発する。このような再生医療は新たな巨大医療産業を引き起こし、日本

経済の発展に大きく貢献する潜在的可能性を秘めている。具体的な我々のチームのターゲットとしては、高齢者医療の中核を成す運動器疾患の対策である骨再生と軟骨再生である。さらに、他の種々臓器組織構成細胞への分化研究も行う。

研究テーマ：テーマ題目1

細胞工学チーム

(Cell Technology Team)

研究チーム長：三宅 淳

(関西センター尼崎)

概要：

ヒト神経幹細胞の分離、培養技術の開発に重点を置き、中枢神経系の再生治療や薬物動態解析、創薬などに用いることのできる安全性の検証された高品質のヒト神経幹細胞、神経細胞、グリア細胞などの供給を可能とする大量培養技術、並びその周辺技術・装置、ヒト細胞品質評価・測定技術・装置の開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目2

組織遺伝子チーム

(Gene Technology Team)

研究チーム長：三宅 正人

(関西センター尼崎)

概要：

ヒト細胞検体の状態変化に関して遺伝子ネットワーク等を含むシステムとして理解するための新しい技術を開発し、細胞の増殖・分化制御技術の開発に資することを目的とする。細胞システムの解析のためには、タンパク質、核酸、化学物質などの外部刺激に対する細胞応答を大規模且つハイスループットに収集するための新しいハードウェア技術と細胞システム解析のためのソフトウェア技術を開発することが必要である。ハードウェアとして、On-chip トランスフェクション法を応用したトランスフェクションマイクロアレイ、並びにその測定装置システムを開発し、初代培養ヒト細胞解析のマイクロ化、高速化、自動化を達成させる。細胞内で実際に機能している分子システムを解析するために、上記装置で得られる大規模細胞応答データと既知の細胞内分子調節制御情報を統合するソフトウェアを開発する。

研究テーマ：テーマ題目3

動物実験代替システムチーム

(Tissue Biosensor Team)

研究チーム長：中村 徳幸

(関西センター尼崎)

概要：

本研究は主として細胞内部を極低侵襲で自由に操作する技術(セルサージャリー)を開発することを目的

とする。原子間力顕微鏡 (AFM) のシステムと超極細の探針を用い、接触圧力によって細胞内の空間位置を正確に確認しながら、遺伝子の導入・置換など、細胞内の分子を正確に操作する技術を開発する。さらには細胞選別、細胞改変、分化制御、細胞診断などの新規技術に発展させ、最終的には操作後の細胞を臨床応用できる安全な細胞提供技術として開発することを目指す。

また、AFM を利用して1分子の蛋白質の相互作用を解析し、ナノスケールの精度で生体分子を切断・連結する加工技術、酵素リソグラフィを開発することを目的とする。

研究テーマ：テーマ題目 4

【テーマ題目 1】骨関節再生に関する研究

【研究代表者】大串 始 (ティッシュエンジニアリング研究センターメディカルデバイスチーム)

【研究担当者】大串 始、陳 国平
(職員2名、他36名)

【研究内容】

平成15年度においては、大串が確立した人工関節上でのヒト間葉系細胞を用いての骨再生研究の有効性検定を行うとともに、人工関節以外の基盤への骨再生を行った。さらに、陳が確立した PLA/collagen hybrid 上での軟骨再生研究はヒト間葉系細胞を用いて行い、これらの基盤を用いての骨・軟骨同時再生研究を開始できた。さらに肝再生や血管再生研究も着手できた。具体的には、市販ヒト間葉系細胞や、倫理委員会の承認を得て得られた患者由来の培養間葉系細胞を用いて、上記の PLA/collagen hybrid 上での骨再生研究や軟骨再生研究を行い、ともに *in vitro* での骨形成や軟骨形成が起こることを確認できた。具体的には、直径380 μm の直線状貫通気孔を200 μm 間隔に配置し、これらの気孔列を交互に直交させ、3次的に完全連通孔を有するアパタイト多孔体 (5 \times 5 \times 3 mm) を成形し、生化学的、および組織学的検討を行った。結果は移植後4週目において、骨芽細胞活性を示すアルカリフォスファターゼ活性値をアパタイト多孔体の単位重量当りの活性値として比較したところ、対象となる市販のアパタイトとともに高活性値を示した。また、骨形成量の指標となるオステオカルシン量においても同様に、両者のアパタイト多孔体で高値を示した。さらに、組織学的に完全連通孔アパタイト多孔体では、内部を中心に気孔内が充満するほどの旺盛な骨形成が確認された。以上より、この完全連通孔アパタイト多孔体が、気孔内での培養骨髄細胞の骨芽細胞への分化を支持し、人工骨、あるいは組織工学スキャフォールドとして有用であることが示唆された。

肝臓再生研究においては、培養肝細胞の多孔体セラミック内での培養に成功した。この幹細胞含有セラミック

は低アルブミンラットへ移植し、アルブミンの血中濃度を上昇させることに成功した。この結果を踏まえ、特許出願を行った。血管再生研究においては、*in vivo* において培養間葉系細胞が血管内皮細胞へ分化しえることを確認した。以上より、間葉系細胞を用いての骨・軟骨同時再生研究を踏まえての臨床応用への展開、さらに肝臓、血管再生研究の発展の可能性を確認できた。

【分野名】ライサイエンス

【キーワード】骨、軟骨、間葉系細胞

【テーマ題目 2】ヒト神経幹細胞の大量・安定・安全培養法の開発

【研究代表者】三宅 淳 (ティッシュエンジニアリング研究センター細胞工学チーム)

【研究担当者】三宅 淳、金村 米博
(職員2名、他20名)

【研究内容】

1) ヒト神経幹細胞の培養条件の最適化、神経幹細胞バンク事業

ヒト神経幹細胞の増殖率、分化率の統一評価基準とそのプロトコールを作成し、培養に関連する様々な項目 (培養液組成、増殖因子、培養法など) についてヒト神経幹細胞の大量培養への最適化を検討した。GMP 基準に対応するためのヒト神経幹細胞培養用完全合成人工培地の開発と標準的培養プロトコールの開発を行った。臨床現場で使用する移植用ヒト神経幹細胞の大量培養のため、より安全性の高い細胞培養システムの開発を行うと同時に GMP 基準を満たす細胞培養設備を設置した。これら開発された技術、試薬、設備を使用して、臨床用ヒト神経幹細胞の大量培養と国内供給体制の確立を目指したヒト神経幹細胞バンク事業 (文部科学省委託事業) を行う体制を整備した。

2) ヒト神経幹細胞の分離法に応用可能なモノクローナル抗体の作成

今年度は培養ヒト神経幹細胞を抗原としてモノクローナル抗体を作成し、神経幹細胞の同定に応用が期待される2種類の新規抗体を選定した。その抗体を用いての神経幹細胞の選択的分離技術ならびに非神経組織である臍帯血からの多能性幹細胞の分離技術を検討した。

3) ヒト神経幹細胞の人為的分化誘導技術の開発

ヒト神経幹細胞の分化誘導過程で発現変動する遺伝子 (約23000遺伝子)、タンパク質をマイクロアレイ、プロテインチップを用いて包括的に解析した。分化マーカーとしての使用が有望視される遺伝子 (NC1) を特定し、特許出願を行った。また、分化誘導法としてレチノイド誘導体を用いた神経分化誘導方法を開発した。

4) ヒト神経幹細胞を用いた *in vitro* 評価系の構築 (*in vitro* 評価系の構築)

ヒト神経幹細胞から人為的に分化誘導した正常ヒト神経・グリア細胞を *in vitro* 評価用細胞として使用し、投与薬剤の遺伝子・タンパク質発現に及ぼす影響を包括的に解析する手法を検討した。マイクロアレイを応用して抗けいれん剤、抗うつ薬が正常ヒト神経・グリア細胞の遺伝子発現に及ぼす影響の検討を行い、情報データベースの構築を行った。

【分野名】 ライスサイエンス

【キーワード】 神経、培養細胞、幹細胞

【テーマ題目3】 分化誘導技術を目指した、遺伝子発現に関する網羅的解析技術の開発

【研究代表者】 三宅 正人（ティッシュエンジニアリング研究センター組織遺伝子チーム）

【研究担当者】 三宅 正人、佐藤 孝明、廣野 順三、藤田 聡史（職員4名、他27名）

【研究内容】

細胞の分化・発生は、関連する多数の遺伝子が時間的及び空間的に相互作用を行うネットワークが担っている。遺伝子ネットワークシステムの全容を解明し、それを人為的に制御する基盤技術を構築したとき、様々な細胞・組織を正確に人工的に再生する「工学的技術」が可能となると考えられる。しかし、複数遺伝子の時間経過を含む順列組み合わせを解く必要があることから天文学的な数の実験が必要になり、DNA チップなどの既存技術では、質的・量的に到底実現できない。遺伝子のネットワークを解析するための専用のシステム（含新規データ処理技術）が必要になる。遺伝子ネットワークの重要性は米国をはじめ先進国で共通して認識され始めたところである。我が国でも総合科学技術会議を中心にプロジェクト化が唱えられているが、それを実行するための解析技術が準備されていない。この種の技術の研究は米国においても開始されたばかりであり、TERC において開発された技術は世界の先端に位置している。特に、トランスフェクションアレイ技術については米国のグループが同様の技術を先に発表した。そのトランスフェクション効率などの性能はこの種の解析を大規模に進めるには不十分であり TERC の技術が世界的にも広範に利用される可能性が高いと考えられる。わが国がこの分野で国際的に指導的な地位を確立することを目指し、効率的にヒト幹細胞を分離・培養する技術、並びに遺伝子レベルでの分化制御技術の確立を行う。平成14年度には、多分化能を有するヒト間葉系幹細胞にハイスループット且つ高効率（50%以上、世界最高）に遺伝子導入が可能なたランスフェクションマイクロアレイを開発した。本年度は増殖、分化、ストレスシグナル等に関わる23種類の転写因子活性の変化を蛍光タンパク質の蛍光強度を指標に連続的かつ同時に測定できる装置システムを試作し、ヒト株化細胞の解析に応用した結果、細胞増殖アレスト・アポトーシスプロセスを支配する転写調節の時系列

カスケードを分単位で視覚化することができた（世界初）。開発したシステムを幹細胞の分化誘導解析に応用したところ、高い細胞自家蛍光によって計測が困難であることが明らかとなり、現在測定系の改良を行っている。

【分野名】 ライスサイエンス

【キーワード】 遺伝子工学、細胞チップ、細胞情報

【テーマ題目4】 細胞の高精度改変技術を目指したナノ細胞操作技術の開発に関する研究

【研究代表者】 中村 徳幸（ティッシュエンジニアリング研究センター動物実験代替システムチーム）

【研究担当者】 中村 徳幸、中村 史（職員2名、他14名）

【研究内容】

近年急速に発達しつつあるクローン作成、生殖細胞の操作など、マイクロキャピラリーによるインジェクション等の方法は、核などをミクロンサイズで操作する手法が主なものであり、分子レベルの研究が進むのに比して、手法として十分なものとはいえない。しかも細胞への影響が極めて大きく、操作後90%の細胞が死滅するという欠点を有し、生存した細胞であっても、ダメージ・特に分子レベルの影響は不明であり、医療への応用の場合もリスクが避けられない。

本研究は主として細胞内部を極低侵襲で自由に操作する技術（セルサージャーと命名）を開発することを目的とする。原子間力顕微鏡（AFM）のシステムと超極細の探針を用い、接触圧力によって細胞内の空間位置を正確に確認しながら、遺伝子の導入・置換など、細胞内の分子を正確に操作する技術を開発する。

まず、針の形状と細胞への挿入過程を詳細に解析した。接触圧力の緩和現象を指標として針の細胞膜通過を解析する方法を用いることで挿入過程を詳細に観察することが可能になった。極細の探針は収束イオンビームによるエッチングによってシリコン製 AFM 探針を棒状に加工して作成した。直径800nm 程度の針では、1回の挿入で細胞が死滅するが、直径200nm 以下では繰り返し挿入しても、細胞は生育していることが示された。以降、針の形状を直径100~200nm の太さに加工したものを用いた。また、針の先端を先鋭化するよりも、平坦化させた円筒形の形状の方が高速で挿入が可能であることが見出された。この針を用い、遺伝子導入への適用を試みた。針に GFP 遺伝子を固定化し、顕微鏡観察下において各種細胞に挿入して遺伝子の発現を観察した。ヒトメラニン細胞を用い、GFP 遺伝子を固定化した針を挿入し、2時間保持したところ、GFP の蛍光が観察され、遺伝子発現に成功した。細胞の核内において遺伝子を操作することが可能であることを証明したものである。

【分野名】 ライスサイエンス

【キーワード】 原子間力顕微鏡（AFM）、単一細胞、セ

ルサージャーリー

⑩【ヒューマンストレスシグナル研究センター】

(Human Stress Signal Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究センター長：二木 鋭雄
副研究センター長：松岡 克典、淀井 淳司
総括研究員：松岡 克典

所在地：関西センター、つくば中央第6

人員：13 (12) 名

経費：330,917千円 (172,563千円)

概要：

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

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

研究センターは、このような状況の中で、多種多様なストレスが生体や生活に及ぼす影響を基礎科学から人間工学まで横断的、総合的に研究し、生体のストレスに対する応答、反応メカニズムの解明、ストレス度の計測、評価、高い QOL を実現する人間生活工学について研究し、ストレスバイオサイエンスという新しい分野の開拓を目指します。

外部資金：

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

経済産業省 試験研究調査委託費「バーコード標識酵母を用いた長期環境汚染モニタリング装置の開発に関する研究」

経済産業省 石油生産合理化技術開発等委託費「人間行動適合型生活環境創出システム技術開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援「ストレスシグナルのプロテオーム解析」

平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「生体ストレス蛋白マーカー迅速抗体アッセイマイクロチップシステムの開発」

発表：誌上発表40 (34) 件、口頭発表96 (15) 件、その他5件

ストレス応答研究チーム

(Stress Response Research Team)

研究チーム長：吉田 康一

(関西センター、つくば中央第6)

概要：

ストレスに対する生体の応答、反応を分子レベルで解明する。そのエビデンスをもとにストレスマーカー、疾病応答蛋白質を同定し、診断、予防、防御薬物の開発へとつなげる。DNA マイクロアレイを用いた環境ストレス影響評価・クラスター解析法の多種生物種への適用性を検討した。また、ストレスマーカーとして、脂質関係ではヒドロキシリノール酸の総合的分析法確立、蛋白関係ではプロテオーム解析による新規化合物スルホン化 DJ-1の同定を達成した。さらにこれらのストレスマーカーを用いて、*in vitro* および *in vivo* 系での検証試験を開始した。また、アルデヒド、過酸化、金属イオン、ラジカル、栄養欠乏など種々のストレスに対する細胞応答、傷害について詳細に検討し作用機序を明らかにするとともに、傷害抑制物質の作用についても検討した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

ストレス計測評価研究チーム

(Stress Measurement Research Team)

研究チーム長：脇田 慎一

(関西センター)

概要：

実際に現場で使えるストレス情報のオンサイト計測を実現するため、超高感度センサ・微小化学分析システム (Lab-on-a-Chip) の研究開発を行う。具体的には、ストレスホルモンや酸化ストレスマーカーなどの複雑な夾雑物中の極微量の生理活性物質及び、極微量で生体に影響を与えるダイオキシンや環境ホルモンなど環境ストレス物質の計測評価技術の「本格研究」を行う。

平成15年度は実試料計測に挑戦し、計測デバイスの試作評価を行い、改善すべき技術課題を抽出する。同時に経験した前処理法に関して、現場計測システム構築に必要な技術要素を把握する。

研究テーマ：テーマ題目4

ストレス・加齢工学研究チーム

(Stress & Aging Evaluation Research Team)

研究チーム長：松岡 克典

(関西センター)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

概要：

健康や生活アクティビティの維持・向上を支援するため、ストレスや加齢がヒトの認知特性、生理反応、生活行動に与える影響を解明し、その影響を日常生活の中で定量的に計測・評価する手法を開発することを目指して、以下の研究開発を進めた。特に、本年度は日常生活の中で人間状態の計測・理解技術に関する研究を重点的に進めた。

具体的には、住宅内での生活行動の長期蓄積技術と生活状態の理解技術の開発、生理反応からのストレス・疲労の評価手法の開発、加齢効果を考慮に入れた心臓血管呼吸系応答モデルの開発、作業状態の計測・理解技術の開発に関する研究開発を行った。住宅内に設置できる簡便なセンサを用いて長期に蓄積された生活行動情報から、普段の生活状態を抽出して生活異変を自動検知する技術を開発した。被験者実験から心拍・血圧変動の閉ループ解析を行い、精神ストレスが心拍と血圧に与える影響の解明および心拍変動の低周波成分のみから精神ストレスを評価する手法を開発した。また、男女300名の運動負荷実験を行い、年齢とともに変化する心臓循環器系のパラメータ変化の特性を求めた。

研究テーマ：

テーマ題目 5

石坂・淀井特別研究室

(BioMedical Special Research Unit)

研究室長：淀井 淳司

(関西センター)

(存続期間：2002. 1. 1～2004. 3. 31)

概要：

ストレス概念に分子生物学的な意義付けを行い、ヒトにおけるバイオストレスシグナル機構の解明による医生物学基礎研究と新たな診断・治療法の実現を行うことを目的とする。具体的にはこれまで独自に解析してきたバイオストレス調節因子チオレドキシニン (TRX)、チオレドキシニン結合タンパク質 (TBP-2) およびそのファミリー分子であるグリコシル化阻害因子 (GIF) を解析することによりレドックス (酸化還元) シグナル伝達機構を明らかにし、バイオストレス測定法の確立、緩和法の実現を目指す。さらに低酸素誘導性因子 (HIF) などのストレス誘導性分子の解析を行うことでその測定法の発展を期待する。今年度に採択された地域新生コンソーシアム研究開発事業をレドックスバイオサイエンス株式会社、ファルコバイオシステムズ、京都大学ウイルス研究所、ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス計測評価研究チ

ームとの連携で進めている。

研究テーマ：

テーマ題目 6

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

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

[研究担当者] 二木 鋭雄、岩橋 均、斉田 要 (職員3名)

[研究内容]

酵母の DNA チップ (マイクロアレイ) を用い、化学物質により誘導されるストレス蛋白質、酸化因子、解毒トランスポーター、代謝酵素、遺伝子修復酵素などの遺伝子誘導を解析することにより、環境中に存在する環境汚染化学物質の毒性評価と推定技術を開発した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] DNA チップ、マイクロアレイ

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

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

[研究担当者] 二木 鋭雄、一守 康史、吉田 康一、絹見 朋也、斎藤 芳郎、伊藤 奈々子、早川 美恵子 (職員7名)

[研究内容]

in vitro 実験系で酸化傷害による脂質過酸化物質の生成機構を詳細に検討し、新規抗酸化薬剤 BO-653の酸化抑制機構を解明した。本研究成果により、BO-653の薬剤としての有用性を証明するとともに、新たな新規抗酸化薬剤設計への知見が得られた。一方、ヒト Tリンパ球系細胞、内皮細胞、神経細胞などを用い、主として酸化傷害による応答機構について生化学的アプローチによって解明した。特にストレス応答性のカスパーゼ、カタラーゼなどの酵素活性と細胞傷害に関する相関性について新たな知見が得られた。一方、抗酸化薬剤によるストレス応答への影響についても有用な知見が得られ、後述のストレス応答蛋白質同定へと結びつけることができた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 酸化ストレス、薬剤、細胞

[テーマ題目 3] ストレスマーカーの同定 (運営費交付金)

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

[研究担当者] 二木 鋭雄、吉田 康一、絹見 朋也、

木全 順子、小川 陽子、早川三恵子
(職員5名、他1名)

【研究内容】

プロテオームの基礎手法からの検討を行い、質量分析装置に関しては高感度測定、半定量化測定への重要な知見が得られた。方法論確立の意味で大いに基礎科学的進展が得られたと思われる。このことから、新規ストレスマーカースルホン化 DJ-1の同定を達成した。一方、脂質由来のヒドロキシリノール酸、ヒドロキシコレステロールの網羅的測定方法を開発し、動物実験などによるマーカーとしての妥当性検証試験を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ストレスマーカー、プロテオーム解析

【テーマ題目4】 生体・環境ストレス計測評価デバイスの開発 (運営費交付金)

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

【研究担当者】 脇田 慎一、田中 喜秀、永井 秀典、黒澤 茂、竹田さほり、宮道 隆、鳴石奈穂子、中山 雄介、申 双竜 (職員8名、他1名)

【研究内容】

(1) 生体ストレス傷害マーカー計測

その場計測が可能な QCM 式ラテックス凝集測定法により、ヒト血清中の C 反応性タンパク (CRP) の高感度計測に挑戦した。MPC ポリマー被覆による非特異吸着の抑制効果により、明確に血清中の共存夾雑物の影響を抑制できることを実証した。さらに、anti-F(ab')₂-IgG モノクローナル抗体を利用した抗体固定化量の増加による高感度化に着手している。また、前処理プロセスのオンチップ化が容易な FIA 型 ELISA チップの研究開発を行い、マルチチャンネルチップを試作し、血清中の酸化ストレスマーカーに適用した。

(2) 環境ストレス物質の超高感度センシング

抗ダイオキシン抗体を固定化した QCM センサにより、前処理を施したゴミ焼却灰試料中のダイオキシン計測を行った結果、ELISA 法の測定結果とほぼ一致し、公定法の GC/MS の結果とは約0.9の相関係数を得た。フェノール系環境ホルモンセンサの研究に着手した。また、フェノール系環境ホルモンの超高感度分離センシングを実現するためのオンライン濃縮や蛍光ラベル化を検討した結果、前者で約二桁、後者で約三桁の高感度化を達成した。後者の手法を元に、実環境水に適用した結果、分離分析装置でピーク検出をすることができた。

(3) 生体ストレス反応物質計測ラボチップ

昨年度メソッド開発したヒト唾液によるストレス迅

速アッセイ法を、石英チップ試作装置に完全移植できることを明らかとし、300名規模の被験者によるストレス評価に着手した。ストレス負荷時の出現未知ピークの特定を、オフライン2次元電気泳動法及びオンライン CE-MS 分析法を検討した。LIGA プロセスによる32チャンネルラボチップを試作し、DNA ラダー標準物質のメソッド開発評価した結果、良好な分離能を得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 化学センサ、QCM センサ、微小化学分析システム、マイクロ電気泳動チップ、CE-MS

【テーマ題目5】 日常生活場でのストレス評価技術の開発 (運営費交付金)

【研究代表者】 松岡 克典 (ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス・加齢工学研究チーム)

【研究担当者】 松岡 克典、渡邊 洋、梅村 浩之、吉野 公三、足立 公洋 (職員5名)

【研究内容】

健康や生活アクティビティの維持・向上を支援するため、本年度は日常生活の中での人間状態の計測・理解技術に関する研究を進めた。

住宅内での生活行動を長期に蓄積する技術を開発し、得られた生活行動情報から生活状態を理解して、生活異変を自動検知する技術を開発した。住宅内に簡単に設置できる赤外線センサと電力量センサを用いて長期(1ヶ月~1年間)に蓄積された生活行動情報から普段の生活状態を自動抽出する手法を開発した。また、毎日の生活状態を普段の生活状態からの違いとして評価する「普段度」尺度を開発し、普段度の低下から生活異変のあった時を自動検知する技術を開発した。これらの手法は、用いるセンサの種類、センサの設置場所、部屋の配置、家族構成員数などの情報を必要としない方法であり、ユーザーはセンサを自由に配置することができ、センサに関わる情報を入力することなく生活異変を自動検知できる特徴がある。

ストレスが心拍・血圧変動に与える影響を明らかにし、日常生活の中で心拍変動からストレス状態を評価する技術を開発することを目的に、20歳から69歳までの男女300名の運動負荷実験を行って、その際の心臓血管呼吸器系の生理応答を調べた。その結果、年齢に伴う心臓呼吸器系の運動負荷応答特性の違いを見出すことができた。また、その結果を用いて、心臓循環器系応答の基本特性を再現する心臓循環器系応答モデルを開発した。また、精神ストレスが心拍・血圧変動に与える影響を閉ループ解析から解析し、血圧変動と心拍変動のコヒーレンスが非対称であることを見出した。そして、心拍変動の低周波成分の平均パワー周波数の上昇から、精神ストレ

ス状態を評価できる可能性を明らかにした。

また、精神ストレス負荷実験から、心拍変動の長期相関成分が1/f 様ゆらぎから白色雑音様に変化することを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生活行動理解、生活異変検知、ストレス評価、生理計測、加齢効果、心拍ゆらぎ解析

【テーマ題目6】 医生物学基礎研究によるバイオストレスシグナルの解明とストレス疾患の新規診断・予防・治療法の開発（運営費交付金）

【研究代表者】 淀井 淳司（ヒューマンストレスシグナル研究センター石坂・淀井特別研究室）

【研究担当者】 石井 保之、広田 喜一、増谷 弘、西中由美子、近藤 則彦、山口 佳美、岡 新一、松尾 禎之、北野 博司（職員6名、他3名）

【研究内容】

1) GIF 結合分子（レセプター）の同定

GIF レセプターの遺伝子クローニングを昨年度から継続して実施した結果、Semaphorin 4A 全長であることが確認された。GIF レセプターと GIF の特異的結合能を確認した。生物学的機能を評価中。

2) チオレドキシン（TRX）標的分子（レセプター等）の単離・同定

チオレドキシンの細胞表面上レセプターが細胞表面上 lipid raft に存在する可能性を見出した。TRX-C35S 変異体の細胞内移行活性とアポトーシス誘導能を見出し特許出願した。

3) TBP-2/VDUP-1の研究

1. TBP-2の細胞増殖抑制作用を明らかにし、TBP-2に相互作用する核内機能調節に重要な分子を同定した。
2. TBP-2の遺伝子欠損マウスの作製に成功した。
3. vitamin D3や histone deacetylase 阻害剤による誘導に関与する TBP-2遺伝子領域を同定した。

4) チオレドキシン遺伝子制御機能の解析

1. TRX 遺伝子について

TRX 遺伝子の誘導剤のスクリーニングシステムを開発した。また、環境化学物質メチルコランズレンによるアポトーシスの機構に TRX と ASK-1による制御が重要であることを明らかにした。

2. TMX について

TMX の生理機能の解析のため、ノックアウトマウス作製の準備として、ゲノムクローニングを行い、ターゲットベクターを作製した。

5) HIF-1の研究

1. FIH が histone deacetylase (HDAC) と直接分子

会合をしていることを見出した。

2. HIF-1a の TAD-C（アミノ酸配列が30程度）を細胞内に過剰発現すると効率よく HIF-1依存的な遺伝子発現が抑制されることを見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 Glycosylation inhibiting factor (GIF)、Thioredoxin (TRX)、TBP-2/VDUP-1、HIF-1、redox、oxidative stress

⑪【強相関電子技術研究センター】

(Correlated Electron Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究センター長：十倉 好紀

副研究センター長：赤穂 博司

総括研究員：赤穂 博司

所在地：つくば中央第4

人員：15 (13) 名

経費：432,820千円 (419,825千円)

概要：

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

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

1. 巨大磁気抵抗、巨大磁気光学効果、光電応答型磁性物質（光金属・光磁石）創製など、従来の常識を越える、光・磁気・伝導結合型の新しい電子物性・電子機能の開拓。
2. 量子臨界相制御を中心とする、強相関電子系の新電子機能の探索、特に圧力および電界効果に基づく強相関物性制御。
3. 広い波長域で超高速（テラヘルツ）応答をしめす、強相関フォトニクス材料・巨大光学応答材料の開

拓・設計。

4. 人工格子強相関新物質の創製と接合・界面の新規物性・機能の開発。
5. 強相関電子系デバイスプロセス要素技術の開発と強相関電子デバイス構造プロトタイプの開発。
6. 強相関電子系の機能理論および量子位相の制御を中心とする強相関エレクトロニクス of の原理提案。

外部資金：

文部科学省科学研究費補助金「二次元有機半導体による圧力下中性イオン性転移」

文部科学省科学研究費補助金「有機強相関電子系の電界効果ドーピング」

独立行政法人科学技術振興機構「相関電子コヒーレンス制御」

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

発表：誌上発表44 (43) 件、口頭発表140 (68) 件、その他3件

強相関相制御チーム

(Correlated Electron Phase Control Team)

研究チーム長：橘 浩昭

(つくば中央第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目1

強相関物性チーム

(Correlated Electron Physics Team)

研究チーム長：高木 英典

(つくば中央第4)

概要：

量子臨界相の創成、電界効果トランジスタ(FET)ケミストリーを主なアプローチとして、エキゾチック超伝導・磁気伝導など強電子相関の生み出す新奇な物性、電子機能を開拓することを主な目的としている。(1)物性の宝庫である「量子臨界相」の創成と確認には高圧下での物性探索が重要となる。このための極限

物性評価測定系を整備し、世界でも有数の超高圧・極低温実験環境を生成する。センターの誇る結晶ラボで作製する結晶群を極限環境下に置き、量子臨界相に発現する新しい物性を探索する。(2)強相関電子系のバルク単結晶と薄膜、その表面加工によって、電界効果トランジスタ(FET)を構築し、電界誘起モット転移(絶縁体-金属転移)、超伝導、強磁性などの物性を探索する。モットFETをベースにした、強相関半導体のデバイス物理を構築する。

研究テーマ：テーマ題目2

強相関フォトンクスチーム

(Correlated Electron Photonics Team)

研究チーム長：岡本 博

(つくば中央第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目3

強相関超構造チーム

(Correlated Electron Superstructure Team)

研究チーム長：川崎 雅司

(つくば中央第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目4

強相関デバイスチーム

(Correlated Electron Device Team)

研究チーム長：赤穂 博司

(つくば中央第4)

概要：

酸化物を用いた強相関電子デバイスの作製プロセス

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

研究テーマ：テーマ題目 5

強相関理論チーム

(Correlated Electron Theory Team)

研究チーム長：永長 直人

(つくば中央第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 6

[テーマ題目 1] 強相関電子系相制御技術に関する研究

[研究代表者] 橋 浩昭（強相関電子技術研究センター 強相関相制御チーム）

[研究担当者] 十倉 好紀、長谷川達生、富岡 泰秀、熊井 玲児、堀内佐智雄、赤星 大介、阿部 恭、岩住ひろ美、大串 研也、高橋 幸裕（職員5名、他6名）

[研究内容]

(1) A サイト秩序型ペロブスカイト型マンガン酸化物、 $\text{Ln}_{1/2}\text{Ba}_{1/2}\text{MnO}_3$ (Ln=La-Dy) において、Ln を系統的に変化させたときに、強磁性（または層状反強磁性）金属状態と電荷・軌道整列絶縁体状態が、室温以上の高温で相競合すること（多重臨界状態）を明らかにした。また、A サイト固溶型ペロブスカイト型マンガン酸化物においても、系のランダムネスと電子バンド幅の両方を系統的に制御した電子相図を完成した。これらにより巨大磁気抵抗（CMR）発現機構における、多重臨界点近傍のランダムポテンシャルによる重要で新しい効果—臨界相ゆらぎの増強とその凍結状態（ナノスケール相分離）—を明らかにした。

(2) ドナー—アクセプター（DA）鎖間にも強いトランスファーを有する中性—イオン性相転移系において、軌道放射光を用いた高圧下での X 線回折実験により、DA 間の二量体対形成による強誘電的な構造変化が生じていることを明らかにした。

(3) 電界効果型トランジスタ（FET）構造を用いた縦電場効果の実験が、有機モット型絶縁体単結晶に有効な手段であることを見いだした。

(4) 軌道放射光を用いて、アンビルセルで15GPa までの部分構造の解明、およびクランプセルで0.7GPa での構造解析がいずれも室温から10K 程度までの低温で可能になった。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ペロブスカイト型マンガン酸化物、有機 π 電子系物質、軌道放射光

[テーマ題目 2] 強相関電子物性の開拓に関する研究

[研究代表者] 高木 英典（強相関電子技術研究センター 強相関物性チーム）

[研究担当者] 伊藤 利允、井上 公、竹下 直、寺倉千恵子、上野 和紀（職員3名、他3名）

[研究内容]

SrTiO_3 を舞台に電界効果トランジスタ（FET）構築の試みを継続し、明確な飽和特性、ON/OFF 比100の良好な特性を示すデバイス作製に成功した。 KTaO_3 トランジスタへと展開し、 SrTiO_3 よりさらに良好な特性を示すことを見出した。ON/OFF 比は 10^4 に及び、移動度は $0.4\text{cm}^2/\text{Vsec}$ に達する。また極低温で界面に金属的な状態を実現することに成功し、その機構を提唱した。マンガン酸化物、バナジウム酸化物などと同じ手法を適用し、強相関 FET 構築を進めた。量子相制御のプロジェクトではブリッジマン型の圧力セルで物性測定用の静水圧装置としては世界最高水準の10GPa の発生に成功した。これと希釈冷凍機を組み合わせることで、100mK、10GPa の極限環境が実現される予定である。昨年までに開発した圧力装置を用いて、強相関酸化物・有機物の臨界相の開拓が行われた。昨年発見した量子スピン液体の磁場誘起液体—固体相転移について、転移の詳細を明らかにし、転移の機構を議論した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 強相関遷移金属酸化物、量子臨界相、酸化物電界効果トランジスタ、超高压物性

[テーマ題目 3] 強相関フォトンクス技術に関する研究

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

[研究担当者] 沖本 洋一、小笠原 剛、富本 慎一（職員1名、他3名）

[研究内容]

- (1) 数種類の強磁性体（ペロブスカイト型遷移金属酸化物およびスピネル型遷移金属カルコゲナイド）において、光誘起スピンドYNAMIXを系統的に調べた。その結果、「光励起による磁化の減少に要する時間は、その磁性体の結晶磁気異方性の大きさにスケールされる」という知見が得られた。これは、強磁性秩序の高速制御のための極めて重要な物質設計指針を与えるものと考えられる。
- (2) コバルト酸化物において、光キャリアドーピングによる電子状態変化の励起強度依存性と温度依存性を測定した。室温において観測されるドーピング量に強く依存した中赤外域の超高速のスペクトル変化は、強相関電子系のモット転移が光照射によって生じたことによるものであることが明らかとなった。
- (3) バナジウム酸化物において、光励起による軌道整列の融解-回復のダイナミクスの励起光強度依存性および温度依存性を調べた。軌道整列の融解は、200フェムト秒以内で生じ、低温では一光子あたり約60バナジウムサイトに及ぶ高効率で生じることがわかった。一方、系の熱平衡化による軌道整列の回復も、数ピコ秒以内に生じる。以上の結果から、軌道整列の光による超高速制御が可能であることが示された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 光スピン制御、超高速スイッチング、モット転移、強磁性体

【テーマ題目4】 超格子薄膜・接合作製技術に関する研究

【研究代表者】 川崎 雅司（強相関電子技術研究センター強相関超構造チーム）

【研究担当者】 澤 彰仁、山田 浩之、松野 丈夫、藤井 健志、小高 秀文（職員1名、他5名）

【研究内容】

- (1) Mn ペロブスカイト薄膜上に各種絶縁体超薄膜を積層した単一ヘテロ接合界面に非線形磁気光学効果（MSHG）を応用し、界面磁性（厚さ約1nm）を選択的・直接的に観測することに成功した。スピントネル接合の構成要素であるヘテロ界面で磁性を抑圧する界面電荷移動を相殺するように界面設計を行い、実際に界面磁性の劇的な増強を確認した。本手法の確立は独自性の高い強相関界面研究を可能にする貴重なブレークスルーであると言える。
- (2) エピタキシャル安定化により、自然には存在しない化合物を含む Sr_2MO_4 (M=V, Cr, Mn, Co) の単結晶薄膜合成に成功し、M の変化による電子状態の変遷を光学的評価から明らかにするとともに Co 系で $T_c=250K$ の2次元強磁性金属新物質を発見した。
- (3) エピタキシャル歪を制御した一連の $SrRuO_3$ 薄膜について磁気光学効果やホール効果の測定を行い、理論

チームによるベリ-位相の理論予測（運動量空間における磁気単極子の存在）を実証した。フォトリソチームに提供した高品質2次元銅酸化物薄膜の系統的な非線形光学効果実験により、巨大な感受率の実現には低次元性が重要であると結論できた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

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

【テーマ題目5】 強相関デバイスプロセス技術に関する研究

【研究代表者】 赤穂 博司（強相関電子技術研究センター強相関デバイスチーム）

【研究担当者】 山田 寿一、佐藤 弘、石井 裕司、藤本 英司、小田川明弘（職員3名、他3名）

【研究内容】

- (1) デバイスプロセス技術：標準プロセス技術では、新規バックングプレート導入による高品質遷移金属酸化物薄膜の開発、感光性ポリイミドによる新規層間絶縁膜作製技術の開発、およびランプエッジ形成のためのエッチング条件の最適化を行った。また、これらの技術を用いてランプエッジ型 La-Sr-Mn-O スピントネル接合作製プロセスの開発を進めた。アドバンストプロセス技術では、500nm 以下の酸化物系微小パターン作製技術、および100×100のアレイ構造を持つ線幅100nm の超構造体作製技術の開発を行った。
- (2) 強相関トンネルデバイス：非線形磁気光学効果による界面磁性評価をもとに、 $LaAlO_3$ バリアをもつ La-Sr-Mn-O スピントネル接合において磁気抵抗比の飛躍的向上（10KにおいてMR比150%）に成功した。
- (3) 強相関電界効果デバイス：電極/Pr-Ca-Mn-O/電極の多層膜構成において、電界パルス印加により、室温下で数 $10^3\%$ 以上の抵抗変化スイッチング現象の実現に成功した。
- (4) 強相関スピン注入デバイス：ペンタセンをチャンネル層とし、チャンネル長70nm のスピン注入型有機デバイスの試作を行うとともに、素子のスピン注入機能の基本特性を評価した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 強相関デバイスプロセス、スピントネルデバイス、抵抗変化スイッチング素子

【テーマ題目6】 量子位相制御理論に関する研究

【研究代表者】 永長 直人（強相関電子技術研究センター強相関理論チーム）

【研究担当者】 MISHENKO Andrey、小野田 勝、妹尾 仁嗣（職員0名、他4名）

【研究内容】

- (1) 磁性と電気伝導の結合を用いた新規な機能を理論的に開拓した。具体的には(a)運動量空間における磁気単極子を SrRuO₃の大規模第一原理計算により実証し、異常ホール効果の異常な振る舞いをほぼ完全に再現した。(b)2次元の強磁性金属における量子化異常ホール効果を理論的に見出した。(c)GaAs などの半導体における電場によるスピнкаレント生成を理論的に予言した。
- (2) バナジウム酸化物の t_{2g} 電子における軌道自由度の1次元的なダイナミクスを明らかにするとともに、相図及び物性を統一的に説明した。
- (3) マンガン酸化物における電荷秩序 (CO) と CMR に関して(a)層間にフラストレーションが発生する層状ペロブスカイト系における2次元秩序、特異な臨界現象を予言した。(b)多重臨界現象のスケーリング則を予言し、実験との一致を得ることで CO と強磁性の揺らぎが臨界的に増大していることを立証した。(c)多重臨界現象における乱れの効果をモンテカルロ法で調べ、それが巨大磁気抵抗を強めることを見出した。
- 【分野名】 ナノテク・材料・製造
 【キーワード】 ベリー位相工学、異常ホール効果、多重臨界巨大応答

⑫【次世代半導体研究センター】

(Advanced Semiconductor Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：廣瀬 全孝
 副研究センター長：河村誠一郎、金山 敏彦、
 竹原 淳一、長谷川英一
 総括研究員：金山 敏彦

所在地：つくば西7、西5D、西5E、中央第4、中央第2
 人員：33 (27) 名
 経費：2,649,806千円 (930,228千円)

概要：

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

当センターは、半導体 MIRAI プロジェクト遂行の

ために、技術研究組合 超先端電子技術開発機構 (ASET) を通じて参加する民間企業25社からの研究者・技術者および17の大学研究室からの参加メンバーと、共同研究体を組織している。研究者は出身母体に関わりなく、研究テーマに対応する次の5つのグループに所属し、各グループリーダーの下で研究を行う。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代半導体デバイスプロセス等基盤技術プログラム
 「次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発 次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代半導体デバイスプロセス等基盤技術プログラム
 「極端紫外線 (EUV) 露光システムの基盤技術開発」

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

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

経済産業省 産業技術研究開発委託費「印刷画像向きデータ圧縮方式の標準化」

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

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

発表：誌上発表55 (48) 件、口頭発表160 (63) 件、その他8件

高誘電率材料ゲートスタック技術グループ

(Gate Stack Technology with High-k Materials Group)

研究グループ長：鳥海 明

(つくば西7、西5E、中央第4、中央第2)

概要：

半導体集積回路の微細化と高集積化を今後も続けるためには、集積回路の中で電流を制御する役割を果たしているトランジスタのゲート絶縁膜を、1nm 以下にまで薄くする必要があり、量子力学的なトンネル効果によるリーク電流が顕在化する。この問題を解決するには、誘電率の高い新しい材料、高誘電率 (High-k) 材料を採用する必要がある。High-k 材料を使う

と、厚い膜を使っても電気的には膜を薄くしたことに等価になり、漏れ電流の抑制が可能になる。High-k 材料としては、ハフニウムやアルミニウムの酸化物などが有力な候補材料だが、使える厚さは高々5nm 程度に限られる。そのため、このような新材料を使いこなすには、シリコンとの界面を乱すことなく、欠陥のない薄膜を形成する技術が必要となる。当グループでは、45nm 技術世代のトランジスタに必要な高誘電率ゲート絶縁膜や金属ゲート電極などのゲートスタック新材料とその形成プロセス、材料内部や界面の原子構造・欠陥の新計測法を開発している。また、新ゲートスタック材料で作製したトランジスタの特性評価とモデリングや信頼性に関する研究などを総合的かつ同時進行的に進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

低誘電率材料配線モジュール技術グループ

(Interconnect Module Technology with Low-k Materials Group)

研究グループ長：吉川 公麿

(つくば西7、西5D、西5E、中央第2)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目2

新構造トランジスタ及び計測解析技術グループ

(New Transistor Structures and Measurement/Analysis Technology Group)

研究グループ長：高木 信一

(つくば西7、中央第4、中央第2)

概要：

当グループの目的は、45nm 技術世代以降の極微細

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

研究テーマ：テーマ題目3

リソグラフィ・マスク関連計測技術グループ

(Lithography and Mask Related Metrology and Inspection Group)

研究グループ長：寺澤 恒男

(つくば西7、中央第2)

概要：

半導体集積回路の微細な構造は、回路パターンを光学的に縮小して焼き付ける、リソグラフィーという方法で作られるが、微細化に伴って、パターンの寸法や形状を計測する技術にも、驚異的な精度が要求されることになる。当グループでは、0.5nm の精度でパターンの寸法を計測するために、原子間力顕微鏡 AFM (Atomic Force Microscope) を測長に使う技術を開発している。また、パターンが微細になると、リソグラフィーのプロセスは、それだけ小さな欠陥やごみの微粒子の影響を受けることになり、これらを検出する技術も新たな開発が必要になる。波長13.5nm の極端紫外線 (EUV) を使うリソグラフィー用マスクの欠陥検査を、高速・高精度で行う技術の開発、および、収束した極端紫外線を用いて直径50nm 程度の微粒子でも組成分析ができる技術の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目4

回路システム技術グループ

(New Circuits and System Technology Group)

研究グループ長：樋口 哲也

(つくば中央第2)

概要：

半導体集積回路を微細化し高集積化すると、どうし

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

研究テーマ：テーマ題目5

【テーマ題目1】高誘電率材料ゲートスタック技術の研究開発

【研究代表者】 廣瀬 全孝(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】 鳥海 明、森田 行則、宮田 典幸、安田 哲二、右田 真司、太田 裕之、水林 亘、玄 一、他
 (職員6名、他26名)

【研究内容】

65nm から32nm 以細の技術世代を見据えた LSI 技術開発の要として、高誘電率 (high-k) ゲート絶縁膜、メタルゲート電極材料について、新規性の高い要素プロセス技術および概念実証機を開発することが目的である。またデバイス作製・特性解析を通じて、high-k MOSFET の移動度劣化メカニズムを解明するとともに、ゲートスタックとしての性能を実証し、信頼性を明らかにする。今年度は、酸化膜等価換算膜厚 (EOT) 1.0nm の high-k 膜とメタルゲートを採用した MOSFET で、リーク電流 $9 \times 10^{-2} \text{A/cm}^2$ 以下を達成することを目標とした。

High-k ゲート絶縁膜材料として HfAlO_x (ハフニウムアルミネート) を選択し、成膜技術として膜厚方向の原子スケール組成制御に適した LL-D&A (Layer-by-Layer Deposition & Annealing) 法を新規に開発した。本方法により、膜中の不純物炭素濃度を従来の ALD (Atomic Layer Deposition) 法に比べて50%以上低減できた。また、本方法の新概念を取り込んだ概念実証 (POC) 機を開発を進めた。LL-D&A 法による high-k

膜を使った MOSFET を試作し、酸化膜換算膜厚 EOT=0.95nm で TaN メタルゲートにより、100°Cでのゲート漏れ電流 $6.7 \times 10^{-3} \text{A/cm}^2$ を達成した。多結晶 Si ゲートトランジスタにおいて EOT=1.3nm で電子移動度 $\mu_n=240 \text{cm}^2/\text{Vs}$ を達成した。TaN メタルゲートにおいて、EOT=1.0nm で電子移動度 $\mu_n=190 \text{cm}^2/\text{Vs}$ を達成した。これは世界トップの値である。

High-k 膜に起因する MOS トランジスタの移動度劣化の原因を解明する解析モデルを提案し、high-k FET の移動度は high-k 膜起因のリモート・クーロン散乱および非クーロン散乱により決まることを示した。今回開発した移動度モデルにより high-k 膜の高品質化と移動度向上への指針を得る枠組みが出来た。

以上のように、目標としていた、high-k 膜のゲートリーク電流は十分にクリアした。また、新しく提案した成膜法 (LL-D & A: Layer-by-Layer Deposition & Annealing 法) の概念実証機 (POC 機) の開発も、これまでの実験機によりアイディアの妥当性が立証された。

【分野名】 情報通信

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

【テーマ題目2】低誘電率材料配線モジュール技術の研究開発

【研究代表者】 廣瀬 全孝(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】 吉川 公麿、清野 豊、秦 信宏、吉野 雄信、他 (職員2名、他37名)

【研究内容】

65-45nm 技術世代以降に対応する低誘電率 (Low-k) 層間絶縁膜材料と、これを用いた高性能銅配線モジュールの基盤技術を開発することを目的とする。Low-k 材料を出発原料の分子構造まで立ち戻って設計し、新成膜プロセスを開発する。また、Low-k 膜の構造・化学結合状態を分子・ナノレベルで計測する技術の開発により、材料開発を加速する。比誘電率2.0-1.5の極限低誘電率材料を用いた配線モジュール技術の要となる、プロセス耐性と機械的強度を備えた Low-k 材料と、これを用いた多層配線形成のための要素プロセス基盤技術を開発する。

これまでに開発してきた周期構造の多孔質シリカに加えて、円筒状のナノポアを非周期的に含む新しい構造の多孔質シリカ材料を開発した。この材料は、特性が等方的であるだけでなく、低誘電率性、機械強度が共に優れる。実際、比誘電率 $k=2.0$ 、ヤング率8GPa (世界最高) を実現し、単膜での耐圧5MV/cm、リーク電流 $10^{-9} \text{A/cm}^2 @ 1 \text{MV/cm}$ を実証して、この新材料の実用化に向けて大きく前進した。多孔質シリカ材料の空孔鑄型となる界面活性剤の分子構造や壁材料の強化プロセス技術の開発により、空孔率と材料強度の独立な制御を可能にした。この技術と理論シミュレーションに基づいて、

複数の技術世代に適用可能（スケラブル）な低誘電率絶縁材料開発の指導原理を確立した。また、複数の有機原料分子をプラズマ共重合させる技術を用いて Low-k 膜を成膜し、反応前駆体の選択により機械強度（ヤング率）を向上できることを実証した。さらに、世界で初めて 300mm ウェーハ上でプラズマ共重合 Low-k/Cu 配線構造を形成し、特性評価を行った。

ポーラス Low-k 材料の空孔構造を、X 線散乱法・X 線回折法や分光エリプソメトリ、窒素ガス吸着法、透過電子顕微鏡観察を総合して解析する技術を開発した。中でも、吸着エリプソメトリにより、非破壊高感度で空孔構造を評価する方法の開発に成功し、ポーラス Low-k 材料開発の強力な支援ツールとして活用できるようになった。

ポーラス Low-k 膜を用いた配線モジュールのためのプロセス要素技術の開発を行い、ドライエッチング用のハードマスク形成技術などの課題を解決した。特に、プロセスの成否が材料の機械強度に依存する CMP（化学機械研磨）プロセスについて、摩擦力をその場計測する方法を開発し、研磨レートの解析に成功した。また、研磨レートが従来はプレストンの式に従い荷重で決まると考えられていたが、摩擦力に比例することをはじめて明らかにした。

以上のように、Low-k 材料開発は本年度に大きく進捗し、多孔質材料の空孔率と材料強度の独立な制御が可能になり、これに基づいて複数の技術世代に適用可能（スケラブル）な低誘電率絶縁材料の開発を行う基盤ができた。ドライエッチや CMP 技術などのクリティカルプロセス技術、および、関連する計測解析技術の体系的な開発も進んでおり、この分野では他に例を見ない科学的で体系的な研究開発が進められており、世界的にみて最も強力な研究者集団となっている。

【分野名】情報通信

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

【テーマ題目3】新構造トランジスタ及び計測解析技術に関する研究

【研究代表者】廣瀬 全孝(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】高木 信一、金山 敏彦、多田 哲也、西澤 正泰、前田 辰郎、井藤 浩志、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、奥井登志子、他（職員5名、他19名）

【研究内容】

45nm 以細の技術世代においてトランジスタのスケラリングによる素子性能の向上及び集積システムとしての高機能化は様々な限界に直面する。これを打破できる新しいデバイス構造や、加工プロセスの為の物質操作・プロセスモニタリングなど、新プロセス技術を開発するこ

とを目的とする。特に、ひずみ SOI 基板の作製技術と、これを用いた高移動度 CMOS 技術を開発する。また、深さ10nm レベルの極浅接合形成技術、走査プローブ技術を用いた10nm の空間分解能をもつ不純物濃度測定技術、空間分解能100nm レベルの応力プロファイル測定技術を開発する。

ひずみ SOI 素子実現の上で最も重要な高品質緩和 SGOI (SiGe on Insulator) 基板の作製方法として、SiGe 層を高温で熱酸化すると Si のみが選択的に酸化されて Ge が濃縮される酸化濃縮法を開発し、6インチウェーハ全面に均一な SGOI 層が実現できることを実証した。現在、8インチ SGOI ウェーハの開発を進めている。また、酸化濃縮法で、極薄 SiGe 層や純 Ge 層の作製に成功した。

ひずみ SOI nMOS、pMOS を試作し、ひずみのない場合の移動度と比較して、Ge 濃度25%において、電子移動度1.85倍、正孔移動度1.53倍の増大を得た。さらに、(110) 面上のひずみ SOI 素子動作に初めて成功し、ひずみのない場合と比較して、Ge 濃度17%において1.3倍の電子移動度、Ge 濃度25%において、1.8倍の正孔移動度増大を得た。また、ひずみを加えた高 Ge 濃度 SGOI を用いてトランジスタを試作し、10倍以上の大幅な正孔移動度増大を実現した。

超薄膜ひずみ SOI トランジスタの動作特性とその温度依存性を解析し、a) ひずみ Si 層厚 T_{Si} には、量子閉じこめ効果や MOS 界面散乱などでキャリア移動度の低下を起こさせないための下限値 (4nm) が存在する、b) T_{Si} は、短チャネル効果抑制に必要な値以下で、かつ応力緩和が生じる臨界値よりも小さいことが必要、c) さらに、正孔移動度 μ_h を増加させるために、一定値 (40%) 以上の Ge 濃度が必要など、CMOS 用ひずみ SOI 構造の設計指針を確立した。

極限的な浅接合形成のために Si 表面に固定電荷として作用する不純物含有 Si クラスタ層を形成する方法を試み、クラスタから Si 基板への電荷移動によりホール生成と反転層形成を実証した。この電荷移動型極浅接合形成の有用性をシミュレーションにより検討し、通常構造のソース・ドレインを有する MOS トランジスタよりも短チャネル効果に優れていることを明らかにした。

微細デバイス構造における Si の応力分布を高い空間分解能で計測するために、禁制偏光配置を採ることでバックグラウンド信号を抑制しながら、金属プローブ先端からの散乱光で局所的にラマン信号を励起する方式の走査型プローブラマン分光法を開発し、100nm レベルの空間分解能を達成した。また、Si 基板の表面に、 C_{60} などのマーカ分子を付着させ、その分子準位を、走査型トンネル顕微鏡を用いた共鳴トンネル分光で検出することにより、Si 基板表面の局所的なポテンシャル分布の計測に成功した。

上記のように、ひずみ SOI の基板製造技術は、酸化

濃縮法という独自のプロセスを開発して既に高い完成度に到達している。素子技術についても極薄 SOI や(110)面方位の活用、Ge 濃度の高いひずみ SiGe チャンネル pMOS FET の高移動度実証など、新構造トランジスタ開発にめざましい進展が見られ、この分野では、世界の最先端に位置する競争力のある成果を得ている。また、極浅接合形成技術、および高空間分解能の不純物分布や応力分布の計測技術についても、独創的な新原理手法の実証を達成した。

【分野名】情報通信

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

【テーマ題目4】リソグラフィ・マスク関連計測技術の研究開発

【研究代表者】廣瀬 全孝(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】寺澤 恒男、廣島 洋、権太 聡、
富江 敏尚、屋代 英彦、黒澤 富蔵、
錦織健太郎、金 相勲、他
(職員5名、他19名)

【研究内容】

65-45nm 技術世代のリソグラフィに対応可能な計測技術、特にシステム化を前提とした計測基幹技術の開発を目的とする。今年度は特に、60nm サイズのマスク欠陥検出の達成、AFM による0.8nm の CD (Critical Dimension) 計測精度の実現、極紫外光電子計測による100nm の微粒子分析同定、を目標とする。

65nm ノード対応マスク検査装置実現のため DUV (深紫外、Deep Ultraviolet) 光源を開発し、波長199nm の連続出力として世界最高レベルの100mW 以上を実現した。同時に DUV 対応の裏面照射型 TDI (Time Delay and Integration) センサーを開発し、量子効率60%、動作速度400M 画素/秒の高性能を得た。この光源とセンサーをマスク欠陥検査装置として実用化するために、企業との共同実験を推進中である。

EUV 光を用いる多層膜マスクブランクス検査技術については、シミュレーションにより位相欠陥と検出信号との相関を明確化し、暗視野結像光学系と2次元アレイセンサから構成される検査実験光学系を完成した。検査速度は米国 LBNL (ローレンスバークレー国立研究所) の実験値より1桁以上の優位を実現しており、検出信号とバックグラウンドレベルの比も、LBNL より大きな値が得られた。

寸法計測装置技術については、大口径ウェーハ上のパターン寸法計測用の原子間力顕微鏡 (CD-AFM) システムを開発中である。要素技術として、試料粗動ステージのドリフト0.5nm/min、AFM プローブスキヤナ精度0.2nm、レーザ干渉計モジュール精度0.05nm (世界最高精度) の性能を得て、要素ごとに目標精度を達成した。

以上により、8インチウェーハ対応プロトタイプ機において寸法計測装置としての総合精度0.8nm 達成の目途を得、データ取得中である。

寸法計測用の基準パターンを作製するために、ステップアンドリピート方式の光インプリント装置を開発し、4インチウェーハ上の全面に自動インプリントでパターンが正常に転写されることを確認した。全チップで100~300nm のラインアンドスペースパターンが再現性よく形成された。また、Si モールドをマスターモールドとしてスピンオンガラス (SOG) に転写し、それを低ラフネスモールドとして光ナノインプリントを行うプロセスを試みた。その結果、0.7nm 程度のラインエッジラフネスを有する100nm ラインアンドスペースパターンの作製に成功し、低ラフネス基準パターン作製の目途が得られた。

収束した極紫外光を励起源に用いて、光電子スペクトルを計測する技術の開発を進めている。磁気ボトルにより高い電子捕集効率を有する飛行時間測定システムにおいて、光電子発生位置を数十ミクロンの精度で制御してマイクロビームを集光することで、再現性良く大きな光電子信号を得た。一方、大口径試料観察を目的とする場合には、磁気ボトル方式の採用が困難であるため、これに代わる短飛行管群システムを提案し、設計を完了し実験機を製作中である。

EUV (極端紫外線) リソグラフィとその関連計測用の EUV 光源として、デブリフリーである貫通穴ターゲットプラズマの発光の角度分布測定を行なった。結果、実質的に放射角45度までは EUV 光を取り出せることが分かった。また、ターゲットの高繰返し連続供給を目的とした液滴ターゲットの実験では、液滴 (1kHz) に追従して10Hz で YAG レーザを照射できる装置を試作し、EUV 光の発生を実証した。

マスク検査用に開発した、波長199nm の連続レーザ光発生において、出力100mW は世界最高レベルであり、マスク検査装置としての実用化評価に着手した。CD 計測用として開発したレーザ干渉計モジュールの測長精度0.05nm は、従来技術より約1桁以上高い精度である。また、EUV 光を用いる光電子分光 (EUPS) 技術については、方式自体が全く新しいとともに、電子捕集効率の確保と大口径試料 (300ミリ) 観察の両立を可能とする方式を提案し、実用化に大きく前進した。

【分野名】情報通信

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

【テーマ題目5】回路システム技術に関する研究

【研究代表者】廣瀬 全孝(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】樋口 哲也、高橋 栄一、河西 勇二、

関田 巖、岩田 昌也、坂無 英徳、
村川 正宏、梶谷 勇、他
(職員8名、他10名)

【研究内容】

LSIの微細化・高集積化に伴い、素子特性や配線構造の変動に由来する性能ばらつきが、顕在化する。また、マイクロプロセッサの動作速度の高速化により、クロックタイミングのずれが、重大な問題となる。これらの技術的困難を、LSI製造後に適応的に吸収し、高歩留、高速、低消費電力を実現する回路構成技術と調整アルゴリズムの開発を目的とする。デジタル回路において、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて、30ps単位での時間調整が可能な適応型遅延回路構成技術を開発し、進化した計算アルゴリズムの設計と実証を行う。

その一環として、高速デジタル回路のクロックスキューの適応調整技術を開発した。従来の10分の1の面積のクロック遅延回路で30ps刻み調整を実現した。この小型化により、実証用LSIでの調整素子挿入のオーバーヘッドは5%未満に抑えることが可能になった。

遺伝的アルゴリズム(GA)によるクロックタイミング調整により、1GHzクロックで設計された中規模LSIの25%高速化、55%低消費電力化、20%設計工数削減を実証した。例えば、製造後調整前においては、1.25GHzで電圧を1.2Vから0.8Vに下げると、動作歩留まりは100%から0%に落ちてしまうが、調整後は、100%の歩留まりを保つ。しかも、クロックを1.0GHzから25%あげて1.25GHzにしても、100%の歩留まりを達成できることが実証された。

高速データ転送のためのGA適応調整技術を開発し、IEEE1394、USBで伝送速度4倍(1.6GHz)、伝送距離3倍を実現した。本技術をもとに、産総研ベンチャーを介した10ギガビットメタルイーサネットトランシーバ開発の為の技術移転を行った。

半導体用のTCAD(Technology CAD)パラメータフィッティングのGAによる高効率化を行い、イオン注入プロファイルに適用して有効性を実証した。この技術は、共同研究先の(株)Seleteで実用化された。

高精細印刷用の画像データを遺伝的アルゴリズムを用いて圧縮する方式を開発してきたが、その成果に基づいた国際規格原案が、7月にフランスで開催された国際標準化委員会ISO/IECJTC1/SC29/WG1で、2値画像符号化に関する国際標準であるISO/IEC14492(JBIG2方式)の追補として採用された。これにより、当研究グループの研究成果をそのまま国際規格にすることができた。

上記のように、高速デジタル回路の適応クロック調整技術においては、電源電圧を低減できることを世界で初めて実証し、この方法は今後LSIの微細化が進むほど効果が出ると予想される。高速データ転送への適用において、伝送速度、伝送距離ともに従来技術の数倍の性能を実現した。

【分野名】情報通信

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

⑬【サイバーアシスト研究センター】

(Cyber Assist Research Center)

(存続期間：2001.4.1～2004.7.14)

研究センター長：中島 秀之

副研究センター長：橋田 浩一

総括研究員：橋田 浩一(兼務)

所在地：臨海副都心センター

人員：12(11)名

経費：280,700千円(195,473千円)

概要：

サイバーアシスト研究センターは、〈人間中心の情報社会〉の実現に向けて、将来ビジョンを構想し、基礎研究から要素技術の開発・統合、公共インフラや商用化の構想・基本設計、共同研究や技術移転のコーディネート、PRや啓蒙活動まで、幅広い活動に取り組んでいる。

モバイル機器、携帯電話などの情報通信機器や、ブロードバンド、無線LANなどのネットワークサービスが急速に普及するなかで、〈どこでも〉〈いつでも〉ネットワークに繋がり、多種多量の情報をやり取りできる環境が広がっている。

こうした環境は、最近では〈ユビキタス情報環境〉とも呼ばれている。しかし、真の〈ユビキタス情報社会〉を実現するには、〈いま〉〈ここで〉〈わたしが〉必要とするサービスが得られる環境が必要である。つまり、個々のユーザが抱くさまざまな情報への欲求が、ごく自然に満たされる、柔軟な環境が求められている。現在の〈情報社会〉には、そのような環境を現実のものにするためのビジョンがまだまだ不足している状況である。

〈情報社会〉を支える技術やアイデアは、いまや地域や国を超えて、グローバルな競争と協調のなかで進化を続けている。日本の最先端技術もまた、その重要な一面を占め、数多くの貢献をしている。サイバーアシスト研究センターは、世界最高水準の技術資源・人的資源の蓄積をベースに、外部の研究機関・企業などの技術やアイデアを広く結集し、日本から世界へ向け、21世紀の〈情報社会〉のビジョンを発信し、国際的なリーダーとしての役割を果たしている。

研究ビジョンの3つの柱

1) 実世界+デジタル世界=〈サイバー空間〉の創出

これまでの情報空間は、コンピュータを通してアクセスできるデジタルな世界に限定されていた。しかし将来は、デジタルな世界と実世界とを緊密に結び合わせる情報技術が、本質的に重要である。次世代への進化は、実世界を生きるあらゆる人々の、あらゆる生活の場面へと情報空間を拡張した〈サイバー空間〉の創出が鍵を握ることになる。〈サイバーアシスト〉という私たちのセンターの名称はこのような基本理念を象徴している。

2) 機械と人間が〈意味〉と〈状況〉を共有する世界へ

サイバー空間とは、知的なセンサ網と制御システムによって、実世界とデジタル世界が統合された空間である。その実現には、「機械と人間とが、〈意味〉や〈状況〉を共有するための技術」が必要である。具体的には、(1) 位置にもとづく通信、(2) 知的コンテンツ、の2つの大きな研究テーマを柱としている。両テーマは深く関連し合いながら、〈無電源携帯デバイス〉〈空間光通信システム〉〈意味に基づく検索〉、〈対話する情報家電〉、〈マルチエージェントサービスアーキテクチャ〉など、既存の枠組みにこだわらない、テーマ横断型・異分野融合型プロジェクトを構成している。

3) “他のどこにもない” 独自性と先駆性を追求する

情報空間における〈意味〉や〈状況〉の研究は、従来、一方ではコンピュータ科学の分野で、他方では機械制御やロボット研究の分野で、それぞれに取り組みられてきた。両分野の間では、技術レベルでの相互交流や融合化研究は盛んに行われてきたものの、次世代情報社会のビジョンにもとづく戦略的な取り組みは、これまで例がなかった。世界で唯一、統合的なプロジェクトを推進している研究機関が、サイバーアシスト研究センターである。デバイス設計や情報インフラの規格設計から、共同研究コンソーシアムの組織化まで、独自性と先駆性の高い研究開発を追求し、着実な成果を挙げている。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「人間中心の知的情報アクセス技術」

財団法人テレコム先端技術研究支援センター SCAT 研究費助成「認知科学オントロジーの協調的構築に関する研究」

総務省「建物内の位置履歴からのユーザモデリングに関する研究」

発表：誌上発表25 (16) 件、口頭発表25 (1) 件、その他7件

デバイス研究チーム

(Device Team)

研究チーム長：伊藤日出男

(臨海副都心センター)

概要：

位置に基づく情報サービスのための近距離測位通信システム (マイボタンシステム) を実現することを目的として、低消費電力携帯情報通信端末とその基地局である室内レーザレダ測位通信装置の研究開発を遂行中である。測位と通信にはセキュリティとプライバシーの観点から、空間伝搬赤外光を用い、特に端末から基地局への通信は、端末に装備された再帰反射率変調通信モジュールによる光反射率変調通信により実現する。反射率変調通信の要素技術として、今年度はこれら個々の通信要素の特性改善を実施した。反射率変調素子としては、ポリマネットワーク液晶素子の光電気特性を明らかにし、動作電圧3V 以下、通信速度50bps 以上での無エラー通信を実現した。ビーム光を偏向する素子の微小化と低消費電力化を図るため、ガルバノメーターミラーによる偏向に換えて MEMS 技術による一次元偏向鏡を開発した。耳掛け型・カード型・ID 発信機能型等の低消費電力携帯情報端末 CoBIT (Compact Battery-less Information Terminal) を開発し、位置に基づく情報支援システムのプロトタイプを構築した。

研究テーマ：テーマ題目 1

ソフトウェア研究チーム

(Software Team)

研究チーム長：森 彰

(臨海副都心センター)

概要：

サイバーアシスト社会を実現するために必要なユビキタスコンピューティング環境を構成するためのソフトウェア基盤を開発することを目的とする。具体的には1) 組み込みコンピュータやセンサなどが、人手を介さず自動的にネットワークを構成し、その上でアプリケーションが必要な通信相手を探しながら自律的に協調動作するようなミドルウェアや、2) ユーザが日常生活での動作や語彙を用いて「自然な体感」をもって情報支援を受けられるための実世界ユーザインタフェース機能、などを主に開発する。開発にあたっては、相互接続性を重視したオープンプラットフォームの実現にこころがけ、ハードウェア開発メーカーとの協力を密に取りながら実社会での広範に受け入れられる技術を目指す

研究テーマ：テーマ題目 2

コンテンツ研究チーム

(Content Team)

研究チーム長：橋田 浩一

(臨海副都心センター)

概 要：

意味構造に基づく情報検索のインタフェースを改良し、速度を向上させ、検索に辞書を利用する技術を開発する。利用者の特性と状況に応じた情報支援技術の実現性を検討する。文書の意味構造化作業の効率を高める技術を開発する。インテリジェントコンテンツに関する国際標準化および普及のための活動を進める。

検索のインタフェース改良により、インタラクションの意味を明確化し、検索の効率を高めた。速度の向上と辞書の利用も今年度中に達成の見込み。情報支援利用者の特性を推定する方法を考案した。状況依存情報支援についてはデモシステムを作成した。文書の意味構造化作業を効率化する方法を考案した。インテリジェントコンテンツの国際標準化を進め、普及のための国内での組織作りを行なっている。インタラクティブなプレゼンテーションのための多文書要約技術を開発中。

研究テーマ：テーマ題目 3

マルチエージェント研究チーム

(Multiagent Team)

研究チーム長：車谷 浩一

(臨海副都心センター)

概 要：

ユビキタス情報環境によって実現される情報ネットワークへのアクセスとセンサー群による物理情報を利用して、様々な情報サービスを実現するためのエージェント群の枠組み（アーキテクチャ）を設計・実装する。具体的には、1) ユーザの状況に応じたサービス連携のためのアーキテクチャ、2) 群ユーザ支援、すなわち集団としての人間群への情報支援技術、3) 災害時における情報支援インフラのシミュレーションと実装について研究開発を行う。

- 1) ユーザ・時空間推論・サービスエージェントからなる CONSORTS アーキテクチャにおいて、①ユーザ・機器・情報サービスを連携させて柔軟にユーザとのインタラクションを実現するシステム、②複数の情報サービスを連携させてユーザの曖昧な要求に応えられるナビゲーションシステムを設計・プロトタイプ実装した。
- 2) 群ユーザ支援の例題として、人流・交通流における情報提示の方法の差異による効果、デマンドパスにおける運行ルート生成の有効性をシミュレーションで検証した。災害救助における救助隊の派遣計画において、個別に学習したニューラルネットワークの出力をオークションのプロトコルで組合せるという機械学習の手法を開発し、またアドホックネット

による情報配信の有効性をシミュレータ上で確認した。

研究テーマ：テーマ題目 4

インタフェース研究チーム

(Interface Team)

研究チーム長：西村 拓一

(臨海副都心センター)

概 要：

位置に基づく情報支援を実現するために、パターン認識技術と光技術を用いた小型携帯情報端末の第一バージョン（無電源小型携帯情報端末：CoBIT）の研究開発を行う「CoBIT プロジェクト」を立ち上げ推進した。

本プロジェクトは、デバイス研究チームの中村嘉志研究員をはじめとして通総研（障害者支援）、多摩美大、会津大の研究者らとともに推進した。完全無電源でユーザとのインタラクションを可能とする携帯端末は本システムが唯一のものである。開発がほぼ完了した CoBIT の基本システムの事業化について、産総研イノベーションズおよびベンチャー支援センターの支援を受けベンチャー企業（サイバーアシスト・ワン）を設立した。

また、CoBIT およびより高機能な低消費電力携帯情報端末を用いた双方向のインタラクションによる知的情報支援システムの構築を目指し、「イベント空間情報支援プロジェクト」を立ち上げ、コンテンツチームおよび国立情報学研究所や他の企業と連携しつつ研究開発を進めた。

研究テーマ：テーマ題目 5

[テーマ題目 1] 位置に基づく通信デバイスの構築

[研究代表者] 伊藤日出男（サイバーアシスト研究センターデバイス研究チーム）

[研究担当者] 山本 吉伸、林 新、加藤 一葉、星野 尚、内山 明男、大澤 俊一、岡 隆一、石川 博之、山田 直人、武田 昭信、川道 亮治、岸 芳三、楠 房子、小杉 一貴、平野砂峰旅（職員3名、他13名）

[研究内容]

高度情報化社会の恩恵を誰もが受けられるように、情報システムが人間の表現を読みとり人間に合わせる技術、知能情報技術と実世界に働きかけるシステムとの融合技術、位置と状況に基づく次世代個人通信システム技術を開発する。

個人の情報利用を支援し、情報弱者にも使いやすい知的情報サービスシステムを提供する、位置と状況に基づく次世代個人通信システムの実現を長期的研究目的として、位置情報を通信に用いたデバイスの研究を行い、ネ

ットワーク上での知的情報サービスシステムである、「室内レーザレーダ通信システムの研究開発」を実施する。第1期は室内レーザレーダ通信システムを構成する i-lidar (TM) とマイボタン (TM) のプロトタイプの研究開発を実施する。

(1) 位置に基づく通信実装技術に関する研究

- ・複数のカメラによるユーザ位置の特定に成功した。
- ・レーザレーダによるユーザの測位により、複数ユーザの中から特定のユーザを選択し、追跡に成功した。
- ・高速ビジョンチップによる光通信端末の発するデータの並列受信を実現した。
- ・2軸偏向の MEMS ミラーによる光偏向技術を開発する（未公開の知的所有権を有するため、一般公開不可）。
- ・レーザレーダと赤外 TV カメラによる測位通信装置により、複数のユーザの中から特定のユーザに対して個別の情報通信を実現する（未公開の知的所有権を有するため、一般公開不可）。

(2) 低消費電力光通信端末に関する研究

- ・動作電圧3V 以下のポリマーネットワーク液晶光変調器を開発した。
- ・クレジットカード型の無電源情報端末を開発した。
- ・電池搭載で ID や押しボタン情報を光信号で送出し、音声情報を無電源で受信する携帯情報端末を開発した。
- ・無電源で ID・押しボタン情報・音声情報の送受信を行う携帯情報端末を開発する（未公開の知的所有権を有するため、一般公開不可）。
- ・光信号に音声信号に高速デジタル信号を重畳して送信し、信号分離を行う通信装置を開発する（未公開の知的所有権を有するため、一般公開不可）。

【分野名】情報通信

【キーワード】マイボタン、CoBIT、反射率変調通信、低消費電力、情報支援、イベント空間

【テーマ題目2】次世代個人通信システムの開発（ユビキタスコンピューティングのためのオープンプラットフォームの開発）

【研究代表者】森 彰（サイバーアシスト研究センターソフトウェア研究チーム）

【研究担当者】橋本 政朋、宗像 一樹（職員2名、他1名）

【研究内容】

ユビキタスコンピューティングを実現するためのオープンなソフトウェアおよびハードウェアを産学官共同で開発する。Linux を搭載した超小型省電力マイコン、様々なソフトウェアが自律的に動作するためのネットワークミドルウェア、ユーザに負担をかけない実世界指向ユーザインタフェース、ユーザの匿名性を保つためのツール、等を公開されたハードウェアプラットフォーム上

で統合してオープンソース開発する。

三菱電機と共同で Linux マイクロサーバの開発を行った。この応用として、CF カード大の CPU モジュールを情報家電に取り付け、赤外線や音声による統合制御を可能にするシステムを開発中である。年度内にユーザインタフェース実証実験を行う予定であるが、特に異なる機器間でのデータの互換性とこれを利用した状況適応インタフェースが中心となる。

またシャープ、慶應大学と共同で、ユビキタスコンピューティングのためのユーザ端末の開発を行っている。コアとなる組み込み Linux プラットフォームに様々なジャケットを装着することで利用形態に特化した端末を得るための技術を開発する予定であるが、この中で我々が開発してきたユビキタスコンピューティングのためのミドルウェア UBKit (Ubiquity Building Toolkit) を用いる予定である。UBKit は各種センサを含む組み込みネットワーク上で様々な機器やソフトウェアが自律的に連携動作するためのミドルウェアを中心としたオープンソースツールであり、すでにホームページ上で一部が公開されている。UBKit は前述の情報家電ユーザインタフェース実証実験でも利用されており、マイクロサーバおよび情報家電統合制御装置上で動作するようになっている。UBKit を利用することでシステム構築の手間が大幅に軽減されるだけでなく、100台規模のデバイスが設定なしに完全自動で相互に動作しあうことが可能になる。

【分野名】情報通信

【キーワード】ユビキタスコンピューティング、組み込みネットワーク、ミドルウェア、実世界指向インタフェース

【テーマ題目3】インテリジェントコンテンツに関する研究

【研究代表者】橋田 浩一（サイバーアシスト研究センターコンテンツ研究チーム）

【研究担当者】松尾 豊、和泉 憲明、浅田 洋平、岡崎 直観、谷口 智哉、宮田 高志、高岡 大介（職員3名、他5名）

【研究内容】

情報コンテンツの意味構造を明示するアノテーションの記述枠組を ISO において国際標準化する。その意味構造化作業のコストを事実上ゼロにするような、意味構造の利用技術を開発する。また、意味構造を用いた情報サービス技術と位置に基づく通信技術とを組み合わせるための一般的な方式を確立する。

意味構造に基づく検索については、その性能と使い勝手についての予備実験を行ない、被験者がインタフェースを十分に理解していなかったにもかかわらず、従来の方法の2倍程度の効率を確認した。わかりやすいインタフェースを開発し、実用化を目指して使い勝手を向上さ

せる予定。

意味構造化に基づいて発想支援と自動文章生成の両機能を実現し、かつこれを統合することにより、ワープロなど従来のオーサリング支援技術に比べてオーサリングのコストを低減し、かつコンテンツの品質を向上させるオーサリング支援技術を考案した。また、文章生成機能を実装するため、修辭構造に基づく文章生成のアルゴリズムを実装する予定。

空間的位置や物体に機能的な意味を与える物理空間の意味記述法とそれに基づく状況依存型情報サービスの方法を考案した。H15年度末までに、この記述法の詳細設計のための調査を行なう。

WWW 等の文書から学会における人間関係のネットワークを構築する方法を開発し、学会の大会の会場で運用して好評を博した。今後は他の種類のコミュニティへの適用について研究する。

意味構造化およびその利用の技術に基づいて、一般生活者を含む不特定多数の利用者の間での大規模な知識循環を実現する方法、およびそれによる電子商取引および電子自治体のモデルを検討した。これらをさらに具体化し、横浜市と協調してその実証実験のための準備を開始する。

ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 (MPEG) および ISO/TC37におけるインテリジェントコンテンツの国際標準化を進めている。MPEG に関しては今年度末までに国際標準化を完了する。また、国内で NPO を設立し、その標準に従ったコンテンツを研究・教育用に配布する体制を整える。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 インテリジェントコンテンツ、ユーザモデル、状況依存情報提示

【テーマ題目4】 分散型社会エージェントの研究開発

【研究代表者】 車谷 浩一 (サイバーアシスト研究センターマルチエージェントチーム)

【研究担当者】 幸島 明男、野田五十樹、和泉 潔、小澤 広、(職員4名、他1名)

【研究内容】

ユビキタス情報環境によって実現される情報ネットワークへのアクセスとセンサー群による物理情報を利用して、様々な情報サービスを実現するためのエージェント群の枠組み(アーキテクチャ)を設計・実装する。具体的には、1)ユーザの状況に応じたサービス連携のためのアーキテクチャ、2)群ユーザ支援すなわち集団としての人間群への情報支援技術、3)災害時における情報支援インフラのシミュレーションと実装について研究開発を行う。

ユーザ・時空間推論・サービスエージェントからなる CONSORTS アーキテクチャにおいて、①ユーザ・機器・情報サービスを連携させて柔軟にユーザとのインタ

ラクションを実現するシステム、②複数の情報サービスを連携させてユーザの曖昧な要求に応えられるナビゲーションシステムを設計・プロトタイプ実装した。

群ユーザ支援の例題として、人流・交通流における情報提示の方法の差異による効果、デマンドバスにおける運行ルート生成の有効性をシミュレーションで検証した。災害救助における救助隊の派遣計画において、個別に学習したニューラルネットワークの出力をオークションのプロトコルで組み合わせるという機械学習の手法を開発し、またアドホックネットによる情報配信の有効性をシミュレータ上で確認した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 エージェント、シミュレーション

【テーマ題目5】 位置に基づく通信技術に関する研究

【研究代表者】 西村 拓一 (サイバーアシスト研究センターインタフェースチーム)

【研究担当者】 中村 嘉志、松尾 豊、山本 吉伸、常盤 拓司、高木 朗、伊藤日出男、林 新、秋山 猛、山本 淳一、内山 明男 (職員4名、他7名)

【研究内容】

【目的】 屋内のような距離10m 程度以内の閉空間において、健常者に限らず高齢者や障害者も含めたユーザにして、その属性に基づく情報支援を常時実現するシステムを構築することを目的とする。このシステムはユーザのプライバシーの保持やセキュリティの維持に配慮できることを特長とする。

【手段】 属性にはユーザの位置、方向、言語、予定、性別、年齢、知識レベルなど様々な要素がある。研究目的の達成には、ユーザの属性に基づいてユーザの意図を正確に取得し、情報を提示していくシステムの構築が必要となる。そこで、低消費電力通信端末とその基地局およびそれらを支援するネットワークシステムの構築を目的として、空間測位光通信を主とした情報通信システムのための、およびそのシステムを用いた情報サービスシステムの研究と開発を実施する。

【方法】 ユーザの保持する情報端末は低消費電力が要求されるため、無電源小型情報通信端末 CoBIT の研究開発を行う。情報環境は、位置・方向・言語・知識レベルなど各種の属性を持っているユーザに対して、無線通信を実現する技術の研究開発を行う。これら開発した要素技術に加えて、他の研究チームとの共同した研究によりネットワーク部分の構築を進める。

【年度進捗】

(1) 位置に基づく通信実装技術に関する研究

- ・無電源情報端末について、機器構成や回路構成を考慮して CoBIT の音質、音量、デザインの改良を行った。
- ・イヤホン型、ヘッドホン型、カード型、ブローチ型

等の無電源情報端末を開発した。

- ・RF-ID タグを装備して個人情報に基づく情報支援を行う無電源情報端末を開発した。
 - 音声情報を無電源で受信する携帯情報端末を開発した。
 - ・「CoBIT プロジェクト」を立ち上げ、産学官連携で研究を推進するとともに製造販売・ライセンスを行うベンチャー企業の設立に向けて作業中である。
 - ・レーザーレダによるユーザの測位により、複数ユーザの中から特定のユーザを選択し、追跡することに成功した。
 - ・高速ビジョンチップにより光通信端末の発信データの並列受信に成功した。
 - ・動作電圧3V以下のポリマーネットワーク液晶光変調器の開発により、プロセッサの出力で直接駆動できる反射率変調空間光通信モジュールを開発した。
- (2) 位置に基づく情報支援システムに関する研究
- ・コンピュータビジョンおよびパターン認識技術を用いて複数カメラによる携帯端末の3次元位置・向き・合図の推定システムを開発した。
 - ・「イベント空間情報支援プロジェクト」を立ち上げ、情報支援プロトタイプシステムを開発中である。

【分野名】情報通信

【キーワード】マイボタン、CoBIT、無電源、パターン認識、情報支援、イベント空間、反射率変調通信

⑭【マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター】

(Research Center for Advanced Manufacturing on Nanoscale Science and Engineering)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

研究センター長：矢部 彰

副研究センター長：綾 信博

所在地：つくば東

人員：8 (7) 名

経費：128,853千円 (104,940千円)

概要：

【ミッション】

ナノ・マイクロメートルオーダーの幾何学的構造やエネルギー状態等に起因する現象や効果を、マクロスコピックに発現させて、これを活用する製造技術基盤の確立を目指して、微細構造の形成及び機能促進・広域発現化のための、汎用性のある基盤的な要素技術を開発し、その有効性を実証することが本センターのミッションである。

【研究の概要】

センターがポテンシャルとして有するレーザー加

工・光計測・微粒子・熱流体制御等技術を効果的・積極的に活用し、コンセプトの実証と産業技術化に向けた課題に開発目標を絞り、研究開発を実施している。センター7年計画の前期4年間においては、構造制御・形成プロセス(加工法)技術及びプロセス装置(加工計測・装置)技術の両面で、偏差・誤差が小さく、多様な所望の構造を制御性よく作製可能な加工技術の実現のためのブレークスルーとなる要素技術に重点を置いて研究開発を実施した。

1) 加工・計測装置技術：マイクロ・ナノ機能発現のための実用的な形状付与加工法の確立を目標としてレーザー加工にコヒーレンス利用を積極的に組み込み、計測においてはコヒーレンスをダイナミックに制御することで、高いスループットと再現性・精度を兼ね備えたレーザー(アブレーション)加工・オンマシン計測技術を開発している。(重点課題1. コヒーレンス利用ダイナミック広域加工・計測技術)。また関連して、加工・計測装置の実用化における重要課題である熱制御に関して、吸熱・発熱場の空間的分離を特徴とした新しい固体冷却素子とその制御技術の開発を行っている。

2) 構造形成プロセス技術：ナノ粒子を作製しビルドアップ(集積組織化)することで、機能を発現する構造を制御性良く形成する技術を開発している。レーザーアブレーション法によるナノ粒子形成技術と、分級・表面修飾技術などの微粒子制御技術を用いて、光・磁気的な機能を高効率に発現する安定構造体を形成する技術を中心的な研究開発課題としている。この課題においては、ナノ構造のプロトタイピングを可能とすることを第一の目標とし、ナノ構造と機能の関係を明確にすることで、ナノテクノロジー全般にわたる実用化の促進に貢献することを目指している。(重点課題2. ナノ粒子制御・機能発現技術)

また、ナノテクノロジーの早期の産業実用化を意識して、産業界の要請に基づいて、開発した個別の要素技術の多様な応用に向けた実用化研究を併せて行っている。重点課題においては中長期的なロードマップの中に課題を位置付けつつ、実用化研究課題においては産業界の具体的なニーズを丁寧に分析して、技術的ブレークスルーを正確に把握した上で、センターがポテンシャルとして有するレーザー加工・光計測・微粒子・熱流体制御技術に基づいて、オリジナリティが高く、世界をリードできる課題に絞って研究開発を実施している。開発目標設定においては、汎用加工技術の開発でありながらも、具体的なニーズが想定される実証課題に向けた先進的な取り組みのために、産業界からの研究ニーズ聴取と、技術コンセプトのセンターからの発信に務めて開発目標を絞っている。

特に、重点課題に関しては、以下の特徴を有している。

- ・コヒーレンスを活用するレーザー微細加工は、センターで初めて加工技術としての可能性を実証したオリジナル技術である。
- ・レーザーアブレーション法と微粒子分級・制御技術を用いるナノ機能構造体創製はセンターのオリジナルな技術コンセプトと世界的に認知されている。

今後は、コヒーレンス利用・制御組織化活用・流体等輸送現象活用の3つの手法（コンセプト）に基づいた機能の広域発現化を実証すべくプロセス・装置技術開発を進め、研究の推進を通じて、機能を高効率に発現させてマクロな領域に組み込んでいく方法論を提示することを目指す。3つの手法は、以下のようなものである。

(1) コヒーレンス利用ダイナミック広域加工・計測技術

コヒーレントなレーザーのダイナミックな制御を用いて、広範囲の三次元構造に対して、広域のマイクロ・ナノ加工・計測を可能にする技術。

(2) 制御組織化活用広域発現化技術

ナノ構造体の安定化・準安定化過程を制御し、機能集積する広域発現化技術。

(3) 流体等輸送現象活用広域発現化技術

ナノ機能を発現する気泡、微粒子などの物質を、流体などの輸送現象を活用することにより、空間的に広域に分配し、ナノ機能を促進するように広域発現化する技術。

外部資金：

地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）
（中小企業産業技術研究開発委託費／経済産業省）

ナノバブルの生成特性に及ぼす温度場影響の解明と高機能低環境負荷洗浄技術への応用（科学研究費補助金／文部科学省）

環境中微量有害ナノ物質のイオン化制御による高分解能計測・抑制法の開発（産業技術研究助成事業費助成金／独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

発表：誌上発表14（14）件、口頭発表31（6）件、その他2件

マイクロ・ナノ機能研究チーム

（Quantum and Molecular Engineering Team）

研究チーム長：松岡 芳彦

（つくば東）

概要：

適用範囲の広いナノマニュファクチャリング技術の中核として、レーザー微細加工技術を確認すべく、レーザーアブレーション技術等を活用した研究開発を行

っている。具体的には、レーザーアブレーションによりサイズ、組成、構造が厳密に制御されたナノ粒子のレーザーアブレーションを用いた作製技術、および、このナノ粒子を集積して機能構造体を形成するプロセス技術を開発している。また、このプロセスのために開発してきたナノ粒子制御技術を、ナノ物質の高分解能分級・計測技術として展開している。一方で、レーザーアブレーション等による固体側の加工における微細化を目指して、超解像技術を用いて長焦点深度の微小集光径ビームを生成して用いる超微細深穴加工技術を開発している。

機能付加工研究チーム

（Nanoscale Machining Team）

研究チーム長：加納 誠介

（つくば東）

概要：

マイクロ・ナノスケールの現象を利用したナノメートル精度の3次元形状の精密加工技術の研究を行っている。具体的には、精密光学部分の成形用型材料や半導体集積素子材料として注目されているセラミックスを対象として、脆性材料に対する高効率、かつ、超精密加工プロセスの開発を行っている。また、被加工物の形状を精密に計測評価するため、加工現場のような測定環境においても、非球面形状を高速、高精度かつ非接触に計測可能な光干渉計技術を開発している。

⑮【ものづくり先端技術研究センター】

（Digital Manufacturing Research Center）

（存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31）

研究センター長：小島 俊雄

副研究センター長：森 和男

総括研究員：森 和男

所在地：つくば東

人員：19（17）名

経費：427,645千円（151,417千円）

概要：

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

本研究センターでは、「ものづくり・IT 融合化推進

技術の研究開発」を中小企業庁、NEDO より受託し、「①加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発」と「②設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームの研究開発」の二つの開発課題（サブテーマ）を実施している。前者は機械部品の加工全般を対象に、加工技能を技術化するための研究を行い、加工条件データベース、加工事例データベース、データベース活用機能としてインターネットで公開する。後者は中小製造業の技術者自ら、設計製造支援アプリケーションソフトウェアを独自に開発、変更することを可能とするプラットフォームの開発と、PDQ チェッカーなど実用性の高いアプリケーションの開発を実施する。研究内容の詳細は以下の通りである。

① 加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発
産業界や公設試験研究機関との連携を中心にして、体系的な加工技術情報集積を行う。加工条件データベース、加工事例データベースの開発に関しては、データシート間の関係や加工間連繫（前後の加工工程の関連）情報を中心とした情報集積を行う。また、データベース活用機能については、上記と同様、加工間連繫情報を重視し、中小製造業と連携して研究開発、評価を進める。

情報集積加工法の細目は、鋳造、金属プレス、射出成形、切削、研削、研磨、放電加工、レーザ切断、レーザ溶接、アーク溶接、めっき、溶射、物理・化学蒸着、熱処理の各分野であり、それぞれ情報集積WGのサブワーキンググループの活動として共同実験や調査活動を行う。

② 設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームの研究開発
(1) システム構造、構成等に関する規約の整備については、平成14年度における開発と評価を踏まえて、コンポーネントおよびシステムに関する規約、分散システムに関する規約の基本的な調査を行い、評価を実施する。また、「Java とXML による製品モデルの記述とコンポーネント間連繫技術」を実用製品相当の複雑さを持つ図形に適用しその有効性を検証する。「設計製造データの動的な分散管理技術」については、平成14年度の評価を踏まえて拡充・改良を行う。
(2) ソフトウェア部品群の開発については、平成14年度に開発した GUI 基本機能、表示基本機能、図形検証機能のライブラリの充実を図ると共に、実証プログラムに必要なコンポーネント群を開発する。
(3) 基幹情報の共有、有効利用のための機能開発に関しては、「3次元形状情報の品質確認の基本機能」について機能追加、改善のため開発、評価を実施する。「製品データ管理機能」について機能を絞り込み、基本・詳細設計、プログラム

開発を実施する。

さらに、上記の2テーマに関して、相互連携を図り一体的な研究開発を進めるため、プロジェクトの政策的な視点からの調査研究を推進会議で、情報集積SWGの方向付けと情報システムとしてのデータベース活用機能に関する検討を統合システムWGでそれぞれ行い、その結果を研究活動に反映する。また、ホームページの運用で成果を普及するとともに、年2回の公開シンポジウムを開催する。

外部資金：

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

財団法人長野県テクノ財団「長期使用体内埋設型補助人工心臓の実用化に関する研究開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「工具寿命延伸規範型工具パス生成機能をもったCAMの開発」

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

発表：誌上発表19(16)件、口頭発表42(7)件、
その他4件

加工技術研究チーム

(Machining Engineering Research Team)

研究チーム長：尾崎 浩一

(つくば東)

概要：

切削、研削、研磨加工分野を対象に、以下の内容の研究開発を実施する。

中小製造業の技術者が必要とする加工技能、知識、技術に関するデータを提供する「加工条件データベース」と「加工事例データベース」を開発するとともに、それらのデータを利用目的に応じて的確、且つ理解しやすい形式で提供する「データベース活用機能」の開発を進める。

加工技能・知識の形式モデリング手法の開発を進める。加工条件/加工事例データベース、データベース活用機能、形式モデリング手法による加工技能・知識モデル化のそれぞれの機能を総合して加工技術データベースを構築し、企業との共同開発による実用性の実証・評価を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

システム技術研究チーム

(Systems Engineering Team)

研究チーム長：松木 則夫

(つくば東)

概 要：

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

システム構造、構成等に関する規約を整備し、コンポーネントバス上でのインターフェース表現として実装する。ソフトウェア開発においては、GUI 基本機能、表示基本機能、図形検証機能のライブラリおよび「3次元形状情報の品質確認機能」、「製品モデル情報管理機能」、「設計変更情報の管理・通知等機能」を開発し、企業による総合評価、実用化のための調整を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2

成形技術研究チーム

(Metal Forming Team)

研究チーム長：大橋 隆弘

(つくば東)

概 要：

成形、付加、改質加工分野を対象に、以下の内容の研究開発を実施する。

中小製造業の技術者が必要とする加工技能、知識、技術に関するデータを提供する「加工条件データベース」と「加工事例データベース」を開発するとともに、それらのデータを利用目的に応じて的確、且つ理解しやすい形式で提供する「データベース活用機能」の開発を進める。

加工技能・知識の形式モデリング手法の開発を進める。加工条件／加工事例データベース、データベース活用機能、形式モデリング手法による加工技能・知識モデル化のそれぞれの機能を総合して加工技術データベースを構築し、企業との共同開発による実用性の実証・評価を行う。

加工技術データベースはインターネット上に公開し、中小企業による評価を基に改良開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目 1

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

【研究代表者】尾崎 浩一（ものづくり先端技術研究センター加工技術チーム長）、

大橋 隆弘（ものづくり先端技術研究センター成形技術チーム長）

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

【研究内容】

以下に詳述する15の加工分野で、加工技術データベースの開発を進めた。

鑄造分野では、鑄鉄、アルミニウム合金、銅合金を対象とし、(1)基礎データベース、(2)事例データベース、(3)用語集、(4)マニュアル類の整備、(5)その他、の開発を進めた。基礎データは、鑄造シミュレーション利用を念頭において、必要な材料物性値、境界条件評価例、材料物性値の一覧、型材物性値の一覧について銅を中心に DB 化した。事例は、方案事例 (20件)、鑄物砂管理パラメータ事例 (30件) を集積した。

鍛造分野では、(1)鍛造の基礎：いろいろな鍛造法、鍛造の特徴と課題、(2)鍛造金型・工程の設計：鍛造メタルフローの特徴、鍛造材料の特性、金型材料の特性及び構造、シミュレーション、鍛造装置のデータベース、(3)鍛造の技能・技術：鍛造技能・技術、ノウハウなど高度な技術情報を整理したデータベース、(4)新しい鍛造法を提案するデータベース、の4項目の開発を進めた。(3)については、実際に企業が保有している加工事例15件を新たに収集した。

金属プレス分野では、絞り成形に関して①高精度化技術②成形性向上に関する情報収集を行い、昨年度に引き続き、論文および特許の加工事例データを276件収集した。金型の荷重分布・変位の測定装置を完成させ、インプロセスにおける型変位、荷重の変化について調査している。本事業に関連するロストコア側方押し出しの研究に関して、2件の特許を申請したが、これに関するデータを作成している。

射出成形は業界標準を目指す薄肉パーフロー成形のL/T（流動長／厚み）試験について、引き続き実験とりまとめを継続し、あわせて平成15年度では金型が開き、圧力損失が起きるといった問題があったので、これについて金型の改良に着手した。

切削については、単なる加工条件の検索だけでなく、切削加工に関する知識を深めることができるようなデータベースを目標に、加工条件データを整備した。内容は以下の通りである。(1)前年度に収集・整理した工具摩耗経過曲線・VT 線図等のデータのうち160件余に、データのもつ意味の解説を付け加えて、データシートの理解が容易になるようにした。(2)データシートの内容を

補強するために、適正工具材種や切刃形状等に関する知識を49件の「ワンポイント情報」としてまとめ、加工条件データシートと関連付けて整理した。(3)中小企業から受けた技術相談に対する回答を元にして Q&A の形式でまとめた加工事例を15件追加して、40件とした。(4)エンドミル加工時の機械変形を測定する簡易機差測定法に引き続き、旋削時の機械変形を測定するための方法を検討した。(5)切削加工のトラブルのうち、表面粗さに影響を与える諸要因を明らかにし、中小企業からの問合せに的確に答えられるようにするための加工実験をおこなった。円盤端面の旋削加工を対象に、表面粗さの支配要因をデータシート7枚に体系的に整理して Web から利用できるようにした。

研削加工条件データについては鉄系材料については既存データを20件以上、難加工材についてはインコネルを用いて研削実験を行い、データ収集方式、データ精度、データの蓄積と表示法に関する検討を行い5件以上、加工事例データについては、企業より研削加工改善事例などの加工事例を30件以上収集した。また、研削加工を行う際に必要と思われる基礎的項目について網羅的に解説した研削入門のページを整備した。

研磨加工分野では溶接、切削・研削、めっき分野との加工間連繋に関する情報集積を行う一方、難加工材である純チタン、純ニッケルの鏡面研磨実験データおよびステンレス鋼について溶接管内面と焼入れシャフト外面の高品位研磨データ収集を行った。また、教育的データベースについて項目の追加を行った。また、研磨加工と溶接、切削・研削、めっき分野との加工間連繋に関する情報を中小企業生産現場における聞き取り調査を中心に収集した。

レーザ切断データベースでは、レーザ切断初心者にも対応できるよう5章構成の簡易な教科書コンテンツを用意した。また、切断条件データでは、切断特性が148枚のシートに整理されグラフとして表示されていたが、レーザ切断に詳しくない人にも注目点ができるように全てのグラフにコメントを追加した。一方で、レーザ切断時の技能の調査を行い、その結果を11枚のフローチャートとしてまとめたものを公開した。また、主な切断条件パラメータによる切断面の変化を128件のデータの中から容易に比較できるものを作成して公開した。さらに、パルス発振時の切断データを収集する実験を行い、296件の実験によるデータ収集も行った。

レーザ溶接データベースでは、レーザ溶接の初心者にも対応できるよう改善を行った。溶接条件データでは、溶接特性が48枚のシートに整理されグラフとして表示されていたが、レーザ溶接に詳しくない人にも注目点ができるように全てのグラフにコメントを追加した。また、4章構成の簡易な教科書コンテンツを用意した。一方、レーザ溶接時の溶接欠陥に対する対応は重要であるため、引き続き欠陥マップの整備と欠陥改善事例の収集をおこ

なった。その結果、欠陥抑制に効果のある対策とその理由が記載されている欠陥改善事例をポロシティで6件、高温割れで4件、ビード形成不良で2件の計12件を収集した。

アーク溶接では、今後必要とされる溶接情報の観点から、ステンレス鋼とチタン材に焦点を絞り込んだ。「溶接作業標準(手順書)」では、14年度のオーステナイト系ステンレス鋼4件に加えて新たに10件を作成して公開した。「溶接事例とまとめ検索」における事例データは61件の XML を作成し公開した。さらに、実験のまとめは15件の HTML、および基礎実験のまとめは11件の HTML を新たに作成した。

めっき分野では、業務で必要とされるいくつかの計算プログラムを作成した。また、公設試験研究機関のデータをデジタル化し、クロムの防食特性に関するデータとして25件まとめた。さらに、全国鍍金工業組合連合会の協力を得て、製品別めっきデータベースを作成した。また、初級編、上級編など昨年度開発した項目について技術情報を追加登録した。

物理・化学蒸着では、業務で必要とされるいくつかの計算プログラムを作成した。また、動画の閲覧を可能にした。

溶射では、業務で必要とされるいくつかの計算プログラムを作成した。また、プラズマ溶射による防食特性および耐熱特性に関するデータとして、国立研、公設試験研究機関のデータをデジタル化し、それぞれ10件まとめた。さらに、日本溶射工業会の協力を得て、製品別溶射データベースのデータ充実を図った。また、溶射の特徴を表す代表的な事例と、評価法、前処理などを動画データとして作成した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 データベース、加工、検索技術、技能の技術化

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

【研究代表者】 松木 則夫 (ものづくり先端技術研究センターシステム技術チーム長)

【研究担当者】 澤田 浩之、徳永 仁史、古川 慈之、大谷 成子、富澤 拓志、岡野 豊明

【研究内容】

以下の3項目について研究開発を実施した。

(1) 規約の整備

- ・オブジェクト、コンポーネントおよびシステムに関する規約の仕様拡張
- プラットフォームは、コンポーネントと呼ばれるソフトウェア部品をつなぎ合わせることによってアプリケーションを作成する開発環境であると同時に、その運用を行うための実行環境である。アプリケー

ションの動作制御は、コンポーネント間で送受信されるイベントによって行われる。平成15年度は、「Java と XML による製品モデルの記述とコンポーネント間連繫技術」の研究を、「設計製造データの動的な分散管理技術」の研究とも関連させ、前年度に定めた規約を、ネットワークで接続された分散環境におけるコンポーネント間連繫を行うための規約として拡張した。

コンポーネントのシステム上の主たる規約は、

(1) **JavaBeans** として **Serializable** であること、
 (2) イベント伝播による可制御性であること、は前年度にすでに定められていたが、これらが分散環境においても適用可能か否かについて、実験・検討を行った。その結果、(1) についてはその規約がそのまま適用可能であることが確認された。一方、(2) については、規約は適用可能であるものの、ネットワーク環境でのコンポーネント間連繫に対応したイベントが別途必要であることが明らかとなったため、分散環境対応イベント4つを新規に設定するとともに、前年度に定められたイベントを整理し、合計20のイベントに分類した。

・分散システムに関する規約の整備

「設計製造データの動的な分散管理技術」の研究において、分散システムの構成を新規に提案するとともに、そのプロトタイプを作成した。この分散システムはサーバ・クライアントシステムの一つであり、その基本機能は、サーバおよびクライアントともに同一のコンポーネントで実現されている。したがってユーザは、特にネットワーク連繫の仕組みを意識することなく、そのコンポーネントを取り入れるだけで分散システムを構成することができる。また、サーバとなっている PC に障害が生じた場合でも、他のクライアント PC の設定を変更すれば、それをそのままサーバとして運用することができる。さらに、各 PC で同一データを保持しており、常にバックアップデータを確保できることが大きな特徴である。

(2) ソフトウェア部品群の開発

前年度開発した GUI 基本機能、図形検証機能のライブラリの充実を図り、実証プログラムに必要なコンポーネント群を開発した。

GUI コンポーネントについて、メソッドおよび発生するイベントの仕様見直しを行った。さらに、設計製造業務アプリケーションにおいて必要となるコンポーネントとして、(1) ガントチャート、(2) **YES/NO/CANCEL** ボタン付き確認ダイアログ、(3) メッセージダイアログ、(4) アイコン選択ダイアログ、(5) 日付入力用テキストフィールド、(6) 定型文字列入力用テキストフィールド、(7) 数値入力用テキストフィールド、を新規に開発した。

図形検証機能については、3次元 CAD データ品質確認機能 (PDQ チェッカー) の企業によるユーザ評価を実施した。その評価結果に基づき、CAD データ読み込み速度の向上、CAD データ品質チェックに要するメモリ消費量の削減など、図形検証機能を実装したコンポーネントの機能改良を進めた。また、コンポーネントの再構成を行い、CAD データ読み込み機能など、他のアプリケーションでも必要とされるコンポーネントを独立させ、再利用可能とした。

また、プラットフォームの機能実証プログラム作成に必要なコンポーネントとして、コンポーネント転送コンポーネント、オブジェクト連繫コンポーネントおよび帳票コンポーネントを開発した。

(3) 基幹情報の共有・有効活用のための機能の開発

「3次元形状情報の品質確認の基本機能」について、ユーザ評価に基づき、(1) 3次元図形の断面線作成機能、(2) 全画面表示機能、(3) エラー箇所全表示機能、(4) 2図形間の最近距離計算機能、(5) **IGES** および **STEP** データ文法チェック機能、の機能追加を行った。また、**IGES** の読み込み機能を強化し、チェック処理速度を前年度比10倍以上に改善した。

また、「製品データ管理機能の開発」に関連して、企業の管理部門と製造現場における工程情報の共有と実績収集を支援する工程情報管理の基本機能を開発した。この他、企業に蓄積されたデータから必要なものを検索し、図面情報を含む製品・製造データを提示する技術情報活用支援システムを開発した。

[分 野 名] 情報通信

[キーワード] コンポーネント技術、Java、CAD/CAM/PDM

⑩【高分子基盤技術研究センター】

(Research Center of Macromolecular Technology)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

研究センター長：中濱 精一

副研究センター長：小島 弦

総括研究員：竹内 和彦

所在地：臨海副都心センター、つくば中央第5

人 員：21 (19) 名

経 費：389, 635千円 (256, 120千円)

概 要：

21世紀の社会と産業の持続的発展を支える高性能、高機能高分子材料を開発するため、世界を先導する高分子技術を創出する。具体的には、高分子鎖の一次構造とそれらが集合した高次構造を精密に制御することにより、高度な性能と機能を備えた高分子材料を実現する。このため、高分子の合成から二次元構造 (表

面・界面)形成、三次元集合構造形成、成形加工等にかかわる精密制御技術、機構解明並びに構造評価技術等に関する基盤技術を開発する。また、環境負荷の低減プロセスの開発を目指して、ハロゲン化合物を用いない高分子の合成や固相重合等に関する研究を行う。

これらの研究を展開するにあたり、高分子の大きな特徴である階層構造(モノマー⇒ポリマー鎖⇒ポリマー集合体⇒ポリマー複合体)を重視して、「高分子の階層構造の制御」をメインコンセプトとすると共に、上記矢印に沿った一方向の展開だけではなく、分子設計と得られる高分子材料の要求特性との双方向からのコミュニケーションに立脚する研究重視の方針を取っている。

以上がセンター設立当初からの一貫した研究の目的と方針であるが、15年度には、センターとしてのミッションを明確にすべく以下の運営を行った。

まず、センターの位置づけとして継続的基礎研究を含むやや広い概念をミッションとして規定していたが、これを「精密高分子技術プロジェクトを始めとする産学官共同研究を推進し、高分子の高次構造にかかわる基盤的技術の研究開発を通して産業社会に貢献する」と改めた。

また、活動の理念として「開放性と連携」を挙げ、2007年までに「産業社会に革新的な高分子技術として認められるような成果をあげることを目標として、組織・人材育成の点でも社会的に高い評価を受ける存在になることを併せて目標として掲げた。これらの目標を達成するための具体的な活動をロードマップとして展開し、指標とし、併せて、センター長方針として「プロジェクト研究指向」と「有機的連携による重点研究課題への集約」を掲げて臨んだ。

上記プロジェクト指向の具体的な実施形態として、NEDOのナノテクノロジープログラムの一環である「精密高分子技術」プロジェクトに参加し、化学技術戦略推進機構(JCII)との共同受託による研究開発において20社の企業と7大学とから構成される産学官共同研究の中核的役割を果たし、高度な構造制御により高分子材料の高性能化、高機能化をはかる基盤技術の構築を目指した活動を展開した。本プロジェクトは①一次構造制御技術、②表面界面構造制御技術、③三次元構造制御技術、④材料形成技術、⑤材料評価技術ならびに⑥共通基盤技術の開発および技術の体系化の合計6つの研究項目を掲げているが、それらにおいて、特にセンターは「機構解明と波及的効果の大きな基盤的研究」を担い、役割として学の「研究の指導原理と学術的基礎研究」並びに産(企業)の直接的な「開発研究」を補完する形で産学官の共同研究をより実効あるものとするべく研究を展開した。

また、上記重点研究課題は、産総研中期計画との関連において、「社会ニーズへの対応、低環境負荷型化

学プロセス技術」として「革新的重縮合技術の開発」を、「革新的・基盤的技術の涵養、ナノ物質・材料技術」として「自己組織化制御による高分子高次構造制御技術の開発」および「特殊場下成形加工によるメゾスコピック構造制御技術の開発」の3課題に定めて取り組んだ。

以上の骨格となる運営を軸として、プロジェクト・外部ファンドを2件、共同研究を11件(うち産総研内2件)の他、新規プロジェクト・共同研究を目指しての取り組みも並行して行った。

外部資金:

新エネルギー・産業技術総合開発機構

ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)精密高分子技術プロジェクト 高機能材料の基盤研究開発(72,699千円)

新エネルギー・産業技術総合開発機構

ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)精密高分子技術プロジェクト 高性能材料の基盤研究開発(25,271千円)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)精密高分子技術プロジェクト 高機能材料の基盤研究開発(35,985千円)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)精密高分子技術プロジェクト 高性能材料の基盤研究開発(12,916千円)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

産業技術研究助成事業費助成金

表面処理による高分子材料へのアパタイト形成能の付与(14,950千円)

発表:誌上発表34(31)件、口頭発表105(31)件、その他1件

高分子合成研究チーム

(Polymer Synthesis Team)

研究チーム長:杉山 順一

(つくば中央第5)

概要:

高分子材料の特性制御およびその製造プロセスをグリーン化するため、有機化学や高分子合成、触媒化学、高分子構造解析等の知見・技術を基に、高分子の一次構造を任意かつ精密に制御する重合基盤技術を開拓する。

付加型重合:プロピレンと5-ヘキセン-1-オールま

たはアリルアミンの共重合において、極性基含有モノマーおよび触媒の構造によって共重合体中の極性基導入位置を任意に制御可能なことを見いだした。

縮合型重合：酸化的カルボニル化によるポリカーボネート合成において、前年度開発した Pd-カルベン錯体を有機樹脂上に固定化した触媒を用いることによりビスフェノール A から一段で実用化レベルの高分子量ポリマーを生成することおよび従来の塩化メチレンに代わる高分子量を生成する非ハロゲン系溶媒を見いだした。また、マイクロ波を用いるポリエステル環状オリゴマーの固相重合の重合機構を解明した。ヘテロ元素含有ポリマーの構造制御では、官能基を導入した新規ケイ素ポリマーの熱的・光学的・電気的物性等の検討を行い、構造物性相関を解明した。分岐構造制御では、トリフェニルアミン骨格の多分岐ポリマーにビニレン基を導入するに際し、トリス(4-ブロモフェニル)アミンと p-ジビニルベンゼンとの直接カップリングにより合成することができた。高分子質量分析の汎用化をめざし、MALDI 用簡易試料調整装置の基本設計を行うとともに試作を開始した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

構造・物性研究チーム

(Polymer Structure and Properties Team)

研究チーム長：海藤 彰

(臨海副都心センター) (つくば中央第5)

概要：

自己組織化制御によるナノ秩序構造形成は、ナノリソグラフィ、ナノ多孔材料、フォトニクス材料、高強度材料等の高機能のためのキーテクノロジーである。高分子の自己組織化過程(結晶化、ブロック共重合体のマイクロ相分離など)を外場(応力、流動、化学的手法など)により制御し、新規なナノ秩序構造を形成することを目標とする。さらに、構造解析技術およびシミュレーション技術の高度化を通じて構造形成の機構を解明する。自己組織化制御として、ブロック共重合体が形成するナノドメインの機能化と配列制御、ナノドメインの結晶化による新規な結晶組織の形成、液晶場における架橋構造形成による極微細繊維の形成などについて研究を進めた。一方、構造形成の機構解明を目指して、結晶化ダイナミクスシミュレーションや in-situ 計測による結晶化過程の機構解明、固体 NMR による結晶ダイナミクス解析、相構造解析、エネルギーフィルター電子顕微鏡による界面構造解析について研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7

成形加工研究チーム

(Polymer Processing Team)

研究チーム長：清水 博

(臨海副都心センター)

概要：

成形加工機においては熱的な場だけでなく、スクリー等の高速回転に伴うせん断流動場や伸張流動場、高圧場等の特殊な外場(特殊場)が複雑に作用し合い、高分子のモルフォロジーを“非平衡状態”下で制御している。そこで、本研究チームでは、成形加工機の中で実際に起きているプロセスを解明するため、せん断流動場や高圧場等の特殊場賦与下で高分子ブレンド等の相構造をリアルタイムで“その場”観察するための解析技術を構築する。この解析により特殊場下にある多相系高分子のメゾスコピックレベルでの構造制御要因を解明することが可能となる。さらに、これらの解析により得られた知見を活かして特殊場を積極的に利用する新規な成形加工技術、『特殊場利用成形加工技術』を構築すればメゾスコピックレベルで構造が制御された材料の開発に資することができる。一方、成形加工そのものは典型的なトップダウン的手法であるが特殊場の範囲を広げ、ボトムアップ手法であるブロック共重合体の自己組織化により形成されたマイクロ相分離構造を超臨界流体場等の外場で制御する技術、さらには溶液場を利用したバイオミメティック法による有機・無機複合体の構造制御技術についても平行して研究を展開し、多成分・多相系高分子の系統的なメゾスコピック構造制御技術の構築を図る。これら体系化された加工技術の構築により新規な材料の創出に資するだけでなく、ポリマーブレンド、アロイ、ナノコンポジット等の高性能化、高機能化に資する。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

 [テーマ題目1] 精密重合技術の研究開発(運営費交付金、NEDO「精密高分子」技術プロジェクト)

[研究代表者] 杉山 順一(高分子基盤技術研究センター高分子合成研究チーム)

[研究担当者] 杉山 順一、萩原 英昭、土原 健治、竹内 和彦(職員4名)

[研究内容]

炭化水素系ポリマーの一つであるポリプロピレンは産業的に極めて重要な材料である。しかし、炭素と水素のみからなるポリプロピレンは極性を持つ物質との親和性に劣り機能性に乏しいという欠点がある。本研究では、配位重合によるポリオレフィンの高機能化の研究の一環として、極性基の導入により機能を付与した立体規則性ポリプロピレンの開発を検討してきた。

これまでに、極性基含有モノマーを有機アルミニウムで保護した後、立体特異性メタロセン触媒系を用いてプロピレンと共重合させる極性基含有ポリプロピレンの合

成技術の開発に成功した。すなわち、5-ヘキセン-1-オール、アリルアルコール、アリルアミン等の極性基含有モノマーを有機アルミニウムでマスクし、種々のジルコノセン触媒系によりプロピレンと共重合を行った。その結果、立体規則性 (mm) が90%以上の共重合体中に水酸基やアミノ基を導入することに成功した。5-ヘキセン-1-オールを用いた場合には水酸基導入量を1~20モル%の範囲での任意に制御可能であった。また、触媒・モノマー構造と共重合性・共重合体構造の相関を明らかにし、極性基による触媒の被毒と連鎖移動反応のメカニズムを解明した。

本技術により、種々の極性基や共重合体構造を有する機能材料を作り分けることが可能となった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ポリオレフィン、極性基含有ポリプロピレン、メタロセン触媒、立体規則性

【テーマ題目2】 構造制御有機機能材料の創成 (運営費交付金、NEDO「精密高分子技術」プロジェクト)

【研究代表者】 杉山 順一 (高分子基盤技術研究センター高分子合成研究チーム)

【研究担当者】 杉山 順一、田中 進、山下 浩、長畑 律子、奥山 健一、鈴木 美忠、竹内 和彦 (職員5名、他2名)

【研究内容】

縮合系高分子材料の一次構造制御技術開発の一環として、代表的エンジニアリングプラスチックであるポリカーボネート (PC) の低環境負荷型製造技術、縮合系 π 共役型多分岐ポリマーおよびヘテロ元素を主鎖に含むポリマーの効率的な製造法とその機能化技術について検討した。

(1) 低環境負荷型 PC 製造技術の開発

現在、大部分の PC は有毒なホスゲンを原料とするホスゲン法やエネルギー効率の低い熔融法で生産されている。本研究では、より省エネで環境負荷の低い製造法である一酸化炭素を原料とする酸化的カルボニル化法による直接合成法の開発を行った。酸化的カルボニル化法は高効率の低環境負荷型反応として知られていたが触媒のターンオーバー数が低く、これまでポリマーは全く合成できていなかった。

当研究グループでは、パラジウムを主成分とする複合系触媒について、まずカルベン型配位子を有するパラジウム錯体を調製し、助触媒や反応条件を最適化することにより、実用化レベルの高分子量のポリマー ($M_w > 20,000$) を直接合成することに世界で初めて成功した。この触媒系は高選択性に加え活性も高く、パラジウム触媒系の実用化レベルを大きく越える、ターンオーバー数6,000以上を達成した。次いで、この錯体均一触媒を有機樹脂や無機酸化物上に担持しても

高活性を保持することを見いだした。さらに、分子量1万以下の PC プレポリマーを固相重合により高分子量化する合成法も開発し、実用化への目途を得た。

(2) π 共役型多分岐ポリマーの開発

π 共役系高分子は、光・電子機能性を有し、電子デバイス等に用いられているが、従来専ら直鎖状ポリマーに限定されていたため、加工が困難で実用上大きな問題があった。本研究では、これを多分岐構造とすることにより加工性を賦与しつつ、共役系としての性質を示すポリマーの簡便な合成法とその機能化技術について検討した。

本研究では、ホール輸送性材料等として知られるトリフェニルアミンに着目し、これを成分として含む多分岐ポリマーにビニレン基を導入する簡便な合成法を開発した。一つは AB_2 型モノマーを新規に設計し、これを有機金属触媒で重合させる方法、もう一つはモノマーを経ず、 $A_3 + B_2$ 型反応により直接カップリングを行う方法である。得られたポリマーはいずれも溶媒可溶でフィルム形成能があった。また、1.1V で酸化還元特性を示すなど、光・電子機能性を有することを見いだした。

(3) ヘテロ元素含有ポリマーの開発

現在の汎用炭化水素系高分子は、構成元素の種類が限られているため、それら高分子の性能・機能には限界がある。そこで、ヘテロ元素を高分子に規則的に導入し、炭素のみでは発揮できない特性を発現させることにより、性能・機能の飛躍的向上が期待できる。

本研究では、ケイ素やゲルマニウム等のヘテロ元素を規則的に含むポリマー材料を創製するための基盤技術の開発を行っている。これまでに、独自に開発した新規触媒反応により、熱安定性・発光特性等にすぐれた新規含ヘテロ元素ポリマーの効率的合成に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 縮合系高分子、ポリカーボネート、固相重合、多分岐高分子、ヘテロ元素含有ポリマー

【テーマ題目3】 結晶化を利用した結晶構造制御に関する研究 (運営費交付金、NEDO「精密高分子技術」プロジェクト)

【研究代表者】 海藤 彰 (高分子基盤技術研究センター構造・物性研究チーム)

【研究担当者】 海藤 彰、Asok Kumar Dikshit、Yongjin Li (職員1名、他2名)

【研究内容】

高分子の結晶組織の制御は、その力学特性や光学的性質など樹脂の特性を支配する重要な要因である。結晶ラメラの配向、結晶サイズ、結晶化度などの規則構造を精密かつ巨視的に展開することができれば、材料としての物性の向上が期待される。特に、高分子多成分系では、

構造形成要因（結晶化と相分離など）と外場（応力、流動、ナノ空間、界面など）との共同現象により、多様な高次構造形成ならびに物性発現が期待されるが、高分子多成分系における結晶化制御は、ほとんど未開拓の課題である。本研究では、結晶性高分子を含むポリマーブレンドやブロック共重合体を対象に、応力付加、ナノ空間、界面における結晶化条件の制御により、ナノ・メゾ領域で結晶配向が制御された新規な秩序構造を形成することを目的とする。平成15年度は、結晶性高分子からなる相溶系ポリマーブレンドについて配向結晶化を行い、その高次構造の解析を試みた。

- ① 相溶系の結晶性／結晶性高分子ブレンドであるポリ(1,4-ブチレンサクシネート) (PBSU) /ポリフッ化ビニリデン (PVDF) の延伸膜中で、低融点成分である PBSU を一旦融解し60℃以上の温度で再結晶化すると、PBSU のラメラが PVDF の配向方向と垂直方向に配向した直交二軸配向構造が形成した。すなわち、両成分のラメラが互いに逆方向に配向して、数十ナノメートルのドメインを形成する“ナノスケールの直交配向構造”を世界で初めて実現することに成功した。
- ② ブロック共重合体のナノドメインの配列技術として、電場印加、せん断流動、ゾーン熱処理、ロールキャスト法、凹凸界面での構造形成などが知られている。本課題では、ラメラ構造を形成する比較的高分子量のポリエチレンオキシド-ポリスチレンブロック共重合体を、真空中で荷重を付加しながら熱処理するという非常に簡便な方法により、ブロック共重合体のラメラ構造がフィルム面に平行に高度に配向することを見出した。さらに、ラメラ状のナノドメインにおけるポリエチレンオキシドの結晶化挙動について検討した

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 結晶化、配向、高次構造制御、ポリマーブレンド、ブロック共重合体

【テーマ題目4】 シミュレーションと in-situ 計測による秩序構造形成の機構解明に関する研究
(運営費交付金、NEDO「精密高分子技術」プロジェクト)

【研究代表者】 海藤 彰 (高分子基盤技術研究センター構造・物性研究チーム)

【研究担当者】 海藤 彰、下村 正樹、三浦 俊明、Asok Kumar Dikshit (職員3名、他1名)

【研究内容】

高分子材料の高性能化をナノスケールにおける高次構造制御によって実現する上で、自己秩序形成を利用した構造構築技術の開発とその機構解明は非常に有力な手段である。本テーマでは、分子シミュレーションの手法により、これらの秩序化プロセスにおける分子の挙動を追

跡し、結晶化による配向秩序形成の各因子の持つ役割を明らかにすることを目的とする。また、回折、散乱・振動分光法をはじめとしたその場計測を行い、高次構造形成の機構を解明することを目的とする。平成15年度は、結晶秩序形成ダイナミクスのシミュレーションによる結晶核濃度効果について調べるとともに、ポリマーブレンドの配向結晶化過程における構造変化の in-situ 計測を行い、構造形成の機構解明について検討した。

- ① 分子の剛直性と連結性を考慮した粗視化高分子モデルにより、熔融結晶化における、核形成過程・誘導期及び結晶成長初期過程における微視的秩序化挙動に関するシミュレーションのモデル化とシミュレーションを実行した。その結果、これにより、高分子系のような多くの内部自由度を持つ系における秩序発展の各段階での過程が明らかとなった。(B)初期の核分子濃度と得られた結晶構造との相関を見出した。結晶化転移濃度点近傍においては、核濃度とともに誘起される結晶秩序が急激に増大するが、高濃度域では、秩序の誘起効果は小さくなり、逆に系全体の配向秩序は減少してくることが示された。(C)結晶化度の時間発展曲線の解析により、結晶化ダイナミクスへの核の影響を明らかにした。核の濃度がある程度以上高い時は、系は不安定となり、揺らぎの自発的発展による急速な秩序形成を示す。これは、過冷却度が大きい場合におけるスピノーダルの挙動との関連からも興味深い点である。また低濃度域では、系は準安定域となり、長い誘導期が観測されると同時に、Avrami 指数で特徴づけられる伸張型指数関数的な挙動を示すことがわかった。
- ② イソタクチックポリスチレン (iPS) /ポリフェニレンオキシド (PPO) ブレンドは、結晶性高分子と非晶性高分子から成る相溶系ブレンドである。iPS/PPO ブレンドの非晶性配向膜を張力付加状態で等温結晶化し、結晶化過程における構造変化のその場計測を試みた。①結晶化には誘導期が存在すること、②誘導期においてコンホメーション変化が起こり、3/1ヘリックス構造が増加し、ランダムコンホメーションの非晶鎖が減少すること、③結晶化誘導期において、iPS のヘリックス構造の配向度が増加するのに対し、PPO の非晶鎖は配向緩和した状態を維持し、相溶系ブレンドでありながら iPS と PPO の分子鎖は全く異なる挙動を示すことが明らかになった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 結晶化、シミュレーション、in-situ 計測

【テーマ題目5】 表面・界面の制御と解析に関する研究
(運営費交付金、NEDO「精密高分子技術」プロジェクト)

【研究代表者】 堀内 伸 (高分子基盤技術研究センター構造・物性研究チーム)

〔研究担当者〕堀内 伸、尹 徳会、李 在英
(職員1名、他2名)

〔研究内容〕

研究目的：高分子界面・表面は材料物性において重要な役割を果たすが、それらの構造、及び形成要因に関しては未解明な問題が多い。本研究では、高分子界面をナノレベルで解析する技術を開発し、接着特性、ポリマーアロイ、複合材料において界面構造と物性を解析し、材料の高性能化に資する技術を開発することを目的とする。

研究手段：高分子界面をナノレベルで解析するために、エネルギーフィルターTEM による元素マッピング、EELS を高分解能、高い定量性において行うための条件を検討し、界面特性評価による物性値との相関を解析する。

進捗状況：高分子界面の高精度元素マッピングを可能にするため、ポリメチルメタクリレート/ポリ（スチレン- アクリロニトリル）ランダム共重合体の積層試料の界面を酸素及び窒素元素マッピングにより解析を行った。試料の電子線損傷、ドリフト等の問題を克服し、10nm 以下の分解能での元素マッピング、EELS 分析を可能にした。さらに、接着界面の解析を検討し、ポリブチレンテレフタレート（PBT）/エポキシ樹脂接着界面の解析を行い、接着強度とナノ界面構造との相関を明らかにした。本研究により、接着界面に形成する厚さおおよそ50nm の接着阻害層を解析し、元素マッピングとImageEELS の併用によりこの相の組成を明らかにし、接着阻害要因の解明に繋げた。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕界面、電子顕微鏡

〔テーマ題目6〕液晶と相分離を利用した高分子ネットワークの構造制御に関する研究（運営費交付金、NEDO「精密高分子技術」プロジェクト）

〔研究代表者〕木原 秀元（高分子基盤技術研究センター構造・物性研究チーム）

〔研究担当者〕木原 秀元、岸 良一（職員2名）

〔研究内容〕

三次元的な結合により形成される高分子ネットワークは、伸縮機能性材料やアクチュエーターなどへの応用が期待されているが、より強度な構造・高機能の発現には高分子ネットワークの配向やモルホロジーをナノメートル〜マイクロメートルのスケールで制御する必要がある。本研究では、液晶の持つ自発配向性・自己集合性と相分離を組み合わせることにより、異方的かつ巨視的に配向したモルホロジーを有する高分子ネットワークを作製することを目的とする。平成14年度までに、液晶モノマーを液晶溶媒中（ネマチック液晶、スメクチック A 液晶）で光重合し、重合誘起相分離を起こさせることにより、巨視的に配向した直系数百ナノメートルのファイバ

ーからなる高分子ネットワーク薄膜が得られることを見出した。平成15年度では液晶溶媒としてコレステリック液晶を用いることにより、らせんに基づいた巨視的構造を有する高分子ネットワーク体の作製を試みた。

シアノビフェニル系のネマチック液晶にキラルドーパントを加えることによりコレステリック液晶を調整した。このコレステリック液晶はガラス基板のみではフィンガープリント組織を、一方、配向膜を用いたときはグランジャン組織を発現した。それぞれの組織を保持したまま、安息香酸部位を有するアクリレートモノマーを光重合することにより高分子ネットワーク体を作製し、そのモルホロジーを電子顕微鏡で観察した。高分子ネットワークは相分離に基づく直径数百ナノメートルの直線的なファイバーから成り、このファイバーはすこしずつ角度を変えながら集積していることがわかった。フィンガープリント組織から得られた高分子ネットワークには、コレステリック相のらせんピッチに相当する間隔の溝があることが確認でき、またグランジャン組織から得られた高分子ネットワークは CD スペクトルにおいてコットン効果を示した。ここで得られた高分子ネットワークはヘリコイダル構造を有することがわかった。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕液晶、相分離、光重合、ファイバー、らせん、ヘリコイダル

〔テーマ題目7〕固体 NMR によるナノ構造解析に関する研究（運営費交付金、NEDO「精密高分子技術」プロジェクト）

〔研究代表者〕三好 利一（高分子基盤技術研究センター構造・物性研究チーム）

〔研究担当者〕三好 利一（職員1名）

〔研究内容〕

高分子が本来もつ機能、特性を最大限に生かすためには、一次構造〜高次構造の精密な制御ならびにその構造解析ツールが必要になる。当該研究者は高分子構造を精密に計測するための固体 NMR 手法の開発ならびに高分子構造評価を行ってきた。固体状態における NMR 共鳴線の位置や線形を与える核スピン相互作用は、分子と磁場の相対配向によってその大きさが変化する異方的な相互作用であることが特徴である。当該研究者は磁気異方的相互作用を利用して高分子のダイナミクスとナノスケールでの構造解析手法の開発研究を行ってきた。個々の研究の概要を以下に示す。

① 高分子結晶の低速ダイナミクス解析

当該研究者は一次元交換 MAS-固体 NMR 手法を isotactic-poly(4-methyl-1-pentene)へ適用し、側鎖を有する結晶性高分子の結晶領域における各原子団の精密ダイナミクス解析に世界で初めて成功した。室温において、平均103度のジャンプ角をもつ分子鎖の軸周りのジャンプ運動が存在することを発見した。また、

主鎖の運動と側鎖の運動の周波数の一致から、同じ温度領域において側鎖の付加的な分子運動は存在しないことを示した。得られた実験結果より、得られた材料の超延伸機構を解明した。

② 固体 NMR によるナノスケール構造解析

近年、ブロックコポリマーのナノドメイン内の結晶構造制御研究は活発に行われている。ナノドメイン内の結晶領域の空間情報は重要な研究課題であるが、TEM や SAXS などの手法ではナノ空間内の結晶領域の位置情報を取り出すことが難しい。当該研究者は固体 NMR 法のスピン拡散を用いることにより、ラメラ構造（ラメラ厚 約30nm）を有する poly(ethylene oxide)-polystyrene 共重合体 (PS-b-PEO) (PS, PEO 非晶、PEO 結晶) の PEO のナノドメイン内の結晶、非晶領域の空間情報を解析することに成功した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 固体 NMR、高分子結晶、分子鎖ダイナミクス

[テーマ題目 8] 特殊場下成形加工によるメゾスコピック構造制御技術の開発（運営交付金）

[研究代表者] 清水 博（高分子基盤技術研究センター成形加工研究チーム）

[研究担当者] 清水 博、大山 秀子、横山 英明、大矢根綾子、李 勇進、中山 和郎、Li Lei、大野 悠子、横山 敬郎（職員5名、他4名）

[研究内容]

(1) 研究目標

本研究では、以下の2つに大別される課題を設定し、相互に密な連携をしながら基礎的知見を蓄積し、新規成形加工技術の確立ならびにメゾスコピックレベルで構造が制御された高性能、高機能材料の創出を目指している。

- 1) 特殊場下でのその場計測技術及び界面評価技術の確立
- 2) 特殊場下成形加工によるナノレベルのモルフォロジー制御技術の確立

(2) 研究内容

- 1) 特殊場下でのその場計測技術及び界面評価技術の確立
 - ① リアクティブプロセッシング反応機構の解明：

反応性基をもつモデルポリマーを合成し、X 線分光分析 (XPS) ならびに TOF-SIMS を用いた界面解析により、二層膜界面での反応性を解析した。
 - ② 特殊場下その場相挙動解析：

非相溶性のポリマーブレンド系であるポリ(p-フェニレンスルフィド) (PPS) /ポリアミド4,6 (PA4,6) ならびにポリフッ化ビニリデン

(PVDF) /ポリアミド11 (PA11) を対象に、高せん断流動場下で相挙動を解析した。

2) 特殊場下成形加工によるナノレベルのモルフォロジー制御技術の確立

① 特殊場利用成形加工による非相溶性ポリマーアロイのモルフォロジー制御：

上記1) ②の解析と連動し、高せん断流動場を発生し得る成形加工機の開発を行い、PVDF/PA11ブレンド系に適用して、得られたブレンド試料の微細構造と成形加工条件との相関を検討した。

② リアクティブプロセッシング法による非相溶性ポリマーブレンド/クレイ系ナノコンポジットのモルフォロジー制御：

極性の異なるポリアミド6 (PA6) /無水マレイン酸変性ポリプロピレン (PP-MAH) /クレイ系ナノコンポジットにおけるモルフォロジー制御の可能性を検討した。

③ 超臨界流体場を用いたブロック共重合体のナノ空孔制御：

ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素を用いたプロセスによりナノサイズの空孔を形成し、その構造制御要因を検討した。

④ バイオミメティック法による有機・無機複合体のモルフォロジー制御：

過飽和溶液場を利用して、エチレン-ビニルアルコール共重合体 (EVOH) 等の高分子表面に種々の蛋白質と生体活性セラミックスであるアパタイトとを複合化させ、これらの系のモルフォロジー制御要因を検討した。さらに得られた材料の生理活性評価を行った。

(3) 進捗

1) 特殊場下でのその場計測技術及び界面評価技術の確立

- ① リアクティブプロセッシング反応機構の解明：

二層膜モデル界面での反応は、TOF-SIMS による界面状態の解析の結果と自己無撞着場 (SCF) の理論計算の結果とを比較し、官能基の界面近傍での空間的分布がその反応性を支配している要因であることを明らかにした。

② 特殊場下その場相挙動解析：

非相溶性の PPS/PA4,6ブレンド系のせん断流動場下その場解析から相構造を精査した結果、高せん断速度 (1000sec^{-1}) 下では相溶する領域が見出された。即ち、PPS リッチ側ならびに PA4,6リッチ側でのみ相溶することが分かった。さらにせん断速度を 3000sec^{-1} に上げると、相溶領域が広がることが分かった。一方、非相溶性 PVDF/PA11ブレンド系においては、高せん断流動場下では PVDF リッチ側でのみ相溶すること

が分かった。このように静置場では全く相溶しない非相溶性のポリマーブレンド系が高せん断流動場下でのみ相溶するという画期的な知見が得られた。

2) 特殊場下成形加工によるナノレベルのモルフォロジー制御技術の確立

① 特殊場利用成形加工による非相溶性ポリマーロイのモルフォロジー制御：

上節、1) ②の知見から、高せん断流動場を賦与できれば非相溶性高分子ブレンド系を相溶させ得るということが分かった。そこで、この知見を活かして実際の材料開発に資するため、高せん断流動場を賦与し得る、スクリュウの高速回転が可能な『微量型高せん断成形加工機』を開発した。本装置の主な仕様として、スクリュウ最高回転数3000rpm を実現した。さらに、高速回転することにより、混練時間が反比例して減少してしまう欠点を補うため、フィードバック型のスクリュウを採用し、混練時間を任意に設定できるように設計した。

この装置を用いて実際に非相溶性 PVDF/PA11ブレンド系に適用したところ、PVDF マトリクス中に20~100nm サイズの PA11ドメインが均一かつ密に分散しているナノ分散構造を構築することができた。今後、スクリュウ回転速度、混練時間等の成形加工条件とナノ分散構造との相関を検討し、構造の最適化を図る。

② リアクティブプロセッシング法による非相溶性ポリマーブレンド/クレイ系ナノコンポジットのモルフォロジー制御：

PA6/PP-MAH/クレイ系ナノコンポジットにおいては、MAH の濃度によりクレイの分散状態、分散場所が変化し、熱安定性等の物性に大きな影響を及ぼすことが分かった。

③ 超臨界流体場を用いたブロック共重合体のナノ空孔制御：

ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素を用いたプロセスにより、容易にナノ多孔体を形成できることが分かった。さらに、この系の空孔サイズを10nm~30nm 程度の範囲で制御できることを見出した。

④ バイオミメティック法による有機・無機複合体のモルフォロジー制御：

過飽和溶液場を利用して、種々の蛋白質とアパタイトより成るナノコンポジットを多様な高分子表面に形成させる手法を確立した。同材料の生理活性を *in vitro* 細胞実験により評価し、新たな機能を有する生体材料を開発するための設計指針を得た。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 特殊場、成形加工、非平衡状態、メソコピック構造制御、せん断流動場、その場相挙動解析、非相溶性ポリマーブレンド、ナノ分散、リアクティブプロセッシング、超臨界流体場、ナノ多孔体、溶液場、バイオミメティック、アパタイト、生理活性

[テーマ題目 9] 材料形成技術に関する研究 (NEDO 「精密高分子技術」プロジェクト)

[研究代表者] 清水 博 (高分子基盤技術研究センター 成形加工研究チーム)

[研究担当者] 清水 博、大山 秀子、李 勇進、中山 和郎、大野 悠子 (職員3名、他2名)

[研究内容]

(1) 研究目標

ナノ構造制御と成形加工を同時に実現するリアクティブプロセッシング技術ならびにせん断流動場等の外場を利用したナノ構造形成技術を実現するための基盤に係る研究開発を行う。具体的には以下の基礎的検討を行う。

1. リアクティブプロセッシングによる高性能化

新規な高性能材料の開発を目指して、官能基含有高分子等の反応成形を可能にする系の探索検討を実施する。また、ブレンド系のモルフォロジーや高次構造の解析をするとともに、熱機械特性についても検討する。

2. 特殊場利用構造制御技術の検討

非相溶性のポリマーブレンド系等を対象に高せん断下、さらには高せん断/高圧場等特殊場下での相挙動解析を行う。また、これら一連の解析から見出された相溶領域を成形条件として利用するため、微量型高せん断成形加工機を開発し、特殊場利用構造制御技術の構築を目指す。

(2) 研究内容

1. リアクティブプロセッシングによる高性能化

非相溶性高分子ブレンド/クレイ系のリアクティブプロセッシングを実施し、成形加工条件の探索を行うと同時に、得られた成形物のモルフォロジーと物性との相関を検討する。

2. 特殊場利用構造制御技術の検討

非相溶性の PPS/PA46系高分子ブレンドならびに PVDF/PA11系高分子ブレンド系を対象に特殊場下でのその場相挙動解析を行う。また、微量型高せん断成形加工機の開発を行う。

(3) 進捗

1. リアクティブプロセッシングによる高性能化

極性の異なるポリアミド6 (PA6) /無水マレイン酸変性ポリプロピレン (PP-MAH) /クレイ系ナノ

コンポジットにおけるモルフォロジー制御の可能性を検討した結果、PA6/PP-MAH/クレイ系ナノコンポジットにおいては、MAHの濃度によりクレイの分散状態、分散場所が変化し、熱安定性等の物性に大きな影響を及ぼすことを見出した。さらに成形加工条件を最適化し、熱安定性に優れたポリマーアロイを開発する。

2. 特殊場利用構造制御技術の検討

非相溶性の PPS/PA46ブレンド系のせん断流動場下その場相挙動解析を行った結果、高せん断速度 (1000sec^{-1}) 下では相溶する領域が見出された。即ち、PPS リッチ側ならびに PA46 リッチ側でのみ相溶することが分かった。さらにせん断速度を 3000sec^{-1} に上げると、相溶領域が広がることが分かった。一方、非相溶性 PVDF/PA11ブレンド系においては、高せん断流動場下では PVDF リッチ側でのみ相溶することが分かった。この知見から、 1000rpm 以上の高速回転が可能な内部帰還型スクリューを搭載した『微量型高せん断成形加工機』を開発した。この装置を用いて実際に非相溶性 PVDF/PA11ブレンド系に適用したところ、PVDFマトリクス中に $20\sim 100\text{nm}$ サイズの PA11ドメインが均一かつ密に分散しているナノ分散構造を構築することができた。これは、従来、非相溶性ブレンド系における分散相サイズの理論的、実験的限界とされてきた数値 (350nm) を大幅に更新する結果で、単純機械的混合によるものでは世界で初めての例示となった。本ブレンド系は強誘電性ポリマー同士のブレンドであることから、試料を外部 (東京理科大学) に提供し、強誘電性を評価中である。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ナノ構造制御、成形加工、リアクティブプロセッシング、成形加工、せん断流動場、特殊場、その場相挙動解析、非相溶性ポリマーブレンド、相溶領域、微量型高せん断成形加工機

[テーマ題目10] 表面処理による高分子材料へのアパタイト形成能の付与 (NEDO 産業技術研究助成)

[研究代表者] 大矢根綾子 (高分子基盤技術研究センター成形加工研究チーム)

[研究担当者] 大矢根綾子、横山 敬郎
(職員1名、他1名)

[研究内容]

親水性高分子、または親水化処理された高分子をカルシウム水溶液、及びリン酸水溶液で処理することにより、同試料表面にアパタイトの前駆体であるアモルファスリン酸カルシウムナノ粒子を固定することができた。上記処理された試料は、擬似体液またはリン酸カルシウム過

飽和溶液中で24時間以内のその表面に緻密で均一なアパタイト層を形成した。本処理方法は、平板状基板だけでなく、三次元構造体にも適用することが出来た。すなわち、種々の組成及び形状を有する高分子材料表面に、アパタイト形成能を付与するための簡便な表面処理法が確立された。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 高分子、アパタイト、表面処理、擬似体液、リン酸カルシウム

⑩【光反応制御研究センター】

(Photoreaction Control Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

研究センター長：荒川 裕則

副研究センター長：春日 和行

総括研究員：春日 和行

所在地：つくば中央第5

人員：26 (24) 名

経費：539,465千円 (379,811千円)

概要：

[ミッション]

実用化までに長いリードタイムと高いリスクを要し、国自らが課題解決に取り組んでいくことが求められているエネルギー問題や地球環境問題の解決に光反応制御技術の開発を通して貢献することを本研究センターのミッションとする。

人類が直面しているクリーンなエネルギー資源の確保には膨大で無尽蔵なエネルギー源である太陽光の新しい有効利用技術の開発が期待されている。一方、地球規模の環境汚染問題の解決には、副生成物を排出しない反応プロセスや、効率的な材料プロセッシング技術の開発が求められている。光反応制御技術は、これらのエネルギー・環境問題の解決に大きく貢献できる潜在的な可能性を秘めている。このような観点から、本研究センターでは新しい太陽光エネルギー利用技術の開発や汚染物質の排出の少ない光・レーザー反応の完全制御技術の確立に向けた革新的な光反応制御技術の研究開発を行う。

「研究の方向付け」

本研究センターの研究開発は、1997年から10カ年計画で開始された科技庁 (現文部科学省) の中核的研究拠点育成制度 COE プロジェクト「光反応制御・光機能材料」を基盤としており、光誘起電子移動過程の理論的・実験的解析やレーザーのコヒーレント制御に基づく量子反応制御技術等の基礎・基盤技術から、太陽光エネルギー利用技術やレーザー精密反応プロセスの実用化応用技術までの一貫した研究開発を有機的な連

携組織で行うことを特徴としている。すなわち高度の基礎・基盤研究を産業利用技術に直結させる研究体制のもと、エネルギー・環境問題に対応できる新技術の開発を行う。

また、世界最高の基礎科学と産業基盤技術をリードし、光反応制御技術に関する世界のセンター・オブ・エクセレンス（COE）となり、その成果を以て我が国の産業技術の発展に貢献することも本研究センターの目標としている。

「第1期の目標」

1) 新しい太陽光エネルギー利用技術の開発：

- ・色素増感太陽電池等の不均一系や溶液反応等の均一系での光誘起電子移動の基礎過程を解明する。
- ・安価で高性能な、新しい色素増感太陽電池を開発する。変換効率8%以上。
- ・水から直接水素を製造する新しい可視光応答性酸化半導体光触媒を開発する。

2) 光・レーザー反応の完全制御技術の開発：

- ・種々の量子反応制御手法の原理確認と機構解明を行い、選択的結合切断反応に有効な手法を提案する。
- ・レーザー反応特異的な新物質生成法と材料加工法の基盤技術を開発する。

「重要研究課題」

重点研究課題および、その概要は以下の通りである。

- 1) 光誘起電子移動の実験的および理論的研究：光エネルギー変換系において重要な役割を果たしている、光誘起電子移動の機構を研究する。均一系での電子移動に加え、色素増感太陽電池等で重要な、固体界面における電荷分離、電荷再結合の速度を決める因子を明らかにし、より高性能な光エネルギー変換系の実現に資する。
- 2) 高性能色素増感太陽電池の研究開発：安価で高性能な次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について、高効率な光電変換を実現するための半導体電極、増感色素、酸化還元電解質、対極、セル化等の要素技術について設計、製造、性能解析評価を行い、世界最高性能クラスの新しい色素増感太陽電池を開発する。
- 3) 人工光合成技術の研究開発：太陽光エネルギーの効率的な利用技術の確立を目指し、特にその大半を占める可視光エネルギーを有効に利用できる光触媒プロセスを用いた水の分解による水素製造技術や、炭酸ガスの固定化・再資源化に関する技術開発を行い、実用化の為の基礎的知見を集積する。
- 4) レーザー量子反応制御の基盤研究：レーザー光を用いた結合選択性反応の実現を目指して、励起状態の量子干渉を用いるコヒーレントコントロール、水素結合クラスターの赤外前期解離、非共鳴電場によ

る配向制御など、各種量子反応制御法の原理確認、有効性の検討を行い、結合選択性反応に有効な手法を提案する。

- 5) レーザー反応による材料創製および材料加工法の最適化：電子・光学機能性新材料の創製を目指して、紫外パルスエキシマレーザーを用いたレーザーアブレーションや極低温マトリックス光分解等における、石英ガラスの微細加工プロセスや構造特異的機能性材料の生成を検討し、レーザー反応特異的な材料加工法の基盤技術を開発する。

外部資金：

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「次世代型分散エネルギーシステム基盤技術研究開発 新規水素貯蔵材料開発のための支援技術開発 高効率光触媒による水からの水素の直接製造」

経済産業省 電源多様化技術開発等委託費「太陽光発電技術開発 太陽光発電システム実用化のための解析・評価 超高効率太陽電池製造技術実用化のための解析・評価 安価に製造できる新規な色素増感型太陽電池の評価」

文部科学省 科学研究費補助金「超高感度過渡吸収分光計による界面電荷再結合ダイナミクスの研究」

文部科学省 科学研究費補助金「エネルギー的に乱れた物質中での電場依存電荷移動度」

文部科学省 科学技術振興調整費「光反応制御の研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援「レーザープロセッシングによるβ-鉄シリサイドの低温合成」

文部科学省 若手任期付研究員支援「バンド制御による高効率可視光応答性ナノ構造光触媒の設計・開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援「ナノ構造体での超高速電子移動の解明と制御」

文部科学省 若手任期付研究員支援「10K 低温場レーザープロセッシングによる窒化炭素作製に関する研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援「フェムト秒光パルスによる光化学反応の量子制御に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「太陽光発電技術研究開発 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発 高性能色素増感太陽電池技術の研究開発」

産総研 内部グラント「石英ガラスのレーザー光化学微細加工法の開発」

産総研 内部グラント「可視光応答性の多孔質薄膜半導体光電極を用いた水からの直接水素製造システムの研究」

産総研 内部グラント「過渡吸収顕微鏡の開発」

発 表：誌上発表44 (43) 件、口頭発表146 (49) 件、その他5件

光反応機構チーム

(Photoreaction Mechanism Team)

研究チーム長：村田 重夫

(つくば中央第5)

概 要：

光エネルギーの化学あるいは電気エネルギーへの変換で重要な役割を果たしている光誘起電子移動の機構を解明し、色素増感太陽電池などの光エネルギー変換系設計に寄与することを目的としている。実験は主として高速分光法により行った。すなわち、マイクロ秒(10⁻⁶秒)からフェムト秒(10⁻¹⁵秒)までの時間分解能で反応の中間体のスペクトルやその減衰の速さを測定し、どのような機構で反応が起こるかを調べた。半導体表面に吸着した色素ナノ微粒子からの電子注入、再結合などの効率や機構、超分子における電子移動について調べた。理論的には半導体に注入された電子の輸送と色素イオンとの再結合反応を記述するモデルを構築し、それに基づいて実験結果を説明した。またマーカスの電子移動理論を用いてドーブされた高分子の電荷移動度を研究した。

研究テーマ：テーマ題目1

太陽光エネルギー変換チーム

(Solar Light Energy Conversion Team)

研究チーム長：杉原 秀樹

(つくば中央第5)

概 要：

太陽光エネルギー変換チームは「太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証」を最終的な目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池、及び太陽光エネルギーを利用して水を直接分解し水素を合成する人工光合成について研究を行っている。

色素増感太陽電池については、具体的には、酸化物半導体電極、増感色素、酸化還元電解質溶液、対極、セル化等の要素技術について検討し、平成18年度末までに世界最高の変換効率の新しい色素増感太陽電池を

開発することを目標とするとともに、センター内の光反応機構チームとも協力して基礎研究から実用化技術までの一貫した研究開発を進めている。

人工光合成については、水を水素と酸素に完全分解するための高性能光触媒材料の開発、反応機構の解明、可視光を高効率で利用する反応システムの設計等を行い、光触媒の水素製造システムの実現可能性について検討を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

レーザー反応制御チーム

(Laser-controlled reaction team)

研究チーム長：中永 泰介

(つくば中央第5)

概 要：

環境負荷の少ないプロセスとして、副反応生成物のない高選択性の製造プロセスの実現が必要とされている。これまでの熱プロセスに変わる手法として、質の高い強力な光「レーザー光」を利用した反応制御プロセスが期待されるが、その実現のため、量子反応制御法などの基礎技術の開発が不可欠となっている。レーザー反応制御に関する研究はその重要性から数多く行われてきたが、励起状態での相互作用・エネルギー緩和のため、反応の制御に成功した例はこれまでほとんどなかった。当チームでは、レーザーの特長である短パルス・高強度・コヒーレンスや、水素結合など特殊反応場を利用し、励起状態の緩和過程を制御する事によりレーザー光反応制御を実現することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目4

レーザー精密プロセスチーム

(Laser-Induced Materials Processing Team)

研究チーム長：新納 弘之

(つくば中央第5)

概 要：

電子・光学機能性新材料の創製を目指し、紫外パルスレーザーを用いたレーザー反応特異的な新物質生成法と材料加工手法の基盤技術を開発するために、石英ガラスの微細加工プロセスの研究をグループ重点テーマに設定した。さらに、グループ探索研究テーマ極低温マトリックス光分解やレーザーアブレーションなどの特異的反応場における反応性化学種の発生に基づく構造特異的な機能性材料の生成を検討し、産業技術への応用を検討した。当グループは、紫外レーザーアブレーション法と極低温マトリックス光分解法を基盤技術とした特異的反応場でのレーザー精密プロセスによって、国際的にリードできる先進材料の創製と材料加工プロセスに関する研究成果を発信すると共に産総研の使命である産業技術への貢献を目指した。

研究テーマ：テーマ題目5

【テーマ題目1】光誘起電子移動の研究（運営費交付金、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成）

【研究代表者】 村田 重夫（光反応制御研究センター光反応機構チーム）

【研究担当者】 村田 重夫、有村 隆志、加藤 隆二、Alexander Barzykin、関 和彦、古部 昭広、吉原 利忠、玉城 喜章、村井 美紀（職員6名、他3名）

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

光エネルギーの化学あるいは電気エネルギーへの変換で重要な役割を果たしている光誘起電子移動の機構を解明し、色素増感太陽電池などの光エネルギー変換系設計に寄与することを目的としている。手法は高速分光法および理論的方法である。高速分光装置はいずれも自作のナノ秒およびフェムト秒の分解能を持つ可視・近赤外過渡吸収分光計で、これらの装置により短寿命の中間体を検出し、反応の機構を研究している。

年度進捗

増感色素をナノ微粒子半導体膜に吸着させた系において、励起色素から半導体への電子注入効率をナノ秒過渡吸収分光法により決定してきた。この系は色素増感太陽電池の開発に密接に関連している。その結果から、注入効率は電子注入の自由エネルギー変化 ΔG と良い相関があり、 $-\Delta G > 0.2\text{eV}$ で最大となることがわかった。今までに得られたのは注入効率の相対値であったが、いくつかの実験的困難を解決することにより初めてその絶対値を決定することに成功した。これにより、今までのすべての結果を定量的に評価することが可能となり、例えば $-\Delta G > 0.2\text{eV}$ では注入効率がほぼ1になることがわかった。注入効率に対する半導体の種類の影響を見るため、6種類の半導体を用いて注入効率を測定した。注入効率はこの場合もやはり ΔG に支配され、半導体の種類には依存しない。14年度までの結果とあわせ、注入効率は色素と半導体のエネルギーレベルにより決まることが明らかになった。電子注入は極めて高速で起こるが、フェムト秒過渡吸収法によりその機構を研究することができる。14年度までに、光励起されたルテニウム錯体色素からの電子注入（伝導電子の生成）が、励起色素と半導体表面状態の電荷移動相互作用に基づく中間体（イオン対）を経て2段階で起こること、イオン対の解離は励起色素のエネルギーレベル付近での伝導帯の状態密度が大きいほど速いことを明らかにした。本年度は有機色素で高い光電変換効率を示す、新規クマリン色素を用いた色素増感太陽電池における電子注入過程を観測した。注入が2段階で起こること、中間体がイオン対であるという帰属、およびその解離速度の伝導帯密度依存性は一層

確かなものとなった。詳細な解析から反応には少なくとも3つの経路があり、イオン対を経由しない直接的電子移動（500fs）と、経由する間接的電子移動（1-10ps）が、異なる速度で起こることが分かった。伝導帯状態密度の大きい酸化チタン試料の場合は、直接的電子移動が支配的な反応過程であることが明らかになった。

電荷分離により生成した色素カチオンと半導体中の電子との再結合では、トラップ準位間の電荷輸送と再結合反応が競合する場合がある。このような状況でも電荷分布の変化を記述するのに有効な反応拡散方程式を世界に先駆けて導いた。この式を用いて再結合反応速度とトラップ状態密度との関係を調べた。酸化チタン上に吸着させる色素を適切に設計することにより、電荷再結合のダイナミクスを変化させることができるという実験結果が報告されている。すなわち色素により再結合速度が変化し、また再結合反応の進行が時間に対して指数関数的になったり非指数関数的になったりする。このような変化に関し、半導体内部での電荷輸送、界面での電荷再結合、暗電子の影響などを取り入れて考察し、色素イオン濃度の時間変化を表す解析的な式を得た。この式により上述の実験結果を非常に良く再現することができた。すなわち、電荷再結合制御のメカニズムを明らかにした。

光合成反応中心のスペシャルペアのモデルシステムとしてカリックスアレーンをインターフェースとしたポルフィリン2量体を合成し、二つのポルフィリンの動的相互作用をカーボン NMR の縦緩和時間（T1）を測定することより評価した。溶媒の極性が大きくなると T1は減少し、T1が拡散速度に依存していることが明らかとなった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 電子移動過程、高速分光法、電子移動理論、色素増感太陽電池

【テーマ題目2】高性能色素増感太陽電池の研究開発（運営費交付金、新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費（太陽光発電技術開発 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発）、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成）

【研究代表者】 荒川 裕則（光反応制御研究センター）

【研究担当者】 荒川 裕則、春日 和行、杉原 秀樹、北尾 修、佐山 和弘、小西 由也、草間 仁、小野澤伸子、原 浩二郎、柳田 真利、山口 岳志、魏 明灯、Wang Zhong-Sheng、倉重 充彦、小川 雅宏、佐野 真二、根本 麻美（職員10名、他7名）

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用

による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現する為の技術開発を行う。具体的には、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、増感色素としての遷移金属錯体や有機色素の設計合成、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル化等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。センター内の光反応機構チームとも協力して基礎研究から実用化技術までの一貫した研究開発をセンター全体で進めて行く。

年度進捗

平成15年度は、半導体電極の最適化、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、高性能有機色素の開発、電解質溶液系の最適化、セルの耐久性・封止・集積化技術等の項目について行なった。

半導体電極の最適化については、TiO₂光電極に照射される光の透過ロスを押さえ、光電極による光捕集効率の向上を目的として、粒子径の異なる TiO₂粒子を混合あるいは積層させ、光閉じこめ型光電極を作製し、その効果を検討した。光閉じこめ効果による色素太陽電池性能の向上に成功した。

ルテニウム錯体色素については、β-ジケトン配位子として持つものの他に、テルピリジントリカルボン酸、エチレンジアミン、チオシアナートを配位子として持つ新規錯体を開発し、可視光エネルギーのみならず近赤外光エネルギーをも電気エネルギーに変換できる増感剤として働くことを見いだした。β-ジケトン錯体については、密度汎関数法による解析により、長波長側の光吸収がルテニウム金属原子からβ-ジケトンへの電子遷移に起因するものであることを明らかにした。

有機色素については、(株)林原生物化学研究所と共同で開発した世界最高の光電変換効率の新規有機色素増感太陽電池の性能をさらに8.35%まで向上させた。

色素増感太陽電池の性能を最高に発揮させるためには、電解質溶液に含まれるヨウ素レドックス、及びコール酸等添加剤の組成の最適化が必須となっている。そこで電解質溶液を構成するヨウ素、ヨウ化リチウム、有機ヨウ素化合物、TBA、コール酸、溶媒の組成の最適化を行なった。その結果、上述したように高い太陽エネルギー変換効率を示す色素増感太陽電池の性能発現が可能となった。

今までの検討結果により色素増感太陽電池の基本性能として9.6%を達成することができた。これらの結果は色素増感太陽電池が実用太陽電池としての性能を持つことを示しており、実用に供するためのセル化技術の開発が重要となってきている。そこで、太陽電池セルを構成するために必要な封止技術について、封止材料、封止条件等を中心に検討している。現在のところ反射防止膜付き5mm角の封止太陽電池セルで太陽エネルギー変換効

率10.2-10.5%を達成している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体、クマリン色素

【テーマ題目3】人工光合成技術の研究開発（運営費交付金、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成、エネルギー使用合理化技術開発委託費、若手任期付研究員支援、産総研内部グラント）

【研究代表者】荒川 裕則（光反応制御研究センター）

【研究担当者】荒川 裕則、佐山 和弘、阿部 竜、鄒 志剛、野村 篤史、東 正信、春日 和行、姫田雄一郎
（職員5名、他3名）

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

自然が巧妙に行っている光合成プロセスを手本とし、太陽光エネルギーと水と炭酸ガスから、クリーンエネルギーである水素の製造や炭化水素等の有機系資源の製造を可能とする人工光合成技術の開発を行う。すなわち、太陽光エネルギーの効率的な利用技術の確立を目指し、特にその大半を占める可視光エネルギーを利用した水の分解による水素製造技術や、炭酸ガス固定化、再資源化に関する技術開発を行い、実用化のための基礎的知見を集積することを目標としている。具体的には、平成18年度末までに半導体太陽光触媒プロセスによる水からの直接水素製造において、前人未踏の変換効率2%（現在は0.03%）の達成を目指す。炭酸ガスの固定化においては可視光による光還元固定プロセスを開発する。これらにより太陽光エネルギーの高効率な利用による新しいクリーンエネルギーの生産プロセス（人工光合成技術）の提案と実証を行うことを最終目的とする。

年度進捗

太陽光による水からの水素製造に関しては、引き続き光触媒システムの探索を行なった。具体的には新しい多孔質薄膜電極光触媒システム及び色素増感光触媒水素発生システム等について検討した。

多孔質薄膜電極光触媒システムについては、BiVO₄でいくつかの方法を検討し、作成法としてMetal Organic Decomposition法（MOD法）が優れていることがわかった。光吸収率（LHE）スペクトル測定では500nmまでの吸収を示し、光電変換効率（IPCE）スペクトル測定では475nmまでの光応答性が観測された。420nmにおけるバイアス下の見かけの量子収率は29%に達した。この値は可視光ではWO₃に次いで高く、複合酸化物電極としては最も高い値である。複合酸化物を探索すれば、高性能な半導体電極を作成できる可能性を示した点で意義が大きい。このBiVO₄多孔質薄膜電極光触媒システムの構築により太陽エネルギー変換効率が、従来の光触

媒における性能（0.03%）から約5倍向上し、太陽光エネルギー変換効率0.15%（バイアスロスを考慮）まで向上した。

平成15年度からは色素と半導体を組み合わせた色素増感光触媒の開発に着手した。各種の色素を用いて可視光水素生成反応を検討したところ、ある種の有機溶媒と水の混合溶液中において非常に効率の良い水素生成が進行することを見出した。さらに半導体としてナノ構造処理を行ったニオブ系の層状化合物を用いたところ従来の可視光応答性複合酸化物に比べ、同等の可視光照射条件で1000倍以上の水素生成速度が得られることが分かった。色素増感光触媒の有効性を示した世界初の成果である。

炭酸ガスの均一系錯体触媒による水媒体中での水素化反応については、新たな配位子の検討を行い、触媒効率の大幅な向上を行い、世界最高レベルの反応系を実現した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光触媒、可視光、水の分解、水素製造、炭酸ガス固定化

【テーマ題目4】レーザー反応制御の基盤研究（運営費交付金、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成）

【研究代表者】中永 泰介（光反応制御研究センターレーザー反応制御チーム）

【研究担当者】中永 泰介、伊藤 文之、永井 秀和、大村 英樹（職員4名）

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

質の高い強力な光「レーザー光」を利用した反応の量子制御技術の実現が革新的な高選択性の反応制御プロセスにつながると期待されている。中期計画では励起状態の量子干渉を用いるコヒーレントコントロール、水素結合クラスターの赤外前期解離、非共鳴電場による配向制御など、各種量子反応制御法の原理、有効性を確認することにより種々の量子反応制御手法の探索を行って有効な手法を提案し、18年度までにレーザー量子反応制御の基盤技術を確立する事を目指す。

レーザーの特長の1つであるコヒーレンス（可干渉性）を利用し、位相差を制御した2つのレーザー光を同時に照射する事により光反応を制御することが可能であることが理論的に示されている。我々は1光子・2光子同時吸収、1光子・3光子同時吸収を用いたコヒーレントコントロールを分子系・クラスター系に適用しその有効性を確認する。

水素結合は特殊なエネルギー移動が期待され、励起バンドを選択することにより特定の水素結合を切断できる結合選択反応を実現できる可能性がある。我々は、水素結合クラスターの赤外前期解離反応を調べこの可能性を確認する。

年度進捗

フェムト秒レーザーと高精度の干渉計とを用い、1光子・2光子同時吸収による量子干渉効果を利用することにより、光分解の結果生じた分解生成物を特定の3次元方向に分離して飛行するよう制御することに世界で初めて成功した。分離比は3:1に達しているが、さらなる改善を試みている。この手法は分子種による制御効率の依存度が小さく、種々の系に適用可能と考えられる。現在、表面加工などへの適用を検討中である。

1光子・3光子吸収の量子干渉効果により反応収率の制御を行うことが原理的に可能である。201nm・603nmの1光子・3光子同時励起の可能な装置を組み上げ、種々の分子やクラスターの光分解反応を探索した。その結果、ジメチルスルフィド $[(\text{CH}_3)_2\text{S}]$ の光分解反応で、2つのレーザーの位相差を変えることにより分解生成物 CH_3S^+ と $\text{CH}_3\text{SCH}_2^+$ の反応収率を5%程度変化させることに成功した。これまで光分解反応の収率の制御例はHI分子の光分解/イオン化で報告されているのみであり、多原子分子で収率の変化を確認できたのは世界で初めての成果である。

すでに水素結合の前期解離反応を利用することにより、振動モード選択反応を実現できることを示している。本年度は、キシレンを含むクラスターを用い、水素結合に関与する振動モードを励起した場合、水のOH対称伸縮振動モードを励起した場合と比較し5割程度分解効率を上げることが可能であることを示した。モード選択反応は電子遷移において過去ハロメタンの紫外吸収を用いた例が一例報告されているだけであり、一連の化合物で制御が可能な例はこれが初めての例である。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】反応制御、レーザー、位相制御

【テーマ題目5】石英ガラスの微細加工プロセスの研究（運営費交付金、産総研内部グラント）

【研究代表者】新納 弘之（光反応制御研究センターレーザー精密プロセスチーム）

【研究担当者】新納 弘之、川口 喜三、佐藤 正健、奈良崎愛子、丁 西明、黒崎 諒三（職員4名、他2名）

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

石英ガラス材料（ SiO_2 ）に代表される（紫外）透明材料は、光エレクトロニクス分野の基盤材料として広く使用されており、近年の高度情報化社会の発展を支える光通信技術の進歩によって、高品位でかつ簡便・安価な微細加工技術の開発が期待されている。当研究チームにおいて独自に開発されたレーザー誘起背面湿式加工法（LIBWE法：Laser-induced backside wet etching）は、ナノ秒パルスのエキシマレーザーを加工対象物の石英基板の背面から照射し、色素を高濃度に含む有機溶液

または水溶液のアブレーションによって誘起された高温・高圧の特殊な反応場が石英基板表面を微細加工するオリジナリティの高い手法である。本法は海外でも反響を呼び、独国ライプツヒ表面加工研究所およびゲッチンゲン・レーザー研究所においても本法による光学素子の微細加工の研究が進められており、情報交換を行っている。国内外で活発に研究が進んでいるフェムト秒レーザー加工と比較しても、下記のような特徴が挙げられる。

- a. 加工部位の周囲にクラックなどのダメージが発生せず、高品位な微細加工が可能である。
- b. 加工表面の平坦度が高く、深さ方向は照射パルス数の積算でナノレベルの精度で加工可能である。
- c. マスク縮小露光法を用いることで、任意のパターン形状の大面积一括加工が可能である。

H15年度は、微細加工特性向上ならびに産業技術への応用を目指し微細パターン構造を利用した表面機能化素子や光学素子の試作を行った。

年度進捗

レーザー誘起背面湿式加工法での微細加工特性を改善するために縮小光学系の改良を行い、石英ガラスの0.75ミクロン分解能のグレーティング（格子）作製に成功した。さらに、本法がV字溝形状を有する三次元加工にも適用可能であることを明らかにした。さらに、微細パターン構造を利用した表面機能化素子として、あらかじめ基板表面に自己組織化単分子（SAM）膜を作製した試料に LIBWE 加工を行うと、SAM 膜のパターニングができることが分かった。SAM 分子と色素・蛋白質分子の組み合わせを最適化することで、10ミクロン分解能までの色素や蛋白質分子薄膜の微細パターニングに成功した。これらの結果から、本法を、光学素子や化学・バイオセンサー等への応用するための知見が得られた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 石英ガラス、精密微細加工、表面機能化素子

⑩【新炭素系材料開発研究センター】

(Research Center for Advanced Carbon Materials)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：飯島 澄男

副研究センター長：古賀 義紀

総括研究員：古賀 義紀、湯村 守雄

所在地：つくば市東1-1-1 第五事業所

人員：17 (15) 名

経費：386, 286千円 (319, 319千円)

概要：

ナノチューブやナノホーンあるいは、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）に代表される炭素系物質・材料は、そのナノスペースにおいて他の物質・材料に

見られないユニークな構造や機能を持っている。新炭素系材料開発研究センターでは、炭素の究極の物性を明らかにすると共に、炭素系物質・材料が作り出すナノスペースの科学の構築を行い、これらをベースに環境に適合しやすい炭素系材料の特徴を生かした環境・エネルギー材料及び情報通信材料の開発を目指しています。このため、ナノスペースを利用した新炭素系材料の開発と産業化の可能性を明らかにするとともに、ナノチューブなどの炭素系材料により、我が国の21世紀の基幹材料としての位置づけを確立し、さらに実用化に向けて企業との連携により、産業育成の実現を計ることを目指しています。

外部資金：

公益信託林女性自然科学者研究助成基金 「平成15年度国際研究交流助成」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノカーボン応用製品創製プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「革新的温暖化対策技術プログラム 低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発プロジェクト DLC 系皮膜技術」

発表：誌上発表38 (28) 件、口等発表81 (30) 件、その他4件

ナノカーボンチーム

(Nano-Carbon Materials Team)

研究チーム長：角館 洋三

(つくば中央第5)

概要：

触媒制御、磁場・圧力等の特殊反応場を利用することによりナノ領域での構造、原子配列を制御したナノカーボン材料の合成、構造制御、構造・物性解析を行い、ナノテクノロジー等への適用を目指したナノカーボン応用技術の開発を行う。ナノメータ領域で原子結合・構造制御されたナノチューブや、異原子が配列制御されたヘテロダイヤモンド等のナノカーボン材料は、多くの優れた特性を有しており、より高度な構造制御等を行うことにより、さらに潜在的な特性の発現も期待される。そのため、ナノカーボン材料の工業材料化に不可欠な量産技術の開発を行うとともに、成長・形態制御、結晶制御、コーティング、微細加工技術を開発して構造評価、電気的特性、機械的特性評価を行うことにより、新規な機能を発現する材料化基盤技術を確立する。本チームでは、世界に先駆けて超微粒子触媒による多層ナノチューブの量産技術の開発や高圧力

による B-C-N 系新物質の合成に成功している。

研究テーマ：テーマ題目 1

表面機能制御材料チーム

(Surface-Modified Materials Team)

研究チーム長：田中 章浩

(つくば中央第5)

概要：

ナノレベルで表面機能を制御した炭素系材料の合成とそれらの構造・物性・機能評価によるトライボロジー機能等に優れた新材料開発、およびそれらの機能発現機構の解明等を目標とする。水圧機器部品への適用のために、摩擦係数0.1以下、比摩耗量 $10^{-9}\text{mm}^3/\text{Nm}$ を目標に、優れた DLC 系膜の開発を行う。この目標は世界のトップレベルのものであり、対象材料は水圧機器等の省エネルギー・環境対応機器実用化の核となる。また、成膜面積・透明性・密着性の点で優れたナノクリスタルダイヤモンド合成技術の開発を行う。ナノクリスタルダイヤモンド膜は、産業応用上極めて有望である。さらに、炭素系材料の表面制御を行うことにより、化学的、電気的な新機能の発現を図ると共に、新材料の評価を行う。新物質であるグラファイト(G)ボールについては新たな物性探索、また、光反応により極めて容易な表面機能のための制御技術の確立を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 2

カーボン計測評価チーム

(Nano-Scale Characterization Team)

研究チーム長：末永 和知

(つくば中央第5)

概要：

超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であった新炭素系物質における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それと共に、これら評価技術を駆使した新炭素系物質のナノスペース科学の構築とその応用を目指した研究開発を行う。高感度元素分析装置の開発において当チームは世界でもトップクラスのポテンシャルを有しており、とくに微量元素検出感度においては世界最高のパフォーマンス実現を目指す。また高精度構造解析においても世界に先駆けて単分子・単原子の精緻な直接観察を実現してきた。今後、原子分解能を持つナノカーボン材料分析法の確立を目指し、それを応用した新規物性の出現を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 3

[テーマ題目 1] ナノカーボン材料の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 角館 洋三 (新炭素系材料開発研究センターナノカーボンチーム)

[研究担当者] 角館 洋三、湯村 守雄、大嶋 哲、薄葉 州、畠 賢治、斎藤 毅、内田 邦夫、横井 裕之、吾郷 浩樹、若槻 雅男、北村 順也、水野 耕平、吉田 理佐、阿部 祥子、平 玲香 (職員8名、他6名)

[研究内容]

単層ナノチューブの中間規模反応器での量産試験を行い、触媒の改善 (鉄系触媒)、原料の選択、プロセスの最適化を行って合成の効率化を行った。また B-C-N 層状化合物の層流法による合成装置による連続合成が可能であることを確認し、これをヘテロダイヤモンドに大量に転換するための円筒型衝撃処理装置を試作し、転換率20%以上を得た。単層ナノチューブを利用した電子デバイスを開発するために、加工したシリコン基板上に鉄系触媒を塗布し、位置、方向の制御された吊り橋型単層ナノチューブの合成に成功した。配列した多層カーボンナノチューブ上に、生細胞を配置し、多層カーボンナノチューブと細胞の親和性が高いことを確認した。また電磁加速プラズマ溶射法により、従来不可能だった炭化ホウ素厚膜の形成、さらにピンホールのない緻密な膜化が可能になった。また熱的影響の制御により、特にクラスターダイヤモンドの溶射膜は真空中で非常に優れた摩擦特性を示した。

[テーマ題目 2] 表面機能制御材料の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 田中 章浩 (新炭素系材料開発研究センター表面機能制御材料チーム)

[研究担当者] 田中 章浩、古賀 義紀、梅田 一徳、長谷川 雅考、中村 挙子、山本 和弘、大花 継頼、石原 正統、中山 敦子、津田 統、津川 和夫、鈴木 雅裕、福村 京子、湯原 夏紀、鹿又美紀彦、田家 哲重 (職員7名、他8名)

[研究内容]

プラズマ CVD 法による DLC 系膜の合成と評価を行い、水中で摩擦係数0.1以下、比摩耗量 $4 \times 10^{-8}\text{mm}^3/\text{Nm}$ を示し耐剥離性も良い皮膜を得た。皮膜の基板粗さは、必ずしも鏡面仕上げでなくて良いことも明らかにした。

マイクロ波 CVD 法によるガラス基板上に大面積、高密着性のナノクリスタルダイヤモンドを世界で始めて合成した。また、光分解反応を用いることにより、従来の表面修飾に較べて極めて容易にダイヤモンド膜表面のフッ素化ができることを明らかにした。フッ素化ダイヤモンド膜は高いはっ水性と低い摩擦特性を示すことを明らかにした。また、レーザー蒸発法により Ar 及び N₂ガス5~9気圧下で合成した G ボールを、透過電子顕微鏡、X 線回折等により解析し、ナノレベルで制御された結晶性の高いグラファイト層が、中心部まで密に詰まったボ

ール状の多面体構造であることを明らかにした。

【テーマ題目3】カーボン計測制御技術の開発（運営費交付金）

【研究代表者】末永 和知（新炭素系材料開発研究センターカーボン計測評価チーム）

【研究担当者】末永 和知、針谷喜久雄、
Zhu Hongwei、瓜田 幸幾、
Jeong Jong Seok、橋本 綾子
（職員2名、他4名）

【研究内容】

超高感度元素分析においては、高感度検出器と高輝度電子銃を導入することにより、カーボンナノホーンの先端に修飾された Gd 単原子の検出に成功した。元素分析による単原子検出も国内では初。高分解能電子顕微鏡法においては軽元素である Ca 単原子の観察に成功した。またこの Ca 単原子がナノ空間中で動き回る様子も捉えられた。Ca 単原子の動的観察はおそらく世界で初めて。特にカーボンナノチューブ、カーボンナノホーン、フラーレン、またそれらの複合体（ピーポッドなど）の構造解析や特性評価においては世界をリードする研究成果が多く生まれており、多くの著名な外国誌にその成果を発表している。

⑨【シナジーマテリアル研究センター】

(Synergy Materials Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

研究センター長：神崎 修三
副研究センター長：山内 幸彦
総括研究員：大司 達樹

所在地：中部センター

人員：16 (14) 名

経費：314,339千円 (124,495千円)

概要：

地球温暖化や廃棄物処理問題など、地球環境問題が深刻化している現在、省資源・省エネルギー効果に優れた技術や環境に優しい技術への早期転換が望まれている。省エネルギー化や低環境負荷を実現するには、さまざまなシステムや機器の高効率化や運転時の無害化などが必要である。このようなシステムや機器を開発するには、それらに使われている材料の高性能化や高機能化が不可欠である。このような背景から、シナジーマテリアル研究センターでは、エネルギーや環境に関連する機器に使われる、優れた特性や機能を発現する材料の開発を目指している。

材料がエネルギー・環境分野に広く用いられるには、例えば、軽くて熱に強くしかも壊れにくい材料、電気

を通しやすくしかも有害なガスを分解する機能を持った材料のように、これまでの欠点を克服し、かつ多くの長所を合わせ持った材料を創る必要がある。生物の世界では、互いに補い合って存在していることを見かける。これを共生効果（シナジー）と呼んでいる。人が作り出す材料もよく考えて創れば、同じように良い面だけを共生させることが可能である。

材料を顕微鏡で観察すると、数10万分の1mm～数mmの大きさ、さまざまな形や分布をもった粒子、空隙、繊維などで構成されていることが分かる。それらの大きさ、形、分布を精密に制御したり、種々の大きさの粒子などを組み合わせたりすることにより、これまでにないさまざまな機能や特性を共生させた材料を開発することができる。このような構造制御の考えを基本に、当研究センターでは産学官共同で推進中の「シナジーセラミックス」プロジェクトを含め、(1) 耐熱・耐食性と脱塵機能や耐熱衝撃性、変形許容性などを有する「高温高耐性材料の開発」、(2) 高強度・高靱性と耐摩耗性あるいは低固体摩擦係数と高熱伝導率を併せ持つ「摺動材料の開発」、(3) 選択分離機能とエネルギー変換機能の多重化により、NOxの連続浄化を可能とする「環境浄化材料の開発」、(4) 高温腐食性雰囲気での酸素ガスの高速センシングあるいは低温での水素ガスのセンシングを可能とする「環境認識材料の開発」を実施している。以上の4つのテーマにおいて、第1期では(1) 800℃以上の腐食性雰囲気下において、50μm以下の粉塵が捕集可能なフィルター材料、(2) 高荷重・無潤滑条件下で比摩耗量が従来材料の1/10以下の材料、(3) 400℃以上の酸素共存雰囲気下で連続的にNOxを還元除去する材料、(4) 腐食性環境下でジルコニアセンサと同等の10msecの応答速度を持つ高温用酸素センサおよび室温作動型水素センサの開発を目標としている。

外部資金：

経済産業省 石油安定供給技術開発等委託費「シナジーセラミックスの研究開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「シナジーセラミックスの技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素安全利用等基盤技術開発水素に関する共通基盤技術開発熱電式水素センサの研究開発」

発表：誌上発表58 (57) 件、口頭発表83 (53) 件、その他7件

高温高耐性材料チーム

(Durable High-Temperature Materials Team)

研究チーム長：大司 達樹

(中部センター)

概要：

近年、エネルギー供給システムにおける燃焼ガス、ディーゼルエンジンなどの自動車、工場やゴミ処理施設等からの排気ガス中における有害物質の粉塵微粒子が、環境汚染の原因として問題となっており、これらの有害物質を高温での酸を含む過酷な腐食環境下で分離、除去する機能を有するセラミックス多孔体の開発が必要となっている。本研究開発では、気孔率40%以上かつ平均細孔径 $50\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で任意に連続細孔の制御が可能で、さらには耐熱性、耐熱衝撃性、耐食性に優れた多孔質セラミックスの開発を行い、モデル部材での特性発現を実証した。また、超高温ガスタービン等の高温で作動が可能なエネルギー供給システムが出現すればエネルギー効率の飛躍的増大が期待できると言われている。このため、本研究開発では制御された閉気孔等を導入することにより、室温の破壊エネルギーが $400\text{J}/\text{m}^2$ 以上の損傷許容性と、強度が同質緻密体と同等で、弾性率が1/2以下の変形許容性を付与する技術を開発するとともに、高耐熱・耐食性を付与する技術を開発し、モデル部材での特性発現を実証した。

研究テーマ：テーマ題目1

摺動材料チーム

(Tribological Materials Team)

研究チーム長：平尾喜代司

(中部センター)

概要：

暮らしを支えているさまざまな機器には、動力を伝えるため回転、往復運動を行う部品（摺動部品）が組み込まれている。近年、これらの機器の高性能化に伴い、高速回転や長期運転しても摩耗が少なく高い精度を維持する部品が必要となっている。当チームでは、高い強度と優れた耐摩耗性を持ち、しかも潤滑性に優れた摺動材料の開発を目指している。平成15年度は、前年度までに得られた微構造－機械特性－摺動特性の関係についての結果に基づきシビア摩耗領域におけるセラミックスの摩耗機構を明らかにするとともに、高強度、高靱性、高硬度など優れた機械特性と耐摩耗性を共生させたセラミックス材料を創製するためのプロセス技術の確立を目指した。その結果、従来の窒化ケイ素に比べて1/10の低い比摩耗量を持つ高硬度・高靱性 α -サイアロンセラミックスの開発、並びに高強度・高靱性アルミナの表面に耐摩耗層を付与した二層構造アルミナの常圧焼結プロセスの開発に成功した。また、種々のセラミックス材料についてメカニカルシールを想定した水潤滑下での摺動試験を行い、固体潤滑材として高弾性率の炭素繊維を炭化ケイ素及び窒化

ケイ素マトリックス中に分散させたセラミックス/炭素複合材料が極めて安定した摺動特性を示すことを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目2

環境浄化材料チーム

(Environment Purifying Materials Team)

研究チーム長：淡野 正信

(中部センター)

概要：

自動車排ガス等に含まれる NO_x を分解する際に、酸素があるとすぐに浄化能力が激減することが問題となっている。当チームでは、酸素共存下で高効率 NO_x 浄化を行う「環境浄化セル」、その作動に必要な電気エネルギーを排ガスの熱から取り出す「熱電変換セル」及び、それらを一体化するプロセス技術を開発し、外部からエネルギーを加えることなく、連続的に排ガスを浄化する材料の開発を目指して研究を進めた。平成15年度は、エネルギー変換機能と選択分離浄化機能を多重化した材料の創製プロセス技術の確立と、自立的な浄化機能の発現に関するモデル実証を図った。環境浄化セルにおいてナノ構造を最適化した結果、選択分離浄化機能の向上により、従来の触媒技術に比べて消費エネルギーが1/2となる、極めて高効率の NO_x 浄化電気化学セルを開発した。さらにセルを大型化・スタック化し、大型セルでも十分な浄化性能を発現することができた。一方、熱電変換についても高変換性能のモジュール化を進め、 NO_x 浄化セルとの一体構造化により、自立かつ連続的な浄化デバイス作動の可能性を実証した。

研究テーマ：テーマ題目3

環境認識材料チーム

(Environmental Sensors Team)

研究チーム長：村山 宣光

(中部センター)

概要：

地球環境保全の観点から、ゴミ焼却炉やエンジン等から発生する有害ガスの監視・抑制が不可欠である。また、快適・安全な生活空間の創出には、大気中の微量有害物質を的確に検知するガス認識材料の開発が必要である。当チームでは、耐食性等に優れた新素材の活用とナノレベルの材料製造技術により、過酷な環境下でも安定に作動するガス認識材料や高感度・高選択性ガス認識材料（酸素、水素センサ）の開発を目指している。平成15年度では、酸素センサについては、酸化セリウム－酸化ジルコニウム固溶系において、カーボン添加沈殿法により粒子径を 100nm 以下にすることにより、中期目標の応答速度 10msec を達成した。水素センサについては、計測回路を含むモジュールを

作製し、素子と同レベルの動作確認を行った。また、揮発性有機シリコンを用いた被毒試験を行い、動作温度が100℃程度であれば、劣化が少ないことを明らかにした。さらに VOC センサとして有望な有機無機ハイブリッド材料の合成に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 4

【テーマ題目 1】高温高耐性材料の開発（石油安定供給技術開発等委託費）

【研究代表者】 大司 達樹（シナジーマテリアル研究センター高温高耐性材料チーム）

【研究担当者】 近藤 直樹（職員2名、他10名）

【研究内容】

近年、エネルギー供給システムにおける燃焼ガス、ディーゼルエンジンなどの自動車、工場やゴミ処理施設等からの排気ガス中における有害物質の粉塵微粒子が、環境汚染の原因として問題となっており、これらの有害物質を高温での酸を含む過酷な腐食環境下で分離、除去する機能を有するセラミックス多孔体の開発が必要となっている。従来のセラミックス多孔体は、腐食環境下で局所的に1000℃以上の高温に曝されたり、逆洗されたりすることなどにより周期的に熱衝撃を受ける集塵フィルターとして使用する場合には、耐熱・耐食性あるいは耐熱衝撃性などが必ずしも十分ではなく、また、制御可能な細孔径、細孔分布、細孔の形状に限界があり、上記の高温燃焼ガスなどにおける様々な寸法を有する煤塵などに対応するには不十分な場合が多い。このような観点から、気孔率40%以上かつ平均細孔径50 μm 以下の範囲で任意に連続細孔の制御が可能で、さらには耐熱性、耐熱衝撃性、耐食性に優れた多孔質セラミックスの開発を目標とした。特に今年度は石炭ガス化複合発電等における高温集塵フィルターへの適用を想定した、外径55mm、内径35mm、長さ100mm の円筒形状のモデル部材を作製し、そのモデル部材において圧力損失、集塵効率、耐熱性、高温ガス耐食性、耐熱衝撃性などの特性の発現を目指した。また、素材の観点からもさらなる性能向上を図るため、昨年度のイットリアーアルミナ添加系窒化ケイ素から、より耐食・耐熱性の高いイッテルビアーシリカ添加系窒化ケイ素およびサイアロン（Z=1）へと転換した。このようにして得られたモデル部材の特性評価の結果は、

- ① 1200℃に於ける強度劣化が20%以下
- ② 耐熱衝撃性 (ΔT) が1000℃以上
- ③ 800℃、300ppm SO₂雰囲気中に100時間曝露後の、室温強度の劣化が10%以下
- ④ 粒子径5 μm のフライアッシュを8.5時間吹付けた後の、フィルターの圧力損失増加がガス流速1m/分で1kPa 以下、かつ圧力損失の初期値が10kPa 以下

と、当初掲げた目標性能がすべて達成され、高温集塵用フィルターとしての優れた実用可能性が確認された。

一方、超高温ガスタービン等の高温で作動が可能なエ

ネルギー供給システムが出現すればエネルギー効率の飛躍的増大が期待できると言われている。このためにはこれらの部材に、耐熱性を有するセラミックスを使用する必要があるが、現実の適用の際には、実使用環境下での耐熱性ととともに、①熱衝撃による破壊、②金属接合部の金属との熱膨張差による破壊、③Na₂SO₄等の高温溶融塩等の高温腐食環境下での、腐食による劣化、④種々のき裂損傷による破壊、などが大きな問題となる。従って、高温構造用部材としてのセラミックスの信頼性を確立するためには、実使用環境下での耐熱性・耐腐食性の確立とともに、損傷許容性、変形許容性、耐熱衝撃性等の特性の改善が必要である。このような観点から、本研究開発では制御された閉気孔等を導入することにより、室温の破壊エネルギーが400J/m²以上の損傷許容性と、強度が同質緻密体と同等で、弾性率が1/2以下の変形許容性を付与する技術を開発するとともに、高耐熱・耐食性を付与する技術を開発し、モデル部材での特性発現を目標としている。特に今年度は鍛造焼結法やシート成形法などにより窒化ケイ素の柱状粒子の配向や気孔の配向を行い、損傷許容性や変形許容性の改善を試みるとともに、これらの損傷・変形許容性窒化ケイ素の耐熱・耐食性を改善するために、高融点粒界相の形成や窒化ケイ素上の耐食性コーティングの検討を行った。さらにこれらの開発技術がガスタービンの高温部品へ適用可能であることを検証するために、ガスタービン第一段静翼モデルを作成し、バーナーリグにより部材の最高温度部位の温度が1500℃となる条件にて1分間保持し放冷するサイクルを100回繰り返す熱サイクル試験を行い、その健全性を確認した。また、部材の耐水蒸気腐蝕の向上をねらった耐環境被覆層（Environmental Barrier Coating, EBC）形成品を作成し、同様の熱サイクル試験に供し、その健全性を確認した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 フィルター、ガスタービン、強度、破壊エネルギー、耐熱性、耐食性

【テーマ題目 2】高性能摺動材料の開発（石油安定供給技術開発等委託費）

【研究代表者】 平尾喜代司（シナジーマテリアル研究センター摺動材料チーム）

【研究担当者】 吉澤 友一、周 游、宮崎 広行、兼松 渉、阪口 修司（職員6名、他13名）

【研究内容】

セラミックスの摺動特性に関する基盤的な研究として、アルミナ、窒化ケイ素、サイアロンを対象にシビア領域における摩耗特性と材料の微細構造について系統的な検討を行ってきた。これまでに得られた結果を総合的にまとめることにより、(1) シビア領域における耐摩耗性は材料の破壊抵抗と密接な関係があり、数十ミクロン以下

の微視領域において高い破壊抵抗を示す材料が優れた耐摩耗性を有すること、(2) 一方、数百マイクロン以上のき裂進展領域で高い破壊抵抗を示す材料は粒子脱落が生じやすく耐摩耗性に劣ることを明らかにした。

昨年度までの研究により、窒化物系材料において高靱性、高硬度、耐摩耗性を両立させるためには、(1) α サイアロン単相材料であること、(2) 微細な柱状粒子により強化された微構造を持つこと、(3) 耐熱性に優れていることという設計指針を得た。この知見に基づき柱状粒子からなる Lu- α -サイアロンを開発し、本材料が 19GPa の高い硬度、5MPam^{1/2} の高い靱性さらには低荷重から高荷重の幅広い摺動条件下で優れた耐摩耗性（比摩耗量は $4\sim 9\times 10^{-9}\text{mm}^2/\text{N}$ と窒化ケイ素の1/10以下）を示すことを明らかにした。窒化物系材料については、昨年度までに高強度・高靱性アルミナ（板状アルミナ粒子から構成されるアルミナ）の表面に成形時に粒成長抑制剤を塗布することにより耐摩耗性に優れた微細アルミナを表層に形成させることが可能との知見を得ている。本年度は塗布剤の濃度、量、成形体密度、焼成条件などのプロセスパラメータを最適化することにより、560MPa の高い強度、6.5MPam^{1/2} の高い靱性、 $2\times 10^{-10}\text{mm}^2/\text{N}$ 以下の低い比摩耗量を持つ常圧焼結二層構造アルミナを作製することに成功した。

市販材料及び開発摺動材料を対象に、メカニカルシールを想定した摺動試験機を用いて水中での摺動特性の評価を行った。摺動試験は固定された金属リングに回転するセラミックスリングを押し付けステップ状に荷重を増加させその際の焼付性を評価した。アルミナ、窒化ケイ素は現在メカニカルシール材として用いられている市販の炭化ケイ素に比べて半分以下の荷重で焼付きが生じ、炭化ケイ素が水中での摺動部材として優れた特性を持つことを明らかにした。さらに、(1) 高弾性率の炭素繊維を分散させ固体摩擦係数を低減させた窒化ケイ素/炭素複合材料は炭化ケイ素と遜色ない水中摺動特性を示すこと、(2) 同様の炭素繊維を含有する炭化ケイ素/炭素複合材料は極めて安定した水中摺動特性を示すことを明らかにした。

構造セラミックスの低コストプロセスの開発にも取り組んできた。特に、窒化物セラミックスに関してはシリコン粉末の反応焼結とその後の post-sintering を組み合わせたプロセスにより高熱伝導窒化ケイ素及び高靱化サイアロンの製造を検討してきた。高熱伝導窒化ケイ素については通常の焼結プロセスと同じ熱伝導率を発現する反応焼結プロセスを確立し、高靱化サイアロンについては強度630MPa、靱性5MPam^{1/2}、硬度19GPa を持つ α 単相サイアロン焼結体の製造に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 アルミナ、炭化ケイ素、サイアロン、窒化ケイ素、摺動材料、破壊靱性、耐摩耗性、焼きつき、メカニカルシール

【テーマ題目3】 環境浄化材料の開発（中小企業産業技術研究開発委託費）

【研究代表者】 淡野 正信（シナジーマテリアル研究センター環境浄化材料チーム）

【研究担当者】 藤代 芳伸、柘植 明
（職員3名、他4名）

【研究内容】

選択分離浄化機能の実用化へ向けた検討においては、排ガス中の窒素酸化物（NOx）の浄化の際に、共存する酸素による NOx 分解反応の阻害の影響を如何に抑制するかが重要である。昨年度までに、ナノ〜マイクロスケールの構造制御を電気化学セルの中の触媒電極層に施すことにより、電気化学セル方式では世界最高となるエネルギー効率を実現したが、本年度はさらに実用性能レベルに到達するために、触媒電極層の中でナノ構造の精密制御を行った。具体的には、電気化学セルへ電場を加えることにより、触媒電極層を構成するイオン伝導体—電子伝導体の界面において、電気化学反応（電場による酸化—還元反応）が進行するが、その反応条件を最適化することに成功した。すなわち、電気化学反応によって、ナノ空間と NOx 選択浄化相のナノ粒子が、イオン伝導体と接するような構造が多量に形成された。これにより、NOx 分子に対する選択性の極めて高い、還元分解浄化反応が実現した（ナノ空間に導入された NOx 分子が、Ni ナノ粒子とイオン伝導体（YSZ）を反応が進行する「場」として働く結果、効果的に分解されたもの）。この反応メカニズムが働くことにより、排ガス中の共存酸素の影響が大幅に低減された結果、大幅なエネルギー効率の向上に成功した。測定値としては、従来の触媒技術による排ガス中の NOx 浄化時に損失するエネルギーの約1/2の消費エネルギーで連続的な NOx 浄化が可能という、極めて高いエネルギー効率に到達した。

さらに試験用の小型サンプルのみならず、大型セルにより同様の高効率 NOx 浄化を可能とすることも、実用化を目指す上では重要な課題であるため、面積100cm² の大型セルを作成して、その性能向上を検討した結果、小型サンプルと同様に実用レベルの性能を達成した。また、大型セルを用いた NOx 浄化セルスタックを作製した。

一方、エネルギー変換機能の向上と浄化—熱電一体化による能動的機能発現の実証を図った。これまで既に、熱から電気へのエネルギー変換が可能なセラミック材料として開発に成功している、n 型多結晶体としては世界最高レベルであるチタン酸塩化合物や、その他高い変換性能を有する n 型及び p 型の熱電変換セラミックスを用い、発電セル及びモジュール化技術の検討を進めた。その結果、発電出力40mW/cm²という、NOx 浄化用電気化学セルの作動に必要な電力に匹敵する単セル出力（単位面積当たり）が得られた。さらにこのセルをモジュールとして発電出力向上を図ると共に、前項の NOx

浄化用電気化学セルとの一体構造化を行い、排ガス廃熱エネルギーの電気エネルギーへの変換利用による、外部エネルギー不要の自立連続的な NOx 浄化機能が可能であることを実証するための検討を行った。浄化-熱電一体構造化モジュールの作製を進め、外部からの電力供給がない状態で、熱エネルギーからの変換により発生した電力による NOx 浄化性能を評価したところ、連続的な NOx 浄化が可能であることが実証された。

このように、社会的なニーズの高い課題である環境浄化と省エネルギー化の両立を可能とするべく、高効率の環境浄化材料の開発及び高効率のエネルギー変換回収利用を図り、研究開発を進めた結果、主としてナノ構造の制御を行った電気化学セルによる、排ガス中 NOx 浄化のための選択分離浄化機能の実用レベルへの高度化に成功した。また、エネルギー変換機能の利用のために熱電セラミックスの開発を進め、電気化学セルの作動に必要な電力を供給可能なレベルの高性能化に成功した。さらに両者を一体化したモジュールにより、外部エネルギー供給なしに自立連続的な排ガス中 NOx 浄化が可能であることを実証した。これらの成果に基づき、今後は実用化へ向けたユーザーとの実証化共同研究や、新規な小型集積型リアクター開発への展開が期待される。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 電気化学セル、NOx 浄化、イオン伝導、ナノ反応場、熱電変換、モジュール化

【テーマ題目4】 ガスセンサの開発（運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費、共同研究費）

【研究代表者】 村山 宣光（シナジーマテリアル研究センター環境認識材料チーム）

【研究担当者】 松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉（職員4名、他6名）

【研究内容】

耐食性に優れた酸化セリウムを用いた抵抗型酸素ガスセンサの開発、熱電変換機能と触媒機能とを組み合わせた水素センサおよび有機無機ハイブリッド材料を利用した VOC センサの研究開発を進めた。酸素センサについては、量産可能な新しい沈殿法を酸化セリウム微粒子合成に適用した。この手法は、ゲル状の酸化セリウム前駆体とカーボン粉をナノメートルレベルで混合し、その後熱処理によりカーボン粉を除去する方法であり、10から20nm の粒径である酸化セリウム微粉末が得られた。この微粉末を用いて、ペーストを作製し、スクリーン印刷により粒径が約100nm である多孔質厚膜体を作製することができた。高速応答評価装置を用いて800℃において高速応答を評価した結果、応答時間10ms が確認され、中期目標を達成することができた。

熱電式水素ガスセンサについては、低コストで高信頼性の水素ガスセンサとして実用化するために必要なシリ

コン基板上への集積化技術を開発した。熱電膜の薄膜化として RF スパッタで SiGe 薄膜を作製した。また、シリコン基板上のマイクロ素子の実用化のためには電極構造及び絶縁膜構造が必要となる。前年度末に新規導入した CVD・RIE 装置を用いて、多層薄膜構造のセンサ素子を作製し、特性を評価した。室温でもセンサ出力は得られるが、100℃以上の温度範囲では信号出力が安定しているため、実用化に有利である。水素濃度と信号出力は直線的な関係であり、100ppm の低濃度でも良好な応答特性が確認された。白金触媒薄膜については、その粒子形状や分散状態等の微細構造と水素ガス燃焼反応による表面温度上昇等の触媒特性の関係を系統的に研究し、そのメカニズムを理解したうえ最適なプロセス条件を確立した。さらに、触媒の被毒特性に関しては、揮発性シリコン HMDS をとりあげ、100℃という比較的低い動作温度では被毒されにくいことが判明した。

VOC センサについては、シックハウス対策に用いる VOC センサのニーズを的確に把握するため、当研究センター独自で、民間シンクタンクへの委託調査を行った。その結果、VOC に対する国民の意識が非常に高く、高選択性・小型・連続モニタリングが可能な VOC センサの開発が緊急の課題であることが判明した。有機無機ハイブリッド材料に注目し、ガスセンサに必要な分子認識機能と信号変換機能をそれぞれ有機化合物と無機化合物に分担させることで高い選択性を実現するという新しいコンセプトに基づき、無機層状化合物である酸化モリブデン (MoO₃) の結晶層間にポリピロール (PPy) がインターカレートした有機無機ハイブリッド材料 ((PPy)_xMoO₃) を作製した。この材料は、ホルムアルデヒドに対しては明確な応答を示すのに対して、トルエンには応答しなかった。ホルムアルデヒドに対して高い選択性を有するセンサ材料の創製に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 水素センサ、酸素センサ、VOC センサ、センサ、熱電変換、触媒反応、ナノ粒子、有機無機ハイブリッド材料

⑩【超臨界流体研究センター】

(Supercritical Fluid Research Center)

(存続期間：2001. 4. ～)

研究センター長：新井 邦夫

副研究センター長：鳥居 一雄

総括研究員：鳥居 一雄

所在地：仙台市宮城野区苦竹4-2-1、東北センター

人員：16 (14) 名

経費：217,867千円 (119,754千円)

概要：

超臨界センター

1. 研究目標

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

第一期中期計画の目標は次のとおりである。

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

2. 研究計画

(1) 超臨界水反応場を用いた有機合成プロセスの開発

① 超臨界水を利用した有機合成反応の構築

酸あるいは塩基触媒を必要とする工業的に重要な不均化反応、Diels-Alder 反応などの超臨界水合成技術について検討する。

② 超臨界水の in-situ (その場) 測定技術の開発

超臨界水に適用可能な流通式高感度反応システムの開発を行う。

③ 高温・高圧反応制御システムの開発

50MPa 以上の高圧で安定に運転可能な超臨界水供給システムを設計・試作する

(2) 超臨界二酸化炭素反応場を利用した有機合成プロセスの開発

① 超臨界二酸化炭素を利用した有機合成反応の構築

超臨界二酸化炭素を基質とするカーボネート化合物等の合成や選択的アルコール合成反応を検討すると共に、触媒設計手法の研究に着手する。

② 超臨界二酸化炭素の in-situ 測定技術の開発

in-situ 測定技術による溶媒特性や反応ダイナミクスについて検討する。

3. 研究の内容・成果

(1) 超臨界水反応場を用いた有機合成プロセスの開発

① 超臨界水反応場を用いた有機合成反応の構築

有機溶媒中ではパラジウム触媒を必要とする炭素間カップリング反応が無触媒超臨界水中で進行することを見出した。超臨界水条件 (377°C、25MPa、10分) でヨードベンゼンとスチレンか

ら収率56%でスチルベンが得られた。超臨界状態まで急速昇温し反応後速やかに冷却できる超臨界水マイクロリアクションシステムによりモノテルペンアルコール合成を行った。2-メチル-3-ブテン-2-オールを超臨界水で処理 (375°C、30MPa、7.7sec) することで、無触媒でラヴァンジュロールが59%の収率で得られた。

② 超臨界水の in-situ 測定技術の開発

高温高圧対応の過渡吸収測定装置を開発し、超臨界水中380°Cにおいて密度を変化させてエキシプレックスの紫外可視吸収ピークのシフトを測定し、超臨界水中での短寿命種周辺の局所密度を検討した。その結果、超臨界二酸化炭素の時と同様に臨界密度近傍で局所密度が増大する結果を得た。

また、超臨界水 NMR プローブは400°Cにおいて従来技術より高い精度 ($\pm 3^\circ\text{C}$) で温度制御が可能となり、良好なスペクトルの観察ができるようになった。

③ 高温・高圧制御システムの開発

500°C・150MPa でも安定に運転可能な連続式超臨界水反応システムのプロトタイプを試作し、同装置の基本性能 (高圧供給性、温度制御性、高圧減圧性など) を検討した。高圧供給性に関しては、3連特殊ブランジャーの採用により数時間の安定供給が可能であることを確認したが、高圧減圧性については、ばね式特殊保圧弁一段での減圧では耐久性に問題があることが判明した。(複数段の減圧機構、あるいはオリフィス、キャピラリー減圧との組み合わせが必須である) 温度制御性に関しては、特に問題なく円滑に制御可能であった。

(2) 超臨界二酸化炭素反応場を利用した有機合成プロセスの開発

① 超臨界二酸化炭素反応場を利用した有機合成反応の構築

ナイロンの中間原料である KA オイル (シクロヘキサノンとシクロヘキサノールの混合物) を超臨界二酸化炭素溶媒と担持金属触媒による多相系反応システムを利用して合成することを検討した。超臨界二酸化炭素溶媒中では活性炭担持ロジウム金属触媒が最も活性で、反応温度 50°C でフェノールを水素化し KA オイルが得られることを明らかにした。また水素圧および二酸化炭素圧によりシクロヘキサノンとシクロヘキサノールの選択性が制御できることを見いだした。

超臨界二酸化炭素溶媒中で酸化マグネシウム触媒によりアセトアルデヒドのアルドール反応について検討した。転化率と選択性は溶媒であ

る二酸化炭素の圧力により変化することを見出した。即ち二酸化炭素圧5MPa 以下ではアセトアルドールが優先的に、12MPa 以上ではクロトンアルデヒドが優先的に生成することを明らかにした。

② 超臨界二酸化炭素の in-situ 測定技術の開発

超臨界二酸化炭素と液体溶媒とからなる多相系反応システムの特性を調べるため、新たに高圧 MRI 測定システムと高圧電気伝導度測定セルの開発を行った。液体溶媒に二酸化炭素を加・溶解していくと、臨界点近傍で顕著な体積膨張が起こることが高圧 MRI 法による画像から観察された。この膨張液体中では二酸化炭素の加圧にともない、拡散係数が増加することが確認された。また、イオン性液体に二酸化炭素を加圧・溶解すると体積膨張はそれほど認められないが、電気伝導度は顕著に増加しイオン性液体中の物質輸送が大幅に改善されることを明らかにした。

経産省 エネルギー使用合理化技術開発委託費
大項目名：ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発
中項目：超臨界流体利用環境負荷低減技術
小項目：超臨界流体による特異的有機合成技術の研究

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金

「超高速化学合成プロセス創製に向けた超臨界流体制御技術の開発」

地域新生コンソーシアム研究開発事業

「超臨界 CO₂ を溶媒とした新規ドライクリーニングの実用装置の開発」

発表：誌上発表40 (28) 件、口頭発表64 (17) 件、その他6件

有機反応チーム

(Organic Synthesis team)

研究グループ長：白井 誠之

(東北センター)

概要：

環境に優しい有機物質の効率的な合成・製造法を創出するために、従来の有害な有機溶媒の代替として、超臨界水と超臨界二酸化炭素を反応場として活用する新しい環境調和型有機合成法を確立することを目的とする。今年度は以下の研究を行う。

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

の比較を行う。

また、超臨界二酸化炭素を反応溶媒として用いる有機合成反応を検討し、触媒活性などによる反応性の向上を目指す。工業的に重要な不飽和化合物（例えばフェノール）の選択的水素化反応を検討する。またイオン性液体と超臨界二酸化炭素を使った新しい反応系について検討する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

流体特性解明チーム

(Fluid Property team)

研究グループ長：生島 豊

(東北センター)

概要：

超臨界流体プロセス技術の実用化の達成には、超臨界流体の溶媒特性、反応ダイナミクス等のミクロな視点からの基礎データが重要である。そのためには、高温・高圧 in-situ 測定システム技術の利用が必要不可欠である。このような観点から、平成15年度はバッチ型及び流通式高温・高圧 NMR in-situ 測定システムの開発とその応用として、高温・高圧 NMR 測定システム開発に必須な高温高圧流通式プローブを製作し、超臨界水 NMR を用いて、超臨界水中で有機化合物の挙動の観測をするとともに、新たな反応系への展開を図る。また、独自に開発したポリマー樹脂を用いた高圧 NMR 用セルを装着した高分解能型高圧 NMR により、超臨界二酸化炭素に対応した in-situ NMR 測定技術の高度化に努め、超臨界二酸化炭素中でのイオン性液体やフッ素配位金属錯体のダイナミクス等について検討する。

分光系では、過渡吸収法による超臨界流体の溶媒機能の解明のため、450℃・40MPa に適用可能なピコ秒過渡吸収測定装置を開発する。さらに、これまでに超臨界二酸化炭素中での光化学反応について、反応中間体の溶媒和構造や反応速度と局所密度との関係を明らかにしたが、新たに超臨界水中での光励起反応について検討する。

また、超臨界マイクロエマルジョンの物理化学的特性の解明 UV/Vis や蛍光法のその場測定により超臨界二酸化炭素中で生成する逆ミセルの物理化学的特性を明らかにし、ナノスケール物質の合成を含めて、種々の化学反応の反応場としての展開を図る。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

材料合成チーム

(Material Synthesis team)

研究グループ長：林 拓道

(東北センター)

概要：

環境負荷低減の観点から有機合成プロセス技術の開

発が求められており、特に超臨界二酸化炭素利用有機合成では研究加速のための新規触媒の開発が必須である。本チームはその触媒開発を行うとともに、超臨界水反応場の特異な性質を利用したナノ無機材料合成における粒子生成機構について研究する。

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

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

プロセスチーム

(Supercritical Fluid Process team)

研究グループ長：鈴木 明

(東北センター)

概要：

超臨界流体の特性を最大限に引き出すプロセスの構築を目標に、既存技術では困難とされる高圧・高温領域を制御する技術の開発に着手し、実用プロセスをイメージした広範囲な温度・圧力条件に対応できる独自の実験装置の開発を進めると同時に、超臨界流体中での流動・伝熱のシミュレータの開発を行い、反応器構造最適化などに取り組む。高圧・高圧制御システムの開発において、超臨界水の特性を最大限に引き出すために密度を高くする必要があり、300MPa 程度までの高圧の利用が重要と考えられる。現在は既存の超臨界水実験装置の圧力限界は高々50MPa 程度であり、独自の装置開発が期待されている。当面の目標として、500℃、150MPa でも安定に運転可能な超臨界水供給システムを設計・試作し、マイクロリアクターと組み合わせた超臨界流水連続反応装置を開発する。更に、超臨界流体で観測された **Piston Effect** を効率よく計算するための定式化を行い、**Piston Effect** と流れが共存する場合の数値解析を行うとともに、実際の超臨界水反応器構造における問題点を解決すべく各種の数値解析を行なう。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

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

[研究代表者] 新井邦夫 (超臨界流体研究センター)

[研究担当者] 鳥居 一雄、生島 豊、白井 誠之、鈴木 明、林 拓道、畑田 清隆、倉田 良明、佐々木皇美、増田 善雄、佐藤 修、川波 肇、金久保光央、相澤 崇史、伯田 幸也
 (職員14名、他 名)

[研究内容]

1. 目標

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

2. 研究計画

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

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

3. 平成15年度進捗状況

- (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発
 有機溶媒中ではパラジウム触媒を必要とする炭素間カップリング反応が無触媒超臨界水中で進行することを見出した。超臨界水条件 (377℃、25MPa、10分) でヨードベンゼンとスチレンから収率56%でスチルベンが得られた。
- (2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発
 二酸化炭素を溶媒とし酸化マグネシウム触媒を用いてアセトアルドールの縮合反応について検討し、圧力によって生成物の選択性を制御でき、アセトアルドール (二酸化炭素圧<5MPa、収率73%) とクロトンアルデヒド (二酸化炭素圧>12MPa、収率96%) が得られることを見出した。
- (3) 流体特性の解明研究

高圧 MRI 測定システムと高圧電気伝導度測定セルの開発を行った。液体溶媒に二酸化炭素を加圧・溶解していくと、臨界点近傍で顕著な体積膨張が起こることが高圧 MRI 法による画像から観察された。この膨張液体中では二酸化炭素の加圧にともない、

拡散係数が増加することが確認された。また、イオン性液体に二酸化炭素を加圧・溶解すると体積膨張はそれほど認められないが、電気伝導度は顕著に増加しイオン性液体中の物質輸送が大幅に改善されることを明らかとした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界水、超臨界二酸化炭素、有機合成、触媒、流体特性

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

【研究代表者】相澤 崇史（超臨界流体研究センター流体特性解明チーム）

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

【研究内容】

自然界に大量に存在する水や二酸化炭素を超臨界状態として機能化して利用するプロセスは、環境調和型プロセスとして注目を集めている。特に高温・高压条件（400℃、40MPa）の超臨界水は、無触媒かつ秒オーダーの反応時間でカプロラクタムの合成が達成されるなど有望な結果が得られている。しかし、高温反応のため副反応を抑えられず、プラント化の障害となっており、革新的生産プロセス実現のためには、目的物を選択的に合成するための精密に制御された反応場を提供が必要である。そこで、本研究課題では、超臨界流体場の基質導入・混合状態を把握し、反応器の最適化及びコンパクト化を行う。即ち、反応場可視化観測システムを開発し、世界初の超臨界水の反応混合部の直接観測を行い、流れ・伝熱のメカニズムを解明し制御法の確立を図る。さらに、それらの知見を用いて設計・開発された流通式反応器を用いて、有望な反応の探索と条件の最適化を行い、既存プロセスを凌駕する生産性を達成する反応の提案を行う。これにより、脱有機溶媒の環境調和型、酸触媒を不要とした省資源型、大きな反応装置を必要としないエネルギー最小型の次世代化学合成プロセスの提案を図る。平成15年度は今後の研究に必要なツールの開発や検討を行った。具体的には混合部を直接観測するシステムの開発、急速昇温装置の検討、マイクロリアクター反応装置の開発である。また、既存の観測装置を用いて反応場制御の重要性を反応中間体への場の影響を検討することで明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界流体、反応場観測、反応場制御

【テーマ題目3】超臨界二酸化炭素を溶媒とした新規ドライクリーニングの実用装置の開発（地域新生コンソーシアム研究開発事業）

【研究代表者】鈴木 明（超臨界流体研究センタープロセsteam長）

【研究担当者】

【研究内容】

ドライクリーニング技術は、有機溶剤（主に石油系溶剤）の溶解力を利用した洗浄法が一般的であるが、本技術は、乾燥工程で使用されるエネルギー量及び大気に放出される溶剤量が莫大であり、省エネ省資源ならびに環境問題の観点から多くの問題を有している。これに対し、超臨界二酸化炭素は無害であるとともに溶解性に優れており、新規なドライクリーニング洗浄剤として有望である。本研究開発の目的は、31℃・7.3MPaで容易に超臨界状態となる二酸化炭素の優れた溶解性能、拡散性、浸透性と、温度と圧力変化による溶媒物性変化を利用した熱駆動ポンプ（加熱により圧力差を誘起し、これを駆動力として二酸化炭素を吐出）による衣料用ドライクリーニング装置の開発である。本技術の開発課題は洗浄処理時間の短縮や消費エネルギー極小化、超臨界二酸化炭素と衣料との接触方式や助剤開発による洗浄効果の向上及び操作手順の最適化・自動化による操作性向上等である。

平成15年度では、前年度に設計製作した4連吐出器と冷却能力の増強を行った凝縮器を、現有の試験装置に組み込んで、4連吐出器の切替タイミングにより洗浄時間30分で行なうシーケンスを設計し、それに基づいた洗浄実験を実施し、各種の基礎データを取得した。また、衣料22kgの処理量と高効率洗浄を実現するための実効内容積50Lの洗浄槽を新規に製作するとともに、洗浄効果のキーポイントが溶媒循環サイクルへの汚染物質の同伴であることを明らかにし、その対策として分離フィルターの効果を実験的に検証した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ドライクリーニング、超臨界二酸化炭素

②【スマートストラクチャー研究センター】

（Smart Structure Research Center）

（存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31）

研究センター長：秋宗 淑雄

副研究センター長：西郷 宗玄

総括研究員：西郷 宗玄

所在地：つくば中央第2

人員：15（14）名

経費：248,169千円（171,363千円）

概要：

1. 使命

本センターは、輸送用機器やプラントおよび土木インフラストラクチャー等の構造体の信頼性を向上させるためのスマートストラクチャー技術開発を目

標とする。本技術開発により、大きな災害を引き起こす破壊を最小限に抑えけるとともに構造全体の機能を向上させ、更に構造体供用時のメンテナンスコスト削減を図るものである。具体的には、センシング、アクチュエータ技術、新材料とその特性解明、信号分析、構造制御や情報化技術などにおける目に見える技術に根ざした革新的な産業技術を企業や大学とともに開発することである。

さらに、産業界や学会と緊密な研究協力体制の下で、センターの中期計画で謳った「スマートパッチの開発」に注力し、開発過程で確立された個別技術についての適用も並行して推進していく。したがって、研究の中心はスマートパッチ技術を構造体に利用する技術の開発であり、そのために重要課題として以下の3つの課題を設定し研究活動を遂行するが、産業界からの個別技術提供の要請には随時応えていく。(萌芽的な課題や直接的な応用研究も実行する。)

- 1) ハイブリッドセンシングパッチの開発
- 2) スマートパッチ用マイクロセンサ・トランスデューサ開発
- 3) 車両騒音制御技術の開発

2. 方針

本センターにおいては中期計画である「スマートパッチの開発」とそれを創出するための個別技術を産業界に技術移転することを活動指針とする。

したがって、当センターにおける研究員は、材料、センサ/アクチュエータ、情報処理技術や、プロトタイプの実証試験に至る多領域の融合研究を重視し、目標値を設定した応用研究を行い、産業界との連携役として、スマートストラクチャー関連技術開発を推進し企業に技術移転を行う研究開発を実行する。

外部資金：

経済産業省 電源多様化技術開発等受託費「フライホイール電力貯蔵用高温超電導軸受技術開発」

中小企業産業技術研究開発委託費「高機能コンクリート型枠（スマートモールド）の開発」

財団法人エンジニアリング振興協会委託費

「ハイブリット型センシング技術に関する調査研究」

文部科学省 科学技術研究費「鉛非含有ビスマス系新規強誘電・圧電薄膜デバイスの開発」

「超音波伝播特性による繊維強化プラスチックの長期耐久性評価手法の開発」

「金属コアを持つ PZT 圧電ファイバの作成、及びスマートボードへの利用」

独立行政法人科学技術振興機構受託費「酸素透過性セラミックス薄膜の成膜プロセスの確立」

発表：誌上発表69（57）件、口頭発表92（38）件、その他5件

センシング技術研究チーム

(Sensing Technology Team)

研究チーム長：高坪 純治

(つくば中央2)

概要：

生体の有する神経網に倣った損傷検知機能を構造体に付与することを究極の目標として、損傷信号を検知するためのスマートセンシングパッチ技術の開発と、損傷の位置と規模を検出するための信号逆解析手法の確立に取り組んでいる。計測ツールとしては、圧電素子、光ファイバ、電磁波伝送線路を用い、これらの損傷検知センサを配列したセンシングパッチを構造体に張り付け、き裂の進展や劣化の進行をリアルタイムに監視できる構造ヘルスマニタリング技術を提供する。

圧電体センシングパッチ技術については、昨年度までにほぼ完了し、現在は、ひずみと超音波を同時計測できる FBG 光ファイバセンシングパッチ技術や、炭素繊維や金属箔を伝送線路とした電磁波センシングパッチ技術の開発に取り組んでいる。実用化に向けての課題は、広範囲の損傷をモニタリングできる安価な計測システムの開発と、損傷検知機能の高精度化である。

研究テーマ：テーマ題目 1

構造制御技術研究チーム

(Smart Vibration Control Team)

研究チーム長：西郷 宗玄

(つくば中央2)

概要：

構造体の致命的損傷を防止するための損傷抑制技術として、損傷部分へ荷重が負荷されないようにするための振動制御技術開発および高出力圧電アクチュエータ開発を実施する。振動制御ではストリームライン制御と損傷領域の制振制御技術開発を行い、高出力アクチュエータ開発では、 -50°C から 150°C の範囲で圧電常数が大きい非鉛タングステンブロンズ系圧電材料の開発を行うとともに、高荷重で高変位な構造の高出力アクチュエータの開発を進める。

1) 振動制御技術の開発

構造部材の損傷抑制の観点から、進行波型振動制御（ストリームライン制御）と定在波型振動制御を用いた損傷進展防止制御法の開発に取り組む。進行波型振動制御では仮想バネ質量系を使う波動吸収ダンパの開発、定在波型振動制御ではき裂箇所の局所的な振動抑制のための制御アルゴリズム開発およびクラスタ制御のスマートボードへの適用を行う。

2) ピエゾ式高圧アクチュエータの開発

タングステンブロンズ系化合物の開発では、大気焼

結による選択粒成長技術を取り込んだ焼結法による材料開発を進め、基本組成のドメイン制御を可能とする元素の確認とドメインを制御した焼結手法の確立に取り組む。また、ピエゾ式高圧アクチュエータの開発では、圧電特性 $d_{33} > 200 \text{pC/N}$ を有するタングステンブロンズ系材料でアクチュエータを試作する。

研究テーマ：テーマ題目 2

デバイス技術研究チーム

(Device Technology Team)

研究チーム長：飯島 高志

(つくば中央2)

概要：

スマートパッチに応用可能な圧電薄膜デバイスを作製するための技術開発を行う。膜厚領域が $10 \sim 50 \mu\text{m}$ の PZT 厚膜の作製技術ならびに圧電特性評価技術は、現在のところ確立されていない。そのため、PZT 厚膜を用いた超小型圧電デバイスは、電子機器や医療機器などへの応用が切望されているにもかかわらず、実現されていない。そこで、圧電膜デバイスを実現するために、①良好な特性を有する膜厚 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ の厚膜作製技術、②デバイス設計のための圧電特性評価技術、③デバイス作製のための微細加工技術の確立を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 3 (運営費交付金)

圧電材料研究チーム

(Piezoelectric Materials Team)

研究チーム長：関谷 忠

(つくば中央2)

概要：

セラミックアクチュエータは、スマート構造における振動制御、形状制御、亀裂進展抑制等のヘルスケア用素子として不可欠な構成要素である。本研究では、スマート構造に適用可能なセラミックアクチュエータ素子を開発するため、圧電セラミック材料の高性能化と形状付与技術の開発に取り組んでいる。高性能化の研究では、ペロブスカイト化合物における圧電変位の向上と低鉛化を目指して、圧電変位をもたらす因子（構造不安定性、ランダムフィールド、ドメイン構造等）について再検討を行い、目的とするペロブスカイト組成の探索を行った。形状付与技術の開発では、金属コア入りの PZT 線材 ($< 150 \mu\text{m} \phi$) の量産技術の確立を目指し、スマート応用への展開を図った。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

[テーマ題目 1] ハイブリッドセンシングパッチの開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 高坪 純治 (スマートストラクチャー研究センターセンシング技術研究チーム長)

[研究担当者] 卜部 啓、津田 浩、遠山 暢之
(職員4名、他3名)

[研究内容]

構造体に人間の神経網と頭脳に対応する損傷検知・診断機能を付与することを究極の目標として、スマートセンシングパッチ技術を利用した損傷センシング網の開発と、損傷を定量検出するための信号逆解析法の開発を図る。本技術開発では、アクティブ光ファイバセンシングパッチや電磁波センシングリペアパッチなど、世界に先駆けたセンシングパッチ技術の開発と、独自のアイデアに基づく損傷診断ソフトウェアの開発を行っている。

(年度進捗)

目的：センシングシステム技術に関しては、ひずみと超音波を同時に検出できる光ファイバセンシングシステムを試作する。また、幅 0.5mm 以下のスリットき裂を検出できる FRP リペアパッチを開発する。損傷診断技術に関しては、き裂の発生・進展をモニタリングできるアクティブセンシング法を開発する。

結果：センシングシステム技術に関しては、ひずみと超音波を同時に計測できる FBG センサシステムを試作し、CFRP 衝撃損傷検知への有効性を検証した。また、炭素繊維を伝送線路とした FRP リペアパッチを開発し、金属板の幅 0.5mm のスリット亀裂を検出できることを確認した。また、損傷診断技術に関しては、トーンバースト波透過時間差法による亀裂進展監視法、および、ラム波伝播速度のひずみ依存性を利用したひずみ測定法を見出し、その有効性を検証した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] スマートストラクチャー、超音波、光ファイバ、電磁波、非破壊検査、損傷、破壊

[テーマ題目 2] 車両騒音制御技術の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 西郷 宗玄 (スマートストラクチャー研究センター構造制御技術研究チーム長)

[研究担当者] 秋宗 淑雄、高木 清志 (職員3名、他4名)

[研究内容]

スマートパッチの適用拡大を図るため前年度までの損傷制御技術を発展させて構造部材の振動制御による車両室内騒音低減化技術を開発する。最新の研究である「知的材料・構造システム」プロジェクトの成果を凌駕する遮音性能実現を目指す。計画：従来手法である構造体の振動と音響の個別のモード制御では透過音損失率向上への寄与が低いため、音響放射モード制御による遮音技術を開発し、広い産業応用が見込めるガラス板を対象に 3dB を超える遮音効果を実現する。併せて構造制御の

(年度進捗)

- ① 騒音制御技術：チャンバでの音響放射モード制御による透過音損失率の理論値を明らかにする。スマート防音チャンバによる遮音実験（遮音性能3dB 低減が目標）を行う。その結果、音響放射モード制御による透過音損失率の理論限界値の算出を行った。スマート防音チャンバを試作し、遮音性能として3dB 低減の見通しを得た。
- ② 構造制御技術：波動制御とロバスト振動制御を適用して弾性体の損傷抑制制御を行う。SMA と弾性体を複合化した可逆的形狀変化構造体の実用化を図る（防護服及びコンクリート型枠）。制御に活用するため高圧ピエゾアクチュエータの高性能化を図る。研究結果では、波動制御で梁・板の無振動状態を生成する制御アルゴリズムを開発した。ロバスト制御で損傷部材の振動抑制アルゴリズムを開発した。SMA を用いた防護服の実用化と SMA を用いたコンクリート型枠実用化の見通しを得、高圧ピエゾアクチュエータ（積層厚30mm）では所定の $2.4\mu\text{m}$ の変位を得た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 振動制御、波動制御、ロバスト制御、ピエゾアクチュエータ、噴射弁、非鉛圧電材料

【テーマ題目3】 スマートパッチ用マイクロセンサ・トランスデューサ開発（運営費交付金）

【研究代表者】 飯島 高志（スマートストラクチャー研究センターデバイス技術研究チーム長）

【研究担当者】 関谷 忠、松田 弘文、佐藤 宏司、王 瑞平（職員5名、他3名）

【研究内容】

スマートパッチに应用可能な圧電膜デバイスならびに圧電ファイバを作製するための技術開発を行う。膜厚領域が $1\sim 50\mu\text{m}$ のPZT厚膜の作製技術ならびに圧電特性評価技術は、現在のところ確立されていない。そのため、PZT膜を用いた超小型圧電デバイスは、スマートパッチはもとより電子機器、医療機器などへの応用も切望されているが、実現されていない。そこで、微細加工技術の確立を含むPZT膜圧電デバイスの作製技術の開発を行う。また、圧電膜ファイバの作製技術を確立し、構造体へ埋め込むことでセンサ・アクチュエータ機能を発現させる。

（年度進捗）

原子力顕微鏡による圧電特性の評価結果をもとに、積層構造（Pt/PZT/Pt/Ti/SiO₂/Si）を有するスマートパッチ用センサ・アクチュエータの設計ならびに、膜厚 $1\sim 10\mu\text{m}$ 、直径 $1000\sim 8\mu\text{m}$ のPZT厚膜ディスクの作製プロセスを確立した。さらに、圧電体厚膜デバイスを設計するための基礎技術の確立と、さらなる応用展開を図るために、企業との共同研究を積極的に進める。金属コア入りPZT圧電ファイバのより高度なスマート応用

を目指し、CFRPボードに埋め込む際のファイバの配列方法を検討することによって、衝撃位置検出用センサ及び振動制御用アクチュエータとして効率的に機能するスマートボードを設計した。

実デバイスを想定して、ディスク状PZT厚膜素子の作製プロセスを確立した。このディスク素子を用いて、電気的な共振を利用した圧電特性の評価を行い、作製した素子が100~200MHz帯の超音波トランスデューサとして応用可能であることを明らかにした。

また、ビスマス系薄膜の結晶配向性の制御に成功し、鉛を含まない環境負荷の小さな圧電膜デバイス開発の可能性を見いだした。

白金コア入りPZT圧電ファイバをCFRP中に埋め込んだスマートボードの振動制御特性を評価し、制振パネルとしての有効性を検証した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 薄膜、圧電体、PZT、センサ、アクチュエータ

②【界面ナノアーキテクニクス研究センター】

（Nanoarchitectonics Research Center）

（存続期間：2001. 4. 1~2008. 3. 31）

研究センター長：清水 敏美

副研究センター長：名川 吉信

所在地：つくば中央第5、つくば中央第4

人員：21（19）名

経費：200,361千円（166,968千円）

概要：

本研究センターのミッションは、原子・分子からのボトムアップ型ナノテクノロジーを所掌する中核的研究拠点（COE）としての位置づけを国内外にアピールすることである。それとともに、国際的にも独創性の高いナノメータスケール構造材料（ナノ構造材料）の創製技術を開発し、それらを構成部品として革新的でチャレンジングなナノ及びメゾスケールアーキテクニクス（組織化技術）を確立することである。これにより、高品位医療分野、高感度計測分野、光・電子情報分野において次世代を先導するフロンティア技術の創成、産業競争力の強化、及び新産業の創出に貢献することを目指している。本研究センターは高軸比ナノ構造組織化チーム、高密度界面ナノ構造チーム、高組織化マシンナノ構造チームの3研究チームから構成されており、主な研究テーマとして、1.「高軸比ナノ構造の組織化とその超高感度解析手法に関する研究」、2.「高密度界面ナノ構造の開発と機能化技術に関する研究」、3.「高組織化マシンナノ構造の合成と組織化技術の研究」などを鋭意、推進している。

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

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

集合様式のプログラムが書き込まれたある分子は水や有機溶媒中で自発的に集合してナノメートルサイズのチューブ、リボン、ロッド、ラバー構造などの高軸比ナノ構造 (High-Axial-Ratio Nanostructure : HARN) を形成する。このボトムアップ型手法は、これまでの半導体工業を支えてきたトップダウン型加工技術に比較して、最小のエネルギーで、最大の正確性をもって容易に複雑な三次元ナノ構造をつくるのが大きな特徴である。高軸比ナノ構造組織化チーム (HARN チーム) では、独立行政法人 科学技術振興機構との共同研究により、国内外で独創性の高い脂質ナノチューブを研究の中核においた一次元ナノスペースの利用技術の開発を進めている。こうして、テーラーメイドナノチューブの作成、基板上への配列化、金属・無機ナノチューブの創製、中空シリンダー空間を利用した金属微粒子やバイオ分子の包接、分離などの研究を通して、ナノ鑄型、極微小な流路、極微小な反応容器づくりに取り組んでいる。

高密度界面ナノ構造チーム (HIAN チーム) では、クラスタやナノ微粒子の表面や界面の状態を制御し、これらを集めて機能的に配列させることにより、高密度界面ナノ構造 (High Interface Area Nanostructure : HIAN) を組み上げる研究開発を進めている。サイズが精密に制御されたナノ粒子、クラスタ、ナノボア、

ナノベルトといったナノ部品の調製技術、高密度に存在する界面の特性を利用した新しいエネルギー変換や情報変換の機能特性、高密度界面ナノ構造を基板として利用したナノチップ創製技術の確立などが大きな研究課題である。また大気中・非加熱といったマイルドな条件での無機系ナノ構造調製技術の開発を目指してマイクロプラズマ技術や液相レーザープロセスなどを取り上げて、有機系ナノ構造調製技術との融合化を目指した研究を進めている。

ボトムアップ型ナノテクノロジーにより分子デバイスを構築するためには、刺激応答性や刺激に対する可逆性に優れた機能性分子の設計・合成とともに、得られた機能性分子の配向・配列を制御しながら基板上へ組織化する技術が必要である。また基板上での機能発現の確認も重要な研究課題である。高組織化マシンナノ構造チーム (HOMN チーム) では外部刺激に対して構造や物性が大きく変化するロタキサン、 dendrimer、多核金属錯体などの高組織化分子材料 (Highly Organized Machine Nanostructure : HOMN) の設計・合成に取り組んでいる。また、分子レベルでの運動及び物性の制御と単一分子としての機能発現を目的に、基板上に一定間隔で固定化するための技術開発を進めている。規則的に固定化された機能性分子の刺激応答性を情報として取り出すことにより、分子センサーや分子メモリの構築を目指している。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「固体高分子形燃料電池システム技術開発／触媒電極反応機構の解明のための研究」(執行額24,870千円)

文部科学省科学研究費補助金「超高感度・超解像振動分光法の確立とナノ構造体／溶液界面への適用」(執行額4,800千円)

文部科学省科学研究費補助金「ナノコンポジット基板を利用したナノデバイス作製基礎技術」(執行額5,800千円)

文部科学省科学研究費補助金「結晶性ボロンナノワイヤーの創製と物性評価」(執行額1,600千円)

独立行政法人科学技術振興機構受託「有機・無機ナノチューブの形態・構造制御と超高感度振動分光法による解析」

独立行政法人科学技術振興機構受託「ペプチド型信号伝達機能の構築とその機能制御」

発表：誌上発表68 (63) 件、口頭発表244 (54) 件、その他5件

高軸比ナノ構造組織化チーム

(High-Axial-Ratio Nanostructure Fabrication Team)

研究チーム長：清水 敏美

(つくば中央第5・第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目1

高密度界面ナノ構造チーム

(High Interface Area Nanostructure Team)

研究チーム長：越崎 直人

(つくば中央第5)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目2

高組織化マシンナノ構造チーム

(Highly Organized Machine Nanostructure Team)

研究チーム長：金里 雅敏

(つくば中央第4)

概要：

ボトムアップ型ナノテクノロジーにより分子スケールデバイスを構築するためには、刺激応答性や刺激に

対する可逆性に優れた機能性分子の設計・合成とともに、得られた機能性分子の配向・配列を制御しながら基板上へ組織化する技術が必要である。また基板上での機能発現の確認も重要な研究課題である。当研究チームでは、外部刺激に対して構造や物性が大きく変化するロタキサン、デンドリマー、多核金属錯体の設計・合成を行うとともに、分子レベルでの運動及び物性の制御と単一分子としての機能発現を目的に、基板上に一定間隔で固定化するための技術開発を進めている。規則的に固定化された機能性分子の刺激応答性を情報として取り出すことにより、分子センサーや分子メモリの構築を目指している。

研究テーマ：テーマ題目3

[テーマ題目1] 高軸比ナノ構造の組織化とその超高感度解析手法に関する研究

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

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

[研究内容]

情報通信、化学、材料等の革新的・基盤的技術開発として、ナノメートルオーダーのサイズにおいて機能を発現する原子・分子集合体を創製する。具体的には、自己集積性分子の高効率精密合成により、10-100nm幅、軸比が100以上の有機ナノチューブ、ナノワイヤー等の材料創製と基板上への固定化技術を構築する。さらに、未知の中空シリンダー空間での包接、分離、放出などの機能発現を目指し、ガス吸蔵材料、DNA分離用チャンネルなどのナノスペース材料の実現に資することを目指す。本年度は、サイズ均一性が高く、かつ大量供給が可能なテラメイド型の脂質ナノチューブ類製造のための分子構築単位の構造最適化、さらに、得られた有機系高軸比ナノ構造を鋳型に用いた各種の金属酸化物を構成成分にもつ無機系ナノ構造の創製について検討した。さらに、脂質ナノチューブ中空シリンダー中の液相ナノ空間の特性解析などを昨年度に引き続き、さらに詳細に明らかにすることを目的とした。

その結果、二重結合が好適な位置に配置された炭化水素疎水部と単糖の組み合わせによる糖脂質がこの目的に合致する事を見いだした。また、二重ヘリカル、二重円筒などの各種のテラメイド型シリカナノチューブを調製することに成功した。また、脂質ナノチューブ中空シリンダー中に存在する水の極性が短鎖アルコール程度に低下した水の領域があることを時間分解レーザー蛍光法などにより初めて明らかにした。また、内径が50~100nmの脂質ナノチューブ中空シリンダーを束縛反応場として利用することにより、5~20nmサイズの金ナ

ノ微粒子がシリンダー中に充填された新規な一次元金属-有機ハイブリッドであるナノケーブルを調製することに成功した。

〔分 野 名〕 ナノテク・材料・製造

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

〔テーマ題目2〕「高密度界面ナノ構造の開発と機能化技術に関する研究」

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

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

〔研究内容〕

ナノクラスター、ナノコンポジット等の高密度界面ナノ構造の調製・安定化技術、その機能特性評価、ナノ構造デバイスの構築に必要とされる新規プロセス技術の3つの課題に取り組んだ。高密度界面ナノ構造の調製・安定化技術に関しては主として気相・液相中でのレーザーアブレーション法といったアプローチにより、サイズの揃ったナノクラスターの調製を目指した。水中でのレーザーアブレーション法と界面活性剤の利用により、サイズの揃った酸化スズや酸化チタンの5nm以下の非分散結晶性酸化ナノ微粒子が合成できることを明らかにした。この手法はこのほかにも無機-有機層状ナノコンポジットやナノコンポジット構造をもつナノ微粒子も合成可能であることがわかった。機能特性評価に関しては、サイズ均一性の高い酸化ナノ微粒子堆積膜を気相中で調製することにより、光応答型ガスセンサの感度が大幅に向上するメカニズムについて検討し、ナノサイズ化による高速結晶変態によることがわかった。また、無機と有機のナノ構造を部品としてナノ構造デバイスを構築していくために必要とされる低温プロセス技術としてマイクロプラズマを利用したナノ構造生成装置を使って、室温・大気圧・低投入電力条件下でカーボンナノチューブの合成に成功した。

〔分 野 名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ナノクラスター、ナノコンポジット、マイクロプラズマ、カーボンナノチューブ

〔テーマ題目3〕「高組織化マシンナノ構造の合成と組織化技術に関する研究」

〔研究代表者〕 金里 雅敏 (界面ナノアーキテクニクス研究センター高組織化マシンナノ構造チーム)

〔研究担当者〕 金里 雅敏、名川 吉信、田口 和宏、樋口 真弘、北條 博彦、徳久 英雄、小山恵美子

〔研究内容〕

ボトムアップ型ナノテクノロジーによる分子スケールデバイスの構築を目標に、外部刺激応答性を有する分子・超分子を創製して、基板への導入を図るとともに、基板上における機能評価に着手した。具体的には、単一分子状態での機能発現を目的に、 dendritic のサイズ効果を利用して、反応活性部位(リポ酸)の基板への固定化を行った。基板上では、反応活性部位が独立して存在しており、 dendritic のサイズに応じたスペースが確保されていることを表面観察により明らかにした。また反応活性部位には、カルボキシル基との化学反応を利用して、新たな機能性分子の導入が可能となった。超高感度センサーの開発に関しては、導電性ワイヤー部位と反応活性部位を併せ持つ分子を新たに合成して、プロトン付加に伴う構造及び物性変化を溶液状態、結晶状態で観察するとともに、末端のチオール基を介して基板上に固定化して、表面分析装置で観察した。その結果、基板上における刺激応答性(ON-OFF)を確認することができた。さらに、独自に開発した dendritic、ロタキサン、多核金属錯体等機能性分子の分子スケールデバイスへの展開を図るため、分子の自己集合と錯形成を利用した金属錯体型ナノワイヤーの創製(特許出願)、錯形成能を有する導電性共役オリゴマーと金属イオンからなる分子ワイヤーと dendritic を組み合わせた三端子素子の分子トランジスタの創製(特許出願)、並びにレドックス応答性複核錯体のコイル等分子素子への応用(特許出願)に着手した。

〔分 野 名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 分子スケールデバイス、超分子、ロタキサン、 dendritic、多核金属錯体

⑬【グリッド研究センター】

(Grid Technology Research Center)

(存続期間：2002. 1. 15～)

研究センター長：関口 智嗣

副研究センター長：横川三津夫

研究センター長代理：伊藤 智

総括研究員：長嶋 雲兵

所在地：つくば中央第2

人 員：20 (19) 名

経 費：735, 156千円 (393, 421千円)

概 要：

グリッド技術とは高速ネットワーク時代の到来に伴い、個人情報端末、パソコンから高性能コンピュータ、大容量データセンター、可視化装置、観測装置等をすべて統合して扱うための基盤技術(ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク)とこれを活用する応用技術である。従来の Web に代表されるインターネット

の延長上にあるが、これを飛躍的に発展させる社会産業基盤、科学技術基盤技術として注目されている。

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

外部資金：

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

独立行政法人情報処理推進機構「平成15年度次世代ソフトウェア開発事業（組織内およびインターネット上の遊休 PC を用いた大規模並列計算のためのミドルウェア）」

経済産業省 科学技術総合研究委託費「科学技術計算専用ロジック組込み型プラットフォーム・アーキテクチャに関する研究／科学技術計算プログラムのプラットフォーム向き並列分散化及び組込みソフトウェア化に関する研究／分子軌道法プログラムに関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「高密度マルチスケール計算技術の研究」

文部科学省 科学技術振興調整費「アジアグリッドイニシアチブ」

国立情報学研究所 科学技術振興費「グリッド MPI システム開発」

発表：誌上发表18（15）件、口頭発表105（31）件、その他4件

科学技術応用チーム

(Grid Science Application Team)

研究チーム長：長嶋 雲兵

(つくば中央第2)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 3

大規模データ応用チーム

(Data-Intensive Computing Team)

研究チーム長：小島 功

(つくば中央第2)

概要：

大規模観測装置、大規模科学技術計算、巨大データベースでは、近い将来データ量がペタ（10¹⁵）バイト級に達し、かつ広域に分散していくことが予想される。本チームにおいては、こうした大規模データ処理を分散配置にて実現する方式の設計・開発、様々なデータベースを組み合わせ一つの高性能データベースとして提示する機能の設計・開発、そして、これらをユーザが利用しやすくするツール群の設計・開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

基盤ソフトチーム

(Grid InfraWare Team)

研究チーム長：田中 良夫

(つくば中央第2)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 4

セキュアプログラミングチーム

(Secure Programming Team)

研究チーム長：高木 浩光

(つくば中央第2)

概要：

グリッドのシステムでは、ソフトウェアに確かな堅牢性が求められる。特に悪意ある者からの不正利用を防止するセキュリティ上の配慮が重要である。本チームでは、セキュリティに関する脆弱性情報の収集及びその重要度を評価し、問題と解決策を検証すると共に、その経過と成果を開示する。

研究テーマ：テーマ題目 1

クラスタ技術チーム

(Cluster Technology Team)

研究チーム長：工藤 知宏

(つくば中央第2)

概要：

近年、光通信技術の発達により通信リンクのバンド幅は飛躍的に向上し、距離や機器に応じてそのバンド

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

グリッド応用チーム

(Grid Diversification Team)

研究チーム長：伊藤 智

(つくば中央第2)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4

----- [テーマ題目1] グリッド基盤システムに関する研究開発

[研究代表者] 関口 智嗣 (グリッド研究センター)

[研究担当者] 田中 良夫、高木 浩光
(職員5名、他25名)

[研究内容]

○研究の目的・目標

高速ネットワークで接続されたグリッド資源を相互に連携させて効率良く容易に利用するためのグリッド基盤ミドルウェア (GridRPC 及び GridMPI) を開発する。これらは文部科学省「超高速コンピュータ網形成プロジェクト (NAREGI)」の一環として開発しており、国内では5年後の実用化を目指すと同時に、GridRPC についてはグリッド技術の国際標準化団体 Global Grid Forum で標準化を図っている。

○平成15年度計画

文部科学省「超高速コンピュータ網形成プロジェクト (NAREGI)」の一環として、遠隔手続き呼出し (GridRPC) に基づくミドルウェア Ninf-G2と、グリッド上の MPI 通信ライブラリ GridMPI を開発する。Ninf-G2及び GridMPI は、オープンソフトウェアとして公開する。

また、グリッドポータルを容易に構築するツールとし

て Grid PSE Builder、インターネット上の計算機資源を有効に利用するためのミドルウェア (Personal Power Plant) の開発を行う。さらに、セキュリティ脆弱性のパターンデータベース構築を行う。

○平成15年度進捗状況

遠隔手続き呼出し (RPC) に基づくミドルウェアの開発では、平成14年度に開発した Ninf-G1をベースに Ninf-G2を開発している。今回の開発では、サーバ・クライアント間の初期オーバーヘッドの削減、データ送受信の効率化及び大規模アプリケーション実行に対するモニタリング機能の実装を行っている。Ninf-G1の機能の詳細な解析による Ninf-G2での改良点の整理及び機能設計を行い、Ninf-G2を完成させ、オープンソフトウェアとして公開した。

GridMPI の開発では、ネットワークとして遠距離の通信遅延を考慮した高性能通信を実現させるための MPI 通信ライブラリを開発し、オープンソフトウェアとして公開した。このライブラリでは、TCP/IP レベルでの自動 TCP バッファチューニング機構や TCP ストリームの自動調整を行う機能を実装している。

また、グリッドポータルを容易に構築するツールキットとして Grid PSE Builder (旧称 GridLib) の開発を行い、実応用プログラムのためのポータル構築に活用された。また、インターネット上の計算機資源を有効に利用するためのミドルウェア (Personal Power Plant) の開発を行った。

[分野名] 情報通信

[キーワード] GridRPC、Ninf-G、グリッドミドルウェア、セキュリティ脆弱性

[テーマ題目2] データ・グリッドに関する研究開発

[研究代表者] 関口 智嗣 (グリッド研究センター)

[研究担当者] 小島 功、工藤 知宏
(職員7名、他7名)

[研究内容]

○研究の目的

大規模なグリッド環境においてペタバイトスケール級のデータの高速処理を実現するために、ハードウェア技術から応用支援技術に至る広範囲な技術の研究開発を行う。また、分散メタデータ管理・統合検索システムの研究開発を行う。グリッド上の大規模データ処理に関するソフトウェアアーキテクチャは世界的に存在せず、国際標準化団体 GGF において標準化を図っている。

○平成15年度計画

ペタバイト級のデータを処理することを目指したデータ管理ライブラリなどのソフトウェア技術の開発を行うとともに、高密度高信頼性を実現するクラスタシステムのハードウェア技術の構築を実施する。具体的には、高信頼、高スループットかつスケラブルな I/O 処理のためのアーキテクチャ Grid Data Farm に基づく参照実装

Gfarm の高機能化を行う。Grid Data Farm のアーキテクチャは国際標準化を目指す。

また、グリッド上のデータベース環境の研究開発として、グリッドサービス基盤 (OGSA) 上で、分散データベース (DB) 連携・統合を可能とするソフトウェアを開発する。

○平成15年度進捗状況

ペタバイト級のデータを処理するための Grid Data Farm アーキテクチャに基づき、参照実装として Gfarm ライブラリを平成14年度に引き続き開発し、オープンソフトウェアとして公開した。広域における高速データ転送及び複製管理を統合したファイルシステムなどの機能を高性能化した。

また、クラスタシステム構築技術、安定稼動技術、ネットワーク性能評価技術について、ハードディスクの安定稼動条件の検討を行うとともに、クラスタシステムなどグリッド資源をつなぐネットワーク性能を評価するためのハードウェアネットワークエミュレータを開発し、知財登録 (ノウハウ) を行った。

グリッド上のデータベース環境の研究開発として、グリッドサービス基盤 (OGSA) 上で、分散データベース (DB) 連携・統合を行う機能を実現した。この開発では、OGSA のイベント通知機構を生かした相互通信により、サイト自律性の高い能動的データベース処理を行うためのサービス連携機構を開発するとともに、従来のデータベース応用をこの機構を用いてグリッド化するプロキシ (代理) 情報サービスを実現し、容易に OGSA 基盤に移行するための環境を開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】データグリッド、Gfarm、OGSA、データベース

【テーマ題目3】グリッド応用システムに関する研究開発

【研究代表者】関口 智嗣 (グリッド研究センター)

【研究担当者】伊藤 智、長嶋 雲兵
(職員4名、他10名)

【研究内容】

グリッド技術の実応用システムへの適用を進め、グリッド ASP の実証試験を行う。グリッド技術は社会へ浸透する途上にあり、これらの実証試験によるビジネスへの展開を図るとともに、実応用でのポータルシステムを構築し成果の普及を図る。また、科学技術分野へのグリッド技術応用を目指し、グリッド環境上での大規模分子化学計算シミュレーションを容易に実行可能なライブラリを開発する。

○平成15年度計画

経済産業省の「ビジネスグリッドコンピューティング」プロジェクトの一環として、グリッド ASP 実証試験の実施計画を策定し、実証試験に着手するとともに、

基盤ソフトウェアとして開発された Grid PSE Builder を用いて、具体的なアプリケーションに対するグリッドポータルを構築し、成果の普及を図る。

また、科学技術応用分野に対してグリッド技術を適用したソフトウェアを開発する。

○平成15年度進捗状況

経済産業省の「ビジネスグリッドコンピューティング」プロジェクトを推進するためのグリッド応用チームを発足させ、国内メーカー数社と協力し、グリッド ASP 実証試験などグリッド技術によるビジネス実現のためのシステム構築を開始した。また、基盤ソフトウェアとして開発された Grid PSE Builder を用いて、Gaussian Portal Phase 2、スーパーコンピュータを利用した熱流体計算、分子動力学法などのポータルを開発し、応用分野の研究者にグリッド環境を提供するとともに、PC クラスタ「AIST スーパークラスタ」が利用できることを示した。

科学技術応用分野においては、グリッド環境に適したシミュレーション手法「レプリカ交換分子動力学法」に対し、ユーザが容易に利用するためのツールキットを開発し、知財登録を行うとともにオープンソフトウェアとして公開した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ビジネスグリッド、グリッド ASP、グリッドポータル、計算化学

【テーマ題目4】グリッド技術標準化への貢献とその普及

【研究代表者】関口 智嗣 (グリッド研究センター)

【研究担当者】田中 良夫 (職員3名、他7名)

【研究内容】

○研究の目的・目標

当研究センターで開発したソフトウェアの国際標準化及び国内でのグリッド技術普及を図る目的で、国際的には Global Grid Forum (GGF) での標準化活動を実施するとともに、ApGrid (Asia Pacific Grid) の Grid テストベッドの運用を通して、アジア太平洋地域へのグリッド技術の普及を行う。また、国内へは産総研コンソーシアム「グリッド協議会」を介してグリッド技術の普及を図る。

○平成15年度計画

グリッド技術の国際的標準化団体 GGF において、Grid RPC 及び Grid Data Farm の標準化を進めるとともに、GGF (第8回、第9回、第10回) に参加しグリッド技術の標準化動向を調査する。また、アジア太平洋地域でのグリッド環境として ApGrid テストベッドにおける実証試験を進める。

参照実装である Ninf-G2、GridMPI、Gfarm をオープンソフトウェアとして公開し、産総研の成果物を国内外に普及させるとともに、グリッド協議会の活動を通し

て、国内へのグリッド技術の普及を図る。

○平成15年度進捗状況

当研究センターで開発したグリッド RPC に基づくミドルウェア Ninf-G2、及びグリッドデータファームに基づくソフトウェア Gfarm については、オープンソースと公開し、成果の普及とデ・ファクト・スタンダード化を目指している。一方、国際的標準化団体 GGF（グローバル・グリッド・フォーラム）において、これらソフトウェアのアーキテクチャに関する仕様標準化のためのワーキンググループ設置を積極的に提案、承認された。このワーキンググループを利用し、当研究センターが開発した技術が国際標準となる見通しである。また、アジア地域での GGF 開催に貢献した。

オープンソフトウェアとして公開した Ninf-G2、GridMPI、Gfarm については、国内外におけるグリッド技術の普及に貢献しており、またアジア太平洋地域でのグリッド環境として ApGrid テストベッドの資源を提供し、諸外国とのグリッド実証試験に貢献した。

国内においては、グリッド技術の普及を目指す産総研コンソーシアム「グリッド協議会」は、法人会員41社148名（前年度比16名増）、個人会員115名（前年度比43名増）の登録者を得て、総会1回、GGF 調査会2回、ワークショップ6回を開催し、国内のグリッド研究の推進を図った。

【分野名】情報通信

【キーワード】GGF、グリッド協議会、ApGrid、標準化

④【爆発安全研究センター】

(Research Center for Explosion Safety)

(存続期間：2002. 4. 15～終了日)

研究センター長：藤原 修三

副研究センター長：吉田 正典

所在地：つくば中央第5、つくば西、北センター

人員：16 (15) 名

経費：696, 611千円 (203, 942千円)

概要：

爆発安全研究センターは、化学物質の燃焼・爆発の安全に係わる総合的な研究を実施し、公共の安全確保や産業保安技術の向上等に貢献することで、＜安心・安全で質の高い生活の実現＞に資することを基本ミッションとしている。

具体的には、

- ① 爆発現象および関連する現象全般について、基礎から応用に至るまでの総合的な研究の実施（研究ポテンシャルの向上・維持）
- ② 国内外関連研究者（機関）とネットを構築し、燃

焼・爆発安全に係わる情報ならびに施設・設備の相互有効利用を図る（対外機関との協調）

- ③ 化学物質が関与する燃焼・爆発安全に係わる社会ニーズ、行政ニーズ、国際的ニーズ（標準化を含む）等に迅速かつ継続的に対応できる組織（機能的組織化）

- ④ 産総研中期計画・目標の達成

以上を主要ミッションとし、特に、行政対応、国際対応の課題に重点的に対処することで、産業や公共社会ならびに国際通商等における安全確保の向上に資する。

センターで実施している研究は大別して以下の通りである。

- ① 燃焼・爆発安全に関する基礎・基盤研究
- ② 化学物質の燃焼・爆発の試験・計測方法等の安全性評価研究と高エネルギー物質の有効利用等の応用・開発研究
- ③ 公共の安全確保や産業保安向上のために要請される行政ニーズ対応研究

外部資金：

防衛施設庁広島防衛施設局

「岩国飛行場（14）滑走路移設保管庫解析業務」（執行額：264, 655千円）

高圧ガス保安協会

「DME（ジメチルエーテル）の発火・爆発性評価に関する研究」（執行額：143, 178千円）

NEDO 新エネルギー・産業技術総合開発機構

「水素の安全利用技術に関する基盤研究」（執行額：92, 275千円）

(財) 日本国際問題研究所

「劣化爆薬の特性確認実験」（執行額：19, 351千円）

(財) 造水促進センター

「高濃度オゾンガスの安全性の研究」（執行額：2, 271千円）

(財) 国際科学振興財団

「爆薬／有害物質混合物の化学処理に関する研究」（執行額：2, 174千円）

経済産業省 原子力試験研究委託費

「原子力施設に係るエネルギー発生源の爆発影響評価システムに関する研究」（執行額：7, 748千円）

文部科学省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

「発火・爆発性廃棄物の安全処理に関する研究」(執行額：17,094千円)

厚生労働省科学研究費補助金

「労働安全衛生総合研究事業/リサイクル品・廃棄物処理工場での粉塵爆発災害の防止に関する研究」(執行額：11,500千円)

発表：誌上発表25件(22)件、口頭発表98件(18)件、その他3件

爆発衝撃研究チーム

(Explosion and Shock Waves Team)

研究チーム長：中山 良男

(つくば中央第5)

概要：

固体および液体などの凝縮系中の爆発・衝撃現象を主な研究対象としている。高速時間分解計測による爆発現象・起爆機構の研究、レーザー衝撃波による未踏超高压下の状態方程式研究などの基礎研究を軸に、高エネルギー物質の爆発安全に関する研究、新型火薬庫の開発、爆風などによる爆発の影響を低減化する技術の開発、数値計算コードによる実規模での爆発影響予測技術の開発などの安全研究を行っている。

さらに行政的国際的ニーズに対応するために、野外での大規模爆発実験も実施している。

研究テーマ：テーマ題目1

高エネルギー物質研究チーム

(Energetic Materials Research Team)

研究チーム長：松永 猛裕

(つくば中央第5、北)

概要：

当チームは、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的にしている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は大きく分けて5つあり、①化学物質の爆発性を理論的および実験的に予測する手法の開発、②爆発事故が多発している煙火組成物の危険性評価および安全化に関する研究、③硝酸エステルの自然発火や遺棄化学兵器などで問題となっている火薬類の劣化に関する研究、④排出・処理時の技術基準がない発火・爆発性化学廃棄物の安全処理に関する研究、および、⑤次世代ロケット推進薬原料などの新規高エネルギー物質の探索研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

気相爆発研究チーム

(Gas Phase Explosion Team)

研究チーム長：堀口 貞茲

(つくば中央第5、西)

概要：

高压ガスや粉じんの爆発防止は化学やエレクトロニクスなどの製造産業における安全を確保する上で重要な課題のひとつである。このような高压ガスや粉じんの高速爆発現象の解析および被害の予測などの研究を進めている。特に、新エネルギーとして期待される燃料である水素と共に、LPG およびディーゼル燃料の代替燃料として期待されている DME (ジメチルエーテル) の安全性に関する研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目3

爆発利用環境安全研究チーム

(Application and Environmental Protection R.T.)

研究チーム長：緒方 雄二

(つくば西)

概要：

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類を、安全にかつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要になる。火薬類の有効利用技術として、老朽化した構造物を環境低負荷に解体する制御発破技術や爆発圧着技術に関する研究を実施している。また、火薬類の環境安全研究として自動車用エアバックに利用されているガス発生剤の環境影響、火薬類の利用に伴う振動・騒音・飛石等の計測・制御技術の開発を行っている。さらに、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目4

【テーマ題目1】爆発影響評価システムに関する研究

【研究代表者】中山 良男(爆発安全研究センター爆発衝撃研究チーム)

【研究担当者】中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、本田 一、藤久 裕司、山脇 浩

【研究内容】

火薬類保安技術実験では、社会情勢の変化に伴う火薬類の取り扱い上の問題点について基礎的資料を収集し、また、これまでの実験結果から生じた問題点を解決して、実証的根拠のある保安基準の整備拡張を図ることを目的として、1. 基準爆薬の爆風圧に関する実験(32kgのTNTおよび23kgのComp.C4)、2. 模擬地中式火薬庫での爆発による庫外爆風圧に関する実験(5kg、24kg、120kgのComp.C4)、3. 含水爆薬中間体の通気管試験(国連試験シリーズ No. 8(d)、60kg×3ショット)を実施した。また、野外実験に先立って、所内において地中式火薬庫を模擬した小スケール鋼管を用いた爆発破壊試験を実施し、爆薬の量や形状と鋼管耐圧(破壊限界)の

関係性について基礎的なデータを取得した。得られた結果をもとに、野外実験で使用した **Comp.C4爆薬120kg** スケールの模擬地中式火薬庫の設計を行った。

ジメチルエーテル (DME) 燃料の実用化に関する基盤研究では、DME の安全性に関するデータを収集することを目的に、DME の大規模な輸送および貯蔵を想定して、液化 DME の燃焼性と消火性、DME ガスの燃焼性と爆発性、および DME 容器の外部加熱時の安全性に関する大規模野外実験を実施した。

新型火薬庫 (隣接する薬室を隔壁で仕切ることにより殉爆を防ぐ火薬庫) の安全性実証実験では、ギャップ試験、中規模室外実験を実施した。得られた結果を基に、大規模室外実験の計測・解析手法に係る詳細計画を検討した。

原子力施設に係わるエネルギー発生源の爆発影響評価システムに関する研究では、1. エネルギー発生源の評価システムの開発と2. 熱流体-構造物相互作用の評価システムの開発を行った。1. については、リン酸トリブチル/発煙硝酸混合物のギャップ試験を実施し、衝撃起爆感度の濃度依存性を検討した。また、硝酸配位溶媒の爆発性についても基礎的な検討を行った。2. については、昨年度開発した可視化システムと PMMA 製の小規模構造物、模擬爆発源から構成される評価装置を用いて基礎的な実験を行い、小規模構造物内部を複雑に伝播する爆風の可視化計測を行った。

動的超高压力発生実験では、レーザー誘起衝撃波を用いて衝撃超高压力下における金属材料や炭素材料の状態方程式パラメーターの測定を行うとともに、状態方程式研究にとって重要な温度測定手法を確立することを目的として、可視光領域と紫外線領域に感度を有する二色放射温度計を設計・製作した。放射温度計の性能評価実験を行い、その有効性と得失について検討した。

水素安全利用技術の基盤研究では、燃料電池自動車の実用化にあたり水素供給ステーションにおける水素ガスの安全な取扱いに関する法基準類の整備に資するデータを得ることを目的に、今年度は水素の小規模野外実験において、ビニルハウス中に水素/空気混合ガスを調整し、火花および爆薬による点火を行い、水素/空気混合気ガスの火炎伝播の状況および空中を伝播する圧力波を定量的に評価した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 火薬類、ジメチルエーテル、リン酸トリブチル、水素、可燃性混合気、地中式火薬庫、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、野外実験、安全性評価、スケール効果、爆風圧、ギャップ試験、殉爆、衝撃起爆感度、可視化、レーザー誘起衝撃波、衝撃超高压力、状態方程式、火炎伝播

【テーマ題目2】 爆発現象の化学的解明に関する研究

【研究代表者】 松永 猛裕 (爆発安全研究センター高エネルギー物質研究チーム)

【研究担当者】 松永 猛裕、飯田 光明、岡田 賢、秋吉美也子、大竹 勝人

【研究内容】

本研究は、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的としている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は以下の通りである。

① 化学物質の爆発性予測

化学物質の分子構造から発火・爆発性を予測する手法を確立する。特に、今年度は、住友化学工業 (株) との共同研究において、プラントなど化学物質を実際に取り扱う現場で、発火・爆発性が懸念される反応工程の危険性を推定することを目的として、計算機化学手法でその危険性の予測を行った。また、爆発時の発光を実時間で計測し、火炎温度を計測する試みを行った。更に、また、爆薬の新しい製造形態として注目されている硝酸アンモニウム系爆薬中間体の爆発性・輸送時の安全性を評価する手法について検討している。

② 煙火組成物の危険性評価および安全化に関する研究

爆発事故の多い煙火組成物について危険性を明らかにし、また、安全化への技術開発を行っている。今年度は実際に起こった事故の原因解明を行った。また、煙火組成物のポリウレタン成形による安全化を目指す一環として、直径10mm という世界最小の打揚火花を試作した。その成果はNHKの番組で紹介された。

③ 火薬類の劣化に関する研究

硝酸エステルや遺棄化学兵器などで問題となっている劣化について、劣化物の同定、危険性評価、劣化度の判定手法の開発を行うことを目標としている。今年度も引き続き、委託研究で劣化ピクリン酸金属塩の安全処理法に関する研究を継続して行った。また、新たに TNT の劣化についても検討した。

④ 化学系廃棄物の安全処理に関する研究

化学系の廃棄物について、その発火・爆発危険性を調べる評価法、混合危険性評価、事故事例の収集を行うことを目的としている。今年度は、エーテルの自動酸化からの過酸化生成について詳細な研究を行った。また、爆発物専用の処理炉を設計し、その試作を行った。

⑤ 新規高エネルギー物質の探索

高エネルギー物質の品質改善の一手法として超臨界流体を利用した粉体の微粒化・球状化を検討している。現在は超臨界二酸化炭素を用いて、RDX (1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine) の微粒化・球状化技術 (目標平均粒子径 1~5 μm) の確立と、それによる RDX の鈍感化を検討した (日本工機 (株) との共同研究)。

現在までの結果、粒径分布等に改善の余地があるものの、球形微粒子の作成が可能であることが確認された。また、これまでにない針状粒子の形成も確認された。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 爆発、煙火、危険性予測、安全

[テーマ題目3] 新規エネルギー用ガスの実用化における安全性に関する研究

[研究代表者] 堀口 貞茲（爆発安全研究センター気相爆発研究チーム）

[研究担当者] 堀口 貞茲、荷福 正治、小野 亮、茂木 俊夫、

[研究内容]

燃料電池自動車の本格的な普及のためには、燃料として使用する高圧水素ガスの安全性の検討が急務となっており、水素供給スタンドを想定した水素の安全性に関するデータの収集整備を行った。可燃性ガス風洞において圧力40Mpa までの高圧水素を直径0.2~0.8mm のノズルから放出し、水素の拡散濃度とノズル直径、水素圧、風向および風速との関係を明らかにした。このデータによりガス漏洩事故における危険区域の推定が行えることを示した。また、高圧水素が漏洩して着火した場合の危険性を評価するために、直径0.1~2mm のノズルから噴出する水素の噴流火炎の火炎長、放射熱および火炎温度等の測定を行った。その結果、水素の圧力と火炎長の関係に関して以前当研究室で15Mpa 以下の圧力で得た関係式が20~40Mpa の範囲でもほぼ成立することが確認された。

水素の貯蔵用材料として実用化が検討されている水素吸蔵合金の安全性に関しては、昨年度に引き続きチタン-クロム系の合金粉体について空気中の発火性、発火温度の測定を行い、水素吸蔵量による影響を検討した。

液化石油ガス（LPG）の代替燃料やディーゼル燃料として実用化が進められているジメチルエーテル（DME）の安全性に関しては、空気との混合ガスの濃度と爆発圧力との関係を得るとともに、爆発の激しさを示す爆発指数（K 値）を求めた。LPG と比較するDME の方が爆発圧力および爆発指数のいずれも若干大きな値を示し、危険性がやや高いことが示された。また、配管中で空気との混合ガスの爆ごう実験を行い、爆ごう伝播速度および爆ごう圧を測定したが、いずれも LPG に比較してわずかながら大きな値を示した。さらに配管中で通常の爆発火災から爆ごうに転移する爆ごう誘導距離の測定を行ったが、DME-酸素混合ガスでは容易に爆ごう転移が起きたが、DME-空気混合ガスでは配管長を10m にしても爆ごう転移は生じなかった。

液化DME が配管中を流動する場合に発生する静電気に関しては、直径1/4インチの SUS 製配管を使用し、流速が20m/s までの範囲で発生する流動帯電量の測定を行い、流速と電荷量との関係を明らかにした。

DME の大規模野外実験では、直径5m の皿形容器を用いて液化DME のプール燃焼実験を行い、液体燃焼速度、火炎温度、放射熱、火炎の大きさ等の安全性に関するデータを求めた。また、散水および泡消火剤による火災の抑制効果についても測定し、泡消火剤については完全な消火は期待できないが抑制効果が大いことを確認した。さらに、縦5m、横5m、高さ3m のビニルハウス中でDME-空気混合ガスの着火爆発実験を行い、爆風圧の測定を行った。爆薬を用いた直接爆ごう実験もを行い、爆風圧を測定してLPG との比較も行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 燃料、DME、安全、漏洩、水素、爆発

[テーマ題目4] 火薬類の環境低負荷利用技術に関する研究

[研究代表者] 緒方 雄二（爆発安全研究センター爆発利用環境安全研究チーム）

[研究担当者] 緒方 雄二、和田 有司、久保田士郎、尾和 香吏

[研究内容]

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類は、反応性エネルギー物質として利用されているが、制御技術の問題と反応時に発生する衝撃・振動等から十分に利用されていないのが現状である。このため、本研究では火薬類を安全かつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要である。火薬類の環境低負荷利用技術に関する研究として、老朽化した構造物を環境低負荷に解体する制御発破技術や砂漠緑化等の環境修復技術の研究開発を実施した。また、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行った。

環境低負荷解体技術に関する研究では、モルタルブロック供試体を用いた解体実験から成形爆薬を用いて起爆制御による亀裂進展制御実験を実施した。また、亀裂進展に対する成形爆薬のライナー材、ライナー角度等のパラメーターを検討した。さらに、不連続変形法による数値シミュレーションの適用を検討した。環境低負荷技術に関する研究では、成形爆薬を用いたモルタルブロック供試体の解体時に発生する衝撃振動を計測し、装薬量との関係を定量化し、起爆制御法による振動制御技術を検討した。

環境修復技術に関する研究では、砂漠の緑化技術への火薬類の適用について調査実施した。調査研究から植物の育成に必要な土壌粒子の分布と水分条件等について検討した。また、花崗岩を用いた破壊実験を実施し、破碎状況等について検討した。さらに、鳥取大学乾燥地研究所と共同研究の可能性について協議し、次年度の新規テーマとして提案することになった。

災害事例データベースに関する研究では、科学技術事業団と共同で開発したリレーショナル化学災害データバ

ース (RISCAD) および産総研で開発している災害事例データベース (RIO-DB) に昨年度に発生した災害事例をデータベースに逐次追加した。また、学会等でもデータベースの紹介を活発的に行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 火薬類、成形爆薬、環境低負荷技術、環境修復技術、データベース、化学災害、

⑤【糖鎖工学研究センター】

(Research Center for Glycoscience)

(存続期間：2002. 6. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：地神 芳文

副研究センター長：成松 久

総 括 研 究 員：平野 隆

所在地：つくば中央第6、つくば中央第2、
つくば中央第4、北海道センター

人 員：26 (24) 名

経 費：1, 106, 745千円 (390, 241千円)

概 要：

「研究目的」

糖鎖工学研究センターは、糖鎖工学の基礎から応用に至る総合的な研究をおこない、我が国の産業化につながる世界トップレベルの糖鎖科学 (Glycoscience) の研究拠点となることをめざす。ヒトゲノムをはじめとする各種生物のゲノム配列が明らかとなり、ゲノム探索研究からプロテオーム解析へと急展開するなかで、タンパク質への糖鎖修飾は、タンパク質の機能を制御する重要な要素である。従って、糖鎖とタンパク質を一体として解析する「グライコプロテオーム」の概念を基本として、生体内のタンパク質の機能を解明し、利用する。

糖鎖科学は、ポストゲノム研究において我が国が優位に立っている数少ない分野の一つである。当センターは、これまでの産総研および関連研究グループの糖鎖研究の資産を生かして、産業化につながる糖鎖工学研究を実施することで、我が国の糖鎖科学研究ネットワークにおける中核的拠点として貢献することをめざす。

「研究手段」

研究センターは時限的であるため、具体的な研究目標を設定し、その達成度によって研究を評価する。従って、当センターでは、実施する研究課題の重点化・絞り込みとこれを実現する研究資源の重点的配分を実施する。当センターでは、1) 糖鎖の合成技術、2) 糖鎖の構造解析技術、3) 糖鎖遺伝子の機能解明と利用、を研究の3本柱とし、これを国家プロジェクトとして推進し、当センターがその中核的な研究推進機関の役

割を果たすべく、以下の具体的な重要研究課題を提起している。なお、これらの課題はいずれも産総研の中期目標・中期計画に合致するものである。

糖鎖工学の推進に必須な糖鎖科学の「要素研究」として、

- (1) ヒトの糖鎖関連遺伝子の単離と機能解析及び解析技術とその利用
- (2) 微生物・動植物ゲノムの糖鎖関連遺伝子の構造・機能解析及び解析技術とその利用
- (3) 糖鎖関連酵素・タンパク質の立体構造解析とその特異的阻害剤の設計・合成
- (4) 糖鎖関連遺伝子を利用する有用複合糖質 (糖タンパク質、糖脂質など) の合成・機能評価
- (5) 糖タンパク質の糖鎖付加部位を含む糖鎖構造のハイスループット解析、および糖鎖関連データベースの構築
糖鎖工学の推進に貢献する「新産業創出のための応用的技術開発」として、
- (6) ガン、感染症、免疫異常症などの診断・治療システムの開発
- (7) 細胞の表層機能、増殖・分化制御技術およびそのリアルタイム計測技術
- (8) 糖鎖の合成・解析・利用のためのシステムおよび機器開発

「方法論等」

H14年6月に設立された当センターの運営や研究に関する具体的な方策・方法論を以下に記載する。

(1) 研究課題の設定と推進

産業化をめざす研究といえども、基礎的・基盤的な要素研究は不可欠であり、レベルの高い広範な生命科学、糖鎖科学に根ざした要素研究の基盤なくして、研究成果の実用化や応用研究、さらにはシステムの統合による産業化のための技術開発はありえない。しかし、基礎研究はその戦略的位置づけを誤ると個人的な趣味的研究に埋没しかねない。このためには、個々の研究者の意識改革が不可欠であり、個々の研究者には、基礎的・基盤的な要素研究であればその研究が糖鎖工学の推進にいかに関与するかを、また、応用的研究であればその研究が糖鎖科学、生命科学の進展にいかに関与するかを常に自問自答し、お互いがよく議論することを要請している。また、約2ヶ月に1度の頻度で開催しているセンター内部での研究報告会議では、谷口研究顧問の出席のもと、進捗状況の報告と情報交換を実施しており、有益な意見交換と研究の加速に貢献している。

また、各チーム単位で基礎から応用に至る幅広い視点での本格研究が展開されており、国家プロジェクトでの中核的役割、マッチングファンド制度による企業や大学との共同研究の強力な推進、ベンチャー創業への積極的な取り組みとその支援など、産総

研が推進している本格研究への取り組みでも、多くの実績がある。

(2) 予算獲得と運用

センターの運営には外部資金の獲得とその効率的運用が必須である。当センターでは、従来から集中型国家プロジェクト（ヒト糖鎖遺伝子の網羅的解析）の中核的拠点の役割を担ってきたが、H14年度は、新規糖鎖エンジニアリングプロジェクト（H14年度補正および H15～17年度）の立ち上げとその早期開始に努力し、この中核的機関として活動を開始した（当センターからは5チームが参画）。

H15年度の外部資金は、上記糖鎖関連プロジェクト予算、その他、文科省（若手任期付支援、CRESTなど）や民間とのマッチングファンドなどの外部資金を獲得している。

予算の運用に当たっては、競争的環境下で獲得した提案チームの自主的な運用によってこそ、効率的な研究成果が達成されるとの考えに基づき、獲得チームの自主的で柔軟な予算運用を支援している。また研究および個人の評価軸として、研究実績とミッションへの貢献度の2つを重視し、これを基本的な予算配分の方針としている。

(3) 人員配置と活用

研究センターは、研究部門に比べて、産総研のミッションに沿ったより具体的な研究課題の設定とその成果が問われる。このため、研究課題の重点化・絞り込みと共に、これを実現する人的資源についても重点的な配分を実施している。特に、H15年度は、若手任期付き研究員3名の新規採用、国家プロジェクトの効率的な推進に必須なプロジェクト雇用型の若手任期付き研究員4名の新規採用を実現した。

(4) 研究成果の普及等社会への貢献

日本の優位性を保つためには、広い範囲をカバーする質の高い特許の出願・取得が必須なことから、研究者と特許担当者・外部専門家との密接な連携により、データの過不足の無い有用な特許の早期出願・取得に心がけている。また、国際的レベルの高い学術誌での発表、外部への広報、特許の産業化・実施を強く奨励し、これらを高く評価している。

また、ヒト糖鎖遺伝子プロジェクト（GG プロジェクト）における中核機関としての役割とその研究成果に対する期待と関心を反映して、出版社で特集号が編集され、積極的な広報活動を展開した（「糖鎖工学の最前線」、**BIO INDUSTRY** 誌、1月号、2003年、シーエムシー出版）。

また、既に実施している外部招聘講師による糖鎖プロジェクトセミナーは H15年度末で、通算32回に達しており、外部との情報交換や広報にも努めている。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入マウス ES 細胞樹立と性状解析」

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「メタノール資化性酵母によるリソソーム酵素の発現系の構築」

財団法人日本産業技術振興協会 産総研イノベーションズ
「臨床遺伝子診断用小型解析装置事業化」

経済産業省試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）
「工業製品の生体影響評価のための組織特異的内分泌かく乱化学物質検出系の開発」

経済産業省中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）」

文部科学省若手任期付研究員支援（継続1）
「ゲノムワイド DNA アレイによる癌診断技術」

文部科学省若手任期付研究員支援（継続1）
「酵母による糖タンパク質医薬の生産系の開発」

文部科学省若手任期付研究員支援（新規）
「発生・分化における糖鎖受容体の機能解析」

高エネルギー加速器研究機構科学技術振興費
「糖ヌクレオチド代謝回路関連酵素群」

北海道大学科学技術振興費
「遺伝子情報解析に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構産業技術研究助成事業費助成金
「次世代生体分子マルチカラーイメージング技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム 細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発／多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム 糖鎖エンジニアリングプロジェクト 糖鎖構造解析技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「健

康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム／糖鎖エンジニアリングプロジェクト／糖鎖合成関連遺伝子ライブラリーの構築」

発表：誌上発表56（54）件、口頭発表137（11）件、その他9件

糖鎖生合成チーム

(Glycobiogenesis Team)

研究チーム長：地神 芳文

(つくば中央第6)

概要：

酵母を材料として細胞壁糖鎖生合成機構の解明などを通じて糖鎖の生物機能を解明するとともに、細胞壁合成を特異的に阻害する新規医薬品の開発に貢献する技術、糖転移酵素を細胞壁に固定化して糖鎖合成に利用する細胞表面改変技術、糖鎖改変による新規糖タンパク質医薬品の開発など糖鎖工学に有用な技術の開発を行っている。特に、リソソーム病治療薬では実用化に有用な知見が蓄積されてきており、ベンチャー創業も視野に入れて研究成果の産業化に努力している。また、糖鎖合成関連タンパク質の各種酵母での発現系の構築や得られたタンパク質の立体構造解析など基盤的研究の蓄積にも努めている。以上のほか、民間企業との多様な共同研究などを通じて、基礎・応用の両面での貢献に努めている。

年度進捗（H15年度の主な成果は以下の通りである。）

1) 酵母細胞壁糖鎖の生合成機構の解明とその利用

細胞壁合成因子の新規探索系を用いて探索した新規な抗真菌剤の標的作用部位が、細胞壁局在糖タンパク質の GPI (グリコシルフォスファチジルイノシトール) 生合成に関与する新規遺伝子 (イノシトールアシル化酵素) であることを初めて見出した。さらに、この機能の特異的阻害剤探索系に関する特許を出願した。

上記遺伝子と遺伝的に関連する遺伝子 (トリプトファン透過酵素) を同定し、その細胞内局在を蛍光タンパク質との融合により検出・観察した。

2) 酵母を利用する糖鎖の合成・改変

酵母を利用した糖転移酵素の固定化とこれを利用したオリゴ糖合成システムの開発に関する成果とともに、約50のヒト由来糖転移酵素の酵母での発現系構築を完了し、順次、その発現量、酵素活性などの解析を開始した。フコース転移酵素の活性発現などに成功している。

酵母の糖タンパク質生産系を改変して、リソソーム病治療薬の開発に有益な技術を開発した。特にファブリー病治療薬の生産系を開発し、マウスでの体内動態など医薬品化に重要な知見を得た。

糖鎖関連酵素の大量発現・精製、結晶化、立体構造解析を試み、ヌクレオチドジホスファターゼ (YND1) の X 線結晶構造解析データを取得した。

酵母変異株の機能相補などを利用してヒト由来 N-結合型糖鎖中間体合成酵素 (ALG) の候補遺伝子を単離し、その機能を解析した。

糖鎖遺伝子機能解析チーム

(Glycogene Function Team)

研究チーム長：成松 久

(つくば中央第2)

概要：

本年度は、2つの大きな柱、1) クローニングしたヒト糖鎖遺伝子のうち、まだ酵素活性を検出できない遺伝子の機能解明を続行する。2) 糖鎖構造解析プロジェクトも2年目に入り、質量分析 (MS) 装置による糖鎖配列決定技術開発をさらに推し進める。を中心に研究を行った。さらに、我々がクローニングし基質特異性を解析した糖鎖遺伝子に関しては、3) 個体における機能解析を進展させている。ノックアウトマウスの解析が進行中である。4) またいくつかの酵素に関しては3年がかりで結晶構造解析を遂行している。

- 1) 活性を検出できない15種類の候補遺伝子に関して解析を行った。分泌型として精製した酵素候補は *in vitro* では活性を検出できないため、細胞へのトランスフェクションにより、細胞内での糖鎖合成を解析した。ある種の酵素候補群は、細胞内で基質やその他のタンパクとコンプレックスを形成し糖鎖合成を行うことが分かった。
- 2) 4種類のノックアウト (KO) マウス個体を樹立し維持し、解析中である。1種類は致死であった。2種類は ES 細胞レベルにある。4種類はベクターを構築中であり、10種類はゲノム DNA の BAC クローンレベルである。Core 3合成酵素は、*in vivo* の癌転移実験で、癌転移抑制的に機能する事がわかった。LacdiNAc 合成酵素の全身組織分布を調べ新規な分布を見出した。キャリアー蛋白を同定中である。
- 3) MSn 法による糖鎖構造解析に向けて精力的にデータベースを充実させた。オリゴ糖、糖ペプチド合成を精力的に行い、MSn 法による DB 構築に貢献した。
- 4) O-グリカン糖ペプチドとしてライブラリーを合成中である。
- 5) GGDB を作成し公開した。MSn DB および糖鎖構造 DB を充実させている。

細胞制御解析チーム

(Cell Regulation Analysis Team)

研究チーム長：中村 充

(つくば中央第4)

概要：

当チームでは、細胞における特徴的糖鎖発現やその発現機構を解析し、糖鎖および糖鎖遺伝子が関与している生体情報交換の制御メカニズム解明を目的としている。探索したメカニズムを、新たな創薬ターゲット発見と産業利用技術開発に結びつけることを目標とする。研究手段・方法論は、ウィルスベクターシステムによる糖鎖遺伝子の強制発現、ウィルスベクターシステムによる糖鎖遺伝子の RNA 干渉技術、および遺伝子改変マウスなどを用いた解析で、特に遺伝子導入が難しい哺乳動物幹細胞・前駆細胞を研究対象としている。本年度は、ヒト *Ii* 式血液型を決定する遺伝子である β 6GlcNAc 転移酵素遺伝子を発見し、赤芽球分化における発現上昇、成人 *i* 家系の遺伝子解析による遺伝子異常、成人 *i* のアジア人型・白人型2タイプの病因・成因、特に白内障との関係などを明らかにした。現在、白内障病因・病態解析のためのモデル動物作製の検討を含め、マウス水晶体発生と糖鎖遺伝子発現の関係などを解析中である。また、別の β 6GlcNAc 転移酵素遺伝子として、シアロムチン糖タンパク上のセレクトリリガンド糖鎖発現の鍵を握るコア2GlcNAc 転移酵素遺伝子の転写制御メカニズム解析をおこない、Sp1ファミリーに属する Sp4遺伝子・タンパクによる転写制御を明らかにした。Sp4は B 細胞分化にともなって分子量が増加するとともに、発現量が低下する。これがセレクトリリガンド糖鎖の発現低下ときれいに一致する。現在、分子量増加の理由・意義の解析を進めている。

遺伝子ダイナミクスチーム

(Gene Dynamics Team)

研究チーム長：木山 亮一

(つくば中央第6)

概要：

当研究チームは、我々の現在持つ技術と研究成果を進展させ、ゲノム研究において国際競争に拮抗できる技術の開発とその応用実用化を行うことを目標とする。糖鎖工学研究センターのチームとして、糖タンパク質及び糖鎖関連遺伝子の機能を解明することにより、環境・食品産業や医薬産業への応用をめざす。さらに、癌化や生理反応において様々な遺伝子と細胞増殖異常やホルモン応答との関係を解明することにより、遺伝子機能及びその制御に関して基礎的知識を集積しつつ、化学物質の検査や癌などの診断・治療への応用をめざす。具体的には、プロテオミクス解析や DNA チップ解析などを利用して癌における糖タンパク質・糖鎖関連遺伝子を含むシグナル伝達に関与する遺伝子群を網羅的に解析し、さらに転写制御に関与するクロマチン構造やそれに基づく転写制御を解明することにより、知的基盤としての遺伝子機能の解明とそれを利用した

実用化への糸口を探るとともに、得られた知識の特許化及び事業化を積極的に行う。平成15年度は、遺伝子の機能解析と DNA マイクロアレイを用いた環境ホルモン評価法のためのデータベースの作成を行った。具体的な成果としては、論文・総説発表 (in press を含めて) 8件、学会発表 (22件、内招待講演7件)、特許申請1件などがある。ベンチャー企業支援による技術移転に関しても、増資を行うなど具体的な成果として現れてきている。糖鎖関連遺伝子を含めて、遺伝子の機能解明のための手法はほぼ確立できたので、それぞれの遺伝子に関して機能解明による論文・学会発表及び特許取得を進める基盤と、ベンチャー企業に対する技術移転のスキームが確立できたと考える。

遺伝子応用技術チーム

(Applied Gene Technology Team)

研究チーム長：町田 雅之

(つくば中央第6)

概要：

目的：糖鎖、および糖鎖の合成・分解等に関する遺伝子の高感度でハイスループットな診断システムに関する技術開発を行う。

研究手段：磁気ビーズによる自動化処理技術を基盤として、蛍光標識による多重化反応技術、検出装置を含めた自動解析技術、多重化と自動化に適した検出反応技術により、糖鎖と関連遺伝子の変異解析等のための高速解析技術基盤を確立する。また、光学イメージング技術に基づいて、糖タンパク質発現やゲノム異常を高感度ハイスループット解析しうる技術を開発し、癌の新たな検査・診断システムへの応用を目指す。さらに、糖鎖の自動解析技術に重要なタンパク質・酵素ツールについて、超好熱古細菌および麹菌等より、安定性、特異性などの面で利用しやすいタンパク質ツールの単離と応用など、実用化を強く意識した研究を進めている。

方法論：①磁気ビーズなどを利用した自動化医療診断技術の開発では、自動化反応装置とフローサイトメトリー型の検出装置を一体化し、96検体の複数の SNPs を全自動で解析する装置、固体表面上に DNA を固定化し、in vitro の転写・翻訳系を用いる新規自動化プロテインアレイの技術基盤の構築、②ゲノムレベルでの異常解析に基づいた癌の悪性度診断技術の開発では、1400クローンの BAC からなるヒト・ゲノムワイド DNA アレイを構築と、セルアレイ解析技術・半導体量子ドットを用いた蛍光イメージング技術の開発、③タンパク質ツールの探索・技術開発では、代表的な糖鎖合成に関与する超好熱古細菌の遺伝子のクローニング及び発現を行った。

糖鎖構造解析チーム

(Glycostructure Analysis Team)

研究チーム長：平林 淳

(つくば中央第6)

概 要：

本年は糖鎖エンジニアリング (SG) プロジェクトの初年度に当たり、当チームでは糖鎖プロファイリングとグライコプロテオミクスの2項目についてプロジェクト研究を開始した。糖鎖プロファイリングの基盤技術である FAC については試作1号機が H14年度末に納入されたのを筆頭に、SG プロジェクト補正予算での納入も含め、現在計3台がフル稼働している。市販レクチン、標識糖鎖を中心にした網羅的相互作用解析「ヘクト・バイ・ヘクト解析」は現時点で極めて順調に進行しデータを蓄積している。第2のプロファイリング技術であるレクチンアレイ・糖タンパク質アレイは開発要素が大きく、さらに基本原理の検証等に時間を要すると思われる。一方、2台の MS 装置を用いた標準糖鎖の構造解析もほぼ順調に進行し、ナノ LC とのカップリングによるグライコプロテオーム解析を本格始動させる下地がほぼ整った。次年度に向けより本格的な糖ペプチド調製プロセスの効率化、高スループット解析に不可欠な分取ロボットの仕様などを共同研究企業とともに進めていく予定である。

糖鎖自動合成チーム

(Glycochemosynthesis Team)

研究チーム長：西村紳一郎

(北海道センター)

概 要：

本研究チームには①実用的糖鎖自動合成装置開発のための基盤技術構築と、②「糖鎖構造解析技術開発関連新規プロジェクト (本年度より開始の SG プロジェクト)」における糖ペプチド合成の2件の大きな課題が課せられている。これらを同時にしかも効果的に推進するため、糖ペプチド合成に照準を絞った高性能高分子担体の分子設計に着手している。さらに、現段階で関連酵素が入手できないために進展が遅れていたムチン型糖ペプチドの共通コア構造3種を化学合成にて大量調整し、これを高分子担体に複合化することで MUC1などの典型的な糖ペプチドライブラリ構築に大きな展開を実現している。

また、つくばグループで作成した酵母細胞表層に提示された糖転移酵素が「糖鎖自動合成装置 Golgi™」にて応用可能な実用的固定化糖転移酵素として有望であることも示され、酵素の安定供給への大きな第一歩となっている。

他には、不凍糖タンパク質「AFGP」の大量合成と臓器保存用試薬としての実用化研究を中小企業支援型プロジェクトとして開始している。

「糖鎖自動合成装置 (Golgi™) の開発」

糖鎖およびその誘導体の合成は、その操作の煩雑さから、糖鎖研究領域全体における律速領域の一つとなっており、糖鎖自動合成装置の開発は糖鎖機能の研究・応用の促進のためにきわめて重要な課題である。当チームでは自動合成装置化が可能でさらに複合糖質への応用が容易な糖鎖設計 (合成) 法を考案し、その実用化研究を進めている。

平成15年度は、これまでに開発した糖鎖自動合成装置 Golgi™ の運転実績から抽出した次の2つの改良点 (①反応基質の希釈に伴う反応性の低下、②反応性の異なる酵素への対応) に対応した3号機を設計し製作した。すなわち、①に対して、反応流路を大幅に簡略化と限外濾過による低分子化合物の分離システムを組み込んだ、また、②に対しては、従来の固定化酵素カラム以外に遊離酵素も使用可能とし、酵素の性質に合わせて最適な使用法を選択可能となった。

「高反応性新規糖鎖合成用プライマーの開発」

当チームで開発した糖鎖自動合成装置では糖質アクセプターを枝状に集積した水溶性高分子型基質 (プライマー) を利用することにより、反応性の向上と基質の分離を両立することに成功している。

平成15年度は、これまで糖転移効率が低かった酵素の反応性が飛躍的に向上するポリアニオン型水溶性高分子担体の開発とその機構の解明に成功した。

「糖ペプチドライブラリの構築」

当チームではこれまで、糖鎖自動合成装置による糖鎖と糖脂質の合成システムを開発した。そこで現在は、糖鎖自動合成法とペプチド自動合成法を統合した糖ペプチド自動合成システムの開発を行っている。

平成15年度は、この合成システムの前半部分に重点を置き、保護基を統一した糖アミノ酸を用いて様々な組み合わせの糖ペプチドライブラリを構築した後、穏和かつ均一な動作ですべての保護基を除去できるルーートを確立した。

②⑥【年齢軸生命工学研究センター】

(Age Dimension Research Center)

(存続期間：2002. 7. 1～)

研究センター長：倉地 幸徳

副研究センター長：西川 諭

総括研究員：今村 亨

所在地：つくば中央第4、第6

人員：16 (14) 名

経費：473,058千円 (392,954千円)

概 要：

当センターは、年齢が重要な役割を果たす幾つかの重要な生理反応、特に血液凝固・線溶系、免疫、脳機能

や骨代謝、に関与する作用機構及び年齢軸に沿った変動と調節機構（年齢軸恒常性）に焦点を当てた独創的研究活動を展開する。少子高齢化が急速に進行する我が国にあって、国民の健康な生活と産業など社会の活性の維持と増進は今や重大な国家課題である。近年の生命科学と関連技術の著しい発展はヒトを始め多くの生物のゲノム配列解明と遺伝子発現の包括的解析と生命現象の総合的理解が可能な時代をもたらすと共に、知財創出と新技術応用開発、バイオベンチャー起業、等の重要性が強調され、それらに向けた環境も整備されてきた。この背景にあって、今日の国内外の生命科学研究は、個人ゲノムの多様性や機能遺伝子同定、遺伝子発現解析、バイオインフォマティクス、プロテオミクス、生体機能物質の同定とネットワーク解明、疾患診断、治療法開発、幹細胞を用いた再生医療、等に重点が置かれている。しかしながら、複雑な生命現象とその恒常性、その乱れをももたらす疾患を理解するためには、その本質的な重要な一要素である年齢（時間）の役割を遺伝子・分子レベルで理解する事を避けては不可能である。さきに我々は、世界に先駆け生命現象を年齢軸の視点から分子レベルで解析する研究分野を開拓し、最初の年齢軸遺伝子調節分子機構の解明に成功した（ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構と呼ぶ）。この成果は生命現象、特に細胞調節や加齢現象、免疫等の生理反応の調節機構解明に新しい視点を与え、年齢が危険因子として知られる循環器病等、多くの成人・高齢者病の総合的理解、更に予防・治療法・治療薬の開発等に貢献できる新研究分野、年齢軸工学（Age-Dimension Technology）の開拓を可能にするものとなった。当センターはこの基盤に立って、年齢軸恒常性調節分子機構の解明を通しての統合的生命現象理解を図ると共に、年齢軸工学の開発と積極的産業応用を目指している。

平成15年度には、前年の暫定的2チーム組織から、健康インフォマティクスチーム、エージディメンジョンチーム、構造生物学チーム、及びセルレギュレーションチームの4チーム体制とし、研究組織としての充実を図った。健康インフォマティクスチームは7月に分離し、構造生物学チームは同様に10月にエージディメンジョンチームから分離、独立したものである。

外部資金：

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）「糖鎖付加型増殖因子の実用化研究」 浅田

文部科学省 科学研究費補助金「血管誘導因子を用いた骨再生技術の開発」 植村

文部科学省 科学研究費補助金「年齢軸制御の分子機構

に関する構造生物学および計算科学的解析」 舘野
文部科学省 科学研究費補助金「体内時計を伺っている視交叉上核内マスター細胞の同定」 浜田

文部科学省 科学研究費補助金「破骨細胞における新規核内アポトーシス制御因子 DRAK1の機能に関する研究」 植村

発表：誌上发表14（12）件、口頭発表49（15）件、
その他3件

エージディメンジョンチーム

（Age Dimension Team）

研究チーム長：倉地 幸徳

（つくば中央第4及び第6）

概要：

エージディメンジョンチームは7月の改組により、健康インフォマティクスチームと構造生物学チーム創出の母体となった。改組後のこのチームは、免疫応答と免疫異常症の機構、記憶・学習機構、及び骨の代謝機構の研究に焦点を当てる事となった。獲得免疫及び自然免疫は共にヒトの健康増進・維持に極めて重要な働きをするが、年齢でその能力は変動し、加齢と共に衰退していく。同様に、脳機能・学習能力も年齢に大きく依存し、又、骨の代謝も粗骨症などで知られるように年齢で変動する。このチームの研究から得られる新知見は、これら生理反応系が関与する成人病や高齢者病の発症機構解明に役立てて行くと共に、これら疾患のより効果的な新予防法、治療法、創薬知財開発を行う年齢軸工学の開拓に貢献する。これらの研究は我々が最初に発見した ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構とは異なる新規年齢軸遺伝子調節分子機構の発見に繋がる可能性も持っているものである。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目14

健康インフォマティクスチーム

（Health Bioinformatics Team）

研究チーム長：倉地須美子

（つくば中央第4及び第6）

概要：

平成15年6月に新設された健康インフォマティクスチームの研究目標は年齢軸恒常性調節分子機構の統合的解明と臨床研究にあり、この目標に向かって我々が世界に先駆け解明した年齢軸遺伝子調節機構の更なる精査と汎普遍性の証明及び年齢軸工学開発を進めた。また、血液凝固及び線溶系因子、膜蛋白質分解酵素などの分野に於いて新規年齢軸遺伝子調節機構探索をめざした研究も進めた。更に、産学官共同プログラム

「臨床バイオインフォマティクス研究イニシアティブ (CBIRI)」の産総研側窓口チームとして、臨床バイオの基礎部門研究活動を展開した。この研究活動は、主にマウスをモデルとして生理反応の年齢軸恒常性変化に伴う遺伝子と蛋白質発現の網羅的解析を行い、年齢軸変動データベース構築を目指すと共に、疾患の原理機構解析、早期予防法、及び、より効果的治療法の開発の基盤創りとなるものである。

Note:

- ・平成15年6月、仮住まいの第4事業所から新設完工の第6事業所6-13研究棟ビルに移転が終了した。
- ・平成15年7月、新築のSPF動物飼育施設の建築に瑕疵のあることが判明した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目13

構造生物学チーム

(Structural Biology Team)

研究チーム長：山崎 和彦

(つくば中央第6)

概 要：

当センターのミッションは、生命現象の年齢軸恒常性とその分子機構の解明と、成人病・高齢者病の予防・治療法の開発に貢献することである。分子機構の解析、さらに解明された分子機構に基づき創薬等の応用を進めるための重要なアプローチの1つとして、分子の立体構造解析による作用機構の原子レベルでの解明がある。当チームは、主としてNMRを用いた立体構造解析、ホモロジーモデリングや分子動力学など計算科学的手法による構造生物学的研究を展開する。これにより、分子機能解明、その改変や分子認識のインターフェイスに結合する低分子の選別などの研究を著しく効率化できる。初めて解明された年齢軸恒常性分子機構に関連している遺伝子エレメント、ASE及びAIEの認識と機能発現に関与する蛋白質・核酸相互作用や、免疫など加齢性疾患の原因および治療に関連する生命現象が主な研究領域となるが、現在急速に進展しつつある臨床インフォマティクス研究/健康インフォマティクス研究から期待される新規の年齢軸調節機構関連因子、疾患関連因子やセンター内の他のプロジェクトによって同定される新規因子も研究対象に組み入れ、センターミッションに資するとともにセンター内の他のプロジェクトの発展に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目12

セルレギュレーションチーム

(Cell Regulation Team)

研究チーム長：鈴木 理

(つくば中央第6)

概 要：

本研究チームでは、FGFなどポリペプチド性細胞増殖因子の関与する生命現象に焦点を絞り、動物個体で時間軸に沿って変化する可能性のある様々な生命現象を制御する細胞・遺伝子・分子群及びその情報伝達系を解析し、こうした細胞・遺伝子・分子群の利用を図ることを目的としている。中長期的目標としては、これらの中から時間軸に沿って変化する重要なものを解明する。その知見を通じて、生命現象の評価・調節・利用技術の開発が可能になる。研究成果はピアレビューのある国際雑誌に掲載し、世界で初めて行われるレベルの高い研究を目指す。FGFファミリータンパク質の生理的機能をシグナル伝達とあわせて体系的に追求する細胞生物学的研究アプローチは世界でもユニークなものである。本研究は中期計画「加齢、増殖分化、生体リズム等に関与する遺伝子及びその産物を同定し、これを用いて増殖・分化・脳神経機能等の評価・調節技術を開発する」のうち、特に「増殖分化等に関与する遺伝子及びその産物の同定と、これを用いた増殖・分化・脳神経機能等の評価・調節技術の開発」にあたる。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目15

臨床バイオインフォマティクス研究イニシアティブ (CBIRI)

連携研究体長：倉地 幸徳

(つくば中央第4)

概 要：

産学官の集中型共同研究プログラムで、主に臨床試料のハイスループット解析を行い疾患の早期診断マーカーを同定、疾患早期診断、新規治療システムの創出を目指すものである。健康の段階から、主に血液検査により病気の発生を予測し、予防できるように、また、罹患した場合、疾患の進展を予測し適切に早期対処できるように、病気に連動した特有の蛋白質の検出とデータベース化を行い、信頼できる診断法とシステムを開発を行う。このプログラムには、当研究センターが産総研責任ユニットと同時に基礎研究部門、筑波大学医学部・付属病院を窓口地域病院及び他大学病院が臨床研究部門、そして島津製作所、三井情報開発、MCBI(幹事会社)が技術・応用開発部門としてそれぞれ参加している。平成15年度は、補正予算26億円を用い、第4事業所4階に施設設計と改修工事を行い(11月完工)、ハイスループット用7ラインを含め、12機の質量計システムと遺伝子発現解析用マイクロアレイ解析用2システムを設置、平成15年度中(平成16年度3月末まで)に調整まで終了した。

 [テーマ題目1] 年齢軸遺伝子調節分子機構の精査1&2:
 遺伝子エレメントASEとAIEの結合蛋白質の同定と機能解析(運営費交付金)

〔研究代表者〕 倉地須美子（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

〔研究担当者〕 倉地須美子、浜田 俊幸（職員2名）

〔研究内容〕

年齢軸遺伝子発現安定化因子 ASE の結合核蛋白質の同定を諸々の手法を用いて進めた。ASE の機能と調節機構についてもバンドシフト手法等を駆使しての精査が進行している。年齢軸遺伝子発現上昇因子 AIE の構造と機能関係の解析と結合蛋白質の同定についても重要な進展が出始めている。AIE 結合肝臓核蛋白質の同定に重点を絞って進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 年齢軸、遺伝子調節機構、ASE、AIE

〔テーマ題目2〕 マウス肝臓蛋白質の年齢軸に沿った網羅的プロテオミクス解析（運営費交付金）

〔研究代表者〕 倉地須美子（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

〔研究担当者〕 倉地須美子、田中 拓、笠間 絵美（職員1名、他2名）

〔研究内容〕

年齢軸に沿ったマウス肝臓蛋白質発現のデータベース構築を目指して、まず核蛋白質を2次元電気泳動とマスペクトルを用いた解析（網羅的プロテオミクス解析）で既に約2000のユニークな蛋白質を同定した。この変動解析を完成させることにより年齢軸での肝臓蛋白質発現変動のデータベース構築が可能となる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 網羅的解析、プロテオミクス、プロテオーム、発現変動

〔テーマ題目3〕 年齢軸生命工学開発に向けて（運営費交付金）

〔研究代表者〕 倉地須美子（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

〔研究担当者〕 倉地須美子、安部 貴大（職員1名、他1名）

〔研究内容〕

年齢軸遺伝子調節機構に関与しているエレメント ASE と AIE 機能の基本普遍性証明は完了した。次の段階としてこれらエレメントの汎普遍性証明を行うためウイルスプロモーターを用いた遺伝子治療用遺伝子導入ベクターを作成し（第IX因子レポーター）、トランスジェニックマウスを構築、解析を進めた。まったく異なるウイルスプロモーターを用いた発現系でも年齢軸調節エレメント ASE を付加することによる遺伝子発現の年齢軸安定発現パターンの確認を行っている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 年齢軸、年齢軸工学、遺伝子導入ベクター

一、トランスジェニックマウス

〔テーマ題目4〕 膜プロテアーゼ・ヘプシンの前立腺癌における役割（運営費交付金）

〔研究代表者〕 倉地 幸徳（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 倉地 幸徳、山本 圭（職員1名、他1名）

〔研究内容〕

加齢依存性が非常に強い前立腺癌は我が国でも食物の欧米化や人口の高齢化に伴いその頻度は増加傾向にある。我々は先に初めて膜プロテアーゼ・ヘプシンの発現がヒト前立腺癌初期段階で高くなり、早期診断マーカーとしての可能性を示したが、更にヘプシンの前立腺癌における役割を明らかにする目的でまずその自然基質の同定研究を進めてきた。この研究は前立腺癌におけるヘプシンの役割と機能の理解と共に、早期診断マーカー開拓と新規治療薬開発ターゲットなどに大きな可能性を与えるものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヘプシン、膜プロテアーゼ、前立腺癌、早期診断マーカー

〔テーマ題目5〕 遺伝子発現制御因子および免疫系蛋白質の構造生物学的解析（運営費交付金）

〔研究代表者〕 山崎 和彦（年齢軸生命工学研究センター／構造生物学チーム）

〔研究担当者〕 山崎 和彦、館野 賢、山崎 智子、山口 博司（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

概要：遺伝子発現の年齢軸制御機構の原子レベルでの解明および加齢性疾患の治療への応用を目的とし、関連する因子の立体構造決定を行うとともに、計算科学的手法を用いて、分子認識機構の解析を行う。今年度は、遺伝子発現調節に関わる蛋白質ドメインの新規立体構造を核磁気共鳴（NMR）分光法によって精密に決定することと、蛋白質・核酸相互作用における分子認識機構を解明することに重点を置く。

内容：NMR 分光法により、2種の遺伝子発現関連蛋白質ドメインの新規立体構造決定に成功し、核酸認識機構に関する解析をおこなった。また、免疫細胞の分化に関わる遺伝子発現制御因子の立体構造解析を進めた。

〔分野名〕 構造生物学

〔キーワード〕 年齢軸制御、遺伝子発現、免疫、NMR、計算科学

〔テーマ題目6〕 セルレギュレーションの研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 鈴木 理（年齢軸生命工学研究センター／セルレギュレーションチーム）

〔研究担当者〕 今村 亨、鈴木 理、浅田 眞弘、
角渕 浩央、倉持 明子、川野 光子、
本田 絵美、隠岐 潤子、石崎 明、
柏田健太郎、篠宮 道代
(職員3名、他8名)

〔研究内容〕

本研究では、FGF などポリペプチド性細胞増殖因子の関与する生命現象に焦点をしばり、動物個体で時間軸に沿って変化する可能性のある様々な生命現象を制御する細胞・遺伝子・分子群及びその情報伝達系を解析し、こうした細胞・遺伝子・分子群の利用を図ることを目的としている。中長期的目標としては、これらの中から時間軸に沿って変化する重要なものを解明する。その知見を通じて、生命現象の評価・調節・利用技術の開発が可能になる。研究成果はピアレビューのある国際雑誌に掲載し、世界で初めて行われるレベルの高い研究を目指す。FGF ファミリータンパク質の生理的機能をシグナル伝達とあわせて体系的に追求する細胞生物学的研究アプローチは世界でもユニークなものである。本研究は中期計画「加齢、増殖分化、生体リズム等に関与する遺伝子及びその産物を同定し、これを用いて増殖・分化・脳神経機能等の評価・調節技術を開発する」のうち、特に「増殖分化等に関与する遺伝子及びその産物の同定と、これを用いた増殖・分化・脳神経機能等の評価・調節技術の開発」にあたる。

平成15年度は重要で興味深いいくつかの事実を世界で初めて発見し、国際雑誌に掲載された。FGF-16タンパク質の例外的分泌機構を担う構造に関して、論文発表を達成した (J Biol Chem, 278, 35718-35724, 2003)。FGF-1核移行ペプチドによる増殖促進シグナル伝達機構に関する知見を論文発表した (Exp Cell Res 283, 91-100, 2003)。PC12細胞の神経様細胞への分化を FGF と BMP-2が協調的に増強する際に Smad が関わることを論文発表した (FEBS Lett 536, 30-34, 2003)。新規糖転移酵素 CSGalNAcT-1が HS 糖鎖と CS 糖鎖の振り分けに重要であることを PG-FGF-1を基質として明らかにし発表した (J Biol Chem 278, 3063-3071, 2003)。このほか平成14年度からの継続テーマとして、血管内皮細胞の平滑筋様分化の分子細胞レベルでの記述 (J Biol Chem, 278, 3063-3071, 2003) など、多数の論文発表、特許出願を行った。さらに、皮膚細胞の幹細胞が存在する毛包バルジ領域で特異的発現する FGF を発見し、論文投稿と特許出願を行い、他の研究も計画を順調に実行し、研究成果を学会・研究会で発表した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 細胞増殖因子、遺伝子、分化、細胞機能

〔テーマ題目7〕「化学修飾剤による自己免疫疾患発症の加齢依存性と新規治療法の確立」(内部資金(継続))

〔研究代表者〕 倉地 幸徳(古川 功治)(年齢軸生命工学研究センター/エージディメンジョンチーム)

〔研究担当者〕 倉地 幸徳、古川 功治、岡田 知子

〔研究内容〕

化学修飾された蛋白質に対する免疫応答研究を年齢軸変化を視野に入れ展開した。本研究では免疫レパトリー変化に焦点を絞った研究を行うが、従来の方法論では限界があるため、研究推進に必須となる方法論の開発から始めた(配列解析を中心にした解析法と立体構造を中心にした解析法2つを開発した)。また、本研究は視点を化学修飾自己蛋白質に移すことにより自己免疫疾患と化学修飾剤との相関も精査できる。これは、これまでに余り進められていない新規性の高い着眼点と考える。

我々は、まず、前年度に引き続き、大量の B 細胞抗原受容体の配列解析を行い、その配列間の距離等を用いることで特定のレパトリーがどの程度多様であるか、数値評価する方法の確立と応用に注力した。配列間距離等により定義される多様度を3次元系統樹として視覚的に表示する方法、さらに、主成分分析を用いたレパトリー小集団間の多次元相関の分離と可視化等を行う手法の開発をコンピュータプログラムの作成も含め、ほぼ終了できた。これらを用いた研究から、化学修飾された蛋白質への免疫応答の強さは、過去の全く異なる免疫応答由来のメモリーB細胞が交差反応するか否かによって大きく左右されることを見いだした。つまり、ある化学物質に敏感か否かは、それまでの免疫履歴が大きく関与することを意味する。さらに、これらの解析法を用いることで、これまであまり注目されていなかった IgG サブクラス間でのレパトリー多様化の時間軸変化に大きな違いが観られることを見いだした。これは特に、抗体工学関連産業にとって重要な知見と言える。現在、その分子メカニズムの解明にも着手している。

また、これらの研究に関与して、抗体レパトリーを立体構造、特に、H鎖とL鎖の会合角度の違いにより分類する試みも行ってきた。その結果、マウスの抗体とヒトの抗体では会合角の分布が大きく異なることを見だし、その原因となるアミノ酸残基についての知見も得ている。ヒト化抗体作製における重要な要素技術となりうると考えている。

〔分野名〕 ライフサイエンス分野

〔キーワード〕 免疫応答、自己免疫疾患、抗体

〔テーマ題目8〕「細胞外グルタミン酸濃度調節因子 addicisin による脳の慢性障害機構の解析」(内部資金(新規)ライフサイエンス分野)

〔研究代表者〕 池本 光志(年齢軸生命工学研究センター/エージディメンジョンチーム)

〔研究担当者〕 池本 光志、秋月さおり、宅森 将人、

井上浩太郎

【研究内容】

「モルヒネ耐性依存現象」などに代表される「脳の慢性障害」（脳神経機能障害）は、正常な脳内で営まれる「神経可塑性維持機構」が何らかの理由により破綻して発症する。本研究では、脳の慢性障害発生機序の解明を目的とし、モルヒネ耐性依存形成因子として新規に同定した細胞外グルタミン酸濃度調節因子 **addicisin**（アディクシン：別名 GTRAP3-18）の分子機能の解明を試みる。

本年度は、下記解析を行い、**addicisin** の分子機能に関する基礎的知見を得た。

(1) マウス脳内における **addicisin** 発現プロファイルの解析

ウサギ抗マウス **addicisin** ポリクローナル抗体を複製し（株式会社トランスジェニックとの共同研究、商品化）、**addicisin** がグルタミン酸興奮性ならびに GABA 抑制性神経細胞等において遍在的に発現すること、その発現量は年齢軸依存的に増加し、生後4週齢以後は一定となることを明らかにした。

(2) **addicisin** の分子生理機能に関する解析

PKC 活性化剤（0.1～10 μ M PMA、PDBu、Thymeleatoxin 等）や Ca^{2+} influx 誘導剤（90mM KCl、0.1～10 μ M A23187）等の処理により、**addicisin** が小胞体から細胞膜へ移行すること、また、この現象には Conventional PKC による **addicisin** の Ser18 残基のリン酸化制御が重要な役割を果たすことを見出した。さらに、**addicisin** の Ser18 残基を Ala18 残基に置換したドミナントネガティブ型 **addicisin** S18A 変異体を NG108-15細胞等の培養神経細胞株に過剰発現させた場合、野生型 **addicisin** と比して顕著な神経細胞死が誘導されることを明らかにした。以上の成果により、**addicisin** Ser18 残基のリン酸化制御の観点から、脳の慢性障害発生機序を解析することが可能となった。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 年齢軸、**addicisin**、脳慢性障害、PKC リン酸化反応、神経細胞死

【テーマ題目9】「健康管理のための年齢軸工学プログラム」（「健康で生産的高齢化社会の創出技術開発」の修正テーマ）（内部資金分野戦略実現のための予算 ライフサイエンス分野）

【研究代表者】 倉地 幸徳（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

【研究担当者】 倉地 幸徳

【研究内容】

このプログラムはもともと二つのサブプログラム、「健康で生産的高齢化社会の創出—循環器発症の予防と

QOL の維持」と「健康バイオインフォマティクス研究」から構成されている。後者は、産学官共同研究プログラム「臨床バイオインフォマティクス研究イニシアティブ（CBIRI）」との関係で設立したものであり、CBIRI セクションで別途記述するので、「健康で生産的高齢化社会の創出—循環器発症の予防と QOL の維持」関連のみをここに纏める。この研究テーマは、年齢軸生命工学研究センター、ヒューマンストレスシグナル研究センター及び人間福祉医工学研究部門の3ユニットが連携し、高齢化社会における問題、課題を同定し、分野融合の新視点からアプローチを試みる新規分野の開拓を行うものである。高齢化社会に突入した我が国の健康で活力ある産業社会の持続達成は極めて重要であり、この研究課題はその基盤創りに貢献する。第一段階として、高齢者の寝たきりなど深刻な社会問題の原因となっている循環器病に焦点を絞り、新しい視点から疾患分子機構の解明とより効果的で安全な予防・治療法開発の為の基盤技術開拓を進め、高齢者がより健康で持続的的社会参加を可能にする社会福祉環境創りに貢献して行く。具体的には、年齢軸に沿ったマウス血液と肝臓核内蛋白質発現の解析、年齢・運動の血液凝固への影響とそれに基づく運動処方構築、加齢効果と生活活動度を考慮した心臓血管呼吸系の運動負荷応答を数理モデル化し、循環器系の状態の老化予測・診断システムの構築を目指している。参加ユニット間融合の3サブ研究プロジェクトを設定し、研究の遂行を行ってきた。研究成果の公開年次報告会シンポジウムも平成1月に開催した。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 高齢化社会、QOL、循環器、数理モデル、老化予測・診断、マウスモデル

【テーマ題目10】特許実用化共同研究開発費「石灰化誘導性たんぱく質フォスフォリン・コラーゲン複合体を用いた骨誘導材料の開発」

【研究代表者】 植村 寿公（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

【研究担当者】 植村 寿公、斉藤 隆史、野村しのぶ

【研究内容】

フォスフォリンは歯の象牙質に含まれる蛋白質のうち、コラーゲンに次ぐ2番目に豊富なリン酸蛋白質である。セリン、アスパラギン酸リッチな蛋白質でありフォスフォリンは生体内でコラーゲンと架橋結合しているものと、そうでないものが存在するが、フォスフォリン-コラーゲン複合体はミネラル形成能を有することが見出された。以上の内容が特許として出願されているが、この実用化のため、周辺技術を固めるための技術開発を行った。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 フォスフォリン、石灰化、骨誘導材

料

【テーマ題目11】科学研究費補助金「血管誘導因子を用いた骨再生技術の開発」

【研究代表者】植村 寿公（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

【研究担当者】植村 寿公

【研究内容】

骨の再生を誘導するには骨芽細胞による造骨作用が最も重要であるが、それら細胞に栄養分や酸素を供給する血管新生が十分に伴うことが重要である。現在までの組織工学、特に多孔性セラミックス材料を用いた骨における組織工学において、骨芽細胞の活性を高めるために多くの努力がなされているものの、血管誘導を伴わせた骨再生の試みは極めて少ない。本プロジェクトにおいて、骨における組織工学モデル（ラット骨髄細胞を用いた）において血管誘導を遺伝子工学的に行い、骨再生効率が亢進することを示すことにより、血管誘導因子の導入の重要性を明らかにし、今後の組織工学技術に貢献する。本年度は血管誘導性因子 VEGF の cDNA を導入したアデノウイルスを、ラット骨髄由来骨芽細胞に感染させ、多孔性セラミックス材料に播種した後、ラットの皮下、および骨欠損モデルに移植し、その後の骨形成を詳細に検討した。生化学的評価として、アルカリフォスファターゼ活性、オステオカルシン発現量により評価した結果、これらの因子がウイルス感染により亢進することが分かった。更に、組織化学的には HE 染色による新生骨の増加だけでなく、TRAP 染色により破骨細胞も誘導していることが明らかになった。以上の結果から、VEGF 遺伝子導入により、骨形成の亢進、骨リモデリングの誘導がおこることが明らかになり、VEGF 遺伝子の導入が、骨における組織工学技術に有効に働くことが確認できた。

【分野名】ライフサイエンス分野

【キーワード】ティッシュエンジニアリング、血管新生

【テーマ題目12】科学研究費補助金「年齢軸制御の分子機構に関する構造生物学および計算科学的解析」

【研究代表者】舘野 賢（年齢軸生命工学研究センター／構造生物学チーム）

【研究担当者】舘野 賢、山崎 和彦、倉地須美子、倉地 幸徳

【研究内容】

目標：年齢軸の制御を担う「シグナル配列（遺伝子内の塩基配列）とその認識タンパク質との相互作用様式」について、計算科学的手法を駆使して構造生物学的に解析する。これにより年齢軸制御の機構を原子解像度で解明し、疾病治療のための薬剤設計へむけた基盤を創出する。研究計画：「年齢に伴い発現および活性パターンが変化

する因子」（例えば第9因子など）の遺伝子内には、その上流および下流域に特徴的なシグナル配列が見られ、倉地らによって、それぞれ ASE (Age-related Stability Element) および AIE (Age-related Increase Element) と名付けられた。遺伝子内における位置から、ASE は特異的な転写因子によって認識され、また AIE は転写産物 (RNA) としてその機能を発現すると考えられる。

そこで本研究は、(a) ASE とそれに特異的な認識タンパク質（転写因子）との相互作用様式を明らかにすると共に、(b) AIE がコードする RNA の立体構造を解析し、その機能発現の機構を明らかにする。これらによって、制御シグナルの機能を人為的かつ特異的に改変し、疾病治療法・治療薬等の開発研究を行うための基礎的知見を得る。

年度進捗状況：倉地らは、ASE を特異的に認識する転写因子の同定を試み、昨年度までに、その因子の候補の決定に近づいた。しかし実際には、その最終決定に至るまでにはなお、実験的な困難と不確定性の存することも明らかになってきた。

そこで本年度においては、生物情報学的手法も駆使して、現在の実験データを元に当該のターゲット因子をゲノムおよび立体構造データベース内に検索することをまず試みた。ASE の塩基配列から、これを特異的に認識する転写因子を検索したところ、Ets ファミリーが単独で該当した。このタンパク質ファミリー内において、さらに特異性を絞ったところ、複数の因子が強い候補となった。加えて、倉地らによって進められているプロテオミクス解析によると、(他の研究グループによる従来の報告に反して) 同ファミリー内のもっとも主たる因子が、肝臓においても発現していることが明らかになってきた。その結果に基づけば、同因子もまた当該ターゲットの候補として矛盾しないことがわかった。

これらより ASE を特異的に認識する因子は、Ets ファミリー内にある可能性がきわめて高く、しかもファミリー内の最も主たる因子などと（進化的・機能的に）近い存在であることが示唆された。したがって、これらの DNA 認識機構を解析することは、ASE の特異的な機能発現を明らかにするために不可欠の知見をもたらすと強く期待される。そこで、これらの因子と DNA との複合体を、構造モデリング技術を駆使して構築し（3ステップモデリング法・ステップ1）、さらに分子動力学計算を開始するに至った（同ステップ2）。

現在、シミュレーションが進行中であり、今後この結果を詳細に解析する予定である。これによって、ASE の機能発現機構の深い理解に、原子解像度における重要な示唆を与え得ると共に、医薬科学への応用基盤につながるものと期待される。

【分野名】生物物理学

【キーワード】コンピュータシミュレーション、構造モデリング、転写因子、DNA 構造、分子

認識、年齢軸生命工学

〔テーマ題目13〕 科学研究費補助金「体内時計を伺っている視交叉上核内マスター細胞の同定」

〔研究代表者〕 浜田 俊幸 (年齢軸生命工学研究センター/健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 浜田 俊幸

〔研究内容〕

2コンパートメントモデルを用いた光刺激による体内時計の同調機構の解明

体内時計の存在部位である視交叉上核にある Calbindin D-28K (CalB) 細胞は通常、時計遺伝子発現 (Per1とPer2 mRNA 発現) がほとんどないが、夜間の光刺激に対してのみ、刺激に反応して時計遺伝子を発現する。この領域とは逆に時計遺伝子がリズムに変化し、光刺激に影響されない Vasopressin (VP) 領域がある。体内時計は1日の中の決まった時間にしか動かすことができない。光は夜の時刻に特異的に体内時計を動かすが、私は2コンパートメントモデルを用いて、この機構の解明を試みた。今回、CalB 細胞が光刺激を体内時計機構に伝達するゲート細胞であることを CalB アンチセンスを用いた実験から明らかとした。CalB 蛋白の細胞内、核の局在にサーカディアンリズムがあり、昼低く、夜に高いというリズムを示すことを発見した。さらに CalB アンチセンスオリゴを投与することにより、夜間の光刺激が引き起こす体内時計を動かす機構を抑制し、逆に体内時計を動かすことができない昼間の光刺激により、体内時計を動かすことを明らかとした。このことから CalB 細胞が光情報を選択的に体内時計機構に伝えていることが分かった。次に光情報がどのようにして CalB 細胞から時計細胞全体に伝達されるか調べ、光情報は CalB 細胞から通常、時計遺伝子がリズムに発現している VP 領域のごく限られたところに伝達すること、そしてその領域から遅い速度で規則正しく周辺の細胞群に情報を伝達していくことを明らかとした。

〔分野名〕 生理学

〔キーワード〕 体内時計、日内リズム

〔テーマ題目14〕 科学研究費補助金「破骨細胞における新規核内アポトーシス制御因子 DRAK1の機能に関する研究」

〔研究代表者〕 植村 寿公 (年齢軸生命工学研究センター/エージディメンジョンチーム)

〔研究担当者〕 植村 寿公

〔研究内容〕

われわれは破骨細胞に特異的に発現するアポトーシス誘導因子 DRAK1 (death associated protein-kinase related apoptosis-inducing protein kinase) のクローニングに成功した (Kojima, Nemoto, Uemura et al. J.Biol.Chem. 276(22) 19238 (2001))。この新規アポト

ーシス制御因子の破骨細胞における発現プロセスを観察し、骨リモデリング過程における DRAK1の役割について調べるのが本研究の目的である。本年度は実験に用いるためのモデルシステムを破骨細胞のアポトーシスを誘導することが知られているビスフォスフォネートを用いて検討した。

Kakudo らの方法を用いて純化したラビット破骨細胞を、典型的なビスフォスフォネートの1種、クロドロネートを添加した培地でアイボリー上で培養した。定量的RT-PCR法により DRAK1の時間的変化を追った結果、3時間後に発現の大きなピークを得た。クロドロネートにより誘導されるアポトーシスに DRAK1が関与することが明らかになった。また、caspase-3活性、bcl-2、bax の発現の時間変化とも相関があることから、ミトコンドリアを介したシグナル伝達機構の一部に位置し、caspase-3のインヒビターによる効果から、caspase-3の下流に位置することが分かった。以上の結果から、DRAK1の破骨細胞におけるアポトーシスにおける機能を解明するため、本モデルが有効であることが分かった。

〔分野名〕 ライフサイエンス分野

〔キーワード〕 破骨細胞、アポトーシス、カイナーゼ

〔テーマ題目15〕 中小企業産業技術研究開発委託費 地域中小企業支援型研究開発

中項目：糖鎖付加型増殖因子の実用化研究

〔研究代表者〕 浅田 真弘 (年齢軸生命工学研究センター/セルレギュレーションチーム)

〔研究担当者〕 今村 亨、本田 絵美、

〔研究内容〕

繊維芽細胞増殖因子はそれ自身が細胞の増殖を促して治癒を促進するので、創傷治療薬として期待されている。しかし天然型細胞増殖因子では潰瘍組織中での安定性などの問題が未解決で、高用量・頻回投与が必要である。産総研においては繊維芽細胞増殖因子に糖鎖を付加することで安定性を向上すると同時に、炎症環境での自己活性化が期待できる第二世代の剤形を創製した。そこで、本研究では、産総研にて開発された糖鎖付加型高機能細胞増殖因子について、これを実用化するための至適化及び生産技術の確立を主たる目的とした。

標的糖蛋白質を生産・分泌する哺乳動物細胞株を作成し、さらに遺伝子増幅を施すことで、生産量を100倍以上に高めた株を樹立した。また、導入する遺伝子に部位特異的的点突然変異を導入したところ、比較的均一性の高い糖蛋白質が発現・分泌されることを確認した。さらに、得られた糖鎖付加型細胞増殖因子を機能評価に供したところ、実験的皮膚創傷の治癒を促進する機能があることが確認された。

本研究によって、糖鎖付加型高機能細胞増殖因子の大量生産系、精製法を確立し、その機能が実証できたこと

から、これを医薬品として開発する道筋は整ったものと考えられる。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞増殖因子、糖鎖工学、皮膚潰瘍治療薬

②⑦【技術と社会研究センター】

(Center for Technology and Society)

(存続期間：2002. 10. 1～2004. 4. 30)

研究センター長：小林 信一

副研究センター長：内藤 耕

総 括 主 幹：東 晴彦

所在地：茨城県つくば市東1-1-1 中央第5

人 員：4 (3) 名

経 費：335,861千円 (313,803千円)

概 要：

(研究目的)

技術と社会研究センターは、2002年10月1日に発足した、産総研で唯一の社会科学系分野の研究センターです。

科学技術研究の成果はそれが社会に受け入れられてはじめて意味を持ちます。そこでは、技術開発と社会経済的ニーズ等との調整、例えば、顕在的および潜在的な社会経済的ニーズを的確に把握し、技術開発に反映させること、技術が社会に受け入れられる条件の解明や社会的な合意形成のために努力すること、技術を活用するための社会的制度等を整備することなどが必要になります。

また、科学技術が人間と社会に与える影響がますます広範に浸透する時代には、ひとたび技術が社会に受け入れられた後に、その後の技術システムの変化や社会システムの変化のために、当初予期されなかった問題が生じる場合もあります。一方、社会が技術の導入に対して必要以上に逡巡することは、イノベーションの可能性やそれに続くさらなる技術の発展の芽を摘み、かえって社会に不利益をもたらす可能性もあります。

このように、科学技術研究と社会との界面に生ずる諸問題を解決することが健全な技術開発のために必須です。このためには、科学技術の研究を適切に進めるだけでなく、同時にその社会的側面の研究を進める必要があります。技術と社会研究センターは、技術の社会的側面について、社会科学の観点からアプローチするものです。

(研究概況・方法)

技術が社会で受け入れられ、社会の持続的発展に貢献するためには、技術開発の促進のみならず、科学技術の社会、経済、環境に対する影響を評価・予測し、適切に影響を管理していくことが必要です。そこで、

本センターは、科学技術研究の推進に並行して、社会的・経済的ニーズを把握し、また経済的・社会的な影響や効果を予測・評価し、技術を社会に定着させるための制度的基盤の設計や技術開発戦略・政策の構築などを推進する研究を行います。これを「技術の社会的側面」研究といいます。

近年では、国際的に「技術の社会的側面」の調査研究が活発になり、各国で制度的に実施されています。しかし、日本ではこの分野の実績がほとんどありません。そこで、技術と社会研究センターでは「技術の社会的側面」の評価研究を推進するために、その基礎となる「技術と社会」(技術に関する総合的社会科学)の理論的研究を推進するとともに、評価方法論の導入・開発とその体系化を図り、あわせて実践的活動を展開しております。

代表的な研究項目としては、以下のようなものがあります。

- ・「技術と社会」に関する理論的研究
科学技術社会論、技術経営、科学技術政策などの関連分野の理論的研究
ラボラトリマネジメント研究
研究者のキャリアパスに関する研究
技術革新型企業創生に関する研究
- ・「技術の社会的側面」評価研究の事例調査
海外における評価研究の体制や制度に関する調査
ナノテクノロジー分野などにおける評価事例の収集、分析
- ・「技術の社会的側面」評価研究の方法論の調査研究
参加型テクノロジーアセスメント等の方法論の調査
Artist-in-Residence for Research の事例調査
- ・実践的研究
個別の技術、技術分野に関する社会的評価・予測や戦略形成のための調査研究

2003年度は、海外における当該分野の研究動向、研究体制、活動状況の調査を行いました。とくに、ナノテクノロジー分野は、「技術の社会的側面」研究の対象として国際的に注目されている分野であることから、その状況について調査を着手しました。これらを通じて、「技術の社会的側面」研究の方向性を明らかにするとともに、さらにそれを支える技術の社会科学研究のあり方について検討しました。

なお、技術と社会研究センターは平成15年4月に廃止し、当該調査研究テーマは技術情報部門に継承することとなりました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 社会科学、技術の社会的側面、技術評価、テクノロジーアセスメント

②⑧【デジタルヒューマン研究センター】

(Digital Human Research Center)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：金出 武雄
副研究センター長：持丸 正明
総括研究員：松井 俊浩

所在地：臨海副都心センター

人員：11 (10) 名

経費：274,916千円 (228,683千円)

概要：

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

デジタルヒューマンの3つのモデリング軸：人間は多くの機能を持っている。デジタルヒューマン研究センターではこれらを3つの軸として分類している。最初の軸は生理・解剖学的な機能である。生物として人間の体は多くの構成要素・器官・循環器を制御している。生理・解剖学的な人間のモデルは形状・物質的特性・生理学的パラメータとそれらと内部的・外部的な刺激との関係から記述されよう。次の軸は運動・機械的な機能である。人間は歩いたり走ったり、移動したり物を扱ったりする。運動・機械的な人間のモデルは人間の運動の機構的、動力学的、行動学的な分析により記述される。最後は人間の感じ・考え・反応し・対話する機能である。認知・心理的な人間のモデルは人間が外界の事象、他の人間、環境などに対する認知的・心理的な行動を取り扱う。これらの3つの軸は当然のことながら独立ではない。人間のデジタルヒューマンモデルはこれら3つの軸を統合することにより達成される。ただいかに深く関係があるとはいえ、人間の構成と機能を研究するのに、例えば細胞や神経、遺

伝子やタンパク質と言ったもっとも細かい構成要素から積み上げなければならないわけではない。デジタルヒューマン研究センターの焦点は人間の機能そのもの、すなわち機能がどうなっていて、どのような時に発現し、どのように係わるか、という点にある。

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

デジタルヒューマンの4つの研究分野：人間の機能は個人や状態、文脈に依存し、その発現メカニズムの多くは複雑かつ深遠で、科学的に解明されていない。ただし、産業応用を想定した場合、必要な人間機能が十分な精度で再現できれば有用なデジタルヒューマンとなる。必ずしも、人間機能が完璧かつ精緻に再現できなくても良い。そこで、デジタルヒューマン研究センターでは、具体的な産業応用課題を設定し、それを解決しながら、徐々に統合的なデジタルヒューマンモデルを構成していくアプローチ—Application Driven Research スタイルを取る。ここでは、大きく3つの応用シナリオを描いている。第1は、人に合わせるデジタルヒューマンで、人間の形状、運動、感覚、感性の個人差、状態差、時間変化をモデル化し、それに適合するように製品の形状や機能を設計・構成する研究である。人体形状モデルに基づく個別適合着装品の設計、手の詳細モデルに基づく製品設計、全身動作モデルに基づく自動車設計などの研究を進めている。第2は、人を見守るデジタルヒューマンである。家庭やオフィス、病院などで活動する人間の状態を、可能な限り人間にセンサを装着せずに見守り、理解する研究である。超音波センサやカメラなどを天井や壁面に取り付け、発信器を身の回りの製品類に取り付けることで、製品の動きを介して人間の行動を知る研究などを進めている。第3は、人を支えるデジタルヒューマンである。音声や力覚提示技術を介して、人間の行動状態に即したサービスを提供し、人間の行動を支える技術である。ヒューマノイドロボットや三次元音場提

示などの研究がこれにあたる。第4は、これら3つの応用シナリオの基盤となる研究で、人を知るデジタルヒューマン研究である。ここでは、もっとも原理的説明が遅れていて、モデル化の難しい心理認知機能の研究を中心に進める。人間の運動データを、動物行動学的な仮説に基づく動作素に分解し、行動の裏にある心理活動を知る研究、手術中の医師と患者のインタラクションにおいて、患者の生理心理反応を確率モデルで再現する研究などを進めている。これらの心理認知モデルを上記3つの応用シナリオに取り込み、個々の応用シナリオに関わる人間機能を必要とされる部位・解像度（精度）で再現できる統合ソフトウェアプラットフォーム「人クラス」を構成する。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的基礎研究推進事業「デジタルヒューマン基盤技術」独立行政法人科学技術振興機構 戦略的基礎研究推進事業「ヒューマノイドロボットの分散制御系の研究」

独立行政法人科学技術振興機構 さきがけ「超分散マイク・スピーカーによる複数の音焦点形成」

社団法人人間生活工学研究センター・(財)機械システム振興協会「6軸反力計測フットウェア及び動作自動生成モデルの試作評価」

社団法人人間生活工学研究センター 経済産業省知的基盤整備事業・再委託「高度人体デジタル計測システム技術の開発（特徴点と表面形状から人体各部の寸法を自動計測する技術の開発）」

財団法人セコム科学技術振興財団 平成15年度セコム科学技術振興財団研究助成「特別養護老人ホームにおける介護支援のためのセンサ・ネットワークに関する研究」

財団法人セコム科学技術振興財団 平成15年度セコム科学技術振興財団研究助成「乳幼児事故予防のための知識データベースと事故予測モデル」

文部科学省 科学研究費補助金「情報幾何に基づく確立伝搬法の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「ヒトの複合動作生成のための力学的動作理解」

文部科学省 科学研究費補助金「形態と姿勢を再現する手のデジタルモデルの研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産

業技術研究助成事業費助成金

「スマートカーペット ー動的なフットプリントからの個人属性計測法の研究ー」

発 表：誌上発表35（30）件、口頭発表72（28）件、その他3件

人間モデリングチーム

(Digital Human Modeling Team)

研究チーム長：松井 俊浩

(臨海副都心センター)

概 要：

人間機能モデリングチームは、人を知り、それをモデルとして表現することを目的とする。これは、デジタルヒューマンの基盤的、共通的な研究を構成すると同時に究極の目標である。ここでは、アプリケーションに向けた技術開発より、学術的な原理の追求、多くのデジタルヒューマン研究を統合していくデータベースやソフトウェア基盤を構成すること、トータルシステムの上で研究成果の相互活用を図ること、に注力する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

人間適合設計チーム

(Human Centered Design Team)

研究チーム長：持丸 正明

(臨海副都心センター)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5

人間行動理解チーム

(Human Activity Understanding Team)

研究チーム長：西田 佳史

(臨海副都心センター)

概要：

人間行動理解チームの目的は、日常生活環境において無拘束に人の行動を観察する技術、観察された行動データから人の行動モデル（デジタルヒューマン）を用いてその人の状態を解析・推定する行動解析技術、推定結果に基づいて日常生活環境を制御することで、危険防止、事故の早期発見、生活向上支援などを行う行動活用技術を開発し、これら3つの要素技術を人間支援空間として統合し、医療・福祉分野、住宅分野、教育分野へ応用することを通じて「人を見守るデジタルヒューマン技術」を具体的に構築・検証することにある。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7

ヒューマノイドインタラクションチーム

(Humanoid Interaction Team)

研究チーム長：加賀美 聡

(臨海副都心センター)

概要：

ヒューマノイドロボットが人のように安定して移動し、物体を把持し、人間を認識してインタラクションを行う機能を統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットの研究を行うことが本チームの目的である。主に二つの方向で研究を行う。

(1) ヒューマノイドロボットの自律性向上の研究

対人サービスアプリケーションを目的にヒューマノイドロボットの自律性向上の研究と、人間の運動モデルをヒューマノイドロボットに応用し、ロボットの運動を効率化・高速化・安定化する研究を行う。

(2) 人間のモデル化と対人インタラクション機能の研究

人間の動きを予測・解析可能な運動モデルの獲得と、人間の動きに学んだロボットの動作の改良、人間を観察する手法の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目10

[テーマ題目1] 動作の表現と歩容解析 (運営費交付金 + 科学技術振興機構 CREST)

[研究代表者] 松井 俊浩 (デジタルヒューマン研究センター)

[研究担当者] 松井 俊浩、中田 亨 (職員2名)

[研究内容]

人間の動きから心理状態などをシンボリックに推定するための適切な動作表現の方法を研究した。ここでは、ダンスセラピーと呼ばれる分野で用いられている Cohen の理論を用いて、動作者の心理状態を解釈する方法を研究した。生物がもつ5つの基本運動様式が人間の心理状態 (迷い、退屈、眠気、焦り) に応じて無意識的に発現するという動物行動学の知見に基づき、通常の間行動に、5つの基本運動様式がどの程度含まれているかを定量化する技術「舞紋」を開発した。5つの基本

運動様式とは、(1) クラゲのようにすべての運動が一方向に集中する・あるいは発散する動き、(2) ウナギのように背骨に添って動作が伝達する動き、(3) カエルのように上半身と下半身の伸縮が逆である動き、(4) トカゲのように右半身と左半身の伸縮が逆である動き、(5) ヒトのように右腕左足と左腕右足の伸縮が逆である動きの5つである。実測した運動について、これらの5つの運動様式の度合いがどの程度多きかを定量的に可視化したものが、舞紋である。さらに、舞紋で表現される運動様式が大きく切り替わる姿勢をキーフレームとして自動抽出する技術を開発した。具体的には舞紋の自己相関マップを構成し、時間軸方向に一連の動作の固まりとなる領域を自動的に切り出す技術である。モーションキャプチャ装置で計測した一連の動きのデータに対して、同手法を適用して運動を分節化することができた。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 運動計測、コンピュータグラフィクス、心理モデル

[テーマ題目2] 手術支援 (運営費交付金 + 科学技術振興機構 CREST、人間福祉医工学研究部門と共同研究)

[研究代表者] 持丸 正明 (デジタルヒューマン研究センター)

[研究担当者] 持丸 正明、酒井 健作 (職員1名、他1名)

[研究内容]

人間の心の働きを知る研究には、第1種基礎研究としては認知心理学や社会心理学などの基盤があり、工学としては、人工知能の研究がある。当研究センターでは、一般的な「考える機械」を作るのではなく、人間のメンタルな働きを知ることが我々の生活に直結する応用としてヒューマンエラーと手術シミュレーションを選び、認知的解明と計算機モデルの構成、実応用への適用を行う。手術シミュレーションは、術中患者の心理・生理状態を管理し、手術を安全かつ低負担で遂行するために不可欠な医療技術である。特に副鼻腔炎の手術における医師と患者のインタラクションを扱う。この手術は、実物を用いた訓練が困難であり、本研究は、臨床実習に代わり、仮想患者 (Digital Patient) 上での実習環境を提供することを目的とする。手術操作に対する患者の反応モデル、患者の反応に対して操作を選択する医師作用モデル、両者の相互作用モデルが必要となるが、今年度は、患者反応モデルの開発、およびその有用性評価のための簡易シミュレータを開発する。患者反応モデルは、人間の心理作用として手術によらず汎用性がある。類似研究は、Mississippi 大学、Vanderbilt 大学、九工大などで行われているが、DHRC は、生理ではなく医療手術における認知心理的なインタラクションを扱う点で特徴がある。7名の手術観測データに基づき、医師作用 (操作フェー

ズ種、操作量、操作部位)と患者生理指標(心拍、呼吸数)間での因果関係を解析した。患者生理状態の変動はランダムではなく、医師作用の影響を受けて変動していることを明らかにした。特徴的な振る舞いとして、鉗子による開放操作において疼痛が生じない場合、緊張による交感神経亢進という予想に反して、身構え動作と呼吸抑制から生じる心拍数低下が有意に見られた。その後鉗子が引き抜かれ、リラックス状態に移行することにより呼吸亢進および心拍数増加が観察された。また、鉗子および内視鏡を深く差し込むほどに心拍数が大きく変化することがわかった。これは患者が術具の挿入深度を知覚し、それに応じて身構え・呼吸抑制動作を行っていることを示している。一方、疼痛発生時は交感神経亢進による心拍・呼吸の増加が見られ、生理学知見と一致する患者の振る舞いが観察された。これら医師操作と患者反応の因果関係構造と発生確率に基づき Bayesian Network によるモデル構築を行った。Bayesian Network は、確率変数と兆候間の因果関係を有向グラフで表現するので、相互作用の構造を視覚化でき、情報の専門家以外が構造の理解、作成、検証できる点で有利である。また、観測困難な長年の経験として医師が蓄積している知識についても、事前確率としてモデルに取り込める仕組みが用意できる。これらの結果について学会発表等を行ったところ、医師から興味深い結果との評価を得た。

【分野名】情報通信

【キーワード】医用工学、人間計測、心理モデル

【テーマ題目3】人体形状・感性モデルに基づく装着品の適合設計技術(運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+受託研究費、各企業と共同研究)

【研究代表者】持丸 正明(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】持丸 正明、河内まき子、木村 誠、土肥麻佐子(職員2名、他2名)

【研究内容】

人間機能を計測・モデル化し、それに適合する機器を設計・製造・販売する計算機援用技術を開発する。このために、人間の形状・変形・運動の計測技術、それを計算機上で再現するモデル化技術、モデル化された人間特性を多数蓄積し、知的再利用に向けて整備するデータベース技術、再現結果の提示技術、および、人体モデルと製品の適合性を計算機上で評価する仮想評価技術の研究を行う。人体部位・製品アプリケーションを特定して具体的に進めながら、他の人体部位や製品に広く展開しうる手法体系の確立を指向する。靴、下着、メガネ、サポータ、ガスマスクなどの装着品を、人体特性に適合するように設計・構成するための技術として、設計機械であるコンピュータに、設計対象である製品だけでなく、その利用者である人間の機能をモデル化して再現する研究

を行う。人間特性としては、人体形状の集団特性や個人特性(生理解剖機能)を基盤とし、それに、運動中の形状変形(運動機械機能)、触覚や圧迫感、嗜好や感性(心理認知機能)を加味したモデルの開発を行った。また、そのために必要となる計測技術の開発と、企業との連携による具体的な応用技術の開発を並行して行った。(a) 静的な人体形状計測技術:共同開発した可搬型の足形状スキャナで解剖学的特徴点をデータベースに基づいて自動検出する技術、標準足モデルを再分割して計測データにフィッティングすることで欠落のない高密度足モデルを生成する技術の開発。(b) 動的変形計測:靴設計に必要な足の指付け根付近(ボール部)の歩行中の変形を、1.0mm未満の精度で計測する技術。別に独自開発した圧力分布計測装置と同時計測できるシステムを構成。(c) 人体形状データ処理技術:製品設計寸法を設計値に合わせながら個人の形状特性を反映した個別製品形状の格子変形技術。多数の人体形状モデルを統計処理する技術の開発ソフトウェアライブラリ整備。著作権登録し、企業向けに販売(年度内に5本程度見込)。(d) 製品設計応用:青年男女100名の頭部形状、高齢者男女200名の頭部形状について系統的な形状差を明らかにするとともに、代表人体モデルを合成し、メガネフレーム、ガスマスク適合設計に活用(製品試作段階)。(e) 感覚知覚モデル:足形状、足裏材料特性、触覚感度分布と靴のフィット感の関係を明らかにした。(f) 感性モデル:メガネをかけたときの印象を、顔のかたちとメガネのかたちから予測する研究を開始した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人体形状、人間計測、感性工学

【テーマ題目4】手の機能モデル—Digital Handの研究(運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+科研費)

【研究代表者】持丸 正明(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】持丸 正明、河内まき子、宮田なつき、多田 充徳(職員3名、他1名)

【研究内容】

全身型のデジタルマネキン、自動車、航空機、住宅、工場ライン設計など、まさしく全身的な寸法・運動への適合性が重要視される分野で利用される。ところが、実際に身の回りには、そのような全身的な適合性を重視する機器よりも、手で操作する小型の機器が多いことに気づかれるであろう。携帯電話、リモコン、カメラ、テニスラケット、ゴルフクラブ...これらの機器設計・操作性評価には、全身的な体型以上に、詳細な手のモデルが求められる。われわれはこのような手で扱う製品の設計に資する、詳細な手の機能モデルを「デジタルハンド」と呼んでいる。たとえば、ある設計者がリモコンを設計していたとする。この設計者はわざわざ使いにくいも

のを設計するつもりはないのだが、実際に市場に出してみるとクレームが来る。そのときの設計者の答えは決まっている—『そんな人がいるとは思わなかった。』デジタルハンドは設計者に「あり得る」ユーザの手をあらかじめ再現提示するソフトウェアである(図9)。このため、寸法・形状・構造・運動・摩擦・触覚・認知という手の機能の「あり得る」個人差を表現できる計算モデルを研究する。全身体型のデジタルマネキンを手で焼き直すだけかということ、そうでもない。手に適用する場合には、全身で無視してきた困難さが表面化する。第1は精度である。手で操作する製品はサブミリ精度で設計・加工されている。それを評価するには、手の姿勢や指先位置を1mm以下の精度で再現する必要がある。第2は、運動多様性である。手で操作する動きは、運動力学的なエネルギー消費が小さいためか、個人間で多様である。たとえば、ガラスの引き戸を開けるとき、10人中9名が把手に指をかけて開けたとして、最後の1人は扉に手のひらを張り付け、摩擦で開ける。全身動作には、これほどの多様性はないだろう。あり得るユーザを再現するには、こういう多様性も再現しなければならない。第3は、変形と摩擦の問題である。これは全身モデルでは無視されている。しかし、カメラのグリップを評価するには、無視することができない。第4は触覚である。手で操作する機器の場合、視覚以上に触覚機能が関与する。触覚機能のモデル化が不可欠なのである。これも全身モデルで無視されている機能である。

われわれは相互に連携しながら、寸法・形状・構造・運動・摩擦・触覚・認知という広範な機能モデルを並行開発している。いずれも、具体的な応用課題を設定することで、上述の困難性を段階的に解決していくアプローチをとっている。第1には手のサイズバリエーション生成の研究である。全身と同じように手にもサイズやプロポーションの多様性がある。いくらデジタル設計と言っても、多様であり得る手のサイズを片っ端から試すのは合理的ではない。そこで、手の分布をカバーする確率楕円状の仮想の手の組合せ(バウンダリ・ファミリー)を合成する研究を行った。第2は、精度の高い運動計測・形状表現のための手の構造モデルの研究である。さまざまな姿勢で手の医用画像を撮影し、そこから手の骨格データを抽出し、手の関節軸の方向や関節中心を精密に導出した。同時に、骨に対する皮膚変形を記述して運動計測用のマーカが関節運動に伴ってどのようにずれてしまうかを明らかにするとともに、皮膚表面変形を再現するCGモデルを開発した。第3、触覚機能に関する研究である。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

【テーマ題目5】全身運動・負担評価モデル—Genuine

Digital Manikin の研究(運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+資金提供型共同研究+コンソーシアム)

【研究代表者】持丸 正明(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】持丸 正明、河内まき子、川地 克明、青木 慶(職員2名、他2名)

【研究内容】

製品をコンピュータ上で設計するだけでなく、設計時に強度計算やコスト予測、あるいは部品の調達予測などを、実物の試作をできるだけ作らずに行う「デジタルモックアップ」というコンピュータ支援技術が進んでいる。ところが、実際にユーザの使い勝手を評価しようとする、デジタル化された製品モデルを実体のモックアップにして、それを実際の人間に使わせ、人間特性を実測・評価するステップが必要になる。これではデジタルモックアップの意味がない。そこで、人間機能をデジタル化して、コンピュータの中に再現し、人間適合性を仮想評価するCAEツールが提案されてきた。コンピュータマネキンと呼ばれるもので、すでに市販ソフトウェアが自動車会社や航空会社などで設計に活用され始めている。さまざまな全身体型を再現でき、寸法適合性などを設計段階で評価できる。市販のコンピュータマネキンを実際に設計段階での製品仮想評価に活用しようすると、いくつかの課題があることが明らかになってきた。(1)人間機能再現の高度化、(2)実体連携技術の強化、(3)設計者とのインタフェース強化、そして、(4)再現信頼性の保証である。われわれは、これらの技術課題解決のために、自動車会社など6社とソフトウェアベンダー7社、大学などで構成されるコンソーシアムを設立し、具体的な研究を開始した。その目指すところは、既存のpassiveなコンピュータマネキンをactiveなものに進化させることであり、そのactiveなマネキンを、既存のものとは区別して「デジタルマネキン」と呼ぶことにした。まず、上記(4)に関連する研究として、人体寸法精度の検証方法を研究した。さまざまな市販マネキンソフトウェアで、統計的な体型を生成し、所定の姿勢をとらせたときの再現寸法を、実測寸法の統計値と比較した。手先を前方に伸ばしたときの壁面から手先までの距離が、数10mm~100mmもずれていることが明らかになった。上記(1)に関連する運動生成技術の研究として、自動車の座席に乗り降りするという複雑な動作の生成を目標とし、実際の自動車乗降動作の計測を行った。また、そのための(2)実体連携技術として、実際に計測した人体運動をマネキンモデルと整合させて読み込む技術を研究した。市販の人体運動計測装置で計測した運動データは、実は人体の関節の動きではなく、人体関節の上の体表面に貼り付けられたマーカの動きでしかない。このマーカから生体内関節位置を推定する技術を開発した。上で述べたように、現在の市販マネキンは上肢の前方到達距離

がうまく再現できていない。その主要因は肩関節にある。そこで、本年度は肩関節モデルの構築を目指して、体表面マーカーから合理的な肩関節中心を推定する方法を研究した。さらに、(3)に関連する運動教示技術としてコンピュータグラフィックスの実時間アニメーション生成技術の研究を行った。実際に被験者を使って実験する場合、被験者をモックアップの外に立たせ、「後部座席に乗り込んで下さい」と教示すれば、おそらくなんの問題もなく、実験者の意図した動作をとってくれる。ところが、コンピュータ上のデジタルマネキンに、実験者の意図した動作を教示すると、これは厄介な問題である。良く用いられるのが、キーフレームという技術で、運動の変換点となりそうな重要なコマの姿勢をユーザ（設計者）が具体的に与える方法である。具体的に与えるとは、要するに、デジタルマネキンの関節を1つずつ動かして、その姿勢を作ってやることを意味している。そのような作業が大変であるばかりでなく、そもそもそうして勝手に作りだしたキーフレーム姿勢が正しいのかどうか分からない。なにより、複雑な動作パターンになればなるほど、教示が難しくなる。そこで、われわれは運動教示技術に、コンピュータグラフィックスの実時間アニメーション生成技術を適用した。ユーザは、基本動作クリップの中から近いものを選び出してつなげ、あとはマウス操作で動作の方向や強度を修正する。運動はその場でなめらかに繋がった運動として提示される。それを見ながら、意図した運動になるように方向や強度を修正する。修正の作業はそれほど真面目にやらなくとも良い。正しい運動は、そのあと、動力学モデルや筋骨格系モデル計算し直すからである。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

【テーマ題目6】行動観察技術—UltraBadge（運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+科振費+知能システム部門と共同研究）

【研究代表者】西田 佳史（デジタルヒューマン研究センター人間行動理解チーム）

【研究担当者】西田 佳史、堀 俊夫、本村 陽一、山崎 信行（職員3名、他1名）

【研究内容】

行動観察技術に関して、行動が生じる様々な環境で手早く設置が可能で、必要な情報を効率的に収集する装置として、これまで開発してきた超音波3次元タグを改善する。また、環境内に分散配置した各種センサ同士を接続するセンサ・ネットワークの構築およびセンサ・データ処理プログラムの開発を容易にする基盤ソフトウェア（ミドルウェア）を開発する。さらに、これまで発展させてきた対象物操作行動計測・認識技術をキー技術として、外部の特別養護老人ホームと連携することで、痴呆

高齢者の事故防止支援システムのフィージビリティ検証を行う。行動観察のための環境センサ化技術に関しては、今年度行った改善によって、世界最小（11x11x15mm）の超音波タグを開発に成功し、同様の装置を研究しているケンブリッジ大や東大では扱われていない、手早いセットアップが可能な簡便なキャリブレーション手法（特許1件）、同時サンプリング手法、仮想環境構築手法を開発した。行動観察のためのセンサ・ネットワーク・ソフトウェアに関しては、オブジェクト指向技術に基づいて基盤ソフトウェアの開発を進めており、ネットワークやセンサの取り扱いなどの機能をモジュール化したミドルウェアの基礎部分が完成しつつある。また特別養護老人ホーム（愛全園）との協力関係を結び、老人ホーム内に超音波3次元計測システム（センサ100個）を設置し、車椅子・歩行器とベッドの移乗行為に関するデータ収集を開始した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ユビキタスセンシング、人間計測

【テーマ題目7】行動モデル化・解析技術（運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+企業等と共同研究）

【研究代表者】西田 佳史（デジタルヒューマン研究センター人間行動理解チーム）

【研究担当者】西田 佳史、堀 俊夫、本村 陽一（職員3名）

【研究内容】

計算機上で仮想的に構築した日常空間内で行動させることができるデジタルヒューマン技術が実際に求められている分野に、乳幼児事故防止がある。乳幼児の事故が生じる原因は、第一に、乳幼児の時代は大人と比べて急速に身体の大きさ、認知能力、運動能力が変化するという特異な時期であり、単純な行動の組み合わせとはいえ、大人にとって予測が困難であるからである。第二に、日常生活環境は家庭ごとに違い、またその家庭の中においてもその時々によって状況が変化するため、どの家庭にも適用できる一般的な予防策を作成することができないからである。予防策があったとしても、保護者が予防策を忘れてしまったり、うっかり予防策に反した行動をとってしまうからである。また、第三に、そもそも乳幼児を常に見守ることが困難であるからである。乳幼児の事故を防止する対策として、過去の事故の事例などを基にした予防策に関する研究が行われたり、様々な書籍が出版されたりしているが、事故原因を科学的に解明するための道具や、事故が生じにくい環境を構築するための設計支援技術がないために乳幼児にとっては危機的な状態にあると言ってよい。実際、ここ40年間、乳幼児の事故の傾向には変化が起こっていない。そこで本研究グループでは、乳幼児の行動に焦点をあて、乳幼児の周辺に置かれた対象物データ、過去の事故事例データ、行動計測

データ、発達行動学の知見といった情報を利用することで、住宅内で行われる乳幼児の行動を仮想空間内でシミュレーションするシステムの開発を行っている。本研究では、乳幼児の行動シミュレータを構築するために、乳幼児行動の決定要因を内的要因と外的要因の大きく2つに分類した。この分類は、乳幼児の行動は、乳幼児の年齢・月齢と、乳幼児の周辺にある環境によって決定されるという仮設に基づく。内的要因は、ある年齢や月齢でとり得る行動であり、認知能力や身体能力に関する発達段階から導き出される要因である。外的要因は、乳幼児の周辺に存在する環境や環境中の対象物の視覚刺激から導き出される要因である。現在、以下で述べるように、内的要因のモデルとして、発達行動モデルを作成し、外的要因のモデルとして、環境モデルを作成している。発達行動モデル発達行動モデルとは、乳幼児が発達する過程で可能となる行動のデータベースである。含まれる情報は、年齢・月齢と行動である。現在、これまでに明らかにされている発達行動学の知見をもとに電子化を行っている。環境行動誘発モデル環境行動誘発モデルとは、環境に置かれた様々な対象物によって誘発される行動のデータベースである。作成中のデータベースは、対象物の幾何モデル、対象物の機能（開閉するなど）、物理的性質（熱くなるなど）、危険部位、対象物によって誘発される行動の種類の情報からなるデータベースである。現在、100個程度の物体のデータベースを作成した。本研究では、乳幼児行動シミュレータの応用の一つとして、乳幼児の行動に伴う事故のシミュレーションを想定している。そこで、上述したデータベースに加えて、乳幼児の事故データベースも作成している。事故データベースは、小児科の医師の協力を得て、事故事例データを入手し、それを電子化することで作成している。事故要因となった対象物、事故要因となった行動、事故内容からなるデータベースである。これまでに、約150件の事故事例を電子化した。現在、発達行動データベース、環境行動誘発データベース、事故データベースに基づいて乳幼児の行動をシミュレーションする2次元版シミュレータを作成した。構築したシミュレータにて、月齢10ヶ月の乳幼児についてシミュレーションする場合は、以下のようになる。発達行動データベースを参照すると、月齢10ヶ月でとれる行動は、例を挙げると、“見たものに手を出す”、“口の中に物を入れる”、“座る”、“はう”、“物をつかむ”、“つかまり立ち”などである。乳幼児が机の近くにいた場合、環境行動誘発データベースを参照すると、誘発される行動は、“触る”、“つかまり立ち”、“乗る”などである。そこで、可能な行動と誘発される行動より、乳児が“机を触る”、“つかまり立ち”といった行動を次にとると考えられる。現在の状況とこの行動をもとに、事故データベースを参照することで、“バランスを崩して転び、頭部に外傷を負う”などといった、起こり得る事故を得ることができる。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間行動、シミュレーション、安全、事故防止

【テーマ題目8】対人サービス用ヒューマノイドロボットの設計・開発（運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+科学技術振興機構 さきがけ+NEDO+民間受託研究費、各企業や知能システム部門と共同研究）

【研究代表者】加賀美 聡（デジタルヒューマン研究センターヒューマノイドインタラクショナルチーム）

【研究担当者】加賀美 聡、James Kuffner、Simon Thompson、立山 義祐（職員2名、他2名）

【研究内容】

ヒューマノイドロボットが人のように安定して移動し、物体を把持し、人間を認識してインタラクショナルを行う機能を統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットの研究を行う。このために、以下の2つの研究を進める。(1) ヒューマノイドロボットの自律性向上の研究：対人サービスアプリケーションを目的にヒューマノイドロボットの自律性向上の研究と、人間の運動モデルをヒューマノイドロボットに応用し、ロボットの運動を効率化・高速化・安定化する研究を行う。(2) 人間のモデル化と対人インタラクショナル機能の研究：人間の動きを予測・解析可能な運動モデルの獲得と、人間の動きに学んだロボットの動作の改良、人間を観察する手法の研究を行う。ロボットが自分で外界を認識し、状況に応じて安定した効率的な運動を行えることが自律性向上の第一である。そこで、ロボットの三次元視覚から周辺の環境を幾何学的あるいは意味的に把握する研究、人間の歩行をモデル化し、それをロボットに適用することで安定で効率的なヒューマノイドロボットの歩行動作を生成する研究、人間の多様な全身動作を生成する研究を行った。(a) 三次元視覚：三次元視覚を用いてロボット周辺環境（障害物や階段）の奥行き画像を取得し、それに応じて移動経路や動作を生成する技術を開発した。(b) 人間歩行モデル：人間とヒューマノイドロボットの歩行動作を同一の運動計測装置で計測・比較し、歩行効率化に重心の上下動と足部 MP 関節を利用した足裏 ZMP の移動が有効であるとのモデルを立て、ヒューマノイドロボットに実装した。歩行速度1.8km/h（従来比1.5倍）、重心左右動1/4以下、消費エネルギー30%減を実現した。また、これと並行して、コンパス状の単純なモデルで、人間の歩行をシミュレーションし、歩行速度に対応した下肢基本動作の変化をモデル化した。(c) 全身動作生成：実測した人体動作データを参照し体型や環境に応じた全身運動を生成する技術の開発を行った。動力学的拘束まで満足する動作生成は、人間の全身関節角度自由度からなる超空

間で起姿勢と終姿勢をつなぐ姿勢軌道を生成する問題として定式化した。実際の運動データを超空間内にマッピングし、幾何学的拘束と動力学的拘束を満足する姿勢軌道を導出した。荷物の上げ下ろし、扉の開閉など多様な動作を生成した。また、動力学的拘束を満足しないかわりに、動作生成を実時間で実行する技術も合わせて開発した。人体と環境との幾何学的拘束を中心として全身関節角度を時々刻々で最適化する。体型や手先の位置をその場で変更しても、実時間で新しい運動を生成し提示できる。

【分野名】情報通信

【キーワード】ロボット、知能機械システム

【テーマ題目9】高速・効率的・安定な二足歩行のデジタルヒューマンモデルの確立（運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+科学技術振興機構さきがけ+NEDO+民間受託研究費、各企業や知能システム部門と共同研究）

【研究代表者】加賀美 聡（デジタルヒューマン研究センターヒューマノイドインタラクションチーム）

【研究担当者】加賀美 聡、James Kuffner、持丸 正明、宮腰 清一、江原 義弘（職員4名、他1名）

【研究内容】

ヒューマノイドロボットの二足歩行をより高速・高効率かつ安定なものとするために、人間の二足歩行を運動力学的に分析し、ロボットに適用可能な二足歩行安定化モデルを取得し、それをヒューマノイドに実装して検証した。ヒューマノイドは、後述するような ZMP (Zero Moment Point) を指標とする方法で運動を生成しており、おおまかにはヒトの二足歩行移動様式に似ている。しかし、着床時に膝が屈曲しているとか、腰が上下動しないとか、ヒトの動きとは異なる部分も多い。無論、アクチュエータと構造材が異なるので、人間を完全に模倣することがヒューマノイドにとって合理的であるとは限らないが、少なくとも、現時点では、ヒトほどの歩行速度も、安定性も、また、エネルギー効率も実現できていない。本研究では、ヒトの歩行とヒューマノイドの歩行を、同一の方法で計測・分析することで、両者の相違を明らかにした。さらに、ヒトの歩行に学ぶことで、ヒューマノイド二足歩行の高速化・効率化を試みた。人体と H7 の3次元運動は、Motion Analysis 社製の運動計測システム（カメラ10台、60Hz）で計測した。ZMP は床反力データから計算した。また、足裏内での ZMP 軌道をより正確に知るために、novel 社 emed システムという静電容量型の床置き式圧力分布計測装置で、上記男性被験者と H7 の歩行時の足裏圧力分布を計測した。計測結果から、人間とヒューマノイドの相違が、運動力学的に示された。(1) ヒューマノイドの鉛直方向床反力には、人

間のように1歩行周期に山が2つ現れる波形特徴が見られない。ヒューマノイドが腰を上下動させずに、歩行している特徴が現れている(2) 左右方向の ZMP 軌道は人間とヒューマノイドでよく似ていた。(3) 体重心の左右動は人間が歩行中に体重心がほとんど左右ぶれをせず、振幅が小さいのに対し、ヒューマノイドは人間の3倍くらいの振幅を示していた。すなわち、ヒューマノイドは上体が左右に揺れながら、ZMP を左右に動かすような運動生成をしている。これに対して、人間は上体を左右にほとんど揺らすことなく、ZMP のみを左右に動かしていることがわかった。この要因が体重心の上下動にあると考えた。ZMP の定義式では、分母に鉛直方向の反力、分子に左右方向のモーメントと加速度項が入っている。従来のヒューマノイドは、分子に含まれている重心軌道を計画して ZMP を歩幅に合わせて左右動させていた。これに対して、人間は分母の鉛直方向反力の変化を利用して、ZMP を左右動させるというモデルを考えた。そこで、ヒューマノイドに20mm の振幅をもつ正弦波状の CoG 上下動を初期軌道として与えることとした。この結果、ZMP 左右動は変わらないが、CoG の左右動が大きく低減した。上体の左右動揺が減ったこと、CoG の前後方向加減速が低減したことにより、最大歩行速度が従来の1.0m/h から、1.5m/h まで向上した。さらに、消費エネルギーも20%低減することができた。

【分野名】情報通信

【キーワード】ロボット、知能機械システム、バイオメカニクス

【テーマ題目10】インタラクションのための人間と環境情報検出手法（運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+科学技術振興機構さきがけ+NEDO+民間受託研究費、各企業や知能システム部門と共同研究）

【研究代表者】加賀美 聡（デジタルヒューマン研究センターヒューマノイドインタラクションチーム）

【研究担当者】加賀美 聡、立山 義祐（職員1名、他1名）

【研究内容】

動的フットプリントからの個人の特性推定。高速・高密度・大面積・高解像度の分布型圧力センサを開発（30hz、5mm グリッド、60x40cm、300x200点）。人間の歩行をモーションキャプチャシステムとあわせて計測し、個人特徴を計測する手法を研究する。人間の歩行における歩行余裕を計測する。センサシステムと行動モデルによって、計算機が理解した生活者の位置と行動状況に応じ、生活者が希望するであろう情報サービスを提供するための音声情報提示技術開発も併せて行った。体にマイクロフォンやヘッドホンをつけることなく、発話者の場所を特定し、発話者のみに選択的に音声情報を提供

するサービスを考えている。このためのマイクアレイ、スピーカアレイの基本技術を研究した。128台のスピーカを空間の四辺に配置し、特定の場所でのみ音圧レベルが高くなるように計算された音声データを個々のスピーカに送ることで、選択的な音声情報提供を実現した【図2-5】。また、この研究を実現するために、A/D、D/A チップを64チャンネル搭載し、14bit 分解能で50KHz 以上の変換性能を持つ専用 A/D-D/A ボードを開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ロボット、知能機械システム

⑨【近接場光応用工学研究センター】

(Center for Applied Near-Field Optics Research)

(存続期間：2003. 4. 1～2009. 3. 31)

研究センター長：富永 淳二

副研究センター長：深谷 俊夫

所在地：つくば中央第4、

人員：7 (6) 名

経費：131,735千円 (106,792千円)

概要：

産業技術総合研究所中期目標に掲載されている、「鉱工業の科学技術分野」の「(1)社会ニーズへの対応」において、「2.経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現—情報化基盤技術の第4項」である、「大容量・高速記憶装置技術の新たな応用の開拓と新規産業の創出を目的として、光による情報記録を波長の数分の1程度の微細領域で可能とする技術を確立する」を実現するため、「近接場光応用工学研究センター」のミッションは、産総研独自技術「スーパーレンズ」方式を利用し、真にサブ TB から1TB の記憶容量を有する大容量光ディスクシステムの研究開発と、その派生技術として研究が進められている貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いた局在プラズモン光型高感度光センシング技術の開発に重点を置くと共に、局在光(近接場光、表面プラズモン光)の産業利用を促進する上で重要となる基礎原理の解明にある。特に「スーパーレンズ」技術を用いた大容量光ディスクシステムにおいては、経済産業省が平成14年度から開始した「情報通信基盤高度化プログラム」内の「大容量光ストレージ技術の開発事業」テーマに財団法人光産業技術振興協会と共に参加しており、「スーパーレンズ」技術の高度化を検討していくものである。近接場光応用工学研究センターは、国内の光ストレージ産業のさらなる発展と、リスクの大きい新規光ストレージ技術開発を中心に、次世代の光記録システム研究開発の国内拠点となるばかりでなく、広くその高精度光技術を核とした新規光デバイス分野の開発拠点として、7年

間の研究開発をリードしていく。近接場光応用工学研究センターの研究組織は、スーパーレンズ・テクノロジー研究チーム、表面プラズモン光応用デバイスチーム、およびそれらの基盤をサポートしさらに新規光デバイスの創製を担当する近接場光基礎チームから構成されており、それぞれが相互に協力し合いながらテーマにおける課題の解決、推進を行う。

外部資金：

経済産業省 高度情報通信「大容量光ストレージ技術の開発事業」(10,495千円)

発表：誌上発表21 (19) 件、口頭発表41 (26) 件、その他10件

スーパーレンズテクノロジー研究チーム

(Advanced Super-RENS Technology Research Team)

研究グループ長：中野 隆志

(つくば中央第4)

概要：

サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスク・システムの研究開発

本研究では、独自技術として開発を進めてきた光学非線形薄膜を応用した光超解像技術「スーパーレンズ」を青色レーザーを用いた最先端の DVD 光学系へ適応し、中間目標値 (60nm のマークを30dB 以上の信号強度で検出) を達成することで、サブテラバイトの記憶容量を有する大容量光ディスク・システムの実現をめざす。この目的のため、ディスク材料の開発、構造の最適化、信号検出・処理技術の最適化を共同研究企業と一体となって進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

表面プラズモン光応用デバイス研究チーム

(Applied Surface Plasmon Device Research Team)

研究グループ長：富永 淳二

(つくば中央第4)

概要：

貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発

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

ることができる方法として注目されている。表面プラズモン光応用デバイス研究チームでは、この方法を発展させて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図る。

研究テーマ：テーマ題目2

近接場光基礎研究チーム

(Nano-Optics Research Team)

研究グループ長：深谷 俊夫

(つくば中央第4)

概要：

近接場光基礎研究

新規近接場光応用システム・デバイスの提案およびセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を主務とし、特に、近接場光領域でのシミュレーション技術の構築およびスーパーレンズの機構解明、そのための実験データの取得 (XAFS、非線形光学定数、光散乱特性、表面プラズモン等の精密測定およびパラメータ取得) を行うと共に、光リソグラフィによる、100nm 以下のライン・アンド・スペース技術の確立を目指して研究を展開している。

研究テーマ：テーマ題目3

【テーマ題目1】サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスク・システムの研究開発 (運営交付金、および経済産業省プロジェクト資金)

【研究代表者】 中野 隆志 (近接場光応用工学研究センタースーパーレンズテクノロジー研究チーム)

【研究担当者】 島 隆之、富永 淳二 (兼務)、深谷 俊夫 (兼務)、桑原 正史 (兼務)、Kolobov Alexander (兼務) (職員6名、非常勤職員2名、ポスドク1名、外部共同研究者数 (非公開))

【研究内容】

近接場光、表面プラズモン光、局在プラズモン光を応用して超高密度光ディスクを開発することを目的として研究を行っている。本研究は2サブテーマに分かれており、運営交付金とマッチングファンドを利用した企業との開発型共同研究と経済産業省の「大容量光ストレージ開発事業」による先端基盤技術研究からなる。近接場光応用工学研究センターでは、特にスーパーレンズと呼ばれる独自の光学非線形応答薄膜を研究の核として、光による解像限界以下の微細な記録マークを高感度で読み出すための技術開発を行っている。平成15年度の成果として、①新規ディスク構造を創製し、赤色レーザー光学系を用いて100nm で47dB、80nm で42dB の信号強度を得ることに成功した。信号増幅度は100nm 領域で10倍以

上に達した。また、このディスク構造を青色レーザー光学系に適用し100nm で37dB 以上の信号強度を得た。②読み出し原理において、集光スポット内で発生する熱が超解像読み出しに関与していることを突き止めた。

また、経済産業省「大容量光ストレージ技術の開発事業」では、平成15年度に貴金属ナノ構造を光ディスク内に形成し、局所的な電場増強効果 (局在プラズモン効果) を応用して、読みとりレーザースポット (約600nm 直径) 内から100nm 以下のマーク信号を増幅及び識別する検討を行い、銀ナノ粒子構造を工夫すれば、微細なマークでも100倍以上の信号増幅が可能であることを確認した。また、スーパーレンズと組み合わせることで、読み出し感度を上げることに成功した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、光超解像

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

【研究代表者】 富永 淳二 (近接場光応用工学研究センター表面プラズモン光応用デバイス研究チーム)

【研究担当者】 富永 淳二 (職員1名、連携大学院制度による大学院生2名)

【研究内容】

平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開発された新規貴金属ナノ構造体作製技術 (貴金属酸化物のプラズマ還元法) を用いて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図っている。平成15年度は、平成14年度 (次世代光工学研究ラボ) に引き続き、Ag ナノ粒子作製条件の検討と共に、ラマン分光法と組み合わせた高感度分子認識技術開発、および Ag ナノ構造を用いた局在プラズモン光トランジスタの検討を行った。その結果として、①スパッタリング成膜による酸化銀薄膜のプラズマ還元処理により、50nm 以下の Ag ナノ粒子集合体を作製し、10-5M の BA-IPA 溶液から BA 分子の SERS を確認した。②Ag ナノ粒子構造からなる光ディスクを作製し、青色レーザーの透過信号を赤色レーザーによって信号増幅 (100倍) することに成功した。③安息香酸-イソプロピルアルコール・Ag イオン飽和溶液にレーザーを照射すると、Ag ナノドール (直径 < 50nm) が形成できることを発見した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、分子センサー

【テーマ題目3】近接場光基礎研究 (運営交付金)

【研究代表者】 深谷 俊夫 (近接場光応用工学研究センター近接場光基礎研究チーム)

【研究担当者】 Alexander Kolobov、桑原 正史
(職員3名、ポスドク1名)

【研究内容】

新規近接場光応用システム・デバイスの提案およびセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を実施し、実験及びコンピューターによるシミュレーション技術を用いて、局在光の特性を正確に把握すると共に、新規光デバイスの創製を検討している。平成15年度の成果として、①平板型レンズの試作評価を行い、スーパーレンズ構造上に8層のレンズ層を設け、結像・集光特性を調べることで、負の屈折率現象の発現を確認した。②放射光利用X線構造解析によって、スーパーレンズ関連記録材料の原子レベルでの構造を研究し GeSbTe 相変化記録材料、酸化銀、酸化白金のナノ分解状態を解析した。③新規熱リソグラフィー微細描画方法を提案し、TbFeCo 光磁気記録材料と誘電体の熱拡散現象を応用して、ドット径50nm以下の構造を作製することに成功した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス

⑩【ダイヤモンド研究センター】

(Diamond Research Center)

(存続期間：2003.4.1～)

研究センター長：藤森 直治
副研究センター長：大串 秀世
総括研究員：山崎 聡

所在地：つくば中央第2、関西センター

人員：15 (14) 名

経費：882,836千円 (708,841千円)

概要：

1. ダイヤモンド研究センターの目的

ダイヤモンドは様々な優れた特性を有しており、その利用は広範囲になると考えられている材料である。ダイヤモンドの気相合成法が確立されて以後様々な製品開発が行われてきたが、現状では限定された製品への展開に留まっている。当センターは材料としてのダイヤモンドの可能性、とりわけ電子材料としての応用を大きく花開かせるために、物性の基礎的な研究、素材の合成から製品開発まで幅広く研究を行う。

特にエレクトロニクス分野での製品開発を通じ、日本の工業へ貢献することを第一の目的として活動を行う。このために、国として進められる各種のプロジェクトに積極的に参画すると共に、技術の企業への移転やベンチャービジネスの創設等を通じて製

品化の実現を図る。

当センターはダイヤモンドに関する様々な技術課題に取り組むことで、世界のダイヤモンド及び関連技術の進歩発展に貢献する。ダイヤモンド関連技術の情報を積極的に発信すると共に、情報集積基地としての機能を持てるように、様々な機会を企画する。

2. 研究開発課題及び目標

ダイヤモンドのこれまでの研究ならびに製品開発状況から、以下の研究課題を設定する。

- 1) ダイヤモンドの様々な応用に適合した特性への到達する研究。とりわけダイヤモンドの特徴的な課題として n 形半導体の作製と pn 接合の形成、低電圧電子放出、紫外発光の効率向上、各種の表面修飾を可能とする表面構造制御を挙げることができる。
- 2) ダイヤモンドを利用した各種のデバイスを企画、設計し、製造工程を確立する。実用的なデバイスを試作することによって、その特性を評価して、要求との比較を行える開発体制を整える。ダイヤモンドに特徴的な物性を生かし、半導体デバイス、発光デバイス、真空デバイス、表面弾性波デバイス、センサー及びこれらをインテグレートしたデバイスを開発する。ダイヤモンドの持つ安定な表面構造を生かし、化学及びバイオ関連デバイスも重要課題として取り組む。
- 3) ダイヤモンドの応用に欠かせない単結晶基板を製造する方法を確立する。気相合成技術を用いて1インチ以上の、実用に供することができる基板の製造技術を確立する。このために合成装置の開発やホモならびにヘテロエピタキシャル成長の手法の開発を進める。

7年のセンター設置期間における製品化の目標として以下の具体例を挙げる。

- 1) 大型単結晶基板の開発→1インチ及び2インチ
- 2) 高効率紫外発光デバイスの開発
- 3) 真空マイクロ高周波デバイスの開発
- 4) バイオセンサの開発

その他、今後の研究活動によって得られた成果を適用した製品を企画し、開発する。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構

「ダイヤモンド原子層ホモエピタキシャル成長」

独立行政法人科学技術振興機構

「高密度励起子状態を利用したダイヤモンド紫外線ナノデバイスの開発」

独立行政法人国立環境研究所

「平成15年度新たな炭素材料を用いた環境計測機器の開発」

(つくば中央第2)

経済産業省／科学技術総合研究委託費（継続）

「高速 LSI 用歪 SOI ウェーハの研究開発／欠陥の高感度評価とマッピング技術の開発／欠陥のウェーハ面内マッピング」

経済産業省／原子力試験研究委託費

「動的アニール・ソフトイオンビームプロセスによる高品質ダイヤモンド半導体基盤技術の研究」

経済産業省／原子力試験研究委託費

「重イオンマイクロビームによる化学結合状態分析法に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノテクノロジープログラム（次世代情報通信システム用ナノデバイス・材料技術）ダイヤモンド極限機能プロジェクト」

財団法人京都高度技術研究所／地域新生コンソーシアム研究開発事業

「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（デスクトップイオン打ち込み装置の研究開発）」

発表：誌上発表6（6）件、口頭発表33件（18）件、その他0件

材料プロセス研究チーム

(Material and Process Team)

研究グループ長：山崎 聡

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンドの物性及び関連する要素を含めた特性の把握と、それらの向上を図ることを目的とする。ダイヤモンド極限機能プロジェクトの担当する「ナノドーピング」、「ナノ界面制御」の2課題について、最終目標値を達成もしくは見通しを得ることを目標とする。p、n 型ダイヤモンドのキャリア濃度向上に向けて、浅い準位形成に向けた新たな手法検討を、理論と合わせ進める。BEC の確認を目指し、実験データの解析を推進する。紫外発光領域の評価技術確立を行い、BEC を確認に結びつける。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目8

デバイス開発チーム

(Device Team)

研究グループ長：藤森 直治

概要：

ダイヤモンドによる製品化を目指した各種デバイス（発光、電子放出、高周波、バイオセンサー等）の開発を行う。非線形光学効果を利用した235nm の紫外線発光ダイオード、負性電子親和力を利用した電子放出源、SAW や MEMS 等のパッシブなデバイスや部品がダイヤモンドの物性的な特長を利用したデバイスとして考えられる。微細加工技術や電極形成等のデバイス関連基本技術についても、応用分野からの要求を踏まえた開発を行う。ナノスケールのデバイス製作能力を備え、材料プロセスチームの開発した最先端の半導体ダイヤモンド材料を使って、具体的な応用を目指した開発を実施する。ダイヤモンドの多様な機能を応用に展開するのは、需要との緊密な連携が重要であり、積極的に協業を推進する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目8

表面デバイスチーム

(Surface Functionalized Device Team)

研究グループ長：Nebel Christoph Erwin

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンドは表面物性が特異であり、この利用が応用の広がりにとって非常に重要と考えられる。表面デバイスチームでは表面物性の評価とこれを利用したデバイスの開発を進めている。

電子放出にとって重要な負性電子親和力の確認及び電気化学的特性評価等の表面物性研究、負性電子親和力の実現や DNA の固定を含む表面修飾技術などの研究が主体となる。また、ダイヤモンドが持つ、生体親和性と DNA 固定能力を利用してバイオセンシング応用を目指す、容量結合型バイオ検出器や、平面形ヘテロ接合トランジスタや高い感受性を付与された生体機能付加形電気化学的検出器などのような、単極性および両極性デバイスの実現を目指している。

研究テーマ：テーマ題目8

単結晶基板開発チーム

(Diamond Wafer Team)

研究グループ長：堀野 裕治

(関西センター)

概要：

ダイヤモンドの応用に欠かせない実用的な1インチ以上の単結晶基板を製造する技術開発を行う。そのため、大型化への自由度が高い気相合成技術を中心に検討し、経済的にも成立しうる技術として確立する。合成速度の向上、電子デバイスへ適用できるレベルの欠陥状態の実現、研磨欠陥の低減等の具体的な技術開発

が研究対象となる。さらに研磨、切断などのウエハを製造するために必要な加工技術も開発する。最終的な到達目標としては、1インチの単結晶基板の量産技術の開発においている。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目9

〔テーマ題目1〕原子レベル界面制御・評価技術に基づく新規材料を用いた次世代電子デバイスの創製（内部資金）[k1]

〔研究代表者〕藤森 直治

〔研究担当者〕

- 1) 紫外発光デバイス：ダイヤモンド研究センター
大串 秀世（副センター長）、山崎 聡、
斉藤 文靖、小倉 政彦、渡邊 幸志、
吉川 博道
- 2) 界面磁性デバイス：強相関電子技術研究センター
赤穂 博司（副センター長）、川崎 雅司、
高木 英典、佐藤 弘、井上 公、澤彰 仁、
山田 寿一
- 3) ピーポッド構造電子デバイス：新炭素系材料開発研究センター
湯村 守雄、角舘 洋三、島 賢治、末永 和知、
横井 裕之

〔研究内容〕

新規な材料を使ったデバイスの開発は、必ずしも従来の設計技術やプロセス技術に乗らないことから、開発の初期段階で大きな壁に突き当たることもある。そこで、本研究では関連するユニットのデバイス化に向けた研究を組織化することによって、相乗的にデバイス化のプロセッシングを高機能化し、実用化研究を加速する。ナノテク実験棟においてダイヤモンド研究センターが有しているデバイスプロセスを本研究全般のプロセスとして利用できるようにノウハウの委譲を進める。共通するデバイスへのアプローチを知識ストックとして共有し、他のデバイス開発でも展開できるよう標準化することで研究開発の加速を図る。

- 1) nm の構造を持つデバイスの製作技術。特に、材料特性を生かすためには単純な2次元構造ではなく、3次元構造が必要であり、これに対応する製作技術を開発する必要がある。
- 2) 発見から間もない材料系を取り扱うために、少量や小型のサンプルを扱ってデバイス製作を行うために大きな困難がある。これらを共通的に解決できる know/how を蓄積する。

ナノテク・材料・製造分野の中ではデバイスを出口イメージとする様々な材料技術研究が進められているが、それらの中には産総研が突出した研究ポテンシャルを有している研究があり、デバイス化への研究環境を整えることで研究そのものの進展を加速することが出来るテ

マがある。ここで取り上げる3研究センター（ダイヤモンドセンター、強相関電子技術研究センター、新炭素系材料開発研究センター）は、材料の高機能化を中心として研究を進めているが、最終的にはそれらの材料の持つ特徴を発揮できるデバイスを開発することを指向している。本研究課題ではこうした研究基盤の上で、以下の3つのデバイスを3ユニットが取り上げて研究体制とした。目標、研究計画、年度進捗状況

目標は以下の3つの新規デバイスのプロトタイプを製作しその機能を実証した上で、応用分野への適合性を検討することで、実用化への見通しを明らかにすることである。

- ①紫外発光デバイス（ダイヤモンド研究センター）
- ②界面磁性デバイス（強相関電子技術研究センター）
- ③ピーポッド構造電子デバイス（新炭素系材料開発研究センター）

各デバイスは3年の実施期間で実用化への見通しを明確にする。計画は次の通り。

15年度：材料レベルの課題の抽出と改良。評価技術の確立。

16年度：デバイス設計に向けたパラメーター取得ならびにプロセス設計。

17年度：デバイスの試作と課題の検討。応用分野への適合性検討。

15年度の各テーマの進展状況は以下の通り。

- ① 紫外発光デバイス（ダイヤモンド研究センター）
紫外線非線形発光機構については、カソードルミネッセンスと、理論的な研究を並行して進め、系の化学ポテンシャル (μ) を決定する手法を確立した。30k では $\mu=0$ に極めて接近しており、Bose-Einstein 凝縮 (BEC) が実現できる可能性が高いことが判明した。n 形ダイヤモンドの形成技術は発光デバイスに必須であり、P を含む有機化合物を原料として n 形ダイヤモンドが形成できることを確認した。また、ICP（誘導結合形プラズマ）エッチングによって、Al をマスク材料としてダイヤモンドの微細加工技術を確立した。nm スケールの加工技術として紫外発光デバイスの製造に利用できる可能性が明らかとなった。
- ② 界面磁性デバイス（強相関電子技術研究センター）
界面磁性デバイスである強相関酸化物スピントンネル接合素子の高品質化には、酸化物原子平坦接合界面における界面磁性を直接観察する手法の開発が極めて重要である。本年度においては、非線形磁気光学効果である磁化誘起第二高調波発生 (MSHG) を用いて、強相関酸化物の界面磁性を直接定量的に評価する手法を考案し、3種類の物質を積層して反転対称性を破った3色超格子を用いて原理検証実験を行い、その有用性を実証した。また、デバイスプロセス技術として、基板に段差を設けることにより表面析出粒子の出現を抑制する技術を開発した。この手法を用いることによ

り、(La, Sr) MnO₃/SrTiO₃/(La, Sr)MnO₃構造をもつスピントネル素子の特性の再現性が飛躍的に改善することを示した。さらに、界面機能デバイスの探索として、SrTiO₃などのペロブカイト遷移金属酸化物をFET動作させることに成功した。

③ ピーポット構造電子デバイス（新炭素系材料開発研究センター）

ピーポット構造電子デバイス素子構造の基礎となる、CVD 成長したカーボンナノチューブの超高度制御技術の要素技術を中心として研究開発を行った。①ナノチューブ成長用の各種超微粒子触媒金属の調製を行い、適切な成長条件を選択することにより、平均直径1, 1.5, 2ナノメートルのカーボンナノチューブの高密度成長に成功した。また反応炉中の雰囲気を微細にコントロールすることにより発現する、まったく新規な成長モードを発見し、基板上で従来の世界記録の1000倍にも達する超高密度成長に成功した。②①で開発された触媒をパターンニングし、カーボンナノチューブのパターンニング成長に成功した。③パターンニング成長したカーボンナノチューブに電極を蒸着し、カーボンナノチューブ FET を実現した。④カーボンナノチューブの位置制御された切断技術を開発した。⑤適切な直径を持つカーボンナノチューブを選択切断技術により両端面を開け、端面からのフラーレンドーピング技術の開発に着手した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、発光素子、紫外発光、強相関、界面磁性、磁気光学効果、カーボンナノチューブ、分子デバイス

【テーマ題目2】 ダイヤモンド原子層ホモエピタキシャル成長（外部資金）

【研究代表者】 大串 秀世

【研究担当者】 大串 秀世、竹内 大輔、小倉 政彦、渡邊 幸志（職員4名）

【研究内容】

ダイヤモンドのポテンシャルを最大限に生かした高性能デバイスのためのダイヤモンド原子層ホモエピタキシャル成長技術の研究開発を目的とする。従来の半導体材料の評価に耐えうるような、高品質ダイヤモンド薄膜の合成を行う。原子レベルで一様平坦、かつ不純物を極限まで抑制できるダイヤモンド薄膜成長技術を駆使し、試料の作製および評価、デバイス作製グループへの資料提供を行う。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、ホモエピタキシャル成長、結晶半導体、原子レベルの平坦性

【テーマ題目3】 高密度励起子状態を利用したダイヤモンド紫外線ナノデバイスの開発（外部資

金）

【研究代表者】 大串 秀世

【研究担当者】 大串 秀世、山崎 聡、竹内 大輔、小倉 政彦、渡邊 幸志、李 成奇、熊谷 直人、二子 涉、加藤 宙光、陳 益鋼、高須由紀子、水落 憲和（職員5名、他7名）

【研究内容】

優れた物性を有するダイヤモンド薄膜の高品質化をはかり、非線形励起子発光を紫外線ナノデバイスに展開する。そのために、原子レベルで平坦な高品質ダイヤモンド薄膜合成技術、PN 接合技術、デバイス化要素技術などを開拓し、励起子の高密度化と発光機構を解明し、紫外線ナノデバイスの開発を行う。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、励起子、紫外線発光、ナノデバイス

【テーマ題目4】 平成15年度新たな炭素材料を用いた環境計測機器の開発（外部資金）

【研究代表者】 大串 秀世

【研究担当者】 藤森 直治、大串 秀世、山田 貴壽（職員3名）

【研究内容】

放射性同位元素の代わりにダイヤモンドやカーボンナノチューブを用いて、十分な強度の電子線が得られ、さらに大気中に電子線を取り出せる電子線源を開発する。また同様の電子放出源を利用した X 線源も開発する。この電子線源と X 線源を備え、捕集量が少ないエアロゾル（PM2.5を含む）に対して、精密な質量濃度測定と同時に、蛍光 X 線法による成分分析も可能とする装置を開発することを目的とする。

原子レベルで平坦な高品質ダイヤモンド薄膜をマイクロ波プラズマ CVD 法で作製する。次に、そのダイヤモンド薄膜に反応プラズマエッチングなどのナノファブリケーションを施し、電界放出型電子源として構築する。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、電子放出、電子線源、X線源

【テーマ題目5】 高速 LSI 用歪 SOI ウェーハの研究開発／欠陥の高感度評価とマッピング技術の開発／欠陥のウェーハ面内マッピング（外部資金）

【研究代表者】 大串 秀世

【研究担当者】 大串 秀世、李 成奇（職員1名、他1名）

【研究内容】

カソードルミネッセンス（CL）法による光学的欠陥評価および過渡容量分光法（ICTS）による電氣的欠陥

評価により、SOI ウェーハの欠陥の面内分布に関する情報を得て、SOI ウェーハ開発へフィードバックする。

前年度までに蓄積した歪バルクシリコンウェーハの電気的特性法による欠陥マッピング技術をもとに、今年度開発するが始まる歪 SO シリコン I ウェーハの欠陥面内マッピングを展開し、最終目標の達成を計る。また、前年度立ち上がった高感度 CL 装置による発光センタの欠陥評価についても、前半にデータ蓄積を行い、後半所期の目標をクリアする。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 シリコン SOI ウェーハ、欠陥マッピング、カソードルミネッセンス法

〔テーマ題目6〕 動的アニール・ソフトイオンビームプロセスによる高品質ダイヤモンド半導体基盤技術の研究（外部資金）

〔研究代表者〕 大串 秀世

〔研究担当者〕 大串 秀世、堀野 裕治、坪内 信輝
（職員3名）

〔研究内容〕

イオン注入に伴う原子核反跳及び電子励起作用により、ダイヤモンド単結晶中に生成する照射損傷の発生及び消滅メカニズムを解明することにより、イオン注入の諸条件を最適化したソフトイオンビームプロセス技術の開発を行い、さらにレーザー照射によるダイヤモンド中の照射損傷アニールの特性を解明し、イオン注入と同時に、動的にダイヤモンド中の照射損傷をアニールする新たな手法を開発する。

イオン注入後のダイヤモンド薄膜の電気的な特性について詳細な調査を行い、イオン注入によるより高品質なダイヤモンドの電気伝導性制御法の研究開発を行う。特にホール効果測定を中心に p 型ダイヤモンド半導体の高品質化を目指した研究を行う。また、n 型ダイヤモンドの研究では、隣、窒素のイオン注入により、再現性の良い n 型半導体化を目指し、イオン注入プロセスの最適化を図る。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ダイヤモンド半導体、イオン注入、伝導性制御、n 型ダイヤモンド

〔テーマ題目7〕 重イオンマイクロビームによる化学結合状態分析法に関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕 杵野 由明

〔研究担当者〕 杵野 由明、木野村 淳、堀野 裕治
（職員3名）

〔研究内容〕

実用材料の化学結合状態分析に有望なイオンビーム励起の高分解能特性 X 線分光 (PIXE) 法により、材料表層の局所的な化学結合状態を非破壊かつ高感度で分析するための基盤技術を開発する。

平成14年度までに構築した局所・高分解能粒子線励起 X 線分光装置を用いて、局所的な化学結合状態を分析する手法の検討を行った。化合物の高分解能粒子線励起 X 線スペクトルを測定し、分析に適した化学結合効果の抽出を行った。この際、励起に用いるイオン種についても検討を行うとともに、分光装置の動作条件の最適化を行った。その結果、本装置は化学結合状態の分析に十分なエネルギー分解能と高い検出感度を合わせ持つため、微小部 (140×50 μm²) の化学結合状態分析に適用できることがわかった。さらに本装置を用いた2次元マッピングを行うため、試料の精密な位置決めができる試料駆動機構を導入した。また、イオンマイクロビームを真空容器外に取り出す機構の検討を行った。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 化学結合状態分析、PIXE、イオンマイクロビーム

〔テーマ題目8〕 ナノテクノロジープログラム（次世代情報通信システム用ナノデバイス・材料技術）ダイヤモンド極限機能プロジェクト（外部資金）

〔研究代表者〕 山崎 聡

〔研究担当者〕 藤森 直治、大串 秀世、山崎 聡、竹内 大輔、小倉 政彦、吉川 博道、齊藤 丈靖、渡邊 幸志、熊谷 直人、李 成奇、二子 涉、加藤 宙光、久米 博、磯谷 順一、水落 憲和
（職員8名、他7名）

〔研究内容〕

メタンガス等を用いたダイヤモンドの気相合成法が、我が国で確立されて以来、電子部品分野（ヒートシンク、ボンディングツールおよび SAW フィルター等）への実用化が進んで来た。一方、ダイヤモンドの持つ極めて優れた高耐電圧や高熱伝導度等が活かせる半導体材料に関しては、研究が継続して実施されて来たが、未だ実用化には至っていない。しかしながら、近年大型で高品質なダイヤモンド基板が合成可能となったこと、n 形の半導体が作製できるようになったことから、実用化への期待が急速に拡大してきた。

本プロジェクトでは、実用化のネックとなっている p、n 形半導体のドーピング技術や表面・界面制御技術を確立することにより、最も早期に市場創出が期待できる放電灯、電子源および高周波トランジスタの試作評価を行い、実用化へのブレークスルーを行う。本プロジェクトの成果が足掛かりとなり、世界に先駆けてダイヤモンド半導体の産業化を実現し、我が国の国際競争力の強化と経済の持続的発展に寄与する。

このような目標を達成するために、以下の研究項目について研究開発を実施する。

・伝導制御技術の確立

- 1) ナノドーピング技術の開発
- 2) ナノ表面・界面制御技術の開発

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体デバイス、ドーピング技術、界面制御技術

【テーマ題目9】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（デスクトップイオン打ち込み装置の研究開発）（外部資金）

【研究代表者】 堀野 裕治

【研究担当者】 堀野 裕治（職員1名）

【研究内容】

次世代 SiC デバイス製造及びナノサイズ・デバイス製造に適合する小型・低価格・基板加熱（2インチサイズ、Max. 800℃）型デスクトップイオン打ち込み装置を研究開発する。

本イオン打ち込み装置のイオン源には、独自の PIG イオン源を研究開発して採用する。SiC 半導体基板へ p あるいは n 型用 Al、B、N 等のイオン電流が量産プロセスを可能にするレベルで得られる PIG イオン源とする。最大加速エネルギーは、100keV（2 価イオン；200keV）とするが、この加速絶縁管には、独自に開発する有機物絶縁材料を用いる。イオン振り分け装置は、独自のコンパクト型ウィーンフィルターを研究開発して採用する。SiC 半導体基板サイズは、現在、2インチ径であり、このサイズで Max. 800℃の基板加熱が可能な試料室（到達圧力1E-5Pa）を製作する。

本年度は、加速するイオンの発生に必要なイオン源材料の調査および電極形状の概念設計、必要なイオンのみを選別するイオン振り分け装置のとしてウィーンフィルターの概念設計を行った。また、試作中の装置の評価として、実際に SiC やダイヤモンド基板に窒素注入を行い、その試料への目的イオン以外の不純物の混入の分析を行い、システム設計へのフィードバックを行った。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 イオン注入、イオン加速器、SiC

③1 【バイオニクス研究センター】

（Research Center of Advanced Bionics）

（存続期間：2003. 8. 1～）

研究センター長：軽部 征夫

副研究センター長：箕浦 憲彦、横山 憲二

総 括 研 究 員：箕浦 憲彦

所在地：つくば中央第4、つくば中央第5、

つくば中央第6、八王子分室

人 員：11（10）名

経 費：434,861千円（294,654千円）

概 要：

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

一方、生体のもつ優れた分子識別機能を応用したバイオセンサーは、これらの問題を解決する優れた計測デバイスである。当研究センターは、バイオセンサーの研究で世界をリードしてきた。これらの知見と経験を生かして毒性化学物質や DNA を高感度に計測するバイオチップやタンパク質の分離・同定を行うバイオシステムチップ、細胞マニピュレーション・オンチップの構想を創案するに至った。

具体的には、産学官連携によるタンパク質を分離するためのプロテインシステムチップの開発、糖鎖を主とした分子の創製とそれを利用した有害タンパク質検出システムの構築、細胞のセンシングとその機能を制御可能な材料表面構築技術とそれを応用したデバイス・システムの開発、癌の早期診断マーカーであるブラディオンを用いた診断キットの開発に取り組んだ。

いずれのテーマも、最終的な目的は、化学物質やタンパク質、DNA、細胞の超高感度な計測である。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金

「リサイクルを指向した強相関ペプチドポリマーマテリアルの創成」

文部科学省 科学研究費補助金

「蛍光共鳴エネルギー転移を利用したセンサーペプチドの創成」

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

「次世代生体親和材料としての脂質ナノ構造体の開発」

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

「光応答性表面を用いたセルマニピュレーションシステムの開発」

発 表：誌上発表16（16）件、口頭発表63（10）件、その他0件

プロテインシステムチップチーム

（Research Center of Advanced Bionics Proteomic Device Team）

研究グループ長：横山 憲二

(つくば中央第4)

概要:

プロテインシステムチップチームでは、重点研究課題であるタンパク質を分離・分析するためのプロテインシステムチップの開発、バイオメディカル標準のための標準タンパク質の開発、次世代バイオチップの開発を行っている。

1. タンパク質を分離・分析するためのプロテインシステムチップの開発

現在のタンパク質解析においては、二次元ゲル電気泳動等によりタンパク質を分離した後、これを取り出して質量分析を行うという方法が一般的である。しかし、この分離工程に長時間を要する等のために、研究効率が低く、かつ自動化が困難であるという問題点がある。この問題点を解決するためには、二次元ゲル電気泳動に代わり得る新たな原理に基づくタンパク質解析デバイスの開発が必要となっている。そこで本研究開発では、タンパク質を分離・解析するチップシステムの開発を行った。

2. バイオメディカル標準のための標準タンパク質の開発

プロテインシステムチップで使用する標準タンパク質の作製を目的とした。本年度は、二次元電気泳動で使用するタンパク質の標準化を行なうために、効率のよいタンパク質の作製方法の評価をした後、等電点および分子量を同時に指標となる二次元電気泳動標準タンパク質を作製した。

3. 次世代バイオチップの開発

本研究テーマとして、DNA コンジュゲートポリマーを用いた DNA チップと SMPs 検出、ExoIII-Taq ポリメラーゼ反応を用いた転写調節因子検出デバイスの開発、蛍光共鳴エネルギー移転を利用したセンサーペプチドの開発について研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

糖鎖系情報分子チーム

(Research Center of Advanced Bionics Glyco-Informatics Team)

研究グループ長：鶴沢 浩隆

(つくば中央第5)

概要:

感染症に関連する有害な蛋白質を、高感度に迅速に検出するためのセンシング法を確立する。本研究では、感染因子が生体の細胞表面に存在する糖鎖に結合する事実に着目し、天然の糖鎖を模倣した糖鎖を化学的に効率よく合成する方法を確立するとともに、センサーチップ上にこれらの合成糖鎖を高密度に固定化して、糖鎖チップを作成した。現在、標準蛋白質や実際の毒素を使用して、該チップの有効性を評価している。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

バイオナノマテリアルチーム

(Research Center of Advanced Bionics Bio-Nanomaterials Team)

研究グループ長：金森 敏幸

(つくば中央第5)

概要:

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

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9

ブラディオオン連携研究体

(Research Center of Advanced Bionics Collaborative Research Team of Bradeion)

研究グループ長：田中真奈実

(つくば中央第6)

概要:

Bradeion(産業技術総合研究所特許物質)は、ヒトセプチンファミリー遺伝子群に属する細胞分裂制御因子であると推定され、大腸癌・前立腺癌等特定の癌細胞に特異的発現を示す物質である。その特性に立脚して、癌の早期診断マーカー、治療ターゲットとしてこれを利用するため、技術開発を行っている。最終製品として、テストストリップ、血清検査(ELISA)、定量PCRによる検出系を検討し、実際の臨床検体においてその有用性を検証した。定量PCRは製品販売を開始(代理店・不二化学薬品株式会社)、他の診断キットは臨床試験段階に達した。実際の応用出口に合わせると、(1) 検診用、スクリーニング目的のための臨床試験、(2) 確定診断用としての製品についての臨床試験、(3) 癌治療後のモニタリング用としての製品

についての臨床試験に大別され、連携する諸医療機関にて医の倫理委員会承認を得、適正な体制のもとでのデータ取得、有用性の証明が行われている。さらに治療技術としては抗体治療薬を端緒に開発を開始した。

[テーマ題目1] タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発 (運営費交付金、外部資金)

[研究代表者] 横山 憲二 (バイオニクス研究センタープロテインシステムチップチーム)

[研究担当者] 横山 憲二、宮地 寛登、平塚 淳典、小出 哲、明谷早映子、木下 英樹、篠原 祥二 (職員2名、他5名)

[研究内容]

現在、プロテオーム解析のタンパク質分離ツールには、二次元ゲル電気泳動法が最もよく用いられている。ゲルサイズは、10cm 以下のものから20cm 以上のものまで市販されているが、プロテオーム解析には、高解像度の分離が要求されるため、20cm 以上のゲルを用いることが一般的である。この場合、電気泳動に約1日、染色、脱色を併せると3日程度かかっている。従って、本プロジェクトでは、1/2 (面積で1/4) 以下のダウンサイジングを図り、所要時間を1/60以下に短縮することを目指したタンパク質解析デバイスの開発を行っている。この目的を達成するため、プラズマ重合等のプロセスを用いて内表面をコーティングした二次元マイクロ流路を基板上に形成させ、これを用いた二次元キャピラリー電気泳動によるタンパク質を分離するチップの開発を行う。具体的には、5cm 角程度のチップを作製し、プロテオーム解析が行えるレベルの数のタンパク質を分離し、これらを検出する。必要なタンパク質量は、数十マイクログラム、分離にかかる時間は20分を目標としている。

現在、最も汎用性のある二次元ゲル電気泳動法のタンパク質分離モードは、一次元目に等電点電気泳動 (IEF) を、二次元目にドデシル硫酸ナトリウム・ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) 利用している。この方法により分離されたタンパク質は、ゲル画像として、同定、位置等の情報等がさまざまなデータベースに蓄積されている。一次元目に IEF を二次元目に SDS-PAGE を利用したゲル電気泳動チップが開発できれば蓄積されたデータベース情報の利用が可能となり、これらのデータベースを利用している多数の研究者やプロテオーム研究者をスムーズに本チップのユーザーとして取り込むことが可能である。

プロジェクト開始当初は、プラズマ重合法を用いた電気泳動にゲルを全く用いない方法を提案していた。一部、技術的に難しい点もあるが、SDS-PAGE で分離できないタンパク質を分離する方法として、また短時間でタンパク質を分離できるということから極めて有用であり、継続して研究開発を進めている。一方で現在二次元電気

泳動を行っているユーザーが我々の開発するチップに乗り換えるには、SDS-PAGE に基づいた分離チップも提供する必要があると考えるに至った。そのためゲルを用いないチップ (第二世代プロテインシステムチップ) だけでなく、全体目標に SDS-PAGE 機能を搭載したプロテインシステムチップ (第一世代プロテインシステムチップ) の開発を追加して行った。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] タンパク質前処理、抽出、二次元電気泳動、タンパク質分離、バイオチップ、成型チップ、キャピラリー電気泳動、プラズマ重合、表面処理

[テーマ題目2] リサイクルを指向した強相関ペプチドポリマーマテリアルの創成 (外部資金)

[研究代表者] 横山 憲二 (バイオニクス研究センタープロテインシステムチップチーム)

[研究担当者] 横山 憲二

[研究内容]

リサイクル利用でき、さらに多種類の標的タンパク質を検出できるキナーゼ測定用ペプチドチップに関する研究を行った。すなわち、蛍光エネルギー転移によるクエンチングを利用し、分裂促進物質活性化タンパク質キナーゼ (MAPK キナーゼ) の活性をイメージングするためのペプチドの設計を行った。本センサーペプチドは、リン酸化されることにより負電荷が生じて親水性が高くなり、立体構造変化を起こして、蛍光強度が変化すると考えられる。具体的には、MAPK の配列 (HTGFLTEYVAT、下線のチロシンとトレオニンがリン酸化される) を含む種々のペプチドを用いて、このペプチドの C 末端に蛍光ドナーとして EDANS を、N 末端にクエンチャーとして dabcy1 を修飾したペプチドを合成した。

合成によって得られた非リン酸化及びリン酸化センサーペプチドの蛍光スペクトルを測定した結果、リン酸化センサーペプチドの蛍光強度は、非リン酸化ペプチドより大きく、顕著な差が見られた。これは、センサーペプチドがリン酸化されることによって、親水性が高くなり、ペプチドが伸びたような構造をとるために、蛍光色素間の距離が離れ、エネルギー転移が起こりにくくなったためであると考えられる。これにより、複数のキナーゼ活性をモニタリングできるチップの作製の可能性が示された。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ペプチドチップ、MAP キナーゼ、蛍光共鳴エネルギー転移

[テーマ題目3] 蛍光共鳴エネルギー移転を利用したセンサーペプチドの創成 (外部資金)

[研究代表者] 横山 憲二 (バイオニクス研究センタープロテインシステムチップチーム)

〔研究担当者〕横山 憲二

〔研究内容〕

蛍光エネルギー転移によるクエンチングを利用した、cAMP 依存性プロテインキナーゼ (PKA) の活性をイメージングするためのペプチドの設計を行った。本センサーペプチドは、リン酸化されることによって親水性が高くなり、立体構造変化を起こし、蛍光強度が変化すると考えられる。具体的には、Kemptide 配列 (LRRASLG) を含む種々のペプチドを用いて、このペプチドの C 末端に蛍光ドナーとして、EDANS を、N 末端にクエンチャーとして、dabcyl を修飾したペプチドを合成した。

合成によって得られた非リン酸化及びリン酸化センサーペプチドの蛍光スペクトルを測定した結果、リン酸化センサーペプチドの蛍光強度は、非リン酸化ペプチドより大きく、顕著な差が見られた。これは、センサーペプチドがリン酸化されることによって、親水性が高くなり、ペプチドが伸びたような構造をとるために、蛍光色素間の距離が離れ、エネルギー転移が起こりにくくなったためであると考えられる。一方、塩基性アミノ酸を伸長させたペプチドでは、反対にリン酸化により蛍光強度が小さくなった。これはリン酸化により、電荷が中和され、それゆえ縮んだ構造になるためであると考えられる。また、PKA 反応後のセンサーペプチドの HPLC の溶出時間は、合成によって得られたリン酸化センサーペプチドの溶出時間と一致し、本センサーペプチドは、PKA によってリン酸化されることが確認された。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕ペプチドチップ、cAMP 依存性キナーゼ、PKA、蛍光共鳴エネルギー転移

〔テーマ題目 4〕糖鎖系情報分子を活用した有害蛋白質検知チップの開発 (運営費交付金)

〔研究代表者〕鶴沢 浩隆 (バイオニクス研究センター糖鎖系情報分子チーム)

〔研究担当者〕鶴沢 浩隆、和泉 雅之、篠崎由紀子、大賀 幸二、伊藤 弘樹 (職員2名、他3名)

〔研究内容〕

感染症に関わる有害な蛋白質を、生体の感染機構を巧みに利用したセンサーによって、高感度に迅速に検出することを目的に研究を行っている。本年度は、大腸菌 O-157 の生産するペロ毒素を高感度に検出するための糖鎖を合成し、これをセンサーチップ上に固定化して、高感度に迅速に該毒素を検知することに成功した。ペロ毒素は、腎臓細胞の Gb3セラミドに特異的に結合することが知られているが、本研究では、この天然糖脂質を模倣した Gb2糖脂質型ポリマーを合成し、これを静電的にチップ表面に固定化して、ペロ毒素を致死量の数百分の一のレベルを30分以内に検知することに成功した。こ

のチップは、安定で、また、チップの作成が容易であるため、他の検知チップ作成に応用可能であると期待される。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕Gb2、大腸菌 O-157、ペロ毒素、感染、生体、センサー

〔テーマ題目 5〕糖鎖を活用した有害蛋白質検出技術の実証 (運営費交付金)

〔研究代表者〕箕浦 憲彦 (バイオニクス研究センター総括研究員)

〔研究担当者〕鶴沢 浩隆、箕浦 憲彦

〔研究内容〕

感染症に関わる有害な蛋白質を、生体の感染機構を巧みに利用したセンサーによって、高感度に迅速に検出することを目的に研究を行っている。感染性因子が、生体の細胞表面に存在する糖鎖に結合することに着目し、この感染機構を模倣して感染性因子を高感度に検出する研究を展開している。天然の糖鎖を模倣した糖鎖を化学的、酵素的、ケモエンザイムのに効率よく合成を行い、センサーチップ上に、固定化する。本年度は、ガラクトースを認識部位に有する糖誘導体を合成し、これをセンサーチップ上に固定化した。標準糖結合性蛋白質である RCA120レクチンを用い、該糖鎖チップの有効性を表面プラズモン共鳴 (SPR) 装置により評価した。その結果、再現性よく高感度に RCA120レクチン蛋白質を検出することができた。また、金コロイド微粒子上に先の糖誘導体を固定化し、糖で表面がクラスター状に被覆された微粒子を作成した。この微粒子は、室温で半年以上放置しても、自然凝集しないほど安定であり、ここで設計した糖誘導体が、金微粒子の安定性に有効であることが実証された。作成した糖被覆コロイド微粒子に、先述のレクチン蛋白質を加えたところ、凝集反応が生じたことを明らかとした。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕有害蛋白質、SPR、センサー、糖、粒子

〔テーマ題目 6〕細胞のセンシングとマニピュレーション技術の開発 (運営費交付金)

〔研究代表者〕金森 敏幸 (バイオニクス研究センターバイオナノマテリアルチーム)

〔研究担当者〕岩坪 隆、馬場 照彦、須丸 公雄、高木 俊之、枝廣 純一、高井 克毅、Samuel Priyantor Kusumocahyo、亀田 光淑、尹 富玉、山口麻奈絵、岡村 愛子、市川 貴之、多田 裕一 (職員4名、他9名)

〔研究内容〕

材料表面において特定の機能を有する細胞をセンシン

グし、さらにマニピュレーション（特定遺伝子の発現、分化誘導、接着・増殖促進、等）する技術を確立する。当該技術をチップ上に応用することにより、細胞のセンシングとマニピュレーションを同時に行うことができるバイオチップを開発する。現在、DNA チップやプロテインチップの開発が盛んであるが、チップ上で細胞をハンドリングしようとする研究は、世界でも緒に就いたばかりである。

細胞のセンシングとマニピュレーションをチップ上で可能にするための基盤技術として、本年度は次の3つについて集中して取り組んだ。

- 1) 細胞（タンパク）と親和性を有する細胞膜脂質アナログの設計と合成
- 2) 光応答性高分子表面による細胞の接着・脱着の遠隔操作
- 3) 感温性高分子と抗体の組み合わせによる細胞分離

1)については、古細菌の細胞膜を構築する脂質にヒントを得つつ、擬環状・メチル分岐鎖・チオール・フッ素・不飽和などをキーワードとして、計11種類の新規人工脂質を合成した。本研究では細胞と親和性の高い人工脂質の開発を主眼とし、将来的にはチップ上に脂質膜を構築させて細胞のセンシングとマニピュレーションへの応用を目指す。現時点では、その前段階として得られた人工脂質により平面膜あるいはベシクルを構成させ、それらの安定性を脂質の構造と関連付けて考察するとともに、そこに特定のタンパクを埋め込んでタンパク特有の輸送機能の発現を評価することにより、細胞膜アナログとしての人工脂質の性能を評価している。本年度は、タンパクとして光合成関連タンパクを用い、人工脂質の膜タンパク機能に対する安定性への効果、プロトン蓄積能を明らかにした。フッ素導入効果については、炭素数18の炭化水素系脂肪酸の疎水部末端にパーフルオロオクチル基を導入したものを合成した。不飽和導入は二重結合（シス・トランス）と三重結合について行い、トランス体よりシス体、二重結合より三重結合の方が界面安定性を向上させる結果を得た。

2)については、光によって異性化する機能性分子デバイスとアクリル系モノマーを組み合わせ、様々な光応答性高分子を合成した。これらについて綿密・詳細な特性解析を行うことにより、高分子科学の面から極めて有益な知見を得ることができた。その特性に基づき、当該高分子によって機能性表面を作製し、その表面における細胞接着性を光によって局所的に遠隔操作することに成功した。材料表面における細胞の接着・脱着の制御は、東京女子医科大学の岡野らによる著名な研究があるものの、細胞を播種・培養した後に局所的に細胞の接着性を制御した例は世界でも初めてのことで、国際学会を含む複数の学会で注目され、高く評価されている。また、当該高分子を用いて、溶液の透過性を光制御するバルブ、光照射によって素早く形状が変化するゲル材料の開発に

成功し、来度はバイオチップへの応用検討に着手する予定である。

3)については、昨年度より某社と共同研究契約を継続中である。これまで当チームで開発を行ってきた独自の分離材料に加え、本年度は共同研究先が開発した基材に当チームの技術を組み合わせた新たな分離材料について検討を進めている。従来から検討してきた分離材料については、血管内皮の前駆細胞のマーカーを発現しているヒト血球系細胞を高い選択性で分離できることを示し、末梢血から特定の細胞を連続的に分離することができる「セルセパレーター」の開発への道を拓いた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 セルセンシング、セルマニピュレーション、機能性脂質、刺激応答性高分子材料、セルセパレーター

【テーマ題目7】 セルセパレーター（連続的細胞分離装置）の開発（運営費交付金）

【研究代表者】 金森 敏幸（バイオニクス研究センターバイオナノマテリアルチーム）

【研究担当者】 須丸 公雄、尹 富玉、山口麻奈絵、岡村 愛子（職員2名、他3名）

【研究内容】

本研究では、末梢血や臍帯血などから幹細胞など特定の細胞を選択的に、大量、連続的、低侵襲に分離することができるセルセパレーター（連続的細胞分離装置）への応用を目的とした細胞分離材料の開発を行っている。Polypropylene (PP) 不織布は空隙の大きさ、および単位体積あたりの繊維表面積が高いことから細胞分離に最適であると考えられる。この PP 不織布に、Poly(N-isopropylacrylamide) (PNIPAAm) をグラフト重合させることにより、下限臨界溶解温度 (LCST) 以上でこの不織布に目的細胞の抗原に特異的な抗体を疎水性結合により吸着させることにより目的細胞を選択的に捕捉させ、LCST 以下の温度で洗浄し不織布表面を親水性にすることにより細胞を回収できると考えた。本年度は、上記スキームを確認するため、当該 PP 不織布に低温プラズマ後重合法により PNIPAAm をグラフトする技術を確立した。次いで、モデル系として選んだ CD86発現細胞と CD80発現細胞を1:1で混合した細胞懸濁液から、どちらか一方を80%以上の濃度で取り出すことに成功した。この結果を元に、某企業と共同研究契約を締結し、特定の目的に用いるセルセパレーターの開発を開始した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗原抗体反応、ポリプロピレン不織布、セルセパレーター、選択的細胞分離×

【テーマ題目8】 次世代生体親和材料としての脂質ナノ構造体の開発（運営費交付金、外部資

金)

【研究代表者】高木 俊之 (バイオニクス研究センター
バイオナノマテリアルチーム)

【研究担当者】馬場 照彦、高井 克毅、亀田 光淑、
金森 敏幸 (職員2名、その他2名)

【研究内容】

本研究は、極限環境下を生き抜く古細菌の生体膜に見られる環状脂質をモデルとした人工環状脂質を構成分子とする様々な形態の脂質ナノ構造体を創製し、続いて詳細な構造解析を行うことで、タンパク質をはじめとする将来的に様々なバイオ分子を統合しうる「ナノバイオシステム化の場」の構築を行うことを主たる目的としている。

本年度は、古細菌の細胞膜を構築する脂質にヒントを得つつ、擬環状・メチル分岐鎖・チオール・フッ素・不飽和などをキーワードとして、計11種類の新規人工脂質を合成した。本研究では細胞と親和性の高い人工脂質の開発を主眼とし、将来的にはチップ上に脂質膜を構築させて細胞のセンシングとマニピュレーションへの応用を目指す。現時点では、その前段階として得られた人工脂質により平面膜あるいはベシクルを構成させ、それらの安定性を脂質の構造と関連付けて考察するとともに、そこに特定のタンパクを埋め込んでタンパク特有の輸送機能の発現を評価することにより、細胞膜アナログとしての人工脂質の性能を評価している。本年度は、タンパクとして光合成関連タンパクを用い、人工脂質の膜タンパク機能に対する安定性への効果、プロトン蓄積能を明らかにした。フッ素導入効果については、炭素数18の炭化水素系脂肪酸の疎水部末端にパーフルオロオクチル基を導入したものを合成した。不飽和導入は二重結合(シス・トランス)と三重結合について行い、トランス体よりシス体、二重結合より三重結合の方が界面安定性を向上させる結果を得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】古細菌、擬環状脂質、含フッ素脂質、人工脂質、膜タンパク質

【テーマ題目9】光応答性表面を用いたセルマニピュレーションシステムの開発 (運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】須丸 公雄 (バイオニクス研究センター
バイオナノマテリアルチーム)

【研究担当者】高木 俊之、枝廣 純一、亀田 光淑、
多田 裕一、金森 敏幸
(職員2名、その他3名)

【研究内容】

近年急速な進歩を遂げつつある細胞工学の研究分野において、従来にない形で細胞を解析し扱う手法の開発が強く求められている。こうしたニーズに応えるべく、高いスループットのバイオアッセイ、あるいは細胞機能の新たな解析を実現するための手段として、生細胞を培養

表面上で任意のパターンに沿う形で培養する技術(セルパターンニング)、中でも細胞ドメインを規則的に配列したセルアレイの開発が、ここ数年の間に盛んに行われるようになった。

このような状況において我々は、既に保有していた光応答性分子材料のシステム化技術を駆使して、対象に対して局所的(μm スケール)・即時的(secスケール)・非接触的に作用させることのできる光の特性を利用して細胞を並列的に操作する全く新しい細胞操作技術の着想を得た。これに基づき、本提案研究において光に応答し細胞接着性を可逆的に変化させられる材料表面(光応答性表面)の開発を行い、微小パターン照射系と組み合わせることで個々の培養細胞を高い自由度で思いのままに操作する技術の確立を試みた。

本年度は、光によって異性化する機能性分子デバイスとアクリル系モノマーを組み合わせ、様々な光応答性高分子を合成した。これらについて綿密・詳細な特性解析を行うことにより、高分子科学の面から極めて有益な知見を得ることができた。その特性に基づき、当該高分子によって機能性表面を作製し、その表面における細胞接着性を光によって局所的に遠隔操作することに成功した。材料表面における細胞の接着・脱着の制御は、東京女子医科大学の岡野らによる著名な研究があるものの、細胞を播種・培養した後に局所的に細胞の接着性を制御した例は世界でも初めてのことで、国際学会を含む複数の学会で注目され、高く評価されている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】刺激応答性高分子、セルマニピュレーション、光応答性表面、細胞接着性制御

③【ジーンファンクション研究センター】

(Gene Function Research Center)

(存続期間：2003. 9. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：多比良和誠

副研究センター長：上田 太郎

所在地：つくば中央第4事業所

人員：9 (8) 名

経費：156,862千円 (128,578千円)

概要：

研究目的

ヒトゲノムの概要配列が2001年に発表され、ヒトの遺伝子数は約2.5万であるとの報告も最近されましたが、このうち60%に及ぶ遺伝子は異なったスプライシングを受けるため発現するタンパク質の数は10～20万種類以上と言われています。これら個々の遺伝子の機能を調べるための従来の方法として当該遺伝子をノックアウト、あるいは病変など特定の形質を発現してい

る個体の遺伝子のポジショナルクローニングによる究明などが行われてきましたが、これには大変な労力と時間とを要しました。

本研究センターでは、こうした問題を解決するため独創性の高い基礎・応用研究を目指しています。外国の技術に頼りがちなバイオの分野でポストゲノム時代に通用する Made-in-Japan の独創性の高い基礎・応用技術を確立し、その有用性を実証します。

研究内容

現在、ベンチャー企業から公的機関までの多くの組織が、ポストゲノムを念頭に置いた遺伝子探索プロジェクトを進行させています。このような流れの中で、我々は独自に開発した RNAi ベクターを用いてヒト全遺伝子に対するノックダウン siRNA ライブラリーを作製し、様々な遺伝子を網羅的に同定するシステムを構築しています。

微量で有効な RNA 干渉はノックアウトのように2本の染色体上の双方の遺伝子を破壊する必要がないという特徴もあり、PCR のようにバイオの世界を変える強力な武器となりつつあります。siRNA 発現ベクターは個々の既知遺伝子の機能・役割（ジーンファンクション）の解明にも有用なツールとなりますが、逆に、着目する表現型変化に何らかの影響を与えている新規重要遺伝子を確実に同定できるので、経費や時間の大幅な短縮が可能になり、ポストゲノム時代の強力な遺伝子探索ツールになります。現在、siRNA 発現ベクターを用いて、細胞老化あるいは癌化といった細胞増殖に関連する疾患原因遺伝子や、細胞分化や運動等の重要現象に関わる新しい機能をもつ未知の遺伝子の機能解明とその利用に向けて邁進しています。

siRNA だけでなく、miRNA を含めた18-25塩基の小さな RNA は2002年、Science 誌の Breakthrough of the Year の第一位に輝いており、哺乳動物において200種類以上と予測されている miRNA の標的遺伝子の探索が、世界中でこれまでに類を見ない激しい競争下で行われています。miRNA はその標的となる mRNA と部分的にしか結合しないため、標的遺伝子の検索はとても困難であると考えられていますが、我々は、世界で初めて哺乳動物 miRNA の標的遺伝子を発見し、さらに、宝の山であるこれら哺乳動物 miRNA の中で、我々は既に60種類以上の miRNA に対するそれぞれの標的遺伝子を同定しています。

また我々は小さな RNA の新しいカテゴリーとして、ニューロン新生の運命決定を制御する新規の RNA を世界で初めて発見し、スモールモジュラトリーRNA (smRNA) と命名しました。この RNA は細胞の核内に存在しタンパク質の設計図が載っていない小さな RNA (non-coding RNA) でした。ノーベル賞受賞者の Phillip A. Sharp 教授も Nature 誌のレビューで smRNA を新規の重要な RNA の一つとして分類して

います。現在ジャンクと呼ばれる遺伝子領域に、これら有用な小さい RNA 多数含まれていると考えられ、これら未知の小さな RNA の解析も進めてゆきます。

このように、発現プロファイル工学、マイクロ RNA 工学、遺伝子サイレンシング工学などの独自のユニークな基盤技術を活かして、有用な遺伝子の機能（ジーンファンクション）を解明します。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業・研究領域「植物の機能と制御」「シロイヌナズナ転写因子の機能解析」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞の不死化に関与するテロメア結合タンパク質 TRF1の機能の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「従来型キネシン分子モーターの二足歩行モデルの直接検証」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 タンパク質機能解析・活用プロジェクト「ヒトの完全長 cDNA 等を利用したタンパク質機能解析 細胞レベルの機能解析 (siRNA を用いた機能解析)」

発表：誌上発表35 (26) 件、口頭発表99 (31) 件、その他5件

細胞増殖制御研究チーム

(Cell Proliferation Research Team)

研究チーム長：Renu Wadhwa

(つくば第4)

概要：

我々研究チームでは、細胞増殖が正常な条件から異常な条件まで様々な条件下でいかに調節されているかを理解することを主な目的としている。

正常な条件に関しては、特に生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。一方、異常な条件下での細胞増殖制御の研究では、ガンや様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。このような研究の中で、加齢のみに関与する新規な機能性遺伝子を厳密に識別することができれば、ガンの成長と発達がいかに調節されているかを理解し、新規のガン治療方法を開発することが可能になると考えられる。我々はこれらの目的のために、ランダムリボザイムライブラリーと siRNA ライブラリーを構築、使用している。また、目的遺伝子を異常発現させたり、特異的な siRNA を用いて遺伝子ノックダウンすることにより遺伝子機能の解明を行っている。

さらに我々は、小さな RNA である miRNA の解析を進め、新しいカテゴリーとして、smRNA を発見した。ジャンクと呼ばれる遺伝子領域に、これら有用な小さい RNA 多数含まれていると考えられるので、これら未知の小さな RNA の解析も進めている。

また我々は、p53発現調節を行う ARF 結合蛋白質を新規に単離し、CARF と名付けた。そして、細胞の老化・不死化・癌化経路において ARF と CARF が構造的・機能的にどのように関連しているか解明を進めている。また我々は、自然の源（植物エキス）が新規な抗ガン剤・対老化に対する薬として有用であることを明らかにした。

これらの研究により、老化とガンに対する効果的な治療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

研究テーマ：テーマ題目 1

生体運動研究チーム

(Bio-motility Research Team)

研究チーム長：廣瀬 恵子

(つくば中央第4)

概要：

生体運動は生命にとって必須の現象であり、これを研究することは、基礎生物学的にも臨床応用研究としてもきわめて重要である。われわれは、粘菌細胞をもちいた細胞生物学的手法、電子顕微鏡法による高分解能立体構造解析、一分子ナノ計測を含む生物物理学的手法、分子モーターや細胞を利用したナノテクノロジーなど多岐にわたる切り口から、蛋白質分子モーターをはじめとする、生体運動に関与する様々な分子の機能・構造解析を行うとともに、これらの分子を産業に応用することを目指した開発研究をおこなっている。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4、テーマ題目 5

植物遺伝子機能研究チーム

(Plant Gene Function Research Team)

研究チーム長：高木 優

(つくば中央第4)

概要：

植物機能の高度利用技術を開発するためには、関係する遺伝子の機能解明が必要不可欠である。しかし、植物のゲノムは、重複遺伝子が数多く存在し、また、主要な穀物や園芸植物の中には、ゲノムが複二倍性から構成されているものが数多くあり、それ故、遺伝子破壊や相補的な RNA の導入などの従来の方法では、遺伝子の機能解明が困難であることがわかってきた。このような植物遺伝子機能解明における重複遺伝子の困難さを克服するため、我々は強力な転写抑制因子由来の機能性ペプチドを任意の転写因子に付加し、本来

転写活性化因子であったものを強力なリプレッサーに機能変換して標的遺伝子の発現を抑制するという、キメラリプレッサーを用いた遺伝子サイレンシングシステム (CRES-T 法) を開発した。本グループの目標は、CRES-T 法を活用し、遺伝子の重複性の点から今まで不明であった植物転写因子の機能解析や有用遺伝子の同定をおこない、種々の機能性植物の創生など、産業的、農学的应用分野においても貢献できるより実践的な研究をおこなうことである。

研究テーマ：テーマ題目 6

遺伝子治療技術開発チーム

(Gene Therapeutics Research Team)

研究チーム長：中西 真人

(つくば中央第4)

概要：

当研究グループは、siRNA・miRNA・mRNA・Ribozyme などの機能性 RNA (あるいはこれらを作る鋳型となる核酸) を、生きている動物組織の細胞に直接導入し局所で発現させる基礎技術を開発し、その成果をさまざまな疾患の治療に応用することを目的にしている。研究手段としては、ウイルス・ファージなどの生物材料や遺伝子組換えで作成したペプチドを組み合わせたデリバリー機構と、その中に搭載する遺伝情報の研究を平行して行っている。また、この技術に応用するための標的として、ヒト細胞の寿命・不死化能を決定しているテロメアを介した染色体の安定化機構に注目し、テロメア配列結合因子 TRF1複合体の機能を明らかにして癌治療や再生医療に貢献することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 7、テーマ題目 8

[テーマ題目 1] 小さい RNA の作用機能解明とその応用

[研究代表者] Renu Wadhwa (ジーンファンクション研究センター細胞増殖制御研究チーム)

[研究担当者] Renu Wadhwa, Sunil Kaul,
吉成 幸一、藁科 知子
(職員4名、他25名)

[研究内容]

本研究テーマでは、siRNA や miRNA などの遺伝子発現制御機構を解明すると共に、これら小さい RNA を用いた技術を細胞増殖などメカニズム解明に利用することを目的としている。そして、正常な細胞増殖条件から異常な条件まで様々な条件下でいかに調節されているかを解明する。

ここで言う正常な条件には生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰を含んでおり、特に細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。また異常な条件下での細胞増殖

制御の研究では、ガンや様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。このような研究の中で加齢にのみに関与する新規な機能性遺伝子を厳密に識別することができれば、ガンの成長と発達がいかに調節されているかを理解し、新規のガン治療方法を開発することが可能になると考えられる。我々はこれらの目的のためにランダムリボザイムライブラリーと siRNA ライブラリーを使用している。また、目的遺伝子を異常発現させたり、特異的な siRNA を用いて遺伝子ノックアウトすることにより遺伝子機能の解明を行っている。

siRNA を用いた研究では特にヒトの遺伝子全てに対するノックダウン siRNA ライブラリーを作製し、ガンや HIV など、様々な疾患に関連する遺伝子、あるいは細胞分化等の様々な生物現象に関わる機能遺伝子を網羅的に同定するシステムの構築を行っている。本技術によって作製した siRNA ライブラリーを用いたスクリーニングシステムでは、短期間で数多くの新規機能遺伝子の同定が行えると予想される。本研究において構築する siRNA 発現ベクターはライブラリーとして用いるのでターゲットとする mRNA 配列を効率よく切断する必要がある。しかし、実際には抑制効果が50%以上得られる配列は全体の1割しかないとも言われている。そのため、構築した siRNA 発現ベクターが実際に遺伝子抑制効果を示さない可能性もある。そこで我々は siRNA の効率的ターゲット配列を予測することが可能なアルゴリズムを開発しているが、さらに siRNA の活性データを用いることでアルゴリズムのパラメータを最適化し70%以上の切断活性を有する siRNA の配列を相関係数0.7以上の精度で予測できるように改良することに成功した。ライブラリーを用いたアポトーシス関連遺伝子の解析では、新規の知見がたくさん得られており、本研究で作成しているライブラリーの有効性を示した。そこで、改良したアルゴリズムを用いて siRNA のターゲットとしてアポトーシス関連遺伝子、キナーゼ、フォスファターゼ遺伝子などのライブラリーを構築した。そして、アポトーシス関連遺伝子のライブラリーを中心に関連遺伝子機能の網羅的な解析中である。

また我々は小さな RNA の新しいカテゴリーとして、ニューロン新生の運命決定を制御する新規の RNA を世界で初めて発見し、スモールモジュラトリーRNA (smRNA) と命名した。この RNA は、細胞の核内に存在し、タンパク質の設計図が載っていない小さな RNA (non-coding RNA) であった。現在ジャンクと呼ばれる遺伝子領域に、これら有用な小さい RNA 多数含まれていると考えられ、これら未知の小さな RNA の解析も進めている。

さらに本研究テーマでは、自然の源 (植物エキス) が新規な抗ガン剤・対老化に対する薬として有用であることを明らかにした。

これらの研究により、老化とガンに対する効果的な治

療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] siRNA、miRNA、smRNA、リボザイム、老化、ガン

[テーマ題目2] 細胞運動制御機構の解明

[研究代表者] 上田 太郎 (ジーンファンクション研究センター)

[研究担当者] 上田 太郎、長崎 晃、浅野由香子、金田 雅充、小野 雄二 (職員1名、他4名)

[研究内容]

細胞運動や細胞質分裂は、細胞増殖にとって必須のプロセスであり、それらの分子機構の理解は、基礎生物学的にも医学的にもきわめて重要な意義をもつ。しかしヒトをはじめとする高等動物細胞は構造が複雑でゲノムも大きく、細胞運動現象の基礎的理解を目指した研究対象としては不適切である。やそこでわれわれは、高等動物細胞とよく似た運動や分裂様式をもちながら、ゲノムや構造が単純で分子遺伝学的解析に適している細胞性粘菌をモデル実験系として基礎的理解を進め、得られた知見を高等動物細胞にフィードバックするという方針で研究を進めている。

1) アメーバ運動の機構解明。高等動物のケラトサイトは、半円形の形状を保ったまま一方方向性の運動を安定に行うため、高等動物細胞のアメーバ運動やガン細胞の転移性に関する細胞生物学的実験系として盛んに用いられているが、分子遺伝学的手法が適用できないため、運動の分子機構に関する研究は停滞を余儀なくされていた。一方最近、*amiB*-変異をもった細胞性粘菌が、ケラトサイトとよく似た運動様式を示すことが明らかにされた。そこでわれわれは、*amiB*-細胞性粘菌細胞をモデル実験系とした研究を進め、ケラトサイト運動の分子機構を解明できないかと考えた。

本年度はそのための第一歩として、*amiB*-変異細胞の運動様式を詳細に解析し、これが実際にケラトサイトとよく似ており、モデル実験系として利用できることを確立した。

今後は、*amiB*-変異細胞に変異処理を行い、ケラトサイト運動やガン細胞転移に関与すると考えられる遺伝子を網羅的に単離、解析する予定である。

2) 細胞質分裂機構の解明。真核細胞は、核分裂に引き続き起こる細胞質分裂により細胞質を分離し、細胞分裂を完結する。ウニ卵の細胞質分裂は、細胞骨格の構成因子であるアクチン繊維とミオシン-II からなる収縮環が細胞赤道面に形成され、収縮環の収縮により細胞膜を絞るようにして細胞質が分離するのだと説明されてきた (巾着機構)。そして、この巾着機構が酵母や粘菌といった下等な真核生物から高等動物細胞まで

広く保存された細胞質分裂の分子メカニズムであると考えられてきた。

ところが、細胞性粘菌のミオシン-II 欠損株は、浮遊培養環境では分裂できないのに対し、基質に接着した状態では、両極がそれぞれ反対方向にアメーバ運動することにより細胞中央領域を受動的に収縮させ効率的に2つの娘細胞に分裂することをみいだした。そして、巾着機構を cytokinesis A、基質接着に依存した機構を cytokinesis B とよび、さらに従来から知られていた、細胞周期とは共役しない分裂機構を cytokinesis C とよぶことを提唱した。

今年度はさらに、分裂中の細胞の赤道付近から走化性の誘引物質が分泌され周囲の間期細胞がこれに向かって走化性運動を行い、二つの娘細胞を物理的に分離させるといふ、第4の細胞質分裂機構があることを発見した (cytokinesis D)。

今後は、細胞性粘菌を使って発見されたこれら新規細胞質分裂機構が、他の生物、特に高等動物体細胞にも存在するか否かの検討を進めていく予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アメーバ運動、ガン転移、細胞質分裂、細胞増殖、走化性。

【テーマ題目3】 蛋白質分子モーターの構造・機能研究

【研究代表者】 廣瀬 恵子 (ジーンファンクション研究センター生体運動研究チーム)

【研究担当者】 廣瀬 恵子、加世田国与士、秋丸恵理佳 (職員1名、他2名)

【研究内容】

キネシンはタンパク質分子モーターの一種であり、ATP を加水分解して生じる化学エネルギーを利用して生体細胞内のタンパク質繊維である微小管に沿った一方向運動をおこなう。モーター機能をもつ「頭部」はわずか数ナノメートルであり、高いエネルギー変換効率をもつため、ナノアクチュエータとしての応用も期待されている。キネシンファミリーに属する分子の多くは二つの頭部をもつ二量体である。いわゆる従来型のキネシンは、微小管上を1 μm の距離、連続的に運動することができるが、このとき8nm の階段状の変位 (ステップ) を繰り返して進むことがわかっている。8nm は微小管を構成するチューブリン分子の間隔であることから、キネシンは二つの頭部を二本足のよう交互にもちいて、チューブリンの飛び石の上を歩くようにして進むという Hand-over-Hand モデルが提唱され、広く信じられていたが、このモデルの真偽は明らかでなかった。我々は、片方の頭部を活性の低い変異体にしたヘテロダイマーキネシンを作成し、その運動を高感度の一分子計測技術で測定することにより、このモデルを検証することを目的とした研究をおこなった。もしキネシンが二頭を交互に使っていれば遅い8nm ステップと通常の8nm ステップ

が交互に見えるはずだと考えたのである。

このような交互のステップを観察可能にするためには、片方の頭部の活性が野生型と比較して充分低く、しかも微小管上を連続的に運動できるヘテロダイマーキネシンが必要である。本年度はキネシンのヌクレオチド結合部位に変異を入れた変異体を数種類作成し、その運動活性を測定した。運動活性が充分低い変異体について、野生型とのヘテロダイマーを作成し、光ピンセット法をもちいて運動特性を測定した結果、微小管上を連続的に運動して十分な力を発生するヘテロダイマーを得ることができた。一分子のヘテロダイマーによるビーズの動きを詳しく解析した結果、この分子の8nm ステップの時間間隔が長短、交互になっていることがわかった。この結果は、hand-over-hand model を世界で初めて直接証明したものである。

さらに我々は、キネシン分子の運動メカニズムに関する構造学的研究を行っている。キネシン分子が微小管に沿った運動は、キネシンが微小管結合、ATP 加水分解に伴って構造を変化させることによって起こると考えられる。現在、キネシン頭部、および、微小管を構成するチューブリン分子の構造は2-3.5 \AA の高分解能で知られているが、キネシンが微小管に結合したときの構造および、その ATP 加水分解に伴う変化については、30 \AA 程度の低分解能でしかわかっていない。そこで我々は、高性能の低温電子顕微鏡システムをもちい、試料作製法、画像解析法に工夫を重ねることにより、キネシン・微小管複合体の立体構造を高分解能で得ることを目的とした研究を継続している。本年度は、微小管の立体構造および、キネシンの一種である Kar3 を ATP 加水分解中の異なるステップに対応すると考えられる3状態で結合した微小管の立体構造を、12-15 \AA の分解能で得ることに成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞運動、分子モーター

【テーマ題目4】 蛋白質分子モーターの産業的応用に関する研究 (分野戦略実現のための予算・ライフサイエンス分野「運動蛋白質を用いたナノバイオマシンの構築」および科学技術振興調整費「産総研 ナノバイオ分野人材養成ユニット」予算により、人間系特別研究体ほか複数ユニットと共同研究)

【研究代表者】 上田 太郎 (ジーンファンクション研究センター)

【研究担当者】 上田 太郎、平塚 祐一、米倉 恒 (職員1名、他2名)

【研究内容】

タンパク質分子モーターは、単分子または少数分子の複合体がモーターとして機能し、個々のモーターが大変

小さい (5nm~25nm) 一方、蛋白質の一般的性質としてかなり大きな構造を自己組織的に組み上げるポテンシャルをもつ。さらに、大量生産が可能で、蛋白質工学的な性能改変の余地があるなど、人工モーターにはないさまざまな特徴がある。そこでこれらをひとつの部品と見なし、マイクロマシンなどの微小空間の駆動素子 (ナノアクチュエーター) として利用しよう、という応用研究が世界中で始まりつつある。われわれも、リソグラフィ技術を応用したトラック形状を工夫することで、基板上における微小管の一次元一方向性運動を実現し、キネシン・微小管系を微小輸送系として使うために不可欠なブレークスルーを達成した (Hiratsuka ら、2001)。

しかし精製したタンパク質は生体外では不安定であり、容易に不可逆的に変性してしまうほか、個々のタンパク質を組み合わせる複雑なシステムを組み上げる方法論も確立しておらず、キネシン・微小管系を産業的に利用するためには今後さまざまな技術開発が必要になる。一方、ある種の細菌やアメーバ細胞は人工的な環境下でも活発な運動性を示す。もしこれらの細胞の運動を人工的に制御できるようになれば、自己複製能、自己修復能をもった運動素子、輸送素子を比較的容易に実現できる可能性がある。また、それらを遺伝子工学的に操作することにより、付加機能を内部プログラム化して大量生産することも夢ではない。われわれは、こうした観点から *Mycoplasma mobile* とよばれる滑走細菌に着目した。*Mycoplasma* 細胞は、ガラスやプラスチックなどの多くの人工的基質に接着し、高速 (3 $\mu\text{m/s}$; 普通の微小管キネシン系は1 $\mu\text{m/s}$) で連続的に運動するという特徴がある。また *Mycoplasma* の運動のエネルギー源はグルコースであり、この点でも ATP を必要とする微小管キネシン系より扱いやすい。

本年度はまず、さまざまパターン上での *Mycoplasma* の運動様式を観察・検討したところ、*Mycoplasma* は、基板上に作られた壁に沿って動く性質があり、壁がカーブしていてもカーブに沿って運動できるが、カーブの曲率半径が0.2 μm 以下になると、カーブにそえずに直進してしまうことなどが明らかとなった。われわれは *Mycoplasma* のこうした性質を利用して、*Mycoplasma* 細胞を一次元一方向運動させるパターンや、二つの領域間で密度勾配に逆らった能動輸送を行うパターンを考案し、これらが効率よく機能することを実証した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ナノバイオテクノロジー、ナノアクチュエーター、自己複製、滑走細菌

【テーマ題目5】ステルス細胞の開発研究

【研究代表者】上田 太郎 (ジーンファンクション研究センター)

【研究担当者】上田 太郎、北山智華子
(職員1名、他1名)

【研究内容】

患者体内を自在に動き回ることができる自立走行型の医療用マイクロマシンが実用化されれば、現状では夢物語に過ぎないさまざまな可能性が現実的なものとなる。古い例では「ミクロの決死圏」的な応用も考えられるだろうし、ガン細胞を攻撃する免疫療法での応用、成長ホルモンなどを恒常的に分泌させる等の応用も考えられる。あるいは医療用ナノバイオテクノロジーのベースとしての利用も考えられるし、細胞治療的な見地からも、大量生産とストックが可能なユニバーサルな細胞系に転換できれば、劇的なコスト削減と需要に応じた迅速な供給が可能になるに違いない。しかし現状の精密機械工学では、そうしたマイクロマシンを低コストで大量生産できる見通しはなく、また材料の生体適合性についても課題が山積している。そこでわれわれは、ヒト細胞ベースの自立走行型医療用マイクロマシンを開発しようと考えている。ユニバーサルな細胞株を出発材料とし、これにさまざまな遺伝子工学的改変を加えることで新機能を付与して自己複製能をもったマイクロマシンとし、不特定多数の患者の体内に移植投与する、という考え方である。一方、ユニバーサルな細胞を利用すると、免疫学的な拒絶反応が深刻な問題となる。この問題を解決するため、われわれは、宿主 (患者) の免疫系からは「見えない」ステルス細胞株の開発を試みることにした。これは、概念的には誰にでも移植できる O 型赤血球に近いが、赤血球は無核のため培養増殖ができず、機能的な発展性も限られている。これに対してステルス細胞は、実験室内で大量培養可能で、遺伝子改変操作により新機能付与ができる O 型赤血球のイメージである。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】拒絶反応、細胞治療、自立走行型医療用マイクロマシン

【テーマ題目6】植物遺伝子の機能解析 (戦略的創造研究推進事業・研究領域「植物の機能と制御」)

【研究代表者】高木 優 (ジーンファンクション研究センター植物遺伝子機能研究チーム)

【研究担当者】高木 優、平津圭一郎、松井 恭子、
小山 智嗣、光田 展隆
(職員2名、他3名)

【研究内容】

これまでの進展状況および成果

シロイヌナズナにおける CRES-T 法を用いた有用形質の探索をおこなうため、キメラリプレッサー発現植物体ライブラリーの作成を以下の手順で進めている。

- 1) シロイヌナズナ転写因子 cDNA の収集
- 2) キメラリプレッサーの発現ベクターの構築
- 3) シロイヌナズナ形質転換体の作成およびライブラリーの作成

4) 有用形質のスクリーニング

個々の進展概況

1) シロイヌナズナ転写因子 cDNA の収集

シロイヌナズナゲノムには、転写因子をコードしていると考えられている遺伝子が約2000個存在する。それらの内、1500個の cDNA を理研 BRC およびアラビドプシスリソースセンターより入手した。残り500個の単離されていない転写因子をリストアップし、それらの cDNA の単離を理化学研究所植物分子生物学研究室と共同で開始した。

2) キメラリプレッサーの発現ベクターの構築

リプレッションドメインとプロモーターを有し、**gate way** システムで植物発現用ベクターに組み換えることが可能なキメラリプレッサー機能変換用カセットベクターの作成をおこなった。入手した cDNA を鋳型として、対応するプライマーを用いて転写因子のコード領域を増幅し、得られた DNA 断片をカセットベクター挿入し、さらにそれらのキメラ遺伝子を **gate way** システムで植物発現用ベクターに組換え作業を順次遂行する。

3) シロイヌナズナ形質転換体の作成およびライブラリーの作成

作成したキメラ遺伝子でシロイヌナズナを形質転換し、転写因子に対するキメラリプレッサーを個々に発現する形質転換体の作成をおこなっている。キメラリプレッサーベクターで形質転換したアグロバクテリアをシロイヌナズナに感染させ、得られた種子を選択培地で生育し、それぞれ各転写因子につき25個体以上の T1植物体を単離した。さらにそれらを育成し、個別に T2世代の植物体を得て、これらを解析に用いている。

4) 有用形質のスクリーニング

個々のキメラリプレッサーを発現する植物体について、

- A. 生長に変異が見られるもの、
- B. 形態に変異が見られるもの、
- C. 代謝に変異がみられるもの、

の3項目にわけ、さらにその項目について詳細な観察および解析をおこなった。

また、プールしてある形質転換体の種子を混合育成し、それらの中からストレス応答性および植物ホルモン感受性に特徴がある形質転換植物の単離をおこなった。

これまでにキメラリプレッサーによって誘導された形質として以下のものが上げられる。

A. 生長に関するもの

開花遅延、早咲き、生長の遅延、日照時間感受性異常、分裂組織の異常。

B. 形態に関するもの

雄蕊未形成（雄性不稔）、雌蕊・雄蕊未形成（完全不稔）、花卉の数が多・少ないもの。ト

リコームが形成されないもの。ロゼット葉の数が多・少ないもの、大きく伸びるもの、ギザギザになるもの。主根が短くなるもの、側根が多くなるもの。花茎が伸びるもの、分岐が多いもの。葯が裂開しないもの。種子が大きくなったもの。分裂組織が形成されないもの。

C. 代謝に変異の見られるもの

アントシアニン、タンニンの生合成が抑制されたもの。リグニンの合成が抑制されたもの。種子で脂質含量が多いもの。植物ホルモン（オーキシン、エチレン）非感受性。高塩（150mM）耐性。高濃度グルコース（6%）耐性。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 植物、遺伝子機能

【テーマ題目7】 生きている動物に応用可能な新規遺伝子導入・発現系の開発

【研究代表者】 中西 真人（ジーンファンクション研究センター遺伝子治療技術開発チーム）

【研究担当者】 中西 真人、瀬川 宏知、西村 健、江口 暁子（職員1名、他3名）

【研究内容】

当研究課題では、siRNA・miRNA・mRNA・Ribozymeなどの機能性 RNA（あるいはこれらを作る鋳型となる核酸）を、生きている動物組織の細胞に直接導入し局所で発現させる基礎技術を開発し、その成果をさまざまな疾患の治療に応用することを目的にしている。平成15年度は、大きく分けて、1) センダイウイルスを材料とした膜融合リポソームの開発と遺伝子デリバリー機構の解明、2) 大腸菌ラムダファージをベースにしたペプチド・ディスプレイシステムの Polyplex モデルとしての応用、3) 細胞内で安定に存在し持続的に遺伝子発現をする新しい RNA レプリコンの開発を行った。1) においては、T7 RNA ポリメラーゼを発現している細胞のモノクローナル抗体を使った樹立法の確立と、膜融合リポソームによる T7 RNA ポリメラーゼ発現細胞への siRNA 作成鋳型 DNA 導入の基礎条件の検討を行った。また、膜融合リポソームやセンダイウイルスの遺伝子導入特異性を決定している、膜融合に必須な細胞側因子のクローニングのための基礎条件（ヒト cDNA ライブラリーを組み込んだレトロウイルスベクターの調製・センダイウイルスに対するレセプター（シアル酸）を持っているにもかかわらず膜融合できない B 細胞系の株細胞の検索と性状解析・FACS を使ったセンダイウイルス感受性細胞の分離条件）の検討を進めた。2) においては、頭部（直径55nm）の表面に SV40・T 抗原由来の核移行シグナル SVLT32を発現させたラムダファージをベースに、SVLT32の置換変異体を多数作成し、細胞質にマイクロインジェクションしたファージ粒子の核移行活性と細胞質のキャリアータンパク質である importin との

結合を指標に、ナノ粒子を核に標的化するために必要な核移行シグナルの最適化を行った。核移行アッセイの有効性を電子顕微鏡観察の結果、直径55nmの粒子がそのまま核内に移行していることが確認できた。さらにSVLT32変異体の解析から、ナノ粒子を核に標的化するためには単に最小核移行シグナル（minimum NLS, PKKKRKV）を粒子表面に提示するだけではだめで、そのN末端側とC末端側に至適な構造が必要であることがわかった。この結果は、ふつうのタンパク質を使った核移行アッセイでは見いだすことができなかった新知見である。3）においては、細胞質に安定に存在するRNAを使った遺伝子発現系を構築するため、細胞と共存しながら遺伝子発現を行う（持続感染）センダイウイルス変異株 cl. 151のゲノムRNA全長のクローニングを行い、その全塩基配列を決定した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 センダイウイルス、ラムダファージ、核移行

【テーマ題目8】 テロメア配列結合因子 TRF1によるヒト細胞の寿命決定機構の解明

【研究代表者】 中西 真人（ジーンファンクション研究センター遺伝子治療技術開発チーム）

【研究担当者】 中西 真人、岡部 潤
（職員1名、他1名）

【研究内容】

分化したヒト体細胞は、分裂可能な回数が決まっている。これを細胞寿命という。例えば、胎児から単離した線維芽細胞は比較的長い寿命を持っているが、それでも50回から70回の細胞分裂後に増殖が停止し、ガラクトシダーゼなど老化のマーカーを発現してやがて死に至る。この細胞寿命は遺伝的に厳密に制御されており、これが破綻して無限の細胞寿命を持った細胞が癌であると理解されている。そのため、細胞寿命の決定機構とその破綻のメカニズムを理解することは、癌の予防と治療の両面から大きな意味を持っている。また、再生医療では最終目標を胚性幹細胞（ES細胞）から臓器を作ることにおいているが、胚性幹細胞が無限の寿命を持っているのに対し、最終分化した組織の細胞は有限寿命にしておかないと癌化の可能性が高い。このため、細胞寿命の決定機構の解明とその人工的調節は、再生医療の安全性を確保するためにも必須である。ヒト細胞の寿命を調節する機構として最も有力なのが、染色体末端のテロメアを介した寿命の決定機構である。ヒト染色体の末端にあるテロメアは（TTAGGG） n という単純な繰り返し構造を持つDNA（テロメアDNA）とそれに結合するテロメア配列結合タンパク質 TRF1、TRF2からできている。テロメアが細胞寿命と深く関わっていることを示唆するデータは、1）不死化している癌細胞や幹細胞は例外なくテロメア配列を伸長する機構（テロメラーゼという酵素

や組換えによるALTという伸長メカニズム）を持っている、2）線維芽細胞のテロメア配列の長さは細胞分裂のたびに短くなり、約5キロ塩基対になったところで増殖が停止する、の2つがある。一方で、寿命を持たない癌細胞の多くは非常に短いテロメア配列を持つことから、テロメア配列の長さが単純に細胞の寿命を決定しているわけではないことも明らかである。我々のこれまでの研究から、テロメア配列結合因子の一つTRF1の細胞内の量がテロメア構造の維持を決定する因子であることが明らかになっていた（Okabe, et al., 2000）。本年度は、TRF1と細胞の不死化の関係を解析し、不死化している細胞では例外なくTRF1の発現量が上昇していること、また、正常線維芽細胞をさまざまな方法（発癌遺伝子の強制発現・放射線・発ガンウイルスによる形質転換）で不死化するとテロメラーゼの誘導の有無にかかわらず必ずTRF1が誘導されてくることを見いだした。これらの事実は、TRF1の寿命の調節と直接的に関わっていることを示唆している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 テロメア、細胞寿命、癌化

2) 研究部門

①【計測標準研究部門】

(Metrology Institute of Japan)

(存続期間：2001.4.1.～)

研究部門長：小野 晃

副研究部門長：小柳 正男、田中 充、松本 弘一、
千葉 光一

総括研究員：岡本 研作、田中 健一、大嶋 新一、
小池 昌義、倉橋 正保、吉田 春雄、
三木 幸信

所在地：つくば中央第3、第2、第5、つくば北、
関西センター大阪扇町サイト

人員：230 (227) 名

経費：2,873,560千円 (2,040,261千円)

概要：

計量標準及び法定計量

第一期の目標：

(A) 計量の標準

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

(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

(2) 特定計量器の基準適合性評価

(3) 次世代計量標準の開発

- (4) 国際計量システムの構築
- (5) 計量の教習と人材の育成
- (B) 革新的基盤的技術の涵養
- 多分野にまたがる共通基盤技術である計測分析技術について、先導的、先進的に研究開発を進める。
- 研究業務の方向付け
- (A) 標準整備計画に基づき、信頼される計量標準を早期に供給開始する。
- (B) 計量標準の確実かつ継続的な供給体制を構築する。
- (C) 国際協力のもと、計量標準・法定計量の国際相互承認を進める。
- (D) 計量標準と計測分析技術において世界をリードする研究成果を挙げる。
-
- 外部資金：
- 独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「複合即発ガンマ線検出器システムの性能試験および評価」
- 財団法人防衛技術協会「3次元計測装置のトレサビリティに関する研究」
- 財団法人丸文研究交流財団 国際交流助成
「Development and evaluation of an electron-ion coincidence analyzer using a compact polar-angle-resolved time-of-flight ion mass spectrometer with four concentric anodes」
- 財団法人化学・バイオつくば財団 国際研究集会発表参加旅費助成「高純度基準物質の開発に関する研究」
- 経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「顕微光電子分光法による材料・デバイスの高度分析評価技術に関する研究／顕微光電子分光基盤技術の研究／光電子スペクトル高度解析技術の研究」
- 経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「ブロードバンド光シンセサイザの開発／光シンセサイザ技術に関する研究／高品位パルスレーザ技術に関する研究「コムを作る」／高品位フェムト秒光コムの研究」
- 経済産業省 原子力試験研究委託費「原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究」
- 経済産業省 原子力試験研究委託費「原子力構造材の遠隔検査技術に関する研究」
- 経済産業省 原子力試験研究委託費「低エネルギーX線精密回折分光技術の開発」
- 経済産業省 原子力試験研究委託費「先端領域放射線標準の確立とその高度化に関する研究」
- 経済産業省 原子力試験研究委託費「RI 廃棄物のクリアランスレベル検認技術の確立に関する研究」
- 経済産業省 原子力試験研究委託費「マルチコンポジットマテリアルの最適化と構造・特性評価」
- 経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「標準ガス希釈装置の信頼性向上に関する研究」
- 経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「自動車排ガス現場計測用超音波流量計の実用化に関する研究」
- 経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）／磁性吸着剤の用途開発」
- 経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）／光パルス加熱サーモリフレクタンズ法薄膜熱物性測定装置の実用化」
- 経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）／ナノ硬さ試験機の高度化支援」
- 経済産業省 標準課 産業技術研究開発委託費「産業技術研究開発委託費（歯車のナノレベル形状評価のための計測器の校正原理及びその原理に基づく校正方法の研究とその標準化）」
- 文部科学省 科学研究費補助金「エネルギー分散型回折による結晶構造解析システムの研究」
- 文部科学省 科学研究費補助金「都市圏における人為起源元素の分別分析と多元素相関解析」
- 文部科学省 科学研究費補助金「分子イオンの振動励起にみる光イオン化における断熱近似の破れ」
- 大阪大学 科学技術振興費「高温金属溶融物性に関する文献データの検証及び取得物性データのデータベース化」
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術） ナノ計測基盤技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテクノロジープログラム／ナノ加工・計測技術／3D ナノメートル評価用標準物質創成技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「計量器校正情報システムの研究開発 計量器校正情報システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素安全利用等基盤技術開発／水素インフラに関する研究開発／充てん機用流量計の開発」

発 表：誌上発表237 (182) 件、口頭発表618 (155) 件、その他261件

時間周波数科

(Metrology Institute of Japan, Time and Frequency Division)

時間周波数科長：大嶋 新一

(つくば中央第3)

概 要：

時間周波数標準及び光周波数波長標準は、計測標準の中で最もファンダメンタルで精度の高い物理標準であり、当該標準の研究を持続・発展させることは、我が国の産業・科学技術の高度化の上で極めて重要である。これらの達成に不可欠の、高精度標準の息の長い開発と、これに立脚した信頼性の高い標準供給の展開を行うことが、長期目的である。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

長さ計測科

(Metrology Institute of Japan, Lengths and Dimensions Division)

研究科長：松本 弘一

(つくば中央第3)

概 要：

長さ・幾何学量の標準供給は、産業・科学技術の要であり、大きな期待が寄せられている。この場合、高精度な上位の標準から、下位の幅広い標準まで求められる。この達成には信頼性の高い長さ測定技術の開発が不可欠となっている。当科では、既に JCSS が整備されている6量に加えて、平成16年度までに産業界から求められ、また国際比較などが求められている長さや幾何学量に関して15量の標準の確立とそれらの供給体制の整備を行った。この場合、民間との連携によって、階層構造に基づく我が国のトレーサビリティ体系を構築した。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

力学計測科

(Metrology Institute of Japan, Mechanical Metrology Division)

研究科長：大岩 彰

(つくば中央第3)

概 要：

当力学計測科の活動は、質量、力、トルク、重力加速度、圧力、真空の各量にわたる。各量において、標準から現場計測までのトレーサビリティの道筋を確保することが主たるミッションである。質量においては、標準分銅から質量計へ、力においては、力標準機／力計から試験機へ、圧力／真空においては圧力／真空標準器から圧力計／真空計へと現場計測器に繋がるトレーサビリティを実現する。当科においては既に、質量（分銅の校正）、質量計、力（力計の校正）、試験機、圧力（圧力標準器の校正）、圧力計について JCSS 認定が整備されている。また、新たな量としてトルク標準、真空計を標準供給に繋げた。これらの供給業務に加え技術開発については、超高圧標準、低圧標準、リーク標準、及び安定な質量 artifact の研究開発を進めた。品質管理については、計量標準供給及び法定計量に係わる試験検査業務の品質管理文書の整備を進め、大質量、圧力及び真空において ASNITE ピアレビューを実施し、品質管理体制を整備した。外部協力としては、Jcss 認定制度に対して、標準供給及び認定審査への審査員派遣、質量、力、圧力の各技術分科会の運営などの協力を行った。また、ISO、OIML 等の技術規格文書の作成への協力を行った。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9

音響振動科

(Metrology Institute of Japan, Acoustics and Vibration Metrology Division)

研究科長：佐藤 宗純

(つくば中央第3)

概 要：

音響、超音波、振動、強度の標準は、環境、医療、機械診断、材料評価など広い分野にわたって必要とされており、その重要性も増している。JCSS 体制の構築、整備を出口とする研究を行うことで、主要量について世界的なレベルに到達し、先導することが当科の急務である。

JCSS 告知した音響標準、振動加速度標準及び硬さ標準については、標準供給体制を整備するとともに、その範囲の拡大、不確かさの低減および新しい標準器の開発をめざす。超音波標準は超音波パワーと超音波音圧の校正技術の開発研究を通して、早急に供給体制の確立を目指す。材料強度の標準、固体材料の特性評価を目的とする研究を実施する。また、産業技術の高

度化に応じて、従来にない先進的な標準開発を進める。
研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目14

温度湿度科

(Metrology Institute of Japan, Temperature and Humidity Division)

研究科長：三木 幸信

(つくば中央第3)

概要：

温度・湿度の計測は、最先端の科学やハイテク産業から、通商、環境、安全、人の健康を支える活動、日常生活に至るまでほとんどあらゆる場面で必要とされ、その標準供給体制の整備は急務である。現行の標準供給の種類、範囲を国際的同等性及び技術上のニーズに応じて拡大するために、設備・体制を整え、標準の設定・維持・供給に必要な研究開発及び関連の計測技術の研究を行う。さらに、国際温度目盛（ITS-90）改正への提案などの国際的寄与をめざし、基礎的な研究開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目21、テーマ題目22、テーマ題目23、テーマ題目24、テーマ題目25

流量計測科

(Metrology Institute of Japan, Fluid Flow Division)

研究科長：高本 正樹

(つくば中央第3)

概要：

流量計を用いた石油や天然ガス等の取引は、経済産業活動の中でも最も大きな取引であり、また、水道メータ、ガソリン計量器等の流量計は国民生活に最も密接している計量器の一つである。さらに、最新の半導体製造技術、公害計測技術、医療技術等の先端技術分野や環境・医療技術分野においてもより困難な状況下での高精度の流量計測技術が求められている。当科では、これら広範な分野で必要な流量の標準を開発し、その供給体制の整備を進める。既に JCSS が整備されている気体小流量、気体中流量、液体大流量、気体中流速、微風速、および依頼試験による標準供給を行っている体積に加え、平成16年度までに液体中流量、石油大流量の標準確立と供給体制の整備を目指す。また、移転標準器等の高精度流量計測技術の開発も行い、産業の基盤整備に寄与する。

さらに、計量法に基づき法定計量業務を適切に遂行すると共に、実施する試験業務に関する品質システムを整備する。また、要素型式承認等の型式承認試験技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目

28、テーマ題目29

物性統計科

(Metrology Institute of Japan, Material Properties and Metrological Statistics Division)

研究科長：馬場 哲也

(つくば中央第3)

概要：

エネルギー、石油化学産業等で求められる密度、粘度の標準、エネルギー分野、エレクトロニクス産業、素材産業等で求められる熱物性の計測技術と標準物質、半導体や材料産業等で求められる微粒子や粉体の計測技術と標準物質の開発、供給を行う。これらの標準に関する技術は、密度におけるアボガドロ定数の決定、粘度の世界的な標準の確立に寄与するものである。また開発された熱物性計測技術と標準物質を礎として得られる信頼性の高い熱物性データを、分散型熱物性データベースに収録しインターネットを介して広く供給する。

研究テーマ：テーマ題目30、テーマ題目31、テーマ題目32、テーマ題目33、テーマ題目34、テーマ題目35、テーマ題目36、テーマ題目37

電磁気計測科

(National Metrology Institute of Japan, Electricity and Magnetism Division)

研究科長：吉田 春雄

(つくば中央第2)

概要：

電気標準のうち直流・低周波分野を担当。①直流電圧・抵抗標準、インピーダンス標準の研究開発と供給、② 交流電流比標準、交流電力、交直（AC/DC）変換標準の研究開発と供給

研究テーマ：テーマ題目38、テーマ題目39

電磁波計測科

(Metrology Institute of Japan, Electromagnetic Waves Division)

研究科長：井上 武海

(つくば中央第3)

概要：

高周波・電磁界標準、レーザー標準および光放射標準の高周波から光までの電磁波を対象とし、高周波電圧、電力、減衰量、インピーダンス、雑音、各種アンテナ、電界・磁界、レーザーパワー、光度、全光束、照度、分光放射照度、分光応答度および分光反射率等の標準に関し、未確立のものについて、精密計測と校正技術の研究・開発を実施した。すでに確立され標準を供給している量についても、範囲の拡大および校正の不確かさと信頼性を向上するための研究を推進し、標準供給

とトレーサビリティの整備の推進ならびに維持・供給を行った。研究・開発の進展は、新規に標準供給を開始した2GHz-18GHz 雑音温度標準の JCSS 校正、4-26.5GHz ホーンアンテナ利得標準の依頼試験、レーザパワーの JCSS 校正、光ファイバ減衰量の依頼試験等があり、大幅な拡張としては10MHz~18GHz の広帯域同軸減衰量標準の JCSS 供給等がある。また、光放射標準関連では、定点黒体炉・高温黒体炉を用いた分光放射輝度・照度比較校正と分光拡散反射率(可視域)について、JCSS 校正と依頼試験を実施するとともに、2件の CIPM 国際比較(CCPR-K1.a、CCPR-K5)および UV-A 検出器の放射照度応答度の APMP 国際比較に参加した。

研究テーマ：テーマ題目40、テーマ題目41、テーマ題目42、テーマ題目43

量子放射科

(Metrology Institute of Japan, Quantum Radiation Division)

研究科長：鈴木 功

(つくば中央第2)

概要：

放射線、放射能の標準の高度化と開発を図りつつ、MRA 対応のピアレビューを受けた。放射線標準研究室では、γ線標準のピアレビューを受けて、ASNITE 認証を取得し、軟 X 線照射線量標準の再設定を進め、中硬 X 線の種々の条件での標準の再設定を行った。β線標準の開発に取り掛かり、放射光 X 線用イオンチェンバーでの測定を行い、軟 X 線計測のカロリメータの調整を進めて、絶対測定を試み、軟 X 線相互作用定数の測定、整理、及び3次元運動量分布の測定を行った。放射能中性子標準研究室では、放射能及び中性子標準に関するピアレビューを受け、ASNITE 認証を取得した。放射能グループでは、液体シンチレーションカウンタを用いたβ線核種放射能の絶対測定と国際比較を行うとともに、放射能面密度標準の供給を開始した。また、RI 廃棄物クリアランス検認技術の確立およびγ線核種放射能標準のリモートキャリブレーション手法の開発を実施した。中性子グループでは、ピアレビューの指摘事項解決のため、Am-Be 線源の中性子放出率の異方性に関する実験的評価を実施したほか、熱中性子フルエンス率標準における標準黒鉛内外の熱中性子スペクトルの評価、高速中性子フルエンスのエネルギー精密測定を進めた。

研究テーマ：テーマ題目44、テーマ題目45、テーマ題目46

無機分析科

(Metrology Institute of Japan, Inorganic Analytical Chemistry Division)

研究科長：千葉 光一

(つくば中央第3)

概要：

標準物質は研究開発および産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科では平成13年~平成16年までにバナジウム標準液など新規無機標準物質12種類、有機スズ分析用底質標準物質など環境組成標準物質10種類を開発して、化学分析あるいは化学計量を支える標準を供給するとともに、併せて、関連する CCQM、APMP 国際比較に参加する。また、色 X 線励起蛍光 X 線分析法等新規化学計測技術の開発、電量滴定法等の基本分析手法の高度化、高感度元素分析法の高精度化を行い標準物質の値付け、環境・生体計測の高度化等に使用するとともに、我が国の産業の高度化及び科学技術のテクノロジーに寄与する。

研究テーマ：テーマ題目47、テーマ題目48、テーマ題目49

有機分析科

(Metrology Institute of Japan, Organic Analytical Chemistry Division)

研究科長：野村 明

(つくば中央第3及び第5)

概要：

有機分析に関する研究とその成果をベースとし、有機標準物質及び高分子標準物質の開発を行う。開発予定の有機標準物質には SI にトレーサブルな物質としての高純度基準物質、これをベースとした機器校正用の濃度標準液及び標準ガス、主に基幹比較の成果を国内に波及させるための有機組成標準物質等がある。また、国立標準研究所の使命の一つとして標準物質のトレーサビリティ確保の業務があり、基準となる物質の供給や、校正・計測能力を高めるための分析法の高度化や新規開発についても研究を行う。化学標準分野における SI トレーサブルな測定法として、有機標準物質に関連する凝固点降下法、同位体質量分析法及び NMR 測定法等について研究開発を行う。また、グローバル MRA に基づく標準物質の国際的な同等性の確認に必要な国際比較などの活動にも積極的に参加していく。さらに、化学情報基盤の発信の一環としてスペクトルデータベースの継承、整備そして拡充を継続的に行っていく。

研究テーマ：テーマ題目50、テーマ題目51、テーマ題目52、テーマ題目53

先端材料科

(Metrology Institute of Japan, Materials Characterization Division)

研究科長：小島 勇夫

(つくば中央第5)

概要:

最近の産業基盤の国際的広がりに伴い計測・分析技術に対する国際的整合性が求められるようになり、先端材料においてもその基準となる標準物質の整備が緊急の課題となっている。先端材料の計測・分析技術として、特に、材料の界面、表面、欠陥などに関わる先端的評価・分析技術の開発を行うとともに、これらのポテンシャルを応用してより表面・薄膜関連標準物質、欠陥・空孔標準物質などの高度な標準物質開発を行う。具体的には、本年度は層の厚さが20nmのSiO₂/Si多層膜標準物質の開発を終了した。また、すでに供給を開始したEPMA用の鉄中にCを添加した均一鉄合金標準物質に関連して、工設試験研究機関と協力して共同試験を実施した。さらには、膜厚が10nm程度の超格子標準物質、膜厚が5nm以下の極薄膜標準物質、空孔標準物質、イオン注入標準物質の開発に必要な先端計測技術や試料作製に関する研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目54、テーマ題目55、テーマ題目56、テーマ題目57、テーマ題目58

法定計量技術科

(Metrology Institute of Japan, Legal Metrology Division)

研究科長：小島 孔

(つくば中央第3)

概要:

- 1) 経済産業大臣から委任される計量法に基づく型式承認及び試験並びに基準器検査(力学計測科、流量計測科及び計量標準技術科で実施されるものを除く。)を適切に実施する。
- 2) 特定計量器の型式承認では、要素型式承認の導入や試験所認定制度の活用による外部試験制度の導入についての調査研究を行い、制度の合理化を図る。
- 3) 国際法定計量機関(OIML)が推奨する、試験・検定に使用する標準設備に対するトレーサビリティを確立するための制度について調査研究を行う。
- 4) 我が国の法定計量システム整備計画案を策定し、経済産業省に対して企画・立案の支援を行う。
- 5) 型式承認実施機関として、ISO/IEC17025及びガイド65に適合した品質システムにより認証・試験業務を実施し、透明性を保つ。
- 6) OIML 適合証明書発行及び二国間相互承認を推進し、国内計量器産業の国際活動に貢献する。
- 7) 計量法に規定する特定計量器の検定・検査に係る技術基準のJIS化に関する調査研究を継続すると共に数種類の計量器に対するJIS原案素案の作成を行う。
- 8) 耳式体温計及びCNGディスペンサーの基準適合性評価試験に必要な技術の調査・研究を行い、

耳式体温計に関しては、JIS原案の作成を行う。

- 9) OIMLのTC活動に積極的に参加し、国際勧告の策定に貢献する。
- 10) アジア太平洋法定計量フォーラム(APLMF)事務局活動の支援を実施する。

計量標準技術科

(Metrology Institute of Japan, Dissemination Technology Division Dissemination Technology Division)

研究科長：根田 和朗

(関西センター)

概要:

当科の主要業務は、経済産業大臣から委任された計量法に基づく法定計量業務の適切な遂行である。法定計量業務は、国内の様々な分野における商取引及び客観的かつ適正な計量証明行為に不可欠な業務である。これらの業務の他、リング・プラグゲージの校正技術の開発と校正における不確かさを評価し、それらの標準供給体制の整備を目指す。また、温度標準についての不確かさを明らかにし、信頼性のある校正結果を提示することにより、産業界のトレーサビリティ体系の構築に寄与する。

研究テーマ：テーマ題目59、テーマ題目60、テーマ題目61

[テーマ題目1] 時間・周波数標準の高度化に関する研究(運営費交付金)

[研究代表者] 池上 健 計測標準研究部門時間周波数科時間標準研究室長

[研究担当者] 黒須 隆行、萩本 憲、福山 康弘、渡部 謙一、柳町 真也、古賀 保喜 (職員6名、他1名)

[研究内容]

光ポンピング方式周波数標準器の不確かさの再評価を進めた。原子泉方式周波数標準器の基本的動作を確認した。また原子発振器の高性能化のために必要な低雑音マイクロ波発振器については、サファイア共振器を液体ヘリウムを用いて10K以下まで冷却し、1秒で、測定系で参照信号として用いた水素メーザによる測定限界である、 6×10^{-13} の周波数安定度を実現させた。商用原子時計による当所のUTC(NMIJ)を維持し、GPS等による比較データをBIPMに報告した。標準供給については平成14年度に引き続き、計量法に基づく時間(周波数)の供給のための準備を進めた。GPSを用いた遠隔校正のための実証実験を進めた。また、国際的な整合性を確保するために、APMPに提出された周波数のCMC表の改訂を行うとともに、各国から提出されたCMC表のレビューを行った。また、水素メーザからの高品質な5MHz、10MHzの標準信号を産総研内に供給した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕時間周波数、原子時計、セシウム一次周波数標準器、時刻比較、時系、標準供給

〔テーマ題目2〕光周波数（波長）標準の開発と光周波数計測技術の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕大苗 敦 計測標準研究部門時間周波数科波長標準研究室長

〔研究担当者〕石川 純、洪 鋒雷、平野 育、稲場 肇、奥村謙一郎、松本 弘一、Guo Ruixiang、Jie Jang（職員6名、他2名）

〔研究内容〕

光周波数（波長）計測システムが確実に運用できるように、モード同期レーザーの繰り返し周波数・オフセット周波数の制御方法などの最適化、高度化を行った。各光周波数（波長）標準確立のため研究開発を継続した。よう素安定化 He-Ne レーザについては所内外の波長校正を行うとともに、研修サービスの拡充へむけた準備を行った。よう素安定化 YAG レーザについては依頼試験のための品質システムを完成させ、ピアレビューを受けた。東大・香取助教授が提案している光格子時計は次世代光周波数標準の候補として有望視されている。東大で開発されている冷却ストロンチウム原子の光格子時計（光周波数標準）の遷移周波数に関して予備測定を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕フェムトコム、光周波数計測、国際比較、よう素安定化レーザー、アセチレン安定化レーザー、光通信帯

〔テーマ題目3〕光波干渉による長さ標準の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕松本 弘一 計測標準研究部門長さ計測科長さ標準研究室長

〔研究担当者〕美濃島 薫、平井亜紀子、尾藤 洋一、寺田 聡一、鍛島麻理子、藤間 一郎、岩崎 茂雄、藤本 安亮、吉森 秀明、佐々木 薫、渡邊 敦史（職員9名、他3名）

〔研究内容〕

ブロックゲージ（長さ-4番）の光源部と画像処理部の改造を完成させ、システムの総合評価を行うとともに標準供給の維持を行った。長尺ブロックゲージ（長さ-5番）は特殊ブロックゲージの標準供給を一部開始し、技能試験を行った。標準尺（長さ-8番）装置の改修を行った。距離計（長さ-10番）は依頼試験を行うとともに、JCSS 制度を確立するために、技術指針を作成した。干渉測長器（長さ-9番）については、依頼試験を開始した。デジタルスケール（長さ-12番）については、標準尺を優先させたため、次年度送りとなった。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕ブロックゲージ、標準尺、距離計、長さ標準

〔テーマ題目4〕フェムト秒テクノロジー（知的光計測制御技術）（運営費交付金）

〔研究代表者〕松本 弘一 計測標準研究部門長さ計測科長さ標準研究室長

〔研究担当者〕美濃島 薫、Thomas R. Schibli、大門 雄太（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

フェムト秒ファイバーレーザを用いたフェムト秒コム距離計において、コム成分の切り出し純度を向上させることにより、周期誤差フリーの測定を実現し、補正なしで距離240m において1.7マイクロメートルの測定精度を得た。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕フェムト秒レーザー、光コム、変調測距、距離計、空気屈折率

〔テーマ題目5〕空間光制御素子を用いた波面制御技術の計測応用に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕松本 弘一 計測標準研究部門長さ計測科長さ標準研究室長

〔研究担当者〕尾藤 洋一（職員2名）

〔研究内容〕

液晶を用いた空間光変調素子を光波干渉計に適用し、液晶回折格子を電氣的にシフトさせることにより、機械的駆動部がなく、位相シフト量に対する校正を必要としない位相シフト干渉計を実現した。さらに、その位相シフト干渉計を2色干渉計に適用し、合成波長約12マイクロメートルの2色位相シフト干渉計を実現し、干渉計のダイナミックレンジの拡大に成功した。また、液晶空間光変調素子を2次元のロックイン検波素子として用い、周波数変調された波面のロックイン検出技術を開発した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕液晶、空間変調器、干渉計

〔テーマ題目6〕幾何学量の高精度化に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕黒澤 富蔵 計測標準研究部門長さ計測科幾何標準研究室長

〔研究担当者〕高辻 利之、土井 琢磨、藤本 弘之、渡部 司、大澤 尊光、直井 一也、三隅伊知子、権太 聡、周 泓、前澤 孝一（職員8名、他2名）

〔研究内容〕

表面粗さ・段差（幾何学量-1、2）、光学段差（幾何学量-3）、ロータリエンコーダ（幾何学量-6）、オート

コリメータ（幾何学量-8）に関しては測定の不確かさ評価を行い、品質マニュアルを完成させて、ピアレビューを受けた。光学段差は校正範囲を（0.08～0.2 μ m）から（0.02～0.3 μ m）に拡大した。ポリゴン鏡（幾何学量-7）の不確かさ評価を行って、依頼試験を開始した。真直度（幾何学量-14）と平面度（幾何学量-13）を立ち上げて依頼試験を開始した。特に、平面度の測定精度は世界最高で、NHK テレビで紹介された。三次元測定機（幾何学量-10、11、12）を用いた依頼試験を4件以上実施した。一次元回折格子（幾何学量-17）を校正するレーザ干渉計搭載 AFM のレーザ波長校正システムを改善し、研究室で使用している実用安定化 He-Ne レーザの部署内校正を3件以上行った。これまで標準供給を宣言した10項目に対して円滑に標準供給できるように設備及び測定環境を整備した。

【分野名】標準

【キーワード】幾何寸法、微小寸法・微細形状、角度標準

【テーマ題目7】質量力関連標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】上田 和永 計測標準研究部門質量力標準研究室長

【研究担当者】山口 幸夫、孫 建新、植木 正明、前島 弘、大串 浩司、水島 茂喜、林 敏行（職員8名）

【研究内容】

質量標準に関しては、前年度までに拡大した1mg～5200kg の範囲で標準供給を安定的に継続すると共に、大質量分銅（20kg～5200kg）の校正業務に関して国際相互承認を得るために不可欠なピアレビューを成功裏に完了させた。分銅の磁気特性評価装置を開発し、磁気特性評価の国際比較に参加した。分銅等の表面状態が質量変化に及ぼす影響に関する研究では、シリコン単結晶表面への水・エタノール等の吸着・脱着を秤量法により再現性良く評価し、吸着・脱着モデルを新たに提案した。

力標準に関しては、既に供給している10N～20MN の範囲における力基準機の校正を着実に実施した。全ての実荷重式力基準機の負荷操作を自動化した上、54kN 力基準機については自動回転耐圧盤を開発し全自動化した。高精度力計の性能評価技術に関する研究を継続して行った。また、ISO の技術委員会分科会に参加し、当所で開発した力計校正における不確かさ評価方法を ISO 規格に附属させるべく提案を行った。

トルク標準に関しては、20kN・m 実荷重式トルク標準機の開発・評価を完了し、トルクメータの校正範囲の上限を従来の1kN・m から20kN・m にまで拡大した。並行して1kN・m 実荷重式トルク標準機の改造も行い、1kN・m 以下の範囲で新たに参照用トルクレンチの校正サービスも開始した。トルクのトレーサビリティ制度の

確立に向けて、トルク計測機器の校正に関する技術基準の整備を関連業界と協力しつつ進めた。

重力加速度標準に関しては、新設された国際度量衡委員会の質量関連量諮問委員会重力計測作業部会に参加し、絶対重力計の国際比較の手順を定める議論に参加した。

JCSS トレーサビリティ制度に関しては、質量及び力の分野で、技術分科会に参加し技術基準の作成や改定並びに技術的諸問題の解決に協力すると共に、認定審査・定期検査への技術アドバイザーの派遣、ミリグラム分銅や大質量分銅の技能試験の運営支援や参照値の提供など多方面から JCSS 認定機関に協力した。

また国際協力の一環として、タイ等の標準研究機関からの研修生の受入（力分野）や技術相談（質量・力分野）に対応した。

【分野名】標準

【キーワード】質量、力、トルク、重力加速度

【テーマ題目8】圧力真空標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】平田 正紘 計測標準研究部門圧力真空標準研究室長

【研究担当者】大岩 彰、小島 時彦、秋道 斉、杉沼 茂実、城 真範、新井 健太、小島 桃子（職員8名）

【研究内容】

特定標準器の光波干渉式標準気圧計が、国際的に最高の性能を実現・維持できるように整備を進めた。特定副標準器の重錘型圧力標準器は、Jcss 認定事業者の特定二次標準器の校正と依頼試験による校正を進めると共に、高効率化と高精度化を目指した。液体高圧力（10MPa～100MPa）の APMP 基幹国際比較（APMP. M. P-K7）を幹事所として運営し仲介器の持ち回りを完了させ、結果報告書の作成を進めた。また、同圧力レンジの世界規模での基幹比較（CCM. P-K7）にも参加し、測定を完了した。1Pa～10kPa の微差圧標準を立ち上げ、依頼試験による校正を開始した。更に、リーク標準の研究を開始した。圧力と真空の校正業務に関してピアレビューを受け ASNIE 認定を取得した。JCSS 認定制度に関する協力として、認定審査への技術アドバイザーの派遣、技能試験への参照値の提供、などを行った。

【分野名】標準

【キーワード】光波干渉式標準気圧計、重錘型圧力標準器、微差圧標準、膨張法

【テーマ題目9】法定計量器の基準適合性評価に関する業務（運営費交付金）

【研究代表者】堀田 正美 計測標準研究部門質量計試験技術室長

【研究担当者】福田 健一、長野 智博、薊 裕彦（職員4名）

〔研究内容〕

質量計に関する法定計量業務（型式承認試験及び基準器検査）及びばかりの OIML 勧告に従った性能試験を円滑に業務として実施すると共に試験・検査の信頼性の確保を図った。また、使用設備の整備及び ISO/IEC17025に準拠した品質システムの整備を行った。OIML 等が主催する会議、技術委員会への積極的参加及び海外研修を取り入れ、常に国際基準・規格に対応した技術基準の確保に努めた。JCSS 認定については、認定機関・産業界との連携のもと技術的な協力をを行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 法定計量、型式承認、OIML、基準器検査、天びん、分銅

〔テーマ題目10〕音響標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 菊池 恒男 計測標準研究部門音響振動科音響超音波標準研究室長

〔研究担当者〕 堀内 竜三、高橋 弘宜、藤森 威、
蘆原 郁、佐藤 宗純
(職員4名、他2名)

〔研究内容〕

音圧レベルの品質システムを適正に運用する一方で新たな見直しを行い一層の信頼性向上を目指した。カブラ補正量の理論値と実測値の整合性を確認するため、寸法可変のカブラを用いて補正量を実測し理論値との比較を行った。国際比較については、II形標準マイク・音圧感度基幹比較 CCAUV. A-K3に参加した結果、全参加機関による校正結果が公表され、NMIJ の結果は他の機関と十分整合が取れていることが確認できた。また I 形標準マイク・音圧感度国際比較 APMP. AUV. A-K1については、幹事研究所としてプロトコルの作成、マイクロホンの選定その他必要な手続きの準備を行った。タイや台湾の国立標準研究所に個別に技術的協力を先行し先導的な役割を果たした。低周波音に関しては音源として用いる加振器可動部の振動振幅測定系を構築した。空中超音波に関しては、機器から放射される空中超音波の音圧レベル、空中超音波の安全性に対する各国のガイドラインの現状に関する調査研究を行い、校正装置開発の指針を得た。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 音響標準、標準マイクロホン、空中超音波、超低周波音

〔テーマ題目11〕高精度超音波校正技術の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 菊池 恒男 計測標準研究部門音響振動科音響超音波標準研究室長

〔研究担当者〕 吉岡 正裕、佐藤 宗純（職員3名）

〔研究内容〕

超音波パワー標準については、一次標準である“超音

波振動子の放射コンダクタンス校正装置”のプロトタイプをほぼ完成させ、校正周波数帯域内において、不確かさの評価を総合的に行った。特に“音響流”の影響を定量評価する手法を提案し、校正周波数帯域内において、直進流が測定値に対して10-20%程度影響する可能性があることを示した。この手法の妥当性を確認するため、“ハイドロホン走査法”による超音波パワー測定システムを別途構築し、比較検討を行った。

一方、超音波音圧標準については、“ハイドロホン感度校正装置”のプロトタイプをほぼ完成させ、不確かさの評価を継続した。不確かさの要因となる一つである“光検出器の周波数特性校正法”について新規な手法を提案し、対象となる周波数帯域内において校正の妥当性を実証し、ハイドロホン校正の不確かさを総合的に算出した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 超音波パワー、放射コンダクタンス、天秤法、超音波振動子、ハイドロホン、レーザー干渉計、超音波生体安全性

〔テーマ題目12〕振動加速度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 白田 孝 計測標準研究部門音響振動科強度振動標準研究室

〔研究担当者〕 大田 明博、石神 民雄（職員3名）

〔研究内容〕

校正サービス供給済みの中・高周波領域において、不確かさの低減、校正の自動化に向けた研究開発を行った。さらに、現在 JCSS 制度において供給している振動加速度の範囲を拡大するため、校正技術を研究開発した。具体的には、空気静圧支持による加振器、高分解能レーザー干渉計を研究開発し、評価を行った。さらにこれらをシステム化し、標準としての維持、供給を可能な体制（不確かさの解析、国際整合性の確認、自動化等）の開発を進めた。JCSS 振動加速度校正サービス認定希望事業者に対しては、技能試験を行った。研究成果を国際会議に1件提出した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 振動加速度、地震計、振動試験、レーザー干渉計

〔テーマ題目13〕硬さ標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 白田 孝 計測標準研究部門音響振動科強度振動標準研究室

〔研究担当者〕 石田 一、高木 智史、服部浩一郎、清野 豊（職員5名）

〔研究内容〕

ロックウェル硬さおよびピッカース硬さについて、製品評価技術基盤機構による試験所認定（ASNITE-

NMI) を取得した。ロックウェル標準圧子の校正に関して検討を行い、校正事業者が供給する二次標準圧子の不確かさの求め方を再構築するとともに、改正審議中の ISO 規格原案に日本の校正方法を取り入れさせた。2005年での標準供給を目指し、ブリネル硬さについて標準機の整備を行った。微小硬さ（マルテンス硬さを含む）の標準を確立するため、微小荷重、微小変位、圧子先端形状の計測・校正技術を開発するとともに、校正技術を利用して市販の微小硬さ試験機の測定不確かさ評価を行った。具体的には、質量標準（分銅）を用いた微小荷重の校正技術、レーザ干渉計による押し込み変位の計測技術の開発、原子間力顕微鏡を用いた圧子先端形状の精密計測と理論解析による測定値への影響の検討を行い、共著論文2件を発表した。さらに、各要素の計測技術を統合し、微小硬さ標準機の試作機を開発した。微小硬さ標準に関して発表を1件（共著）行った。ブリネル硬さの国際基幹比較の幹事所として比較試料の巡回を始めた。ビッカース硬さの国際比較の幹事所として試料の巡回を始めた。平成15年度の jcss 校正は、ロックウェル硬さに関して3件実施した。

【分野名】標準

【キーワード】金属材料、材料試験、ロックウェル硬さ、ビッカース硬さ、極微小硬さ、ナノインデンテーション

【テーマ題目14】シャルピー衝撃値標準維持供給（運営費交付金）

【研究代表者】白田 孝 計測標準研究部門音響振動科強度振動標準研究室

【研究担当者】山口 幸夫、高木 智史（職員3名）

【研究内容】

シャルピー衝撃試験は衝撃荷重に対する材料の破壊強度を測定する材料試験法として、産業界で広く用いられているものである。金属材料のシャルピー衝撃試験の標準は当研究室で維持されており、依頼試験を通じて産業界に供給されている。平成15年度は、校正機関への依頼試験を1件実施した。シャルピー衝撃値の標準供給とともに、国際整合性を保証するためのアメリカ、ベルギー、フランス及び日本の標準研究所4機関（NIST、IRMM、LNE、NMIJ）による3年間で計7回にわたる継続的国際比較を行った。これにより、我が国の衝撃標準の国際的な位置づけを明確に示し、同時に各国の衝撃試験結果を統一的に扱うための基礎データが蓄積された。また、産総研が供給する標準値の長期安定性に関する論文1件と、標準値の不確かさに関する論文1件を発表した。さらに、標準値を維持・供給するための試験機整備、マニュアル整備を進めた。

【分野名】標準

【キーワード】金属材料、材料試験、シャルピー衝撃試験、シャルピー衝撃値

【テーマ題目15】温度標準の不確かさ評価の研究（運営費交付金）

【研究代表者】櫻井 弘久 温度湿度科付

【研究担当者】櫻井 弘久（職員1名）

【研究内容】

ITS-90に適用できる中低温用及び高温用標準白金抵抗温度計を開発・評価し、商品化した。これらを用いてITS-90のユニークネスとコンシステンシーを調べ、その不確かさを評価するとともに、低温域の定点を精密に実現することにより、温度標準の不確かさの新たな要因を見出した。さらに、温度標準と国際単位系との整合性を評価するため、熱雑音温度計による熱力学温度の測定を試みた。

【分野名】標準

【キーワード】白金抵抗温度計、温度定点、不確かさ、ノンユニークネス、熱力学温度、1990年国際温度目盛、ITS-90

【テーマ題目16】抵抗温度計標準の維持供給並びに領域拡大及び校正の高度化・効率化に関する技術開発（運営費交付金）

【研究代表者】新井 優 計測標準研究部門温度湿度科高温標準研究室長

【研究担当者】岸本 勇夫、丹波 純、山澤 一彰、佐藤 公一、原田 克彦、小泉 功介、坂井 宗雄（職員6名、他2名）

【研究内容】

供給中の抵抗温度計温度範囲-40～420℃については、特定副標準器の校正及び技能試験参照値の供給を行った。温度定点660℃アルミニウム点については、特定二次標準器の校正及び技能試験参照値の供給を行った。温度定点インジウム点について、オープンセルとシールドセル間の差を測定した。温度定点水銀点については、水銀三重点セル間の相互比較により差を測定し、この結果をもとに不確かさ見直しを行った。昨年度に引き続き水の三重点の CCT 国際比較に参加し、結果を国際度量衡局に報告した。温度定点962℃銀点の標準を整備するために、銀の凝固点セルを試作した。

【分野名】標準

【キーワード】標準、温度、抵抗温度計、温度定点、校正技術

【テーマ題目17】熱電対標準の確立に関する技術開発（運営費交付金）

【研究代表者】新井 優 計測標準研究部門温度湿度科高温標準研究室長

【研究担当者】井土 正也、小倉 秀樹、沼尻 治彦、増山 茂治、成島 弘一（職員3名、他3名）

【研究内容】

熱電対温度定点1085℃銅点、962℃銀点において特定二次標準器の校正を行った。温度定点1554℃パラジウム点の定点実現装置の整備を行い、R熱電対校正の不確かさ評価を行った。0～1100℃熱電対定点の技能試験参照値供給開始を目指した整備・不確かさ評価を行った。熱電対校正用共晶点として共晶点実現炉の試作を行った。これを用いた鉄-炭素共晶点、コバルト-炭素共晶点における熱電対校正法の開発を行った。これらの温度定点の国際比較を目的に、HIMERTプロジェクトに参加した。熱電対校正業務の品質システムを立ち上げるための技術文書の作成を行った。

【分野名】標準

【キーワード】標準、温度、熱電対、温度定点、校正技術

【テーマ題目18】次期 ITS 白金抵抗温度計目盛の高精度化に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】新井 優 計測標準研究部門温度湿度科高温標準研究室長

【研究担当者】岸本 勇夫、丹波 純、山澤 一彰、河田 明義（職員4名、他1名）

【研究内容】

開発を行っている高温用白金抵抗温度計の1085℃銅点における安定性評価を行った。絶縁リークの影響を除去するスペーサ型白金抵抗温度計を製作し、銀凝固点および銅凝固点における安定度を調べた。同型の白金抵抗温度計を用いて660℃～1085℃の間の絶縁リーク評価を行った。

Na ヒートパイプによる温度計比較装置を評価し、高温域のノンユニークネスの測定に着手した。圧力制御型水ヒートパイプによる温度制御装置の改良を行った。これを用いて温度域0℃～157℃の ITS-90のノンユニークネスの精密評価を行った。

【分野名】標準

【キーワード】白金抵抗温度計、温度標準、温度制御

【テーマ題目19】低温度標準の開発（運営費交付金）

【研究代表者】田村 収 計測標準研究部門温度湿度科低温標準研究室長

【研究担当者】島崎 毅、中野 享、櫻井 弘久、鷹巣 幸子、豊田 恵嗣（職員4名、他2名）

【研究内容】

カプセル型 Pt 抵抗温度計校正装置を、複数本同時校正可能に改良した。RhFe 抵抗温度計標準供給装置用の第1段冷凍部を製作し、第2段冷凍部用の熱交換器等を試作・試験した。Hg・Ar・02の三重点の再現性を確認し Ne 三重点を実現した。Ne・平衡 H₂の三重点と4He 蒸気圧目盛により補間用気体温度計を校正し4.2K～24Kの目盛を実現した。0.65K～3Kの3He 蒸気圧温度目盛

の不確かさ低減のため、熱流入がより小さい構造に装置を改造した。

【分野名】標準

【キーワード】カプセル型白金抵抗温度計、補間用気体温度計、ヘリウム蒸気圧温度目盛、温度定点

【テーマ題目20】高温域放射温度標準の研究（運営費交付金）

【研究代表者】佐久間 史洋 計測標準研究部門温度湿度科放射温度標準研究室長

【研究担当者】山田 善郎、馬 菜娜（職員2名、他1名）

【研究内容】

JCSS 制度による標準供給では、特定副標準器の単色放射温度計2台及びアルミニウム点黒体1台の校正を行った。また、持ち回り放射温度計に持ち回り後の参照値を値付けて、持ち回り結果を評価した。0.9μm放射温度目盛の APMP 補完比較では中国との比較測定を行った。0.65μm放射温度目盛の2国間比較では PTB との比較測定を行った。更に、衛星搭載放射計 ASTER の機上校正の監視を行った。

【分野名】標準

【キーワード】放射温度標準、APMP 国際比較、高温域

【テーマ題目21】中低温域放射温度標準技術の研究（運営費交付金）

【研究代表者】佐久間 史洋 計測標準研究部門温度湿度科放射温度標準研究室長

【研究担当者】石井順太郎、清水祐公子、福崎 知子、金子 由香（職員4名、他1名）

【研究内容】

中温域においては、中温域用垂鉛定点黒体炉装置の開発・評価をおこない、定点黒体炉を用いた中温域赤外標準放射温度計校正技術の開発を進めた。常温域においては、新たに0℃以下-30℃までの温度域の比較黒体炉に対する依頼試験による標準供給を開始した。また、0℃～100℃の温度域に関しては、品質システムに基づく依頼試験業務を円滑に実施すると共に、校正技術の高度化を図った。35℃～42℃の体温域に関しては、品質システムに基づく依頼試験業務を円滑に実施すると共に、英国 NPL、ドイツ PTB との間において、世界的にも初めてとなる国際比較測定を主導し、輝度温度目盛の不確かさレベル及び比較測定技術の妥当性の検証に成功した。さらに、アジア諸国における SARS 感染の社会問題化に対し、シンガポールや台湾などへの標準黒体炉や標準技術の提供を通じて、感染患者拡大防止への国際協力・貢献に取り組んだ。

【分野名】標準

[キーワード] 中温域定点黒体炉、赤外標準放射温度計、常温域比較黒体炉、耳式体温計

[テーマ題目22] 次世代高温湿度標準に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 佐久間 史洋 計測標準研究部門温度湿度科放射温度標準研究室長

[研究担当者] 山田 善郎、笹嶋 尚彦、王 云芬（職員3名、他1名）

[研究内容]

金属-炭素共晶点の定点温度値の再現性向上・不確かさ評価法の確立を目指し、Fe-C 共晶点（1153℃）を題材に共晶凝固・融解現象の実験的検討をした結果、凝固時に形成される共晶組織の大きさがその後の融解温度に影響することが始めて明らかになった。HIMERT 諸国とのつぼ間国際比較を行い、200mK の測定不確かさで内の一致を確認した。定点セルの実用性向上を目指し過共晶多孔質インゴットを用いた頑健セルの製作に成功したほか、国際度量衡局との熱力学温度値測定の共同プロジェクトを一年の短期間で成功させた。

[分野名] 標準

[キーワード] 高温湿度標準、金属-炭素共晶、高温定点、不純物、放射温度計、熱電対

[テーマ題目23] 耳式体温計の校正試験技術の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 佐久間 史洋 計測標準研究部門温度湿度科放射温度標準研究室長

[研究担当者] 石井順太郎、福崎 知子（職員3名）

[研究内容]

依頼試験による標準供給体制の高度化・効率化を進めると共に、品質マニュアルの整備を行い、ピアレビューを受けた。また、耳用赤外線体温計 JIS 原案内に記載されている性能試験項目として重要な環境温度試験方法に関する実験的検証を行った。日本計量機器工業会耳式体温計標準技術研究会において、当該 JIS 原案に記載されている試験方法、並びに、標準供給体系技術について検討し、統一的な試験方法、及び、標準管理方法を文書化し、当該 JIS 原案附属書（案）内に盛り込んだ。

[分野名] 標準

[キーワード] 耳式体温計、依頼試験

[テーマ題目24] 湿度標準の開発と供給（運営費交付金）

[研究代表者] 北野 寛 計測標準研究部門温度湿度科湿度標準研究室長

[研究担当者] 越智 信昭、横田 富夫（職員2名、他1名）

[研究内容]

湿度標準供給の範囲拡大の研究を進めている。高温用

湿度発生装置について、発生湿度の不確かさの再評価を行い、露点+23℃から+85℃までの特定標準器による校正の準備を完了した。露点-70℃から-10℃については特定標準器による校正を開始した。校正業務は、11件。CCT の湿度国際比較に参加した。

[分野名] 標準

[キーワード] 湿度、高湿度、低湿度、露点

[テーマ題目25] 次世代微量水分標準の開発（運営費交付金）

[研究代表者] 北野 寛 計測標準研究部門温度湿度科湿度標準研究室長

[研究担当者] 阿部 恒（職員2名）

[研究内容]

半導体製造をはじめとする先端技術分野で必要とされる気体中の微量水分の標準発生技術の開発を進めている。キャビティリングダウン分光装置（CRDS）による、10ppb レベルの水分評価法を検討した。CRDS を用いて、微量水分発生装置の基本的な特性評価を行った。吸着水分による影響を最小限に抑えるため、配管および微量水分発生槽を改良した。大気圧イオン化質量分析装置（APIMS）による表面吸着水分の評価法を開発した。

[分野名] 標準

[キーワード] 微量水分、拡散管、低湿度

[テーマ題目26] 気体流量・気体流速標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

[研究代表者] 寺尾 吉哉 計測標準研究部門流量計測科流量標準研究室長

[研究担当者] 中尾 晨一、石橋 雅裕、栗原 昇、畑仲 武博（職員4名、他1名）

[研究内容]

平成14年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザーとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

気体流量に関しては、5mg/min 以下の標準設定および標準供給のめどが付いた。また、5mg/min 以下1mg/min までは T 型ノズルを使用すること臨界現象を使用した流量計測が可能であることも確認された。

気体流速に関しては、基幹比較のパイロットラボとして CIPM/CCM/WGFF の会合に参加し、基幹比較に用いられるトランスファスタンダードの特性評価の結果を発表した。

[分野名] 標準

[キーワード] 気体流量・気体流速標準

[テーマ題目27] 液体流量体積標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

[研究代表者] 寺尾 吉哉 計測標準研究部門流量計測

科流量標準研究室長

〔研究担当者〕 佐藤 浩志、福岡 重治、中村ソメコ
(職員2名、他2名)

〔研究内容〕

平成14年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。発電所で用いられる流量計の精度向上を目指し、国内電力会社6社との共同研究を行った。また、大規模な流量計校正設備に関して概念設計を行い、設備建設の可能性を確認した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 液体流量標準、体積標準

〔テーマ題目28〕 石油流量標準の研究開発・維持・供給
(運営費交付金)

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉 計測標準研究部門流量計測科流量標準研究室長

〔研究担当者〕 嶋田 隆司、土井原良次、佐々木貞義、
武田 一英(職員3名、その他2名)

〔研究内容〕

標準整備計画を1年前倒しし、15~300m³/h の範囲で石油大流量標準供給を開始し、世界でトップレベルの不確かさ(0.03%)を実現した。また、品質システムの立ち上げ準備を行い、技術マニュアルを完成させた。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 石油流量標準

〔テーマ題目29〕 特定計量器の適合性評価に関する研究
開発・試験検査(運営費交付金)

〔研究代表者〕 山口 詩希鬼 計測標準研究部門流量計測科流量計試験技術室長

〔研究担当者〕 小谷野康宏、菅谷 美行、大谷 怜志、
高橋 豊、島田 正樹、武内 昭雄、
草間あゆみ(職員6名、他2名)

〔研究内容〕

水道メーター、ガスメーター用の温湿度試験装置を整備した。また、法定計量型式承認試験装置のうち、水道メーター試験装置及び燃料油メーター試験装置類を北センターに集約し整備した。さらに、積算体積計、熱量計の法定計量関連試験についての、品質マニュアルの整備を進めている。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 特定計量器の適合性評価

〔テーマ題目30〕 磁場中測温技術の開発と評価(運営費交付金)

〔研究代表者〕 馬場 哲也 計測標準研究部門物性統計科長

〔研究担当者〕 奈良 広一(職員2名)

〔研究内容〕

強磁場用に開発した水の三重点とアルゴンの三重点に

より温度計の磁場中特性評価を行い、その結果に基づいて白金温度計に対し水の三重点での磁場中評価結果のみから全使用温度域に適用できる補正式を定式化することを提案し、アルゴン点でその精度(3%)を実証した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 磁場中測温技術

〔テーマ題目31〕 固体熱物性標準の整備(運営費交付金)

〔研究代表者〕 加藤 英幸 計測標準研究部門物性統計科熱物性標準研究室長

〔研究担当者〕 山田 修史、竹歳 尚之、渡辺 博道、
阿子島めぐみ(職員5名)

〔研究内容〕

固体熱物性の計測技術と標準物質ならびにデータベースを日本の科学技術を支える重要な知的基盤と捉えその標準整備を行っている。主に固体材料の熱膨張率、熱拡散率、熱伝導率、比熱容量を対象とし室温を中心に高温や低温への標準(依頼試験や標準物質)の整備拡充を進めている。平成15年度は前年度に立ち上げた2件の熱物性標準(300-1000Kの熱膨張率依頼試験と300-1200Kの熱拡散率依頼試験)の品質システムの整備(技術マニュアルの作成)を行いつつ将来的な標準物質化に向けた均質性評価試験、安定性評価試験、加工依存性評価を継続して行った。また新たに5-35℃の温度範囲でより高精度な熱膨張率依頼試験を立ち上げ供給開始の申請を行った。さらにCCLの熱膨張率国際比較にパイロットラボとして参加し持ち回り標準器となるゲージブロックに値付けし参加機関に輸送した。翌年度以降の立ち上げを予定するその他の標準整備項目においては計測装置の開発や不確かさ評価を中心とした技術開発(高温用レーザフラッシュ熱拡散率計測装置の開発、示差走査熱量法比熱容量測定技術の開発と標準化、断熱型カロリメータの開発、定常法熱伝導率計測装置の開発、パルス通電加熱法の開発、ピコ秒サーモリフレクタンス法薄膜熱拡散率測定技術)を行いつつ標準物質候補材料の評価を進めた。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 固体熱物性標準

〔テーマ題目32〕 分散型熱物性データベースに関する研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 馬場 哲也 計測標準研究部門物性統計科長

〔研究担当者〕 粥川 洋平、佐々木 緑
(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

分散型熱物性データベースマネジメントシステムに関しては、相関式、推算式を設定し、式で用いられるパラメータを決定するとともに、熱物性データを評価する機能を開発した。また、熱物性データの収録に関しては、

主要流体の熱物性データの調査、収録した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕熱物性データベース

〔テーマ題目33〕密度標準の開発と供給に関する研究
(運営費交付金)

〔研究代表者〕藤井 賢一 計測標準研究部門物性統計科流体標準研究室長

〔研究担当者〕増井 良平、竹中 正美、早稲田 篤、倉本 直樹、粥川 洋平、福田 健一、清水 忠雄(職員7名、他1名)

〔研究内容〕

従来、浮ひょうの基準器検査のみによる標準供給を行ってきたが、近年、固体及び液体の密度計測へのニーズが増大し、特に振動式密度計の校正技術とトレーサビリティ制度の確立が強く要望されるようになった。このような背景から、シリコン固体密度を基準とするトレーサビリティ体系の整備を進めてきた。

平成15年度は、固体密度、密度標準液、密度浮ひょうについての標準供給を継続し、これらの密度標準についてはISO 17025に基づく審査(Peer Review)を受け、製品評価技術基盤機構によるASNITE-NMIの認定を取得し、国際相互承認(MRA)の基礎を構築した。PVT性質と屈折率の標準については調査研究を実施し、新しい測定原理に関する調査・検討を行った。国際度量衡委員会に関連する活動としては、単位諮問委員会(CCU)、質量関連量諮問委員会(CCM)の作業部会(WG)議長会議、CODATA基礎定数タスクグループ(TG)、CCMアボガドロ定数WGなどに出席し、SI単位の改訂、国際比較の加速、基礎物理定数の改訂のための作業を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕密度標準

〔テーマ題目34〕粘度標準の開発と供給に関する研究
(運営費交付金)

〔研究代表者〕藤井 賢一 計測標準研究部門物性統計科流体標準研究室長

〔研究担当者〕倉野 恭充、菜嶋 健司、藤田 佳孝(職員4名)

〔研究内容〕

平成15年度は、細管式粘度計による粘度標準液の校正業務(依頼試験)を継続し、拡張された温度範囲(-40~100℃)での校正業務を開始した。品質マニュアルを整備し、海外の標準研究機関との情報交換を行い、トレーサビリティ制度の構築を進めた。回転粘度計については不確かさの評価を行い、複雑系流体については新たな非ニュートン粘度標準物質開発のための研究を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕粘度標準

〔テーマ題目35〕次世代粘度一次標準の開発に関する研究
(運営費交付金)

〔研究代表者〕藤井 賢一 計測標準研究部門物性統計科流体標準研究室長

〔研究担当者〕倉野 恭充、藤田 佳孝、倉本 直樹(職員4名)

〔研究内容〕

平成15年度は、落球法による粘度の絶対測定を行うために、CCDカメラと追尾システムによる落下速度の絶対測定、球面フィゾー干渉計による落球形状の絶対測定のための準備を進め、落球回収機構の試作、恒温槽の性能評価などを行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕次世代粘度一次標準

〔テーマ題目36〕不確かさ評価における統計的問題と体系化に関する研究
(運営費交付金)

〔研究代表者〕榎原 研正 計測標準研究部門物性統計科応用統計研究室長

〔研究担当者〕田中 秀幸、佐藤 浩志(職員3名)

〔研究内容〕

不確かさ評価に関して、モンテカルロシミュレーションを利用した不確かさ解析手法を、歯車形状測定を例として適用し、歯形、歯すじ、及びピッチ測定の不確かさ評価を行った。また、分散分析結果と分散の期待値の表式から不確かさ成分を計算するアルゴリズムを開発し、これを組み込んだプログラムベータ版の公開を行った。さらに産業技術総合研究所内外への不確かさ評価の技術支援と普及活動を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕不確かさ評価

〔テーマ題目37〕校正用標準粒子および粉体の開発と供給
(運営費交付金)

〔研究代表者〕榎原 研正 計測標準研究部門物性統計科応用統計研究室長

〔研究担当者〕佐藤 輝幸(職員2名)

〔研究内容〕

100nm以上の粒径範囲において、ポリスチレンラテックス標準粒子の粒子密度の高精度測定システムを整備し、これを当所で開発した計数ミリカン法による単分散粒子の質量絶対測定法とあわせて、粒径絶対測定ができる体制を整備した。またこれを用いた粒径値づけの不確かさ評価を実施した。さらに、微分型電気移動度分析装置と光散乱式粒子計数器の直列配置系による、粒径分布/帯電量の高精度同時決定法の実現可能性を実験的に検討するため、コロナ放電方式の粒子荷電装置を試作した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕粒径標準

〔テーマ題目38〕 直流電圧・抵抗標準、インピーダンス標準の開発、供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 桐生 昭吾（計測標準研究部門電磁気計測科電気標準第一研究室）

〔研究担当者〕 中村 安宏、木下 攘止、坂本 泰彦、村山 泰、西中 英文、岩佐 章夫、金子 晋久、浦野 千春、堂前 篤志、米永 暁彦、小野 欽子、伊藤弥生美（職員11名、他2名）

〔研究内容〕

我が国の電気電子情報産業を含む広い産業界に電気標準（直流、低周波）の供給をするために、標準の維持、供給、研究開発を行っている。特に、ジョセフソン電圧標準、量子化ホール抵抗標準を起点とし、直流電圧標準、直流抵抗標準、インピーダンス標準の整備を行っている。近年は、特に産業界から強い要請があるインピーダンス標準の整備を重点的に行っている。第一期中に、直流分圧器標準1件、抵抗標準1件、キャパシタンス標準4件、誘導分圧器標準3件、インダクタンス標準1件標準を開発・供給した。また、直流分圧器標準、抵抗標準、キャパシタンス標準、誘導分圧器標準に関して、それぞれ国際比較に参加した。対外的には、TCEM 議長、国際貢献、JCSS 制度に対する技術委員などの貢献を行っている。さらに、日本電気計器検定所と共同研究を行いキャパシタンス標準の技術的なサポートを行っている。部門内部については、品質システムの内部監査などの貢献を行っている。

2003年度は、以下の業務を行った。

(1) 直流電圧標準

直流電圧標準に関し、ジョセフソン電圧標準の改良を行った。ツェナー電圧発生器の経時変化の評価、および絶縁性の評価を行った。プログラマブルジョセフソン素子を用いた定電圧源についてフィージビリティスタディを行い特許を出願した。また、6件の校正業務をなした。

(2) 直流抵抗標準

量子ホール効果抵抗装置に関しては新しい CCC システムを作製し、不確かさ評価を行った。低抵抗標準の供給に向けた研究開発を開始した。抵抗標準（1Ω、10kΩ）に関し6件、高抵抗標準1件の校正業務を行った。

(3) インピーダンス標準

キャパシタンス標準2件、誘導分圧器標準1件、インダクタンス標準1件の標準供給を行った。また、キャパシタンス標準の範囲を0.01、0.1、1μF@1592Hz に拡大した。インダクタンス標準10mH@1592Hz の供給を開始した。キャパシタンス標準の高周波領域への範囲拡大、交流抵抗標準の研究開発に着手した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 直流電圧・抵抗標準、インピーダンス標準

〔テーマ題目39〕 交流電気標準- 交直変換器（AC/DC）、交流電力標準の供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高橋 邦彦 計測標準研究部門電磁気計測科電気標準第2研究室長

〔研究担当者〕 藤木 弘之、佐々木 仁、高島 工（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

(1) AC/DC 標準

本研究は交流電圧、電流標準を整備し産業界へ標準供給することを目的としている。交流電圧、電流の実効値を精密に測定するためには交直変換器を利用するのが合理的であるが、その交直差を決定することが必要不可欠である。産総研では、直流及び交流における交直差評価法を明確に分離し、前者についてはファスト・リバース DC 法を、後者については周波数特性が計算可能な交直変換器を各々開発した。

平成15年度は、これまでに整備した試験電圧範囲（2V-1000V、10Hz-1MHz）について“産総研で決定した交直差の値”及び“標準器と被試験器の比較試験結果”について不確かさの評価、見積もりを行い、これに基づき品質マニュアルを整備、ピアレビューを受け、国際整合性を確保した。

産業界への標準供給は特定副標準器の校正を通じ実施し、トレーサビリティ制度の整備のため指定校正機関等における品質マニュアル作成に対し指導、助言を行った。

(2) 交流電流比、交流電力標準

本研究は、電力の精密計測、変流等の試験、検査を目的とした交流電流比標準を整備し、それを産業界に供給することを目的としている。産総研では交流電流比を実現するためにバイナリ形自己校正電流比較器を開発し、試験電流、周波数においてその（同相及び直角相）誤差を実験的に決定している。

平成15年度は商用周波数における標準を確立し、周波数依存性を評価する目的で120Hz までの周波数範囲について整備した。

産業界へは依頼試験を通じ標準を供給（1件）した。産業界における精密交流電流比測定技術の普及及びトレーサビリティ制度の整備を目的に共同研究を実施し、また関連委員会の運営に協力した。

交流電力標準については、産総研で交流ブリッジを開発し、標準の構築を目指している。平成15年度はシステムを稼働させ、A タイプの不確かさの改善を行った。

エネルギー多消費機器でありながら省エネ法における規制の対象外である電気炊飯器について、その

適切なエネルギー消費効率の測定方法を確立するためのエネルギー消費効率検討会にて審議を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕交流電気標準、交直差、電力、電力量、変流器、省エネ

〔テーマ題目40〕高周波計測標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕小見山耕司 計測標準研究部門 電磁波計測科 高周波電磁界標準研究室長

〔研究担当者〕井上 武海、中野 洋、アントン・ウイダルタ、島岡 一博、島田 洋蔵、信太 正明、猪野 欽也、山村 恭平、石田 佳子、飯村 知子、宮本 睦子、川上 友暉、加藤 吉彦（職員6名、他8名）

〔研究内容〕

1GHz までの電圧、18GHz までの同軸線路電力、ピストン減衰器の30MHz 減衰量、10MHz～18GHz の広帯域同軸減衰量および2GHz～18GHz 雑音温度等の各標準の JCSS による供給を開始した。10GHz 導波管電力、10GHz 帯導波管減衰量の各標準の依頼試験による供給を開始した。これまでの指定校正機関供給業務の産総研への移管の制度整備と技術的整備を完了した。高周波電圧、18GHz 帯電力および18GHz 帯減衰量の校正に関し、ASNITE 認定を取得した。高周波インピーダンスなど次年度以降の標準供給計画の段階的準備を実施した。60MHz、5GHz の減衰量について CIPM 国際比較（CCEM-RF-K19. CL）に参加した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕高周波、マイクロ波、ミリ波、標準

〔テーマ題目41〕電磁界・アンテナ計測標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕小見山耕司 計測標準研究部門 電磁波計測科 高周波電磁界標準研究室長

〔研究担当者〕廣瀬 雅信、森岡 健浩、黒川 悟、石居 正典（職員5名）

〔研究内容〕

ダイポールアンテナ標準を計量法に基づき jcss 供給する為の委員会とワーキンググループを立ち上げ、整備を進めた。さらに150kHz から30MHz のループアンテナについても次年度の供給に向けて標準測定装置の開発を行った。標準ホーンアンテナの標準測定装置整備を行って、4GHz から26.5GHz までの依頼試験による標準供給を開始した。1GHz 帯アンテナ係数の校正に関し、ASNITE 認定を取得した。広帯域アンテナのログペリアンテナについても標準測定装置を設計し、一部を整備した。また、アンテナ測定への光応用技術開発では光電界センサを球面走査型近傍界測定法に適用して、有効で

あることを実証した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕電磁界、アンテナ

〔テーマ題目42〕レーザ標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕井上 武海 計測標準研究部門 電磁波計測科 レーザ標準研究室長

〔研究担当者〕向井 誠二、遠藤 道幸、木村 眞次、福田 大治（職員5名）

〔研究内容〕

レーザパワー校正に関する指定校正機関業務の移管に向けて488nm、633nm および1550nm レーザパワー標準の整備を完了し、日本品質保証機構（JQA）との比較測定試験を実施し、不確かさの範囲で一致することを確認し JCSS 校正の体制整備を完了した。1-10W レベルの可視・近赤外域レーザパワー標準の開発を進めた。光ファイバ減衰量標準の開発に関し、測定装置の改良による精度向上、評価を行って標準を確立し、依頼試験を開始した。レーザパルスエネルギー標準の開発に着手した。He-Ne レーザの10mW レベルで特定副標準器の校正を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕レーザパワー、光ファイバ

〔テーマ題目43〕光放射標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕齊藤 一朗 計測標準研究部門 電磁波計測科 光放射標準研究室長

〔研究担当者〕齋藤 輝文、座間 達也、市野 善朗、薮 洋司、神門 賢二（職員6名）

〔研究内容〕

定点黒体炉・高温黒体炉を用いた分光放射輝度・照度比較校正装置を整備し、分光放射照度の特定副標準器校正を3件実施するとともに国際比較（CCPR-K1. a）に参加中。分光拡散反射率（可視域）の依頼試験を3件実施するとともに、国際比較（CCPR-K5）に参加中。APMP 国際比較の UV-A 検出器の放射照度応答度に参加した。分光応答度（紫外、可視、近赤外）の依頼試験を12件実施するとともに、JCSS 制度への移行のための供給体制を整えた。極低温放射計用レーザ光源の高品質化ならびに仲介用検出器の試作を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕測光、光放射

〔テーマ題目44〕線量標準の開発、設定、供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕高田 信久 計測標準研究部門量子放射科放射線標準研究室主任研究員

〔研究担当者〕小山 保二、黒澤 忠弘、納富 昭弘、

齋藤 則生、鈴木 功、荒井奈穂子、
松本 健、(職員6名、他2名)

【研究内容】

γ線標準の BIPM との相互比較結果に基づいて、壁効果に対する補正係数を、計算による値に変更するとともに、技術マニュアルを作成し、ピアレビューを受けて、ASNITE 認証を取得した。軟 X 線照射線量につき、発生装置の安定化を図り、エネルギー絶対値の補正値の取得、再結合係数の測定などにより、標準の再設定を促進し、中硬 X 線の種々の線質条件での再設定を進めるとともに、β線吸収線量標準の設定に取り掛かった (181-185、187-0)。また、約35件の放射線量計の校正依頼を受け、認定事業者等に標準供給を行った。

【分野名】標準

【キーワード】線量標準、ASNITE、軟 X 線、
中硬 X 線、γ線

【テーマ題目45】単色 X 線の照射線量絶対測定手法の開発に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】鈴木 功 計測標準研究部門量子放射科
放射線標準研究室長

【研究担当者】小池 正記、齋藤 則生 (職員3名)

【研究内容】

気体と X 線の相互作用定数の検討を行い、放射光 X 線用イオンチェンバーでのアルゴンガスを用いた X 線測定の精密化を図るとともに (187-2)、分光器の効率向上のため、多層膜ミラーの反射率測定装置に改良を加えて、計算機制御で評価を可能にした。

【分野名】標準

【キーワード】単色 X 線、イオンチェンバー、放射光

【テーマ題目46】放射能特定標準器群の維持・向上、および中性子標準の開発・供給 (運営費交付金)

【研究代表者】梶野 良穂 計測標準研究部門量子放射科放射能中性子標準研究室長

【研究担当者】瓜谷 章、原野 英樹、佐藤 泰、
伊藤 芳浩、片野 元、松本 哲郎
(職員4名、他3名)

【研究内容】

- (1) 放射能標準に関して、依頼試験や特定二次標準器の校正を通じて放射能標準の供給を行い、新規に放射能面密度標準の供給を開始した(192)。品質システムの確立のため、ピアレビューを実施し、ASNITE より ISO17025適合の認証を受けた。一方、CMC 登録項目維持のため、BIPM/CCRI が主催した Mn-54、I-125、Am-241などの放射能測定国際比較に参加した。
- (2) 中性子標準に関して、低中速エネルギーの中性子フルエンスの標準を確立し、供給を開始する

(198) とともに、中性子場の特性評価の高度化に関する研究を行った。また、技術マニュアルを作成し、ピアレビューを受けた。さらに、高速中性子フルエンスの精密エネルギー測定のための高エネルギー分解能スペクトロメータの開発を進めるとともに (199)、熱中性子測定国際比較参加への準備を行った。

【分野名】標準

【キーワード】放射能、BIPM/CCRI、中性子、速中性子フルエンス

【テーマ題目47】無機標準物質に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】日置 昭治 計測標準研究部門無機分析科 無機標準研究室長

【研究担当者】野々瀬菜穂子、三浦 勉、鈴木 俊宏、
加藤 甲壬、西 緑、桜井 文子、
水谷 淳 (職員7名、他1名)

【研究内容】

平成15年度には、Ti 標準液の開発のために原料物質の純度決定および各標準液の調製法および濃度測定法の開発を行い、さらに、Y、Be の各標準液の開発に着手した。また、蛍光 X 線分析用標準物質として開発した FeCr 合金 (Cr40%) について、同位体希釈質量分析法、滴定法、および単色 X 線励起蛍光 X 線分析法による値付けを行い、認証標準物質として供給を開始した。複数の CCQM 国際比較に参加し、特に低合金鋼の国際比較の幹事ラボを務めた。

【分野名】標準

【キーワード】無機標準物質

【テーマ題目48】pH および電気伝導度の標準確立 (運営費交付金)

【研究代表者】日置 昭治 計測標準研究部門無機分析科 無機標準研究室長

【研究担当者】中村 進、イゴール・マクシモフ
(職員2名、他1名)

【研究内容】

Harned セル法による pH 測定の改良を進めシステムを構築した。このシステムによって、炭酸塩 pH 緩衝液を除く、他の pH 緩衝液に対して合成標準不確かさ 0.003pH での測定を可能とした。炭酸塩 pH 緩衝液の CCQM 国際比較に参加した。

【分野名】標準

【キーワード】pH および電気伝導度の標準

【テーマ題目49】環境分析用組成標準物質および微量分析技術に関する研究

【研究代表者】高津 章子 計測標準研究部門無機分析科環境標準研究室長

〔研究担当者〕 鎗田 孝、黒岩 貴芳、稲垣 和三、
沼田 雅彦、青柳 嘉枝、恵山 栄、
山崎美佐子、仲間 純子、成川 知弘
(職員5名、他5名)

〔研究内容〕

平成15年度は、PCB および塩素系農薬類分析用底質標準物質（高濃度）(NMIJ CRM 7304-a) および、二水準の有害金属分析用河川水標準物質（無添加、添加）(NMIJ CRM 7201-a および7202-a) を開発した。PCB および塩素系農薬類分析用底質標準物質（高濃度）の開発にあたっては、加圧流体抽出法、マイクロ波加速抽出法や超臨界流体抽出法など複数の抽出法を確立し、それらの異なる抽出法と同位体希釈ーガスクロマトグラフ質量分析法の組み合わせによる複数の分析法による値付けを行い、14種類の PCB 同族体および DDT などの4種類の塩素系農薬類の濃度を認証した。また、河川水標準物質開発においては、同位体希釈ーICP 質量分析法、ICP 質量分析法、原子吸光分析法などを複数の分析法を用いて微量レベルのカドミウム、鉛、ヒ素、クロムなど金属元素の濃度を認証した。また、CCQM 国際比較には、底質中トリブチルスズ (CCQM-K28)、底質中ジブチルスズ (CCQM-P43)、マグロ中水銀、セレン、鉛、ヒ素とメチル水銀 (CCQM-P39)、生物組織中有機汚染物質 (CCQM-P40) など、標準物質の開発にあわせて参加した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 環境分析用組成標準物質

〔テーマ題目50〕 有機化学標準の開発・供給(運営費交付金)

〔研究代表者〕 加藤 健次 計測標準研究部門有機分析科有機標準研究室長

〔研究担当者〕 石川啓一郎、井原 俊英、渡邊 卓朗、
清水 由隆、松本 信洋、岩澤 良子、
堀本 能之、鮑 新努、新 重光、
水飼 緑、内田 直子、大塚 聡子、
大手 洋子、野口 文子、三浦 直子
(職員6名、他10名)

〔研究内容〕

標準ガス及び有機標準物質の供給を目指して研究開発を行った。標準ガスについては、JCSS による無機・有機標準ガスの供給を目指して、基準物質となる高純度の一酸化窒素、二酸化硫黄、アクリロニトリルの開発(CRM 化)を行った。標準液に関しては、p, p'-DDT 標準液、p, p'-DDE 標準液、γ-HCH 標準液、これら3種の混合標準液、ミオイノシトールの熱分析による純度校正、DDE、DDT、HCH 分析用魚油標準の開発を行った。また、関連した国際比較として6フッ化イオウ、4フッ化炭素の国際比較に参加した。その他、既存のメタン標準ガス他6種の JCSS 標準ガスの基準物質についても

開発を開始した。ジクロロメタン他27種程度の JCSS 標準液に関する基準物質についても、SI トレーサブルな純物質の供給を目指した技術的整備をおこなっている。手法開発としては、標準ガス、標準液の測定法の高度化、動的発生法などの装置類の整備を行った。また、大気中 PCB を捕集濃縮し、還元して塩化水素として検出する簡易 PCB モニター装置の試作と改造を行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 有機標準液、標準ガス、有機標準物質

〔テーマ題目51〕 界面を利用した高感度計測手法の研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 加藤 健次 計測標準研究部門有機分析科有機標準研究室長

〔研究担当者〕 羽田 晴美(職員1名、他1名)

〔研究内容〕

界面を利用した選択的分析手法について検討を行う。昨年度に引き続き光導波路分光法を応用した分光分析手法の開発を行った。具体的には、環境中あるいは生体中の極微量成分標準物質の高感度測定手法の開発と、高感度なガス中の水分測定法(露点測定法)の開発を行う。前者については、導波路の材質について検討を行い、より簡便な分析法への応用を目指し、企業との共同研究を実施した。後者については、試験用の露点測定装置と水分発生器の試作を行い、より低濃度での測定を試みた。表面のコーティングにより-40度以下の露点での水分測定が可能となった。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 界面を利用した高感度計測

〔テーマ題目52〕 高分子標準物質の開発供給(運営費交付金)

〔研究代表者〕 衣笠 晋一 計測標準研究部門有機分析科高分子標準研究室長

〔研究担当者〕 齋藤 剛、松山 重倫、島田かより、
板倉 正尚、岸根 加奈
(職員4名、他2名)

〔研究内容〕

高分子標準物質については、ポリスチレン認証標準物質2種とポリカーボネート認証標準物質1種の研究開発を行い供給を開始した。また、ポリカーボネート中のビスフェノール A 分析用標準物質の開発研究を開始しその成果を誌上発表した。高分子に対する計測技術の研究においては、サイズ排除クロマトグラフィー/多角度光散乱検出器 (SEC/MALLS) 法の高精度化研究、MALDI-TOFMS の定量性に関する産総研内共同研究の成果発表と ISO 規格作成に向けて独 BAM および米 NIST との間で作業を行った。さらに、定量 NMR については、測定結果に対する不確かさ評価の成果を誌上発表し、CCQM 国際比較へ参加した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕高分子標準

〔テーマ題目53〕有機化合物のスペクトルデータベースシステム（SDBS）の整備と高度利用化（運営費交付金）

〔研究代表者〕衣笠 晋一 計測標準研究部門有機分析科高分子標準研究室長

〔研究担当者〕齋藤 剛、石川啓一郎、前田 恒昭、滝澤 祐子、和佐田宣英、浅井こずえ（職員4名、他3名）

〔研究内容〕

以下の各項目について研究開発を行った：(1)新規化合物851件について、質量分析スペクトルは2078件、¹H-NMR スペクトルは314件、¹³C-NMR は323件、赤外分光スペクトルは309件の新規スペクトルの公開を行った。また、これと並行して SDBS 化合物辞書の整備を行った。さらに、新 SDBS ホームページの開発に着手し、基本仕様を作成した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕有機化合物のスペクトルデータベース

〔テーマ題目54〕表面・薄膜計測および標準物質の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕小島 勇夫 計測標準研究部門先端材料科長

〔研究担当者〕藤本 俊幸、東 康史、城 昌利、福本 夏生、孫 治湖、許 俊華、喻 利花（職員5名、他3名）

〔研究内容〕

多層膜・極薄膜標準物質の開発にむけて、X線反射率法による精密評価技術について基礎研究を行った。その結果、薄膜構造評価において試料のマクロな形状が膜厚・密度等に与える影響をシミュレーションによって定量的に検討し、15mm 角の試料における高さ250nm の単調な歪みでさえ、評価される密度に8%程度の影響を与えることを確認した。また、特に極薄膜標準物質の開発の準備として2~10nm の Si 基板上的 SiO₂ 薄膜の X線反射率測定を行い、エリプソメトリー、X線光電子分光実験の結果と比較を行い、表面汚染物評価が膜厚評価の不確かさを軽減の重要な要素であることを確認した。また、X線光電子分光分析法による定性分析については分析分科会においてエネルギー軸の較正法について ISO規格に準拠した共同実験を実施し、定量分析については分光器の透過関数補正法について実験および理論の両面で検討を行った。平成12年度に開発・認証した GaAs/AlAs 超格子標準物質の経時変化測定を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕表面・薄膜計測

〔テーマ題目55〕マイクロビームによる材料局所分析と標準物質開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕梅原 博行 計測標準研究部門先端材料科材料分析研究室長

〔研究担当者〕寺内 信哉、小島 勇夫（職員3名）

〔研究内容〕

これまでに行われてきたマイクロ偏析の少ない鉄合金作製技術を基に、鉄-クロム合金、鉄-ニッケル合金、鉄-炭素合金を新たに作製し、これらの試料に対して、バルク材の組成の化学分析及び EPMA を用いて評価を行い、EPMA 用標準物質として認証した。さらに実用合金により近い組成を持つ鉄、ニッケル、クロムを含む合金標準物質開発に向けて検討を開始した。実用合金であるステンレス鋼、高ニッケル合金等の作製法の検討を行い、インコネル及びインバー合金については均質な合金の作製条件を見いだした。また、電導性を有するホウ化マグネシウムのスパッタリングによる皮膜作製条件の検討及びマグネシウム合金膜のスパッタリングによる作製を行い、膜中の組成の等についてマイクロビームによる皮膜の解析を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕マイクロビーム、材料局所分析

〔テーマ題目56〕多次元構造変化・動的過程の in-situ 計測技術（運営費交付金）

〔研究代表者〕小島 勇夫 計測標準研究部門先端材料科長

〔研究担当者〕藤本 俊幸、東 康史（職員3名）

〔研究内容〕

低エネルギーの光電子を利用した実験室レベルの表面分析技術を開発し、固体表面を高感度で計測するための基礎研究を行う目的で、偏光紫外光源の立ち上げのための必要な機材の準備を行った。さらに極薄膜や単結晶表面の外場の変動による物性や構造の動的変化について検討した。本研究は、薄膜の in-situ 精密計測や、極短時間における表面動的計測の実現を目指すもので、次世代の標準開発に役立つことが期待される。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕薄膜、動的計測

〔テーマ題目57〕荷電粒子による材料分析およびプラズマ計測の標準化（運営費交付金）

〔研究代表者〕小島 勇夫 計測標準研究部門先端材料科材料長

〔研究担当者〕富樫 寿、平田 浩一、小林 慶規、伊藤 賢志（職員5名）

〔研究内容〕

半導体など先端材料分野における研究開発を支援する目的で、イオン注入標準物質、微細空孔標準物質を開発

するとともに、低温プラズマ中の化学種の分析法の標準化を目指す。イオン注入標準物質開発では、異なるイオン注入法で作成した低エネルギー砒素イオン注入単結晶 Si 試料の注入元素深さ分布のウェハー面内均一性を調べ、最適注入条件の絞り込みを行った。また、微細空孔標準物質の値決めのためのデジタル方式陽電子寿命測定装置を構築した。さらに、レーザー脱離質量分析による化学種の定量的計測法の検討および低温プラズマ中の化学種の測定法の検討を行った。

【分野名】標準

【キーワード】材料分析、イオン注入標準物質、微細空孔標準物質、質量分析

【テーマ題目58】高純度基準物質の開発に関する研究

【研究代表者】小島 勇夫 計測標準研究部門先端材料科材料長

【研究担当者】川原 順一、小林 慶規（職員3名）

【研究内容】

代表的環境ホルモンと考えられるフタル酸エステル類を例として、環境ホルモン類の分離精製に対する向流クロマトグラフィーの適用性について検討を進めた。また、基準物質の精製を進める過程で必要となる微量不純物の分析法に関し、分析 HPLC の適用を検討し、高感度化の阻害要因とその解決法に関し幾つかの知見を得た。

【分野名】標準

【キーワード】高純度基準物質、環境ホルモン、フタル酸エステル類、分離精製、向流クロマトグラフィー、分析 HPLC、高感度化

【テーマ題目59】特定計量器の基準適合性評価に関する業務（運営費交付金）

【研究代表者】上田 升三 計測標準研究部門計量標準技術科型式承認技術室長

【研究担当者】西川 賢二、池上 裕雄、分領 信一、木村 守男（職員5名）

【研究内容】

血圧計、抵抗体温計、ガラス製体温計について、国際的に認められる技術基準と JIS 規格の整合化を図るため、改訂 JIS 原案作成に寄与し、特定計量器検定検査規則の JIS 化の作業を進めることとしている。

また、計量標準総合センター全体で活用できる特定計量器の型式の承認に関わる認証システム（ガイド65）のドキュメントの作成を進め、NMIJ 内での運用、試行をできるよう構築を進めた。

型式承認業務は、当科が担当するアネロイド型血圧計、抵抗体温計、環境計量器に当たる各種濃度計、振動レベル計等の特定計量器について、概ね50型式について国内技術基準への適合性を評価するとともに、型式承認軽微変更届出約80件の承認業務、つくば実施分も含め特定計量器の事前審査約200件、事前相談約30件を実施した。

また、産業技術総合研究所型式承認試験規程のうち、当科が担当する特定計量器について、別紙の見直しを行い、関係事業者等への周知を図った。

【分野名】標準

【キーワード】特定計量器の基準適合性評価

【テーマ題目60】法定計量業務及び計量標準供給業務（運営費交付金）

【研究代表者】中村 勉司 標準研究部門計量標準技術科校正試験技術室長

【研究担当者】田中 彰二、田中 洋、上田 雅司、戸田 邦彦、浜川 剛、三倉 伸介、井上 太、西川 一夫、木村二三夫（職員9名、その他1名）

【研究内容】

当科が担当する基準器検査（長さ計、ガラス製温度計、圧力計、浮ひょう、ガラス製体積計）1511件及び計量器の型式承認試験（抵抗体温計、電子血圧計）48件、比較検査（酒精度浮ひょう）150件、検定（バックマン温度計）10件及び依頼試験（ガラス製温度計、ガラス製体積計）8件を実施した。また、当該業務実施区割の見直しにより依頼試験密度浮ひょうの設備移転・整備を終了した。実施業務に関する試験・検査品質マニュアル（23品目）の内、完成したものから順次運用を開始した、平成16年度にすべて運用する予定である。さらに、非自動はかりを対象にソフトウェア検証のために、組み込まれているソフトについて、計量法等の法規制部分との切り分けを、それに基づきソフトの封印方法の検討・作成し改竄防止方法を検討した。国内初の非自動はかり組み込みソフトウェア照合技術のモデルケースを確立した。

【分野名】標準

【キーワード】法定計量

【テーマ題目61】長さゲージへの標準供給に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】中村 勉司 標準研究部門計量標準技術科校正試験技術室長

【研究担当者】三倉 伸介、井上 太（職員3名）

【研究内容】

直径標準の供給を目的としてリングゲージ及びプラグゲージの校正装置整備を進め、目標とした不確かさ0.4 μm 以内でリングゲージは20mm~200mm、プラグゲージは200mm 以下の校正範囲で ASNITE-NMI 認定と同時に CIPM peer Review を受け、JCRB Appendix C への登録をおこなった。品質マニュアルを完成し準備が整ったので APMP 内での国際比較を開始する予定である。

【分野名】標準

【キーワード】長さゲージ

②【地球科学情報研究部門】

(Institute of Geoscience)

(存続期間：2001. 4. 1. ～)

研究部門長：富樫 茂子

副研究部門長：村上 裕、宇都 浩三

総括研究員：松久 幸敬、久保 和也、須藤 茂

部門付：伊藤 久男、鹿野 和彦、中島 隆

所在地：つくば市東1-1-1中央第7

人員：88 (86) 名

経費：757,062千円 (577,338千円)

概要：

本研究部門の目標は、「地質の調査」を実施することによって国土の属する日本島弧地域を主要対象に、地球表層～深部におけるより高次の地球科学的実態の解明・把握に努め、当該分野の知的資産の形成・知的基盤の構築・整備に寄与することである。

また、特に社会的要請の高い地震・火山などに対する国の研究を分担し、中立公正な地球科学情報の提供を心掛け、国民社会の安寧や産業発展に貢献するものである。

さらに、国土の地球科学情報の高度化・標準化・総合化に必要な情報技術の開発・導入を進め、国内外に一層の成果普及に資するものである。

また、国際的な地質調査所ネットワークの中で、我が国の地質調査研究分野における中核となることを目指し、日本と関連の深いアジア地域の地質情報整備に積極的に関わっていく。

重点研究課題：

「地質の調査」における地質情報、地球物理情報、地球化学情報、地球科学情報解析、地震関連情報及び火山・マグマ情報に集約した6重点課題を縦軸とし、新たな戦略的重点課題として地球科学情報の国際標準化、アジアの地球科学情報高度化、及び先端の地球科学技術開発を横軸として、研究グループの連携強化を図る。

外部資金：

独立行政法人防災科学技術研究所 「大都市大震災軽減化特別プロジェクト 大深度ボーリング試料による地質年代調査」

財団法人地球環境産業技術研究機構 「地中貯留サイト選定のための超臨界 CO₂挙動予測ツールを用いたケーススタディ」

財団法人データベース振興センター 「G-XML 技術を用いた電子地質図の高度利用化の研究開発」

運輸施設整備事業団 「平成15年度大都市における火山灰災害の影響予測評価に関する研究 (火山灰災害の直接の影響予測システムに関する研究)」

経済産業省 科学技術総合研究委託費 「風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影境に関する研究発生域における風送ダストの大気中への供給量評価/東アジア域の風送ダスト供給量と沈着量」

経済産業省 科学技術総合研究委託費 「雲仙火山：科学掘削による噴火機構とマグマ活動解明のための国際共同研究/雲仙火山及び島原半島の火山発達史並びに3次元構造モデル化の研究/雲仙火山形成史及び島原半島地質構造の解明/火山体形成史とマグマ進化の解明」

経済産業省 科学技術総合研究委託費 「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究/予測のための伝搬特性・サイト特性のモデル化/反射法記録による速度構造のモデル化手法」

経済産業省 科学技術総合研究委託費 「陸域震源断層の深部すべり過程のモデル化に関する総合研究/下部地殻内の変形機構に関する研究/地質学的解析による深部断層岩の解析」

経済産業省 試験研究調査委託費 (環境研究総合推進費に係るもの) 新規「二酸化炭素収支のモデルによる予測のための情報基盤整備」

経済産業省 試験研究調査委託費 (地球環境保全等試験研究に係るもの) 「地球化学図による全国的な有害元素のバックグラウンドと環境汚染評価手法の高度化に関する研究」

経済産業省 知的基盤課 地球環境遠隔探査技術等調査研究委託費 「将来型衛星による災害監視情報の高度複合システムに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「完新世における琵琶湖水位変動の復元」

文部科学省 科学技術振興調整費 「噴火様式の進化に関する研究」

発表：誌上発表138 (107) 件、口頭発表448 (189) 件、その他160件

堆積層序システム研究グループ
(Sedimentary Geology Group)

研究グループ長：木村 克己

(つくば中央第7)

複合構造システム研究グループ
(Tectonics Group)

研究グループ長：竹内 圭史

(つくば中央第7)

火山複合システム研究グループ
(Volcanic System Research Group)

研究グループ長：中野 俊

(つくば中央第7)

深成変成システム研究グループ
(Plutonic and Metamorphic Geology Group)

研究グループ長：松浦 浩久

(つくば中央第7)

地質統合研究グループ
(Integrated Geology Group)

研究グループ長：尾崎 正紀

(つくば中央第7)

複合年代層序研究グループ
(Integrated Bio-and Chronostratigraphy Group)

研究グループ長：柳沢 幸夫

(つくば中央第7)

概要：

上記の6研究グループは「地質の調査」ミッションの基幹研究である地質図に関連した研究を協力して行っており、テーマは以下の3つに大きく区分できる。

1)「地質図・地球科学図の作成」：日本列島の地質学的実態の解明・把握を行い、その成果を5万分の1地質図幅をはじめとする各種地質図幅等のマップ情報として作成・公開する。2)「情報の数値化・標準化・データベース整備」：地質図情報の有効利用のための各種検討を行い、情報の利便性の向上を図ると共に知的基盤として整備する。3)「地質の調査のための基盤的基礎的研究」：複雑な地質構造を示す日本列島の、今なお課題として残されている地史未詳地質体について、層序学・岩石学・構造地質学・古生物学・放射年代学などの様々な地球科学的手法を駆使して総合的に地質現象を把握する。中でも平野地下に伏在する沖積層については探査・分析技術の開発とともに、物理探査・地盤工学等の専門分野融合的な研究を実施し、層序・堆積物物性・埋没地形・堆積環境の高精度な解析を行う。また、放射年代・生層序など様々な地質年代層序の信頼性及び分解能の向上と複合に関する基礎的研究を行い、標準複合年代層序の枠組みを構築して、地質の調査のための基盤を提供する。今年度は、年代指標となる広域火山灰層序と生層序を複合する研究を開始

し、新潟及び福島地域の年代層序の精緻化に寄与することができた。

研究の実施に当たっては、6研究グループが中心となり、本研究部門の総括研究員や部門付き及び他研究グループ員、他研究ユニットの研究員、大学等の外部研究機関の研究者との協力体制をとっている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

地球物理情報研究グループ
(Geophysical Mapping Research Group)

研究グループ長：大熊 茂雄

(つくば中央第7)

概要：

知的基盤情報課題として、全国規模の地球物理データを統一的なデータ取得・処理により収集・蓄積し、各種地球物理図の編集・出版と地球物理データベースの構築・公開を行う。技術開発課題として、火山災害軽減研究のため、空中磁気探査の機器開発と山体安定性評価手法の確立を行う。これら重要課題を支える根幹としての基礎研究・データ取得を充実させる。また研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

地殻構造研究グループ
(Tectonophysics Group)

研究グループ長：横倉 隆伸

(つくば中央第7)

概要：

本グループの重要課題として、強震動予測研究のために必要とされる地下深部から基盤に到るまでのS波速度構造の探査・解析手法の確立を行い、大都市圏精密基盤構造図作成に向けた仕様の検討・データの収集を行う。これら重要課題を支える根幹としての基礎研究・データ取得を充実させる。特に地下深部の不均質構造探査をキーワードとして、種々の探査手法を組み合わせて不均質構造の相互関係などを検討する。また研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。

研究テーマ：テーマ題目7

地球化学研究グループ
(Geochemistry Group)

研究グループ長：今井 登

(つくば中央第7)

概要：

地球化学情報の集積・活用と高度な分析技術の開発を目的とし、全国版200万分の1等の地球化学図作成、

風送ダスト、地球化学標準試料、地球化学情報のデータベース化、これらに必要な高度な分析技術の開発を行った。最近の土壤汚染に対する関心の高まりを受けて、全国をカバーする地球化学図を作成し地球化学図を利用した有害元素等のバックグラウンド値の評価を行うとともに、中国－日本間の地球化学サイクルにおける風送ダストの観測、岩石標準試料の整備とデータベース化、標準値の設定を行った。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

微小領域同位体研究グループ

(Micro-scale Isotope Geochemistry Group)

研究グループ長：森下 祐一

(つくば中央第7)

概 要：

地質現象を支配するミクロなプロセスの解明には、微小領域の同位体比分析が不可欠である。当研究グループでは、二次イオン質量分析法 (SIMS) を用いた鉱物の微小領域精密同位体分析法の開発を進め、その他の分析手法も用いて、火山活動や鉱床生成に関連したマグマ熱水系の研究や地球環境変遷の解読、更には惑星集積進化に関する研究など、地球科学における重要な研究課題の中でも、空間分解能が低い等の測定法の制約により従来研究が進まなかった未踏課題の解明を行なう。

火山の噴火メカニズム研究や鉱物資源探査等の社会的に重要な課題を見据えつつ、基礎的研究の成果に基づき知的基盤を構築します。また、高感度・高質量分解能の大型 SIMS に関する共通の研究手法を基盤として幅広い分野の課題に対応し、分野横断的な研究を目指します。

研究テーマ：テーマ題目11

地震地下水研究グループ

(Tectono-Hydrology Research Group)

研究グループ長：小泉 尚嗣

(つくば中央第7)

概 要：

国の地震予知事業および地震調査研究業務を分担し、地殻活動と地下水変動の関係を解明するために、地下水等の観測・研究業務を行っており、地震および火山活動に関連する地下水変化における日本の中核的研究グループである。東海・近畿地域を中心に、全国に40以上の観測井を展開し、地下水の水位・自噴量・水温・水質・ラドン濃度等の観測とともに、一部の観測点では、歪・GPS・傾斜計等による地殻変動の同時観測も行っている。これは、地震予知研究のための地下水観測網としては質・量において世界有数のものである。観測データは電話回線を通じて当グループに送

信され (一部重要データは気象庁にもリアルタイムで送られて東海地震予知のための監視データとなっている)、地下水等の変動メカニズム解明のための研究が行われている。観測結果はデータベース化を図りつつ、解析手法とともにホームページを通じて公開しており、地震防災対策強化地域判定会 (東海地震の予知判定を行う気象庁長官の諮問機関)・地震予知連絡会・地震調査委員会 (地震調査研究推進本部) に定期的にデータを報告・説明している。

研究テーマ：テーマ題目12

地震発生過程研究グループ

(Earthquake Process Research Group)

研究グループ長：桑原 保人

(つくば中央第7)

概 要：

本研究グループは地震被害軽減のため、地震発生から強震動生成までの各過程において、活断層深部で起こる現象の現実的なモデルを作成することを目的に研究を行っている。地震調査研究推進本部、測地学審議会の建議の指針に基づいた国の地震調査研究の一翼を担っており、グループの成果は国の地震調査、観測にフィードバックされる。地質学、地球物理学、地震学の各分野の研究者の融合により、新しい観点からの地震、地震動の発生予測を目指している。活断層深部構造解明のための地震学的、地球物理学的構造調査、断層破砕帯の変形過程解明のための詳細な地質学的調査、地殻下部の高温高圧環境を実現できる世界有数の実験装置を使用した変形実験等を行っている。

研究テーマ：テーマ題目12

実験地震学研究グループ

(Experimental Earthquake Physics Group)

研究グループ長：佐藤 隆司

(つくば中央第7)

概 要：

地殻物質の流動・破壊・摩擦機構に関する室内岩石実験を系統的に実施し、得られた知見にもとづき地殻変動のモデルを高度化する。さらに、数値シミュレーション手法の開発等の研究をとおして、地震発生および岩盤破壊に先駆する変動の予測精度向上に寄与することを目指す。

実験的研究とそれにもとづくモデル化や数値シミュレーションに関する研究は、密接な連携を保ちつつ進める必要がある。本研究グループは、一つのグループ内でこれらの研究を行うことのできる数少ないグループのひとつである。

研究テーマ：テーマ題目12

火山活動研究グループ

(Volcanic Activity Research Group)

研究グループ長：宇都 浩三

(つくば中央第7)

概要：

国の火山噴火予知計画の一翼を担い、活動的火山の噴火履歴を明らかにすると共に火山地質図を作成し日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究の実施を目的としている。また、火山噴火あるいは火山活動時においては、社会的要請に応えるための組織的かつ機動的な緊急調査を実施する。

研究テーマ：テーマ題目13

マグマ活動研究グループ

(Magmatic Activity Research Group)

研究グループ長：篠原 宏志

(つくば中央第7)

概要：

短期的火山噴火予知・活動推移予測の基礎となる、噴火機構・マグマ供給系の物理化学モデルの構築を目指し、マグマ系における化学反応・力学過程などの素過程の実験・理論的研究と活動的火山の観測・調査に基づくマグマ活動の把握およびモデル構築を行う。具体的には、火山ガス放出量・組成観測、放熱量観測、地殻変動観測など活火山の観測研究と、メルト包有物や斑晶組織・組成の解析によるマグマの性質と進化の研究、地質調査に基づく岩脈貫入や噴火時系列の解析、高温高压実験やアナログ物質を用いた模擬実験などによる素過程の解析などを実施する。研究成果は火山噴火予知連にも報告され、火山活動の評価などの基礎資料としても用いられる。

研究テーマ：研究題目14

アジア地圏情報研究グループ

(Asian Geoinformation Research Group)

研究グループ長：脇田 浩二

(つくば中央第7)

概要：

東・東南アジアを中心とし北東アジア及び南西アジアまで視野に入れて、地球科学情報を収集・解析する。さらに、データを数値化し、地理情報システムで解析する応用技術の研究を推進する。

アジアの地質は多様であり、日本とは地質学的に密接な関係がある部分と、大きく異なる部分とがあります。当研究グループでは、長期の派遣を含む国際共同研究に基づいた幅広い情報収集により、アジアにおけるさまざまな地球科学情報を編集し、数値地質図やCD-ROMのかたちで社会へ発信していく。

研究テーマ：テーマ題目15

情報解析研究グループ

(Information Research Group)

研究グループ長：村田 泰章

(つくば中央第7)

概要：

地球科学情報の高度利用と多様な発信についての研究は、産総研で推進している「第2種基礎研究」の典型的な例であり、地球科学情報研究部門の重点研究課題の一つとして「地球科学的情報については、迅速かつわかりやすい形で提供する方法を研究する」と、ポリシーステートメントの中で述べられている。また、社会からも、ニーズに対応した多種類・多機能な地球科学情報の基盤構築と創出に資するための地球科学情報のデータベース化、特にその総合化が求められている。当研究グループは、この地球科学情報の高度化・総合化に関する研究を分担し、国際的レベルへの到達を目標とする。当研究グループは、研究目標達成のために、日本および周辺地域の統合地球科学データベースのモデルの構築・公表、その高度化研究、数理地質学・統計学的な情報処理研究、地球科学情報収集・利用技術に係わる研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目16

地質リモートセンシング研究グループ

(Geologic Remote Sensing Research Group)

研究グループ長：村上 裕

(つくば中央第7)

概要：

衛星データを活用し、地球科学情報の創出ならびに知的基盤情報の拡充を通じて、国土の有効利用および地質災害の軽減を研究目的として、地質リモートセンシングの研究を実施する。新たな地質情報基盤の拡充を目指した火山衛星画像データベースの構築ならびに地盤変動図の作成に関する研究など、防災上欠かせない情報の提供に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目17

地質標本研究グループ

(Mineralogy and Paleontology Research Group)

研究グループ長：奥山 康子

(つくば中央第7)

概要：

成果普及部門地質標本館を学術面から支援する研究グループである。地質標本館登録の多様な地質標本について、地質年代と古環境の標準的指標を導き、地球構成物質の多様性を解明する地球科学的研究を行っている。これにより、経済産業省および産業技術総合研究所のミッションのひとつである「地質の調査」についての、基礎的・基盤的データを提供する。また、地球科学的諸計測のための標準岩石試料の開発をめざす。

研究テーマ：テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目

20、テーマ題目21、テーマ題目22

[テーマ題目1][地質図・地球科学図の作成](運営費交付金)

[研究代表者] 木村 克己、竹内 圭史、中野 俊、松浦 浩久、尾崎 正紀、柳沢 幸夫

[研究担当者] 木村 克己、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、小松原 琢、竹内 圭史、中江 訓、斎藤 眞、原 英俊、中野 俊、土谷 信之、吉川 敏之、古川 竜太、石塚 吉浩、松浦 浩久、高橋 浩、宮崎 一博、西岡 芳晴、尾崎 正紀、巖谷 敏光、宝田 普治、吉田 史郎、柳沢 幸夫、高橋 雅紀、渡辺 真人、久保 和也、鹿野 和彦、栗本 史雄、牧本 博、酒井 彰
(職員29名、その他68名)

[研究内容]

5万分の1地質図幅に関しては、冠山、五條を始めとする25地域の地質調査を当初計画に基づき進捗させた。須原、宮下、八甲田山、綾里、開聞岳、木更津の6地域の図幅について地質原図及び原稿を完成した。

20万分の1地質図幅については、白河、山口を始めとする6地域の地質調査を進捗させた。開聞岳、甌島の2地域と、豊橋及び伊良湖岬地域の1地域の改訂版の地質原図・原稿を完成させた。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 5万分の1地質図、20万分の1地質図

[テーマ題目2][情報の数値化・標準化・データベース整備](運営費交付金)

[研究代表者] 木村 克己、竹内 圭史、中野 俊、松浦 浩久、尾崎 正紀、柳沢 幸夫

[研究担当者] 木村 克己、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、小松原 琢、竹内 圭史、中江 訓、斎藤 眞、原 英俊、中野 俊、土谷 信之、吉川 敏之、古川 竜太、石塚 吉浩、松浦 浩久、高橋 浩、宮崎 一博、西岡 芳晴、尾崎 正紀、巖谷 敏光、宝田 普治、吉田 史郎、柳沢 幸夫、高橋 雅紀、渡辺 真人、久保 和也、鹿野 和彦、栗本 史雄、牧本 博、酒井 彰
(職員29名、その他68名)

[研究内容]

地質図幅のベクトル化に関しては、1/5万地質図幅70地域について実施した結果1961年発行分まで遡ってベクトル化を終了し、データファイルを整備した。また、20万分の1数値図幅集として「東北」「関東甲信越及び伊豆小笠原諸島」を発行した。

地質図文献データベースの研究として、5万分の1地質図幅未刊地域に係わるデータベースのため、数値地図と地質図画像100枚の位置合わせを行ないデータの蓄積を進めた。

地層名検索データベースの研究においては、既存データファイルを作成公開し辞書機能を付加したほか、地層名新規登録・更新の継続、第四紀火山・火成岩データベースの継続的更新、変成岩検索データベースの新規作成を行った。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] データベース、シームレス地質図、数値地質図

[テーマ題目3][地質の調査のための基盤的基礎的研究](運営費交付金)

[研究代表者] 木村 克己、尾崎 正紀、柳沢 幸夫

[研究担当者] 木村 克己、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、小松原 琢、竹内 圭史、中江 訓、斎藤 眞、原 英俊、中野 俊、土谷 信之、吉川 敏之、古川 竜太、石塚 吉浩、松浦 浩久、高橋 浩、宮崎 一博、西岡 芳晴、尾崎 正紀、巖谷 敏光、宝田 普治、吉田 史郎、柳沢 幸夫、高橋 雅紀、渡辺 真人(職員24名、その他1名)

[研究内容]

島弧地質の研究では、多岐にわたる基盤的基礎的研究5テーマ、すなわち地震に伴う地形変化、変動堆積盆、堆積盆発達史、噴火現象の特性解析、マイロナイト帯について、以下の調査・分析を行い研究成果を得た。1) 北海道の最近の火山堆積物として1929年駒ヶ岳火山、2000年有珠火山堆積物を検討して火砕流のメカニズムと水蒸気爆発の時系列変化を明らかにした。2) 近畿地域の第四紀堆積盆地の近江盆地と京都盆地について、ボーリング調査と既存資料の整理等を実施して、AT テフラの分布の概要と沖積層の層序を明らかにした。3) 糸魚川-静岡構造線に関連して、巨大地すべり堆積物の認定とそれが約7万年前に発生したことを明らかにした。4) 棚倉構造線周辺のマイロナイトの野外調査を実施し構造解析を開始した。

平野地下地質の研究では、東京低地と中川低地の沖積層の標準層序を確立し岩相・堆積相の地域的变化を明らかにするために、東京都江戸川区小松川地区と埼玉県草加市柿木地区の2地点で層序ボーリング調査(60-70m長)と物理検層を行うとともに、既存のボーリングコアも含め合計6本、350m長の堆積物コアの高精度解析を実施した。また、地下の地質・構造を3次元的に明らかにするために、調査地域内の自治体等の協力を得て既存の土木ボーリング資料を収集し、そのうち1,500本のボーリングデータについて数値化しデータベースとして整

理した。その結果、東京低地中流から中川中流域にかけて、沖積層の標準となる層序と堆積システムを確立し、埋没谷地形の概要をとりまとめた。

複合年代層序の研究では、微化石層序、古地磁気層序および放射年代のさらなる精度の向上と複合を進めるとともに、広域火山灰層を含む火山灰層序や同位体層序も統合して、新第三紀における標準複合年代尺度の汎用性を高めることを目標に研究を実施した。その結果、後期中新世において年代指標となる広域火山灰層序と生層序を統合し、新潟及び福島地域の年代層序の精緻化に寄与することができた。また、北大西洋の中期中新世同位体層序を最新の古地磁気年代層序に基づいて年代を再計算し、複合年代尺度に統合した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】島弧、標準年代尺度、年代層序、平野地下地質

【テーマ題目4】[地球物理図の編集とデータベースの構築に関わる研究] (運営費交付金)

【研究代表者】大熊 茂雄

【研究担当者】大熊 茂雄、駒澤 正夫、森尻 理恵、中塚 正、村田 泰章、名和 一成、牧野 雅彦、石原 丈実
(職員8名、その他4名)

【研究内容】

1. 重力基本図の研究：20万分の1重力図「鹿児島地域」および「宮崎地域」を完成するとともに、九州および中国・四国地域で重力調査を実施した。数値目標に加えて、基礎研究の成果として日本重力CD-ROMの第2版を完成した。
2. 空中磁気図の研究：地殻活動域の空中磁気図として、神戸ー京都地域高分解能空中磁気異常図を完成した。
3. 日本全国空中磁気データベースの研究：データベース構築のため、産総研(地質調査所)・NEDOデータの統一的処理を実施し、登載データを完成した。また、データベース構造の検討を終え、データハンドリングソフトウェアの開発を開始した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地球物理図、重力図、空中磁気図、岩石物性、地球物理データベース

【テーマ題目5】[空中物理探査による火山の山体安定性評価手法の開発に関する研究] (運営費交付金)

【研究代表者】大熊 茂雄

【研究担当者】大熊 茂雄、広島 俊男、駒澤 正夫、中塚 正、斎藤 英二、中野 俊、内田 利弘、杉原 光彦
(職員8名、その他4名)

【研究内容】

高標高・急峻な火山で調査飛行可能なヘリコプターを用いた高分解能空中磁気探査システムを構築し、富士火山で調査飛行を成功させた。一方、有珠火山で重力の集中調査を行い、火山地域地球物理総合図に必要なデータの整備を図った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】火山、有珠火山、山体崩壊、空中物理探査、重力探査、火山地域地球物理総合図、火山災害の軽減

【テーマ題目6】[地球物理学的手法によるイタリア火山の活動推移評価に関する研究] (運営費交付金)

【研究代表者】大熊 茂雄

【研究担当者】大熊 茂雄、駒澤 正夫、中塚 正、中野 俊、杉原 光彦、牧野 雅彦
(職員6名、その他3名)

【研究内容】

オーストリア地質調査所(GBA)との国際共同研究により、イタリア・エオリア諸島において当該地域の地下構造を調査するため、2004年3月にリパリ島で重力調査を実施した。ブルカノーリパリ地域およびストロンボリ地域については、既存空中磁気データの再検討を行い、詳細な空中磁気異常図を作成し、この結果を国際学会で発表した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】火山、エオリア諸島、ブルカノ火山、リパリ火山、ストロンボリ火山、空中物理探査、火山災害の軽減

【テーマ題目7】[地殻構造の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】横倉 隆伸

【研究担当者】横倉 隆伸、加野 直巳、山口 和雄、田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍、駒沢 正夫、横田 俊之(地圏資源環境研究部門)、高倉 伸一(地圏資源環境研究部門)(職員9名、その他8名)

【研究内容】

1. 都市圏精密基盤構造図および衛星地盤変動図作成手法に関する研究：京都盆地南部で重力調査と反射法データをコントロールポイントとした詳細基盤構造を解析し、従来に比べ基盤が凹凸に富み、縁辺部が急傾斜であることを示した。自治体等のデータと併せ、つくば市～東京湾に至る首都圏南北トランセクトを完成し、基盤構造を解明した。東西トランセクトに関し、利根運河沿いデータの解析・吉川市～越谷市域反射法調査を実施し、堆積構造・基盤構造を解明した。また関東平野北西部のデータをとりまとめた。衛星レーダー干渉測定法の解析手法を、解

析対象領域の地形・植生などの状況に応じて、L-band と C-band という波長域の異なるデータを用いることにより最適化した。

2. 地殻深部の不均質構造および海底付近の物質循環に関する研究：地殻内温度構造の不均質性に関わる基礎研究の成果として数値地質図「日本列島及びその周辺域の地温勾配及び地殻熱流量データベース」を作成した。表面波トモグラフィにより、南西アジアにおいて従来よりも高分解能の構造を解析した。自転軸周辺での内核外核境界付近の地震波速度構造を解明した。震源モデルを仮定しないで非弾性減衰係数を求める手法を開発し、長野県西部の地震に適用した。海底熱水循環系の物理的プロセスに関して、定量的解釈に重要なデータ較正に問題を生じたが、これを実験前後の補足実験を行い、キャリブレーション・ファクターを決定することにより克服した。また今年度設置の場に最適のように、Medusa 型熱水流速計の仕様変更などを行い、南マリアナ海底熱水系において熱水の温度と流量を観測した。

3. 平野部の深部地下構造に関する研究：複雑な場および基盤深度が2500m程度程度のPS変換波反射法データの解析を終了し、昨年度の解析結果をとりまとめた。深部反射法・浅部反射法・ボーリング等のデータを総合し、京都盆地南部の丘陵-低地境界に活断層が存在する可能性を指摘した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】大都市圏精密基盤構造図、平野部、基盤構造、衛星地盤変動図、地殻深部、不均質構造

【テーマ題目8】[地球化学図の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】今井 登

【研究担当者】今井 登、寺島 滋、岡井 貴司、御子柴真澄、太田 充恒、立花 好子、富樫 茂子、松久 幸敬、金井 豊、上岡 晃、谷口 政碩
(職員10名、その他1名)

【研究内容】

日本全土における地球化学図を用いて、有害元素の広域分布と地域の地質特性等諸要因を総合的に解析してバックグラウンド値の評価を行う解析・評価法を検討した。地理情報システム上に元素の分布と各種の背景データを重ね合わせ、両者の相関と統計解析を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地球化学図、河川堆積物、環境汚染、有害元素

【テーマ題目9】[地球化学サイクルにおける風送ダストの研究] (運営費交付金)

【研究代表者】金井 豊

【研究担当者】金井 豊、太田 充恒、上岡 晃、寺島 滋、今井 登、松久 幸敬、金井三千代、清水 洋、高橋 嘉夫
(職員6名、その他3名)

【研究内容】

中国東部から日本への長距離輸送途上に当たる北京、青島、沖縄、福岡、名古屋、つくばの6観測点の集中観測を行うとともに、これまでのダスト濃度に関する観測結果を整理して、粒度分布・鉱物組成・化学組成分析等の結果の解析を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】風送ダスト、地球化学サイクル、粒度分布、鉱物組成、化学組成

【テーマ題目10】[地球化学標準試料の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】今井 登

【研究担当者】今井 登、寺島 滋、太田 充恒、岡井 貴司、御子柴真澄、谷口 政碩
(職員6名)

【研究内容】

あらゆる地質関連試料の分析の基礎となる地球化学標準試料として火成岩標準試料を新たに1個(JB-3a:富士山玄武岩)作成した。この試料の主成分及び微量元素について共同分析を行って標準値を設定した。また、分析法の検討として既調製試料の主・微量元素の精密分析を実施し、標準試料の各種情報をデータベースとしてインターネット上で公開した。さらに、標準試料のISO対応のためISOに準拠した標準試料の作成法の検討とISO認証値を得るための作業を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】標準試料、岩石、鉱物、堆積物、化学組成、同位体

【テーマ題目11】[微小領域同位体に関する研究] (運営費交付金)

【研究代表者】森下 祐一

【研究担当者】森下 祐一、小笠原正継、木多 紀子、古宮 正利、清水 徹
(職員5名、その他3名)

【研究分担者】富樫 茂子、松久 幸敬、岡井 貴司、御子柴真澄、斎藤 元治、東宮 昭彦、宮城 磯治

【研究内容】

地球環境の変遷や地球規模での地質現象を解明するためには、太陽系の一員としての地球の成り立ちを念頭に置いて研究を進めることが必要である。この視点での地球科学は近年急速に進展しており、我が国としても高度な知的基盤を構築して国際的に貢献することが求められている。地球科学では多種の微細な鉱物からなる岩石試

料や、鉱物内に複雑な構造を持つ試料を扱う必要がある。このような地質試料を簡単な系で代表させることは困難であり、複雑な系から成る地質不均質系を解明するためには、微小領域において現象の本質を研究する必要がある。

太陽系の惑星形成過程を解明する研究として、半減期73万年の短寿命核種である²⁶Alを用い、隕石コンドロール等の²⁶Al-²⁶Mg年代の高精度化・統計的データ収集の研究を行なった。これは、原始惑星系円盤の進化史を解明するため、SIMSを用いて隕石コンドリュールの100万年以下の高精度年代測定を行なうものである。²⁶Al-²⁶Mg年代を詳細な岩石学的記載・化学組成に対応させて求めたほか、火星における火成活動の化学的進化モデルを構築した。

メルト包有物の硫黄同位体比測定は国際的にも先駆的な研究であるが、標準ガラス試料作成の予備実験を行ない、SIMS分析を行った。また、近赤外線顕微鏡による流体包有物解析等を行ない、重金属元素濃集に高塩濃度熱水が関与した事を明らかにした。一方、異常気象等によりサンゴの生育が著しく阻害された試料について、白化が起きた時期を含む成長区間についてSIMSによる微小領域分析を行い、主要成分含有量の変動を調べた。

近年、同位体濃縮 Si の熱物性が重要視されているが、本研究では Si 結晶中の同位体的不均質と実験条件との対比を進めており、本年度は同位体分別の原因に関して結晶-メルト界面の変動とシリコン同位体比の相関を明らかにしつつある。

国際共同研究に関しては、SIMSを用いたジルコン標準試料の U-Pb 年代測定、微量成分分析、酸素同位体比測定や EPMA による主成分分析等の国際比較を行なった。このプログラムでは世界の18研究所が比較分析を行ない、共著で論文作成中だが、参加研究機関の中では最も包括的な分析を行った研究機関となった。また、分析試料の基礎データを提供する北東アジアの地質構造と鉱物資源に関する国際共同プロジェクトは、最終段階に達している。このプロジェクトは米国地質調査所の呼びかけで、北東アジア5カ国、計23機関の参加のもとに1996年に開始したが、成果としては1/500万の地質構造図、鉱物資源分布図等で、本年度公表したものが3種類、編集作業中のものが3種類ある。本年度の成果は2枚のCDとして出版された。著作権フリーで、無償である点の特徴で、Web siteからもダウンロード出来るようになっていた。この国際共同研究の成果は、今後、北東アジア地域の持続的な開発を検討する上で、重要な地球科学情報を提供するものと期待される。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】二次イオン質量分析法、微小領域分析、同位体比分析、シリコン同位体、ユレイライト隕石、年代測定、流体包有物、赤外線顕微鏡、北東アジア地質編纂図、サ

ンゴ試料

【テーマ題目12】[地震に関する研究] (運営交付金、受託研究費、重点支援研究員、科研費、振興調整費)

【研究代表者】小泉 尚嗣、桑原 保人、佐藤 隆司

【研究担当者】小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、大谷 竜、桑原 保人、木口 努、今西 和俊、増田 幸治、佐藤 隆司、雷 興林、白井 信正 (職員12名、その他7名)

【研究内容】

「地震予知のための新たな観測研究計画の推進について(建議)」(測地学審議会、平成10年8月、対象期間：平成11～15年度)において、産総研は、短期予知のための前兆的地下水変化の客観的な検出、活断層深部構造の把握、地震発生過程の解明等研究、平野部における地下構造調査、摩擦実験により断層運動の物理・化学過程の解明と摩擦構成則の定式化等を分担している。上記3グループはその中核で、平成15年度の成果は下記の通りである。

- 1) 東海地方における6観測点において、想定東海地震震源域近傍で前駆すべりがあった場合における前兆的地下水位変化を複数のケースで算出した。また、近畿地域の5点程度の地下水観測点で、近傍の活断層における単純な断層モデルを仮定したときの地下水位変化を算出した。地下水観測点のうち2点(伊豆の大室山北観測点と近畿の安富観測点)で、地下水位・ボアホール歪計・GPSによってとらえられた変動を比較検討した。2003年十勝沖地震(M8.0)に伴う産総研地下水観測網における地下水変化を地震時体積歪変化と比較して評価した。台湾成功大学および台湾水資源局との情報交換により、1999年集集地震前後の台湾全土の地下水変化を把握した。有珠山・三宅島周辺の臨時地下水観測を継続し、三宅島における東京都のデータと共に解析した。三宅島では、飲み水となる地下水の化学成分濃度を追跡調査し、結果を逐次三宅村役場に報告している。次期東南海・南海地震予測精度向上のための地下水総合調査を四国や紀伊半島で行い、1点(道後温泉)で試験観測を開始した。地震前後の地下水変化に関するデータベースについては、プロトタイプの表示方法を改善した。
- 2) 断層深部の露頭調査により比較的低温で生成されたマイロナイトが空間的に局所化していることをつきとめ、これが地震の震源核の生成に関与している可能性を示した。また、断層岩の高温高压下での石英と長石のまさつすべり特性を世界で初めて実験的に示した。地下の地震波速度と比抵抗データを統合するモデルから活断層地帯の地下の流体分布、亀裂

形状等を得ることに成功した。観測では跡津川断層の詳細構造を得るための地震観測網を断層周辺で約4km間隔で設置し、断層帯の微細構造、極微小地震のメカニズム解、異法性の分布を得、断層にかかる応力場を推定することに成功した。また、糸魚川静岡構造線での地殻構造探査を行い、松本盆地東縁断層が深さ20kmまで東傾斜で続いていることを示した。

- 3) 岩石変形・破壊に伴う微小破壊のエネルギーデータを用いて臨界現象に基づく破壊過程のモデルを構築し、モデルパラメータと岩石構造や破壊のメカニズムなどとの関係を調べた。温度200°Cにおける摩擦強度データを得た。襟裳観測点における2003年9月26日十勝沖地震の前に見られた地中電荷変動異常の原因について調査した。地震発生に及ぼす水の影響を実フィールドで調べるため、中国重慶市地震局とMOUを締結し、ダム誘発地震の観測を開始した。南アフリカ金鉱山においてASR法による応力測定を実施。日本においてDSCA法による測定を行うための予備実験とコアの輸送を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地震予知、地下水、岩石破壊実験、すべり実験、地殻応力、活断層、深部構造、地球化学

【テーマ題目13】[火山活動の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】宇都 浩三

【研究担当者】宇都 浩三、星住 英夫、角井 朝昭、川辺 禎久、石塚 治、下司 信夫、松本 哲一、伊藤 順一、Nguyen Hoang、小栗 和清、小林佳代子、津久井雅志、藤縄 明彦 (職員8名、その他5名)

【研究内容】

国の火山・噴火予知研究を分担し、活動的火山の噴火履歴を明らかにすると共に火山地質図を作成し日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究の実施を目的としている。平成15年度においては、三宅島および岩手火山の火山地質図の原稿執筆を行うと共に、活火山データベースの一貫として三宅島火山の暫定版CD-ROMを作成し関係機関に配布した。また、口永良部島火山地質図作成のための地質調査を行い、¹⁴C年代測定を実施して最近6000年間の噴火史の概要を明らかにした。また、開聞岳、阿蘇、雲仙、浅間の各火山について、噴火履歴、火山形成史に関する既存の情報の整備を行うと共に、新たなデータの取得を行った。また、第四紀火山の時間空間分布を明らかにするために、伊豆半島、北関東、南東北、山陰、九州の各地域の第四紀火山岩類分布を検討した。特に、伊豆半島の火山岩類に関して組織的K-Ar年代測定を実施し、第四紀前半の火山活動分布が

従来と大きく異なることを解明した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】活火山・噴火履歴・火山地質図・第四紀火山活動

【テーマ題目14】[マグマ活動の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】篠原 宏志

【研究担当者】篠原 宏志、高田 亮、斎藤 元治、松島 喜雄、東宮 昭彦 (職員5名、その他1名)

【研究内容】

現在も活発な噴煙活動が継続し島民の避難が継続している三宅島の火山活動状況把握のための火山ガス観測を継続実施し、観測結果を予知連に報告・公開した。観測は気象庁・大学などとの共同でSO₂放出量観測、火山ガス組成の観測、赤外熱映像による噴煙放出量の観測を実施した。SO₂放出量は2000年以降減少傾向であったが、2003年には減少傾向が顕著ではなくなり、誤差の範囲で一定と見なされるようになった。それに対し、CO₂/SO₂、H₂O/SO₂、S/Clの火山ガス組成は、SO₂放出量の減少傾向の変化にもかかわらず全期間を通じて一定であることが明らかにされた。併せて、2000年マグマのメルト包有物の分析結果の解析を行い、これらのデータを総合し脱ガス過程をモデル化した。

噴煙活動把握のためのSO₂放出量測定用の新型機器(mini-DOAS)および携帯型マルチセンサーシステムによる噴煙組成手法を開発し、桜島、樽前山、雌阿蘇岳、十勝岳などで観測検証実験を実施した。また、mini-DOASのSO₂紫外線吸収スペクトル解析手法の検討を進めた。十勝岳において携帯型マルチセンサーシステムにより推定した火山ガス組成と従来の採取分析法により測定した噴火ガスの比較測定を行い、H₂O/CO₂、CO₂/SO₂、H₂O/SO₂比が従来法と10%以内で一致する精度で求められることが判った。

薩摩硫黄島における火山ガス・放熱量観測結果およびメルトインクルージョン組成に基づく脱ガス・マグマ進化モデルを作成した。放熱用の観測では1990年代後半における放熱過程が、山頂火口内の脱ガス火孔の形成に伴って変化していることが明らかにされ、火山ガスの上昇過程との関連に基づき解析を行った。

噴火のタイプを決定付けるマグマの発泡ダイナミクスを明らかにするため、噴火時のマグマ上昇を模擬したマグマの減圧発泡実験を行なった。その結果、減圧速度だけでなく減圧のパターン(連続的か間欠的か)もマグマの発泡組織に影響を与えることが分かった。有珠火山のマグマ供給系が時間とともに変化する様子を明らかにするため、噴出物中の斑晶の化学組成および組織の解析を進めた。

独自に開発された応力下での割れ目噴火のアナログ実験で、応力が噴出量・貫入量比、割れ目噴火の長さ、継

続時間など与える影響を明らかにした。富士山をはじめ、世界の割れ目噴火の諸情報を編集した。

富士山、岩手山、箱根、薩摩硫黄島において連続地殻変動観測を実施した。富士山・岩手山では電話回線などによるデータ回収を行い、準リアルタイムの連続観測を実施した。富士山においては誤差を超える地殻変動は観測されなかった。箱根・薩摩硫黄島においてはデータ蓄積型の連続観測装置で観測を実施した。九重火山における地殻変動観測結果を解析し、噴火後数年間に渡るゆっくりとした地殻変動が、熱水溜まりの収縮で説明できることを示した。岩手山における水準測量に基づく地殻変動解析結果をまとめ、西岩手においてゆっくりとした地殻変動が生じていることを明らかにした。

火山科学図概念設計粗案を作成し、薩摩硫黄島を題材として詳細検討を開始した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】火山、マグマ、噴火予知

【テーマ題目15】[アジアの地質構造図の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】脇田 浩二

【研究担当者】脇田 浩二、奥村 公男、佐藤 正
(職員1名、その他2名)

【研究内容】

東アジア地質構造図の研究では、日本海を取り巻く東アジアの地質図を再編集し、地質構造区分図とともに出版を行った。また、東アジアの地質構造を検討し、その成果を国内外の学会で研究発表を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】アジア、地質構造図、デジタル情報、数値化、地理情報システム、GIS、CD-ROM、データベース、CCOP

【テーマ題目16】[情報解析の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】村田 泰章

【研究担当者】村田 泰章、長谷川 功、中野 司、
名和 一成、川畑 大作、雷 興林、
稲崎 富士、伊藤 公介
(職員6名、その他2名)

【研究内容】

地質情報の統合解析による高度利用を図ることを目的に構築を進めている統合地球科学データベースについて、モデル・フィールドとして選択した1/20万図隔「仙台」「東京」「飯田」「京都及大阪」「鹿児島」について、既存地質情報のデータベース化を図る。また、解析・図化ソフトウェアの標準化を行う。さらに、地質・地球物理・地理データなどの新たな総合解析の研究を行うとともに、既存の情報処理技術の精度の向上、計算の高速化などの高度化を図る。また、簡易 GIS ビューアーについても、継続して開発を進める。平成15年度においては、

1/20万統合地球科学データベースでは、モデル・フィールド5地域において、既存データの収集と補充を行った。地質情報の解析・表示のためのソフトウェア群を整備し、インターネット上で一般公開を開始した。また、地球物理データと地質データとの統合解析処理、地すべり、地球自由振動、X線CTによる岩石形状計測などの研究を行い、国際誌、国際学会等で公表した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地質情報、総合解析、統合地球科学データベース、数値地質図、標準

【テーマ題目17】[地質リモートセンシングの研究] (運営費交付金)

【研究代表者】村上 裕、佐藤 功

【研究担当者】村上 裕、佐藤 功、浦井 稔、
二宮 芳樹、土田 聡
(職員5名、その他2名)

【研究内容】

1. 衛星地盤変動図の作成に関する研究

合成開口レーダ干渉手法を用いて、未調査地域の地盤沈下の実態を調べるため、我が国(1ヶ所)および中国(1ヶ所)について地盤沈下解析を昨年度に継続して実施した。

2. 火山衛星画像データベースの構築に関する研究

中期計画の目標であった国内3火山の火山衛星画像データベースの公式版を作成し、Web上で一般公開した。GSJ標準岩石試料「火成岩シリーズ」の分光特性測定データについて、データベース化を実施した。

3. ASTER利用技術の研究

岩石マッピングのための手法改良により太陽照射条件等の影響を受けにくい、より安定した植生域抽出法を開発した。また、観測日にかかわらず一定の変色海域の反射スペクトルパターンへの補正方法を作成した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】リモートセンシング、画像データベース、画像解析、干渉SAR技術、岩石指標、

【テーマ題目18】[変成岩類の造岩鉱物の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】奥山 康子

【研究担当者】奥山 康子、坂野 靖行、豊 遙秋
(職員2名、その他1名)

【研究内容】

北上山地白亜紀花崗岩の周りの接触変成岩を対象に、変成作用の圧力を推定する新しい方法を開発した。これにより、深成岩類の定置深度を見積もることが出来る。この成果は、国際誌に掲載された。また新鉱物「苦土定永閃石」についての記載論文を、国際誌に投稿した。

[分野名] 地質・海洋
[キーワード] 接触変成岩、地質圧力計、苦土定永閃石

[テーマ題目19] [動物化石と古環境解析に関する研究]
(運営費交付金)

[研究代表者] 利光 誠一
[研究担当者] 利光 誠一、中澤 努、兼子 尚知、
中島 礼 (職員3名、その他1名)

[研究内容]

海山型秋吉石灰岩のコア解析から、古生代ペルム紀の海水準変動を議論し、成果を国際学会で発表した。後期新生代二枚貝化石の安定同位体組成を用いた海洋環境と古気候の研究と、アンモナイトの種の多様性解析から北東アジア地域の中生代白亜紀の海洋古環境変遷を議論した研究について、国際誌に論文発表した。

[分野名] 地質・海洋
[キーワード] 海山型石灰岩、海水準変動、古環境解析、古気候変動

[テーマ題目20] [地質標本データベースの研究] (運営費交付金)

[研究代表者] 奥山 康子
[研究担当者] 奥山 康子、利光 誠一、坂野 靖行、
中澤 努、兼子 尚知、中島 礼
(職員5名、その他1名)

[研究内容]

「地質標本科学データベース」を RIO-DB 新規課題として立ち上げた。グループのミッションである「日本産変成岩カタログ作成」では、将来的なデータベースのオンライン公開を前提に、カタログのデータ項目を決定した。地質標本館と共同で進める地質標本登録データベースでは、第2弾として「標本区分 鉱石」を公開した。

[分野名] 地質・海洋
[キーワード] 地質標本科学データベース、RIO-DB、地質標本館、日本産変成岩カタログ

[テーマ題目21] [第四紀標準層序の研究] (運営費交付金・大都市圏の平野地下地質・構造の総合的解析と地震予測等の応用研究(ユニット融合化共同研究)と共同研究)

[研究代表者] 中澤 努
[研究担当者] 中澤 努、中島 礼
(職員1名、その他1名)

[研究内容]

ユニット融合化共同研究に連携した新規研究テーマである。関東地域での第四紀標準層序の確立を目的に、火山灰層のカタログを作成する。本年度は、対比のカギとなる貝類化石と火山灰試料の系統的試料採取を実施した。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 第四紀層、火山灰層、貝類化石

[テーマ題目22] [島弧における大陸地殻の形成と発達]
(運営費交付金)

[研究代表者] 中島 隆
[研究担当者] 中島 隆 (職員1名)

[研究内容]

西南日本弧の大陸地殻を形成した領家火成変成作用の実態を明らかにするため、領家帯の塩基性岩マグマの性格を明らかにし、花崗岩類との成因的関係を議論した。領家帯の塩基性岩は、先般言われているような大陸性洪水玄武岩などではなく、陸弧性のカルクアルカリ岩であること、領家帯の花崗岩マグマはこの塩基性岩マグマが結晶分化あるいは部分溶融したものと上部地殻物質との混合によって形成されうること示した。コヒスタン古島弧について、H14年度に実施した野外調査の結果をもとに、下部地殻における初生的酸性物質の生成とそれが花崗岩質マグマに成長進化していく過程を示し、国際学会で発表した。

[分野名] 地質・海洋
[キーワード] 大陸地殻、領家帯、コヒスタン、花崗岩、塩基性岩、マグマ

③【地圏資源環境研究部門】

(Institute for Geo-Resources and Environment)

(存続期間：2001. 4. 1. ～)

研究部門長：野田 徹郎
副研究部門長：松永 烈、矢野 雄策
総括研究員：奥田 義久、山口 勉、青木 正博

所在地：つくば中央第7、つくば西
人員：66 (64) 名
経費：931,897千円 (308,625千円)

概要：

地圏資源環境研究部門は、地熱・燃料・鉱物資源を含む天然資源の安定供給のための調査・研究・技術開発、また、地圏の利用や地圏環境の保全のための地圏環境に関する調査・観測及び利用技術の開発・研究を行うことを、ミッションとして研究を実施している。本研究部門は、産業や我々の社会生活に欠かせない天然資源の安定供給を目指して、地熱、化石燃料、鉱物など地圏に存在する基盤的天然資源の探査、評価・計画、開発、利用に関する研究を行う。また、地下空間の利用に関する研究も行う。さらには、これらの開発、利用行為によって生じる地圏環境への環境予測、保全計画、開発時保全、稼行時保全に関する研究を行う。これらは、地圏システムにおける資源及び環境の研究と総称することができる。

本研究部門の研究範囲はこのように、広く多岐にわたっているが、その中で、これまでに培った技術や情報の蓄積を基に、特に国や社会からの要請が高く、他に比べ優位性の発揮できる部分に研究を重点化させる。これらの研究は、研究分野の専門性という点では、地球科学や地圏工学（資源工学、岩盤工学など）に基盤を置いている。国や社会の要請に応えるため、重点研究の立脚点である地球科学や地圏工学の基礎を高度に保つことや、そこから有望なシーズを産み出すことにも配慮する。

重点研究課題としては、次の三つを設定した。それぞれの重点課題は、下記のサブテーマを含む。これらは、昨年度の成果ヒアリングにおいて独立の重点課題としたものである。本年度は、これを整理し、相互の重点の置き方が柔軟に可能なようにした。

I. 天然資源の安定供給の確保

- ・地熱貯留層評価管理技術の開発
- ・石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発
- ・大規模潜頭性熱水鉱床の探査手法の開発

II. 地圏の利用及び地圏環境の保全

- ・地圏利用のための地圏特性評価とモニタリングシステムの開発
- ・地圏環境汚染評価手法の開発

III. 地圏資源環境に関する知的基盤の整備

- ・地圏資源環境に関する知的基盤情報の整備・提供

また、上記の重点課題には次の昨年度の重点課題を、切り分けて含めている。

- ・東アジアにおける資源開発研究協力・技術協力
- ・その他の重要課題

外部資金：

石油公団「メタンハイドレート資源開発研究 資源量評価 メタンハイドレート集積メカニズムの解明に関する研究（バイオマーカー分析によるメタン菌の活動記録の解析及びメタンガス生成の解明）」

石油公団「H15年度「メタンハイドレート資源開発 資源量評価」（地化学探査手法の適用検討・開発）」

地球環境産業技術研究機構「キャップロックの長期安定性を評価するための岩盤の動的力学物性に関する実験的研究」

原子力発電環境整備機構「地下深部の岩盤応力分布に関する数値解析モデルの開発」

原子力発電環境整備機構「熱・熱水の影響評価に関する検討」

経済産業省 科学技術振興調整費総合研究委託費「構造物の破壊過程解明に基づく生活基盤の地震防災性向上に関する研究／実大三次元震動破壊実験施設を想定した実験手法の具体化／大型地盤・基礎模型の作製と測定技術の高度化」

経済産業省 原子力試験研究委託費「地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「超音響分光法を用いた地下水センサーの開発と適用に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「地下深部岩盤初期応力の実測」

経済産業省 原子力試験研究委託費「放射化コンクリート構造物の環境負荷解体に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「放射性廃棄物地層処分における岩石の長期変形挙動解明と地層構造評価技術の開発に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「放射性廃棄物処分施設の長期安定型センシング技術に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「GISによる騒音源周辺環境を考慮した騒音伝搬予測に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「MNAによる地下水汚染改善状況の評価手法に関する研究」

経済産業省資源エネルギー庁 メタンハイドレート開発促進事業「メタンハイドレート開発促進事業（生産シミュレータ開発に関する研究開発）」

経済産業省資源エネルギー庁 地層処分技術調査等「地層処分技術調査等（塩淡境界面形状把握調査）」

経済産業省資源エネルギー庁 地層処分技術調査等「地層処分技術調査等（沿岸域断層評価手法の開発に関する研究調査）」

経済産業省原子力安全・保安院 鉱山保安技術対策調査「鉱山保安技術対策調査」

山梨大学 科学技術振興費（新世紀重点研究創生プラン（人・自然・地球共生プロジェクト）委託事業費）「地

下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「地中熱利用の最適化のための地下水水理予測手法に関する研究」

新エネルギー・産業技術総合開発機構「高温岩体技術検証調査」

新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成15年度中高温熱水資源開発のための基盤整備状況調査」

新エネルギー・産業技術総合開発機構「二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業 地球環境産業技術に係る先導研究 最適モニタリング設計技術に関する先導研究」

発表：誌上発表120(93)件、口頭発表272(108)件、その他91件

地熱資源研究グループ

(Geothermal Resources Research Group)

研究グループ長：村岡 洋文

(つくば中央第7)

概要：

本研究グループは、未利用地熱資源の開発を目指して、未利用地熱資源の実態解明と資源量評価に関する基礎研究を行っている。特に先第三系基盤岩・貫入岩に賦存する地熱系、カルデラに伴う地熱系、平野部に賦存する地熱系を対象に、それぞれの開発にとって鍵となる透水性断裂系、カルデラに関わる熱・水理構造、地中熱利用の最適化のための地下水水理に焦点を合わせている。今まで蓄積されたデータ等を取りまとめた論文として公表するとともに、今後の未利用地熱資源開発にとって必要不可欠な新技術開発や知的基盤形成などの成果を上げている。また地熱研究の応用分野として、地下の水熱環境に関する研究や、社会的要請の強い高レベル放射性廃棄物地層処分の研究も開始した。本研究グループでは、各研究者が自由裁量で萌芽的研究を行えることを重視している。成果の公表についても、論文はもちろん、それ以外に各種地球科学図の作成、Web サイトからの情報提供、技術相談、学会活動、委員会活動、講演会やシンポジウムの開催、共同研究等も行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

燃料資源地質研究グループ

(Fuel Resource Geology Research Group)

研究グループ長：棚橋 学

(つくば中央第7)

概要：

石油、天然ガス、石炭等燃料鉱床探査技術の高度化のために、資源探査の基礎となる鉱床成因モデルを構築し、燃料資源探査法、資源ポテンシャル評価技術の研究開発を行う。特に、クリーンエネルギーとして期待される天然ガス資源確保をめざして、資源有機地化学研究グループと共同して重点研究課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発」を実施する。堆積地質学、海洋地質学、地球物理学の専門家からなる燃料資源探査評価に関する幅の広い専門家集団であり、資源有機地化学研究グループと密接に共同して、燃料資源に関する探査法、鉱床形成機構、評価法の総合的な研究を行っている。当研究部門の重点課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発」において、資源地質学分野を分担している。資源エネルギー庁、石油公団、石油開発企業等の国内石油資源政策、事業、探鉱活動に協力している。1) 石炭起源ガス評価技術に関しては、三陸沖堆積盆周辺において地質調査等により資源ポテンシャル評価に貢献する。2) 南海トラフ、カナダマッケンジーデルタ等におけるハイドレート賦存状況に関する基礎データの取得と解析、地化学探査法の研究、物性実験研究、ハイドレート堆積体の賦存状況の総括等の諸研究をすすめる、国家的課題であるハイドレート研究の一翼を担う。
 研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

資源有機地化学研究グループ

(Fuel Resource Geochemistry Research Group)

研究グループ長：坂田 将

(つくば中央第7)

概要：

石油、天然ガス、石炭等の化石燃料鉱床探査および評価技術の高度化に貢献するため、炭化水素の起源と生成機構、濃集機構を解明し、地球化学的な鉱床形成モデルを構築する。特に、クリーンエネルギーと期待される天然ガス資源の確保をめざし、燃料資源地質研究グループと共同して、重点研究課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発」を実施する。有機・生物地球化学、石油地質学、石炭岩石学の専門家集団であり、燃料資源を対象として、炭化水素の起源や鉱床成因等を検討し、資源量予測や鉱床探査に必要な理論とデータを提供する。また当研究部門の重点課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発」の地化学分野を分担し、成因や資源としての可能性の検討を行う。資源としての微生物起源メタンの地球化学的、鉱床学的研究を行っている点を特徴とする研究グループである。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

鉱物資源研究グループ

(Mineral Resources Research Group)

研究グループ長：渡辺 寧

(つくば中央第7)

概要：

現在の私達の生活は、地球上の様々な地下資源の利用の上に成り立っている。このような原料は、鉱物の形で地下に存在しているものを採掘して使う。鉱物資源研究グループはこの鉱物資源について研究しているグループである。鉱物資源研究グループでは、現在まで知られている国内の鉱床の位置、鉱床の種類、埋蔵量、品位や地質の特徴について情報収集と調査を行い、どのような地質条件の場所に鉱床が存在するか研究している。また、世界の鉱床についても研究の対象を広げている。鉱物資源の利用と開発の第一段階は、鉱床がどこにあるか探すことである（鉱床探査）。地下深くにある鉱床を探査するためには高度な技術が必要である。鉱床が地下のどの深さの、どんな場所に、どのような原因で形成されるのか、鉱床のでき方をしらべて、最も有効な探査法を開発すべく研究を行っている。有用な鉱物が生成されるメカニズムは様々である。日本は環太平洋のマグマ活動の活発な地質帯の中にあり、火山や温泉が数多く存在する。このような場所には金・銀・銅などの金属鉱床や珪石、粘土、陶石などの非金属鉱床が形成される。火山や温泉地帯における金属元素の沈殿や鉱物生成のメカニズムは、鉱物の合成実験や化学分析などによって知ることができる。鉱物資源研究グループはこのような実験に基づく鉱床の研究にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

物理探査研究グループ

(Exploration Geophysics Research Group)

研究グループ長：内田 利弘

(つくば中央第7)

概要：

地熱・石油・金属等の資源探査、廃棄物処分場や人工構造物周辺の岩盤・地盤評価などでは、物理探査法を用いた物性の空間分布及び時間変化の高精度な把握が不可欠である。当研究グループでは、これらの分野における物理探査技術の高精度化を目指し、地震探査、電磁気探査、NMR計測、熱物性計測等の測定・解析技術の研究開発、及び、関連する物性解釈手法の研究を行っている。地熱貯留層変動探査、メタンハイドレート探査、放射性廃棄物地層処分場評価等に関連する研究開発を通じて、平成15年度には、地震波の重合前3次元マイグレーション法（散乱重合法）の改良、パーカッションドリル SWD の基礎実験、ランダム不均質媒質中の波動伝播実験、人工信号源電磁探査法測定システムの開発、MT法3次元モデリング法の改良、

可搬型 NMR 計測装置の試作、NMR 計測値から拡散係数を推定する拡散シミュレーションプログラムの開発、液状化ポテンシャル評価のための比抵抗振動貫入試験プローブの試作等を実施した。また、国内関連機関・学会における協力活動や、韓国地質資源研究院、オランダ・デルフト工科大学等と海外機関との共同研究を推進した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

開発安全工学研究グループ

(Research Group for Geo-Resource Development and Safety)

研究グループ長：青木 一男

(つくば西)

概要：

開発安全工学研究グループでは、資源・エネルギーの安定的供給確保に資するため、開発、保安・安全に係る研究を行っている。開発に係る研究では、掘削技術の高度化、爆薬の高度利用技術の確立等を目的として、振動等を用いた新しい高効率掘削システムの開発、コンクリート切断用成形爆薬の実用化等の研究を実施している。保安・安全に係る研究では、鉱山における災害リスク評価等の研究を通じ鉱山における保安確保への寄与を目的とする。さらに、これまでのポテンシャルを活かし、メタンハイドレート生産手法開発、屋外騒音伝搬予測等、新分野の研究も実施している。わが国の鉱山は急激に減少しているが資源の安定供給の面から考えると開発や保安・安全に関する研究は今後必要である。また地盤環境などは開発により一度破壊されるとその修復には多大な費用と長い年月を要する。このため、開発にあたっては環境への影響を考慮して行うことが不可欠であり、当グループの果たすべき役割は引き続き大きいと考えている。

研究テーマ：テーマ題目1

地下水資源環境研究グループ

(Water Environment Research Group)

研究グループ長：石井 武政

(つくば中央第7)

概要：

地下水は人間や陸上の動植物にとって最も有用な資源のひとつであるが、周囲の環境に左右されやすい脆弱なものである。次世代に美しい地球環境を残すためにも、また上手に無理なく水資源を利用するためにも、地下水資源環境研究グループは最先端の技術で地下水を研究する。黄河流域の地下水循環機構解明に関する国際共同研究では、地下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築を実施している。国際共同研究の枠組みの中で野外のデータを集め、表流水や地下水を分析し、乾燥・半乾燥地域の

水文環境をより良く理解するという目的意識を持ち、地下水収支の定量化、地下水循環モデルの構築を通じて、黄河流域全体の水文環境変化を明らかにする研究を進めている。中国側のカウンターパート機関は中国地質調査局である。また、都市の水文環境では水文環境図の作成を実施している。地下水汚染や地下水の過剰な揚水等による地盤沈下あるいは海岸部での塩水侵入などの地下水問題に適切に対処し、また地下水の質と量を守るためには基礎的な地下水研究を行う必要がある。地下水の涵養地域と排出地域の区分あるいは地下水の流動系を解明することが基本であり、そのための水質分析、同位体分析、地下水位と地下水温の経時変化資料の収集などを、仙台平野、関東平野、濃尾平野などを対象に実施し、得られた成果を「水文環境図」などを通じて地方自治体や地域住民に公開する。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

貯留層ダイナミクス研究グループ

(Reservoir Dynamics Research Group)

研究グループ長：石戸 恒雄

(つくば中央第7)

概 要：

当研究グループは、地球物理学的モニタリング手法ならびに貯留層工学的モデリング手法を用いた地殻内流体挙動の解明・予測に関する研究を行っている。地熱発電所の出力減衰を未然に防ぎ、経済性のある持続的開発を将来にわたって行うためには、発電開始後の早い時期に貯留層の変動を捉え、将来挙動を予測して“最適生産シナリオ”を作成することが必要である。このため、“システム統合化”では、予測のベースとなる貯留層モデル構築に関して、複数のモニタリング項目を同時に実施することで、ヒストリーマッチングによるモデル構築の精度を飛躍的に向上させることを目指す。また、定期点検時の集中観測など貯留層変動把握にとって費用対効果に優れた手法を実用化したいと考えている。個々の要素技術についても、地熱デベロッパーとの共同研究を継続し、手法の改良と普及を図る。また、これまでに開発したポストプロセッサ等ソフトウェアについては、体系的な例題計算により実用化可能性の評価を進めるとともに、ユーザー会を組織しその普及を図る。また、新たに、地圏環境の諸問題解決への寄与を目的として、CO₂地中貯留に係わる先導研究などを実施し、これまでに培ってきた貯留層シミュレーション技術、地球物理モニタリング技術などの展開を図りたい。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

地圏資源工学研究グループ

(Geoenergy and Environment Research Group)

研究グループ長：當舎 利行

(つくば西)

概 要：

当グループは、NEDO「高温岩体発電システムの技術開発」プロジェクトが終了した現在においても国際的な高温岩体プロジェクトの研究・情報の発信・集積基地となっており、高温岩体研究に関する学術的成果を論文等で公表するなど我が国で得られた成果の国際的な発信や研究協力を担ってゆく。また、エネルギーの多様化に鑑みメタンハイドレートなどの新資源開発への貢献や地層処分における岩盤特性などこれまでの知見を生かした研究を幅広く実施してゆく。地層処分研究としては、長期安定性評価に必要なデータ整備を実施して地層処分に影響を及ぼす長期岩盤強度および変形特性の予測手法の開発に着手する。また、堆積岩からの地下応力評価を実施する。一方、メタンハイドレートを経済的に生産するための手法についての研究開発を継続し、メタンハイドレートを含む地層の力学的特性を明らかにするとともに、生産挙動を予測するための数値シミュレータの開発では、室内実験レベルでの生産シミュレーションを実施する。さらに、岩盤の力学的特性など基礎的な資源工学の研究も継続して研究を実施するとともに、積極的な国際展開を図る。学術的成果については、国際誌、国内学術誌その他に積極的に論文報告を行うとともに、国際シンポジウムでも発表を行う。また、収集した高温岩体実験データによるデータベースを作成するとともに技術別に体系化してWEB上で公表する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

地圏環境評価研究グループ

(Geo-Analysis Research Group)

研究グループ長：駒井 武

(つくば西)

概 要：

当研究グループでは、土壌・地下水環境における汚染評価、環境影響評価および対策技術に関わる理学的、工学的な研究開発を実施する。また、これまでの地圏環境における解析・評価技術の研究を進展させて、有害化学物質の将来予測に関するシミュレーション、地層中における水とガスの混相流体の解析、多孔質体における流動性・反応性連成解析手法の開発、二酸化炭素の地層処分の解析・評価などの検討を行っている。一方、近年新しいエネルギー資源としてメタンハイドレートが注目されている。当研究グループでは平成14年度よりメタンハイドレートを経済的に生産するための手法についての研究開発に本格的に着手した。メタンハイドレートを含む地層の浸透特性を明らかにするとともに、生出挙動を予測するための生産シミュレータの開発を行う。当研究グループは、グループ員の緊

密な連携を図りながら、地圏環境評価に関する学術的成果を論文等で公表するとともに、積極的な対外活動を実施する。また、得られた成果をもとに、本分野のみでなく他の分野に関しても萌芽的研究から実用化研究まで幅広く研究を実施する。特に、汚染調査手法やリスク評価モデルなどの研究成果を一般に普及させ、社会的、経済的な各種のニーズに対応するとともに、土壌・地下水汚染や廃棄物処分場などの問題解決に寄与することを目指す。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

地質バリア研究グループ

(Geo-Barrier Research Group)

研究グループ長：楠瀬勤一郎

(つくば中央第7)

概要：

本グループでは、地質バリアなど環境課題の解決に必要な水文学・岩盤力学および地下の開発・利用に係る技術に関する調査・研究を実施している。地球環境に悪影響を及ぼす物質を生活圏から長期間隔離するため、地下深部にこれら「有害物質」を閉じ込めることが考えられている。特に、放射性廃棄物のように時間の経過とともに有害性が小さくなるものや、地下からの漏洩速度が十分小さければ生活環境に与える影響が無視できる二酸化炭素などに対して有効な対処法と言える。地質バリア研究グループでは、岩盤の物理的性質や地下水の流れについて研究を行っているが、これは、地下に閉じ込められた有害物質が地表に到達する時間や速度に大きな影響を与える要因を特定するためである。また、今後、産業や生活の多方面で必要となる地下の開発・利用に係る技術についても調査・研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

【テーマ題目1】(天然資源の安定供給の確保)

【研究代表者】山口 勉 (地圏資源環境研究部門総括研究員)

【研究担当者】石戸 恒雄、當舎 利行、村岡 洋文、
内田 利弘、棚橋 学、坂田 将、
駒井 武、青木 一男、渡辺 寧
(職員30名、他22名)

【研究内容】

本研究の研究目的は以下。1) ヒストリーマッチングに地球物理学的なモニタリング手法を適用した地熱貯留層評価管理技術の開発を行う。また、システム統合化を地熱ディベロッパーとの共同研究として行い、実用的システムを提案する。2) メタンハイドレート鉱床(MH)等に関して、その成因・形成機構の解明、資源ポテンシャル評価技術の開発や堆積層の変形特性や、相

対浸透率を考慮した数値解析による生産手法の開発を行う。3) 各種鉱物資源の安定供給に必要な学術研究・鉱物資源開発のための技術開発として潜頭性鉱床の金属鉱化作用と探査手法の研究を実施する。

このため、平成15年度計画としては以下を掲げて実施した。1) システム統合化3年計画2年目として、大霧地域の定期点検時に自然電位、重力等の多項目モニタリングを実施するとともに、大霧・奥会津地域で、予備的な統合ヒストリーマッチングを行う。また、要素技術について共同研究、基盤研究を継続するとともに、これまでの成果を総括報告書として出版する。開発したポストプロセッサ等ソフトウェアについては、実用化可能性の評価を進め、ユーザー会を組織して普及を図る。2) MH 資源評価技術の研究として、物性実験およびモデリング、南海トラフ等における野外調査、試料分析、データ解析、地化学探査航海を実施するとともに、同海域の表層及び深部(基礎試錐)堆積物中の BM を測定し、メタンの生成・消費微生物の活動記録の検出を試みる。また、MH 生産手法開発では、MH 堆積層の変形係数等の温度依存性や、メタンガスと水が同時に存在する混相流条件における相対浸透率を室内実験により求め、数値シミュレーションによって実験を再現する。3) 金属鉱化作用を伴うマグマ-熱水系を様々な地下レベルにおいて観察・分析し、その全体像を復元し、潜頭性鉱床の探査指針を得る。このうち、火山岩レベル(0-1km)では、無意根-豊羽地域の野外調査・試料採取を行い、岩石化学組成の変遷を検討する。地表変質帯の鉱物組み合わせの検討に基づき、変質帯の相互の関係を考察し、論文としてとりまとめる。

この結果、平成15年度は以下の成果を得た。1) 大霧地熱発電所の生産井の一時停止時に、多項目のモニタリングを実施。重力測定ではハイブリッド観測により0.005mGalの精度を実現し、優勢な生産井のフィードポイントが位置する気液二相領域の変動を面的に把握。大霧・奥会津の両地域について、統合ヒストリーマッチングを進め、費用対効果に優れた貯留層モニタリングのあり方について見通しを得た。成果普及では、国際誌等への公表に加え、統括報告書の出版、「ポストプロセッサ・ユーザー会」の設立等。2) MH 資源評価技術では、南海トラフ堆積物中のメタン生成菌 BM の特徴を明らかにするとともに、含ハイドレート堆積物中のメタン生成活動を予察的に評価した。MH 生産手法開発では、砂層内の水およびメタンガスの浸透率に及ぼすメタンハイドレート飽和率や孔隙率の定量的な関係や、氷結試料を用いた一軸載荷試験により、融解に伴う試料の変形・破壊挙動の局所性を明らかにした。3) 無意根-豊羽熱水系には、I. 酸化的火山ガス、II. 還元的中性熱水、III. 熱水系上部の蒸気凝縮水により形成された3種類の熱水変質帯があり、無意根火山近傍に発達する酸性変質帯(I)の下部に金や銅の濃集が期待されるとの結

論を得た。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地熱資源、燃料資源、鉱物資源

【テーマ題目2】 (地圏の利用及び地圏環境の保全)

【研究代表者】 松永 烈 (地圏資源環境研究部門副研究
部門長)

【研究担当者】 内田 利弘、石井 武政、国松 直、
駒井 武、石戸 恒雄、村岡 洋文、
當舎 利行 (職員14名、他13名)

【研究内容】

本研究の研究目的は以下。1) 地下利用施設開発や放射性廃棄物等の地層処分を安全かつ低負荷で実施するため、地下計測・監視、岩盤評価技術を開発する。2) 土壌・地下水汚染の修復に向けてバイオテクノロジーを利用した技術開発を行うとともに、リスク評価の研究を行う。

このため、平成15年度計画としては以下を掲げて実施した。1) 地圏利用のための地圏特性評価とモニタリングシステムの開発①地圏環境監視用センサーや技術の開発：地下環境模擬試験装置を用いた室内での熱物性量及びインピーダンスの測定と、屋外でのセンサー埋設測定実験を行う。また、地下水センサー試作品の改良と現場への適応実験などを行う。②岩盤評価技術の開発：東海村で岩盤比抵抗調査、観測井による地下水流速・圧力の連続観測を開始する。一方、岡山の深部岩盤調査井を750m まで増掘し、応力測定と透水試験を実施する。③物理探査データ解析法の高度化：人工信号源電磁探査法として CSAMT 法と LOTEM 法を組み合わせた新しい測定装置と2.5次元・3次元解析法の開発を開始する。また、地震探査法による岩盤特性評価のため重合前3次元マイグレーション解析法の改良を行う。2) 地圏環境汚染評価手法の開発①有機化合物の地下水汚染への MNA 適用性実証を目指し、MNA 評価・予測モデルの構築、有機塩素化合物に対する微生物の分解特性の解明を行う。②土壌汚染の曝露・リスク評価手法を開発するとともに、具体的な調査地点を対象とするサイトモデルを構築し、実際の汚染サイトに適用する。

この結果、平成15年度は以下の成果を得た。1) ①熱物性量センサーとして光ファイバ及び発熱源一体型の屋外計測用のセンサーを製作中。今後、金属製ロッドを用いた屋外計測実験を実施。地下水センサーについては水分量 (精度2%) と温度 (精度0.01℃) のセンサーを完成し、現場で従来型センサーとの比較測定を実施中。塩分濃度センサーも作製を終え、今後精度検定を予定。②東海村で浅層の地下水観測井戸約20点を整備し、原研敷地内で約10測点、その周辺域 (2km 四方) で約15測点の電磁探査調査を実施予定。岡山で既に深さ750m までの岩盤調査と応力測定を完了。その結果、地質学的な静穏域においても地下の応力状態は偏圧的な状態にあるこ

とが判明。③新しい電磁法測定システムの受信部分と送信部分に必要な仕様を検討。今年度中に、測定装置とプログラムのプロトタイプ製作を開始。また、重合前3次元マイグレーション解析法における速度構造の推定法について検討を開始。2) ①山形県内で地下水及び土壌のサンプリング調査を実施し、地下水中の微生物活性を調べるとともに、溶存酸素や微量金属、栄養塩、分解生成物などの微生物分解の速度への影響を検討中。②サイトアセスメントに必要な評価システムと解析モデルを提案し、それに必要な数式やパラメータ類を整備。また、サイトアセスメントを実施する上で不可欠な汚染評価のデータを手し、解析作業を進めている。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地圏利用、地圏環境保全

【テーマ題目3】 (地圏資源環境に関する知的基盤の整備)

【研究代表者】 奥田 義久 (地圏資源環境研究部門総括
研究員)

【研究担当者】 村岡 洋文、棚橋 学、坂田 将、
渡辺 寧、石戸 恒雄、石井 武政、
駒井 武、国松 直
(職員20名、他18名)

【研究内容】

本研究の研究目的は以下。1) 1/200万鉱物資源図2図、燃料資源図2図、1/50万鉱物資源図2図、水文環境図4図、大都市圏の地質汚染図2図を作成する。地熱資源評価システムの設計及び数値地熱資源量分布図の作成を行う。2) 石炭起源のガス・ガスハイドレート等の天然ガスなどの燃料資源、大規模潜頭性鉱床等の鉱物資源情報を体系的に収集する。水文地質データベースを継続的に更新し、WEB 上に公開する。3) 東・東南アジアの鉱物資源、地熱資源等のデータベースを構築する。また、アジアの金資源開発・利用におけるリスク要因研究とリスクアセスメントの高度化研究を行う。

このため、平成15年度計画としては以下を掲げて実施した。1) 地熱資源評価システムの設計を行う。また、1/50万鉱物資源図「南西諸島」の原稿を完成させ、燃料資源地質図 (三陸沖周辺燃料資源図、日本周辺ハイドレート分布図、筑豊炭田図) の作成作業を進める。また、「八ヶ岳水文環境図」を印刷・公表し、「仙台平野水文環境図」の原稿をとりまとめる。地質汚染評価基本図作成は、「姉崎」図幅地域内の調査研究成果の普及・公開を進める。2) 基礎調査、ガスハイドレート関連情報の収集、DB 化を進める。天然ガス地化学 DB 作成作業、油田ガス田情報の DB 化を進める。「水文地質データベース」、「東アジア地下水データベース」及び「東・東南アジア地熱データベース」などの拡充を行い、開示可能なデータをウェブ公開する。3) 東・東南アジアの地熱資源、地下水資源環境のデータベースを作成し、また、

アジアの金資源の開発・利用におけるリスクに関し、資源開発とリスク管理について情報収集・解析を進め、東南アジア諸国への提言を継続する。

この結果、平成15年度は以下の成果を得た。1) 地熱資源有望地域の表示手法を開発した。1/50万鉱物資源図「九州」及び「中国・四国」完成出版の見込みで、「南西諸島」は現在本図原稿を完成し、付図を検討中。燃料資源図「三陸沖」は年度内に出版予定。「筑豊炭田図」「水溶性ガス田図」及び「(南海トラフ)ガスハイドレート分布図」は編纂途上。水資源環境図は出版順を変え、「仙台平野」を年度内に出版させる予定。地質汚染評価基本図「仙台地域」の作成に着手。2) 国際リソスフェア計画 (ILP) の「メタンハイドレートの広域分布と地質プロセス」の研究に対応して関連情報の収集およびDB化した。コア資料をはじめ、燃料資源及び鉱物資源関連情報のデータベース化。この他、燃料資源及び鉱物資源等に関連する産総研所有の大深度試錐コアデータの整備。「水文地質データベース」等は、データの拡充を進め、年度内にいずれもWEB公開予定。3) CCOPや世界銀行などの国際機関のプロジェクトに重点的に対応して、国内のみならず東アジアの地熱資源、地下水資源環境、中小鉱山資源開発リスクに関する基盤的データ取得のための地質調査、データ整理等を重点的に実施した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地熱資源評価システム、鉱物資源図、燃料資源地質図、水文環境図、データベース

④【海洋資源環境研究部門】

(Institute for Marine Resources and Environment)

(存続期間：2001.4.1～終了日)

研究部門長：宮崎 光旗

副研究部門長：西村 昭、埜口 英明

総括研究員：上嶋 英機 (兼務)

所在地：つくば中央第7、中国センター、四国センター

人員：60 (58) 名

経費：995,384千円 (468,000千円)

概要：

海洋資源環境研究部門は、産総研のミッションである社会のための科学技術を先導・提言する創造的活動を担う研究部門として、鉱工業の科学技術の発展及び地質の調査を分担し、海洋地球に関する基盤情報整備、海洋資源の探索・利活用、環境修復創造、防災等のための調査・研究と技術開発を実施します。第一期中期計画期間 (FY2001～04) としては、海水希少資源採取実用化技術開発や生態系・生物機能を利用した沿岸環境修復技術の開発、二酸化炭素等を含む海洋の物質

循環解明と地球環境影響評価、あるいは日本周辺海域の地質情報整備に関する調査・研究などに重点的に取り組んでいます。

「海をよく知り、賢く利用し、温かく守る」を基本的視点として、フィールドに立脚した地球科学・生物科学・物質科学でもって、また時間軸も念頭に置いた研究を遂行しています。個々の課題は、我が国が必要とする海洋地球に関する知識資産の構築をベースとして、新たな富の創生や安心・安全な社会の実現など持続可能な発展に不可欠な環境圧迫の低減をめざそうとするものです。研究課題は大きく、「海洋地球に関する知識資産の構築」、「環境圧迫の低減としての地球環境問題解決」、そして「新たな資源の探求」の三つからなります。

海洋地球に関する知識資産の構築では、海洋地質調査研究航海等のフィールド調査及び得られる試資料の分析・解析、各種解釈作業により海洋地質・環境・資源等に関する地球科学的解明と実態把握を推進、地球科学の発展に寄与するとともに、知的公共財として海洋地質図やデータベースを提供するものです。また当該部門の特長を生かして、系統的調査研究航海などにより蓄積される試資料に基づいた海域活断層の活動履歴研究や、アジア各国の地質調査機関との共同研究によるデルタ形成史と人類社会の地質環境への影響等を解明します。詳しくは「テーマ題目1：海洋地質図等基盤情報の整備と高度化」、「テーマ題目2：海域活断層の評価手法」および「テーマ題目3：アジア太平洋地域における沿岸・沿海地球科学情報の収集と解析」を参照のこと。

環境圧迫の低減としての地球環境問題解決に資するために、人為的環境負荷のない地球環境状態や変動幅を地球科学的手法により解明することにより将来に起こりうる温暖化の地球環境影響予測や開発される軽減化技術への基盤的科学データを集積します。また経済活動や生活に密接に関連した環境負荷の現れる沿岸域に関して、フィールドに立脚した地球科学的視点と技術でもって環境負荷の実態把握と影響評価、修復技術開発も実施しています。詳しくは「テーマ題目4：地球科学的手法による地球環境変動要因等の解明」および「テーマ題目5：生態系を中心とする沿岸環境評価・修復技術」を参照のこと。

環境圧迫低減への異なるアプローチとして、新たな資源の探求、すなわち海水溶存リチウムの資源化やバイオマス利用、海洋生物・微生物の利活用に関する研究にも取り組んでいます。特に海洋生物・微生物に関する研究は、新たな知識資産や水圏環境・生態系に係る科学技術の基盤を用意し、さらには将来の産業技術の基礎となりうるものとして、次期展開を見据えて遂行しています。詳しくは「テーマ題目6：海洋資源の有効利用」および「テーマ題目7：海洋微生物等の機

能性利活用」を参照のこと。

外部資金：

(財) 日本生命財団 ニッセイ財団一般研究助成制度
「瀬戸内海の底質移動シミュレーション」

(財) 鉄鋼業環境保全技術開発基金 第24回 (平成15年度) 環境分野助成研究 (一般研究助成) 「短パルス光反応によるバラスト水中の有害生物除去システムの開発」

(財) 住友財団 2003年度環境研究助成「海跡湖の年縞堆積物を用いた巨大津波イベントの高精度編年へのアプローチ」

(財) 国際エメックスセンター「水理模型実験による尼崎港の海水交換促進工法に関する研究」

四国電力 (株) 「伊方発電所温排水影響調査の高度化に関する調査」

宍道湖漁業共同組合「ワカサギ越夏にかかわる水質環境について」

厚岸町 厚岸湖・別館辺牛湿原学術研究奨励補助「厚岸町を過去に襲った津波痕跡のトレンチ調査」

国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所
「浚渫土砂有効活用検討調査」

(独) 港湾空港技術研究所「アジアにおける水資源域の生態系の復元に関する研究」

呉商工会議所 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「環境対応型ビデオマススコープ超高速セロミクスロボットの開発」

(財) 中国電力技術研究財団 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「海水リチウム摂取の実用化技術開発」

(財) 中国電力技術研究財団 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「海水リチウム採取の実用化技術の研究開発」

日本鋼管テクノサービス (株) 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「高炉スラグを利用した海砂利代替人工砂 (エコサンド) 製造技術の開発」

(財) かがわ産業支援財団 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「海域環境改善のための炭酸カル

シウム化多孔質体の開発」

(財) 大阪科学技術センター 水素安全利用等基盤技術開発「高圧水素吸着熱特性解明の研究」

(財) 亜熱帯総合研究所 沖縄産学官共同研究推進事業「サンゴ卵からのサンゴ生産による環境保全技術の開発」

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費「溶接技術の高度化による高効率・高信頼性溶接技術の開発」

経済産業省 科学技術総合研究委託費 (緊急研究)
「2003年 (平成15年) 十勝沖地震に関する緊急研究/津波・被害調査/津波調査/地震・津波による海底への影響」

経済産業省 科学技術総合研究委託費 (継続)
「海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究/熱水循環系の物理・化学プロセスに関する研究/潮汐による熱水循環系の変動現象の定量化に関する研究/海底近傍微細構造に規定された熱水系の化学変動に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費 (環境研究総合推進費に係るもの) 継続「東シナ海陸棚域の堆積物による過去50年間の長江經由土砂供給量の長期変動に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費 (環境研究総合推進費に係るもの) 新規「保存すべきサンゴ礁の水質・光環境条件に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費 (環境研究総合推進費に係るもの) 新規「サンゴ礁の海水流動と懸濁物の挙動に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費 (地球環境保全等試験研究に係るもの) 「瀬戸内海の海砂利資源採取による広域的環境影響評価と管理に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費 (地球環境保全等試験研究に係るもの) 「サンゴ年輪気候学に基づく、アジアモンスーン域における海水温上昇の解析に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「飼育サンゴ骨格を用いた酸素同位体比等の温度指標の高精度化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「カキ殻付着生物を利用した水質浄化と生物生産力を向上させる技術の開発に関する基礎」

文部科学省 科学研究費補助金「過去250万年間の地球磁場強度変動に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「環境感受性が高い沿岸魚類の食生態分析に基づく環境汚染動態解析手法の開発」

文部科学省 科学技術振興調整費「固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち灰の埋立処分に伴う溶出実験による安全性等」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「糖鎖分子ナノアーキテクチャーの研究」

岡山大学 科学技術振興費「固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等」

発表：誌上発表157（125）件、口頭発表408（113）件、その他34件

分離吸着材料開発研究グループ

(Aquamaterial Separation Technology Research Group)

研究グループ長：坂根 幸治

(四国センター)

概要：

海洋資源環境研究部門における重点課題「海水中の希少資源採取吸着剤の開発」研究を進めた。海水中に溶存する有価資源の分離吸着材料として、リチウム、メタン等を選択的に採取するイオンふるい型吸着剤を設計開発した。イオンふるい機能を系統的に明らかにし、海水成分を個々に分離する総合的な技術体系の構築をめざした。平成15年度は、以下の4課題に取り組んだ。(1) 高性能メタン吸蔵体の開発：炭素化合物、無機酸化物を原料とする新規マイクロポア吸着剤の開発を進め、120mg/g以上のメタン吸蔵量を示す多孔体の開発をめざした。(2) リチウム採取実用化技術：採取リチウムの高付加価値化の観点から、高純度塩化リチウム塩としての精製技術の開発を進めた。(3) 高度認識分離技術の開発：新たな研究展開を図るため、鋳型反応を利用する新規イオンふるい分離剤の開発研究を進めた。(4) 軽元素同位体分離剤、銀系無機イオン交換体、難分解性硫黄吸着剤、オキソ陰イオン吸着剤、電気化学変換材料など新たな材料の創製と機能応用を図った。

研究テーマ：テーマ題目6

環境調和プラスチック開発研究グループ

(Marine Biopolymers Research Group)

研究グループ長：廣津 孝弘

(四国センター)

概要：

未利用バイオマスを利用して、環境に優しく安全性に優れた環境調和型材料の創製を目的に、海洋性多糖類（キチン・キトサン、セルロース等）を原料に、メカノケミカル法により熱可塑性等を発現する機能性ポリマーアロイの製造技術を開発するとともに、海洋性糖質に特有の機能を活かした新規材料の創製等を目指す。本来非熱可塑性の多糖類を少量のプラスチックと混合粉碎することによって、メカノケミカル的手法で共有結合を介して化学的に全く異質の成分を複合化し、熱可塑性を発現する新規ポリマーアロイを創成する。海洋性糖質機能の活用のため、海藻から抽出・精製することに成功している新規糖鎖認識物質の糖鎖認識機構の解明、特徴的な水素結合ネットワークを持つ海洋多糖類と低分子との分子レベルの複合化による新規ナノ集合体の創成、海洋微生物による希少糖 D-ブコースの代謝及び塩基性希少糖の生理機能の解明等を基礎的に研究する。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7

海底系資源・環境研究グループ

(Seafloor Environment and Resources Research Group)

研究グループ長：飯笹 幸吉

(つくば中央第7)

概要：

海底系の資源形成や地球環境影響等に関わる重金属元素等の挙動・循環の実態・過程の解明に関する研究の中で、本年度は北西太平洋海域の海洋資源・地質情報の整備を含め、1) 現世熱水起源重金属沈殿物、陸上海成層等の鉱物組成、組織変動、形成年代等を明らかにし、2) 熱水鉱床鉱化モデルの構築、微生物関与物質の形態把握等を実施し、また3) 海底資源の評価手法の開発及び環境負荷実験データ解析、海底系の流体挙動の定量評価手法確立のための現場データの取得と解析等を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1

水中加工自動化技術開発研究グループ

(Underwater Technology Research Group)

研究グループ長：小川 洋司

(四国センター)

概要：

海洋構造物の建造・補修・解体に必要な水中加工技

術の実用化を目指し、水中溶接・切断技術のナショナルセンターの機能を発揮するとともに、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）や民間企業等との共同研究など、造船業界および海洋産業界と連携し、信頼性が高くかつ高能率な海中自動溶接・切断技術の開発を行っている。

溶接現象の解明を目的として、シールドガス組成と雰囲気圧力を変化させて、GTA 溶接における、電極表面での反応、プラズマ状態の診断、熔融池表面での過渡現象の観察と解析を実施した。異なる波長帯の映像情報と波長分光データとを利用することにより、高輝度のアークと低輝度の熔融池の状況を同時に高速度で立体視（三次元観察）する技術を開発し、プラズマの状態と熔融池表面の湯流れ及び温度分布などの挙動を解析するなど、物理現象の高速度観察を行う手法の改良を行った。また、溶接中のタングステン電極の消耗や極点の移動現象及び温度分布の時間的挙動などを観察・解析する技術を開発・改良し、内部の結晶粒界やトリウムの移動などと表面状態の関係について解析した。金属表面及び内部に含まれる硫黄などの微量元素が周辺の酸素と反応し、熔融金属からの蒸発や湯流れなどに大きく影響し、結果として溶け込み形状や表面形状の違いが現れることなどを明らかにした。

水中溶接の実用化を推し進めるために、水中溶接や水中切断技術に関して、当グループで保有する実験データやノウハウを水中溶接技術情報データベース（<http://www.aist.go.jp/RIODB/db077/>）として構築し、広く一般で利用できるようにした。

研究テーマ：テーマ題目 6

海洋地球変動研究グループ

(Global Marine Environmental Change Research Group)

研究グループ長：川幡 穂高

(つくば中央第7)

概要：

将来の地球環境を考えるため、人為的な影響のない自然状態の環境変動要因とその変動幅を明確にすることが目的である。そのため、一次生産、水温等の海洋環境予測手法の開発を行い、後期第四紀における高時間解像度による古環境解析を実施する。また、西太平洋低緯度域を対象として、サンゴ骨格を用いて現代と完新世における水温の復元を行い海洋環境解析手法の開発を行う。

西太平洋での現在の沈降粒子に関して、有機炭素フラックスが最も大きいのは亜寒帯ジャイアとインドネシア多島海近海、生物起源オパールフラックスが最も大きいのは亜寒帯ジャイア、炭酸塩フラックスは場所による変化が少なく、石質成分フラックスは北緯30度から40度にかけての遷移帯で大きいこと、さらに炭酸

塩殻プランクトン起源の沈降粒子フラックス及び群集解析から、黒潮続流、漸移帯、亜寒帯に対応した群集が海洋環境の季節変化と非常に呼応して変化していることなどが判明した。

サンゴ礁生態系に関しては、石垣島についての過去100年間の試料の酸素同位体比および炭素同位体分析からアジアモンスーンに呼応した変化が見られる。また同島および沖縄本島周辺サンゴ礁周辺でも環境ホルモンの汚染が始まっていることが示された。さらに、新しい古環境間接指標として再現性の高い Li 同位体分析法、重金属濃度測定のマルチスパイク同位体希釈分析法を Cu、Cd、Sn、Pb について確立した。

モデリングによる環境予測に関しては、海水年代を与える放射性炭素14濃度をモデル評価に使用ことを提案し、実際に各国を代表するモデルを検討、現実の深層水の中の放射性核種を十分説明できないモデルは、IPCC などの将来予測には用いない方がよいことを提案した。

研究テーマ：テーマ題目 4

沿岸環境保全研究グループ

(Coastal Environment Research Group)

研究グループ長：齋藤 文紀

(つくば中央第7)

概要：

日本周辺及びアジア・太平洋地域の湖沼・汽水域を含む海岸沿岸域において、地球科学的手法を用いて、沿岸環境情報 DB の構築、調査・モニタリング技術の開発、環境保全のための沿岸環境評価手法の確立などを行い、持続的沿岸開発や沿岸環境保全と防災のために貢献することを目標とする。経済成長が大きく、人口密集地帯である東南アジアから東アジア沿岸域の開発と保全は、海岸沿岸域の持続的開発と地球規模の環境保全のために国際的にも重要課題となってきた。同地域を対象に、現地研究機関と共同で研究を実施し、技術移転を含めた貢献を行っている。

平成15年度は、生態系を利用した環境評価・改善技術開発に関する基礎的研究、汽水域・沿岸域の調査技術開発、アジア海岸沿岸の保全と防災のための地質学的な調査と解析を行った。本年度の現地調査は、メコンデルタのカンボジア内における共同調査をカンボジア鉱物資源総局と行った。更に、国際プロジェクト IGCP-475 「モンスーンアジア太平洋地域のデルタ」の第1回国際集会をバンコクで2004年1月に実施、ベトナムとの二国間国際研究集会をハノイで2004年2月に実施し論文集を共同出版した。また、東・東南アジア地球科学調整委員会（CCOP）に新しいプロジェクト「東アジアと東南アジアのデルタにおける統合的地質アセスメント(DelSEA)」を提案し、採択された。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 5

生態系環境修復研究グループ
(Coastal Ecosystem Research Group)

研究グループ長：星加 章

(中国センター)

概要：

環境修復・創造技術の開発を目的に、H15年度は以下の研究を行った。(1) 流況制御による環境修復技術の研究では、浚渫土砂活用方策の一つとして湾口部地形改変の埋め込みに浚渫土砂を利用する可能性について、徳山湾をフィールドとし現地調査および数値シミュレーションから水質等の改善効果を定量的に明らかにした。さらに尼崎湾をモデルとする実験を実施した。(2) 生物機能を利用する環境修復技術の研究に関しては、マガキの養殖筏を浮き礁のモデルとして、マガキ貝殻表面上に形成される生態系やその生産性向上の有効性を評価した。(3) 藻場の造成技術に関する研究では、海砂に替わる新たな人工アマモ場基盤材としての高炉スラグの適応性を評価するため、広島県三津口湾にアマモ場を施工し、移植されたアマモの生育をモニタリングを行った。(4) 有害化学物質の計測技術の開発研究では、イオンクロマトグラフィーICP 質量分析法による海洋生物中のヒ素のスペシエーション技術を確立した。(5) 海砂利採取による環境影響評価の研究に関しては、瀬戸内海の高砂利採取による流動や生態系への影響を評価し、その軽減・緩和、採取海域の修復・整備等に必要となる対策に資するための研究を実施した。

研究テーマ：テーマ題目5

海洋生態機能開発研究グループ
(Marine Biological Technology Research Group)

研究グループ長：山岡 到保

(中国センター)

概要：

海洋生物や微生物の持つ汚染物質を分解する機能を取り出して、汚染物質を海域から取り除く技術開発と海洋生物が持つ生物濃縮（バイオミネラリゼーション）機構を解明し、新規生態機能材料の開発の研究をした。海洋生物のバイオミネラリゼーションの解明では、海綿の骨格を構成している骨片を酸アルカリ処理により取り出し、さらにフッ化水素酸処理で精製を繰り返し骨片の中心にある中軸タンパクを取りだし、SDS-PAGE により解析し、分子量2万5千で、cDNA の解析によりシリカテンのミネラリゼーションの役割を明らかにした。生態系機能による修復と物質生産では、有機スズ化合物のシドロフォアによる分解反応機構について検討し、シドロフォアのキレート中心部位において有機スズ化合物が反応して低分子化していくことを明らかにした。また環境修復に有効な微生物としてラビリンチュラを発見し、菌の性質を培養実験に

より解明して窒素やヒ素の除去が可能であることを見いだした。

研究テーマ：テーマ題目7

海洋環境材料開発研究グループ
(Marine Eco-material Research Group)

研究グループ長：矢野 哲夫

(四国センター)

概要：

海域環境保全の観点から藻場形成等に必要となる海藻等の生物付着成長促進技術が求められている。この基礎技術として、生物付着初期の表面組成の解析と、生物親和性に優れた基板材料の研究開発を行った。藻類の基板への付着初期における表面組成分析を行い、材料面からの付着制御技術に関する基礎的情報を得た。また、製鋼スラグを利用した海藻成長用基板材料の開発を行うため、基板材料の多孔質化、炭酸カルシウム化状態の評価を行った。海水を扱うプラント、およびバラスト水対策で大きな社会問題となっている、海洋生物の付着防止技術として、従来の生命活動を阻害する化学物質利用に代わる技術として、短パルス光等の電磁エネルギーを局所的に印加する技術の開発を行った。本年度は、珪藻類への生理学的効果を調べた。

研究テーマ：テーマ題目7

海洋地質研究グループ
(Marine Geology Research Group)

研究グループ長：岡村 行信

(つくば中央第7)

概要：

日本周辺海域の海洋地質情報を整備公開すると共に、それらデータを基に日本周辺海域の活断層評価、古環境変動の解明、地質構造発達の解明を行うことを目的とする。第2白嶺丸を用いた音波探査、採取堆積物及び岩石を基本データとし、それらの解析によって海洋地質図及び表層堆積図を出版、インターネットでのデータ公開も進めている。さらに日本海東縁及び南海トラフ沿いの地震発生頻度を推定するために、既存データに加え、他機関データや調査船等を活用し、地震性堆積物の採取と年代測定を進めると共に、地質構造の定量的解析を行う。日本海などの古環境変動の研究では、他機関の柱状堆積物試料を用いて、岩相、微化石、化学組成などの解析を進める。

海底地質調査では、釧路・日高沖海域調査を実施し、地球物理探査測線（音波探査、重力・磁力探査）約3839km、グラブ採泥114点、大口径グラビティコアラー採泥3点、ピストンコアラー1点、ロックコアラー採泥7点、プランクトンネット2点を実施し、地質調査速報として出版した。また、日御碕沖表層堆積図、遠州灘海底地質図、日向灘海底地質図の原稿を完成させ、

能登半島から男鹿半島沖にかけての音波探査プロファイルをインターネットで公表した。

海域活断層研究では、日本海東縁の忍路海山及び津軽西方沖の奥尻海嶺で「しんかい6500」による潜航調査を実施した。さらに、日本海の完新世堆積速度の解明と、日本海東縁の大陸棚・大陸斜面で既得の音波探査プロファイルデータをデータベース化した。2003年9月に発生した十勝沖地震では、地震前の取得堆積物と比較検討し、いくつかの地点で津波による細粒堆積物の流失を確認した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

海洋地球物理研究グループ

(Marine Geophysics Research Group)

研究グループ長：山崎 俊嗣

(つくば中央第7)

概 要：

日本周辺海域において、地磁気異常、重力異常データを収集し、地球物理図として出版するとともに、これらのデータを用いて海底地質構造及びその発達史を解明する。これまでに地質調査所・産業技術総合研究所で収集した地球物理データをデータベース化し公開する。海底構造探査を高分解能化するため、サイドスキャンソナーデータの画像処理技術や、海底表層地層探査データの処理技術等のデータ解析技術の高度化を行う。海溝-島弧-背弧システム研究(“サブダクション・ファクトリー”)の世界的モデルフィールドとなっているマリアナ弧のテクトニクスを、地球物理学手法を用いて研究する。特に、マリアナトラフの拡大過程を明らかにする。また、過去の地球磁場変動の実態解明と、古地磁気・岩石磁気学手法の応用による地質の調査手法の高度化を行う。海洋地球科学分野におけるビッグ・プロジェクトである統合深海掘削計画(IODP)は、全日本としての取り組みが構築されつつあるところ、当グループは積極的に参画し、古地磁気変動解明を目的とする掘削の実現を目指す。

研究テーマ：テーマ題目1

海洋環境モニタリング研究グループ

(Coastal Monitoring and Management Research Group)

研究グループ長：高杉 由夫

(中国センター)

概 要：

停滞性海域の環境改善に必要なモニタリングシステムの開発と環境診断評価を目的として研究を実施している。(1) 海底地形変化による流れ及び周辺環境に及ぼす影響の研究では、備讃瀬戸海域での海砂利採取による影響を実験により調べた。水理模型実験では採取前に比べて採取後の流速が小さくなる傾向が、数値モ

デル実験では採取海域周辺の潮流は遅くなるが流量は増加することが明らかとなった。(2) 保全すべきサンゴ礁環境の数値基準を海中懸濁物と光環境の視点から提案することを目的として、石垣島沿岸部と外洋性の強い石西礁シモビシ地区のサンゴ礁で比較調査を行い、シモビシの一部区域でも沿岸部と同程度の高濁度が現れることを見出した。この他、海底堆積物と表層濁度との関係から、河川の有無が海底のSPSSの分布を支配していること、サンゴ礁海水中の濁度の主因が堆積物中の細粒物質の再懸濁によることを明らかとした。(3) 海洋鉛直微細構造計測・解析手法の開発では、内湾の環境診断・評価に重要な要素となる海洋鉛直微細構造と海中プランクトン等、微小生物過程との相関性解明に必要な測定・解析技術を取得するため、海中の植物プランクトン量について、より高解像度で鉛直構造の計測ができるように改良した。(4) 停滞性海域の環境モニタリングと環境診断・評価に関しては、水質・底質環境の悪化が著しい広島湾奥部の海田湾に設置された海上浮体実験室において水質等の環境モニタリングを実施し、データを解析した。(5) 瀬戸内海数値モデルの構築では、瀬戸内海の水温上昇について、数値モデルを構築し実験を行った結果、外洋の変化と気温の変化の双方が非線形的に作用していることが明らかとなった。

研究テーマ：テーマ題目5

[テーマ題目1] 海洋地質図等基盤情報の整備と高度化
(運営費交付金、科学技術振興調整費、
科学研究費補助金)

[研究代表者] 宮崎 光旗(海洋資源環境研究部門)

[研究担当者] 岡村 行信、山崎 俊嗣、臼井 朗
 (職員11名、他10名)

[研究内容]

日本周辺海域の地球科学的調査・研究を通じて、地殻を中心とした海洋地球に関する基盤的情報を系統的に整備し、広く社会へ提供する。第一期中期計画期間(H13~H16)では、海洋地質図14図の整備、海洋地質データベースの構築とインターネット公開、これらを支え発展・高度化させる岩石磁気等の基礎的基盤の研究に関して世界をリードする研究に取り組む。本研究により、産業構造審議会産業技術分科会・日本工業標準調査会合同会議のうたう「2010年までに20万分の1海洋地質図(四島周辺)全49区画全ての整備」に応えるとともに、情報の科学的な信頼性や水準の維持向上を図る。なお、海洋地球に関する基盤の情報および科学的知見は、国や社会の持続的発展を支える基本的公共財として、産業立地を含む各種海洋開発・災害軽減・環境管理などに対する基礎的資料となる。

本年度計画の釧路沖及び日高沖海域の海洋地質調査航海は完了し、試資料の解析・分析結果は年度末までに航

海報告書としてまとめられる。海洋地質図の整備に関しては、能登半島西方表層堆積図及び能登半島西方海底地質図を印刷中のほか、日御碕沖表層堆積図及び枝幸沖海底地質図の原稿がほぼ完成し、年度内に出版の予定である。さらに、日向灘海底地質図、金華山沖表層堆積図、日御碕沖海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾海底地質図、石狩湾表層堆積図の原稿も年度内に完成の予定である。(海底地質図には重力異常図・地磁気異常図も添付。)

データベースに関しては、新たに海域地質構造断面データ400測線以上、海底堆積物粒度データ4600件、海底写真画像データ3400件、骨材資源評価データ1800件などが公表される。その他、海底熱水系でのビデオ画像データや地域特性データも公表予定である。

岩石磁気等基盤的基礎的研究では、過去10万年間程度の高分解能古地磁気強度変動曲線を構築中であり、約8万年前に今まで知られていなかった地磁気強度の大きな変動があったことが明らかになった。また、赤道太平洋海域の堆積物コアを用いて、過去2～3百万年間の相対古地磁気強度変動の概要を明らかにする研究を進めており、すでに個々のコアの測定を終えた。今後、コア間の対比や記録のスタッキングを行い、年度内に標準曲線を完成させる。その他、日本海およびオホーツク海の古環境変動解明、マリアナトラフ海底拡大過程の解明、同海域海底熱水系での各種調査等が進行中である。また、土壤汚染に関連して、首都圏に分布する第四紀海成堆積物中に含まれる重金属濃度の測定等を実施した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海洋地質図、表層堆積図、データベース、日本周辺海域、第2白嶺丸、古地磁気、岩石磁気、磁気異常、重力異常、海底鉍物資源、海底熱水系、地殻流体

【テーマ題目2】海域活断層の評価手法（運営費交付金、原磁力安全基盤調査研究費）

【研究代表者】岡村 行信（海洋資源環境研究部門海洋地質研究グループ）

【研究担当者】池原 研（職員4名、他3名）

【研究内容】

評価方法が確立されていない深海域の活断層の活動度を、音波探査プロファイル、タービダイト、潜水調査などに基づいて推定する手法を確立することを目標とする。当ユニットは日本周辺海域の海底地質図を作成するための調査を通じて日本で最も詳しい海底地質情報を有していることから、これらの調査を効率的に実施することが可能となっている。

今年度は、北海道北西方沖の忍路海山周辺で、地質構造に基づいたバランス断面モデル、潜水調査、津波シミュレーションを実施し、1940年積丹半島沖地震の震源域を精度よく決定するとともに、その発生間隔が1000-

5000年であることを明らかにし、7月の国際学会で発表した。その南側の積丹半島西方沖では、タービダイトの解析を通じて地震が500-1000年間隔で発生したことを明らかにした。これらの結果は国際誌に公表予定である。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海域活断層、日本海東縁、南海トラフ、地震発生間隔

【テーマ題目3】アジア太平洋地域における沿岸・沿海地球科学情報の収集と解析（運営費交付金、試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの））

【研究代表者】斉藤 文紀（海洋資源環境研究部門沿岸環境保全研究グループ）

【研究担当者】村上 文敏（職員3名、他3名）

【研究内容】

アジア沿岸域の特徴である大規模デルタを主対象に、地球環境変動研究への貢献を目的として、沿岸・沿海域の堆積地質学的研究を各国の地質調査機関等と協同で実施し、またユネスコ・国際地質科学連合の国際プロジェクト（IGCP-475）を主導している。デルタ研究では、欧米に対峙するアジアの中核として、ネットワークの構築と研究成果等の情報発信を行い、国際誌での公表やIGBP等の国際プロジェクトへの貢献を行うとともに、同地域の基礎地質情報の収集と解析でもって日本が必要とする情報を用意している。また、途上国への技術移転による持続的発展のための基礎を築くなか、アジアにおける産総研のプレゼンスを高めることにも貢献している。

今年度は継続して行ってきた中国、ベトナム、タイの海岸沿岸域から取得した地質学的なデータの解析ととりまとめを現地共同研究機関とを行い、国際学術誌に順次発表している。とりまとめのうち、中国黄河と長江デルタの古環境変遷に関しては、過去約1万年間において千年オーダーの気候変化の影響を記録しており、特に森林伐採などの人間活動が花粉分析から明らかになり、すでに報告した土壌流出と調和的な結果を得た。タイのチャオプラヤデルタおよびベトナムのホン河（紅河）デルタの過去1万年間の環境変遷については、世界的な海水準変動の影響を強く受けてデルタが発達してきたこと、近年の人間活動の影響も千年の時間スケールで受けてきたことが明らかになってきている。15年度に行う予定のカンボジアのメコンデルタ調査については2004年3月にボーリング調査を実施した。

これら研究進捗に加え、産総研が中心となりユネスコ・国際地質科学連合に提案した国際プロジェクトIGCP-475「モンスーンアジア太平洋地域のデルタ」が2003年2月に承認されたことを受けて、第1回の国際集会をタイ、バンコクで2004年1月に実施した。またベトナムとの共同研究のとりまとめのため、2004年2月にハノイで二国間の国際研究集会を実施した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕アジア、データベース、デルタ、海水準、沿岸環境

〔テーマ題目4〕地球科学的手法による地球環境変動要因等の解明（運営費交付金、科学技術総合研究委託費、試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）、試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの））

〔研究代表者〕川幡 穂高（海洋資源環境研究部門海洋地球変動研究グループ）

〔研究担当者〕野原 昌人、田中裕一郎、鈴木 淳（職員5名、他22名）

〔研究内容〕

温暖化など地球環境問題に地球科学的立場から貢献することを目的として、過去の環境変遷や現在のプロセスの解明と地球環境・地域環境の将来予測、環境対策技術に対する効果評価・影響評価手法などの開発をめざすものである。現在も大気中に毎年約0.5%ずつ増加し続けている二酸化炭素が海洋内部での炭素輸送とどのような関係があるのか、海洋表層での二酸化炭素吸収、鉛直下方への輸送、さらにサンゴ礁生態系の炭素循環への寄与評価を含めて解明する。IPCCの報告書への寄与なども念頭に置いて研究を行っている。

今年度は、西太平洋高緯度域におけるエクスポート生産の流量と組成について解析を終了した。また、この海域における浮遊性有孔虫群集についても分析を終了した。現在、この海域の環境にエクスポート生産や浮遊性有孔虫の流量や組成がどのように呼応しているのかを季節変動や年変動から解析している。

サンゴ礁生態系に関しては、琉球列島石垣島の過去100年間の試料について安定同位体比分析を終了した。現在、酸素同位体比および炭素同位体について、アジアモンスーンに呼応した変化が見られるか、解析中である。あわせて、サンゴ礁保全に関連して内分泌攪乱物質の測定を行い、論文としてとりまとめた。

〔分野名〕地質・海洋、環境・エネルギー

〔キーワード〕海洋、地球環境、温暖化、炭素循環、古環境、微化石、サンゴ、同位体分析

〔テーマ題目5〕生態系を中心とする沿岸環境評価・修復技術（運営費交付金、試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの））

〔研究代表者〕宮崎 光旗（海洋資源環境研究部門）

〔研究担当者〕星加 章、山室 真澄、高杉 由夫、西村 清和（職員13名、他9名）

〔研究内容〕

複合生物系、海洋生物等の環境との応答性など環境影

響評価技術を開発、また各種難分解性化学物質の生物学的モニタリングなどをおして、環境リスクの評価や環境修復の指針を提示する。沿岸域は陸域における人間活動によって生産された様々な物質が集積する場であり、温帯域・亜熱帯域で沿岸生態系を構成する生物相が異なっている我が国の現状を踏まえた影響評価、特に世界的にも手つかずとなっている堆積物を經由した化学物質の動態の解明と、現実的問題としての瀬戸内での海砂利採取による環境影響評価を中心に研究を展開する。併せて必要な機器開発や環境修復技術開発を行う。

亜熱帯・温帯沿岸域の主な植物群を分析した結果、大型植物の $\delta^{15}\text{N}$ が富栄養化の程度を、微細藻類の $\delta^{13}\text{C}$ が生息場所の塩分を反映する事が分かった。これらの指標により、サンゴ礁が海草やマングローブと複合生態系を形成する事で、過剰な栄養負荷を防いでいる可能性が、また温帯域では塩分変化による凝集した懸濁物（堆積物）の摂取により肉食魚より泥食魚にダイオキシンが濃縮した可能性が示された。さらに高度成長期以前のアマモ現存量の推定とその生態系の構造から、藻場の規模と浄化機能の検討が重要であることが明らかとなった。

海砂利採取の影響評価研究に関しては、採取域での流況の変化や底生微細藻類等の生産力低下による効率の悪い食物連鎖構造への変化、あるいはアマモ場の減少などが起こっていること、一方採取中止域では中止後の海底砂の移動による地形変化、あるいはアマモ場の増加が判明し、砂場復元の可能性や覆砂工法などの有効性が示唆された。関連して、アマモ播種に関する技術開発や水砕スラグ利用の人工アマモ場造成試験などに取り組み、技術の有効性を検証している。

機器開発等に関しては、硝酸塩・亜硝酸塩の現場可搬型栄養塩計測システムの作製、改良した微小生物鉛直分布測定装置による閉鎖性湾での計測、淡塩境界観測システムのテレメトリ化実験などを実施した。

〔分野名〕地質・海洋、環境・エネルギー

〔キーワード〕沿岸環境、環境修復、底質浄化、アマモ場、生態系、安定同位体比、機器開発、有害物質計測技術、シミュレーション、水理模型実験

〔テーマ題目6〕海洋資源の有効利用（運営費交付金、エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費、原子力試験研究委託費）

〔研究代表者〕坂根 幸治（海洋資源環境研究部門分離吸着材料開発研究グループ）

〔研究担当者〕苑田 晃成、廣津 孝広、小川 洋司（職員9名、他22名）

〔研究内容〕

海洋資源の有効利用の観点から海水溶存リチウム採取を中心に、ナノポア材料の新規合成等の分離吸着材料の開発と実用化に向けて取り組む。リチウム吸着剤の吸着

能力40mg/g以上、リチウム同位体濃縮に関する分離係数1.034は世界最高レベルである。またメタン吸蔵に関してはアメリカ合衆国エネルギー省の実用化目標値である150mg/g以上を掲げている。

海水からのリチウム採取に関しては、発電所温排水流路に堰を設け、生じた圧力差を用いて流動床を流路中に形成する吸着槽と脱着液の供給装置からなる採取装置を概念設計し、1/1000スケールの装置を製造中である。また実用化に向けて、模擬脱着液実験による脱着用の酸の分離回収、不純物除去等の試験を行い、99.99%のリチウム純度を予備的に達成できた。リチウム同位体濃縮に関しては、分離係数1.034にまで到達し理論的限界に近づいた。吸着速度に関してもゾルゲル法を用いることで固相反応法の約10倍と大きく改善できた。この同位体分離剤を大量合成した後カラムに充填し、カラム分離法でリチウム同位体濃縮を試みることで、カラム分離パラメータを抽出できた。

メタン吸蔵体に関しては、表面積800m²/g以上の炭素構造体及びモノリス型複合体や、有機親和性で700m²/gの比表面積を持ち、マイクロ細孔容積が0.3ml(liq.)/g、細孔径が0.7-0.8nm程度でメタン吸着に対して最適条件をもつマイクロ多孔体、あるいは超高表面積活性炭(3,000m²/g)の製造に成功し、メタン吸蔵量150mg/gを達成するところまでできている。

その他、海水中でも有効な陰イオン系に対する選択吸着材、銀系抗菌材の開発、あるいは水中溶接・切断技術の高度化と技術データベースの構築・公開・更新を行っている。

【分野名】 ナノテク・材料・製造、地質・海洋

【キーワード】 海水、リチウム採取、メタン吸蔵体、同位体分離、海水用抗菌剤、硝酸イオン・リン酸イオン吸着剤、水中溶接、水中切断技術、溶接現象、データベース

【テーマ題目7】 海洋微生物等の機能性利活用（運営費交付金、試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）、若手任期付研究員支援（継続））

【研究代表者】 宮崎 光旗（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 廣津 孝広、矢野 哲夫、山岡 到保（職員12名、他12名）

【研究内容】

海洋微生物等の特徴的な機能の探索や糖質材料および利用技術の開発をめざし、第一期中期計画での中心的取り組みは、バイオマス利用による多糖含有量60%以上で熱可塑性を発現する環境調和型多糖系複合体の製造法の確立、海藻由来物質の糖鎖認識機構解明、そして微生物による有機スズ化合物の毒性低減化である。メカノケミカル法による前者の開発アプローチは世界的にも独創的であり、また微生物利用によるバイオリメディエーション

は世界でも第一線の技術であるとともに実用化にもつながるものである。海洋糖鎖に関する研究は次期を見据えた萌芽的研究である。

環境調和型複合体の製造に関しては、多糖標準物質として取り上げたセルロースと、反応性ポリマーとして無水マレイン酸をグラフト化したポリエチレン(MAPE)あるいはポリプロピレン(MAPP)を用いてメカノケミカル的に複合化し、各種試験を行った。MAPEあるいはMAPPのグラフト基構造の最適化により、セルロース含有量が60重量%においても好適な複合体の製造が可能であることが実証された。MAPEあるいはMAPPとセルロース間に共有結合が形成されることにより、結合されたMAPEあるいはMAPPとマトリックス間の強い相互作用により多糖微粒子の分散性が格段に向上したことによる。また、このことにより多糖微粒子とマトリックス間の接着性も著しく向上し、複合体の引っ張り強度は、マトリックス自体の値より大きくなった。

有機スズ化合物の毒性低減化に関しては、*Pseudomonas chlororaphis*を固定化剤で固定化微生物を作製してシデロフォアを安定的に放出させることで有機スズ化合物の持続的な分解を確認した。また、シデロフォアの有機スズ化合物の分解機構を明らかにした。

海洋糖鎖に関しては、認識対象となる中性糖の固定化条件を基礎に、N-アセチル基などのイオン性置換基を有する糖鎖のマトリックスへの有効な固定化条件を見出した。また、超臨界二酸化炭素条件下で、環状オリゴ糖であるシクロデキストリン中にアゾベンゼンが包接されることを熱分析及び赤外分析により世界で初めて明らかにした。

その他、ラビリンチュラによる色素生産法の確立、海綿のミネラルゼーションの軸形成過程、海洋細菌による有機ヨウ素生産の解明、海藻付着基に関連する糖解析、レーザー照射による珪藻類へのダメージ効果実験などを行った。

【分野名】 環境・エネルギー、地質・海洋

【キーワード】 海洋、バイオマス、多糖類、メカノケミカル、ポリマーアロイ、糖鎖認識、ヘماغルチニン、キチン質、グルコサミン、希少糖、海洋微生物、バイオミネラルゼーション

⑤【エネルギー利用研究部門】

(Institute for Energy Utilization)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：濱 純

副研究部門長：武内 洋、山崎 正和、成田 英夫

総括研究員：牧野 三則

所在地：つくば西、つくば東、北海道センター

人 員：105（101）名

経 費：2,056,931千円（675,154千円）

概 要：

我が国の産業の発展と住み良い社会の実現のために、エネルギー利用に伴うCO₂の排出抑制やエネルギーの安定供給技術の確立が強く期待されている。このため、エネルギー利用研究部門では、エネルギー源の多様化を図りながらよりクリーンなエネルギーへの変換と、それらエネルギー源の輸送や貯蔵技術についての研究を行うとともに、それらの資源を熱や動力等へ変換する技術あるいは徹底的に効率的な利用を図る技術等の研究開発を通じて、エネルギーの安定供給の確保と地球環境の保全を目指した環境調和型エネルギー需給構造の構築に貢献していく。

これらの目標達成に向けて、具体的には電気と熱を効率よく使い、総合エネルギー効率を飛躍的に向上させる「小型分散エネルギーシステム」、廃棄物や自然熱・未利用熱を有効に使う「カスケード・リサイクル技術」、革新的「エネルギー輸送・貯蔵技術」、水素等の次世代クリーン燃料を製造する「クリーン燃料製造技術」、エネルギー安定供給を可能とする「エネルギー源の多様化技術」の5つの分野に重点を置き、循環型社会の構築に向けた新たなコンセプトとプロトタイプ提案を行っていく。

1) 分散型エネルギーシステム

地球温暖化の抑制に向けて、民生部門における省エネルギーの強力な推進と新エネルギーの開発や普及が期待されている。一方、民生用家庭部門ではエネルギー消費量の伸びが著しいにもかかわらず、システム的な省エネルギー化が遅れており、早急な取り組みが要請されている。このため、コジェネレーションを主とした分散型エネルギーシステムの最適化を目指して、電力負荷変動の平準化を可能とする大容量高出力キャパシタの開発、分散型電源などからの低質排熱や未利用自然熱の高効率利用技術、地域別エネルギー需給データ解析に基づくエネルギー平準化技術の研究開発やシステムのコストベネフィット評価などに取り組んでいる。

2) エネルギーのカスケード利用リサイクル技術

エネルギーの安定供給と地球環境保全を達成するには、熱・動力利用機器及びそのシステムの高効率化やクリーン化が最も重要な課題である。このためには、エネルギーを極限まで使いきる技術、ますます苛酷になるシステムの要求に合わせて材料を設計し仕立て上げる技術、あるいはリサイクルする技術などの研究開発が必要となってくる。このため、ダイオキシン生成抑制のための燃焼技術、プラスチック廃棄物のリサイクル技術、あるいは耐熱耐蝕材料の開発と評価、さらに低エミッションかつ高効率な

次世代動力発生技術の研究開発を行っている。

3) エネルギー輸送・貯蔵技術

エネルギーの供給は社会を維持していくうえで寸時も中断してはならず、エネルギーの輸送・貯蔵の安定性・確実性が求められている。このため、クリーンエネルギーの輸送・貯蔵技術の省エネルギー化、安全性、確実性を目的として、省エネルギー型天然ガス輸送技術の研究開発を行っている。また、エネルギー安定供給のためにはエネルギー輸送・貯蔵等における防災・産業安全の基盤技術の確立が重要であることから、LPG、LNG等のエネルギー地下貯蔵における構造的不連続性に関連した長期安全性評価技術の研究開発などを行っている。

4) クリーン燃料製造技術

エネルギーセキュリティの確保と環境保全の両立を目標として、クリーンなエネルギーの製造すなわち既存エネルギーのクリーン化や燃料転換技術などの研究開発を行っている。軽油の超深度脱硫技術、自動車用燃料電池のためのナフサ、ガソリンの完全脱硫技術、超重質油のアップグレーディング技術、石炭の完全脱灰技術、あるいは石炭を高純度の水素に転換する革新的水素製造技術、水素添加ガス化によるメタンの製造技術や固体触媒を用いたガス精製技術の研究開発を行っている。

5) エネルギー源の多様化技術

私達の生活や産業活動を支えるエネルギーを安定に供給するためには、省エネルギーやリサイクル技術の開発とともに、石油だけに頼らないエネルギー供給構造をつくることが不可欠である。我が国周辺海域に多量に存在するメタンハイドレート資源開発利用技術、ソーラーケミストリーやバイオエネルギー、風力発電技術などの研究開発を行っている。また、生物の代謝機能を模したエネルギー変換プロセスを活用した生物電池、太陽熱、排熱などを熱源とする熱再生型燃料電池の研究開発や乱流制御などに関する基礎研究も行っている。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「低レイノルズ数流れにおける翼列特性の研究ならびに衝撃損傷特性解析の研究」

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「流動層によるバイオマス等からのガズとチャーの併産技術に関する研究」

発泡スチロール再資源化協会 発泡スチロールのリサイクル技術および用途開発に係わる技術開発支援「発泡スチロールの接触分解による有機溶剤、BTXの回収」

産業技術総合研究所

財団法人日本宇宙フォーラム「軌道上において有効な液体体積計測システムの開発」

財団法人鉄鋼業環境保全技術開発基金 第24回（平成15年度）環境分野助成研究（一般研究助成）「廃電子機器や廃自動車からのシュレッターダスト中に含まれているプラスチックの分離・回収技術の開発」

財団法人地球環境産業技術研究機構「CO₂ハイドレート天盤被覆層のガス封入性能と安定性の評価研究」

財団法人地球環境産業技術研究機構「二酸化炭素の海洋送り込み時挙動に関する研究」

学校法人慶應義塾大学 天然ガス貯蔵のためのハイドレート製造技術の開発「ハイドレート結晶構造の多様性を考慮した製造プロセスの高度化」

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「エネルギー・環境技術標準基盤研究」

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「高温空気燃焼対応高度燃焼制御技術開発」

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「環境適合型次世代超音速推進システム技術開発」

経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「乱流制御による新機能熱流体システムの創出／乱流制御による新機能熱流体システムの構築(2)」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）継続「活性化学種との反応による不飽和炭化水素からのエアロゾル生成機構の研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「軽油の酸化的超深度脱硫に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「永久凍土地帯のメタンハイドレートの安定性と生成解離」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）」

経済産業省 電源多様化技術開発等委託費「エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発」

経済産業省 資源エネルギー庁 メタンハイドレート開

発促進事業「メタンハイドレート開発促進事業（物性・動特性に関する研究開発）」

経済産業省 資源エネルギー庁 新燃料油研究開発調査（バイオマス燃料への混合に対する自動車への影響について「新燃料油研究開発調査（新燃料油導入影響調査（バイオマス燃料の軽油への混合に対する自動車への影響に関する調査）」

経済産業省 大臣官房会計課 潤滑油改良によるディーゼル排ガス中のPM低減化技術調査「潤滑油改良によるディーゼル排ガス中のPM低減化技術調査」

環境省「スパイクタイヤ類似品に関する調査」

文部科学省 科学研究費補助金「臨界点近傍における圧縮性多成分系流体の特異的熱輸送に関する研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「超臨界二酸化炭素の地下水・地下物質に対する動的溶解特性に着目したCO₂地中隔離技術開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「水素貯蔵用高次修飾ナノカーボン触媒の開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「小型分散型電源用MHDエンジンの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「加圧熱水反応を用いた未利用樹皮からのケミカルズ製造に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「異種元素導入による電気化学キャパシタ用高性能炭素電極の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「流動層による大量排ガス中に含まれる低濃度NO_xの高度処理」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「実用燃焼炉最適化に向けた高度燃焼制御基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「クラスレート水和物の結晶構造多様性を利用した省エネルギー天然ガス貯蔵・輸送技術に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 低品位燃料の高効率クリーンエネルギー変換システムの研究開発：低温プラズマ改質・レーザ着火による含水素火炎利用クリーン省エネルギーエンジンの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発／水素シナリオの研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「石炭利用技術振興事業 石炭利用次世代技術開発調査ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 多様なニーズに対応するフレキシブルタービンシステムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 分散電源排熱を利用したオフィスビル対応型小形吸収冷凍機の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 分散電源排熱を利用したオフィスビル対応型小形吸収冷凍機の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／過冷却蓄熱による床暖房システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノコーティング技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発 バイオマスの高速ガス化方式によるメタノール等気体・液体燃料への高効率エネルギー転換技術開発 バイオマスガス化基礎特性の把握」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発 有機性廃棄物の高効率水素・メタン醗酵を中心とした二段醗酵技術研究開発 メタン醗酵の効率化及びバイオエンジニアリングの研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発／バイオマスの低温流動層ガス化技術の開発／低温ガス化触媒の循環流動層への適用可能性に関する調査」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業／地球環境産業技術に係る先導研究／断熱発泡樹脂中の代替フロン等の回収と分解に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「平成15年度国際石炭利用対策事業 国際協力推進事業『未利用石炭等重質炭化水素資源の利用技術に関する調査』」

発 表：誌上発表218（192）件、口頭発表505（172）件、その他25件

小型分散システム研究グループ

(Distributed Energy System Research Group)

研究グループ長：赤井 誠

(つくば東)

概 要：

民生用家庭部門はエネルギー消費量の伸びが著しいにもかかわらず、システムのな省エネルギー化が遅れており、エネルギー利用効率を、抜本的に改善するための研究開発及び新技術の導入普及が要請されている。本グループでは、戸建て住宅や集合住宅を対象として、1) 低緯度地域に匹敵する夏期の気象条件を有するという先進国では希な条件下でのエネルギー消費パターンの把握とモデル化、及びこれらの結果に基づくシステムの最適化と環境便益の評価に関する研究を行うと同時に、2) 吸収システムの高効率化技術、3) 氷スラリーによる高効率冷熱利用技術、4) マイクロバブル生成技術、5) 小型分散型電源用液体金属 MHD エンジン、6) 水素-リチウム熱再生型電池など、分散型エネルギーシステムを実現するための要素技術やその評価に係る技術の研究開発を実施し、エネルギー需要の変動に追従して柔軟に熱と電力を供給し、家庭におけるエネルギー消費量を20%削減可能な分散エネルギーシステムを提唱することを目指している。さらに、7) 水素によるエネルギーマネジメント手法の研究、8) エネルギーシステムのコスト便益分析や9) 長期的エネルギーシナリオに関する研究などを実施し、集中・分散の調和のとれたエネルギー需給構造のあり方を提言することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目1

循環システム研究グループ

(Closed Combustion System Research Group)

研究グループ長：高橋 三餘

(つくば東)

概要：

熱機関とそのシステムの高効率化、低エミッション化を目指した研究を進めている。主たる研究として、1) タービンシステムの高効率化を目的とした水蒸気利用タービンシステムの解析とこれを実現するために必須となる水蒸気微少液滴形成技術の研究、2) コージェネレーション用高効率水素ディーゼルエンジンの紫外光による着火・燃焼技術の研究がある。この他に、3) 工場などからの排熱を有効に利用するタービンシステムのサイクル解析、5) パルク着火により圧縮着火エンジンを実現するためのレーザ着火技術、1) 小型分散電源への応用を目的とした水素内燃スターリングエンジンおよび固体酸化物型燃料電池とスターリングエンジンコンバインドシステムの研究、などを行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

熱・物質移動制御研究グループ

(Thermal Engineering Research Group)

研究グループ長：宗像 鉄雄

(つくば東)

概要：

地球環境問題も含めたエネルギーシステムの中で大きな役割を演じている熱や物質の移動現象に関し、エネルギーを高度に利用するために必要不可欠な現象解明と能動的制御技術の開発を目標として以下の研究課題を行なう。1) 高性能低温生成・利用技術：パルス管冷凍機に関して、最適な蓄冷器の条件、2次的な流れに伴う熱損失、超低温域での特性等の把握を行う。また、液化天然ガスなどの持つ冷熱エネルギーを有効利用するシステムを開発する目的で、超臨界空気および超臨界窒素中で現れる熱現象解明のための可視化実験を進めると共に、超臨界空気からの酸素の磁気分離の実証実験に着手する。2) 超高効率太陽電池基板製造技術：融液内対流の制御に高周波磁場を利用した高純度単結晶育成装置を開発する目的で、高周波加熱下でのルツボ温度分布、融液内対流の三次元構造、等を明らかにする。また、任意の系に対応可能な表面・界面張力及びその温度係数を測定するシステムを開発する。3) CO₂大量隔離技術の適用可能性および社会的合意形成に関する研究：海洋および地中を利用したCO₂大量隔離技術の適用可能性を検証する目的で、CO₂溶解水の粘度計測を実施するとともに、CO₂溶解度の光学的計測手法を開発する。また、CO₂ハイドレート天盤層の安定性評価試験に着手する。さらに、大量隔離技術の適用による隔離期間および隔離量の評価手法を検討する。

研究テーマ：テーマ題目3

エネルギー変換材料研究グループ

(Energy Conversion Material Research Group)

研究グループ長：袖岡 賢

(つくば西)

概要：

熱・動力利用のエネルギー機器・システムの高効率化・クリーン化に向けて、材料に要求される苛酷な性能を満たすため、これに応える材料を設計し、仕立て上げる技術開発を進めている。C/C composite (炭素繊維強化炭素複合材料)、CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics)、CMC (Ceramic Matrix Composite)、コーティング等の技術を応用し、タービン入口温度1700℃級タービンやジェットエンジンに適用可能な、耐熱耐食材料および高応力負荷対応複合材料の開発と評価技術の確立を目指している。さらに、ナノ粒子分散コーティングやナノインデンテーションによる物性評価等の研究も進めており、ナノテクノロジーのアプローチによる新しいエネルギー材料開発にも取り組んでいる。います。さらに、ナノ粒子分散コーティングやナノインデンテーションによる物性評価等の研究も進めており、ナノテクノロジーのアプローチによる新しいエネルギー材料開発にも取り組んでいます。

ターボマシン研究グループ

(Turbomachinery Research Group)

研究グループ長：吉田 博夫

(つくば東)

概要：

流体機械や熱機関またエネルギー・物質輸送系などを含む熱流体システムの効率を極限まで高めることはエネルギー利用技術における重要な目標になる。マイクロ・セラミック・ガスタービン (μ CGT)、風力発電、乱流制御などに関する基礎研究を通してクリーンエネルギーの創生ならびに無駄なくエネルギーを輸送したり利用したりするための基盤技術の確立を目指している。これまで多くの困難のためにほとんど手付かずであった乱流制御研究においては、最新のマイクロデバイスや流体そのものの機能化をとおして乱流の長所(混合・拡散・熱伝達促進効果)を伸ばし短所(摩擦抵抗)を克服するための基礎的ならびに実用的研究を進めている。 μ CGTの研究では1,300℃を超える高温でのセラミックの衝撃挙動を調べることのできる独自の試験装置を利用し企業との共同研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目4

クリーン動力グループ

(Clean Power System Group)

研究グループ長：後藤 新一

(つくば東)

概要：

- 1) 新燃料エンジンシステム：DME エンジン・ボイラー・発電機の研究開発および DME 車両の試作を実施。DME2t トラックおよびマイクロバスが大臣認定によりナンバーを取得。RIO-DB のデータベース更新。
- 2) ディーゼル車のナノ粒子の計測技術と除去技術の開発：ナノ粒子計測技術の基礎研究の推進。最新車両による微量 PM 計測の試み。
- 3) 省エネ・超低公害の次世代車両性能評価技術：HEV の燃費評価方法の検討と試験車を用いた基準の策定実施。
- 4) タイヤの制動・駆動制御の高度化技術：タイヤの氷上性能の研究、防滑靴の研究の推進。スパイクタイヤ類似品の基準策定基礎調査。タイヤ騒音現象の解明。
- 5) 将来のクリーン動力のためのシーズ探求研究：自転車駆動機構の高効率性の評価実施。身障者用アームサイクルの製作および評価。

研究テーマ：テーマ題目 5

熱回生利用研究グループ

(Thermal Energy Application Research Group)

研究グループ長：角口 勝彦

(つくば西)

概要：

分散型エネルギーシステムを構成する機器や各種空調機の室外ユニットからの排熱、ごみ焼却熱、生活排水が保有する熱等の人間活動に起因する様々な種類の低質排熱、および太陽熱や地熱等の自然熱は、多くの場合未利用エネルギーとして放置されています。未利用エネルギーはエネルギー集積度が低く、常温に近いものが多いため、有効に活用しにくいという特徴を持っています。またこれらの一部は都市温暖化を促進する原因の一つにもなっており、環境に影響を与えないように熱を健全に捨てる事の重要性も指摘されています。熱回生利用研究グループでは、分散型発電機器等からの排熱を省動力で回収・輸送する技術、太陽熱等の暖房に適した未利用熱をロスなく長期間貯蔵できる蓄熱技術、普通の温度の地熱を寒冷地における融雪や民生用冷暖房に利用する技術、ヒートパイプを利用した熱回収・冷却技術等の開発と実用化を通して、文字どおり熱を蘇生（回生）させる事を目指しています。

研究テーマ：テーマ題目 6

燃焼反応制御研究グループ

(Combustion Reaction Control Research Group)

研究グループ長：宮寺 達雄

(つくば西)

概要：

燃焼に関する計測・解析、燃焼に関わる素反応速度

の測定・理論解析、燃焼に伴って排出される有害物質の処理等の研究を行っている。近年は、燃焼に伴って排出される有害物質の抑制が、環境保全とエネルギーの有効利用を推進する上で最も重要な課題のひとつになっている。ダイオキシン類は、廃棄物焼却等により非意図的に生成される物質であるが、生成機構に不明な部分が多いこともあり、工業炉や比較的小型の焼却炉などでは対策が困難である。その排出抑制のため、小型流動層燃焼装置や対向噴流燃焼装置を用いてダイオキシン類や多環芳香族化合物などのダイオキシン類前駆物質の生成挙動の研究を行うとともに、衝撃波管やレーザー分光法、数値解析などを用いてハロゲン化合物の反応特性を明らかにする研究を実施している。また、燃焼灰中のダイオキシン類や燃焼排ガス中の NOx、農薬などのハロゲン化合物を触媒で無害化処理する研究も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 7

炭化水素循環・利用研究グループ

(Hydrocarbon Utilization Research Group)

研究グループ長：加茂 徹

(つくば西)

概要：

廃プラスチックは日本で年間約1000万トン排出され、貴重な国内有機資源と見なすことができるが、現在でも約半分が単純焼却や埋め立て処理されている。また褐炭等の低品位炭は発熱量が低く発火し易いため、これまで採掘国で発電以外ほとんど利用されていない。本研究グループでは、廃プラスチックや低品位炭等の未利用有機資源を将来のエネルギー源として利用するための技術開発を行っている。

有機溶媒中でプラスチックを加熱すると、熱可塑性プラスチックは勿論、熱硬化性プラスチックも可溶化することができる。本法を使用済み自動車や電子電気機器から排出されるシュレッダーダストの処理に適用することにより、金属やハロゲン類を分離・回収し、有機物を素材資源あるいはエネルギー資源として利用することができる。また、本法を低品位炭の改質に応用し、褐炭の貯蔵・輸送安定性を高める研究を行っている。

嵩比重の低い廃プラスチックに対しては、発生地域で分散処理することが有利であり、小規模で高効率な処理技術の開発が急務である。本研究グループでは、砂や熔融アルカリを用いてプラスチックをガス化し、C1～C4の炭化水素ガスや水素に転換するための研究を行っている。

ガスハイドレート研究グループ

(Gas Hydrate Research Group)

研究グループ長：海老沼孝郎

(北海道センター)

概要：

ガスハイドレートは、水分子からなる多面体構造の中に、メタン、二酸化炭素などのガス分子が包接された氷状の固体物質である。ガスハイドレートの最大の特徴は高密度ガス包蔵性であり、例えば1ccのメタンハイドレートには、標準状態換算170cc以上のメタンが含まれている。メタンハイドレートは、低温・高圧の生成条件が満たされる海底堆積層と永久凍土地帯に広く分布することが明らかとなり、その資源量は在来型天然ガスの究極資源量に匹敵する404兆 m³と評価されている。日本列島近海の南海トラフにおいても、我が国が消費する天然ガスの約100年分に相当するメタンハイドレートが存在すると見積られている。この氷状のメタンハイドレートをガスと水に分解して、天然ガス資源としてメタンを採取する技術の開発を目的に、メタンハイドレート堆積層の基礎物性解明、分解挙動の解明とモデル化、ガス採取方法の開発などの研究を行っている。また、高密度ガス包蔵性、熱物性、生成解離に伴うガス選択性などのガスハイドレートの特異な物性を産業利用するための研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目9

エネルギー貯蔵材料研究グループ

(Energy Storage Material Research Group)

研究グループ長：羽鳥 浩章

(つくば西)

概要：

電力貯蔵はエネルギー利用の多様化・高効率化のための重要技術の一つであり、二次電池やキャパシタといった電力貯蔵デバイスがハイブリッドカーや電力需給の平準化といった用途で使われている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしているリチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいて無くてはならない材料として近年脚光を浴びているが、当研究グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、21世紀の分散型エネルギーシステムにおいてその実用化が期待されているキャパシタ用高性能電極の開発を行っている。また、炭素材料は、そのナノスケールの組織構造内にさまざまな物質を高密度で収容できることから、水素・メタン（天然ガス）といったクリーンエネルギーを炭素材料中に貯蔵する技術についても検討を行っている。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11

システム安全研究グループ

(System Safety Research Group)

研究グループ長：小杉 昌幸

(つくば西)

概要：

エネルギー安定供給の確保のためにエネルギー貯蔵・輸送施設における長期的安全性評価技術の開発を目的とし、災害加速のメカニズムと地下貯蔵施設の長期安定システムの研究を行った。災害加速のメカニズムの研究では、ガス濃度と火災加速現象との関係をガス爆発装置の実験により明らかにした。地下貯蔵施設の長期安定システムの研究では、地下構造材料の安定性を評価する手段として破壊力学手法の岩石靱性実験により岩盤内湿潤状態の影響を明らかにした。また、地下の最も弱い部分である断層不連続面を効果的に監視する新技術の創出と実用化開発を目的とし、断層監視の実用装置を開発し、実際の断層挙動を予測するため岩石せん断実験により挙動モデルを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目12

バイオマス研究グループ

(Biomass Research Group)

研究グループ長：小木 知子

(つくば西)

概要：

唯一の再生可能な有機物であり、環境浄化/温暖化軽減機能を有するバイオマスは、環境調和型のエネルギー資源として期待されているが、2002年には導入目標値が設置され、導入実用化が急務となっている。このようなバイオマスエネルギーの普及導入の促進を目的として、そのための原料に応じたプロセス開発；すなわち熱化学反応（液化、流動化、スラリー化、抽出等の加圧熱水反応、熱分解、ガス化-間接液化）、生物学的反応（メタン発酵、エタノール発酵、生物電池（微生物発電））の研究を行う。また導入にあたって必要なエネルギー-システム評価の研究を行う。

新燃料開発研究グループ

(Advanced Fuel Research Group)

研究グループ長：斎藤 郁夫

(つくば西)

概要：

重質炭化水素資源（石炭・重質油等）のクリーン化・高効率転換・利用に関する研究を行っている。ハイパーコール（無灰炭）は石炭をガスタービンやディーゼルエンジンで直接利用する可能性を拓くことから、その製造法確立のため、選択的粉碎脱灰法および溶剤脱灰法によるハイパーコール製造最適条件の探求とその利用に関する基礎的研究を行っている。また、重質油の転換・利用技術に関して、効率的、経済的な改質技術への高性能炭素質触媒の適用可能性を検討し、スラリー床型反応器による超重質油の分解触媒として、炭素質触媒、硫化モリブデン系触媒、鉄系触媒の性能評価を行っている。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14

クリーン燃料研究グループ

(Clean Fuel Research Group)

研究グループ長：幡野 博之

(つくば西)

概要：

石炭などの有機物をクリーンに、かつ、高効率で使用することを目的として、燃料転換技術ならびに燃焼技術に関わる研究を実施している。ユニットの重点課題である「有機物/水系水素製造法の反応特性」は有機物と高温高压水蒸気中を反応させて水素と CO₂に変換すると同時に、生成する CO₂を CaO 等の吸収剤で固定化することで高純度の水素を得るというものである。平成15年度についても水素製造コスト試算を行うと共に、小型装置を用いて連続運転を行うと共に新しい供給装置を試作し、高い水蒸気分圧下で検討を行った。その結果、水素濃度90%前後、メタン10%程度、2ppm 以下の H₂S 濃度を確認した。この他に、格子金属や触媒を用いた高効率低温ガス化の研究や、加圧流動層燃焼装置を用いた下水道汚泥などの高効率燃焼など、固体を含む多相系の反応装置を核としてエネルギー・環境問題に資するための研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18

熱化学研究グループ

(Thermochemical Engineering Research Group)

研究グループ長：永石 博志

(北海道センター)

概要：

エネルギー源の多様化による炭素系有機資源と熱の有効利用技術の開発を目的とする。ポリオレフィン系廃プラスチックを対象に熱分解及び接触分解により BTX を合成する「廃プラスチックの化学原料化」では最適分解深度制御条件を明らかにするとともに混入する塩素成分の生成物内分布を明らかにし、最適なプロセス設計を図る。これにより、ケミカルリサイクル技術を具体化する。一方、新たなエネルギー供給・利用システム構築への貢献を目指して、コジェネを中心として「自立分散エネルギーシステム」をキーワードに総合的なエネルギーネットワークシステム構築を目指した実証研究基盤の確立も併せて行う。実証研究基盤の確立については、具体的な候補地としてコジェネシステムに有利な熱需要の大きい寒冷地である札幌市を想定し、サイトを決め「新エネルギー導入」と実証研究の具体化に向け協議し、既存施設のエネルギー需要等の計測を行う。

研究テーマ：テーマ題目19

分子化学研究グループ

(Hydrocarbon Chemistry Research Group)

研究グループ長：牧野 三則

(つくば西)

概要：

自動車排ガスによる深刻な大気汚染を防止することを目的として、炭化水素燃料のクリーン化技術の開発を進めている。ディーゼル自動車の排気ガス中に含まれる窒素酸化物、粒子状物質などを削減するための酸化的超深度脱硫の研究では、軽油中の硫黄分を1ppm以下に低減できる新しい技術開発を目指す。本年度は市販軽油の酸化剤酸化脱硫法を検討し、硫黄分を5ppm以下に低減できることを示した。ナフサ・ガソリンなどの石油系軽質燃料を自動車用燃料電池の燃料として使用するには、燃料中に含まれる微量の硫黄分を除去する必要がある、酸化反応と吸着分離を組み合わせた完全脱硫技術の開発を行っている。本年度はモデルガソリンを用い、最適酸化法および最適反応場の探索を行った。さらに、我が国周辺海域に多量に賦存する未利用の膨大なエネルギー資源であるメタンハイドレート資源の開発・利用のために、ガスハイドレートの熱物性などの基礎物性の測定と解析を行っている。本年度は、基礎試錐に伴う回収コア試料の熱物性の測定を行った。また、ガスハイドレートの工業利用では、低温・低圧下でのハイドレート生成を用いたガス分離技術について、実用化のためのベンチスケール装置を試作し、生成条件の検討を行った。炭酸ガスを超微細発泡高分子の製造技術については、ラマン分光法を用いた溶解速度の測定を行った。

研究テーマ：テーマ題目20

[テーマ題目1] 小型分散システムの研究 (小型分散エネルギーシステムの解析とモデル化)

[研究代表者] 赤井 誠 (エネルギー利用研究部門小型分散システム研究グループ)

[研究担当者] 遠藤 尚樹、伊藤 博、前田 哲彦、
稲田 孝明、竹村 文男
(職員6名、他9名)

[研究内容]

- 1) エネルギー消費パターンのモデル化技術：福岡の集合住宅のエネルギー需要データを取得し、解析した。個人宅1軒と首都圏の集合住宅12軒の戸別測定を開始した。
- 2) システム最適化技術：これまでの測定結果を元に、SOFC、ヒートポンプ、蓄電装置、貯湯槽等を組み合わせ、省エネルギーなシステムを示した。
- 3) 吸収システムの高効率化技術：ハイブリッドシステム用に液体ピストンを使用する圧縮機を試作し、封液の挙動を調べた。水蒸気の断熱吸収速度を測定した。

- 4) 氷スラリーによる高効率冷熱利用技術：ポリビニルアルコールが氷の特異な結晶面に作用して結晶成長を抑制する効果を確認した。
- 5) マイクロバブル生成技術：超音波による均一微細気泡の発生方法について、その原理を明らかにした。また、気泡が急減速を受ける場合における履歴効果について明らかにした。
- 6) 小型分散型電源用液体金属 MHD エンジン（前田）：液体金属流れの2次元数値計算コードを開発し、性能評価を行った。また、同実験装置の設計製作を行い、実験を開始した。
- 7) 熱・電気統合型ネットワーク技術開発（前田）：電力エネルギー部門と共同で、エネルギーの融通可能な分散システムを検討し、実験的検証用の負荷シミュレーターの構築を行った。
- 8) エネルギーシステムのコスト・便益（赤井）：分散型エネルギーシステムの外部性評価システムのプロトタイプの完成と、CO2隔離に関するリスク認知の予備調査完了。
- 9) 水素貯蔵システムの最適化（赤井）：水素による負荷平準システムに種々の付加価値を組合わせたシステムの LCA 分析の実施とエネルギーモデルによる導入シナリオの作成。
- 10) 水素エネルギートータルマネジメント手法の研究（赤井）：トータルシステムの完成と世界トップクラスの性能を有する可逆セルの開発。
- 11) 水素シナリオの研究（赤井）：水素自動車の外部便益の評価を行い、暫定値ではあるが、水素供給コストと比較して有意な値を取る可能性のあることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギー消費パターン、最適化、吸収システム、氷スラリー、マイクロバブル、MHD、技術評価、水素、シナリオ

【テーマ題目2】循環システムの研究

【研究代表者】高橋 三餘（エネルギー利用研究部門循環システム研究グループ）

【研究担当者】壹岐 典彦、古谷 博秀、倉田 修、齋藤 剛（職員5名、他6名）

【研究内容】

高効率スターリングエンジン：1. 水素内燃スターリングエンジンの研究では再生器金網メッシュの一部を酸化触媒に置き換えた実験を行い、水素注入量が多くなるとエンジン内部における熱損失が増加するため効率向上が頭打ちになることがわかった。2. SOFC-SE コンバインドシステムの研究では試作した S/E の基本特性を求めた。最高発電効率は15%が得られた。エンジン特性を解析した結果、機械損失、熱伝導損失などの低減が今後のエンジン性能向上に重要であることがわかった。

水蒸気潜熱利用技術の研究：小型分散型用タービンシステムとして考案した小型リヒートガスタービンシステムについて、コジェネレーションシステムとしての性能を評価し、発電効率はやや低下するものの、総合効率を高めたシステムに改良した。

微細加工噴射弁を試作し微粒化現象を調べた。0.04mmと0.01mmの単噴孔から数気圧で水を噴射した場合、噴孔から10mm以内で液滴列に分裂していることを確認し、写真観察と平均粒径の測定結果から個々の液滴が合体する可能性を指摘した。

水素エンジンの研究：燃料電池と同程度の出力規模で高効率利用が可能と考えられる HCCI（予混合圧縮着火）エンジンについて、水素燃料を適応することを想定し、水素の圧縮着火特性試験と、水の利用による着火時期制御の可能性について検討を行い、これらの手法が確立した場合、理論上その効率向は従来のレシプロエンジンの効率25%程度に対して、5から10%の効率向上の可能性を示した。

同軸二重管バーナにおける平面回転火炎の研究：リム冷却二重管バーナを製作し、回転火炎の回転数に対するリム温度（0℃から73℃）や混合気濃度の影響を調べた。さらに、温度や排ガス成分を調べる代わりに、流速分布を軌跡法で調べる手法に変更し、そのための装置を準備した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】スターリングエンジン、リヒートガスタービン、水素エンジン、回転火炎

【テーマ題目3】熱・物質移動制御の研究

【研究代表者】宗像 鉄雄（エネルギー利用研究部門熱・物質移動制御研究グループ）

【研究担当者】白石 正夫、西尾 匡弘、中納 暁洋、染矢 聡（職員5名、他6名）

【研究内容】

- 1) 高性能低温生成・利用技術：パルス管冷凍機に関しては、蓄冷材の熱容量変化に着目した蓄冷器について実験し、熱容量変化が冷凍能力へ及ぼす影響を明らかにした。可視化実験では、二次的な流れを制御することで性能がより向上できる可能性があることを示した。また、超低温領域でのパルス管冷凍機についてヘリウムと窒素を媒体とした場合の特性を把握した。超臨界空気および超臨界窒素中で現れる熱現象の解明については超臨界窒素に関する二次元数値解析を行い、実験で捉えたピストン効果に対する理論的裏付けを得た。また、超臨界空気からの酸素の磁気分離に関する可視化実験から、磁場による新たな分離技術の開発可能性を示すことができた。
- 2) 超高効率太陽電池基板製造技術：高周波加熱下でのルツボ周囲の温度計測を行った。その結果、高周波誘導コイルとルツボとの相対位置でルツボ側壁の

温度が変化することを明らかにした。実験で得られたルツボ側壁温度から融液内自然対流に与える影響を数値解析した結果、いずれのルツボ側壁温度分布であっても三次元不安定性が発生すること、ルツボ上部温度を低下させることにより不安定性が弱まること、等を明らかにした。また、画像処理と実験式を用いた界面張力温度係数の計測法を開発した。

- 3) CO₂大量隔離技術の適用可能性および社会的合意形成に関する研究：CO₂溶解水溶液の粘性について、CO₂濃度上昇に伴う粘性の増加と高温域での粘性変化率の低下を明らかにした。溶解度計測ではハイドレート存在時における溶解度の圧力依存性を実験によって明確にした。また、CO₂の拡散挙動などを精度良く計測するためのレーザ計測システムを構築してCO₂の水に対する溶解度を評価した結果、同システムを用いて溶解度を極短時間で測定することが可能であることを示した。その他、ハイドレート天盤層の安定性評価試験を開始した。さらに、航走船舶式隔離技術における海水中のCO₂溶解・拡散挙動のモデルと生物影響評価モデルの統合モデルを提案した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】パルス管冷凍機、超臨界、太陽電池、CO₂大量隔離、熱伝達、物質伝達

【テーマ題目4】乱流制御による新機能熱流体システムの創出

【研究代表者】吉田 博夫（エネルギー利用研究部門ターボマシン研究グループ）

【研究担当者】川口 靖夫、菊島 義弘、阿部 浩幸、松沼 孝幸、瀬川 武彦、宇 波（特別研究員）、李 鳳臣（特別研究員）、魏 進家（特別研究員）、Junguo Pang（特別研究員）、児玉 良明（海技研）、春海 一佳（海技研）、西澤 啓（JAXA）、笠木 伸英（東大）、鈴木 雄二（東大）（職員6名、他9名）

【研究内容】

本テーマの目的は、最新のマイクロデバイス技術ならびに制御技術を用いて乱流を知的に制御しその短所を克服し長所を伸ばすための基盤技術を確立することである。短所克服のための乱流摩擦抵抗を減少させる研究では、吹き出し吸い込みジェットアレーにより乱流抵抗を低減することに成功した。摩擦抵抗は新たに開発した光ファイバー型歪みセンサを用いた。また、長所を伸ばす研究では、翼からの流れの剥離を抑制するために縦渦発生装置を開発し能動制御システムへの組み込めるようにした。これにより第二世代の能動制御システムの土台を築いた。片持ち梁型MEMSセンサの機能向上をはかり風向に加えて、風速、摩擦力を同時計測できる作動原理を考案し

た。今後、さらに高度な閉ループ型制御システムを構築する予定である。また、流体自身の機能に働きかける制御方法として水に界面活性剤を微量添加した場合の流れと熱伝達の基本特性を実験的かつ直接数値シミュレーションにより検討を継続した。また、抵抗低減効果のon/offを発現させる方法について検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】乱流制御、抵抗低減、マイクロデバイス、翼型剥離、界面活性剤

【テーマ題目5】DMEエンジンシステムに関する研究

【研究代表者】後藤 新一（エネルギー技術研究部門クリーン動力グループ）

【研究担当者】小熊 光晴、木下 幸一、塩谷 仁、辻村 拓（職員4名、他10名）

【研究内容】

本研究では、DME（ジメチルエーテル）を用いたエンジンシステムの研究を行い、実用化の目処をつけることを目的とする。

本年度は最小限度の改造でDMEを燃料とする2tトラックおよび福祉マイクロバスを開発し、エンジンベンチテストで取得したデータを基に大臣認定による車両登録を申請し、ナンバーを取得した。また、DME専用開発された燃料噴射ポンプを搭載し、軽油運転同等以上の出力と新短期規制値をクリアする4tトラックの開発に着手した。エンジンベンチテストでは噴射タイミングの調整等で軽油運転時を上回る出力を得つつ、新短期規制値を大幅に下回る排気性能が得られた。

また、燃料としてのDMEの標準化に必要なデータ取得を目標に、潤滑性や粘性の評価、および発光分光法等による基礎燃焼特性の評価を行った。

今後は、4tトラックの噴射条件の最適化と大臣認定によるナンバー取得、およびDME2tトラック、マイクロバスを含めた走行試験、および発電用大型エンジンの研究開発を順次行う予定である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】環境、エンジン、新燃料、DME、ジメチルエーテル、自動車、発電、標準化

【テーマ題目6】熱回生利用の研究

【研究代表者】角口 勝彦（エネルギー利用研究部門熱回生利用研究グループ）

【研究担当者】盛田 耕二、松本 成司、平野 聡、上山 慎也（他非常勤4名）

【研究内容】

自然熱、未利用熱の有効利用を目的として、三つのサブテーマ毎に研究を進め、平成15年度は以下の成果を得た。

① 省動力熱輸送・蓄熱技術の研究

従来のヒートパイプでは困難な鉛直下向きの距離

5m に及ぶ独自の省動力熱輸送について性能評価を行った。その結果、等価熱伝導率で比較すると熱の良導体として知られる銅の約50~100倍の熱輸送性能を示す事が分かった。この値は従来型ヒートパイプの性能とほぼ同等であるものの、ヒートパイプでは実現困難な熱輸送である事を考慮すると、極めて良好な値である。

また過冷却現象を利用した蓄熱 (Super-TES) については、顕熱分を第1の熱需要で使用し、潜熱分を過冷却貯蔵後の発核操作によって第2の熱需要で使用するような床暖房システムを考え、省エネルギー量を含む動作特性を数値シミュレーションで明らかにした。

② 地殻の熱的機能利用技術の研究

ガイア融雪システムを1設備完成させた。現場実験によって、青森県森田村の現場における地層の有効熱伝導率、熱容量、卓越した伝熱機構などを明らかにした。新しい住宅用の大地熱源冷暖房システムの基本概念を検討するとともに、研究者が開発した地中熱交換器による小規模地熱発電について、発電システムの運転特性と発電出力を検討した。

③ 各種廃棄物の低環境負荷サーマルリサイクル技術の研究

密閉型で加熱体積 $10^{-7}(\text{m}^3)$ 程度、到達温度 1500°C 程度の超小型高密度放射加熱炉を用いることにより、雰囲気を変化させた高温スラグの熔融過程の観察を可能とした。観察対象の微小化に適応した熱電対配置や物性値測定手法の検討を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 自然エネルギー、未利用エネルギー、蓄熱、熱輸送、ヒートパイプ

【テーマ題目7】 燃焼反応制御の研究

【研究代表者】 宮寺 達雄(エネルギー利用研究部門燃焼反応制御研究グループ)

【研究担当者】 宮寺 達雄、土屋健太郎、竹内 正雄、浮須 祐二、畑中 健志、椎名 拓海、北島 暁雄(職員7名、他8名)

【研究内容】

ダイオキシン生成挙動の研究に関しては、塩素源として塩化水素を供給したときの吹き込み位置が、PCDD/Fs 生成反応に与える影響を調べた。その結果、流動層部での塩素の存在が燃焼反応に強い影響を与え、PCDD/Fs 反応の出発物質と思われるすすや PAHs を大幅に増加させ、結果として PCDD/Fs の生成量を増加させることを明らかにした。PAH の生成挙動については、気相拡散燃焼において PAH の生成抑制と高い火炎の安定性の維持を両立させる適性燃焼条件を明らかにした。反応の速度論的な研究に関しては、芳香族炭化水素を攻撃し塩素化すると思われる化学種を量子化学計算により

探索し、塩化銅と塩素分子のコンプレックスを理論上見出した。DME と LPG 成分の混合燃料について数値シミュレーションにより燃焼速度の変化を調べた。DME +ブタンで非加成性が見られたが、純粋な DME に対して僅かな増大であり、燃焼上支障がないことを明らかにした。有害排出物の処理の研究に関しては、焼却飛灰からのダイオキシン類の溶媒抽出において、抽出率は溶媒に大きく依存することを明らかにした。また、抽出したダイオキシン類の分解には、Pd/アルミナ触媒が有効であることを見出した。メタノールによる NOx の選択還元反応に NO の酸化が重要な役割を果たしていることを、SOx は NO の酸化を阻害して NOx 還元性能を低下させることを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ダイオキシン、抑制技術、廃棄物焼却

【テーマ題目8】 メタンハイドレート資源開発生産手法開発(物性・動特性に関する研究開発)

【研究代表者】 海老沼孝郎(エネルギー利用研究部門ガスハイドレート研究グループ)

【研究担当者】 海老沼孝郎、皆川 秀紀、内田 努、長尾 二郎、竹谷 敏、大村 亮(職員6名、他15名)

【研究内容】

本研究課題は、海底堆積層及び永久凍土地帯に分布する天然ガスハイドレートを新たな資源として利用するために、天然ガスハイドレートを含む堆積層から天然ガスを経済的かつ安全に生産する技術の開発を最終目標とする。このためには、天然ガスハイドレートを含む堆積層の態様の解明、天然ガスハイドレートの分解挙動の解明、生産シミュレータの開発及び天然ガスハイドレートを分解しガスを採取する手法の開発が必要である。特に本課題においては、天然ガスハイドレート堆積層の基礎物性と分解動特性の解明に注力し、コア・スケール(直径50-100mm、長さ200-300mm程度)の実験からガス産出方法の評価が可能な室内実験規模へ展開する。本課題の成果は、産総研地圏資源環境研究部門を中心に開発される生産シミュレータとともに、最終的にはガス採取手法の開発に資する。平成15年度は、以下の研究を実施した。

(a) 基礎物性の解明

X線回折、ラマン分光及びガスクロにより、3成分及び4成分から成るガスハイドレートのガス密度評価法を開発した。マイクロフォーカス X線 CTの画像解析から、孔隙率及び孔隙径分布の定量的情報を取得する手法を確立した。実堆積層の温度、圧力条件において、浸透率及び力学強度を解析する手法を確立するとともに、孔隙スケールでのメタンハイドレートの産状とこれら特性値の関係を明らかにした。

(b) 分解動特性の解析

実堆積層の温度、圧力条件において、減圧法、熱刺激法（温水循環及び熱水圧入）を想定したコア実験手法を確立するとともに、生産条件（減圧度、加熱度）とガス産出挙動（産出レート、ガス回収率、水の産出挙動）の関係を定量的に求めて、各手法の比較評価を可能とした。また、熱流束と分解速度を精度よく実測する実験を行なって、メタンハイドレート分解過程の熱収支を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガスハイドレート、天然ガス、資源開発、物性、動特性、利用

【テーマ題目9】永久凍土地帯のメタンハイドレートの安定性と生成解離

【研究代表者】海老沼孝郎（エネルギー利用研究部門ガスハイドレート研究グループ）

【研究担当者】海老沼孝郎、皆川 秀紀、内田 努、長尾 二郎、竹谷 敏、大村 亮（職員6名、他15名）

【研究内容】

低温高圧条件でメタンと水から生成するメタンハイドレートは、外観は氷に類似しているが、水1cc に対して標準状態換算約200cc の比率でメタンを包蔵する。メタンハイドレートは、永久凍土地帯や大陸縁辺部の海底堆積層に広く分布することが確認され、地球表層における主要な炭素（地球温暖化ガス）貯留源と考えられている。永久凍土地帯のメタンハイドレートは、環境変動による温度と上載荷重の変化に対応して、地球温暖化ガスを放出または吸収する。本研究の目的は、特に熱力学的安定深度より浅い層に分布することが指摘されているメタンハイドレートを対象に、その安定性と生成解離機構を解明して、環境変動に対する寄与を明らかにすることである。平成15年度は、以下の研究を実施した。

永久凍土浅層に存在するメタンハイドレートの安定化機構を明らかにするために、被写界深度が深い共焦点走査型光学顕微鏡を用いて、氷点下温度におけるメタンハイドレート分解過程の「その場」観察を実施した。その結果、氷点下温度におけるメタンハイドレートの解離は、メタンハイドレートの解離により発生する水蒸気が氷の微結晶として表面に昇華凝結し、さらに層状に表面を覆うことにより効果的に抑制されることが分かった。また、氷の融点近傍に保持されたガスハイドレート堆積物の分解実験を行なったところ、平衡温度が氷点下となる圧力で分解させた場合には、堆積物の温度は平衡温度まで低下せずに結氷点で一定となり、分解速度が低下することが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガスハイドレート、永久凍土、温暖化、生成解離、動特性、安定性

【テーマ題目10】エネルギー貯蔵材料の研究（大容量キャパシタ電極用炭素材料の開発）

【研究代表者】羽鳥 浩章（エネルギー利用研究部門エネルギー貯蔵材料研究グループ）

【研究担当者】丸山 勝久、児玉 昌也、曾根田 靖、吉澤 徳子、安藤 祐司、山下 順也、高木 英行 他8名（職員8名、他12名）

【研究内容】

電力貯蔵はエネルギー利用の多様化・高効率化のための重要技術の一つであり、二次電池やキャパシタといった電力貯蔵デバイスがハイブリッドカーや電力需給の平準化といった用途で使われている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしているリチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいて無くてはならない材料として近年脚光を浴びているが、エネルギー貯蔵材料グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、キャパシタ用高性能電極の開発を行っている。15年度は、キャパシタ用炭素材料の最適構造の解明のため、カルビン、カーボンナノファイバー、カーボンエアロジェルなどの新規多孔質炭素材料の製造と構造解析を行い、炭素構造とキャパシタ性能との相関性を明確にするための研究を行った。その結果、既存の炭素系電気二重層キャパシタ用電極材として使われている活性炭に比べて、2~3倍の電気容量が得られる膨張化炭素繊維試料において、ことが明らかとなり、その電解質濃度依存性から、インターカレーション反応が疑似容量として働いていることが示された。また、カーボンエアロジェルを用いて細孔構造と電極特性との相関について詳細な検討を行ったところ、充放電速度によるマイクロ孔とメソ孔の容量寄与度の変化や、マイクロ孔への特異吸着現象によってマイクロ孔サイズがイオンサイズに比べてわずかに大きいときに貯蔵容量が最大となることなどが明らかになった。電気二重層キャパシタの多孔質炭素電極界面での現象についてはいまだ不明な点も多く、本研究の成果は理想構造の炭素電極創出には欠かせない重要な知見を与えるものと言える。

本研究では、炭素系材料を用いた水素貯蔵や水素製造技術に関しても先導的な研究を行っている。水電解法による水素過酸化水素同時製造法の開発においては、水素と同時に過酸化水素を製造することによって、経済的に有利な新規水素製造システムを確立することを目的に研究を行っている。本年度は陽極炭素材料、電解電圧をパラメータとして実験を行い、高温処理した炭素材料を用いた場合に過酸化水素と水素が生成することを見出した。その他にも、XRD による石炭・チャーの構造解析と標準化法の高度化など、炭素系材料の構造解析技術に関する詳細な検討も行っており、「構造制御技術の高度化」、「表面制御技術の高度化」、「構造解析技術の高度化」を柱として、革新的次世代エネルギー技術の創出に資する研究開発を進めている。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 炭素材料、キャパシタ、水素利用、

[テーマ題目11] 水素貯蔵用高次修飾ナノカーボン触媒の開発

[研究代表者] 高木 英行 (エネルギー利用研究部門エネルギー貯蔵材料研究グループ)

[研究担当者] 羽鳥 浩章、八田千賀子、松尾 聡 (職員2名、他2名)

[研究内容]

水素を利用したエネルギーシステムを構築していく上で、その貯蔵・供給技術の確立は最重要課題である。これまでに高压で圧縮する、低温で液化する、水素吸蔵合金を使用する等の方法が提案されているが、いずれも問題点が多い。これに対し、カーボン系吸着材は、高い貯蔵能力、軽量、豊富な資源量から水素貯蔵材料として注目されている。しかしながら、カーボン表面と水素分子との相互作用は基本的に分子間力のみであり、これまでに十分な貯蔵量は達成されていない。また、精度の高い水素貯蔵量評価技術の確立、貯蔵メカニズム及び水素とカーボン表面との相互作用に関する知見の集積など解決すべき課題は多い。一方、シクロヘキサンやデカリン等のハイドライドを利用した水素貯蔵技術は、高い水素貯蔵量、CO₂排出量が理論的にはゼロであること、ハンドリングが容易であるなどの理由から、発展が期待されている。しかしながら、この水素貯蔵系構築のためには、ハイドライドからより温和な条件下で効率良く水素を取り出すことができる触媒が必要であり、その開発が求められている。本研究では、ナノ構造をもつカーボン材料表面に水素活性サイトを付与した高次修飾ナノカーボンを開発し、水素貯蔵材料として、またケミカルハイドライド転換触媒として利用するための基礎的知見を得ることを目的としている。

平成15年度までに、ナノカーボンの水素貯蔵量評価法及び表面構造解析法を確立した。種々のナノカーボンの水素貯蔵特性を評価し、ナノカーボンの構造と水素貯蔵量との相関を明らかにした他、表面に水素と高い相互作用をもつ金属種を高分散担持したナノカーボンを調製し、その水素吸着特性から、カーボン表面に弱く化学吸着した水素の存在を見出している。さらに、ナノカーボン触媒の有機ハイドライド転換活性を評価した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素貯蔵、ナノカーボン、触媒

[テーマ題目12] システム安全の研究

[研究代表者] 小杉 昌幸 (エネルギー研究部門システム安全研究グループ)

[研究担当者] 小杉 昌幸、中川 祐一、歌川 学、大森阿津美 (職員4名、他1名)

[研究内容]

エネルギー安定供給の確保のためにエネルギー貯蔵・輸送施設における長期的安全性評価技術の開発を目的としたシステム安全研究として、以下の要素研究を行った。

① 災害加速メカニズムとリスクアセスメントの研究では、ガス濃度と火災加速現象との関係を解明するため、爆発圧力を計測するガス爆発実験を継続して行った。ガス濃度と火災加速現象の実験的検討を50%達成し、この結果、プロパンの濃度範囲と火災加速圧力との関係を明らかにするとともに、3~4倍の破壊圧力による対策が必要なことを示した。

また、難燃材の燃焼特性について基礎実験的な研究を行っている。

さらに、エネルギー施設におけるリスクアセスメントに関連して、環境政策とリスクアセスメントの従来からの知見を精査し、環境リスクアセスメントにおける温暖化対策技術の評価法およびその目標達成の評価法を作成して提案した。この提案方法に関して、特許3件、ノウハウ3件を申請した。提案評価法の普及と実用のため、温暖化対策の導入シナリオに関する検討を進めている。

② 地下貯蔵施設の長期安定システムの研究では、地下貯蔵の安定監視の研究として、地下の最も弱い部分である断層不連続面を効果的に監視する技術を実用化開発し、地下貯蔵施設のみならず岩盤斜面監視への適用を考慮して広報を行い、特許実施を促進した。地下施設の安定監視に関連して、新たに三次元傾斜監視法の検討を行い、ジャイロ方式を用いた新技術を提案して特許申請と特許実用化共同研究申請を行った。

また、地下貯蔵施設に関連する断層監視の研究では、ライセンス型共同研究(運営費交付金)において断層監視の実用装置を東海地域にある静岡県善福寺断層に設置し、開発装置の実用性を検証した。断層の微細挙動に関するデータを分析し、善福寺断層東側の岩盤が西側岩盤にやや潜り込む方向(47.4度)とせん断ひずみベクトル(0.0294mm、445 μ)、断層閉塞(0.0239mm、362 μ)を明らかにした。これらの結果について、周辺の岩盤変位との関連について解析を進め、さらに、装置の回収再設置による長期監視機能の検証を進めている。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 安全工学、リスクアセスメント、温暖化対策、破壊力学、岩盤力学、地震工学

[テーマ題目13] ガスタービン発電用完全無灰炭製造技術

[研究代表者] 斎藤 郁夫 (エネルギー利用研究部門新燃料開発研究グループ)

[研究担当者] 鷹鷲 利公、坂西 欣也、川島 裕之、(職員4名、他3名)

〔研究内容〕

安価で埋蔵量が豊富な亜瀝青炭からハイパーコールを高収率で製造するための前処理および抽出条件の探索を目的として、酸処理、水熱処理の前処理効果の検討、および抽出時の極性溶剤種、添加物の効果について検討した。その結果、工業溶剤として新たにメチルナフタレンオイル（CMNO）が最大81%の高い抽出率を与えることを見出した。この効果はCMNO中に含有する極性化合物の効果によるものと考えられる。またNMP、2-ナフトール、2-メチルキノリンの添加物の存在により、抽出率が7-10%向上することが明らかとなった。以上の結果から、亜瀝青炭の抽出率を向上させる方法としてキノリン類の窒素化合物の添加が効果的であることを明らかにした。

前処理効果では、事前酸処理によりワイオダック亜瀝青炭で大幅に抽出率が向上し、最大で72.2%に達することが分かった。また酸処理により灰分量も減少し、亜瀝青炭で目標値である200ppm以下を達成した。さらにその酸処理によって原炭中のアルカリ金属イオンが除去されることが定量分析の結果明らかとなった。

ハイパーコールのキャラクタリゼーションに基づき、亜瀝青炭のモデル構造を構築した。そのモデルを用いた分子シミュレーションにより、亜瀝青炭における熱時抽出機構として、極性溶剤による石炭中の水素結合の緩和、並びに事前酸処理による金属カルボキシレート架橋の解離による抽出率増加の寄与が大きいことを示すに至った。

ハイパーコール中に微量に残存する灰分および微量金属の分析法として、フローインジェクション-ICP-AES法を独自に開発した。この手法では0.1gの試料量で数ppbレベルの定量分析が可能であることを示した。その方法を用いて各条件で得られるハイパーコールの灰・微量金属の組成を明らかにするに至った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 完全無灰炭、溶剤抽出、ガスタービン利用

〔テーマ題目14〕 未利用重質油の水素化分解に関する研究

〔研究代表者〕 斎藤 郁夫（エネルギー利用研究部門新燃料開発研究グループ）

〔研究担当者〕 杉本 義一、佐藤 信也、坂西 欣也、松村 明光（職員5名、他2名）

〔研究内容〕

効率的、経済的な改質技術への高性能炭素質触媒の適用可能性を検討するため、スラリー床型反応器による超重質油の分解触媒として、炭素質触媒、硫化モリブデン系触媒、鉄系触媒の性能評価を行った。

スラリー床（懸濁床）反応器による重質油の分解に用いるため、有望と思われる以下の触媒（(1)～(5)）のコーキングテストを実施した。

- (1) 高表面積活性炭を担体とする炭素質触媒（NMC1）、
- (2) 褐炭から調製した活性炭を担体とする炭素質触媒（NMC2）、
- (3) 硫化Mo系触媒（MoS、CoMoS）、
- (4) リモナイト（FeOOH）、
- (5) 石炭担持鉄触媒（FeCoal）

リモナイトやNiMo/活性炭触媒の場合には、運転中圧力上昇は全くなく、運転後のオートクレーブ内にコークと思われる塊状物は認められなかった。したがって、これらの触媒をワンスルーで使用する場合、長期間の安定運転が可能であると思われる。MoSやCoMoS触媒では3日間の運転期間中で数度の圧力上昇が認められ、運転後のオートクレーブ内には砂粒程度の塊状物が少量存在した。これらのコーク状塊状物はもろい凝集物であり、大型装置では反応底部から抜き取ることにより問題とならない可能性もある。また、触媒量や反応圧力の増加によってコーク生成量を低減できるものと思われる。一方、FeCoal、450℃の反応では軽質な分解生成油が得られるがコーク生成も著しく、反応圧力が著しく増加（～12MPa）したため、数時間で運転を停止した。オートクレーブおよび貯槽内からコーク状物質が大量に回収された。

以上の結果から、スラリー床型反応器による超重質油の粉末分解触媒として、炭素質触媒、硫化モリブデン系触媒、鉄系触媒の性能を比較し、炭素質担体にNi、Moを担持した触媒は、コーク生成量が少なく安定した運転が可能であること、脱硫反応が大きく促進されることを明らかにした。更に超重質油分解触媒として炭素質触媒の有望性が示されたが、今後、より長期間運転による安定操作性の確認や沸騰床、固定床に用いられる成型化炭素質触媒の性能評価を行って、その有効性を確認していく必要が考えられた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 重質油、水素化分解、スラリー床

〔テーマ題目15〕 有機物／水系水素製造法の反応特性（石炭等の熱化学的分解による水素製造に関する研究）

〔研究代表者〕 幡野 博之（エネルギー利用研究部門クリーン燃料研究グループ）

〔研究担当者〕 幡野 博之、鈴木 善三、倉本 浩司、林 石英（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

化石資源・廃棄物等から二酸化炭素を回収しながら高濃度の水素を製造するための基盤技術を開発することを目的としている。また、目標値は水素濃度80%以上の高純度水素を二酸化炭素濃度1%以下としている。本目標を達成するためには反応条件と反応特性（速度、組成）、二酸化炭素吸収剤の繰り返し性、燃料性状の影響などの試験が必要となり、最終的にはベンチプラント、パイロットプラントの運転により性能を確認する。

石炭から高純度水素を作ると同時に二酸化炭素吸収と

組み合わせた研究は産総研から発信された技術であり、世界で実施している研究は無い。生成ガスから二酸化炭素を回収する研究は多いが効率的に見て、遜色ない値がそれ以上になっている。そのため、世界的に見ても最先端を走っているといえる。平成15年は連続反応器の内径を20mm から60mm に拡大し5kg/day 連続試験装置としての試験を開始し、水素濃度が90%以上出来ることを確認した。

灰分の影響についてはガス化条件においても Si、Al と Ca と反応して鉱物を作る条件を絞ることが出来た。ここまでは固定層で固体同士の反応が生じやすい条件で行ってきたが、反応器内と同じ粒子が流動化している条件では鉱物形成による反応性低下がより防げるデータを得つつある。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素、二酸化炭素吸収剤、化学反応サイクル

【テーマ題目16】格子酸素を用いた低温ガス化に関する研究

【研究代表者】幡野 博之（エネルギー利用研究部門クリーン燃料研究グループ）

【研究担当者】幡野 博之、佐藤 真也
（職員1名、その他1名）

【研究内容】

エネルギーネットワークの安定性を確保するバッファプロセスである起動停止の容易な流動層を用いた低温ガス化法として酸化金属中の格子酸素を利用した高効率で低環境負荷ガス化技術開発を目的としている。

酸化金属中の格子酸素を使うことで、効率的に部分酸化ガス化を可能とし、さらに還元された金属と水蒸気との反応でスチームから水素を生産する。現在、ポリエチレン-酸化ニッケル系の検討から石炭-酸化鉄系の試験を行い、500-600℃以下の低温でも含有水素の2倍以上の水素を生成できることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】格子酸素、低温ガス化、空気吹き高カロリーガス化

【テーマ題目17】コプロダクションによる CO₂フリーな物質生産システムの構築

～タスク1：バイオマスからの水素と炭化物のコプロダクション～

【研究代表者】幡野 博之（エネルギー利用研究部門クリーン燃料研究グループ）

【研究担当者】幡野 博之、鈴木 善三、倉本 浩司

【研究内容】

大気中の CO₂と太陽エネルギーに由来するバイオマスのエネルギー利用は大気中の賞味の CO₂濃度増加に繋がらないカーボンニュートラルであることから、その

積極的な導入が望まれている。本プロジェクトではコプロダクションの概念に立脚し、バイオマスのガス化と炭化物の併産技術の確立を行っている。バイオマスのガス化によって水素を製造し、燃料電池などの燃料として利用する。このとき、従来の石炭ガス化のように、完全ガス化を志向するのではなく、得られる熱源の温度に応じて、ガス化可能部分は水素へ転換し、チャー化した部分は炭化物として取り出す。前者はカーボンニュートラルかつ低エクセルギー率の化学エネルギーとして利用でき、後者は地中投棄や土壌改質媒体として利用する。このバイオマスの有機質を炭化物として安定化し、利用することは、安価で高効率な CO₂の固定化を意味する。これまでに迅速熱分解装置、循環流動層型流通ガス化反応器を利用して、種々の温度および水蒸気分圧下でガス、タールおよびチャーの収率を系統的に調査した。今年度は多孔質粒子を用いることによるガス化温度の低下について検討を開始した。タールやチャーが多孔質粒子上での補足により、より改質されてガス生成が促進されることを確認した。

【分野名】エネルギー環境

【キーワード】バイオマス、ガス化、水素、炭化物、コプロダクション

【テーマ題目18】含有カリウム触媒利用熱化学再生バイオマス改質プロセスに関する研究

【研究代表者】倉本浩司（エネルギー利用研究部門クリーン燃料研究グループ）

【研究内容】

大気中の CO₂と太陽エネルギーに由来するバイオマスのエネルギー利用は大気中の賞味の CO₂濃度増加に繋がらないカーボンニュートラルであることから、その積極的な導入が望まれている。本プロジェクトではバイオマスの熱分解特性および化学的性状を最大限に利用して、高効率にエネルギー転換するプロセスを開発することを目的としている。すなわち、流動層ガス化反応器において、バイオマス中に存在するアルカリ土類金属（Na あるいは K）と一次熱分解時に放出されるタールの積極的な接触を促し、タールを迅速に改質しようとするものである。また、一次熱分解時に生成したチャーおよび触媒粒子上に捕捉されたタール由来のススはガス化における反応性に乏しいため、これをあえてガス化することはせず、別に設けた燃焼器において燃焼し、ここで発生する燃焼熱を一次熱分解生成物の改質反応に必要な熱源として利用することを想定している。以上のことから、ガス化ガスと燃焼ガスの混合によるガス化ガスのカロリー低下が回避でき、単位時間当たりの炭素転換速度を大きく増大させることが出来る。本プロセスの実用化においては、バイオマスの熱分解、揮発分とタールの効率的ガス化、アルカリ金属類の放出と反応器内での保持、チャー燃焼反応熱の再循環を最適に組み合わせなくては

ならない。これまでに、北海道大学との共同研究において、アルカリ土類金属の迅速熱分解時の放出挙動、触媒流動層におけるタールの軽質化と炭化挙動を調査した。また、プロセスシミュレータを用いて、総合的なプロセス熱効率とガス化条件（ガス化温度、水蒸気／炭素比など）との関係などを調査した。本年度は触媒粒子上に析出するタール由来のスのガス化過程およびこれに伴う細孔構造の変化を系統的に調査し、タール改質条件の最適化を行った。

【分野名】 エネルギー環境

【キーワード】 バイオマス、ガス化、水素、タール、アルカリおよびアルカリ土類金属

【テーマ題目19】 炭素系有機資源の再資源化技術の研究
(運営費交付金、受託研究)

【研究代表者】 永石 博志 (エネルギー利用研究部門熱化学研究グループ)

【研究担当者】 本間 専治、池田 光二、池上真志樹、佐々木正秀、大山 恭史
(職員6名、他12名)

【研究内容】

本研究は、ポリエチレンやポリプロピレン、およびその混合物であるポリオレフィン系廃プラスチックをガリウム系あるいはホウ素系シリケート触媒により接触分解し、ベンゼン、トルエン、キシレン (BTX) と水素、あるいは低級オレフィン成分をそれぞれ60%以上の高効率で回収可能なプロセスを開発するため、プラスチック一次分解油の最適分解深度による触媒活性への影響を評価する。そのため、初期安定活性の90%以上を達成する触媒再生条件を確認するとともに反応制御およびプロセスの最適化を図ることを目的とする。最終的には、実証プラントの設計および運転条件データを取得する。

本年度は、平成14年度に設計および製作した熱分解・接触分解連続試験装置を用いて、標準 LDPE の最適熱分解条件を設定すると共に、実廃プラスチック試料 (RPF 試料：塩素含有率約850および5300ppm) の反応を行い、生成物収率を比較することにより塩素の影響を実験的に確認した。また、実廃プラスチックの接触分解に用いた触媒を再生し、再生触媒の活性変化について実験的に確認した。生成物中の塩素分布の測定は、全自動試料燃焼前処理装置とイオンクロマトグラフを連結した測定システムで行った。

熱分解・接触分解連続試験装置を用いて、LDPE の接触分解を行い、BTX を高効率で得られる最適一次熱分解温度を推定したところ、ガリウムシリケート触媒で接触分解反応温度を500℃に設定した場合には、500℃～550℃に一次熱分解の最適温度が存在することがわかった。また、この最適条件における塩素を含む実廃プラスチックの反応では、僅かに反応性の低下が見られたものの触媒の活性や再活性化には大きな影響はなく、LDPE

で求めた最適一次熱分解温度で最適な BTX の回収が望めることがわかった。ただし、目的収率の60%には及ばず、今後、接触分解反応機構も考慮しながら、廃プラスチックの供給法の改善や供給条件を検討する必要がある。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 廃プラスチック、ポリオレフィン

【テーマ題目20】 軽油の酸化的超深度脱硫に関する研究

【研究代表者】 矢津 一正 (エネルギー利用研究部門分子化学研究グループ)

【研究担当者】 矢津 一正、古屋 武、山本 佳孝、牧野 三則 (職員4名、他2名)

【研究内容】

軽油中の硫黄分低減は、ディーゼル車の排気ガス対策上、不可欠である。現行の水素化脱硫法では除去が困難なジベンゾチオフェン (DBT) 類を効率的に除去できる酸化脱硫技術を確立し、軽油中の硫黄濃度を1ppm 以下に低減する経済的プロセスを開発することを目標とする。本年度の研究では、DBT 類の選択的酸化法の開発として、酸化剤として過酸化水素／12-タングストリン酸 (TPA) 系を用いる有機二相系中での軽油の酸化脱硫法について検討を行った。モデル軽油として DBT 類のテトラデカン溶液を用いた場合には、極性溶媒として酢酸を用いた場合においても、アセトニトリルの場合と同様に、有機二相系を形成し、過酸化水素／TPA 系による酸化反応により、モデル軽油中の DBT 類を速やかに酸化・除去できることがわかった。この極性溶媒として酢酸を用いる有機二相系中での酸化脱硫法は、市販軽油の酸化脱硫においても有効に作用し、軽油中の硫黄分を大幅に低減できることがわかった。酸化処理と抽出処理を組み合わせることにより、軽油中の硫黄分を5ppm 以下まで低減できることを明らかにした。酸化活性ならびに安定性向上としては、酸化触媒である TPA の固定化について検討を行い、TPA はイオン交換法により簡便に陰イオン交換樹脂上に固定化でき、固定化触媒として有効に作用することがわかった。また、軽油含有成分への影響把握としては、過酸化水素／TPA 系による酸化反応の炭化水素類への影響について検討を行い、DBT 類と同様に、多環芳香族類も酸化可能であるが、それらの酸化反応性は、DBT 類に比べて、かなり低いことがわかった。さらに、酸化的超深度脱硫処理の効率化においては、液-液向流抽出装置を流通式反応器として応用することにより連続式酸化脱硫装置の試作を行った。連続式酸化装置の試運転は、モデル軽油を用いて行い、過酸化水素／TPA 系による酸化脱硫が可能であることを明らかにした。さらに、市販軽油の酸化脱硫を試み、軽油中のアルキル化 DBT 類の消失を確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 脱硫、軽油

⑥【電力エネルギー研究部門】

(Energy Electronics Institute)

(存続期間：2001.4～2004.6)

研究部門長：大和田野芳郎

副研究部門長：上野 和夫、横川 晴美

総括研究員：秋葉 悦男、石井 格、幸坂 紳

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

人員：81 (79) 名

経費：1,981,672千円 (514,554千円)

概要：

(1) ミッション

環境負荷低減やセキュリティの確保に配慮しつつ、拡大、多様化する人間活動をサポートすることを目的に、電力エネルギーを中心とした使いやすく経済的なエネルギー供給システムの構築に貢献する。

(2) 考え方

電力エネルギーは、需要拡大の一方で、環境負荷の低減（特に炭酸ガス排出削減）、供給の自由化などに対処するため、一次エネルギー源のシフト、再生可能エネルギーの導入、高効率化省エネルギー化などの大きな変化が供給構造に求められている。これらは共通してエネルギー源の小型分散化、さらには移動化（可搬化）を指向しており、個別の分散エネルギー源の技術の進歩と共に、これらを相互に既存システムと調和させて運用する技術の開発が不可欠となってきている。本研究部門は、これら高効率分散電源技術の開発とエネルギーネットワークの強化技術の開発を当面の最重要課題として位置付け、これを支えるための基礎的な材料技術及び長期的エネルギー源技術、エネルギー環境技術などを配して新しいエネルギーシステムの構築に貢献する。

外部資金：

経済産業省 電源多様化技術開発等委託費「分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発」

経済産業省 原子力試験研究委託費「高効率磁場核融合に関する研究」NEDO 産業技術研究助成事業費助成金等

発表：誌上発表159 (154) 件、口頭発表476 (181) 件、その他26件

超電導応用グループ

(Superconductivity Applications Group)

研究グループ長：淵野修一郎

(つくば中央第2)

概要：

電力供給ネットワークの高効率化、安定化に不可欠な基盤技術である超電導電力応用技術を確立し、超電導送電ケーブル、限流器、超電導発電機等の超電導電力応用機器の早期実現を図る。また、長期的視野に立ったエネルギー源の安定供給に不可欠な核融合炉用高磁界超電導マグネットの構成技術の開発を行う。

具体的には、交流超電導電力技術の基盤確立を目指すプロジェクトにおいて、500m 級1/10縮径長尺ケーブル冷却モデル試験を分担実施し、実用ケーブルに要求される世界的に例のない5km 級長尺冷却の技術を確立するとともに、限流器開発に必要とされる交流マグネット基盤技術を確立し、電力自由化に対応した新機能を持つ超電導電力機器の開発を行うと共に、超電導線磁巻線の運転条件下の環境を再現する回転試験装置を用いて、これまで十分に把握されていない超臨界ヘリウムによる冷却特性、および超電導体安定性関連特性データを蓄積し、理論的考察と合わせて高密度化、大容量化設計基準の確立を図る。また、次世代核融合用高磁界超電導マグネットを実現するため、線材自身も応力を分担し、コンジット材の応力緩和を行う。マグネットの電機・機械の最適化設計のための要素技術として、線材の機械的体力を高めた繊維強化型 Nb₃Sn 線材の研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

超電導材料技術グループ

(Superconductor Technology Group)

研究グループ長：山崎 裕文

(つくば中央第2)

概要：

液体窒素温度で電気抵抗がゼロとなる高温超電導体の産業応用（電力機器・マイクロ波通信デバイス等）を目指して超電導材料の作製・評価技術の開発と物性研究・理論研究を行い、その高特性化を図るとともに、応用技術の高度化を促進する。

超電導体は、超電導状態においては電気抵抗ゼロで大きな電流を流すことができるが、ある決まった電流値（臨界電流）より大きな電流を流すと電気抵抗が発生する。それでも電流を流し続けると、発生する熱のため超電導体の温度が上昇し、常電導状態になって、さらに大きな電気抵抗を生ずる。このような超電導体の特徴を生かして、通常時は抵抗ゼロで、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制するような新しい電力機器（限流器）を作ることができる。この方式の限流器に用いられる大面積の超電導薄膜の作製技術・評価技術の開発、その臨界電流を大きくするための要因（磁束ピン止め機構）を解明する研究が中心的な課題である。

研究テーマ：テーマ題目 4

薄膜太陽電池グループ

(Thin Film Solar Cells Group)

研究グループ長：仁木 栄

(つくば中央第2)

概要：

次世代の低コスト高効率薄膜太陽電池として期待される CuInGaSe₂ (CIGS) 系太陽電池の超高効率・低コスト化技術と高信頼性化技術の確立を目指す。

- 1) ZnO/CIGS 界面を精密に評価し、それを制御する手法を確立する。
- 2) 高 Ga 濃度 CIGS 太陽電池作製技術を開発する。
- 3) 透明で低抵抗な透明導電膜作製技術を確立する。

研究テーマ：テーマ題目 5

半導体エネルギーデバイスグループ

(Semiconductor Energy Devices Group)

研究グループ長：下川 隆一

(つくば中央第2)

概要：

本研究は、我々の新提案である光閉じ込め型極薄膜結晶シリコン太陽電池の高効率の可能性を実証すると同時に、多結晶シリコン太陽電池を薄膜化したときの変換効率の限界を追求・検証することにある。本年度は、低温堆積初期の結晶核形成過程の研究に重点において、極薄膜 Si セルの高 Voc・高効率セル設計の検討・試作研究を進めている。世界で初めて単結晶 Si 基板上に室温でエピタキシャル成長することに成功し、効率13.52%の世界初の室温エピタキシャル接合セルを試作した。また、少数キャリア表面再結合速度 $S_n < 10^2 \text{cm/s}$ の良好なヘテロ接合 BSF 層の堆積に成功し、100 μm 厚の効率12.87%の BSF 型薄膜セルの試作を行った。アルミナ基板の極薄膜 Si 基板では、これまでにない高い Voc0.459V のセルが得られた。太陽電池共通評価方法の研究については、本年度は、主に、過渡光電流測定法による薄膜材料内の欠陥評価の研究を行い、欠陥準位が過剰キャリアで完全に埋められる実験条件を明らかにし、光照射に伴うシリコン系薄膜において欠陥変換反応が生じている可能性を明らかにした。また、IPE 測定から、ヘテロ接合 BSF 薄膜セルのキャリア再結合速度の顕著な低下がバンド不連続にあることが明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 6

太陽光発電システムグループ

(Photovoltaic Systems Group)

研究グループ長：作田 宏一

(つくば中央第2)

概要：

太陽光発電システムの大量導入実現に向け、実用化技術開発と導入普及を支援するため、ライフサイクルでの性能向上・コスト低減を目指した以下の研究に取り組んでいる。

- (1) 太陽光発電システムの導入時における最適設計、施工時の適切な品質検査、運転時における故障の早期発見・修復・保守、等を総合的に支援する技術の開発。
- (2) 製造段階からリサイクルを考慮した「二重封止型リサイクラブルモジュール」の開発。
- (3) 太陽電池セル・モジュールの性能・長期信頼性評価、およびこれらの標準化に関する研究。

研究テーマ：テーマ題目 7、テーマ題目 8、テーマ題目 9

エネルギーネットワークグループ

(Energy Network Group)

研究グループ長：石井 格

(つくば中央第2)

概要：

炭酸ガス削減への寄与と需要・供給双方の多様な要求を満たす規制緩和の両面から今後の普及が期待されている分散型エネルギー源を大規模に有効に用いる技術として、新しいエネルギーネットワーク技術が必要である。これについて、配電系統へ分散電源を大規模に導入した場合の電圧安定化技術と需給バランス胃序のための技術、定置型燃料電池を電気、熱、水素でネットワーク化することでトータルのエネルギー効率と設備利用効率の向上を図る熱・電気統合型ネットワーク技術の研究を行う。また、今後深刻化すると懸念されるアジア地域での都市化に伴うエネルギー・環境問題を分析・評価する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13

燃料電池グループ

(Fuel Cell Group)

研究グループ長：横川 晴美

(つくば中央第2, 5)

概要：

燃料電池の中でも固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は発電効率が最も高く排熱の有効利用が可能であること、長期安定性に優れていること、低コスト製造技術の開発に成功していることからその実用化が待望されている。天然ガス以外のジメチルエーテル、灯油などの多様な燃料を用いるための基盤技術、小型・軽量でも発電効率が高く、起動停止特性・負荷変動応答特性の優れた燃料電池を製造するための基盤技術の開発を行っている。燃料電池は従来のエネルギー変換技術にはない革新性・総合性をもっているため、発電効率の

導出法に焦点をあてた規格・標準化のための研究を行いその普及に備えている。

研究テーマ：テーマ題目14

ナノエネルギー材料グループ

(Nano Energy Materials Group)

研究グループ長：本間 格

(つくば中央第2)

概要：

エネルギー材料グループは持続可能社会の基盤はエネルギー技術であると認識し、高機能材料をベースとした再生可能エネルギー技術の開発研究を目的としている。再生可能エネルギー技術を構築するためには従来にない安価・効率的・革新的なエネルギー材料の開発が必要であり、高効率で発電する高分子型燃料電池や高速充放電が可能な大容量キャパシタ等のクリーンな次世代型エネルギーデバイスを広く産業界・民生用途に供与しなければならない。本グループではこれら高効率エネルギー変換・貯蔵・リサイクル技術実現の為、ナノテクノロジーと先端材料科学の手法を取り入れた高機能材料基盤技術開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目15

熱電変換グループ

(Thermoelectric Energy Conversion Group)

研究グループ長：小原 春彦

(つくば中央第2)

概要：

熱電変換は熱エネルギーと電気エネルギーの間の直接変換で、特殊な半導体や金属材料を用いて、効率良く相互エネルギー変換を行うものである。材料に温度差を与えると起電力が発生する効果（ゼーベック効果）を用いて熱流から電力を取り出したり、反対に材料に電流を流すことで吸熱・冷却現象を起こす効果（ペルチェ効果）を用いて物を冷やすことができる。当グループでは未利用排熱を熱電変換により電気として回収するデバイスの開発を進めている。様々な分野で捨てられている排熱を電気としてリサイクルすることで大規模な省エネ効果が期待されている。

研究テーマ：テーマ題目16

水素エネルギーグループ

(Hydrogen Energy Group)

研究グループ長：秋葉 悦男

(つくば中央第5)

概要：

水素エネルギー社会を実現するためには、気体で希薄なエネルギーである水素の効率的な輸送貯蔵法の確立が必須である。水素貯蔵材料は低い水素圧力であっても液体水素をしのぐ水素密度で水素を貯蔵・輸送で

きる材料であるため、水素自動車の燃料タンクを始めとする多くの用途に利用されると期待されている。しかし、現状では重量が重い点が課題とされている。そのため、軽量な水素貯蔵材料の開発を進め、世界最高級の約3質量%の水素吸蔵量を持つ材料の開発に成功した他、さらに新しい材料の提案を行っている。また、材料開発に欠かすことのできない、水素貯蔵材料のナノ構造と結晶構造の解析を独自で開発した水素雰囲気下の各種物性測定法を用いて進めている。

研究テーマ：テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19

核融合プラズマグループ

(Fusion Plasma Research Group)

研究グループ長：八木 康之

(つくば中央第2)

概要：

21世紀の新しいエネルギー源として期待される核融合を、磁場閉じ込め方式の一つである逆磁場ピンチ方式により単純且つ効率よく実現するための研究開発を行っている。特に世界三大逆磁場ピンチ装置の一つである TPE-RX 装置を用いて、逆磁場ピンチ方式が原理的に将来の核融合炉として必要な条件を満たすかどうかを確認するために、プラズマ閉じ込めの特性の向上のための研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目20

パワーレーザーグループ

(Power Laser Group)

研究グループ長：大和田野芳郎

(つくば中央第2)

概要：

高真空や強磁界を必要としないレーザーを用いた慣性核融合方式によるコンパクトで経済的な核融合炉の実現を目指し、炉用レーザーの有力候補である KrF（フッ化クリプトン）レーザーについて、実用化のために不可欠な高強度・高繰り返しレーザー技術及び効率が高く安定した出力が得られる照射方式の研究開発を行う。

また、レーザーによって生み出される超高温、高密度エネルギー状態の応用について研究し産業技術への展開も図る。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目22

宇宙技術グループ

(Space Technology Group)

研究グループ長：阿部 宜之

(つくば中央第2)

概要：

宇宙環境が有する位置的な特長を利用し、時間・位

置情報の提供等を目的とした観測システム技術、宇宙環境が有するリソースを利用し、地球環境の保全を維持したエネルギー供給を目的としたエネルギーシステム技術、及び宇宙産業の育成を支援し得る各種要素技術に関する研究・開発を進めると共に、宇宙技術に限定することなく広く産業にスピノフし得る技術の確立を図る。当該年度は、準天頂衛星への高精度時刻情報の供給技術、中高温直接発電技術の地上技術への展開、宇宙太陽発電衛星システムのための要素技術に関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目23、テーマ題目24、テーマ題目25

クラスタープロセス連携研究体

(Cluster Advanced Nanoprocesses CRT)

連携研究体長：岩田 康嗣

(つくば中央第2)

概要：

クラスタープロセス連携研究体では、クラスターによってナノ構造材料の機能性を格段に高める研究開発を行っている。次世代型ナノ構造機能性材料の製品イメージとしては単色エネルギーの電子線源、極薄大容量キャパシター、超高密度磁気記録媒体、次世代ディスプレイが挙げられる。これまでに汎用性の高いシリコンクラスターを独自の方法でサイズを揃えて生成する事に成功した。更にシリコンクラスターを基板に蒸着し、クラスター同士の相互作用によるナノ構造秩序の形成を世界で初めて実証した。現在、3nm以下のクラスターによる高機能性立体秩序構造材料を作製し、新製品コンセプト作りをしている。

研究テーマ：テーマ題目26

【テーマ題目1】超電導発電機基盤技術研究開発

【研究代表者】樋口 登（電力エネルギー研究部門超電導応用グループ）

【研究担当者】淵野修一郎、野村 晴彦、石井 格、樋口 登、山口 浩、古瀬 充穂、田中 秀樹、津川 一仁
(職員6名、他2名)

【研究内容】

超電導発電機開発プロジェクトにおける、70MVA級モデル機の開発および長時間運転研究により超電導発電機の高度の信頼性は確認されたものの、経済性、大容量化に関する研究課題が残されている。これらの課題解決には超電導発電機の設計基準の最適化および大容量化のための基盤技術の開発が必要である。このため発電機の高回転子の主要部分である超電導界磁巻線の高密度化、大容量化設計基準の確立を目標とする。

超電導発電機の界磁巻線の高密度化に必要な安定性試験を行い、回転による安定性向上効果を明らかとした。

超臨界ヘリウムによる冷却特性を測定するため、既設の縦軸回転装置を改造して試料周辺の空間を囲う密閉容器を設けた。装置の大きさの制限から、回転だけでは超臨界状態に達することができず、外部からの加圧する必要があるためである。密閉容器にはロータ回転駆動軸が貫通しており、外部表面が液体ヘリウムに浸漬状態で0.5MPaGのヘリウムを蓄えることができる。ロータの周縁部はシールされているが、中央下部に開口部を設けヘリウムの出入りは自由である。これにリング形状の供試超電導導体を納め、超臨界ヘリウムで満たされた容器の中で回転させると、導体周囲のヘリウムは導体とともに回転して相対的に静止状態と見なすことができる。即ち、発電機ロータ内の界磁巻線の冷却条件を再現できる。冷却特性の測定は、導体と同じ半径上の位置に熱流束測定素子を設置して行った。熱流束測定素子とは、磨いた銅板をFRPに埋め込み、銅板の裏にはヒータを、そして銅板内に測温素子を設置したものである。ヒータに投入した熱と銅板の温度を測定することによって、銅板表面から超臨界ヘリウムへの熱流束を測定できる。しかしながら、本装置では回転が高くなるにつれて軸受けシール部分に発生する摩擦熱が密閉容器内に進入してヘリウムの温度が上昇する傾向があり、これを防ぐために密閉容器の上部に熱交換用フィン付きチューブを設けた。これにより一定の効果は見られたが、ヘリウム温度を自由に制御可能とするには至らなかった。

この装置を用いて研究組合(Super-GM)において開発された導体(大容量機用)の安定性試験を行った。ただし試験装置の電流容量の制約から、試験には導体化加工前の素線を用いた。素線上に巻いたヒータにパルス電流を通电して強制クエンチ試験を実施した。素線に常電導相が発生して伝播するために必要な最小熱エネルギー(最小クエンチエネルギー:MQE)を電流値、回転数などをパラメータとして測定した。これは超電導線の安定性に関わる重要な指標の一つである。ただし、ヒータの上部は熱的に絶縁を施してあるが、ヒータ入力すべてが超電導線に伝わるとは限らない。産総研で行う試験では同じように製作するので結果の相互の比較は可能であるが、試験機関が異なれば値自体を比較することは意味がない。

これまでに蓄積したデータを元に定性的に表現すると、伝播速度の回転数依存性は低く、絶対値は大きい。これらのパターンは典型的な三層構造線の特性を示している。しかし、三層構造線の場合によく見られる伝播の進展に伴う超電導線の顕著な温度上昇を伴わないことが常電導抵抗値の変化から推計できる。この意味は、フィラメント相互の結合が適切に抑制されて交流損失を低下させている一方、外部に配置された銅は常電導転移時の導体温度上昇を抑えて万一の焼損を避けると同時に、故障除去時には直ちに超電導復帰可能であることを意味する。発生した熱は伝導により長手方向に拡散するとともに、半

径方向に伝わって表面からヘリウムに急速に伝達された。導体温度上昇は強い回転数依存性を示した。開発導体は目標に設定された臨界電流、交流損失をはじめとする諸元を満足するとともに、回転場における良好な熱伝達特性を有効に活用した安定な導体であることが評価できるとの結論を得ることができた。

開発導体の回転重力場における安定性評価は産総研に課せられたテーマであったが、当初計画通りの安定性を証明することができて任務を全うした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超電導発電機、大容量化、界磁巻線、安定性向上

【テーマ題目2】交流超電導電力機器基盤技術研究開発

【研究代表者】淵野修一郎（電力エネルギー研究部門超電導応用グループ）

【研究担当者】淵野修一郎、我妻 洸、梅田 政一、樋口 登、岡野 真、古瀬 充穂、田中 秀樹（職員5名、他2名）

【研究内容】

交流超電導電力機器は、常に交流損失による熱発生を伴うため、冷却効率の優れた、より高温での運転が望まれ、高温超電導体の利用が不可欠である。このため、酸化超電導材料の作製技術や、機械的に脆弱な酸化超電導線材を取扱うため各種固体材料の熱応答特性の評価技術が必要となる。また、交流損失の低減技術、高電圧絶縁・電磁力対策技術、極低温冷却技術など超電導機器特有の技術開発も不可欠である。これらの研究開発により、交流超電導機器を実現するための基盤を確立する。

超電導送電ケーブルの冷却特性を解明するため、縮径（実ケーブルの1/10）、縮長（実ケーブルの1/10：全長500m）の三相一括ダミー導体を持つ冷却モデルを製作し、初期冷却特性、定常温度分布等の冷却特性を測定した。冷却管は内径8mm、外径10mmのステンレス管で内部に3本の外径3mmの同軸通信ケーブル（1.5C-2V）を持ち、全長500mで直径1.5mのソレノイド状に巻かれている。循環ポンプにより加圧された液体窒素はサブクーラーで77Kに過冷却され、500mの冷却管を通して、バッファータンクに戻り、循環する。冷却管には50m毎に10カ所熱電対が取り付けられている。初期冷却実験から、冷却が進行するにつれて圧量損失が減少し、流量が増加するため、単位長さ当たりの冷却時間が短くなっていくことが明らかになった。また、初期冷却時間と平均流量の関係が明らかになった。また、昨年度の成果に基づき、500m長冷却管に不安定振動が生じる領域を明らかにした。その結果、圧力が1.5MPa以下では振動が生じないという解析結果となったので、実際に1.2MPa以下の種々の圧力で運転を行い、実験により1.2MPa以下では振動現象が生じないことを確認した。

交流マグネットの開発に於いては、Bi系銀シース線

材を使用した、当グループが持つコイル巻線機で製作が可能なる2並列導体コイルを製作した。また、トロイダルコイル配置における機器体格の最適化設計（機器当たりのインダクタンスの最大化、使用巻線の最小化等のコストパフォーマンス）により2~12並列コイルの励磁が可能になるように12ユニットコイルによるトロイダル型空心交流リアクトルを製作し、交流損失、偏流等の要素技術の評価試験と大電流量化の評価試験を行った。12ユニットコイルの直列接続での交流励磁試験では50Hzで70Aまで問題なく励磁試験が出来ることを確認するとともに、12ユニットコイルの2並列通電において50Hzで140Aまで確認できたが、3並列通電試験では予想される50Hzで210Aまでの試験は交流試験設備の設備容量の限界から確認できなかった。しかし、2並列においてコイル間の偏流が無い結果から、3並列試験を行えば問題なく50Hzで200Aを越える通電が可能と考えられ、これらの結果から200A/10kV級の空心交流リアクトルの実証試験に成功したと考えている。

さらに、交流リアクトルの限流運転時に不可欠となる過電流耐量に関する要素研究を行うために、ダブルパンケキコイルに温度センサーを貼り付けて、直流過電流耐量試験を行った。試験はコイルの電圧、電流、温度をモニターしながら、台形波、三角波状の直流通電を行い、コイルが急激に熱暴走し、制御不能となる電流が何処に有るのかについて、液体窒素冷却条件を色々選択して、線材の臨界電流 I_c （定義： $1\mu\text{V}/\text{cm}$ ）の何倍まで可能化について行った。その結果、 I_c の2倍まで熱暴走することなく過通電が可能であることを明らかにした。連続通電試験では直流試験と同じく、 I_c の2倍まで熱暴走することが無いことを明らかにした。また、限流器で要求される、過度過電流耐量を明らかにするために、1サイクルから5サイクルまで過度過電流耐量を調べた。この実験結果から、50Hz、5サイクル通電においては I_c の5倍まで熱暴走しないことを明らかにした。なお、熱暴走となる臨界値は液体窒素の核沸騰領域から、膜沸騰領域への移行によることをコイル温度測定から確認することが出来た。これにより、過電流耐量はコイル熱設計と密接に関係することを明らかにした。この結果、交流リアクトルに使用する線材の使用量（コイル製作コスト）を1/2以下低減させることができることを明らかに出来た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超電導送電ケーブル、初期冷却、冷却不安定性、交流マグネット、トロイダルコイル、過度過電流耐量

【テーマ題目3】核融合用高磁界超電導マグネットの応力緩和技術に関する研究

【研究代表者】梅田 政一（電力エネルギー研究部門超電導応用グループ）

【研究担当者】梅田 政一、古瀬 充穂、田中 秀樹

(職員2名、他1名)

[研究内容]

核融合用高磁界超電導マグネットの研究においては、ITER以降の次世代核融合用高磁界超電導マグネット用の高磁界超電導線材の研究開発が必要である。核融合用線材では高磁界における臨界電流密度の高性能化、大電磁力に耐える線材が不可欠となる。そのために、ITERモデルコイルでは超電導線材は高電流密度を流す多数本で導体を構成し、電磁力支持を行うとともにマグネット冷却を担うコンジット構造を採用して機能分担方式でマグネットが設計・製作されている。この設計方式では次世代核融合用マグネットの電磁力支持を担うコンジット材の高耐力化に限界があることから、多芯超電導導体も電磁力を分担する必要がある。本研究においては、次世代核融合用高磁界超電導マグネットを実現するため、線材自身も応力を分担し、コンジット材の応力緩和を行う。マグネットの電機・機械の最適化設計のための要素技術として、線材の機械的体力を高めた繊維強化型 Nb₃Sn 線材の研究開発を行う。

ITER線材と同径の1mm素線（線材のヤング率：60Gpa、Ic=140Aat14T）による Ta 繊維強化型 Nb₃Sn 長尺線材を～1km 製作して、この線材を W&R 法（巻き線後 Nb₃Sn 線材化熱処理を行う）によりコイル化して、その後エポキシ真空含浸を行い最終試験コイル（内径：170mm、外径：194mm、マグネット高さ：125mm、使用線長：～700m）を製作した。この試験コイルを有効内径200mm バックアップマグネット（最大発生磁界：5T）と組み合わせて、電磁力評価・線材長尺健全性・マグネット安定性試験等の総合評価試験を実施した。バックアップマグネット磁界を0～4T で試験コイルの最大発生磁界は～7.6T の発生を確認した。この時線材に発生するフープ電磁応力の最大値は $\sigma_{\theta} = a_1 \cdot J_{c0} \cdot B$ から、 $\sigma_{\theta} = 650\text{Mpa}$ となる。バックアップマグネット磁界0～3T 中で試験コイルの最外径に歪みゲージ（A-1, 2B-1）を取り付けて、フープ電磁歪みの試験コイル電流依存性の測定した結果を示す。コイル構成におけるヤング率等の機械強度から線材の応力は～1/2程度に緩和されるが、それでも $\sigma_{\theta} = 320\text{Mpa}$ 程度の電磁応力となり、このような電磁応力環境でも問題なく線材の超電導特性が発揮されることを確認することができた。また、今回は電流が400A 級と大きいためクエンチ特性は確認しなかったが負荷率（短尺特性に対するコイル特性比）は98%まで励磁試験しても問題がないことが確認されたことから電磁力評価・線材長尺健全性・マグネット安定性試験にも問題のないことが実証された。

今年度は Ta 繊維強化型 Nb₃Sn 線材の線材横圧縮を行うに先立って、横圧縮試験装置の測定器校正（応力、圧縮歪み、低温実験）を兼ねて Bi 系銀シース線材の横圧縮による臨界電流劣化試験を行った。その後、試験装置に問題が無いことを確認の後、0.5mm、1mm 線径の

Ta 繊維分散強化型 Nb₃Sn 線材及び ITERNb₃Sn 線材について磁界14T における横圧縮による臨界電流劣化試験を行った。Nb₃Sn 線材のプリストレインの違いにより劣化特性は変化をするが単調な劣化特性となることが分かった。さらに、0.5mm 線径の Ta 繊維分散強化型 Nb₃Sn 線材で素線を多重撚り線導体化したときに重要となる不可逆劣化荷重についての実験も行った。その結果、不可逆圧縮荷重は500N 以上で起こることが明らかになった。

本年度は本研究計画の最終年度であり、ITER 線材と同等の線径（臨界電流、臨界電流密度は ITER 線材より高特性）での高磁界（14T）における、引っ張り試験・線材横圧縮における臨界電流の劣化に優れ、線材の長尺化が可能な Ta 繊維強化型 Nb₃Sn 線材の素線の開発と線材の超電導特性・機械特性を明らかにした、初期の研究目標に近い高耐力線材は次世代核融合用高磁界超電導線材として有望であることを明らかにして研究を終了できた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 核融合用高磁界超電導マグネット、高磁界超電導線材、繊維強化型 Nb₃Sn 線材

[テーマ題目4] 超電導電力応用技術に関する研究

[研究代表者] 山崎 裕文（電力エネルギー研究部門超電導材料技術グループ）

[研究担当者] 山崎 裕文、幸坂 紳、馬渡 康徳、Develos-Bagarinao Katherine
(職員4名、他4名)

[研究内容]

本項目は、電力ネットワークの安定化に大きな効果をもたらす SN 転移抵抗型薄膜限流器の最重要構成要素である大面積超電導膜の高電流密度化の基盤を確立することを目的としている。超電導膜の臨界電流密度を決める磁束ピン止め機構の解明を行うこと、臨界電流密度 $J_c > 3\text{MA/cm}^2$ 、単位幅当りの臨界電流 $= J_c \times \text{膜厚 } d > 200\text{A/cm}$ （5インチ径の面積に成膜できる条件、サファイア基板）を得ることが目標である。

パルスレーザー蒸着（PLD）法によって限流器用 YBa₂Cu₃O₇（YBCO）大面積膜を作製し、中間層・YBCO 膜の成膜機構を解明する。酸化物超電導薄膜の磁束ピン止め機構の解明とピン止め導入技術の開発を行って、高臨界電流密度を得る。大面積超電導膜の臨界電流密度等の評価技術を開発する。

1) 種々の単結晶基板の上に PLD 法で作製した YBCO 薄膜について臨界電流密度 J_c の磁界角度依存性を測定するとともに、エッチ・ピット法、透過電顕観察による薄膜のマイクロ組織評価を行った。c 軸方向に細長い微細析出物と、c 軸に平行な面欠陥（恐らく積層欠陥）が、c 軸方向に相関を有する磁束ピン止めセンターとして働いていることを明らか

にした。

大面積 PLD 法による YBCO 薄膜作製では、Y リッチな組成になるとともに、表面に多くの穴が生成する。ターゲットを Y プアーにすることなどによって大面積薄膜の組成を化学量論組成に近づけて、表面の穴を大幅に減少させ、緻密な膜を得た。さらに、CeO₂バッファ層の後熱処理による表面平坦化を行い、2センチ角サファイア基板上に Jc ~ 2.5MA/cm²で均質な YBCO 薄膜を作製した。

- 2) 大面積超電導膜の臨界電流密度 Jc を非破壊で測定するのに広く用いられている誘導法を拡張して、バルク超電導体や厚膜の Jc の非破壊測定に応用できることを理論的に示すとともに、熔融法 YBCO バルク試料や Bi 系酸化物厚膜試料について実験を行って、測定法として確立した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 大面積超電導薄膜、パルスレーザー蒸着法、臨界電流密度、磁束ピン止めセンター

[テーマ題目 5] NEDO 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発「高効率カルコゲナイド系太陽電池の研究開発」

[研究代表者] 仁木 栄 (電力エネルギー研究部門薄膜太陽電池グループ)

[研究担当者] 仁木 栄、山田 昭政、ポール・フォンス、松原 浩司、岩田 拓也、櫻井啓一郎 (職員6名、他5名)

[研究内容]

目標：高効率ワイドギャップカルコゲナイド(禁制帯幅1.3eV以上)系太陽電池を実現するための技術課題の抽出とそれを踏まえた新材料の探索や製膜技術の開発を行う。さらに、これらを応用した新構造太陽電池に関する要素技術開発を行う(平成16年度目標変換効率：18%以上)。

研究計画：禁制帯幅1.3eV以上のカルコゲナイド太陽電池の高効率化技術を開発することで変換効率15%の太陽電池の開発を目指す。また、ワイドギャップカルコゲナイド太陽電池の高効率化のための技術的指針を明らかにするために CdS/CIGS 界面での電子状態を評価するための技術を開発する。

進捗状況：ワイドギャップ CIGS 系太陽電池の高効率化を図るために、現在の CIGS 太陽電池プロセスをすべて見直した。ガラス基板、Mo 裏面電極、CIGS 吸収層、バッファ層、窓層、及びすべての界面について詳細な検討を行った。それらの検討結果にこれまで注力してきた基礎研究によって蓄積した材料制御技術を加え、産総研独自の高効率化のためのガイドラインを策定した。その成果の一つとして禁制帯幅1.3eVのCIGS太陽電

池で Voc=0.728eV という高い開放電圧を実現した。また変換効率でもアクティブエリアで16.9%を達成した。界面の評価技術に関しては、鹿児島大学と共同で正・逆光電子分光法による界面電子状態の精密評価技術の開発を進めた。今年度は CdS/CIGS 界面の電子状態の評価を行い、太陽電池特性への影響の大きい伝導帯のバンド不連続を実験的に測定する技術を開発した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 薄膜太陽電池、カルコゲナイド、高効率化

[テーマ題目 6] 太陽光発電技術の研究開発

[研究代表者] 仁木 栄 (電力エネルギー研究部門薄膜太陽電池グループ)

下川 隆一 (電力エネルギー研究部門半導体エネルギーデバイスグループ)

作田 宏一 (電力エネルギー研究部門太陽光発電システムグループ)

[研究担当者] 仁木 栄、山田 昭政、松原 浩司、Fons Paul、岩田 拓也、下川 隆一、坂田 功、山中 光之、川浪 仁志、高遠 秀尚、作田 宏一、大谷 謙仁、柳澤 武、津田 泉、高島 工、小柳 理正、小島 猛、高久 清、中村 國臣、土井 卓也 (職員19名、他13名)

[研究内容]

世界初の室温エピタキシャル Si 結晶成長に成功し、効率13.52%の室温エピタキシャル Si セルを試作した。また、少数キャリア表面再結合速度 Sn<10-3cm/sの良好なBSF層の堆積に成功し、100μm厚の効率12.87%のBSF型薄膜セルの試作に成功した。

[テーマ題目 7] NEDO 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

太陽光発電システム評価技術の研究開発

[研究代表者] 作田 宏一 (電力エネルギー研究部門太陽光発電システムグループ)

[研究担当者] 作田 宏一、加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁 (職員4名、他2名)

[研究内容]

太陽光発電システムの大量導入に向け、スムーズな導入・普及を支援するためのシステム設計・評価・運用技術、要素機器開発等に関する以下の研究を実施している。太陽光発電システム設計支援技術の開発に関しては、個々の設置環境に即した設計を可能とするため、これまでに開発した設計シミュレーションモデルの改良を進めた。「PV クラスタ」というアレイ構成設計基本単位の新概念を導入し、複雑な数値解析なしに最適動作点の可視的探索が可能な「動作点マトリクス法」による直流出

カシミュレーションの原理を考案し、妥当性を確認した。システム性能診断技術（静的診断アプローチ）に関しては、より高速な電気信号計測の可能なモニター端末を開発し、新たに15システムの計測を開始するとともに、システム性能診断のアルゴリズムを検討した。アレイ診断技術（動的アプローチ）については、明状態および暗状態での I-V 測定、LCR 値測定、タイムドメインリフレクトメトリ（TDR）手法等によるモジュール応答の変化を分析し、明状態での I-V 特性およびキャパシタンス値測定による故障検出の可能性を見出した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽光発電、システム、評価技術

〔テーマ題目8〕 NEDO 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

太陽光発電システムのリサイクル・リユース処理技術等の研究開発

〔研究代表者〕 作田 宏一（電力エネルギー研究部門 太陽光発電システムグループ）

〔研究担当者〕 作田 宏一、津田 泉、土井 卓也（職員3名、他2名）

〔研究内容〕

太陽光発電システムのリサイクル・リユース処理技術開発の一環として、リサイクラブルモジュールの開発を行っている。

二重封止型リサイクラブルモジュールについて、9セルモジュールでの試作実験を経て、モジュール内セルマトリックスの固定方法として溶着法を選定した。フィルム材料はフッ素樹脂系の4種に絞り、新たに考案したスプレー塗布方式との組み合わせにより最終決定を行うこととした。25台の9セルモジュールを解体し、セルベースでの回収成功率91%を得た。単セルモジュールを用いた耐光性試験の結果、試験後の電気的特性が従来型モジュールレベルには達しておらず、更なる検討が必要であることが明らかになった。セル表面にオイル又はフッ素系スプレー剤を塗布することにより、電気的特性改善・反射率低減が可能であることを確認し、特性改善の指針を得た。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池モジュール、リサイクル

〔テーマ題目9〕 NEDO 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

太陽電池評価技術の研究開発

〔研究代表者〕 津田 泉（電力エネルギー研究部門 太陽光発電システムグループ）

〔研究担当者〕 津田 泉、小柳 理正、柳澤 武、小島 猛、菱川 善博（職員5名、他3名）

〔研究内容〕

複合加速試験装置の開発において、昨年度開発した複合加速劣化試験装置の実験結果から、白濁現象、つまり、EVA/セル間の剥離は、平均温度が高温（90℃以上）になると再重合が進み劣化が抑制されることが判り、そこで、実験計画の変更を行った。また、JET が引き続き推進している加速係数導出、新規劣化現象把握のための屋外暴露試験および長期運用実績のある太陽光発電システムの劣化状況の調査・分析との情報交換を行った。これらの知見をもとに、未使用モジュールに適用可能な実用的かつ汎用的な複合加速試験方法の基本原理を検討した。

太陽電池セル・モジュール評価手法の研究開発において以下の結果を得た。多接合太陽電池の性能評価では、基準太陽光とソーラシミュレータとの多接合太陽電池の各層の出力電流バランスの差が大きく影響することを分光感度・IV 特性に関する実験・シミュレーションにより検証した。また、CIS 太陽電池、色素増感太陽電池の評価手法を検討し、測定前の照射効果、適切な IV 特性測定時間等、正確な測定に必要な知見を得た。

大面積ソーラシミュレータを用いたモジュール性能評価について、温度ドリフトの少ないハーフミラーの導入、ハロゲン部吸気強化対策・ファン増設等により700～800nm の制限波長域の近似度を大幅に改善できた。また、1m²規模で放射照度の場合むら±1%以内のロングパルス型モジュール校正用ソーラシミュレータ（発光幅：150msec～999msec）を世界で始めて開発した。NEDO 開発品の性能評価として、9件の性能評価を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 長期信頼性、太陽電池性能評価

〔テーマ題目10〕 電力平準化システム運用・制御技術研究開発（資金制度（外部）産業技術総合研究所委託費）

〔研究代表者〕 石井 格（電力エネルギー研究部門エネルギーネットワークグループ）

〔研究担当者〕 石井 格、近藤 潤次、村田 晃伸、山口 浩、安芸 裕久、樋口 登（職員6名、他1名）

〔研究内容〕

今後の電力システムに大量に導入されると予想される自然エネルギーを利用する発電や総合効率の高い熱電併給などの「分散型電源」を大量に普及させることは、電圧維持・需給バランス維持・故障電流抑制の制約から、現在の電力システムでは難しい。これらの問題を改善し分散型電源の大量連系を可能にすることを通して、次世代の電力システムの負荷平準化を可能とする。

今年度は、ローカルエリア電力ネットワークのシミュレータを用いて、配電系統に分散電源を設置した場合のネットワークの静特性および動特性について解析すると

ともに、電源・負荷模擬装置の設計製作を行い、シミュレータに付加することを行った。

これにより、配電系統運用所と配電系統内の各機器を情報線で結合し、全体で配電系統の最適運用を図る「協調制御」を提案し、配電系統内電圧分布を適正に保つアルゴリズムを開発した。そして、従来の独立制御では適正範囲に維持できないような過酷な状況下でも電圧分布を適正範囲内に維持できることをシミュレータを用いて実証した。また、系統全体の需給バランス維持のために、電気温水器や空調機などの熱負荷を制御することを提案し、出力調節する熱負荷の選定法を開発した。さらに、新方式の単相限流器を試作し、電圧調節機能および限流機能を実証し、三相回路への適用時の制御法を開発した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、分散電源、電圧安定化、負荷制御

【テーマ題目11】熱・電気統合型エネルギーネットワーク技術の研究開発（資金制度（外部））
産業技術総合研究所委託費）

【研究代表者】石井 格（電力エネルギー研究部門エネルギーネットワークグループ）

【研究担当者】石井 格、安芸 裕久、村田 晃伸、近藤 潤次、山口 浩（職員5名）

【研究内容】

エネルギーシステムの需要家端近傍に設置されるコージェネレーション設備をネットワーク化することにより、各需要家のエネルギー需要を満たしつつ相互融通と貯蔵機能の最適制御を行い、全体として負荷平準化を可能とするような、ネットワーク技術と制御手法を確立することを目的として研究を進める。

そのために、複数のコージェネレーション設備を結合し、その相互の間を、電力、熱、および水素を含むエネルギーネットワークで接続してエネルギーを相互融通することにより、負荷の平準化による設備の有効利用と省エネルギーを図るようなシステムについて、対象とすべき需要のパターン、需要量などのデータの集積、システムの形態と制御・運用方法について検討することを計画している。さらにこれに基づいた複数台のコージェネレーション設備を結合した実証試験設備を設計・製作し、各種負荷パターン、運転パターンのもとで運転試験を行い、データの取得と解析評価を行う。

今年度は、全体計画に基づいた複数台の燃料電池コージェネレーション設備を結合した実証試験設備の設計と整備をほぼ完了した。またこの実証試験設備を用いて、燃料電池コージェネレーション単体の動作特性を取得し、このデータを組み込んだシミュレーションソフトウェアを作成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、定置型燃料電

池、コージェネレーション

【テーマ題目12】アジアの都市化を考慮したエネルギー・環境統合分析モデルの研究（資金制度（外部）産業技術総合研究所委託費）

【研究代表者】村田 晃伸（電力エネルギー研究部門エネルギーネットワークグループ）

【研究担当者】村田 晃伸（職員1名）

【研究内容】

CDM（クリーン開発メカニズム）等の京都メカニズムの活用は我が国の地球温暖化対策の重要課題であるとともに、我が国が開発する新技術を国際的に普及させるための重要な手段でもある。ただし、CDM を先進国の利益のみを追求する手段としてはならず、先進国、開発途上国双方にとって意義ある形で実施することが不可欠である。モデル分析に基づいて、これらの課題の達成に資する長期的な指針を明らかにすることは緊急性の高い研究課題である。

ゲーム理論に基づき、先進国、開発途上国双方の利益を勘案できる CDM の評価技術を確立するとともに、アジア地域の都市廃棄物有効利用分野、民生部門のエネルギー高効率利用分野における分析評価を行うことを目的とする。

本年度は、CDM 評価技術の開発に関しては、シュタッケルベルク均衡の概念に基づき二段階最適化による評価方法を考案した。NP 困難な問題である二段階最適化の解を、大規模モデルにおいて効率よく求めるための近似計算法を開発した。中国とインドネシアをホスト国とする CDM の分析に適用し、CDM による太陽、風力等の再生可能エネルギー発電導入ポテンシャルを明らかにした。中国の都市廃棄物発生量を2030年まで予測し、アジア地域における廃棄物有効利用技術、民生用省エネルギー技術に関するデータベース化を進めた。また中国の民生用エネルギー需要の分析に関しては埼玉大学と情報交換を行っている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アジア、中国、エネルギー需要、二酸化炭素排出量削減、CDM

【テーマ題目13】分散型エネルギー源の高効率高信頼運用技術の研究開発（運営費交付金）

【研究代表者】山口 浩（電力エネルギー研究部門エネルギーネットワークグループ）

【研究担当者】山口 浩、近藤 潤次、安芸 裕久（職員3名）

【研究内容】

太陽光発電等の自然エネルギー電源の大量導入や燃料電池等の分散コージェネ設備の高効率運用技術を確立するためには、それぞれの機器単独での技術開発では限界がある。より一層の高効率化を図るためには、分散型エネ

ルギーシステムをネットワーク化した統合エネルギーシステムを構築して相互融通や協調運転を行う必要がある。本研究項目では、熱エネルギー、電気エネルギー、化学エネルギー（水素など）の3つエネルギー系を統合したネットワーク化技術とその高効率運用技術の開発を目標とする。

このうちの課題「小規模多数台の燃料電池のネットワーク化の研究開発」においては、水素（化学エネルギー）を取り込み熱エネルギーと電気エネルギーを出力するPEFC（固体高分子形燃料電池）のエネルギーの入出力フローのモデル化がネットワーク運用の検討に不可欠であることから、PEFC単機レベルでの熱的特性および燃料（水素）利用効率の分析を開始した。

もう一つの課題「エネルギーネットワークの高効率運用技術の研究開発」においては、熱エネルギーや化学エネルギーに比べて貯蔵性の悪い電気エネルギーを対象に、需要変動の状況を調査し、実データに基づく電力系統問題の実態調査とその補償法の検討を開始するとともに、熱需要と電気需要をまかなうための最適なエネルギー利用法（機器の組み合わせ）に関する検討を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、分散電源、需要変動

【テーマ題目14】固体酸化物形燃料電池の研究

【研究代表者】横川 晴美（電力エネルギー研究部門燃料電池グループ）

【研究担当者】横川 晴美、野崎 健、加賀 保男、山地 克彦、根岸 明、加藤 健、門馬 昭彦、嘉藤 徹、酒井 夏子、齋藤 喜康、堀田 照久、マニユエルブリトー、天野 雅継
（職員13名、他13名）

【研究内容】

- 1) 発電性能解析方法の開発について実用規模の単セルの発電性能を交流インピーダンス法にて1%程度の精度で測定。ガス分析結果とも合わせてセル性能予測のためのシミュレーションモデルを開発した。さらに最大46セルからなる組電池に対し各セルのインピーダンスを同時測定できるシステムを試作した。試作にあたっては各インピーダンスを高精度に計測するため、ノイズの除去に努め、同相除去比120dB以上、バンド幅 DC-10kHz 程度の多チャンネルアンプを開発した。
- 2) 燃料及び改質ガス流量、組成の高精度分析システムの開発についてアノードガス成分分析について測定間隔10秒程度、各ガス成分の流量と分析値について回帰直線の相関0.9999を達成。また、実用的規模の平板セル（直径120mm）についてセル内でのガス組成分布の測定を測定精度数%程度で測定するこ

とができた。

- 3) 水蒸気を含む各種のガスについて重量法により構成可能な高精度流量制御装置（不確かさ0.3%程度）を開発し、音速ノズル型高精度流量制御装置（計測標準部門流量計測科による開発）、高精度ガス分析装置、インピーダンス解析装置等と合わせて、1~10kW級の小型SOFC発電システムに対応可能なテストベンチを試作した。さらに流量制御装置、ガス分析装置の校正方法をあわせて開発した。
- 4) 灯油のモデル燃料 n-ドデカン ($C_{12}H_{28}$) のSOFCへの導入・発電実験を小型実験セルにより行った。Ni集電体を用い、燃料希釈率50倍およびS/C（水蒸気/炭素比）=0.5~2の条件で、燃料利用率45%程度で170時間以上安定した内部改質発電を行うことに成功した。燃料利用率は90%まで達成可能であった。また、インターコネクター候補耐熱金属材料（ZMG、SUS430、Fr-Cr-W合金など）について、SOFC燃料極雰囲気における酸化挙動と性能に及ぼす影響を検討した。ZMG表面に生成する酸化物層が他の合金酸化物層にくらべ伝導度が高いことを明らかにし、長時間運転後の伝導特性を予測・評価した。また、配管材料SUS430のドデカン+水蒸気雰囲気での安定性を検討した。
- 5) 電着法を用いて、NiO-ScSZ燃料極サーメット上に薄膜ScSZ電解質をもつアノード支持形SOFCの作製に成功し、700℃（973K）で低加湿メタン（S/C=0.01）の直接導入発電試験を行い、電流0.72A、燃料利用率45%以上で炭素析出もなく90時間の安定した発電に成功した。SOFC材料物性・文献データベースについて、電解質材料についてのリストを一部公開した。ジルコニア系電解質、マンガネークロム-鉄系複合酸化物について、電子伝導度、酸素拡散係数、表面交換反応定数、陽イオン拡散係数の測定を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池、規格・標準化、燃料多様化、材料データベース

【テーマ題目15】NEDO委託費「中温作動型固体高分子形燃料電池の研究開発」

環境省委託費「ナノポーラス構造炭素材料を用いた燃料電池用水素貯蔵材料の開発」

JST戦略的創造研究推進事業「光技術・ナノ構造・認識分子の融合による環境診断素子の開発」等、内部競争的資金

【研究代表者】本間 格（エネルギー研究部門ナノエネルギー材料グループ）

【研究担当者】本間 格、周 豪慎、松田 弘文
（職員3名、他10名）

[研究内容]

- ・100℃～200℃の中温度領域で作動可能な高分子形燃料電池用の耐熱型新規電解質膜および耐CO型触媒電極の開発
- ・電池性能として30Wh/kg、3kW/kgの高エネルギー密度、高パワー密度を兼ね備えた電源開発のための高性能電極技術。
- ・ナノポーラス材料の表面機能化による高性能エネルギー貯蔵材料の開発
- ・エバネッセント光導波路とナノポーラス薄膜の化学的分子認識機能を組み合わせた高感度環境センサーの開発

各研究テーマの進捗

① 耐熱性有機無機複合電解質膜の合成

安価で耐熱性に優れた有機無機複合材料を用いて中温領域作動が可能な固体高分子形燃料電池用電解質膜の開発を行う。有機鎖として無機高分子のポリジメチルシロキサン (PDMS)、と柔軟性に富むポリテトラメチレンオキサイド (PTMO) を選択、無機相としてチタニアとジルコニアを用いて上記の様々な有機分子とゾルゲル法によりナノレベルで複合した有機無機電解質膜を作成し、そのプロトン伝導性と発電特性を評価した。

② 無加湿プロトン伝導膜の合成

100℃以上の温度では電解質膜からの水分蒸発が起り、また飽和水蒸気圧が1気圧以上になるため装置の加圧が必要となるため、簡便な構成の燃料電池セルを構成するためには理想的な電解質膜として無加湿プロトン伝導性電解質膜が最適である。人工高分子から生体高分子に至るまで様々な酸塩基の組み合わせを検討し、新しいプロトン伝導メカニズムの探索と無加湿伝導度の大きな膜開発を行い実用性を検討した。

③ 貴金属含有ヘテロポリ酸の電極触媒特性

原子・ナノレベルでの複合効果を期待し耐CO触媒特性を有し、白金使用量低減に貢献する新電極材料開発を目的とし、ヘテロポリ酸にPtを担持した複合型ヘテロポリ酸を合成し、耐CO特性に優れた触媒特性を検討した。

④ 大容量電気化学スーパーキャパシタ

ナノ構造を有するマンガン酸化物を様々なソフト溶液化学手法を用いて作製し、その短いイオン拡散長や大きな比表面積から期待される速い電気化学反応過程を用いて高速充放電可能な2次電池用ナノ構造電極を開発した。

⑤ SPV型NO_xセンサーの開発

シリコン基板上にスピネクヤスト法を用いてメソポーラスシリカ薄膜を作製し構造制御とシリカ相への遷移金属ドーピングを行うことによりメソ孔内表面の活性化を行い、より低濃度でもセンシング特性

を有するSPV (Surface Photo Voltage) 型センサー開発を行った。

⑥ 光導波路を用いた高感度エバネッセント型環境センサーの開発

ガラス基板上にレーザー光の偏光面制御のためチタニア薄膜を形成し、基板平行方向に入射したレーザー光のエバネッセント波の吸収を用いた環境センサーを開発した。メソポーラス薄膜の高い比表面積とナノポアの分子認識機能を用いて高感度選択性の環境センサーを開発した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ナノ材料、エネルギー貯蔵・変換、環境デバイス

[テーマ題目16] エネルギー基盤技術・材料の研究

[研究代表者] 本間 格、小原 春彦、秋葉 悦男

[研究担当者] 本間 格、周 豪慎、日比野光宏、小原 春彦、李 哲虎、山本 淳、高澤 弘幸、上野 和夫、秋葉 悦男、中村優美子、榎 浩利、早川 博 (職員12名、他20名)

[研究内容]

変換効率が10%に達する高効率熱電素子の試作に成功し、量産化技術の確立、多数の素子からなるモジュールの試作を進めている。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 固体高分子形燃料電池、熱電変換材料、水素吸蔵合金

[テーマ題目17] 大容量水素吸蔵合金と貯蔵タンクの開発 (新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費)

[研究代表者] 秋葉 悦男 (エネルギー技術研究部門水素エネルギーグループ)

[研究担当者] 中村優美子、榎 浩利、朱 云峰 (職員3名、他1名)

[研究内容]

水素の輸送貯蔵に利用するための重量当たりの水素貯蔵量が高い水素貯蔵材料が求められている。「水素安全利用等基盤技術開発」では有効水素貯蔵量の目標値を5.5質量%以上と設定している。

本研究開発の目的は、上記の目標を達成可能な水素の安全かつ効率的な輸送貯蔵に用いるためのアルミニウム等の軽量の金属と水素の結合を利用した軽量水素貯蔵材料を開発することにある。

平成15年度の技術開発成果

アルミニウム等の軽金属と水素の結合を利用した新規水素化物の研究開発

Bogdanovicらによって1996年NaAlH₄が触媒の存在下可逆的に水素放出・吸蔵することが報告されて以来、

アラネイトが水素貯蔵材料として注目されている。しかしながら、現時点ではアラネイトとしては、 NaAlH_4 のみが可逆的に反応可能な事が知られているだけである。材料としてただ一つの選択肢しかない状況を何らかの形で打破することが必要とされている。

この研究開発の目標は新しいタイプの Al-H 結合を有する化合物を合成することにある。我々は Al を成分として含む SrAl_2 を出発原料として新しい水素化物の合成を試みた。 SrAl_2 はジントル相化合物であり、Al⁻が三次元状のネットワーク構造を有している。

我々は SrAl_2H_2 を、 SrAl_2 を 473K、水素圧力 5MPa の元で合成することに成功した。 SrAl_2H_2 もまたジントル相水素化物で二次元の $[\text{AlH}]_n$ ネットワークを有している。 $(\text{SrAl}_2\text{H}_2: \bar{P}3m1(164), \text{cell parameters}: a=0.45283(1)\text{nm}, c=0.47215(2)\text{nm}(\text{hydride}), a=0.45253(1)\text{nm}, c=0.47214(2)\text{nm}(\text{deuteride}), Z=1)$ 。

我々は更に水素を多く含む Sr_2AlH_5 を 543K、水素圧力 7MPa の元、合成に成功した。 $(\text{Sr}_2\text{AlH}_5: I2(\text{No. } 5); a=1.2575(1)\text{nm}, b=0.9799(1)\text{nm}, c=0.79911(8)\text{nm}, a=100.270(4)^\circ(\text{hydride}), Z=8)$ 。

Sr に代えて Ba を含む系では BaAl_2 は形成されないが、その代わり類似の組成である $\text{Ba}_7\text{Al}_{13}$ が生成する。我々は BaAlH_5 を、 $\text{Ba}_7\text{Al}_{13}$ の水素化によって合成した。

$(\text{BaAlH}_5: Pna2_1, \text{cell parameters}: a=0.9194(1)\text{nm}, b=0.70403(9)\text{nm}$ and $c=0.51061(6)\text{nm}(\text{deuteride}))$ 。 $\text{BaAlH}_5(\text{D})_5$ の結晶構造 (Fig. 1) は、Al を中心においた $[\text{AlD}_6]$ 八面体が綾を共有して一次元のジグザク鎖を形成しているユニークなものである。この結晶構造によって BaAlH_5 は実用可能なアラネイトである NaAlH_4 、 Na_3AlH_6 よりも大きな H/M 比を有している。Ba よりも軽い元素で置き換えることが可能であれば高い水素吸蔵量が期待される。なお、ここで合成された三種の水素化物は全て、全く新しい結晶構造・物質であることが粉末中性子回折により確認されたことを付記する。

Mg-Ti 系の体心立方構造 (BCC 構造) を有する軽量合金および Ca を主成分としたラーベス相合金の研究開発

Mg-Ti 系の体心立方構造 (BCC 構造) を有する軽量で 5.5 質量% をねらうことが可能な水素吸蔵合金の開発をマツダ株式会社と共同で実施した。Mg-Ti 系の体心立方構造 (BCC 構造) を有する合金については、Mg-Ti 系に加えて Ti の一部あるいは全部を原子半径などの構造的要因から BCC 構造をとりやすいと考えられる Co あるいはその他の元素で置き換えた合金について最適な合成法を調べた結果、アルゴン雰囲気下でのメカニカルアロイイング法により合成できることを明らかにした。

Ca を主成分としたラーベス相の研究開発を日本重化学工業株式会社と共同で実施した。Ca 系ラーベス相合金の結晶構造を評価するために中性子回折測定を行い水素を含めた結晶構造解析を開始したところである。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素エネルギー、水素貯蔵材料、ナノ構造、反応機構

[テーマ題目18] 低温作動水素吸蔵合金の研究開発 (新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費)

[研究代表者] 秋葉 悦男 (エネルギー技術研究部門水素エネルギーグループ)

[研究担当者] 中村優美子、榎 浩利 (職員3名)

[研究内容]

本研究開発は燃料電池自動車用液体水素タンクのボイルオフガスを水素吸蔵合金タンクに回収し、燃料電池自動車運転時に、燃料電池システムの冷却系から供給される排熱によって水素吸蔵合金タンクを加熱し回収した水素を放出させ、燃料電池の発電用燃料として利用することによって、ボイルオフによる水素損失をなくすることを目指すものである。

産業技術総合研究所では日本重化学工業 (株) と共同で、 AB_5 あるいは AB_2 などの低温で作動する水素吸蔵合金の開発とその評価を行う。また、産業技術総合研究所で培った評価技術を駆使して水素ガスおよび水素吸蔵合金の物性に関する評価を行う。その結果を用いて、本システムに適した合金および最適なシステムの開発を進める。

1. 進捗状況

液体水素ボイルオフガスの吸蔵試験に必要なデータの取得を行った。水素分子は、原子核を構成する陽子の核スピンの方向によって2種類の状態が存在し、核スピンの向きが同方向のものをオルソ水素、反対のものをパラ水素と呼ぶ。両者は熱平衡関係にあり、液体水素温度ではほぼ100%パラ水素であるのに対し、273K では25.13%になる。但し、両者間の転換速度は触媒が存在しない場合は極めて遅いため、液体水素よりボイルオフしたガスが室温の水素吸蔵合金に達するまでは、ほとんどがパラ水素であると言われている。したがって、ボンベからの標準ガスとボイルオフガスとでは水素吸蔵合金の水素吸蔵特性に違いが出る可能性がある。そこで、予備の実験として代表的な水素吸蔵合金の一つである LaNi_5 にボイルオフガスおよび水素ボンベからの標準ガスを吸蔵させた際の DSC および pct 特性の比較を行った。しかしながら、実際に水素吸蔵合金に達した水素ガスのオルソ/パラ比は定量的に分析できていないため、正確な解析には至っていない。そのため、オルソ/パラ比を定量的に計測する技術について調査を行った。オルソ水素からパラ水素に変換する際には転換熱が生じるため、液化水素製造施設では、金属触媒を利用してパラ水素に転換したのちに液化している。その場合、オルソ/パラ比は熱

伝導度によって同定している。その際の校正には、450℃に加熱したノルマル水素（オルソ：パラ=75:25）と、-253℃の気体水素を触媒に通して100%パラ水素に転換したものを使用していることが判明した。しかし、そのような装置は据え付け型のものでかつ、高価であるため、実験研究に手軽に使えるものではない。そこで、一般に普及しているガスクロマトグラフ装置の改良によって、オルソ／パラ比を測定する可能性を検討した。

2. 液体水素を利用した水素貯蔵技術に関する海外調査

ヨーロッパにおける液体水素を利用した水素貯蔵技術調査を行うため、ドイツ・ミュンヘン空港、BMW 社、Linde 社、ベルギー・Vandenborre-Hydrogen Systems 社、オランダ・CUTE 水素ステーションを訪問した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素エネルギー、液体水素、オルト水素、パラ水素

〔テーマ題目19〕 水素貯蔵材料の組織・構造・水素吸蔵特性の研究（経済産業省委託費）

〔研究代表者〕 秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門水素エネルギーグループ）

〔研究担当者〕 中村優美子、榎 浩利、早川 博（職員4名）

〔研究内容〕

燃料電池自動車に燃料である水素を貯蔵するために有効な水素吸蔵材料の開発が求められている。水素吸蔵材料を開発するためには、材料が水素を吸蔵する機構を理解し、最適な材料を狙った開発手法が必要である。本研究では、水素貯蔵材料の水素貯蔵機構の解明、水素貯蔵材料のナノ構造およびマクロ構造の解析などを進めることで、新規水素貯蔵材料開発を支援する。内容は以下の3項目である。

1. 水素貯蔵材料の組織の研究

水素貯蔵材料の組織（転位などを含む）は、水素貯蔵材料の水素吸蔵量、耐久性、活性化などと密接に関連があることが分かっている。ここでは、各種の顕微鏡をもちいて、水素貯蔵材料のナノオーダーのいわゆるナノ組織を観察する。

2. 水素貯蔵材料の構造の研究

水素貯蔵材料の構造（欠陥構造を含む）は、水素貯蔵材料の水素吸蔵性、平衡圧力、耐久性などと密接に関連があることが分かっている。ここでは、X線回折法および中性子散乱法をもちいて、水素貯蔵材料のサブナノオーダーの結晶構造および局所構造を解析する。

平成15年度の成果概要

1. 水素貯蔵材料の組織の研究

水素を吸蔵することで、水素貯蔵材料が膨張し、ナノメートルからマイクロメートル単位の組織にも大きな変化がもたらされることが予想される。従来、水素雰囲気中で水素と材料が反応している現場で組織変化を捕らえたことはほとんど報告されていない。そのため、本研究では分子間力顕微鏡（AFM）および走査トンネル顕微鏡（STM）を水素圧力下で測定する技術の開発を行った（AFM および STM を総称して走査プローブ顕微鏡（SPM）という）。その結果、グラファイト材料について AFM および STM を1MPa の水素雰囲気中で測定することに世界で初めて成功した。また、より高圧の水素雰囲気下でマイクロメートルオーダーのクラック等の発生を動的に解析する目的で、水素雰囲気下における光学顕微鏡の製作を行った。

水素安全利用等基盤技術開発でタンク用に開発が進められているチタン系 BCC 固溶体合金（「ラーベス相に関連した BCC 合金」）の水素化物については、13年度までに、その結晶構造を中性子回折およびリートベルト法を用いて解析し、1水素化物は NaCl 型構造を、2水素化物は CaF₂型構造をとることを明らかにした。14および15年度は、水素原子の周りの局所構造に着目し、2水素化物の局所構造を中性子回折および PDF 法を用いて解析した。具体的には、広い波長・角度範囲で中性子回折データを得、それをフーリエ変換することにより、動径分布関数（PDF）を導き、金属原子間、水素原子間および金属—水素間の距離および配位数を求めた。これらの値は、各原子の周りの局所的な構造（短距離秩序）を反映した値である。これらを、平均構造（長距離秩序）である結晶構造から求めた原子間距離と比較することで、局所構造と平均構造の間に違いがあるかどうかを調べた。その結果、金属原子間の距離は双方の構造で等しいが、水素原子間距離は、局所構造の方がわずかに大きいことがわかった。これは、水素原子の占有位置が近くなると反発力がはたらし、互いに遠ざかるように配置することを示しているものと考えられる。これは、水素安全利用等基盤技術開発での材料開発をサポートする重要な情報と考えている。

2. 水素貯蔵材料の構造の研究

当グループで発見した軽量の Al を多く含む Zintl 相水素吸蔵合金 SrAl₂ およびその関連化合物の結晶構造解析については水素安全利用等基盤技術開発において、現在、研究開発を鋭意進めている。

そのため、水素貯蔵材料の構造決定の対象として、希土類—マグネシウム—ニッケル系の新しい合金を選定した。この合金は、燃料電池車に不可欠なニッケル水素用電池の負極材料として、従来の合金に無い容量と反応速度を有しているが、結晶構造が未だ

不明である。その結晶構造解析のための予備実験を開始した。具体的には、水素吸蔵相の存在する条件等を決定することを優先して進めている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素貯蔵材料、ナノ構造、欠陥構造、中性子回折、X線回折、顕微鏡、結晶構造解析、その場観察

【テーマ題目20】 次世代核融合の研究

【研究代表者】 八木 康之（エネルギー技術研究部門核融合プラズマグループ）

【研究担当者】 八木 康之、芦田 久男、小口 治久、榊田 創、島田 壽男、平野 洋一、木山 學、杉本 久也、池田 長康、佐藤 康宏、早瀬喜代司、吉川 正志（職員8名、他4名）

【研究内容】

- 1) 逆磁場ピンチ装置の閉じ込め特性向上のために各種能動的手法を用いて効果を調べている。パルスポロイダル電流駆動の電源増強によって15ms程度の閉じ込め向上運転が可能になった。閉じ込め向上特性を最適化するための運転条件を系統的に探索することにより、推定エネルギー閉じ込め時間5msを達成した。
- 2) 逆磁場ピンチプラズマの加熱・電流駆動による閉じ込め向上を目的として高パワー中性粒子ビーム装置の開発を行っている。平成15年度には単独で25kV、50A、30msの定格をほぼ達成した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 磁場閉じ込め核融合、逆磁場ピンチ、閉じ込め向上

【テーマ題目21】 KrF レーザーによる核融合の研究

【研究代表者】 大和田野芳郎（電力エネルギー研究部門パワーレーザーグループ）

【研究担当者】 大和田野芳郎、松本 裕治、奥田 功、加藤 進、高橋 栄一（職員5名、他1名）

【研究内容】

核融合用高繰返し動作 KrF レーザーの開発において、励起用電子ビーム発生部の耐力強化を行い、繰返し頻度1Hzで連続1時間という最長の連続動作に成功した。また、冷却能力と電源容量の増強を行い、短時間ではあるが繰返し頻度2Hzでの動作試験も開始した。KrF レーザーによる高速点火基礎過程において重要な高速電子のエネルギーを集光強度 $10^{19}\text{W}/\text{cm}^2$ 近傍で計測し、レーザー波長と強度への依存性を確認した

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 KrF レーザー、核融合、高繰返し動作、電子ビーム、高速点火、超高強度

【テーマ題目22】 超高強度レーザーによる高エネルギー粒子・放射源に関する研究

【研究代表者】 小山 和義（電力エネルギー研究部門パワーレーザーグループ）

【研究担当者】 小山 和義、三浦 永祐、齊藤 直昭、加藤 進（職員4名、他3名）

【研究内容】

これまでよりも一桁程度高い、1立方センチ当たり 10^{20} 個の電子密度のプラズマに、2テラワットの超高強度レーザーを50フェムト秒間照射し、約0.5ミリメートルの長さのプラズマから、7MeVのエネルギーを持つ単色電子ビームの発生に世界で初めて成功した。またプラズマの計測により、電子がプラズマ波によって加速されている証拠を捉えることにも成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 レーザー加速、超高強度レーザー、単色電子ビーム、プラズマ波

【テーマ題目23】（民間受託研究費、次世代衛星基盤技術開発プロジェクト）

【研究代表者】 岩田 敏彰（エネルギー技術研究部門宇宙技術グループ）

【研究担当者】 岩崎 晃、村上 寛（職員2名、他1名）

【研究内容】

擬似時計遅延モデルを開発する。地上管制側と衛星側とのコミュニケーションに必要な機器、ソフトウェアを備えた実験モデルを製作し、機能確認を行った。擬似時計システムの構成機器の設計、製作を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 準天頂衛星、原子時計、擬似時計

【テーマ題目24】（NEDO 受託研究費、次世代パワー素子の超高熱流束冷却システムの基盤研究開発）

【研究代表者】 阿部 宜之（エネルギー技術研究部門宇宙技術グループ）

【研究担当者】 岩崎 晃（職員1名）

【研究内容】

$300\text{W}/\text{cm}^2$ に達する発熱密度が予想される次世代パワー素子の冷却技術について、従来の水に比べて高い除熱能力が期待される、いわゆる self-rewetting 流体について、基礎的な除熱特性から汎用除熱デバイスの開発にいたる広範囲の基盤研究開発を実施した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 次世代パワーデバイス、熱制御、ヒートパイプ

【テーマ題目25】（請負研究費、太陽光発電利用促進技術調査マイクロ波照射の生態系への影響調査）

〔研究代表者〕 村上 寛（エネルギー技術研究部門宇宙技術グループ）

〔研究担当者〕 岩田 敏彰、阿部 宜之
（職員2名、他1名）

〔研究内容〕

将来の宇宙太陽光発電システムにおいて予想されるマイクロ波送電が、環境へどのような影響を及ぼすかを評価するため、2.45GHz および5.8GHz のマイクロ波を用いて、植物、小動物を用い、長期間におよぶ照射試験を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 宇宙太陽光発電、無線送電、マイクロ波、環境アセスメント

〔テーマ題目26〕 大学発事業創出実用化研究開発事業
「クラスターナノ構造成膜プロセスシステム製品化技術開発に関する研究」

〔研究代表者〕 岩田 康嗣（電力エネルギー研究部門クラスタープロセス連携研究体）

〔研究担当者〕 大柳 宏之、滝谷 俊夫、小村 明夫、澤井 百世、島田 尚一、屋我 実、武藤麻紀子（職員2名、他6名）

〔研究内容〕

シリコンクラスターをベースとするサイズ制御された高精度のクラスタービーム源を新たに開発し、これを搭載したナノ構造成膜プロセスシステムの製品事業化を進めることを目的とした研究開発を進めている。産業利用が高く期待される汎用性の高いシリコンクラスターのサイズ制御性及び基板におけるナノ構造秩序形成の評価、実用的な成膜用ビーム強度の技術開発を進め、新しい成膜プロセスシステムの製品化を進めている。

今年度は、1)クラスター成膜システムの生産性の向上と成膜実証試験、2)成膜システム製品モデル機の装置仕様の整備、3)気相中クラスターナノ構造薄膜の評価システム整備を夫々に進めた。

システムの生産性の向上と成膜実証試験では、フランス Quantel 社の高強度レーザーを導入し、クラスタービームの高強度化を図った。安定した高強度エネルギーのレーザー照射により生成したシリコンクラスタービームを使って成膜試験を行った。アモルファス炭素薄膜にクラスタービーム蒸着を行った。走査型透過電子顕微鏡でクラスター薄膜表面を観察した。シリコンナノ微粒子の蒸着は確認できたものの、現段階における成膜速度は目標値である5mm 径領域に毎分1クラスター層に対して、その30～40分の1の速度の成膜性能に留まっている。生産性が抑制される原因、及びその技術対策について究明した。

成膜システムの製品化に向けてシステムの操作性、生産性、安全性について次の改善を行った。試料交換の簡便性による操作性の向上。標的試料形状の変更

(f20mm x 5mm) により、ビーム原料コスト削減による生産性向上。試料冷却機構を備えた試料回転・送り駆動機構を開発することで、ビーム生成システムと標的試料の冷却を独立して制御可能になり、回転・送り動作する試料のかじり付きが防止され、システムの熱対策上の安全性を確保。

この装置仕様の整備によって、クラスター成膜システムは効率のみならず、製品事業化に向けて信頼性が向上した。

ナノ構造薄膜の評価システム整備として、気相中におけるクラスターナノ構造薄膜の評価を行うため、クラスター蒸着と STM ナノ構造解析が一貫して行える評価システムの開発、及び光電子分光システムの整備を進めた。当システムは清浄基板表面を作成するために開発した結晶試料加熱装置、結晶試料の清浄表面の評価を行う低速電子線回折・オージェ電子分光装置、高輝度極紫外線源励起による光電子分光装置で構成される超高真空システムである。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 クラスタービーム、ナノ構造秩序形成、ナノ構造薄膜生成システム

⑦【環境管理研究部門】

(Institute for Environmental Management
Technology)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：指宿 堯嗣

副研究部門長：山本 晋、田尾 博明

総括研究員：山本 晋（兼務）

所在地：つくば西、つくば中央第5

人員：71 (69) 名

経費：1,000,216千円 (444,669千円)

概要：

1. 研究の方向性

本研究部門では、快適で安全な環境の創造を目的として、温室効果気体を含む環境負荷物質の放出と大気、陸域、海洋等への分配・循環メカニズムと環境影響を明確にし、適切な環境浄化・修復技術の選択と開発、さらに技術の評価を行うとともに、技術・手法の実用化、国際的な普及・移転を推進する。具体的には、

- 1) 化学物質等のリスク削減を実現するために、環境の浄化・修復に資する省エネルギーで省資源な技術（対策、計測技術）の開発
- 2) 地域から地球規模の環境影響評価技術と手法、エネルギー・環境技術の評価手法などの開発
- 3) 環境管理に必要な標準等の基盤整備などに資

する技術・手法の開発を行う。

環境管理研究部門の重点研究課題は下記4の通りであり、都市における資源循環・廃棄物、化学物質問題などを視野に入れた地域環境の改善・保全及び地球温暖化防止に寄与する総合的な研究開発を推進する。

2. マネージメントの方針

各研究グループの研究目標を設定し、その達成に向けて具体的な年度計画をグループ長及び研究員との十分な議論に基づいて作成し、各研究者の役割（分担）を研究者の個性、能力を考慮して決定する。重点研究課題を担当する研究グループ、研究者については、マンパワー、予算などに配慮し、研究の促進を図る。

人材育成、研究ポテンシャル向上のために、若手研究者を中心に海外における研究成果発表、研究交流の機会を担保する。研究部門における新たな技術ニーズ及び技術シーズを発掘するために、萌芽的研究、調査研究を部門内で公募し、実施する。

研究業務の推進には日常的な切磋琢磨が重要であり、また、環境研究の総合性を考慮し、研究グループ単位での議論に加えて、研究グループ間の交流を促進するように努める。

3. 成果の普及

環境管理研究部門においては、「社会的ニーズを実現する技術」の研究開発が重要であり、研究成果の普及を日常的に行う必要がある。昨年と同様に、部門のホームページ上で研究成果の発信と社会ニーズの取り込みを積極的に行っていくとともに、トピックスについては報道関係への公表、産業界への発信を積極的に行っていく。

年に1回、部門としての研究成果発表とともに、研究分野ごとの研究成果発表を関連する学会、研究会と連携して行う。発展途上国への技術移転・普及のために、JICA 研修等に協力するとともに、アジア太平洋地域の環境技術研究者との年1回のワークショップ開催を目指す。

4. 環境管理研究部門における重点研究課題

- 1) 省資源・ダウンサイズ環境分析システムの研究開発：化学物質適正管理、環境制御等に必要計測技術確立を目的として、簡易な分析前処理方法、新規な分子認識能を持つ機能性材料、マルチセンサチップ等を開発しシステム化する。
- 2) 有害化学物質・粒子状物質（SPM）の発生源対策技術と環境負荷低減効果の評価：SPM・有害化学物質の発生源・生成機構、大気、陸域、海洋（沿岸）への分配と生態系への負荷を評価する手法及び固定発生源とディーゼル車対策技術の開発・評価を行い、有望技術の完成を促進する。
- 3) 有害化学物質の先端的処理・浄化技術の研究

開発：環境中有害化学物質の不拡散・浄化を目的として、各種先端的酸化技術（低温プラズマ、オゾン、触媒、光触媒、新規吸着法など）を開発し、省資源でエネルギー効率の高い実用システムを提案する。

- 4) 環境浄化能を強化した土壌浄化技術の研究開発：安全で経済性の高い新規土壌修復技術開発を目的として、有害化学物質と腐植物質の反応を促進する無機及び生態触媒を見いだすとともに、土壌浄化への適用技術・手法を提案する。
- 5) 窒素及び有害化学物質の新規生物学的除去技術の研究開発：規制強化に対応できる新規水浄化技術開発を目的として、有害化学物質を栄養源とするアンモニア酸化微生物群集とその管理方法を開発し、その実用化を図る。
- 6) 炭素の生物地球科学的循環過程評価の研究開発：海洋の CO₂吸収ポテンシャル評価を目的として、北太平洋表層における季節的な二酸化炭素循環過程と、太平洋中深層水への人為起源二酸化炭素蓄積速度の解明を行う。
- 7) CO₂海洋隔離トータルシステム評価技術の研究開発：海洋中に注入された CO₂と海水の相互作用解明と海洋環境への影響評価・将来予測、海洋隔離プロセス全体の実効性評価を行う。
- 8) 大気/海洋/植生間の CO₂交換量・放出量推定手法の研究開発：CO₂対策の評価ツール確立を目的として、大気/海洋、大気/植生間の CO₂交換量の観測とその結果を大気大循環モデルにより解析し、放出源・放出量及び吸収量を推定する手法を開発する。

外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費

「軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究」

「微視的数値解析手法による地層環境内の物質拡散現象予測の高度化に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）継続

「吸収線パラメータの実験的決定とその信頼性評価の研究」

「化学輸送モデルを用いた東アジアにおけるハロカーボン排出量の推定に関する研究」

「海洋上の有機エアロゾルに対する人間活動の影響及びその放射強制力の評価」

「太平洋の海洋中深層データ解析による長期的二酸化炭素吸収量の解明に関する研究」

「PFOS 類の海洋環境動態研究手法の開発に関する予備的研究」

「亜寒帯林森林生態系における炭素収支に関する研究」

- 「温帯森林生態系における炭素収支に関する研究」
 「熱帯森林生態系における炭素収支に関する研究」
 「地上データによるリモートセンシング手法の検証と改良（陸域生態系の炭素収支観測データベース構築と総合的解析に関する研究）」
 「有害化学物質の環境中での分解・変質と有害性評価に関する研究」
 「有害化学物質の海洋における起源・輸送・拡散及び予測に関する研究」
 「衛星観測データを利用した四次元同化手法の開発状況の調査」
- 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）
- 「有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究」
 「自動車由来有害大気汚染物質の光分解除去に関する研究」
 「内分泌かく乱化学物質等の有害化学物質の簡易・迅速・自動分析技術に関する研究」
 「内湾窒素循環過程における干潟・浅海域－湾央域生態系の相互作用の解明」
 「ダイオキシン類による地域環境汚染の実態とその原因解明に関する研究」
 「ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究」
 「ガス状ホウ素化合物による大気汚染監視測定技術及び除外技術の開発」
 「二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究」
 「産業起源内分泌かく乱物質の環境複合毒性検出システムの開発と動態予測モデル作成に関する研究」
 「都市気候・エネルギー連成モデルによるヒートアイランド対策の総合評価に関する研究」
 「ハロゲン化ダイオキシン類似物質の QSAR 分析法と分解処理技術の開発」
 「フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究」
 「動的磁気特性を利用した排ガス処理技術の開発に関する研究」
 「ダイオキシン類及び内分泌かく乱物質のセンシングシステムを用いた環境リスク対策の研究」
- 経済産業省 標準課 産業技術研究開発委託費
 「産業技術研究開発委託費（ノニルフェノールの国際標準分析法開発）」
- 文部科学省 科学技術振興調整費
 「アジア太平洋地域の大気環境の改善のうちアジア太平洋地区大気環境改善のための国際会議の主催」
- 「国際物質循環時代のエコマテリアル化指針のうち国際技術共有可能なリサイクル・排出抑制プロセス技術及びリサイクル配慮設計技術」
- 文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）
 「含窒素有機化学物質の分解触媒の開発」
 「海洋炭素固定技術に伴う温暖化物質動態解明」
 「感温性表面による廃水の革新的処理プロセス」
- 経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費
 「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）」
- 運輸施設整備事業団
 「平成15年度内湾堆積物表層における酸素循環過程の解明と内湾複合生態系酸素循環モデル構築に関する基礎的研究（現場調査による湾央域底生生態系における酸素循環過程の解明）」
- 発泡スチロール再資源化協会 発泡スチロールのリサイクル技術および用途開発に係わる技術開発支援
 「廃発泡スチロールの接触分解による有機溶剤、BTX の回収」
- 財団法人鉄鋼業環境保全技術開発基金 第24回（平成15年度）環境分野助成研究（一般研究助成）
 「廃電子機器や廃自動車からのシュレッダーダスト中に含まれているプラスチックの分離・回収技術の開発」
 「光化学反応によるバラスト水中の有害プランクトンの除去に関する研究（仮題）」
 「水晶振動子を用いたベンゼン類・ダイオキシン類の簡易・迅速測定法の開発」
 「細胞内に硝酸性窒素を蓄積するイオウ酸化細菌を用いた硝酸性窒素除去技術の開発」
- 財団法人大阪科学技術センター 水素安全利用等基盤技術開発
 「高圧水素吸着熱特性解明の研究」
- 財団法人亜熱帯総合研究所 沖縄産学官共同研究推進事業
 「サンゴ卵からのサンゴ生産による環境保全技術の開発」
- 三重県
 「英虞湾の水一底泥表面間における物質循環に関する研究」
- 財団法人えひめ産業振興財団
 「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業」

(マイクロデバイスによる微生物検出システムの開発)」

財団法人日立地区産業支援センター

「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業
(エネルギー変換デバイス用セラミックスナノシート
の創製)」

財団法人地球環境産業技術研究機構

「多機能を有する超分子錯体光触媒の開発に関する研
究」

財団法人交流協会 平成15年度共同研究事業

「有害大気汚染物質の光触媒分解技術の開発に関する
研究」

社団法人産業環境管理協会

「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業
(シクロデキストリン分子認識による汚染物質の除
去・計測技術開発)」

財団法人造水促進センター

「生物機能促進 (有害物質高度処理) 効果の検証」
「生物機能促進研究 (有害物質高度処理プロセス) 効
果の検証」

社団法人マリノフォーラム21

「深層水汲み上げに伴う海水中二酸化炭素の挙動に関
する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 (科学技術振興事業団)

「シュレッターダストの分離・資源化システムの構築」

韓国資源研究所

「Development of Total Recycling Technologies for
Waste Electric and Electronic Appliances」

財団法人住友財団 2003年度環境研究助成

「層状複水酸化物とのナノコンポジット化によるプラ
スチック難燃化の基礎研究」

財団法人ホソカワ粉体工学振興財団 研究助成

「近接場領域におけるナノ微粒子の動的特性に関する
研究」

財団法人九州産業技術センター

「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業
(高リサイクルで安価なごみ焼却灰のセメント原料
化技術の開発)」

文部科学省 科学研究費補助金

「AGAGE 観測データに基づく両半球大気中 OH 濃
度の経年変動機構の解明」

「硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌の動態解析と
数理モデル化による環境影響評価」

「個々の分類群のアバンダンス分布に基づくアンモニ
ア酸化細菌群集の動態解析手法の開発」

「マイクロバブルによる極限反応場を利用した排水
中有害化学物質の分解に関する研究」

「酸化触媒反応による難分解性有機塩素化合物の腐植
化促進とそれによる毒性変化の評価」

「錯体光触媒による環境残留性パーフルオロ酸化合物
の分解・無害化処理」

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

「ソフト化学的合成方法による省エネルギー型ランプ
用蛍光体微粒子の開発」

「貴金属リサイクルのための新規金属分離回収プロセ
ス開発」

「廃電気・電子機器リサイクルのための選択粉砕・容
易分離技術の開発」

発 表：誌上発表140 (115) 件、口頭発表327 (114) 件、
その他32件

環境計測研究グループ

(Environmental Measurement Group)

グループ長：吉山 秀典

(つくば西)

概 要：

大気環境中の微粒子や室内で放散されるホルムアル
デヒドなどのガス成分、水および土壌中の内分泌攪乱
物質などの有害汚染物質の測定法開発と標準化をめざ
し、凝縮粒子の測定方法に関する研究、排ガス中ダ
ストの新型試料採取システムの開発、PM2.5測定装置
の標準化、ノニルフェノールの国際標準分析法開発、
産業起源内分泌攪乱物質の環境複合毒性検出システム
の開発と動態予測モデル作成に関する研究、ハロゲン
化ダイオキシン類似物質の QSAR 分析法と分解処理
技術の開発を行った。

発生源 PM2.5微粒子を簡便にかつ高い精度で測定
可能な手法を確立するため、考案した定流量等速吸引
法に基づく口径可変式ダストサンブラを試作し、各種
のばい煙発生施設において現場実験を実施した。その
結果、JIS 法 (平衡形手動試料採取法) との高い相関
性が得られることや幾つかの改良点を確認し、排ガス
の流速が変動する場合においても定流量等速吸引下で、
何ら実用上問題なく簡易に濃度測定が行えることを明
らかにした。

また、低濃度ダストの簡易・迅速測定法を確立するため、ISO 準拠の中容量ダスト試料採取システム（100～200L/min）を試作し、研究室における基礎的特性試験及び各種のばい煙発生施設における現場実験を実施した。その結果、採用したろ紙の99.9%以上の高い捕集効率や低圧力損失を図るためのダスト捕集器の形態、JIS 法（小容量試料採取法）との高い相関性、高温排ガスに対する最大吸引流量などを確認し、JIS 法に対して測定時間を最大約1/5まで短縮できることを明らかにした

大気中の PM_{2.5}測定装置の標準化をめざした研究では、分粒特性を調べるために標準粒子の発生と検出装置の確立を行い、また流量計の測定精度について検討した。また、サンプラー、流量計、フィルタ及び天びんについて各々検討会を開催して素案の作成を行った。

ノニルフェノールについて、高精度分析法を新規開発し、国内外機関と協力し国際標準分析法へと結びつける。平成15年度は昨年度に引き続き相対感度係数にもとづいた NP の高度分離測定手法（ガスクロマトグラフ質量分析法—選択的イオン測定法）を用いた、実環境データ蓄積を行った。本方法ではノニルフェノール各成分の測定に最適なフラグメントイオンをもとに内標準物質に対する相対感度係数を算出し、高精度定量を可能にした。また国際標準のための作業として ISO/TC147/SC2 のドイツ側コンビナーと打ち合わせをおこない、ISO147 イギリス総会において提案内容の説明を行った。

内分泌攪乱物質（EDs）の環境複合毒性に関する研究領域を開拓するために、機器分析化学的生物検定法を用いた環境複合毒性検出システムの開発、環境中 EDs の精製・純化法の開発、難揮発性 EDs の高性能分析法の開発、生化学的 EDs 毒性検出試験法の開発、ホルモン感受性培養細胞を用いた EDs 作用評価法の開発、内分泌攪乱物質動態予測モデルの作成を行った。

ダイオキシン、コプラナ PCB、ノニルフェノール類に加え、臭素系難燃剤の臭素化ジフェニルエーテルについて、二次元ガスクロマトグラフィによる精密精製・純化法の検討を行った。また、本研究で開発した double column-HPLC 法は PCNs だけではなく、PCDD、PCDF、PCB 異性体（理論上484種類、実試料では200種余）もの多成分高度分離に有効であり、特にリスク評価の必要な毒性異性体を完全に分離分析することが可能であることが分かった。

また、内分泌攪乱物質であるフタル酸エステル、ビスフェノール A、アルキルフェノール類の生物代謝において、生体内では膵臓・肝臓で産生されるコレステロールエステル、環境中では糸状菌の産生するラッカーゼがこれら化学物質の分解過程で重要な役割を示していることを明らかにした。

塩素化ダイオキシン類と同様な環境影響、毒性が懸念される臭素・フッ素などのハロゲン元素置換のダイオキシン類似物質については環境動態・危険性把握が急務であるが、これらの化学物質は理論的には数千種類もの成分を有するため、塩素化ダイオキシンのみを対象とした現在の分析手法では対応できない。そこで、代表的な環境試料からダイオキシン類似物質を含む化学物質グループを抽出し、最先端の微量有害化学物質精製装置等を用い、特定の強毒性物質を精製するとともに、これらに対する高感度測定法/生化学的危険性評価法を開発した。

研究テーマ：テーマ項目 1、テーマ項目 2、テーマ項目 3、テーマ項目 4、テーマ項目 5

環境分子科学研究グループ

(Environmental Molecular Science Group)

研究グループ長：山田 耕一

(つくば西)

概要：

本年度の研究の課題は以下の4点に集約される。1) 地域から地球規模の環境影響評価技術の高度化に関連し、硫酸・硝酸や有機物等と水のクラスター会合により生成する大気微粒子の成長過程を観測する技術を開発する。2) 有害化学物質等の生物濃縮リスク評価技術の開発に関して、有機化合物と溶媒のクラスター形成特性を解明する。また、3) 大気中温暖化物質等の定量分析精度の向上を目指し、物質と酸素・窒素・水分子等との分子間相互作用や、粒子・光子相互作用に関して、現状より1桁高い精度の分光データを提供する。4) 環境技術標準基盤技術として分光法を導入するため1.6ミクロン帯のレーザー分光システムを開発する。

第1と第2の目的に関する課題では、クラスター及び微粒子の特性に関して、エアロゾル・微粒子等の生成過程の研究、低環境負荷反応設計技術に関する研究、化学物質の環境動態挙動に関する分子科学的研究を実施した。第3の課題では、大気中温暖化物質等の定量精度向上のため、吸収線パラメータの実験的決定とその信頼性評価の研究、エアロゾルの赤外分光特性からの組成決定に関する研究を実施した。第4の課題に関しては、発生源インベントリ計測技術の開発をするため、近赤外ダイオードレーザーによる環境計測技術の研究を行った。

研究テーマ：テーマ項目 6、テーマ項目 7、テーマ項目 8

環境流体工学研究グループ

(Environmental Fluid Engineering Group)

研究グループ長：清野 文雄

(つくば西)

概要：

本研究グループは、CO₂等の地球温暖化物質及び各種有機塩素化合物等の環境負荷物質の発生源から地圏、水圏、大気圏にいたるその動態を分子流体物理的な観点から解明する。さらに、それら地球温暖化物質及び環境負荷物質の分離や回収、及びその固定法を研究開発するとともに、その環境影響評価に資する研究を行うことを目的とする。このため、地層環境内における物質拡散現象の予測法、極限反応場を利用した排水中有害化学物質の分解技術、フッ素系地球温暖化物質の回収技術に関して研究を進めた。

環境負荷物質の動態解明では、海洋表層における物質交換機構の解明を目的として、その秩序構造の抽出法を検討し、乱流熱物質フラックス、渦構造と界面との相互作用等を明らかにするとともに、地層中における核種の拡散現象の予測手法の高度化を目的として、格子ボルツマン法を用いた二相流の界面モデルを開発し、それを用いて多孔質体内の二相流れの挙動を解明した。さらに、水圏中に拡散した環境負荷物質と水分子との相互作用の解明を目的として、液体構造の転移現象を分子レベルで解析した。

極限反応場を利用した排水中有害化学物質の分解技術では、有害化学物質の分解技術への適用を目的として、マイクロバブルの効果的な圧壊促進法を研究した。超音波を用いた圧壊のトリガー効果と共振周波数との関係等について実験的に明らかにするとともに分解メカニズムを解明した。

フッ素系地球温暖化物質の回収技術では、フッ素系地球温暖化物質のハイドレートを用いた回収プロセスの確立を目的として、分離効率等の基礎データを実験的に取得するとともに、スタテックミキサーを用いたハイドレートの高効率成長過程について研究した。さらに、I型ならびにII型ハイドレート構造の生成分解条件、ゲスト分子占有率等の理論的な予測手法を構築した。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12

計測技術研究グループ

(Measurement Technology Research Group)

研究グループ長：田尾 博明

(つくば西)

概要：

化学物質の適正管理に係る技術基盤の整備・確立を図るため、高感度でコンパクトかつ高精度な次世代環境分析技術を開発することを目的とする。この目的を達成するため、新規分析装置の開発、分析前処理法の簡易化、多成分センサの開発、マイクロ流体分析チップの開発を行う。また、新しく開発した方法の標準化を行いその普及を図るとともに、環境負荷物質の放出

実態・環境挙動を解明し、有効な対策技術の選定に活用する。平成15年度には新たに、MALDI-MSの新たなイオン化法の開発に着手する。前処理法に関しては、光反応を利用する全窒素とヒ素の酸化分解法を開発する。センサに関してはダイオキシンセンサの実用化に必要なデータを取得する。マイクロ流体分析チップでは、油水界面を利用する増幅電気化学検出系の安定性向上を図る。また、微細空間における微生物の泳動挙動評価システムを作製する。標準化に関しては、石炭中の微量元素定量法に関するデータを取得する。環境挙動の解明に関しては、多環芳香族炭化水素水酸化物体による海洋汚染の実態把握を目的として分析法の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目13

浄化機能促進研究グループ

(Advanced Remediation Group)

研究グループ長：辰巳 憲司

(つくば西)

概要：

有害化学物質リスク削減のため、当グループでは、省エネルギー・低環境負荷型土壌修復技術の研究と、省エネルギー・低環境負荷型廃棄物対策技術の研究を行っている。

- 1) 省エネルギー・低環境負荷型土壌修復技術の研究では、自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術の開発を目指した。このため、腐植物質が有害化学物質を固定化し無害化する能力に注目し、この能力と植物や太陽光などの自然の浄化能力を融合させた新たな環境修復技術を構築するため、①腐植物質と有害化学物質の相互作用を利用した土壌浄化、②界面導電現象を利用した土壌浄化、③環境浄化に適した組み換え植物の創製、の研究を行った。
- 2) 省エネルギー・低環境負荷型廃棄物対策技術の研究では、平成16年7月に暫定期間が切れるフッ素、ホウ素の低スラッジ処理技術の開発を目指した。まず、ホウ素については、既存処理技術として唯一効果が認められている、高pH域でカルシウムとアルミニウムを併用する方法の改良について検討した。フッ素については、新たな処理剤の開発とその添加量の削減法について検討した。また、プリント基板工場の排水処理では、酸廃液のソフトエッチング廃液とアルカリ廃液のレジスト廃液を同時に、しかも廃液中の銅を採算レベルで回収できる技術の開発について検討した。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15

浄化触媒研究グループ

(Catalytic and Electrochemical Purification Group)

研究グループ長：小淵 存

(つくば西)

概要:

当グループでは、主に環境問題のエネルギーサイドについて、問題解決のための先導的技術の開拓を行うことを目標としている。環境問題のエネルギーサイドとは、エネルギー資源の利用に伴って発生する環境汚染対策や、環境技術における省エネの推進などである。また、その手段として、特に触媒および電極反応を要素技術とする研究に取り組む。今中期計画期間においては、ディーゼル車排出粒子状物質 (PM) および窒素酸化物 (NO_x)、燃焼排ガス等に含まれる N₂O、換気空気中の揮発性有機化合物を主な対象物質とし、これらの対策に関する新技術を確立する。また、金属の腐食防止および環境中での重金属拡散抑制に関する電気化学的な新技術の探索を行っている。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18

水質浄化研究グループ

(Hydrospheric Environmental Purification Group)

研究グループ長：高橋 信行

(つくば西)

概要:

水中微量有害物質の高度処理技術や環境低負荷型の処理プロセスの確立と普及をめざし、都市域にある染色事業所からの染色排水に含まれる染料由来の難分解性有機物を対象としたオゾン処理と生物処理との併用による省エネルギー型の廃水処理技術の開発、シクロデキストリンを用いた分子選択性を有する新規吸着材の合成とそれを用いた吸着処理プロセス及び促進酸化法による分解法の開発について検討した。

オゾン処理と生物処理との併用による省エネルギー型廃水処理技術の開発では、除去効果とエネルギー消費の観点からの最適オゾン処理条件を推定するとともに、オゾン処理と生物処理の連続式処理による有機物除去効果を明らかにし、処理後に残留する有機物成分の推定を原材料特性から推定した。新規吸着材の開発では、環境基準の100倍濃度のトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンに対して市販品よりも高い吸着除去率を示す吸着材を開発するとともに、促進酸化条件下での塩素数による揮散効果の相違を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目19、テーマ題目20

生態系機能制御研究グループ

(Ecological Control and Microbiology Research Group)

研究グループ長：諏訪 裕一

(つくば西)

概要:

窒素及び有害化学物質に係わる環境汚染の解決は国

内外で最も重要な課題である。それらに係わる環境基準あるいは排出規制は強化されつつあり、各事業所もその対応に迫られている。様々な廃水処理技術のうち経済的に最も有利な生物学的処理技術が新規課題に適用できるか否かは、廃水処理の方針を決定するためにまず知るべき事項であり、また、規制の実効性を行政に判断させる点でも重要である。

当グループでは、規制の強化に伴って新たに処理対象となる各種の産業廃水等からの効率的な窒素除去技術の開発と環境での窒素循環に係わる微生物機能解析を主な研究課題とする。新規に浄化を必要とする廃水・汚染現場は、環境浄化能を持つ微生物の生存に対しても過酷な条件である。これに対応するために化学物質を分解して得たエネルギーを窒素除去に利用する微生物と生物学的窒素除去で中心的な機能を担う硝化細菌を共存させる新規な浄化技術の実証と管理・維持方法の基本的な考え方の確立を中・長期的な目標とし、実用的プロトコルの提案をめざす。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目22

大気環境評価研究グループ

(Atmospheric Environment Research Group)

研究グループ長：近藤 裕昭

(つくば西)

概要:

大気環境評価研究グループでは、地表に近い大気中での物質の輸送過程を中心に研究を進めている。現在の研究の中心は植生や森林生態系による大気中の二酸化炭素の吸収量を大気力学的な立場から測定・評価すること、および、Large-Eddy Simulation やメソスケール気象・化学反応モデルを用いたマイクロスケールからメソスケールの物質輸送過程の解明などの研究である。これらの研究は、炭素循環に関わる陸上生態系の役割や地球温暖化などの気候変化に対する生態系の応答の解明に寄与する。シミュレーションモデルは、複雑な大気化学過程を経る浮遊粒子状物質大気汚染のメカニズムの解明や発生源対策、都市温暖化対策の総合的な評価などに利用されている。これらの研究を行うにあたっては、国内外の研究機関・大学等と幅広い共同研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目23

地球環境評価研究グループ

(Global Environment Study Group)

研究グループ長：鷲見 栄一

(つくば西)

概要:

本グループは、温室効果物質を含む環境負荷物質の放出と大気、陸域、海洋等への分配・循環メカニズムを明らかにし、環境負荷物質による環境影響や対策技

術が及ぼす環境影響の評価手法を開発することを目標とする。二酸化炭素等による地球温暖化対策の評価手法の確立を目的として、大気、陸域、海洋間の交換量の観測と大気輸送モデルにより発生源・吸収源や放出量・吸収量を推定する方法を開発する。海洋の二酸化炭素吸収ポテンシャルの評価を目的として、北太平洋表層における季節的な二酸化炭素の循環過程と太平洋の中深層水への人為起源の二酸化炭素の蓄積速度の解明を行う。海洋中に注入された二酸化炭素と海水との相互作用の解明と海洋環境への環境影響・将来予測、海洋隔離プロセス全体の実効性の評価を行う。大気・水圏中の有害物質を含む粒子状物質の解明と動態予測モデルの開発を目的として、東アジア海域や東京湾等の沿岸海域の上空及び海洋中で沈降する過程や蓄積過程の機構解明やモデル化を行う。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目28

光利用研究グループ

(Photoenergy Application Group)

研究グループ長：松沢 貞夫

(つくば西)

概要：

大気及び室内環境汚染物質・有害化学物質の光分解除去によるリスク削減、大気汚染物質の分解過程の解明、及び超難分解性物質の分解や再資源化をめざし、ベンゼン類、アルデヒド類、多環芳香族化合物の光触媒分解及び光触媒材料の開発、理論化学計算によるペルオキシラジカル及びアルコキシラジカルの反応挙動を評価する手法の開発、及び金属錯体を用いる CO_2 還元反応とフッ素系化合物の光分解反応に関する検討を行った。また、光触媒の分解性能評価法の標準化を目指した研究も行った。

光触媒分解では、窒素ドープ可視光応答性光触媒の薄膜化に成功し、アセトアルデヒドと NO を用いて分解活性を確かめた。また、流通系反応装置に用いる光触媒担体と光触媒の固定化法を検討した。その結果、表面積が非常に大きい珪酸カルシウム系材料を用いた光触媒材料が開発できた。反応装置内で光触媒を再生する際に生じる廃液の処理を目指して、水中有機物の光触媒分解除去の研究も行った。理論化学計算では、揮発性有機化合物の酸化過程で生成するアルコキシラジカルの酸素との反応速度の見積り手法を検討した。基底状態とイオン状態間のカーブクロッシングを使い、求められた活性化エネルギーは実験値と良い相関を示した。 CO_2 の還元反応では、同種金属(レニウム)中心からなる多核錯体と異種金属(ルテニウム、レニウム)からなる多核錯体の分光特性を調べ、 CO_2 還元にも有効な錯体の特徴を明らかにした。フッ素系化合物の反応では、ヘテロポリ酸光触媒によりノナフルオロペ

ンタン酸 $\text{C}_4\text{F}_9\text{COOH}$ までのパーフルオロカルボン酸をフッ化物イオンまで完全分解することに成功した。光触媒性能評価法については窒素酸化物の除去性能評価法を JIS 化 (JIS R 1701-1) し、さらに後続の VOC 除去性能試験法に備え分解条件を最適化した。

研究テーマ：テーマ題目29、テーマ題目30、テーマ題目31

励起化学研究グループ

(Excited State Chemistry Group)

研究グループ長：二タ村 森

(つくば西)

概要：

低温プラズマ、マイクロ波、光触媒、低温作動型触媒・吸着剤などを利用し、ベンゼンやフロン類等、揮発性有機化合物 (VOC) の分解・吸着除去効率を向上させる。また、低温プラズマによる燃料改質に関するデータを取得する。熱プラズマ蒸発法やゾルゲル法により磁性超微粒子を合成し、各種磁性体の磁気的性質を加熱速度との関係から明らかにする。赤外円二色性 (VCD) 立体配座解析装置の開発については有害化学物質の立体構造と毒性の活性相関に関するデータベース公開を行う。

平成15年度は、プラズマリアクタに複合させた酸化チタンの格子酸素が活性化でき、ベンゼンの酸化分解の促進に有効であることを見出した。また、イソオクタン改質に対してプラズマを適用した場合、周波数の影響が顕著に現れ、9 kHz で最高分解率が得られ、電圧波形としては正弦波と三角波で差が小さいことを確認した。光触媒分解法では、酸化チタンに担持したロジウムが触媒の長寿命化に有効であり、触媒寿命がロジウムの酸化状態に依存することを見出した。磁性吸着剤の核となり、真空加熱により飽和磁化、残留磁化、保持力等の磁気的特性が制御可能なナノサイズのレアアース-鉄-酸素系化合物を含む超微粒子を高周波誘導熱プラズマにより合成することができた。VCD 公開データ数を42に増加させた。

研究テーマ：テーマ題目32

[テーマ題目1] 固定発生源排出微粒子の測定方法の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 小暮 信之 (環境管理研究部門 環境計測研究グループ)

[研究担当者] 小暮 信之、苗代 武志
(職員1名、他1名)

[研究内容]

- 1) 発生源 PM2.5微粒子濃度の簡便かつ高精度測定法を確立するため、考案した定流量等速吸引法に基づく口径可変式ダストサンブラを試作し、各種のばい煙発生施設における現場実験を実施した。

ばい煙発生施設は、都市ガスボイラ、石油ボイラ、石炭ボイラ、石炭スラッジボイラ、パルプ回収ボイラ及び廃棄物焼却炉の6施設で、JIS に規定された平衡形手動ダストサンプラと同時比較測定を行い、相関性、実用性、改良点などについて検討した。

実験の結果、試作した口径可変式ダストサンプラ (x) と平衡形手動ダストサンプラ (y) との相関は、 $y=0.95x$ ($R^2=0.98$) となり、口径可変式ダストサンプラが平衡形手動ダストサンプラより若干高くなった。しかし、 $\pm 5\%$ 以内で一致し、排ガスの流速が変動する場合においても、実用上使用可能なことを確認した。

両者の対応関係が1対1にならなかった原因として、口径可変式ダストサンプラの制御遅れ（現状、演算制御等はすべて手動）が考えられるが、口径可変制御の自動化及び吸引ポンプの定流量化等の改善を図ることで、両者の対応はより改善できることが分かった。

2) 低濃度ダストの簡易・迅速測定法を確立するため、ISO 準拠の中容量ダスト試料採取システム (100~200L/min) を試作し、研究室における基礎的特性試験及び各種のばい煙発生施設における現場実験を実施した。

実験結果は以下のようにまとめられる。

- ① 採用するシリカ繊維製ろ紙（東洋濾紙：QR-100）の $0.3\mu\text{mDOP}$ 粒子による捕集効率は99.9%以上で、JIS 及び ISO のいずれの条件を十分満足できた。
- ② シリカ繊維製ろ紙の圧力損失は、PTFE コーティングガラス繊維製ろ紙 (Pallflex : TX) と比較して約4/5と小さく、高温排ガス測定用の中容量法に適する。
- ③ 円筒ろ紙は、円形ろ紙に比べて圧力損失が著しく低く、ダスト捕集器も小型化でき、100L/min 以上の中容量の試料採取に適する。
- ④ 口径可変式ダストサンプラと同じ実験施設における中容量ダスト試料採取システム (x) と JIS に規定された小容量ダスト試料採取システム (y) との相関は、 $y=1.05x$ ($R^2=0.98$) となり、 $\pm 5\%$ 以内で一致し、実用上使用可能なことを確認した。
- ⑤ 中容量ダスト試料採取システムの測定時間は、小容量ダスト試料採取システムに対して、最大約1/5短縮できた。
- ⑥ 実煙道における高温排ガスで最大吸引流量は、円形ろ紙で約100L/min、円筒ろ紙で約170L/min であった。

試作した中容量ダスト試料採取システムは、ISO 12141の普通形手動方式に相当する測定装置であり、排ガス流速が大きく変動する場合には基本的に適用できない。したがって、今回の試作システムをベースに、さら

に平衡形方式について検討する必要が認められた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ダスト、PM2.5微粒子、ダストサンプラ、固定発生源、サンプリング、等速吸引

【テーマ題目2】PM2.5測定装置の標準化（内部競争的資金の項に記載）

【テーマ題目3】ノニルフェノールの国際標準分析法開発（外部資金の項に記載）

【テーマ題目4】産業起源内分泌かく乱物質の環境複合毒性検出システムの開発と動態予測モデル作成に関する研究（外部資金の項に記載）

【テーマ題目5】ハロゲン化ダイオキシン類似物質のQSAR 分析法と分解処理技術の開発（外部資金の項に記載）

【テーマ題目9】環境負荷物質の動態解明

【研究代表者】永翁 竜一

【研究担当者】永翁 竜一、灘 浩樹、高田 尚樹

【研究内容】

原子力発電の高レベル放射性廃棄物の地層処分に関して、X線CT計測による物体形状データから多孔質体境界座標を生成するプログラムおよび、格子ボルツマン法による流体解析コードを開発し、その計算結果がDarcy 則を満たすことを確認した。また、濡れ性を考慮した固体表面境界条件を開発し、混相流体界面モデルと組み合わせることで固体表面の液滴の付着・脱着シミュレーションを実施して理論予測と良く一致する結果を得た。また、大気-海洋表面の剪断によって駆動される海洋表層乱流場の三次元数値計算を行い、この乱流場に界面での等熱流束を仮定した熱輸送の効果を重畳させて、ラングミュア循環を初めとする渦構造の解析を行い、特徴的な渦構造の検出に成功した。また熱輸送によって発生する浮力の効果も考慮した。さらに水分子モデルを用いた分子動力学計算により、実験と同じ温度・圧力条件による水の結晶化の再現に初めて成功し、その機構を明らかにするとともに、分子シミュレーションを用いた水の結晶化による物質回収研究の可能性を切り開いた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】放射性廃棄物、格子ボルツマン法、流体解析、せん断流れ、水分子

【テーマ題目10】極限反応場を利用した排水中有毒化学物質の分解技術

【研究代表者】高橋 正好

〔研究担当者〕 高橋 正好、高田 尚樹

〔研究内容〕

閉鎖性水域の水質改善技術に関して、せん断流れ場での流体界面の変形・分裂挙動の解明に取り組み、マイクロバブル発生装置の設計指針を取りまとめた。具体的には、せん断流れに浮遊する液滴の分裂過程を解明し、(1) 液滴の初期配列が分裂現象に影響する、(2) 分裂する部分で局所的で非常に急激な圧力の時間変化が発生する、等を数値実験によって初めて明らかにして、発生装置の最適化設計に必要な微細気泡・液滴の生成制御法の指針を示すことができた。マイクロバブルの圧壊に関して、共同研究の実施により、実規模での排水処理を行い、高濃度の有機系排水 (COD=2,000 mg/L 以上、200 t/day) に対して水道水レベルの排水を可能とした。また、マイクロバブルを流体力学的に攪拌することで多量のフリーラジカルを発生させることに成功した。ナノバブルを安定的に作成することに成功した。また、これをベースにしてオゾンナノバブルや酸素ナノバブルの物性について研究を進めた。さらに、オゾンナノバブルの利用により、一ヶ月以上効果の持つオゾン水を生成できた。また、酸素ナノバブルについては強力な生理活性効果を認めた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロバブル、水質改善

〔テーマ題目12〕 ハイドレート応用技術

〔研究代表者〕 山崎 章弘

〔研究担当者〕 山崎 章弘、小笠原啓一、多島 秀男、清野 文雄

〔研究内容〕

HFC-134a と窒素の混合ガスに対して2種類の多孔質体 (Vycor ガラス、アルミナ) を用いてその細孔内でのハイドレート生成によるガス分離プロセスについて検討を行い、分離最適条件を見いだした。HFC-134a ハイドレートの高効率生成法の確立を目指してスタティックミキサーを用いたハイドレートの生成法の開発を行い、流速などの運転条件が HFC-134a ハイドレートの生成に及ぼす影響について実験的に検討した。さらに、HFC-134a ハイドレートの4重点近傍のハイドレート挙動を明らかするとともに HFC1234a-N₂系の分離特性測定実験を行い、分離比データならびに速度データを取得した。また、I 型、II 型ハイドレート中のガス含有率を開発した水分子モデルと独自の熱力学計算法により計算し、実験の再現性を確認し、様々な物質の回収効率の理論的予測データを作成した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ハイドレート、フッ素系地球温暖化物質、HFC134a、分子間相互作用

〔テーマ題目13〕 省資源・ダウンサイジング環境分析シ

ステムの研究開発 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 田尾 博明 (環境管理研究部門計測技術研究グループ)

〔研究担当者〕 田尾 博明、木村 明、野田 和俊、長縄 竜一、中里 哲也、鳥村 政基、佐藤 浩昭、黒澤 茂、津野 宏、兼清 泰正、市枝 信之、川村 千晶、谷川 實、愛澤 秀信、朴 鐘元、島 忠夫、清野 晃之、伊藤 信靖、孫 麗偉、関戸 尊子

Ramaswamy Babu Rajendran

(職員8名、他13名)

〔研究内容〕

化学物質の適正管理技術を確立するため、高感度でコンパクトかつ高精度な次世代環境分析技術を開発する。このため1) 高感度分析装置、2) 簡易な分析前処理法、3) 分子認識センサ、4) マイクロ流体分析システムを開発し、分析に要する時間と経費を1/5以下に低減するし、感度を5倍以上向上させる。これにより重金属、ダイオキシン類、内分泌攪乱作用が懸念される物質に関して、世界の最高レベルの分析性能を目指す。平成15年度は、1) 高感度分析装置に関しては、GC/ICP-MS 法により測定可能な物質を、現在の有機金属化合物から非金属化合物にも拡張、適用範囲の拡大を図る。2) 前処理法に関しては、全窒素迅速分析のための窒素化合物高効率光分解装置と、土壤中金属の形態分析法のためのオンライン前処理装置を各々開発する。3) センサに関しては、ビスフェノール A センサの応答速度の向上を図る。ホルムアルデヒドセンサの再現性、寿命を改善するための被覆法等の改良を行う。これまでに開発したホルムアルデヒドやベンゼンセンサの現場試験等を行い、実用化に必要なデータを集積する。ダイオキシンセンサでは、ELISA 法及びガスクロマトグラフ質量分析 (GC/MS) 法で測定した結果との関係を明らかにするとともに、実用化の道筋を立てる。4) マイクロ流体システムに関しては、マイクロ流体電気化学検出チップの増幅効率を実用的なところまで高める。微生物検査チップは、微生物を分離・濃縮させるためのチップと装置を開発することを目指した。その結果として、下記の成果が得られた。1) 昨年度開発した GC/ICP-MS インターフェイスの国際特許をメーカーと共同出願し製品化に備えた。また、測定対象を直接又は誘導体化することにより、有機塩素化合物及び多環芳香族炭化水素水酸化体に拡大できる見通しを得た。2) 全窒素に加え、全水銀、新たに遺棄化学兵器との関連で社会問題となっている有機ヒ素にも、開発した光分解法が有効なこと、また、土壤中金属の形態分析、石炭中の微量金属定量にマイクロ波処理法が有効なことを見出し標準化データを取得した。3) カルボキシル基を導入した鋳型分子膜合成法を開発し、pH 制御により吸着量を自在に変えられる感応膜を開発した。

現場試験から、ベンゼン、アセトアルデヒドセンサは既存法と整合性が高いことを確認した。ダイオキシンセンサはライセンス契約を結び実用化の見通しをつけた。4) 微細加工技術を確認し再現性の高い増幅効率を実現し、理論解析を行った。また、微生物特有の挙動に基づく検査チップを開発し性能を評価した。以上をまとめると、GC/ICP-MS は世界最高感度を示し、ダイオキシン等のセンサ類は実用化に近づいた。試料前処理法はいずれも試薬等を最小限に抑え JIS 等の標準分析法への採用を目指している。電気泳動による微生物分離は国際的にも先駆的な研究であり、MALDI-MS による同定技術との結合は、環境バイオ分野のプラットフォーム技術と期待される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高感度分析装置、簡易分析、センサ

【テーマ題目14】環境浄化能を強化した土壌浄化技術の開発（運営費交付金）

【研究代表者】辰巳 憲司（環境管理研究部門浄化機能促進研究グループ）

【研究担当者】辰巳 憲司、和田 慎二、福嶋 正巳、市川 廣保、森本 研吾、飯村 洋介、澤田 章、田中ふみ子、園木 和典、金井 桂子、菊地 敦紀、山本 葉子、坂場 愛（職員7名、他6名）

【研究内容】

自然が持つ浄化能力を強化することによって、省エネ型環境修復技術の開発が可能になる。特に、腐植物質が有害化学物質を固定化し無害化する能力に注目し、この能力と植物や太陽光などの自然の浄化能力を融合させた新たな環境修復技術を構築するため、①腐植物質と有害化学物質の相互作用を利用した土壌浄化、②界面導電現象を利用した土壌浄化技術の開発、③環境浄化に適した組み換え植物の創製、の研究を行う。

①腐植物質と有害化学物質の相互作用を利用した土壌浄化では、鉄ポルフィリン錯体などバイオミメティックな触媒の土壌浄化への適用を図るため、難分解性有機塩素化合物の無害化促進に寄与する腐植物質の機能を解明する。本年度は、鉄ポルフィリン錯体などバイオミメティック触媒系について、PCP の分解効率や生成物パターン、腐植物質の添加効果について検討を行った。その結果、水溶性鉄(III)－ポルフィリン錯体により、中性条件下（pH 6-7）でペンタクロロフェノール（PCP）の酸化が効率的に起こることを明らかにした。また、これに泥炭起源の腐植物質を添加すると、PCP の酸化と脱塩素化が促進する結果を得た。また、腐植物質の構造パラメータと腐植物質添加による PCP 分解率の促進の度合いとの相関性を調べたところ、腐植化度の低い泥炭や堆肥由来の腐植物質の添加が PCP 分解の促進に対して有効であることを明らかにした。

②界面導電現象を利用した土壌浄化技術の開発では、昨年度確立した電解槽の pH 制御により、汚染物質の存在形態と電気浸透流に影響を及ぼす土壌の pH 変化を抑制することができた。今年度は、電位勾配も同時に測定できる装置を試作した。この装置により、土壌の pH 変化と電位勾配の推移を評価することが可能になった。pH を制御しない場合、土壌の広範囲において電位勾配が平坦になることで、さらに汚染物質の移動量が減少する結果を得た。これまでは主にカオリンなどを用いた単純な組成の土壌を対象に検討してきたが、今年度は実際の汚染土壌を入手し、キャラクタリゼーションを行うとともに、黒ボク土をベースとした汚染土壌を調製した。

③環境浄化に適した組み換え植物の創製の研究では、本年度は、汚染現場の土壌を用いて、ハイパアキュムレーター（重金属を積極的に吸収する能力を有する植物）のスクリーニングをポット栽培によって行った。その結果、草本植物において、カドミウム吸収能力が高い植物をスクリーニングできた。この植物は、汚染土壌のカドミウム濃度を環境基準値以下に低減する能力を有していることから、土壌の浄化を、低コストで行うことの可能性を見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】腐植物質、バイオミメティック触媒、汚染土壌、エレクトロカイネティックレメディエーション

【テーマ題目15】重金属リサイクル型産業排水処理剤の開発（運営費交付金）

【研究代表者】辰巳 憲司（環境管理研究部門浄化機能促進研究グループ）

【研究担当者】辰巳 憲司、森本 研吾、和田 慎二（職員2名、他1名）

【研究内容】

重金属を含む排水は、以前から水酸化カルシウムを使う水酸化物沈殿法で処理されてきたが、大量のスラッジが発生し、その処分が大きな問題であった。そこで、スラッジの量を削減できる処理剤開発を目指した。また、平成16年7月に暫定期間が切れるフッ素、ホウ素の低スラッジ処理技術の開発を目指した。

本年度は、昨年度に引き続き銅エッチング排水を対象として、重金属リサイクル型産業排水処理について検討するとともに、プリント基板工場から排出される酸廃液のソフトエッチング廃液とアルカリ廃液のレジスト廃液を同時に処理する方法について検討した。これまでエッチング廃液は、産業廃棄物として処分されてきたが、この廃液と洗浄工程で排出される排水を一緒にして処理し、銅が採算ベースで回収できるスラッジを得ることを目指した。その結果、エッチング排水に開発した酸化力を有する処理剤を添加して処理したところ、排水を加温した状態でアルカリ性にするにより、銅を水酸化銅では

なく酸化銅として沈殿させることができることが分かった。さらに、エッチング排水に廃液を添加して一緒に処理することにより、スラッジ中の銅含有量を絶乾重量で昨年度より高い60%以上にまで高めることができることを明らかにした。また、強酸性のソフトエッチング廃液とアルカリ性のレジスト廃液を反応させて中和し、これらを同時処理する処理では、開発した機能性凝集剤に、これまで処理を困難にしていた高粘着性物質の生成を著しく抑制できる効果があることが分かった。

ホウ素については、既存処理として唯一効果が認められている、高 pH 域でカルシウムとアルミニウムを併用する方法について検討し、既存処理よりもカルシウムを1/5、アルミニウムを1/2に削減し、結果としてスラッジを1/4にすることを可能にした。さらに、フッ素、ホウ素の排水基準を十分クリアできる機能性凝集剤を開発するとともに、フッ素についてその添加量の削減法について検討した。その結果、凝集剤の開発当初に比べ添加量を1/3に削減し、スラッジ発生量を1/5にまで削減することに成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 重金属、凝集剤、フッ素、スラッジ

〔テーマ題目16〕 粒子状物質の発生源対策技術と環境負荷低減効果の評価に関する研究：ディーゼル車排出粒子状物質低減技術の有効性評価（運営費交付金、部門重点課題）

〔研究代表者〕 小淵 存（環境管理研究部門浄化触媒研究グループ）

〔研究担当者〕 大井 明彦、内澤 潤子（職員3名）

〔研究内容〕

ディーゼル車から排出される粒子状物質（PM）の低減対策技術として、燃料性状変更の効果の評価、および先導的な後処理トラップ技術の探索を行うことを計画としている。今年度は、燃料性状変更の効果に関しては、定常条件と10・15モードにおいてディーゼル中量車を運転して、瞬時微粒子質量計測装置（TEOM）を用いてPM排出量を連続測定した。その結果、燃料性状が異なってもPMは加速部分で多く排出されることを明らかにした。後処理トラップ技術に関しては、電気集じん方式のPMトラップを試作し、日本自動車研究所の単気筒ディーゼルエンジンを用いて性能試験を行った。その結果、本トラップにより、条件次第ではPM中の固体炭素分が90%以上捕集できることがわかった。この方式と酸化触媒を併用することにより、PMを高効率で連続除去できる新たな技術の見通しを得た。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ディーゼル車、粒子状物質、DPF、触媒、燃料性状

〔テーマ題目17〕 電気化学反応を用いた環境中化学物質

の排出抑制手法の研究（運営交付金）

〔研究代表者〕 中山 紀夫（環境管理研究部門浄化触媒研究グループ）

〔研究担当者〕 内澤 潤子（職員2名）

〔研究内容〕

有害化学物質を電極を用いた酸化還元反応により捕集・分解したり、建築物等に用いられる金属材料の劣化を電気化学反応制御により防止することにより、環境中への有害物質の拡散・廃材の排出等を抑制するシステムを開発することを目的とする。

今年度、金属材料腐食防止技術については、腐食防止剤として環状ウレイド化合物に着目し、コンクリート環境模擬水溶液を用いた検討で、環境負荷の小さい尿酸を添加することにより、コンクリート内部の鉄鋼、及びこれと導通する土壌中の鉄鋼の腐食を抑制できる可能性があること、及びその作用機構を明らかにした。有害物質拡散防止技術については、金属板に多数の貫通孔を設けた多孔性電極スクリーンの実用化に向けた実験として、鋼板に環通孔を多数穿孔した電極を用いて水を含む砂中の鉄イオンの拡散を1/10程度に抑制できることを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 電極反応、有害化学物質、重金属、腐食防止

〔テーマ題目18〕 H₂の反応を利用する化学物質無害化プロセス（運営交付金、萌芽的研究）

〔研究代表者〕 小淵 存（環境管理研究部門浄化触媒研究グループ）

〔研究担当者〕 内澤 潤子、難波 哲哉（職員3名）

〔研究内容〕

H₂-O₂の触媒反応等、容易に進行する反応場で有害化学物質の酸化分解など他の反応を促進させるという、新しい有益な反応プロセスの創出を目指す。本年度は、H₂-O₂触媒反応場でのNO_x還元およびN,N'-ジメチルホルムアミド（DMF）分解を検討した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 化学物質、無害化、Pt、H₂、NO_x、N,N'-ジメチルホルムアミド、正の温度勾配

〔テーマ題目19〕 生物機能促進研究（有害物質高度化処理）効果の検証（外部資金の項に記載）

〔テーマ題目20〕 シクロデキストリン分子認識による汚染物質の除去・計測技術開発（外部資金の項に記載）

〔テーマ題目21〕 窒素および有害化学物質の新規生物学的除去技術の開発とその管理方法（運営

費交付金)

【研究代表者】山岸 昂夫（環境管理研究部門生態系機能制御研究グループ）

【研究担当者】山岸 昂夫、山口 文男
（職員2名、他0名）

【研究内容】

これまで、化学物質（フェノールあるいはジメチルホルムアミド；DMF）とアンモニア態窒素を含む濃厚排水を生物処理するための技術開発を行ってきた。DMFは合成繊維や合成樹脂等の製造に使用され、製造プロセスから高濃度かつ多量に排出されている生物的に難分解なPRTR指定化合物であり、アンモニア態窒素は第5次総量規制により排出規制が強化される対象である。膜分離一槽式硝化脱窒活性汚泥法によりこれらの化学物質とアンモニアを同時に除去するシステムをベンチスケールリアクターで実証し、窒素負荷量 $0.1\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ 相当で、化学物質および窒素とも除去率95%以上を達成した。さらに従来法に比べ、脱窒・pH調整のための薬剤費の節減、パッキン・余剰汚泥処分量の低減が可能であった。膜分離一槽式硝化脱窒技術は有害化学物質と窒素を同時除去できる有用なプロセスであるが、亜酸化窒素発生が欠点である。これまでのさまざまな実験結果をまとめ、化学物質種に依らず流入COD/Nを3.5-4.0にすることで亜酸化窒素発生が防止できることを見出し、この問題を解決した。化学物質を含むさまざまな有機物を対象に有機物と窒素の同時除去実験を行い、脱窒速度、 N_2O 発生率、余剰汚泥生成量を指標として窒素除去に適した有機物を評価した。その結果、メタノールが優れており、従来技術の正当性を裏付けた。難分解な塩素化芳香族化合物も脱窒を促進し、最大 $70\text{mg}\cdot\text{N}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ で窒素を除去した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アンモニア、硝酸、化学物質、生物学的窒素除去、硝化、脱窒

【テーマ題目22】個々の分類群のアバンダンス分布に基づくアンモニア酸化細菌群集の動態解析手法の研究（科学研究費補助金）
個々の分類群のアバンダンス分布に基づくアンモニア酸化細菌群集の動態解析手法の開発（外部資金の項に記載）

【テーマ題目23】大気／植生間の CO_2 交換量・放出量推定手法の研究開発（運営費交付金）

【研究代表者】山本 晋（環境管理研究部門副部門長）

【研究担当者】近藤 裕昭、蒲生 稔、村山 昌平、三枝 信子、飯塚 悟、王 輝民、岩男 弘毅、岩下 広和、高村 近子
（職員5名、他4名）

【研究内容】

本研究では他大学、他研究機関と共同でシベリアから東南アジアに至るアジアの代表的な植物・土壌生態系を亜寒帯、温帯、熱帯別に選定し、微気象学的方法による森林・草地生態系のフラックス、チャンパー法による土壌呼吸・植物呼吸、光合成など主要な炭素循環プロセスを統一的方法で、原則通年観測する。産総研では、北東ユーラシアに広域に分布するカラマツ林生態系（北方林）を対象として、北海道苫小牧と中国老山、また、タイとインドネシアの熱帯林を研究対象として、生態系の炭素収支をフラックス観測によって推定した。これらの観測結果をデータベース化し、年々変動の解明の研究につなげるためのデータベースの研究を岐阜県高山の観測データを用いて行った。さらに、アジア地域に多い複雑地形の観測データへの影響を調べるため、LESモデルを開発し、単純な地形上に起こる CO_2 フラックスの大気安定度による違いを調べた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素フラックス、森林生態系、熱帯林、北方林、LES、大気安定度

【テーマ題目24】二酸化炭素等の温暖化物質の発生源・吸収源推定

- ・全球大気輸送モデル（運営交付金）
- ・化学輸送モデルを用いた東アジアにおけるハロカーボン排出量の推定に関する研究（環境省受託研究費）
- ・衛星観測データを利用した四次元データ同化手法の開発状況の調査（環境省受託研究費）

【研究代表者】田口 彰一（環境管理研究部門 地球環境評価研究グループ）

【担当研究者】田口 彰一（職員1名）

【研究内容】

ラドン222の連続観測データとの比較から産総研の大気輸送モデルの改良を行った。ドイツのフライバーグにおけるラドンの観測結果と比較したところ、境界層が薄い夜間にSTAG濃度が観測の数倍高くなっていることが分かった。最低境界層高度を導入したところ問題を回避出来た。この導入により、ハワイのマウナロア（標高3400m）の観測濃度とSTAG濃度との差も小さくなった。次にHCFC-22の濃度を2002年の気象データを用いて計算した。2002年に旧航空技術研究所と国立環境研究所が相模湾上空で測定した濃度および米国海洋大気庁（CMDL）が測定した濃度と比較した。STAG濃度と観測値の差はバロウ岬（アラスカ）および相模湾の高度1km以下以外は5ppt以内に収まった。

大気中の水蒸気、二酸化炭素、オゾンなどは赤外線を吸収するため、それら気体成分の分布は大気の熱平衡状態に影響する。このうち水蒸気は降水との関連から数値天気予報の早い段階から予報されてきたが、二酸化炭素

とオゾンはず報せず一定値が用いられてきた。欧州中期予報センター（ECMWF）には2003年から米国の大気熱赤外サウンダ（AIRS）のデータが即時配信されるようになったのに伴い、二酸化炭素の利用試験が始まったため開発状況を調査した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、アジョイント、データ同化、大気熱赤外サウンダ、ラドン、地球温暖化、ハロカーボン、相模湾

【テーマ題目25】海水中二酸化炭素等の温暖化物質の測定手法の開発と炭素循環過程の解明
・太平洋の海洋中深層データ解析による長期的二酸化炭素吸収量の解明に関する研究（環境省受託研究費）

【研究代表者】鶴島 修夫（環境管理研究部門）

【研究担当者】鶴島 修夫（職員1名）

【研究内容】

1970年代以降の北太平洋の二酸化炭素データを収集し、統合データベースを作成した。西部北太平洋定点および東経165度の南北断面において、中深層における二酸化炭素の増加速度を見積もり、約1000m深まで二酸化炭素が蓄積されていることが、直接的な二酸化炭素濃度の時系列変化からも検出された。さらに、これまでに収集したトレーサーおよび溶存酸素などのデータセットを時系列に並べて解析した結果、北太平洋の広範囲な海域で水深1000m程度まで、20年の周期を伴いながら海洋表層と深層との混合が弱化したことを明らかとした。このことは人為起源二酸化炭素の吸収（Uanth）の程度が数十年スケールで鈍ってきている可能性があることを示している。さらに、人為起源二酸化炭素以外の二酸化炭素の海洋から大気へのやり取り（Unon）が鈍っていることも明らかとなり、Uanthに対してUnonが約2倍量海洋内に蓄積されていることがわかった。これらのUanthとUnonの量比を時空間的に今後明らかにすることが、海洋の二酸化炭素吸収に伴う気候変動解析・予測に重要であり、その変動量を太平洋スケールで明らかにすることを予定している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、吸収速度、太平洋

【テーマ題目26】海洋を利用した二酸化炭素対策技術の評価手法の開発

- ・海洋炭素固定化技術に伴う温暖化物質動態解明（文部科学省受託研究費－科学技術振調整費）
- ・二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究（環境省受託研究費）
- ・深層水汲み上げに伴う海水中二酸化炭

素の挙動に関する研究（民間受託研究費）

- ・二酸化炭素の海洋隔離に係わる海洋拡散過程および数値モデルの研究（民間受託研究費）

【研究代表者】鶴島 修夫（環境管理研究部門地球環境評価研究グループ）

【研究担当者】青木 繁明、鈴木 昌弘、柴本 陽子（職員2名、他1名）

【研究内容】

相模湾において、深層水の汲み上げ実験に伴う周辺海域の観測調査を行った。本研究課題では、深層水汲み上げによって二酸化炭素の固定効率がどのように変化するかを調査する一方、生物生産の活性化に伴う二酸化炭素以外の温室効果気体の発生量変化を把握する目的で、溶存気体の測定調査を実施した。汲み上げ装置「拓海」周辺の水質調査を2003年8月に行った。汲み上げ装置はいつもほぼ同じ水塊を汲み上げていると考えて良いことが分かった。この水塊は太平洋の深層水そのものというよりは中層水に近い特徴を示したが、いずれにしろ栄養塩濃度は高く、硝酸濃度で21 $\mu\text{mol/L}$ を示した。同時に200m深では二酸化炭素・メタン・亜酸化窒素の濃度が表層よりも高いことが確認され、汲み上げによる温暖化気体放出量の増加可能性が示唆された。

二酸化炭素の海洋隔離を実施する場合の有望な候補海域になるであろう西部北太平洋亜熱帯海域における炭酸塩粒子の存在状態を把握できるように、大量現場ろ過器を作成しテストを実施した。二酸化炭素隔離に対する環境影響評価の基礎となる現場海域の現状を把握するため、これまで西部北太平洋で実施したセジメントトラップによる沈降粒子のデータのデータベース化を図った。また、炭酸塩の溶解とともに二酸化炭素の海洋隔離の影響を受けるであろう有機物の分解過程を考察するため、西部北太平洋域で採取した海水を用いて溶存有機物の分離濃縮手法の検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、海洋隔離、環境影響評価、西部北太平洋

【テーマ題目27】エアロゾルの長距離輸送過程の解明

- ・大気圏・水圏における粒子状物質の挙動（運営費交付金）
- ・海洋上の有機エアロゾルに対する人間活動の影響およびその放射強制力の評価（環境省受託研究費）

【研究代表者】兼保 直樹（環境管理研究部門）

【研究担当者】兼保 直樹、古賀 聖治（職員2名）

【研究内容】

父島における海洋境界層内エアロゾルの光学的特性の連続観測およびフィルターサンプリングにより、人間活

動の影響を受けたアジア大陸起源の大気エアロゾルの長距離輸送の状況を捉えた。特に、寒冷前線通過時の散乱係数および吸収係数の急増、その際のエアロゾルの鉛直分布、測定値の湿度補正係数等、今後の放射伝達計算に必要なパラメータをほぼセットとして揃えることができた。また、父島で長期フィルターサンプリングされた有機エアロゾルを分析し、多環芳香族炭化水素類の各物質濃度の季節変化から、燃焼起源エアロゾルには冬季の石炭燃焼等産業起源系のもの、および夏季のバイオマス燃焼系のものがあることが判明した。夏季のバイオマス燃焼系の有機エアロゾルは、濃度レベル自体は低いものの、滞留時間の長さから、やはり長距離輸送されたものであることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 放射強制力、PAHs、黒色炭素

〔テーマ題目28〕 大気・水圏中の粒子状物質の解明と動態予測モデルの開発

- ・大気圏・水圏における粒子状物質の挙動（運営費交付金）
- ・産業起源内分泌攪乱物質の環境複合毒性検出システムの開発と動態予測モデル作成に関する研究（環境省受託研究費）
- ・有害化学物質の海洋における起源・輸送・拡散及び予測に関する研究（環境省受託研究費）

〔研究代表者〕 鷲見 栄一（環境管理研究部門地球環境評価グループ）

〔研究担当者〕 鈴木 昌弘、前田 高尚、青木 繁明（職員3名）

〔研究内容〕

当該海域上空への大気汚染物質の輸送過程については、平成14年度に引き続き、春季に日本の南西諸島周辺で行われた大気汚染の集中観測プロジェクト（APEX）に合わせ、広域大気汚染シミュレーションモデルを運用し、観測結果の解析を行った。さらに、本州太平洋沿岸部における広域的な輸送過程の解明のため、同モデルを用いて、愛知県長久手における大気中粒子物質の長期連続観測結果の解析を開始した（豊田中研との共同研究）。

東京湾湾奥について沿岸生態系モデルと疎水性化学物質の吸着モデルを結合した数値シミュレーションを行い、ノニルフェノールの分配係数の感度解析を行った結果では、分配係数（Log K_{oc}）は5.30であった。従来の経験式から導かれる Log K_{oc} に比べて大きい値になっていたが、植物プランクトンの寄与が大きいためと思われた。計算された沈降物中のノニルフェノール濃度分布は、汀線近くの浅い海域で高かった。負荷流入量の多い河川から離れた市川沖や木更津沖の浅い海域に溜まった結果になっていたが、観測された堆積物中のノニルフェノール

濃度は反対に低かった。堆積物中に棲む底生生物によって摂食されて減少し、その後、流れや波浪によって再懸濁し沖に移動した結果だと思われた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 東アジア域、広域大気汚染、準実時間シミュレーション、硫酸化物濃度、東京湾、沿岸生態系、疎水性化学物質、分配係数

〔テーマ題目29〕 大気及び室内環境汚染物質・有害化学物質の光分解除去によるリスク削減（外部資金の項に記載）

〔テーマ題目30〕 環境残留性化学物質の不拡散・浄化の研究（外部資金の項に記載）

〔テーマ題目31〕 地球温暖化物質の再資源化に関する基盤研究（外部資金の項に記載）

〔テーマ題目32〕 VOCの高効率分解に関する研究

- ・有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究（試験研究調査委託費：地球環境保全等試験研究に係わるもの）
- ・フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究（試験研究調査委託費：地球環境保全等試験研究に係わるもの）

〔研究代表者〕 二タ村 森（環境管理研究部門励起化学研究グループ）

〔研究担当者〕 二タ村 森（環境管理研究部門励起化学研究グループ）、尾形 敦、永長 久寛、金 賢夏、Oh Seung Min（非常勤職員）、馬 蘭（派遣職員）、川崎 寿之（派遣職員）、吉田 幸子（派遣職員）（職員4名、他4名）

〔研究内容〕

有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究では、中小の事業所でも取り扱える小型で安価な VOCs 分解除去装置の開発を目指し、排ガス条件によらない高効率の分解除去システムの構築を図る。フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究では、高性能分離膜やハイドレートを利用した回収技術と低温プラズマを中心とした分解技術を開発するとともに、各要素技術の相補的なシステム化を図ることにより、化学構造や排出源を異にするフッ素系地球温暖化物質の工場等の排出源からの大気環境中への放出を抑止し、地球温暖化防止に資する。低温プラズマ

によるフッ素系地球温暖化物質分解技術の開発では、触媒との複合化等によりコンパクトで低コストな分解システムの構築を目指す。さらに、個別の発生源に適合する新規処理システムを設計し、実用化の基本計画を策定する。

平成15年度、有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究では、プラズマを用いた分解法における操作条件の最適化に関する検討を行った。ベンゼンの分解反応に対して種々の放電方式の低温プラズマリアクタと触媒を複合化させたプラズマリアクタの性能を比較検討した結果、プラズマ駆動触媒リアクタが有望であることが明らかになった。各種反応条件の詳細な検討から、さらに性能を向上させるためのリアクタ設計指針を得た。ただし、吸着剤の改良、探索については、多くの材料を対象にスクリーニングを行ったが適当なものを見出せなかった。

フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究では、沿面放電型や無声放電型リアクタと、 MnO_2 、 $AlPO_4$ といった触媒を複合化させると、HFC類分解のエネルギー効率が向上することを明らかにした。副生成物分布に対する触媒効果は確認できなかった。上記触媒の作用機構は異なることから、バイモーダル触媒の調製・利用により、HFC類のプラズマ分解におけるさらなるエネルギー効率の向上が期待された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】揮発性有機化合物 (VOC)、低温プラズマ、光触媒、吸着剤、濃縮、分解

⑧【環境調和技術研究部門】

(Research Institute for Green Technology)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：春田 正毅

副研究部門長：浜田 秀昭、原谷 賢治

総括研究員：小林 幹男

所在地：つくば中央第5、つくば西

人員：70 (68) 名

経費：1,306,970千円 (349,496千円)

概要：

1. ミッション

環境調和技術研究部門では、持続可能な循環型社会の構築に必要な環境負荷極小化技術の開拓・創出を目標とする。具体的には、GSC (Green Sustainable Chemistry；地球と人間に優しい化学) と3R (Reduce、Reuse、Recycle；使用量削減、再使用、再利用) に関して、世界的にも存在感のある環境技術の研究拠点となることを目指す。

2. 研究の概要

環境調和技術研究部門は、①触媒・代替溶媒、②分離・濃縮、③素材・資源の基盤技術を核として、時代を切り拓く新しい環境負荷極小化技術の芽の創出と、それらを実用化する橋渡しを行う。主要な研究課題は以下の通りである。

1) 環境調和型化学プロセス (GSC)

① 環境負荷の少ない反応プロセスの開拓：化学工業において高分子重合に次いで生産規模が大きく、かつ技術革新の余地の大きい選択酸化反応を中心とし、プロセスの脱ハロゲン化、シンプル化を目指す。特に、プロピレンの気相一段エポキシ化及び代替溶媒を用いたファインケミカルズ合成には重点的に取り組む。

② 省エネルギー型の分離・濃縮プロセス：化学プロセスの消費エネルギーの50%以上が分離・濃縮工程で使われていることから、有機高分子、炭素、炭化ケイ素、ゼオライト等から成る種々の分離膜の基本性能 (分離係数、透過速度、耐候性) の大幅向上を図り、酸素濃縮、発酵アルコール分離・濃縮等に対する新しい省エネルギープロセスの開発を目指す。

③ 環境汚染物質の無害化技術の開発：自動車エンジン等からの排ガスの浄化は大気環境の保全にとって即効性の高い解決策であり、硫黄分10ppm以下、芳香族分1wt%以下のクリーンな燃料を製造するための貴金属系、硫化物触媒及び燃焼排ガス中のNOxの還元触媒・分解触媒の開発を行う。反応条件下での触媒構造と表面吸着種の解析及びモデル触媒を用いた表面科学的解析を駆使して触媒設計手法の構築をも目指す。

2) 資源循環・有効利用技術 (3R)

① 地球と人間に優しい物質・材料の設計と創製：資源循環率の向上、廃棄物の削減を実現するためには、有害物質の混入を回避することが重要である。そのために、有害物質を含まない新しいエコマテリアルである水銀フリー蛍光灯、非臭素系難燃性高分子等の設計と創製を行う。

② 製品・素材・物質の高度利用と循環：金属資源の多くは既に可採埋蔵量が数10年となっているので、その回収、循環利用のシステム構築を目指して、都市鉱山といわれる携帯機器廃棄物等からの有価金属 (貴金属、銅、ニッケル等) を回収するための選択粉砕、粒子分離、金属の溶媒抽出等の基盤技術の開発を行う。

3. 研究課題

環境調和技術研究部門における具体的な重点課題は、次のような考え方で設定した。ひとつは共通基盤技術の高度化で、当部門において対外的な競争力を有しており各種の環境問題に取り組むに当たって

強力なツールとなり得る基盤技術の先鋭化と拡充につながる課題を重視している。具体例は、分離膜や超臨界流体に関する研究が挙げられる。他は、社会的な要請への対応であり、特に社会的な緊急性が高い課題であって当部門のポテンシャルを生かすことができると考えられるものである。その例としては、有価金属回収、軽油クリーン化、排ガス浄化がある。このような考え方にに基づき、当部門では以下の9つの重点課題を設定した。

- ①粒子分離技術の高度化
- ②炭化水素脱水素用の高性能触媒の開発
- ③ハロゲンフリー化学の研究開発
- ④有価金属回収技術の高度化
- ⑤環境調和型化学プロセスの設計と分離膜の創製
- ⑥超臨界流体を利用する材料合成法の開拓
- ⑦革新的熱利用プロセスの設計・開拓
- ⑧軽油の超クリーン化触媒の開発
- ⑨次世代燃焼排ガス浄化触媒の探索

また、上記の重点課題には入らないが、注目すべき成果が得られている課題として次のようなものがある。

- ①金ナノ粒子触媒による空気清浄作用の実用化研究
- ②汚染土壌浄化技術に関する研究

4. 体制・運営

1) 研究課題の設定と推進

研究部門の研究の柱を **GSC** と **3R** に置く方針を定め、各々について部門として組織的に取り組むべき本格研究の企画・実践を進めるとともに、研究者個人のアイデアに基づく探索的研究の活発化に努めた。前者については、部門内でプロジェクトチームを作って推進し、後者については、部門長が個人面接、現場視察を通して状況を把握した上で、運営交付金の追加配分を機動的に行った。**GSC** では、省エネルギー、省資源の選択酸化プロセスの創出、クリーン燃料・燃焼排ガス浄化のための触媒開発、膜素材の高性能化による応用開拓、**3R** では、粒子分離と金属回収へと絞込んだ。特に、研究のターゲットを明確にすること及びツールの蓄積・高度化を継続することを重視して、本格研究へと発展させる。

2) 予算獲得と運用

外部資金の獲得には積極的に対応してきた結果、若手が自らの研究課題に対して資金を獲得できるようになってきた。15年度の外部資金は現時点でも執行ベースで約9.1億円と、前年比大幅に増大した14年度の約8.5億円に比べても、順調に伸びている。外部資金への応募に対して、探索段階での研究を加速し競争力を高めるため、部門として運営交付金の重点配分を行っている。

3) 人員配置と活用

- ① 本格研究の推進のための人員配置：炭化水素変換 **G**、触媒解析 **G**（平成14年度新設）、ナノ粒子 **G**（平成15年度新設）の間で人事と場所を異動し、全体を選択酸化のプロジェクトチームとして構成した。
- ② 部門内連携の推進：研究グループ間の連携・協力は部門発足当初より活発であった。平成15年度当初には部門内研究交流会を新人歓迎会と兼ねて開催した。これにより、材料合成と特性評価の研究者（ポストドク含む）との連携が進んだ。無機多孔体の合成とその吸着剤、触媒担体などへの応用などが一例である。

4) 産総研内部での連携・貢献

当研究部門の本格研究を実施するために産総研内部の連携を重視し、ユニットを超えたプロジェクトチームを編成して行く計画を進めた。例えば、環境管理研究部門とは水圏環境の保全に関する研究戦略について共同して検討を進め、触媒の実用化では生活環境系特別研究体と共同で研究開発を進めた。

5) 成果普及活動

当研究部門の成果の発信と各界の専門家との交流を深めるために平成15年度は下記の三つの発表会を主催・共催した。

- ① 第2回環境調和技術研究部門研究発表会を環境管理部門および **LCA** 研究センターの協賛を得て平成15年11月4日に東京で開催した。主題を「資源循環技術の明日を考える」として、「マイクロジグ微粒子分離技術の開発」、「使用済み無電解ニッケルめっき液のリサイクル」、「カーシュレッダーダストの剥離処理と高品質燃料化」、「非臭素系難燃性高分子材料の開発」の研究発表の他、21件のポスター発表を行った。
- ② 平成15年度産業技術総合研究所国際シンポジウム「化学物質の有効利用とリスク管理—より安全で安心な社会をめざして—」を共同企画し平成15年11月14日に東京で開催した。
- ③ 第1回グリーンサステイナブルケミストリー成果発表会を物質プロセス研究部門等と共同で企画し平成16年1月30日に東京で開催した。主題は「産総研 **GSC** 環境に優しい化学技術の新展開」であり、「産総研の **GSC** への取り組み」、「軽油のサルファーフリー化にむけた触媒技術」、「シリカライト膜を用いるバイオエタノール生産プロセスの研究」の研究発表の他、13件のポスター発表を行った。

また、部門パンフレットの改訂版を発刊（平成15年10月30日）した。ホームページによる成果発信にも努力し、産総研ホームページ優秀賞

を受賞した。また、学会等での表彰は2001年2件、2002年5件、2003年8件となっており、堅調に推移している。

外部資金：

- ・独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）委託 コプロダクションシステムのモデリングと解析（執行額：1,042千円）
- ・独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）委託 シュレツダグダストの分離・資源化システムの構築（執行額：448千円）
- ・財団法人日本国際問題研究所委託 あか剤の廃液処理実験（執行額：41,463千円）
- ・財団法人地球環境産業技術研究機構委託 プログラム方式二酸化炭素固定化・有効利用技術の開発「高分子膜によるCO₂分離技術の開発」最適システムの検討（執行額：3,666千円）
- ・財団法人住友財団2003年度環境研究助成 層状複水酸化物とのナノコンポジット化によるプラスチック難燃化の基礎研究（執行額：445千円）
- ・財団法人九州産業技術センター委託 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（高リサイクルで安価なごみ焼却灰のセメント原料化技術の開発）（執行額：527千円）
- ・財団法人ホソカワ粉体工学振興財団研究助成 近接場領域におけるナノ微粒子の動的特性に関する研究（執行額：900千円）
- ・韓国資源研究所委託 Development of Total Recycling Technologies for Waste Electric and Electronic Appliances（執行額：3,679千円）
- ・経済産業省（文部科学省）原子力試験研究委託費 核廃棄物関連金属配位性のヘテロ元素系化合物の開発（執行額：6,780千円）
- ・経済産業省（環境省）試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）エコ・アドバンスト技術による高効率環境修復・保全システムの確立（執行額：26,924千円）
- ・経済産業省（環境省）試験研究調査委託費（地球環

境保全等試験研究に係るもの）動的磁気特性を利用した排ガス処理技術の開発に関する研究（執行額：8,268千円）

- ・経済産業省（環境省）試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究（執行額：11,952千円）
- ・経済産業省中小企業産業技術研究開発委託費 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）バナナ・パイナップル繊維のパルプ技術の開発（執行額：8,370千円）
- ・経済産業省中小企業産業技術研究開発委託費 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）糖脂質型バイオサーファクタントの化粧品素材への実用化（執行額：19,748千円）
- ・環境省環科学研究費補助金 無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション化の研究（執行額：9,344千円）
- ・文部科学省科学研究費補助金 ケイ素一遷移金属錯体の合成、構造、反応性および触媒反応への応用（執行額：6,700千円）
- ・文部科学省科学技術振興調整費 国際物質循環時代のエコマテリアル化指針のうち国際技術共有可能なリサイクル・排出抑制プロセス技術及びリサイクル配慮設計技術（執行額：7,334千円）
- ・文部科学省若手任期付研究員支援（継続）感温性表面による廃水の革新的処理プロセス（執行額：14,787千円）
- ・文部科学省若手任期付研究員支援（継続）表面科学を活用する新規触媒設計手法の構築（執行額：7,633千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金 ファインポリマー技術および材料複合化技術による水素分離用耐候性無機膜の開発（執行額：6,500千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金 廃電気・電子機器リサイクルのための選択粉碎・容易分離技術の開発（執行額：5,930千円）

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業費助成金 貴金属リサイクル
のための新規金属分離回収プロセス開発（執行額：
1,535千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業費助成金 有機 EL ディスプ
レイ用燐光材料の迅速探索システム（執行額：655
千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業費助成金 ソフト化学的合成
方法による省エネルギー型ランプ用蛍光体微粒子の
開発
（執行額：90千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託 次世代化学プロセス技術開発 新固体酸触媒
プロセス技術開発 均一系触媒からのアプローチ
（執行額：10,144千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託 固体高分子形燃料電池システム技術開発事業
固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 マイク
ロチューブ型燃料電池の研究開発（執行額：12,996
千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
エネルギー・物質併産プロセス評価解析システムの
開発（執行額：30,231千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
高性能蓄熱材料による熱搬送・利用システムの研究
開発（執行額：14,662千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託 バイオマスエネルギー高効率転換技術開発/
セルロース系バイオマスを原料とする新規なエタノ
ール醗酵技術等により燃料用エタノールを製造する
技術の開発/もろみエタノールの膜濃縮技術の開発
（執行額：348,571千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
委託 革新的温暖化対策技術プログラム 高効率高
温水素分離膜の開発プロジェクト（執行額：19,440
千円）
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託 革新的温暖化対策技術プログラム 内部熱交
換による省エネ蒸留技術開発（執行額：25,773千
円）

- ・経済産業省エネルギー使用合理化技術開発委託費
ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発（執行
額：404,180千円）

発 表：誌上発表149（116）件、口頭発表336（95）件、
その他19件

エコマテリアルグループ
(Ecological Materials Group)

研究グループ長：大矢 仁史

（つくば西）

概 要：

循環型社会創生のためには、静脈技術の開発、高度
化だけではなく、動脈側の素材、製品設計も
必要である。そのために、静脈側のリサイクル、リユ
ース技術の情報収集とその環境負荷を把握し、その結
果を素材、製品設計に生かすことによって、真に環境
にやさしく、循環型社会創生に貢献できる技術開発を
行っている。

まず、静脈側の環境影響評価技術としては、おもに
廃自動車シュレッダーダストの再資源化についてのサイ
クルシステム評価を行った。また、シュレッダーダ
スト中に多く含まれるウレタンフォーム、塩ビレザー
のリサイクルシステムについても検討を行った。

動脈側の素材設計として、全エネルギー消費に対
して数%を占める民生用照明エネルギー、液晶ディス
プレー用バックライト、プラズマディスプレイに使用され
ている蛍光体の高エネルギー効率化に関して研究を行
った。新しい蛍光体開発プロセスとして液相中で粒径、
形状、結晶構造を制御することによって20%程度のエ
ネルギー効率向上が見込まれる製造方法を提案し、そ
の基礎的検討を行った。

高分子素材設計で層状複水酸化物（LHD）剥離技
術の基礎的解明と生分解性プラスチック高強度化を目
的としたナノコンポジットについての実験的検討を行
った。また、他の汎用高分子素材と薄片化層状複水酸
化物との複合化計測手法について考察した。

研究テーマ：テーマ題目10

再資源化グループ
(Materials Utilization Group)

研究グループ長：遠藤 茂寿

（つくば西）

概 要：

資源循環型社会を構築するうえでゴミ焼却の資源循
環システム化とそれに関連する要素技術の開発が不可

欠である。当研究グループでは、焼却に負荷をかけない固体廃棄物のリサイクル技術、焼却無害化技術および焼却残渣の分離・無害化・再資源化技術の開発を行う。企業などとの共同研究を通じて平成16年中に環境低負荷型焼却残渣処理システムの設計指針を構築することを目標とする。

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

粒子分離グループ

(Particle Separation Group)

研究グループ長：四元 弘毅

(つくば西)

概 要：

廃棄物や使用済み製品のリサイクルに適用する高効率・低環境負荷型粒子分離技術の開発を目的として研究を行っている。省エネルギーで、且つ廃水処理が不要な乾式分離は、リサイクル現場での需要が大きいのものの、微粒子の分離効率が低いため、その適用は粗大な粒子の分離に限定されている。湿式分離は、微粒子の分離に優れるが、湿式処理に伴う廃棄物からの有害成分の溶出や、分離に利用する化学試薬の後処理のため廃水処理が必要であり、リサイクルへの適用が見送られる傾向がある。これらの欠点を改善するため、乾式分離については微粒子対応化を図り、湿式分離については、化学試薬を用いないケミカルフリー技術を開発する。これらの改善された粒子分離技術により、リサイクルの促進に寄与する。また、粒子分離技術を応用した廃水処理等、リサイクルの周辺技術に関連した研究も実施している。

研究テーマ：テーマ題目1

金属回収グループ

(Metals Recovery Group)

研究グループ長：田中 幹也

(つくば西・つくば中央第5)

概 要：

金属循環型社会を構築するためには、省エネルギー的で、高選択的な金属分離回収技術の開発が不可欠である。当グループでは、溶媒抽出法や吸着法による精製技術、電解法や凝縮法による採取技術などの革新を達成することにより、廃棄物および鉱石からの金属回収に関する新規プロセスを提案することを目標としている。また排水中の有害金属を、酸化還元法、沈殿法、吸着法により除去することも検討している。今年度は、無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション、省エネルギー的銅電解採取、貴金属の抽出分離等について研究した。

研究テーマ：テーマ題目4

膜分離プロセス研究グループ

(Membrane Separation Processes Research Group)

研究グループ長：原谷 賢治

(つくば中央第5)

概 要：

高分子を出発原料とした膜素材の合成から製膜・評価技術の確立そして膜応用プロセスの開発と、膜分離の基礎から応用にわたる基盤研究を一貫して行うことにより「膜利用高効率エコ・プロセスの構築」に貢献することを第一の目的とする。また、膜工学研究から派生する応用技術の各種工業界へ展開を積極的におこなうことを第二の目的とする。当研究グループは第1期中に、フッ素系温室効果ガスの95%以上を回収する膜プロセスの設計、H₂/CO₂やO₂/N₂分離で、従来型分離法に比べて10%以上の省エネ化を達成できる高性能な膜の開発など、「省エネルギー的物質濃縮・分離プロセスの開発」を目標とし、新規膜素材の探索・合成および膜透過・分離機構の解析評価研究、膜利用型の高効率エコ・プロセスの設計・解析法の検討を行う。

研究テーマ：テーマ題目5

グリーンプロセスグループ

(Green Processes Group)

研究グループ長：柳下 宏

(つくば中央第5)

概 要：

環境汚染物質の排出抑制や地球温暖化防止には省エネルギー、低環境負荷の化学プロセス、エネルギー生産プロセスの開発が不可欠となっている。そこで、バイオマス等未利用資源の積極的な活用を目的として、適応可能な機能材料手法や反応分離プロセスを探索すると共に、その際に必要となる要素技術の検討を幅広く行うとともに、これらのプロセスで必要となる新しい環境調和材料や機能性分離膜の創製技術、評価技術及び、その適用技術に関して研究開発を行っている。具体的には、エタノール選択的透過性を有する高性能なシリカライト膜等を用いて、醗酵エタノールを醗酵槽から連続的・選択的に回収し、エタノールを高濃度に濃縮する基礎技術の検討、電気化学的手法による無機物を膜素材とした製膜法の開発、各種膜素材を用いた相転換法による高性能分離膜の作製、環境浄化技術への適応を目指したバイオサーファクタント（生物由来の界面活性剤）の探索・選定等を検討した。

研究テーマ：テーマ題目5

熱利用化学システムグループ

(Energy-Efficient Chemical Systems Group)

研究グループ長：中岩 勝

(つくば中央第5)

概 要：

当グループでは「省エネルギー」に関して材料技術とシステム技術を一体化した独自の視点により、自ら確保した外部資金を基本として政府の政策や企業活動を通じた持続的成長社会の形成に資する研究を行い、成果を適切な形で発信していく。具体的には化学プロセス及び化学プロセスを利用したシステムにおいて、主として熱利用に関する抜本的な省エネルギー効果を有するシリカ系またはカーボン系の新規吸着材料に係る第2種基礎研究、革新的省エネルギー蒸留技術の開発、エネルギー・物質併産（コプロダクション）システムの評価技術開発、水素分離膜等の非定常操作に関する研究を展開し、炭酸ガス排出抑制など地球環境問題の解決、化学産業等の国際競争力強化等に資する。これらの課題について企業及び大学との共同研究等を行い、新規プロジェクト等の検討への積極的な参画を進める。

研究テーマ：テーマ題目7

高圧流体プロセスグループ

(High Pressure Fluid Processes Group)

研究グループ長：大竹 勝人

(つくば中央第5)

概要：

当グループは環境に有害な有機溶媒の使用を抑制するために、高温・高圧の流体を代替溶媒とした有機溶媒フリーの新しい化学プロセスの開発を行うことを目的とする。二酸化炭素や水は、超臨界状態を含む高温・高圧状態で、有機溶媒の代替として使用できるような物性を帯びるとともに、通常の溶媒にない種々の特性を有するようになる。本研究グループでは、高温・高圧流体のこれらの特性を生かして、年間500万トン以上生産・使用されている有機溶媒の使用量の削減に貢献する、環境調和型化学プロセスの開発を長期目的とする。そのために、中期目標として現在当グループが所有する種々のシーズ技術を元にした企業との共同研究などを進めるとともに、研究遂行の上で必要な基礎物性の蓄積、シーズ技術の探索を行う。当研究グループでは、基礎物性の蓄積と応用技術の開発を通して、世界的に通用する研究を行うことを目指している。

研究テーマ：テーマ題目6

グリーンケミストリーグループ

(Green Chemistry Group)

研究グループ長：林 輝幸

(つくば中央第5)

概要：

21世紀の化学産業を、地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低減し、汚染を未然に防止する、グリーンケミ

ストリーの技術体系を実現する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応や、効率化と選択性向上の必要な反応・プロセスがまだ多く残されている。当グループは、これまでのヘテロ元素化学技術、錯体触媒技術、光化学技術、高分子化学技術等、有機化学系の諸分野のポテンシャルを併せて、化学系プロセス及び製品の環境負荷低減のために、1) グリーン触媒プロセス、2) ハロゲンフリー化学、及び3) 環境調和型機能物質技術の三技術の構築を目指した。1) グリーン触媒プロセスにおいては、酸化反応、重合及び低重合反応、フリーデルクラフツ反応、付加反応等の基本的合成反応に関して、相間移動触媒の組み合わせや、新しいプロトン酸やルイス酸、従来使われていない元素等を用いる新規触媒技術を検討するとともに、イオン性液体を用いる触媒のリサイクルを可能にする溶媒技術等を検討した。2) ハロゲンフリー化学としては、脱離基開発による、ハロゲンを用いない N-S 結合化合物の合成、ハロゲン系薬剤を用いずに従来法以上の白色度を実現する光漂白技術の開発、リンとケイ素の組み合わせや、新規難燃化機構に基づく非臭素系難燃剤の開発等を行った。一方、3) 環境調和型機能物質技術として、金属抽出のための効率的抽出剤開発や、光化学反応プロセスの探索的検討等を行った。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目3、テーマ題目17

触媒設計グループ

(Catalyst Development Group)

研究グループ長：藤谷 忠博

(つくば中央第5)

概要：

地球環境及び都市環境の保全のため、種々の燃焼器、エンジン、化学プロセスなどの効率を改善するとともに、それらから排出される環境負荷物質を除去、低減する新規技術の開発が不可欠となっている。当研究グループでは、触媒設計の観点で、NO_xを始めとする有害物質を除去するための新規触媒及び触媒システム技術を開発することを目標としている。また、当グループでは、触媒化学、表面科学、微粒子・多孔体合成の三つの手法を総合して、排気ガス中の有害成分を除去するための触媒システムの開発を行う点で世界的にもユニークなグループである。平成15年度には、革新的技術開発の基礎となる新規触媒、触媒材料を探索するとともに、触媒と多機能を複合した浄化システムの基礎となるデータを得ることを目的とする。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目18

触媒解析グループ

(Catalyst Analysis Group)

研究グループ長：大山 茂生

(つくば中央第5)

(つくば西)

概要：

当グループは、米国バージニア工科大学のテッド大山教授をグループリーダーとして招聘することにより、21世紀における触媒研究方法論の新しい潮流と産総研における触媒研究の連携を作るべく、平成14年5月に設立した。当グループでは、化学プロセスの中で20%以上のシェアを有する選択酸化反応を対象に、特に、従来困難であった気相酸素を用いたプロピレンの直接エポキシ化反応に重点をおいて、新規触媒系の研究開発を行っている。また、新規触媒系の系統的な探索研究を目指して、反応下での触媒構造・物性解析手法の開発を行っている。本年度は、新たに常勤職員1名が加入し、探索対象を広げて触媒探索を実施した。その結果、新規触媒系として2核チタン錯体触媒系など有望な触媒系を見出した。

研究テーマ：テーマ題目19

クリーン燃料グループ

(Hydrotreating Catalysis Group)

研究グループ長：葭村 雄二

(つくば中央第5)

概要：

各種輸送機関等から大気中に放出される有害物質を大幅に低減するためには、環境に優しいクリーンな輸送用燃料（内燃機関用）を製造する触媒技術の開発が緊急の課題であり、中長期的には燃料電池車用燃料（水素源）製造に向けた石油系燃料の超クリーン化技術の開発が望まれている。当研究グループでは、環境触媒の重点研究課題である「軽油の超クリーン化触媒の開発」を実施するにあたり、石油精製業界や触媒会社との共同研究を通じて平成16年中に超低硫黄の軽油（S<10ppm）、及び燃料電池用超低硫黄のガソリン基材（S<1ppm、後段の吸着脱硫処理後の S~数 ppb）を製造できる次世代型精製触媒を開発することを目標とする。また、当重点課題の基盤をなす要素技術として触媒精密調製技術、及び放射光等を利用した触媒の working 状態における in situ 構造解析技術を新規に構築し、精製触媒の高性能化・長寿命化対策に資する。更に、環境に優しいクリーンな燃料を製造するための新規触媒技術（応用技術～基盤技術）の構築は世界共通の課題であるため、得られた先導的研究成果を我が国のみでなく、国際共同研究等を通して海外にも積極的に発信する。

研究テーマ：テーマ題目8

炭化水素変換グループ

(Hydrocarbon Conversion Catalysis Group)

研究グループ長：村田 和久

概要：

石油、天然ガス、メタンハイドレート、あるいはバイオマスなどから得られる「炭化水素」を化学工業原料やクリーンな燃料に変換する新プロセスの開発及び既存プロセスの効率化、省エネルギー化は、化学物質によるリスク削減のためのグリーンプロセス技術、及び地球温暖化対策技術として重要である。当グループでは、芳香族系あるいは脂肪族系炭化水素から水素、オレフィン、含酸素化合物等の有用物質を製造するための基盤技術の確立を目的として、平成16年度中に炭化水素などの分解や改質、CO シフト反応、脱水素反応、選択酸化反応などに用いる高性能触媒系の開発を目指す。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目19

ナノ粒子触媒グループ

(Nanoparticle Catalysis Group)

研究グループ長：坪田 年

(つくば西)

概要：

当グループは、関西センターから移動した構成員により、平成15年度に新設された。触媒解析グループと密接な連携を取りつつ、主な研究対象を金ナノ粒子触媒（金ナノ粒子が酸化物に高分散担持された触媒）とした環境調和型触媒の研究開発を行っている。金ナノ粒子触媒は他の貴金属触媒とは異なり、金と酸化物の接合界面で分子状の酸素が活性化できるため、触媒機能は、1) 金ナノ粒子の粒径、2) 金ナノ粒子の形状、3) 担体酸化物の種類、によって制御可能である。この特徴を生かして、気相酸素によるプロピレンの直接エポキシ化反応と常温作動する環境浄化用いる高性能触媒系の開発を行っている。本年度は研究室の移動に伴う研究インフラの整備を行うとともに、それぞれの触媒系での性能向上を図った。

研究テーマ：テーマ題目19

[テーマ題目1] 粒子分離技術の高度化（運営費交付金、経産省委託費）

[研究代表者] 四元 弘毅（環境調和技術研究部門粒子分離グループ）

[研究担当者] 四元 弘毅、大木 達也、石田 尚之（職員3名、他1名）

[研究内容]

乾式分離では、風力選別機内の気流と粒子の挙動を数値シミュレーションと実験により解析し、微粒子の分離効率低下の原因を探索した。管内を流れる気流においては、管壁近傍では気流の摩擦によって流速が低下するため、中心軸で流速が一番大きく、管壁に近づくに従って流速が小さくなるという流速分布が生じる。風力選別機

内でも同様の流速分布が生じるが、これは選別機内のどの位置にあるかで粒子が気流から受ける抗力が異なることを意味し、微粒子においてはこの差が無視し得なくなるのが、分離効率低下の主な原因であると推定するに至った。この問題を回避するため、流速分布の存在を前提とした上で、選別機内で粒子の選別を自動的に繰り返す工夫をした選別機を考案した。0.3mm のジルコニアとガラスの球状モデル粒子を用いて新型選別機の実験性能を検証した結果、従来の選別機に対して分離効率が12%以上向上し、98%の分離効率で分離できることが確認できた。この試作機は、粒子の挙動が容易に観察できるよう、透明なアクリル樹脂で製造したが、摩擦によって生じる静電気が微粒子の挙動に与える影響が大きく、このような微粒子の乾式選別では、何らかの静電対策が必要であることを確認した。

ケミカルフリー微粒子分離では、加振力1.3kN の高加振力マイクロジグ駆動試験装置により、高加速度振動場における粒子運動解析を行った。振動が高加速度になるのに伴い粒子の沈降速度は遅くなり、また、同一加速度であれば低周波数・高振幅時の方がこの傾向が顕著となることが明らかとなった。しかし、振動加速度の増大に伴ってキャビテーション等による気泡が発生し、10~20 μm 微粒子の運動制御は困難となることが判明した。マイクロジグは当初、比重分離が沈降速度差分離である原則に基づき、重力と対抗する鉛直方向の振動付与による沈降速度制御を目指した。しかし、振動が粒子に及ぼす力を重力に比べて十分大きくするには、キャビテーション等の問題を克服しなければならない。そこで、この問題を回避するため、重力の影響を受けない水平方向に揺動振動を付与し、キャビテーション等の発生しない比較的低下加速度領域でも、微粒子を比重別に搬送できる方法を考案した。数値解析の結果、揺動により0.1G 程度の正味の粒子加速度を達成できれば、10 μm 粒子の分離が可能との見通しを得た。

ケミカルフリー油水分離においては、繊維状固体に感温性分子を固定した油水分離材を試作し、その油水分離性能を確認した。繊維状固体にはガラス繊維を用い、その表面に感温性分子である N-イソプロピルアクリルアミドを、メチレンビスアクリルアミドで架橋した網目構造を作成し、油水分離材とした。モデル平板を用いた実験では、この表面は40℃において油微粒子を引き付け、25℃では退けることがわかっている。ガラス製のカラムにこの分離材を充填し、カラム内を所定の温度に保った所に、ドデカン200ppm を水に乳化分散したモデル廃水を流した。

その結果、40℃において油は分離材に吸着し、処理水中に残留する油の濃度は排出基準値の5ppm 以下となった。よって、油水分離材はこの温度において、実用的に十分な分離性能を持つことを確認した。これに対し、25℃では油は分離材にほとんど吸着しないことがわかっ

た。これらのことは、この分離材が温度による油の捕捉・放出制御機能を持つことを示す。次年度以降、この分離材を用いた油水分離プロセスおよび油回収プロセスを構築していく。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】気流選別、マイクロジグ、感温性表面

【テーマ題目2】炭化水素脱水素用の高性能触媒の開発 (運営費交付金)

【研究代表者】村田 和久（環境調和技术研究部門炭化水素変換グループ）

【研究担当者】村田 和久、斉藤 昌弘、高原 功、稲葉 仁（職員4名）

【研究内容】

石油、天然ガス、メタンハイドレート、あるいはバイオマスなどから得られる「炭化水素」を化学工業原料やクリーンな燃料に変換する新プロセスの開発及び既存プロセスの効率化、省エネルギー化は、化学物質によるリスクの削減、及び地球温暖化対策にとって重要な課題である。当グループでは、炭化水素から水素、オレフィン等の有用物質を製造するための基盤技術の確立を目的として、平成14年度は炭化水素の脱水素反応に対して、耐コーク性の向上や高スチーム条件下でも活性が持続する触媒開発の指針を得ることを目的とした。

Fe_2O_3 (10wt%)/ Al_2O_3 触媒上への炭素析出を酸素処理により除去した場合の触媒活性の回復について調べたところ、823K での酸素処理により、触媒活性がほぼ回復することが明らかになった。また、 Fe_2O_3 / Al_2O_3 触媒への添加物の効果を調べたところ、Ca、K が触媒上への炭素析出を少し減少させることが明らかになった。

CO_2 共存下でのエチルベンゼン (EB) の脱水素反応プロセス (生成物の蒸留部分を除く) の全工程について、経済性と CO_2 排出量を評価した。プロセス評価の設定条件は次の通り：①プラント能力 200,000t-SM/年、② CO_2 /EB 比=4or7.9、SM 収率=67%、SM 選択率=97%、③ CO_2 を循環するケース (循環のための純酸素燃焼を含む) 及び④ CO_2 を他のプロセス (例えば、水蒸気改質プロセス) より供給し、循環せず廃棄するケースを想定した。 CO_2 /EB 比を4として、 CO_2 を循環しないケースが経済性に優れていた。このケースでは、現行のスチームプロセスに比べて、スチレン製造コストは少し低く、また、 CO_2 排出量が約1/5になることが示唆された。

エタン脱水素触媒の非クロム化を目指して、 CO_2 共存下 V_2O_5 系触媒を検討した。①担体は ZrO_2 が好ましい、② CO_2 共存下の方が Ar 中よりエタン転化率が高く、経時変化も少ない、③ CO_2 共存下の方が Ar 中より炭素質の析出が少ない、などが明らかになった。 Cr_2O_3 / SiO_2 と比較すると V_2O_5 / ZrO_2 の初期活性は66%程度であるが、経時変化が少ないため、8時間後には Cr_2O_3 / SiO_2 系の85%まで近づくことが分かった。プロパン脱水素反応用

非 Cr 系触媒として、Ga₂O₃/Al₂O₃系触媒について検討した。この触媒では、プロピレン収率は Cr 系の1/2程度であったが、反応時間5時間程度まで、触媒活性の上昇が認められた。これは、触媒中の Ga₂O₃の還元によるものと推察した。また、Ca、Sr、Ba などの添加により、プロピレンの選択性の向上と炭素析出の減少が認められた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、炭化水素、脱水素、非金属触媒、プロセス設計

【テーマ題目3】ハロゲンフリー化学の研究開発（運営費交付金、産総研委託費）

【研究代表者】林 輝幸（環境調和技術研究部門グリーンケミストリーグループ）

【研究担当者】林 輝幸、小林 敏明、大内秋比古、清水 政男、魚住 俊也（職員5名、他3名）

【研究内容】

1) 研究目的

ハロゲンは安価で反応性が高く、化学工業で多用されているが、有機ハロゲン化合物の毒性や、焼却時にダイオキシンの発生原因となることから、その代替が広く求められている。本研究では、ハロゲンや有機ハロゲン化合物を用いるファインケミカルズ合成反応、亜塩素酸ナトリウムを用いるセルロース系天然高分子材料の漂白法、臭素系化合物を用いる高分子難燃化法について、ハロゲン（化合物）を用いない方法の開発を目指す。

2) 研究手段・方法論

ファインケミカルズ合成では、有機ハロゲン化合物を用いない反応経路や、非ハロゲン系の脱離基の開発を行う。セルロース系天然高分子材料の漂白においては、非ハロゲン系の薬剤と光照射を組み合わせた、新しい漂白技術を開発する。非臭素系難燃化技術の開発では、ポリカーボネートや ABS 樹脂に有効な新しい難燃剤、難燃化技術の開発を行う。

3) 年度進捗

窒素-硫黄結合を有するスルフェンアミド類は、抗菌剤等の生理活性物質として注目されているが、従来、塩素由来の塩化スルフェニル化合物を出発原料として用いて合成されている。本研究では、塩化スルフェニル化合物を用いない合成法の検討を進め、酸塩化物を用いることなく合成された N-アシルスルフェンアミド類に対するアミン類の置換反応によって高収率で N-置換スルフェンアミド類が合成でき、この方法は非対称ジスルフィド類合成にも応用できた。さらに、スルフェニル化剤として開発した N-スルフェニル複素環化合物の反応性向上にも成功した。

10種類のケイ素化合物を用いた綿布の還元漂白について検討を行ったが従来法を上回る漂白効果は得られなかった。一方、過炭酸ナトリウム水溶液を用いる光漂白における経済性の改善について、ブラックライトを用いる方法を検討し、従来法以上の漂白効果を、従来法の21%のエネルギーで得ることができた。また、水素化ホウ素ナトリウムを用いる漂白反応機構についてモデル化合物を用いた検討を行い、着色物質のπ電子系の切断だけではなく炭素-炭素結合の切断も起こっていることを見出した。

ハロゲン化合物を用いずにポリマーの難燃性を高める方法として、カーボネート構造を有するポリスチレン樹脂を、ポリ(*p*-ヒドロキシスチレン)のフェノキシカルボニル化、または *p*-フェノキシカルボニルオキシスチレンの重合により合成し、UL-94法で難燃性を評価した結果、たれはほとんど見られず、著しく難燃性が向上した。さらにシリコン含有ポリカーボネートやリン酸エステルを含むポリスチレンを混ぜた樹脂は、V-1レベル（30秒以内にたれなく消炎）の難燃性を示した。

縮合性樹脂については、混練できるリン化合物を二種類見出し、難燃剤と組み合わせることにより、樹脂物性を損なわずに臭素系難燃剤使用とほぼ同程度の難燃性である V-0（10秒以内に消炎）を達成した。

ABS 樹脂については、有機ケイ素化合物と有機リン化合物をヒドロシル化反応により結合させた難燃剤について検討したが、難燃性の向上は見られなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】複素環化合物合成、光漂白、酸化漂白、還元漂白、難燃剤、ポリスチレン、ABS樹脂

【テーマ題目4】有価金属回収技術の高度化（運営費交付金、環境省科研費、経産省委託費、NEDO 助成金）

【研究代表者】田中 幹也（環境調和技術研究部門金属回収グループ）

【研究担当者】田中 幹也、品川 俊一、小山 和也、成田 弘一、M. S. Alam（職員4名、他1名）

【研究内容】

(1) 無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション：使用済み無電解ニッケルめっき液中のニッケルを、LIX84I を用いた溶媒抽出法により分離回収する研究の一環として、弱酸性溶液からの Ni(II) イオンの抽出（正抽出）および硫酸による同イオンの逆抽出において、有機相に添加剤を加えてその速度を向上させることを検討した。縦振とうに

よる抽出速度の測定結果から、酸性有機リン化合物を添加することにより、正および逆抽出が大きく加速されることがわかった。この結果に基づいて、有機相への PC88A の添加が定常状態におけるニッケルの回収率におよぼす効果を、上下動式カラム連続抽出装置およびミキサーセトラー連続抽出装置を用いて調べた。その結果、20体積%LIX84I に2体積%の PC88A を添加すると、20体積%LIX84I 単独使用のときよりも、大幅に抽出率が向上することが両装置とも確認できた。同混合抽出剤を用いたときにおける諸因子の影響も調べたところ、抽出率の向上には、温度の上昇、pH の増加および水相送液速度の抑制が両装置とも有効であった。また、上下動式カラム連続抽出装置では上下運動幅の増加、ミキサーセトラー連続抽出装置では段数の増加も有効であることがわかった。また、ミキサーセトラー連続抽出装置を用いた2kmol m⁻³硫酸による逆抽出では、温度の上昇および段数の増加が、その効率向上に有効であった。

- (2) 省エネ型銅電解採取：アノードにおいて熱力学的に予想される反応のうち、約0V（標準水素電極基準）での1価銅イオンの酸化反応及び1.1Vでの酸素発生反応が確認できた。この結果をもとにバッチ式電解を行い、電流効率が100%に達することを示した。さらに隔膜電解を想定した給排液電解に関して反応モデルの構築を行い、給排液系において、低電位を維持しながらの溶液組成の制御の可能性を明らかにした。
- (3) 貴金属の抽出分離：新規に合成したアミド化合物の中で、*N,N*-ジメチル-*N,N'*-ジ-*n*-オクチルーチオジグリコールアミド (MOTDA) がパラジウムに対し非常に優れた抽出剤であることを見出した。MOTDA を用いるとパラジウムの迅速な抽出が可能であり、他の白金族金属及びベースメタルからの分離にも優れている。また含浸繊維には、カボック繊維を主成分とする天然系親油性繊維が最適であることがわかった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 無電解ニッケルめっき、溶媒抽出、銅電解、貴金属

【テーマ題目5】 環境調和型化学プロセスの設計と分離膜の創製（運営費交付金、経済産業省委託費、NEDO 委託、グリーンプロセスグループと共同研究）

【研究代表者】 原谷 賢治（環境調和技術研究部門 膜分離プロセス研究グループ）

【研究担当者】 原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎、内丸 祐子、須田 洋幸、柳下 宏、池上 徹、根岸 秀之

（職員8名、他3名）

【研究内容】

① 新規分離膜の創製研究

- (1) 空気分離膜（空気からの酸素分離膜）：分子ふるい炭素膜をベースに金属元素を導入して分離性能の向上および高速化の検討を行った。O₂/N₂分離係数として40以上（世界最高）を示す銀含有炭素膜の作製に成功した。また、前駆体として一価と二価の金属交換体スルホン酸ポリフェニレンオキシドを用いた炭素膜で、分子レベルの空孔を形成して O₂透過の高速化を図ることを試み、O₂透過性を10⁴の幅で変化させることができた。これら金属含有炭素膜の製法の再現性向上と中空糸膜への展開を行っており、ミニモジュール化の検討も開始した。
- (2) 耐熱性水素分離膜：分子ふるい炭素膜の二番目のターゲットを水素分離におき、分離性能の向上を目指して炭素中への金属の導入を検討している。鉄成分を導入した炭素膜においては、その選択的透過バリア効果により、また、Pd 微粒子を導入した炭素膜では、その大きな水素溶解性により、H₂/CO₂、CO、N₂等の分離性能が向上した。

さらに、耐熱性・耐水蒸気性の水素分離膜の創製を目指して、非酸素系の架橋結合を生じさせたポリカルボシラン前駆体を調製し、その熱分解によって SiC 系分離膜を作製した。塗布および熱分解条件等の選択によって、水素透過分離特性の向上が可能であり、例えば、H₂透過速度 = 1×10⁻⁸ [mol/m² sec Pa]、H₂/CO 透過速度比 = 100以上（SiC 系膜としては世界最高）の優れた水素選択透過性能を有する膜の作製に目途を得た。

② プロセス化の検討

- (1) 発酵エタノールの浸透気化膜分離法の開発：当研究グループオリジナルのシリカライト膜は分離係数が100前後のアルコール選択透過性を示し、発酵エタノールの浸透気化分離プロセスへの応用が期待できる。実用的なシリカライト膜の製法研究として多孔質ステンレスチューブ上に泳動電着法により種結晶を簡便にかつ均一に塗布する方法を確立した。

発酵エタノールの分離・濃縮を行った場合、解決すべき課題として、エタノール/水系とは異なり、膜透過流速及び分離係数が大きく低下する問題があった。主な原因は、発酵副産物の有機酸（特にコハク酸）がシリカライト膜表面に吸着し、膜の疎水性が失われるためであることを明らかにした。それを回避する方法としてシリコンゴムでシリカライト膜表面を均一かつ全面的に覆って試験した。結果は発酵エタノール液でも膜性能の低下を防止でき、9%エタノールを74%に濃縮して回収することが可能であった。さらに、ガソリン添加剤として利用することを想定し、浸透気化分離とモレキュラーシーブに

よる脱水用吸着カラムを接続した試験を行った。その結果9%エタノール発酵液から、共沸点を越える97%エタノールを回収することができた。

- (2) 環境負荷ガスの分離・回収：温暖化係数の非常に大きい PFC (Perfluoro compound) ガスの分離・回収に適した分離膜の製法とプロセス設計を検討している。試作した6FDA-BAAF ポリイミドの中空糸膜の25℃での N_2/CF_4 理想分離係数 (ISF) は250と、市販膜を大きく上回る分離性能を示した。 SF_6 の回収をモデルケースにしたプロセス設計の検討から、ISF=200の膜で1%濃度の SF_6 を98%回収する場合の所要エネルギーは約0.28kWh/molで、この電力コストは SF_6 の市販価格の1%以下であり、膜法での SF_6 回収は経済性が十分あることを明らかにした。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 省エネルギー膜分離プロセス、水素分離、バイオエタノール分離

[テーマ題目6] 超臨界流体を利用する材料合成法の開拓 (運営費交付金、経済産業省委託費)

[研究代表者] 大竹 勝人 (環境調和技術研究部門高圧流体プロセスグループ)

[研究担当者] 大竹 勝人、菅田 孟、中澤 宣明、依田 智、竹林 良宏 (職員5名、他1名)

[研究内容]

環境に有害な有機溶媒の使用を抑制するために、有機溶媒フリーの新しい化学プロセスの開発を行うことを目的とする。

二酸化炭素や水は超臨界状態を含む高温高圧状態で通常の溶媒にない種々の特性を有している。本研究では、これらの特性を生かして、年間500万トン以上生産されている有機溶媒の使用量の削減に貢献する、環境調和型化学プロセスの開発を長期目的とする。そのために、中期目標として現在当グループが所有する種々のシーズ技術を元にした企業との共同研究などを進めるとともに、研究遂行の上で必要な基礎物性の蓄積、シーズ技術の探索を行う。当研究グループでは、基礎物性の蓄積と応用技術の開発を通して、世界的に通用する研究を行うことを目指している。

今年度は、昨年度に引き続き有機無機複合材料の新規合成・構造制御法の開発 (膜分離グループとの共同研究)、高温高圧メタノール中でのメチル化反応の検討、高圧二酸化炭素中での重合反応の検討 (企業との共同研究)、および高圧二酸化炭素によるエネルギー物質の微粒化プロセスの開発 (爆発安全センターおよび企業との共同研究)を行った。

有機無機複合材料の新規合成・構造制御法の開発では、昨年度に引き続き、ポリイミド膜への貴金属微粒子の含

浸において、粒径制御を試みた。その結果、含浸条件は同じでも、減圧に要する時間が長いほど、貴金属微粒子が凝集した状態をとることがわかった。このことは、減圧時間を調整することにより分散する金属微粒子の粒径を制御できることを示している。今後、中空糸膜への含浸や、金属含浸量と気体透過特性の関連などを検討する予定である。

高温高圧メタノール中では、フェノールなどの芳香族化合物の環メチル化が、無触媒で進行することが知られており、これを利用した化学プロセスの検討も行われているが、反応機構については未知な部分が多い。そこで、超臨界メタノール中に於ける環メチル化反応の反応機構について検討した。その結果、従来はフリーデルクラフツ反応であると思われていたものが、フェノール性水酸基の触媒的作用による自己触媒反応であることが明らかになった。

安全性や、環境適合性に優れた二酸化炭素 (CO_2) を重合溶媒として用い、界面活性剤を用いない新規 CO_2 分散重合法により、新規水溶解型粉体樹脂を合成するとともに、粉体樹脂への水平展開を含めた CO_2 分散重合システムの構築を検討した。その結果、生成する高分子のガラス転移点の調整と分子量の調整が可能とであることがわかった。生成する高分子微粒粉体が特殊なコア-シェル構造を持つことも明らかとなり、現在、この応用の方法を検討中である。また、ポリプロピレングリコールモノアクリレートが、フッ素系高分子界面活性剤の代替になる可能性も明らかになってきており、これに関しては、今後応用面での展開を検討する予定である。

エネルギー物質は一般に火薬に使われることが多いが、その微粒化工程において多量の有機溶媒を使用するとともに、微粒化限界が10 μm 程度である。そこで、 CO_2 を用いた RDX の微粒化・球状化技術 (目標平均粒子径1~5 μm) の確立と、それによる鈍感化を検討した。種々の微粒化方法を比較検討し、Aerosol Solvent Extraction System (ASES) 法による微粒化を選択した。窓付き高圧セルを作成し、種々の条件下に於ける微粒子の生成を検討した。その結果、粒径分布等に改善の余地があるものの、球形微粒子の作成が可能であることが確認された。また、これまでに報告例のない針状粒子の形成も確認された。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 高温高圧流体、超臨界流体、代替溶媒、環境調和化学プロセス

[テーマ題目7] 革新的熱利用プロセスの設計・開拓 (運営費交付金、経済産業省委託、NEDO 委託、戦略的創造研究推進事業等)

[研究代表者] 中岩 勝 (環境調和技術研究部門熱利用化学システム研究グループ)

〔研究担当者〕 中岩 勝、秋谷 鷹二、大森 隆夫、
遠藤 明、山本 拓司、黄 克謹、
稲木 由紀、岩壁 幸市、朱 玉山、
Audun Rosjorde、Yu Weifang、
徳橋 頼子、下村真理江
(職員5名、他8名)

〔研究内容〕

本研究は、エネルギー材料の創成と応用に関する研究と、省エネルギープロセスの解析とシステム化に関する研究により構成される。まず、エネルギー材料の創成と応用に関する研究では、熱輸送・利用システムのための高性能蓄熱材開発として、蓄熱密度を格段に向上させると共にシステム用途に最適化した材料の検討を行った。昨年度までの研究により、溶媒揮発法により合成した細孔径2nm程度のメソポーラスシリカが材料としてふさわしいことがわかっているが、蓄熱密度は細孔容積で決められてしまうため、さらなる蓄熱密度増大のために、より大きな細孔径を持つメソポーラスシリカを適度に親水化することにより操作圧力範囲において吸着スイング量の最大化を行うことを検討した。その結果、蓄熱容量(密度)、耐久性の観点から最もすぐれた蓄熱材を見出し、細孔径を最適化することにより目標蓄熱密度1100kJ/kgを実現する蓄熱材の合成に成功した。また、これとは別に、圧力・温度スイング吸着用の気体分離材として適した細孔特性を有するカーボングル微粒子を製作し、その吸着機構を検討した。具体的にはカーボングル微粒子の表面に存在するナノ細孔の孔径を、微粒子の合成条件を変えることで制御する方法を確立し、具体的にはカーボングル微粒子の表面に存在するナノ細孔の孔径を微細粒子の細孔特性が気体分子の選択的吸着性に及ぼす影響を解明した。

他方、省エネルギープロセスの解析とシステム化に関する研究は内部熱交換型蒸留塔(Heat Integrated Distillation Column、略称HIDiC)に関する研究、エネルギー・物質併産プロセス評価解析システムの開発、コプロダクションシステムのモデリングと解析、高温水素分離膜のシミュレーションの4課題で構成される。HIDiCに関する研究では、3成分以上の多成分系の蒸留分離において、定常運転時における完全混合型のHIDiCの挙動を解明するため、通常の蒸留塔シミュレーションに用いられるトリダイアゴナルマトリクス法を発展させたシミュレータを開発した。これにより濃縮部・回収部とも理論段数の制限のないシミュレーションが可能となり、3成分系混合物を例に還流比、圧縮比、伝熱面積などをパラメータとする定常状態モデルの特性を明らかにした。エネルギー・物質併産プロセス評価解析システムの開発では、前年度作成したプロトタイプIソフトウェアの主要プログラム(熱ピンチ解析、物質ピンチ解析)の基本機能と熱物質同時解析のアルゴリズムをさらに検討し、トータルコストの最小化、コプロボ

セスが固定負荷で運転していると仮定したときの物質ピンチ解析、物質利用に関してコプロプロセスの負荷をパラメータとしてトータルコストの最小化等下記の機能をプロトタイプIIとしてプログラム化した。作成したプログラムによりガス化プロセス、ドライアイス製造プロセス、鉄カーバイト利用プロセスを対象に統合ピンチ解析を実施し、それぞれの省エネ効果等を明らかにした。コプロダクションシステムのモデリングと解析では、コプロダクションシステムの要素技術である基本的な化学反応や熱変換システムの現象論に基づくモデル化を行い、定常基本特性、動的な基本特性等を明らかにした。具体的にはコプロダクションによるエネルギー・物質併産のシナジー効果を定量化するために混合溶液を分離し高濃度製品を生産しつつ高温蒸気を発生させるプロセスについて、石油化学工業の典型的な製品であるベンゼン/トルエン系混合物を例に適切な操作圧力設定により、効率改善が可能であることを示した。このプロセスは、サブシステムに分解して考えるならば溶液分離と昇温による熱供給を同時に行うコプロダクションシステムと考えることができる。その効率は、熱力学の第一法則および第二法則から、2つのサブシステムの統一的な解析により定量化可能である。本研究では、このプロセスのコプロダクションとしての効率をエクセルギーの観点から明らかにした。また従来の蒸留塔に対する比較を行い、その優位性を検討した。高温水素分離膜の研究に関して、膜モジュール設計一環として、反応器形式並びに操作法の選定及び最適化に必要な膜反応器をモデル化し、非線形化学システムとしての膜反応器の挙動をシミュレーションにより明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 省エネルギー、吸着、蒸留、反応工学、メソポーラスシリカ、カーボングル、ナノテクノロジー、内部熱交換型蒸留、水素分離膜、気体分離、調湿、コプロダクション、ソフトウェア、最適化

〔テーマ題目8〕 軽油の超クリーン化触媒の開発(運営費交付金)

〔研究代表者〕 葭村 雄二(環境調和技术研究部門クリーン燃料グループ)

〔研究担当者〕 葭村 雄二、鳥羽 誠、阪東 恭子、松林 信行(併任)、今村 元泰(併任)
(職員3(併任2)名、他6名)

〔研究内容〕

(研究目的、手段等)

平成16年中に軽油のサルファーフリー化(S<10ppm)と低多環芳香族化(多環芳香族量1wt%未満)を同時に達成し、しかも温和な反応条件下で機能する新規な耐硫酸性貴金属触媒(許容硫酸濃度<2000ppm)を開発することを目標としており、本年度は、軽油中の硫黄量を

20ppm 以下、多環芳香族量を1%以下に低減し、しかも高沸点留分の低減も合わせて可能にする Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒の長寿命化設計を行う。また、同開発触媒の工業化に向けて重要となる成形体化触媒、Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト-Al₂O₃触媒の調製法の検討を行う。更に、硫化水素/水素雰囲気下およびチオフェン脱硫反応条件下での担持貴金属触媒の in-situ XAFS 解析を行い、ナノサイズの貴金属粒子の硫黄被毒挙動、及びその挙動に及ぼす触媒担体 (USY ゼオライト、Al₂O₃、SiO₂等) の影響を明らかにする。上記 Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒に比べ、Pd-Pt/TiO₂触媒では、貴金属表面積基準で約3倍の脱硫活性を有することが当グループで見出している。このため、貴金属担持触媒の更なる高性能化 (HDS 選択性の強化) を目指して、各種試作チタニア担体を用いた Pd-Pt/TiO₂触媒についても検討し、担体の構造や貴金属原料及び貴金属担持法等が触媒の性能に及ぼす影響を明らかにする。

(年度進捗)

1) 耐硫黄性貴金属触媒の開発

本年度は、当グループで開発した Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒 (Pd+Pt=1.2wt%、Pd/Pt 原子比=4/1、Yb=5wt%、SiO₂/Al₂O₃=13.9 (元素分析)) による現行軽油 (S<500ppm、芳香族~30%) の品質改善性能確認を行い、反応温度=300℃、圧力=4.9MPa、LHSV=2h⁻¹、H₂/Oil=500NL/L 下で、従来型硫化物触媒より、約40~50℃低温で、S-free 化と芳香族低減を達成できた。また、(i)Yb の添加により、Pd-Pt 相の凝集が防止され、活性低下に繋がる PtSx 相の表面偏析が抑制されること、(ii)Yb 種の安定化には、USY ゼオライト中の格子外アルミナ (extra-framework Al) が不可欠であること、(iii)Pd、Pt の耐硫黄性向上には適量の Cl が必要であること、(iv) (Pd、Pt、Yb) 系の含浸水溶液の pH は、Pd-Pt の合金構造 (あるいは積層構造) を支配する最も重要な因子である等が、新たに明らかとなった。今後、水素化深度の制御に向けた検討を行うとともに、LCO 等の軽油基材化の検討も併せて行う。

長寿命性 (企業との共同研究による2300h のパイロットプラント評価) が確認された開発触媒によるサルファーフリー・低芳香族軽油製造の経済性評価 (規模: 25,000パーレル/通油日) を行った。試算の結果、現行軽油からのクリーン軽油 (サルファーフリー・低芳香族) の製造に係るコストアップは、約1.7~1.8円/リットルであり、EU で実績のある貴金属触媒利用技術よりも経済性を有していることが判明した。

2) 放射光等を利用した触媒の working 状態における構造解析技術

Pd-Pt 合金相の硫化挙動や耐硫黄性に及ぼす担体

種 (USY、SiO₂、Al₂O₃) や貴金属ナノ粒子径の影響を、FT-IR、ex situ XAFS 及び in situ XAFS 法により解析した。in situ XAFS 解析により、固体酸性の強い USY 担体の場合、Pt が合金表面に偏析し易く、PtSx rich な表面層の形成に繋がり易いことが示唆された。触媒性能評価実験から、この相分離が活性低下に繋がることを確認した。また、Yb の添加は、Pt 相の表面偏析の抑制に繋がるということが XAFS 解析で示唆され、触媒性能評価実験から確認された。SiO₂と Al₂O₃担体上の合金構造には類似性が見られるものの、表面~バルク硫化挙動が貴金属の粒子径にも強く依存することがわかった。各触媒の脱硫反応条件下 (高温高压液相条件下) の挙動を解明するため、今後モデル油を用いた流通式高温高压液相反応条件下での in situ XAFS 解析を行う。

3) 触媒精密調製技術

Pd-Pt 系担持触媒では、TiO₂担体が Yb-USY ゼオライト担体に比べ高い脱硫 (HDS) 選択性を示すことを見出している。そこで、超深度脱硫触媒用担体として、予め調製法や原料と物性の相関関係について検討を行ったチタニア中から、比表面積や細孔分布の異なる数種類のゾル・ゲル法により調製した担体を選別して、Pd-Pt/チタニア触媒 (Pd/Pt=4) を調製した。CO 吸着により求めた還元後の金属の分散度はほぼ担体の比表面積に比例して高くなる傾向が見られた。水素化 (HYD) 活性は、還元-硫化処理後の分散度基準でゾル・ゲル法 TiO₂は市販 TiO₂に比べ、約0.8~4.4倍の TOF 値を示した。生成したデカリン異性体比から金属が高分散な触媒ほど trans 体が多く生成し、金属粒子表面がよりパラジウム的事実であることが示唆された。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] クリーン軽油、貴金属触媒、耐硫黄性、in situ XAFS、放射光利用、ゾル・ゲル法

[テーマ題目9] 次世代燃焼排ガス浄化触媒の探索 (運営費交付金)

[研究代表者] 藤谷 忠博 (環境調和技術研究部門触媒設計グループ)

[研究担当者] 浜田 秀昭、金田一嘉昭、菊川 伸行、藤谷 忠博、羽田 政明、中村 功 (職員6名、他4名)

[研究内容]

本研究では、NOx 問題を抜本的に解決するための新規 NOx 除去触媒技術開発の目途をつけることを目標とする。特に、理想的な技術であるが実用触媒開発の目処が立っていない NO 直接分解について、実用化へのブレークスルーを図り、共存酸素濃度1%以上の条件下で分解率50%以上の触媒を見出す。また、還元剤を使用す

る NO 還元法についても、ディーゼルやボイラー排ガス等の実排ガス条件下において NO_x を50%以上低減できる触媒を見出す。本研究では、従来世界的にもほとんど試みられていない表面科学的手法を実用触媒開発に応用するために NO 除去触媒を例にとって行うことを特徴としており、この新しい方法論を開拓することも大きな研究目標である。なお、当研究グループは、炭化水素による選択還元触媒に関して世界で最初にアルミナ等の酸化物系触媒を見出した実績があり、その後も一貫して NO_x 研究を続けてきている。

1) NO 直接分解触媒の研究

① 表面科学的手法によるアプローチ

電子的な特性や表面構造を変化させるアルカリ金属の添加による NO 分解への影響を銅単結晶表面を用いて検討した。K/Cu(111)表面上に110K および320K で NO を露出した後、XPS を用いて表面分析を行った。110K で NO を露出した場合、清浄な Cu(111)表面上において、吸着 NO および原子状酸素が共に認められ、Cu 上で NO 解離反応が進行することが示された。カリウムを蒸着した表面では、NO 解離活性に顕著な違いは認められなかったが、吸着 NO 量は大きく増加した。一方、NO 露出温度が320K の場合、清浄な Cu(111)表面上では酸素種は観察されず、NO の吸着および解離は起こっていないことがわかる。しかし、カリウムを蒸着した表面上では、原子状酸素と吸着 NO が観察された。カリウムを蒸着した Cu(111)表面上において320K で NO 解離が進行したのは、カリウムにより NO 吸着が促進されたためであると考えられる。したがって、銅表面にアルカリ金属を添加することにより、室温以上でも NO 分解反応が進行することが明らかとなった。

② 触媒化学的手法によるアプローチ

担持アルカリ土類酸化物触媒の NO 分解活性は担体に大きく依存し、Y₂O₃が最も効果的な担体であった。また検討したアルカリ土類の中ではバリウムが最も高活性であった。Ba/Y₂O₃の NO 分解活性は900℃での水素還元により大幅に向上し、これは不活性な炭酸バリウムが分解して活性の高い酸化バリウムが生成するためであると考えられた。Ba/Y₂O₃の NO 分解活性と塩基特性との間に比較的良好な相関性が認められ、本反応には触媒塩基点が重要な役割を担っていることが推察された。

2) NO 選択還元触媒の探索・開拓

前年度までは水素による NO 選択還元を検討し、Ir/SiO₂や Rh/SiO₂が O₂と SO₂の共存下で高い活性を示すことを見出した。今年度は、水素よりも実用的に有利な CO を還元剤とする NO 選択還元について検討した。検討した種々の担持貴金属触媒の中で、Ir/SiO₂のみが SO₂共存下での CO による NO 選択還

元反応に高い活性を示した。本反応は、水素による NO 選択還元と同様に、O₂と SO₂の両者の存在で NO 還元が大きく促進された。FT-IR による触媒表面吸着種の観察から、本反応はイリジウム上に共吸着した CO と NO の反応を経て進行していることが推察され、Ir/SiO₂上では共存 SO₂が IrOサイトの生成・安定化に寄与することが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素酸化物、分解、還元、触媒システム

【テーマ題目10】環境調和型素材設計と評価（運営費交付金、産業技術研究助成事業、戦略的創造推進事業）

【研究代表者】大矢 仁史（環境調和技術研究部門エコマテリアルグループ）

【研究担当者】大矢 仁史、日比野俊行、西須 佳宏（職員3名、他3名）

【研究内容】

高エネルギー効率蛍光体開発に関しては、比較的簡便な手順でかつ結晶性や解砕性の良好な合成系を提案した。蛍光体の組成としてはレアアースの酸化物または硼酸塩およびアルカリ土類珪酸塩を母結晶とし、異なるレアアースイオンを発光中心とする各三原色系で、反応・結晶化の促進および錯体形成や吸着の効果により微粒子化を制御する添加剤、その組み合わせを見いだした。この系では、添加剤の濃度等により粒子径や分散性の一定の制御が可能である。スペクトル測定では、5μm 以下の微粒子がバルクの蛍光体と同程度以上の高い発光強度を示した。

高分子素材設計の研究については、汎用プラスチックに比べ親水性である生分解性プラスチックとの複合化をおこない、その強度向上が可能なることを明らかにした。複合化評価指針作成では、LDH 添加量を変えた検討から直接観察法を開発した。断面切断はまだ検討の余地が残されているが、不電導性の本複合体でも高分解能 SEM でナノレベル観察可能であることが確認できた。この手法は、汎用プラスチックとの複合化についての評価指針として使用可能なものであった。

環境影響評価技術については、廃自動車有価物回収後のシュレッダーダストの再資源化についてのサイクルシステム評価を行った。その結果、製鉄分野への利用では、含有した銅、塩素が問題となるためその除去には薄利粉碎など新しい単体分離技術の導入が、経済的のみならず、環境からも必要であることが明らかとなった。また、シートにもちられ、体積ではシュレッダーダストの大半に当たるウレタンフォーム、塩ビレザーのリサイクルシステムにおけるインベントリーデータ取得を行った。

以上のような、素材設計、環境評価を有機的につなげるため、蛍光体のリサイクル、高分子の再利用法について調査を行い、製造システムでの環境負荷の大きなプロ

セス、リサイクルシステムでの問題点についてデータを取得した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エコマテリアル、素材設計、環境評価、循環型社会

〔テーマ題目11〕 焼却残渣の高度乾式選別及び素材化技術の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 遠藤 茂寿（環境調和技術研究部門再資源化グループ）

〔研究担当者〕 遠藤 茂寿、増田 薫
（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

都市ゴミ焼却により発生する焼却灰・飛灰（焼却残渣）中には、カラー印刷紙、ゴム、プラスチック等に用いられる光沢剤、着色顔料、安定剤等に使用される種々の重金属類が混入しており、それらの無害化・安定化処理が不可欠である。特に飛灰中には融点が低く、蒸気圧の高い金属ほど高濃度に濃縮されやすい。それらは現在、コンクリート固化、アスファルト固化、あるいは、キレート処理等の安定処理を施された後、管理型処分場へ埋立処分されている。しかし、経年変化に伴う重金属の溶出やコスト面の課題も多く、新たな安定化処理技術と有効利用技術の開発が望まれている。ところで、高温高圧の水熱条件（～400℃、～50MPa）では高い溶解度が得られるため、常温では水に難溶解性の化合物も十分溶解される。さらに水熱反応の温度領域は、一般ゴミ焼却プロセスで発生する廃熱の利用が可能な範囲である。また、各焼却残渣中の金属類や塩素は、その物理的、化学的性質と生成過程の関係から特定の粒子径範囲に濃集することが予想される。以上にもとづいて本研究は、焼却残渣を乾式で高度に分級・選別することで金属類等が濃集する特定の粒子群を回収すると同時に、水熱反応を利用することで焼却残渣の安定化、素材化が可能な低コストの焼却残渣再資源化システムの実現を目指す。

そのため本研究では、焼却残渣粒子の基礎物性や金属類の含有量分布の把握、水熱条件下における金属類の溶解特性、および、水熱反応による粒子形態や結晶状態の変化について実験的検討を行う。それらをベースに乾式選別・分級、水熱処理による金属回収、焼却残渣安定化法の検討を行い、システム設計・構築の基礎データを提供する。

平成15年度においては、焼却残渣に含まれる重金属の安定化を図るため、焼却飛灰を水熱熱間加圧成形法により固化し固化体からの鉛の溶出挙動素について実験的検討し、水熱反応による焼却残渣素材化の可能性を検討した。水熱処理した焼却飛灰、および、成形体からのpH7におけるPbの溶出試験を行った。試験は環境省告示13号にほぼ準拠したが、ここでは成形体と飛灰粒子の

状態で溶出試験を行った。飛灰を常温で20MPa、30分間、加圧成形した場合には、鉛の溶出量は48時間の浸出でほぼ平衡値、3.2mg/lとなり、飛灰からの溶出に比べ、大幅な減少が認められた。更に、523Kで水熱熱間加圧成形した場合には、6時間の浸出で平衡値0.26mg/lを示した。以上のように水熱熱間加圧成形により、鉛の溶出を大幅に抑制することが可能であることがわかった。

焼却飛灰の水熱熱間加圧成形において、ガラスカレットの添加が成形体の強度上昇に有効であることを明らかにしたが、同時に、鉛の溶出制御に効果があることが確認された。ガラス粉末を30～50%添加すると、鉛の溶出は無添加時の1/2～1/4に低下した。珪酸カルシウムなどの結晶に鉛が封じ込められ、溶出が抑制されたものと考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 焼却残渣、水熱処理、鉛溶出

〔テーマ題目12〕 赤泥中の塩素など不純物の分離除去法の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 遠藤 茂寿（環境調和技術研究部門再資源化グループ）

〔研究担当者〕 遠藤 茂寿、増田 薫
（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

不純物の存在形態、偏析状態に着目したサイクロンを利用した選別法、ならびに、機械的活性化による除去法の開発を行う。特に、塩素化合物の含有量をセメント工業などで許容可能な0.5%以下に抑えることを目指す。バイヤー法によるアルミナ生産プロセスから副産物としてアルミナ1tあたり0.5-3tの赤泥（ボーキサイト残渣、BR）が排出される。現在、BRは主に海洋投棄により処理されているが、将来、環境保全の観点から規制されることが予想され、有効利用法の開発が求められている。そこで、本研究ではBRの有効利用を阻害している塩素を効果的に除去し、有効利用拡大への道を開くことを目的とする。BR粒子の特性評価から、塩素を含有する粒子が主に10μm以下の微粒子状のソーダライトであることを明らかにした。この知見に基づき、ソーダライト微粒子をサイクロンなど湿式分級により除去することにより、塩素含有量を0.1～0.2%のBRを得ることができた。また、その回収率は20-30%となった。従って、機械的分離法で分級するだけでも海洋投棄に関わる負荷を1/4～1/3軽減できると考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 赤泥、脱塩素、ソーダライト、湿式分級

〔テーマ題目13〕 複合材料の単体分離と樹脂廃棄物の識別（運営費交付金）

〔研究代表者〕 遠藤 茂寿（環境調和技術研究部門再資源化グループ）

〔研究担当者〕 遠藤 茂寿、鈴木 繁幸、増田 薫、
古屋仲茂樹（職員4名、他2名）

〔研究内容〕

急速な情報社会化を反映してパソコンなど電子情報機器類の普及は著しく、その当然の帰結として廃棄量の急速な増加が生ずる。2002年では約20万 t/年ものパソコンが廃棄された。電子情報機器類には多くの有価物が含まれているが、特徴的なことは、プリント配線基板（PCB）が10%の割合で搭載されている点である。ガラス繊維などで強化されたエポキシやフェノールなどの樹脂に銅箔を積層構造に配線した PCB には、銅が1/3～1/2程度含まれていることから、電子機器類廃棄物から PCB に使用される銅の数%に相当する銅の回収が可能といわれている。更に、基板に搭載されている電子部品には金や白金など貴金属類が使用されており、その回収も可能である。

複合材料や種々の素材から構成される廃製品の単体分離は、構成物質の機械的、熱的性質や構造に依存した手法によることが望まれる。例えば、脆性材料では衝撃や圧縮が、また、層状構造では剥離などが有効であると考えられる。そこで、本研究では上記の廃電子・電気機器やそれに使用されている複合材料からの有価物回収を行う上で有効な単体分離技術の開発を目指す。平成15年度は、電子機器からの有価金属の回収を目的に従来の化学的処理や粉碎処理でなく、表面切削・剥離法による分離を検討した。基礎的な検討にもとづいて、表面剥離・捻転による単体分離装置を試作した。装置は回転刃の切削による表面剥離部と捻転による剥離促進部から構成されている。PCB の切削速度、切削深さ、等の操作条件と剥離特性、単体分離性を評価した。切削のみにより PCB 表面の銅箔を樹脂と単体分離した場合、最大、90%の単体分離性が得られた。更に、単体分離が不十分な銅粒子に捻転を加えることで、金属と樹脂の回収率が95%以上に行うことができた。また、最適な切削深さを求めた。

〔テーマ題目14〕 廃自動車シュレッダーダストの再資源化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 遠藤 茂寿（環境調和技術研究部門再資源化グループ）

〔研究担当者〕 遠藤 茂寿、古屋仲茂樹
（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

ASR 中の塩素含有率の低減化を図り、ASR の高品質燃料化を目指す。熔融剥離法における圧縮成形時や単体分離過程における塩素挙動を解明することで、脱塩素化に関する知見を求める。さらに、機械的活性化法を利用した脱塩素化法を検討し、塩素含有量を0.5%以下に抑えることを目指す。

使用済み自動車（ELV）は、現在、年間約500万台、重量にして500万トン発生し、そのうち有価物を回収し

た残渣であるシュレッダーダスト（ASR）は90万トンで、それは焼却・埋立処分されている。05年1月施行の「自動車リサイクル法」や「使用済み自動車リサイクルイニシアチブ自主行動計画」に対応するためには、このASR のリサイクルが不可避である。しかし、ASR 中のPVC 被覆ケーブルの単体分離が非常に困難なことがASR のリサイクルを妨げている。そこで、本研究ではASR の燃料化を促進するため、阻害要因である銅と塩素の有効分離除去法の開発を目的とする。ASR の圧縮熔融を利用した PVC ケーブルの単体分離によって銅含有率0.5%以下のASR を得ることができた。本年度は、機械的活性化処理によるASR の脱塩素化の可能性を検討した。炭酸カルシウム、酸化カルシウムの存在下においてPVC やASR を遊星ボールミルにより粉碎処理すると何れの場合にも塩素含有量の効果的な低下が確認された。明らかに機械的活性化が脱塩素を促進していることを明らかにした。

〔テーマ題目15〕 バグフィルターの耐久性能試験評価方法（エネルギー需給構造高度化受託研究費）

〔研究代表者〕 遠藤 茂寿（環境調和技術研究部門再資源化グループ）

〔研究担当者〕 遠藤 茂寿（職員1名、他2名）

〔研究内容〕

バグフィルターは焼却、燃焼をはじめ各種プロセスの粉塵処理装置として広く利用されているのみならず、焼却施設ではダイオキシン対策として必須な素材となっている。そのため、地球環境の観点、また、経済的観点からその耐久性の予測が必要とされている。しかし、国際的にもバグフィルター材の耐反応性、耐熱性、および、耐磨耗性を試験・評価する規格がない。そこで本研究では、産学官の協力でフィルター材耐久性データの蓄積と解析を行い、それにもとづいて「高温排ガス中の有害物質や粉塵を高効率に除去するバグフィルターろ布の耐久性能を測定・評価するための性能試験評価法」をJIS化し、最終的にISO/TC146/SC1（大気質）に国際提案することを目指す。15年度には、高温条件下（150-300℃）において各種フィルター材を加速暴露試験し、フィルター材の変形（伸び、収縮）や静的引張り強度を評価した。熱劣化を適正に評価する上で必要となる強度試験の試料条件、引張り条件などの方法を検討し、測定の不確かさの把握を行った。この検討に基づいて、高分子系フィルターとガラス繊維素材を用い、バグフィルター入口温度として一般的な200℃、0-100時間までの熱暴露した時の引張り強度を測定した。引張り測定時の温度条件が破断強度に影響することが明らかになった。また、耐熱性高分子とガラス繊維では、熱劣化に大きな差異があることが明らかになった。さらに、業界団体との委員会を組織し、実プラントにおける劣化データの蓄積・評価

を行い、規格化の基礎データを蓄積した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕バグフィルター、耐久性能、熱劣化

〔テーマ題目16〕グリーン触媒プロセス（運営費交付金、内部グラント、産総研委託費、NEDO次世代化学プロセス技術開発）

〔研究代表者〕林 輝幸（環境調和技術研究部門グリーンケミストリーグループ）

〔研究担当者〕林 輝幸、佐藤一彦、島田 茂、韓 立彪、富永 健一（職員5名、他7名）

〔研究内容〕

1) 研究目的

グリーンケミストリーの構築のためには、多くの化学反応、特にファインケミカルズやスペシャルティケミカルズの合成手段を、触媒を用い、余計な副生物を出さない、毒性の低い反応剤を用いる反応系に代えていく必要がある。そのための触媒系、反応系、溶媒系の開発を目指す。

2) 研究手段、方法論

我々は、このような観点から、過酸化水素酸化反応、フリーデルクラフツ反応、ヘテロ化合物の付加反応等の触媒反応の開発や新規触媒の開発を行う。また、毒性の低いカップリング反応剤の開発等も検討する。一方、イオン性液体を用いる触媒反応の活性化や触媒・溶媒系の再使用等を図る。

3) 年度進捗

シクロヘキセンからナイロン原料であるアジピン酸の合成を過酸化水素酸化による一段法で達成できれば、現行のシクロヘキサノン、シクロヘキサノールを経る硝酸酸化法における大量の N_2O 発生を避けることができる。過酸化水素酸化の触媒活性は4級アンモニウム塩の形状に大きく依存することが明らかとなり、モリブデン、タングステン化合物と種々の4級アンモニウム塩の組み合わせを中心に有効な触媒系の探索を行った結果、有機溶媒を用いずにこれまでの5倍程度の活性を示す触媒系を見出した。シクロヘキサノール、シクロヘキサノンからの過酸化水素酸化によるアジピン酸合成においては、タングステン酸を触媒として、無溶媒条件で高収率でアジピン酸を得ることができた。また、シクロヘキサンジオールを経るアジピン酸合成のため、シクロヘキセンからジオールを効率よく安価に合成する方法を検討した結果、高分子スルホン酸触媒を用いると、無溶媒でほぼ定量的にジオールを合成することに成功した。この触媒は10回以上再使用する事ができる。

大量の腐食性・毒性化合物が副生する酸塩化物を用いる従来型のフリーデルクラフツアシル化反応を、

カルボン酸を直接利用する、副生物は水のみであるクリーンな反応へと転換するための触媒開発を検討した。250℃の高温を必要とした *p*-キシレンとヘプタン酸の反応が、プロトン酸 $HN(SO_2CF_3)_2$ を触媒に用いると200℃でも進行した。また、医薬品の合成中間体として重要なインダノン類の合成法として、分子内のフリーデルクラフツアシル化反応、及び α 、 β -不飽和カルボン酸との分子間反応を検討した。前者に関しては、 $Tb(OSO_2CF_3)_3$ 触媒により、3-フェニルプロピオン酸の脱水環化反応で1-インダノンが95%収率で得られた。この触媒は、従来法では製造が困難な低反応性基質に対しても有効であった。後者に関しては、 $Lu(OSO_2CF_3)_3$ 触媒により、*p*-キシレンとクロトン酸との反応で80%収率でインダノンが得られた。

超原子価有機ビスマス化合物を用いたクロスカップリング反応は、塩化アリールのみならず塩化アルケニルも反応することを見いだした。ビスマス化合物を用いた二酸化炭素固定化反応に関しては、新たに2種の化合物に関し二酸化炭素との反応を検討し二酸化炭素が Bi-O 結合に挿入することを明らかにした。

ビニルリン化合物は、難燃剤、金属表面保護・処理剤、歯科用材などとして有用な機能性化合物であるが、有毒な PCl_3 を用いる現行法では製造過程で塩化水素等が大量に発生する。当グループで見いだした触媒的ヒドロホスホリル化法は、こうした問題を解決するが、本研究では実用化を目指して、触媒、プロセスの改良・最適化を行っている。

即ち触媒として $Ni(cod)_2$ を用いて、ジメチルホスファイト $(MeO)_2P(O)H$ の1-オクチンへの付加をモデル反応に検討した結果、立体的に組み合わせの少ないホスフィン配位子ほど高活性を示すことを明らかにした。一方、付加反応では一般的に二種類の混合物が得られるが、反応を注意深く検討したところ、溶媒や添加物の有無など少し反応条件を変えるだけで、位置および立体選択性の高度制御に成功した。即ち、エタノール溶媒を用いた時はマルコフニコフ付加物を、一方、反応系に触媒量の $Ph_2P(O)OH$ を共存させた場合はアンチマルコフニコフ付加物を選択的に与えた。見出した触媒系は、他のヘテロ原子化合物の付加にも応用可能であった。

ケイ素-ケイ素結合生成反応を効率的に進行させる新規触媒の開発を目的に、ケイ素-遷移金属錯体の特異な構造、反応性を検討している。

三座型ヒドロシラン $(2-SiH_3C_6H_4)_2SiH_2$ とキレート型ホスフィンを有する0価ニッケル錯体との反応においては、結晶中ではこれまで知られていなかった $\eta^2-(Si-H)Ni$ 構造を持つビス(シリル) $\eta^2-(Si-H)Ni$ ニッケル錯体が、溶液中では4価 $Ni-H$ 構造

を持つトリス（シリル）ヒドリドニッケル錯体が、それぞれ生成することを明らかにした。一方、ホスフィン配位子をより嵩高いものにした場合、ヒドロシランの分子内反応により Si-Si 結合がニッケル錯体上で形成されることを明らかにした。

金錯体 $\text{Ph}_3\text{PAuCH}_3$ と酸触媒との組み合わせた触媒系が、アセチレンの水和によるカルボニル化合物の合成に極めて有効なことを見出しているが、この反応系にイオン性液体を用いることにより、金錯体触媒の再使用がある程度可能なことがわかった。また、本反応が新たに、生理活性物質の骨格合成に適用可能な可能性を見出した。一方、ルテニウム触媒を用いるアルコールの過酸化水素酸化によるカルボニル化合物の合成反応において、新たにホスホニウム塩系のイオン性液体を溶媒に用いることにより、触媒再使用が可能であることを見出した。

化学産業の中でも重要なプロセスの一つであるヒドロホルミル化反応には、毒性の高い酸化炭素が原料として用いられてきたが、我々は、安全かつ安価な二酸化炭素を用いる新規反応が、ルテニウム塩化物触媒系により進行することを見出している。この反応に塩化物系のイオン性液体と低極性の有機溶媒と組み合わせ、特に構造の簡単なアルケンに対して選択性を大幅に向上させることができた。例えば、1-ヘキセンから収率84%でヘプタノールが生成する。選択性向上の原因は、イオン性液体中ではアルデヒドの水素化が促進されることにより、基質のアルケンの水素化が抑制されるためである。反応後には、エーテル抽出によりアルコールを回収することができ、残った触媒相は繰り返し再利用できることも見出した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] グリーンケミストリー、錯体触媒、ヘテロ元素、酸化、有機リン化合物、フリーデルクラフツ反応、カルボニル化合物、イオン性液体、ヒドロホルミル化

[テーマ題目17] 環境調和型機能物質技術（運営費交付金、原子力試験研究、NEDO 産業技術研究助成事業）

[研究代表者] 林 輝幸（環境調和技術研究部門グリーンケミストリーグループ）

[研究担当者] 林 輝幸、大内秋比古、韓 立彪、今野 英雄（職員4名、他2名）

[研究内容]

1) 研究目的

核廃棄物の再処理や回収を効率化し、原子力利用の安全性と効率性を高めるために、金属抽出能力、選択抽出能力の高い金属抽出剤を開発する。また、毒性の高い揮発性有機金属化合物の高温熱分解によ

る金属薄膜の製造プロセスに代わり、光反応性の高い難揮発性有機金属化合物と光照射を用いる省エネルギー型室温プロセスを開発する。一方、燐光型有機 EL 材料を低環境負荷で製造する技術を開発する。

2) 研究手段・方法論

種々の合成技術を用いて、種々の有機リン化合物やカルボニル化合物を合成し、希土類金属に対する抽出能を検討する。化学構造を変えることにより、難揮発性有機金属化合物の光反応性を高める方法、及び最適な光照射手法の検討を行う。マイクロ波を用いる、有機イリジウム系有機 EL 材料の合成法を検討する。

3) 年度進捗

金属抽出剤については、五価有機リン系ポリマーとしてビスホスホノイル化合物とジイン類とのコポリマー及び9-オキソ-9-ホスファフルオレン骨格と π 共役系とのコポリマーを、カルボニル系ポリマーとして、マロン酸アミド系ポリマーを合成した。9-オキソ-9-ホスファフルオレン骨格と π 共役系とのコポリマーは、硝酸酸性溶液中の La^{3+} イオン及び Eu^{3+} イオンを有機相に抽出すること、特に、種々のランタノイドイオン混合物からイオン半径の小さいイオンを選択的に抽出することを見出した。

アルキルフェニルセレニド類のレーザー反応による炭素-セレン結合解裂の効率について、新たに4種類のアルキル基を用いた反応を行った。また、芳香族置換フラーレン誘導体の光反応における芳香族置換基の効果について、新たに4種類の誘導体を合成し、光反応性について検討を行った。

有機 EL ディスプレイの発光材料として注目されている燐光性イリジウム錯体の合成法を検討し、代表的な燐光材料であるフェニルピリジン配位子を有するイリジウム錯体を、マイクロ波を用いて迅速かつ高効率に合成することに成功した。この反応における目的化合物の収率は、反応系中の有機配位子の物質質量に大きく依存すること、また添加した有機配位子は、オルトメタル化反応によって放出されたプロトンをトラップする塩基としても機能することが明らかになった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 金属抽出、選択抽出、有機リン化合物、マロン酸アミド、省エネルギー、有機金属化合物、金属薄膜、光分解、有機 EL、マイクロ波、発光材料、イリジウム

[テーマ題目18] シリカ系多孔体物質の開発と応用技術（運営費交付金）

[研究代表者] 小菅 勝典（環境調和技術研究部門触媒設計グループ）

[研究担当者] 小菅 勝典、菊川 伸行、竹森 信

(職員3名)

[研究内容]

揮発性有機化合物 (VOC) を含む排ガスの浄化に有用な新規ナノ空間材料を開発するため、マイクロ構造、マクロ構造を精密に制御したシリカ系多孔体を低コスト、低環境負荷な合成条件で作製し、さらに、得られたシリカ多孔体の特性評価、VOC 吸着・脱着特性について検討を行った。

合成には、低コストシリカ原料である珪酸ナトリウム溶液 (水ガラス) と低環境負荷な非イオン性高分子界面活性剤 (ポリエチレンオキシドとポリプロピレンオキシドとの共重合体) を用い、後者の自己秩序形成能を利用して、高次の規則メソ構造体の生成条件を明らかにした。シリカ、並びに他の元素が共存する場合にも、界面活性剤の親水性・疎水性バランスに応じ、無機元素と複合化した種々の無機有機ナノ規則構造が形成される。さらに、このミクロスケールの規則構造体を数ミクロンから数百ミクロンの規則マクロ形態を持つ粒子へと成長させなければならない。疎水性の強い高分子界面活性剤の場合にはロッド状、親水性が高くなると等方的な高次構造に成長しやすくなることを利用して、ナノおよびミクロンの異なるスケールで同時に規則構造性を有するシリカ多孔体の詳細な合成条件を明らかにし、その成果は国際誌 *Chemistry of Materials* に2報掲載された。

トルエンをモデル物質として、合成多孔体と、種々の市販吸着剤との動的吸脱着挙動の詳細な比較検証に基づき、高い VOC 吸脱着性能を有するために満たすべきミクロ並びにマクロ両規則構造特性との関係について検討した。その結果、細孔径の異なる2種類の細孔の配列構造に基づく特異な吸脱着現象である、高い吸着能と容易な脱着能というナノ規則構造に起因する協同効果をシリカ系多孔体において見だし、特許出願を行った。本研究で開発を目指す新規のシリカ系吸着剤は、従来のシリカゲルやゼオライトよりも格段に流通下における吸着能に優れている。しかも、活性炭にみられる可燃性、高濃度 VOC 処理における発熱、あるいは廃水処理の必要性等の問題点は無く、特に多くの VOC 取り扱い現場が所有する熱源200℃以下で完全に脱着することから、再生処理の低コスト化が実現出来る。さらに、本研究で用いる多孔体合成技術は、実用化において重要となる繊維状並びに球状のマクロ形態に制御できることが大きな特徴であり、かつ低コストで環境負荷が低い大量合成が可能である。今後さらに種々の VOC を対象として本協同効果を詳細に検討することにより、VOC の循環利用が可能な実用的な対策処理システムの開発を目指したいと考えている。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] メソポーラス、シリカ、マクロ形態制御、吸着特性、VOC 吸着

[テーマ題目19] 高選択性酸化触媒の研究開発 (運営費交付金、経産省・エネルギー使用合理化技術開発委託費)

[研究代表者] 春田 正毅 (環境調和研究部門)

[研究担当者] 大山 茂生、三村 直樹、高橋 厚、村田 和久、稲葉 仁、坪田 年、伊達 正和、前田 泰、春田 正毅 (職員8名、他5名)

[研究内容]

プロピレンオキシドはポリウレタン等のプラスチック原料として重要な基幹化成品であり、現在、世界で約400万トンが生産されている。現行法では、有機過酸化物等を用いてプロピレンから二段階の工程で製造されているが、これを気相一段の酸素酸化で行うための新規触媒の開発を行う。5年後の目標として、1) 実用レベルの触媒初期性能の獲得、2) 新触媒材料の創製と反応機構の解明、3) 触媒の長寿命化のための指針の蓄積を目指し、これら1)~3)の達成により、10%以上の省エネルギー化 (原油換算30万 kl (年間400万 t 生産として)) に貢献する。

これまでの探索研究で既に見いだしている金担持酸化物系触媒と修飾ゼオライト系触媒に、新規に検討することを計画しているヘテロポリ化合物系触媒を加えた3つの触媒系に関して、プロピレンの酸素または酸素・水素混合ガスとの反応に対する活性、選択性が各々の触媒系の微細構造、表面物性等とどのような関係があるかを明らかにする。また、反応速度論的挙動、反応中の表面吸着種の解析を各々の触媒系について行い、それらのデータを比較検討することにより、実用化できる触媒性能を有する触媒系の設計・創製を行う。

気相酸素を用いた一段エポキシ化によるプロピレンオキシド合成反応について、金担持酸化物触媒系では、酸素と水素の共存下、気相反応で選択率90%を維持しつつ、初期プロピレン収率を10%近くまで向上させることができていた。本年度はさらなる触媒の連続運転を目指し、反応により劣化した触媒の再生方法の検討を行った。反応5時間経過後の活性が低下した触媒に対して、加熱処理の際の雰囲気条件を水素と酸素が共存する条件下で、プロピレン転化率がほぼ回復することがわかった。修飾ゼオライト系では、新たに Ti-Al-ヘキサゴナルメソポーラスシリカ (HMS) に気相エポキシ化活性があることを見出した。ガス組成: 16.6% C₃H₆/8.4% O₂/75% Ar の混合ガスを W/F=20.2g-cat.h.mol⁻¹ で流通し、200℃で反応させると、22.7%の転化率と、76.7%の酸素化合物への選択性と、21.9%の PO への選択性を示した。副生物として、アセトアルデヒド (16.3%)、アクロレイン (14.9%)、アセトン (10.6%)、プロピオンアルデヒド (7.3%)、炭化水素 (18.8%、C1~C8の和)、Co_x (4.5%、CO と CO₂の和) が検出され、他の生成物も少量認められた。より穏やかな条件での PO 選択率及び触

媒安定性の向上を期待して、同じ触媒系を Pd(OAc)₂/酸素/メタノール溶媒中で用いると、液相系でのエポキシ化反応に有効であることを見出した。

一方、新規触媒系の探索では、Ti₂錯体/SiO₂触媒(チタン2核錯体モデル触媒)や、Ag を主体に種々の酸化物や炭酸塩で修飾した触媒系、溶融塩担持触媒系において、PO 合成活性を有する触媒系を見出している。現状では既存の触媒系に比べ PO 収率が低いが、新しいエポキシ化触媒として、反応機構解明とともに性能向上を目指している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】プロピレンオキシド、金担持酸化物触媒、修飾ゼオライト、その場触媒解析

【テーマ題目20】固体高分子型燃料電池の研究開発(運営費交付金)

【研究代表者】岡田 達弘(環境調和技術研究部門)

【研究担当者】岡田 達弘(職員1名、他5名)

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論、

固体高分子型燃料電池において白金触媒は不可欠であるが、一方でコストや資源的制約など解決していない問題がある。本研究では白金に代わる燃料極および空気極触媒の候補としての可能性をもつ、有機金属錯体を構成要素とする電極触媒材料の触媒能、反応機構解明のための要素研究、及びそのための評価法の検討を行う。合わせて、燃料電池システム高度化のためのガス拡散層設計を行い、電池の高密度化に資する。

年度進捗

燃料電池の触媒探索に関する指針の確立と評価法開発のため、[1] 電気化学計測と分光学的測定同時測定を行うと共に、[2] 主として有機金属錯体を用いた酸素還元分子触媒の構造と機能に関する系統的な実験・調査を行った。

[1] 燃料電池触媒の運転状況における電位をコントロールしながら電気化学的を行うと同時に、反応生成物および中間体を赤外分光的に追跡できる in-situ FT-IR 方を用いる触媒表面評価法を確立した。

[2] メタノール酸化能を示す触媒として、白金・ルテニウム合金が一般に用いられるが、ルテニウムの代わりに CO 酸化能を示す錯体触媒を白金に共存させることで同様なメタノール酸化触媒を構成した。その際、鉄サレン錯体、オキソバナジウムサレン、モノキノリルフェニレンジアミン配位子を持つニッケルおよびパラジウム錯体などが有効であることが示された。更にシステム研究として以下のことを行った。

[3] 燃料電池におけるガス流路の設計は性能を決定する重要因子であるので、従来のガス溝をセパレーターに加工することなくガスの流通を可能にする新規

ガス流路の開発を行った。その結果、ガスを電極面方向から直接供給するフラクタル流路と呼ばれる方式を提案し、実証試験を行った。通常ガス流路であるサーペンタイン方式と比較し、フラクタル流路においては体積あたり発電能力が前者で0.49kW/Lであったものが0.85 kW/L と約1.7倍も向上することが示された。

【分野名】エネルギー・環境

【キーワード】燃料電池、固体高分子、触媒、非白金

⑨【情報処理研究部門】

(Information Technology Research Institute)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：大蒔 和仁

副研究部門長：戸村 哲

総括研究員：戸村 哲

所在地：つくば中央第2

人員：34 (32) 名

経費：720,484千円 (556,381千円)

概要：

情報処理研究部門の役割は、情報に関する基盤技術(インフラ)の提供拠点となることである。特にインターネットに代表されるデジタル情報システムを「誰でもどこでも」「快適に」「安心して」利用できる技術の開発を行なう。

当研究部門の中のグループ構成はグローバル IT セキュリティグループ、メディアインタラクショングループ、および情報流デザイン研究グループの3つである。これらの各グループにより実施される重点課題名をそれぞれ

- (1) グローバル IT セキュリティに関する研究
- (2) インタラクション指向メディア処理技術に関する研究
- (3) 情報流に関する研究

と名づけて実施している。さらに、当研究部門では産総研内の複数の研究者によって構成されるグループで実施する研究の他に、産総研にいる研究者(主として一人)が中心となり、インターネットを介した外部の研究者らと研究協力しながら遂行するテーマも重要と考え、それを情報処理基盤研究と名づけ、部門長直下の管理の研究テーマとして実施している。

これらの研究体制により「誰でもどこでも」「快適に」「安心して」利用できる情報システム技術の研究開発を行なっている。

上記(1)、(2)、(3)の重点課題の概要を述べる。

グローバル IT セキュリティ技術に関する研究：

グローバルな情報通信における日本の安全保障レベ

ルを向上させる技術の研究開発を、実証的方法論に基づいて行う。

電子政府などに代表される日本の IT システム基盤の安全保障レベルを向上させる方法のひとつに、利用可能なシステムを選択肢を複数確保すること、日本におけるシステム開発が持続可能なシステムを確保し、利用することがある。この目的を達成するために、オープンソースソフトウェア技術の研究を行い、オープンソースソフトウェアによる IT システム基盤の開発、構築、運用実験を行う。つぎに IT システム基盤を流通するコンテンツに関する安全保障レベルを向上させるために、各地域で使用する文字・言語・文化に対応したドキュメントを利用するための多言語情報処理技術、コンテンツを安全に流通させるためのデジタルコンテンツ管理技術の研究を行う。また、IT セキュリティ技術そのもののレベルを向上させるために、IT セキュリティの基盤である暗号強度評価および暗号応用技術、IT システムを運用する上で必要不可欠なセキュリティ情報集約技術、技術と運用の両面からセキュリティレベルを向上させる情報セキュリティ管理技術などの研究を行う。とくに情報セキュリティ管理技術においては、内閣官房情報セキュリティ対策推進室と連携しつつ、電子政府全般のセキュリティレベルの向上に貢献する。さらに今後 IT システム基盤が確立され、利用範囲が広がるにつれて、既存のソフトウェアに新たな機能を安全に追加する方法が重要となる。この次世代の IT システム基盤での基盤ソフトウェア技術を戦略的に確保することは安全保障上必要である。このために拡張可能システム技術の研究を行う。インタラクション指向メディア処理技術に関する研究：

実時間性、実環境性、適応性に富んだインタラクション指向の先端的メディア処理技術の研究開発を行うことを目的としている。

短期的には、特に、①音響・画像情報の統合、②音源分離と音声認識のロバスト化、③音声認識・対話の高度化、④非言語情報を活用したインターフェース支援、⑤統計的学習と確率推論によるユーザモデリング、⑥メディアコンテンツ理解など、ヒューマンインターフェース技術の実環境ロバスト性、環境・ユーザ適応性に重点を置いた研究を行っている。中長期的には、これらの技術を、さらに、他のセンシング技術、ネットワーク技術、情報検索などのアプリケーション技術などと融合し、マルチメディア情報検索システム、インタラクティブ・ロボットなど、より具体的な形へ展開していく。また、これらの研究成果を産業界、学会に還元すべく、成果をアルゴリズム、ソフトウェア、ハードウェア、データベースなどの形で社会に提供する取り組みにも力を入れている。

情報流に関する研究：

ユビキタスコンピューティング環境に関する多くの研究が行なわれているが、真に誰もがどこでもいつでも使えるためのインタフェース技術はまだ登場していない。ユビキタス社会を実現するために、ユビキタス環境で誰でも使用できる入出力装置及びインタラクション手法の開発あるいはユビキタス環境における直感的な情報視覚化手法及び検索手法の開発など、新しいコミュニケーションシステムの研究開発を進めている。

また情報流の視点から基礎技術を統合した斬新かつ実用的なシステムの研究開発を行ない、論文発表及び雑誌記事による啓蒙活動を行なっている。

上記すべての重点研究課題に対して、当研究部門の成果の普及の方針は

- (1) ソフトウェアやハードウェアアーキテクチャのオープン化による直接的な普及
- (2) 国際的な機関との協調・協力による普及
- (3) データベースの公開による普及
- (4) 論文として公開し世界と競うことによる普及である。

外部資金：

経済産業省 科学技術総合研究委託費「新情報パラダイムに基づく技術分野：大域情報処理技術」

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術助成事業「実時間 Linux 向き組込用並列分散計算システムの実用化研究」

発表：誌上発表36 (32) 件、口頭発表75 (24) 件、その他3件

グローバル IT セキュリティグループ

(Global IT Security Group)

研究グループ長：戸村 哲

(つくば中央第2)

概要：

グローバル IT セキュリティ技術の目的は地球の上のいろいろな人たちが、その言葉や文化や社会や習慣に適応した方法で、情報技術を利用すること、そして人類が使用する新しい社会基盤である情報技術をほかの社会基盤と同じように安心して利用できることの二つである。

ネットワーク社会の発展により、世界中のすべての場所で、より多くの人たちが、より多くの局面で情報技術を活用できるようになることが期待されている。このために解決すべき課題の一つとして、人間社会との親和性の高い情報技術を達成することがある。ネットワークで世界中がつながることによって新しい問題が明らかになることがある。会社の事業部門だけで使っていたのでは、顕在化しないもの、一つの国の中で

使っていたのでは認識できないものなどのように、そうした問題を解決するのがグローバル IT セキュリティ技術である。

グローバル IT セキュリティグループは、日本で生まれ、世界中で使われるソフトウェアを産み出すこと、そしてそうしたソフトウェアを造ることのできる人を育てること、さらには日本中にそうした人たちの輪を広げることを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 1

メディアインタラクショングループ

(Media Interaction Group)

研究グループ長：浅野 太

(つくば中央第2)

概要：

ネットワークのブロードバンド化などに伴い、音楽、映像などのストリーム配信や、映画や番組のオン・デマンド化など、情報技術 (IT) を駆使したサービスが、現実のものとなり始めている。また、家電の IT 化や、家庭やオフィスで人と共存するロボットの実用化も急速に進んでいる。このような情報機器とやりとり (インタラクション) し、これらの提供するサービスを快適に利用するには、自然で使いやすいインターフェースが必要である。

メディアインタラクショングループでは、音響と画像情報の統合を用いた実環境におけるロバスタなインターフェース、身振り手振りや対話中の言いよどみなどマルチモーダルな情報の利用によるユーザ支援、統計的学習・確率推論を用いた環境やユーザの好みなどのモデリング・適応技術、自然な発話を理解する音声認識・状況依存の対話管理を中心とした音声対話理解など、自然で使いやすいインターフェースを目指した開発・研究を行っている。また、インターフェースで培った技術を核として、産業界や学会などに貢献できるような活動も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

次世代ユーザインターフェースグループ

(Fluid Information Design Group)

研究グループ長：増井 俊之

(文京オフィス)

概要：

ユビキタスコンピューティング環境に関する多くの研究が行なわれているが、真に誰もがどこでもいつでも使えるためのインタフェース技術はまだ登場していない。当グループは、ユビキタス環境において人間が様々なシステムを利用するとき最も重要な情報流の制御に必要なインタフェース手法/検索手法/通信手法の基礎技術を開発している。またユビキタス社会を実現するために、情報流の視点から基礎技術を統合し

た斬新かつ実用的なシステムの研究開発を行ない、論文発表及び雑誌記事による啓蒙活動を行なっている。

研究テーマ：テーマ題目 2

情報処理基盤研究

(Base Research of an Information Technology)

研究グループ長：大蒔 和仁

(つくば中央第2)

概要：

部門内の研究グループに属さない研究者 (主として一人) が中心となり、非常勤職員およびインターネット介した外部の研究者らと研究協力しながら遂行する研究テーマを「情報処理基盤研究」というカテゴリに包含する。そのため「情報処理基盤研究」を部門長直下の管理の研究テーマとして実施している。カテゴリは次の内容を含むものである。

- (1) しなやかな情報の流通と応用を支援するシステム DeleGate
- (2) ネットワークコンピューティングの空飛ぶ魔法の絨毯 HORB
- (3) ネットワークを渡り歩けるコンピュータ NTC および KNOPPIX の日本語化
- (4) リアルタイムシステム
- (5) 安全なエージェントシステムの制御支援
- (6) 大域脱出オペレータ
- (7) 社会的なエージェントにおける義務と権利の情報処理モデル
- (8) その他 (テキスト圧縮、プログラムの等価性、Montague 文法と論理)

研究テーマ：テーマ題目 4

[テーマ題目 1] グローバル IT セキュリティに関する研究

[研究代表者] 戸村 哲 (情報処理研究部門グローバル IT セキュリティグループ)

[研究担当者] 一杉 裕志、高橋 直人、田代 秀一、田沼 均、中村 章人、新部 裕、錦見美貴子、半田 剣一、田中 哲、渡邊 創、北川 隆、古川 浩史、水島 宏太、上野 乃毅
(職員11名、他3名)

[研究内容]

グローバル IT セキュリティ技術に関する研究では、グローバルな情報通信における日本の安全保障レベルを向上させる技術の研究開発を、実証的方法論に基づいて行う。

このために、オープンソースソフトウェアによる IT システム基盤の開発、構築、運用を支えるオープンソースソフトウェア技術の研究、各地域で使用される文字・言語・文化に対応したドキュメントを利用するための多言

語情報処理技術、コンテンツを安全に流通させるためのデジタルコンテンツ管理技術の研究、IT セキュリティの基盤である暗号強度評価および暗号応用技術、IT システムを運用する上で必要不可欠なセキュリティ情報集約技術、技術と運用の両面からセキュリティレベルを向上させる情報セキュリティ管理技術などの研究、次世代の IT システム基盤での基盤ソフトウェア技術である拡張可能システム技術の研究などを行う。

日本の情報インフラの安全保障施策である多言語情報処理技術では、昨年度までに開発した C ライブラリ、X ライブラリ相当部分の改善、m17n ライブラリの公開を行なうためのドキュメントの整備、Free Standards Group への参加、ツールキットレベルでの開発の開始などを行った。

日本の情報インフラの安定性を向上させるためにオープンソースデスクトップ導入実証実験を3年計画で開始した。初年度は現状調査と導入実験計画の立案を行う。4月から実施計画の詳細化を行い、7月からは産総研の研究関連管理部門の業務およびシステムの調査分析を行い、導入に必須のサイト管理システムの開発を研究委託して、次年度の導入実験計画の立案を行った。

オープンソースソフトウェアを利用したコンピューティング環境のセキュリティレベルの向上させるために、RedHat Linux ベースのコンピュータにインストールされているソフトウェアに関する情報をデータベースで管理し、セキュリティ対策のためのコンピュータの状態把握とソフトウェアの更新処理を自動化するシステムを試作した。

オープンソースの開発環境である Eclipse を、今後の研究開発のプラットフォームに使用できないか検討した。また、開発した MixJuice 言語の実用性を確かめるため、第三者のプログラマに比較的大規模なプログラムを作成させる実験を行った。

不正コピーを抑止する技術である電子透かしを利用した、安全な配信システムの基礎となる ID 符号化法において、現時点で最高レベルの実用性、安全性をもつ方式を開発し発表する。

電子政府が使用する暗号技術の安全性を監視する暗号監視委員会、電子政府の情報セキュリティレベルの向上をめざす内閣官房情報セキュリティ対策推進室のメンバーとして日本の情報セキュリティを推進した。

【分野名】情報通信

【キーワード】セキュリティ、電子政府

【テーマ題目2】インタラクション指向メディア処理技術に関する研究

【研究代表者】浅野 太（情報処理研究部門メディアインタラクショングループ）

【研究担当者】秋葉 友良、麻生 英樹、原 功、後藤 真孝、吉村 隆、緒方 淳、

伊藤 克亘、後藤 孝行、首藤 麻里、山田 武志、山本 潔、宮内 淳一、浜中 雅俊、速水 悟、小野智 弘、中野 倫靖（職員7名、他10名）

【研究内容】

本研究では、音響信号処理・画像処理・自然言語処理・統計的学習／確率推論・音楽情報処理などの要素技術を統合し、実環境ロバスト性・ユーザ／環境適応性を備えたヒューマンインターフェースの開発を3年間の短期目標とする。国際的に見ても要素技術単独の研究は多いが、要素技術のインタラクションを含んだ統合システムに関する研究は少なく、この点が本研究の優位性であると考えている。数値目標としては、SNR0dB、話者との距離1.5-3m で、話者位置推定精度・発話検出精度90%、音声認識率80-90%をロバストインターフェースの目標とする。さらに音楽情報処理、情報検索などのアプリケーションと統合し評価する。

- ・【情報統合】 前年度提案した音響・画像の情報統合による話者追跡・分離システムについて、実環境における音声認識による評価を行った。この結果、テレビなどの雑音源がある環境で、話者とマイクロホンアレイが1.5m 程度はなれても、発話検出率：85-95%、単語認識率80%を達成した。
- ・【ロバスト音声認識】 音声認識システムと話者追跡・分離システムと融合し、①音響モデルを分離システムの残留雑音に動的に適応する。②話者追跡における発話情報を音声認識システムにおいて利用する。などの改良を行った。この結果、上述と同様の環境で単語認識率90%を達成した。
- ・【リアルタイムハードウェア】 上述のシステムにおいて、音響信号処理部分を実現するハードウェアを構築し、外部に有償配布を開始した。また画像処理・情報統合ネットワークを実現するハードウェアについても開発を開始し、平成15年度内には完成予定である。このシステムを利用して、情報統合による話者追跡・分離を行うリアルタイムシステムを構築中である。H15年8月の時点で80%程度開発終了。
- ・【情報検索・言語モデル】 情報検索技術と音声認識技術の統合による新たなアプリケーションの開発を行った。具体的にはユーザの情報要求に対して正確な回答を提示する新たな情報検索応用技術である質問応答（QA）について、音声入力での質問応答を行うシステムの開発、一般コーパスから学習した言語モデルを適応させる手法を開発、自由発話による情報検索システムの検討などを行なった。
- ・【音楽情報処理】 音響信号から大局的な楽曲構造を捉える処理により、ポピュラー音楽の楽曲中出现するサビの区間を検出する手法を開発した。さらに、この手法を利用してサビ・楽曲構造の先頭ヘジヤンプする機能と、それらの構造の視覚化機能を備

えた音楽再生インタフェース SmartMusicKIOSKを開発した。

- ・[音声の非言語情報利用] 高い声を Shift キーを押している状態と見なし、声の高さで音声認識時の入力モードを切替える新たな音声インタフェース機能「音声シフト」を考案した。
- ・[研究用音楽データベースの公開と配布] RWC 研究用音楽データベースの海外配布を開始(2003/06/30)。英語版配布システムの整備と英語サイトの準備を行い。2003/8/11時点での配布数：国内310、海外42、合計352。

[分野名] 情報通信

[キーワード] インタラクティブ指向メディア

[テーマ題目3] 情報流に関する研究

[研究代表者] 増井 俊之 (情報処理研究部門情報科学研究グループ)

[研究担当者] 高林 哲、江渡浩一郎、渡辺 訓章、塚田 浩二 (職員2名、他2名)

[研究内容]

ユビキタスコンピューティング環境に関する多くの研究が行なわれているが、真に誰もがどこでもいつでも使えるためのインタフェース技術はまだ登場していない。ユビキタス社会を実現するために、情報流の視点から基礎技術を統合した斬新かつ実用的なシステムの研究開発を行ない、論文発表及び雑誌記事による啓蒙活動を行っている。

- ・MouseField による新しい実世界指向 I/F イディオムの提案

風呂でネット経由で音楽を聞いたり/居間でテレビ番組を検索したり/台所でレシピを調べたり/といったように、あらゆる場所で計算機を利用したい機会が増えているが、現在入力装置として一般的なキーボードやマウスなどを風呂や台所で使うことは適当でないため、どこでも使えるシンプルかつ柔軟な入力装置が望まれている。

このような目的のために、新しい入力装置「MouseField」を開発した。

MouseField は RFID リーダと動き検出装置を一体化した装置であり、RFID を内蔵するものを MouseField の上に置いて動かすことにより、どこで何をしたいかをひとつの操作で指示することができる。

たとえば風呂で音楽を聞きたい場合は風呂の MouseField の上に CD ジャケットを置くことによってその場所で音楽を聞きたいことを指示する。また置いた後で動かすことによって曲目や音量を制御することができる。

MouseField は一般的なマウスと同じように使うことができるという点でマウスと同程度に汎用な入

力装置であるが、置くものによって動作を切換えることにより直感的な操作を行なうことが可能になる。

ひとつのディスプレイの前に DVD ジャケットを置いて動かすとそのディスプレイは DVD プレーヤとして機能するし、名刺を置いて動かすとその人物に関連する情報をインターネットや名簿から検索することができる。

いろいろな場所に MouseField を設置しておくことにより非常に広い範囲で計算機を活用することが可能になる。

- ・視覚化/検索システム

人間の脳には階層ディレクトリもキーワード検索も存在しないと思われるが、多くの場合に必要な情報を思い出すことができるようになってきている。頭の中から必要な情報を検索する(思い出す)場合、連想的にものを思い出すしていくことが多い。たとえば、なくしたものを捜すときはそれを使った場所、時間、何をしていたか、誰が一緒にいたか、などといったいろいろな情報を順番に思い出していけばなくした場所を思い出すことができる。このような連想的な情報検索を日常的に行なっていると考えられる。一方、ディレクトリ階層構造をたどってファイルを捜したりリンクをたどって必要な情報を捜す Web ブラウジングにより検索したりする操作はこのような脳の動きと似ていると思われるが、情報間のリンクの数は圧倒的に少なため、連想的に捜すことのできる情報の量は限られている。計算機内のあらゆる情報から、それに少しでも関連した情報を簡単にたどっていくことができるようにすれば、脳の中と同じような連想的な検索が計算機上でも可能になると考えられる。ある情報に関して常にその近傍情報を提示し、それをたどることにより必要とされる情報に到達することができる近傍検索システムを開発した。

近傍検索システムでは、ある人について調べる→その人と会った学会を思い出す→その学会のころに考えていたアイデアを思い出す→そのアイデアに似たアイデアを思い出す→...といったように、似たもののリンクを順番にたどっていくことによって、直接思い出すことのできない情報に到達することが可能である。

- ・インターネットの情報視覚化システム

インターネット上には沢山の数値情報があふれている。株価や為替のように、数値の変動がグラフとして提供されているものもあるが、ほとんどの数値情報に関しては、ある時点における何らかの値が提供されているだけであり、時間的な変化をグラフとして閲覧することはできない。時間的にに変化する情報を把握するため、時間的に変化していくインターネット上の数値情報を蓄積し視覚化するツール

Mingplot を開発した。

たとえばあるキーワードに関する Google のヒット数をプロットすると、そのキーワードの人気が時間とともにどのように変化したかを調べることができるし、Amazon のようなシステムで価格をプロットすると、商品の価格変動を知ることができる。MingPlot は Web サービスと情報視覚化の最も単純な例のひとつと考えられるが、情報検索やデータマイニングのための視覚化手法の研究を行なっていく予定である。

・インターネット上のマルチメディア情報交換システム

インターネット上の情報交換手段として、複数メンバーでメッセージを共有するメーリングリストと書き込み可能な Web ページをメンバー間で共有する Wiki Wiki Web が近年広く使われるようになってきているが、それぞれ利点と欠点を持っており、ひとつのシステムであらゆる目的に使うことは難しい。これらの利点を生かしつつ、かつ動画のようなマルチメディア情報も共有したり編集したりできるようにした quikWiki システムを開発した。グループで情報交換をしたいと考えた人が quikWiki にメールを送ると、QuickML と同様に自動的にメーリングリストが生成されるのに加え、グループのメンバーが自由に使える Wiki Wiki Web のサイトが同時に生成される。グループのメンバーは目的に応じてメーリングリストと Wiki を使いわけることができる。また、quikWiki 上では動画のようなマルチメディア情報を編集しながら公開することも可能性になっている。

・手軽で安全なメールシステム

メールはインフラとして定着したが、多くのパソコンやほとんどの小型端末で使われている POP プロトコルは安全ではないし、複数の端末でメールを共有することが難しい。POP のかわりに IMAP プロトコルを使うと、サーバ上にメールを保存することができるし、認証も POP よりは強力なので便利であるが、プロトコルが複雑であるなどの理由により小型機器では IMAP プロトコルはほとんど使われていないのが実情である。

このような問題を解決する MobileIMAP システムを開発した。MobileIMAP システムを用いると一般的な Web ブラウザ経由で IMAP サーバにアクセスすることができるため、ブラウザ機能を持つ携帯電話や PDA から簡単に IMAP を使ってメールをやりとりすることができるようになる。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 情報流、ユビキタス

[テーマ題目 4] 情報処理基盤研究

[研究代表者] 大蒔 和仁 (情報処理研究部門長)

[研究担当者] 磯部 祥尚、大澤 一郎、大谷木重夫、岡田 康治、小方 一郎、佐藤 豊、須崎 有康、戸田 賢二、丹羽 竜哉、平野 聡、海老原一郎、関山 守、大川 猛、飯島 賢吾、中島 俊夫、片下 敏宏、堀 洋平
(職員14名、他4名)

[研究内容]

ネットワーク基盤ソフトウェアおよび計算機の基礎理論研究を遂行している。個人の力量で自由な発想で基盤ソフトウェアおよび理論研究を行う。しかし、成果としては基盤ソフトウェアにおいては実際に広く世界で使われるものになっているかどうか、また理論研究においては著名な学会誌に掲載されるかどうか、を目的達成の評価尺度とする。

「多目的応用プロトコル中継システム「DeleGate」の開発と普及」

インターネットのセキュリティや応用間の相互接続性を支える基盤的ソフトウェアの技術をわが国として維持し、国内外に発信し続けることを目標として「DeleGate」の開発を行っている。極めて汎用のプロキシサーバであるとともに、他の同種ソフトウェアには無い独自の機能を多く持ち、わが国で開発されて世界的に広く利用されている数少ない基盤ソフトウェアである (海外17,000サイト/149ヶ国、国内10,600サイト)。主にセキュリティの観点からの仕様変更とデフォルト設定の変更、脆弱性の修正、移植性の向上、認証機能の拡充などを行なった。この間の改訂版の公開は40回を越え、利用サイトは3,100サイト (うち海外2,400サイト) 増加した。

「ネットワーク・コンピューティングのフレームワーク・ソフトウェア HORB」

情報ネットワークを実現するソフトウェアの生産性と信頼性向上のために分散オブジェクト指向によるネットワーク・ソフトウェア開発のための基盤の整備が進んでいる。我々が開発している HORB は様々な機種のコピュータをネットワーク上で結合し、分散オブジェクト・プログラミングを可能にするソフトウェアとして世界で初めて実用化に成功し、オープンソース・ソフトウェアとして多数の製品に利用されてきた。

現在、成果の技術移転フェーズと次の課題の研究開発フェーズがオーバーラップした地点にある。技術移転フェーズとしてはオープンソース・ライセンスによる無償提供と並行して TLO からの有償ライセンスの提供を行うことにより、これまでの研究成果が産業界において有効に活用されるよう普及活動を行っている。研究開発フェーズとしては、組込み機器のネットワーク機能が鍵であり、HORB もこれを睨んだ研究開発を行う。既に携帯電話用の

iHORB を販売するベンチャー企業が設立されている。さらに HORB は「C/C++あるいは Java による組み込み機器と携帯電話、C#によるデスクトップ、Java によるエンタープライズを接続する最良の手段」を目指して、Web Services や.NET などを超える技術・製品を目標とする。

Google での検索では HORB は60,600ページにヒットし、日本語に限ると3,400ページにヒットした。HORB の公開サイトのアクセス統計では、2003年の7月の一ヶ月間に約35,000人の訪問者があり、そのうち約10,000人は海外からのアクセスである。

特記すべき事項として、主任研究員平野聡と HORB Open ユーザーグループ運営委員会に日本経済団体連合会会長賞が授与された。

「オープンソースソフトウェアを手軽に試せる環境構築」

昨年公開した CD ブータブル Linux は多くの雑誌に取り上げられ Linux User ではかなり知られるようになった。また、Windows 環境を変えない Linux ディストリビューションとして一般ユーザにも浸透を進めている。これを更に推し進めるため、WAN 環境のネットワークでブートできる環境を構築する。これはまだ世界でまだ実現されておらず、利用価値もある研究と自負している。この構築にあたっては世界的規模で開発を連携して行なう。特に KNOPPIX の開発メンバーと連携して行なう。さらに WAN 環境のネットワークでブートできる Linux 環境を構築する。この実験環境としては岐阜県のソフトピアの情報ハイウェイを利用し、岐阜高専等に利用していただく計画である。また、企業（アルファシステムズ）と協力して、大学（東北学院大学）の教育ソフトウェアを KNOPPIX で提供している。

「理論研究」

実際の並行システムを検証可能なツールの開発方法を研究する。本検証ツールは繰り返し動作の解釈に CMS(Complete Metric Space)と PS(Product space)の理論を用いており、システムが無限状態をもつ場合でも動作が一意に定まる特徴をもつ。CMS をもとにした並行システム検証ツールは他になく、実際のシステムへの適用が期待できる。

プログラミング言語には必須の機能である大域脱出・エラー処理などの機能を、古典論理の証明図の変形という立場から理論的な基礎を与える研究を行っている。この研究は理論と実際のプログラミング言語の橋渡しをする役割を持つ。このテーマは理論だけでなく、工学的観点からも非常に重要なものである。CSL のような国際的に評価の高い国際会議に採録されている。

【分野名】情報通信

【キーワード】情報処理基盤研究

⑩【知能システム研究部門】

(Intelligent Systems Research Institute)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：谷江 和雄

副研究部門長：平井 成興、小鍛治 繁

総括研究員：坂上 勝彦

所在地：つくば中央第2、東事業所

人員：72 (70) 名

経費：781,225千円 (564,589千円)

概要

1. 研究ユニットのミッション

計算機基盤 (IT インフラ) と人間 (ユーザ) や実世界 (実環境) との接点にあって、人間の行う様々な知的活動や作業を支援あるいは代行する、知能情報処理やロボティクス・メカトロニクス技術を利用した種々のシステムの実現を目指す研究を知能システム技術と位置づけ、情報技術 (IT) と物流の調和のとれた社会の構築と新産業創出を視野に入れつつ、その基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行う。

2. 研究の概要

(1) 知的インタフェースの研究開発

人がより自然に複雑な情報を取得すること、および機械システムやロボットがより親和性高く人と相互作用することを可能にする技術の確立を目指し、画像、音声、触覚等の認識・理解、推論・学習等を用いた、情報システム側が人の意図を読み取り人に合わせることが可能な知的なヒューマンインタフェース技術、人との情緒的コミュニケーションを可能にする人間共存型ロボットの要素技術、応用技術を研究している。

(2) 行動知能の研究開発

人の作業知能を情報システムにインプリメントし、プラント点検・保守等の産業的応用や生活支援ロボットなどの知的な作業支援システムを構築するためのタスク・インテリジェンス技術、および作業に必要な環境情報獲得手段としてとくに汎用性に優れている3次元視覚システム VVV (Versatile Volumetric Vision) の基盤技術の高度化と応用開発のための研究を進めている。

(3) 社会支援知能システムに関する研究

社会において人が安全に安心して生活するために必要なサービスを提供することをめざし、高度道路交通システム (ITS) の研究開発、およびフィールドロボティクス技術の研究開発を推

進している。具体的には、前者において、車両制御、IT 技術を活用した交通情報提供、通信技術を援用した安全走行技術の究極を追求するとともに、後者においては、屋外作業ロボットの基礎技術と、それをベースにした災害対応技術、人道的対人地雷撤去技術を研究している。

(4) 知能メカニズムに関する研究

人あるいは動物が持つ技能を解明して工学的に実現する方法や、マイクロ物体の操作技術（マイクロ技能）、生物が持つ分散型システムを工学的に実現して利用する方法等についての基礎から応用まで、新しい知能システムの実現方法と応用分野開拓を目指した研究開発を進めている。

(5) ヒューマノイドに関する研究

ヒューマノイドロボティクスに関する基盤的、応用的研究を推進している。基盤研究として、ヒューマノイドプラットフォームを研究インフラとして社会に提供することを目指し、ヒューマノイドロボットのハードウェアの共同開発、シミュレータ及び全身運動制御系を中心としたソフトウェアの開発を行っている、また、応用研究として、プラントメンテナンス、対人サービス、施設内警備、移動作業機械運転など、人の形が特徴的に活用できる応用分野の発掘とこれらの分野でのヒューマノイド利用技術の研究を進めている。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）

経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「人間支援のための分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究 分散リアルタイムネットワーク基礎技術の研究 分散センサ／アクチュエーター・ネットワークの研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「ロボット群と保全知識ベースの協調によるプラント点検・提示システムの研究開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）3D-FAX の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「ブーリアンカーネルを用いたブール関数の帰納学習」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「人の技能を実現する遠隔操作システムの開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「モジュール型ロボットの分散的移動制御手法」

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 「21世紀ロボットチャレンジプログラム／ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」

発表：誌上発表132（119）件、口頭発表237（75）件、その他13件

[テーマ題目1] 知的インタフェースの研究開発

[研究代表者] 坂上 勝彦（知能システム研究部門）

[研究担当者] 坂上 勝彦（職員20名、他16名）

[研究内容]

1. 研究目的・目標

情報システムが人間の表現を読みとり人間に合わせることで、次世代の知的なヒューマンインタフェース技術を研究する。これにより、これまでにない方法で情報システムにアクセスすることができ、高度情報化社会の恩恵を誰もが受けられるようになるための技術の確立を目指す。そのために、学術的に他の追随を許さない独創的な研究とその実用化を目指す社会的貢献の両面からバランス良い研究を行う。それを示す評価軸として、企業連携、知的財産、共同研究、外部資金獲得、成果普及活動などの活動の集積として、成果を実用化に向けて完結させる活動の実績と、国内外での高レベルな学会発表実績の両面のバランスをアピールしたい。

2. 研究計画

ユビキタスステレオビジョン（USV）の処理速度、精度向上を引き続き行うとともに、より具体的なアプリケーション上での実験と、学習・認識手法の開発を行う。Weavy については、パーソナルポジショニングシステム、ハンドジェスチャシステム等の機能の実用化と改良を進め、同時にセンサの高度化を図る。複数のメンタルコミットロボットを製作し、医療機関、高齢者向け施設、個人などを対象として、長期間の共生実験を始める。没入型3次元ディスプレイの高精細化と3次元コンテンツ操作ツールの改良、およびコンテンツ開発のための形状計測技術の開発を行う。音声聴覚及び分類学習に関する研究では、これまで蓄積した基礎的な成果の実応用への適用を開始する。

3. 進捗状況

・空間3D

ユビキタスステレオビジョン（USV）では、室内での位置に依存しない基本姿勢並びに腕さし認識を

判定時間1秒以内認識精度95%で実現し、顔による個人識別も実装した。また屋外多人数の3D 動きデータを12f/s で取得し、動線抽出手法を提案した。応用分野ごとに企業との連携を進めている。

一企業への全焦点顕微鏡に関する技術移転を行い、平成15年度に製品販売を開始した。また、全焦点画像生成アルゴリズムのプログラムライセンス契約を行った。

一没入型ディスプレイでは、移動型投影モジュールの分散配置によって高精彩化を図り、提示された3次元空間中におけるユーザーに対し、視点トラッキングとイメージ生成を30分の1秒以内で連続的に行いながら、情報提示を可能とした。ステレオカメラによる動作主の動きと位置にもとづいて適切に発話を検出する機能を組み入れた。航空測量事業を展開する企業と秘密保持契約を結び、測量データから都市の3次元形状を効率よく生成する方法について検討を行っている。

一3D 形状モデル化では、光造形装置等での実应用到に必須な、3D 情報欠損部補完手法を開発し、光造形装置開発企業等との連携による多様なデータへの適用を試みた。

・ウェアラブルビジュアルインタフェース

昨年度企業にライセンスしたパーソナルポジショニング、ハンドジェスチャインタフェースについて企業との共同研究により実用化にむけた開発を継続している。今年度、製品化第1弾をリリースする。パーソナルポジショニングについては、歩行、階段昇降、エレベータ搭乗の動作認識において85-95%の精度を得た。歩行計測精度は、現状、30m の歩行で1m 前後の誤差があるが、画像による位置補正やマップマッチングなどとの併用により、3階と1階との往復（階段、エレベータを利用）を含む90m の行程での誤差は1m 前後であった。Weavy 技術をコアとした遠隔コミュニケーション支援に関する研究を開始し、WACL を提案した。

・環境低依存型音声処理技術

一独自の音声符号系に基づく処理手法において、自動抽出した基本セグメント単位を音韻的単位に近づける手法を開発した。音声検索において、対象データの規模を約4倍に拡張し、処理速度で約15倍の効率化を実現するとともに、モデルの認識精度を約70%改善した。さらに対象言語を韓国語にも拡張するためのデータ整備を進めている。

一雑音環境下での音声認識において、昨年度に音響モデルの分散のオンライン適応法を構築したのに続き、今年度は定常・非定常共にロバストな特徴補正手法を開発した。従来法である GMM と比較して、定常雑音で同程度、非定常雑音では86%の認識率を95%に改善した。さらに、複数マイクを用いた音源

分離技術に関して、同レベルで同時発生した2音源を2個のマイクで録音したときに、10dB 以上の精度で分離を実現した。

一ケンウッドとの共同研究において、高品質の音声合成方式を開発した。収録した本人の肉声を再現できるため、広範囲の応用に向けた実用化を進めている。

・分類学習

ブーリアンカーネルを用いたブール関数の学習手法と、学習されたブール関数を、ブーリアンカーネルを用いて分析する手法に関し、新たな分析手法として、分類に寄与しない変数をブーリアンカーネルを用いて取り除く特徴選択法を開発した。そして、人工的なデータを用いた計算機実験により、既存の手法よりも高性能であることを確認した。さらに、実データとして、テキスト分類のベンチマークである、ロイターニュース記事データセットの一部に対して、これまでに開発した分類学習システムを適用してみた結果、既存手法よりも最大で9.8%、平均で4.6%高いスコアを達成した。システムの高速化をさらに図り、ロイターデータセット全体、そして、その他のベンチマークデータセットに適用する。大学との共同研究により本手法の実用化に向けて外部連携を開始した。

・メンタルコミットロボット

8月末現在、介護老人保健施設での長期間の共生実験を開始した。10月以降に、日本国内では、八王子小児病院、清瀬小児病院で、海外では、ワシントン DC 郊外の高齢者向けケアセンター（全米最大のサンライズグループの施設）、およびストックホルムのカロリンスカ病院小児病棟（カロリンスカ医科大学はノーベル賞生理・医学部門の審査機関として著名）での実験を開始する予定。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 3D 映像情報処理・ユビキタス視覚・音声情報処理・メンタルコミットロボット・ウェアラブルビジュアルインタフェース・分類学習

[テーマ題目2] 行動知能の研究開発

[研究代表者] 平井 成興（知能システム研究部門）

[研究担当者] 末廣 尚士、富田 文明
（職員22名、他26名）

[研究内容]

1. 研究目的・目標

行動知能とは、実環境の情報を知的に獲得し、また、それら情報に基づいて知的に作業を行う知能システムの実現に関わる技術であり、本研究ではその体系的な追求を進めている。具体的には、1) 人の作業知能を情報システムにインプリメントし、プラント点検・保守等の産業的応用や生活支援ロボッ

トなどの知的な作業支援システムを構築するためのタスク・インテリジェンス技術の確立を目標とする。

2) 3次元視覚システム VVV (Versatile Volumetric Vision) を採り上げ、基盤技術の高度化と応用開発のための研究を行い、各種産業における実用化技術を確立する。この VVV はシンクタンクによる市場性調査により、現時点では3次元視覚システムの中では競合するシステムは他にないという評価を得ている。

2. 研究計画

RT ミドルウェア研究開発に関しては、前年度の検討に基づき、具体的な RT 要素モジュールの開発に着手する。

プラント点検ロボットシステムに関しては、最終年度として総合評価実験を行う。

プラント保守ロボットシステムに関しては、目標とする作業ベンチマークの検討ならびに作業技能の蓄積・再利用統合システムの設計に着手する。

これら作業技能に共通する技術として、対人親和性の高い作業教示手法の研究を進める。

3次元視覚機能に関しては、マルチカメラシステムによる3次元形状計測を人体形状および動作の獲得に適用し、精度の評価を行う。

また、移動撮影における遠方物体を対象とした距離計測の誤差評価を行い、高精度な手法を開発する。

3. 進捗状況

RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発においては、以下の項目の研究開発を行う。

- RT 基本要素のモジュール化
前年度の検討に基づき力センサ、ビジョン、ロボットアームなどの典型的な RT 基本要素のモジュール化の形態を分類し、必要な RT ミドルウェアの基本機能 (RT 基本要素のモジュール化支援機能) の開発に着手した。
- RT 協調要素のモジュール化
前年度の検討に基づき RT 要素の内、サーボ制御、スキル制御などの典型的な RT 協調要素のモジュール化の形態を分類し、必要な RT ミドルウェアの基本機能の開発に着手した。
- 基本機能実証システム上での RT 基本機能の検証
基本機能実証システムの上で RT 基本要素、RT 協調要素の各々の典型例を取り上げ、モジュールの試作を進めている。
プラント点検・提示システムの研究開発においては、これまでに開発してきた、環境の変化やセンシング目的に応じて効率良く点検情報を収集するための注意制御技術、収集した点検情報の時空間的な整合性を保つための変動除去技術、時空間的に広がった膨大な点検情報をコンパクトに蓄積するための3次元投射技術、の3つを統合した環境サーバーを中心と

して、複数エージェント (点検ロボット、運転システム、保全システム、オペレータなど) の協調による、環境情報の蓄積と、その情報の効果的な参照についての実験を進めている。また開発した技術の有用性についての評価システムを構築した。さらに、理研が担当する情報場構築技術、海技研が担当する情報場提示技術を環境サーバーを核として連携させ、統合的な評価実験とデモンストレーションを行った。原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究においては、従来の研究で用いた実験設備を再利用し簡易作業実行装置として統合した。これに人間の操作情報を入力したり人間へ作業中の力感覚を提示することが可能な操作入出力装置基本部を接続し、人間の技能の抽出実験のためのシステムを構築した。また作業教示手法開発として、簡易作業実行装置と操作入出力装置を統合したシステムを用いて遠隔作業実験を行う中で作業教示手法の検討を行った。3次元視覚機能に関しては、基本となる特徴抽出手法として陰影エッジ検出法を考案し、アルゴリズム開発を行った。これにより、従来から使われている2値的境界線抽出に、テクスチャ抽出と本手法を加え、画像中の主要な3種の特徴処理を全て完備したステレオシステムを完成した。これら高度化された基本技術はさらに企業と組んだ実用システムに展開しつつその実用的な高度化を進めている。具体的には、マルチカメラシステムの開発においては、胸像作成システムや防犯への応用が期待される人体形状構築システム、移動撮影における遠方物体を対象とした距離計測技術に関しては、空中撮影シミュレーションシステムの開発などである。また、ヒューマノイドロボット用ビジョンの機能拡張、はじめ所内の他のグループによる応用連携も多数すすめている。

操作対象物に取り付けた IC タグに、マニピュレータによる操作知識を分散的に持たせることで、ロボットの作業性を高めた「TAG ベーストマニピュレーション」を考案し、特許の出願、プロトタイプシステムの構築を進めている。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 3次元視覚システム、RT ミドルウェア、TAG ベーストマニピュレーション

[テーマ題目3] 社会支援知能システム

[研究代表者] 小鍛治 繁 (知能システム研究部門)

[研究担当者] 小森谷 清、津川 定之
(職員14名、他15名)

[研究内容]

1. 研究目的・目標

社会において人が安全に安心して生活するために必要なサービスを提供する。この目的のため、交通、

輸送、通信支援、災害対応技術などでの技術基盤強化・産業創生を目指す。実験室で開発されてきたRT（ロボット技術）が必要とされる場所、特に野外で普及することを目指し、十分な頑健性、環境認識能力、自立性を実現していく。

*LTA

成層圏に情報通信の中継などに利用できる浮遊基地を実現するためのLTAを設計試作し、成層圏滞空実験に向けて研究をすすめている。世界に先駆けて成層圏に実験機を送り込むなど、実証実験レベルで世界最先端に位置する。

*ITS

自動車走行制御技術において国際的にトップレベルの技術を維持している。「ドライバ適応型運転支援」のコンセプトを世界に先駆けて提案し、先導的な展開を行っている。車車間通信を活用して収集した情報で運転支援を行うのは他に例の無い独自開発技術である。

*フィールド

野外環境改変、空中情報収集、不整地移動など整備されていない環境下での活動・情報収集の基盤を開拓する。人道的地雷除去技術など政府方針に協力して活動を進めている。この分野では9/11をきっかけに国際的に多数の機関が研究を展開している。

[評価軸]

いずれも目標に対して具体的な現実解を示し、屋外での実験を通じて頑健な技術を蓄積してきている。「安全安心な社会生活への貢献」

2. 研究計画

- 産総研コンソーシアム「ALTAC」を引き続き運営し、先進飛行船の応用分野の開拓を図る。NEDOプロジェクトにおいて、無人動力気球による世界初の成層圏定点滞空飛行を目指す。
- 地域新生コンソーシアムにおいて参加各社の開発したデバイスを試作車に搭載し、総合実験を行って各デバイスおよびシステムとしての評価を行う。NEDOプロジェクトにおいて車車間通信を活用した高齢者の運転支援に関する手法の開発を実車実験により進める。
- 屋外不定形物体操作技術についてはこれまでに開発した環境計測手法が天候などの変化によらず有効に利用できることを検証する。パケット動作の性能をモデルに基づいて解析する。人道的対人地雷撤去技術においては、低圧タイヤを用いた時の接地圧分布を計測し、またタイヤの半径程度の凹凸地走行性能を目指す。自律型無人ヘリコプターに関連しては姿勢制御システムを開発して飛行の基盤を確立し、野外飛行、定点ホバリングを安定に実現する。
- 屋外作業で必要とされるロバスト性を持った技術についてシーズ・ニーズの探索を行う。

3. 進捗状況

*LTA

機体設計、滞空性能の実現、地上発進技術など総合的なシステム検証を目的として第1回の成層圏動力飛行実験を平成15年9月に行った。上昇速度など一部の未達成項目のため成層圏高度には至らなかったが、上空での滞空姿勢の実現、推進器の始動などを行った。これらは平成16年の第2回実験計画に反映の予定。

*ITS

ドライバ適応型運転支援において計測・ヒューマンインタフェース・制御・通信技術の開発を進め実車に搭載した。地域新生コンソーシアム（ITSビューエイド）総合実験を行い、開発されたセンシング、表示技術の有効性を明確にした。高齢者が安全に運転できる環境を実現するために、全方位追従走行や狭隘路走行などを実現できるセンシング技術・運転支援手法を開発した。

*フィールド

不定形物体操作技術では計測手法の耐天候性等システムの完成度を高め、実機に搭載する方向で改善点をまとめた。低圧タイヤ方式による不整地移動の評価と試作機による移動性能の実証を行った。無人飛行体に三次元視覚システムを搭載し空中からの3次元地形計測を実現した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 地雷除去・高齢者運転支援・ドライバアダプティブ支援・成層圏飛行船・自律型無人ヘリコプター・不定形物体操作

[テーマ題目4] 知能メカニズム

[研究代表者] 小鍛治 繁（知能システム研究部門）

[研究担当者] 黒河 治久（職員11名、他6名）

[研究内容]

1. 研究目的・目標

人が安全に安心して利用できるサービスを実現するために、人や動物の技能を解明して工学的に実現する方法、生体の持つ分散的な処理形態を工学的に実現して利用する方法等について研究し、自律性を持った知能システムを開発する。

*モジュール型ロボット

生体の自己組織／自己修復機能などの実現を可能にするモジュール構造を持ったシステムとして、形態と運動の生成では世界の先端に位置。

*マイクロハンド＋全焦点

超微小スケールにまでマニピュレーション能力を拡張し、画像認識能力については全焦点画像システムと融合、世界的に例を見ない微小物体自動操作システムに発展。

*スピニング

RT（ロボット技術）は産業に有用であるべきとの主張を熟練加工の代表的プロセスであるスピニング加工に適用。RTの蓄積がどこまで熟練技術に迫れるかの実証的研究を進める。ロボット技術・金属塑性加工の融合の試みで世界的にも例はない。

[評価軸]

「自在な発想に基づく機械・情報技術が一体化されたシステムの構築」

2. 研究計画

- ・蛋白質結晶の操作システムの自動化を進める。透明結晶体に適合した全焦点画像システムの出力を処理して立体情報を生成し、これに基づいてマイクロハンドの駆動、把持を計画するアルゴリズムを開発する。光ファイバーを加工し、10nN以下の分解能を持つマイクロハンド用力センサを製作する。
- ・自己組織型ロボットのモジュールにセンサ機能を追加してセンサモジュールを製作する。センサモジュールを利用した構造生成手法、運動制御手法を開発する。モジュールの通信機能を改良して運動機能のロバスト性の向上を図る。

3. 進捗状況

*モジュール型ロボット [実時間適応]

モジュールの情報系の処理機能・通信機能を向上させた。またセンサ搭載も実現し、分散的自律運動を可能とした。実時間での環境適応動作を実現。

*マイクロハンド+全焦点 [自動化オペレーション]

これまで開発を進めてきた全焦点顕微鏡システムとマイクロハンドを融合し、たんぱく質解析自動化（高エネ研との共同研究）のためのマイクロ自動操作システムを開発。

*スピニング [RTの実用化]

アルミ材と円錐マンドレルにより加工特性データを蓄積中。位置・カハイブリッド制御によりしごきスピニング加工を行った。非回転体形状の成形を実現。

[分野名] 情報通信

[キーワード] モジュール型ロボット、マイクロハンド、全焦点視覚、スピニング加工

[テーマ題目5] ヒューマノイドに関する研究

[研究代表者] 比留川博久（知能システム研究部門）

[研究担当者] 比留川博久（職員7名、他9名）

[研究内容]

1. 研究目的・目標

（長期）

実験室ではなく実際の現場で働けるヒューマノイドロボットを実現することにより、2010年までに年間100台のヒューマノイドロボットの市場創生を目指す。

（中期）

ヒューマノイドロボティクスに関する基盤研究・

工学的研究を行う。基盤研究としては、ヒューマノイドロボティクスに関する先進的な理論・アルゴリズムを提案し、学術的に貢献する。工学的研究としては、ヒューマノイドロボットのハードウェアの共同開発、シミュレータ及び全身運動制御系を中心としたソフトウェアの開発成果を、研究インフラとして社会に提供していくことを目指す。

2. 研究計画

NEDO 基盤捉テーマとして、ヒューマノイドロボットの滑り易い路面上の歩行および腕と脚を併用した作業の研究を行う。産総研分野別重点課題テーマとしてヒューマノイドロボットの狭隘部潜り抜け動作を研究する。運営費交付金テーマとして、転倒制御、遠隔操作の研究を行う。また、基礎的テーマとして、走行ロボットの研究を行う。

その他、川田工業株式会社との共同研究として、防塵防滴処理が施されバッテリーで長時間稼動するヒューマノイド（開発名 HRP-3）の仕様設計を行う。

3. 進捗状況

(1) NEDO 基盤捉テーマ、(2) 産総研分野別重点課題テーマ、(3) 部門内基礎テーマの3課題を実施。

(1)では、

- ・ヒューマノイドロボットの滑り易い路面上の歩行および腕と脚を併用した作業の実現

(2)では、

- ・環境モデルが与えられたとき、最適な移動方法を計画する方法のシミュレーションおよび実機ヒューマノイドロボットによる狭隘部潜り抜け動作の実現

(3)では、

- ・HRP-2Pを用いた前方転倒制御の実現
- ・HRP-2の全身遠隔操作の実現
- ・脚モジュールを用いた時速2kmの走行の実現
- ・防塵防滴処理が施されバッテリーで長時間稼動するヒューマノイド（開発名 HRP-3）の仕様設計（川田工業との共同研究）。

を目標として研究を推進し、以下の進捗、成果を得た。

NEDO 基盤捉テーマについては、滑りを生じにくい歩行パターン生成法考案、また、腕と脚を併用した作業の一部を実現した。

分野別重点課題テーマでは、狭隘部潜り抜け動作をシミュレーションレベルで実現した。

部門内基礎テーマでは、後方転倒の場合の転倒制御を実現するとともに、HRP-2遠隔操作に関して、通信方式の検討完了、さらに、脚モジュールを用いたその場ジャンプを実現した。また、HRP-3の仕様設計に着手した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] ヒューマノイドロボット・二足歩行・転

倒制御

⑪【エレクトロニクス研究部門】

(Nanoelectronics Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：伊藤 順司

副研究部門長：鈴木 英一、安藤 功兒

総括研究員：鈴木 英一、安藤 功兒

所在地：つくば中央第2

人員：60 (58) 名

経費：1, 189, 168千円 (832, 244千円)

概要：

1. ミッション

IT 社会の基盤となる情報処理デバイス（演算、記憶、増幅、伝達、変換・検出、表示）技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究を展開することにより、技術革新の原動力となる多様なシーズの創出や技術の高度化を実現し、産業・社会の持続的発展に貢献する。

2. 研究概要

上記ミッションを達成するため、大きく(1) 革新的技術シーズの創出を目指した新電子現象・材料の探索・解明・制御に関するシーズ創出型研究と、(2) それらの成果を具体的デバイスに応用することで産業ニーズに応えるニーズ重点型研究とを両輪として行う。

二つの研究カテゴリーの概要は以下の通り。

[シーズ創出型研究]

(1) スピントロニクスの研究

電荷、スピン、フォトンの相互作用に基づく新現象・機能の解明および超低消費電力不揮発性メモリ (MRAM) や高速ネットワーク用スピントロニクスへの応用、さらには量子情報処理デバイスなどへの応用の研究を行う。

(2) 超伝導現象、材料の研究

高温超伝導物質は今後とも大きな技術革新のシーズとなる可能性があるが、その超伝導発現機構は未だに解明されていない。ここでは、超伝導理論、新物質探索・創成、物性解明と応用の3つのアプローチで研究を推進する。

(3) 新酸化物材料の研究

酸化物材料は金属や半導体にはない多様な機能を発現する可能性を持っている。ここでは酸化物新材料探索、薄膜形成初期過程制御を軸として、新電子材料開発とシースルー（透明）エレクトロニクスへの応用を目指した研究を行う。

[ニーズ重点型研究]

(1) LSI 基盤技術の研究

ロードマップにおける45nm 世代（2010年）以降の実用技術開発に資するため、新トランジスタ構造、およびそれを集積化するための高誘電率ゲート絶縁材料および電極材料をパッケージで研究する。

(2) システムインテグレーション技術の研究

自発光型オンチップディスプレイを中核とした新しいウェアラブル/モバイルプラットフォームデバイスの先駆的開発および、オンチップの高密度集積を実現する3次元実装（配線）の開発を行う。

(3) 超伝導デバイス技術の研究

超伝導デバイス集積技術を駆使して、ジョセフソン効果や磁束量子現象を応用した超高精度計測デバイスを開発し、次世代の電気標準技術を確立する。

外部資金：

財団等受託研究費／（独）科学技術振興機構（科学技術振興事業団）「Cu 系超伝導材料、薄膜の高性能化」

財団等受託研究費／（独）科学技術振興機構（科学技術振興事業団）「固体中へのスピン注入による新機能創製」

財団等受託研究費／（独）科学技術振興機構（科学技術振興事業団）「電子場デバイスの研究」

エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費／経済産業省「超高密度電子 SI 技術の研究開発」

大中小企業産業技術研究開発委託費／経済産業省「大面積レーザ蒸着技術」

中小企業産業技術研究開発委託費／経済産業省「高精度冷却マニピレータ製品化に関する研究」

中小企業産業技術研究開発／経済産業省「次世代不揮発メモリデバイス製造のための MOCVD プロセス原料の開発」

中小企業産業技術研究開発委託費／経済産業省「薄膜型サーマルコンバータ素子の開発」

中小企業産業技術研究開発委託費／経済産業省「GHz 高速対応半導体 IC チップ検査装置の実用化研究」

中小企業産業技術研究開発委託費／経済産業省「具体的

ニーズに基づいた高温用導電性ペースト実用化」

中小企業産業技術研究開発委託費／経済産業省「感光性ポリイミド層間絶縁層を用いた超伝導集積回路技術の開発」

地球環境遠隔探査技術等調査研究委託費／経済産業省「低消費電力型サブミリ波分光放射計に関する研究」

若手任期付研究員支援／文部科学省「高異方性ナノプロセスによる極微 MOSFET」

若手任期付研究員支援／文部科学省「高速ネットワークのためのスピン光機能素子に関する研究」

総務省「超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発」
産業技術研究助成事業費助成金／（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構「ブロードバンドネットワークのための次世代磁気光学素子」

産業技術研究助成事業費助成金／（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構「高異方性ナノプロセスを用いた極微細ダブルゲート MOSFET の開発」

産業技術研究助成事業費助成金／（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノ構造表面制御による長寿命・低消費電力フィールドエミッションディスプレイ技術の開発」

産業技術研究助成事業費助成金／（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構「太陽光発電技術研究開発 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発 シート型ペーパ鉄シリサイド太陽電池の製作に関する研究開発」

産業技術研究助成事業費助成金／（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構「計量器校正情報システムの研究開発」

発 表：誌上発表191（171）件、口頭発表285（114）、その他12件

先端シリコンデバイスグループ

（Silicon Nanoscale Devices Group）

研究グループ長：鈴木 英一

（つくば中央第2）

概 要：

世界最薄13nm Fin 厚の Fin 型 XMOS (FXMOS) FET を試作し、優れた短チャネル効果抑止特性を実証した。さらに、微細デバイスでは世界初の分離ゲート4端子 FXMOSFET の試作に成功し、XMOS デバ

イス固有のしきい値電圧 (Vth) 制御機能を実証した。縦型 XMOS (IMOS) デバイスについては、独自の IBRE 法がイオン種によらないことを発見し、p チャネル IMOSFET の試作に成功した。また、独自の超臨界流体薄膜堆積の実績を積み上げるとともに、酸化物 SrMoO₃ 薄膜がゲート材料として機能する実験データを初めて示した。SNDM により、微細な (30nm 程度) 領域の不純物分布評価が可能であることを実証した。

研究テーマ：テーマ題目 1

デバイス評価計測グループ

（Analysis and Instrumentation Research Group）

研究グループ長：岡山 重夫

（つくば中央第2）

概 要：

アモルファスシリコンにおける含有水素の結合形態の違いが光照射誘起構造揺動に与える影響を変調分光法で評価し、その成果を国際会議、Phys. Rev. 等で発表した。Ge を含むアモルファスシリコン合金での測定から、結合水素近傍の構造揺動が、水素の結合形態および特異なネットワーク構造に強く依存することを示す結果を新たに得た。また、時間分解フォトルミネッセンス測定のための光学系と測定プログラムを整備、調整した。

熱電発電材料 PrRuP12 の金属-絶縁体転移近傍における構造変化について、収束電子線回折 (CBED) を用いて解析した。異なる回折条件で得られた収束電子回折図形と、仮定された結晶構造から理論的に求められる回折図形を比較することにより、結晶構造の空間群を考察した。

SEM 分解能測定法の標準化研究については、FFT、Young Fringe 法、自己相関法による分解能評価を試み、課題を抽出した。また、高分解能評価用として、簡便、かつ再現性が良い標準試料作製法を開発した。

機能集積システムグループ

（Microsystems Group）

研究グループ長：伊藤 順司（兼任）

（つくば中央第2）

概 要

ポリシリコン・エミッタによる16x16画素の FED を試作し、パッシブモードで画素点灯に成功した。単結晶シリコンエミッタの長寿命化に成功し、これを電子源として用いた CRT でモノクロ TV 動作を確認した。SMM 及び SNDM を用いた高分解能の電気特性評価技術を開発した。ポリシリコンに代わるトランジスタ・ゲート材料として、仕事関数を広範囲で制御可能と期待される Ni-Al 合金材料を選択し、膜作成を開始した。p 型細線 FET と n 型細線 FET を作製し、

外部結線により並列接続した回路形成し、その動作実証に成功した。集積型 a-Si:H 蛍光検出素子を実装した電気泳動マイクロチップを用いて大腸菌及び MRSA の検出・同定に成功した。集積型 a-Si:H 蛍光検出素子を産総研で作製するためのプロセス立ち上げに着手した。環境半導体材料：ベータ鉄シリサイドを用いた太陽電池作製の基盤技術である p 及び n 形伝導制御技術を開発した。

高密度 SI 研究グループ

(High Density Interconnection Research Group)

研究グループ長：青柳 昌宏

(つくば中央第2)

概要：

情報通信におけるいっそうの多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にする要素技術を確立する。集積回路のチップレベルの高密度実装に関する要素技術を開発する。特に、LSI チップ3次元実装に向けたミクロンレベル微細配線による多層配線インターポーザ技術の開発を中心に進める。これまでに、感光性ポリイミド絶縁層と微細金属配線層からなる多層配線インターポーザ作製プロセスの開発を行い、20ミクロンピッチの LSI チップ接続に対応した多層配線インターポーザの試作および内部伝送線路の特性評価に成功した。今後は、インターポーザ作製プロセスの高度化、伝送速度10Gビット/秒に対応した設計手法、伝送特性測定評価手法、超微細ピッチ LSI チップ接続手法などの研究を進める予定である。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4

超伝導計測デバイスグループ

(Superconducting Devices Group)

研究グループ長：東海林 彰

(つくば中央第2)

概要：

我が国独自の電圧標準技術を確立することを目的として、液体ヘリウムを必要とせず、安価で、コンパクトなプログラマブル・ジョセフソン電圧標準システムを開発することをグループの最大の目標として位置づけている。この目標の実現に向けて、高い集積度(最大約30万個/チップ)を有する NbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレーの作製技術の開発、ジョセフソン素子に効率的にマイクロ波を供給するための導波路設計技術、チップを冷凍機によって効率的に冷却するための実装技術の開発等を行っている。電圧標準システム以外の研究としては、地球環境計測、電波天文学等への応用を目的とした低消費電力型サブミリ波分光放射計の研究とコンパクトな交流一直流変換標準システム

の実現を目的とした薄膜型サーマルコンバータ素子の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 5

磁束量子デバイスグループ

(Flux-Quantum Devices Group)

研究グループ長：前澤 正明

(つくば中央第2)

概要：

単一磁束量子回路を用いた高精度デジタル/アナログ (D/A) 変換器の開発：高精度 D/A 変換器の主要構成要素である電圧増倍回路を設計・試作し、8ビット (255段) 電圧増倍回路において最大出力電圧8mVを得た。

スピントロニクス研究グループ

(Spintronics Research Group)

研究グループ長：鈴木 義茂

(つくば中央第2)

概要：

携帯情報機器用不揮発性メモリ、ポスト DRAM 用高集積メモリ、高速ネットワーク用スピン光通信機などにおいてキーテクノロジーとなる強磁性3端子トンネル素子、新強磁性半導体とこれを利用したヘテロ素子、および導波路型光アイソレータ/光論理素子を開発し、その原理を実証する。グループの H15年度の研究目標として、量子サイズ効果を利用した強磁性トンネル素子の開発、新しい磁性半導体の開発とその機能の解明、および、低損失高変換効率の導波路型光アイソレータの開発。

H15年度の具体的な研究目標

超 Gbit 級 MRAM などの新型スピン伝導素子を実現するために、極薄強磁性電極を持つトンネル磁気抵抗素子を作製し、下地金属とのバンドのつながりを制御するとスピンの依存した電子の干渉効果が強く現れることを示す。また、このことによってトンネル磁気抵抗効果を制御する方法を得る。また、新規トンネル素子の実現に向けて、トンネルバリア層の単結晶化と二重バリアトンネル素子を実現する。さらに、三端子素子の加工方法を検討する。MRAM の書き込み電力低減のためにスピン注入磁化反転に必要な電流を現行 (約 $10^8\text{A}/\text{cm}^2$) の1/10とする技術を開発する。

超小型低価格高速ネットワーク用光アイソレータを実現するため、本年度は CdMnTe/GaAs 傾斜屈折率導波路の TM-TE モード変換効率を90%以上とする技術を開発する。半導体と強磁性体を接合した新しい光アイソレータ/プログラマブルスピン光論理素子の実現のためにリブ型の磁性半導体光導波路を作製するとともに、強磁性金属/半導体ヘテロ成長を行う。半導体のキャリア・スピンおよび光の相互作用を利用し

た新機能デバイスの開拓をめざして、新強磁性半導体の材料の合成を行う。具体的には、本グループが発見した新強磁性半導体 (ZnCr) Te のキャリア濃度を制御し磁気相互作用に対するキャリアの役割を解明するとともに10%以上の磁気抵抗変化率を得る。新希薄磁性半導体 GaInCrAs を成長する。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

量子凝縮物性グループ

(Condensed Matter Physics Group)

研究グループ長：柳澤 孝

(つくば中央第2)

概要：

研究目的は新量子現象の探索・解析および新機能高性能材料の研究と開発である。

研究目標としては、多重極限環境下物性測定、並びに独自の単結晶育成方法による実験的研究と理論的研究、第一原理計算による物質設計とを融合させて、高温超伝導メカニズムの解明、新量子臨界現象の探索およびこれらを基にした新高性能材料の開発がある。特に、以下のことを研究目標とする。(1) 当グループではクーロン相互作用を起源とする超伝導相が存在することを示してきたが、クーロン起源の超伝導を確立していくために量子変分モンテカルロ等により相図を求める。(2) 多重極限下での測定技術、極低酸素分圧下での単結晶育成技術を確立する。(3) 次世代の Si-LSI テクノロジーへの応用を目的として、高電気伝導率酸化物材料、純良シリコン単結晶等を育成する。高温酸化物材料が様々な用途に応用できることを実証し、大きなインパクトを与える。

特に、10のマイナス28乗の酸素分圧まで動作可能な極低酸素分圧下单結晶育成装置を開発する。この装置によりこれまで難合成とされた高電気伝導性酸化物やシリコンの結晶を育成し、エレクトロニクス技術への応用もめざす。

研究テーマ：テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13

超伝導材料グループ

(Superconducting Materials Group)

研究グループ長：伊藤 順司

(つくば中央第2)

概要：

多層型高温超伝導体の材料開発と物性の実験・理論、応用研究を展開した。応用研究面では、移動体通信基地局向けマイクロ波フィルター用の $(\text{Tl}_x, \text{Cu}_{1-x})\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (Tl-1223) を使った、1インチ $(\text{LaAlO}_3)_{0.3}$ ($\text{SrAl}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_3$)_{0.7} (LSAT) 基板上の両面薄膜作製技術を完成した。この開発において、薄膜超伝導体の

新特性評価法として、「フィッシング法」を発明し、これを駆使した。100K の動作温度を目指したフィルター回路の試作を開始した。

基礎研究面では、2-3ミリ程度の Tl-1223の単結晶の育成に成功した。他の多層型高温超伝導体である頂点F系、水銀系においても単結晶育成に取り組んだ。複数の超伝導成分からなる多成分超伝導体 Cu-1234 において、成分ごとの本来の超伝導転移温度の制御を個別に制御できることを NMR、ラマン分光、磁化特性評価から示し、多層型高温超伝導体の科学を創始した。

低温物理グループ

(Low-temperature Physics Research Group)

研究グループ長：柏谷 聡

(つくば中央第2)

概要：

近年発見された銅酸化物超伝導を含む新超伝導体に関する結晶成長技術を高度発展させ、高度物性測定技術と連携を取ることで新超伝導体の物性を明らかにし、銅酸化物超伝導の超伝導発現機構解明に資する。(1) FZ 法や高压合成法を用い、100K 以上の T_c を有する Tl 系、Hg 系、頂点フッ素系酸化物超伝導体、Bi 系単結晶などを開発し、基礎物性評価を行う。ここで開発された結晶作成技術を応用し、新超伝導体や新光学結晶、傾斜組成型結晶の開発を行う。(2) X 線構造解析、光学伝導度スペクトル、低温 STM 等の各種測定技術の高度化を行い、これらの測定手法を用いて上記超伝導体等の T_c を決定する要因等について系統的研究を行う。(3) 超伝導トンネル接合の新しい可能性を開拓する。具体的にはスピン偏極トンネル接合を用いた新しい測定法、量子コンピュータ、超伝導アンプ等に利用可能な磁性と超伝導を融合した接合技術の開発を行い、接合系の輸送現象の物理を明らかにする。

機能性酸化物グループ

(Oxide Electronics Research Group)

研究グループ長：阪東 寛

(つくば中央第2)

概要：

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化物半導体薄膜により pn 接合を形成し、その特性評価を通じて光起電力効果を検証すると同時に、高導電性酸化物、透明酸化物半導体をはじめとする機能性酸化物の物質開発をすすめた。薄膜接合形成にはレーザーアブレーション法を、物質開発における単結晶育成にはフローティングゾーン法、物性発現機構の解析には角度分解光電子分光法をはじめとする研究手段を用いた。透明酸化物半導体からなる pn 接合をガラス基板上に形成し、この接合が可視光を透過し

青色および紫色光照射時に光起電力を発生することを確認した。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16

フロンティアデバイスグループ

(Novel Electron Devices Group)

研究グループ長：岡山 重夫

(つくば中央第2)

概要：

VLSI ロードマップ上では達成し得ないであろう革新的な新機能デバイスを開発することを目標に、当グループが保有する無機レジストプロセス技術を利用して、ナノメートル寸法の強磁性体単一電子デバイス構造の作製技術を開発している。本年度は縦型スピン単一電子トランジスタの全積層プロセスの開発と再現性の向上を図り、15K においてゲート制御によるスイッチング動作を確認した。この結果はナノ寸法領域のスピンデバイス開発へとつながるものである。また磁性金属多層膜をイオンミリングにより切出し、微細な CPP-GMR あるいは TMR 素子を作製し特性評価を行った。これは次世代の磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) 実用化のための重要技術となるものである。

エレクトロインフォマティクスグループ

(Electroinformatics Group)

研究グループ長：小池 汎平

(つくば中央第2)

概要：

エレクトロインフォマティクスグループは、エレクトロニクス技術の提供するシーズと情報処理技術からのニーズとを垂直統合的に分野融合させ、新たな付加価値を有し、新規市場開拓が可能な未知の電子情報技術の創出を目指して設立された研究グループである。

現在の研究テーマとして、産総研で開発された XMOS トランジスタを軸として、関連した様々な技術階層の研究開発を統合的に進めている。

具体的な研究テーマとして：

- (1) XMOS トランジスタの回路シミュレーション用デバイスモデルの研究、
- (2) XMOS トランジスタの特長を効果的に活用した回路技術 XDXMOS (Cross Drive XMOS) の研究、
- (3) XMOS トランジスタのキラーアプリケーションとなる Flex Power FPGA の研究、

が現在進行している。

研究テーマ：テーマ題目17、テーマ題目18

 [テーマ題目1] 省エネルギーLSI システム技術開発

[研究代表者名] 伊藤 順司

[研究担当者] 鈴木 英一、金丸 正剛、田上 尚男、
石井 賢一、清水 貴思、柳 永勲、
坂本 邦博、松川 貴、長尾 昌善

[研究内容]

【目標】

ディスプレイを中核とするマンマシンインターフェースデバイスの低消費電力化技術の開発が急がれている。本研究では従来ディスプレイの1/10以下の自発光型オンチップディスプレイを構築するための基盤技術を開発するとともに、表示する情報の処理回路とディスプレイ用周辺回路での待機時電力1/10、動作時電力1/2を目指したダイナミックパワー制御型集積回路を構築するための基盤技術を開発し、高度情報通信社会を省エネルギー型社会で実現することを目標とする。

【研究計画】

自発光型オンチップディスプレイ、ダイナミックパワー制御型低消費電力集積回路を同一チップ上に混載するための基盤技術を開発し、プロトタイプチップでの実証を行う。

【年度進捗状況】

自発光型オンチップディスプレイ技術では、シリコンエミッタと n-MOSFET 論理回路の混載作製プロセスを用いてデータドライバと走査ドライバを内蔵した16×16画素構成のディスプレイ用電子源を設計製作した。また、HfC 被覆シリコンエミッタの開発により電子源動作の実環境である真空封止管での長時間動作を可能にした。さらに低温でのエミッタ先鋭化プロセスとしてアルゴンイオンミリングプロセスを開発し、より集積度の高いダイナミックパワー制御型集積回路作製プロセスとエミッタ作製プロセスの整合性を向上させた。

ダイナミック制御低消費電力 LSI (大規模集積回路) 技術に関しては、産総研提案の XMOS (ダブルゲート MOS) 素子の二つのゲートを持つ構造に着目し、それらを独立させて機能させることに成功した。すなわち、13nm 厚極薄 Fin 構造による分離ゲート XMOS の試作と4端子動作に世界で初めて成功し、優れたサブスレッショールド特性を保持したまま、しきい値電圧を自在に制御できることを実証した。一方、SiO₂が限界に達した後も等価的にスケールアップが可能な High-K 絶縁膜材料を念頭に、新たな発想に基づく超臨界流体を用いた新規薄膜堆積装置の試作を行い、LaZr 系酸化膜の堆積実験に成功した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] オンチップディスプレイ

[テーマ題目2] 外部資金、超高密度電子 SI 技術の研究開発

[研究代表者] 青柳 昌宏

[研究担当者] 青柳 昌宏、仲川 博、所 和彦、
板谷 太郎、伊藤日出男、赤穂 博司、

佐藤 弘、小見山耕司

〔研究内容〕

超高速性能を持つ超伝導デバイス、光デバイスなどを用いた高密度実装構造に関する超高速特性評価技術の研究開発を行うことを目的として、配線構造内のインピーダンス分布測定および接続部 LCR モデル化、信号伝搬（波形劣化）特性および配線間クロストークの評価、周波数特性上限100GHz 以上、高位置分解能1mm 以下などを評価技術の開発目標とし、また、光電気複合実装技術に関連して、光アクティブインターポーザのための基本デバイスに関する基礎的研究を進めることを目的として、光アクティブインターポーザへの応用をめざして、レーザビームの出射方向を制御電極により偏向できるビーム偏向型面発光レーザ素子による光軸アライメント補正機能を検証するとともに、ビーム偏向型面発光レーザ素子を用いた高速信号伝送を可能とする光アクティブインターポーザ技術を開発することを目標とした。

3次元高密度集積化技術について、従来の半導体素子では得られない超高速性能を持つ超伝導素子および光導電素子を用いた高密度3次元実装構造の超高速特性に関する評価技術の開発を進めるとともに、光電気複合実装技術について、光アクティブインターポーザ用素子技術の開発を進めた。

平成15年度は、昨年度までに開発を進めた Nb 系超伝導素子を用いた超高速信号発生回路による超高速ステップ信号を利用した時間領域反射（TDR）測定手法により、6ps 立ち上がり高速信号による TDR 計測の評価検証を達成した。また、室温で動作する非線形半導体線路素子を用いた TDR 測定手法の開発を行い、9ps 立ち上がり信号による TDR 計測の評価検証を達成した。また、光電気複合実装技術に関連して、VCSEL アレイと光電子受光素子による連携動作を利用した光演算回路への応用技術開発を進めた。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕3次元実装、光電気複合実装、超高速特性、

〔テーマ題目3〕外部資金、GHz 高速対応半導体 IC チップ検査装置の実用化研究

〔研究代表者〕所 和彦

〔研究担当者〕青柳 昌宏、仲川 博

〔研究内容〕

小型電子機器内における半導体 IC チップの搭載手法については、FC（フリップチップ）実装と呼ばれる実装技術が主流になりつつある。この技術では実装前に IC チップの動作を検査して不良品を全て取除いておく必要がある。しかし、現在のところ、半導体 IC チップの GHz 高速動作機能を検査できる実用的な検査装置が存在せず、その開発が強く求められている。本支援研究対象企業：（株）ファイブアイランズは、ポリマーメッ

シュ上の配線・コンタクトの形成技術を応用した、微細メッシュコンタクト構造を有する半導体 IC チップ検査装置の事業化を目指している。本研究では次世代の半導体 IC チップ検査技術に必要な、高速信号に対する動作特性の測定評価を可能とするため、伝送速度ギガビット毎秒以上への高速化に向けた技術改良研究を行うとともに、GHz 高速対応半導体 IC チップ検査装置の実用化を目指す。

5mm 角の半導体 IC チップに対応して、微細メッシュコンタクト構造および周辺プリント配線板の詳細設計を行い、GHz 高速測定用チップソケットプロトタイプを試作した。さらに、このチップソケットに対して、半導体 IC チップの高周波特性を評価するため、TDR（時間領域反射）測定評価装置を用いて最大20GHz までの高周波信号による測定を行った。チップソケット内の信号線路の特性インピーダンスが、設計値（50Ω）を確保するとともに、GHz 周波数帯域が測定可能であることが示された。本研究により、ポリマー微細メッシュコンタクト技術を用いた、GHz 次世代半導体 IC チップの検査装置の実用性を確認した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕フリップチップ実装、GHz 高周波、時間領域反射法（TDR 法）、IC チップ検査装置、微細メッシュコンタクト

〔テーマ題目4〕外部資金、感光性ポリイミド層間絶縁層を用いた超伝導集積回路技術の開発

〔研究代表者〕仲川 博

〔研究担当者〕青柳 昌宏、所 和彦、岡田 義邦、菊地 克弥

〔研究内容〕

超伝導を応用した超高感度の磁気センサーや超高速論理回路などの超伝導集積回路で用いられる絶縁層を、真空装置を用いずに形成する技術の実用化を目的とする。感光性溶媒可溶ポリイミドを絶縁層に適用することで、超伝導集積チップの作製プロセスが簡略化されると同時に良好な絶縁被覆性が得られ、信頼性の向上が期待される。本研究では、このポリイミドを絶縁層に用いた超伝導磁気センサー集積チップを総合的に評価、検証して、超伝導集積回路の実用化基盤技術を確立する。産総研は感光性溶媒可溶ポリイミド絶縁層のスピンナーによる塗布条件と微細パターンが形成できる最適露光条件を確定するとともに、ポリイミドの多層化に伴う下層へのダメージを低減するための逆スパッタ技術の条件を調べた。株式会社イーグル・テクノロジーは、超伝導磁気センサー集積チップを産総研で確立した感光性溶媒可溶ポリイミド絶縁層を用いて作製した。このチップにおいて、超伝導トンネル接合素子の特性、配線の臨界電流、超伝導磁気センサーの電気—磁気性能を調べた結果、同社での従来品と同等の性能が得られた。また、株式会社ピーアイ

技術研究所はポリイミドに添加する感光材料について露光波長による性能評価をおこない、製品管理に重要な知見を得た。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 感光性、ポリイミド、層間絶縁層、超伝導、集積回路

【テーマ題目5】 運営費交付金、液体ヘリウムフリー・プログラマブル・ジョセフソン電圧標準システムの開発

【研究代表者】 東海林 彰

【研究担当者】

【研究内容】

現在、ジョセフソン素子の示す量子力学的効果（ジョセフソン効果）を利用した電圧標準システムが、日本、米国、ドイツ、フランス、英国、韓国等において、電圧の1次標準として採用されている。しかし、従来のシステムは、(i) ジョセフソン素子を極低温に冷却するために常時液体ヘリウムを供給し続けなければならない、(ii) 高精度電圧を発生するために秒単位の時間がかかる、(iii) 雑音耐性が小さいために高額なシールド設備を必要とする、という問題点があった。これらの問題点の中で、(ii) と (iii) に関しては、近年、National Institute of Standards and Technology (NIST) の研究者によって提案されたプログラマブル電圧標準方式によって解決可能なことが明らかになっている。しかし、(i) の問題に関しては、これまで、解決法は明らかにされていなかった。このため、ジョセフソン素子を用いた電圧標準システムの普及は、従来、液体ヘリウムを容易に入手することが可能な先進国の標準研究所に、ほとんど、限られていた。

一方、経済活動のグローバル化に伴い、産業界で使用されるほとんどの精密計測装置に対し国家標準へのトレーサビリティが義務付けられて来ており、先進国の標準研究所だけでなく発展途上国の標準研究所、さらに計測器産業界においても、装置校正手続きの簡素化、ひいては貿易の活性化のために、ジョセフソン電圧標準システムを保有することが近い将来必要になると予測されている。そして、そのためには、小型冷凍機によって冷却し動作させることが可能であり、プログラマブル電圧標準方式を適用することが可能な、新しいジョセフソン素子を開発することが必要であると考えられている。

上記の条件を満足する素子として、15K を越える超伝導臨界温度を有する窒化ニオブ (NbN) を電極の素材とするジョセフソン素子をチップ上に集積する技術を開発した。これまでに、20万個以上の素子をチップ上に集積することに成功した。また、素子を冷却するための小型冷凍機を用いたシステムの開発にも成功した。これらの成果を利用し、平成15年度に液体ヘリウムを使用せずに約6V の高精度電圧を得ることに成功した。平成16

年度中に、今回開発に成功した電圧標準素子とシステムを実用化するために、産総研ベンチャーを起業する予定である。

【分野名】 標準

【キーワード】 電圧標準、ジョセフソン素子、冷凍機

【テーマ題目6】 運営費交付金、バンドデザインによるトンネル磁気抵抗効果の制御の実証

【研究代表者】 鈴木 義茂

【研究担当者】 湯浅 新治、長浜 太郎、他
(職員3名、他2名)

【研究内容】

TMR のバンドデザインによる制御を目指して、層状反強磁性を示す Cr (001) 層を Fe (001) 電極/アルミナバリア間に挿入した強磁性トンネル接合 (MTJ) を作製し、トンネル磁気抵抗効果 (TMR) 効果を測定した。その結果、MR 比は2原子層の周期で振動を示した。この結果は、Cr (001) ではフェルミエネルギー近傍に s バンドがないためにトンネルした s 電子が Cr 層表面で散乱され TMR が表面の磁気状態を反映したためとして理解できる。以前の結果を合わせると、s バンドのデザインにより TMR を共鳴トンネルや表面散乱により制御出来ることが分かった。

さらに、完全な TMR の制御を目指し Fe(001)/MgO(001)/Fe(001)完全単結晶 TMR 素子を作製した。作製した素子は歩留まり80%でトンネル特性を示した。

アネルバとの共同研究において RIE 加工により60%を超えるトンネル磁気抵抗効果が得られることを示すことに成功した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 スピントロニクス、MRAM

【テーマ題目7】 運営費交付金、スピン注入磁化反転の実現

【研究代表者】 鈴木 義茂

【研究担当者】 Ashwin Turapurkar、他
(職員1名、他2名)

【研究内容】

電流磁界によらない新磁化反転方式「スピン注入磁化反転」を実証し、書き込み電流を現行の1/10以下とするために、磁化の小さな CoFeB を一方の電極とする巨大磁気抵抗素子 (GMR) を作製しその電流応答を測定した。その結果、電流 (I) を素子に流すと磁化が平行 (低抵抗) 状態から反平行状態 (高抵抗状態) へと遷移した。さらに電流を逆に流すと再び平行状態に戻る。磁化の小さな CoFeB を一方の電極に採用することにより電流密度をこれまでの約1/10 (約 $6 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$) に減少することに成功した。この研究はソニーとの共同で行われた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 スピントロニクス、MRAM

[テーマ題目 8] 運営費交付金、CdMnTe 導波路で98%に達する TM-TE モード変換効率を実現

[研究代表者] 鈴木 義茂

[研究担当者] Vadym Zayets、他（職員3名、他1名）

[研究内容]

GaAs 上に成長した希薄磁性半導体 $Cd_{1-x}Mn_xTe$ から作製した導波路において98%±2%の TM-TE モード変換効率を実現した。この結果は、導波路に組成傾斜層を設けて位相整合を図ると共に $Cd_{1-x}Mn_xTe$ 導波路の吸収を 1dB/cm と非常に小さくすることにより実現した。 $\lambda = 730\text{nm}$ における性能指数は、 200deg/dB/kG に達する。この結果は、化合物半導体上のいろいろな光デバイスとのモノリシックな集積化を可能とするものである。今回得られた性能は実用化レベルにある。

[分野名] 情報通信

[キーワード] スピントロニクス、光デバイス

[テーマ題目 9] 運営費交付金、新強磁性半導体 (ZnCr) Te において-25%以上の磁気抵抗変化率を観測

[研究代表者] 鈴木 義茂

[研究担当者] 斎藤 秀和、他（職員3名、他1名）

[研究内容]

前年度、世界で初めて室温強磁性特性を示す半導体材料である (Zn, Cr) Te の合成に成功した (キュリー温度 300K)。本年度はこの物質の磁気輸送特性を調べた。その結果、 $Zn_{1-x}Cr_xTe$ ($x=0.20$) において-26%に達する巨大磁気抵抗効果が観測された。この値は通常の強磁性金属の値より一桁ほど大きく、この物質中に強いスピナーキャリア相互作用が働いていることが証明された。また、同物質において窒素をドーパントとしたキャリア制御を実証するために窒素ドーピングシステムを立ち上げた。

[分野名] 情報通信

[キーワード] スピントロニクス、磁性半導体

[テーマ題目10] スピントロニクスの拠点整備

[研究代表者] 鈴木 義茂

[研究担当者] 湯浅 新治、長浜 太郎、他（職員4名、他2名）

[研究内容]

今年度はスピントロニクス研究の拠点整備を重点課題として掲げ、(ア) スピントロニクス試料成長室（本館:A143-144）、(イ) スピントロニクス評価室（本館:A133）、及び、(ウ) スピントロニクス微細加工室（ナノ棟クリーンルームクラス100）の整備を実行した。（ア）スピントロニクス試料成長室（本館:A143-144）については、まず、部屋を簡易クリーンルームに改造し、クラス10000を達成した。また、実験室内にクリーンドラフトおよび超純水製造装置を設置した。室内

の成長装置については、新たに金属 MBE、レーザー蒸着装置、オージェ分光装置、UHV-STM を導入し、以前からあった、スパッタ装置、III-V 族半導体 MBE、低温蒸着装置と接続し立ち上げた。これにより単結晶 TMR 素子用の薄膜を一貫して作製できる研究環境を整えた。（イ）スピントロニクス評価室（本館:A133）を整備し、以前からあったブローバーなどに加えて、AFM、高速応答測定装置、多目的物理特性評価装置を導入整備した。（ウ）ナノ棟クリーンルームクラス100の半分に純水洗浄装置、リフトオフ装置、イオンミリング装置を導入しスピントロニクス微細加工室として整備した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] スピントロニクス、MRAM

[テーマ題目11] 新機能物質創成のための結晶育成技術および極低温計測技術の開発

[研究代表者] 柳澤 孝

[研究担当者] 白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一

[研究内容]

極低酸素分圧下单結晶製造装置の開発に成功し、10のマイナス30乗の酸素分圧下での単結晶育成法（極低酸素分圧下フローティングゾーン法）を開発した。この方法によりこれまで難合成とされていた多くの結晶を育成している。Mo 酸化物の結晶育成は非常に困難であることはよく知られているが、この方法により世界で初めて $SrMoO_3$ の単結晶育成に成功した。この結晶の電気抵抗率は室温で約 $20\ \mu\ \Omega$ と酸化物としては極めて低く、酸化物伝導体としては史上3番目に低い値を記録した。今後の結晶の高品質化により酸化物で一番低い電気抵抗率が得られる可能性が高い。

極低酸素分圧下で半導体産業の根幹であるシリコンの優良結晶の育成に成功した。シリコン中の酸素濃度を下げることができれば、キャリアの移動度が大幅に改善され、デバイスの性能を格段に上げることができる。実際、極低酸素分圧下で 1000°C 、2時間の熱処理によりシリコン中の酸素濃度が減少していることを示すことができた。これにより、純良シリコン生成のためには極低酸素技術は非常に有効であることを示した。

3He 温度（約 0.5K ）までの SQUID 磁束計用 3He 冷凍システム “i-Helium3” を開発した。本装置は全物性研究者待望の、今までに存在しなかった全自動磁化測定装置である。ベンチャー iQuantum を立ち上げ販売予定である。

(株) NEC マシナリー、(有) エステーラボと共同で低酸素分圧ガス発生・循環システムの商品化に成功した。近日中に発売予定である。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 極低酸素分圧制御、新機能物質、結晶育成、低温計測技術

[テーマ題目12] 新量子現象の発見および解明

[研究代表者] 柳澤 孝

[研究担当者] 白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一

[研究内容]

遷移金属酸化物 $\text{Ca}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ 、 Sr_2RhO_4 、 Sr_2IrO_4 の浮遊帯域法を用いた単結晶育成に初めて成功した。米国物理学会で発表後大きな反響があり、米国ロスアラモス研究所、ブルックヘブン国立研究所、デュポン株式会社、韓国ソウル国立大学、東京大学、埼玉大学、日本原子力研究所との共同研究を開始した。

高温超伝導体のモデルであるハバードモデルに対して、世界最大サイズの格子におけるモンテカルロ計算に成功し、超伝導凝縮エネルギーが実験値に近い有限な値であることを示した。(高温超伝導のレビューで何度も引用されている。) 同じ手法により、高温超伝導体は格子変位により電子状態がストリング的になり、 T_c が本来の値より下がっていること (T_c のベルシャイプ) を示した。すなわち、構造相転移のない高い対称性をもつ物質においてはより高い T_c が得られる可能性があることを示した。

遷移金属酸化物において圧力下等での結晶構造歪みの電子モデルを提案し、強磁性、反強磁性など多彩な相が存在することを計算により示した。強磁性と超伝導の関係に着目した斬新な視点からの第一原理計算を開始した。 Ru 酸化物の新奇なトリプレット超伝導について新しいミクロなモデルを提案し、水平ノード超伝導が起きることを世界ではじめて示した。

MgB_2 超伝導体は二つの軌道が伝導に寄与する二バンドの超伝導体であり、超伝導ギャップはそれぞれのバンドで異なる異方性を持つ s 波超伝導であることを光学伝導度の解析により世界で初めて示した。 σ バンドのギャップは筒状であり、 π バンドは葉巻き型である。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 新量子現象、単結晶育成、高温超伝導メカニズム、特異超伝導

[テーマ題目13] 新機能物質の創成および応用

[研究代表者] 柳澤 孝

[研究担当者] 白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一

[研究内容]

当グループで開発した酸化物材料が2000℃を越えた高温材料として応用可能であることを新たに見いだした。

さらに、窒素酸化物分解に関して触媒効果を示すことを発見した。800℃において窒素酸化物除去材料に接触させると、触媒効果が存在し NO_x が窒素と酸素に分解していることを確認した。

次世代 MOS トランジスタ応用を念頭に置いた高導電性酸化物 SrMoO_3 の薄膜を、安価なターゲット材 (SrMoO_4) を用いて初めて作成し、その作成条件を決定した。また、熱酸化 SiO_2 膜を絶縁膜とした MOS キ

ャパシターを、モリブデンメタルマスクで作成した。そのキャパシタンスのバイアス電圧依存性および周波数依存性を測定した。絶縁膜との良好な界面が得られるための条件を探し出し、MOS トランジスタ作成時の問題点を抽出した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 新機能物質、高温材料、高導電性酸化物、次世代トランジスタ

[テーマ題目14] 電源多様化技術開発等受託費(分散)

「熱線制御型シースルー太陽電池シート技術」

[研究代表者] 外岡 和彦

[研究担当者] 菊地 直人、小西 一平、他

(職員4名、他2名)

[研究内容]

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化物半導体薄膜により pn 接合を形成し、その特性評価を通じて光起電力効果の検証をめざした。薄膜および接合の形成にはレーザーアブレーション法を用いた。透明酸化物半導体 CuAlO_2 、 ZnO 薄膜からなる pn 接合をガラス基板上に形成し、この接合が可視光を透過し紫色光、青色光照射時に光起電力を発生することを確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽光発電、透明太陽電池、透明半導体

[テーマ題目15] 地域中小企業支援型研究開発(共同研

究型)「高精度冷却マニピュレータ製品化に関する研究」

[研究代表者] 相浦 義弘

[研究担当者] 阪東 寛、宮本 隆男、千葉 昭雄

(職員2名、他2名)

[研究内容]

超高真空中において高精度での多軸制御(XYZ3軸平行移動、極角回転、伏角回転、試料面内回転)を可能とする冷却試料マニピュレータの実用化を行った。同マニピュレータは、産総研特許出願で示した冷却手法を組み合わせることにより、10K以下の極低温での動作をめざした。開発期間終了時まで「iGONIO LT」の製品化に成功した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] マニピュレータ、角度分解光電子分光、超高真空技術

[テーマ題目16] 運営費交付金、特許実用化共同研究

「試料温度可変小型ブローバ実用化に関する研究」

[研究代表者] 阪東 寛

[研究担当者] 相浦 義弘、川中 浩史、丸山 誠司、

浦田 篤浩、他（職員4名、他3名）

【研究内容】

産総研出願の特許技術により、断熱真空中での探針位置制御にウォブルスティック的機構を用い、真空槽の小型薄型化および真空性能の向上を特徴とする試料温度可変小型プローバ技術を進展させ、超高真空域への到達と試料温度の制御範囲の拡大によって広範な市場に投入可能な実用レベルの製品開発をめざした。開発期間中に超高真空に対応可能で微小電流測定に使用可能な超高真空マイクロプローバ装置「iMPC/UMPC シリーズ」の製品化に成功した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 マイクロプローバ、ホール効果測定、超高真空技術

【テーマ題目17】 XMOS トランジスタのデバイスモデルの研究

【研究代表者】 小池 帆平

【研究担当者】 中川 格、関川 敏弘、堤 利幸
（職員3名、他1名）

【研究内容】

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、XMOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような XMOS トランジスタのデバイスモデルの提供は、XMOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたって必須と考えられる。本テーマでは、このような XMOS トランジスタのデバイスモデルの開発を行っている。

平成15年度は、4端子独立な XMOS トランジスタのドレイン電流を、表面ポテンシャルに基づいて計算するフィジックスベースな計算モデルとして、昨年度提案を行ったダブルチャージシートモデルに関して、速度飽和モデルの導入などの更なる改良作業を進め、計算結果の精度を向上させる研究を行った。

また、業界標準の回路シミュレータである Spice と、我々の開発したデバイスモデルを結合させるための作業を進めた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ダブルゲート MOS トランジスタ、回路シミュレーション、Spice、デバイスモデル

【テーマ題目18】 パワー・リコンフィギュラブル機能をもつ Flex Power FPGA の開発

【研究代表者】 小池 帆平

【研究担当者】 日置 雅和、河並 崇、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸

（職員5名、他1名）

【研究内容】

4端子 XMOS の持つ電氣的なしきい値調整機能の実現という特長を巧妙かつ有効に活用し、XMOS トランジスタの画期的なキラーアプリケーションとなることを目標としたチップとして Flex Power FPGA ((FP)2GA) チップの研究を行っている。

Flex Power FPGA ((FP)2GA) は、近年利用者の拡大に伴い市場が急速に拡大しつつあるリコンフィギュラブル LSI である FPGA (再構成可能ゲートアレイ) の基本的な構成要素である論理ブロック回路を XMOS トランジスタで構成し、回路の各部分のしきい値電圧の調節を可能として、高速性と低消費電力性を両立させることを可能とした FPGA であり、動作速度と消費電力という FPGA の最大の問題点を解決することのできるものである。

本年度は、Flex Power FPGA についての提案を行うとともに、Flex Power FPGA をターゲットとしてベンチマーク回路の配置配線とパワーマッピングを行い、消費電力の低減効果と速度の向上効果を評価することのできる研究ツールとして、Flex Power VPR の開発を行ない、このツールを用いて、Flex Power FPGA において、漏れ電流による電力消費が30分の1以下に減少することを解明した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、漏れ電流、リーク電流、しきい値調節

⑫【光技術研究部門】

(Photonics Research Institute)

(存続期間：2001.4～終了日)

研究部門長：渡辺 正信

副研究部門長：八瀬 清志、平賀 隆、山田家和勝

総括研究員：大柳 宏之

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、

つくば中央第5、つくば東、関西センター

人員：86 (84) 名

経費：1,460,730千円 (810,314千円)

概要：

(1) 当部門のミッション

光を情報およびエネルギーのメディアとして活用するフォトンクス技術の提供をめざし、光情報通信・処理技術、使いやすく環境に優しい光表示・入出力技術、新たな光源の極限性能追求や先端的光計測利用技術等の開発を通じて、高度情報化社会の新産業創出に寄与すると共に、福祉高齢化社会を人に

優しい技術で支え、社会の持続的発展に貢献する基盤を確立することを使命とする。

(2) 研究開発の概要

光技術研究部門では、以下の三分野を中心に有機的連携を図りつつ光科学・光工学の研究開発を行い、これらの大きな流れに基づく具体的成果の結実と基盤技術の充実、分野間の融合と将来の芽の育成を系統的に進めることにより、本格研究を推進する。

- ① 光情報通信・処理技術を主な対象とするソフトフォトンクス分野においては、波長多重(WDM)技術との融合をも視野に入れた超高速時分割多重(OTDM)通信技術の開発を目指し、信号制御・処理技術やそれを支える特徴的な(超高速、省エネルギー等)デバイス・材料技術の研究開発の対象とする。また、近距離光通信やオフィス・家庭等で利用する光情報技術として、小型かつ高性能な波長フィルタや光導波路デバイス、半導体紫外発光素子等、「使えるデバイス」に向けた研究を展開する。
- ② 使いやすく環境に優しい光表示・入出力用素子・材料を主要な研究開発対象とするアメニティフォトンクス分野においては、軽量・フレキシブル、プリンタブル・安価等の特長を持ち、多様な材料・プロセス技術を駆使したトランジスタ、ディスプレイおよび太陽電池、有機・無機材料特有の光機能を活かした光導波路・スイッチ等の研究開発を行う。また、これらを支える次世代材料・デバイスの開発を行うとともに、バイオ分子を利用した光センシングや生体計測技術の高度化によりライフフォトンクス分野への展開を図る。
- ③ 光源の極限性能の追求やその革新的利用技術開発を目指すハードフォトンクス分野においては、超短パルスレーザーの発生・制御・増幅技術及び高強度光パルスを利用した短波長光源技術、産総研加速器施設の高度化とこれを用いた自由電子レーザー、陽電子ビーム等の独創的量子放射源技術に加え、従来施設にとらわれない小型加速器をベースとした実用的量子放射源技術を開発する。また、これら光・量子放射源のポテンシャルを活かした先端的なプロセス・計測・制御技術や、情報通信技術およびライフフォトンクス分野を中心とする実用的な産業・医用計測技術の開発を行う。

外部資金：

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費

超短パルス光エレクトロニクス技術開発

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費

溶接技術の高度化による高効率・高信頼性溶接技術の開発

経済産業省 科学技術総合研究委託費(継続)

バイオ共役光受容ナノマテリアルの創生に関する研究／バイオ受容光ナノマテリアルの作製／生体光受容コンポーネントの単離、改質と人工分子配線
アクティブ・ナノ計測基盤技術の確立／ナノメータX線アクティブ計測技術に関する研究／電極反応及び有機-金属薄膜の光化学反応のアクティブ計測

経済産業省 原子力試験研究委託費

高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究

SR光及びビオンビームによる微構造3次元セラミックスの作成と新機能発見の研究

自由電子レーザー先端技術に関する研究

挿入光源を利用した動的過程の高度評価法に関する研究

超高輝度KHzプラズマX線源とその応用の研究開発
超低速短パルス陽電子ビームによる表層物性評価法の研究

単一サイクルパルスの発生に関する研究

原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究

経済産業省 試験研究調査委託費(地球環境保全等試験研究に係るもの)

ダイオキシン類及び内分泌かく乱物質のセンシングシステムを用いた環境リスク対策の研究

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費地域中小企業支援型研究開発(共同研究型)

バイオ表面材料用の表面性状測定装置開発

経済産業省 電源多様化技術開発等委託費

高輝度X線パルス利用発電施設モニタリングシステム開発

文部科学省 科学研究費補助金

ジェミニ型分子による表面キラル認識と光学分割

文部科学省 若手任期付研究員支援(継続1)

フレキシブル光-電子デバイスプロセス技術

独立行政法人科学技術振興機構(科学技術振興事業団)

完全3次元結晶を用いた究極の光制御と超小型光集積デバイス・回路の研究

光量子位相制御・演算技術
有機ナノ結晶の分散液の磁場応答
新型電界発光材料の作成と評価

総務省

1550nm 帯量子もつれあい状態の効率的な生成・検出及びその利用に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

次世代ディスプレイ技術開発プログラム 高効率有機デバイスの開発

太陽光発電技術研究開発／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／有機薄膜太陽電池の研究開発

ナノテクノロジープログラム (ナノマテリアル・プロセス技術) / ナノガラス技術プログラム (ガラス機能制御技術)

財団法人四国産業・技術振興センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

透明導電酸化物薄膜の大面积化への技術開発

財団法人化学・バイオつくば財団 国際研究集会発表参加旅費助成

SPIE 国際会議での招待講演発表・参加

財団法人日本宇宙フォーラム 平成13年度選定宇宙環境利用に関する公募地上研究

ガラス融液における物質移動に対する磁場の影響

内部グラント

超高速 WDM 用光電子2R 集積回路の試作

ナノチューブフォトニクス創出のための材料基盤研究
光検出型バイオ素子構築に関する研究 (副題: 分子認識部位を有する金属・半導体ナノ微粒子の合成と表面ナノアドレッシング)

光誘起表面レリーフ現象に基づく新しい光情報記録に関する展開的研究

高速重粒子ナノ加工法による酸化物フォトニック結晶光分波デバイスの作製

医療・工業分野への応用のための液晶補償光学技術

分野戦略実現のための予算 情報通信分野

光デジタル再生技術の研究

ハイテクものづくりプロジェクト

次世代表示素子の試作

Focus21プロジェクトに代表される大規模産学官連携集中プロジェクト支援のための予算 (Focus21参加支援の

ための予算)

高分子有機 EL 発光材料プロジェクト: 高分子電界発光素子における半導体-電極界面現象の解析に関する研究

特許実用化共同研究開発費

分光絶対光量子束既知光源および EL 評価装置の開発

発表: 誌上发表227 (202) 件、口頭発表498 (194) 件、その他34件

情報通信フォトニクスグループ

(Information Photonics Group)

グループリーダー: 土田 英実

(つくば中央第2)

概要:

- ・目的: 超高速光計測・制御、光信号処理、量子暗号通信に関して、サブシステム化まで視野に入れた研究開発を行い、情報通信ネットワークの大容量化・高度化に資することとする。
- ・意義、当該分野での位置づけ: 光時分割多重伝送や全光ノードによる通信ネットワークの大容量化・高機能化、および通信のセキュリティ向上に寄与する。
- ・国際的な研究レベル: パルスタイミング雑音計測は、独創性が極めて高く世界最高性能の評価技術である。光デジタル再生は全光学処理をめざしている点に優位性がある。量子暗号通信では光通信波長帯の単一光子検出、量子もつれ合い発生・制御で世界最高の技術を有している。

研究テーマ: テーマ題目 1

光電子制御デバイスグループ

(Ultrafast Optoelectronic Devices Group)

研究グループ長: 小森 和弘

(つくば中央第2)

概要:

- ・目的
次世代超高速大容量光情報通信用の超高速デバイスを開発すること、特に新しい光制御技術、光電子集積技術と量子ナノ構造、フォトニック結晶等の新構造を用いた次世代の光・電子融合素子を開発することを目的とする。
- ・国際的な研究レベル
①量子ナノ光電子素子の開発: 量子ナノ FET 素子研究では世界トップ。
②量子ナノ構造を用いた光制御・光非線形素子の開発: 光位相制御研究では世界トップ。
③フォトニック結晶導波路素子の開発: 3次元 PC 研究では、独創的な手法を開発している。
④超高速光-電子 (OEO) 素子の開発: 世界最高性

能の OE 素子を開発。

- ⑤超高速材料・デバイス評価技術の開発：ナノ構造を用いたテラヘルツ光源開発ではトップ。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

超高速フォトニクス計測グループ

(Ultrafast Photonic Measurements and Materials Group)

研究グループ長：荻間 壽文

(つくば中央第2)

概要：

- 目的：光通信システムの要素技術開発として、高速動作可能な光-光スイッチ素子、アクセス系受動・能動一体型デバイスとその計測評価技術の開発を目的とする。
- 意義、当該分野での位置づけ：超高速光時分割多重光通信システム及び低コストアクセス系光デバイスの実現に寄与する。
- 国際的な研究レベル
 - 波長 $1.55\ \mu\text{m}$ において世界最高速レベルの 150fs の光応答速度を得た。
 - SNOM 技術は、通信帯対応、超高速（広帯域）性、小型化の取り組みにおいて世界をリード。
 - チャープ MgO:PPLN を利用して 10GHz-OPO 実現しようとする試みは世界初。
 - 電流注入型有機半導体レーザーをフォトニク結晶上で目指す試みは当所のみ。

研究テーマ：テーマ題目1

ガラス材料技術グループ

(Optoelectronics Glass Group)

研究グループ長：西井 準治

(関西センター)

概要：

- 目的
 - 導波路：メトロ・アクセス系および電子チップ間の光通信用導波路デバイス創製技術。
 - 機能材料：次世代デジタル家電のための機能素子化技術。
- 意義、当該分野での位置づけ
導波路デバイス技術および高輝度発光体の基盤技術開発に取り組み、情報・家電製品技術の高度化に貢献する。
- 国際的な研究レベル（具体的に）
 - 導波路：幹線系の導波路技術は成熟期にあり、メトロ・アクセス、ボード内光通信などで極微化、機能集積化の研究が米・欧で進展中。
 - 機能材料：ナノ粒子発光体は米、独が中心。大学や産総研他部門での研究も盛んだが、民生

用として実用化された例はない。非線形材料は基盤研究レベル。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

量子ナノ構造グループ

(Quantum Nanostructure Group)

研究グループ長：小倉 睦郎

(つくば中央第2)

概要：

- 目的：量子細線・ドットなどを複合した3次元化合物半導体量子ナノ構造の精密な作製技術及び評価技術を確認し、量子ナノ構造の有用性を実証する。
- 国際的レベル：選択成長技術を用いた化合物半導体量子細線に関しては、世界的にトップレベルにあり、量子細線の基礎的な物性の解明を中心にいくつかの研究機関と国際的な共同研究を展開している。量子細線レーザにおいては、一回の MOCVD 選択成長を用いた高密度量子細線アレイを用いて、利得結合型 DFB モード発振を実現した。また、FGOG 技術を用いて、ナノ構造光導波路のフェムト秒領域におけるパルス伝搬を定量的に評価した。

研究テーマ：テーマ題目2

光エレクトロニクス材料グループ

(Optoelectronic Materials Group)

研究グループ長：仁木 栄

(つくば中央第2)

概要：

ZnO 系ワイドギャップ半導体による紫外発光デバイス技術を開発する。p 型 ZnO の開発による発光デバイスは世界的に未踏の技術である。平成16年度末までに pn 型 ZnO 発光デバイスの実現を図る。また、資源に制約のある材料を用いている ITO に代わり ZnO 系透明導電膜を開発する。低抵抗率 ($\rho \leq 2 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$)、高透過率 ($T \geq 90\%$)、低温製膜 ($T \leq 150^\circ\text{C}$) の実現がキーポイントである。

研究テーマ：テーマ題目2

有機半導体デバイスグループ

(Organic Semiconductor Devices Group)

研究グループ長：鎌田 俊英

(つくば中央第4、第5)

概要：

- 目的：印刷法で作製するフレキシブル電子デバイスの実現のために、それに適した素子構造を開発、プリンタブル部品、素子解析評価技術の開発を行う。これらにより、実動作する素子の実現を目指す。
- 意義、当該分野での位置づけ：安価・低エネルギーで作成できる電子デバイス創製技術を開発し、フレキシブルシートディスプレイなどのユビキタス情報

端末の実現に貢献する。

- ・国際的な研究レベル：高性能有機 TFT パネルを製作する技術は、世界最高レベルに達している。

研究テーマ：テーマ題目 3

分子薄膜グループ

(Molecular Thin Films Group)

研究グループ長：八瀬 清志

(つくば中央第2および第5)

概要

- ・目的：構造制御により光入出力機能を向上させた先端有機デバイスの開発を行うことを目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：有機デバイスの実用化に寄与する。
- ・国際的な研究レベル

有機 EL において、外光取り込み型のもは他に例がない。

高効率化有機半導体の実用化には、光電子特性の飛躍的向上が必須であるが、表面・界面およびバンド構造制御という観点での研究例は少ない。有機 EL と光電変換素子の一体化、ドーピング、界面制御による n 型有機半導体特性、並びに太陽電池効率の向上、および配向制御した導電性高分子の FET の研究は、世界でも例がなく、数値的にもトップである。

極性分子の二次非線形感受率の分子量依存性および微結晶の磁場配向は、世界初である。

ナノチューブフォトニクス：直径制御されたナノチューブの製造技術、ナノチューブの孤立化溶液分散技術、ナノチューブの高分子分散技術、非線形光デバイスへの応用技術のいずれでも、世界最高レベルである。とくに非線形光デバイスへの応用は東大グループが最近類似研究を開始した程度である。

研究テーマ：テーマ題目 3

デバイス機能化技術グループ

(Photonic Device Application Group)

研究グループ長：谷垣 宣孝

(関西センター)

概要

- ・目的：高度な材料プロセス技術及び精密・高感度計測技術を駆使し、ヒューマンインターフェイス光デバイス開発のための要素技術を確立する。また、ライフフォトニクスを実現するため顕微鏡技術・分光測定技術を中心とした無侵襲計測技術、および精密計測技術の研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：誰でも容易にネットワークにアクセスできる高度情報社会に必要とされるヒューマンインターフェイスデバイス開発に寄与する。また、安全、安心、快適な生活を実現する基

礎技術となる。

- ・国際的な研究レベル：独自のプロセス技術を開拓しつつ、デバイス作製をおこなっている。現在、デバイスの性能的には国際比較のレベルにない。また、計測技術に関しては基本的に新規手法を装置から開発している。新型 SNOM、力検出型 NMR 顕微鏡、ともに完成すれば、世界初の技術となる。

研究テーマ：テーマ題目 3

バイオフィotonicsグループ

(Bio-Photonics Group)

研究グループ長：玉田 薫

(つくば中央第5、関西センター)

概要

- ・目的：「光情報技術」と「ナノバイオテクノロジー」の融合により、大量の情報を並列的に短時間で処理し、高密度集積化できる「光検出型ナノバイオ素子」の開発およびその関連技術の確立を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光情報通信技術（光を使った並列信号伝達・アナログ情報処理的概念）をバイオチップ分野へ応用することで、オーダーメイド医療等、大量の診断情報の高速処理を必要とする医療・医学分野へ寄与する。
- ・国際的な研究レベル：バイオチップ関連研究は現在米国を中心に世界中で競争的に進められているが光情報通信技術との複合を狙ったバイオ素子デザイン等の研究はまだほとんど報告例がない。グループの有する関連技術は、どれも世界トップレベルであり、十分に国際的競争に対応できる。

研究テーマ：テーマ題目 3

超短パルスレーザーグループ

(Ultrafast Lasers Group)

研究グループ長：鳥塚 健二

(つくば中央第2)

概要

- ・目的：パルス光波合成等の新技術を開発し、未踏領域の光パルス発生、制御技術を開拓する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光パルスを利用した、計測や物質プロセスに資する技術である。
- ・国際的な研究レベル：超短光パルスの発生、制御技術に関するトップグループの一つ。(1) 異波長パルス光間の位相制御は当所のみ。(2) 増幅パルスについて短パルス世界最高記録を保持。(3) CEP 制御光の増幅はウィーン工大に次ぐ2番手だが、高出力化の可能な方式（再生増幅器+回折格子ストレッチャー）。

研究テーマ：テーマ題目 4

光計測制御グループ

(Optical Measurement and Control Group)

研究グループ長：天神林孝二

(つくば東)

概要：

- 目的：産業上有用で新規な光計測制御技術を研究開発する。具体的には、光学基板や大面積面、非球面の形状計測、補償光学などによる光波面制御技術、光による物体の操作技術、画像分光技術、などを行う。
- 意義、当該分野での位置づけ：光の共通基盤技術の研究開発によって新産業創出や福祉高齢社会の達成に貢献する。
- 国際的な研究レベル：波長走査干渉計の解析アルゴリズム、リニアステージの真直度計測、非球面計測、光波面を補償したり制御する技術、光マイクロマニピュレーション技術において精度や方式の考案において国際的に競合している。

研究テーマ：テーマ題目 4

広帯域量子放射技術グループ

(Wideband Photonics Group)

研究グループ長：山田家和勝

(つくば中央第2)

概要：

- 目的：赤外から X・ γ 領域の広帯域にわたる高輝度放射の開発・実用化とその先端利用技術の開拓を行うことを目的とする。
- 意義、当該分野での位置づけ：当所独自の広帯域光源を利用した、金属表面及び内部の高機能イメージングや絶縁体の表面励起プロセス技術の実用化により、産業における光の高度利用の推進に寄与する。
- 国際的な研究レベル
 - 蓄積リング型短波長 FEL 技術では、国内最短（世界第3位）の波長で発振に成功している。
 - 多層膜 FZP では、50keV 以上の硬 X 線で世界最小の集光サイズを実現している。
 - LCS γ 線利用では、原子核物理等の学術研究のみならず、世界で唯一 γ 線 CT 等の産業技術への展開を図っている。

研究テーマ：テーマ題目 5

放射光利用技術グループ

(Synchrotron Radiation Application Group)

研究グループ長：小池 正記

(つくば中央第2)

概要：

- 目的：偏光可変高輝度ビーム・ナノメータビーム・イオンビームによる次世代微視的加工技術・動的解析技術及び新たな光材料を開発する。
- 意義、当該分野での位置づけ：現在の加工技術では、

達成できない材料系、形状、精度を選択でき、新たな光部品の作製が可能になる。また、イオンビームによる材料開発は、非平衡材料の開発に有効。偏光アンジュレータは、高輝度、波長可変、偏光可変などの特徴を有し、微視的分析はライフフォトニクス研究に有用である。

- 国際的な研究レベル：イオンビーム加工は、独創的技術であり実験的・理論的にメカニズムを解明した。また、SR 加工法は、室温で緻密な TiO₂を得ることに世界ではじめて成功した。さらに、微細分析技術・光技術材料開発は、国際的に競争段階。XUV 領域で偏光変調分光を実現させているのは世界で唯一である。

研究テーマ：テーマ題目 5

高機能量子ビーム開発利用グループ

(Advanced Quantum Particle Beam Research Group)

研究グループ長：鈴木 良一

(つくば中央第2)

概要：

- 目的：高機能量子ビームの発生制御技術及びそれらを用いた革新的な物性評価技術の開発し、中核的研究拠点となることを目指す。
- 意義、当該分野での位置づけ：次世代の電子デバイスや光デバイスの開発において技術のブレークスルーを実現するには、革新的な物性評価技術によって原子～ナノメートルレベルの微視的構造や表面状態などの物性を評価しプロセスを最適化することが必要である。
- 国際的な研究レベル：電子加速器を用いた高強度陽電子ビームの発生技術とそれを用いた評価技術は世界最高レベルである。しかし、ドイツ等でより原子炉や超電導加速器を用いた高性能な高強度陽電子ビームの開発計画がある。

研究テーマ：テーマ題目 5

 [テーマ題目 1] 次世代情報通信基盤技術に関する研究
 (運営費交付金、資金制度(外部)(超短パルス光エレクトロニクス技術開発、革新的省エネ高効率光増幅技術開発)および企業と共同研究などで行っている「次世代情報通信基盤技術に関する研究」)

[研究代表者] 土田 英実(光技術部門情報通信フォトニクスグループ長)

[研究担当者] 小森 和弘、挾間 壽文、西井 準治、他(職員9名、他26名)

[研究内容] 繰り返し160GHzの光パルスに対するタイミング雑音

計測技術を開発する。独自の手法である時間領域復調法は、タイミング雑音を9桁以上の周波数域に渡り高精度計測できる唯一の手法である。II-VI 族半導体サブバンド間遷移光スイッチにおいて、200fs 以下の応答速度を実証するとともに、リッジ型導波路の作製プロセスを確立する。応答速度の目標値は波長1550nm 帯において世界最高値である。メトロ系光通信用の4チャンネル導波路型分波器を10×10mm 以下の基板上への集積化する技術を開発する。

【分野名】情報通信分野

【キーワード】超高速光信号処理、光時分割多重、タイミング揺らぎ計測、量子暗号通信、光・光スイッチ、OEO スイッチ、フォトニック結晶、光導波路、近接場光学顕微鏡

【テーマ題目2】新材料・超構造による光機能デバイス技術に関する研究（運営費交付金、資金制度（外部）（CREST：光量子位相制御・演算技術の研究、超短パルス光エレクトロニクス技術開発）もしくは民間と共同研究などで行っている「新材料・超構造による光機能デバイス技術に関する研究」）

【研究代表者】仁木 栄（光技術研究部門光エレクトロニクス材料グループ長）

【研究担当者】小森 和弘、小倉 陸郎、他
（職員12名、他14名）

【研究内容】

新しい材料や量子構造の創製技術を確立し、次世代情報通信技術に資する未踏技術領域での光電子デバイスを実現することを目的としている。高品質な新材料や量子ナノ構造の作製技術を基にプロトタイプデバイスの試作、実証を行う。

p 型 ZnO の開発による発光デバイスは世界的に未踏の技術である。これを開発し、平成16年度末までに pn 接合型 ZnO 発光デバイスの実現を図る。透明導電膜では資源に制約のある材料を用いた ITO に替わり ZnO 系透明導電膜を開発する。低抵抗率（ $\rho \leq 2 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ ）、高透過率（ $T \geq 90\%$ ）、低温製膜（ $T \leq 150^\circ\text{C}$ ）の実現がキーポイントである。量子ナノ構造においては、量子細線、量子ドットの作製技術の開発に取り組み、その特性を生かした光通信波長帯での光デバイスや高移動度トランジスタの開発を目指している。量子ドットについては室温発光波長 $1.3 \cdot \mu\text{m}$ ・発光半値幅 25meV、量子細線 FET については室温負性抵抗動作（250K 以上）、電子移動度 $50,000 \text{cm}^2/\text{Vs}$ の実現を目指す。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野

【キーワード】ナノ構造デバイス、量子細線、量子ドット、FET、ワイドバンドギャップ半導体、

酸化亜鉛

【テーマ題目3】アメニティフォトニクスに関する研究（運営費交付金、内部グラント、NEDO 委託研究費（高効率有機デバイスの研究、ナノガラス技術プロジェクト、有機薄膜太陽電池）、科学振興調整費（バイオ共役光受容ナノデバイスの創成の研究開発）および民間企業と共同研究などで行っている「アメニティフォトニクスに関する研究」）

【研究代表者】八瀬 清志（光技術研究部門、副研究部門長、分子薄膜グループ長）

【研究担当者】鎌田 俊英、玉田 薫、谷垣 宣孝、小林 俊介、太田 浩二、他
（職員34名、他55名）

【研究内容】

ヒューマン・フレンドリーな光電子デバイスのフレキシブル、低コスト、低消費電力かつ高性能の有機デバイスの創製のため、平成16年度までの目標として、

- 1) 先端有機デバイス：印刷法を用いて作製した有機トランジスタ、外光を取り込むことで高効率で発光する有機 EL 素子および酸化ガラスへの半導体超微粒子の分散による高輝度発光体、光電変換効率が1%以上の有機薄膜太陽電池、等の研究を行う。
- 2) 次世代光部品：可視領域で透明な偏光制御材料によるフレキシブル・ディスプレイ、光誘起表面レリーフを用いた書き換えホログラム、合分波（パッシブ）および光スイッチ（アクティブ）光導波路、表面プラズモン共鳴を用いた高感度バイオセンサ、顕微鏡技術・分光測定技術を中心とした無侵襲計測技術、および精密計測技術（標準）等の研究開発を行う。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野

【キーワード】有機半導体、有機デバイス、有機 TFT、有機 EL、有機薄膜太陽電池、電気光学高分子、カーボンナノチューブ、表面プラズモン、高分子光導波路、バイオセンサー

【テーマ題目4】超短パルス光源・高精度光計測技術に関する研究（運営費交付金、資金制度（外部）（電源多様化委託費：超短パルスの発生評価技術の研究開発、原子力試験研究費：単一サイクルパルスの発生に関する研究）もしくは民間と共同研究などで行っている「超短パルス光源・高精度光計測技術に関する研究」）

【研究代表者】鳥塚 健二（光技術研究部門超短パルス

レーザーグループ長)

[研究担当者] 天神林孝二、大柳 宏之、他

(職員10名、他4名)

[研究内容]

光波位相や光パルスのタイミング等を精密制御し、超短光パルス光源の極限性能の追求や、新しい概念に基づく計測・物質操作技術を開発することを目標とする。

- ① パルス圧縮が主流である超短光パルス発生技術に、パルス光波合成の手法を導入して電界波形を制御することにより超短光パルス光源のブレイクスルーを実現し、全く新しい概念に基づく計測や物質操作等へ応用する。具体的には、異波長光パルスの合成により、5フェムト秒 (fs) 以下パルスの発生を行うとともに、パルス特性精密制御技術を開発し、増幅パルスでタイミング精度3fs、パルス内光波位相 (CEP) 精度0.2rad を得る。また、光イオン化等の物理過程で、これらの光パルス発生制御技術の効果を確認する。競合する米 MIT、独 MaxPlanck などに比べ、超短パルスレーザーの発振から増幅までの技術を有し、特にモノサイクルパルス発生のためのキーポイントである異波長タイミング同期と CEP 制御については世界最高記録を有している。
- ② 液晶空間位相変調素子を用いた汎用補償光学技術を確立する。この技術は形状可変鏡を用いる複雑なシステムに比べて構造や動作が単純であり、医療分野や民生用光学機器への利用が見込まれる。当該技術に光波干渉法を組合せた世界初の眼底カメラ技術を開発し学会をリードしている。更に網膜への負担の少ない低強度光を用いて高解像網膜イメージングを可能とする技術の研究を進め、眼底カメラへの実装を目指す。また、光の放射圧を用いて粒子を操作する新しい技術の研究開発を行う。光透過性粒子のみならず、従来の光マニピュレーション技術では不可能であった金属粒子の捕捉や回転操作技術、低屈折率粒子の捕捉技術を確立するとともに、その機構を解明する。金属粒子の回転操作や低屈折率粒子の捕捉は世界初の技術である。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス分野、計測標準分野

[キーワード] 超短パルスレーザー、光波位相制御、補償光学、光マニピュレーション

[テーマ題目5] 多機能量子放射発生・利用技術に関する研究 (運営費交付金、資金制度 (外部) (原子力試験研究費: 自由電子レーザー先端技術に関する研究、高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究、超低速短パルス陽電子ビームによる表層物性評価法の研究) (産総研委託費: 分散) 革新的省エ

ネ型高効率光増幅技術開発) もしくは民間と共同研究などで行っている「多機能量子放射発生・利用技術に関する研究」)

[研究代表者] 山田家和勝 (光技術研究部門副研究部門長、広帯域量子放射技術グループ長)

[研究担当者] 小池 正記、鈴木 良一、他 (職員19名、他48名)

[研究内容]

他に類を見ない小型蓄積リングを用いて、発振型自由電子レーザー (FEL) の世界最短波長 (190nm) を更新するとともに、その先端利用研究を行う。ライフフォトニクスへの展開を目指して、世界初の紫外から軟X線領域における高速偏光変調分光法を開発し、他所では不可能なアミノ酸の円二色・線二色性スペクトルの超高精度計測を行う。当所独自のフレネル・ゾーンプレート (FZP) 技術を用いて、1~100keV の X 線領域で世界最高レベルの0.1ミクロンオーダーへの集光を実現するとともに、X 線の微細加工・計測への応用技術を開拓する。世界的にも希少なレーザーコンプトン散乱 (LCS) γ 線利用施設を用いて、原子核物理、材料科学等の基礎研究に加え、重量物の高分解能 CT 技術等の産業利用技術開発を行う。当所が世界に先駆けて実現した低速陽電子ビームによる薄膜のナノメートル空孔の観測技術を発展させ、原子レベルから10nm 程度の空隙サイズ測定とその連結・開放性を評価できる革新的評価手法を確立する。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス分野、計測標準分野

[キーワード] 自由電子レーザー、放射光、偏光可変アンジュレーター放射、低速陽電子ビーム、電子リニアック、電子蓄積リング

⑬【人間福祉医工学研究部門】

(Institute for Human Science and Biomedical Engineering)

(存続期間: 2001. 4. 1~終了日)

研究部門長: 齋田 真也

副研究部門長: 多屋 秀人、山根 隆志

総括研究員: 多屋 秀人、山根 隆志 (兼)

所在地: つくば中央第6事業所、東事業所

人員: 57 (55) 名

経費: 652,764千円 (470,882千円)

概要:

急速な高齢化の進行より、製品・情報・行動環境などにおける人間特性との不適合、寝たきり高齢者の増加や介護負担の増大、あるいは疾病や障害者の増加な

どの諸問題に対処すべく、人間福祉医工学研究部門は、人間工学、福祉工学および医工学の3研究分野を基盤に、中期目標の実現に向けて以下の5つの重点研究課題を設定し、これらの研究を通じて高齢社会でも安全で安心な国民生活の実現を目指す。

課題1：高齢者の感覚知覚特性データの収集と環境評価法の開発

高齢者を含む各年代における視覚、聴覚、温熱感覚特性のデータベースの構築を行うとともに、JIS及びJIS TR（標準情報）さらにISO/IEC、CIEなどにおける国際標準の制定を目指す。また、高齢者・障害者の特性も考慮した環境・製品の安全性や機能性の評価法と評価機器の開発を行う。

課題2：人間生活における認知行動のモデル化

生活場面における認知行動モデルの構築を目標とする。感覚・認知・行動など個別研究テーマを設定するのではなく、具体的な生活場面（情報環境・移動環境）を設定して、視覚探索、情報探索、行動決定の一連のプロセスを解明し、インタフェース評価、製品環境デザインに関する社会的ニーズにこたえる。

課題3：福祉機器開発技術

福祉機器開発においては個人適合性が重要評価項目の一つである。そのための計測・評価技術のインフラ整備を現場に近い公設試験研究機関を中心に行うと共に、最先端技術開発における知見をもとに下肢リハビリ訓練器機などの実用化・製品化をはかる。第1期は動作特性を中心に研究開発を行う。

課題4：医療診断・治療支援機器技術

次世代の診断・治療技術の確立を目標に、第1期の中心課題として、MRI対応治療技術の開発を行い、臨床使用を目指す。また内視鏡手術などにおける手術手技の向上を目的とした手術トレーニングシステムの開発を行う。

課題5：生体機能代替システム

品質管理に優れ、長期耐久性を有する、人工物による生体機能代替システム実現のための設計・評価技術の開発を行う。第1期の中心課題として人工心臓を設定し、動物実験において3ヶ月以上連続使用可能な機構の開発を行う。

外部資金：

財団等研究助成制度「化学物質の安全性評価法に関する発達期の学習・記憶試験の開発(2)」

財団等研究助成制度「人間の力覚感覚特性を利用した非接地型力覚呈示デバイスの開発」

経済産業省 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「超高齢社会に適応したITヘルスケア&ライフサポートシステム」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「心疾患治療用補助循環ポンプの開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発事業「日常生活場面で使用可能な超音波尿意センサの試作と評価」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発事業「盲人による図形情報授受を支援する高密度触覚グラフィック装置の開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発事業「動作スキル評価手法の生体複雑系解析技術への応用」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発事業「身体適合性評価にもとづく座位姿勢保持装置および駆動アシスト車椅子の改良」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発事業「手術手技実施可能な精密生体模型の研究開発」

経済産業省 産業技術研究開発委託費「映像の生体安全性評価の標準化」

厚生労働省 厚生労働科研費「3Dサウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知訓練システム」

文部科学省 科学研究費補助金「脳卒中片麻痺に対する健側拘束療法の脳機能再構築効果に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「等粘性負荷運動の生理学的特性とトレーニング効果の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「生体の光イメージングの研究－生体の平均光路長マップの作製－」

文部科学省 科学研究費補助金「体内低侵襲医用機器のための表面摩擦制御に関する研究」

NEDO産業技術研究助成事業「実時間適応学習能力を有するサイバネティック・インタフェースの開発」

NEDO産業技術研究助成事業「術中MRIと内視鏡のリアルタイム画像統合技術」

NEDO産業技術研究助成事業「不均一熱環境設計のための快適基準に関する研究」

NEDO産業技術研究助成事業「血液自身を潤滑液とした血液循環補助装置」

NEDO 健康寿命延伸のための医療福祉機器高度化プログラム 身体機能代替・修復システムの開発 生体親和性材料

発表：誌上発表126 (116) 件、口頭発表320 (81) 件、その他51件

感覚知覚グループ
(Perception Group)

研究グループ長：佐川 賢

(つくば中央第6)

概要：

高齢者の感覚知覚特性に関する知的基盤の確立と高齢社会における環境評価設計技術の開発に関する研究を行う。

- (1) 高齢者感覚特性の知的基盤の確立と環境評価設計手法の開発を目指し、知的基盤の確立については、有効視野計測システムの整備、高周波領域の最小可聴閾と不快度のデータ収集、低周波音の不快度・許容度のデータベース化、温冷覚、痛覚等の局所温熱特性のデータ収集を行う。さらに、それぞれ国内外の標準化に向けた活動を行う。
- (2) 環境評価設計手法の開発に関しては、安全性、快適性の視点から、オブチカルフローによる空間把握の定量化、高齢者の冷暖房環境の評価法、視覚障害者のための聴覚による障害物知覚の訓練技術等を開発する。

研究テーマ：テーマ題目1

行動モデリンググループ
(Human Behavior Modeling Group)

研究グループ長：赤松 幹之

(つくば中央第6)

概要：

人間の認知行動特性の理解を通じた適切な製品・情報環境の構築を目指して、自動車運転行動およびモノづくり行動を対象とした人間の状況依存型行動モデルの構築を目標に、機器操作データや身体動作データから行動を自動認識する技術、行動評価手法の確立および行動支援技術の開発を行う。

平成15年度は、これまでに開発した運転行動計測用の実験用車両を用いて、実際の一般道路上での運転行動データについて、2000トリップ以上のデータ収集を行う。さらに、収集した運転行動データベースの利用性を向上させるために、物理的な計測データから意味が理解しやすい状態表現に変換するなどのデータ加工方法を開発する。また、ネットワーク型の確率モデルであるベイジアンネットワークモデルを用いて運転者の内部モードの推定を目的とした運転行動のモデリングを行う。具体的には、動的ベイジアンネットワーク

に運転者の内的モードを表す潜在変数を含めることによって、詳細な確率モデルを構成する。

研究テーマ：テーマ題目2

視覚認知機構グループ
(Visual Cognition Group)

研究グループ長：熊田 孝恒

(つくば中央第6)

概要：

高齢者を含むユーザが、使いやすい IT 機器などの開発に資する視覚的表示法にかかわるガイドライン作成のため、機器操作場面における人間の認知・行動の機能の解明を行う。

平成15年度は、高齢者を含むユーザが視環境中の視覚情報を認知する機構について、注意誘導特性の観点から解明することを目指し、視覚情報を認知する際の注意の働きを、選択意図による制御と経験に基づく制御の側面から高齢者の特性を明らかにし、得られた知見をガイドラインの基本特性として整理する。さらに、行動指標と生理的な反応指標から注意状態を推定する技術を確立する。

研究テーマ：テーマ題目2

身体・生態適合性評価技術グループ
(Physical and Ecological Usability Design Group)

研究グループ長：小木 元

(つくば中央第6)

概要：

高齢者の身体的機能は加齢に伴って多様に変化している。そうした変化への適応も含めて彼等のライフスタイルも多彩であり、製品・生活環境等に対する人々のニーズも多様化する。そうした状況を踏まえ、本研究では人間と製品・生活環境等との適合性を多様に条件付ける身体的機能・生態的機能に視点を置き、使いやすさの評価技術を構築することを目的とする。

平成15年度は、住生活における製品適合性の向上を目指し、前年度に試作した計測装置を用いて生活行動や触知覚特性を計測し、製品環境のユーザビリティ評価のための基礎的なデータを収集する。

研究テーマ：テーマ題目3

認知的インタフェースグループ
(Human-Computer Interaction Group)

研究グループ長：北島 宗雄

(つくば中央第6)

概要：

情報・製品環境における人間の知覚認知行動特性の計測を通じて、人間適合性を高めるための情報・製品環境設計方法の確立をめざす。

平成15年度は、情報発信型ウェブサイト（数万ペー

ジ)にウェブ認知ウォークスルーを適用し、ユーザビリティにおける問題点の発見、問題の解決を行う方法を開発する。語彙データベースに基づいてウェブコンテンツを評価するための評価関数の改善を行い、実在するウェブページに対してより適切な指標を得るための技術を開発する。

また、入力系としては把持力をインタフェースとして利用するための特徴抽出を行う。出力系としては、力覚形状呈示における視覚の影響を実験的に計測する。対話系としては、仮想対話行動における視線理解の変化に自己像表示が及ぼす影響を測定する。

さらに、平成14年度に作製した鼻内手術操作訓練用模型システムの二次試作を行い、操作実験を行う。また、顕微内視鏡により繊毛波動と繊毛輸送能を同時に記録した画像を解析し、繊毛機能判定画像処理アルゴリズムを開発する。さらに、両眼立体視の有無に伴う操作パフォーマンスと疲労の影響を評価し、内視鏡操作の評価実験プロトコルの設計指針を得る。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目4

高齢者動作支援工学グループ

(Neuromuscular Assistive Technology Group)

研究グループ長：横井 孝志

(つくば中央第6)

概要：

福祉機器技術分野において、産業技術を活用して、主に高齢者の運動機能を対象とした計測診断技術や訓練補助技術の開発を行う。特に、高齢化社会において重大な問題となっている寝たきりについて、寝たきりに至るまでの過程の計測診断技術と、寝たきりを予防するような訓練装置の開発を重点的に行う。

また、福祉機器技術の産業基盤を構築する立場から、運動機能の補助を行う福祉用具や高齢者の日常生活環境について、人体適合性を人間工学的に評価するための技術を、生理計測技術や運動計測技術を駆使して開発し、製品のユニバーサル化や、生活環境のバリアフリー化に役立てる。

平成15年度は、寝たきり予防訓練装置プロトタイプについて健康人を対象に使用し、長期的な訓練効果を検討するとともに、運動機能評価装置としての性能を評価する。また、空間評価のための行動モデル化と行動評価技術としては、バーチャルヒューマン用動作時系列データをデータベース化するとともに、リーチング動作に関してバーチャルヒューマンによる動作生成の精度を数値化する。

研究テーマ：テーマ項目3

福祉機器グループ

(Assistive Device Technology Group)

研究グループ長：山根 隆志

(つくば東・つくば中央第6)

概要：

健康的な生活をおくるための支援技術、機器技術の研究開発を目的として、在宅で利用できる運動訓練装置、高齢者・障害者のための直感的なインタフェース技術などの開発を行う。

平成15年度は、前年度に試作した6自由度関節訓練機構について、健康な被験者を対象に動作精度等の検証を行う。また、本機構で実現された訓練動作により改善が期待されるものを抽出し、在宅用機構がターゲットとすべき自由度を絞り込む。

また、生体信号を利用したインタフェース技術については、障害者用の環境制御装置、ポインティングデバイス、食事支援システムなどに展開を図る。

研究テーマ：テーマ項目3

人工臓器・生体材料グループ

(Artificial Organ and Biomaterial Group)

研究グループ長：山根 隆志

(つくば東・つくば中央第6)

概要：

長期生体適合性を有する体内埋込み人工臓器および生体材料の研究開発を行う。また、長期埋込みのための共通基盤技術として、血液流路としてのデバイス形状および生体材料に関する生体適合性および力学適合性の評価法の研究を行う。

平成15年度は、人工心臓の機構の研究では、一点接触型遠心ポンプに関して、体外式の補助循環ポンプとしての製品化を進める。非接触駆動の動圧浮上遠心ポンプに関して、数値解析を活用して改良設計を重ね、動物実験における血栓形成の問題を解決する。

また、血液適合性評価の研究では、溶血模擬血液の粒子径の精密調整を行い、感度を上げるとともに、新材料の導入も検討する。またチタン製人工臓器の抗血栓性を向上させる表面処理と細胞接着因子の検討を行う。また、光学式血糖値センサに関しては、生体に近いファントムモデルを作成し、温度および散乱変化を補正するアルゴリズムを適用した場合の実用的なグルコース濃度推定精度を検討する。

研究テーマ：テーマ項目4

ニューロバイオニクスグループ

(Neurobionics Group)

研究グループ長：鈴木 慎也

(つくば中央第6)

概要：

病気・事故等で損なわれた高次生体機能(感覚・運動・認知・行動等)を補助・代替する技術やこれらの機能の加齢変化に適応するヒューマンインターフェース技術の確立をめざして、その基盤となる神経行動機

能特性の解析及び計測・制御技術の研究開発を行う。
具体的には、神経行動機能補助代替技術に必要な複数神経細胞分離抽出装置及び神経組織内微小電極位置制御装置等を開発し、筋・末梢・中枢神経系の生理計測・機能解析を通じて最適なシステム設計とその制御法を確立する。

平成15年度は、クラスタ中心の追跡によりスパイク分離精度が向上することを、実データを用いた情報量解析によって立証し、運動野損傷による前肢運動障害及びその回復と大脳皮質機能再編成の関係を明らかにする。また、加齢やストレスが影響するワーキングメモリーや情動記憶の基本的な神経特性について、辺縁系-前頭前野-錐体外路を対象として神経と行動レベルで解析する。

研究テーマ：テーマ題目3

治療支援技術グループ

(Surgical Assist Technology Group)

研究グループ長：鎮西 清行

(つくば東・つくば中央第6)

概要：

治療・診断統合を目指し、MRI 誘導下にロボット技術を応用した内視鏡低侵襲手術の支援・訓練支援システムについて積極的な臨床応用を推進するとともに、次世代極小侵襲技術の基盤技術開拓を目標とする。

平成15年度は、内視鏡の高度化の研究としては、MRI 対応直視鏡を MRI 手術室で臨床試験を目指す。さらに、ロボット装着に適した MRI 対応内視鏡として、回転自由度を必要とする斜視鏡を試作し、光軸方向の内視鏡本体による隠蔽部分低減を目指す。

また、MRI 画像誘導ロボットシステムの研究として、6軸パラレルリンク機構によるロボットシステムの MRI 対応性を検証するとともに、斜視鏡に対応した MRI 対応内視鏡把持ロボット試作機の完成を目指す。さらに、軟組織の変形解明に関する研究としては、複数層の針通過時の検知、手で持って穿刺した場合も検出可能か実験的に明らかにする。

研究テーマ：テーマ題目5

医用計測グループ

(Biomedical Sensing and Imaging Group)

研究グループ長：本間 一弘

(つくば東)

概要：

生体機能の計測、疾患検査・診断、予防医学などに活用するための技術開発を展開する。平成15年度は、複合脳内計測プローブの要素技術のさらなる高度化、複合化を進めると共に、その有効性の検証を行う。また、熱弾性応力測定法を用いた実験では、表面応力のデータ収集を継続すると共に、内部の力学的条件およ

び臨床成績との関連についてもさらなる考察を進める。また、脳へらプローブについては、各種手術器具への適用を目指し、微小測定面での計測方法を検討する。近赤外光計測に使用可能な光学特性可変ファントムの開発を目指し、近赤外光 CT 用ファントムを作製する。

さらに、3次元拡散強調撮像法の実用化を目指し、動物実験により疾患検出、脳機能計測を行い、医用計測における有用性を評価する。また、3次元超高速撮像法の開発としては、本提案手法を基本原理とする2次元超高速撮像法の実用化を推進する。

研究テーマ：テーマ題目5

[テーマ題目1] 高齢者の感覚知覚特性データの収集と環境評価法の開発に関する研究

[研究代表者] 佐川 賢 (感覚知覚グループ)

[研究担当者] 都築 和代、蘆原 郁、氏家 弘裕、中村 則雄、関 喜一、倉片 憲治、佐古井智紀 (職員8名、他3名)

[研究内容]

高齢者を含む各年代における視覚、聴覚、温熱感覚特性のデータベースの構築を行うとともに、JIS 及び JISTR (標準情報) さらに ISO/IEC、CIE などにおける国際標準の制定を目指す。また、高齢者・障害者の特性も考慮した環境・製品の安全性や機能性の評価法と評価機器の開発を行う。

本課題では、高齢者の感覚知覚特性に関する知的基盤の確立と、高齢社会における環境評価設計技術の開発を目指して、人間感覚計測技術の開発、高齢者を含む多数のデータ収集及び環境評価設計技術の開発を行う。

(1) 高齢者の感覚知覚特性に関する知的基盤の確立

産総研では標準基盤戦略 (平成14年11月) を打ち立て、研究成果を JIS や ISO 等の国際標準として確立する活動を推進している。3つの基本戦略の一つとして、高齢者・障害者・消費者対応の JIS の推進が揚げられ、本研究課題はこの基本戦略に人間工学を基盤として直接寄与することを目的としている。このため、視覚、聴覚、温熱感覚の加齢による特性変化を捕らえる計測法の開発、及びデータの収集を行い、加齢変化のデータベースを構築して高齢者・障害者配慮設計指針の JIS 及び JIS TR (標準情報) として確立する。

さらにそれらを ISO、IEC 等における国際標準の場へ提案するため、ISO COPOLCO (消費者政策委員会)、ISOTC159 (人間工学)、CIE (国際照明委員会) などの国際標準化活動を展開する。

平成15年度の成果

有効視野計測装置を完成させ、若年者と高齢者各40名について2種類の有効視野に関するデータを収集した。また新たな課題として、点滅や動的な画像による生体影響について安全基準を作成するための

データ収集を開始した。一方、聴覚に関しては、高周波の基準聴覚特性に係わるデータを100名の若年者を対象として収集し、また低周波音の不快感、許容度について30名データを収集し、ともに JIS 化へのデータ整備を進めた。また、高齢者60名の局所温熱環境特性データを収集し、温熱環境評価法に関する JISTR 案をほぼ完成した。

規格化に関する作業として、国際共同研究で進めてきた等ラウドネス曲線の見直し作業が ISO226 (2003) として発行された。また、平成14年度作成の高齢者障害者配慮設計指針 JIS 原案3件が制定された。一方、国際標準へ向けた活動を ISOTC159アドホックグループや IEC を中心に展開し、国際標準化を進展させた。また、ISO COPOLCO に参画し、消費者中心の規格の現状と今後の動向を把握するとともに、映像の安全性などの新規提案を行った。

(2) 環境評価設計技術の開発

人間を取り巻く環境創造のハード的な技術は進展しているものの、人間から見た環境評価というソフト的な技術は立ち後れている。本課題ではこの問題を解決するため、視覚、聴覚、温熱感覚を対象に、高齢者・障害者のための安全性・機能性及び快適性に視点を当て、環境評価法の要素技術及び評価機器の開発を行う。

具体的には、交通視環境の安全性評価法、低周波騒音の不快感・許容度の評価、睡眠を中心とした温熱環境の快適性の評価法などを開発し、高齢者の生活環境の改善を目指す。

さらに、高齢者・障害者のための感覚技術情報提示機器の評価・設計支援技術として、視覚障害者に聴覚情報で障害物を認知させる訓練システムの開発とその評価、補聴器の音質歪みの計測と評価、高齢者に適合する携帯電話システムの開発等、IT 時代における高齢者のユーザビリティ及びアクセシビリティに基づいた評価設計法の開発を目指す。

平成15年度の成果

オブチカルフローに基づく運転時の速度知覚と視認性特性を把握し、速度感推定手法を開発した。また、睡眠中の温湿度環境が人体の体温調節特性とメラトニンに及ぼす影響を明らかにし、熱ストレスの軽減方法を開発した。一方、聴覚情報による視覚障害者の歩行訓練のための障害物知覚訓練用音響 CDver1.0を配布し、訓練効果を確認した。これらの結果をセンサーバーチャルヒューマンのデータベースとして整理した。また、難聴の早期発見用機器としてモバイル型オーディオメータのプロトタイプを試作した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 感覚知覚、環境評価、国際標準、工業標準、高齢者、障害者、人間工学、知的基

盤

[テーマ題目2] 人間生活における認知行動モデル化の研究

[研究代表者] 赤松 幹之 (行動モデリンググループ)、熊田 孝恒 (視覚認知機構グループ)、北島 宗雄 (認知的インタフェースグループ)

[研究担当者] 宇津木明男、高橋 昭彦、熊谷 徹、金子 利佳、武田 裕司、渡邊 克己、森川 治、橋本 亮一、竹内 晴彦、佐藤 滋、山下 樹里
(職員14名、他7名)

[研究内容]

生活場面における認知行動モデルの構築を目標に、運転行動を取り上げ、運転時における視覚情報の能動的獲得においては注意機構の知見を取り入れ、実運転およびシミュレーションにおける運転行動 DB の構築およびその分析によりデータ駆動型状況依存行動モデルの構築を目指す。また、視覚的注意機構、ウェブからの情報獲得、認知的インタフェースに関連して認知行動的研究を行う。15年度の成果

- 1) 運転行動の DB 化とデータ駆動型状況依存行動モデル：一般道路での運転行動のデータを総計約 2,300 トリップ延べ3万キロ以上のデータベースを構築した。さらに、ハンドル操作と地図データを併用することで加速・減速といった運転行為を自動的に判定する技術を開発し、運転行動ラベルを付加し、データベースを高度化した。また、このデータベースを用いて交差点での減速停止における減速操作を対象に、運転者の意図を内部状態として持つ動的ベイジアンネットワークモデルを構築し、交差点での停止を評価・予測する手法を開発した。最終的に停止するかどうかを予測した結果、停止するデータに対して1秒前であれば確率50%であり、0.5秒前になると確率75%であった。さらに、予測モデルの精度の評価方法の確立を目指すとともに、現在の特定の交差点を対象とした特定ドライバーの運転行動モデルに関して、交差点の拡張と適用ドライバーの拡張するための方策について検討を開始した。
- 2) 視覚的注意機構：視覚探索過程の選択意図による制御が過去経験とは独立に働くことを明らかにし、さらに、高齢者においては選択意図による制御の機能が低下することがわかった。また、実際の作業に近い状況 (外部からのノイズが混入する場所で、被験者が自由に頭部、眼球、腕などを自由に動かして作業している状況) で注意状態を測定するための技術を開発し、データを収集した。これらのデータから多変量線型モデルによって注意状態を推定し、作業パフォーマンスとの相関関係について検討を開始

した。さらに、注意機能の低下パターンを個人別に評価する検査手法を開発し、高齢者の注意機能低下の特性を明らかにした。これらの結果をユーザビリティのためのガイドライン項目としてまとめた。さらに、脳波を指標として、行動中の人間の注意状態を推定する技術を開発した。

- 3) ウェブからの情報獲得：大規模情報発信サイトである msn.encarta.com を対象として、大学生レベルの知識を持ったユーザにとって見出すことが困難なコンテンツを予測した。これらのコンテンツのなかから40のものを選択し、22名の被験者を対象に、評価実験を行ったところ、36のコンテンツについては予測どおりの結果を得た。これらのコンテンツを容易に探し出せるようにそこにいたるリンク構造を情報探索のモデルに基づいて変更したところ、100%の修復効果を得た。さらに、語彙データベースを用いたウェブコンテンツの評価においては、従来は使用語彙に対する属性の平均値を用いていたが、理解困難な語彙のみに着目して、注目する属性の加算値に基づく指標とすることによって、より適切な評価値を得ることができた。
- 4) 認知的インタフェース：入力系としては、被験者実験により入力時の意図状況により把持力に変化が生じることを確認した。出力系としては、力覚形状呈示における視覚の影響計測の予備実験として柔軟度の異なる材料に対する官能検査を実施し、提示条件を明らかにした。対話系としては、自己像表示の効果を測定し、表示により対話相手の視線に対する親密度などの主観評価が増えることが明らかとなった。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 認知行動、注意機構、人間特性、視覚情報、視行動、情報検索、情報獲得

[テーマ題目3] 福祉機器開発技術に関する研究

[研究代表者] 横井 孝志（高齢者動作支援工学グループ）、鈴木 慎也（ニューロバイオニクスグループ）、小木 元（身体・生態適合性評価技術グループ）、山根 隆志（福祉機器グループ）

[研究担当者] 池田 喜一、児玉 廣之、本間 敬子、福田 修、菅原 順、稗田 一郎、金子 文成、瀧田 正寿、金子 秀和、篠原 正美、大塚 裕光、横山 一也（職員16名、他3名）

[研究内容]

高齢者の自立支援を目的として、身体機能の代替・補助技術および機能訓練技術に関する研究開発を中心に行う。得られた技術シーズの産業応用を常に念頭に置き、企業との共同研究などに積極的に取り組み、技術の洗練

化・高信頼性の実現を図る。

平成15年度成果

- 1) 人体適合性評価手法：人体適合性評価手法の一環として、神経筋骨格モデルに基づいた歩行シミュレーションシステムプロトタイプを構築した。義足歩行シミュレーションに適用し、それに基づいた最適義足寸法値を見出すことができた。これにより、このプロトタイプが人体適合性評価手法として利用可能であることを確認できた。

また、基本住生活動作に関して動作条件を変えた100種の動作データを補完・修正し平滑化した後、被験者プロファイルともリンク付けすることにより実測動作データ350件のデータベースプロトタイプを構築した。また、このデータを基に仮想人間で生成したまたリーチング動作精度は、実測動作データの±5%の範囲であった。これは人間の動作のばらつきと同程度かやや小さいことから、実用上十分な精度であると考えられた。さらに、企業と共同で人間工学的動作解析ソフトウェア、生体情報複雑系解析ソフトウェアのプロトタイプを構築した。

- 2) 製品のユーザビリティ：高齢者368人を対象に家電製品等に対する製品ユーザビリティについて活動状態の観点からの調査を行い、製品使用の難易度に比較的安定した結果が得られた。また、触知覚実験時の負担軽減の必要性が判明した。より自然な姿勢での計測状況を実現するために触知覚提示装置を改良し、計測を実施した。さらに、触覚と力センサを組み合わせた触覚デバイスの試作・提案を行った。
- 3) 下肢訓練機器の開発：足関節底屈・背屈動作実験により、角度：底屈45度～背屈20度、角速度：0.2～3.5度/秒の範囲で動作可能であることを実証した。さらに、若年成人被験者を用いた基礎実験を実施し、最大筋力の30%未満の低負荷でも筋力を維持できることを確認した。脳血管疾患により痙性・拘縮を生じた足関節の訓練にターゲットを絞込み、足関節2自由度の在宅用機構の設計試作を行った。

また、寝たきり予防訓練装置プロトタイプによって低負荷運動訓練を行い、低負荷でも神経系の適応により筋出力発揮特性が維持されることを見出し、このプロトタイプは力モニタリング機構を有するため、人体適合性評価手法のための運動機能評価装置として利用可能であることを確認した。

さらに、訓練効果を簡易に測定・評価する体肢断面計測システム、高齢者用下肢筋力計測システムに関して、企業と共同開発を開始した。体肢断面計測システム開発では、取得画像解析用ソフトウェアプロトタイプを構築した。下肢筋力計測システムでは、1次試作品をもとに改良点の抽出を行った。

- 4) 筋活動電位を利用したインタフェース技術：筋電位信号、身振り、まぶたなどの微小動作によりコン

トロールが可能な環境制御装置、ポインティングデバイスおよび食事支援システムを構築した。特に、環境制御装置については、国内の大手家電メーカー製品のほとんどのリモコンへの対応を実現した。また、筋ジストロフィ症患者、脊椎損傷患者、前腕切断者や高齢者による検証実験を行い、目標とした95%以上の操作精度を実現した。試作した装置を国内の展示会などに多数出展し、市場から大きな反響を得ることで、本技術開発の方向性の正しさ、シーズの有効性を確認した。

- 5) 神経行動機能補助代替技術：クラスタ中心の追跡機能を用いることにより、スパイク列データから従来の約1.5倍の情報を取り出せることを実証した。脳虚血後の前肢運動障害の回復に伴い、非梗塞側の運動野による障害前肢支配が見いだされた。辺縁系-前頭前野回路と前頭前野-錐体外路系が、ワーキングメモリーと情動記憶の両方へ関与するという行動レベルでの知見を得た。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 高齢者、機能訓練、インタフェース、生体信号、ユーザビリティ、リハビリ訓練

[テーマ題目4] 生体機能代替システムに関する研究

[研究代表者] 山根 隆志 (人工臓器・生体材料グループ)

[研究担当者] 野中 勝信、白崎 芳夫、林 和彦、西田 正浩、丸山 修、伊藤 敦夫、小沼 一雄 (職員8名、他5名)

[研究内容]

品質管理に優れ、長期耐久性を有する人工物を用いた生体機能代替システムの実現をめざした研究を行う。心不全患者のために、3ヶ月以上動物実験で連続使用可能な遠心型人工心臓の研究開発を行い、生体材料の比較評価も行う。遠心式人工心臓の承認申請に必要な生体適合期間は3か月であるので、これを超えることを目標と設定している。

平成15年度成果

- 1) 人工心臓の機構に関する研究：

数週間用の補助循環ポンプとして、羽根車を1点支持した遠心ポンプに関して、企業と実用化開発の契約締結にこぎつけた。また、駆動系に必須のピボット荷重計測データを取得したほか、実用に足る良好な溶血成績を得た。

5年以上の耐久性が期待できる動圧浮上式遠心ポンプに関しては、数値解析を行った上で動物血実験を繰り返し、動圧軸受溝を深くするとともに羽根枚数を増やすことにより流れを一様化することが可能になり、狭い隙間に起因する溶血と血栓の低下を図った。一方、長期耐久性を持つ磁気浮上小型血液ポンプに対しては、軽量化した磁気駆動系を組み込ん

だシステムを構成し、その性能を確認するとともに初の溶血試験段階まで到達した。また、NEDO プロジェクト参加企業の遠心式人工心臓について、流れの可視化データを取得・提供した。

- 2) 人工臓器・生体材料の生体適合性評価の研究：

血液適合性評価では、循環器系人工臓器の溶血特性を試験できる、動物血代替マイクロカプセル模擬血液について実験手法の確立を図った。すなわち小さいカプセル径を除去することにより殆どの臨床用ポンプに対応できる感度まで上げること成功した。これにより、実用デバイスの溶血試験順序をほぼ再現する模擬試験ができることを確認した。この成果に関しては、学会から論文賞受賞を授与された。さらに、新材料としてゼラチン製模擬血液を試作した。

血液に接触する抗血栓性材料については、チタン合金に血液適合性を考慮した表面処理を施してチタン材料の血小板付着率を半減させる表面処理法を見出し、血小板付着に関するスクリーニング評価を行った。血液に接触するピボット受けについて摩擦特性試験を行い、摩擦形状とクリープ変形等を明らかにした。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生体機能代替、人工心臓、生体材料、模擬血液、生体適合性

[テーマ題目5] 医用計測・治療支援機器技術に関する研究

[研究代表者] 鎮西 清行 (治療支援技術グループ)、本間 一弘 (医用計測グループ)

[研究担当者] 山内 康司、小関 義彦、鷲尾 利克、葭仲 潔、中谷 徹、兵藤 行志、谷川ゆかり、有本 英伸、山下 樹里 (職員11名、他3名)

[研究内容]

「高齢化社会における安心・安全で質の高い生活」(国家産業技術戦略 H12.4) を達成するために不可欠な「手術に伴う患者の精神的・身体的負担の軽減を目的とした低侵襲の治療支援機器の開発」「治療に必要な診断用情報の計測および提示技術、高精度検査診断や予防医学などに活用するための医用計測技術の開発」を行うことを目的とする。

平成15年度成果

- 1) 医用画像診断技術：3次元拡散強調撮像法の実用化を目的に動物実験を繰り返し、脳梗塞ラットに適用し疾患部位の計測ができた。2次元超高速撮像法を現有のMRI装置に移植し、約50msecで撮像できることを確認した。超偏極MRI技術の開発を進め、偏極率5%でラットの血流動態の計測が可能となった。また、光マイクロプローブ法と微小透析法と

の複合化を進め、被計測領域を明らかにすると共に虚血や過渡的電磁界変動に対する脳内代謝計測での有効性を確認した。また、熱弾性応力測定法では、人工股関節ステム形状による骨表面応力分布の類型化を行い、応力発生をの要因を明らかにした。「脳へら」については、組織中の酸素濃度の変化を捉えることができ、開発機器の有効性を確認した。近赤外光 CT 用可変ファントムの TR 案を作成した。また、3次元型アルゴリズムについては、光 CT データからの再構成画像と MRI 画像との比較から精度を検証し、妥当性を確認した。

さらに、光学式血糖値センサに関して、開発した生体ファントムを用いてグルコース濃度を計測し、推定精度が30%前後低減できることを確認した。総合的には温度変化を有する環境下で約5%、散乱変化を有する環境下で約10%の誤差レベルを達成した。人体皮膚での測定を想定し、光ファイバーを用いた近赤外領域における拡散反射型プロットタイプを作成した。

2) MRI 対応技術：手術ロボット、内視鏡など外科治療のキーデバイスを MRI 誘導下の手術環境で使用可能とする技術につき、世界に先駆けて発表を行った。MRI 対応6軸パラレルリンク機構を米国研究機関 (SPL) の手術用 MRI 内にて、再現精度が把持端で0.1mm を確認した。一方、ロボットの動作に起因する電磁干渉が生じることが課題となった。内視鏡把持ロボットとして、平成15年度プロトタイプより40%薄い90mm の厚さの試作機を完成した。画像誘導ロボット用インタフェースを試作した。手術情報ログシステムは、内視鏡手術を例に既存のオフラインデータを使った検証の結果、ログ解析が半自動化、効率化可能であることを確認した。

また、MRI 対応内視鏡については、経鼻腔脳神経外科手術を想定した、MRI 内で内視鏡を操作する機構の開発も進めた。撮像領域に近接して使用できる内視鏡として世界初の手法を開発した。MRI 対応直視内視鏡を試作し、臨床試験に要求される性能・安全性試験を終了した。ロボット内視鏡用の MRI 対応斜視鏡については、光軸を折り曲げた構造の基本設計を終えた。

3) 針刺しセンサ：針刺しセンサの臨床応用に向け医師と共同で動物実験を行った。針通過時の医師の感覚とセンサの信号の一致を調べた結果、定性的な一致を確認した。

4) 手術トレーニングシステム：訓練用模型システムの二次試作を行い、内視鏡手術操作の分析により実験プロトコルの設計に内視鏡角度が有用であることを見出した。また、人体モデルの開発・製造などを目的としたベンチャを起業、産総研ベンチャの認定を受けた。繊毛運動に伴う粘液波動の周波数 (測定

範囲2Hz~30Hz、精度0.2Hz) と進行方向ベクトルの測定を可能とする解析アルゴリズムの開発と実装を行った。両眼立体視の有無が鉗子移動操作に影響することを確認した。疲労評価についてはタスクの種類と難易度の設定・評価方法を決定した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生体可視化技術、MRI 対応技術、画像誘導、手術訓練、ロボット

⑭【脳神経情報研究部門】

(Neuroscience Research Institute)

(存続期間：2001.4.1~)

研究ユニット長：岡本 治正

副研究部門長：国分 友邦、栗田多喜夫

総括研究員：山根 茂、国分 友邦 (兼務)

栗田多喜夫 (兼務)

所在地：つくば中央第2、第6、第4、北、

臨海副都心センター

人員：55 (53) 名

経費：668,284千円 (540,841千円)

概要：

脳研究は、科学的に大きな価値を持つばかりでなく、社会的、経済的にも大きな成果が期待されている。人間のあらゆる行動の基礎となっている脳の機能と機構を解明することで人間の根本的な理解が可能となり、それに基づいて新しい産業技術基盤が確立されると期待されている。フロンティア創造型の科学技術立国を目指すわが国においては、国として積極的に推進すべき重要課題である。先進各国でも脳研究を国として支援している。この分野は学問的に極めて若い分野であり、未成熟の技術的要素も多いが、今後は急速な研究の進展が予想される。

本部門では、脳の構造と機能を理解するとともに、それに基づいて、安心・安全で質の高い生活を実現するための技術基盤の確立を目指す本格研究を展開することにより、関連産業の振興に資することをミッションとする。すなわち、脳の物質的な構造と仕組みの理解からは、脳神経系のイメージング技術の開発や疾患診断・治療技術の開発等によりバイオ産業や医療福祉産業の振興に、また、脳における情報表現と情報処理の理解からは、人間と相性のいい脳型の情報処理技術の開発等により情報関連産業の振興に貢献する。

本部門の研究分野は、対象とする脳の特殊性・複雑性から他の科学分野に比べ未だ萌芽的段階にあるため、21世紀に残されたフロンティアサイエンス研究の重要な分野の一つとされており、その推進のためには、いわゆる第1種、第2種いずれの基礎研究においても、異

分野の融合がキーポイントとなっている。そこで本部門では、ミッションの達成にあたり、既存の専門分野にとらわれず研究に取り組む若手の研究者の育成を図ると共に、グループ、ユニットの枠組みをこえた内外の先端的な研究者との積極的な交流を推進する。また、国際的な学術雑誌等における成果発信はもとより、インターネット等を利用した情報発信や民間企業との共同研究等を通じた社会への貢献を図る。

本部門は、脳の構造と機能を DNA、タンパク等の分子のレベルから、認知行動やコミュニケーション等脳の高次機能に至るまで、それぞれのレベルでハード面からの生命科学的アプローチと、ソフト面からの情報科学的アプローチを組み合わせた研究を展開し、それに基づく技術基盤の確立を目指している。

そのため、先ず以下の4つの重点研究課題を設定した。

- ① 脳神経細胞・遺伝子の機能解析とその利用
神経細胞の発生・再生、回路網形成、機能発現に関わる遺伝子群の解明と利用を目指す。
- ② 高次認知行動機能の研究
知覚・認知・行動機能の総合的理解、その脳内機構の解明を目指す。
- ③ 脳における情報処理機構の解明（生理学的アプローチ）
コンピュータには備わっておらず脳に特異的に存在する情報処理機構の解明を目指す。
- ④ 脳情報工学に関する研究
脳を参考にした、様々な場面で共通に利用できる情報処理方式の開発を目指す。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「Na⁺チャンネル開閉機構の電子顕微鏡による解析」

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「知的学習の成立と評価に関する脳イメージング研究」

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「FFRP 立体構造の決定・解析および古細菌 FFRP の分子識別機能の解析」

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「高次視覚機能獲得過程に関する行動実験と単一細胞活動記録」

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）
「神経伝達物質受容体制御の分子機構」

財団法人日産科学振興財団 日産学術研究助成 奨励研究
「行動を制御する神経活動と神経回路網の生体内での

可視化解析」

財団法人大川情報通信基金 財団法人大川情報通信基金
2003年度研究助成「PDZ ドメインの結合タンパク質を予測するアルゴリズムに関する研究」

財団法人住友財団 2003年度基礎科学研究助成 「文脈依存的な動的記憶・学習システムの神経基盤に関する認知神経科学的研究」

財団法人住友財団 2003年度基礎科学研究助成「動物の行動を制御する神経活動と神経回路網の生体内での可視化解析」

経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「創薬及び生物研究情報基盤としての生体内ペプチドの多角的データベース化に関する研究／生体内ペプチドの生物活性受容体と立体構造に関する研究／機能性蛋白質発現系を用いた生体内ペプチドの生物活性と機能検索に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「組み合わせ構造を持つ確立モデル構築のための学習理論」

文部科学省 科学研究費補助金「場所細胞による移動ロボットのナビゲーションの研究」

文部科学省 科学研究費補助金「日本手話発話中の話者の顔表情に表れる言語情報の画像認識とその手話認識への応用」

文部科学省 科学研究費補助金「幼児の発達過程に学ぶヒューマノイドロボットのモータースキル学習」

文部科学省 科学研究費補助金「非侵襲的脳機能画像法からみた顔と人名の連合学習機構に関する認知神経科学的研究」

文部科学省 科学研究費補助金「リハビリテーションによる脳機能回復にともなう神経回路再構成プロセスの解明」

文部科学省 科学研究費補助金「ヒトの主観的味覚特性と味覚中枢の活動との相関に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「独立成分分析を用いた物体の見えからの拡散／鏡面反射成分の分離手法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「シナプスにおける

CaMKII結合タンパク質のスクリーニング」

文部科学省 科学研究費補助金「作用記憶におけるチャ
ンキングの脳活動に関する fMRI/EEG 研究」

文部科学省 科学研究費補助金「分子病態の解明と治療
を目的としたディスフェルリン結合タンパク質に関する
研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「脳内分散
情報の視床による注意統合機構」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「逆行性神
経情報伝達機構の分子生物学的研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「小脳にお
ける運動学習の計算機構の解明に関する研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援（新規）「道具使用
の脳内表現」

京都大学 科学技術振興費「「試行を通じた学習」の脳内
機構の解明とその応用に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産
業技術研究助成事業費助成金「自然界の適応淘汰に学ぶ
比較蛋白質設計」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究
プログラム/生体高分子立体構造情報解析/蛋白質の構
造・機能解析技術の開発」

発 表：誌上発表91（74）件、口頭発表140（41）件、
その他16件

脳遺伝子研究グループ

(Molecular Neurobiology Group)

研究グループ長：国分 友邦

(つくば中央第6)

概 要：

脳神経系の形成及び機能発現のメカニズムについて、
ラット、マウス、カエル、ホヤ、線虫など様々な実験
動物の特質を利用して、分子・細胞レベルで理解する
ことを目的としている。特にキー遺伝子群の発現制御
ネットワークについて、統合的な理解を目指している。

研究テーマ：テーマ題目1

脳機能調節因子研究グループ

(Molecular Neurophysiology Group)

研究グループ長：久保 泰

(つくば中央第6)

概 要：

脳の機能は、受容体やイオンチャネルなどを介した
神経細胞間の情報伝達とそれらの活動の精密な調節・
連携により発揮され、生命活動の基本である恒常性維
持から学習や記憶といった高次の神経機能まで多様で
ある。当研究グループでは、遺伝子・生物学を駆使
して神経機能調節にかかわるタンパク質の構造・機能
および活動調節機構を分子・細胞レベルで明らかにし、
新しい治療・診断薬や生体素材を開発することを目指
している。

研究テーマ：テーマ題目1

DNA 情報科学研究グループ

(Information Biology Group)

研究グループ長：鈴木 理

(つくば中央第6)

概 要：

脳に見られる高度な細胞ネットワークの起源は単細
胞生物に備わる環境適応能力にある。両者はともに細
胞内の遺伝子ネットワークを介した遺伝子制御による
細胞の自己改変の結果、達成されている。当研究グル
ープはマイクロソムの分子情報科学的、構造生物学的、
あるいはゲノム生物学的な解明により、マクロソム
を組織する原理とその起源を理解する事を目標として
いる。

研究テーマ：テーマ題目1

構造生理研究グループ

(Structure Physiology Group)

研究グループ長：佐藤 主税

(つくば中央第6)

概 要：

神経細胞の構造と機能の制御機構を、生物物理学的
手法で分子・細胞・神経回路網レベルで研究している。
最近、液体 He 電子顕微鏡と画像処理技術を用いたチ
ャンネル蛋白質の単粒子構造解析法で、電圧感受性
Na⁺ チャンネルの3次元構造を世界で始めて決定した。
また、世界最高水準の検出能の新型偏光顕微鏡を開発
し、無染色で伸張中の神経の内部構造を観察すること
に成功した。

研究テーマ：テーマ題目1

感覚認知科学研究グループ

(Human Perception and Cognition Group)

研究グループ長：斉藤 幸子

(つくば中央第6)

概 要：

脳磁場・脳電位計測・fMRI 等によるヒトの脳活動

の非侵襲計測や、心理物理計測の手法を用いて、人間の感覚認知過程を総合的に理解することを目指している。味覚・嗅覚の感覚認知過程、空間情報の知覚-運動過程、視覚情報の統合過程の解明を目標としている。

研究テーマ：テーマ題目 2

認知行動科学研究グループ

(Cognitive and Behavioral Sciences Group)

研究グループ長：杉田 陽一

(つくば中央第2)

概 要：

行動科学・神経生理学・計算論的脳科学など多様な方法を用いて、表情など複雑な視覚刺激の認識、音声認識、異種感覚間相互作用、選択的注意、記憶と学習などの高次脳機能の学際研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

システム脳科学研究グループ

(Systems Neuroscience Group)

研究グループ長：山根 茂

(つくば中央第2)

概 要：

高次脳機能の神経科学的研究を行い、脳をシステムとして理解することを目的にしている。運動指令脳内メカニズムの解明と構築、学習発達における神経伸長因子の役割、小脳学習のランダムウォーク仮説、報酬期待の細胞発見等の成果をさらに発展させ、人工小脳開発や高次機能の解明の研究に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目 3

情報数理研究グループ

(Mathematical Neuroinformatics Group)

研究グループ長：赤穂昭太郎

(つくば中央第2)

概 要：

脳の神経回路は従来の情報処理技術では不可能な柔軟で複雑な情報処理を行っている。当研究グループでは、脳の情報表現や学習・適応のアルゴリズムがどうなっているか、なぜ神経回路のような構造が情報処理をする上で有用なのか、といった問題を通じて、脳の計算原理を数理的に理解することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 4

脳情報工学研究グループ

(Neuroengineering Group)

研究グループ長：梅山 伸二

(つくば中央第2)

概 要：

視覚情報処理から適応、学習に至るまで、脳における柔軟な情報処理が、その神経回路網の上で、どのよ

うな原理に基づき、またどのような情報表現、アルゴリズムを用いて実現されているかが次第に明らかになりつつある。本研究グループは、そのような脳の情報処理メカニズムや原理を利用することにより、柔軟で頑健な情報処理システムを構築し、従来の情報処理では困難であったような課題に対して、解決を与えることを目標としている。

研究テーマ：テーマ題目 4

ボリュームグラフィックス連携研究体

(The Collaborative Research Team of Volume Graphics)

研究グループ長：村木 茂

(臨海副都心)

概 要：

MRI や共焦点顕微鏡など、脳神経構造を解析する装置の多くは、ボリュームデータと呼ばれる形態表現法を用いる。当研究体では、ボリュームデータを基本としたシミュレーションと可視化を高速に行う新しい計算機を、産学官共同で開発している。

研究テーマ：

[テーマ題目 1] 脳神経細胞・遺伝子の機能解析とその利用

[研究担当グループ] 脳遺伝子研究グループ、脳機能調節因子研究グループ
DNA 情報科学研究グループ、構造生理研究グループ

[研究担当者] 国分 友邦、久保 泰、鈴木 理、佐藤 主税他(職員19名、その他39名)

[研究内容]

(1)-1. 神経発生における FGF シグナリングの役割解明とその利用

ツメガエル胚脊髄の発生を支配する Xcad3 遺伝子の転写制御が、同遺伝子エンハンサー配列上における FGF、BMP、Wnt の三種シグナリングの統合によりなされることを見出した。また、FGF シグナリングに応答するマウス snail 遺伝子のエンハンサー配列を利用して、神経冠幹細胞を GFP の発現により特異的に標識したトランスジェニックマウスを作成、解析し、再生医学への利用の手がかりを得た。

(1)-2. 光学イメージング手法により神経回路網解析に関する研究

光学イメージング手法をラット脳スライス標本に適用することで、海馬(日常的な出来事の記憶に重要)、扁桃体(情報記憶に重要)二つの脳領域がゲート機構をもつ特殊な神経回路により結びつけられていることを見出し、扁桃体が海馬への記憶情報の入力を促進していることを明らかにした。また、市販された装置を超えたスペックを有する大型 CCD 光イメージングシステムの性能

向上の最終的仕上げ段階に入った。他方、Ca 濃度変化により神経細胞の活動を光学的にモニターする CAMELEON 蛍光タンパク質遺伝子の改良と、それをモデル生物線虫の神経系に導入した形質転換体を作成した。

(2)-1. 受容体やイオンチャネルなどの機能を修飾する因子を、両生類、爬虫類、節足動物より探索を進めている。現在までにアセチルコリン受容体の機能修飾活性のあるペプチドが複数同定され、それらについては特性の解析が終わった。アリ由来の新規生理活性ペプチドが強力な抗菌性を示すことを発見した。またイオンチャネルブロッカーと構造類似性のある別のペプチドを発見し、その特性解析を進めている。またクモ毒腺由来の生理活性ペプチドの網羅的提示を目指して、良質の cDNA ライブラリーの構築を行っている。さらに、分化活性を持つ因子の探索のための発現スクリーニング系を開発し、それを利用して候補を絞り込んでいる。

(2)-2. グルタミン酸受容体のシナプス部位への輸送に関与する受容体内の配列の決定を進めている。また CaMKII 結合タンパク質の候補分子の探索を行っている。

(2)-3. δ カテニンが持つフィロポディア誘導機構や AMPA 型グルタミン酸受容体の発現調節機構について解析する。

(2)-4. 昨年までに確立した分散培養系の長期観察システムをより生体に近い系に発展させるため、神経及びシナプスを可視化したトランスジェニックマウスを作成している。

(2)-5. 運動している神経細胞の分布、速度、形態変化等を観察した。その結果、今まで報告されていない種類の運動であることが強く示唆された。

(3)-1. 単粒子解析は電子顕微鏡像から結晶を用いずにタンパク質構造を決定する。その分解能を向上させるために、これまで Neural Network (NN) 法を用いた画像拾い上げプログラムの作成に成功し、世界最高の95%の的中率を達成した。さらなる分解能の向上のため、99%の的中率を目指す。さらに NN の一種である GNG を用いた高精度画像分類プログラムの作成に成功した。その分類性能とノイズ耐性は現在世界最高性能であるが、さらなる性能の向上を目指す。現在、単粒子解析用統合システム BESPA を構築している。

(3)-2. 高解像度の光学顕微鏡を用いた神経伸長機構の解析のデータが出始めた。

(4) 平成15年度の研究目標として3項目を設定した。

第1は、古細菌を菌、真正細菌の転写制御系全体像の解明である。これに関し多数の新知見を得、これを Structure 誌をはじめとする雑誌に論文として発表するとともに、その成果をふまえた研究提案を行い、科学技術振興事業団 CREST 事業により採択された。第2は、単細胞真核生物の環境適応機構、転写制御機構の解析で、

原子紅藻の核（第一染色体）、オルガネラのゲノム配列を決定し、これをもとに両者のコミュニケーション機構、環境適応機構を解析し、現在、報文を準備中である。第3は、多細胞化を可能にする真核生物の転写制御機構の解析で、多細胞真核生物の転写制御系と単細胞生物の転写制御系の比較に取り組んでいる。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 神経冠幹細胞、光学イメージング、cDNA ライブラリー、単粒子解析

【テーマ題目2】 高次認知行動機能の研究

【研究担当グループ】 感覚認知科学研究グループ、認知行動科学研究グループ

【研究担当者】 齊藤 幸子、杉田 陽一 他
(職員9名、その他24名)

【研究内容】

(1) 記憶の脳内機構に関するイメージング研究は順調に成果を挙げ続け、国際誌への発表も続いている。異種感覚相互作用については、脳が光受容に対する時間遅れを計算に入れて、聞こえた音と見えた光（映像）を統合していることを発見し、Nature 誌に発表した。

(2)-1. ヒトの主観的味覚特性と味覚中枢との相関に関する研究

当所で開発した味刺激提示装置と脳磁場計測装置を用いて、日大医学部の鼓索神経障害例の味覚一次野における側性を検討した結果、72.2%が両側性であるという結果を得た。本研究は、第18回日本生体磁気学会において、2003年 U35（35歳以下の若手）研究優秀賞を受賞した。

(2)-2. 嗅覚の認知機構

本研究では産総研、東京大学大学院医学系研究科、大阪大学大学院基礎工学研究科と共同で、嗅覚機構に関する細胞レベル-嗅球レベル-脳応答-認知過程の基礎研究を行い、臭気環境評価のための計測法・評価法に反映させる。当グループは嗅覚順応の認知機構の研究を担当し、持続的臭気に対する時間的依存性の計測結果の解析から、時間的依存性の多様性や、認知的要因が順応過程に及ぼす影響を見出した。

(2)-3. 視覚情報処理のダイナミクスの基礎的理解

視覚情報処理の背腹側両系を賦活すると考えられるタイムロックされた視覚刺激を新たに考案し、機能的核磁気共鳴画像及び電位・磁場同時計測を開始しデータを蓄積中である。機能的核磁気共鳴画像の予備的結果から、上記の視覚刺激は期待された通り背腹側両系を賦活することが分かった。

(2)-4. 知覚情報の運動への変換過程の基礎的理解

本研究では、知覚情報が一次運動野の準備過程にどのように影響しているかを示し、一次運動野準備活動の時間特性の刺激依存性を解明する。現在、反応時間課題における一次運動野の準備活動の時間特性は、反応課題遂行の戦略には依存しないが、刺激強度には依存すること

が分かった。

(2)-5. スティック型嗅覚同定能力検査法の開発

「スティック型嗅覚の同定能力検査法」の使用を効率的にするための測定装置について新たな特許及び実用新案の出願を行った。

(2)-6. 気体濃度変化センサーの研究

世界最高の時間分解能 (0.5ミリ秒) をもつ気体濃度変化センサーの開発に成功した。

(2)-7. 嗅覚データベースの構築

2002年度12月に公開以来、アクセス件数 (医学界、産業界、公設機関等) が飛躍的に増えた「人間のにおいの感覚データベース」について、これまでの閾値・強度のデータに加え、においの質・快不快のデータを追加した。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 脳内機構イメージング、異種感覚相互作用、主観的味覚特性、嗅覚の認知機構、

【テーマ題目3】 脳における情報処理機構の解明

【研究担当グループ】 システム脳科学研究グループ

【研究担当者】 山根 茂 他 (職員10名、その他22名)

【研究内容】

人工小脳：サッカー運動が可能な眼球運動システムとそのドライブ系の試作、及び前頭葉からのマルチニューロン信号データの蓄積は順調に進んでいる。マルチニューロン信号をランダムウォーク仮説で学習し、眼球運動の方向、大きさ、速度を計算するソフトを完成させる。また前頭葉にマルチ電極を埋め込み、マルチニューロン信号が長期間安定に記録できる技術を開発する。

人工連想記憶中枢：実画像が直接入力できるように、連想記憶モデルへの入力である特徴抽出機構を設計する。運動学習機構：小脳の運動学習計算機構を知るため、ニューロン活動記録時間中で運動学習が完了する課題を開発し、その課題で小脳への入力源である MST 領野からニューロン活動を記録している。その結果、MST 野でもすでに学習効果がでていることがわかった。

リハビリ促進と可塑性分子：リハビリ効果を促進する刺激装置開発のため、運動野の一部を破壊したモデル動物を作った。リハビリで脳のどこにどんな変化が現れるか、可塑性分子の分布を調べ、リハビリしたときとしないときとで比較する。

注意統合機構：分解され処理された外界特徴のバインディング問題を解明するため、実験動物を学習させ装置の開発並びに実験動物の学習がほぼ終わり、関心部位からニューロン活動を記録する。

道具使用の脳内表現：時間順序判断課題を使用すると、道具が身体の一部かどうか分かる。身体の一部であるとき、道具が脳内でどう表現されているか解明する。そのため、動物用の訓練装置を開発し、動物に腕をクロスさせて時間順序判断する課題の学習をさせている。

意欲の神経機構：意欲の制御に関係すると言われる島

皮質での記録では、報酬を期待するニューロンが多い。これまでの結果を比較すると、前帯状皮質はより行動制御に近く、島皮質は入力情報の分析を行なっている。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 人工小脳、運動学習機構、注意統合機構、意欲の神経機構

【テーマ題目4】 脳情報工学に関する研究

【研究担当グループ】 情報数理研究グループ、脳情報工学研究グループ

【研究担当者】 赤穂昭太郎、梅山 伸二 他
(職員12名、その他11名)

【研究内容】

脳の情報処理メカニズムや原理を利用した情報処理手法の開発では、劣化画像に対してガボルフイルタを適用し、その出力に対して独立成分分析を施すことにより、劣化過程不明の画像復元が実現できることを明らかにした。また、ハーフミラプリズムを用いた2画像同時観測システムを試作し、拡散/鏡面反射成分の分離実験に成功した。さらに、ヒューマノイドロボットを用いた幼児のモータースキルの学習の計算モデルの構築にも取り組み、跳躍運動生成に適したニューラルアーキテクチャとモーターコマンドと外界との同期をとるための機構を設計した。その他、読唇を例にした模倣と試行を繰り返すことで学習する過程のモデル化の研究において、時系列学習と動作選択、および両者の統合を行うニューラルネットを設計し、顎の動きを含む顔表情を表現できるシミュレータを製作した。

学習過程の数理的理解の研究では、混合分布モデルの特異点の性質を解明し、コンポーネント分割アルゴリズムに応用するなどの成果が得られた (NIPS2002で発表、統数研・理研との共同研究)。自己組織化におけるトップダウン情報の利用に関する研究では、順序データに基づくデータマイニング・情報検索・嗜好推薦システムの数理的な枠組みを提案した。その成果は採択率の非常に低い国際会議 (ICDM、KDD、DS) に採択され、人工知能学会から全国大会優秀賞を受賞した。また、バイオインフォマティクスにおいて、実験の欠損データを補うための手法として em アルゴリズムを適用する方法を提案した (J. Machine Learning Research 掲載、生命情報科学センターとの共同研究)。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 独立成分分析、学習過程の数理的理解、データマイニング、バイオインフォマティクス

⑮ 【物質プロセス研究部門】

(Institute for Materials & Chemical Process)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：伊ヶ崎文和
副研究部門長：玉置 敬、新保外志夫
総括研究員：水田 進、奥谷 猛、玉置 敬

所在地：つくば中央第5
人員：63 (61) 名
経費：521,943千円 (321,647千円)

概要：

1) ミッション

持続可能性社会実現のための化学技術開発を目的に、革新的技術シーズとなる新物質・材料の創製並びに新反応プロセスの開発を行うと同時に、このための基礎・基盤技術の整備・確立を図ることである。

具体的には、解析シミュレーションを不可欠の技術開発要素として、基礎・基盤化学技術から特異反応場等の先端技術まで幅広いスペクトル間の連携・融合により、触媒・反応プロセス技術、特異反応場創出、利用技術および、機能物質・材料創製技術の研究を重点的に進め、産業競争力強化、並びに安全で安心な持続可能社会の実現に貢献することである。

2) 研究部門内再編

機能集積材料グループがバイオニクス研究センター設立に際し、同センターに異動した。

3) 重点研究課題

重点研究課題として、(1)「新転換反応プロセスの研究開発」、(2)「低反応性小分子の化学工業原料化」、(3)「特異物性ポリマーの研究開発」、(4)「機能性無機膜材料の研究開発」、(5)「分子情報材料の研究開発」及び(6)「分子固体プロトニクスの研究開発」の6課題である。

重点研究課題を「触媒・反応プロセス」「新材料創製」として整理した。各課題の取り組み視点は以下の通り。

「触媒・反応プロセス」はグリーン・サステイナブル・ケミストリ (GSC) の実現を目指す方向である。「化学物質と環境」は今後とも考慮すべき重点であり、その中心が GSC と考える。従来の副生成物のある、多段階反応に代わる新反応プロセス構築に関して、「触媒・膜」をキーワードとして「新転換反応プロセスの研究開発」を設定した。

また、新しい原料、溶媒、新しい触媒という観点から主として分子触媒を用いる「低反応性小分子の化学工業原料化に関する研究開発」を2番目の重点研究課題とした。

「新材料創製」では無機、有機、高分子材料分野に対して重点をそれぞれ一つに絞り、「特異物性ポリマーの研究開発」「機能性無機膜材料の研究開発」「分子情報材料の研究開発」を重点研究課題とした。

「特異物性ポリマーの研究開発」では生分解性プ

ラスチックに関し、工技院時代からの成果を、企業との共同研究等を追究しながら、実用化を目指す。また、標準化も検討する。さらに高圧場での無触媒重合によるポリマー合成の基礎的な成果を基にした展開を図っていく。

「機能性無機膜材料の研究開発」では基本特許を取得している塗布熱分解法を着実に技術展開し、超伝導限流器に関する研究プロジェクトの目標を達成する。レーザー光分解の機構を明らかにする。

「分子情報材料の研究開発」では化学反応や超分子相互作用などを利用した分子構造体の新しい構築法を提案・実証することを目的として研究する。当面は中分子液晶によるペーパライクフルカラー記録表示デバイス化の課題をクリアする。

「分子固体プロトニクスに関する研究開発」では将来的には新しいタイプの燃料電池やプロトン付加脱離反応を利用した分子メモリなどへの展開を夢見ながら、当面はプロトン移動速度の精密測定技術の精度の確認、ドーピング手法などによるプロトン拡散の高速化を検討する。

これらの研究課題を本研究部門内部だけではなく、「メンブレン化学研究ラボ」「環境調和技術研究部門」等の他の研究ユニットとも密接に連携をとりながら遂行した。

4) 本格研究の取り組み

基礎研究、基盤研究の成果を製品化するためには、デバイス化、システム化研究などを産総研内外の団体と協力しながら行っていくことが必要である。

本格研究への取り組みについては、今年度は産学官連携部門、イノベーションズ、ベンチャー開発戦略研究センター等の経験を学ぶことを中心とし、これらの部門、センターとの懇談会、研修会あるいは交流を積極的に行った。

発表：誌上発表80 (79) 件、口頭発表237 (55) 件、その他10件

触媒・膜システム研究グループ

(Catalysis & Membrane Systems Research Group)

研究グループ長：伊藤 直次

(つくば中央第5)

概要：

新規な化学プロセスやエネルギーシステムの実現のために、新触媒、新機能無機材料、無機および金属系膜素材開発に基づいた反応プロセスの改良・開発・提案を行うとともに、両者を融合化して同時並列操作例えば反応分離法や触媒膜法などによって革新的な化学原料や製品合成法を実証提案・開発を目指すことで、物質プロセス部門の重点課題「新転換反応プロセスの開発」を担って行く。具体的には、メンバーの有する

触媒調製やキャラクタリゼーション技術、無機系機能材料開発・解析評価技術、気相・液相反応合成技術、膜開発とそれを利用した反応技術などの幅広いポテンシャルを活かし、中期的には、イ) 天然ガス、石油などのクリーン化と2次原料化プロセス、ロ) 反応・燃焼補助剤やエネルギー源として重要な水素や酸素の革新的分離・製造・利用技術、ハ) 基礎化学品製造のための画期的な選択的酸化法、ニ) 機能化学品製造のための触媒膜(金属系、イオン伝導体、ゼオライト、多孔質体、固定化酵素)反応法などの社会的ニーズの高い反応、新反応プロセス開拓、エネルギー・環境対応のためのシーズ研究に取り組み、その実現を目指す。

研究テーマ：テーマ題目1

分子触媒グループ

(Molecular Catalysis Group)

研究グループ長：坂倉 俊康

(つくば中央第5)

概要：

精密に構造の制御された触媒を用いて、環境および資源問題を考慮した効率的合成反応を開発し、持続可能社会実現に貢献することを目標とする。分子触媒の反応制御因子としては、金属骨格、配位子の他に、光反応場、超臨界流体場、マイクロリアクターなどの特異反応場との組み合わせを検討する。合成目標としては基礎化学品、高分子からファインケミカルズまでを範疇とする。研究を進めるにあたってのキーワードは、再生可能資源、環境負荷低減(ハロゲンフリー、有機溶媒フリー)、高選択性、省エネルギー等である。今年度の目標としては、研究面では、二酸化炭素や水を媒体として、炭酸エステル合成、ウレタン合成、環状カーボネート合成、ヒドロホルミル化、酸化的カルボニル化などに関して新たな高効率触媒系の開発を行うとともに、オレフィン類と二酸化炭素の付加反応など新反応の開拓をはかる。

研究テーマ：テーマ題目2

高圧化学グループ

(High Pressure Chemistry Group)

研究グループ長：本田 一匡

(つくば中央第5)

概要：

特異反応場を利用した新たな材料製造プロセス技術の開発を目指して、グループのポテンシャルである超高压発生技術、X線回折測定・解析技術、分光測定技術を最大限に活用した基礎・基盤研究を実施している。具体的には、重点課題「特異物性ポリマー」において、ダイヤモンドに匹敵する光学特性をもちながらダイヤモンドより機械的に柔軟な3次元ポリマーの新規開拓を目的として、アセチレン類の高圧重合、物性測定研

究を行っている。同じく、重点課題「分子固体プロトニクス」および新萌芽研究「プロトン拡散材料の基盤研究」において、高速プロトン伝導材料開発の設計指針の提示等を目的として、拡散係数測定方法の開発、プロトン拡散物質の高温高压下での拡散係数測定、分子固体酸の高温高压下での構造解析等の研究を行っている。また、行政ニーズ対応・外部貢献を目的として、爆発安全研究センターが行う中国遺棄化学兵器処理プロジェクトに参加し、ピクリン酸金属塩の相転移機構解明等を実施している。自らの研究ポテンシャルを維持、向上させるために、方法論の高度化研究も絶えず行っている。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目7

無機固体化学グループ

(Inorganic Solid State Chemistry Research Group)

研究グループ長：熊谷 俊弥

(つくば中央第5)

概要：

本グループは、持続的経済発展の基盤となる革新的技術の確立を目的として、高度情報化社会の実現や環境と調和した循環型社会システムの構築に資する機能性無機膜材料及び層状構造化合物の合成・評価技術の開発を行う。すなわち塗布熱分解法による低コストの量産製膜技術、塗布光分解法等による低温製膜・パターンニング技術、精密単結晶育成技術、及びX線回折法による高次元原子変調解析技術などの製造・評価技術を応用・発展させることにより、大面積超電導膜、メモリ用強誘電体膜、磁気抵抗体膜、透明導電膜、リチウムイオン二次電池材料、強相関電子系材料等の機能性無機膜材料及び層状構造化合物を開発し、情報・エネルギー分野への応用を図る。

研究テーマ：テーマ題目4

物性解析グループ

(Material Analysis Group)

研究グループ長：林 繁信

(つくば中央第5)

概要：

新物質・材料の創製のためには高度な物性・構造解析技術の開発が不可欠である。当研究グループは、従来から蓄積してきた「固体核磁気共鳴(固体NMR)」の測定・解析技術を生かし、新物質・材料の創製のための高度な物性・構造解析技術の開発を目指すとともに、当該ユニット内、産総研内の他のユニット、産総研外の材料創製グループとの共同研究等を通じて、新物質・材料の創製に貢献する。研究課題は、「ホストのナノもしくはサブナノ空間におけるゲストのサイトおよびダイナミクスを解析することにより、物質内での原子や分子のダイナミクスを利用した新規機能性

材料の創製に資する」ことを基本とする。

具体的には、当該研究部門の重点研究課題「分子固体プロトニクスの研究開発」において固体酸におけるプロトン拡散機構の解明と拡散速度の測定を行う。また、水素吸蔵材料における水素拡散、規則性微空間材料を利用した無機有機ナノ複合材料のナノ空間における分子のダイナミクスを明らかにし、材料設計に資する。さらに、固体 NMR 法の測定・解析技術の高度化をはかるとともに、材料創製グループと共同研究等を行い、高度な物性・構造解析技術の新しい応用を示す。
研究テーマ：テーマ題目 3

機能分子化学グループ

(Molecular Function Group)

研究グループ長：玉置 信之

(つくば中央第5)

概要：

次世代 IT として期待されているペーパーライフルカラー記録表示材料及び多重メモリー並びに微小機械、高感度センサーの実現のために、化学反応や超分子相互作用を利用して情報（刺激）の感知、変換、保存、再生を行う新しい分子組織体を構築することを目標とする。当グループでは、分子の光反応性、キラリティー、自己組織化能に着目した分子設計を行う。具体的な合成ターゲットとしては、中分子（ダイマーまたはオリゴマー）液晶、光重合性有機ゲル、光応答性高分子を取り上げる。中分子液晶は刺激に対する分子配列の迅速な応答性とガラス化後の分子配列の安定性を両立する可能性がある。本性質を利用したフルカラー書き換え記録表示材料の実用化を目指す。光重合性有機ゲルでは、ナノワイヤーを分子からのボトムアップで作成することを目指す。光応答性高分子では、光反応に誘起される下限臨界溶解温度の変化により表面の濡れ性変化の増幅を狙い、濡れ性変化を駆動力とする新しい微小機械の実現を図る。

研究テーマ：テーマ題目 6

生体関連機能物質グループ

(Biorelated Functional Materials Group)

研究グループ長：古沢 清孝

(つくば中央第5)

概要：

21世紀は生命科学の時代といわれる。遺伝子に組み込まれた情報と細胞の中で機能している生体分子とその精妙で奥深い相互作用のシステムが明らかにされつつある。研究成果を利用するためには生体機能分子を構築しバイオツールとして活用する技術が重要である。生体機能を活用する核酸工学や糖鎖工学、脂質工学の発展は、今後の質の高い社会の構築に必須な要件である。さらに今後の技術の展開、なかでも安全で人に優

しい持続可能社会を実現するためには、今まで以上に生体系と人工系が調和した物質材料技術の開発が不可欠と考えられる。当グループは有機合成技術の基盤に立ち、特にバイオを視野に入れた境界領域で生理活性分子から機能性高分子素材にわたるものづくりを推進している。関連分野と連携を図りつつバイオと化学の知識と技術の融合による研究展開を追究している。

研究テーマ：テーマ題目 5

環境適合型高分子材料グループ

(Ecological Research Group)

研究グループ長：田口 洋一

(つくば中央第5)

概要：

環境中への循環が可能で、地球環境に負荷の少ない生分解性プラスチックの開発を中心に、環境に適合した高分子材料の開発を検討する。ポリブチレンサクシネートにアミノ化合物を共重合することによりポリエステルアミドの合成を検討した。ほとんどの共重合では、重合速度の大きな低下が見られたが、アスパラギン酸の場合には、重合速度が大きく促進された。カプロラクトンの重合において、アルミニウムトリフラートが含水条件中で高い触媒効果があることを見出した。リグニンを原料とする生分解性新規エポキシ樹脂系において、ジカルボン酸を併用したところ、ジカルボン酸の種類によりエポキシ樹脂のガラス転移温度を制御できた。セルローストリアセテート新規合成法として、酢酸一塩化カルシウム無水酢酸系を用いた系を開発し、従来の硫酸法では得ることができない完全なトリアセテートが得られた。カプロラクトンとセルロースの直接成型法について触媒、開始剤などを検討し、優れた圧縮強度を示す複合材が作製できた。生分解性標準物質の作製のために、JISK6953法「制御されたコンポスト条件の好氣的かつ究極的な生分解度及び崩壊度の求め方」に準拠したシステムを導入した。

研究テーマ：テーマ題目 7

微小重力科学グループ

(Microgravity Materials Science Group)

研究グループ長：奥谷 猛

(つくば中央第5)

概要：

特異反応場である微小重力環境を利用して構造制御材料の生成メカニズムを解明し、そのメカニズムに合致した創製方法を駆使し、構造制御材料を合成する方法を確立する。

β -FeSi₂、希薄磁性半導体のナノレベルで均質なバルク材料を微小重力環境を利用して作成する方法を確立し、その特質を生かしてレーザーアブレーション法で薄膜合成を行う。超磁歪材は微小重力下磁界中の一

方向凝固で結晶方位が制御できることが明らかになったので、10m 落下塔、電磁浮遊装置で作製する方法を開発する。常温で液体の熱物性を正確に測定できるホットストリップ法を確立し、半導体融液などの高温液体の測定を可能にするための基礎理論および測定用ソフトを完成する。1410°Cのシリコン融液の測定に利用できるセンサーを作製する。

研究テーマ：テーマ題目 8

[テーマ題目 1] 新転換反応プロセスに関する研究（運営費交付金、経済産業省委託、NEDO 委託、JRCM 委託）

[研究代表者] 伊藤 直次（物質プロセス研究部門触媒・膜システムグループ）

[研究担当者] 早川 孝、渡邊 昭雄、岡部 清美、折田 秀夫、内田 邦夫、榊 啓二、角田 達朗、原 重樹、栗木 安則（併任）、鈴木 邦夫、向田 雅一、小林 清、高津 淑人、Tsyganok Andrey、稲葉美恵子、山本 輔、井上 敏秀、高橋 朋宏、青柳 圭介、秋葉 智充（職員13名、他8名）

[研究内容]

1) 膜型反応器による芳香核直接水酸基導入技術の開発

ベンゼンの分子状酸素による芳香核直接水酸基導入反応によるフェノール合成法プロセスを確立するために、パラジウム膜を組み込んだ膜型反応器による全反応経路の実験的解明を進めた。反応機構解明については、ベンゼンへの酸素導入反応と酸化分解（CO₂生成）との競合反応が基本であること、酸素供給量が増えれば CO₂生成が増すことがわかった。また反応器稼働寿命はさらに延びて、半年を越えても再現性かつ定常性のあるデータをとることが可能であった。一方、Pd (111) 表面上での活性酸素種を明らかにするために計算化学手法（第1原理計算）によって解析を行った結果、透過水素と酸素との反応では OH ラジカルよりも O ラジカルの方がより安定に生成するであろうことが示された。

2) 製鉄プロセス顕熱利用高効率水素製造技術開発（委託）

メタンから酸化的改質反応によって水素を安価に製造することを目的としたコークス炉ガスの顕熱を熱源に利用する酸素透過型メンブレンリアクターシステムの開発研究の中で、同リアクターに用いる高性能膜触媒の実反応条件下での長期安定性能評価試験を行っている。本年度は、引き続き Ru 系の触媒を混合導電性酸素透過膜に積層した小型膜反応器を用いて、メタンの部分酸化反応について長時間試験

を行った結果、2週間以上性能が維持し、且つ高い酸素透過速度（22ml/min・cm²）を得られることも明らかにした。

3) 高温水素分離膜（委託）

セラミックス系で管状微細孔膜を用いた水素分離型メンブレンリアクターの設計のための、反応速度解析実験と反応器設計のためのシミュレーション技術の開発を行っている。本年度は、多孔質膜メンブレンリアクターによるメタン水蒸気改質反応に対して、性能評価のために作成したシミュレーションプログラムによって、操作条件と性能との関係を明らかにした。一方、メタン改質反応基礎実験として市販触媒を用いた反応速度測定試験を行った。

4) シングルカーボンナノチューブ大量技術研究開発
熱 CVD 法により製造されるシングルカーボン多層カーボンナノチューブの分離精製法を検討しているが、振動ボールミルにて粉碎することで分散性が向上し、また最適な粉碎処理時間があることが示唆された。

5) 触媒膜反応システムに関する研究

固定化酵素反応とパーペーパーレーション脱水を組み合わせた反応器を製作し、シュガーエステル合成等のエステル化反応の転化率を高めることを目標とする。パーペーパーレーション脱水により、シュガーエステル合成等の有機溶媒中の酵素反応を促進し、高転化率を得た。

6) メカノケミカル法による超深度脱硫触媒の開発

硫化モリブデン触媒をメカノケミカル的に微粒子化処理することで、軽油中の脱硫活性が向上するものの、実軽油中のアミン類による被毒に起因する触媒活性の低下は、アルミナゾルを添加することで予防できることを示している。硫化モリブデンにメカノケミカル処理を行い、調製した脱硫触媒を用いて、モデル軽油を処理したところ、イオウ分を10ppm以下にすることができた。

7) 合成ガスからのスーパークリーン燃料合成触媒の研究

メソポーラスメタロシリケートを独自の低温迅速合成法により調製し、これを担体として用いて Co 系の触媒を調製し、スラリー床での Fischer-Tropsch 合成を行い、温和な条件において商業プロセスと同程度の活性の発現するような触媒調製法の検討を行っている。細孔径の大きなシリカ表面をメソ細孔 Co/SiO₂触媒で修飾することにより二元細孔構造を有する触媒（バイモーダル触媒）を調製して F-T 合成反応に用いたところ、W/F=5g-cata. h/mol の反応条件において、クリーンディーゼル油成分である C₁₀-C₂₀炭化水素の空時収率として、商業レベル生産と同等な0.1kg/kg-cat./h を短時間ではあるが達成することができた。

8) シクロヘキサン系等水素輸送貯蔵システムの開発
(委託研究)

シクロヘキサンは水素貯蔵量が大きく、貯蔵輸送媒体として有望であるが、水素取り出しの際の平衡論的制約から開放するために、平衡移動を可能にする水素選択分離膜を組み込んだメンブレンリアクター方式を提案した。高速水素透過 Pd 膜により 1L/min (最終値) の規模の水素製造装置の開発を目標として取り組んだ結果、50cc-H₂/min 規模の処理量では、水素回収率90%を超えることを実証した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素膜、酸素膜、固体触媒、アモルファス合金、ポーラス材料、パラジウム、水素貯蔵材料、メカノケミカル処理、メンブレンリアクター、天然ガス、合成ガス、水素、酸素、軽油、脱硫、FT 合成、脱水素

[テーマ題目2] 低反応性小分子の化学工業原料化

[研究代表者] 坂倉 俊康 (物質プロセス研究部門分子触媒グループ)

[研究担当者] 坂倉 俊康、高橋 利和、宮沢 哲 (留学)、安田 弘之 (併任)、小野澤俊也、崔 準哲

[研究内容]

- 二酸化炭素からの環状カーボネート合成：
 - プロピレンオキシドと二酸化炭素からの環状カーボネート合成に関して、超臨界二酸化炭素を利用して高効率な合成プロセスの開発を行った。まず酸・塩基両性を有する固体触媒が有効との作業仮説に基づいて触媒探索を行った結果、新たに Cs/P/SiO₂系触媒が高い活性、選択性を示すことを見出した。回分型反応器を用い14Mpa、200℃、無溶媒で反応を行った場合には転化率99%、選択率95%以上が得られた。収率は圧力に顕著に依存し、二酸化炭素の臨界圧力付近で最大値を示した。一方新たな均一系触媒として、パーフルオロポリ (アクリル酸エステル) を基本骨格とする高分子ホスホニウム塩を合成したが、予想に反して超臨界二酸化炭素に対する溶解度が低く、触媒としては不適であった。
 - ハロゲン化オニウム塩は工業プロセスでも用いられている典型的な触媒であるが、比較的活性が弱いことが欠点である。われわれはポリスチレンやシリカ等の比較的容易に利用可能な担体にホスホニウムハライドを共有結的に固定化した触媒を調製し、この触媒による環状カーボネート合成反応について検討を行った。その結果、シリカそのものは全く活性がないが、シリカに固定化させたホスホニウム塩触媒はホスホニウム塩単独で示す活性を数十倍上回ることを見出した。具体的にはこの触媒を用いると従
- 二酸化炭素からの炭酸ジメチル・ウレタン合成：
 - ホスゲン代替としての二酸化炭素の利用を促進するため、二酸化炭素を原料とする炭酸ジメチルおよびウレタン合成を検討した。炭酸ジメチル合成における化学工学的脱水法を検討し、SRK 状態方程式による多成分相平衡計算を行い、圧力70気圧前後、温度90℃前後での気液分離を利用した脱水がプロセス的に可能性があることを見いだした。また、装置メーカーと協力しながら炭酸ジメチル合成プロセスの設備コスト、運転コストを見積もり実用性評価を行った。さらに二酸化炭素からのウレタン合成に関して、従来の Sn 触媒の他に、Ni や Co のフェナントロリン錯体、Ni、Mo 等のカルベン錯体が高い触媒活性を有することを見出した。
- マイクロリアクター利用による有機合成の高度化：
 - ハーフチタノセン-MAO 系触媒によるブタジエン重合において、マイクロリアクターを用いて調製した触媒を用いることにより、室温での cis-立体選択的リビング重合に成功した。反応温度が室温となることにより反応速度が大幅に増大し、立体選択性のみならず生産性の面でも著しい向上が見られた。さらに、重合反応もチューブ型反応器中で行うことにより、プロセス全体を流通系とすることに成功した。
- 有機/水二相系による分子触媒の回収：
 - マイクロリアクターを用いる反応においては単位体積当たりの界面の割合が飛躍的に増大するため、多相系反応が著しく有利になると予想される。実際、水溶性 Pd 触媒による有機-水二相系での C-C 結合生成反応 (アリル基導入反応) において、マイクロリアクターを使用することにより、反応速度がフラスコ中のバッチ反応に比べて格段に向上することを見いだした。反応後は生成物からなる有機相と触媒を含む水相に相分離するため、触媒の容易な分離・リサイクルが可能となった。
- 一酸化炭素からの炭酸ジフェニル合成：
 - 猛毒のホスゲンを用いないポリカーボネート合成法の検討を行った。フェノールの酸化カルボニル化による炭酸ジフェニル合成に関して、新たに Pd-オキサゾリン系触媒が有望であること、特にかさ高い配位子ほど高活性であることを見出した。また、ビピリジン類を配位子とする (ベンゾイル) (フェノキシ) パラジウム錯体の当量反応において、配位子の置換基が大きいほど炭酸ジフェニルの還元的脱離が速くなることを見出し、触媒反応における配位子効果の原因を解明した。
- C=C 結合と超臨界 CO₂の反応：
 - Pd 触媒存在下、アレンと CO₂から6員環ラクトンが得られることを見いだした。従来提案されていた

触媒よりも高収率を与え、また得られるラクトンの置換形式が異なることが興味深い。さらに反応機構を解明するため、パラジウムアレン錯体と二酸化炭素の反応を検討し、触媒反応中間体であるパラダシクロペンタン錯体を合成、単離することに成功した。さらに二分子のアレンと0価パラジウム錯体からパラダシクロペンタン錯体が得られることを見いだし、これも触媒反応の中間体となり得ることを確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 二酸化炭素、メタン、炭酸エステル、ウレタン、水溶媒、マイクロリアクター

[テーマ題目3] 分子固体プロトニクス（運営費交付金）

[研究代表者] 本田 一匡（物質プロセス研究部門高圧化学グループ）

[研究担当者] 林 繁信、水野 正城、本田 一匡、山脇 浩、藤久 裕司、山田 高広、千勝 雅之、張本 敏子、加藤えり子（職員6名、他2名）

[研究内容]

燃料電池の固体電解質材料として有望視されている無機固体酸のプロトン拡散機構を解明するとともに、高速プロトン拡散を実現する材料の設計指針提示を目指し、拡散係数測定方法の開発、プロトン拡散物質の拡散係数決定、構造解析技術の開発等の研究を行った。

(1) 無機固体酸 CsHSO_4 等におけるプロトン拡散

固体電解質材料として有望視されている CsHSO_4 を基準物質と位置づけ、固体核磁気共鳴（固体 NMR）法によりプロトン拡散速度を決定し、さらに拡散機構を解明した。固相 II（143℃以下）においては、 SO_4 四面体間のプロトン授受が非常に速く、 SO_4 四面体の回転がプロトン拡散の律速過程となっていることを ^1H NMR の線幅の温度変化から初めて明らかにした。また、NMR から決めた SO_4 四面体の回転速度からプロトン拡散定数を見積り、この拡散定数がマクロな物性値であるプロトン伝導度（文献値）と非常によく一致することを示した。一方、固相 I（スーパープロトニック相、143℃以上 219℃以下）におけるプロトン拡散速度を ^1H NMR の緩和時間から決定し、固相 II より約3桁速いことを明らかにした。

金属を含まない単純な固体硫酸のプロトン拡散機構を調べるため、高純度硫酸の合成を自ら行い、純度99.7mol%以上の純硫酸を得た。これを用いて、固体硫酸の140℃、10GPa までの相図を作成し、液相、固相 I、固相 II の相関係を初めて明らかにした。

(2) 氷中のプロトン拡散測定

昨年度までに構築した赤外反射スペクトルを利用

した拡散測定手法の確からしさの評価を行った。その結果、測定誤差の要因が試料調製時の界面粗さと赤外反射強度の圧力依存性であることを明らかにした。試料調製法を改良し、強度の圧力依存性を補正することで測定精度を当初の50%程度から15-20%程度まで高めることができ、測定手法の実用化に向けて着実に進捗した。塩酸ドープによる氷中のプロトン拡散速度向上を期待したが、有意な増加が認められなかった。ドープ効果によらずとも既に十分な数のプロトン移動サイトが形成されているためと考えられる。

(3) 構造解析技術の改良

無機固体酸の高温高圧相の構造解析を行うために必要な粉末X線回折用ソフトウェアの改良等を行った。このソフトウェアを用いた外部との共同研究により、高温・高圧下でヨウ素の新規相の構造解析に成功した。この成果は Nature 誌に掲載された。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] プロトン拡散材料、プロトン伝導、超高圧、核磁気共鳴

[テーマ題目4] 機能性無機膜材料の研究（運営費交付金、NSS 電特委託費、NEDO 産業技術研究助成、NEDO 委託事業、文科省若手任期付き研究員支援制度、科研費補助金）

[研究代表者] 熊谷 俊弥（物質プロセス研究部門無機固体化学グループ）

[研究担当者] 秋本 順二、後藤 義人、相馬 貢、真部 高明、山口 巖、土屋 哲男、高橋 靖彦、木嶋 倫人、水田 進（総括研究員）、近藤 和吉、塚田 謙一、神谷 国男、カイス・ダウディ、小西 昌也、武田 実、佐藤 祐輔（職員10名、他7名）

[研究内容]

(1) 大面積超電導膜

SN 転移抵抗型限流器および高効率マイクロ波フィルタへの応用を目標として、低コストで量産化が可能な塗布熱分解法により、大面積超電導膜の作製技術を開発している。10cm×30cm サイズのサファイア基板上に、表面が平坦な CeO_2 中間層を真空蒸着法で形成し、この上に塗布熱分解法で高配向性 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (YBCO) 膜を製膜することにより、世界最大級サイズの大面積 YBCO/ CeO_2 ヘテロエピ膜を作製した。この膜について、面平均臨界電流密度 (J_c) $> 2\text{MA}/\text{cm}^2$ 、最高 $J_c > 3\text{MA}/\text{cm}^2$ というサファイア上 YBCO 膜として世界最高レベルの特性を得た（プレス発表）。これにより、NSS プロジェクト基本計画目標サイズおよび目標特性を達成する SN

転移抵抗型限流器用大面積超電導膜を実現した。さらに、5cm 径サイズのサファイア基板上に作製した膜について、表面抵抗 $R_s = 0.70 \text{ m}\Omega @ 12 \text{ GHz}$ 、77K というマイクロ波フィルタ実用レベルの特性を達成した。また、超電導膜作製技術に関する特許、ノウハウが企業にて有償実施された。

(2) 低温製膜技術

低温製膜とパターニングを同時に行える技術として塗布光分解法等を開発している。赤外センサ応用に関する応用研究では、磁気抵抗体 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ のエピタキシャル膜を500°Cで低温成長させ、その膜の特性は、 $x = 0.2$ において、270K で $\text{TCR} = 3.4\%$ を示した(NEC との共同研究)。また、室温成長により得られたエピタキシャル PZT 膜の強誘電特性は、従来の $2Pr = 10 \mu \text{ C/cm}^2$ から $2Pr = 26 \mu \text{ C/cm}^2$ まで向上した。さらに透明導電体 SnO_2 膜では、エキシマレーザーによる金属有機化合物の光化学反応により室温でエピタキシャル膜の作製に成功した。(レーザ学会優秀論文発表受賞)

(3) リチウム電池材料

リチウムイオン二次電池材料酸化物について、単結晶を合成し、結晶構造、電子構造、物性の解析を行い、電池反応に伴う構造変化のメカニズムを解明すると共に、単結晶による電池材料評価手法を確立し、耐久性向上に適するマンガン酸化物正極材料の開発に道を拓いた(第11回化学・バイオつくば受賞)。また、5V級の正極材料として注目されているスピネル型酸化物置換体について、粒径および化学組成を正確に制御可能な単結晶合成法である低温溶融塩法を適用し、ニッケル、コバルト、クロム置換体の良質な単結晶合成およびその詳細な結晶構造解析に成功した。また、本手法により、単結晶粒子の製造が可能であることを明らかにした(日経ナノテクフェア2003出展)。さらに、層状リチウムマンガン酸化物について、リチウム脱離反応に伴う結晶構造変化のメカニズムを明らかにした。

(4) X線回折法による層状構造化合物解析技術

研究目的：高次元結晶に属する非周期複合結晶構造を持つ量子スピン梯子物質の複合変調構造解析をおこなうことによって超伝導関連の物性発現機構を解明すること。

研究手段：高次元超空間群の対称性をもちいた X線構造解析法および原子間距離をもちいた高次元 Bond-valence sum 法。

方法論：非周期格子間相互作用をモデルに取り入れることによって複合結晶構造の原子変調を精密に決定する。電荷分布および電荷移動量を定量的に求めることによって化学結合の本質を明らかにするとともに物性発現機構を解明する。

年度進捗：量子スピン梯子格子系複合結晶の母物

質物質 $(\text{Sr}_2\text{Cu}_2\text{O}_3)_{0.70}\text{CuO}_2$ 、 $“\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}”$ における複合変調構造および CuO_2 鎖から Cu_2O_3 梯子面へ向けてのホール移動の可能性とその機構について、高次元原子変調解析法と高次元 Bond-valence sum 法をもちいて厳密かつ定量的に解明することに成功した。(マティウス賞および朝日賞受賞の青山学院大の秋光教授と共著)

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 塗布熱分解法、塗布光分解法、エキシマレーザー、製膜技術、低温成長、精密単結晶育成技術、X線構造解析、超伝導体、磁気抵抗体、LSMO、強誘電体、PZT、リチウムイオン二次電池材料、強相関電子系材料、複合結晶、高次元結晶

[テーマ題目5] 生体関連機能物質の研究開発(運営費交付金)

[研究代表者] 古沢 清孝(物質プロセス研究部門 生体関連機能物質研究グループ)

[研究担当者] 蒲 康夫、飯尾 心、村上 悌一、芝上 基成、宮脇 和博、後藤 理恵(職員5名、他2名)

[研究内容]

最近の生命科学の急速な進展により、遺伝子に組み込まれた情報と細胞の中で機能している生体分子とその精妙で奥深い相互作用のシステムが明らかにされつつある。安全で人に優しく持続可能であることが求められる21世紀の物質材料技術の展開には、生体に学ぶ研究開発が不可欠である。

本研究では、生体に倣った技術開発において物質的基盤となる各種の生体関連機能分子の化学合成技術の開発とその応用について検討した。その結果、平成15年度は以下の成果を得た。

- 1) 穏和な縮合法である脱硫環化反応を利用して各種の糖-複素環ハイブリッドの調製を行った。生成物の中には蛍光性のものがあり、芳香族系のアミノ酸化合物を反応物質として合成された誘導体および糖-キナゾリン誘導体が青系統の強い蛍光(420nm)を示すことを明らかにした。新規な糖質系蛍光ラベル化バイオツールとしての利用が期待される。
- 2) 金基板・金微粒子等に固定化可能なチオール基を疎水部末端に有する新規糖脂質を合成し、糖認識性タンパク(レクチン)との相互作用について評価を開始した。また糖と脂質の結合部近傍の立体選択的合成法に関連する反応を検討した結果、これまで報告例のない、ルイス酸触媒によるアルケニルジルコノセン類のケトン類への付加反応を見出した。
- 3) ナノチューブ構築を目的としてテトラアミド型擬環状脂質を合成した。自己組織化させることにより直径50nmのナノチューブを形成することを見出し

た。この結果は擬環状化による分子構造非対称化の有効性を示すものである。新たな擬環状脂質であるテトラエーテル型擬環状脂質の合成ルートの確立を行った。

- 4) 強酸性溶媒中でポリ(アリルビグアニド)が高収率、高分子量で得られることから、汎用アリル化合物への適用を図ったが、現時点では困難を極めている。また、ポリ(アリルビグアニド)とポリビニルアルコールとのブレンドによるゲル形成を明らかにするとともに、容易に取り扱える強度を有するブレンド割合について目処をつけた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生体機能分子、バイオツール、バイオメティックス、糖、脂質、電解質高分子

【テーマ題目6】分子情報材料創成に関する研究(運営費交付金、内部グラント、科学研究費補助金、科学技術振興調整費)

【研究代表者】玉置 信之(物質プロセス研究部門 機能分子化学グループ)

【研究担当者】長沢 順一、吉田 勝、秋山 陽久、甲村 長利、木戸脇匡俊、則包 恭央、Ajay Mallia、青木 健一、和田 百代、工藤 成史(職員5名、他6名)

【研究内容】

次世代の情報技術には、分子間相互作用を有効に利用する機能性分子材料が期待されている。本研究では、ペーパーライクディスプレイ、多重メモリー、マイクロマシン、高感度センサーの実現を目指して、化学反応や超分子相互作用の利用による情報の感知、変換、保存、再生を行う新しい分子組織体の構築を目的とする。15年度においては以下の成果を挙げた。

フルカラー記録表示材料ではより高い光応答性を目指してアゾベンゼン以外の光応答性添加剤を検討した。その結果、適当な長さのアルコキシル基を有するジフェニルブタジエン誘導体と比較的良好な光応答性を示すことを見出した。本化合物は、アゾベンゼンと異なり熱的に異性化しないため照射後の急冷却まで時間をおけるなど新たな特徴を持たすことを可能にする。円偏光に反応して一方のエナンチオマーを多く生成する光応答性化合物は直接液晶配列の捻りを誘起するため材料の高感度化が期待できる。円偏光に反応する可能性があるツイスト型アゾベンゼンの合成に成功した。今後、応答性を調査する予定である。ガラス状態の熱的安定性を低下させない光応答性添加剤としてアゾポリマーを添加する新規な方法を開発した。企業との共同研究である熱モードフルカラー記録材料の実用化研究では、高分子分散型でコーティング時の条件で膜特性を改善できることが判明した(特許申請予定)。機能分子合成の基礎研究では光重合性有機ゲルでは、10テスラの磁場下でゲル化し、その

後重合することで配向した共役ポリマーのゲルが生成することが初めて明らかになった。今年度中に温度や磁場強度の条件を検討する。光応答性高分子では、表面光グラフト反応を使って、NIPAM とアゾベンゼンモノマーの共重合体をエポキシ樹脂表面にグラフトする技術を確立した。今後、膜厚等と応答性の関係を調べる。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】光反応、液晶、分子組織化、有機ゲル、キラリティー、光応答性高分子

【テーマ題目7】特異物性ポリマーの研究開発(運営費交付金、エネルギー・環境技術標準基盤研究)

【研究代表者】田口 洋一(物質プロセス研究部門 環境適合型高分子材料研究グループ)

【研究担当者】田口 洋一、広津 敏博、広瀬 重雄、増岡登志夫、船橋 正弘、国岡 正雄、藤田 賢一、大石 晃広、山脇 浩、坂下 真実、橋本 茂、増田 隆志、王 易、二宮 芙実(職員10名、他4名)

【研究内容】

(1)-1 ポリブチレンサクシネート(PBS)とアミノ酸、ヒドロキシアミン、カプロラクタム等との共重合による耐熱性生分解性ポリエステルアミドの合成を検討した。ほとんどのアミノ酸との共重合では、少量の添加で重合速度が大きく低下したが、アスパラギン酸の場合には、重合速度が促進されるなどの特異な現象を見出した。PBSの原料であるコハク酸については、環境面、コスト面の配慮から、植物資源からバイオ法により製造することが提案されている。そこで、バイオ法から得られるコハク酸アンモニウム塩の効果的な精製法について検討し、生分解性プラスチックメーカーとの共同研究を実施した。

(1)-2 生分解性プラスチックの生分解性速度を精密に制御するため、モノマー段階で分解酵素を混合し、酵素の活性を失わないようにポリマー化することを見出した。カプロラクタンの開環重合において、すでに発見したイットリウム触媒以上の活性を示す触媒を探索したところ、アルミニウムトリフラートが高い活性があることを見出した。当該トリフラート化合物は水に安定であるため、分解酵素や水を含む系での開環重合を検討した。イットリウムトリフラートによるペンタデカラクトンの開環重合を詳しく解析したところ、カプロラクタンの場合と同様に、低温、含水条件で重合が進行することを確認した。PBSとジグリコール酸との共重合ポリマーの生分解性速度を検討し、ジグリコール酸の量が2モル%までは加速されるが、それ以上増加すると抑制されるという極大値を持つ生分解性プロフィールを見出

した。

(1)-3 生分解性接着剤の開発を目指し、リグニンを原料とする生分解性新規エポキシ樹脂系において、ジカルボン酸を併用してエポキシ樹脂を合成し、熱的性質について検討した。エポキシ調製条件はジカルボン酸併用系においても、非併用系と同様の条件を用いることができた。ジカルボン酸のアルキレン基の炭素数を変化させることによって、得られるエポキシ樹脂のガラス転移温度を制御できることが分かった。本研究で得られるエポキシ樹脂はエラストマーであるため、ガラス転移温度の制御は、エポキシ樹脂の物性に極めて重要な影響を及ぼす。

セルローストリアセテート新規合成法の開発を目指し、酢酸-塩化カルシウム-無水酢酸系を用いた系では、反応温度を55、65及び75℃に変化させた。反応温度が高くなると反応時間を2時間程度まで短縮できるが、75℃では分子量低下が認められるため、65℃が最適反応温度であった。本方法は、先に研究した塩化リチウムを用いる方法よりも安価な塩化カルシウムを用いているため、経済性にも優れた方法であり、従来の硫酸法では得ることができない完全なトリアセテートが得られる。

優れた機械的強度を有する生分解性ポリマー開発を目指し、カプロラクトンとセルロースの複合材直接成型法について触媒、開始剤などを検討し、優れた圧縮強度を示す複合材が作製できた。ラクチド類についても同様の直接成型法により複合材料を作製できた。廃糖蜜を原料とするポリウレタンに植物系繊維を充填した複合材料においては、繊維長による機械的性質の変化を検討し、最適な繊維長を決定した。

(1)-4 現在、生分解性ポリマーに関しては各企業が各々のコンセプトで製造しており、性能比較の際に参考となる標準物質が存在しない。生分解性標準物質の作製のために、JISK6953法「制御されたコンポスト条件の好気的かつ究極的な生分解度及び崩壊度の求め方」に準拠したシステムの導入を行い、数種類の標準物質候補についてフィルムの生分解試験を行った。

(1)-5 水中での有機合成反応を実現するため、ポリスチレン固定化チタンアルコキシド触媒を合成した。この触媒はポリマーに固定化することにより耐水性を有し、ルイス酸触媒として活性を示した。また、ポリスチレン固定化希土類金属アルコキシドは、 ϵ -カプロラクトン等の開環重合触媒として有用であることがわかった。

(2) 超高压力下での2-プロピン-1-オール温度・圧力による相変化と反応開始条件を精査した。2GPaで液相-固相転移を見いだしたが、場合によっては液相が結晶化せず、アモルファス化した。結晶相お

よびアモルファス状態のどちらにおいても室温・8GPa付近において重合反応が開始された。反応温度を上げるとともに反応開始圧力は低下し、120℃では2GPaでも反応した。一方、反応圧力が高いほど生成物の可視光領域における透過率は上昇し、光学ギャップは8GPaで2.8eVから12GPaで3.0eVへと広がった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 生分解性プラスチック、PBS、カプロラクトン、糖類、生分解エポキシ樹脂、複合体、高压重合、ポリアセチレン、屈折率

【テーマ題目8】 微小重力環境下での高品質結晶や構造制御材料の生成メカニズムの解明と創製
(運営費交付金)

【研究代表者】 奥谷 猛 (物質プロセス研究部門微小重力科学グループ)

【研究担当者】 中田 善徳、永井 秀明、間宮 幹人、渋谷 直哉、マティアス・グスタフソン (職員4名、他2名)

【研究内容】

特異反応場である微小重力環境を利用して高品質結晶や構造制御材料の生成メカニズムを解明し、そのメカニズムに合致した創製方法を駆使し、高品質結晶や構造制御材料を合成する方法を確立する。平成15年度は、0.5秒間の自由落下環境の得られる1.3mの落下管を用い、自由落下融液からの衝突凝固によりFe:Si=1:2(原子比)のナノメートルオーダーの均質な組成、組織を持つFe-Si合金を得ることができた。これを800℃まで昇温するだけで β -FeSi₂の単相を得ることができた。この β -FeSi₂単相を出発原料として、レーザーアブレーション法によって薄膜を作製し、出発原料の構造を反映した β -FeSi₂薄膜が室温で得られた。また、10m落下塔を利用する1方向凝固法のCdTeへの応用技術を確認した。微小重力中凝固CdTe試料は冷却方向が<111>になるように整列した棒状組織を持ち、このような組織は地上での試料には見られないものであった。さらに、落下管を用いた200mmの自由落下による衝突凝固によって、希薄磁性半導体(In, Mn)Sbを作製した。衝突凝固によって得られた生成物を475℃10hで熱処理することによって、Mnが均一に分散し、2.7at%含有した(In, Mn)Sbが得られた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造分野

【キーワード】 微小重力、高品質結晶、構造制御材料、均一材料

⑩【セラミックス研究部門】

(Ceramics Research Institute)

(存続期間：2001.4.1~2004.3.31)

研究部門長：亀山 哲也
副研究部門長：山東 睦夫
総括研究員：上藁 義則、岡寄 正治、小田 喜一

所在地：中部センター
人員：65 (63) 名
経費：863,451千円 (512,682千円)

概要：

我が国のセラミックス産業は、技術的ポテンシャルの高さに裏打ちされた生産性の高さにより、国際的に高いシェアを持っており、様々な部品・部材を広く世界に供給している。一方、その市場規模は小さく、材料に関わる標準や設計技術等の基盤技術も未成熟である。また、従来材料開発は、性能の向上やコストの削減を主な目的としており、安価で高機能な材料を生み出してきたが、環境等に対する配慮に欠けていたことも否定できない。今後進展するであろう高度情報化社会及び高齢化社会、更に価値観の多様化に対応した安心・安全・快適さの実現に 대응するためには、幅広い機能を持つセラミックス材料を世界に供給できる産業の持続的発展が不可欠である。

セラミックス研究部門の特徴は、セラミックス材料の産業応用に不可欠なプロセス技術を主な研究分野とし、新材料の探索から、原料合成、成形、焼成、特性評価に至る一貫した研究体制を持つことにある。この特徴を活かし、セラミックス材料に共通する研究課題を抽出し、異種材料との融合的な研究展開も視野に入れつつ、組織力を活かした研究体制により課題の解決を図り、産業の国際競争力の維持・向上及び社会の持続的発展に貢献するための技術の体系化を目標とする。

セラミックス研究部門の主な研究対象は、現在、重要な社会的課題として認識されている「人間生活の安心・安全・快適さの達成」、「環境汚染の浄化・低減あるいはエネルギーの確保・高効率化」、「高度情報化社会の実現」、並びに「知的基盤の構築」に対応することを主眼に、以下の5つの研究課題を重点的に研究した。

1. 機能集積化セラミックスの研究：環境と調和した社会の持続的発展を可能とすると共に、高度情報社会における利便性の追求に不可欠な高性能小型電子機器等に使用される複数の機能が集積したセラミックス材料を創成するための研究を行った。具体的には、シリコン半導体上に電子セラミックスの低温集積を可能にするテーラードリキッドソースの設計・開発による次世代強誘電体メモリ、FET センサー等の開発を行った。また、環境に配慮した非鉛系圧電体の組成制御に関する研究を進め、圧電定数 (d33) 200pC/N を目指した。次世代半導体デバイス用の高熱伝導性半導体封止材として、高充填性且

つ経年劣化の少ない球状 AlN フィラーの開発を行った。さらに、小型で高効率な分散型電源を実用化する目的で、炭化水素を直接燃料に使用することが可能な中温領域 (400℃-800℃) の固体電解質燃料電池に不可欠な固体電解質材料に係わる研究を行った。

2. 環境セラミックスの研究：人間生活の安心・安全・快適さの達成のために、太陽光などの自然エネルギーを用いて有害物質を安全に分解・無害化する高機能性光触媒、メソポアの吸脱着作用による環境調和材料、有害物質吸着作用を持つ材料の開発に係る研究を行った。

具体的には、太陽光などの無公害の自然エネルギーを用いて安全に環境中の有害物質を分解・無害化する高機能性光触媒環境材料を開発するとともに環境浄化への応用・実用化を進めた。また、吸着能力に優れたナノメートルオーダーの細孔を均一かつ大量に有するセラミックス材料を低エネルギーで迅速に製造するプロセス、メソ空間を利用した材料の機能化技術の開発を進めた。さらに、燃焼工程等から排出されるダイオキシンや重金属等の環境汚染物質の高温での除去、無害化を総合的に実現する「環境セラミックス」材料の開発を行った。

3. 生体機能性セラミックスの研究：社会の高齢化、情報機器の高度化により加速される材料の高度な構造制御、機能の多重化の要請に応え、高齢化社会の安心安全に資するため、生体機能、生物機能を活用するセラミックスの開発、新たな構造制御を可能とするバイオミメティクス材料研究を推進し、生体組織の形成メカニズムを模倣した3次元的規則構造形成プロセス技術の確立を目指した。
4. 低環境負荷型材料プロセスの研究：セラミックスの低環境負荷型焼結技術の確立を図るために、温度場、遠心力場等の反応場を利用して、従来の焼結技術に比べて、焼結温度を200℃以上低く、焼結時間を2分の1とするセラミックス焼結技術の開発を目指した。
5. 材料標準に関する研究：工業標準整備への戦略的対応、技術的基盤の整備をミッションに掲げ、国の標準化事業に着実に貢献するとともに、標準化戦略策定への積極的関与を行った。これまで標準化事業の主体と位置づけられてきた特性評価法の標準化にとどまらず、将来的には市場を支配する直接的ツールとなり得る材料規格の制定を視野に入れた研究展開を図った。

標準化の対象となる幅広い技術分野の中で、現時点では、力学的特性の評価法、化学分析手法と分析のための標準物質、高機能性光触媒環境材料の特性評価法、の3分野に注力した。いずれの分野においても、今中期計画の中で JIS 等の工業標準の制定

を目標とした。

また、当研究部門では、セラミックス技術の基盤的研究として、微粒子の配列制御、超音波の非線形効果を利用するプロセス、機能の評価と解析、釉薬あるいは窯業原料のデータベース構築などに関わる研究を行った。さらに、植物成長剤の応用に関わる連携研究を遂行した。

外部資金：

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「未来型 CO2低消費材料・材料製造技術研究開発」

経済産業省 中小企業研究開発委託費（技術シーズ持込評価型）「酸化チタンと酸化鉄を複合化した光または熱により反応する高性能光触媒の低コスト大量製造プロセスの開発」

経済産業省 中小企業研究開発委託費（技術シーズ持込み評価型）「低環境負荷型陶磁器釉薬の開発」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費のうち実用化研究開発に関わるもの）「ナノ反応場を利用した酸素活用生分解水循環改善システムの開発に関する研究」

経済産業省 科学技術総合研究委託費「生体硬組織の無機ネットワーク構造を模倣した骨組織誘導型人工骨の創製」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続）「遷移金属含有メソ空間の構築と有害物質除去」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続）「階層構造からなる生体硬組織代替材料の研究」

科学技術振興機構 戦略的創造推進事業「縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合成」

財団法人中部科学技術センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「電気パルス抗体作製法に基づく高感度環境ホルモンセンサーの開発」

財団法人中部科学技術センター 平成15年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業「環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒透明コートの開発」

財団法人中部科学技術センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「精密成形・ナノ加工プロセスによる微小駆動システムの研究開発」

財団法人長崎県産業振興財団「粘土鉱物系抗菌剤の材料設計及び構造解析に関する研究」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発「急速昇温型遠心焼結装置の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術①プロセス基盤技術（原料粉末材料の開発）」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究助成金「廃水処理のための可制御高効率ソノケミカル反応装置の開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構「急速昇温型遠心焼結装置の研究開発」

谷川熱技術振興基金（研究助成）「非酸化物粒子の直火製法に関する研究」

発表：誌上発表161（152）件、口頭発表410（149）件、その他19件

テーラードリキッドソース研究グループ (Tailored Liquid Source Research Group)

研究グループ長：加藤 一実

(中部センター)

概要：

21世紀の高度情報化社会・環境調和型社会の持続的発展に必要な高性能小型電子機器の創出のためには、複数の機能が集積した機能集積材料の創製が緊要であり、そのためのテーラードリキッドソースの開発が不可欠である。当研究グループでは、強誘電体酸化物や導電性酸化物等をベースにした機能集積材料を次世代強誘電体メモリ、超電導線材、FET センサ等の高性能デバイスに適用するため、予め特異な構造を内包したテーラードリキッドソースを開発した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

機能複合粉体研究グループ

(Tailored Solid Source Research Group)

研究グループ長：大橋 優喜

(中部センター)

概要：

高密度実装に対応した半導体デバイス、圧電体等の小型化・機能集積化において、革新的な低粘性・高放熱性封止技術、圧電特性向上、環境負荷低減などが必須である。当該分野が産業ニーズ把握を特に重要とす

る事から、半導体封止材料や圧電材料メーカーとの共同研究を中心とした研究体制を積極的に進め、個別適用例を蓄積し、新技術提供を目指して研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目3

低環境負荷型焼結技術研究グループ

(Advanced Sintering Technology Research Group)

研究グループ長：渡利 広司

(中部センター)

概 要：

低環境負荷型焼結技術研究グループは、セラミックス製造におけるエネルギー、製造コストや環境等の制約要因を克服するため、特異な反応場を利用したプロセス技術の構築を目指している。焼結における反応場として、外部反応場と内部反応場に大別される。外部反応場として、温度場、雰囲気場、超臨界場、遠心力場、磁場、電場、光場等が挙げられる。これらの反応場を人為的に創出し、さらにその条件を精緻に制御することにより、外部反応場から材料へ効率的にエネルギーを投入する技術を研究した。同時に、外部反応場に対してセラミックス粒子、粒界、基板、バッファー層等の内部反応場の特性を適切に制御することにより、材料内の界面反応、核生成、結晶成長を誘導し、焼結における化学反応を促進する技術の確立を目指した。この結果、セラミックスにおける低エネルギー型焼結技術、環境調和型プロセス技術、焼結基盤技術の知見が得られた。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

生体機能性セラミックス研究グループ

(Bio-functional Ceramics Research Group)

研究グループ長：横川 善之

(中部センター)

概 要：

生体構造・機能を模倣しテンプレート、自己組織化等の分子制御技術を用い、界面反応、結合により3次元的規則配列を実現するナノレベル反応場のスケールアップによるナノアッププロセス技術の確立、ナノからバルクまでの様々なレベルでのシームレスな高次構造を有し多様な機能が集積したセラミックス材料開発を進めた。1) 高次構造制御技術の開発：ナノ～メソ～マクロスケールの構造制御技術の確立に向けて、分子累積、自己組織化、パターンニングならびにネットワーク構造プロセスの開発を行い、生体の高次構造を構築する物理化学的手法を検討した。2) 生体機能活用材料技術の開発：階層構造を有する無機、無機有機複合体開発、情報伝達物質を制御しうる細胞機能制御セラミックス素材開発を行った。生体機能再建、光干渉性発色利用抗原抗体センサ、バイオ検出システムなどセラミックス生体材料等、生体機能性材料開発を行っ

た。3) 生体機能評価活用技術の検討：多重的な機能を有する生物機能を活用し、セラミックスナノ反応場利用生物模倣物質生産システム、汚染物質等処理技術等を検討すると共に、細胞情報伝達物質解析により生物、生体機能を活用する材料設計を行った。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

メソポーラスセラミックス研究グループ

(Mesoporous Ceramics Group)

研究グループ長：野浪 亨

(中部センター)

概 要：

ナノメートルオーダーの細孔を均一かつ大量に有するセラミック材料を創生するため、低エネルギーで迅速に製造するプロセスを開発し、さらに開発されたメソポーラス材料の構造特性や住環境の安心安全化特性などに関する設計評価技術を確立する。また、メソ空間を利用した材料の機能化技術を確立し、環境材料や生体材料等への応用展開を行った。

研究テーマ：テーマ題目11

空間機能化セラミックス研究グループ

(Eco-functional Ceramics Research Group)

研究グループ長：鈴木 憲司

(中部センター)

概 要：

セラミックスの有する空間を機能化することにより、環境浄化・エネルギー変換・貯蔵材料等に利用する活性酸素発現物質・金属置換多孔質セラミックスの開発、低温で稼動可能な次世代自動車用燃料電池の開発、無機系廃棄物を原料とした高機能建材の開発等に取り組んだ。また、環境改善用機能性セラミックス等の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目12

力学特性標準技術研究グループ

(Evaluation Technology for Component Design Research Group)

研究グループ長：兼松 渉

(中部センター)

概 要：

セラミックスは硬くて1000℃以上の高温にも耐える優れた材料であり、エネルギー機器等の多くの産業利用が行われている。しかし、セラミックスは金属材料と違い、高度な機器に利用することを試み始めてから日が浅く、何故壊れるのか、どのように使えば壊れないのかがよく分かっていなかった。当グループでは、セラミックスの特徴に合った使い方や壊れ難いセラミックスを開発するための基盤となる、破壊機構の理論

的な解明を目指した研究活動を行った。

その成果は JIS・ISO など工業標準・国際標準の制定に際し、技術的基盤として提供されるとともに、世界最高水準の材料開発における設計指針として、プロセス研究者によって活用されつつある。

研究テーマ：テーマ題目13

化学計測研究グループ

(Chemical Analysis and Standardization Research Group)

研究グループ長：上巻 義則

(中部センター)

概要：

高機能・高性能のファインセラミックスの開発にあって、化学計測（分析）技術は不可欠なものである。近年、金属成分に加えて非金属成分も機能・性能に大きく係ることが明らかになり、非金属成分についての確な定量法が求められてきている。当グループでは非酸化物系ファインセラミックスの化学分析方法の標準化を目的に、非金属成分を中心とする微量成分の分析法の確立を目指して研究を行った。併せてファインセラミックス用炭化ケイ素微粉末の化学分析用国家標準物質の開発を目的とした研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目14

環境材料化学研究グループ

(Ecomaterials Chemistry Research Group)

研究グループ長：埜田 博史

(中部センター、瀬戸サイト)

概要：

太陽光などの自然エネルギーを用いて有害物質を安全に分解・無害化する高機能性光触媒環境材料について、産業廃棄物を有効利用するとともに太陽光に多く含まれる可視光の利用効率に優れ、効率良く有害化学物質を分解・無害化する高機能性光触媒環境材料を開発し、開発に必要な性能評価技術の開発と環境浄化への応用を進めた。

研究テーマ：テーマ題目15

粒子配列制御研究グループ

(Particle Arrangement Processing Research Group)

研究グループ長：後藤 昭博

(中部センター)

概要：

セラミックス粒子プロセスング技術に関して、粒子径等の特性制御と粒子配列制御による二次元、三次元規則構造の構築、粒界の制御および非平衡プロセスによる複合化配向技術の確立を目指して研究・開発を行った。

具体的には、プロセスング技術として「ナノ粒子技

術」、「セラミックス厚膜・薄膜気相迅速合成」、「固液分散系セラミックス粒子配列制御」など、材料開発として「高精度微小アクチュエーター」、「マイクロ波・ミリ波吸収材料」などをキータームとして研究を進めた。

研究テーマ：テーマ題目16

超音波プロセス研究グループ

(Ultrasonic Processing Research Group)

研究グループ長：飯田 康夫

(中部センター)

概要：

液体中への超音波照射は、常温・大気圧下でマイクロな極限環境を容易に創出することから、低環境負荷型新規プロセス技術として期待されている。当研究グループでは、超音波を利用したソノケミカル反応場利用技術の高度化と高効率化の研究を通して、環境浄化や材料創製のための新しいプロセス技術に関する研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目17

データベース基盤技術研究グループ

(Application Technology of Traditional Ceramics Research Group)

研究グループ長：杉山 豊彦

(中部センター)

概要：

産業技術総合研究所中部センターセラミックス研究部門が保有する30万点以上のテストピースの中から、基本的なテストピース2万点以上のセラミックカラーデータベース化と追試による再現性における信頼性評価、また公設試等との共同研究を通じて、窯業原料データベースや無機廃棄物リサイクル素材のデータベース化を行った。

研究テーマ：テーマ題目18

分子機能解析研究グループ

(Molecular-Function Analysis Research Group)

研究グループ長：岡寄 正治

(中部センター)

概要：

ナノ空間に置ける反応制御：MCM-41を充填したカラムに溶液を流すと、その流れはポアズイユ則では全く説明されず、ナノサイズ特有の流れ方を示す事を見いだした。この流通システムを用いた場合の特異な化学反応過程は、工業的に利用できる可能性が高い。今年度は、このナノチャンネル内での液体の流れ、化学反応プロセス、及び溶液運動のそれぞれ特異性について研究した。

また、昨年度より実施しているクリスタルエンジニアリング手法の開発の続きとし、紫外線を照射するこ

とにより速やかに重合して、金属光沢を有する黒色の結晶性固体を与える様に、分子構造—結晶構造の相関を利用してジアセチレン誘導体の分子設計を行い、官能基の位置を然るべく制御することに成功した。

更に、イットリア添加ジルコニア中の原子分布が均質でない場合に、酸素分子の伝導がこの原子分布によりどのような影響を受けるかについて、分子シミュレーション法により解析した。

研究テーマ：テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目21

植物成長剤開発応用連携研究体

(Collaborative Research Team for Development of New Plant Growth Regulators)

連携研究体長：片山 正人

(中部センター)

概要：

今日地球温暖化による被害が世界各地で頻発しているが、この地球温暖化を防止するためには、その最大の原因である二酸化炭素を減少させる必要がある。その二酸化炭素を減少させる最良で地球に最も優しい手段として森林再生が挙げられる。この森林再生のための植林においては、如何に効率良く大量の苗木を生産するかが鍵となるが、当研究体は、最も優れた方法として当研究体が開発した高性能発根促進剤を利用した挿し木による大量生産法を確立するために、海外を含めた種々の樹木での応用試験を行った。その結果、種々の樹木に対し顕著に強い発根促進活性を示した。特に、タイ国においてチークの挿し穂に対して既存の発根剤を遥かに凌ぐ強力な発根促進活性を示した。本成果に基づきチークの植林用苗木の大量生産に成功し、生産した苗木を当地ランパン県の植林地に植林した。

研究テーマ：テーマ題目22

[テーマ題目1] 次世代強誘電体メモリの開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 加藤 一実 (セラミックス研究部門テラードリキッドソース研究グループ)

[研究担当者] 加藤 一実、鈴木 一行、符 徳勝 (職員2名、非常勤1名)

[研究内容]

21世紀社会に必要な高性能小型電子機器の創出のためには、複数の機能が集積した機能集積材料の創製が緊要であり、そのためのテラードリキッドソースの開発が不可欠である。平成15年度は強誘電体薄膜の高品質化のため、前年度までにテラードリキッドソースを用いて開発した $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ 、 $(\text{Y}, \text{Yb})\text{MnO}_3$ 等新規強誘電体膜について、キャパシタ構造における分極特性の安定性や信頼性、ダイオード構造における絶縁性や電圧—容量特性を検討した。その結果、650°Cで作製した $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$

強誘電体薄膜が優れた分極特性と耐疲労特性を示すこと、 $(\text{Y}, \text{Yb})\text{MnO}_3/\text{Y}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2/\text{Si}$ (Metal-Ferroelectric-Insulator-Semiconductor) 構造において低い漏れ電流密度と良好な強誘電性を示すことを明らかにし、開発した新規材料の次世代強誘電体メモリへの適用性を明らかにすることができた。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 強誘電体薄膜、不揮発性メモリ、非鉛系強誘電体、テラードリキッドソース、化学プロセス

[テーマ題目2] 酸化物絶縁体膜の構造制御 (運営費交付金)

[研究代表者] 加藤 一実 (セラミックス研究部門テラードリキッドソース研究グループ)

[研究担当者] 加藤 一実、三木 健、西澤かおり (職員3名)

[研究内容]

21世紀社会に必要な高性能小型電子機器の創出のためには、複数の機能が集積した機能集積材料の創製が緊要であり、そのためのテラードリキッドソースの開発が不可欠である。平成15年度は FET センサー等へ適用を踏まえ、酸化物薄膜の構造制御を検討した。その結果、有機化合物と無機ゾルが相互作用した水溶液原料を用いることにより、酸化チタン多孔質厚膜を膜厚・気孔率・気孔径を同時制御しながら形成する手法を開発した。また、反応性を制御した有機金属化合物を含む原料溶液から形成した非晶質膜の紫外線照射により、 ZrO_2 薄膜の結晶性と表面形態を制御できることを明らかにした。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 酸化物薄膜、微構造制御、膜厚制御、テラードリキッドソース、光アシストプロセス

[テーマ題目3] 機能複合粉体の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 大橋 優喜 (セラミックス研究部門機能複合粉体研究グループ)

[研究担当者] 大橋 優喜、太田 一徳、高尾 泰正、川上 省二、砥綿 篤哉、楠本 慶二、伊賀 武雄、木野瀬美佳 (職員6名、他2名)

[研究内容]

フラックス法において、出発原料粉末の粒径及び粒度分布、処理温度、時間等を制御して作製した球状窒化アルミニウム粉末に対して、樹脂中における流動性を評価し、その最適化を行った。窒化アルミニウム粉体表面を $(\text{Al}_2\text{O}_3)_{1-x}(\text{AlN})_x$ 化することによる耐湿性改善技術を開発した。また、窒化アルミニウムよりも耐湿性に優れた高熱伝導セラミックスである窒化ケイ素について、フラックス法によるフィラー合成法及び形態制御法を開発

した。

前年度開発した非鉛系圧電体である(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃-BaTiO₃-SrTiO₃系(BNT-BT-ST系)において誘電及び圧電特性が良好であることが判明した86BNT-14BT組成付近の圧電特性を精査した。その結果、83BNT-12BT-5ST組成において優れた圧電特性を示す領域が存在することが明らかになり、この組成へのLa、Mn等の添加効果を検討し、機械的品質係数Q_mの改善を確認した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 窒化アルミニウム、窒化ケイ素、フィルター、非鉛圧電体、圧電定数

【テーマ題目4】 マイクロ波を用いた焼結（運営費交付金）

【研究代表者】 安岡 正喜（セラミックス研究部門低環境負荷型焼結技術研究グループ）

【研究担当者】 安岡 正喜、渡利 広司、桑 正市、長岡 孝明、津越 敬寿、堀田 裕司、佐藤 公泰（職員7名）

【研究内容】

旧来のセラミックスはガスの燃焼や抵抗体の発熱により、限られた空間を高温にすることによって焼結反応を進行させ、セラミックスを緻密化している。しかしながら、これらの方法はエネルギー効率が非常に悪く、消費されるエネルギーに比べ放出されるエネルギーは数十倍以上である。一方、効率的なエネルギー投入方法として、電子レンジによる食品加熱に見られるようなマイクロ波等の電磁波の利用が挙げられる。マイクロ波による非平衡の反応場を作り、材料自身の発熱によって必要な部分だけの加熱により反応や焼結が容易になれば省エネルギープロセスへの発展が期待できる。現在、当該研究グループにおいて酸化物系電子セラミックスを対象に、セラミックスが電磁波を効率良く吸収できる電磁波の投入法や断熱材の仕様等について検討を進めている。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 焼結、セラミックス

【テーマ題目5】 焼結反応過程解析手法の研究開発（運営費交付金）

【研究代表者】 津越 敬寿（セラミックス研究部門低環境負荷型焼結技術研究グループ）

【研究担当者】 津越 敬寿、渡利 広司、桑 正市、長岡 孝明、安岡 正喜、堀田 裕司、佐藤 公泰（職員7名）

【研究内容】

半導体デバイスに代表されるように、電子セラミックスやその他の材料においても、その設計・製造工程は微細精密化が進んでいる。特に焼成プロセスを経るセラミックスは焼成温度・時間の低減化や正確な機能発現が求

められており、このため現状ブラックボックスである焼成プロセス中の反応場の解析、すなわち高温における物質の化学状態変化の解析が重要となってきた。しかしながら、現存の分析手法では重量増減、熱の出入、熱脱離物評価、加熱前後の物性差あるいは結晶構造変化などマクロな変化を観察するにとどまり、原子間の反応過程、原子集団（例えば官能基など）や分子構造などといったものの熱励起による変化を直接分析できる手法の開発が待たれている。そこで、当該グループは現在、in-situにかつ精緻に材料の化学変化を分析できる発生気体分析(EGA)＋質量分析(MS)装置の開発とその分析技術の確立に取り組み、加熱中における各種バインダーからの発生するガス分析を中心に進めている。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 焼結、質量分析、化学反応、セラミックス

【テーマ題目6】 生体機能性セラミックスの研究（運営費交付金）

【研究代表者】 横川 善之（セラミックス研究部門生体機能性セラミックス研究グループ）

【研究担当者】 横川 善之、斎藤 隆雄、加藤 且也、永田夫久江、穂積 篤、寺岡 啓、稲垣 雅彦（職員7名、他17名）

【研究内容】

社会の高齢化、情報機器の高度化により加速される材料の高度な構造制御、機能の多重化の要請に応え、高齢化社会の安心安全に資するため、生体機能、生物機能を活用するセラミックスの開発、新たな構造制御を可能とするバイオメテックス材料研究を推進する。生体構造・機能を模倣しテンプレート、自己組織化等の分子制御技術を用い、その界面反応、結合により3次元的規則配列を実現するナノレベルの反応場のスケールアップによる新規なプロセス（ナノアップセラミックスプロセス）技術の確立、ナノレベルからバルクまでの様々なレベルでのシームレスな高次構造を持ち様々な機能が集積したセラミックス材料（Hierarchically Structured Ceramics）を創成する。高度な生物機能等を活用する境際的な知識体系を構築し、生体、環境、情報等幅広く応用できる生体機能性セラミックスの基盤研究を行った。

生体の階層的構造、多重的機能を模倣し、テンプレート、自己組織化等によるナノからマクロスケールまでの構造制御技術、生体、生物機能を活用した材料開発を進め、基盤技術から応用への検討を開始した。それぞれのサイズスケールにおける優れた機能を確認し、部材化を検討している。ナノ～メソ領域では、ナノ粒子、ナノウェル構造によるペプチド選択固定や、世界初の光干渉性構造による抗体センサーの応用を検討した。自己組織化球状セラミックス/ポリマー複合体、鋳型を用いたアバタイト多孔体でバイモダルな気孔径制御ならびに従来

の2倍の強度を実現することに成功した。メソ～マクロでは、海綿骨無機メッシュワーク構造を模倣した材料設計、マクロ～ミクロな凹凸表面構造形成技術に成果があった。また、多検体試料評価法の開発や生体反応評価法等、細胞情報伝達など生物、生体機能を活用する材料設計、評価に成果があった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 テンプレート、ナノアッププロセス、自己組織化、多孔体、表面構造

【テーマ題目7】 電気パルス抗体作製法に基づく高感度環境ホルモンセンサーの開発（地域新生産コンソーシアム研究開発事業）

【研究代表者】 加藤 且也（セラミックス研究部門生体機能性セラミックス研究グループ）

【研究担当者】 加藤 且也、斎藤 隆雄、横川 善之、橋樹 淳子、阿知波初美（職員3名、他2名）

【研究内容】

タンパク質（抗体・酵素・ポリペプチド・増殖因子等）を始めとする生体関連物質は、その大部分が、温度、有機溶剤、変性剤などに対する耐性が非常に低く、そのことが生体関連物質を有効な新材料として利用することに不利な条件となっている。そのため生体物質を様々な条件下で安定化させる方法を確立する必要がある。タンパク質を安定化させる手法として、固定化やカプセル化が代表的な例と言える。本研究では、環境ホルモン抗体の無機多孔体や有機無機複合体を用いた高安定化抗体カプセル化ナノ粒子の作製とその新たな利用法の確立を目的とした。前年度決定したゲル化抗体作成法（ゾルゲル法）による環境ホルモン DBP 抗体カプセル化シリカゲルの作成とその評価を行った。その結果、高濃度有機溶媒中や高温下でのゲル化抗体の活性安定性は、フリー抗体と比較すると著しく上昇することが明らかとなった。またこの高安定性ゲル化抗体をガラスチューブ内で作成したイムノ担体（抗体固相抽出担体）は、極微量濃度（500ppb）の環境ホルモン DBP を約75%の効率で濃縮することに成功した。またこの方法は他の環境ホルモンである DEHP にも適応可能であることも分かった。今回作成したゲル化抗体アフィニティークラムは、これまで利用されてきた C18固相抽出法などでは濃縮困難であった、微量環境ホルモンの高効率・簡便な濃縮材料としての利用が期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 環境ホルモン、バイオセンサー、無機-有機複合体

【テーマ題目8】 生体硬組織の無機ネットワーク構造を模倣した骨組織誘導型人工骨の創製（科学技術総合研究委託費）

【研究代表者】 寺岡 啓（セラミックス研究部門生体機能性セラミックス研究グループ）

【研究担当者】 寺岡 啓、横川 善之、斎藤 隆雄、加藤 且也、永田夫久江、穂積 篤、稲垣 雅彦（職員7名、他2名）

【研究内容】

本研究では、正常な骨組織に置換される人工骨を創製することを目指し、骨形成に関して最適な構造を持つ多孔質人工骨の設計、構築を目標とする。骨の無機ネットワーク等から、骨形成に関わる形状要素が最適化された人工骨を設計し、作製した人工骨を用いてウサギ等の骨欠損モデルの再生やスキャフォールドとしての可能性を検討する。さらに、外科的な手法によらない注入により骨欠損部に留置する方法を開発する。なお、臨床応用に関しては、仮骨延長及び脊椎再建を目標とした。今年度は、微小アパタイト（HA）ビーズ及び組織化した HA ビーズ・細胞複合体の骨形成能ならびに細胞の自己組織化機能（含細胞リクルート機能）を評価し、材料、システムの最適化を図った。さらに、実用化を図るため、一昨年度より前倒しで行っている臨床現場における HA ビーズ及び HA ビーズ・細胞複合体埋植手法を検討した。in vitro、in vivo での知見を積み重ね、新たな治療法につながる埋植プロトコル確立の目途がたち、実用化の方針を確立した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 アパタイト、ビーズ、集積体

【テーマ題目9】 ナノ反応場を利用した酵素活用生分解水循環改善システムの開発に関する研究（環境研究総合推進費 実用化研究開発）

【研究代表者】 横川 善之（セラミックス研究部門生体機能性セラミックス研究グループ）

【研究担当者】 横川 善之、斎藤 隆雄、加藤 且也、永田夫久江、穂積 篤、寺岡 啓、稲垣 雅彦、（職員7名、他5名）

【研究内容】

ナノスケールの気孔を有する生体触媒担持用セラミックスにより、公共用水の汚濁負荷削減を高度・高効率に削減するシステムを開発することを目指し、持続的で高効率な生分解システムを提供するため、環境有害汚染物質の分解に効果的な有用微生物およびその産生酵素を担持する、ナノスケールの気孔を有するセラミックス担体を開発しシステム化を図った。生体触媒を固定するに最適なナノサイズの気孔を有するセラミックス担体を世界で初めて開発することを目指し、実用化に必要な重要な知見を得ることができた。ナノサイズの気孔を有するセラミックス担体は、酵素を強く保持し且つ高い活性発現率があること、選択溶解法でナノサイズの気孔を有するヘドロ由来セラミックスを安価に製造できることがわか

った。ヘドロセラミックスを用いた生物ろ過法では、既存の担体よりも高い有機物除去能力、硝化能力を有すること、生物量、生物相からみた生物付着性においても既存の担体と同等の効果を有しており、実用化に適していることがわかった。ヘドロセラミックスを用いた環境水中の微量環境汚染物質の除去手法の確立を目的として、microcystin LR 分解酵素固定化担体の開発を行った。アルカリ条件の湖沼から単離された好アルカリ性の microcystin LR 分解菌 C-1は microcystin LR を速やかに分解し、またその菌体から抽出した粗酵素でも同様な分解能力が確認された。酵素作用をもって生物ろ過法の状況を改善する実用化を目指し、含油排水を用いて試験を行った。酵素剤を直接添加しても一応の成果は確認されるが、酵素固定化ヘドロセラミックスを用いる場合は固定化酵素が失活しない限りは恒常的に活性が得られることが可能となることがわかった。また、反応条件の嫌気化を進めかつ酵素と油分の接触効率を上げるためには改質槽を別に設けた方が効率的と考えられた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】 環境浄化、酵素、ナノ反応場セラミックス

【テーマ題目10】 階層構造からなる生体硬組織代替材料の研究（文部科学省若手任期付研究員支援）

【研究代表者】 稲垣 雅彦（セラミックス研究部門生体機能性セラミックス研究グループ）

【研究担当者】 稲垣 雅彦、横川 善之、斉藤 隆雄、加藤 且也、永田夫久江、穂積 篤、寺岡 啓（職員7名、他3名）

【研究内容】

早期の初期固定のみならず、骨同化の経時変化に応じて骨と最適な界面を維持し、20年以上使用可能な生体材料を開発することを目的とし、サブ～数百 μm の波形凹凸をもつ階層的組織を形成する新規な手法を開発する。そのため、階層構造を形成する手法を開発し、メッシュ等によるマスキングまたは傾斜方向に積層する新規な手法による波形凹凸形状等立体的な組織形成を行い、基板から細胞感受性を付与した生体界面までの階層構造形成技術を確認する。すでに、基板との密着強度として世界最高水準（厚さ100 μm 以上では世界トップ値）の生体活性セラミックス層形成技術を確認しており、今年度は、形成メッシュ等を基材表面近傍に配置するマスキングと傾斜組織積層手法を組み合わせることにより、予め数十 μm ～数百 μm の波形凹凸のチタン層を基材に形成する手法を開発することに成功した。既に開始している *in vitro*, *in vivo* 試験において、初期固着で市販品と比べ1.5倍程度の引抜き強度があることを確認し、関連学会関係者から高い評価を得ることができた。さらに長期

の試験、加速試験による階層構造の安定性の評価、インターフェース設計を行い、初期の目的達成を目指す。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 階層構造、アパタイト複合材料、コーティング

【テーマ題目11】 メソポーラスセラミックスの研究（運営費交付金）

【研究代表者】 野浪 亨（セラミックス研究部門メソポーラスセラミックス研究グループ）

【研究担当者】 田尻 耕治、前田 雅喜、大橋 文彦、木村 辰雄（職員5名、他21名）

【研究内容】

アルミニウムケイ酸塩クラスターの組成を制御することにより、比表面積や吸着特性などの物性を制御する手法についての研究を行った。ソルボサーマル処理など各種処理法による無機ナノカプセル材料の表面特性変換を検討し、水並びに有機物質の吸着特性を変化させた物質の合成に成功した。また、アパタイト被覆二酸化チタン光触媒の機能の高度化を図り、室内空気や水の浄化、歯科歯科用材料としての応用拡大を行った。

組成制御技術とソルボサーマルプロセスを併用することで表面に触媒機能等を付与した材料の応用開発を行った。前年度までに開発したチタニア修飾されたシリカエアロゲルに金を担持した構造の材料の作製法を改良するとともに、その酸化触媒機能の評価を開始した。チタニア修飾物作製条件によるチタニア特性制御について検討を開始した。

有機分子集合体を利用したメソ構造制御と同時に、組成制御を可能とする合成法の開発を行い、非シリカ組成では初の無機有機複合型メソポーラス物質となるメソポーラスフォスホン酸アルミニウムの合成に成功し、この物質がアレルギー原因物質の一つとされるアルデヒド分子と強い相互作用を示すことを見出した。

毛管凝縮現象を利用し、住空間の湿度環境を自律的に制御し得る、メソポーラス多孔質材料の製造技術として、選択溶解法によりカオリナイト質粘土等の安価で入手容易な天然原料を利用した多孔質材料の調製技術を検討した。無機系産業廃棄物等を利用したセラミック建材の多孔化と高強度成型固化技術を確認するため、廃棄物等を利用した多孔質建材の合成法および成形・固化法に関する研究を行った。また、多機能性付与技術の開発と性能評価に関する研究を行った。

さらに、メソポーラス材料の応用分野である調湿建材に関する標準化研究を行い、未利用資源を活用した低コストな機能性建材の製造方法に関し、国内特許出願1件に関与した。調湿建材の研究動向や調湿建材の性能に関して適正湿度維持（50-70%RH）等、調湿建材に期待される性能を判断し得る湿度条件での吸湿量を吸着等温線から見積もり、調湿建材の選択や施工条件の検討指針と

しても有効な調湿性能評価試験条件の整備を進めることができた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 メソポーラスシリカ、遷移金属酸化物、光触媒、粘土鉱物、

【テーマ題目12】 空間機能化セラミックスの開発（運営費交付金）

【研究代表者】 鈴木 憲司（セラミックス研究部門空間機能化セラミックス研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 憲司、堀内 達郎、尾崎 利彦、犬飼 恵一、増田 浩之（職員5名、他5名）

【研究内容】

本研究では、環境問題のひとつである燃焼工程等から排出されるダイオキシンや重金属等の環境汚染物質の除去、燃焼排ガスの無害化を総合的に実現するため、高温で機能を発揮する「空間機能化セラミックス」材料の開発を行う。高温における排ガス浄化は、熱回収の高効率化、システムの長寿命化、ダイオキシン生成抑制等、多くの利点を有する。

当グループは、高温で塩化水素等の酸性ガスや重金属を固定化するセラミックスとして活性酸素をその構造中に有するハイドロゾーダライト及びハイドログロシュラーを見出し、さらにハイドログロシュラーの400℃での分解生成物であるアルミノシリケート（マイエナイト）なども活性酸素を有する材料であることを見出した。

本年度は、これらの材料の特性や反応メカニズムをさらに詳細に調べることにより、新たな用途への展開あるいは新規環境浄化用セラミックスの開発を図った。また、マイエナイトの簡便な新規合成法を開発し、その組成と反応特性との関係などを明らかにした。この研究の進展により、用途に適した反応性の材料の利用という材料応用の糸口となることが期待される。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、活性酸素、ハロゲン固定、環境、排ガス浄化

【テーマ題目13】 セラミック部材の力学的特性に関する基礎的研究（運営費交付金）

【研究代表者】 兼松 渉（セラミックス研究部門力学特性標準技術研究グループ）

【研究担当者】 兼松 渉、宮島 達也、阪口 修司、伊藤 正治（職員4名、他3名）

【研究内容】

本研究は、高温構造用セラミックス部材の高信頼性・長寿命化のための指針を得ることを目的とする。研削加工損傷や摩耗現象などの高接触応力に起因する表面損傷機構および、繊維強化セラミックスの腐食性雰囲気における損傷許容性について、破壊理論に基づいた精緻

な実験的解析により損傷形成過程のモデル化を図り、部材特性の高精度な解析手法を開発する。研究成果は学術論文の形で公表するとともに、JIS 原案または AIST-TR の策定に寄与することによって産業界に移転されるだけでなく、ISO 等の国際規格を提案する際の技術的基盤として活用される。

表面損傷機構に関する研究については、前年度までに開発した、表面損傷をプラズマエッチングにより可視化する手法を、摩耗損傷および、摩耗のモデル実験として位置づけられるひっかけ試験における損傷の評価に適用した結果、 α/β サイアロン複合体のひっかけ及び、すべり摩耗における表面損傷を可視化することに成功した。表面損傷の観察・形成範囲の定量化を通して、ひっかけ試験に関しては、ダイヤモンド圧子先端の表面が鏡面ではなく、荒れていた方が摩耗試験の表面損傷状態に近いことが明らかになった。また、 β 相粒子の含有率が異なる4種類のサイアロン複合体を用い、ひっかけ条痕を形成するのに必要なエネルギーと、ピンオンディスク方式摩耗試験における摩耗速度について調べたところ、両者とも β 相粒子の含有率が低いほど値が小さくなることが明らかになった。

これらのことから、両者は損傷形成という観点においては類似性があり、先端表面の荒れた圧子を用いたひっかけ試験は、すべり摩耗特性の簡易評価手法としての利用可能であることが示唆された。

圧子圧入による粘弾性・弾塑性特性評価に関する研究については、二つの方式の圧子圧入試験装置の試作を行った。一つは、力学的に高硬度で光学的に透明な物質（ダイヤモンド、サファイア、ルビー等）を試料表面との接触プローブとして用い、このプローブと同軸に光学観察系を配置したシステムである。このシステムは、接触面寸法を *in situ* で測定することができるので、これから換算される接触応力と接触歪みの関係から材料の構成式を求めることが可能となった。他の一つは、球殻を接触プローブとして用い、試験片との接触によって球殻の内側に生じるひずみを計測するシステムである。このシステムの開発により、有機無機複合生体セラミックスなどプローブよりも柔らかい材料の弾塑性あるいは粘弾性特性の解析が可能になることが期待されている。上記の二つの手法とも特許出願を行った。次年度以降、両方式の試験装置の精度向上を図り、プロトタイプの開発に着手する予定である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 接触損傷、摩耗、プラズマエッチングエッチング、圧子力学

【テーマ題目14】 セラミックス化学計測の研究（運営費交付金）

【研究代表者】 上菘 義則（セラミックス研究部門化学計測研究グループ）

【研究担当者】 上菘 義則、柘植 明、森川 久、

中根 清（職員4名、他2名）

【研究内容】

高機能・高性能なファインセラミック材料の開発に当たって、化学状態を含めた成分組成を正確に把握することは必須である。当研究グループではこれまで培ってきたファインセラミックス中微量金属成分の化学計測（分析）技術を基盤に、近年、材料の機能や性能に影響を及ぼすことが明らかになりつつある非金属成分の定量法の確立に重点を置いて研究を行った。具体的には現行の JIS R 1603並びに R 1616の改正に資することを目的に、炭化ケイ素、窒化ケイ素両ファインセラミック材料の化学分析方法について研究を行い、両 JIS に懸案事項として明示されている遊離炭素とハロゲンの定量法を確立した。また、現在市販されている炭化ケイ素原料微粉末には、現行の JIS に記載された手法では微量金属成分の分析が行えないものもあることから、加圧酸分解手法についても検討し確立した。これらの成果をもとに、両規格の改正原案素案を提案した。また、計測標準研究部門、成果普及部門品質保証室と共同で非酸化物系ファインセラミックス化学分析用標準物質の開発にも取り組み、成分濃度の値付けを行い、認証を得て、世界初のファインセラミックス用炭化ケイ素微粉末の化学分析用国家標準物質2種類（NMIJ CRM 8001-a、8002-a）を開発した。また、局所分析法にて固体材料を分析する際に問題となる「均質性」を定量的に表現する指標の提供を目的に基礎的な研究を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 化学分析、標準物質、微量含有物、セラミックス粉末、均質性

【テーマ題目15】 高性能性光触媒の開発と評価及び環境浄化への応用に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 埜田 博史（セラミックス研究部門環境材料化学研究グループ）

【研究担当者】 埜田 博史、田中 一彦、深谷 光春、渡辺 栄次（職員4名、他3名）

【研究内容】

太陽光などの無公害の自然エネルギーを用いて安全に分解・無害化する高機能性光触媒環境材料とその性能評価法の開発を行い、環境浄化への応用を進めた。

産業廃棄物をマトリックスに用いた機能性光触媒環境材料の開発と活用法の検討を行い、チタン金属屑を利用した光触媒コーティング液を開発し、脱臭剤や洗浄剤としての用途も得られた。また、古紙を利用した機能性建具を開発するとともに、可視光応答型光触媒環境浄化材料の高機能化を進め、繊維やプラスチックに使用できる可視光応答型光触媒を開発した。さらに、フラクタル構造を持つ高機能で常温硬化型の透明光触媒膜を開発し、抗菌、空気浄化、超親水性などの機能を持つ壁紙やビニ

ールハウス用フィルムなどの開発を行った。そして、JIS 化及び ISO 化を目指して信頼性のある光触媒性能評価法、特に水質浄化性能試験法の開発と JIS 及び ISO 原案の作成を進めた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 光触媒環境材料、光触媒環境技術、光触媒性能評価技術、環境計測技術

【テーマ題目16】 粒子配列制御の研究（運営費交付金）

【研究代表者】 後藤 昭博（セラミックス研究部門粒子配列制御研究グループ）

【研究担当者】 後藤 昭博、佐野 三郎、都築 明博、李 京龍（職員3名、他1名）

【研究内容】

電波吸収材料などの機能性セラミックス製造を目的として、以下のような素材製造およびプロセッシング技術開発を実施した。プロセッシング技術としては、磁性粉体の泥しょう鑄込み成形の際に磁場を利用した、配向制御された成形体を作製するために使用する泥しょうの調整条件について検討し、泥しょうの pH を酸性領域に保持することにより、少量の非イオン系分散剤添加で流動性の良い泥しょうを調製することができた。この泥しょうを用いて、磁場泥しょう鑄込み成形を行い、X 線的に配向した成形体を作製することができた。

配向度は磁場の強さに比例すること、ある磁場の強さ以上では配向度が飽和することなどが分かった。また、素材製造として、ナノ特異性を有するセラミックス・ナノ粒子製造法については、湿式媒体攪拌粉碎方法を利用した粉碎調製品を乾燥状態で使用する場合、凝集性が強く、粒子分散性が良くないことが分かった。そこで、乾式法による媒体攪拌粉碎を試み、粒子分散性を検討した結果、極少量のアルコールを添加することにより、湿式法と同程度の粉碎性能で、分散性が非常に良い粉碎粉末が得られることが分かった。

一方、ミリ波帯で利用可能な電波吸収材料評価を目的として、ミリ波帯での複素透磁率の測定法について検討した。導波管型フィクスチャーを用いて S パラメータを測定し、ニコルソン・ロス・モデルを適用することにより M 型フェライト粉体の複素透磁率を測定することができた。この測定により、M 型フェライトのピーク周波数は、自由空間法による透過吸収のピーク周波数と一致することが確認され、M 型フェライトのミリ波吸収は磁性損によることが実証された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 磁性粉体、磁場、鑄込み、配列制御、電波吸収

【テーマ題目17】 超音波プロセスの研究（運営費交付金）

【研究代表者】 飯田 康夫（セラミックス研究部門超音

波プロセス研究グループ)

【研究担当者】 飯田 康夫、辻内 亨、安井 久一
(職員3名、他2名)

【研究内容】

液体に超音波を照射することによって生ずる微小気泡の振動(キャビテーション現象)によりプラズマを発生させたり、音響圧により微粒子を操作することができる。このような超音波の特性を利用した新たなプロセスの開発や、反応場の解析を進めている。超音波によるソノケミカル反応場や音響放射力の理解とその特徴を生かした材料合成、環境浄化等への産業応用を目的として、液相を場とする強力超音波場や制御された定在波場の理論解析と光散乱法などを用いたキャビテーションの観察を行った。これまでに開発した Keller 式を基礎とした微小気泡のダイナミクスと気泡内化学反応、熱交換などを組み入れたシミュレーションコードにより、各種条件化でのソノケミカル反応場の時間発展を検討した。また、レーザー光散乱法による気泡数の空間分解測定法を開発し、キャビテーションダイナミクスの理解に応用した。環境浄化に関しては色素をモデル化合物として分解効率に関する周波数依存性などの検討を進めた。さらに新規材料プロセス技術として二酸化チタン光触媒のソノケミカルプロセスによる性能向上とその評価に関する研究を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、気泡、環境浄化、光触媒、局所高温場、化学反応

【テーマ題目18】 データベース基盤技術に関する研究
(運営費交付金)

【研究代表者】 杉山 豊彦(セラミックス研究部門データベース基盤技術研究グループ)

【研究担当者】 杉山 豊彦、鈴木 和夫、長江 肇、
中野 研一、黒川 利一、水野上登代子、
池戸みかる、野田 基広、堀川 展、
白木 孝枝、阿南 久則
(職員5名、非常勤職員6名)

【研究内容】

産総研の保有する釉薬テストピースの有効利用およびセラミックス系廃棄物、未利用資源の積極的な利用の促進を目的とし、セラミックカラーデータベースの開発およびセラミックス系廃棄物、未利用資源の組成や基本的物性のデータ収集、それに関わる調整、成形技術など各種プロセスのデータの蓄積を行う。また、セラミックス業界、研究機関、大学などから強い要望に応じて、国内窯業原料データベースを、公設研究機関と協力し、作成することを目標とする。セラミックカラーデータベース化に関しては、第1期間で保有する基本的なテストピースの15000点以上の電子データ化を目標にする。

当所の30万点以上の釉薬テストピースは、80年以上の

高レベルの研究の蓄積であり、世界的にも貴重な資料である。このため、構築中のデータベースは、学会、業界などから高い評価を受け、共同研究、技術指導の要請がある。また、国際的にも各国の研究機関、企業から注目されている。国内窯業原料データベースは、これまで40年にわたって、4版が発行された書籍の第5版に相当するもので、今回から電子情報のデータベースとして構築した。このデータベースは日本国内の原料を網羅し、各県の公設試験研究機関が責任をもってデータの作成を行ったもので、産業の基盤情報として貴重なものである。

平成15年度においては、セラミックカラーデータベースにおいて約3500件の新規データ追加入力を行った。また、発色に関する基礎研究を行った。これらの成果に基づいて、企業からの共同研究要請への対応、新規釉薬の開発研究、環境負荷が小さく安全な釉薬の開発を実施した。国内窯業原料データベースでは、窯業部会の原料分科会と共同して委員会を組織し、データベースを構築し、データを整備して公開した。今後の維持管理についても、体制を整備した。さらに、データベースの対象を輸入原料にまで拡大することを試み、データ収集方法、データベースの構造、検索方法の改良などを検討した。リサイクルデータベースでは、各種無機系廃棄物を用いたリサイクルセラミックスについて基礎的実験研究を行うとともに、データ収集を行なった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 データベース、窯業、原料、発色、リサイクル

【テーマ題目19】 セラミックス中のナノポアを溶液反応のナノ化学工場として用いる技術の開発
(運営交付金)

【研究代表者】 岡崎 正治(セラミックス研究部門 解析評価研究グループ)

【研究担当者】 岡崎 正治、澤口 直哉、鳥山 和美
(職員2名、他1名)

【研究内容】

ナノサイズの円管が積み重なった形のセラミックスである MCM-41 をカラムに充填し、そこに溶液を流すと、溶液は容易に MCM-41 のナノチャンネル中を流れる事を見いだした。これはポアズイム則では全く説明されず、ナノサイズの管特有の流れ方である。この流れを我々は Collective Flow と呼ぶ。更に、MCM-41 粒子間にも溶液を満たすと、溶液分子はナノチャンネル内外間を容易に拡散する事をスピンプローブ法や NMR 法を用いて明らかにし、この拡散を Collective Diffusion と呼ぶ事を提唱した。さらに、このナノチャンネル内での液体の流れの特異性、化学反応の特異性、溶液運動の特異性について研究を進めた。

また、この流通システムを用いる事により、特異な化学反応過程として工業的に利用できる可能性を放射線化

学反応等で示した。

【分野名】 ナノテク、材料、製造

【キーワード】 ナノ化学工場、反応制御、磁気共鳴

【テーマ題目20】 「含フッ素ハイブリッド化合物による
クリスタルエンジニアリングに関する研究」(内部競争的資金)

【研究代表者】 小野 泰蔵 (セラミックス研究部門 解析 評価研究グループ)

【研究担当者】 小野 泰蔵、早川 由夫、林 永二、
深谷 治彦、西田 雅一 (職員5名)

【研究内容】

本研究の目標は、含フッ素ハイブリッド化合物の分子認識能を利用した全く新しいタイプのクリスタルエンジニアリング手法の開発を行うことである。研究計画は、二つのステージからなる。初年度(平成14年度)においては、含フッ素ハイブリッド化合物を系統的に合成し、その X 線結晶構造解析を行うことで、分子構造と結晶構造(パッキング)との関係を調べた。その結果、含フッ素ハイブリッド化合物はフッ素の撥水撥油性に起因してフッ素のマイクロ相分離を起こすような分子配向でパッキングすることが判った。今年度は、得られた分子構造—結晶構造相関を利用してジアセチレン誘導体の分子設計を行い、重合活性を有するジアセチレン官能基を結晶相間で空間的に隣接した位置に制御することに成功した。本結晶は、室温蛍光灯の光でも徐々に重合するが、紫外線を照射すると速やかに重合し、金属光沢を有する黒色の結晶性固体を与えることが判明した。黒色金属光沢は、空气中室温で保存しても長期に亘って変化せず安定な導電性高分子としての利用が見込まれる。

【分野名】 ナノテク、材料、製造

【キーワード】 フッ素化学、クリスタルエンジニアリング、超分子化学、高分子化学

【テーマ題目21】 分子シミュレーションによるセラミックス粒界近傍の原子挙動解析 (運営交付金)

【研究代表者】 澤口 直哉 (セラミックス研究部門 解析 評価研究グループ)

【研究担当者】 澤口 直哉、岡寄 正治 (職員2名)

【研究内容】

イットリア添加ジルコニアは酸素の良好な伝導体であり燃料電池などに使用される重要な材料である。そこで、この材料中の元素の分布が均質でない場合に、酸素の伝導がどのような影響を受けるかをシミュレーションで解析した。その結果、イットリウムが結晶粒の間に多く集まることで、各イオンの伝導に影響が生じることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテク、材料、製造

【キーワード】 粒界、偏析、シミュレーション

【テーマ題目22】 発根促進剤の開発とその応用に関する研究 (運営交付金)

【研究代表者】 片山 正人 (セラミックス研究部門植物成長剤開発応用連携研究体)

【研究担当者】 片山 正人、増井 裕子、馬場 甫
(職員1名、他2名)

【研究内容】

今日地球温暖化によると考えられる洪水や干ばつなどの様々な被害が世界各地で頻発していることからその地球温暖化を防止することは世界の国々の緊急の課題である。当研究体は、地球温暖化を生理活性物質研究の立場から解決することを究極の目的として植物成長剤の開発研究を行っているが、地球温暖化の最大の原因である二酸化炭素を植林による森林再生によって減少させるために、当研究体では植林用の苗木作りのための高性能発根促進剤を開発してきた。

当研究体は、植林用苗木を大量生産するために開発した高性能発根促進剤(4-Cl-IAA及び5,6-Cl₂-IAA)を用いて、タイ国で同国政府機関の森林工業機構(FIO)と共同してチーク(*Tectona grandis*)の挿し穂に対する発根試験を行った。その結果、既存の発根促進剤であるセラディックス(オキシベロン)は40%程度の発根率しか示さなかったのに対して、当研究体が開発した両高性能発根促進剤は、ほぼ100%という最高の発根率を示した。この成果により、タイ国におけるチークの植林用苗木の大量生産に目処が付き、事実6万本のチークの苗木生産にこれらの高性能発根促進剤が利用され、得られた苗木は現地ランパン県の植林地に植栽され、現在順調に生育している。また、ベトナムにおいてもこれらの高性能発根促進剤を利用した植林用苗木作りへの応用試験をベトナム森林科学研究所(FSIV)と共同して開始した。さらに、西アフリカのセネガルでの日本のODAによる植林事業において植林されている樹木の一つ、モクマオウ(*Casuarina equisetifolia*)の幼植物に極低濃度の高性能発根促進剤溶液を葉面散布することによって顕著に根張りの向上と葉部の成長が認められ、実際散布処理して砂漠地に植栽したモクマオウの幼木は著しく成長が促進されることも明らかになった。この成果を基に16年度のモクマオウの苗木生産に本高性能発根促進剤溶液が使用される予定である。その他、本高性能発根促進剤は、月桂樹、ノムラカエデ、スギ等に対しても顕著な発根促進活性を示すことも明らかにした。

さらに、本高性能発根促進剤を使い勝手の良い試剤とするための開発も進め、同試剤の開発に成功した。現在本試剤を用いた様々な植物に対する応用試験が実施されている。

以上示したように、当研究体が開発した高性能発根促進剤は、植物成長調節剤として実用化しうる化合物であることが明らかになってきており、今後の成果が期待される。

[分 野 名] 環境・エネルギー

[キーワード] 発根促進剤、植林、地球温暖化防止、二酸化炭素削減、植林用苗木生産

⑩【基礎素材研究部門】

(Institute for Structural and Engineering Materials)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

研究部門長：鳥山 素弘

副研究部門長：立山 博、田澤 真人、鷺見 新一、横川 清志

総括研究員：安部 英一、村上 純一、三輪 謙治、朝比奈 正、犬養 吉成、立山 博（兼務）、鷺見 新一（兼務）、横川 清志（兼務）

所在地：中部センター、東北センター、中国センター、九州センター

人 員：86 (84) 名

経 費：1,098,456千円 (575,595千円)

概 要：

基礎素材研究部門は、「安心・安全で質の高い生活を保持しつつ循環型社会へのスムーズな移行」という社会的な命題の解決に対して、材料／素材の研究開発に携わる組織として低環境負荷製造プロセスやリサイクルプロセスの革新、長寿命・高信頼性化技術の高度化、機能融合型先進材料の創製等の研究結果をもって寄与する。

そのため、本研究部門では、金属（主として軽量金属）及び無機系材料／素材を中心として、バルクから表面にわたる構造を様々なスケールで制御することで多彩な新機能を発現する先進構造材料／素材群を基礎素材と定義し、これらの低環境負荷製造、リサイクル、長寿命化、機能融合等にかかわるプロセス技術、評価技術、成形・加工技術、基盤技術等における COE を目指すとともに、それらを研究開発する人材と持てるインフラの能力を最大限発揮して産業技術の革新に努める。

本年度は、これまでに得られた成果を基に重点課題を組み合わせ、求められている社会ニーズ（循環型社会の構築に資するリサイクル、省エネ、CO₂削減、成形・加工技術等）に対して限られた研究資源で責任ある成果を挙げるために、(1) 金属材料の高性能化技術、(2) 高耐食性材料技術、(3) 高寿命・高信頼性技術、(4) 省資源・エネルギー材料技術という4つのテーマについて、関連する研究グループが有機的に連携して効率的に研究が進められるようにした。以下に、各テーマの概要と、その元で実施している各設定研究テ

マを示す。

(1) 金属材料の高性能化技術

[テーマ題目1] 軽量金属材料プロセスに関する研究

[テーマ題目2] 固体プロセスによる金属材料のリサイクル技術

材料産業の国際競争力強化と循環型低環境負荷社会を実現するための達成を目的に、実用省成分軽量合金を対象に新規な鋳造加工プロセス技術を開発する。また、金属材料の組織を制御することで、リサイクル性を保持しながら機械的特性を向上させる技術、および、使用部材の軽量化と資源の消費を削減する技術やマテリアルリサイクルにおける再生品の特性劣化をリサイクル過程で新たな特性を付与すること等で補う技術の開発を行う。

(2) 高耐食性材料技術

[テーマ題目3] 耐環境性材料に関する研究

モノリシック材料では対応できない過酷な使用環境下において高信頼性を保証する複合材料・部材の開発・評価を行う。この複合化によってナノからミクロレベルで材料の組織・構造や表面・界面を制御することで耐食性や耐摩耗性等の諸機能を高度化し、材料の信頼性や耐用寿命を高める複合材料製造プロセスと高機能コーティング技術、及びその特性評価技術を開発する。

(3) 高寿命・高信頼性技術

[テーマ題目4] 機能融合型基礎素材の開発

ナノ構造制御による機能発現技術を用いて、応力発光体や圧電体等の再資源化が容易な環境適合性基礎素材および多様な機能を複合化させた機能融合型基礎素材を開発する。また、計算状態図の活用による環境適合基礎素材開発として有害物フリー快削耐食鋼や新規形状記憶合金を開発する。

(4) 省資源・エネルギー材料技術

[テーマ題目5] 省エネルギー材料技術に関する研究

建物や乗り物において大きな省エネルギー効果を持つ、調光ガラスや木製サッシといったパッシブ系省エネルギー材料の開発を行う。これらを用いることで、特に空調に係るエネルギーを大幅に削減する。

外部資金：

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「金属化合物クラスターにおける触媒機能開発」（12,721千円）

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「複相組織制御による耐酸化コーティング開発」（19,304千円）

経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「材料の低環境負荷ライフサイクルデザイン実現のためのバリア

フリープロセッシング技術に関する研究／微細組織制御による循環型素材（Al、Mg）の高機能化」（13,545千円）

経済産業省 科学技術総合研究委託費（継続）「都市ゴミの高付加価値資源化による生活排水・廃棄物処理システムの構築に関する研究／汚泥を含む有機廃棄物の石油製品化／有機廃棄物の可容化法／有機廃棄物用亜臨界水処理装置の開発」（6,984千円）

経済産業省 原子力試験研究委託費「プラズマ利用イオン注入法による金属材料表面の高機能化に関する研究」（14,440千円）

経済産業省 原子力試験研究委託費「2段式反応焼結による繊維強化炭化ケイ素複合材」（11,423千円）

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「ノリ加工用海水の浄化・再生に関する研究」（11,213千円）

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「未来型 CO2低消費材料・材料製造技術研究開発 無機・有機材料系における CO2低排出材料技術開発 基礎素材分」（104,186千円）

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「次世代型分散エネルギー基盤技術研究開発 新規水素貯蔵材料開発のための支援技術開発 水素貯蔵システムの水素脆化および材料データベースの研究」（12,186千円）

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「次世代型分散エネルギー基盤技術研究開発 新規水素貯蔵材料開発のための支援技術開発 軽量材料の水素による劣化の研究」（5,144千円）

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「次世代型分散エネルギー基盤技術研究開発 新規水素貯蔵材料開発のための支援技術開発 水素の安全と規制に関する調査」（3,272千円）

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「エネルギー・環境技術標準基盤研究 微細結晶粒制御の軽量金属材料の評価方法」（17,000千円）

経済産業省 電源多様化受託研究費「太陽）太陽電池の高効率化を目的とした光拡散反射性基板の研究開発」（13,198千円）

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中

小企業支援型研究開発（共同研究型）」（12,075千円）

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）」（22,097千円）

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）」（12,416千円）

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）」（13,020千円）

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）」（11,287千円）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 環境応答型ヒートミラーの研究開発」（14,428千円）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「革新的部材産業創出プログラム高機能高精度省エネ加工型金属材料（金属ガラス）の成形加工技術プロジェクト」（9,000千円）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 環境応答型ヒートミラーの研究開発（下期）」（10,567千円）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「革新的部材産業創出プログラム精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術の開発事業（下期）」（8,500千円）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「革新的部材産業創出プログラム高機能高精度省エネ加工型金属材料（金属ガラス）の成形加工技術プロジェクト（下期）」（8,500千円）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発事業」（33,573千円）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術の開発事業」（119,158千円）

研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO 受託研究費「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発事業（下期）」（13,996千円）

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（SORST）「DUP 石炭灰煉瓦に関する研究」（30千円）

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（SORST）「表面最適化炭素ナノ繊維の新規環境触媒機能」（650千円）

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造推進事業「量子ナノ金属粒子ー絶縁体複合材料の超高速非線形光ー光制御の研究」（156千円）

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（SORST）「DUP 石炭灰煉瓦に関する研究（下期）」（30千円）

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（SORST）「表面最適化炭素ナノ繊維の新規環境触媒機能（下期）」（650千円）

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造推進事業「量子ナノ金属粒子ー絶縁体複合材料の超高速非線形光ー光制御の研究（下期）」（156千円）

財団法人科学技術交流財団 地域新生コンソーシアム研究開発事業「軽金属の省エネルギー型高効率射出成形加工技術の開発」（3,805千円）

財団法人ファインセラミックスセンター 平成15年度「産業用コージュネレーション実用化技術開発」（国際協力事業）「窒化ケイ素セラミックスの高温ガス耐食性評価」（1,400千円）

財団法人金属系材料研究開発センター NEDO からの再委託「水素安全利用等共通基盤技術開発ー水素に関する共通基盤技術開発ー水素用材料基礎物性の研究ー水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料の基礎物性評価」（1,255千円）

財団法人金属系材料研究開発センター NEDO からの再委託「水素安全利用等共通基盤技術開発ー水素に関する共通基盤技術開発ー水素用材料基礎物性の研究ー水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料の基礎物性評価（下期）」（1,510千円）

財団法人中部科学技術センター 平成15年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業「誘導加熱による廃タイヤからのスチール線除去に関する研究」（681千円）

財団法人中部科学技術センター 平成15年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業「ハイブリッド型アルミ合金鑄造溶解炉の開発」（424千円）

財団法人中部科学技術センター 財団等受託研究費「地域コンソ）精密成形・ナノ加工プロセスによる微少駆動システムの研究」（1,155千円）

財団法人ひろしま産業振興機構 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「半凝固射出成形法による循環型・軽量高品質自動車部品の研究開発」（525千円）

財団法人岡山県産業振興財団 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「革新的“界面制御鑄ぐるみ”プロセスによる掘削用新規超硬ビットの実用化研究開発」（2,830千円）

財団法人佐賀県地域産業支援センター 新世紀戦略型技術移転推進プロジェクト事業「脳生体情報を用いた運動機能補助：眼電図情報を用いた食事動作の運動機能補助装置開発」（1,000千円）

財団法人佐賀県地域産業支援センター 新世紀戦略型技術移転推進プロジェクト事業「次世代ディスプレイ用微粒子高輝度蛍光体の開発」（2,680千円）

財団法人九州産業技術センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「ヒト細胞を用いた次世代型高機能タンパク質生産システムの開発／白血病関連タンパク質の発現技術の開発」（3,927千円）

株式会社東北岡野エレクトロニクス 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「光通信用高性能ペルチェモジュールの開発」（5,666千円）

三井鉱山株式会社総合研究所 民間受託「黒鉛材料等の構造解析」（500千円）

永大産業（株）民間受託研究費「木質材料の熱的特性向上技術の開発」（5,729千円）

永大産業（株）民間受託研究費「木質材料の熱的特性向上技術の開発（下期）」（1,413千円）

株式会社久保田鐵工所 民間受託「ロストコアを用いた自動車用中空部品の成型に関する研究、成形金型への金

属オキシカーバイドコーティングに関する研究」(800千円)

発表：誌上発表228 (118) 件、口頭発表425 (157) 件、その他7件

金属材料組織制御・評価研究グループ

(Processing and Control Group)

研究グループ長：斎藤 尚文

(中部センター)

概要：

軽量金属材料に高強度、高靱性、耐磨耗性、易加工性等の特性を付与するための結晶粒極微細化のための組織プロセスとして、Friction Stir Processing (FSP)、回転式 ECAP、異周速圧延などに関わる研究を行った。鋳造用アルミニウム合金 AC8A (Al-12%Si-1%Mg) に回転式 ECAP 加工を施すことで、材料の破壊靱性を加工前の約10倍まで向上させることが出来た。今回得られた結果は、回転式 ECAP 法により脆性材料を延性化させることが出来たことを示している。また異周速圧延した Mg-8.5%Li 合金は、ひずみ速度が $10^{-1}s^{-1}$ の領域で押し出し材の2倍以上の伸びを示した。この結果は、異周速圧延によって Mg-Li 合金により優れた高速超塑性特性を付与できたことを示している。

研究テーマ：テーマ題目 1

軽量金属材料凝固プロセス研究グループ

(Institute for Structural and Engineering Materials, Light Metals Solidification Processing Group)

研究グループ長：三輪 謙治

(中部センター)

概要：

純金属(無酸素銅、タフピッチ銅)にマイクロエクスプロージョンプロセスを適用し、電磁振動条件を最適化することにより、凝固状態において通常の組織の約1/10以下の組織微細化に成功した。電磁振動プロセスを Mg-Y-Cu 合金に適用し、急冷操作に依存することなく金属ガラスを創製することに世界で初めて成功した。また、セミソリッド試験機により、AZ91D マグネシウム合金の各固相率に対応した最適成形条件を確立した。さらに、誘導加熱による廃タイヤからのスチール線除去技術を確立した。

研究テーマ：テーマ題目 1

木質材料組織制御研究グループ

(Advanced Wood-based Material Technology Group)

研究グループ長：金山 公三

(中部センター)

概要：

材料特性が、軟質で強度が低く、それらのバラツキが大きいため利用範囲が限定されているスギやヒノキなどの針葉樹材の材質改善を目的として、圧密加工の検討を進めた。本加工方法の問題点となっていた生産速度の低さと、それに起因する高コストを解決することが、実用化への最大のハードルなので、ロールを用いて単板を高温・高速加工する技術の開発を進めた。まず、低価格の未利用間伐材を、ロータリーレースによって3mm以下の薄板(単板)に加工し、これを素材として利用することによって加熱時間短縮とコストを低減した。さらに、従来の180℃以下の加工温度を100℃以上高くすることによって加工時間を短縮した。これは、熱分解による材質劣化とトレードオフの関係となることが危惧されたが、熱分解反応が進行する以前に加工が完結することにより、材質劣化が回避されることが明らかとなった。この新規な圧密加工による製品評価も進め、硬度や強度はブナやナラなどの高強度広葉樹以上となることを確認した。

研究テーマ：テーマ題目 5

機能付与リサイクル技術研究グループ

(Function Adding Recycling Technology Group)

研究グループ長：鳥山 素弘(兼任)

(中部センター)

概要：

塑性加工によるインプロセス組織制御等の先端材料プロセス技術とリサイクル技術の融合により、リサイクルと同時に材料に高付加価値(高性能化)を付与する固体リサイクル技術に関する研究を行った。その結果、5083アルミニウム合金、S45C 鉄鋼材料スクラップ(切削屑)より、同じ加工履歴を経たバージン材と同等の機械的特性を示す再生材の創製に成功した。また、超軽量化、高精密形状付与を目的に、セル構造(多孔質)化技術ならびに精密部材成形加工プロセスに関する研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

金属系複合材料研究グループ

(Metal Matrix Composite Group)

研究グループ長：坂本 満

(九州センター)

概要：

金属を複合化によってナノからマイクロレベルで組織・構造や表面・界面を制御することで耐食性や耐摩耗性等の諸機能を高度化し、材料の信頼性や耐用寿命を高める複合材料製造プロセス及びその特性評価技術を開発する。具体的には、500℃以上での耐食性、800℃以上での耐熱・耐摩耗性に優れた耐環境性材料及び耐酸化性コーティング技術の開発、開発材料の高温酸化・高温腐食・高温摩耗等の耐環境性評価技術の

開発を行う。

Fe-Cr-Ni-Mo-C 系材料を基にして高温耐食性に優れた材料設計及び組織制御を行い、これまでの同系の新規開発材料の Cr と C、Mo 量を最適に制御した材料を開発した。実プラントにおける実証試験を通じて、開発材料が当初の目標を十分にクリアする耐久性を有していることを明らかにした。

一方、摩擦被覆法による高耐食性被覆形成技術の基礎的なプロセス条件を、基盤材に炭素鋼を、被覆材に SUS304及びインコネル625合金を用いて調査した。

摩擦被覆技術によって、基盤との接合強度において、既存の被覆技術では達成されない強固な被覆が高効率で形成すること、および界面での化学組成面での母材による希釈がほとんどない、高機能被膜が形成されることを明らかにした。

Mo(Si, Al)₂系の耐酸化コーティング技術を開発する目的で、Mo(Si, Al)₂単相、Mo(Si, Al)₂/HfB₂ならびに Mo(Si, Al)₂TaB₂複相材料、Nb 基 in-situ 複相材料の熱膨張特性と機械的特性を精査して、熱膨張係数や弾性定数等を求め、最適なコーティング組成を決定した。また、このコーティング層と Nb 基複相材料界面の高温での安定性を調査し、アルミナ中間層を導入することにより、1300℃/100時間の等温酸化試験で実用レベルの耐酸化性を確認した。

研究テーマ：テーマ題目3

耐環境性評価技術研究グループ

(Materials Life Characterization Group)

研究グループ長：横川 清志 (兼任)

(中国センター)

概要：

- 1) 材料の耐環境性予測：ニッケルの水素脆化を理論的に解明するために、ニッケルの転位と水素の NEB 法によるシミュレーションを行った。それにより、ニッケルの水素脆化の特徴である水素による交差迂りの抑制機構をよく説明できた。NEB 法による計算は、既に鉄でも成功したので、このような計算手法として確立できた。また、金属材料の環境特性を原子レベルで評価する手法では、UHV-STM によりニオブの清浄表面の作製並びに酸素、水素の吸着の観察を行い、耐環境性と吸着ガスとの関係を把握できた。
- 2) 金属材料の水素脆化：高圧水素貯蔵にかかる金属材料の水素脆化評価を行うために、試作した 70MPa の引張試験の原型装置は所定の性能を発揮し、それをを用いて高圧水素貯蔵向け候補材料の水素脆化評価試験を行った。特に、候補材料のオーステナイト系ステンレス鋼の 70MPa までの水素脆化挙動を明らかにし、高圧ガス保安法の例示基準への基礎データとした。得られた結果は1970年代の

NASA に匹敵する成果を上げているといえる。

- 3) 炭素の原子レベルの構造制御：新規触媒合成法による新しい炭素ナノ繊維の基本的な Tubular, Herringbone, Platelet の三種類の構造を、走査トンネル顕微鏡によって明らかにし、その生成機構を提案した。

研究テーマ：テーマ題目3

高耐久性コーティング研究グループ

(Durable Coating and Surface Modification Group)

研究グループ長：池山 雅美

(中部センター)

概要：

ダイヤモンド状炭素 (DLC) 薄膜の形成条件を探索し、金属配管部材への DLC 製膜においては、内径 5mm、長さ 5cm のアルミ直管内面への製膜が出来た。また、シリコン含有ガスを利用した DLC 膜中へのシリコン導入により、密着性の向上や内部応力の緩和が可能となった。空气中 1 時間の熱処理を行い、熱処理後の膜の組成や摩擦・摩耗特性、硬度を評価した結果、300℃までは、全く膜の剥離が無く、硬度、摩擦・摩耗特性及び膜中の水素含有量にも熱処理前と差がなかった。400℃では、試料の端の部分でわずかな膜の剥離と、表面近傍の水素の離脱が見られた。摩擦・摩耗特性は熱処理前とほぼ同じであったが、硬度の若干の低下が見られた。500℃の熱処理では、大半の膜が剥離し、膜中の水素もかなりの量が脱離し、硬度もかなり低下し、摩擦・摩耗特性は非 DLC 被膜試料と同程度になった。以上のことから、マグネシウムの熱間押し出し加工プロセス温度である 300-400℃では、ほぼ熱処理前の特性が維持される DLC 膜の作製が出来た。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目2

高耐食性コーティング研究グループ

(Advanced Anti-Corrosion Coatings Group)

研究グループ長：南條 弘

(東北センター)

概要：

純鉄のテラス拡張に及ぼす溶液処理温度の影響について検討した。処理温度の上昇と共に粒子状構造の径が増大し、中心線粗さ Ra が減少し、フラクタル次元が 2.0 に接近することから、全体的に表面が滑らかになったことが分かる。ナノスケールで表面構造を評価すると、25~40℃ではテラス幅が 2nm と狭いが、ステップにおける酸化物原子の並びが観測された。60℃では 2 次元的な原子の並びが観察され、処理温度の上昇と共に表面の結晶化が進み、テラス幅も 5nm に拡張できた。

テラス拡張に及ぼす処理温度と処理電位の影響をまとめると、処理温度が高く、処理電位が高いほど、テ

ラス幅が拡張できることが分かる。また、中心電位では高密度のステップ構造があらわれることから、低温高電位で処理するとさらに、高密度のステップ形成の期待が持てることが分かった。

研究テーマ：テーマ題目 3

環境応答機能薄膜研究グループ (Multifunctional Thin Film Group)

研究グループ長：吉村 和記

(中部センター)

概要：

多層薄膜を利用した省エネルギー効果の大きい窓ガラス材料として調光ミラー及び高性能ヒートミラーの研究を行った。マグネシウム・ニッケル系の調光ミラー薄膜の研究において耐久性を向上し、500回程度までスイッチングできる材料を開発した。また、電気的にスイッチングを行うことのできるエレクトロクロミック調光ミラー素子を作製することに成功した。高性能ヒートミラーの研究において、多層薄膜の構造の最適化を行うことで、太陽光調光率を32%に、遠赤外領域の反射率を80%に向上することに成功した。

また、多層薄膜における界面制御方の研究として、パルスレーザ蒸着法による SiC 薄膜の多形制御のメカニズムについて詳細な考察を行い、レーザパルスの繰り返し周波数を変化させることで基板表面の実効温度が制御できることを明らかにした。また、3C-SiC のヘテロエピタキシャル薄膜を作製する際に、基板表面の高度処理を行うことでこれまで問題となっていた結晶欠陥の1つであるダブル ポジショニング バウンダリーの生成を抑えることに初めて成功した。

研究テーマ：テーマ題目 5

機能性ナノマテリアル研究グループ (Functional Nanomaterials Group)

研究グループ長：村上 純一

(中部センター)

概要：

金ナノクラスターの材料化の研究では、液相合成された2nm 以下の金クラスターについて分別沈殿法を適用することによりクラスターサイズを厳密に分離することを試みた。その結果、金原子の数が142個、48個、28個等のサイズのクラスターを単離することができた。さらにそれらのクラスターについて吸収スペクトルの測定を行い、サイズ変化による電子状態変化を明らかにした。また、28個の金原子からなるクラスターについてはポンププローブ実験を行い、このクラスターの非線形感受率を決定することができた。

金クラスター・シリカ複合体の CO 酸化触媒活性については、上記サイズを厳密に選別したクラスターを担持したクラスター触媒について実験を行い、サイズ

に依存した触媒活性があることを明らかにした。

単一サイズナノクラスター材料化の研究では、タングステン5量体上での N₂O 生成について、これがタングステン5量体の触媒活性によるものであることを、窒素あるいは水の同位体を用いることにより明らかにした。さらにはこの N₂O 生成反応のクラスターサイズ依存性を調べ、N₂O 生成には適当なサイズのクラスターが必要であることを明らかにした。

ナノクラスターのグラファイト上における高速拡散現象の滑り拡散機構の解明のために、滑り運動の長時間挙動と拡散係数の温度依存性について昨年度に引き続き理論計算を行い、その詳細を明らかにした。

高耐久性材料研究グループ (Highly Durable Materials Group)

研究グループ長：朝比奈 正

(中部センター)

概要：

自動車用ポーラスアルミニウム材料の開発：ポーラスアルミニウム系自動車材料が有する、超軽量であるばかりでなく、大きな衝撃エネルギー吸収性や小さな変形時の瞬間最大変形応力を併有する新規な自動車用材料を実現するため、材料設計指針の明確化と評価技術の確立を進めた。高空隙率材料の性能保全と信頼性向上のためには、空隙率制御性の改善と機械的特性の向上が必須である。そのため、ポーラス構造の制御、特に構造の均質性、形状、欠陥の密度等が機械特性に与える影響を評価し、よって製品化プロセス技術の基礎の確立に努めた。

高度化する材料技術に対応できる高機能プロセス技術の検討：高度化する材料技術に対応できる次世代を担う萌芽的基礎研究として、生体での使用を指向した Ti 材料において、窒化珪素や炭化珪素を添加することにより大幅な強度の向上を実現したほか、スパッタリングにより界面制御層材料をコーティングする技術の実現化を図った。特に新材料の表面性状の制御・プロセス技術に注目し、素地密着性の高い Ti-C 系や Ti-N 系耐食皮膜の形成条件の明確化を進めた。一方、静滴法によってアルゴン雰囲気中での溶融純チタンの表面張力や接触角を測定し、基本材料物性の整備に努めた。

研究テーマ：テーマ題目 1

相制御プロセス研究グループ (Phase Engineering and Processing Group)

研究グループ長：鳥山 素弘 (兼任)

(中部センター)

概要：

環境に優しい元素で構成される低温用熱電材料であるホイスラー型 Fe₂VAl 合金化合物に対してメカニカ

ルアロイング法による合成とパルス通電焼結技術によるバルク化技術を開発した。本プロセスでは長時間の熱処理を行わなくてもホイスラー構造にすることができる。得られたバルク体をスパッタ用ターゲットに加工し、基板を加熱しながらスパッタすることにより薄膜状の熱電素子を作製することができた。得られた素子は従来作製した Bi-Te 系薄膜状熱電素子の6分の1の薄さにもかかわらず、その起電力は3分の1以上（同じ厚さで換算すると2倍以上）であり、Bi-Te を越える熱電材料になるものと期待される。

優れた鋳造性と機械加工性を有しているため、配管に用いられてきた銅合金（BC6）は、鉛の溶出が環境汚染となるため、鉛を含まない銅合金の開発が期待されている。そこで、鉛の代わりにビスマスをを用いた銅合金の鋳造性を評価した。ビスマスをを用いた銅合金は最終凝固部付近に欠陥が発生しやすいが、冷却速度を高めることで欠陥の発生量が減少した。また、冷却速度を高めることで組織が微細化し、BC6材を越える強度と伸びが得られることが明らかとなった。

耐食性に優れるチタンの硬度と強度を改善するため、 Ti_5Si_3 金属間化合物を分散した複合材料を作製した。燃焼合成反応を利用して Ti と Si から Ti_5Si_3 化合物を合成し、粉碎することで微細な粉末を得ることができた。この粉末と Ti 粉末を混合し、パルス通電焼結により固化成形することで Ti-10~30vol% Ti_5Si_3 組成の複合材料を作製した。得られた Ti-30vol% Ti_5Si_3 は、室温において526Hv の硬度で1776MPa の圧縮強度を示した。

機能的金属材料研究グループ

(Metal-based Functional Materials Group)

研究グループ長：橋本 等

(東北センター)

概要：

メカニカルアロイングとパルス通電焼結によるナノ組織制御では、Bi-Sb-Te 系熱電変換材料の性能指数の向上を目指し、量産に適したインゴット粉碎+熱間押出法を用いて、押出条件の最適化、Ge などベース材より酸素との親和力が大なる元素を導入して導電性酸化物を形成させることによる酸素の影響の除去、Te 過剰添加による焼結時の組成ズレの補正の検討および n-type について最適組成の決定を行った。その結果、導電性酸化物形成元素 Ge の添加は、性能指数の改善には効果がなく、p-type では逆に性能指数を低下させた。一方、Te の過剰添加は p-type では性能指数改善に効果的で、押出による性能指数の向上効果と合わせて性能指数が30%向上し、 $3.288 \times 10^{-3} K^{-1}$ が得られた。n-type については最適組成を決定したが、性能指数は押出をしても $2.172 \times 10^{-3} K^{-1}$ に留まった。

計算状態図の活用による環境適合基礎素材開発では、

鉛フリー低 Cr 快削耐食鋼の合金設計を行い、快削剤 $Ti_4C_2S_2$ を有効に分散させることが可能な組成範囲を明らかにした。この成果に基づいて、企業と共同で鉛フリー低 Cr 快削耐食鋼を実用化した。また、Fe-S 基熱力学データベースの整備を行い著作権として登録を行った。さらに、Fe-Ga-Ni 系および Fe-Al-Ni 系で新たに強磁性形状記憶合金となる組成領域を明らかにした。また、Co-Ni-Al 系強磁性形状記憶合金については、薄板化に適した熱処理条件を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 4

多機能材料技術研究グループ

(Multifunctional Materials Technology Group)

研究グループ長：野中 一洋

(九州センター)

概要：

応力発光体に関しては、欠陥制御型 $SrAl_2O_4 : Eu$ が最も高い応力発光輝度を示し、その輝度は結晶構造に大きく依存することがわかった。そこで、結晶相制御を精密に行うために、新規なマイクロ噴霧熱分解合成法を開発し、結晶相制御できる球状粒子の合成に初めて成功した。合成条件を制御することにより、 $SrAl_2O_4$ の α 相、 β 相、および二相の任意の混合層が合成できた。さらに、発光中心 (Eu) の原子位置に着目したとき、結晶場の点群対称性の最も低い $\alpha - SrAl_2O_4$ 系材料のみが強い応力発光機能を示すことがわかった。

圧電薄膜に関しては、エンジン燃焼圧センサへの実用化を目指して、基板温度、窒素濃度、及びスパッタリング圧力等の作製条件の最適化により、半導体プロセス用の特定の単層電極上にクラックの無い高品質の薄膜作製に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 4

無機・有機複合化材料技術研究グループ

(Inorganic-Organic Hybrid Materials Group)

研究グループ長：野間 弘昭

(九州センター)

概要：

本グループでは、無機材料と有機材料が、ナノメートルレベルで複合化した無機・有機ハイブリッド材料の開発を目指し、無機・有機界面制御技術、ハイブリッド化技術の開発、およびハイブリッド特性の解析を行ってきた。本年度は、ホスホニウム塩系相溶化剤と膨潤性マイカ (ME) からなる層間化合物と、PET (ポリエチレンテレフタレート) のモノマーとの混合方法、及び ME の前処理法の改良を試み、曲げ弾性率が PET の2倍を超えるものを再現性良く合成できることを見出した。また溶融重合法によりポリアミド 11中に ME を完全に剥離して分散させることに成功

した。さらに、安定な光機能を有する分子会合体の開発を目指し、末端基としてシアノ基あるいはニトロ基を有する、サリチリデンアニリン誘導体を合成し、光機能特性の検討を進めた。

今年度から機能性炭素系複合材料の開発をテーマに加え、炭素系ナノ材料である気相成長炭素繊維（VGCF）とピッチ系炭素短繊維をフィラーとする高熱伝導性炭素系複合材料の開発を行い、熱伝導率が200W/m/K 近くに改善された。また、新規な炭酸ガス吸収剤の開発を目指して、有機酸アルカリ塩を不活性雰囲気中600℃以上で熱分解することで、炭素と無機アルカリ塩とのナノ複合体を作成した。

天然素材複合化技術研究グループ

(Natural Substance-Composed Materials Group)

研究グループ長：安部 英一

(九州センター)

概要：

天然素材である生物系資源は、有機廃棄物を含めて再生可能資源であり、利用に伴う炭酸ガスの増加がないので、地球環境保全のため、その利用技術の開発が期待されている。本研究グループでは、農産廃棄物や都市ゴミの分解・成分抽出による有用物質生産技術と成分利用技術の開発、および天然素材による分子認識利用技術の開発を目指す。

具体的には、1) 天然有機資源の処理および利用技術の開発：有機廃棄物より石油製品である BTX を製造するのに適する有機廃棄物の水可溶化法を確立するために、有機廃棄物用加圧熱水処理装置を用いて、有機資源である消化汚泥の水可溶化挙動および有機酸生成挙動におよぼす過酸化水素水添加量、処理温度、処理時間等の影響を検討し、過酸化水素水の添加効果を調べる。また、回分式処理装置を用いて、厨芥のモデル物質としてドッグフードを対象に、タンパク質・脂質・デンプン質等の混合系有機廃棄物の水可溶化特性について検討を行う。さらに、熱水流通式処理装置を用いて、キノコを主な対象として天然有機資源中の細胞内含有成分の抽出と有用成分の探索、およびヘミセルロースを主な対象として乳酸発酵に適した糖製造条件の検討を行う。2) 天然素材による分子認識利用技術の開発：分子認識を利用した多機能集積型生体適合材料に対して、その特性を高精度に評価するため、生体適合作用状況の蛍光プローブによる最適可視化法を検討すると共に、そのイメージングを行う。

予測診断技術研究グループ

(Prediction Diagnosis Group)

研究グループ長：横川 清志 (兼任)

(中国センター)

概要：

素材や構造体の表面、内部に発生する亀裂や組織異常を早期に検知して破壊を未然に防止したり、内部状態をモニタリングするには、素材・構造体の健全性の予測診断技術の開発が不可欠である。当グループは、長寿命・高信頼性基礎素材の開発に資するため、素材の内部構造の非破壊方式予測診断技術の研究、ならびに過酷な環境下で使用される構造部材に高い信頼性と長寿命を付与するための高信頼性表面処理技術の研究を行い、超音波、画像等による検出技術とウェーブレット解析等の知的解析診断技術を用いた素材・構造体の健全性の予測診断技術の確立を目指すことを研究の目的とする。

モバイル情報通信機器用フェライト薄型化技術開発では、GHz 帯周波数のモバイル情報通信機器にアイソレータ、サーキュレータとして利用される、硬磁性材料であるマグネトプラムバイト型フェライトのエピタキシャル薄膜の作製技術の開発を行っている。

革新的“界面制御鑄ぐるみ”プロセスによる掘削用新規超硬ビットの実用化研究開発では、超硬チップを透過した超音波の伝搬時間および波形の歪みを解析することにより、刃先を高靱性化した超硬チップの強度に影響を及ぼす WC 粒子の粒径を非破壊評価する方法を提案し、WC 粒径を推定した結果、20%以下の測定誤差で定量的に測定できることを明らかにした。

高信頼性表面処理技術の研究では、二酸化炭素、メタンと金属から反応性スパッタリング法により作製した金属オキシカーバイド皮膜について、基板密着性の評価を行い、皮膜に剪断力を加え、皮膜剥離を生ずる際の剪断応力の測定により、定量的に密着力を評価する方法を確立した。また、反応性スパッタリング法によるモリブデンオキシカーバイドのエピタキシャル膜の作製を行うとともに、新規の金属オキシカーバイドとして、立方晶（格子定数0.452nm）のニオブオキシカーバイド皮膜を合成した。

環境浄化複合材料研究グループ

(Clarification Composite Materials Group)

研究グループ長：木村 邦夫

(九州センター)

概要：

当研究グループでは、環境浄化に有用な新規な複合材料の創製技術確立を目指し、将来的にはより高次の機能を付加・集積した複合材料を開発することを目的としている。酸化チタン被覆微細中空ガラス球による海苔加工海水の浄化実験で、処理量の増加が困難なことが明らかになった。そこで、磁器質の3次元微細セル構造光触媒フィルターを開発し、最も有効に利用可能なリアクターの構造について検討し、海苔加工海水の浄化・再生に適した装置の設計指針を得た。

また、ケイ酸質粒子と石灰を原料とし、ケイ酸質粒

子表層の多孔質膜化を検討した結果、ケイ酸質粒子と石灰の CaO/SiO_2 モル比を変えることにより、多孔質膜の厚さを自由に制御でき、多孔質膜を繊維状又は板状化することで、加熱しても亀裂や剥離が発生しないことが判明した。この研究の過程で、これまでになかった多孔質シリカナノシートが得られ、今後用途開発を検討する。また、精密濾過用シリカ多孔体の検討においては、副生非晶質シリカを原料とし、アルカリを添加することで粒径 $10\mu\text{m}$ 程度のシリカ多孔体を得られた。このシリカ多孔体は濾液の清澄性やビールの濁の原因となるタンパク質の吸着能が極めて高く、現在共同研究で企業化の検討を行っている。

セラミックス系複合材料研究グループ
(Ceramic Matrix Composites Group)

研究グループ長：谷 英治

(九州センター)

概 要：

マトリックス部の組織を均一化するために、カーボンペーパー部にフェノール樹脂、Si 粉末、更に SiC 粉末を添加することにより、組織は均一になった。しかし、炭素源のフェノール樹脂、シリコン粉末、SiC 粉末の量を、変化させても密度、破壊挙動に顕著な差は認められなかった。

接合は、炭素化後に接合面を接着させて2段反応焼結を行い、Si の熔融含浸時に接合も同時に行う方法が有効であることが分かった。

2段反応焼結法で得られた3次元 Si/SiC 多孔質材は、著しく開気孔率が高く、光触媒担体として非常に有望であることが分かった。

研究テーマ：テーマ題目 3

[テーマ題目 1] 軽量金属材料プロセスに関する研究

[研究代表者] 三輪 謙治(基礎素材研究部門総括研究員)

[研究担当者] 三輪 謙治、朝比奈 正、斎藤 尚文、今井 恒道、重松 一典、鈴木 一孝、安江 和夫、阪口 康司、田村 卓也、加藤 清隆、園田 勉、渡津 章、山田 康雄、下島 康嗣、千野 靖正、細川 裕之、松本 章宏、西尾 敏幸、尾崎 公洋、橋本 等、阿部 利彦、及川 勝成、多田 周二
(職員23名、他26名)

[研究内容]

材料産業の国際競争力強化と循環型低環境負荷社会の実現の達成を目的に、実用省成分軽量合金を対象にマイクロエクスプロージョンプロセスとセミソリッドプロセスを統合し、市販鑄造材より結晶粒径が1/10以下で50%以上高い強度を持つ鑄造加工プロセス技術を開発する。

また、地球温暖化の抑制と持続的な経済成長を両立させるため、自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術開発の一環として、高性能ポラスアルミニウム材料を開発する。

平成15年度は、1) 脆性材料である鑄造用アルミニウム合金 AC8A に回転式 ECAP 加工を施し、加工前の約10倍に破壊靱性値を向上させた。また、加工途中で加工温度を変化させることは破壊靱性の改善に有効であることを見出した。2) 異周速圧延によって、Mg-Li 合金に対し、より優れた高速超塑性特性を付与できた。3) 電磁振動力を利用した組織微細化技術(マイクロエクスプロージョンプロセス)の適用により、純金属の組織微細化に成功した。電磁振動プロセスの適用による金属ガラスの創製に、Mg-Y-Cu 合金において世界で初めて成功した。4) 鑄造法で作製した Mg-Y-Zn 合金において、6周期構造を世界で初めて確認すると共に、Mg-Y と Mg-Y-Zn からなる2相合金であることを明らかにした。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 軽量金属、マグネシウム、アルミニウム

[テーマ題目 2] 固体プロセスによる金属材料のリサイクル技術

[研究代表者] 鳥山 素弘(基礎素材研究部門長)

[研究担当者] 鳥山 素弘、山田 康雄、下島 康嗣、千野 靖正、細川 裕之、斎藤 尚文、今井 恒道、重松 一典、鈴木 一孝、池山 雅美、斎藤 和雄、増田 晴徳
(職員12名、他9名)

[研究内容]

軽量金属の再利用を促進するためには、これまでの溶解を用いたカスケード型のリサイクルプロセスに対して、もっと低エネルギーでリサイクルを行うことのできる新しいプロセスの開発が必要である。本研究では、軽量金属を固体プロセスにより再利用できるようにし、しかもリサイクル材の強度をバージン(鑄放し)材の1.5倍以上(300Mpa)に高めるリサイクル技術を開発する。

平成15年度は、1) 昨年開発したマグネシウム合金スクラップの固化プロセス技術を5083アルミニウム合金スクラップ(切削粉)等に適用し、通常の押出材と同様の微細結晶粒組織が得られることを明らかにした。2) 固化プロセスで作製された6061アルミニウム合金リサイクル材の摩擦攪拌接合技術の開発を行った。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] マグネシウム合金、アルミニウム合金、リサイクル

[テーマ題目 3] 耐環境材料に関する研究

[研究代表者] 坂本 満(基礎素材研究部門金属系複合材料研究グループ長)

[研究担当者] 坂本 満、菖蒲 一久、佐藤 富雄、

上野 英俊、山崎 淳一、熊谷 年男、
田原 竜夫、谷 英治、岸 和司、
前田 英司、小川一太郎、南條 弘、
米谷 道夫、石川 育夫、横川 清志、
黒田 正範、福山 誠司、安 白、
池山 雅美、斎藤 和雄、増田 晴徳、
崔 峻豪（職員22名、他19名）

【研究内容】

本研究では、複合化によってナノからマイクロレベルで材料の組織・構造や表面・界面を制御することで耐食性や耐摩耗性等の諸機能を高度化し、材料の信頼性や耐用寿命を高める複合材料製造プロセスと高機能コーティング技術、及びその特性評価技術を開発することを目標とする。具体的には、この分野での最高レベルの性能としての500℃以上での耐食性、800℃以上での耐熱・耐摩耗性に優れた耐環境性材料及び耐環境性コーティング・低摩擦摩耗材料の開発、開発材料の評価技術の開発を行うことを目標とする。

複相組織制御材料については、Fe-Cr-Ni-Mo-C 系材料を基にして高温耐食性に優れた材料設計及び複相組織制御を行い、これまでの同系の新規開発材料の Cr と C、Mo 量を最適に制御した高性能の複相材料を開発した。高温耐食性材料については、現行材料に比べて格段にコストパフォーマンスに優れた材料開発が順調に進捗し、その実用化に向かって着実に実証研究が進展している。SiC/SiC 系繊維強化複合材料では、SiC 粉末混合によりマトリックス組織を均一化し、強度特性を改善した。軽量耐熱多孔質 SiC 系セラミックスについて技術開示契約を結び、実用化研究を開始した。

高機能コーティング技術に関しては、組成制御によるコーティング材質の改質により、実用的観点からの技術的進展が得られ、評価技術の面でも着実に進展している。第1に、Mo(Si, Al)₂系の耐酸化コーティング技術を開発する目的で、Mo(Si, Al)₂単相、Mo(Si, Al)₂/HfB₂ならびに Mo(Si, Al)₂TaB₂複相材料、Nb 基 in-situ 複相材料の熱膨張特性と機械的特性を精査して、熱膨張係数や弾性定数等を求め、最適なコーティング組成を決定した。また、このコーティング層と Nb 基複相材料界面の高温での安定性を調査し、アルミナ中間層を導入することにより、1300℃/100時間の等温酸化試験で実用レベルの耐酸化性を確認した。

第2に、DLC 被膜形成技術については、DLC 膜中に Si を導入することにより摩擦摩耗特性を改善し、膜の密着性を高め、膜の内部応力を緩和することができ、機能性の改善と実用性を大幅に高めることができた。また、DLC のこれまでの DLC 製造プロセスに高電圧負パルス印加や窒素イオン注入との併用により DLC 膜に導電性を持たせることに成功した。これは、DLC 膜を種々の電子・電気材料分野へ展開することを可能たらしめるものである。導電性 DLC 膜の開発は、機能材料の分野

へのより広範な応用を期待させるものであり、技術的に大きな進展である。

純鉄表面の原子レベルの平坦テラス幅を従来の2nmから5nm へと格段に広くすることに成功し、その不導体化による高耐食性コーティング形成という独創的技術の50%までを達成した。評価技術については、70Mpa 水素環境材料試験機を開発し、高圧水素貯蔵容器候補材料の機械的性質に関する水素脆化評価を実施し、データベース化した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 SiC 系セラミックス、耐酸化コーティング、DLC 被膜、水素脆化

【テーマ題目4】 機能融合型基礎素材の開発

【研究代表者】 野中 一洋（基礎素材研究部門多機能材料技術研究グループ）

【研究担当者】 野中 一洋、上野 直広、徐 超男、
秋山 守人、西久保桂子、及川 勝成
（職員6名、他7名）

【研究内容】

再資源化が容易な環境適合性基礎素材および多様な機能を複合化させた機能融合型基礎素材は、持続可能な経済社会発展の基盤である。本研究では、環境適合性基礎素材として Pb、Ni などの有害物質を含まない快削鋼、機能融合型基礎素材としてセンサ/アクチュエータの要素部品である圧電体、応力発光体、および磁性体などのセンシング素材、磁気形状記憶合金の開発とデバイス化を目指し、その基盤技術を確認することを目的としている。

強磁性形状記憶合金に関しては、Ni-Fe-Ga 系および Ni-Fe-Al 系で磁性形状記憶合金になる領域を確認した。特に、Ni-Fe-Ga 系はキュリー温度、マルテンサイト変態温度も高く実用化が期待できそうである。また、Fe-S 合金の熱力学データはデータベース化し、著作権の登録を行った。また、そのデータベースを販売するためのベンチャーの立ち上げを行った。耐食鋼については、合金を作製し現在特性を評価中である。

圧電薄膜に関しては、エンジン燃焼圧センサへの実用化を目指して、基板温度、窒素濃度、及びスパッタリング圧力等の作製条件の最適化により、半導体プロセス用の特定の単層電極上にクラックの無い高品質の薄膜作製に成功した。

その薄膜のデバイス化については、シールド型燃焼圧センサとしての基本構造設計を行った。薄膜素子を受圧面直近に配置する構造が可能のため、単結晶材料を用いる場合に比べて構造が単純で、周波数帯域を広く確保でき、エンジンシリンダ内の燃焼現象を的確に捕捉できるものと考えられる。

応力発光体に関しては、欠陥制御型 SrAl₂O₄:Eu が最も高い応力発光輝度を示し、その輝度は結晶構造に大

きく依存することがわかった。そこで、結晶相制御を精密に行うために、新規なマイクロ噴霧熱分解合成法を開発し、結晶相制御できる球状粒子の合成に初めて成功した。合成条件を制御することにより、 SrAl_2O_4 の α 相、 β 相、および二相の任意の混合層が合成できた。さらに、発光中心（Eu）の原子位置に着目したとき、結晶場の点群対称性の最も低い α - SrAl_2O_4 系材料のみが強い応力発光機能を示すことがわかった。

本重点課題全体については、ベンチャー設立、新ラボ提案にまとめられるように、個々の課題において達成された優れた成果は、新しい産業応用あるいは将来のセンサー化の芽として着実に進展している。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 応力発光体、圧電体、Pb フリー快削鋼、磁気形状記憶合金

【テーマ題目5】 省エネルギー材料技術に関する研究

【研究代表者】 吉村 和記（基礎素材研究部門環境応答機能薄膜研究グループ長）

【研究担当者】 吉村 和記、武藤 八三、田澤 真人、金 平、楠森 毅、岡田 昌久、山田 保誠、金山 公三、小畑 良洋（職員9名、他16名）

【研究内容】

従来の材料に置き換えて使用するだけで、建物や乗り物等の空調に係るエネルギーを大幅に削減することのできる省エネルギー材料を開発する。具体的には、太陽光の入射を制御する調光ガラスの研究、及び断熱性に優れた木製サッシをはじめとする木質材料の研究を行う。調光ガラスの研究としては、省エネルギー性能に優れた調光ミラー及び高性能ヒートミラーの開発を行う。マグネシウム・ニッケル系の調光ミラー薄膜の研究においては、耐久性を向上し、500回程度までスイッチングできる材料を開発した。また、電氣的にスイッチングを行うことのできるエレクトロクロミック調光ミラー素子を作製することに成功した。高性能ヒートミラーの研究においては、多層薄膜の構造の最適化を行うことで、太陽光調光率を32%に、遠赤外領域の反射率を80%に向上することに成功した。

木製サッシを普及させるためには、軟質で強度が低く、それらのバラツキが大きいため利用範囲が限定されているスギやヒノキなどを使用できるようにすることが重要である。このような針葉樹材の材質改善を目的として、圧密加工の検討を進めた。低価格の未利用間伐材を、ロータリーレースによって3mm以下の薄板（単板）に加工し、これを素材として利用することによって加熱時間短縮とコストを低減した。さらに、従来の180℃以下の加工温度を100℃以上高くすることによって加工時間を短縮した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 調光ミラー、ヒートミラー、木製サッシ、圧密加工

⑩【機械システム研究部門】

(Institute of Mechanical Systems Engineering)

(存続期間：2001. 4. 1～2004. 3. 31)

研究部門長：永壽 伴章

副研究部門長：佐々木信也

総括研究員：服部 光郎、石川 雄一、加藤 孝久

所在地：つくば東

人 員：53 (51) 名

経 費：897,819千円 (458,898千円)

概 要：

機械技術を中心とした製造技術は、機械技術それ自身はもとより、IT、バイオなどをも含めた様々な分野において開発された技術を、工業製品として社会に提供するための必須の技術分野である。その意味から、製造技術はあらゆる産業の根幹を成すものであり、我が国産業技術の国際競争力の向上や、将来に渡る持続可能な社会の実現にとって、極めて重要な技術であると位置づけられる。当機械システム研究部門では、この製造技術の中核を成す機械技術を対象として、先端領域への挑戦・開拓と基盤技術の強化を目指した研究開発を推進することをミッションとしている。

そして、このミッションを推進するために、内閣府の総合科学技術会議において、わが国の製造技術分野に対する国家的・社会的要請に応えるための重点領域として提示された、

「製造技術革新による競争力強化」

「製造技術の新たな領域開拓」

「環境負荷最小化のための製造技術」

を踏まえ、

「環境調和型製造技術」

「マイクロ・ナノファブリケーション技術」

「信頼性工学技術」

を重点研究課題として取り上げている。さらに、これらの技術を横断するキーテクノロジーの方向性や、研究開発の基本的アプローチとして「マイクロ化」を取り上げ、工業製品の企画、設計、製造、運用、保守・管理、再生、廃棄に至るまでの一貫したライフサイクルにおける機械システム技術という観点に立って、基礎・基盤技術の研究開発や次世代のコア技術となる技術シーズを発掘する萌芽的研究から、産業界との連携等による応用・実用化研究、さらに産総研標準化ポリシーに基づいた標準化研究にまで至る幅広い研究開発を行っている。

具体的には、上記の3つの重点研究課題に対応する

代表的な研究として、

- ・ 最小限の資源やエネルギー投入によって、環境への負荷低減化を可能とする生産システムや材料加工の実現を目指したマイクロファクトリ技術、ネットシェイプ加工技術
- ・ 代表的なマイクロ・ナノファブ리케이션技術である MEMS (Micro Electro Mechanical Systems: 微小電気機械システム) 技術、中でもとりわけ大きな課題となっている異種材料の加工技術や低コスト化技術、さらにセラミックスの厚膜成形を可能とするための革新的なコア技術であるエアロゾルデポジション技術
- ・ 機械機能の長期にわたる信頼性の確保・向上にとって、とりわけ重要となる機械摺動部における摩擦・摩耗現象の制御、潤滑や異常の予知・診断、さらには微視的視点からの現象の本質的解明と、その応用などを目指した革新的トライボロジー技術などに関する研究開発を実施している。

研究計画の立案に当たっては、産業界等からのニーズや、これまでの当部門の研究ポテンシャル等を踏まえながら、次世代製造技術創成のための長期的戦略の構築という観点からの新たな提案を重要視している。

研究開発の実施に当たっては、当部門内の異なる研究グループ、産総研内の他の研究ユニットはもとより、産業界等の外部機関との間での密接な研究協力や連携を図り、融合化による新しい技術分野の開拓や効率的な研究開発の推進に努めている。

研究成果の発信、普及に関しては、学会への論文発表という形での学術分野への発信にとどまることなく、産業界等との直接的な連携による実用化を目指した活動など、研究成果の具体的出口を明確に意識した発信等を含め、多角的な展開を行うこととしている。

以上、当機械システム研究部門は、新規性や独創性の高い工業製品の創出 (プロダクトイノベーション) 研究とともに、工業製品のライフサイクル全体にわたる一連のプロセスに関する新たな製造技術の開発 (プロセスイノベーション) を推進するという立場に立って、社会ニーズに的確に応えるための産業界が今まさに必要としている技術開発から、未来を見据えた中長期的な課題の解決に向けたリスクの高い基礎研究に至るまでをバランスよく推進し、製造技術に関する新たな概念や技術の提示、及びその実現を通して、国内外における本格研究の中核的拠点化を目指している。

そして、これらの活動を通して、製造技術を中心とする産業技術の躍進と、21世紀の世界が目指す持続可能な社会の実現に対する貢献を果たしていきたいと考えている。

外部資金：

1. 天田金属加工機械技術振興財団 研究開発助成

「多軸プレスによる Mg 合金のネットシェイプ成形技術の開発」

2. 地域新生コンソーシアム研究開発事業
「マイクロ・ナノ立体構造基板の多接触効果を用いる低廉・高性能 Ni/MH 電池」
3. 地域新生コンソーシアム研究開発事業
「マイクロ圧縮成形システムによる細密樹脂部品の新加工技術開発」
4. 経済産業省 地域中小企業支援型研究開発 (共同研究型)
「マイクロスライダの開発」
5. 経済産業省 地域中小企業支援型研究開発 (技術シーズ持込み評価型)
「環境対応型研削装置の実用化研究」
6. 経済産業省 製造技術高度情報化研究開発事業
「超精密型の加工・計測技術の研究開発」
7. 経済産業省 製造技術高度情報化研究開発事業
「デスクトップ型工作機械技術の研究開発」
8. 環境省 環境省科研費
「研磨スラッジ産業廃棄物の再資源化及び利用技術に関する研究」
9. 文部科学省 科学研究費補助金
「光起電力効果の機能物性と光モータへの応用」
10. 文部科学省 科学研究費補助金
「アルミナ拡散防止中間層を含む作製容易なニオブ基金属用耐酸化コーティングの開発」
11. 文部科学省 科学研究費補助金
「自己組織化ナノ潤滑膜を用いた摩擦制御に関する研究」
12. 文部科学省 科学研究費補助金
「永久磁石とスマート流体を用いた省電力型電磁気軸受の開発と評価」
13. 文部科学省 若手任期付研究員支援 (継続1)
「単一分子機械・素子の動作確認と集積化」
14. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金
「酸化物系単結晶セラミックス共晶複合材料の超高温・高圧水蒸気環境下におけるクリープ変形の加

速機構の解明」

15. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金
「MEMS デバイスの耐環境・高信頼性集積化技術」
16. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金
「超高密度信号配線としてのナノワイヤーの特性評価技術」
17. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金
「AFM 機構を用いたナノメータスケール機械加工システムの開発」
18. NEDO エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
「衝撃結合効果を利用した窯業プロセスのエネルギー合理化技術に関する研究開発」
19. NEDO ナノテクノロジープログラム（ナノ加工・計測技術）
「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」

発 表：誌上発表130（113）件、口頭発表298（102）件、その他 20件

ファインファクトリ研究グループ

（Fine Manufacturing Systems Group）

研究グループ長：岡崎 祐一

（つくば東）

概 要：

機械製造現場における省スペース化・省エネルギー・低コスト化・迅速化・高速化・高精度化等の革新をもたらすと期待される「マイクロファクトリ」の創始者の主要なメンバとして、その産業界への普及を目的とし、(1) 講演・執筆等を通じた思想の普及、(2) 具体的機器開発とその評価を通じた可能性と方向性の提示、(3) 民間企業や国際的活動集団との協同による研究開発支援を進める。

研究テーマ：

運営費交付金「精密加工と精密加工機械に関する研究」

平成15年度は、研究開発による先導については、ユニークな要素を多く含む種々の開発に取り組み、それぞれ評価、システム開発、機構開発、要素開発と評価および製品開発を行った。他セクターとの連携に関しては、委員会および研究会において主導的役割を果たし、また個別企業との連携ではユニークな具体的機器開発の推進に貢献した。

[分 野 名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 小型／精密工作機械、超精密／マイクロ機械加工、精密機構、知的計測

研究テーマ（外部資金、詳細別記）：

3. 地域新生コンソーシアム研究開発事業
「マイクロ圧縮成形システムによる細密樹脂部品の新加工技術開発」
4. 経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）
「マイクロスライダの開発」
7. 経済産業省 製造技術高度情報化研究開発事業
「デスクトップ型工作機械技術の研究開発」
17. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金
「AFM 機構を用いたナノメータスケール機械加工システムの開発」

プロセスメカニズム研究グループ

（Advanced Process Technology Group）

研究グループ長：明渡 純

（つくば東）

概 要：

（研究の目的・目標）

次世代の超高速インクジェット装置や網膜投射型ディスプレイ、超高速光回路素子、高周波回路モジュール、燃料電池等を実現するため、実用的ナノ材料プロセス技術として、非熱平衡過程を利用した高速成形／コーティング／集積化技術を確立し、酸化物、窒化物など非金属機能性材料を対象に500℃以下のプロセス温度と10 μm 以下の微細パターンニング技術を実現し、MEMS、NEMS デバイスなどの製造技術への展開を図る。具体的には、エアロゾルデポジション法を中心に、そのメカニズム解明と機能性材料の低温・複合・集積化に取り組み、機能や省エネ性、デバイス製造コストの観点から本プロセス技術の有効性を実証する。H16年度末までの数値目標は、強誘電体材料、強磁性材料でバルク値の特性を800℃以下、従来薄膜値を500℃以下のプロセス温度で達成。高耐圧絶縁材料、耐磨耗材料でバルク値を超える電気機械特性を室温プロセスで達成。実証デバイスとして高速マイクロ光スキャナーを試作、動作速度33KHz、ミラー振角30°、駆動電圧30V 以下を実現。さらに、同時期までに少なくとも1つの用途で民間企業への技術移転を完了しデバイスの実用化を達成する。

（H15年度計画）

新規プロセス開発では、超微粒子ビーム成膜法（エアロゾルデポジション法：AD 法）による高速低温セラミックスコーティング、イオンビーム照射によるナノレベルの表面改質技術の基礎的検討を行う。このために、形成された膜や改質層の電気機械物性、微細構造などを評価し、理論モデルの構築、各種プロセス向上

の見通しを得る。このため計測評価技術では、微細加工した材料、粉末素材の弾性率評価や欠陥評価実施すると共に音波伝搬のシミュレーターソフトを完成させ、サブ μm 前後の粉体材料の機械物性を評価できるプローブ顕微鏡技術開発する。また、以上の結果に基づきデバイス開発の検討を進める。デバイス化の検証対象としては、圧電デバイス（光スキャナーなど）、誘電体デバイスの開発や燃料電池用材料の探索、半導体装置応用を前提にプラズマ耐食性の本格的な検討を行う。

（H15年度成果）

メカニズム解明に関して、原料粒子特性評価手法として、世界初の $1\mu\text{m}$ 粒径以下の微粒子単体での圧縮破壊強度の測定に成功、微粒子の衝突破砕モデルの検証をほぼ完了した。音波伝播のシミュレーションでは、バルク波の励起シミュレーションと実験を行い、位相速度走査法を用いる事により、異方性材料でもバルク波の伝搬方向の制御が可能である事を示した。プロセス向上の検討では、高速原子ビーム、レーザー、プラズマ照射によるエネルギー援用効果の基礎的検討を完了、その有効性を確認した。

また、以上のメカニズム検討を元に、圧電材料のAD法によるコーティングについて、 850°C のプロセス温度でバルク値を、約 500°C で従来薄膜値を達成。アルミナコーティングでは、世界で初めて常温プロセスにおいて、ビッカース硬度 2000Hv 、体積抵抗率 $10^{14}\Omega\cdot\text{cm}$ とほぼバルク値を達成した。また、衝撃バルク成形法において原料微粒子特性が膜物性に及ぼす影響を明らかにし、数 GPa の非常に弱い衝撃圧力でPZT材料を常温固化できることを実証した。

デバイス開発については、先のアルミナコーティングの応用として、半導体製造装置でキーコンポーネントである静電チャックを取り上げ、従来製品の吸着・応答特性を2倍以上向上することに成功、プラズマ耐食性についても十分な性能を有することを確認した。さらに、省エネ性についても検討を行い、全プロセス行程で、約82%のエネルギー消費低減効果を実証した。圧電応用デバイスとしては、Siマイクロマシニングや微細プレス加工で製作したSiや金属構造上にAD法で圧電厚膜を形成、 20kHz 以上の共振周波数、振れ角 20° 以上をもつMEMS光スキャナーデバイスや超音波デバイスの試作に成功、これらの結果を元に金属ベースMEMS、デスクトップMEMSファクトリ等の新たなプロセス開発のコンセプトを提示した。さらに、同手法で超高速空間変調素子素子、高周波回路モジュールの試作を行い基本的な動作を確認、また、金属基板上にイオン導電性薄膜を形成、薄膜燃料電池の試作に着手した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 イオン注入、エアロゾルデポジション、

コーティング、表面改質、超音波顕微鏡、プローブ顕微鏡、マイクロアクチュエータ、強誘電体、超微粒子、MEMS、 μTAS 、電子ビーム、セラミックス材料、厚膜

研究テーマ（外部資金、詳細別記）：

18. NEDO エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
「衝撃結合効果を利用した窯業プロセスのエネルギー合理化技術に関する研究開発」
19. NEDO ナノテクノロジープログラム（ナノ加工・計測技術）「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」

集積機械研究グループ

（Integrated Solid-State Electro Mechanical Instruments Group）

研究グループ長：前田龍太郎

（つくば東）

概要：

（研究の目的・目標）

半導体微細加工技術や実装技術等を駆使し、限られた空間中に多機能の機械要素を集積した機械システムを製造するための製造、パッケージ技術を開発する。

試作するシステムとしてはPZT材料を利用した光スキャナーや高周波スイッチ、流体操作マイクロシステムを試作する。

光スキャナーの数値目標は、網膜投写型ディスプレイ等への応用を目指し機械式振れ角度 15° 、ミラー大きさ $500\mu\text{m}$ 角、共振周波数X軸 20kHz 以上、Y方向 60Hz とする。この数値はディスプレイ用として現在実用化されている他の手法（電磁型と静電型の組み合わせ）に十分対抗できるスペックである。基礎技術が確立されたので、本年度は画像表示へも適用を中心に開発を行う。現在ピエゾを利用したマイクロアクチュエータの研究機関としてはスイスローザンヌ工科大学、米国ミネソタ大学、ペンシルバニア大学、旧オムロングループと同等の高いレベルにあり、特に厚膜領域のPZT膜作製ではトップレベルである。

高周波スイッチはスイッチング速度マイクロ秒オーダー、損失 0.1dB 以下を達成した。また長期安定性もオムロン等の国内メーカーの掲げている10の9乗サイクルより一桁上を達成する。特に今後無線LAN等で応用が期待される5～数 10GHz 領域での応用を目指す。この数値は世界的にもトップのミシガン大学のリベイツ教授グループの数値を凌ぐ。

流体操作マイクロシステムでは汎用的な実装を意識した流体継ぎ手の開発を行う。最高温度 100°C 、耐圧 10気圧 を目指す。現在流体デバイスの実装を念頭においた汎用的な流体継ぎ手の開発は世界的に例がなく、

カリフォルニア工科大学等をはじめとする各研究機関が散発的に開発を行っているのみである。この継ぎ手の仕様は今後応用が展開されるマイクロリアクタ（東大北森プロジェクト）等の3年後の目標スペックと遜色のない値である。

上記のデバイス群の試作達成のためには、PZT 材料の電気特性の向上、微細成形技術の精度向上・高アスペクト化、ガラス、シリコン材料の高精度加工、ポリマー材料の微細加工技術の確立が必要である。これらの要素技術の目標値も世界レベルのデータと遜色ない。

製造技術の最近のトレンドはアイデアを、如何に迅速に製品化に実現するかにかかっている（Bring me a product not an IP.）。本研究グループは学会での発表はもちろんのこと、産業界からの新しい要求の実現を最も重要な課題とし、迅速な対応に努めている。

（H15年度計画）

光スキャナーについては前年までの製造要素技術である材料開発（圧電定数の向上、結晶化温度の低下、内部応力の低減等）、X 軸方向について周波数およびダイナミックモードでの振動角度の目標を達成し、映像提示素子への応用を目指す。

高周波スイッチは設計および第2次試作を終え、基礎データを取得するとともに、駆動電圧の大幅な縮小と10年程度の長期信頼性確保のための材料開発を行う。

ナノインプリンティング等の金型マスター製造技術および PMMA や PC 材料の成形技術確立後に引き続き、ガラスを対象とした型技術を開発する。流体システムでは、前年までの各コンポーネント開発に引き続き、流体のレギュレータ、マイクロミキサー、手動バルブのセラミックス化を行い耐熱性の向上を目指す。

（H15年度進捗状況）

光スキャナーについては、前年までの製造要素技術である材料開発（圧電定数の向上、結晶化温度の低下、内部応力の低減等）、X 軸方向について周波数およびダイナミックモードでの振動角度の目標を達成し、映像提示素子への応用を開始し、光源開発とシステム化を行った。高周波スイッチは2回目の試作を完了し、特性を計測した。特に圧電と静電を組み合わせたアクチュエータにより駆動電圧の大幅な縮小を達成した。

ナノインプリンティング等の金型マスター製造技術および PMMA や PC 材料の成形技術確立後に引き続き、ガラスを対象とした型技術を開発し、100nm ラインアンドスペースでアスペクト比が3以上のガラスのナノ構造体の作成に成功した。流体システムでは、前年までの各コンポーネント開発に引き続き、流体のレギュレータ、マイクロミキサー、手動バルブのセラミックス化を行い耐熱性の向上を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 バイオ MEMS、光 MEMS、MEMS パ

ッケージング、マイクロ成形加工

研究テーマ（外部資金、詳細別記）：

2. 地域新生コンソーシアム研究開発事業
「マイクロ・ナノ立体構造基板の多接触効果を用いる低廉・高性能 Ni/MH 電池」
6. 経済産業省 製造技術高度情報化研究開発事業
「超精密型の加工・計測技術の研究開発」
9. 文部科学省 科学研究費補助金
「光起電力効果の機能物性と光モータへの応用」
15. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金
「MEMS デバイスの耐環境・高信頼性集積化技術」

循環型生産システム研究グループ

（Environmentally Conscious Manufacturing System Group）

研究グループ長：服部 光郎

（つくば東）

概要：

（研究の目的・目標）

循環型社会の実現には環境負荷の小さい生産技術が重要である。そこで製品設計の視点からは、製品ライフサイクルの最適化による環境負荷低減の実現のために、資源循環型製品及びその製品が提供するサービスのあり方を提示する。また、製品製造プロセスの視点からは省エネルギー化、低エミッション化のための要素技術、システム化技術を推進する。特に今年度は、中小企業支援を考慮した環境対応型新砥石の実用化研究を推進する。

（H15年度計画）

(1) 低エミッション複合加工技術の研究

①マイクロ複合加工機の加工精度の評価と要因解明、同加工機の剛性や動特性と加工精度への影響評価、加工機の最適構造、改良法の提案を行うとともに、環境負荷評価項目を検討する。また、新規な複合加工技術を提案し基礎実験を行う。②単結晶ダイヤモンドに総型形状を作り込む工具の開発を進め形状転写性を確かめる。

(2) 低エミッションシステム化技術（循環型生産技術）の研究

①排出量予測モデルの精度向上のための必要データの検討、収集を行う。②エミッションフリーミニユファクチャリングに関連するプロジェクトの立ち上げを目指す。

(3) 微細レーザ加工の研究

①フェムト秒レーザによる加工影響層の表面観察・分析評価を行う。セラミックスのレーザ加工プロセスを残留応力、硬さなどの項目も加えて考察する。②セラミック微小金型によるガラス成形加工技術について検討する。

(H15年度進捗状況)

(1) 低エミッション複合加工技術

開発中の複合加工機につき H14年度までにヘッドの取り付け誤差などを計測評価したが、H15年度は種々の加工物に対してドリルやエンドミル等を用いて加工を行った場合の動剛性、振動特性について切削実験を行い、低剛性に起因するデスクトップ複合加工機の精度低下について解析した。検討結果から剛性を高めるための改良、及び低剛性小型工作機械切削加工の可能性について考察した。

デスクトップ複合加工機の特徴を明示するための新規複合加工技術を2件提案し、そのうちの1件について基礎実験を行い、実現可能なことを確認し、高能率、高精度化のために必要なシステム構成を提示した。H15年度より単結晶ダイヤモンドに総型形状を作り込む工具の開発を開始し形状転写を試みた。

(2) 低エミッションシステム化技術

H14年度までに構築した排出量予測モデルの精度向上のための必要データの検討、収集を行った。

(3) 微細レーザ加工の研究

ナノ秒レーザおよびフェムト秒レーザ加工結果を表面観察し、元素、残留応力、硬さ分布について比較することで、セラミックスのレーザ加工現象を考察した。H15年度は加工影響層の測定項目に残留応力、硬さなどを加え、セラミックの材料除去プロセスについて考察した。また、加工用レーザの反射光を用いた加工除去量測定法について、H15年度には焦点距離の変更や反射光パターンの分析方法について検討を行い、さらなる高精度化を目指した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] マイクロ複合加工、低エミッション生産システム、リサイクル設計

研究テーマ (外部資金、詳細別記) :

5. 経済産業省 地域中小企業支援型研究開発 (技術シーズ持込み評価型)

「環境対応型研削装置の実用化研究」

循環型材料加工研究グループ

(Net Shape Forming Group)

研究グループ長: 松崎 邦男

(つくば東)

概要:

(研究の目的・目標)

環境負荷低減と材料の高性能化を目的として、粉末冶金法および塑性加工法の高度化による材料成形技術の開発を行なう。環境負荷低減に有効な軽量材料であるマグネシウムおよびチタン材料に関して、粉末製造法と固化成形法の検討により機械的特性および成形性に優れ、さらに環境負荷低減を目指した素材製造法の開発を行なう。また、難加工材であるマグネシウムお

よびチタンの加工法の開発を目指す。

(H15年度計画)

Ti、Mg 合金等の粉末成形技術および塑性加工技術について型技術も含めた開発を行い、形状付与と機能付与を併せた低環境負荷型の成形プロセスの確立を目指す。マグネシウム合金に関しては粉末法により耐熱性を有する Mg 合金の開発を行なう。また、マグネシウム板材の高性能化と環境負荷低減、コスト低減を目指して溶湯直接圧延法によるマグネシウム板材の製造法連続鋳造を開発するために、双ロールを用いた溶湯の成形装置の開発を行う。Mg 合金の温間押し加工を実施し、静水圧、背圧、ひずみ速度などを変化させ、加工温度の低減を目指す。粉体成形の自由度を拡大するためのプロセスの検討をおこない、低環境負荷型の成形プロセスを確立する。特に、ラピッドマニファクチャリング、発泡素材のような多様性のある形態の素材技術、鍛造における環境負荷の低減化、などを目指す。グラファイト及びナノダイヤモンドをインプラネーションした金型、ナノダイヤモンドを添加した潤滑剤を開発し、それらを用いて成形潤滑試験を行う。

(H15年度進捗状況)

耐熱性をたかめるために希土類および Si を含む合金の溶解を可能とし、その粉末を作成することができた。また、SiC を分散した Mg 合金を粉末プロセスにより作製することにより耐熱特性を改善した。さらにその成形性を調べた結果、250℃で60%の加工が可能であることを明らかにした。このことは耐熱マグネシウム合金など多くのマグネシウム合金でも粉末法で作製することにより種々の形状への成形が可能であることを示しており、応用の可能性が広がると考えられる。マグネシウム合金板材を溶湯から直接成形するため溶湯圧延機の開発を行い、AZ61合金について、幅50mm、厚さ3mmの板材を作製することができた。Mg 合金 AZ61の温間側方押し加工を行った結果、押し出し径が大きな素材ほど、低い温度で押し出し加工が出来ることを見出しており、素材の履歴により成形性が異なることが分った。また、成形性は加工速度に依存し、5mm/min にした場合、175℃で押し出し加工でも、割れのない4枝部品を成形でき、加工温度の低減を行った。

ラピッドプロトタイプ成形ではチタン材料の積層造形やグリーンマシーニングにより種々の形状への成形を可能としており、医療分野への応用の可能性の検討を行った。発泡素材に関する研究開発を中心にすえて開発研究を行った結果、多様なプロセスの可能性を明らかにし、気孔率98%、密度0.14の高気孔率発泡ステンレスを作製することができ、実用化への展望を示した。

塑性加工の潤滑に関しては、噴射圧力1.0MPa で噴射可能なナノ炭素材料高速噴射装置を作製し、冷間工

具鋼への自己潤滑性コーティング層の創製が可能となった。また、ナノダイヤモンドを均質に分散させた水系潤滑剤を開発した。リング圧縮試験により潤滑性能、焼付き抑制効果について評価した結果、従来のコーティング処理、潤滑剤に比べ、潤滑特性は同程度であるが、室温から温間領域（200℃以下）での焼付き抑制効果は大きく成形品の品質と寸法精度の向上が可能となっており、金型への応用によりドライ成形の可能性を示した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 塑性加工、粉末冶金、ネットシェイプ加工

研究テーマ（外部資金、詳細別記）：

1. 天田金属加工機械技術振興財団 研究開発助成「多軸プレスによる Mg 合金のネットシェイプ成形技術の開発」
8. 環境省 環境省科研費「研磨スラッジ産業廃棄物の再資源化及び利用技術に関する研究」

循環型機械材料研究グループ

(Ecology-Oriented Structural Material Group)

研究グループ長：市川 冽

(つくば東)

概要：

(研究の目的・目標)

循環型社会の構築に寄与するために、低環境負荷機械材料の材料設計・製造プロセス技術及び性能評価技術の開発を通じて、これらの技術革新に必要な指針を提供する。低環境負荷機械材料の実現を目指して、高速超塑性加工、放電プラズマ焼結及び噴射成形プロセスの要素技術を確立するとともに、この3つのプロセス技術によって製造された低環境負荷機械材料を性能評価技術で材料評価し、標準化に資する。低環境負荷機械材料の目標値は、強度：従来材の2倍以上、靱性：従来材の1.5倍以上、耐食性：従来材の5倍以上、超塑性成形性：従来法の10倍以上を、板厚1mm 以上で達成する。このような低環境負荷機械材料は世界的に見ても例がないので、各要素技術の研究は世界レベルにある。

(H15年度計画)

全体計画として、低環境負荷機械材料の実現を目指し、高速超塑性加工、噴射成形プロセスの要素技術を確立する。

次に各要素技術の平成15年度計画について述べる。

- (1) 高速超塑性加工用ステンレス鋼材の製造プロセスの開発

高速超塑性を発現し、かつ、高強度であるナノ結晶 SUS304の高速超塑性ガスバルジ成形用板材の試作に向けて、製造工程を決定する。超塑性ガスバルジ成形によれば、複雑形状で一体のステンレス板成

型品（化学プラント内の部品など）を1成形工程で製造可能となる。本年度は最終目標である直径120mm の円板素材を製造するための加工熱処理工程を決定する。

- (2) 噴射成形プロセス技術の開発

Mg 合金 AZ91D の噴射成形法の適用条件を、更に具体化するとともに、結晶粒の異方性が強度および高温延性に与える影響を把握することにより、家電機器・情報機器、特にデジタルカメラ、PDA、ノートパソコン、携帯電話、MD などの筐体への利用を図る。

(H15年度進捗状況)

- (1) 高速超塑性加工用ステンレス鋼材の製造プロセスの開発

15年度までに冷間強加工→焼なましで達成していた SUS304結晶粒微細化加工熱処理のための加工部分に従来法の冷間加工のみではなく温間加工と冷間加工とを組み合わせた組織制御処理で得られたものが所定の伸び特性を示すことを確認した。

- (2) 噴射成形プロセス技術の開発

難加工材の代表である Mg 合金を加工するため、試作した恒温圧延機を用い、これを Mg 合金、AZ91D に適用し、その高温変形挙動を調べた。すなわち、再結晶により微細化された AZ91D を再結晶温度以下の種々の温度およびひずみ速度で引張り、そのときの高温変形に要する活性化エネルギーを求めた。その結果、 $124\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ の値が得られ、この値は Mg の自己粒内拡散に要する活性化エネルギーにほぼ等しい。したがって、再結晶された AZ91D の高温変形挙動は、Mg の自己粒内拡散に律速されたものと考えられる。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 高強度、高機能、環境適合、高温材料

トライボロジー研究グループ

(Tribology Research Group)

研究グループ長：安藤 泰久

(つくば東)

概要：

ナノスケールから大型のシステムまで、トライボロジー全般に係わる横断的かつ基礎・基盤的技術の向上を図ることにより、我が国の産業競争力強化に貢献する。そのために、トライボロジーを境界領域における新しい学問分野として位置付け、その体系化を目指す。マイクロ/ナノトライボロジー、サステナブルトライボロジー、メンテナンストライボロジーを重点研究課題として、他の研究ユニットと連携しつつ国内外の研究機関や企業との共同研究を積極的に展開し、最先端の技術情報拠点となるべくグループ内研究者個人の研究ポテンシャルを高めるとともに、産業界の根幹

技術であるトライボロジー技術の向上と普及に努める。
研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

(外部資金、詳細別記)：

10. 文部科学省 科学研究費補助金 「アルミナ拡散防止中間層を含む作製容易なニオブ基金合金用耐酸化コーティングの開発」
12. 文部科学省 科学研究費補助金 「永久磁石とスマート流体を用いた省電力型電磁気軸受の開発と評価」
13. 文部科学省 若手任期付研究員支援 (継続1) 「単一分子機械・素子の動作確認と集積化」
16. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金 「超高密度信号配線としてのナノワイヤーの特性評価技術」

先進材料・構造健全性研究グループ

(Advanced Materials & Structural Integrity Research Group)

研究グループ長：平野 一美

(つくば東)

概要：

先進材料・構造システムの最適構造設計および破壊防止設計指針を策定するために、マクロ・ミクロな観点から変形、破壊メカニズムの解明を通じた損傷許容性評価研究を行うとともに、統合化モデリングとシミュレーション手法を援用することにより、長期耐久性評価や寿命・余寿命予測に関する研究開発を実施する。また、機能検証から信頼性確保が実用化のキーとなりつつある MEMS の信頼性向上を図るための研究開発を実施する。さらに、材料データベースのみならず製造プロセス・設計データベースを包含したシステムデータベースの構築を図り、先進材料関連知的基盤の整備を促進させる。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5

(外部資金、詳細別記)：

14. NEDO 産業技術研究助成事業費助成金 「酸化物系単結晶セラミックス共晶複合材料の超高温・高圧水蒸気環境下におけるクリープ変形の加速機構の解明」

複雑現象工学研究グループ

(Applied Complexity Engineering Group)

研究グループ長：市川 直樹

(つくば東)

概要：

要素還元的な手法では現象の解明・予測などが困難となる、複雑で大規模な非線形システムに対して、現象解明および診断・予測予知を高精度に実現するため、全体パターン・多様性・フラクタル・カオスと言う複

雑系的な視点を機械工学に導入し、要素還元にとらわれない新しいパラダイムを工学の分野に拓くことを目標とする。複雑系の研究はこれまで経済学・脳科学などを対象にされてきたが、機械工学に応用するというこうした試みは世界的にも例がない。

この中期における具体的な目標としては、グループや研究所内外の研究者との交流・議論を通して、こうした概念・手法を具現化できるようなプロジェクトの提案を行うこととする。各自の研究を複雑系的な観点から、ソフト・ハード両面に対して捉え直し、その可能性を探る。時空間パターン計測技術の開発として、配管内あるいは多孔質内の混相流の界面断面形状などのパターンを観察可能にする X 線 CT 装置等の開発を行う。

(H15年度計画)

H15年度は、H14年度に引き続き、各自がこれまで手がけてきた研究テーマを、全体パターン・多様性・フラクタル・カオスと言う複雑系的な観点から、ソフト・ハード両面に対して捉え直すとともに、グループとしての共通基盤となる研究シーズを見つけた。

- 1) パターン形成メカニズムの解明：外力などを受け、多くの要素が相互作用する系における複雑挙動からの階層的組織化・パターン化に至る過程の解明を目指す。横風中での大量弾性ロッド群や二相流中の気泡群の挙動などをモデルとした実験を行い、取得された時間的・空間的データの分析に取り組む。
- 2) 時空カオスの工学的応用：結合振動子系や流体など非線形系に生じる時間的にも空間的にも複雑な現象(時空カオス)の工学的応用を目指す。カオス、進行波、孤立波、自励振動等の制御(安定化と切り替え)により、熱や物体の高効率輸送を行うための基礎データの取得と解析・制御法の検討を行う。特に気液二相流の非線形統計解析を進め、断面のボイド率の変化や差圧などの時系列データ解析手法を確立させることに取り組む。

研究テーマ：テーマ題目6

[テーマ題目1] [マイクロ/ナノトライボロジー] (運営費交付金)

[研究代表者] 安藤 泰久 (機械システム研究部門トライボロジー研究グループ)

[研究担当者] 石田 敬雄、藤澤 悟、三宅 晃司、是永 敦 (職員5名、他4名)

[研究内容]

自己組織化膜 (SAM) のナノトライボロジーへの応用に関して、機能性分子を表面に配列・固定化するための技術として、アルキル置換ポルフィリン・フタロシアニン誘導体を用いた分子テンプレートの開発を行った。その結果、置換基の長さを変えることにより、自己組織化膜の配列構造および安定性を制御できることを示した。

さらに、これら誘導体分子を潤滑剤等のモデル分子として AFM による摩擦試験を行った。その結果、摩擦力と分子の吸着構造との相関関係があることが示された。また、自己組織化多層膜を用いて自己組織化単分子膜で得られていた摩擦係数0.2を0.1以下に低減することに成功した。

マイクロ/ナノ表面制御・計測技術に関して、サブ μm サイズの曲率半径を有する突起を集束イオンビーム加工により作製し、その突起上の摩擦力および引き離し力を AFM により測定した。測定を大気中から真空中で行うことにより、マイクロ荷重下の摩擦力及ぼす凝縮水の影響を明らかにすることを試みた。その結果、 10^{-5}Pa 程度の真空中では、大気中比較して摩擦力、引き離し力ともに僅かながら減少することなどが明らかになった。また、ナノ領域における各種材料の機械的特性評価技術を確立するために、AFM を用いたナノインデンテーション計測について検討し、さらにナノインデンテーション、及びレーザー誘起弾性波測定との比較から、それぞれの手法の長所および短所を洗い出した。その結果、汎用の原子間力顕微鏡 (AFM) を用いてナノインデンテーション測定するためのデータ処理法を開発し、汎用の AFM による機械的特性評価が可能になることを示した。更に本手法により、特に従来のナノインデンテーション装置では測定が困難であったポリマーなどの軟らかい薄膜材料の機械的特性評価が可能になる。この手法は、汎用の AFM を用いた測定が可能であるので、無機材料だけでなく、有機材料や半導体、MEMS などの極微小構造体の機械的特性評価にも適用可能で、広範に普及していくものと考えている。

機能性流体の機械要素への応用に関して、液晶で潤滑したジャーナル軸受の静特性について、回転軸と軸受を電極として軸受全周に電圧を印加したときの軸心位置・摩擦トルク・圧力分布を測定し、液晶の流体潤滑特性および軸心位置の制御性を実験的に明らかにした。工業用潤滑油で潤滑した従来のジャーナル軸受特性と比較することによって、液晶潤滑ジャーナル軸受では同じ負荷容量を最大40%程度低い摩擦トルクで得られること、軸心軌跡が異なることなどを明らかにし、その原因が局所的粘度増加によるものであることを示した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化、低摩擦、凝縮水、分子テンプレート、インデンテーション、AFM、電気粘性流体、ジャーナル軸受

【テーマ題目2】 [サステナブルトライボロジー] (運営費交付金)

【研究代表者】 日比 裕子 (機械システム研究部門トライボロジー研究グループ)

【研究担当者】 村上 敬、間野 大樹 (職員3名、他5名)

【研究内容】

溶射法によるシリンダライナー用トライボマテリアルの開発に関して、これまでに開発したアルミ合金ベース材料の摺動用材料について、その耐摩耗メカニズムの解明を進めるとともに、広く他用途への展開を図ることを目的として基本特性のデータベース化を推進している。開発した10種類の溶射材料に加え他の20種類の摺動用材料について、トライボロジー特性、マイクロ組織・組成、機械的特性のデータ取得を完了した。

SPS 法によるチタン系複合材料の開発に関して、温室効果ガスの排出を抑制・削減するため、二酸化炭素を排出しない水で作動・潤滑するためのシステムの開発を行っている。水中での耐食性の高いチタン基複合材料を水で潤滑した場合、水中に 10^{-4}mol/l から 10^{-1}mol/l の濃度に相当するアルコキシシランを添加することにより、摩耗が1/2から1/600に低減することを見出した。

高温強度に優れる Al_2O_3 に固体潤滑剤 BaCrO_4 を添加した複合材料は高温での摩擦特性が期待できるが、相対密度が低く耐摩耗性に問題がある。従って SPS、LPPS 法による高温用複合材料の開発に関しては、当該複合材料に各種焼結助剤を添加し、耐摩耗性の改善を試みた。また昨年度 1400°C まで優れた耐酸化性の示すことが明らかになったニオブ基金金用耐酸化コーティングについて、減圧プラズマ溶射 (LPPS) 法で作製できるか試みた。 Al_2O_3 -50mass% BaCrO_4 に SiO_2 、Ag 等を添加した複合材料を放電プラズマ焼結により作製し、高温摩擦・摩耗特性の評価を行った。また LPPS 法+パックスメンテーション法を用いて Mo-Si-B 系コーティングがニオブ基金金上に形成できるか試みた。その結果、 Al_2O_3 -50wt% BaCrO_4 複合材料に焼結助剤として5wt% SiO_2 を添加することにより、摩耗量を約1/10に減らすことができた。また目的で述べたニオブ基金金用コーティングを LPPS 法+パックスメンテーション法でも作製できることを明らかにした。

トライボロジー特性データベースの構築のために、標準試験機 (SRV 型振動摩擦摩耗試験機) のラウンドロビン試験を主導した。試験には国内4企業と産総研が参加し、ASTM や DIN に規定される潤滑剤と摺動材料の評価試験を行った。その結果、試験対象の潤滑剤と摺動材料が安定した摩擦挙動を示す場合、解析パラメータの選定や試験機の状態など、通常注意されることの少ない影響因子による差違が無視できなくなることが明らかになった。標準試験機の使用にあたっては本質的なばらつき以外の影響因子を極力排しながら計測の妥当性や再現性を総合的に検討する必要がある、ラウンドロビン試験などの横断的な取り組みが計測データの信頼性向上に有効であることを示した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 水潤滑、チタン基複合材料、放電プラズマ焼結法、減圧プラズマ溶射法、摩擦摩

耗試験、ラウンドロビン試験

〔テーマ題目3〕超耐熱構造材料の長期耐久性評価に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 原田 祥久（機械システム研究部門 先進材料・構造健全性研究グループ）

〔研究担当者〕 原田 祥久、平野 一美（職員2名）

〔研究内容〕

融液成長複合材料（MGC）について、超高温・高圧水蒸気環境下におけるクリープ試験を実施し、その特性を系統的に調べた。高圧水蒸気によるクリープ加速現象の発現には水素・水蒸気等の拡散が大きく起因しており、クリープ速度は水蒸気圧に依存した。また、昇温脱離ガス分析法により水素・水蒸気のトラップ状態、脱離ガス量の定量分析を行い、その劣化因子を同定した。さらに、第一原理計算を用いて材料中での水素・水酸化物イオンの構造エネルギー安定性を調べ、超高温・高圧水蒸気環境下におけるそれらの拡散挙動を解析した。

エネルギー機器や輸送機等の模擬実環境（超高温～1700℃・高圧水蒸気～10atm）下における耐久性試験が実施可能な模擬実環境材料試験評価装置を世界に先駆けて開発・整備し、これまでほとんど評価研究がなされていない極限環境下の破壊強度特性や長期耐久性データを取得した。特に、クリープ変形に加速現象が生じることを見出し、水素／酸素／水酸化物イオンの拡散挙動と転位との相互作用から明らかにした。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 融液成長複合材料、クリープ加速現象、第一原理計算

〔テーマ題目4〕MEMSの信頼性確保及びNEMS実現に向けた萌芽的研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 鈴木 隆之（機械システム研究部門 先進材料・構造健全性研究グループ）

〔研究担当者〕 鈴木 隆之、平野 一美（職員2名、他1名）

〔研究内容〕

ハイブリッド・ナノキャラクタリゼーションにより強磁性形状記憶合金等の機能発現メカニズム、機能劣化メカニズムの解明に関する研究を継続した。また、シミュレーション手法を援用することにより、MEMSの信頼性確保、耐久性向上のための設計指針の策定を図る。さらに、MEMSやNEMSの構成微小材料のメカニクスに関する研究を継続した。

ハイブリッド・ナノキャラクタリゼーションにより強磁性形状記憶合金 Fe-Pd の磁場印加と変態温度との関係を明らかにした。また、磁場印加と変態ひずみの関係を求め、そのメカニクスを明らかにした。さらに、シミュレーション手法を援用し、磁気力顕微鏡測定における逆問題解析に着手しハイブリッド・ナノキャラクタリ

ゼーションの高度化を図った。

NEMSの実現のための新たなパラダイムの構築を試み AFM、MFM 等をハイブリッドに用いる新たなナノキャラクタリゼーション手法を提案・開発し、強磁性形状記憶合金の機能発現メカニズム、機能劣化メカニズムの解明に有用であることを明らかにしている。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 NEMS、強磁性形状記憶合金、ハイブリッドナノキャラクタリゼーション

〔テーマ題目5〕先進複合材料の知的基盤整備促進に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 平野 一美（機械システム研究部門 先進材料・構造健全性研究グループ）

〔研究担当者〕 平野 一美（職員1名、他2名）

〔研究内容〕

樹脂系及び金属系複合材料を中心とした損傷許容性の評価研究を継続し、先に開発・構築した ACMSDs (Advanced Composite Materials Database System) をさらに充実させた。また、材料データベースのみならず製造プロセス、設計データベースを包含するシステムデータベースの構築・整備等について研究提言として取りまとめた。

先進材料・構造システムの研究開発課題を明らかにし知的基盤の構築・整備に関する研究提言としてまとめられたことは今後の研究開発プログラム等の策定にも寄与するものである。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 先進複合材料、知的基盤、システムデータベース

〔テーマ題目6〕〔複雑系の機械工学への応用に関する研究〕（運営費交付金）

〔研究代表者〕 市川 直樹、三澤 雅樹、鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富

〔研究内容〕

a) 非線形統計量による複雑流動の評価（民間受託）

二相流（液体と気体が入り交じった複雑な流れ）の数値シミュレーション技術の検証を目標に、決定論的ダイナミクスに基づく非線形統計量を用いた評価システムを構築した。有効性について意見が分かれていた、従来の差圧時系列の相関次元解析手法の問題点を明らかにした。計測手法としては流れの局所情報を直接測定する断面ポイド率測定を行い、解析手法として有効性は主張されていたものの、実システムの解析には用いられてこなかった可変時間遅れを用いた最適軌道再構成法と生体時系列の解析に用いられていたポイント相関次元法を初めて二相流解析に適用することにより、高い信頼性を持つ流れのダイナミクスの評価が可能となった。どのような流動状態に対して手法が有効か、必要データ数の条

件など適用の限界が明らかになりつつあり、さらなる精度・信頼性の向上を図るとともに、空間情報をも用いた非線形時空間データ解析への展開を試みている。

b) 高性能3次元 X 線 CT の開発

高性能3次元 CT の装置開発を共同研究先の会社と進め、製品化を行っている。同手法は、従来の3次元 CT では困難であった平面状のサンプルを高分解能で可視化するもので、特に電子部品の検査等への応用が期待できる。所内のプロトタイプ機を用いて各種サンプルのデータ蓄積を行うとともに、効率的データ収集法や高性能化に関する技術開発を継続して行なっている。また、測定された複雑な3次元構造のデータを用いて、強度計算や内部の空隙内の流れなど、これまで計測不可能な分布情報を得ることが可能なことを実証した。

c) 多数ロッド群の一樣流中における空間パターン挙動に関する研究

非線形な相互干渉を伴う非常に多数の振動子集団における時空パターン形成過程に関して、風洞を用いた一樣流中の弾性ロッド群の挙動を例に、実験的研究を行っている。今年度は、現象のモデル化に関して、個々の弾性ロッドの運動が平衡点と楕円軌道との間の遷移で、この遷移の“雪崩”的な連鎖反応が、全体のロッド群としての波動パターンを形成していると仮定し、ロッド遷移の定式化を行った。一方、時空パターンの制御実験に関しては、基礎データの蓄積と平行して、全ロッドの振動を計測する新たなデバイスの開発を行い、圧電素材や発光ダイオードを組み合わせた計測制御法について試作および検討を行った。

d) 反応拡散素子による機能の発現

空間的に分布した膨大な数の素子の協調動作により機能を発現する分散機械システムの開発を目指して研究を行っている。制御原理として反応拡散現象を用い、興奮波の伝播を利用した知的搬送システムを提案し、数値シミュレーションにより多数の入出力ポートを持つ搬送・混合器の様々な動作を確認した。10素子一次元結合基板における興奮波の伝播を確認し、25枚の基板（計250素子）を製作した。この基板を用いた2次元結合実験装置の設計を行い、現実の時空パターン発現と検証にむけて研究を進めている。

e) マイクロ流体へのカオス・フラクタルの応用

カオス・フラクタルなどの工学応用によりマイクロ流体での問題点のいくつかを解決できる可能性がある。今年度は実際にマイクロ流路内の流れ挙動に関する解析と実験を行った。特に気体と液体が混在し、毛細管力により吸い込まれていく現象に関して、マイクロ流体で特徴的な矩形流路内での挙動につい

て調べた。無次元化解析によりこれまで明らかにされていた円管内の動きと同じ理論式に従うことと、理論と実験の比較から実効的な毛細管力、動的な接触角を測定できることを明らかにした。また、カオスの混合に関する文献調査などを引き続き行った。壁面から圧力振動を加えることで、カオス的な引き延ばし・折りたたみの2液の混合を行う手法があることから、これらのマイクロ流体への適応可能性を検討した。

f) 生体系における自己組織化（協同現象）

機械系では一般に外力に対して固定的な応答を示すのに対して、生体系では同じ外力でも多様な応答性を示すことが知られており、この多様性は生体系の種の存続に非常に重要である。この生体系の示す多様性、複雑性に着目して、個体（生体）間相互作用や刺激・反射（反応）に対する理論解析を中心とした基礎的アプローチを行っている。今年度は、特に乳幼児期の原始反射、非言語コミュニケーションに着目することにより、従来言語に密接に結びついていた“意識”の概念の再構築を試みた。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 複雑系／カオス／フラクタルの応用・制御、マイクロ・高速 X 線 CT、マイクロ流体

⑱【ナノテクノロジー研究部門】

(Nanotechnology Research Institute)

(存続期間：2001.4～)

研究部門長：横山 浩

副研究部門長：南 信次、阿部 修治

総括研究員：徳本 洋志、松本 和彦

所在地：つくば中央第2事業所、つくば中央第4事業所、つくば中央第5事業所、つくば東事業所

人 員：51 (49) 名

経 費：1,277,895千円 (662,650千円)

概 要：

(1) ミッション

ナノテクノロジー研究部門は、産業技術総合研究所におけるナノテクノロジーの中心として、ナノメートルスケールにおける物質研究の新たな手法やコンセプトの開拓から、生体を含むナノ構造物質の持つ諸現象の解明と応用、そしてそれらの産業技術への展開までを幅広く先導することを使命とする。

(2) 目標

1. ナノテクノロジー研究部門は、産業技術総合研究所におけるナノメートルスケール科学技術研究開発の中核部門として、“原子分子精度の物

質・材料科学技術”、“ナノメートルスケールの計測評価技術”、“ナノデバイス・システム技術”の研究開発を総合的かつ先駆的に展開する。

2. ナノテクノロジー分野におけるセンター・オブ・エクセレンスの一つとなるべく、国内外の産官学研究機関との研究連携を積極的に推進する。
3. 産業技術を指向したブレークスルーを探求し、また、自らが起業家精神をもって、生み出した技術シーズを柔軟かつ速やかに産業技術へと展開する。

(3) 研究の概要

○ ナノテクノロジーのタイプと重点研究分野

ナノテクノロジーは対象と手法において広範であるが、研究開発の方向性と意義という観点から、概ね次の3つのタイプに分けることができる。

タイプⅠ 強化型ナノテク：既存の産業技術を拡張・強化するナノテクノロジー
 キーワード：省エネルギー、省資源・ゼロエミッション・リサイクル、高スループット、オンデマンドマニュファクチャリングなど

タイプⅡ 創生型ナノテク：新たな科学技術分野を創出するナノテクノロジー
 キーワード：分子素子、量子計算、量子材料、バイオナノテク、自己組織、ナノロボティクスなど

タイプⅢ 手段型ナノテク：研究ツールのブレークスルーを提供するナノテクノロジー
 キーワード：ナノシミュレーション、超微細加工、ナノ計測、コンビナトリアル合成など

ナノテクノロジー研究部門は、おのおののタイプの差異を鮮明に意識し、産業界、学界に大きなインパクトを持つ独自性のある研究開発課題に研究資源の集約を図ることで、メッセージ性と先導性のある研究開発を推進することを旨とする。とくに、複数のタイプの研究開発を、階層的に連携させ、相互強調を図ることで、さらに大きな発展と循環的な研究開発サイクルの構築を目指す。

重点研究分野および研究課題は、時に応じてダイナミックかつ柔軟に変化していくべきもので、固定的に与えられるものではない。ここではカテゴリカルに、対応するタイプを付して例を挙げる。

- (1) 量子ナノ構造と量子機能材料・デバイス・Ⅱ、Ⅰ
- (2) ナノ計測技術とナノサイエンス……………Ⅲ
- (3) ソフト複雑系ナノシステム……………Ⅱ、Ⅰ
- (4) ナノ物質の構造・機能理論・シミュレーション……………Ⅱ、Ⅲ

- (5) ナノマニュファクチャリング材料・技術・システム……………Ⅰ、Ⅲ
- (6) ナノバイオ・メディカルテクノロジー…Ⅰ、Ⅱ
 加えて、研究開発の機動化、高速化、低コスト化および公的研究機関の役割の視点から
- (7) ナノテクノロジー基盤整備・社会貢献を挙げる。

それぞれの研究開発カテゴリーの特徴に応じて、目標設定、体制、資源配分、アプローチは異なる。ナノテクノロジーが、長期的な視点からは未だ揺籃期にあり、個人個人のアイデアがドライビングフォースとなつて、根本的な革新がもたらされる領域であることを考慮すると、自由闊達な試行錯誤の中から生まれる力強い芽を見逃さずに、そこに内在する強みと発展への氣勢を間違わずに発揮させることが、現時点においては、最も重要な組織的役割であると考えられる。

ナノテクノロジーは分野横断的で、物性物理・デバイス技術からバイオ・医療までその範囲は広い。また、基礎から応用への時間軸においても、短期的な応用が期待されるディスプレイ技術やナノ粒子、医療デバイス、計測技術などから、長期的に21世紀の産業革命をもたらす、産業技術の根幹の変革まで、その視野は大きく広がっている。

産業技術総合研究所が進めるナノテクノロジー研究開発は、産業技術の開拓に焦点をあてつつ、ナノテクノロジー全般に長期的な平衡感覚をもったものでなくてはならない。ナノテクノロジー研究部門では、ナノテクノロジーが生み出す産業技術の特徴として、省エネルギー・省資源、高機能、低コストを設定し、基礎から応用にわたって研究課題をシームレスに配置することを目指している。

外部資金：

科学技術振興事業団「カーボンナノチューブの特性制御と単一電子プローブの試作」(475千円)

科学技術振興事業団「高分子の階層的自己組織化による再生医療用ナノ構造材料の創製」(225千円)

科学技術振興事業団「走査プローブ法を用いた超微細相関デバイス作成」(125千円)

科学技術振興事業団「分子性物質の開発と物性評価」(325千円)

科学技術振興事業団「分子性物質の材料化」(105千円)

科学技術振興事業団「ナノ評価技術開発」(325千円)

科学技術振興事業団「高速・光ナノプローブの研究」

(227千円)

社団法人日本アルミニウム協会「近接場光学顕微鏡を用いた局所陽極酸化修飾による軽金属 (Al、Ti、Mg etc.) 表面の極微細加工と微小光学素子形成・評価への応用」(500千円)

経済産業省「染色体の構造と機能解明のためのナノデバイスに関する総合研究」(10,960千円)

経済産業省「新しい情報処理プラットフォームのためのアクティブ原子配線網に関する研究」(45,828千円)

経済産業省「界面メゾスコピック構造に関する研究」(125,245千円)

経済産業省「ホウ素系新超伝導物質の材料化基盤研究」(6,390千円)

経済産業省「カーボンナノチューブエレクトロニクスに関する研究」(29,891千円)

文部科学省「半導体・金属グラニューラー構造の非線形磁気伝導現象の解明とデバイス応用」(5,600千円)

文部科学省「分子の電気伝導の理論」(600千円)

文部科学省「単一種分子から成る新規伝導体の開発と応用」(15,034千円)

文部科学省「ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム」(157,093千円)

新エネルギー・産業技術開発機構「ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)ナノカーボン応用製品創製プロジェクト」(22,987千円)

新エネルギー・産業技術開発機構「ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)ナノ機能合成技術プロジェクト」(167,301千円)

内部資金:

内部 Grant (新規) ナノテク、材料・製造技術分野「極微小プラズモン光学素子の開発」(18,153千円)

ハイテクものづくりプロジェクト(継続)「スーパーインクジェットによる環境適応型デバイス製造技術」(19,140千円)

ハイテクものづくりプロジェクト(新規)「アクティブ

ターゲティング用新規 DDS ナノ粒子の作製」(23,987千円)

Focus21プロジェクトに代表される大規模産学官連携集中プロジェクト支援のための予算「ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム」(217,392千円)

発表: 誌上発表107(101)件、口頭発表327(115)件、その他5件

ナノ構造物性理論グループ

(Nanomaterials Theory Group)

研究グループ長: 阿部 修治

(つくば中央第2)

概要:

分子の磁性を電子的に制御する可能性について、昨年度までに構築したモデルを拡張して、実験的に合成されている芳香族系分子などに適用し、厳密対角化手法により、長距離クーロン相互作用を有する多電子系のスピン状態を計算した。特にドーピングや光励起による変化を調べ、最近の実験事実を説明した。分子の高感度センシングに関して、分子ワイヤなどのナノ構造の電気伝導を第一原理計算や半経験分子軌道計算、モデル理論を駆使して計算した。特に、標的分子の捕捉による局所ポテンシャル変化が電気伝導に及ぼす影響について一般的なモデル系での計算を行い、位置依存性や電圧依存性などを明らかにした。また、ピピリジン系の分子などについて第一原理計算法による電子状態および電気伝導の計算を行い、標的分子が結合することによる状態変化を明らかにした。高温超伝導体のジョセフソン接合における巨視的量子トンネル効果について理論的な解析を行い、通常のBCS超伝導体に比べて準粒子散逸(デコヒーレンス)の影響を小さく抑えることができることを示し、高温超伝導体位相量子ビットの理論提案・解析を行った。

研究テーマ: テーマ題目4

近接場ナノ工学グループ

(Near-Field Nano-Engineering Group)

研究グループ長: 時崎 高志

(つくば中央第2)

概要:

ナノメートルサイズのデバイスでは、デバイスの極近傍にのみ存在する近接場が機能の本質を決定する。本グループでは、分子、光、電子などの作る近接場を制御して、新しい高機能デバイスの開発に結びつけることを目的とする。光、電子デバイスについては、ナノ構造をトップダウンにより精密に作製する手段を確立して、設計に合わせたナノ構造を作製する。さらに、プローブ顕微鏡による評価技術を確立して、ナノ構造

と機能との相関について評価を行う。以上のループによりナノ構造の機能性の本質を追究した。具体的結果としては、半導体量子構造中のキャリア相関の局所評価を行ったこと、新たな高効率光発光・受光デバイスの開発を行ったことである。分子デバイスについては、液晶分子の自己組織化（ボトムアップ）プロセスを起源とする微細構造発現を中心としながら、その構造化を人為的に制御することにより、新たなデバイス化への検討を行った。具体的結果としては、光照射、不純物導入、湿度勾配などによって分子場に局所的な揺らぎを与え、液晶構造を制御したことである。

研究テーマ：テーマ項目1、テーマ項目2、テーマ項目3

ナノクラスターグループ

(Nanocluster Group)

研究グループ長：菅原 孝一

(つくば中央第5)

概要：

ナノクラスターの性質は、構成する原子の種類、サイズ、形状などにより劇的に変化する。これらを制御する手法を開発し、特異な性質を持つナノクラスターを見だし、ナノテクノロジー分野の研究開発に提供することを目的とする。気相法により金属を主成分とするナノクラスターを作成し、レーザー分光法、質量分析法、透過型電子顕微鏡、X線回折法等を用いてその構造を評価する。

金属ナノクラスターを安定化するため、金属と保護分子との相互作用を明らかにする。銅および銀と窒素含有化合物とのクラスターの高分解能光電子スペクトルを観測し、金属分子間結合の詳細を明らかにした。金クラスターとイオウ含有化合物との反応を観測し、金ナノ粒子のイオウ化合物による安定化過程の知見を得た。また、酸化されやすい金属のナノクラスターを安定化するためその酸化過程を調べている。ニッケルクラスターの酸化で、特定のクラスター(Ni_{13}O_8 と $\text{Ni}_{16}\text{O}_{10}$)が酸化されにくく安定であることを見いだした。X線回折法により銅のナノ粒子の酸化過程を評価した。

金ナノ粒子の安定構造のサイズ依存を明らかにするため、ガス中蒸発法で生成した粒子を気相中で熱処理し、内部構造の変化を電子顕微鏡により観察した。融点以下の熱処理により正二十面体構造が五角十面体構造に転移した。さらに融点以上の熱処理により大きなサイズで結晶構造が現れた。サイズごとに構造を制御する手法を見いだした。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目5

機能性超分子グループ

(Supramolecular Chemistry Group)

研究グループ長：川西 祐司

(つくば中央第5)

概要：

ナノスケールにおける機能・物性制御が可能な、超分子系材料の開発を目的とする。

金属錯体、 π/σ 共役分子、ホストゲスト系分子、それらの複合系を構成部品とし、分子環境や刺激に対し、インテリジェントな応答性や反応性を発現する、機能性超分子の構築を行っている。分子認識により大きな電子特性変化を示す π 共役オリゴマー、光異性化産物を制御できるポリエン、巨大メソゲンを有する新規液晶、易プロセッシングな発光性 dendrimer などの開発を進め、物理化学的・分析化学的手法による機能評価を行った。これら機能性超分子の、金属や高分子への埋め込みによる材料化もあわせて検討している。

研究テーマ：テーマ項目3

分子ナノ組織体グループ

(Molecular Nano-Assembly Research Group)

研究グループ長：松本 睦良

(つくば中央第5)

概要：

研究目的：有機分子からなる組織体を作製し、その構造、形成機構を明らかにするとともに、その組織体の構造制御、操作手法の高度化・精密化を行う。また組織体の機能を検討するとともに、機能制御の基礎的知見を得る。

研究手段：有機薄膜及び液相中で形成される組織体の構造解析、構造制御を行い、機能制御の基礎的知見を得る。

方法論：スピロピランのラングミュア膜の光応答性の熱履歴を見出し、その発現機構を明らかにした。アニオン性のアゾベンゼン誘導体と両親媒性カチオンとの混合LB膜中での光異性化について検討した。ホストゲスト型ラングミュア膜の構造を検討し、そのLB膜中でのアゾベンゼンの光異性化について検討した。またジテルリド自己組織化膜の構造と酸化過程に伴う絶縁膜形成過程を明らかにした。一連のチエニルアルカンチオール自己組織化膜の構造解析を行った。水溶液中で形成される、双頭型両親媒性化合物からなる球形中空微粒子に関して、化合物の構造が寄与する形成機構を明らかにした。

研究テーマ：テーマ項目3

分子ナノ物性研究グループ

(Molecular Nanophysics Research Group)

研究グループ長：徳本 圓

(つくば中央第2)

概要：

STM/STS を用いて、カーボンナノチューブの電子

状態に対する基板の影響や、MoS₂ナノチューブなど種々の分子性ナノ構造体の微視的構造と電気的特性の関係性を明らかにした。

単層カーボンナノチューブを水溶性ポリマー（ポリビニルアルコール）に均一に分散し、「可飽和吸収効果」を示す光ファイバー通信用非線形光学薄膜素子の作成に成功した。

単一成分から成る分子性伝導体において、世界で初めて磁気的量子振動の観測に成功した物質のフェルミ面の3次元的形状を実験的に求め、バンド計算と良い一致を示す結果を得た。単層カーボンナノチューブを化学修飾し、光誘起電荷移動による光センサーの可能性を示した。

メロシアニン誘導体の *ab-initio* 計算で得た分子の形から J 会合体などの分子の会合状態の分子配列を推定して電子吸収のシフトをシミュレートし、観測される3個の吸収体の変化を統一的に説明した。

サーモトロピック系キュービック液晶化合物 BABH-n の高圧下における相転移を観測し、温度圧力相図の詳細を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

単一分子・界面技術グループ

(Single molecular and interfacial engineering Research Group)

研究グループ長：野副 尚一

(つくば中央第5)

概要：

単一分子・界面技術を主要な手法としてナノテクノロジーを実用に結びつける端緒を開くことを目標として、以下の項目について研究を行う。1) 走査型プローブ顕微鏡による単一原子・分子操作技術、自己組織化技術及び原子・分子レベルからナノメートルスケールで制御された構造の構築技術に関する研究を行う。また、それ自身が高度な特性を持つナノチューブやDNA等の生体分子の表面・界面での高度制御技術にも取り組む。2) 表面・界面の制御・評価技術に関する研究を行う。このため、走査型プローブ顕微鏡の手法の高度化、カーボンナノチューブ探針の有効利用技術の開拓による原子・分子極限操作技術の開発、非線形分光法等の新規手法に取り組む。3) 微細加工技術により素子あるいはマイクロリアクターの形成を試み、ナノメートルスケールで初めて発現する新奇な現象の探索を行う。

研究テーマ：テーマ題目2

先進ナノ構造グループ

(Superior Nanostructure Group)

研究グループ長：秋永 広幸

(つくば中央第2)

概要：

物質をナノ構造化することによって、合目的的に設計された機能の発現と制御を可能とし、そのようなナノ材料の開発成功例を積み上げていくことを活動指針とし、この過程で、「先進」と呼ぶに相応しいナノ構造と、そのナノ構造に触発された新しい研究分野あるいは研究概念を創造していくことを本グループの長期目標としており、より具体的には、ナノスピントロニクスとナノプロセシングの2つのサブテーマを掲げている。前者においては、ナノ構造化することによって様々な物質における電子の持つスピン物性が顕著になることを利用して、大量の電子情報処理を、低コスト・低エネルギー消費で実現するためのメモリー機能や電磁場に対する高い感度を備えた機能を期待出来るナノスピントロニクス材料を設計・開発し、更にその全く新しい材料形成技術を構築することを目指している。現在までに、室温・低磁場において大きな物性変化を示すナノスピントロニクス材料、強磁性体/半導体ヘテロ接合材料における室温スピン注入の実証等に成功している。後者では、産総研ナノプロセシング施設を、産学官の研究者に広く提供することにより、そのアイデア実現を加速し機動的ナノテクノロジー研究開発を支援することを行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目7

ソフトナノシステム研究グループ

(Soft Nanosystem Research Group)

研究グループ長：山口 智彦

(つくば中央第5、つくば中央第2)

概要：

当グループでは、生体由来の材料や生体システムが持つしなやかな構造特性や特異性、可塑性、興奮性および広義の自己組織化能を基盤とするソフト・ナノテクノロジーの研究開発を行う。具体的には：(1) 糖鎖を利用した癌細胞等への“標的特異性ドラッグデリバリー用のナノベシクル（アクティブ標的指向性 DDS ナノ粒子）”の開発と糖脂質液晶に関する基礎研究、(2) 極微量のウイルスや細胞などの生体関連物質の高感度・高速微量分析を目指したマイクロ流体デバイス（マイクロフルイディクス）に関する研究、および、(3) システムの複雑性を増し階層構造形成を可能にする新しい自己組織化技術の体系化とその応用研究を行う。本年度は：(1) 結合糖鎖分子の構造設計により各組織への標的指向性を制御できることを見だし、標的指向性リボソームが眼炎症モデルマウスの眼の炎症部位に選択的に取り込まれることを実証した。(2) マイクロフルイディクス内に染色体検出用マイクロ電極アレイを作り込むプロセスを検討した。(3) 自己複製および階層形成の過程における熱力学的指標を計算す

る手法を開発した。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目6

メゾテクノロジー連携研究体

(Mesotechnology Collaborative Research Team)

連携研究体長：中山 景次

(つくば東)

概要：

動的トライボロジー現象と静的メゾスコピック構造を電子、フォトン、さらにはそれらの相互作用を中心としてナノ秒の時間分解能、原子～ナノメートルの空間分解能で計測・解析する技術を開発し、革新的なナノトライボロジー技術開発、及び高性能薄膜デバイス開発に資する。

動的トライボロジー現象に関する研究においては、トライボフォトン二次元分布計測によるトライボプラズマ像計測装置を用いて、プラズマ中の荷電粒子に磁場を加えることにより生じるローレンツ力を利用して、先に発見したトライボマイクロプラズマを制御することに成功した。さらに、ハードディスクドライブに用いられる潤滑油であるパーフルオロポリエーテル油の分解劣化がトライボプラズマによることを示す画期的な成果を得た。一方、静的メゾスコピック構造に関する研究においては、ナノデバイス薄膜にトンネル電流を流し、トンネル電子による刺激により薄膜から放出される光子を計測することによる Si 単結晶上の Ag ナノ薄膜クラスター像のナノ解像度計測を可能としたとともに、放出フォトンエネルギーに及ぼす電圧依存性を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目2

スーパーインクジェット連携研究体

(Collaborative Research Team of Super Inkjet Technology)

研究グループ長：村田 和広

(つくば中央第5)

概要：

マイクロメートルスケールのパターンニング方法として、従来の1/1000以下の超微細液滴を精密に基板上に配列できる超微細インクジェット（スーパーインクジェット）技術の開発を柱に、材料から、手法、さらにはシステム化まで幅広いスペクトルでの研究を展開している。

超微細インクジェット技術を用いて、金属超微粒子による線幅数ミクロンの微細配線の描画、導電性高分子のパターニング、カーボンナノチューブの局所成長制御、セラミックスのパターニングなどへの応用可能性を提示した。本技術の実用化のために、複数企業との共同研究（＝連携研究体）により超微細インクジェ

ット技術の高度化・実用化に取り組んでいる。今年度は、超微細インクジェットの基本特性の評価を中心に研究を行い、特に微細配線などのパターンニング技術としての潜在能力が十分にあることを実証した。

研究テーマ：テーマ題目5

〔テーマ題目1〕量子ナノ構造と量子機能材料・デバイス

〔研究代表者〕南 信次（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕南 信次、徳本 洋志、松本 和彦、徳本 圓、秋永 広幸、清水 哲夫、カザウイ・サイ、ハサニエン・アブドゥ、眞砂 卓史（職員9名、他22名）

〔研究内容〕

（カーボンナノチューブ）

カーボンナノチューブ（CNT）の構造・機械的歪みと電気的特性との相関を調べ、電気的特性評価技術を開発する。CNTの成長制御と単一電子トランジスタの作製制御、および高感度センサーへの応用を図る。CNTの配置・配列・配向を集団として制御する技術（薄膜化技術等）を開発し、それに基づく光・電子機能デバイス開発を目指す。

CNTの電気伝導性を十分に引き出すための接合材料の検討を行った。具体的には走査型透過電子顕微鏡中で電極材料－CNT－電極材料の架橋構造を作製し、その電流電圧特性をその場で計測できるシステムを構築した。電流電圧特性は、広い電圧領域でバリスティック伝導による13kΩ程度の抵抗値を示した。また、接合強度を計測できるシステムを構築し、電子線による真空中炭素接合法では、0.5GPa、低融点金属接合法は、2GPaという強度値を得た。

CNTの可飽和吸収効果を用いて、波長1550nmパルス幅1.1ピコ秒の超短時間パルスレーザーのモード同期発振に成功し、CNTの光学的応用（光通信波長帯）が、実用レベルで有用であることを実証した（光技術研究部門、アルネアラボラトリ、東京都立大学との共同研究）。

超高感度室温動作 CNT FET/SET を用いて、従来のシリコンフォトディテクターの160倍の感度を有する光センサーの作製に成功した。またレーザーの共鳴吸収を利用した CNT のカイラリティー選択に世界で初めて成功した。

単層 CNT LB 膜の直線偏光二色比（チューブ配向の目安）を3.7にまで向上させるとともに、チューブ配向には流動配向効果が重要であることを明らかにした。単層 CNT の一次元電子状態を温存しつつ発光性π共役分子を共有結合することに成功し、蛍光消光・吸収スペクトルの測定から両者が電子的に相互作用していることを実証した。

（スピントロニクス）

「超高磁場応答ナノ構造磁性体材料の磁場感度

10000% (per 100mT)」という中間目標を、H15年度初めまでに達成したので、本年度は半導体表面制御プロセス技術の開発と磁気抵抗スイッチ効果の起源解明に重点化した。また、完全スピン偏極強磁性体の物質設計と室温におけるスピン注入現象の実証という当初の最終目標を達成したので、より高い注入度を目指して強磁性体/半導体ヘテロ構造におけるスピン偏極電子の動的観測を開始した。更に、ナノメートルオーダーでの元素識別像の観測に成功した。

ウェットプロセスで作製した Au/GaAs 単ギャップ素子における電流-電圧特性の磁場依存性を室温において測定した。一定の動作電圧に設定すれば、30mT にて1000%以上の磁気抵抗比が得られることが分かった。ウェットプロセスによる素子の実現で、半導体表面制御プロセスと磁気抵抗スイッチ効果との相関を効率的に調べることができるようになった。

また、H15年度は、磁性半導体2次元電子ガスにおけるスピン依存励起子の動的観察にも成功しており、半導体におけるスピニコヒーレンス制御のための基礎的知見が得られつつある。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、スピントロニクス

【テーマ題目2】 ナノ計測技術とナノサイエンス

【研究代表者】 時崎 高志 (ナノテクノロジー研究部門 近接場ナノ工学グループ)

【研究担当者】 時崎 高志、秋永 広幸、中山 景次 (職員3名、他10名)

【研究内容】

(プローブ陽極酸化加工)

既存のリソグラフィ技術を越え、また「オンデマンド」に応えられる微細加工技術が必要とされている。プローブ陽極酸化加工法はその最有力候補であり、本研究での目標は上記要求に応えるものである。また、本研究では同時に加工技術の評価方法についても検討しており、加工精度の向上、広い加工対象と合わせた広範囲の研究は世界的に高いレベルにある。

プローブ陽極酸化加工は、走査プローブ顕微鏡 (SPM) の先鋭な探針と試料間にバイアス電圧を印加し、電気化学的に試料を酸化する手法である。探針先端程度の加工幅、大気中プロセス、SPM による「その場」評価、などの特長を持つ。しかし反面、湿度に対して敏感であるなどの問題点があった。本研究では、特に湿度を精密制御できる加工装置を開発し、微細でありながら途切れることなく安定に加工できる条件の探索に成功した。また、微細化のために多層カーボンナノチューブ (CNT) を SPM 探針として採用し、さらに高精度の試料移動ステージを用いて、高精度の加工 (幅15nm) を実現した。今後、より先鋭な単層 CNT を利用できれば、さらなる微細化が期待できる。また実用的な各種磁

性材料 (MnAs 等) の加工を行い、酸化アルミニウムコーティングによる安定な加工条件を見出した。

酸化物の評価では、電気伝導ならびに光学透過率を用いた評価方法を考案した。酸化物は絶縁性、また光学的に透明であることが多いため、原子間力顕微鏡による酸化物の表面形状以外に、上記手法により酸化物内部の評価が可能となることを確認した。例えば、アンチモンの酸化では、酸化後でも酸化物の隆起構造は観測されないが、光学的には明らかな光点として観測されている。

(ナノトライボロジー)

ナノメートル領域の接触界面におけるトライボロジー問題を、電子と光子などの相互作用として捉え、トライボマイクロプラズマをナノメートルに及ぶ次元で計測解析する技術を開発し、マイクロマシン等への利用を目指した応用技術の展開を図る。また、薄膜デバイス開発のネックとなっている薄膜界面のメソスコピック構造に対しては、プローブ顕微鏡等を利用したナノレベル計測技術の開発を行い、高性能デバイス薄膜の開発に資する。

ハードディスクに用いる PFPE 油の摩擦面におけるトライボプラズマによると考えられる分解劣化の GC スペクトルと平行平板電極間での気体放電プラズマによる分解劣化の GC スペクトルが一致し、ハードディスク潤滑面の PFPE 油のトライボケミカル分解劣化反応がトライボマイクロプラズマによることを突き止めた。これは、従来より定説となっていた伝統的な温度による分解劣化機構を根底から覆す画期的な成果である。

また、トライボプラズマが周囲気体のグロー放電とコロナ放電により発生することを明らかにした。トライボプラズマによる CVD・PVD コーティングが可能となり、トライボプラズマを磁場によりコントロールできることを発見した。これは、トライボプラズマの電子と正イオンの両者の荷電粒子が摩擦面において運動するため、これに磁場による Lorenz 力を作用させることにより制御できるという画期的手法である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 陽極酸化、トライボロジー

【テーマ題目3】 ソフト複雑系ナノシステム

【研究代表者】 横山 浩 (ナノテクノロジー研究部門長)

【研究担当者】 横山 浩、山口 智彦、多辺 由佳 (職員3名、他13名)

【研究内容】

(二次元液晶の光誘起配向波)

光誘起配向波の特性 (対称性の効果・励起光パワー依存性・分子密度依存性・波伝播方向と励起偏光の関係等) を詳細に明らかにした。また、気水界面の対称性の破れと異方的な光励起の結合を考慮した TDGL 方程式を解き、実験結果を詳細までほぼ完璧に説明することに成功した (JST 横山プロジェクトとの共同研究)

(強誘電ネマティック液晶)

アキラルな低分子液晶化合物の水面上単分子膜液晶が、超高速の電場応答をわずか1V/cmの低電場で示すことを見出した。二次元分極場の解析結果は、これが探索され続けていた強誘電ネマティック相であることを示唆する。

(分子モーター)

キラリティを持つ分子の液晶単分子膜に、膜を貫通するような水分子の流れを与えると、キラリティがプロペラの役割を果たして1方向に回転運動をするを見出した。分子の回転方向は水の透過方向及びキラリティの反転によって反転し、そのスピードは単分子膜上下の化学ポテンシャル差及び分子キラリティの強さに比例する。化学ポテンシャル→分子回転運動→液晶配向歪エネルギーというエネルギー変換が行なわれており、きわめてシンプルなキラリティ分子が分子モーターとして働くことが示された。

(チューリング構造)

エントロピー生成速度を指標とし、散逸構造の一種であるチューリング構造を熱力学的には空間一様な定常状態と同様に分類される可能性を示した。この結果は散逸構造の定義に再吟味を迫ると同時に、高分子共重合体やミセルなどのパターン形成と空間定在的な散逸構造が統一的に解釈できる可能性を示唆するものである。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 光誘起配向波、強誘電ネマティック液晶、分子モーター、チューリング構造

【テーマ題目4】 ナノ物質の構造・機能理論・シミュレーション

【研究代表者】 阿部 修治 (ナノテクノロジー研究部門 ナノ構造物性理論グループ)

【研究担当者】 川畑 史郎、川本 徹、小林 伸彦、下位 幸弘、針谷喜久雄 (職員5名、他4名)

【研究内容】

光誘起相転移の効率を画期的に高めるためのモデルを理論的に提案し、計算機シミュレーションによってその実効性を確認した。提案したのは2種類の構成単位から成るナノ構造材料を使う方法である。単独では相転移を起こさない物質でも、適切な2つの物質を組み合わせることで、効率よく相転移する材料を作り出すことができることをモンテカルロシミュレーションによって示した。さらに現実に近いシミュレーションを行うため、分子動力学法による研究を開始した。また、実際の物質設計を目標として実験グループと共同研究を行い、スピントロニクス素子の光照射下のヒステリシス特性を理論的に解明した。

共役高分子などの有機導体において電荷の注入など外的な刺激による機能の発現機構の解明を計算物理的な手法により理論的研究を行った。電荷注入による磁性制御

について、共役分子に2つの局在スピン(ラジカル)が結合した系を考え、ラジカル間の磁性整列が電子の注入によりどのように変化するかを研究し、直鎖状分子の場合について体系的な結果を得た。また、共役高分子において、注入された電子が分子構造の変形を伴って自己束縛化し、ポーラロンあるいはバイポーラロンなどの状態をとることが知られているが、新たにその中間的な状態が存在する事を理論的に明らかにした。

ナノワイヤや単分子など、ナノスケールにおける電気伝導は、系の電子状態に強く依存する。そのため、精密な理論による電子状態の解析を基礎として、伝導特性を議論することが重要である。電子状態計算法として第一原理電子状態計算法があるが、通常の方法論では電気伝導特性を解析することは容易ではない。そこで我々は、差分法やグリーン関数を用いて電気伝導特性を解析できる第一原理電子状態計算手法の開発整備を進めた。また、解析手法の整備とともに、実際の系への適用も行い、ナノワイヤ、単分子の電気伝導特性に関する理論解析を行った。ナノワイヤの量子化コンダクタンスやそのコンダクタンスの原子種及び構造依存性について明らかにし、金電極上のアルカンカルコゲナイドの電気伝導の実験結果に対する理論的裏付けを行った。

ナノメートルスケールのグラファイト系について、形状の効果、電子間相互作用の効果等を考えて磁性の機構や電子状態を研究した。ナノグラフェンにおける新奇な電子波干渉パターンに関して、その機構解明を行った。メビウス型の境界条件を付けた系について、ジグザグエッジのスピンに関連する磁壁ソリトンと、それに伴うギャップ内状態に注目して理論解析した。また、カーボンナノチューブの電子のスピンに依存した輸送現象に関して研究を行った。

量子コンピュータをはじめとする量子情報処理においては、量子状態の制御を行う必要がある。量子系の制御に究極限界があるのかどうかという命題の解決を目標として、古典制御理論と量子情報理論とを融合する方法を開発し、量子制御の情報理論的限界を導出した。そして、制御系と被制御系との間の情報理論的相関が量子制御の限界を支配していることを見だし、量子誤り訂正のシステムは究極限界を達成する量子制御系であることを示した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 光機能、分子機能、量子効果、スピン

【テーマ題目5】 ナノマニュファクチャリング材料・技術・システム

【研究代表者】 村田 和広 (スーパーインクジェット連携研究体)

【研究担当者】 村田 和広 (職員1名、その他4名)

【研究内容】

民間企業7社との共同研究体制により超微細インクジ

エット技術の確立と、高度化、実用化を目指している。特に、今年度は基礎技術の確立と、応用開発において進展が見られた。具体的には、高速現象観察において、1ミクロン程度の液滴の飛翔過程が捉えられた。

また、計算科学研究部門との共同研究により自由界面におけるマルチフィジックスモデルの構築という顕著な成果が得られた。飛翔観察の結果と併せて、今後のインクジェットの高度化の一助となる。

また、応用分野においても、超微細インクジェットによる立体構造の形成法に関して顕著な成果があがっている。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 超微細インクジェット

【テーマ題目6】 ナノバイオ・メディカルテクノロジー

【研究代表者】 山嵜 登 (ナノテクノロジー研究部門ソフトナノシステムグループ)

【研究担当者】 山嵜 登、井上 貴仁
(職員2名、他7名)

【研究内容】

(ドラッグデリバリーシステム)

生体内組織の細胞表面上に存在する各種のレクチン(糖鎖認識蛋白質)に対して特異的な結合活性を有する糖鎖を導入した DDS ナノ粒子であって、実際の生体内の細胞、組織を識別して薬剤あるいは遺伝子を効率的に輸送し得る DDS ナノ粒子を開発する。

この分野での現在の開発動向は、パッシブ標的指向性 DDS ナノ材料が販売あるいは開発されつつある状況である。一方、高機能のターゲティングを可能とするアクティブ標的指向性 DDS はミサイルドラッグとも呼ばれ、21世紀の夢の DDS として大いに期待されている。

アクティブ標的指向性 DDS ナノ粒子を作製するために、リポソーム表面の性質あるいは表面に結合させる糖鎖およびリンカー蛋白質について種々の実験・検討を加えた。結合糖鎖分子の構造設計により、各組織への標的指向性を制御できることを見いだした。更に、炎症性疾患モデル動物として眼炎症モデルマウスを作成し、この標的指向性リポソームが眼の炎症部位に選択的に取り込まれることを実証した

従来、アクティブ・ターゲティング用の各種リガンド(抗体、ペプチド、糖質など)を結合したリポソームなどの DDS ナノ材料について多くの研究がなされてきた。しかしながら、それらは、生体外では標的細胞に結合しても、生体内では期待される標的細胞や組織にターゲティングされないものがほとんどであった。炎症性疾患治療用アクティブ・ターゲティング(能動的・標的指向性)機能を有する DDS ナノ粒子の作製と生体におけるアクティブ・ターゲティングの成功は、世界初のものであり画期的成果といえる。

(染色体ナノデバイス)

染色体ナノ情報解析ツールの開発を目的として、第I期で開発したマイクロ流路を用いた染色体個別の輸送技術をさらに発展させ、チップスケールで高速かつ高効率に染色体ソーティングを実現する染色体チップソーターの開発を行う。本研究において開発される、輸送、選別、検出などの各要素技術は、生体センシング、臨床検査、マイクロ化学分析などチップスケールでハイスループットと超高速化を目指した将来のバイオ、医用デバイス開発の根幹を成す技術として世界中で研究開発が盛んに進められている。

本年度は、検出機構もチップ上で実現するため、マイクロフルイディクス内に染色体検出用マイクロ電極アレイを作り込むプロセスを検討し、導電率、インピーダンスなどの高感度かつ超小型の電気測定法を確立した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ドラッグデリバリー、 マイクロフルイディクス

【テーマ題目7】 ナノテクノロジー基盤整備・社会貢献

【研究代表者】 横山 浩 (ナノテクノロジー研究部門長)

【研究担当者】 横山 浩、秋永 広幸
(職員2名、他1名)

【研究内容】

当研究部門は、文部科学省の委託事業(ナノテクノロジー総合支援プロジェクト)におけるナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムを遂行している。本年度は5年間のプロジェクトの2年目である。昨年より準備を進めてきた支援体制がほぼ整い、本格的な支援活動を展開中である。本プロジェクトは産官学の所属を問わず、無料で参加支援機関の施設を使って支援活動を行う画期的な試みである。多くの研究開発者に利用して頂くことが特に重要で、支援件数とその評価の目安となる。

1) 広報活動

AIST ナノプロセッシング施設をベースに、産官学のナノテクノロジー研究者の研究開発に対する MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムによる支援活動は、残念ながらいまだ認知度が十分とはいえない。この現状を打開するために積極的な広報活動を展開する。具体的にはフライヤーを作成し、学会等様々な機会を捉えて配布する。さらには学会誌への広告掲載や、電子メールによる案内送付をおこなう。

具体的には、フライヤーを2千枚配布する。さらに、学会誌の広告は、ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの極微細加工・造形グループの幹事機関としてグループの広告を取りまとめ3誌以上に掲載する。また、支援案内の電子メールをこれまでに何らかの形で接触があった研究開発者を中心に5百通を発送する。

2) 支援活動

AIST ナノプロセッシング施設をベースに、産学官のナノテクノロジー研究者の研究開発に対する MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムによる支援活動を積極的に展開する。具体的には様々な支援相談や問い合わせに迅速にかつ柔軟に対応し、支援活動を展開する。AIST ナノプロセッシング施設では解決できない場合、産総研内の研究者に協力を要請して、支援依頼に応えられるように努力する。

具体的には、支援活動は装置利用、技術代行、共同利用、技術相談の4つに分類されるが、この支援件数の総数の目標を100件とする。

3) ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの極微細加工・造形グループの幹事機関としての活動

MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムは MEXT のナノテクノロジー総合支援プロジェクトの極微細加工・造形グループの1機関としての活動で、産総研は本グループの幹事機関の任務を担っている。具体的には、グループ会議を開いて支援活動に関する様々な課題や問題に対して協力して取り組むと共に、ワークショップを開催して、グループの支援活動を報告する機会を設ける。

第1回目のグループ会議を大阪大学で9月5日に開催した。2回目は1月に開催する予定である。またワークショップは12月9日に東工大において開催する。

4) MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムにおける AIST ナノプロセッシング施設を用いた極微細加工・造形に関する人材育成スクールの開催

ナノプロセッシングに触れる機会の少なかった研究開発者に、講義を聴講し、かつ実際に装置を操作することによる、装置の原理と操作について体験する機会を提供するスクールを企画・開催する。本スクールは11月10日から14日の5日間の日程で開催した。4名1グループ構成で5グループの総計20名の参加者を公募し、1機関1名の原則先着順で応募に応じた。標準コースでは広く一通り様々な装置を体験できる様にし、アドバンスコースでは選択した装置について特に時間を割いて体験できるようにした。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ナノプロセッシング施設、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム

⑩【計算科学研究部門】

(Research Institute for Computational Sciences)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：池庄司民夫

副研究部門長：三上 益弘

総括研究員：北浦 和夫、三上 益弘（兼務）

所在地：つくば中央第2

人員：28 (26) 名

経費：199,719千円 (118,492千円)

概要：

本研究部門は、マイクロからマクロまでの広範な系において、量子力学、統計力学、連続体力学などの種々の物理法則に支配される世界を対象としている。部門内はこれらの物理法則に基づく計算手法で5つのグループ（量子、粒子、連続体、複合、基礎解析モデリンググループ）に分かれているが、実際にはそのようなグループを越えて、現実的な問題を解決すべく6つの重点課題を掲げて研究を進めている。それぞれの研究概要は以下のとおりである。

ナノテクノロジーシミュレーション技術に関する研究：

1nm から100nm にわたるナノスケール材料の構造の制御、発現される機能の解析を可能とする手法の開発、およびこのサイズの系が持つ特徴について系統的な研究を行っている。

生体系シミュレーション技術に関する研究：

生体高分子の構造・機能を計算科学によって解明することを目的とし、量子化学計算を中核とした解析・設計技術の研究とともに、新規・既成の手法によるタンパク質やDNAなどの研究を行っている。

化学反応シミュレーション技術に関する研究：

広範な化学反応（不均一触媒、溶液反応など）を扱うことを目指して、化学反応解析・設計手法および反応経路予測手法の開発と具体的な化学反応の機構解明の研究を行っている。

流体固体統合シミュレーション技術に関する研究：

実用上重要な問題にもかかわらず未だ解明されていない複合現象、例えば乱流、複合材料、固体・流体連成現象などの解析を可能にするために、有限要素法などの離散化、数値解析の高精度化、大規模シミュレーション手法及びシステム統合化技術の開発を行っている。

シミュレーション基礎理論に関する研究：

シミュレーション技術を高度化しその適用範囲を拡大する事を目指し、電子相関、電子励起状態、輸送問題を扱うための理論手法の開発、およびこれらの手法の適用研究を行っている。

ソフトウェアパッケージ整備に関する研究：

プログラムの公開・普及を行っている。

発表：誌上発表44 (39) 件、口頭発表153 (54) 件、その他4件

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機構の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「蛋白質・巨大分子系のための量子シミュレーターの開発」

文部科学省 科学研究費補助金「局在化基底による新しい固体電子励起状態計算手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「全電子 MO 計算による K+漏洩チャネルタンパク質のイオン選択および透過機構の研究」

岡崎国立共同研究機構 科学技術振興費「統合ナノシミュレーションシステムの研究開発ナノ複合系設計の研究開発」

量子モデリング研究グループ

(Quantum Modeling Research Group)

研究グループ長：北浦 和夫

(つくば中央第2)

概要：

量子力学の原理に従って電子の振る舞いを記述し、電子機能素子や化学反応過程を高信頼度、高効率に扱う手法の開発・改良に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目6、テーマ題目8、テーマ題目10、テーマ題目11

粒子モデリング研究グループ

(Particle Modeling Research Group)

研究グループ長：三上 益弘

(つくば中央第2)

概要：

分子動力学法、モンテカルロ法などにおいて統計力学の新しい手法を開発し、生体系や自己組織化膜などの複雑な物質の構造・機能と分子間相互作用の関係を研究する。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目6、テーマ題目11

連続体モデリング研究グループ

(Continuum Modeling Research Group)

研究グループ長：手塚 明

(つくば中央第2)

概要：

乱流などの流体现象解析、複合材料などの固体现象解析、固体・流体連成問題などの複合現象解析を行う

ための新しい数値解析法の研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6、テーマ題目11

複合モデリング研究グループ

(Hybrid Modeling Research Group)

研究グループ長：池庄司民夫

(つくば中央第2)

概要：

生体系やナノテクノロジーの研究対象は、マイクロ・メソ・マクロの種々のスケールの複合系になっている。こうした複合系を扱うために、種々のシミュレーション技術を融合した新しい方法の開発に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6、テーマ題目11

基礎解析研究グループ

(Fundamental Analysis Research Group)

研究グループ長：浅井 美博

(つくば中央第2)

概要：

シミュレーション技術の基礎である物理解析や数理解析の研究を行う。物理解析に関しては、電子相関、電子励起、電子輸送などが具体的課題である。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目5、テーマ題目7、テーマ題目9、テーマ題目11

[テーマ題目1] 化学反応シミュレーション技術（運営費交付金）

[研究代表者] 池庄司民夫（計算科学研究部門）

[研究担当者] 池庄司民夫、都築 誠二、森川 良忠、片桐 秀樹、土田 英二、内丸 忠文（職員5名、他1名）

[研究内容]

電子状態計算で扱える原子の数を大幅に増加させるとともに、反応経路を効率的に探索することを可能にすることにより、現実の問題における広範な化学反応（不均一触媒、溶液反応など）を扱えるようにすることを目的として、化学反応解析・設計シミュレーション技術および反応経路予測技術を開発する。また、STM による電子注入や光による電子励起など、電子励起状態が関与する反応制御のシミュレーション技術の研究を行う。

(1) 第一原理分子動力学法の高速・高機能化

平面波および有限要素基底・擬ポテンシャル DFT 計算の大規模クラスタ上での並列化について検討した。

(2) 量子・古典ハイブリッド法

FMO を拡張した。

(3) 新しい反応経路予測技術の開発

meta-dynamics の方法を調査し、超臨界水中の

バックマ転移反応の解析に応用した。

(4) 具体的問題への応用 (主な結果)

- ・燃料電池の効率良い電極反応を探索するために、Pt(111)面上でメタノール還元生成物がどのように存在するか、STATE で計算し、CO 被毒の原因がわかった。
- ・超臨界流体中のバックマン転移反応について、CPMD を用いて計算し、各ステップの活性化自由エネルギーを求めた。反応の密度依存性を解明し、操業条件への示唆を与えた。
- ・大気環境中の化学反応解析のため、反応分子間における会合体の形成について、量子化学計算を行い、トンネル効果を見積もった。
- ・ポリジアセチレンの光誘起構造相転移に関係する安定構造のスピン依存性などを求めた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 第一原理分子動力学法、STATE、量子・古典ハイブリッド法、FMO 法、効率的反応経路探索法、ポリジアセチレン、誘起構造相転移、電極反応、表面赤外可視和周波発生、超臨界水中、反応性指標

[テーマ題目2] ナノテクノロジーシミュレーション技術 (運営費交付金)

[研究代表者] 三上 益弘 (計算科学研究部門粒子モデリング研究グループ)

[研究担当者] 三上 益弘、森川 良忠、篠田 渉、橋本 保、池庄司民夫、手塚 明則、西村 憲治、尾崎 泰助、小川 浩、中西 毅、劉 子敬、篠田 恵子、寺倉 清之 (職員10名、他3名)

[研究内容]

1ナノメートルから100ナノメートルのスケールにわたるナノスケール材料 (無機材料、有機材料、生体高分子材料、およびそれらからなる複合材料) の構造の制御、発現される機能の解析を可能とするシミュレーション手法の開発、およびナノスケール系の持つ特徴について系統的な研究を行い、ナノテクノロジーのためのシミュレーション技術を確認することを目的とする。

- (1) ナノ構造体の持つ量子効果を解析するため、大規模系の電子状態計算を可能にするオーダー (N) 法の開発と、標準的な密度汎関数法と分子軌道計算法の高精度化を行った。
- (2) ナノ構造体の構造安定性、力学特性、物質輸送を解析するために、大規模系の高精度計算を可能にする分子シミュレーション (数値時間積分法と力学特性の高速・高精度計算法) を開発した。
- (3) 数百ナノメートルのサイズのナノ構造体の構造予測を可能にする分子間相互作用の粗視化法を開発し、

ナノ高分子膜の構造形成に適用し、その効果を検証した。

(4) ナノ構造体の自己組織化現象の研究

自己組織化現象解明のために新しく開発した分子シミュレーション手法を用いた適用研究 (自己組織化膜の形成メカニズムの研究、脂質二重層膜の安定性・低分子透過性の研究) を実施した。

(5) Si(100)表面での Ge 量子ドットの安定構造の研究

Si(100)表面への Ge の蒸着により形成された量子ドットの安定性などを解明するため、Ge/Si 表面の安定構造を電子状態計算により明らかにした。

(6) 有機-金属界面の構造と電子状態の研究

触媒や分子デバイスなどの応用と関連して注目を集めている有機分子と金属との界面について n-アルカン分子を対象として、電子状態計算によりその吸着状態を明らかにした。

(7) セラミックス薄膜の低温成長に関する研究

セラミックス薄膜の新しい低温形成法であるエアロゾルデポジション法のその場観察を実現するための計算機シミュレーション手法を開発した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 密度汎関数法、分子軌道法、分子シミュレーション、分子動力学法、モンテカルロ法、分子間相互作用、粗視化法、ナノ構造体、自己組織化膜、生体膜、量子ナノドット、表面・界面

[テーマ題目3] 生体系シミュレーション技術 (運営費交付金)

[研究代表者] 北浦 和夫 (計算科学研究部門量子モデリング研究グループ)

[研究担当者] 北浦 和夫、館野 賢、Fedorov Dmitri、長嶋 雲兵、古明地勇人、上林 正巳 (職員5名、他1名)

[研究内容]

生命現象の本質を計算科学によって解明することを目的とする。そのためには、生体高分子を、マルチスケール、マルチフィジックス、ならびに多くの複合領域にわたる境際的な対象として捉え、量子力学計算を中核とした解析・設計シミュレーション技術の研究を行う。研究内容は、生体巨大分子のため計算手法の開発研究と、これらを活用した生体分子の構造・機能の研究から成る。

(1) FMO 法の開発

- ①高効率並列計算アルゴリズムを開発し、128PU で効率80-90%を達成した。
- ②MCSCF 法が使えるように拡張した。
- ③GAMESS で FMO-HF 法でエネルギー勾配・構造最適化計算を可能とした。

(2) 量子古典融合法の開発

FMO 法で、ONIOM 様融合法と QM/MM 計算が行えるように拡張した。

(3) 生体分子の構造・機能の解明

- ①リボザイムの酵素反応機構、DNA の電気伝導性、核酸塩基類縁体の研究を継続し、新しい知見を得た。
- ②チミジンフォスホリラーゼの阻害剤（抗癌作用あり）の計算を開始した。
- ③ab initio レベルで今までに行われた構造最適化計算のなかで最大規模の一つとなる villin HP36 の構造最適化計算を行い、native 構造の安定化要因を解析した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生体分子シミュレーション、大規模系の量子化学計算、量子・古典融合法、大規模系のシミュレーション手法、タンパク質の構造・機能シミュレーション

【テーマ題目 4】流体固体統合シミュレーション技術（運営費交付金）

【研究代表者】手塚 明（計算科学研究部門連続体モデリング研究グループ）

【研究担当者】手塚 明、笹本 明、鈴木 健、奥田 敏、西村 良弘、伏木 誠、松本 純一（職員7名）

【研究内容】

実用上重要な問題にもかかわらず未だ解明されていない複合現象、例えば乱流、複合材料、固体・流体連成現象などの解析を可能にするために、最適設計などのシステム統合化技術の確立を睨んで、パラメータ依存性を極力排除した、有限要素法などの離散化数値解析の高精度化、大規模シミュレーション手法の研究を行う。

・気液二相流問題の解析手法の研究

昨年度開発した高精度 VOF-FEM 手法を産総研ナノテク部門で開発された「超微細インクジェット技術」に応用し、実験値との定性的な一致を確認した。実験部隊にも同バイナリソフトの供給を行い、計算科学に基づくパラメータスタディによる実験効率向上に寄与している。

・要素面メッシング型任意 blending shape function 構築による三次元非連続メッシュ解析複数の部分領域毎に生成された写像型メッシュに対し、部分領域間の節点が非連続になっている場合にも有効でありかつ、EFGM とのカップリング応用に見られるようなパラメータ依存性がなく、数学的にもロバストな手法を提案した。

・有限要素法に特化した大規模非対称疎行列のための並列固有値ソルバーの開発 Arnoldi 法のアルゴリズムの並列化を有限要素法の特徴を活かした方法 (element by element 手法) を用いて、並列ソルバーを開発し

た行い、計算の高速化、少メモリー化を実現した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】計算力学、二相流解析、マルチスケール解析、並列解析、最適設計

【テーマ題目 5】シミュレーション基礎理論（運営費交付金）

【研究代表者】浅井 美博（計算科学研究部門基礎解析研究グループ）

【研究担当者】浅井 美博、片桐 秀樹、中西 毅、Aryasetiawan Ferdi、Torres Alonso Jose Antonio、寺倉 清之（職員4名、他2名）

【研究内容】

シミュレーション技術を高度化しその適用範囲を拡大する事を目指し、基礎理論の研究開発及びその実装と具体的な問題への応用を行う。特に、電子レベルのシミュレーションにおいて課題となっている電子相関、電子励起状態、輸送問題を扱うための理論手法開発を行う。

1. 電子相関・電子励起状態の計算理論の開発・改良
国内外の物性理論家との連携を強化して DMFT + GW 理論の更なる展開、TDDFT の交換相関項の研究等を行った。

TDDFT の交換相関項の研究では、Bethe-Salpeter 方程式におけるコンタクト近似に対する理論的な議論を踏まえ、TDDFT の範囲で自由及び束縛励起子を良く記述する実用的な交換相関関数を見出した。

2. ナノ構造系・分子の輸送現象の理論研究

非弾性電流を電子状態から計算する理論の開発など大きな進展があった。先端的な実験グループとの連携の可能性を含め様々な協力の可能性を広げた。

3. 固体電子材料の構造機能相関理論

多バンド系の非断熱電子格子相互作用の研究、単一種有機導体の電子状態の研究などで前年度に引き続き進展が得られた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】電子相関、輸送問題、有限要素法

【テーマ題目 6】ソフトウェアパッケージ整備に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】池庄司民夫（計算科学研究部門）

【研究担当者】池庄司民夫、森川 良忠、三上 益弘、篠田 渉、手塚 明、鈴木 健、松本 純一、劉 子敬、田中 真悟（職員7名、他2名）

【研究内容】

本課題は、当部門の各テーマで開発してきたプログラムを、実用的なソフトウェアとして一般公開することを目的としている。これにより、コンピュータシミュレーション技術の産業応用が加速され、材料・製品開発の期

間短縮につながる。

PCP は、ver. 1.0にアップし、ユーザ会を開催した。ダウンロード登録者数 (H15.9現在) : 222 (国内)、37 (海外)。

TACKPACK を7月に公開した。FMO を組み込んだ生体分子分子力学ソフト PEACH4.8 with ABINIT-MP を公開した。

周期境界を満たす粒界を容易に作れる粒界ビルダ GBstudio を公開した。オーダー (N) DFT およびその関連プログラム・データベースを公開した。

【分野名】情報・通信

【キーワード】並列計算プラットフォーム、PCP、大規模汎用分子力学計算、tackpack

【テーマ題目7】第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機構の解析 (外部資金：科学研究費補助金)

【研究代表者】石橋 章司 (計算科学研究部門基礎解析研究グループ)

【研究担当者】石橋 章司、寺倉 清之 (北大創成科学)、浅井 美博 (職員2名、他1名)

【研究内容】

【目標・計画】

第一原理計算手法および物性理論に基づき、分子性固体の構造と電子機能の解析を行う。新物質あるいは極限環境下の物質を特に研究対象とする。新規に合成された分子性固体の電荷分布、バンド構造、導体であればフェルミ面構造などの電子構造を、第一原理計算により求め、新物質の機能の予測、各種分光実験結果の解釈に資する。必要があれば、第一原理分子力学法により格子定数・原子位置を最適化し、結晶構造も計算により決定する。高圧下など極限環境下での分子性固体の電子構造についても同様の研究を行うが、この場合、現時点での実験技術では到達困難な環境を理論計算によりシミュレートし、新規な物性の発現の可能性を探ることも視野に入れる。また、現有の計算手法の適用限界を見極め、物性理論などを駆使し、計算手法の高精度化・高速化を行い、より分子性固体の物性計算に適した手法を確立する。

【15年度実績】

単一成分分子性導体 $\text{Ni}(\text{tmdt})_2$ と $\text{Au}(\text{tmdt})_2$ の電子構造を第一原理平面波擬ポテンシャル法で計算した。これらの2つの物質は、同一の結晶構造を持ち格子定数も互いに非常に近いが、単位胞あたりの電子数が1だけ異なっている。今回の計算で、前者は2つのバンドがフェルミ準位を横切り電子的なフェルミ面と正孔的なフェルミ面が存在する半金属、後者は、1つのバンドが半占有でフェルミ準位を横切り、一部擬一次的な特徴を示すフェルミ面を持つ金属である事が明らかとなった。

応力・変形下での分子性固体の電子構造を知るための計算の第一歩として、有機超伝導体 $\beta\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{I}_3$

の結晶構造の最適化を第一原理分子力学の手法を用いて行い、実験結果と非常に近い格子定数および構成分子についてのボンド長・ボンド角を得る事ができた。

DNA の電気伝導機構を研究した。Yoo 等 (PRL, 87, 198102(2001)) のナノギャップを用いた電気伝導の実験結果は電流のバイアス電圧依存性を表す係数の温度依存性が塩基種に強く依存するという興味深い結果を与えた。この実験結果をスモール・ポーラロン効果を取り入れる事により解析し電子格子散乱において非弾性的な成分が優勢であるか、準弾性的な成分が優勢であるかに応じて、この温度依存性を含めて広く輸送特性を説明する事が出来る事を示した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】第一原理電子状態計算、分子性固体

【テーマ題目8】蛋白質・巨大分子系のための量子シミュレーターの開発 (外部資金：科学研究費補助金)

【研究代表者】Dmitri G. Fedorov (計算科学研究部門量子モデリング研究グループ)

【研究担当者】Dmitri G. Fedorov (職員1名)

【研究内容】

第一原理に基づいた量子化学計算法は高精度と一般性を持つが、計算量が膨大な為、巨大分子への適用が進まない。第一原理法の精度と一般性を保ちながら、分子分割により大幅計算量を減らすのに成功したのは FMO 法である。

従来の FMO 法 (FMO2と呼ぶ) は二体相互作用近似に基づいている。このため、水分子クラスター中の水分子間やタンパク質中のアミノ酸残基間にみられるような複数の水素結合が干渉しあう系では三体相互作用が大きくなるため十分な精度が得られなかった。本研究で、FMO 法を拡張して三体相互作用をあからさまに取り込む方法 (FMO3法) を開発し、効率よく精度を改善する。高分子や分子集合体では、分子内・分子間非結合相互作用を高精度で計算するためには電子相関効果を含んだ電子状態計算を行う必要がある。本研究では、これを発展させ、巨大分子の分子内非結合相互作用の計算法として実用化する。電子相関効果を含んだ簡便な電子状態計算法としては密度汎関数法 (DFT) があり、DFT に FMO 法を適用することは巨大分子のための DFT 計算法として非常に有用な方法になることが期待できる。本研究では、DFT の FMO 法を実用化する。

現在 DFT で用いられる汎関数は弱い相互作用の計算に困難しているが、Moeller-Plesset 等の二次摂動論 (MP2) はその問題が無いと知られている。それに従って、MP2と FMO 法を組み合わせ、高速な FMO-MP2の電子相関法を開発する。

各種 FMO 方法論の有効性を実証するためのプログラムを作成するが、これは無料で配布され広く普及してい

るプログラムである GAMESS に組み込む。近い将来一般化すると予想される数千台のプロセッサによる高効率並列処理計算アルゴリズム (GDDI による2段階並列処理) を開発する。

反応領域などの重要な部分には高精度計算法を、その他の部分には低精度計算法を用いることができるように、異なった基底関数や波動関数を融合して計算できる方法を開発する。これにより、巨大分子についても、目的とする物理量を高精度に計算することが可能となる。ラジカル種について不対電子の非局在化を系統的に調べることにより、電子移動反応などの反応中間体としてしばしば重要になるラジカルの電子状態計算を可能とする。

その他、化学反応遷移状態等の多参照性を持つ系の為、FMO-MCSCF 法を開発する。

[分野名] ナノテク

[キーワード] FMO 法、並列、蛋白質、GAMESS

[テーマ題目9] 局在化基底による新しい固体電子励起状態計算手法の開発 (外部資金：科学研究費補助金)

[研究代表者] 片桐 秀樹 (計算科学研究部門基礎解析研究グループ)

[研究担当者] 片桐 秀樹、Aryasetiawan Ferdi、石田 俊正 (分子科学研究所)
(職員2名、他1名)

[研究内容]

本研究課題では、局在化基底関数 (ガウス基底関数) を用いた Hartree-Fock 計算と post Hartree-Fock 計算を使い、周期境界系の電子励起状態を第一原理から求める手法およびプログラムを開発し、一次元固体の電子状態計算を行って、そのパフォーマンスを明らかにすることを目的とする。

前年度までに、周期境界条件を適用した Hartree-Fock 法のほか、post Hartree-Fock 法として①積分変換②二次の Moller-Plessett 摂動法③coupled-cluster (CC)法④equation of motion-CC (EOM-CC)法のプログラムモジュールを作成し、基本的な動作の確認を行った。今年度は、並列化に重点をおいたプログラム全般の改良と拡張を行い、水素原子鎖等の計算に適用した。

まず、Hartree-Fock、post Hartree-Fock の全てのプログラムモジュールに対して、OpenMP の制御文を挿入する方法によって、並列化作業を行った。また、メモリ使用量を削減する等、プログラム全般を見直し、プログラム実行効率の改善を図った。その結果、共有メモリ型の計算機で高速に実行することが可能となった。例えば、開発に使用した Origin2000/32CPU では、平均してピーク性能の10%程度の性能が出るようになった。これによって、各 k 点での合計が200程度の軌道数 (5つの k 点では40軌道に相当) が扱えるようになり、炭素原子5-6個程度の一次元高分子の励起状態計算が可能と

なった。

次に、開発プログラムを用いて、水素原子の1次元鎖の電子状態計算を行い、CC 法による基底状態のエネルギーが、 k 点の増加とともに収束することを確認した。また、full-configuration interaction (CI) 法によるエネルギーとの比較を行い、CC 法で求めた全エネルギーが full-CI エネルギーの良い近似値となっていることを確認した。

さらに、より実的な系の予備計算として、EOM-CC 法によるポリエチレンの励起状態計算を行った。周期境界条件を課した計算と同時に、長さを変えたオリゴマー (孤立分子) の計算を行い、両者の励起エネルギーを比較した。その結果、周期系から求めた励起エネルギーが k 点の増加にしたがって、緩やかに収束すること、オリゴマーの励起エネルギーが周期系と同じ値に収束することを確認した。

これらによって、局在化基底関数を用いた励起状態計算を、いくつかの現実の高分子に応用し、パフォーマンスを評価することが可能となった。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 第一原理計算、結晶軌道法、励起状態

[テーマ題目10] 全電子 MO 計算による K+漏洩チャネルタンパク質のイオン選択および透過機構の研究 (外部資金：科学研究費補助金)

[研究代表者] 北浦 和夫 (計算科学研究部門量子モデリング研究グループ)

[研究担当者] 北浦 和夫、上林 正巳、古明地勇人
(職員3名)

[研究内容]

本研究課題では、K+漏洩チャネルタンパク質 (約6,000原子) のフラグメント分子軌道 (FMO) 法による全電子量子化学計算を行い、タンパク質とイオンの相互作用とチャネル内でのイオン間相互作用を求め、チャネルタンパク質によるイオン選択とイオン透過機構を電子状態レベルで明らかにすることを目的とする。

平成15年度は、前年度に引き続いて、巨大分子計算法 (FMO 法) の改良を行い、カリウムイオン漏洩チャネルタンパク質全系の計算を実施した。

本年度に行った方法論とプログラムの改良はつぎのとおりである。

- FMO 法のスキームに密度汎関数理論 (DFT) を組み込んだ。
 - FMO 法に、メラウ・プレセットの2次摂動論 (MP2) を組み込んで、巨大分子の電子相関を考慮した巨大分子の計算を可能とした。
 - 並列化効率を向上させるために、動的負荷分散の仕組みを改良した。
- 改良したプログラムを用いて、チャネルタンパク質4

量体（約6000原子系）とカリウムイオンの相互作用計算（HF/STO-3G レベル）を行った。イオンの透過経路を仮定して、この経路に沿ってポテンシャルエネルギーを求めた。

Na⁺イオンについても同様の計算を行い、両者を比較した。その結果、チャネルの入り口付近（イオン認識部位近辺）では両者のエネルギーにほとんど差がない（1kcal/mol 以下）が、チャネルの出口付近では、Na⁺は K⁺に比べて大きく不安定化（30kcal/mol）し、透過しにくくなるという結果を得た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 全電子 MO 計算、チャネルタンパク質、K⁺イオン選択機構

【テーマ題目11】 統合ナノシミュレーションシステムの研究開発ナノ複合系設計の研究開発（外部資金：科学技術振興費）

【研究代表者】 三上 益弘（計算科学研究部門粒子モデリング研究グループ）寺倉 清之（研究コーディネーター）

【研究担当者】 三上 益弘、篠田 渉、森下 徹也、尾崎 泰助、森川 良忠、土田 英二、小谷 岳生（大阪大学）、寺倉 清之、小林 伸彦、中西 毅、橋本 保、大脇 創、Aryasetiawan, Ferdi、浅井 美博、池庄司民夫、石橋 章司、手塚 明、西村 憲治、石田 浩（日本大学）、大淵 真理（富士通）、広瀬 賢二（NEC）、宮本 良之（NEC）、杉野 修（東京大学）、矢花 一浩（筑波大学）、信定 克幸（北海道大学）、小山 敏幸（物材機構）、加賀爪明子（日立）、佐々木直哉（日立）、毛利 哲雄（北海道大学）（職員16名、その他12名）

【研究内容】

統合ナノシミュレーションシステムの研究開発

本課題では、非経験的分子軌道法、密度汎関数法、分子動力学法、統計力学プログラムなどのナノシミュレータの統合方法に関する研究を行い、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野の研究に広く利用できる統合ナノシミュレーションシステムの開発を行うことをも目的とする。

平成15年度は、統合ナノシミュレーションシステムに関する下記の研究開発を実施した。

非経験的分子軌道法：UTChem、密度汎関数法：OpenMX、有限要素密度汎関数法：FEMTECK、分子動力学法：MPDyn を対象にして、入出力データ形式の調査研究を行い、統合ナノシミュレーションシステムの統合データ形式の概念設計とシステム設計を実施した。

また、統合ナノシミュレーションシステム GUI の概念設計とシステム設計を行った。

ナノ複合系設計の研究開発

本課題では、量子細線、量子ドット、相分離型合金系のナノサイズドメイン、などの個々の素材の安定性、形成過程、および物性の解析を進めるとともに、それらの素材を組み合わせたものや基板に埋め込まれた複合系の機能（伝導、光応答、磁性など）の予測を可能とするために、方法論開発、プログラム開発を行うことを目的とする。

平成15年度は、下記の研究開発を実施した。

- (1) 第一原理電子状態計算（主として、FMO 法と第一原理リカーゾン法）の効率化と高機能化の研究を実施した。
- (2) 複合系量子伝導現象の第一原理計算手法（主として、半無限固体の扱いとリカーゾン伝達法）の高機能化の研究を実施した。
- (3) 光応答と電子励起による反応制御のための時間依存密度汎関数法を開発した。具体的には交換相関核の非局所理論の開発と、カーボンナノチューブなどを対象としての光応答理論手法の検証を実施した。
- (4) Phase-Field 法をナノ組織化材料を扱えるように拡張した。また、実用材料を対象としてその検証を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノシミュレーション、第一原理電子状態計算、分子シミュレーション、ナノ材料

②【生物機能工学研究部門】

(Institute for Biological Resources and Functions)

(存続期間：2002.9～)

研究部門長：栗山 博

副研究部門長：中村 和憲、澤田美智子

総括研究員：巖倉 正寛、清水 隆、岡 修一

所在地：つくば中央第6、北海道センター

人員：95 (92) 名

経費：1,268,671千円 (891,409千円)

概要：

1. ミッション

本研究部門のミッションは、「微生物等、及びそのゲノム情報の機能解析により生物資源、遺伝子資源の医薬を含む工業利用へのシーズ発掘及び有効活用・産業化を図る」こと、及び「分子及び分子集合体の構造と機能の解明及びその応用に関する技術、細胞機能の解明、人為的操作に関する技術、及びポストゲノムの解析に必要な各種ツール開発を行う」

ことである。

2. 研究の概要

ヒトゲノム配列のドラフト発表に代表されるように、様々な生物種のゲノム配列決定が相次いでいる。このような状況下で特定の遺伝子の機能をいち早く解析し知的財産権を確保する流れが先進諸国で加速している。一方、近年の分子生物学的解析の進展に伴い、地球上に生息する微生物の99%以上が未知であるとの推定がなされ、遺伝子資源の宝庫として微生物が改めて注目されつつある。さらに、人類の持続可能な発展のために、新規産業の創出はもとより、既存産業分野においてもバイオテクノロジーの利用拡大が強く希求されている。

このような認識のもとに、本研究部門では、“持続可能な循環型社会の実現”を究極目標として、新規生物資源（特に微生物資源）の探索・解析、ゲノム情報に基づく有用遺伝子の探索、その発現産物であるタンパク質の機能解析、さらには生体分子・分子集合体の機能解析を基礎とした分子・細胞レベルでの生物機能の解明を、ゲノム解析の成果を活用しつつ、産業化を念頭に置き基礎から応用に至る研究フェーズで行っている。具体的には、以下の6つの重点研究課題を設定し、研究開発を進めている。

1. 生物遺伝子資源の探索・解析

自然生態系、人工生態系、共生系などの微生物相解析を通じた、各種生態系における微生物機能の解明と、新規微生物遺伝子資源の開発

2. 遺伝子、細胞機能の解析・制御・利用技術

微生物、植物における遺伝子発現ネットワーク解明と有用物質生産への応用、細胞内プロテアーゼ群ネットワーク解析、生物時計分子機構の解明

3. 蛋白質、核酸の構造・機能の解析・制御・利用技術

RNA アプタマー創製、RNA-タンパク質相互作用解析、配列空間探索によるタンパク質デザイン、不凍タンパク質の構造と機能相関解析、タンパク質フォールディング機構の解明

4. ゲノム情報を活用した高機能物質開発

遺伝子組み換え植物による機能性物質の生産基盤技術開発、生理活性低分子ペプチドの探索・利用、細胞内脂質合成、・輸送機構の解明、新規微生物酵素の探索と進化分子工学による改変、生物資源活用による高機能物質開発

5. ナノバイオテクノロジー

新規バイオセンシング素子開発、高分子ナノ微粒子の機能化と利用、脂質二重膜での分子認識、金属ナノ粒子の創製と利用

6. 環境生物学

複合微生物系の解析法と利用技術開発、生分

解性プラスチック開発、高分子素材の生分解性評価

また、組換え生物の安全性評価やバイオ標準等、行政ニーズの高い研究にも積極的に取り組んでいる。

外部資金：

- ・独立行政法人科学技術振興機構「ラビリントラ類海洋微生物による富栄養化成分の除去技術の実験調査」
- ・財団法人日立地区産業支援センター「平成15年度課題対応新技術研究開発事業（バイオテクノロジーのための顕微鏡用温度・高精度位置制御ステージ技術に関する研究開発）」
- ・財団法人北海道科学技術総合振興センター平成15年度地域新生コンソシアム研究開発事業「機能性分子キャリアシステムによる植物経口ワクチンの開発」
- ・財団法人北海道科学技術総合振興センター平成16年度地域新生コンソシアム研究開発事業「突然変異誘発による新規ヒト疾患モデルラットの作製」
- ・独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター「微生物による昆虫の生殖操作機構の解明と利用」
- ・経済産業省科学技術総合研究委託費「海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究／熱水系地下生物圏の微生物群集の解明と生物資源の獲得に関する研究
- ・経済産業省試験研究調査委託費「マーカー遺伝子を導入した組換え微生物の検出法の開発」
- ・経済産業省中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）金ナノ粒子集合の増強電場を利用する新規なマイクロアレイ検出法の開発」
- ・経済産業省中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）吟醸酒製造用高エステル生産型酵母の開発」
- ・経済産業省中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）エンサイを原料とした血糖値上昇抑制製品の開発」
- ・経済産業省中小企業産業技術研究開発委託費「地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）豚の妊娠検査診断試薬の開発」

- ・ 文部科学省科学研究費補助金「生物時計による性選択の分子機構」
- ・ 文部科学省科学研究費補助金「哺乳類における給餌リズム形成の分子機構に関する研究」
- ・ 文部科学省科学研究費補助金「サイトカイン発現組換え植物によるコンビネーションワクチンの開発」
- ・ 文部科学省科学研究費補助金「抗 HCV を目指した新機能性核酸の創製」
- ・ 文部科学省若手任期付研究員支援「組み換え植物を用いた動物型糖脂質の生産」
- ・ 文部科学省若手任期付研究員支援「体内時計分子リン酸化による分解機構の解明」
- ・ 文部科学省若手任期付研究員支援「ヒト微生物共生系の遺伝子解析及び利用」
- ・ 文部科学省若手任期付研究員支援「環境複合微生物の迅速検出による環境質評価」
- ・ 文部科学省若手任期付研究員支援「構造形成要素に基づく蛋白質構築原理の解明」
- ・ 北海道大学タンパク3000プロジェクト「遺伝子発現制御に関する研究」
- ・ 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構産業技術研究助成事業費助成金「生物時計機構を利用した睡眠障害モデル動物の開発」
- ・ 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「生物機能活用型循環産業システム創造プログラム環境中微生物の高精度・高感度モニタリング技術の開発」
- ・ 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「生物機能活用型循環産業システム創造プログラム／植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発／植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発」
- ・ 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康寿命延伸のための医療福祉機器高度化プログラム 早期診断・短期回復のための高度診断・治療システム 心疾患治療システム機器の開発」

発表：誌上発表133（111）件、口頭発表379（82）件、

その他16件

生物資源情報基盤研究グループ

(Microbial and Genetic Resources Research Group)

研究グループ長：鎌形 洋一

(つくば中央第6)

概要：

1) 生物遺伝子資源の探索・解析に関する研究

メタン発酵リアクター、水処理活性汚泥、熱水環境、昆虫・動物内部共生体などを中心に新規微生物資源の探索、ならびに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析およびこれら微生物群の機能解析に関する研究を行った。また、これまで全く培養されてこなかったものの環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。このうちポリリン酸蓄積性微生物 *Gemmatimonas aurantiaca* は、我が国で初めて門レベルで新規な微生物として単離に成功した微生物である。この他にも亜門レベル、科レベルで新規な微生物の取得に成功した。これらはいずれもメタン発酵系や熱水系中の有機物分解に重要な役割を果たす微生物であることを明らかにした。またさまざまな昆虫細胞中の内部共生体に関する研究を展開した。とくに雄殺しにかかわるショウジョウバエ中に共生する微生物の動態を解明した。

2) 環境生物学

環境浄化と微生物の活動の関係を明らかにする目的で、環境汚染物質分解微生物（群）の探索と挙動解明を行った。すなわち、ダイオキシンを炭素源として完全分解する微生物の分解様式を解析した。また、ジクロロフェノキシ酢酸類を分解する遺伝子群が根粒菌に広く存在することを発見した。嫌気的な有機物分解については、メタン回収型水処理リアクター内で重要な役割を担う微生物群集の解析を網羅的に行った。絶対嫌気性微生物として世界で初めてフタル酸類を分解する共生微生物系を得て、その生理学的特性を明らかにした。また、微生物群集解析を目的に微生物種（群）特異的な16S rRNA の迅速定量法を開発した。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 生物資源情報基盤研究
2. 有用物質解析
3. RIO-DB (微生物資源化学分類情報 DB)

遺伝子機能制御研究グループ

(Gene Regulation Research Group)

研究グループ長：進士 秀明

(つくば中央第6)

概要：

酵母、植物の環境情報にตอบสนองした遺伝子発現の制御に関与する制御因子を網羅的に解析する技術を開発して、細胞の環境応答機能を制御する遺伝子を探索・同定する。環境情報の認識から遺伝子の発現に関わる制御遺伝子の機能を解析して、情報伝達と遺伝子発現ネットワークを解明し、制御遺伝子の機能改変により細胞機能を制御する技術を確立する。

酵母の転写因子遺伝子の発現制御における Ger1p の役割と生物学的意義を更に解析し、酵母のゲノム全体での遺伝子発現頻度情報を DNA chip により解析することにより、解糖系代謝経路を中心とした遺伝子の発現の制御と発酵能との関係を解析した。植物の環境応答を制御する制御因子の探索と解析を継続し、形質転換植物を利用して転写因子の機能を解析した。タバコの完全長 cDNA クローンのライブラリーを構築し、5,000クローンについて配列解析した。クラスタリング解析を行い、約1,700の遺伝子を取得した。環境ストレスによる植物の成長抑制の機構を解析するため、ストレスによる成長抑制に抵抗性を示す変異体をスクリーニングした。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 植物細胞の環境応答の制御遺伝子の探索と機能解析
2. 酵母の転写制御因子による統括的遺伝子発現制御機構の解析と利用

生物時計研究グループ

(Clock Cell Biology Research Group)

研究グループ長：石田直理雄

(つくば中央第6)

概要：

約24時間を周期とする生命活動の周期的変化のリズムをサーカディアン（概日）リズムと呼ぶ。本グループの研究戦略目標は、これら多様な生物時計の背後にある分子的基礎を、分子生物学、神経科学、生理学、遺伝学、行動学、形態学などの基礎的研究手法により総合的に研究し、知的基盤へ貢献することを第一の目的とする。さらにこれら基礎的研究成果の中から産業社会へ利用できるものを見出し、社会へ還元する。

末梢時計のリズム形機構が中枢とは異なることを見出した。そこで末梢時計のリズム形成に関する遺伝子群を網羅的に解析する目的で、時計変異マウスを用いて肝臓で振動する遺伝子の網羅的解析を行った。その結果、主に肝臓で clock に制御される100個の遺伝子群を見出した。これらの中には細胞分裂、脂質代謝や蛋白分解に関するものが見出されると共に機能未知のものも含まれた。(Journal of Biological Chemistry 278, 41519-41527 (2003))

アナナスショウジョウバエの時計遺伝子 timeless

(tim)のクローニングに成功し、この時計分子としての機能を同定した。(GENE307.183-190 (2003))

研究テーマ：

運営費交付金

1. 生物時計研究

機能性核酸研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：巖倉 正寛

(つくば中央第6)

概要：

生体内における RNA 分子の役割については最近その重要性が再認識されている。当グループではその RNA に焦点を当て、人工的な新しい機能を持った核酸（新機能性核酸：RNA アプタマー等）を創出し、その機能構造を明らかにし、遺伝子や蛋白質の人為的制御法や、検出・診断の新素材として役立てることを目的としている。また、天然に見られる RNA の果たすユニークな現象に着目し、RNAi や RNA-RNA 結合タンパク質相互作用の分子レベルでの解析とその応用を目指している。

新規 RNA アプタマーの開発では、マウスプリオン蛋白に対して創出したアプタマーを用い、脳ホモジネート中のプリオン蛋白を検出できることを明らかにした。インフルエンザウイルス A 型サブタイプの HA 抗原を認識するアプタマーを創出し、これがウイルスの細胞膜への融合を阻害することを明らかにした。アプタマーのチップ化への可能性を明らかにした。

ヒスチジン資化オペロンのアンチターミネーションに関与する HutP 蛋白質とターゲット RNA 複合体の X 線立体構造解析の結果、RNA-蛋白質の新しい結合様式を見出した。

RNA の合成および分解に関与する蛋白質による RNA の認識機構、機能発現の分子的基盤を解析するために、CCA 付加酵素および複合体の結晶スクリーニングと緊縮応答蛋白質の変異ライブラリーの作成を進めた。in vivo の解析システムは in vitro のシステムよりも簡便に活性残基の同定が可能であると期待される。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 新機能性核酸の創製
2. 新機能性核酸の分子認識機構の解明
3. 新機能性核酸の利用技術開発

蛋白質デザイン研究グループ

(Protein Design Research Group)

研究グループ長：巖倉 正寛

(つくば中央第6)

概要：

我々が欲する機能を有する蛋白質を確実に創成するための技術としての配列空間探索による蛋白質デザインというコンセプトの実証研究と、デザインした蛋白質利用としての配向制御固定化による生体外での蛋白質利用技術開発研究を行っている。

配列空間探索による蛋白質デザイン手法の開発のためには、網羅的1アミノ酸置換変異体の作製及びその特性解析が必須である。前年度に引き続きジヒドロ葉酸還元酵素と p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼを対象に変異解析を進め、前者に関しては、135部位について2000個以上の一アミノ酸置換変異体の作製を完了すると共にその中から約1200個の変異体タンパク質を分離精製均一化を完了した。また、その特性データとして酵素活性、補酵素特異性、熱安定性などに関し調べた。更に、ジヒドロ葉酸還元酵素の網羅的円順列変異体解析から示されたフォールディングエレメントと名付けた配列単位の役割として構造形成能の獲得（フォールダビリティ）を明らかにしてきたが、さらに、この役割が構造形成初期反応において重要であることを明らかにした。後者に関しては、全てのシステイン残基およびメチオニン残基の部位について系統的且つ網羅的に一アミノ酸置換全変異体の特性データを利用コンビナトリアル変異戦略を開発実践することにより、副反応低減の道を開いた。

デザインした蛋白質の生体外での利用技術の観点から、低分子化合物と特異的に結合する機能性タンパク質の創製及びその利用を目的とした研究を推進し、結合のモニタリングを容易にするレポータータンパク質としての蛍光タンパク質を種々選択し、配列制御固定化に向けた配列変換を行い、高効率で配列制御固定化を可能とする改良タンパク質を用いて、固定化反応のモニタリングと、反応条件の最適化を行った。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 蛋白質デザイン研究
2. デザイン化蛋白質の特性解析研究
3. 蛋白質利用技術開発研究

蛋白質ダイナミクス研究グループ

(Protein Dynamics Research Group)

研究グループ長：森井 尚之

(つくば中央第6)

概要：

タンパク質の局所構造を分類し、その統計解析から局所構造の多様性を定量的に明らかにするために、高速分類プログラムを開発した。本法により、公共データベースに登録されている構造既知の全タンパク質を解析対象として、タンパク質の仮想的な全構造空間に対する実存局所構造の多様性を調べたところ、これらの出現頻度がべき乗則分布に従うことを明らかにした。

また得られた分布形状は、用いた分類パラメータやサンプリング順番にほとんど依存しないロバスト性をもつことも明らかにした。

コイルドコイル構造に関わる局所構造性を解明するために、多数のフラグメント合成によりモータータンパク質中のコイルドコイル性の高い領域と構造連続性をほぼ解明した。特定の領域のペプチド鎖は濃度依存性の挙動が単純な会合平衡ではない特異な構造形成に関与していることや、またダイニンについて、長鎖フラグメントの構造解析から分子内での逆平行型のコイルドコイル構造形成を明らかにした。

β シートを含む構造をもつタンパク質を対象に、立体構造形成の核となる局所構造の安定化機構解明をめざして、多数の β ヘアピン型フラグメント変異体の熱転移挙動を解析した。その中には原型よりも数十度熱転移温度の高い変異体を見いだした。この結果から β ストランド間の構造安定化に芳香族側鎖間の相互作用が重要な役割を有していることが判明した。

タンパク質の周期的構造体であるアミロイドフィブリル形成性を有する20アミノ酸残基程度のタンパク質構造部分を用いて、分子間の相互作用とパッキング様式を変異体実験をもとに検討した。その結果、最も安定で、かつフィブリル線維の周期性や固有サイズを合理的に説明できるモデルとして、フィブリル軸垂直方向へのシートスタッキングの傾斜ねじれモデルを提案した。

構造形成過程における分子間の形態相互作用、特に気液あるいは固液界面における液晶的集積の効果を、DNA分子を用いて明らかにした。この系に磁場効果を適用することで分子鎖配向のそろったDNA固体膜の作成に成功した。

フラグメント分子軌道法(FMO)法と分子動力学法(MD)の特長を併せ持つ、生体分子の電子状態の記述に適用可能な、新しい量子分子シミュレーション方法 *ab initio* FMO-MD 法の開発が進化した。本法によって、分子の電子状態変化を考慮しながら生体分子のダイナミクスをシミュレーションできる。

研究テーマ：

運営費交付金

1. タンパク質の局所構造形成および分子間構造形成におけるダイナミクス研究

酵素開発研究グループ

(Enzyme Exploration Research Group)

研究グループ長：三石 安

(つくば中央第6)

概要：

本グループの研究目的は、新しい機能をもつ微生物酵素とその遺伝子の取得、および理論設計及び進化分子工学的的手法により新規な特性をもつ酵素を創製し、

生物遺伝子資源の確保と産業用酵素を開発することである。この目的を達成するため、糖分解酵素、ラクトナーゼまたその遺伝子をクローニングし、大腸菌内での発現系の確立、立体構造解析等を行っている。また、進化分子工学の一環として、好熱菌宿主を用いた蛋白質の耐熱化を行なっている。

新規分離細菌 *Paenibacillus* KM21株から、2種類の新しいキシログルカン特異的エンドグルカナーゼを単離し、該酵素遺伝子のクローニングを行い配列を決定した。遺伝子配列の相同性検索より、2つの酵素はそれぞれ、ファミリー5とファミリー74のグリコシダーゼに属することを明らかにした。また、大腸菌による発現系を構築し、活性のある組換え蛋白質を取得した。また、L- α -ヒドロキシグルタル酸 γ -ラクトナーゼの精製、性状解析を行った。

高温バイオプロセス用の宿主として利用される好熱菌 *Thermus thermophilus* において利用できるプラスミドベクターを開発した。とくに、今回開発したベクターは該好熱菌内で新たな薬剤耐性遺伝子を耐熱化した遺伝子を含む。本プラスミドは宿主内において高温化で自律複製するとともに大腸菌での複製も可能で、新規シャトルベクターとして利用可能である。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 新しい微生物酵素の探索
2. 好熱菌宿主を用いた蛋白質の耐熱化

脂質工学研究グループ

(Lipid Engineering Research Group)

研究グループ長：神坂 泰

(つくば中央第6)

概要：

微生物での脂質生産に関わる遺伝子を探索し、それらの有用遺伝子を再構築することによって、脂質生産を人為的にデザインする系の開発をめざす。そのために、脂質蓄積に関与する蛋白質及び遺伝子を脂質蓄積性の微生物や、遺伝子レベルでの解析が進んでいる出芽酵母などで解析を進める。また、新たな脂質遺伝子資源を有する微生物を自然界よりスクリーニングし、その培養方法等の検討を行う。平成15年度は、以下の成果が得られた。

1. モルティエラ属糸状菌の脂質蓄積部位であるリピッドボディのサイズ及び脂質蓄積の変化と相関して、リピッドボディで活性が変化する蛋白質リン酸化酵素として、カゼインキナーゼ I を同定し、その遺伝子配列を決定した。
2. 出芽酵母 *S. cerevisiae* のリピッドボディ形成変異株のうち、脂質含量が増加したものの18株について変異挿入部位を検討し、15株について挿入遺伝子を決定した。

3. 菌体内脂質の簡便測定法としてナイルレッド染色蛍光測定法を確立し、それを用いたスクリーニングにより、脂質蓄積に影響を与える植物由来のテルペノイド等6種を見出した。

4. ラビリンチュラ類海生菌に、炭素繊維及び大豆レシチンを加えることにより、餌として他の菌を加えなくても増殖し、高度不飽和脂肪酸を生産することを見出した。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 脂質の生物生産の高効率化

バイオセンシング技術研究グループ

(Biosensing Technology Research Group)

研究グループ長：水谷 文雄

(つくば中央第6)

概要：

オリゴシロキサン誘導体の二次元架橋化単分子膜をLB法により、直径数ミクロンの微小白金電極上に作製した。電極周辺の絶縁部のガラスを疎水化処理することで再現性良くシロキサン単分子膜の選択透過性機能を活かしたNOセンサーが構築出来ることを明らかとした。また、この電極のNO応答のレベル、妨害物質(アスコルビン酸等)の抑制機能は1ヶ月以上変動しなかった。選択透過性膜被覆マイクロ電極を再現性良く、長寿命に渡って利用し得ることを示した最初の例である。

自己組織化単分子膜の研究を進め、チオールに代わるセレノールの利用、赤外分光による膜構造解析等を行った。

原子間力制御型電気化学顕微鏡を用いて、先に開発したポリイオンコンプレックス中に酵素を固定化した膜の評価を行った。トポ像と酵素反応生成物の濃度分布増の同時解析から、酵素がアグリゲートした1ミクロン前後のドメインが点在する構造であることを明らかとした。

研究テーマ：

運営費交付金

1. バイオセンシング技術研究

分子認識研究グループ

(Molecular Recognition Research Group)

研究グループ長：小高 正人

(つくば中央第6)

概要：

生体分子・細胞における分子認識機構の解明とナノバイオマシンの創製のための各種ツール開発、ならびにこれらを用いた癌細胞転移機構等の解明を目指す。このために、2種類の官能基を異方的に配置した新規高分子ナノ微粒子の合成、各種の抗癌性白金錯体(シス

プラチンおよびその誘導体) と DNA との錯体を認識する細胞内親和性タンパク質の微粒子法による解析、アルツハイマー病の原因物質と考えられているアミロイドβ-タンパク質の分子間相互作用と機能の關係の解析、新規セレンリンカーを用いた生理活性ペプチド固相合成、および癌転移機構に関わる細胞間相互作用について検討した。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 機能性ナノ微粒子の創製
2. 生理活性ペプチド合成及びペプチド分子間相互作用の解析
3. 癌転移に関わる細胞間相互作用の解析

複合微生物研究グループ

(Microbial Community Research Group)

研究グループ長：金川 貴博

(つくば中央第6)

概要：

複合微生物系は環境保全対策に広く用いられている。当研究グループでは複合微生物系中の特定微生物の定量方法の確立や、微生物相を解析する手段の確立のための研究を行っている。研究方法は、DNA 解析を主としている。当所で開発した DNA 解析方法を、医療、食品など広い分野で使用することも目指している。

1. 産業廃水の処理に汎用されている活性汚泥法において、トラブルを起こす糸状性細菌の量を解析するための新しい手段の開発を行い、糸状性細菌量を解析した。また、活性汚泥法によるリン除去における微生物相の変化を研究した。
2. 特定の微生物が生態系に与える影響を評価するためのモデル生態系の構築を行い、その安定性を確認した。
3. 複合微生物系から抽出した DNA を PCR で増幅する際に発生する偏りの原因を追究し、これを明らかにした。
4. 当所で開発した DNA 解析方法の QP-PCR 法を、遺伝子組換え大豆の定量に応用し、現在の公定法と同精度であることを確認した。
5. ヒトゲノム中の一塩基多型を解析するための新規な方法を開発した。
6. DNA 計測方法の標準化に協力するため、国際機関から送られてきた DNA 試料の測定を行った。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 複合微生物系の解析研究
2. DNA や RNA の新規測定技術の開発
3. DNA 計測方法の標準化

環境保全型物質開発・評価研究グループ

(Environmentally Degradable Polymer Research Group)

研究グループ長：常盤 豊

(つくば中央第6)

概要：

糖鎖型およびエステル型の高機能高分子の開発：天然に豊富に存在する糖を利用した高機能性高分子として、開環重合してポリエステルを与えるモノマー (MTC) と側鎖に糖を有するイソプロピリデングルコフラノースとをラジカル共重合して、生分解性で主鎖にエステル基、側鎖に糖を有する共重合体を得た。ポリ L-乳酸とポリ D-乳酸から調製した高融点のポリ乳酸ステレオコンプレックスは、酵素により分解されないことを見出した。

生分解性高分子素材の環境影響評価：系統的類縁關係の明確な乳酸菌6属12種には、ポリエステル分解能を示すものは見いだせなかった。ゴム分解微生物の特性を把握するため、タイヤゴムの生分解性を詳しく検討した。タイヤトレッドの微生物分解において、天然ゴムからはイソプレンオリゴマーが、また合成ゴムからはブタジエンオリゴマーが生成することを明らかにした。

生分解性高分子素材の処理技術の開発：放線菌 *Kibdelosporangium* 属の1菌株が、ポリ乳酸を強力に分解することを発見した。この菌株は、使用後のポリ乳酸廃棄物の処理に有望と思われた。ゴム製品の微生物分解については、微生物の種類によって生育条件が異なり、生育は遅いが比較的多量の分解中間体を蓄積する微生物を見出した。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 環境保全型物質開発・評価研究
2. 生分解性高分子素材の開発

植物分子工学研究グループ

(Plant Molecular technology Research Group)

研究グループ長：松村 健

(北海道センター)

概要：

植物の遺伝子組み換え技術を利用して、有用物質、特に従来植物体が生産しない哺乳類の医療用蛋白質を主に発現・生産可能な技術開発を目標に研究を進めている。

鶏原虫病経口ワクチン素材の開発：従来遺伝子組み換え大腸菌で生産・精製し注射型ワクチンとして利用されている鶏の原虫病に対する経口ワクチン素材の開発を目的として、鶏ロイコチトゾーン原虫病 R7抗原遺伝子をジャガイモに導入した組み換えジャガイモを作出した。この組み換えジャガイモも凍結乾燥葉を鶏に経口投与した結果、血清中の抗体価の上昇を見いだ

し、経口ワクチン素材として有効であることを確認した。

新規植物ウイルスベクターによる有用物質生産：キュウリモザイクウイルス（CMV）ベクターを用いて、有用蛋白質をコードする遺伝子を実際にベクターに組み込み、宿主植物に接種することにより、有用蛋白質を植物体内で発現させることを試みた。

発現目的の蛋白質には、ヒトのインターロイキン1レセプターアンタゴニスト（IL-1ra）を用いた。試験管内で CMV ウイルスゲノム-IL-1ra 融合遺伝子断片を調整し、これと同様に調整した CMV ウイルスゲノム RNA フラグメントを混合、温室で育成したベンサミアーナに接種した結果、接種葉およびその上部展開葉において明らかなモザイク症状が観察され、ウイルスが接種植物体内で増殖、全身移行していることが判明した。この接種植物体の葉の磨砕液と抗 IL-1ra 抗体を用いた ELISA、およびウエスタン法で IL-1ra 蛋白質の発現も確認できた。以上のことから、本 CMV ベクターは、有用蛋白質を植物体内で発現・生産させるのに有効なツールであることを明らかにした。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 経口ワクチンおよび診断・検出試薬生産系の開発
2. 植物ウイルスベクターの開発と利用

遺伝子資源解析研究グループ

(Genomic Resources & Environmental Adaptation Research Group)

研究グループ長：湯本 勳

(北海道センター)

概要：

極限環境適応微生物の環境適応のキータンパク質の遺伝子および構造と機能を解析し、環境適応機能との相関性を解明する。それらの研究によって得られた情報を微生物の生理機能の改変、タンパク質の高機能化による産業利用に応用する。また極限環境における高効率なエネルギー代謝機構を解明し、その機構を他の微生物の代謝機能の改変および生物を用いた新たなエネルギー生産系に応用する。

1. 新たに分離した過酸化水素耐性微生物は新種であることが判明し、新種微生物として提案した。その細胞抽出液のカタラーゼ活性は 25,000U/mg protein でこれまで知られている微生物の中で最高の値で、大腸菌のものと比較して約560倍の活性値を示す。
2. 絶対好アルカリ性細菌 *Bacillus clarkii* K24-1U 株から約6種類の脂肪酸側鎖を膜アンカーに持ち、糖を含有する新規チトクロム c 複合体の精製およびその生化学的諸性質を明らかにした。このような膜結合性のチトクロム c は世界で初めての発見である。

3. 低温微生物 *Cobetia marina* L-2株を用いて低温生育の要因を検討した結果、低温における速い生育は低温で高い流動を示す膜脂質組成よりも、培地中に多種類のアミノ酸が含まれていることがより重要で、多種類のアミノ酸が含まれる培養条件下で5℃付近に急に生育速度が上昇する温度域があることを発見した。

4. インジゴ還元微生物の単離に成功した。分子系統解析を始め微生物分類学的な検討により、新種微生物であることが判明した。本分離菌株は高アルカリ環境下において植物抽出成分非存在下でインジゴを還元出来る唯一の微生物である。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 遺伝子資源の探索および解析
2. 極限環境適応因子の解析研究

分子環境適応研究グループ

(Molecular Adaptation Research Group)

研究グループ長：扇谷 悟

(北海道センター)

概要：

当研究グループは、生物の環境適応機構を産業に利用することを目的として、特に低温環境適応に関わる遺伝子および脂質について研究を進めている。

酵母における低温適応遺伝子については、当グループで開発した低温誘導発現系を利用して、いくつかのタンパク質の生産を試みた。ターゲットとしては、大腸菌発現系で生産させた際に不溶化するタンパク質、および大腸菌には存在しない小胞体に局在するタンパク質を用いた。その結果、前者については数種類のタンパク質で可溶性発現に成功し、また、後者についても従来の酵母発現系を大きく上回る生産効率を得た。これらの結果より、我々が開発した低温誘導発現系は大腸菌発現系や従来の酵母発現系において生産が困難なタンパク質を生産できることがわかった。

未利用水産資源を利用した高度不飽和脂肪酸の生産においては、イカゴロから作製した培地を用い、ジャーファーメンターでの培養を試みた。さまざまな条件検討を行ったのち、最終的に、大量生産のパイロットスタディとして、40L スケールの培養での生産を行った。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 分子環境適応研究
2. 海洋有機物からの生体機能物質再生利用技術- マリンコンビナート

蛋白質構造研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：津田 栄

(北海道センター)

概要：

不凍蛋白質など独自探索の未知・未利用の機能性蛋白質群を研究対象として、それらのアミノ酸配列や遺伝子配列の決定、性能評価、そして構造と機能の相関解明に関する研究を行った。特に、不凍蛋白質が有する氷菓子類、穀類、めん類、野菜、果実、種子、食肉、魚介類、加工食品、医療品、診断薬、試薬、化粧品、血液、精子、卵子、細胞一般、移植臓器などの含水物に対する凍結品質維持効果を検証する目的のために、水とインクを成分とする水溶液系に関する不凍蛋白質効果の基礎データを取得した。この実験のために北海道魚類のすり身からの不凍蛋白質大量精製手法を開発した。更に、同蛋白質の氷結晶結合能力を調べるために必要な高精度の水溶液凝固点測定システムを開発し、特に機能が注目される不凍蛋白質アイソフォームに関してはこれの遺伝子工学的発現と高純度精製を行い、核磁気共鳴法と X 線結晶構造解析法を用いた3次元分子構造解析に関する研究をおこなった。得られた研究成果の知的財産化（特許出願）も積極的に進め、さまざまな生活と産業の分野において蛋白質の応用を実現するための基礎を構築した。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 未知・未利用不凍蛋白質の探索とアミノ酸配列の決定
2. 3次元構造解析に基づく高機能型不凍蛋白質の遺伝子発現
3. 産業用酵素の X 線結晶構造解析

遺伝子発現工学研究グループ

(Proteolysis and Protein Turnover Research Group)

研究グループ長：田村 具博

(北海道センター)

概要：

研究目的：細胞内のタンパク質の合成機構と分解機構の研究をもとに、微生物を宿主とした組換えタンパク質生産技術の開発及び高等動物由来新規生体分子マーカーの検索とその利用技術の開発を行う。

研究手段：放線菌の一種であるロドコッカス属細菌を利用した宿主-ベクター系の開発を行う。ユビキチン化タンパク質を特異的に精製可能なモノクローナル抗体を利用しユビキチン化タンパク質の精製を行う。

方法論：組換えタンパク質生産技術は、多様な発現系が構築できるように、誘導型と構成型の両プロモーターを開発し、それぞれを異なる複製開始起点を持つプラスミドに組込んだ大腸菌-ロドコッカス属細菌シャトルベクターを構築する。本ベクターを利用する事

で単一のタンパク質発現から複数のタンパク質を併発可能系を構築を行う。ユビキチン化タンパク質の精製技術開発は、モノクローナル抗体をセファロースやアガロースに固定化した精製担体を作製し、該担体を用いて動物組織や培養細胞由来粗抽出液からのユビキチン化タンパク質回収を行う。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 放線菌を宿主とした組換えタンパク質生産系の開発
2. 細胞内タンパク質分解機構の解析

生物資源高度利用研究グループ

(Bioresources Utilization Research Group)

研究グループ長：加我 晴生

(北海道センター)

概要：

循環型社会あるいは環境調和型社会を構築していくためには、バイオマス、糖類、生体触媒など再生可能な生物資源をグリーンな化学原料として利用、開発することが必須である。生物資源の高度利用技術による機能性物質の開発を目的とし、主にバイオマスの新規熱分解法による有用物質の生産、糖含有機能性物質の開発、生体触媒による光学活性体の合成技術を検討した。比較的セルロース純度の高いセルロース系資源をマイクロ波加熱を用いた新規熱分解法によりレボグルコサン（無水グルコース）を10%以上の収率で生産できることを明らかにした。セルロース系資源から得られる糖類を用いて糖含有高分子（末端をシクロデキストリンで修飾したポリスチレンおよびシクロデキストリンをコアとする7本のポリスチレン鎖を有するスター型ポリマー）を合成した。それらの親水性、疎水性の機能を明らかにし、これらが会合機能を有することを見いだした。また、ポリスチレン鎖にホスホリラーゼを作用させ、糖鎖を伸長できることを明らかにした。さらに、無水糖類を用いて天然には存在し得ない多岐状の合成糖鎖ポリマーに誘導できることを見いだすと共に生物資源である生体触媒を用いて新に4種のアミノアルコール類を光学活性体に誘導できることを明らかにした。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 生物資源高度利用研究

ナノバイオテクノロジー研究グループ

(Nano-biotechnology Research Group)

研究グループ長：鈴木 正昭

(北海道センター)

概要：

本研究グループは生体物質の生産、分離、センシン

グへの応用を目的として生体物質の2次元位置選択的配列、ナノ粒子の合成と表面修飾技術を研究している。

ガラスやシリコン基板表面をシラン化合物で修飾し、シラン化合物層を真空紫外光 (VUV) でエッチングして除去することにより、シラン化合物層のパターンを形成し、その後表面修飾を施してタンパク質を結合させることによってタンパク質のパターンを作成することが出来た。今後シラン化合物層の形成条件、真空紫外光によるエッチング条件を詳細に検討すると同時に神経細胞配列等へこの技術を応用する。

タンパク質の相互作用解析を目的として磁性粒子の表面修飾を行った。磁性粒子を実際のタンパク質解析に用いるためには粒子の溶液中での分散性と磁性相互作用の両方が重要である。いくつかの粒径の磁性粒子について実験した結果、サブミクロン程度の大きさのニッケル粒子が適当な分散性と磁性相互作用を持つことがわかった。

研究テーマ：

運営費交付金

1. ナノバイオテクノロジー研究

沖縄亜熱帯バイオ連携研究体

(Collaborative Research Team for Okinawa

Subtropical Biotechnology)

研究グループ長：丸山 進

(つくば中央第6)

概要：

沖縄産亜熱帯植物の生理活性評価の研究を行い、クミスクチン (別名ネコノヒゲ) 抽出物及びそれに含まれるポリフェノール (ロズマリン酸) に膵臓β細胞 (RINm5F) のインスリン分泌を促進する活性を見出した。血糖値上昇抑制の機能性食品は殆どが糖の分解、吸収を抑制する作用によりものであり、ポリフェノールがインスリン分泌を促進することはあまり知られていない。ロズマリン酸は cAMP ホスホジエステラーゼを阻害し、細胞内 cAMP 濃度も上昇傾向を示したことから、これがインスリン分泌促進効果の一因と推定される。

一方、前年度に見出したコラーゲン由来の血圧降下ペプチドのうち Gly-Pro 及び Gly-Phe-Hyp-Gly-Pro は、高血圧ラットに単回経口投与すると、血圧降下作用が24時間持続すること、さらにコラーゲン加水分解物の二ヶ月間長期自由摂食による持続的降下作用を確認した。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 高機能物質開発

総括研究員：清水 隆、

部門付：川崎 一則

(つくば中央第6)

概要：

光学顕微鏡・電子顕微鏡等の高度利用により、細胞活動の分子機構の解明と応用を目指す。分子レベルから、細胞骨格・オルガネラのレベル、単一細胞レベル、細胞集団レベルまでの各階層で、動的パラメータの高精度解析法を開発する。細胞機能発現を細胞内分子プロセスから理解しその利用・制御などへ応用する。

1. 急速凍結レプリカ電顕法で得た細胞膜の膜内粒子の精密画像から、細胞内の膜タンパク質分子の分布変化を解析した。また、イオンチャネルなど精製膜タンパク質の電顕観察を行った。
2. アメーバ運動の基本的モードを示す魚類表皮細胞で薬剤応答を解析し、仮足伸長制御へのタンパク質リン酸化の関与を明らかにした。また、細胞性粘菌の遺伝子操作変異株 *amiB* の動態解析を可能にした。
3. 細胞集団の形態形成における細胞骨格系の役割を知るため、細胞性粘菌の細胞骨格系変異体を野生株と混合発生させた。変異体細胞は野生株細胞と協調して運動できず、この一部細胞が集合体別部位の形態形成に影響することを示した。
3. 細胞運動を司る分子モータータンパク質の構造をペプチド合成と分光学的観点から解析した。分子モーター *ncd* の ATP 結合による局所的構造変化を明らかにし、また、アルファヘリカルコイルドコイル形成領域につき、多種のペプチドを合成しそれらの二量化能を評価した。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 細胞ダイナミクスの解析・利用に関する研究

部門付：丸山 明彦

(つくば中央第6)

概要：

特定の微生物や遺伝子等の検出・定量法の開発を通し、分子・細胞レベルでの微生物生態系解析手法や環境診断手法の効率化や高度化を進めるとともに、新しい微生物現象の発見や生物・遺伝子資源の探索・開発、環境影響評価、安全性評価等への応用を図ることを目的とした。今年度は、水圏微生物試料を対象に各種の定量的な微生物相解析手法を比較検討することに取り組みとともに、これまで水圏試料を対象に確立した相対分子定量法を堆積物試料へも適用可能にするため試料調製法等の検討を進めた。また、沿岸から海底熱水地下生物圏に至る様々な環境中より新しい微生物系統群を見出すとともに、その多様性の特徴解明を進めた。石油汚染環境や極限環境の指標微生物等については、新たに見出した新規微生物系統群に対する特異的な検出ツールの開発を図り、環境診断や環境影響評価に応用するための基盤整備を進めた。また、熱水地下生物圏探査に不可欠な微生物試料採取に関わる新しい方法や装置の開発、導入を進めるとともに、微生物・遺伝

子資源の探索や解析、利用に向けた研究を所内外と共同で実施した。この他、各種微生物保存菌株を対象に長期安定保存に関わる問題点の検証を進めた。酵母DNA やヒト培養細胞、植物病原菌等を対象にマイクロアレー法の活用を図るとともに、環境汚染物質の早期検出、早期診断を目的とし、引き続き本手法の適正化や標準化を進めた。

研究テーマ：

運営費交付金

1. 分子生態解析研究

部門付：小松 康雄

(北海道センター)

概要：

DNA の構成成分である2'-デオキシグアノシンの1位の窒素原子を炭素原子に置換した、新規核酸誘導体1-デアザ-2'-デオキシグアノシンの化学合成法を開発した。本誘導体を導入した鋳型 DNA および2'-デオキシグアノシグアノシンの5'-トリリン酸体を用い、DNA ポリメラーゼによる取込みへの影響を調べた。それにより、グアノシンの1位の窒素原子が、DNA ポリメラーゼによる重要な認識部位であることを明らかにした。

一級アミノ基の近傍にナフタレンなどの芳香族基を導入した新規アミノ化試薬を開発した。このアミノ化試薬によってアミノ化されたオリゴヌクレオチドは、芳香族基の疎水性によって効率よく逆相カラムによって精製できることを示した。さらに、アミノ基の反応性が芳香族基との距離に依存することを明らかにした。これによりオリゴヌクレオチドプローブの蛍光色素などとの反応性、ならびに固相基板上への固定化効率を上昇させることが可能となった。

研究テーマ：

運営費交付金

1. DNA ポリメラーゼの基質認識機構の解析を目指した新規核酸誘導体の合成
2. 新規アミノ化修飾試薬の開発

3) 研究系

①【人間系特別研究体】

(Special Division for Human Life Technology)

(存続期間：2001. 4. 1. ～2004. 3. 31)

研究系長：田口 隆久

副研究系長：湯元 昇

総括研究員：湯元 昇

所在地：関西

人員：32 (31) 名

経費：587, 117千円 (297, 934千円)

概要：

産総研関西センターに配置されるライフサイエンス系の基盤的研究を担当する。特に、融合と連携をキーワードとした研究開発の推進に努める。前者の「融合」に関しては、バイオ関連の先端研究を推進するとともに高分子科学系の研究との融合を図り、新たな技術分野の確立に努める。また、関西センターが、ポストゲノム研究を意識した「細胞・組織、あるいはさらに高次な構造機能」に着目したライフサイエンスを指向していることと対応した細胞機能の計測・操作技術への研究展開を重視する。後者の「連携」に関しては、外部機関との共同研究・技術指導・受託研究を積極的に進めることにより、新産業創生につながる産学官連携研究の要となつて活動する。

外部資金：

経済産業省 細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発事業「生体分子標識技術開発のうち生物系素材を基にした発光・蛍光プローブの開発」(31, 300千円)

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「細胞内翻訳後修飾モニターのための灌流培養型色識別発光測定システムの構築・分泌型 BRET プローブ用モニター配列の検討」(17, 900万円)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

エネルギー使用合理化技術戦略的開発

「エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 新型有機熱電材料の研究開発」(69, 000千円)

財団法人京都高度技術研究所 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「バイオマス繊維/生分解プラスチックの界面制御型複合材料の開発」(3, 724千円)

株式会社自然総研 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「N-アセチルグルコサミン生産用酵素製剤の効率的生産方法の開発」(4, 095千円)

株式会社けいはんな 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「バイオマスを原料とした省エネルギー型新規生分解性プラスチック材料の開発」(2, 100千円)

経済産業省 試験研究調査委託費(地球環境保全等試験研究に係るもの)「生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成に関する研究」(19, 685千円)

財団法人和歌山テクノ振興財団「細胞培養用キトサンハイドロゲルの調製」(790千円)

大阪大学 タンパク3000プロジェクト「結晶化に関する研究」(8,746千円)

財団法人大阪科学技術センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業(ポストゲノム解析用マイクロHPLCの開発)(527千円)

財団法人大阪科学技術センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「新規リボン型デオキシ核酸の技術開発」(718千円)

財団法人大阪科学技術センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業(バイオ医薬デザイン用の高精度生体高分子機能予測システムの開発)(1,959千円)

財団法人化学技術戦略推進機構「マイクロカプセル調製技術の体系化とインテリジェント化」(3,200千円)

文部科学省 科学技術振興調整費「産総研ナノバイオ分野人材養成ユニット」(90,735千円)

文部科学省 若手任期付研究員支援(継続)「細胞の品質管理機構による新規人工蛋白質のスクリーニング」(14,990千円)

文部科学省 若手任期付研究員支援(継続)「新規遺伝子発現制御系・光スイッチの開発」(15,047千円)

文部科学省 科学研究費補助金「ホタルのルーツを求めた中国雲南省の発光甲虫生態調査」(2,600千円)

文部科学省 科学研究費補助金「発光生甲殻類分布海域を指標とした地球温暖化評価」(1,300千円)

文部科学省 科学研究費補助金「グルタミン酸輸送タンパク質(EAATS)の制御分子開発」(1,500千円)

文部科学省 科学研究費補助金「脳由来神経栄養因子(BDNF)の1塩基多型(SNP)の分子神経生物学」(1,100千円)

文部科学省 科学研究費補助金「骨格筋不死化細胞に由来する筋知覚神経軸索伸長因子の解析とクローニング」(1,300千円)

文部科学省 科学研究費補助金「ディスコティック液晶の単分子膜による配向制御とナノ構造」(1,100千円)

文部科学省 科学研究費補助金「表面プラズモン励起増強蛍光分光法で観測する超薄膜表面」(600千円)

発表:誌上発表50(48)件、口頭発表196(52)件、その他6件

動的構造機能制御研究グループ

(Biomolecular Dynamics Research Group)

研究グループ長:湯元 昇

(関西)

概要:

蛋白質の動的構造形成過程の制御技術として、 α ヘリックス形成性ペプチドに光感応基を導入した光制御ペプチドを用いて構造形成反応を追跡した。 α ヘリックス形成性ペプチドの主鎖にニトロベンジル基を導入すると完全にランダム構造を示したが、光照射により α ヘリックス構造を回復した。このような光によるペプチドの構造変換の例は世界初である。また、重要な細胞機能を担っている、精子活性化ペプチド、アミノ酸トランスポーター、運動蛋白質などの制御分子に光感応基を導入し、これらの機能を光で制御する技術を確認した。さらに、光機能制御精子活性化ペプチドを用いて精子活性化の初期機構を解析した。

機能蛋白質の立体構造形成過程、特に蛋白質の構造形成の失敗による繊維状化過程について、グループで立体構造を解析したCADドメイン(細胞死に参与する蛋白質に見られる構造単位)を用いて、繊維状化を制御する技術を検討した。

酵母の分泌系を品質管理システムとして用いた品質管理機構スクリーニングにより、免疫グロブリンなどの有用蛋白質のS-S結合に置き換わって安定な構造を形成できる変異体を作製した。

研究テーマ:テーマ題目1

精密構造解析研究グループ

(Protein Finestructure Research Group)

研究グループ長:安宅 光雄

(関西)

概要:

重点課題である「有用蛋白質機能解析」中「高品位結晶作製と超好熱菌蛋白質解析」に大部分の努力を集中した。すなわち超好熱菌2種のゲノムが全解読されているので、そのゲノム情報を最大限活用して有用蛋白質の遺伝子を取得し、機能解析し、知財化して最終的には産業に結びつけることを目指している。超好熱菌 *Pyrococcus horikoshii* の遺伝子のうちアミノペプチダーゼ(デブロッキングという特異で産業応用できる活性を有する)3種、チオレドキシシン(酸化ストレス除去関連)、エンドグルカナーゼ(多糖類分解に使える)について、また別の超好熱菌 *Aeropyrum pernix* 遺伝子のうちシステイン合成酵素(システインが合成できる)、グリセロール-1-リン酸脱水素酵素(耐熱性の高いエーテル脂質を合成し、また市販され

ていない試薬の製造に使える)、チオレドキシシ関連3種(酸化ストレス防止ができる)について、それぞれ大腸菌を用いた発現を行って機能解析した。新たに活性があることを確認できた部分のすべてについて物質特許を出願した。また立体構造を決定するため結晶化を進めている。磁場の中で、核酸代謝関連の蛋白質の品質が大幅に向上することを見だし、また、X線トポグラフに現れるリゾチーム結晶中の歪みが上向き磁化力を印加すると減少し下向き磁化力を印加すると増加することを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目2

細胞機能操作研究グループ

(Cell Dynamics Research Group)

研究グループ長：近江谷克裕

(関西)

概要：

多様な細胞機能を指標とした創薬、或いは一塩基多型 SNP 情報を基盤としたテーラーメイド医療システムの基盤となる細胞機能可視化技術の開発を行った。

- 1) 青、緑、橙、赤色発光タンパク等の哺乳類細胞内での発現を最適化、発光色の違いを利用し、細胞内における複数の遺伝子発現を同時に測定することに成功、複数時計遺伝子の同時解析を試みた。
- 2) 発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブにより、生細胞状態を保持したまま細胞外でタンパクプロセッシング過程を可視定量化に成功した。
- 3) SNP 情報に準じた神経栄養因子-蛍光タンパクを作成、時空間解析を行い、一分子置換と細胞機能の相関を明らかにした。
- 4) プロスタグランジン E 合成酵素-蛍光タンパクを作成し、培養細胞における本タンパクの細胞内局在及び動態を明らかにした。
- 5) 発光性渦鞭毛藻青色発光タンパクを哺乳類細胞で発現させた。また、ホタル発光タンパクと同時発現させた場合、2つの遺伝子発現を同時解析できた。

研究テーマ：テーマ題目3

ニューロニクス研究グループ

(Neuronic Research Group)

研究グループ長：田口 隆久

(関西)

概要：

神経突起伸長促進因子およびその関連分子を発見し、その作用機構を解明することにより神経回路を再接続する技術を開発する。また、神経電極、人工筋肉制御等に必須な情報認識変換分子システムデバイスの実現に資することを目的としたシナプス情報伝達制御機構の解明とその応用によるシナプス再接続制御技術を開発する。

神経突起伸長活性を有する蛋白質については、近年多数報告されてきているがそれらは *in vitro* の活性が主であり、生体内での活性まで解明したものは少ない。

当該研究グループが発見した2種の蛋白質(ニューロクレシン、MDP77)は、ラットを用いた動物実験に供され、切断した座骨神経の100%再接続を確認した。これは応用への一歩前進である。また、神経を繋ぐ技術に重要なシナプス伝達解析に関しては、その可塑的变化の分子機構が世界の研究の中心であるが、これに関し、活動依存的にグルタミン酸受容体のサブユニット構造が変化することをパッチクランプ単一チャンネル解析であきらかにした。この知見と神経回路における構造変化との関連についても解析が進んでいる。この回路解析にはこれまで用いてきたガラス電極によるパッチクランプ法に加え、二次元回路特性を一度に解析できる多点計測系を開発し、これに必要なソフトウェアを検討している。さらに、神経回路の形成を生きた動物の中で解析可能なシステムを、メダカを用いて開発中である。これは、従来のラット、マウスを用いた動物実験に比較してメリットが多く、迅速スクリーニング系に発展する可能性を秘めている。

研究テーマ：テーマ題目4

メソフェーズ工学研究グループ

(Mesophase Technology Research Group)

研究グループ長：清水 洋

(関西)

概要：

電荷移動パス構築のための新規な液晶材料の開発及びこれらの新機能性液晶を用いたポリマーデバイス実現への基盤研究として配向制御に関する新規なアプローチを引き続き実施、100ミクロン幅の一様配向ドメインの形成に成功した。一方、その電荷移動パスとなる液晶半導体研究では分子運動性の制御による最適化という従来とは異なるコンセプトをベースに、疎フッ素・親フッ素効果や水素結合相互作用等分子間の特異的相互作用を考慮した新規液晶を合成、その液晶性を解明してきた。更に、それらのカラムナー液晶相における電荷移動度計測に取り組み、それらが従来の電荷移動度を保持したまま液晶相の安定化を実現できることを見出した。特にデバイス応用上重要な自発的ホメオトロピック配向性が導入したフルオロアルキル基の鎖長の増加により増強されることを見出した。

研究テーマ：テーマ題目5

刺激応答材料研究グループ

(Dynamic Materials Research Group)

研究グループ長：田口 隆久

(関西)

概要：

人間系においては、ライフサイエンス研究と高分子材料研究を融合させ、人間の自立した生活に役立つような技術、材料、システムの開発に資するバイオエンジニアリングの研究推進を指向している。このグループには、有機合成や高分子挙動解析等に優れた資質と実績を有する研究者が結集しており、この研究者を組織化して本当に役に立つ刺激応答材料の開発を目指す。

人工筋肉関係の研究ではすでにその方向で成果が出始めており、また、センサー材料としての可能性も大きい。さらに、ウェット系である生体組織と人工材料とのインターフェース（例えば神経電極）の開発に役立つような有用機能性材料の開発が大きな目標である。

これらの開発により、単なるデスクトップ上の成果ではなく、人間に実際に役に立つ技術を確立し、医療福祉等を中心とした分野での新たな切り口を見いだしてゆく。人工筋肉（高分子アクチュエーター）技術に関わる研究開発では世界的にも注目されており、国際学会の招待講演や海外でのセミナー参加により一層の広報活動を行った。また、この技術を実用化すべく設立した産総研ベンチャー会社からは、世界で初めて我々の開発した高分子アクチュエーターが商品として売り出された。一方、有機合成関係でも、その合成技術は高く評価されており、無機有機複合体技術を駆使して光で放出制御可能な多孔性シリカナノ材料の開発とその高度化に成功した。さらには、2次元パターン化生体膜模倣システムの研究はバイオ研究と融合化のフェーズに至っている。センサーや生体機能模倣を目指した研究を進めているところである。

研究テーマ：テーマ題目 6

グリーンバイオ研究グループ

(Green Biotechnology Research Group)

研究グループ長：相羽 誠一

(関西センター)

概 要：

循環型社会では生物資源の有効利用と生分解性材料のリサイクルが重要な技術となる。当グループにおいては、天然多糖のキチン及びキトサンの化学（化学修飾、酵素分解）を基盤にそれらの各種誘導体やオリゴ糖の調製、それらの生物活性の探索、医療福祉材料への応用などの研究を進め、「機能性糖鎖高分子」を開発していく。また、生分解性プラスチックの普及を図るべく、分解挙動及び分解菌に関するデータベースの構築を目指すとともに、リサイクル性あるいは機能性を有する「新規生分解性高分子」の開発を進めていく。

具体的な研究計画として、

- 1) キチンから変形性関節症の改善や美肌効果のある N-アセチルグルコサミンを酵素法で生産する技術を開発する。従来法に比較して環境低負荷で生産できる技術が開発される。

- 2) 土壌中での分解予測の基礎データを得るため、生分解性プラスチックを分解する分解菌の分離、同定、分解挙動解明を行い、分解菌データベースを作成する。この種のデータベースは世界初で、生分解性プラスチックの普及を促進する。また、未利用非木質繊維である竹繊維と生分解性プラスチックとの複合材料製造のための添加剤の効果について解明する。新規生分解性プラスチックとして生分解性ポリアミドであるポリ(2-ピロリドン)の分子量と物性を改良するために機能性開始剤を用いて2-ピロリドンを重合し、ブロック型ポリアミドを合成する条件を探索する。さらに、酵素合成グルコースポリマーの生分解性について検討する。

研究テーマ：テーマ題目 7

【テーマ題目 1】蛋白質の動的構造機能制御技術と高機能化、安定化技術の研究開発

【研究代表者】湯元 昇（人間系特別研究体動的構造機能制御研究グループ）

【研究担当者】達 吉郎、茂里 康、上垣 浩一、
中村 努、萩原 義久
(職員6名、他5名)

【研究内容】

蛋白質の機能発現に重要な動的な立体構造形成過程を、蛋白質全体の解析手法とペプチドを用いたモデル系解析手法を併用して研究することにより、蛋白質の立体構造と機能を自在に制御する技術と、高機能蛋白質を効率よく生産する技術を開発することを目標とする。ポストゲノム時代に必須な蛋白質の立体構造と機能を解析するための新しい手法の開発であり、国際的にも極めてユニークなものである。

「平成15年度計画」

- 1) 蛋白質の動的構造形成過程の制御技術の開発と機構解析

光制御ペプチドを用いて構造形成反応を追跡し、構造形成機構を解析する。また、蛋白質の構造形成の失敗による繊維状化過程を制御する技術を検討する。

- 2) 蛋白質の機能の制御技術の開発

重要な細胞機能を担っている機能蛋白質を細胞レベル、分子レベルで制御する技術を確立する。

- 3) 蛋白質の高機能化、安定化技術の開発

有用蛋白質の S-S 結合に置き換わって安定な構造を形成できる変異体を作製する。

「平成15年度進捗」

- 1) 蛋白質の動的構造形成過程の制御技術の開発と機構解析

α ヘリックス形成性ペプチドに光感応基を導入した光制御ペプチドを用いて構造形成反応を追跡した。 α ヘリックス形成性ペプチドにニトロベンジル基を

導入し、円二色性スペクトルを測定したところ、完全にランダム構造を示したが、光照射により α ヘリックス構造を回復した。このような光によるペプチドの構造変換の例は世界初である。また、機能蛋白質の立体構造形成過程、特に蛋白質の構造形成の失敗による繊維状化過程について、グループで立体構造を解析している CAD ドメイン（細胞死に関与する蛋白質に見られる構造単位）を用いて、繊維状化を制御する技術を検討した。

2) 蛋白質の機能の制御技術の開発

重要な細胞機能を担っている、精子活性化ペプチド、アミノ酸トランスポーター、運動蛋白質などの制御分子に光応答性を導入し、これらの機能を光で制御する技術を確立した。また、光機能制御精子活性化ペプチドを用いて精子活性化の初期機構を解析した。

3) 機能蛋白質の高機能化、安定化技術の開発

酵母の分泌系を品質管理システムとして用いた品質管理機構スクリーニングにより、免疫グロブリンなどの有用蛋白質の S-S 結合に置き換わって安定な構造を形成できる変異体を作製した。この結果により、本スクリーニング方法の汎用性が実証され、産業応用への見通しを世界ではじめて得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質、構造形成、機能制御、ケージド化合物

【テーマ題目2】高品位結晶作製と超好熱菌蛋白質解析に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】安宅 光雄（人間系特別研究体精密構造解析研究グループ）

【研究担当者】安宅 光雄、石川 一彦、山野 尚子（職員3名、他12名）

【研究内容】

当研究グループでは運営費交付金を使用した研究を主として行い、重点課題である「高品位結晶作製と超好熱菌蛋白質解析」に大部分の努力を集中した。研究目的はポストゲノムの大きな課題である、ゲノム情報を最大限活用した有用蛋白質遺伝子の取得、その機能解明、知財化であり、同時に蛋白質結晶を利用した構造解析による精密立体構造の決定である。研究手段と方法論としては、遺伝子工学と分子生物学とバイオインフォマティクスを最大限活用し、全解読された超好熱菌2種類のゲノム情報から、産業上有用と期待される遺伝子を取得する。その遺伝子を大腸菌などで発現させて遺伝子のコードする蛋白質を取得し精製する。精製した蛋白質に期待した活性や機能があるか、また正確な基質特異性や補酵素要求性、至適温度、至適 pH などを明らかにする。これらの研究により知的財産化が可能になる場合には特許出願する。さらに結晶化を行い X 線構造解析の

手段を用いて立体構造を決定する。結晶化は大切であるにもかかわらず未解明の部分が多いので、その体系化にも努力する。

年度進捗は概要の部分でも触れたが、超好熱菌 *Pyrococcus horikoshii* の遺伝子のうちアミノペプチダーゼ（デブロッキングという特異で産業応用できる活性を有する）3種、チオレドキシシン（酸化ストレス除去関連）、エンドグルカナーゼ（多糖類分解に使える）について、また *Aeropyrum pernix* 遺伝子のうちシステイン合成酵素（システインが合成できる）、グリセロール-1-リン酸脱水素酵素（耐熱性の高いエーテル脂質を合成し、また市販されていない試薬の製造に使える）、チオレドキシシン関連3種（酸化ストレス防止ができる）について、それぞれ大腸菌を用いた発現を行って機能解析した。新たに活性があることを確認できた部分のすべてについて物質特許を出願した。また立体構造を決定するため結晶化を進めている。磁場の中で、核酸代謝関連の蛋白質の品質が大幅に向上することを見だし、また、X 線トポグラフに現れるリゾチーム結晶中の歪みが上向き磁化力を印加すると減少し下向き磁化力を印加すると増加することを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質、ゲノム、超耐熱性、酵素、構造生物、蛋白質立体構造

【テーマ題目3】生物発光システムを利用した細胞機能解析用分子プローブの創製及び神経細胞機能の可視化

【研究代表者】近江谷克裕

【研究担当者】近江谷克裕、中島 芳浩、小島 正己（職員3名、他11名）

【研究内容】

「研究目的」

高齢化社会における安心・安全で質の高い生活を実現するため、細胞機能を指標とした創薬、或いはテーラーメイド医療のキーポイントである。そこで、光関連蛋白質の構造機能解析を基盤とし、それを活用した細胞機能の操作・計測のための新技術を開発する。また、光関連蛋白質を利用して神経栄養因子 BDNF やプロスタグランジン合成酵素の細胞内局在等の細胞内情報を可視化する。

「平成15年度計画」

1) 生細胞内で3つ以上の生体情報を同時可視化

細胞内のプロテオームを乱すことなく細胞内の複数の分子応答とそれに伴うダイナミクス変化を定量的、空間的且つ時間的に追跡するための色識別型発光タンパク分子プローブ及び発光・蛍光エネルギー移動型プローブの創製、実際の細胞内複数情報を可視化する。

2) 神経栄養因子等の時空間同時解析

BDNF の生理作用は、神経細胞の生存を維持し、神経活動を活発にすることである。本研究では、BDNF のプロセッシングサイトに位置する一塩基多型 SNP に注目し、この SNP 依存的な神経細胞死のメカニズムを明らかにすると同時に、そのリスクから脳を守るべく創薬に資する研究を継続する。

3) プロスタグランジン E 合成酵素の細胞内動態解析

プロスタグランジン E 合成酵素の機能を解明するため、個体レベルは TG マウスや KO マウスの作成を継続する。また細胞レベルでは、プロスタグランジン E 合成酵素・蛍光タンパク融合体可視化プローブを導入した細胞をもとに、プロスタグランジン E 合成酵素の動態イメージングし、機能解析を行う。

「平成15年度進捗」

1) 細胞内で3つ以上の生体情報を同時可視化

複数の細胞内の情報を可視化できる色識別可能な鉄道虫発光タンパクを哺乳類細胞内で安定に発現させることに成功し、2基質を利用したマルチ遺伝子転写活性測定系を構築、有用性を検証した。さらに、細胞機能可視化用発光タンパク群の探索及び高機能化発光性渦鞭毛藻由来青色発光タンパクを哺乳類細胞内で安定に発現させることに成功、細胞内の遺伝子変動を解析できるレポーター酵素であることを検証した。また発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブによる翻訳後修飾過程の可視化発光・蛍光融合タンパクを構築・試作して得られたデータを基に、発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブを作成し、細胞内の代表的な翻訳後修飾である活性ペプチドプロセッシング量の定量化により検証した。マルチ遺伝子転写活性測定システムについては PCT 特許を出願した。

2) 神経栄養因子等の時空間同時解析

BDNF のプロセッシングサイトに位置する複数の一塩基多型 SNP は、BDNF の活性の発現に、そのプロセッシング機能が変化することで影響を受けることを明らかにした。

3) プロスタグランジン E 合成酵素の細胞内動態解析

プロスタグランジン E 合成酵素・蛍光タンパク融合体可視化プローブを導入した細胞を作成し、本酵素の N 末端部分がプロセッシングされた後に細胞内のミトコンドリアに局在することを明らかにした。また培養哺乳類細胞におけるプロスタグランジン E 合成酵素のプロモータ領域を明らかにし、各種外的因子との発現相関を検討、本酵素が外的な因子に影響されず、定常的に発現することを明らかにした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞、蛋白質、遺伝子、酵素、イメージング、生物発光、光スイッチ

【テーマ題目 4】 神経回路再接続に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 田口 隆久（人間系特別研究体ニューロニクス研究グループ）

【研究担当者】 田口 隆久、清末 和之、藤森 一浩、工藤 卓、弓場 俊輔
（職員5名、他4名）

【研究内容】

- (1) 当該課題で発見した2つの神経突起伸長蛋白質を神経再生チューブに組み込むことによりラットを用いた動物実験で座骨神経が100%再接続可能であることを示すことができた。
- (2) 神経再接続技術の確立には成熟神経細胞を制御し再度シナプス形成させる必要がある。神経回路形成時に発現する NR2B-NMDA 受容体は成熟神経細胞では発現が低い、活動制御することによって、その発現が両方向性に制御可能であることを明らかにした。
- (3) シナプス後膜における神経伝達物質受容体の数を制御する細胞内膜輸送系の関与の解析を行い、ニューロクレシンの関与が確実になった。
- (4) シナプス機能の調節に関与するシナプス直下での活動依存的局所蛋白質合成が細胞内酸化状態の制御にも寄与していることを明らかにした。このことは、シナプス活性化に伴うカルシウムのマイナス影響を減弱する機能を示している。
- (5) 2次元電極を用いて神経回路の中の複数の神経細胞活動を一度に解析するシステムを開発し、特に様々なパラメーターを自動的に解析する独自のソフトウェアを完成させた。
- (6) 赤外レーザーによる遺伝子発現誘導システムの開発の中で、レーザー照射対象の温度を測定する顕微鏡技術について特許を出願するとともに、生体試料として用いるトランスジェニックメダカの樹立にも成功した。発現する遺伝子に GFP 遺伝子を選んだもので、レーザー照射による熱ショックで GFP がメダカ個体の照射部位において発現した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経再生、ニューロン、シナプス、細胞、蛋白質

【テーマ題目 5】 生体デバイス応用に向けた基板制御技術に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 清水 洋（人間系特別研究体メソフェーズ工学研究グループ）

【研究担当者】 清水 洋、寺澤 直弘、物部 浩達
（職員3名、他1名）

【研究内容】

生体関連デバイスには将来、ウェアラブル、携帯、軽量など身体に装着可能な各種デバイスにより実現されるものが多く、現在のフレキシブルディスプレイやシートバッテリー等いわゆる携帯型デバイスの研究開発の流れはやがて人体の健康管理などに対応する各種センサーデバイスなどへ広く展開すると考えられる。そのためにはフレキシブルなポリマー基板に実装可能な各種機能材料が求められ、特に有機半導体を用いた電子デバイスの研究が盛んになってきている。

本研究テーマでは、高速の電荷移動媒体として注目を集めているカラムナー液晶に焦点を当て、プラスチック基板における電荷移動パス構築のための新規な液晶半導体材料の開発及びこれらのデバイス応用技術としての配向制御に関する新規なアプローチを実施し、現行の液晶半導体に匹敵する電荷移動度を持ち、かつ配向制御性のよい材料の開発を目指すとともに、一般的に高粘性故に配向制御の極めて困難な液晶半導体の欠点を克服すべく新規な配向制御手法を確立することを目的に研究に取り組んでいる。

H15年度は、電荷移動パスの安定的な形成と電荷移動度の向上を目指して液晶半導体の重要な液晶相であるカラムナー相について同様の目的で世界的に現在取り組まれている手法（□電子系の拡張）とは異なる、分子運動性の制御による最適化というコンセプトをベースに研究に取り組んだ昨年合成の新規液晶半導体材料についてその電荷移動度の解明と液晶相転移の詳細について検討した。フルオロアルキル基や水素結合基の導入による分子間の特異的相互作用の典型的なディスコチック液晶骨格であるトリフェニレンへの導入により、カラムナー相の安定化が達成されるばかりでなく、その電荷移動度も導入前のモデル化合物系とほぼ同等の性能を維持することが判った。更に、昨年度見出されたフルオロアルキル基の導入による基板に対する強い垂直配向性の誘起という新しい性質（デバイス応用上重要な配向制御性）がフルオロアルキル鎖長とともに増強されることを見出した。これは従来の配向制御が電場や磁場などの外部場による制御をその基本としていた現状に対して、新たに分子構造のデザインによって配向制御性を獲得しようとする全く新規なコンセプトに通じる可能性を強く示唆する結果と考えられる。

一方、当研究室の独自技術である偏光赤外レーザを用いる液晶半導体配向制御技術の研究では一様配向を持つ100ミクロン幅のドメインの形成を実現し、新たな配向制御手法としての可能性を示す結果を得た。

【分野名】 ナノテク、材料、製造分野

【キーワード】 液晶、プラスチックエレクトロニクス、フレキシブルデバイス、有機半導体

【テーマ題目6】 細胞・生体の機能制御に資する刺激応

答材料に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 田口 隆久（人間系特別研究体刺激応答材料研究グループ）

【研究担当者】 田口 隆久、藤原 正浩、安積 欣志、田中 睦生、田和 圭子、杉野 卓司（職員6名、他3名）

【研究内容】

- (1) 高分子電解質膜を用いた高分子アクチュエーターの利用範囲拡大をめざし、様々な動きへの変換技術を開発した。従来のベンディングに加え、直進的往復運動や3次元運動が可能になった。新しい素材を用いた高分子電解質アクチュエーターの開発にも着手した。
- (2) 光により選択的・可逆的に二量化・単量化できる有機置換基（クマリン誘導体）修飾ナノカプセルの詳細な性能解析を行い、高効率で内包物の放出が可能であることを見いだした。内径の大きさの変化とそれに対応する入り口修飾分子の開発にも着手した。
- (3) ジアセチレン型合成脂質によるパターン化2分子膜にリポソーム組み込みの機構解析を表面プラズモン共鳴法を用いて実施した。さらに、組み込んだ膜の脂質流動性を蛍光顕微鏡法で証明した。
- (4) 表面プラズモン蛍光分光法（SPFS）をロタキサンの構造解析に応用し、環状分子の直鎖状分子への会合や末端修飾による環状分子の運動制御の解析に成功した。これらは、新たな機能分子の開発につながるものと期待される。
- (5) フォトクロミック分子にクラウンエーテル環を組み合わせた分子を創製し、その構造変化を解析したところアロステリックな変化を示唆する構造変化を検出することに成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工筋肉、高分子アクチュエータ、多孔質シリカ、マイクロカプセル、スマートカプセル、表面プラズモン、脂質二分子膜

【テーマ題目7】（運営費交付金）「高分子鎖中に特殊構造を有する生分解性ポリアミドの開発」

【研究代表者】 川崎 典起（人間系特別研究体グリーンバイオ研究グループ）

【研究担当者】 相羽 誠一、中山 敦好（職員3名、他1名）

【研究内容】

ポリアミド4は1953年に Ney らにより2-ピロリドン重合することにより合成され、広範に使用されているポリアミド類（ポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド11、ポリアミド12等）と同様に注目されてきた。しかし、溶融成形加工における熱安定性の面で改善すべき点があり、汎用高分子材料として実用化されていない。物性を

改良するために高分子量化や単分散化という観点から研究がなされてきたが、この観点とは別に我々はポリアミド4の基本骨格を修飾するために高分子鎖中に様々な構造の導入を試みている。様々な特殊構造を高分子鎖中に導入することにより、従来のポリアミド4に対して物性の改良や機能性の付与をすることができる。例えば、高分子鎖中に分岐構造を有するポリアミド4の場合では引張り強さ等の機械的性質の改良が期待できる。さらに、ポリアミド4はその融点（260℃）が高いにも関わらず、土壌中や活性汚泥中で生分解を受けることが見出され、優れた熱特性や機械的性質を有する生分解性材料となる可能性を持っている。本年度は特殊構造としてラジカル発生機能を有するポリアミド4を合成し、融点、引張強度、生分解性について評価した。ポリアミド4はピロリドンに開始剤を加え、開環重合させて合成するので、開始剤となる各種カルボン酸誘導体として分子の中央にアゾ基を有する二塩基カルボン酸の塩化物を合成した。この開始剤を用いることで、線状のポリアミド4を合成した。塩基性触媒と開始剤の濃度が適当な場合、重合反応は速やかに進み、5～10分で全体が完全に固化したが、そのまま約1日放置した後、精製した。得られたポリアミド4は白色または淡黄白色の粉末状または繊維状であった。数平均分子量5000から14000程度であり、重合度は開始剤濃度により調節可能であった。このポリアミド4はスチレンを重合することができ、開始剤として機能した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 生分解性プラスチック、ポリアミド、ナイロン、活性汚泥、ピロリドン

②【生活環境系特別研究体】

(Special Division for Green Life Technology)

(存続期間：2001. 4. 1. ～2004. 3. 31)

研究系長：小林 哲彦

副研究系長：宮崎 義憲

総括研究員：香山 正憲

所在地：関西センター

人員：48 (46) 名

経費：1,103,211千円 (379,406千円)

概要：

当研究ユニットの基本ミッションは、「環境と調和した経済社会システムの構築」および「高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現」に貢献することである。環境とエネルギーの境界領域を研究分野と定め、特に生活者、消費者の視点での新技術開発を通して、Sustainable Developments に貢献できる「人と環境にやさしいライフスタイル」の提案を目標とし

ている。このため、触媒、電気化学、分離膜などの「応用界面科学」に関する技術ポテンシャルを分野統合的に発展させ、「生活密着型のクリーンエネルギー技術」および「生活環境の保全・浄化技術」に関する新産業の創成に貢献できる技術革新を目指している。

外部資金：

経済産業省

エネルギー使用合理化技術開発委託費

次世代型分散エネルギーシステム基盤技術研究開発

「固体高分子形燃料電池の研究」

試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

「有機塩素化合物等有害化学物質の排出抑制のための電気化学的高度分解処理技術の開発に関する研究」

中小企業産業技術研究開発委託費

地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）

「省水銀型蛍光灯の開発」

地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

「通電焼結法を用いた高機能新型真空リーク検出デバイスの開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構

水素安全利用等基盤技術開発

水素に関する共通基盤技術開発

「メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究」

「アラネート系水素貯蔵材料の特性向上研究」

「超高圧合成法による高容量水素吸蔵合金の研究」

エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

「HEV 用ニッケル水素電池の低コスト化技術の研究開発」

「非平衡反応系による高効率物質併産プロセス技術の研究開発」

固体高分子形燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業

「電極触媒用高性能カーボン担体の研究開発」

「固体高分子形燃料電池の劣化要因に関する研究

劣化要因の基礎的研究 (2) 作動条件による劣化要因」

「新規一酸化炭素被毒耐性アノード触媒の開発」

「メタノール等を燃料とする固体高分子形燃料電池の基盤技術開発」

「劣化診断のための計測評価ツールの研究開発」

燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発

高性能リチウム電池要素技術開発

「ベースメタル元素を活用した新規酸化物正極材料開発」

「電池の難燃化・固体化のための新規電解質の研究」

「電池総合特性並びに加速的耐用年数評価技術の開発
(解体試験等による電池構成部材からの評価技術確立のアプローチ)」

平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「LPI 法によるナノ形状セラミックスの高純度ガスセンサへの適用」

発表：誌上発表123 (122) 件、口頭発表286 (82) 件、
その他21件

生活環境素材研究グループ

(Green Life Materials Research Group)

研究グループ長：小林 哲彦

(関西センター)

概要：

ガラスを基礎とした技術開発を通じて生活に密着した省エネルギー・環境適合素材の開発を行うことを目的としている。平成15年度は以下の研究を行った。

(1) ガラスリサイクル技術

廃ガラスから高純度シリカを取り出す技術や、さらに、蛍光体としての機能を賦与するなどの高付加価値化技術を開発した。また、廃ガラスを建材として用いた場合、性能悪化の原因となるナトリウムを、超臨界水を利用して300℃以下で完全除去する技術を開発し、セメントなど建材への利用が可能であることを見出した。これらの技術について LCA 的評価も含めて総合的な評価を行った。また、リサイクルしやすい着色ガラスを作製するために前年度までに開発したガラス着色技術については、マーケティング技術等への応用のための実用化試験を行った。

(2) 新規発光材料の開発

多孔質シリカガラスを出発物質とし、MOCVD や含浸法により、希土類イオンや希土類含有酸化物微粒子をドーブした高性能蛍光体を開発した。これらの新規ガラス蛍光体は、高濃度に希土類イオンが含有され、耐熱性、化学的安定性に優れている。また、耐久性の高い真空紫外励起用蛍光体としての可能性も見出した。

次世代電池研究グループ

(Advanced Battery Research Group)

研究グループ長：辰巳 国昭

(関西センター)

概要：

- 1) 現在のリチウム系二次電池では引火性・可燃性の有機溶媒が電解質として用いられていることから、安全性を飛躍的に改善するために、引火性のないイオン性液体を用いた電解液の研究開発を進めている。その結果、濫用時においても十分な安全性を確保しかつ幅広い端子間電圧を持つリチウム電池に適用可能な耐還元・酸化性を兼ね備えたイオン性液体を開

発した。究極の負極である Li 金属負極実用化への可能性を開くものである。

- 2) ハイブリッド自動車用電池には15年という非常に長いカレンダーライフが要求されることから電池寿命の加速試験法の確立が望まれている。そこでリチウム電池について10倍以上の加速耐用年数試験法の確立を目標に、電池特性劣化メカニズムの解明及び各電池構成材料の評価手法の確立を目指した研究を進めており、平成15年度は劣化試験用の小容量モデル電池の試作を終了し、劣化の加速因子として、温度・充電深度・パルス放電深さを選択し劣化試験を行い、電極材料の劣化因子の検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1

小型燃料電池研究グループ

(Advanced Fuel Cell Research Group)

研究グループ長：宮崎 義憲

(関西センター)

概要：

白金-モリブデン酸化物系新規燃料極触媒を開発すると共に、その耐 CO 被毒特性は空気極側からクロスオーバーで拡散してくる微量酸素の影響を部分的に受けていることを明らかにした。制御されたナノ細孔を持つ多孔質ガラスの細孔表面にスルホン酸基を導入した新規電解質を作製し、ダイレクトメタノール形燃料電池 (DMFC) としての特性を評価した結果、膨潤がなくメタノール透過を抑制できることを示した。アスコルビン酸 (ビタミン C) を燃料とする安全性の高い燃料電池を開発し、DMFC では燃料極に白金を多量に必要とするのに対してアスコルビン酸燃料電池では燃料極に触媒金属を全く使わず担体カーボンだけで DMFC に匹敵する発電特性を示した。劣化要因に関する研究としては、白金触媒とその周辺の不可逆な構造変化を高分解能透過型電子顕微鏡でナノレベルで解析し、ガス不足状態での顕著な劣化や、長時間連続運転で膜内に白金が析出する現象等が明らかになった。モデル電極と走査型トンネル顕微鏡を用いて白金超微粒子の安定性を調べ、作動範囲内にある電位でカーボン表面に腐食が起こることを明らかにした。250cm² 級可逆セルを初めて試作した。

研究テーマ：テーマ題目 2

新エネルギー媒体研究グループ

(New Energy carrier Research Group)

研究グループ長：宮崎 義憲

(関西センター)

概要：

- 1) アラネート系水素貯蔵材料の研究：重量水素密度の高い無機系水素貯蔵材料の一つとしてナトリウムアラネート (NaAlH₄) の研究を行っている。Ti な

どの遷移金属添加が反応速度を向上させることが知られているが、その原因はよく分かっていない。そこで本年度では、その反応機構解明のため、アラネートと Ti の化合物を溶液中に溶解・混合させた状態でも固相での水素吸放出反応と同じような、反応性の昂進が見られるか否かを検討した。その結果、溶液中でも固相と同様反応が促進されることが分かった。但し、実験条件による差異が現れ、再現性に問題があることが分かったので引き続き検討していく。また、アラネートの固相での平衡水素圧については、世界的に一致した見解がないことが問題になっている。この点についても追及を行っている。少なくとも、水素吸蔵合金に対して行われてきた評価方法はそのままでは使えないことが分かってきた。

- 2) 希土類-Ni 系、希土類-Co 系水素吸蔵合金の研究: 体積水素密度の高い AB_5 (A=希土類、B=Ni、Co) 系の水素吸蔵合金を様々な希土類に対して合成し、当所で独自開発された35MPa までの平衡水素圧が測定できる評価装置を用いてそれらの水素吸蔵特性を評価した。幾つかの系でこれまで知られていなかった新水素化物相を発見することが出来た。合金の格子定数や水素化熱などの物理量と水素吸蔵特性の間の相関を明らかにした。高压容器とこれら合金との組み合わせによる水素貯蔵方式の開発に役立つであろう。

界面機能制御研究グループ

(Solid State Combinatorial Research Group)

研究グループ長：小林 哲彦

(関西センター)

概要：

- 1) 赤外線式ガスセンサと高速ガスクロマトグラフを組み合わせた評価装置を試作し、燃焼及び水蒸気改質触媒の迅速評価技術を確立した。
- 2) 迅速評価技術によってスクリーニングした触媒を用いて固体高分子形燃料電池の電極触媒の高性能化を図り、優れたカーボン担体や、耐一酸化炭素(CO) 被毒特性の向上に効果のある金属酸化物系添加物を開発した。
- 3) 5種類の貴金属を12種類の金属酸化物に担持した触媒ライブラリを構築し、ジメチルエーテル水蒸気改質反応とメタノール水蒸気改質反応に対する触媒活性を評価した。
- 4) 銀/酸化物複合ペーストを用いることにより高温・空気中でも高い特性と耐久性を有する熱電酸化物モジュールの作製に成功した。
- 5) コンビナトリアル探索により La-M-Ni-O 系の最適組成を決定した。
- 6) $Ca_3Co_2O_6$ 単結晶の合成法を開発し、高温での熱電応用の可能性を示した。

- 7) X 線及び中性子線回折を用い CoO_2 系焼結体の結晶性の配向性を定量化し、熱電特性の関係を解明した。
- 8) 多段加圧プロセスで合成することで層状 CoO_2 系焼結体の熱電特性の向上に成功した。

界面イオニクス研究グループ

(Interfacial Ionics and Solid State Chemistry Research Group)

研究グループ長：蔭山 博之

(関西センター)

概要：

次世代電気化学デバイス用イオン性液体の研究においては、室温から数百度 $^{\circ}C$ まで使用できるイオン性液体(常温溶融塩)を用いたリチウム伝導性、プロトン伝導性などを有する電解質材料を検討した。次世代中温度域固体伝導体の探索と電気化学デバイスへの応用の研究においては、通電焼結法等で作成した稠密なペロブスカイト型プロトン導電体および酸化物イオン導電体につき、伝導性の雰囲気依存性、並びに中性子回折法などで決定した結晶構造と伝導性との相関について検討した。また、ホタル石型の電解質材料につき、高温における導電特性の経時変化を調べて結晶化学の観点からその原因を検討した。更に、これらの電解質材料を対象として電荷担体の温度、酸素及び水素分圧依存性を測定して「電荷担体マップ」を作成した。次世代電池用構成材の高性能化と特性評価に関する研究においては、無機系固体電解質を用いた全固体リチウム二次電池を対象に電極/電解質界面の制御法を検討した。また、リチウム二次電池構成設計及び特性向上を目指して、安全性の高い新規ゲル電解質を対象としてマイクロなイオン移動性の測定を行い、基本材料の構造及び電池構成の検討を行った。

ナノ界面機能科学研究グループ

(Interface Science Research Group)

研究グループ長：香山 正憲

(関西センター)

概要：

環境エネルギー技術の革新のためには、触媒や電極など界面機能材料の開発が鍵を握っている。金/酸化物触媒などナノヘテロ界面では、特別の電子状態により特異な機能が発現すると考えられる。こうした界面機能材料の表面・界面の原子・電子構造や機能のメカニズムを、電子顕微鏡観察と理論計算の緊密な連携により解明し、界面の構造と機能を設計・制御する科学と技術を確認する。また、実用研究グループとも連携して、界面機能材料の開発に基礎からの貢献を行うとともに、精密解析技術をコンビケム技術と組み合わせた材料開発の新しい方法論「マテリアミクス」の基盤

技術を検討する。H15年度は、①電顕観察では、Au/TiO₂触媒に加えて Au/CeO₂触媒、TiO₂ナノチューブ、燃料電池電極触媒の観察を行い、金属/酸化物ナノヘテロ界面の特異な現象を探ると共に、各種実用材料研究への貢献を行った。②第一原理計算では、異なるストイキオメトリを持つ TiO₂(110)表面に Au が積層した構造を扱い、Au/TiO₂触媒の界面ストイキオメトリの効果を理論的に明らかにした。Cu/Al₂O₃ナノコーティング界面についても、界面ストイキオメトリがエネルギーや電子状態、機械的強度に大きく支配することを明らかにした。③貴金属/酸化物ヘテロ界面触媒を対象に、マテリアミックスの具体的な適用を初めて行った。コンビケム探索と電子顕微鏡観察を繰り返すことで、組成因子に加えナノ構造因子が触媒特性を大きく支配することが明らかになり、マテリアミックスの有効性を示すことができた。

電池システム連携研究体

(Secondary Battery System Collaborative Research Team)

連携研究体長：境 哲男

(関西センター)

概要：

本連携研究体では、長年培われた水素電池やリチウム電池、空気電池などの電池材料技術をベースにして、企業との連携研究により電池システムでの実証研究を実施することで、早急に実用化することを目指している。主な成果は以下のものである。

1) ハイブリッド自動車用ニッケル水素電池の低コスト化技術：

H13-15NEDO 受託研究において、電池メーカーと共同で、高価な発泡ニッケル基材を用いない新ペースト式正極、及び高価なコバルト含有量を半減した Mm-Mg 系水素吸蔵合金を開発した。これらを用いたハイブリッド自動車 (HEV) 用電池を試作して、実用に必要な1kW/kg の高出力を達成するとともに、電池の出力当たりのコストが従来の半分になることを示した。更に、45℃での HEV パターンサイクル試験によって5万サイクル (20万 km 走行相当) を達成し、その実用性を実証した。

2) 高容量・長寿命ナリチウム二次電池用合金系負極の開発：

a) H13-15地域コンソーシアムや共同研究において、めっきメーカーと共同して、銅箔に5~10ミクロン厚の Sn-Zn 合金多層めっきをして基材一体化する技術を開発して、従来の黒鉛系負極の2倍以上の容量で200サイクル以上の寿命を実現した。

b) H13-16NEDO 基盤技術において、電池材料メーカーと共同して、ナノ複合材料での探索研究

を行ったところ、Sn-Ag-Fe 系複合合金材料で、従来の2倍以上の容量で300サイクル以上の寿命が実現できることを見いだした。また、Ag-Sn ナノ合金粒子が Li 挿入に伴い可逆的に構造変化できる長寿命化のメカニズムを解明した。

c) H13-16共同研究において、ポリマー材料メーカーと共同して、無溶媒プロセスでリチウム金属負極上に直接製膜できるウレタンアクリル系ポリマー電解質を開発した。また、親水性シリカナノ粒子を複合化することで、イオン導電性を損なわずに機械的強度を6倍に高め、かつ、電極界面の安定性を向上させることができ、300サイクルの電池寿命を実現した。

3) 超高压合成法による高容量水素吸蔵合金の研究
アンビル式超高压発生装置を用いて高温・高压下 (8万気圧、600℃) で岩塩セルに水素を封じ込める合成技術を用いて、新規な水素貯蔵材料の開発を行った。Mg-Ti-H 系では、Mg リッチ組成 (Mg:Ti=89:11) の新規相を発見した。その水素放出開始温度は290℃であり、MgH₂の放出温度より150℃、さらに TiH_{1.9}より250℃低い温度となり、水素放出量は4.7質量%であった。この新規相は、FCC 型構造をとり、この Mg 格子 ($a=4.7658(5) \text{ \AA}$) の各軸方向に2倍した超格子 (空間群、No.225) において Ti 原子を4b サイトに配置した構造であった。放射光の回折データから、水素原子を2組の32f サイトに配置した構造にするとリートベルト解析精度が向上した。水素原子は4個の Mg 原子、もしくは3個の Mg 原子と1個の Ti 原子に囲まれた四面体サイトを占めており、単位胞における当該サイトは64個であり、新規相の化学組成は Mg₇TiH₁₆ (6.9質量%) であると確定した。

環境保全技術連携研究体

(Collaborative Research Team of Environmental Conservation Technology)

連携研究体長：竹内 正人

(関西センター)

概要：

企業・大学と共同研究を行い、人の暮らしに役立ち、安全・安心を確保するための研究を目指す。生活環境における快適空間創出を目的として、悪臭物質分解やガス状有毒物質の分解のための技術を開発した。コロナ放電技術を応用し、活性酸素を放出する空気活性装置を開発した。オゾンをほとんど発生せず、メチルメルカプタンやホルムアルデヒドなどの分解能力に優れていることを実証した。また、金のナノ粒子を触媒として利用し、一酸化炭素を酸化して無毒化する技術を開発した。また、触媒機能の劣化させる原因であるガス状物質を特定し、触媒効果の長寿命化技術開発に目

処をつけることができた。

【テーマ題目1】二次電池に関する研究

【研究代表者】辰巳 国昭（生活環境系特別研究体次世代電池研究グループ）

境 哲男（生活環境系特別研究体電池システム連携研究体）

【研究担当者】蔭山 博之、栄部比夏里、小池 伸二、小林 弘典、棚瀬 繁雄、岩佐美喜男、齋藤唯理亜、田渕 光春、竹内 友成、松本 一（職員12名、他36名）

【研究内容】

携帯型電子機器分野の拡大・ハイブリッド車（HEV）等の利便性・効率向上のためには、更なる高エネルギー密度化（活物質レベルで2倍以上）を図りつつ、十分な信頼性・安全性を確保した低コストな蓄電池が必須であり、(1)リチウム電池を中心とする新規電極・電解質材料の創製に関する研究を行うとともに、(2)共通基盤研究として(2)リチウム電池の加速的（約10倍）耐用年数評価技術の開発を行う。これらの課題は、欧米においても未だ解決されておらず、産学官の連携を積極的かつ最適に取り入れつつ世界的にも先端レベルでの研究開発を行っている。特に、活物質レベルでの2倍以上のエネルギー密度は、携帯型電子機器分野の拡大のためのキープポイントとなるものである。以下、進捗状況について記す。

(1) リチウム電池用電池材料の創製に関する研究：

電解質については、高い安全性を達成するために、蒸気圧が極端に小さいイオン性液体のリチウム電池電解質への応用研究を進めた結果、濫用時においても十分な安全性を確保しかつリチウム電池に適用可能な耐還元・酸化性を兼ね備えたイオン性液体を開発した。究極の負極である Li 金属負極実用化への可能性を開くものである。さらに、リチウム電池に適応し得るイオン性液体と支持塩の組成を決定するとともに、当該電解質に最適な電池部材と電極組成の候補の提案を行える見込み。本成果の注目度はたいへん高い（招待講演11件、依頼著作1件）。

負極については、合金材料のナノ複合化によって、従来の黒鉛系の2倍の高容量で、300サイクル後の容量維持率60%と世界最高の寿命特性を達成しつつある。また、集電体との一体化加工によって、更なる長寿命化と負極体積の低減（目標1/3以下）を図りつつある。スズ合金系めっき負極については、多層複合化によって200サイクル後の容量維持率を30%以上に向上させつつあり、従来電池の1.5倍の高容量化を目指す。

正極については、鉄含有 Li_2MnO_3 において、次世代型正極として期待されるマンガン系正極と同等の初期放電容量100mAh/g と、現在最もよく製品に

用いられているコバルト系正極材料と同等の平均作動電圧（3.7～3.8V）とを達成する見込み。

(2) FCV 用リチウム電池の評価技術の開発研究：

電池劣化機構解明のための高出力型モデル電池に適した材料及び製造仕様を探索の上決定し、モデル電池の劣化試験への適用検証を開始した。また、実電池開発企業より電池の提供を受け評価技術の検証を行うとともに、第三者によるプロジェクト推進委員会を主催する等、プロジェクト推進の中心的な役割を果たした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、負極、イオン性液体

【テーマ題目2】固体高分子形燃料電池に関する研究

【研究代表者】安田 和明（生活環境系特別研究体小型燃料電池研究グループ）

【研究担当者】安田 和明、五百蔵 勉、藤原 直子、城間 純、山崎 眞一、上田 厚、山田 裕介、塩山 洋、田中 孝治、秋田 知樹、松本 一、赤井 智子、谷本 一美、小島 敏勝、竹市 信彦、蔭山 博之、宮崎 義憲（職員17名、他12名）

【研究内容】

固体高分子形燃料電池（PEFC）発電システムの普及に資する新材料、次世代技術、劣化要因解明および評価手法に関する研究を行っている。50ppm 一酸化炭素（CO）含有改質模擬ガス雰囲気下、電流密度500mA/cm²において従来の白金-ルテニウム合金触媒と同等以上の特性を達成可能な白金-金属酸化物系燃料極触媒の開発に取り組んでおり、優れた耐CO被毒特性を示す白金-モリブデン酸化物触媒では、モリブデン酸化物は担体上に分散しているが、白金担持過程で白金粒子が粒成長して大きくなるとモリブデン酸化物との複合化が困難になることがわかった。また、単セル特性評価の結果から、白金-モリブデン酸化物触媒の耐CO被毒特性は従来の白金合金系の燃料極触媒とは異なり空気極側からクロスオーバーで拡散してくる微量酸素の影響を部分的に受けていることを明らかにした。また、コンビナトリアルケミストリーの手法を用いた白金-金属酸化物系等燃料極触媒の探索を行った。種々の炭素担体を使った白金触媒のメタノール酸化および酸素還元比活性を調べ、炭素担体依存性があることを報告した。

高温作動や低メタノール透過性をもつ電解質の開発はPEFCの実用性を高める上で重要な課題である。そこで、従来から産総研で分離膜として開発・応用されてきた制御されたナノ細孔を持つ多孔質ガラスを利用し、この材料の細孔表面にスルホン酸基を導入した新規電解質を作製し、これに電極を接合してダイレクトメタノール

形燃料電池（DMFC）としての特性を評価した。その結果、この多孔質ガラス電解質はメタノールによる膨潤がなく従来膜で問題になっているメタノール透過を抑制できることを示し、64wt%の理想的な高濃度メタノール燃料を使用した時の最高出力を従来膜を用いた場合の1.5倍に高めることができた。また、無機-有機ハイブリッド系や常温熔融塩系の新規電解質を作製しプロトン伝導性を調べた。

マイクロ燃料電池の燃料としてはメタノールが一般的だが、毒性など種々の問題点があるのに加え、燃料電池の多様な応用の意味からも燃料電池用の新燃料の研究を行っている。昨年度アスコルビン酸（ビタミンC）を燃料とする安全性の高い燃料電池を初めて発表したが、今年度はさらに電極材料の検討を進めた。その結果、DMFCでは燃料極に高価な白金を多量に必要とするのに対し、アスコルビン酸燃料電池では、燃料極に触媒金属を全く使わず担体カーボンだけでDMFCに匹敵する発電特性を示すことを見出した。また、DMFCで問題となる副生成物も検出されなかった。

PEFCの長時間運転における耐久性に影響を及ぼす因子を特定するとともにその作用機構を解明し、耐久性向上のための指針を得ることを目的として、大学・産業界との連携体制の中でPEFCの劣化要因解明に関する研究を実施した。劣化試験後のMEA内部の白金触媒とその周辺部の不可逆な構造変化を高分解能透過型電子顕微鏡（FE-TEM）を用いてナノレベルで解析し、ガス不足状態で強制劣化させたMEAでのルテニウム溶出等顕著な劣化現象を報告した。また、長時間連続運転後のMEAサンプルを分析した結果から、空気極近傍の電解質膜内に白金が析出する現象等が明らかになった。また、熱分解グラファイト劈開面上に白金超微粒子を電着法で担持したモデル電極を作製し、走査型トンネル顕微鏡を用いて電解質水溶液中種々の電位保持条件下における白金超微粒子の安定性を調べ、燃料電池作動範囲内にある電位でカーボン表面に腐食が起こることを明らかにした。一方、電極内の固体高分子電解質を模擬したキャスト薄膜の溶解現象を調べ、膜として使用しているものよりも特にメタノールに対して溶解しやすいことがわかった。さらに、促進劣化させた膜の成分分析を行い分解生成物を検出した。実電池内の発電条件下での変化を計測・評価して劣化現象を調べるための劣化診断ツールとしてXAFS測定を行うことを目的とし、大型放射光施設（Spring-8）のXAFS測定ビームラインを使用して、測定用小型電池のカバーとなるグラファイト板を透過させたXAFS測定を行い、測定用小型電池設計についての基礎データを得た。また、参照極を設置した小型電池の試作を行った。

その他、固体高分子形燃料電池に水電解水素製造機能を併せ持つ可逆燃料電池の大型化に取り組み、250cm²級セルを初めて試作した。また、改質器用触媒データベ

ースに関する研究として固体触媒自動調製装置と迅速ガス分析法を用いた貴金属/金属酸化物の2成分系改質触媒ライブラリを作成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、固体高分子形燃料電池、PEFC

4) 研究ラボ

①【薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ】

(Research Initiative for Thin Film Silicon Solar Cells)

(存続期間：2001.4.1～)

研究ラボ長：松田 彰久

副研究ラボ長：近藤 道雄

所在地：つくば中央第2

人員：3 (3) 名

経費：345,582千円 (140,778千円)

概要：

太陽光発電の爆発的普及のために必要な太陽電池の大幅な低コスト化を実現する最有力候補であるアモルファスシリコンや微結晶シリコンに代表される薄膜シリコン系太陽電池の高性能化、高スループット化、プロセスの低温化を目的として、薄膜シリコン系材料の高品質化、製膜の高速化等の当該太陽電池構成に必要な基盤要素技術を開発する。研究テーマとしては、1) 微結晶シリコン材料の研究開発、2) 光安定化シリコン薄膜材料の研究開発、3) 太陽電池構成に対する研究開発、を行い、平成17年度目標である3600cm²以上の面積の太陽電池モジュールで変換効率12%、コスト100円/Wの実現を通して、世界における当該太陽電池の実用化を先導する。

H15進捗状況：アモルファスシリコンの光安定性の向上に対し、2種類のアプローチを行い、アモルファスシリコン成長条件によっては基板温度250℃の低温において光劣化の原因と考えられている膜中Si-H₂結合密度が検出限界以下となることが見出され、これをデバイスに適用した。また、もう一つの方法として均一にナノ結晶構造を膜中に取り込んだ膜を活性層に用いたn-i-p型太陽電池を作製し、光劣化率、光劣化後効率ともに通常のアモルファスシリコン太陽電池より優れている場合があることを見出した。微結晶シリコン太陽電池における不純物含有効果を解明するため、超高真空対応のプラズマCVD装置により微結晶シリコン太陽電池を試作し、p-i-n構成における太陽電池特性低下原因も特定され、微結晶シリコン太陽電池の効率向上への指針が得られた。実用上重要な微結晶シリコンの高速製膜において従来の10倍の製膜速度でも

効率低下がほとんど見られない製膜技術を開発した。

外部資金：

- 1) 経済産業省・電源多様化技術開発等委託費 太陽光発電技術開発
- 2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、太陽光発電技術研究開発／先進太陽電池技術研究開発／シリコン結晶系薄膜太陽電池モジュール製造技術開発
- 3) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、太陽光発電技術研究開発・革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／ナノ構造制御シリコン太陽電池の研究開発

発 表：誌上発表8 (6) 件、口頭発表35 (24) 件、
その他1件

〔テーマ題目 1〕 太陽光発電技術研究開発

革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発
ナノ構造制御シリコン太陽電池の研究開発

〔研究代表者〕 近藤 道雄 (薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ)

〔研究担当者〕 松田 彰久、藤原 裕之、新井 大介、伊藤 学

〔研究内容〕

(1) ナノ構造制御シリコン製膜、評価

パルスプラズマ CVD を用いた空間分離型ナノ構造制御シリコン形成装置を完成し、薄膜をガラス基板上に形成した。膜質をラマン散乱、および発光測定によって結晶化度、結晶サイズ、バンドギャップを評価した (スタンレー共同)。また正確なサイズおよび分布を透過電子顕微鏡で評価した (九大共同)。その結果、パルス放電条件、水素希釈比を調整することによって1~2ナノメートルのサイズを有するナノ結晶を気相合成することに成功した。

またこのナノ結晶のバンドギャップは1.7~2eV 程度と従来報告されているものより大きいことが明らかになった。このナノ結晶分散アモルファスシリコンを用いて太陽電池を作製、室温基板ながら、開放電圧0.85V を得た。これはナノ結晶のサイズ制御により通常の微結晶アモルファス混合相で見られる電圧低下が抑制できたことを意味する。光劣化後欠陥密度においては現在 $1.5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ が得られており、1/250万 Si (2×10^{16}) 以下を達成している。

(2) デバイス作製評価

デバイスにおいては従来法を修正した水素希釈変調法によってナノ結晶サイズを制御したアモルファスシリコンを用いたデバイスの検討を平行して進めている。これはナノ結晶含有効果をデバイスによって検証する

ことが目的である。高希釈率層と低希釈率層を数ナノメートルオーダーで交互堆積する際に膜厚の組み合わせを最適化することで、一定希釈率条件で作成された基準セルに対してより低い劣化率 (18%Vs5%) と高い劣化後変換効率 (6.7%Vs7.3%) を得た。デバイスプロセスを最適化することにより安定化効率8.3%、劣化率4%を達成した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

**〔テーマ題目 2〕 太陽光発電技術研究開発
先進太陽電池技術研究開発
シリコン結晶系薄膜太陽電池モジュール製造技術開発**

〔研究代表者〕 近藤 道雄 (薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ)

〔研究担当者〕 松田 彰久、藤原 裕之、松井 卓矢、佐藤 愛子

〔研究内容〕

(1) タンデム太陽電池高効率化技術

タンデム型太陽電池高効率化の鍵はトップセルの光劣化抑制である。アモルファスシリコンの光劣化が膜中 SiH₂量と相関があるという知見を基にデバイスプロセスに適用可能な低温 (<250C) で膜中 SiH₂低減のための製膜法を検討した結果、三電極法によりプラズマを基板から遠ざけることによって気相反応および表面反応を制御し、膜中の構造緩和を促進した結果 SiH₂量を低減することに成功した。

これを NIP 型太陽電池に適用したところ8.1%の安定化効率を得た。またタンデム太陽電池で12.4%の変換効率を達成した。

(2) 微結晶シリコン高速化技術

産総研開発の VHF 高圧枯渇法とホローカソードの組み合わせにより8nm/s において欠陥密度 $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ (1/500万 Si) 以下を達成した。太陽電池に適用した結果、2.5nm/s 時に8.5%を達成した。

〔キーワード〕 太陽光発電、太陽電池、薄膜シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコン

② 【ライフエレクトロニクス研究ラボ】

(Life Electronics Lab)

(存続期間：2001. 4. 1~2004. 3. 31)

研究ラボ長：守谷 哲郎

副研究ラボ長：外池 光雄

所在地：関西センター

人 員：10 (10) 名

経 費：108,659千円 (75,585千円)

概 要：

研究目的

生命活動を“生きたまま”計測しその情報を我々の生活や医療に有効活用することは、21世紀の科学技術に課された中心的な使命の一つである。現在、生命活動を観測し、そのデータをコンピュータで処理するというプロセスにより、医用映像技術、生体機能マッピング、バイオイメージングなどで多様な新技術が輩出しているが、これらは生物が内蔵している情報と我々観測者が人工システムを介してコミュニケーションを行い得ると言う実証である。患者－医療診断機器－医者、高齢者－健康管理システム－介護支援者などの組み合わせでは、計測機器は単なるインターフェースのレベルを超えて、相互に情報を交換する（＝スーパー・インターフェース）機能を備えた時代になろう。その結果、医療の分野でも技術の重点がハードウェアからシステム、コミュニケーションへと移っていくと予想される。

こう言った時代の大きな流れの中で、当研究ラボでは、例えば健常人の脳機能の画像化研究について工学的計測法の見地から世界に先駆けた研究を行っており、医学的な脳疾患の研究と相補的な地位を占めている。さらに、脳活動画像化データに基づいた言語コミュニケーションや視覚・聴覚相互作用の研究、五感情報処理の基礎的研究なども進めている。従来のライフエレクトロニクス研究では、電子計測手法の高度化により生命活動を高精度で分析可能とする要素技術の積み上げを行ってきたが、今後は個々の計測モダリティを越えた、要素解析から技術統合化への取り組みに移行し、医療・健康への応用を目指して展開する。そのためには、細胞・器官や個体の持つ生命システムとしての構成原理を熟知し、観測者・観測装置との相互作用を含めたバイオメディカルデータ全体を情報技術的観点からとらえ直す新たな研究課題に挑戦する必要がある。従って、いわゆるバイオイメージング技術やメディカルグリッドなどの研究は今後の我々の大きな目標となる。

当ラボの展開を含めて産総研全体にたいし、医工連携による本格研究に基づいた、医療福祉機器産業を支える先導的技術の開発が望まれている。特に、いつでも、何処でも、誰でもが品質の高い診断・治療の恩恵にあずかれる社会を目指す研究、すなわち“ユビキタス医療システム”研究への分野融合的な取り組みが始まっており、当研究ラボはこの分野の研究の主力拠点を構成してセンター化を実現する。

1. 重要研究課題の概要

各重要研究課題をセンサーエレクトロニクス、システムインテグレーション、画像処理、並列計算、GRID 等での産総研が得意とする情報通信技術 (IT) を積極利用して研究し、生命・医療分野の大容量データ解析システム、遠隔医療技術、バイオ

イメージング技術等の開発のコアグループを形成する。

1) 生体計測利用基盤技術：－医学・工学フュージョン－

非侵襲的計測法による医用映像技術、生体機能マッピング技術の提供を目的として、リアルタイム画像処理技術の導入やデータ統合化などによる、機能 MRI (fMRI) や MEG を用いた言語、聴覚等の高次機能分析法の研究、fMRI や超音波による画像診断の治療現場のニーズに合わせたリアルタイム評価医療システムの実証研究を行う。また IT、通信技術を利用した医師の画像診断における信頼度の向上や遠隔医療技術へ向けてメディカルグリッドの構築を行う。

2) 細胞活動・分子機能分析制御技術の開発：－バイオメディカルエレクトロニクス－

聴覚・嗅覚エレクトロニクス、細胞制御エレクトロニクスにおいて国内を先導する研究を進め、さらに医療現場 (ナノメディシン)、環境浄化などで実用化システムを検証する。福祉機器としての超音波補聴器を完成させる。

3) ライフイメージング技術の開発：－非破壊、リアルタイム、ズームイン/アウト－

バイオ、医療、環境分野で、今後重要度が増す高効率な細胞・組織診断技術、機能モニター技術に向けて、非侵襲・非破壊の萌芽的機能イメージング技術を高感度化し、実用化する (研究例：NMR 顕微鏡、SQUID 顕微鏡、X 線顕微鏡、液晶偏光顕微鏡、超音波スペクトロスコープ)。

外部資金：

経済産業省 試験研究調査委託費 (地球環境保全等試験研究に係るもの) 「臭気環境目標の設定に必要な臭気に係る量反応関係に関する研究」(22,469千円)

発表：誌上発表82 (77) 件、口頭発表105 (34) 件、その他5件

生体計測基盤技術研究グループ

(Bio-measurement Basic Technology Research Group)

研究グループ長：中井 敏晴

(関西センター)

概要：

21世紀の医療福祉機器技術にとって、非侵襲計測の高度化は欠かせない研究課題である。生体計測基盤技術 G においては下記の MRI、MEG、超音波診断装置のテーマに関して、相互に連携を取りながら先進技術の開発に取り組む。情報技術との結びつきではメデ

ィカル・グリッド技術を用いたテレメディシンにも挑戦する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

細胞分子機能制御技術研究グループ

(Cellular & Molecular Function Evaluation Research Group)

研究グループ長：外池 光雄

(関西センター)

概 要：

高齢化社会を迎える21世紀では、人の活動を支える感覚情報処理などに関連した支援技術が不可欠となってくる。こういった状況の中で、我が国の優れたエレクトロニクス、デバイス技術を医療福祉・環境問題の解決につなげていくためのバイオメディカルエレクトロニクスの発展が望まれている。細胞分子機能制御技術GはQOLの向上に資するテーマに総合的に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目5

ライフイメージング技術研究グループ

(Life-imaging Technology Research Group)

研究グループ長：守谷 哲郎

(関西センター)

概 要：

今後のユビキタス医療システム（再生医療、遺伝子治療等）の発展に伴い、細胞・組織レベルでの活動度や機能を非侵襲に連続モニターする技術（＝バイオイメージング技術）の開発が重要になってくる。本重点課題は平成13年度から全く新たに取り組み開始した萌芽的な課題であるが、環境モニター基盤技術、再生医療支援技術などの研究要素を取り込んでさらなる発展が期待される。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目4、テーマ題目7

【テーマ題目1】医用ビジョン（運営費交付金）

【研究代表者】中井 敏晴（ライフエレクトロニクス研究ラボ 生体計測基盤技術研究グループ）

【研究担当者】中井 敏晴（職員1名、他18名）

【研究内容】

（fMRIによる高次脳機能計測とその可視化の研究）

種々の日本語インターフェイスの認知過程や、失語症の発生機序を明かにすることを目的として、意味処理や注意、文字の読み出し機構などの連動的な働きをfMRIを用いて解明する（長期目標）。臨床検査としてfMRIを実用化するために、並列計算システムを用いて実時間で脳機能を解析、可視化するシステムを開発する（ラボ期間目標）。さらには、時間情報を持った脳機能データを

を抽出する動態fMRI法に発展させ、脳機能連合モデルの検証を可能とする（平成15～16年目標）。

年度進捗状況

言語情報処理の解明においては、言語機能と運動機能の相互作用について、道具を介した脳内処理についての検討を開始した。漢字や無意味線図を指で書き写す場合と、ペンで書き写す場合を比較検討し、右頭頂葉に特徴的な活動の変化を見いだした。この知見は、道具の使用が転写作業を合理化していることを示唆する。これを非言語的コミュニケーション研究とも関連させ、言語によって提示された道具名について、実際の道具使用時とパントマイム時との脳活動の差異、および道具使用の「フリ」の形式の違いによる脳活動の差異を検討することで、言語野と運動野および頭頂連合野等の関係について解明するfMRI実験を進めている。臨床医学的には、特に道具使用の「フリ」については、失語であるのか失行であるのか未だに解決のついていない問題であり、これを検討することで医療の面から失書症および失行症などのリハビリテーション支援に貢献しうる。さらに、ペン入力等を効果的に用いた情報機器システムを設計する上で必要となる知見をも提供するものである。本テーマ、および関連した研究は、平成15年度に、英文誌8報、国際会議での論文発表12報として報告されている。

fMRIの実用化技術開発においては、平成14年に開発した逐次型計算型アルゴリズムによるリアルタイムfMRI（rt-fMRI）システムの性能評価と臨床評価の準備を進めた。また、計算手法の改良を行い若干の計算速度の向上を得るとともに、rt-fMRIのグリッド環境への移植を完了した。通常脳機能計測（5分程度）におけるrt-fMRIは実用レベルで完成した。運動系列学習による短期運動学習課題を用いて、15分間の連続撮影を行ない、fMRIによる動態解析法における時間情報の意義について検討した。長時間撮影により得られたデータの解析を通して、特有の問題点がいくつか判明した。信号強度のベースライン補正の方法、時間軸方向のデータ平滑化、データ収集後半の体動の問題である。現在、これらの対策を検討中である。以上の開発成果は、NeuroImageおよびMagnetic Resonance Engineering誌に掲載された。

また、GRIDを模擬するLANレベルのモデルで、データ発生、データ解析、データサーバーへの転送、解析結果の一連の処理を、スケジューリングシステムにより一元的に管理しながら、それぞれの計算機において自動的に処理を行い、リモート解析を行うことに成功した。リモート解析の実現により、異なった解析方法を同時に行うことが可能となる。また、GRID用のインターフェイスを作製し、ネットワークの設定、Jobの送信、解析結果の表示部分などを改良した。今後、インターネット接続による遠隔解析の試験を行い、セキュリティシステムの確認などを行う予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 fMRI、リアルタイム処理、言語機能、
メディカルグリッド

〔テーマ題目2〕 MEG 視覚化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 外池 光雄（ライフエレクトロニクス研
究ラボ 細胞分子機能制御技術研究グル
ープ）

〔研究担当者〕 外池 光雄、岩木 直、中川 誠司、
山口 雅彦、浜田 隆史
（職員5名、他34名）

〔研究内容〕

MEG 視覚化（脳磁図による生体刺激物質の識別機構可
視化に関する研究）

高齢化社会からさらに超高齢化へと向う我が国におい
ては、特に人の活動に不可欠で、且つ、日々の生活に重
要な役割を担っている五感の感覚情報処理等に関連した
支援技術が強く求められている。このためには、我が国
の優れたデバイス技術、エレクトロニクス技術、細胞分
子制御技術、生体制御刺激物質等の高度な先端技術を医
療福祉や環境問題の解決に適用するバイオメディカルエ
レクトロニクス研究の発展が望まれる。そこで、本研究
では EEG や fMRI など併用しながら、主に MEG
（脳磁図）を用いた各種非侵襲センサーの統合と複数感
覚間の注意の集中と分割、感覚間総合作用（フュージョ
ン）、及び、高次脳神経活動の可視化に対する脳イメージ
ング技術の研究開発を行う。このような研究において
最も重要な課題である脳内信号源の逆問題については、
従来の等価電流ダイポール法によらない新しい信号源推
定手法の開発に取り組むなど、MEG 研究では国際的にも
世界のトップクラスの研究成果を上げることを目指して
きた。

年度進捗状況

本研究チームは、平成15年度には、日本生体磁気学会
大会の大会長、並びに大会事務局を担当するなど、文字
通り我が国の MEG 研究の先導的役割を果たすとともに、
数多くの機関（大学、企業など）と共同研究を推進し、
我が国の MEG 研究の中心的センターとして認められる
研究成果を上げてきた。この結果、当方の研究メンバー
が各種学会から研究奨励賞を授賞、招待講演、シンポジ
ウムの企画立案への参画などの成果を上げた。視覚と聴
覚の複数感覚処理の研究では、脳内における興奮性と抑
制性の信号と脳内部位間での神経ネットワークの結合係
数を検討するなど、脳内の具体的な信号処理に対する新
規なネットワークモデルの提案等を行った。また、米国
ハーバード大学 MGH 研究センターに留学した岩木は、
多くの研究者と最先端の共同研究を行い、fMRI と
MEG のようにマルチモーダル複数センサーを用いた研
究開発を行うとともに、脳のインピーダンス解析法の研
究開発にも従事し、また、岩木が新規に開発した「空間

フィルター法」などの逆問題信号源解析ソフトは関係者
に技術指導を行うなどこの分野の発展に大きく貢献した。
嗅覚の研究においては、他ではまだ取り組まれていない
スニッフィング法による能動的嗅覚実験の実施、及び匂
いのオドボール実験課題による匂いの知覚と認知に関す
る MEG 応答成分を抽出し、味覚の研究においては電気
味覚に対する MEG 実験応答データに対し、ICA（独立
成分分析）を用いたノイズ除去解析を適用して味覚応答
の抽出に初めて成功した。さらに、これらの基礎研究か
ら特別に進展・発展してきた「超音波聴覚研究」の新規
な研究開発、嗅覚・味覚研究においては「食品感性工
学」の情報処理の研究方法を新たに提案するなど、内外
の研究者に大きなインパクトを与える研究課題に挑戦し、
新しい知見を提供した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 MEG、逆問題、超音波聴覚、味覚、嗅
覚、複数感覚の注意の集中と分割、五感
の感覚情報処理、食品感性工学

〔テーマ題目3〕 重度難聴者のための骨導超音波補聴器
の実用化開発（NEDO 産業技術研究助
成事業）

〔研究代表者〕 中川 誠司（ライフエレクトロニクス研
究ラボ 細胞分子機能制御技術研究グル
ープ）

〔研究担当者〕 中川 誠司、外池 光雄、山口 雅彦、
添田 喜治、藤本 清、藤坂 洋一、
岡本 洋輔、神原文
（職員3名、他5名）

〔研究内容〕

高齢化の進展に伴って、難聴者の数は益々増加する傾
向にある。そのうち、通常の補聴器では聴覚が得られな
い重度難聴者は日本国内に約85,000人存在するといわれ
ている。本研究では重度難聴者にも知覚される“骨導超
音波”を利用した、重度難聴者のための新型補聴器の開
発に取り組んだ。未解明の部分の多い骨導超音波知覚特
性、知覚メカニズムの解明をすすめ、そこで得られた知
見を利用して、骨導超音波補聴器の最適化を行った。

年度進捗状況

現在のところ、試作された骨導超音波補聴器を用いて
重度難聴者（左右耳での最小可聴音圧が100dB HL 以
上）の半数が音声を知覚可能、3割程度が簡単な単語の
同定可能という画期的な成果を得ている。これらの成果
は多くの英文学術誌上、および国際会議等で発表された。
また、これらの業績に対して、日本エム・イー学会荻野
賞、同秋季大会優秀論文賞、ドコモ・モバイルサイエン
ス賞などを受賞した。

骨導超音波知覚メカニズムの解明に関する研究を継続
的に行っているのは、世界中で当グループのみであり、
次々と新しい知見を発表し続けている。それらの知見は

骨導超音波知覚のみならず、一般的な聴覚メカニズムの新たな側面を明らかにするもので、関連分野に大きなインパクトを与えている。骨導超音波補聴器の開発は、その適用や安全性の検証も含めた実用化研究の段階を迎えつつあり、ベンチャー化も含めた一歩進んだ開発体制作りへの検討も始まっている。

(1) 骨導超音波知覚メカニズムの解明

聴覚健常者、重度難聴者を対象とした聴覚心理計測、頭部表面および外耳道内における音場計測、頭部内音場伝搬過程のコンピュータシミュレーション、聴覚誘発電位・脳磁界計測を実施し、骨導超音波補聴器開発に必要な知覚特性やメカニズムの一部を明らかにすることができた。その結果、骨導超音波であっても、聴神経以降は通常の音（気導音）と同様の神経伝導路を有すること、骨導超音波の復調は蝸牛、もしくは有毛細胞レベルで行われている可能性が高いことなど見いだした。これらの結果は、骨導超音波補聴器の最適化に有用であるだけでなく、骨導超音波補聴器の適用判定に関する重要な根拠となりうる。

(2) 骨導超音波知覚特性の解明

骨導超音波知覚の特性を聴覚心理実験や脳磁界計測で検討した。その結果、骨導超音波補聴器による聴取においても、気導音と遜色のない時間分解能を得られること、低周波（ $\sim 250\text{Hz}$ ）の周波数分解能がやや劣ることなどを明らかにした。さらに、骨導超音波を用いた音声聴取特性を解明した。音節明瞭度、単語理解度試験を実施し、骨導超音波の異聴傾向などを明らかにした。これらの結果は、骨導超音波補聴器の最適化に非常に有用な情報を与えるものである。

(3) 骨導超音波補聴器の試作とその評価

(1)、(2)の結果に基づいて最適化された携帯型骨導超音波補聴器を試作した。胸ポケットに入る程度の実用的な小型化と、完全デジタル化による高度かつ柔軟な信号処理を可能にした。例えば、(2)で述べられた骨導超音波の周波数分解能に関する知見をもとに、周波数を返還する機能などが盛り込まれている。重度難聴者を対象とした聴取試験を実施中であるが、従来型の試作器に比べ、性能向上が見られている。

(4) 骨導技術を応用した雑音に強いマイクロフォン（骨導マイクロフォン）の開発

雑音に強い骨導マイクロフォンの開発を行った。頭部内音場分布のコンピュータシミュレーションや音場計測によって、発声による骨導音声の伝搬過程の解明に取り組んだ。骨導音声最も明瞭に聴取される部位を明らかにするとともに、骨導音声の周波数特性を明らかにした。さらに、得られた知見をもとに最適化された骨導マイクロフォンを開発した。評価試験の結果、騒音下においては、通常のマイクロフォンに比べて、遙かに明瞭な音声を收音できることを明らかにした。騒音下での音声認識インターフェースなどへの応用を

図っていく予定である。

(5) 補聴器最適化に必要な聴覚基礎メカニズムの検討

概して補聴器の聞き心地は良いとは言えない。そのために、使用をすぐにやめてしまう難聴者も多い。聞き心地の良い補聴器の設計を目指して、心理生理指標に基づく聴覚基礎メカニズムの検討を行った。音声のピッチの明瞭度や両耳間相互相関度が音のプリファレンス（好ましき）に与える影響などを見いだすことができた。これらの結果は、聞き心地の良い補聴器の設計へと利用されるだけでなく、コンサートホールなどの室内音響設計においても有用な知見を与えるものである。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 骨導、超音波、重度難聴、蝸牛、脳磁界、脳波、コンピュータシミュレーション

[テーマ題目4] 嗅覚・味覚中枢研究（環境省委託費地球環境保全／公害防止技術予算）

[研究代表者] 外池 光雄（ライフエレクトロニクス研究ラボ ライフイメージング研究グループ）

[研究担当者] 外池 光雄、山口 雅彦、岩木 直、中川 誠司、浜田 隆史
（職員5名、他19名）

[研究内容]

（臭気環境目標の設定に必要な臭気に係る量反応関係に関する研究）

五感の感覚の中でも未踏技術分野である嗅覚・味覚に関する中枢研究では、当研究チームは非侵襲的計測と解析法、特に匂いの MEG（脳磁図）研究で世界をリードしてきた。本研究では、環境省からの委託を受け、他機関と共同しながら取り組んでいる公害防止技術の研究開発プロジェクト「臭気環境目標の設定に必要な臭気に係る量反応関係に関する研究」の研究統括を行うとともに、分担の研究課題を実施するものである。具体的には、環境中の悪臭に対する除去法と評価に対し、定量的な生体反応関係を明らかにして、環境の臭気基準（感覚量の定量的評価）の根拠となる法則、並びに基礎資料を提供することである。

年度進捗状況

本研究では、嗅覚及び味覚の刺激装置の改良・製作にも取り組んでおり、MEG 実験に適した装置の試作（特許申請）を行った。これらを用いた匂いや味の脳内知覚と認知に関する中枢部位同定、並びに脳内の神経情報処理の解明では世界に先駆けた研究を先導的に実施している。

味覚研究については、視覚画像で与えた食物画像と非食物画像の応答に対する研究を推進するなど、「食のおいしさ」の感性情報処理に対する脳内反応の研究にも着手した。

匂いについては、環境中の悪臭に対する脳内反応と同時に臭気が生体に及ぼす影響を眼球運動変化や瞳孔反応で捕らえる eye-tracking 実験や瞳孔径変化の時間測定などの同時計測を行い、悪臭の脳応答に対する MEG 計測と同時に生体の生理反応指標との相関関係について検討した。これらの結果、無臭空気刺激、並びに快適臭気刺激に対し、悪臭刺激では眼の瞳孔径の縮瞳反応に対する元の状態への回復に、より多くの時間がかかることが明らかとなった。また、本年度は本研究の中間評価の見直しになるため、本プロジェクトの分担研究者の全メンバーが一同に集まる検討会を実施し、お互いの分担研究の研究発表を行うとともに、本研究の推進と今後の研究のより具体的な目標について議論を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 嗅覚・味覚刺激装置、環境の臭気基準、悪臭評価、眼球運動、瞳孔径変化、生理反応指標

【テーマ題目5】 エレクトロケモセラピー（運営費交付金、光技術研究部門と共同研究）

【研究代表者】 松村 英夫（光技術研究部門）

【研究担当者】 松村 英夫、眞島 利和（職員2名、他6名）

【研究内容】

（外場利用細胞機能制御技術）

新型（金平糖型）のマグネト・リポソームの開発は他に例がないものであり、複合微粒子としてのマグネト・リポソームの作製法の高度化及びリポソーム微粒子膜の電場による物質の膜透過性高度化を行うことにより、より良い医療が可能となる新しいツール開発を目指す。また、当所で開発した密着型フラッシュ軟 X 線顕微鏡（分解能40nm）は、培養液中の細胞を生きたまま観察できる特徴をもつ。細胞外マトリックスなど新規な医用診断の対象となる可能性をもつ対象に、密着型フラッシュ軟 X 線顕微鏡の適用範囲を広げることができた。ナノメータースケールのバイオイメージング技術の確立をめざす。

年度進捗状況

複合微粒子としてのマグネト・リポソームの作製法については中心微粒子に逐次的付着反応を行わせるための制御された混合装置を工夫し良好な結果を得た。また、リポソーム微粒子膜の電場による物質の透過性改良技術に関しては、リポソーム膜の組成による自然透過能の差および電場印加による透過能変化を調べている。現状の結果では寿命（内相への物質保持時間）と電場印加による物質透過（流出）能間には必ずしも相関が取れないというデータが得られている。今後より多くの系で実験を重ねる方針である。また、密着型フラッシュ軟 X 線顕微鏡を用いて、培養細胞の細胞外マトリックス（ECM）を観察できることが判明した。蛍光顕微鏡像

との比較などにより、X 線像と ECM の構成要素との対応関係を明らかにする。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マグネト・リポソーム、膜透過性、エレクトロケモセラピー、軟 X 線顕微鏡

【テーマ題目6】 MR マイクロイメージング（運営費交付金、医療福祉指定研究）

【研究代表者】 中井 敏晴（ライフエレクトロニクス研究ラボ ライフイメージング研究グループ）

【研究担当者】 中井 敏晴（職員1名、他8名）

【研究内容】

（MR の超高感度化と顕微画像に関する研究）

細胞・組織の3次元的な構築や分子機能の動態計測を非侵襲的に行うための高感度マイクロイメージング技術を開発する（最終目標）。ラボ期間の目標としては、1) 1H によるマイクロイメージング基盤技術の確立（空間分解能80 μ 以上）、2) 偏極率を保持しながら偏極ガスを検出系に連続フローで供給する技術の確立、3) 1H/129Xe 同時検出が可能なマイクロイメージングシステムの開発、4) 偏極ガスの画像化技術の確立を達成し、偏極ガスを応用したマイクロイメージング技術のシーズとしての可能性を実証することを目指す。同様の開発は世界的にも例がない。

年度進捗状況

平成14年度に作成したマイクロイメージング用プローブを用いて、静磁場強度や空間分解能と SN、コントラスト分解能の関係について定量的に評価を進めている。今年度中に、ファントムによる評価を終了し、組織の画像化を試みる予定である。偏極ガスの供給技術の開発では、ステンレス管のコーティング材料の検討を行なった結果、フッ化鉄やキシリレンなどによる被覆の場合に信号の減衰が少ないことが判明し、ステンレス管の加工によるガス供給システムのめどがついた。マイクロイメージングシステムの開発では、1H/129Xe の同時制御システムのハードウェア構築を行った。また、ラジオ波の送受新回路のデジタル化を行い、検波精度を向上させた。現在、信号の同時検出を行うパルスシーケンスプログラムを改良しており、年度内の画像収集を目指している。また、SN に限界のあるマイクロイメージング画像のコントラスト分解能を改善するために、画像の特徴抽出を行うため独立成分解析によるフィルタ処理の理論的検討をほぼ完了し（NeuroImage に掲載予定）、実際に生体組織から得られた画像への応用を進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 MR マイクロスコープ、超偏極キセノンガス、パルスシーケンス、画像コントラスト、独立成分解析

〔テーマ題目7〕 イメージング応用（運営費交付金）

〔研究代表者〕 近藤 哲朗（ライフエレクトロニクス研究ラボ ライフイメージング研究グループ）

〔研究担当者〕 近藤 哲朗、秋葉 龍郎、中村 真理（職員3名、他2名）

〔研究内容〕

（遺伝子機能可視化に関する研究、画像計測による環境モニターの研究）

疾病の原因究明や治療効果のモニタリングには対象分子の画像化技術の発展が必須だが、とくに生体脳の遺伝子発現レベルでのリアルタイム画像可視化技術は世界的にも確立していない。伝達物質受容体や関連タンパクなどの機能分子の遺伝子発現および神経細胞内での動的挙動を可視化することによって、新しい治療支援技術の開発に繋げる。プランクトン現存量測定の高速度の実現を目的として、分光学的に識別が困難な動物プランクトンの検出識別の画像処理技術を発展させる。技術的には世界のトップレベルにある

年度進捗状況

自然状態の神経回路網を反映する脳スライスにおける神経活動依存的な受容体遺伝子の発現および発現産物の細胞内動的挙動の多重モニタリング計測技術を構築した。また、遺伝子改変マウスの *in vivo* での脳活動依存的遺伝子発現のリアルタイム計測技術の開発を進めている。環境モニターに関して、試作機の高度化を行い国内で連続計測ポイントを設けると共に物理量、化学量の同時計測を行った。さらに、海外の展示会などを利用して世界的に成果の普及に図った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子発現、リアルタイム可視化、プランクトン現存量測定、環境モニター

③【メンブレン化学研究ラボ】

(Laboratory for Membrane Chemistry)

(存続期間：2002. 4. 1～2005. 3. 31)

研究ラボ長：水上 富士夫

副研究ラボ長：鈴木 敏重

所在地：東北センター

人員：16 (16) 名

経費：360,635千円 (170,502千円)

概要：

本研究ラボでは、化学工業における難反応プロセスの刷新、環境負荷物質の低減を目的とし、無機系素材を用いたナノ空間制御膜、貴金属触媒膜、選択分離膜、無機有機複合膜、センサー膜を研究・開発し、省エネルギーと低環境負荷に配慮したシンプルな反応・分離

プロセスや有害物質の分離・検出システムを開発する。

特に酸素や水素の触媒の活性化と選択透過を実現する反応膜、および触媒機能を併せ持つナノ空間制御膜を開発・応用することで、酸化反応、水素化・脱水素反応、水和・脱水反応等の化成品製造の基礎となる反応プロセスの刷新に挑戦する。これにより、多段階の反応を必要としている化成品の合成プロセスを簡略化すると共に、高温を必要としている反応プロセスに対しても省エネルギーと環境負荷低減を果たす穏和なプロセスを開発・提案する。

さらに、現行技術ではエネルギー消費が大きい水素や酸素の分離・精製、アルコール等の有機物と水の分離などに対して、分子サイズや親和力の違いを認識する選択分離機能膜を開発して高効率分離に取り組むとともに、分子やイオンに対してさらに高い認識機能を持つ膜材料を創製し、有害イオン分離・検出技術に対しても応用していく。また、これらの膜技術を活用して反応と混合・分離過程を集積化し、小空間に納めた高効率でコンパクトな反応モジュールや、オンサイト利用を目的とした小型装置を開発する。

すなわち、分離、認識、透過、反応等の機能を持った無機系機能膜を、材料から部材、利用プロセスにわたって研究・開発し、ニーズを見極めつつ応用して行くことで、環境低負荷型プロセス技術、環境の維持保全に資する技術等を創出する。

外部資金：

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「革新的化学プロセス技術－膜型反応器による芳香核直接水酸基導入技術の開発」

経済産業省 原子力試験研究委託費「高レベル放射性廃棄物の地層処分用緩衝材料の機能評価と高度化に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「目視判定等の利用による高感度水質計測技術の簡素化に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「有害物質の漏洩防止材料の開発に関する研究」

農林水産省 平成16年度「生物機能の革新的利用のためのナノテクノロジー・材料技術の開発」「水分子クラスターの動態評価と利用」

財団法人岩手県南技術研究センター 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「環境汚染物質測定用オプティカルイオンセンサーの創製」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構革新的部材産業創出プログラム／マイクロ分析・生産システムプロジェクト「実用的マイクロ化学プロセス基盤技術の知的集約化・体系化に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「ナノパーツを用いる高機能マイクロポーラス材料の設計手法の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「空気の浄化・滅菌のためのナノケージセラミック由来活性酸素利用システムの開発」

発表：誌上発表25 (23) 件、口頭発表45 (9) 件、その他3件

【テーマ題目1】無機系膜の開発と利用に関する研究

【研究代表者】 水上富士夫 (メンブレン化学研究ラボ)

【研究担当者】 鈴木 敏重、丹羽 修一、小野寺嘉郎、横山 敏郎、松永 英之、清住 嘉道、花岡 隆昌、川合 章子、和久井喜人、濱川 聡、蛭名 武雄、長瀬多加子、西岡 将輝、池田 拓史、佐藤 剛一、長谷川泰久、高橋由紀子、El-Safty Sherif、Tatineni Balaji、Sugiyana Doni、Nasir Muhamad、黒田孝夫、乾昌路、河合修司、小村賢一、芹生章典、葉淑英、Tanaka Alfredo、Llosa Tanco Margot、Chattopadhyay Abhijit、Ciocilteu Stefan、Gora Artur、Bere Kossi、Szollosi Gyorgy、Sasidharan Manickam、Eswaramoorthy Muthusamy (職員16名、21名)

【研究内容】

(1) 貴金属系膜の開発と応用に関する研究

多孔質アルミナ (チューブ、ディスク) を膜の基板材料として、無電解メッキ法による Pd 膜、Pd-Ag 合金膜の被覆方法や熱処理条件を探索した。その結果、ナノサイズのパラジウム超微粒子を核として均一に析出させることで、欠陥のない Pd 薄膜 (膜厚が数ミクロン以下) を形成する方法を開発し、 H_2/N_2 比 10^4 以上の水素選択透過係数を達成した。さらに任意の Pd/Ag 比を持つ薄膜の形成法を確立したほか、陽極酸化アルミナ膜のマイクロ細孔内部のみへの Ag 粒子析出法を開発した。

Pd 膜による芳香族化合物の一段階水酸化反応では反応率と選択率の向上を検討し、ベンゼンからフェ

ノールへの反応で転化率15%、選択率>99%の反応成績を達成した。また電子吸引性基や供与性基を持つベンゼン誘導体を反応基質として用いても、水酸化反応が位置選択的に進行することを明らかにした (単流収率で約3%以上)。この Pd 膜を用いたプロピレン酸化反応では、転化率約1.5%、選択率20%でプロピレンオキシドの合成に成功した。現在、Pd-Ag 合金膜の利用と銀超微粒子膜触媒を用いた直接酸素酸化反応を検討中である。また Pd 膜は反応場への水素の連続供給を可能とするため、膜表面を利用する液相水素化反応プロセスを民間企業と共同で実施中であり、既に反応特性の向上に関して重要な知見を得ている。

(2) ナノ空間制御膜の開発と応用に関する研究

シリカ五員環のストレートチャンネルを構造中に持つ新規層状ケイ酸塩 (PLS-1) を合成し、その精密構造解析に成功した。これを出発原料に用い、その層間を脱水重縮合反応によって直接接合し、新規なマイクロポーラス結晶 (新型ゼオライト: CDS-1) へと誘導する新規な合成法と、精密構造解析に成功した。層間の直接縮合でナノ空間を作成する方法は、従来の試行錯誤的ゼオライト合成法に革新をもたらし、今後の論理的設計指針の一つと成りえるものである。この CDS-1ゼオライトは高シリカのため耐熱性に優れ、気相ベックマン転移反応に対して高い触媒活性を示した。現在、実用触媒としての可能性を民間企業と共同で検討中である。さらに、CDS-1のアルミナ基板への膜化にも成功した。

セラミックス $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ は、その直径 4\AA のナノケージ構造内に酸素アニオン (O^-) を包蔵できる。この材料を厚膜状に成形し、酸素を供給しつつ電圧を印可することにより連続的に O^- を放出することを確認した。現在、オゾンの 10^4 倍も活性な O^- を利用する低温酸化プロセスの構築を進めており、まず高真空下での半導体シリコンの表面酸化プロセスへ適用できることを明らかにした。これは従来 ($1100^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$) よりも著しく低い温度 (150°C) での酸化層形成・成長を可能し、同時に残留レジストの除去にも効果的であるため、半導体プロセスの省エネ型炭素質除去への応用を検討している。本材料については、薄膜化による化学プロセスや VOC 分解など環境プロセスへの利用拡大を進めている。

(3) 無機有機複合膜の開発と応用に関する研究

オンサイトで有害化学物質の迅速・正確な計測を可能とする、薄膜フィルムキットや目視判定などの計測手法の開発、簡易かつ高感度の計測システムの開発に成功した。鉛選択性の高いジベンゾー18-クラウンと、陰イオン性色素を PVC などの膜化剤を用い透明基板上に製膜したフィルムは、検水中の鉛イオン濃度に応じた色相変化を起こし、目視による濃度判定を可能にした。また、ある種のキレート樹脂のモリブデン錯体が、

酸性条件下でヒ素濃度にしたがって薄黄色から青緑色に連続的に変色することを見出し、これを利用する新しい微量ヒ素の簡易目視検出法を開発した。本法により、排水基準値である0.1ppmのヒ素濃度の検出を迅速に行うことができる。

粘土鉱物の層間に有機機能物質を安定に包接した自立配向薄膜の作成に成功した。膜中の有機機能物質は層間に均一に高分散しており、その熱安定性は包接されることによって著しく向上した。有機機能物質がレゾルシンである場合には、膜は800℃の高温条件下でも大きな構造変化を起こさなかった。膜は均一でピンホールがなく、その遮水性能は高く、柔軟性に富むことから耐熱シール材やセパレータとしての用途を検討中である。ペルオキシターゼ酵素と発光試薬を複合化した粘土自立配向薄膜では、複合化で酵素の失活が防止されることを見出し、これを基に本配向膜を用いた過酸化水素の化学発光検出法を開発した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 無機膜、パラジウム膜、シリケート系多孔質膜、無電解メッキ、水熱合成、分離機能、透過機能、反応機能、高温シール材、簡易計測

④【マイクロ空間化学研究ラボ】

(Micro-space Chemistry Lab)

(存続期間：2002.4～)

研究ラボ長：清水 肇

副研究ラボ長：前田 英明

所在地：九州センター

人員：6 (6) 名

経費：148,137千円 (92,395千円)

概要：

近年の「化学産業」を取り巻く環境は厳しく、ニーズの多様化による多品種少量生産型への移行や国際的な競争力強化と共に、省資源・省エネルギーや低環境負荷といった永続的・持続的社会的実現のための貢献など、大幅な生産の効率化と質的転換が迫られている。微小なマイクロ空間を活用し、流体を高速、高精度に扱うマイクロ空間化学技術は、反応・分析・計測の効率化・高速化のための革新的な技術としてのみならず、新規で特異的な反応場としても注目を集めており、化学産業だけではなく、医療、製薬、バイオ関連、食品産業などからも大きな期待が寄せられている。

本研究ラボでは、マイクロリアクター技術を基礎とするマイクロ空間技術にナノテクノロジーを融合させ、新たな研究領域や研究センターの創設に連携する異分野融合性の高い新規研究・技術領域を創出することを

目標とすると共に、新たな機能を有する高性能の微小流体デバイスの開発及びその応用・展開技術の確立を通して、化学産業のみならず、環境、医療、製薬、バイオ関連、食品産業、化成工業等への貢献を目指している。

本研究ラボでは次の3つの重点課題、1)微小流体分析チップ技術、2)ナノマテリアルプロセッシング技術、3)生物有機化学システム技術を掲げて研究を行っている。

第1の課題においては、マイクロ流体システムの特性を最大限に利用した分析チップの開発を行った。この開発研究は、高度な流体操作性が特徴であるマイクロ流体チップを用い、小型で迅速、かつ、極めて簡便な操作でありながら、高精度な分析を行うことができる新しい分析法の開発を最大の目的としているものである。昨年度、この開発に成功したが、そこで見出した新規手法や知見の中には、理論的に不明な点が残されており、この点の検討の必要性を指摘されていた。したがって本年度は数値流体力学シミュレーションや、共焦点顕微鏡を用いた3次元流体挙動観察により流体挙動の解析を行うことで、分析の際の現象を理論的に解明するべく研究を行った。その結果、マイクロ流路内での2液の界面に2本鎖 DNA が蓄積し、流路カーブにおける一種の「分子ふるい効果」により2本鎖 DNA を分離するというモデルを考え、シミュレーションならびに実験結果とよく一致した。ここでの、「分子ふるい効果」もまた新しい知見であり、これを利用した応用についても検討を開始することとなった。また、マイクロ流路内で DNA が自発的に伸びるといった現象に関しては、高分子鎖の「コイルストレッチ転移」という理論で説明することができた。また、本 DNA 検出手法により一塩基変異の検出も精度よく行うことができることも実験的に示した。

第2の課題においては、マイクロ流体システムの特徴を生かして、ナノ粒子合成プロセスの開発とその確立を図ることを研究目的とした。本年度は、リアクターによる蛍光ナノ粒子合成システムの最適化とその拡張を図った。CdSe ナノ粒子のマイクロリアクター合成法の最適化を行った結果、これまで蛍光半値幅40nm (推定粒径変動係数7-10%程度)だったものを、蛍光半値幅30nm (推定変動係数5%程度)に押さえることができた。また、反応収率も50%程度を達成し、現在、この CdSe ナノ粒子の10g/dayの生産の目処を立てた。さらに、マイクロリアクターを用いてこの生成物に ZnS 被覆を行う方法を開発して量子収率70-80%を達成し、複合粒子の製造法を確立するとともに、被覆量制御におけるマイクロリアクターの優位性を示すことが出来た。一方、毒性の高い CdSe 系の粒子の代替材料として Si、Cu-In-Zn-S 系ナノ粒子の合成を試み、さらには金属 (Ag)、有機系ナノ材料へのマイ

クロリアクターの適用を検討した。

第3の課題としては、マイクロ・ナノ空間を用いた生物有機化学反応システムの構築を掲げた。昨年度までに、マイクロ酵素化学プラントの基盤となる酵素固定化マイクロリアクター技術、マイクロチャネル表面の高度修飾技術、酵素を可逆的に固定化する技術の開発に成功していたが、本年度はこれらの技術を応用して酵素反応を多段階で行うマイクロリアクター技術の開発に成功した。また、細胞利用技術の基盤として、癌化した細胞などをマイクロチャネル内に流通させ、抗がん剤候補化合物の検索を行うマイクロチップの開発を行った。本年度は候補化合物への細胞応答を蛍光強度変化で検出するマイクロチップの最適化を行った。このマイクロチップを用いて、バッチ式同様の刺激応答の経時変化や阻害物質による蛍光強度の減衰を微量で測定することが出来た。

またマイクロチャネル内の流体挙動を制御して水と有機溶媒の混合を制御することにより、反応剤分子の構造に基づいて反応速度を任意に制御する技術、ならびにマイクロチャネル内を部分的に化学修飾し、水油を完全に分離する技術などの確立も行った。

上記3課題の研究基盤を支えるものとして、数値流体力学シミュレーションを行っている。本年度は、先に述べた DNA 分析チップ内の流体挙動、および検出原理の理論的解明のために、DNA のハイブリダイズと拡散を考慮に入れた計算を行い、実験結果に見られる傾向を説明することができた。この他、層流のため迅速な混合が困難であるマイクロ空間において、拡散支配の混合をより促進するために、拡散長さを短縮し、界面積を増大させる効果を狙った多層型マイクロリアクターを開発し、その混合性能を実験観察とシミュレーションにより評価した。その結果シミュレーションにより混合率の評価が可能であることを示し、マイクロリアクターにおける化学反応設計において流路の構造設計が重要であることを明らかとした。

このように、当ユニットにおいては、3つの重点課題において、化学反応・分析現象の理論的把握といった第1種基礎研究、異分野融合を行う第2種基礎研究、さらには実用化、さらにはベンチャー化を視野に入れた企業との共同研究、各種プロジェクトへの参画を行っており、産総研の推し進める本格研究を展開している。

外部資金：

財団法人九州産業技術センター
平成15年度地域コンソーシアム研究開発事業
「医療・環境分析用マイクロフローチップの開発」

財団法人九州産業技術センター
「平成15年度地域コンソーシアム研究開発事業（ナノサ

イズ蛍光粒子製造用マイクロ流体システムの開発）」

財団法人九州産業技術センター
「平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業(医療・環境分析用マイクロフローチップの開発)」

マイクロ化学プロセス技術研究組合
「マイクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発」

マイクロ化学プロセス技術研究組合
FOCUS21
「マイクロ空間化学反応・現象解明に関する研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業費助成金
「シリコンナノ粒子精密連続合成のためのマイクロ空間プロセスの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業費助成金
「感染症診断用マイクロ流体チップの開発」

発表：誌上発表19(18)件、口頭発表66(11)件、
その他0件

微小流体分析チップ技術グループ

(Micro-fluid Analysis Chip Technology Group)

研究グループ長：山下 健一

(九州センター)

概要：

マイクロ流体システムの特性を最大限に活用した分析チップの開発を行う。

高度な流体操作性が特徴であるマイクロ流体チップを用い、小型で迅速、かつ、極めて簡便な操作でありながら、高精度な分析を行うことができる新しい分析法の開発を最大の目的とする。また、各ユーザーのニーズに合わせ、ある特定の目的に特化したマイクロ流体システムを作成する技術、すなわちマイクロ流体チップそのものを作成する技術や流路設計のための指針を検討することにより、末端の検査・医療現場ならびにオンサイト分析関連への普及を前提とした分析装置の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

ナノマテリアル創製技術グループ

(Nano-Material Processing Technology Group)

研究グループ長：中村 浩之

(九州センター)

概要：

マイクロ流体システムの特徴を生かして、ナノ粒子

合成プロセスの開発とその確立を図ることを研究目的とする。

本年度は、リアクターによる蛍光ナノ粒子合成システムの最適化とその拡張を図った。CdSe ナノ粒子のマイクロリアクター合成法の最適化を行った結果、これまで蛍光半値幅40nm（推定粒径変動係数7-10%程度）だったものを、蛍光半値幅30nm（推定変動係数5%程度）に押さえることができた。また、反応収率も50%程度を達成し、現在、この CdSe ナノ粒子の10g/day の生産の目処を立てた。さらに、マイクロリアクターを用いてこの生成物に ZnS 被覆を行う方法を開発して量子収率70-80%を達成し、複合粒子の製造法を確立するとともに、被覆量制御におけるマイクロリアクターの優位性を示すことが出来た。一方、毒性の高い CdSe 系の粒子の代替材料として Si、Cu-In-Zn-S 系ナノ粒子の合成を試み、さらには金属 (Ag)、有機系ナノ材料へのマイクロリアクターの適用を検討した。

研究テーマ：テーマ目2

生物有機化学システム技術グループ

(Bioorganic Chemistry System Group)

研究グループ長：宮崎真佐也

(九州センター)

概 要：

マイクロ・ナノ空間を用いた生物有機化学反応システムは、高度な機能を持つ生体模倣システム構築の観点から、将来を嘱望されている技術である。しかしながら、この分野ではまだ基本技術の確立がなされておらず、世界的に見ても基礎研究段階である。本研究グループでは、このマイクロ・ナノ空間を用いた生物有機化学反応システムの基盤技術である、マイクロ空間内での化学反応の特異的現象の解明、マイクロ空間内での酵素反応制御技術と細胞利用技術の基盤の確立を目指している。具体的な研究内容としては、複合生体分子合成を指向したマイクロリアクターを用いる有機合成反応技術の開発、従来のバルクでの反応系では困難な多段階酵素反応用マイクロリアクターの開発、ならびに細胞フロー型マイクロチップを用いた薬剤検索システムの開発を行っている。

研究テーマ：テーマ目3

[テーマ目1] 「小型迅速計測・分析用マイクロ流体チップの開発に関する研究（運営費交付金、経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発、マイクロ流体システムによるナノ分子操作）」

[研究代表者] 山下 健一（マイクロ空間化学研究ラボ）

[研究担当者] 山下 健一、前田 英明、山口 佳子

(職員3名、他2名)

[研究内容]

マイクロ流体システムの特徴を活かし、臨床検査などのオンサイト・オンデマンド利用に最適な遺伝子（およびその他の生体関連物質を中心とした）分析システムの開発を行った。目指す性能は、簡単・安価・迅速・高精度・客観性の両立であり、DNA チップなどのハイスループット分析システムとは対極的立場にある。本分析デバイスの特徴は、特に信頼性・客観性・即時性を高度に要求される臨床検査器具として最適であり、このような方面への応用を中心に検討を行った。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] オンサイト分析、マイクロリアクター、マイクロ流体システム、マイクロ流路、 μ -TAS、分析器具、医療用診断器具

[テーマ目2] 「ナノ材料合成技術の確立とその応用展開技術の開発に関する研究（運営費交付金、経済産業省産業技術総合研究所技術研究助成事業、経済作業省地域新生コンソーシアム研究開発、経済産業省 FOCUS21、糖鎖工学研究ユニットと共同研究）」

[研究代表者] 中村 浩之（マイクロ空間化学研究ラボ）

[研究担当者] 中村 浩之、前田 英明、井上 耕三（職員3名、他2名）

[研究内容]

マイクロ流体システムの特徴を生かして、ナノ粒子合成プロセスの開発とその確立を図ることを研究目的とする。本年度は、リアクターによる蛍光ナノ粒子合成システムの最適化とその拡張を図った。CdSe ナノ粒子のマイクロリアクター合成法の最適化を行った結果、これまで蛍光半値幅40nm（推定粒径変動係数7-10%程度）だったものを、蛍光半値幅30nm（推定変動係数5%程度）に押さえることができた。また、反応収率も50%程度を達成し、現在、この CdSe ナノ粒子の10g/day の生産の目処を立てた。さらに、マイクロリアクターを用いてこの生成物に ZnS 被覆を行う方法を開発して量子収率70-80%を達成し、複合粒子の製造法を確立するとともに、被覆量制御におけるマイクロリアクターの優位性を示すことが出来た。一方、毒性の高い CdSe 系の粒子の代替材料として Si、Cu-In-Zn-S 系ナノ粒子の合成を試み、さらには金属 (Ag)、有機系ナノ材料へのマイクロリアクターの適用を検討した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] マイクロリアクター、ナノ粒子、製造プロセス、CdSe、複合粒子、量子ドット

[テーマ目3] 「生化学反応用マイクロ流体システム

の開発に関する研究（運営費交付金、経済産業省 FOCUS21、経済産業省産業技術総合研究所技術研究助成事業、経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発）」

【研究代表者】 宮崎真佐也（マイクロ空間化学研究ラボ）

【研究担当者】 宮崎真佐也、前田 英明
（職員2名、他2名）

【研究内容】

我々はこれまでに、マイクロ酵素化学プラントの基盤となる酵素固定化マイクロリアクター技術、マイクロチャンネル表面の高度修飾技術、酵素を可逆的に固定化する技術を開発した。これらの技術を応用して酵素反応を多段階で行うマイクロリアクター技術の開発に成功した。

また、細胞利用技術の基盤として、癌化した細胞などをマイクロチャンネル内に流通させ、抗がん剤候補化合物の検索を行うマイクロチップの開発を行った。本年度は候補化合物への細胞応答を蛍光強度変化で検出するマイクロチップの最適化を行った。このマイクロチップを用いて、バッチ式同様の刺激応答の経時変化や阻害物質による蛍光強度の減衰を微量で測定することが出来た。

またマイクロチャンネル内の流体挙動を制御して水と有機溶媒の混合を制御することにより、反応剤分子の構造に基づいて反応速度を任意に制御する技術、ならびにマイクロチャンネル内を部分的に化学修飾し、水油を完全に分離する技術などの確立も行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 生体模倣システム、酵素反応、マイクロリアクター

⑤【極微プロファイル計測研究ラボ】

(Ultra-fine Profiling Technology Research Lab.)

(存続期間：2002. 4. 1～2004. 3. 31)

研究ユニット長：一村 信吾

所在地：つくば中央第二

人員：7 (7) 名

経費：321,812千円 (152,160千円)

概要：

1. 研究ユニットのミッションと研究の概要

(資料1)

現在、原子・分子レベルの極微構造体を制御して物質・材料に新たな機能を付加し、新しい産業を創出しようとする大きな潮流が生まれている。極微プロファイル計測研究ラボは、「計測できるものだけが制御できる」との基本コンセプトのもと、「極微で形容される対象を計測する技術と、そこから派生

する制御技術の開発と普及」を目指すことをミッションとする。また開発成果は「利用しやすい形態まで加工した提示方法により社会的還元が進む」との立場から、製品化による実用化に加えて、標準物質供給や工業標準化など規格化・標準化に貢献することを目標とする。

一方、極微の世界を調べる上で「より小さなものを見たい」、「より僅かなものを検出したい」等の要求は、ライフサイエンスや情報・通信、環境・エネルギーなどの重点分野を問わず共通する。このため、このような共通の要求指標のもとに基本部分（これをプラットフォーム技術と呼ぶ）の開発を進めていけば、特定の分野への応用に向けたインタフェース部を付加することで、常に最先端の要求に合致する計測技術、制御技術を提供できると考えられる。

そこで本ラボでは、汎用性の高いプラットフォーム技術の開発を指標として設定した上で、①極微小空間計測、②極微量計測、③極微エネルギー計測に関する下記の課題を研究対象として推進する。但し、個々の課題内で展開する外部委託テーマの重要性や現在の人材ポテンシャルを勘案して、平成15年度は、①を最重要課題、③を重要課題、②を将来展開に向けた探索課題、と設定する。

① 課題1：極微小空間計測

－極微小空間の構造・組成・状態プロファイル計測技術と制御技術の研究－

原子列で数個～数百個相当の厚さを有する膜構造体の界面平坦性、厚さ、均一性、組成などの精密計測技術と、急峻な界面構造を実現する薄膜形成技術開発を行う。特に、シリコン基板上に制御された膜厚を有するシリコン酸化膜を形成し、その膜厚・膜質、界面特性等を精密に評価した上で、深さ解析用（深さナノスケール）の標準物質として供給することまでを目標とする。この薄膜形成に係わる、「活性種（オゾン）を利用した新しい酸化技術の開発」をプラットフォーム技術として設定し、開発技術の製品化や産業界のニーズに応えた様々なオゾンの応用分野の開拓を推進する一方、オゾンの濃度・空間分布計測技術などの課題にも挑戦する。

② 課題2：極微量計測

－極微量物質の空間・時間分布プロファイル計測技術の研究－

「アトムカウンティング技術」（レーザを用いた真空中の単原子計測技術）を基本的ポテンシャルとして、原子・分子の数と質量の確度100%の計測技術へとレベルアップし、極浅注入不純物原子・分子の深さプロファイル計測（半導体分野への応用）に展開する研究を推進する。このため、半導体の極表面層をエッチングする新

しい技術として金属クラスター錯体イオン源の開発に注力し、新たなプラットフォーム技術としての可能性を探索する。

③ 課題3：極微エネルギー計測

ーエネルギー量子の高感度・精密計測を実現する新しい検出器技術の研究ー

高い検出感度・高いエネルギー分解能を有するエネルギー量子計測技術開発に向けて、超伝導体を利用したエネルギー量子検出器の開発を推進する。特に、単一素子としての性能の向上とともに、検出性能（検出率）の向上に向けた検出器のアレー化を進める。このプラットフォーム技術としての検出器開発技術をもとに、電磁波の量子（光子）の検出を通じた Super-EDX の開発、質量を有する量子（分子）の検出を通じた Super-TOF の開発など、既存の検出器では実現できなかった性能を有する装置（システム技術）の開発にも取り組み、バイオ分野、ナノテク・IT 分野など広範な分野への貢献を目指す。

2. 研究方法論

当ラボでは、独自性の高い研究、二番煎じでない研究の推進を主眼とし、新しい装置・手法の開発を通してその独自性を確立する、Technology oriented な研究アプローチ法を第一義としている。研究開発アイデアの独自性は知的財産権の獲得という形で、研究開発成果の独自性はオリジナル論文の発表という形で発信されるのが通例である。当ラボではこれを更に進め、知的財産は実用化・製品化の形で社会へ発信・普及すること、研究開発成果は獲得知識の共有化（データベース化）や標準化、もしくは標準物質の提供という形で社会への発信・普及することまでも視野に入れた研究開発を展開することを目指している。いわば、公知の事実として発信した後は利用者が現れるのを待つという受身的な成果発信から、利用者が利用しやすい形にまで成果を加工するという攻めの成果発信を推進することを目指している。

極微小空間計測の研究（課題1）で主として創出するのは、「ナノスケール」として供給できる膜質・膜厚を有する、極薄シリコン酸化膜の作製・評価技術である。この課題の柱である経済省の委託テーマでは作製極薄酸化膜を標準物質として供給することまでが要請されており、標準化というキーワードとも合致している。極薄シリコン酸化膜の作製には当ラボの独自技術である超高濃度オゾンを使用するが、これは、高い酸化反応活性や酸化（反応）プロセスの低温化、作製酸化膜の高品位性などから、様々な分野での応用展開が期待でき、実際産業界の多数機関から共同研究、秘密保持契約に基づく研究が求められている。その実績を踏まえて、プラット

フォーム技術としての「オゾン（活性種）酸化」技術の開発と製品化を通じた産業界への普及も進めている。

極微量計測の研究（課題2）では、単原子検出という究極の検出感度・検出精度を有する粒子検出技術、及び関連技術が創出目標である。この課題の主要テーマと位置付けられる経済省の委託テーマでは、開発成果をもとに工業標準化に貢献することが求められており、規格化というキーワードとも整合している。この研究開発においては、極高真空の計測で実績のあるアトムカウンティング技術をプラットフォーム技術（汎用性ある粒子検出技術）と設定している。加えて、委託テーマ（極浅不純物注入半導体の深さプロファイル分析）に向けて新たに開発するクラスター錯体イオンビーム関連技術も、今後様々な分野に応用できるプラットフォーム技術に成長させることを企図している。

極微エネルギー計測の研究（課題3）では、エネルギー量子の検出において従来の検出器を凌駕できる新しい検出器技術の創出が目標である。ラボが所有する超伝導検出器作製技術をベースとして、高いエネルギー分解能、均一な応答特性を有する大面積検出器素子、及び素子のアレー化を進め、Super-EDX、Super-TOF という2つの異なる利用形態での性能実証を通して、検出器技術の汎用性（プラットフォーム性）を実証することを目指している。その実証過程においては他研究ユニットや外部機関の協力も得てモデルシステムの自作も目指すが、作製システムに一種の“測定標準器”としての特徴を具備させることを目指し、標準化のキーワードを意識した展開を進めている。

上記各課題内テーマの連携、及び課題間の連携をとった推進とともに、共同研究契約等に基づく産業界・学界との連携を通して、シーズ開拓から実用化までを視野にいれた研究展開を意味する「本格研究」を推進していく。同時に、ラボは一方で研究センターないし研究部門として成長する使命を課せられていることも踏まえて、「計測（制御）技術」と「規格化・標準化」をキーワードとする新しい研究ユニットの創出を目指して研究を展開している。

外部資金：

経済産業省産業技術研究開発委託費「極浅不純物注入半導体の深さプロファイル分析のための標準化」

経済産業省原子力研究委託費「光子情報複合検出技術に関する研究」

経済産業省中小企業支援型研究開発（共同研究型）「2成分ガス濃度計の開発」

NEDO ナノ計測・加工プロジェクト「3D ナノメートル標準物質創成」

発表：誌上発表4 (3) 件、口頭発表39 (11) 件、
その他0件

[テーマ題目1] 極微小空間計測の研究 (主として経済産業省委託研究制度)

[研究代表者] 一村 信吾 (極微プロファイル計測研究ラボ)

[研究担当者] 一村 信吾、野中 秀彦、黒河 明、
中村 健 (職員4名、他8名)

[研究内容]

研究の目的

高濃度オゾンガスを用いてシリコン基板上に制御された膜厚を有するシリコン酸化膜を形成すること、その膜質や界面構造 (界面平坦性、界面歪) などを精密に評価すること、その上で計測標準研究部門との協力のもとに、作製した極薄シリコン酸化膜を深さ解析用ナノスケール標準物質として供給することを第一の目標とする。このため、供給開始が予定される2006年4月を視野に入れて、次のような課題設定のもとに研究を進める。①極薄酸化膜形成技術の研究、②大面積酸化技術の研究、③酸化膜計測・評価の研究、④標準物質供給に向けた研究 (表面汚染層の計測評価研究)。

進捗状況

① 大面積酸化技術の研究

ナノスケール標準物質の供給に際して不可欠な大面積酸化技術開発に向けて、H14年度に試作した大流量オゾン供給が可能な超高濃度オゾン連続供給装置の半導体対応クリーン環境における性能評価、および制御用ソフトウェア等の調整を進めた。その結果、流量安定性 $\pm 1.1\%$ 以内を保って超高濃度 (99%以上) オゾンを60sccm以上の流量で連続供給できる性能を実現し、大面積酸化炉とのシステム化を可能にした。

大面積酸化を実現する酸化炉の試作開発に際しては、オゾン酸化に関して当研究ラボで蓄積してきた測定結果 (オゾン反応の材料種依存性、金属材料の不動態化処理) をもとに、2種の材料 (石英とアルミニウム) による大面積酸化炉を設計・試作した。石英炉はH14年度までに小型試料で高品位シリコン酸化膜を低温作製した実績、アルミニウム炉はH14年度に優れた不動態化特性を有することを明らかにした実績、及び酸化炉の大型化に適した特性に基づいて選択した。これらの酸化炉に超高濃オゾンを導入して4インチ (石英炉) から8インチまで (金属炉) の大面積シリコンウエハを酸化し、様々なオゾン導入方式を検討することにより、作製面積内における酸化膜厚の変動が $\pm 0.3\text{nm}$ レベル (厚さ5.2nm に対して) の均一極薄シリコン酸化膜を作製できるレベルまで実現した。オ

ゾン流量等の導入条件の決定には、濃度および空間精度がそれぞれ $\pm 10\%$ 、5mm 以内にまで高度化したその場オゾン濃度計測により得られたデータを用いた。これまでの実験では作製膜の成長速度が遅く (このためシリコン基板温度600°Cから750°Cという高い温度を必要としており)、オゾンが基板表面で分解生成した酸素分子が後からくるオゾンの酸化反応を阻害していることが示唆される。このため、分解生成物の酸素をいかに速やかに排気するかが今後の主要検討課題であり、石英炉、金属炉のそれぞれの方式の特長を生かした作製条件の探索を進めた。

H15年度後半では、炉構造の改良と製膜条件の最適化あるいはオゾンの紫外光励起の併用によりさらなる膜厚の均一化と作製温度の低温化を目指した研究を展開した。まず高繰り返しエキシマレーザーをオゾンの励起源とする基板移動型超低温酸化装置を試作し、オゾン供給量、基板移動速度などの酸化条件の最適化を進めた。その結果、200°C以下の低温条件において0.5cm 毎分の移動速度で膜厚2nm 超の酸化膜を8インチ基板上に超低温連続作製することが可能となった。

② 酸化膜計測・評価の研究

極限まで分解能を高めたフーリエ変換赤外分光法による極薄オゾン酸化膜と熱酸化膜の振動構造解析の結果、オゾン酸化膜では二つの振動モードの周波数が界面近傍 (0.5nm 以下) まで一定であったのに対し、熱酸化膜では構造遷移層に対応したシフトが観測され、オゾン酸化膜の急峻な界面構造を裏付けることができた。本解析法では試料は常圧環境にあり、非破壊分析であるため、高品位オゾン酸化膜の作製条件への容易なフィードバックが可能となった。さらに、平坦な界面を持つ酸化膜作製のための基板処理条件の探索にむけて、原子間力顕微鏡を用いた (100) 面におけるステップ構造の観測に着手し、透過電子顕微鏡による作製酸化膜の断面観察と併せて、基板表面原子層レベル評価技術の開発を進めた。H15年度後半では、構造遷移層と周波数シフトの関係についての解析を進め、極薄膜領域における諸物理量の定量的な評価を試みた。また、オフセット角が明らかなシリコンエピ基板を用いて、制御されたステップ構造が得られる基板処理条件の探索と、制御されたステップ構造を有する基板面への極薄酸化膜の形成に伴う界面歪の発生機構の解明を進めた。

③ 極薄酸化膜の超低温形成技術の研究

超高濃度オゾンを波長248nm の紫外光レーザー (20mJ、30Hz) で光励起することにより、シリコン基板温度200°Cという低温において、オゾン分圧100Pa、酸化時間20分で厚さ2.7nm の酸化膜を得た。この酸化速度は、1気圧酸素はもちろんのこと超高濃度オゾンを用いてもオゾンの熱分解が抑制されるため、加熱のみでは達成不可能な値である。H15年度後半で

は、光励起条件の最適化のためにプローブ光による共鳴励起を用いた励起種のその場測定手法を新たに開発し、大出力レーザー光 (300mJ、100Hz) を用いてより高いオゾン分圧に対応した低温酸化炉を設計・作製し、大面積化への対応を進めた。この結果、プロトタイプ作製の必要な技術要素のうち、オゾンの光解離による励起状態酸素の高効率生成、基板移動による大面積連続酸化までを解決することができた。今後は、光照射光学系を改良することによる成膜速度の増大と MOS キャパシタ構造による電気的特性の測定に基づく膜質の高品位化の両立が課題である。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 極薄シリコン酸化膜、オゾン、

【テーマ題目2】 極微エネルギー計測の研究 (主として
経済産業省委託研究制度)

【研究代表者】 大久保雅隆 (極微プロファイル計測研究
ラボ)

【研究担当者】 大久保雅隆、浮辺 雅宏
(職員2名、他4名)

【研究内容】

研究目的

超伝導体を利用した高い検出感度・高いエネルギー分解能を有するエネルギー量子計測技術開発を行う。単一素子としての性能の向上とともに、検出性能 (検出率) の向上に向けた検出器のアレー化を進める。科学計測ツール、産業計測ツールとしての先端計測機器開発において、世界に先駆けた日本独自の技術開発とその開発成果の産業界への普及を目指す。またプラットフォーム技術としての量子検出器の特性を活かし、極微エネルギー計測の研究を通じた Super-EDX (超伝導エネルギー分散分光法; X 線の高エネルギー分解能検出装置)、Super-TOF (多次元情報飛行時間質量分光法; 巨大分子の高感度・高信頼性検出) 開発のためのシステム化技術にも取り組む。

進捗状況

Super-EDX 開発に向けた X 線検出用超伝導検出器の応答特性の改善では、Nb/Al/AIO_x/Al/Nb の層構造からなる素子において、Al 厚を従来の30nm から70nm に厚くすることにより、単一素子の応答特性の空間均一性を改善できることを発見した。これにより、5keV-10keV の光子エネルギーを測定したときに、従来50%以上あった空間不均一性を10%以内とすることができた。また、軟X線領域の酸素の蛍光 (O K α 線) の光子に対するエネルギー測定において、従来型半導体検出器 (シリコンドリフト検出器) の7.4倍高いエネルギー分解能での光子エネルギー測定 (高エネルギー分解能測定) に成功した。この超伝導検出器を使って化合物半導体である ZnO の X 線吸収分光を試み、薄膜試料のスペクトルを得ることができた。

Super-TOF の開発は、産総研が進める新たなシーズ開拓のための重点化テーマとして7月からスタートした。目標は、巨大な分子量を有する検出対象において、質量数とともに飛来粒子数の定量的な検出を可能にする TOF システムの作成である。H15年度後半には、光学系の設計、構築を行い、巨大蛋白質分子の模擬試料として、金クラスターによる質量分光実験を行う。併せて、超伝導アレイ検出器の冷却、読み出しに関する基本設計を完了する予定である。

空間均一性10%の実現は、世界的に見て我々のみが行うことができる評価手法で直接確認したものであり、オリジナリティーは高い。また、空間的不均一性のため、高エネルギー光子に対してこれまで十分な性能を示すことができなかった超伝導素子において、軟 X 線領域では半導体技術を大きく凌ぐ性能を実現できることを世界で初めて確認した。これにより、従来は困難であった軽元素 K 線や重元素の L 線、M 線を使った蛍光分析の可能性を拓くことができた。

Super-EDX に向けた検出器の数値性能として、低光子エネルギー領域において、目標性能を実現した。今後、所期の光子エネルギー領域 (6keV 程度) において数値目標を達成するための研究を推進する必要がある。(現時点での達成度は50%)。産総研内部の重点テーマとして設定した Super-TOF の開発は、年度途中に開始したため中期計画ははまだ明示されていない。この開発を通して、昨今重要性が指摘されている先端機器の海外依存からの脱却に貢献することを目指している。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 超伝導検出器、生体高分子質量分析、
X 線材料分析

⑥ 【単一分子生体ナノ計測研究ラボ】

(Single-Molecule Bioanalysis Laboratory)

(存続期間: 2002. 10. 1~2005. 9. 30)

研究ラボ長: 馬場 嘉信

副研究ラボ長: 石川 満

所在地: 四国センター

人 員: 6 (6) 名

経 費: 59,780千円 (31,989千円)

概 要:

生体分子1個を操作し計測する技術開発を標榜して、当ラボは平成14年10月に四国センターに設置された。分離・分析のプラットフォームの微小化、および処理する試料の極微量化が進み、究極的には一個の分子に到達しつつある化学分析をナノテクノロジーの一環として捉えるところに大きな特色がある。このラボを拡充発展させてわが国の健康産業(バイオ関連機器産業、

医療支援産業、創薬支援産業、食品関連産業、健康環境維持産業等)の発展育成に、主として技術面から貢献することを目的とする。

21世紀には、国民の高齢化が一層進み、生活様式が変化する中で、がん、脳卒中ばかりでなく、肥満によって誘発される高血圧、糖尿病などの「生活習慣病」や、高齢化に伴う「痴呆」や「寝たきり」が増加することが予想されている。国民の健康寿命を延伸するためには、これらの疾患の発症機構の研究や、予防及び治療技術の高度化、そして簡便化がますます要求される。健康寿命の延伸のために必要な研究開発のうち、病気とはいえないがその直前の状態、いわゆる「未病」状態の人の健康指標を迅速にその場測定して、適切な予防および治療を施すことが極めて重要になってくる。当ラボを、このような予防および治療を可能にする革新的技術を開発するためのわが国における中核的拠点へと進化させ、21世紀の人類社会の発展に寄与することを目指す。

世界諸国に先駆けて少子高齢化に直面する日本において、年額30兆円にもものぼる国民医療費の削減、中でも老人医療費の伸びの抑制や家族介護費用の低減を図ることが大きな課題になっている。健康で活力に満ちた質の高い生活を確保するために、「未病」状態の人の健康指標をその場測定すること、そしてIT技術を利用して得られた情報を効果的に活用できるような社会的システムを構築することが要求されるであろう。このような社会システムを実現するためには、新たな原理に基づく、より微小、高効率、高精度、その場測定が可能な新たな計測法の開発がカギとなる。健康産業の創生は、我が国全体の大きな流れであり、技術開発の将来展望を描いた「国家産業技術戦略」でも、社会ニーズへの対応として掲げられた四つの目標の中に、「高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現」を掲げている。政府のバイオテクノロジー戦略大綱(2002.12.6.)においてもバイオツール開発の重要性・緊急性、機能性食品産業の重要性等がうたわれており、当研究ラボの研究開発目標もこの方向に沿ったものである。

当ラボが設置されている四国センターが立地する四国地域に目を転じると、この地域では健康産業関連技術開発のポテンシャルが高いことが知られている。四国地域では、四国経済産業局を中心として「四国テクノブリッジ計画」を推進し、健康関連産業や医療・福祉産業の産業クラスター形成を目指している。四国地域には健康、医療・福祉関連、環境等関連の分野で産学連携に積極的に取り組んでいる企業や、今後取り組む計画を持っている企業が多く存在するとともに、徳島大学、愛媛大学、香川大学、高知医科大学においてバイオテクノロジーの研究で顕著な成果を出している。特に徳島大学では、ゲノム機能研究センターや分子酵

素学研究センターのような独自の研究機構を持ち、医学・工学融合領域での日本の牽引役として期待されている。また、四国地域には健康産業・医薬品等に関連する優秀な技術やノウハウを持った企業も広く分布している。今や健康を維持するための機能性食品等の研究開発は産業界の重要なターゲットとなっている。四国には早くから在宅健康管理システムを導入し、医療費の削減に成功している自治体もあり、住民の健康に対する意識は高いと云える。このように、四国という地域的な視点から見ても、ラボを設置、およびそれに続く拡充のための時宜は十分に熟していると考えられる。

国際社会におけるわが国の立場という視点から、当ラボの成り立ちを眺めると、これまでわが国はバイオ分野の基盤技術であるDNAおよびタンパク質解析の技術開発の分野でアメリカに大きく遅れをとってきたという事実と直面する。この事態を打開するために、本研究ラボでは、日本の得意分野であるDNAおよびタンパク質を1分子レベルで操作・計測する技術、すなわちなノメートル(10億分の1メートル)レベルの超微細加工技術を活用して、DNAおよびタンパク質を解析するための高性能なバイオナノデバイス技術を開発することを目指す。この新しい技術は、だれもが元気で長生きできる活力のある社会を創ることに貢献するだけでなく、バイオテクノロジーとナノテクノロジーの融合領域における新たな産業を創出することに貢献すると期待され、最近、学会のみならず産業界からも大きな注目を浴びている。

本ラボでは、日本の得意分野であるナノ計測技術、一分子計測およびナノ微細加工技術を活かしてバイオナノデバイス技術を開発し、先行しているアメリカの基本技術を凌駕しうる基盤技術を確立し、バイオテクノロジーとナノテクノロジーの融合領域における新規産業創出に寄与することを目的とする。この目的を達成するために、下記研究テーマを推進する。

1) 単一細胞診断技術の開発

単一細胞内での単一分子の動的過程の研究に必須な新規な蛍光プローブの開発から出発して、生体分子をプローブで標識する技術、標識された生体分子を細胞へ導入する技術の開発を進める。細胞としてはエネルギー代謝に特異的な細胞を中心に研究を展開する。

2) バイオナノデバイスを基盤とした診断技術の開発

少子高齢化社会における未病状態での簡便な診断を可能とする、革新的な高速化、小型化、低価格化、高分解能化を達成できるバイオデバイスの開発を目指す。それには反応・分離・センシング等の種々の機能を融合・集積化した「次世代バイオナノデバイス技術」が必要である。

3) 一分子DNA解析技術の開発

現在、ヒトゲノムシーケンシングがほぼ終了し、次の段階としてテーラーメイド医療等の観点から個人のゲノム解析が脚光を浴びている。現在開発中のナノチャンネル電気泳動システムに基づき、これまで扱われていた DNA 断片（～1000bp）よりもはるかに長い断片（～Mbp）を迅速・簡便・安価に解析できる技術を開発する。従来法の限界を克服できる可能性を有する、単一分子の操作、検出および識別に基づく新規な「単一分子 DNA シーケンシング技術」を開発する。

4) 生体機能評価技術の開発

バイオナノデバイスの開発のためには、疾患あるいは重要な生体機能に関連した DNA やタンパク質をプローブやサンプルとして用いることが極めて重要である。本研究課題においては、より社会的にインパクトのある五大疾患（がん、痴呆症、糖尿病、高血圧、アレルギー疾患）に関連した DNA やタンパク質の機能を評価するための技術開発を進める。また、肥満を防ぐことが、生活習慣病の予防につながるものと期待されており、肥満に関連した DNA およびタンパク質の機能解析技術開発もあわせて進める。

外部資金：

経済産業省 外部グラント名「希少糖 D-ブシユースの製品開発・安全性・製造に関する研究」

発表：誌上発表23（20）件、口頭発表62（23）件、その他2件

【テーマ題目1】バイオナノデバイス・生体機能評価技術に関する研究

【研究代表者】馬場 嘉信（単一分子生体ナノ計測研究ラボ）

【研究担当者】福岡 聡、大家 利彦（職員2名、他5名）

【研究内容】

少子高齢化社会における未病状態での簡便な診断を可能とする、革新的な高速化、小型化、低価格化を達成できるバイオナノデバイスの開発を目指す。さらに、バイオナノデバイス開発に必要な、疾患あるいは重要な生体機能に関連した DNA やタンパク質を同定するために、その機能評価技術開発を進める。バイオナノデバイス開発では、分子量20万までのタンパク質を15秒以内で、分子量数千までの糖鎖を45秒以内に解析できることを目指す。これらは、平成16年度末までの目標であり、いずれも世界最高性能の目標である。

この目的を達成するために、タンパク質および糖鎖を解析するためのバイオナノデバイスの設計と試作を行う。また、タンパク質については、分子量10万程度までを20

秒以内に解析する技術の確立を、糖鎖については、分子量千程度までを60秒以内に解析できる技術の確立を進める。また、同一デバイス上で褐色脂肪など細胞の培養・分化と、各種の刺激により産生されるタンパク質類の分析が可能なマイクロデバイスの研究開発を進める。生体機能評価技術として、脂肪組織の機能に関連した遺伝子を数百種類同定する。また、いくつかの試験管内タンパク質合成系が販売されはじめたので、これらの性質を比較検討し、タンパク質のより効率的な合成技術の開発をめざす。さらに、固相フラグメント縮合法により様々な機能性生体分子を創製し、細胞外から導入する遺伝子を細胞内の各部分に精密に局在化させるための技術を開発する。

本年度は、タンパク質解析のためのデバイスを設計・試作を行い、デバイス上のマイクロチャンネルの幅が30-100 μm 、深さ10-50 μm で、チャンネルを5-12本並列化したデバイスが、タンパク質解析に適していることを明らかにした。さらに、タンパク質をデバイス上のマイクロチャンネルに導入する新たな方法（電場と圧力流の統合化）によって、20秒以内にタンパク質を解析できる技術を開発した。また、この際に、解析できるタンパク質は、分子量が千から10万の範囲であった。並列化したマイクロチャンネルにより、複数のタンパク質解析を同時に行うことに成功した。また、この方法を、白血病に関連した細胞のアポトーシス（細胞死）の解析に適用し、アポトーシスに関連したタンパク質を数種同定した。アポトーシスは、発がんをはじめさまざまな疾患に関連している現象である。

糖鎖解析のためのデバイス設計・試作を行い、デバイス上のマイクロチャンネルの幅が30-50 μm 、深さ10-30 μm のマイクロチャンネルが糖鎖解析に適していることを明らかにした。また、デバイス上で、極微量の糖鎖を効率よくハンドリングするために、マイクロフルイデイクスのシミュレーションを行い、糖鎖の極微量流体のハンドリング技術を確認し、従来より高感度に検出することに成功した。さらに、糖鎖の解析条件を最適化することにより、直鎖の糖（分子量千以下）であれば、60秒以内に解析できる技術を開発した。これらの技術を活用して、実際の生体試料の解析を進めており、同装置の機能特性を明らかにすることができ、実用的なデバイスの開発に必要なノウハウを蓄積することができた。

同一デバイス上で褐色脂肪など細胞の培養・分化と、各種の刺激により産生されるタンパク質類の分析が可能なマイクロデバイスの開発を目的に、デバイス上での細胞培養実験を進めた。その結果、光ピンセットを用いて細胞の非接触微粒子操作法でのマイクロウェルへの配置と培養を確認した。また、マイクロウェルに注入・排用のチャンネルを取り付けたデバイスを作成し、培養液や生理活性物質溶液を定期的に置換または連続的に注入しながら、細胞を培養することにより、褐色脂肪細胞の

培養と分化誘導の実証を進めている。

生体機能評価技術を開発するために、マイクロアレイを用いて、肥満に関連した脂肪組織の遺伝子発現を網羅的に解析した。特に、肥満を引き起こす白色脂肪細胞とその逆の機能（エネルギー産生）をもつ褐色脂肪細胞について、遺伝子発現の比較を行い、褐色脂肪細胞で特異的に発現している遺伝子500種類を同定した。また、これらの遺伝子の機能解析を進めるために、種々の技術を用いた機能解析を行った。その一環として、無細胞タンパク質合成デバイスを開発するために、様々な無細胞タンパク質合成系について性能比較を行った。これまでは特定のタンパク質の合成しか確認されていなかったが、様々な生体試料についてもタンパク質の合成条件を確立し、バイオナノデバイス構築のための基盤固めが完了した。

細胞内の疾患に関連した DNA およびタンパク質の機能評価技術を開発するために、固相フラグメント縮合法により様々な機能性生体分子をオリゴ DNA/RNA と共有結合でつなぐと様々な機能が融合した天然には存在しない複合分子が創製される。その多機能集積化オリゴ DNA/RNA は数千の原子からなるナノスケールの複合バイオ構造体であり、融合した機能により超機能性生体分子として様々な応用が可能である。今年度はオリゴ DNA/RNA に核局在化シグナルを結合することで精密に核内へ、核外輸送シグナルを結合することで精密に細胞質内へそれぞれ輸送、局在化させることに成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオナノデバイス、疾患診断、タンパク質解析

【テーマ題目2】1分子 DNA 解析技術・単一細胞解析技術に関する研究

【研究代表者】石川 満（単一分子生体ナノ計測研究ラボ）

【研究担当者】田中 芳夫、長瀬 智美、大庭 英樹（職員3名、他5名）

【研究内容】

1分子 DNA 解析技術の解析では、電気泳動法+サンガー法の原理的限界を克服して、迅速かつ安価に DNA 解析できる装置を開発することが目標である。これが実現すると膨大な個人個人の遺伝情報を解析可能にしてテーラーメイド医療の実現に貢献できる。当グループは、単一分子イメージング・および分光の研究で10年以上の実績を有し、この成果を化学分析に展開することを目指している世界的にも数少ない研究グループのひとつである。単一細胞解析のための量子ドット蛍光標識の開発では、当グループは世界的にみて後発に属する。しかし、この分野では続々と新しい成果が報告されているので、応用研究と一体化することで国際レベルに到達できる可能性がある。有機色素に代わる新規な蛍光プローブは細胞内

におけるタンパク質の動態解析法の開発にとって極めて重要である。

単一分子感度を与える SERS 活性を示す銀のコロイド粒子は構造が不均一である。このため SERS 増強度も著しく不均一なことが実用上大きな問題となっている。プラスチックのナノ微粒子を鋳型にする簡便な方法（ナノビーズリソグラフィ）を用いて、規則構造をもつ銀の基板を調製する。この基板が単一分子感度の SERS 活性を示すことを確認して、より制御性の高い方法を用いて、高性能な SERS 活性基板を調製するための基礎とする。理論計算により、規則構造と単一分子感度 SERS 活性部位の関係を明らかにする。分子を一個ずつ順番に運搬するための条件を決めるために、電気泳動チップ技術を応用してマイクロ・ナノチャンネル内で蛍光体を移動させる。このとき、ビデオ顕微法を用いて、1個の蛍光体の輝点が孤立して観察されるように蛍光体の濃度、溶媒の粘度および移動速度を調節する。運搬した個々の蛍光体を基板に配列するためのマイクロピペットおよびその操作技術を開発する。

本年度は、以下の成果をあげた。従来の量子ドットでは発光のランダムな点滅現象がしばしば観測されることが知られている。この現象は単一分子の蛍光標識として用いる場合、極めて都合が悪い。点滅現象が現れないような量子ドットを開発する。さらに、合成した量子ドットを用いて生体分子を標識する。単一分子感度の SERS 活性の起源として、二つの球の接合部で表面プラズモンによる局所電場が増大することが推測されていた。本研究では球のみならず三角柱、回転楕円体を含む任意の形状について、実験で得られる銀微粒子の形状、サイズおよび配列を反映させた理論計算を初めて実現した。これらの計算結果を指針として、ナノビーズリソグラフィ法を用いて、規則構造をもつ銀の基板を調製に着手した。鋳型となるナノビーズ（100nm）の二次元秩序構造（数 mm 平方）を得ている。

単一分子を運搬するための新しい電気泳動チップを設計した。最終的な流路幅として~500nm を考えているが、まず幅~50 μm 以下のものを試作中である（島津製作所）。予備実験として市販の電気泳動チップ（流路幅100 μm）を用いて、蛍光体（ビーズ、量子ドット）の輝点が移動する様子をビデオ顕微法で観察した。ガラス製のマイクロピペットを試作して、安定に色素水溶液でガラス基板の上に線を描くために必要な疎水処理をピペット先端に施してその効果を確認した。

可視域で効率よく発光することが知られている CdSe について、従来法と比べて低温で進行する（100℃以下、従来法では230-300℃）反応を見出した。また、合成された量子ドットでは点滅現象が観測されなかった。この量子ドットと生体分子を共役化させるために、既知の方法を用いて CdS で被覆したところ、点滅現象が現れた。別の表面修飾方法を検討する。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] 1分子 DNA 解析、量子ドット、表面増強ラマン

⑦【循環バイオマス研究ラボ】

(Biomass Technology Research Laboratory)

(存続期間：2003. 4. 1～2005. 3. 31)

研 究 ラ ボ 長：横山 伸也

副研究ユニット長：佐々木義之

所在地：中国センター

人 員：7 (7) 名

経 費：54, 077千円 (39, 807千円)

概 要：

産総研の第1期中期目標である「環境と調和した経済社会システムの構築」及び「エネルギー・資源の安定供給確保」の実現に向けて、未利用有機資源や有機性廃棄物の革新的処理技術を含めた資源循環技術と二酸化炭素の削減につながる再生可能エネルギーの新しい生産技術の開発を行う。具体的には、カーボンニュートラルな有機資源であるバイオマスを水素等のエネルギー物質や輸送用液体燃料に効率的に変換する技術を開発し、エネルギー源の多様化や温暖化対策に貢献する。また、未利用バイオマスや有機性廃棄物を低環境負荷で処理あるいは有効利用するための技術開発を行うことにより、環境保全と循環型社会の構築に資する。当面は、下記の2課題に集中的に取り組む。

(1) 水熱反応によるバイオマスからの高効率水素製造技術

バイオマスを二酸化炭素吸収剤の存在下で水熱処理することにより、クリーンガスである水素を効率的に製造するとともに、高濃度の二酸化炭素を回収するための新しい技術を開発する。

(2) 油脂類を原料とする新規 BDF 製造技術

パーム油等の油脂から、エステル交換反応により、高効率に BDF を製造する新規プロセスの開発を行うとともに、副生するグリセリンをポリマー原料等に変換するための技術を開拓する。

これらの研究開発を遂行するに当たっては、当研究ラボがバイオマス研究の盛んな中国地域に設置されているという利点を生かし、他機関との緊密な連携の上で研究の促進を図る。特に、実用的なバイオマス利用技術につながる研究成果の発信に努め、バイオマスに関する主要な研究拠点になることを目指す。

中国地域では、地域経済を支える新たな事業創出を目指す「産業クラスター計画」の一翼を担う「循環型産業形成プロジェクト」として、「資源循環サブクラスター」、「循環バイオマスサブクラスター」、及び「環境浄化・修復サブクラスター」の実現に向けた取

り組みがなされているが、当研究ラボはこれら三つのサブクラスターとも密接な関係を保っている。特に、バイオマスの総合的な利用に基づく産業振興を図る中国地域への貢献として、「中国地域次世代型コンビナート」プロジェクト等の企画立案に参画するとともに、その中核をなすバイオリファイナリー（石油に依存しないバルクケミカルの生産）の実現に資する技術開発を目指しているが、これは我が国の「バイオマス・ニッポン総合戦略」とも合致するものである。

一方、資源小国のわが国のエネルギー政策における現実的なアプローチとして、海外資源を対象としたバイオマス戦略構想の策定も重要となる。当研究ラボとしては、BDF やエタノール燃料に関する中長期的な政策の策定に積極的に関与するとともに、その実現に向けて、これまでの技術的蓄積を活用しつつ中核的役割を担う。

外部資金：

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）

「都市と農村連携の相互性に関する研究」

財団法人石炭利用総合センター 平成15年度地球環境国際研究推進事業

「バイオマスからのクリーンガス生産基礎技術に関する研究」

発 表：誌上発表3 (3) 件、口頭発表21 (6) 件、その他2件

環境調和型バイオマス高度利用連携研究体

(Collaborative Research Team for Environmentally Friendly Hydrothermal Conversion Process)

連携研究体長：坂木 剛

(九州センター)

概 要：

当連携研究体ではバイオマスを高度利用するため、バイオマス中に元々含まれる水を反応媒体とする環境調和型の水熱プロセスの研究を行う。すなわち、加圧された液体状態の熱水である加圧熱水を用い、植物系バイオマスを成分分離し、ヘミセルロース系およびセルロース系の成分は糖化することにより、クリーンな液体燃料であるエタノールや、グリーンポリマー原料となる乳酸として利用する方法を研究する。またリグニン成分の水熱ガス化や、単糖の高度利用の一環として有害半金属の吸着剤としての利用法も検討する。更に、きのこ等のバイオマスを水熱加工して機能性食品とする技術や、有機廃棄物をメタン発酵するための水熱前処理技術の開発も行う。

研究テーマ：

バイオマスの加圧熱水処理及び水熱ガス化技術の開発、バイオマスからの有用物質の抽出技術の開発

〔テーマ題目1〕水熱反応によるバイオマスからの高効率水素製造技術

〔研究代表者〕美濃輪智朗（循環バイオマス研究ラボ）

〔研究担当者〕美濃輪智朗、花岡 寿明、藤本 真司、吉田 貴紘、吉田 清英、他（職員2名、他5名）

〔研究内容〕

循環型社会の構築や将来の水素社会への対応のため、未利用バイオマスから水素を効率良く製造する技術が望まれる。本研究では、バイオマスから水素を主成分とするクリーンガスを一段で製造できる CO₂吸収ガス化技術を開発する。連続式ベンチ試験装置（10kg/日）を製作し、クリーンガス収率90%、DSS（デイリー・スタート&ストップ）の連続運転を目標としている。本方式の技術的目処を得ることにより、バイオマスから水素を効率良く、かつ競合可能な価格で製造できる手法となりえる。産総研で見出した日本の独自技術であり、国際的に先行している。計画をスタートした時点で、新聞報道、TV 報道など、注目を集めている。平成15年度は基礎試験と連続式ベンチ試験装置製作を行った。

(1) 基礎試験：ラボ試験（バッチ）で反応温度（600～700℃）、反応圧力（0.1～5MPa）、木材／吸収剤比（1/0～4）を検討した。反応圧力の影響が大きく、石炭や他の炭素資源の場合よりも低圧でガス化することを明らかにした。チャンピオンデータで、クリーンガス収率（理論水素量に対する得られた水素換算量（水素、メタン）の収率）89%を達成した。また生成ガス中に CO₂は検出されず、全てが吸収剤に吸収されていた。これはバッチ試験での結果であり、連続化条件では混合が促進されて収率は向上すると予想される。また、ガス化後の回収吸収剤の再生試験を熱重量計を用いて行い、再生温度を確認した。さらに、マスバランスの詳細を検討して、生成物分布を明らかにし、ガス化反応速度及び副反応速度を決定した。これらは、プロセス設計の基礎資料、ベンチ試験の補完データとした。

(2) 連続式ベンチ試験装置製作・運転：連続式ベンチ試験装置は反応器を高圧容器の中に置くシェル方式を採用した。CCUJ と協力して基礎設計、詳細設計を行い、各パーツを製作した。設置工事後、試験運転を開始した。試運転でバイオマス及びカルシウムの連続供給に不具合が生じ、これに対する改造を行った。

クリーンガス収率はラボでのバッチ試験の結果から目標値達成の目処を得た。ベンチ試験装置に関しては平成16年度に本格運転を行う予定である。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕バイオマス、水素、二酸化炭素吸収ガス

化

〔テーマ題目2〕油脂類を原料とする新規 BDF 製造技術

〔研究代表者〕佐々木義之（循環バイオマス研究ラボ）

〔研究担当者〕佐々木義之、林 由紀子（職員1名、他1名）

〔研究内容〕

現在、廃食油等を原料として BDF を製造する小規模な装置は既に実用化されているが、海外の油脂生産現場等における大規模な BDF 生産には適していない。その理由は、現行法ではアルカリ触媒等を用いてエステル交換反応を促進しているため、その分離や処理、あるいは副生するグリセリンの分離、濃縮、処理等に問題があるからである。本研究では、これらの問題をクリアーするために、固体酸・塩基触媒、揮発性触媒、あるいは無触媒系でのエステル交換反応を検討し、大規模処理に適した方法を開発する。また、副生するグリセリンをモノマー等の有用物質に変換する方法を開拓し、プロセス全体の経済性の向上に資する。

(1) 新規エステル交換反応プロセスの開発

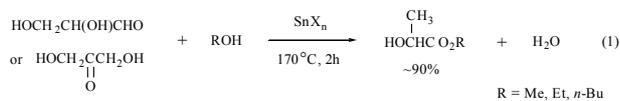
BDF は、再生可能な有機原料である油脂とアルコールから製造されるディーゼル燃料であり、比較的クリーンな燃料であることから、地球温暖化や大気汚染防止に向けた取り組みとして有用なものである。この BDF の製造方法としては、苛性ソーダや苛性カリ等のアルカリ触媒の存在下で油脂とアルコールをエステル交換反応させる方法が一般的であるが、触媒の回収や副生するグリセリンの分離回収等に問題があり、大規模に実施するには適していない。この問題を解決するために、アルコールを超臨界状態で用いて、無触媒でエステル交換反応を行う方法や、揮発性のアミン触媒を用いる方法が提案されているが、反応混合物から BDF を回収するためには、蒸留プロセスにより、未反応のアルコール、副生するグリセリン等を分離する必要があり、そのためのエネルギー消費が大きくなるという問題が残る。

そこで、本研究では、BDF から、未反応のアルコールや副生するグリセリン、あるいは触媒を相分離させて効率的に分離する方法を検討した。具体的には、パーム油のメタノールによるエステル交換反応をトリエチルアミン触媒の存在下で行うとともに、二酸化炭素圧を加えて相分離させる方法を試みた。その結果、生成するエステルの大部分（96%）が、単にデカンテーションによって、グリセリン、トリエチルアミン、及びメタノールから分離できることが分かった。

(2) グリセリンの用途開発

グリセリンの部分酸化で得られるジヒドロキシアセトンには、塩化ジルコニウムあるいは塩化クロム触媒存在下、アルコール中で反応させることにより、乳酸エ

ステルに異性化することが知られている。本研究では、この反応について詳細に検討した結果、塩化スズを触媒として用いれば、より短時間で収率良く乳酸エステルが得られることを明らかにした。



【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】BDF、グリセリン、乳酸エステル

⑧【システム検証研究ラボ】

(Laboratory for Verification and Semantics)

(存続期間：2003. 5. 15～2004. 3. 31)

研究ラボ長：木下 佳樹

副研究ラボ長：高橋 孝一

所在地：関西センター、尼崎事業所

人員：5 (5) 名

経費：145, 744千円 (96, 731千円)

概要：

情報システムのバグ（誤動作）の社会に及ぼす影響は、銀行、通信、ロケットまで情報システムが偏在（ユビキタス）化した現在、ますます深刻である。現状では、実機を稼働させて動作を観察し、バグを発見する、「テスト」による方法がいまなお主流で、システムの品質とコスト・納期の問題解決のネックとされている。本研究ラボでは、これらの問題を、より有利な数理的技法（形式的技法、Formal Method）により解決するため、理論研究と実用化研究を互いに触発させる関係としてとらえ、両者を併行して、進行させる。

システム検証の数理的技法に関するフィールドワーク：システム開発における生産性および信頼性向上のために数理的技法が有効なことを、企業に説得し、納得させ、システム開発に実地に導入するよう促す活動をフィールドワークと称する。開発現場において数理的技法を適用する事例研究を行い、実用化における問題点を掌握する。企業と共同でプロジェクトを実施する中で、技術者の研修、数理的技法の実用化を行う。この活動を通して、数理的技法が産業として社会に広く受け入れられるように努める。

システム検証の数理的技法に関する研究：システム検証の数理的技法を実用化する過程で「検証においては状態爆発の問題が本質的に重要である」という具体的な知見を得た。我々は、状態数爆発の問題を解決するために、抽象化のアプローチをとる。数理的技法の要素技術には、モデル検査法と、定理証明法が挙げられる。モデル検査は、情報処理システムをオートマトンとして記述し、その性質が成り立つかどうかをシミュレーションで調べる検証法である。定理証明法は、システムが、要求される性質を満たすことを、推論規則を適用することにより、証明しようとする方法である。いずれもシステムの規模が大きくなるにしたがってシステムの仕様や、実現の記述が人知を超えて爆発的に増大する記述量爆発の問題を含んでおり、これを解決する技法として、抽象化技法に取り組む。

外部資金：

外部資金：

- ・戦略的基礎研究推進制度（CREST）「検証における記述量爆発問題の構造変換による解決」（予算額65百万円うち57百万円はJST執行予算）
- ・科学技術振興調整費 若手任期付研究員支援「システム詳細化・抽象化の数理モデルの確立」（予算額20百万円）
- ・科学技術振興調整費中核的研究拠点（COE）育成制度「大域情報処理技術」（10百万円）
- ・戦略的創造研究推進事業（PRESTO）さきがけ研究21「機能と構成」領域「刺激応答型実時間システムの自動検証技術：安全性・信頼性技術の開発」（10百万円）
- ・科学研究費補助金 若手研究（B）「操作的意味を保存するプログラム変換の研究」（1百万円）
- ・資金提供型共同研究4件（合計32百万円）

発表：誌上発表11 (2) 件、口頭発表33 (8) 件、その他1件

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

【研究代表者】木下 佳樹（システム検証研究ラボ）

【研究担当者】木下 佳樹、高橋 孝一、渡邊 宏、古澤 仁、大崎 人士、高木 理、武山 誠、西澤 弘毅、永山 操、高井 利憲、田辺 良則、池上 大介、西原 秀明（13名）

【研究内容】

関手意味論に基づいた、リアクティブシステムの数理モデルとモデル間の抽象化の数理モデルの構築を目標とする。そのために、Cone of influence reduction 法の一般化の確立させることに成功した。また、周辺分野として、圏論、抽象解釈、代数的オートマトン、ファイブレーション、Büchi オートマトンの代数的理論、ファイブレーションのマップと模倣の関連などを調査した。

抽象化を本格的に支援するソフトウェアの設計と試作を目標に、リンク構造を抽象化する技法を実装したツールの概念設計を完了させた。設計に先立ち、モデル検査と抽象化に関する既存の理論研究およびツールの調査を行った。定理証明器 Isabelle/HOL と PVS を調査し、これらを用いて遷移系や模倣の簡単な理論について形式的な定理証明を行う技術を得た。

AC 演算子を備えた入力言語を持つ AC 木構造オートマトンの概念に基づく自動検証技術を目標に、AC 演算子を許した場合の書換閉包の計算法（近似計算を含む）を開発し、自動検証システムの試作を行った。この開発・試作した AC 木構造オートマトンのシミュレータを用いて、セキュリティ・プロトコルの検証事例を得るなど、AC 木構造オートマトンを用いた自動検証法のフィジビリティを示した。

【分野名】情報通信

【キーワード】 函手意味論、抽象化、木構造オートマトン

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

【研究代表者】 木下 佳樹（システム検証研究ラボ）

【研究担当者】 木下 佳樹、高橋 孝一、渡邊 宏、古澤 仁、大崎 人士、尾崎 弘幸、早水 公二、松岡 聡、水口 大知（8名）

【研究内容】

ソフトウェア開発における生産性および信頼性向上のために数理的技法が有効なことを、企業に納得してもらい、ソフトウェア開発に実地に導入させる活動をフィールドワークと称する。フィールドワークの目標は、相手先企業が、共同研究に出資してでも自社のソフトウェア開発過程に数理的技法を採用することの利点を納得させること、また、さらに広い範囲の企業などに納得してもらうよう活動していくこと、である。この目標達成を通じて、数理的技法が産業として社会に広く受け入れられるように努める。

企業との連携の試みを四件遂行した。企業におけるソフトウェア開発過程に数理的技法を適用し、数理的技法の有効性を納得してもらい、資金提供型共同研究を実施した。

1. デジタル流量計の仕様書を対象にモデル検査を行い、早期に六件のバグを発見し、開発現場へフィードバックすることに成功した。
2. UML によって記述されたソフトウェアのモデル検査技法による第三者検証を開発現場へ導入することを目標とし、ソフトウェアの UML 記述による開発過程にモデル検査技法を用いる検証の試行を実施し、SPIN を対象にして調査と評価を行い、モデル検査の有効性および限界について知見を得た。

3. 非自動秤の型式認定におけるソフトウェア認証の方式の開発を目的とし、電子署名を使った方法による改竄の検知方法を考案し、システムを試作した。計測標準研究部門と協力して、OIML（国際法定計量委員会）および欧州におけるソフトウェア認証標準化活動の調査を行う一方、国際法定計量調査研究委員会電子化計量器作業委員会計量器情報化分科会を立ち上げた。
4. 鉄道結線図と連動データが「等価である」ことに関する現場技術者の暗黙知を明示化し、等価性証明を試みた。

【分野名】情報通信

【キーワード】 ソフトウェア開発、信頼性、数理的技法

5) フェロー

【フェロー】

(AIST Fellow)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5、

概要：

フェローは、理事長の諮問を受けて、研究者の代表として他の研究者の指導にあたりるとともに、特別な研究を行っている。

平成15年度は、2人のフェローを置いている。

機構図

フェロー 立矢 正典

フェロー 大津 展之

(2) 内部資金

〔研究題目〕ヒト遺伝子に対する siRNA ライブラリーの作成

〔研究代表者〕多比良和誠（ジーンファンクション研究センター）

〔研究担当者〕多比良和誠、吉成 幸一、藁科 知子、宮岸 真、川崎 広明

〔研究内容〕

ノックダウン RNAi ベクターを用い、ヒトの遺伝子全てに対するノックダウン siRNA ライブラリーを作製し、ガンや HIV など、様々な疾患に関連する遺伝子、あるいは細胞分化等の様々な生物現象に関わる機能遺伝子を網羅的に同定するシステムを構築することを目標とする。まず、小さいライブラリーの作製を行い、テストスクリーニングを行った後、2-4万個の遺伝子に対する発現ベクターを作製し、機能遺伝子のスクリーニングを行う。本技術によって作製した siRNA ライブラリーを用いたスクリーニングシステムでは、短期間で数多くの新規機能遺伝子の同定が行えると予想される。

構築したライブラリーを用いたアポトーシス関連遺伝子の解析では、新規の知見がたくさん得られており、本研究で作成しているライブラリーの有効性を示した。そこで、siRNA のターゲットとしてアポトーシス関連遺伝子、キナーゼ、フォスファターゼ遺伝子などのライブラリー（約3000サイト）を設計した。ベクターライブラリーは外注により構築中であり、アポトーシス関連遺伝子のライブラリーを中心に関連遺伝子機能の網羅的な解析中である。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕RNAi、siRNA ライブラリー

〔研究題目〕運動蛋白質を用いたナノバイオマシンの構築

〔研究代表者〕湯元 昇（人間系特別研究体）

〔研究担当者〕達 吉郎、茂里 康、森垣 憲一（人間系特別研究体）、上田 太郎（ジーンファンクション研究センター）、西井 準治、金高 健二（光技術研究部門）、芝上 基成（物質プロセス研究部門）、久保 泰（脳神経情報研究部門）、小高 正人（生物機能工学研究部門）

〔研究内容〕

（目標）

本研究では、日本のナノバイオロジーの高いポテンシャルを活かして、世界に先駆けて新しい産業基盤を形成することを目的として、ナノテクノロジーで大きな課題とされているナノ機能素子の運搬、配置を行うことができる微小マシン機能素子を開発する。

（研究計画）

運動蛋白質を開発してきたジーンファンクション RL と、それを微小マシン機能素子としてシステム化するための要素技術をもつ各グループが融合化して、運動蛋白質に望みの動きをさせるための基板修飾、運動蛋白質に運ばせる「荷物」（ナノ機能素子）の開発と運動蛋白質との結合方法の開発、運動制御機構の開発を行う。

（平成15年度進捗）

①ナノバイオ輸送システムの開発

本年度は本システムの確立に必要な各種の要素技術の開発を行った。すなわち、微小管との結合に最適な異方性粒子の調製、ビオチン標識微小管の調製、異方性粒子と微小管の結合、および光、電場、カルシウムイオンによる運動制御に関する基本技術の確立を行った。

②ナノバイオセンサーの開発

本年度は、異方性粒子に ADP と特定の基質から ATP 合成を触媒する酵素（ピルビン酸キナーゼ）を固定化する方法の開発を行った。

③ナノバイオリアクターの要素技術の開発

本年度は、基板上の特定部位に酵素で構成される複数の反応モジュールをオリゴヌクレオチドを用いてパターン化する方法を確立した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕ナノバイオ、運動蛋白質、ナノマシン、機能素子

〔研究題目〕AIST バイオインフォマティクス・イニシアティブ

〔研究代表者〕秋山 泰（生命情報科学研究センター）

〔研究担当者〕秋山 泰、諏訪 牧子、浅井 潔、熊谷 俊高、金 大真、寺井 悟朗、本野 千恵、広川 貴次、富井健太郎、野口 保、関嶋 政和、塚本 弘毅

〔研究内容〕

産総研の「総合」研究所たる強みを十分に活かして、分野間融合（情報通信分野+ライフサイエンス分野）および分野内融合（ライフサイエンス分野内の4部門間、提案時点では3部門間）の積極的推進により、バイオインフォマティクス技術に関して国際的にも例を見ない先行研究事例を作ることを目指す。研究課題は、大きく分けて次の2つから成る。(1)情報通信分野での活動実績を活かしたバイオインフォマティクス研究向けの高度コンピューティング環境の開発、(2)産総研内のライフサイエンス系ユニットで実施されている先端研究へのバイオインフォマティクスの実応用・評価。それぞれの概要および平成15年度の進捗状況は以下の通りである。

(1)は、3つのサブテーマに分かれ、A1) バイオインフォ向き並列計算環境の構築、A2) バイオインフォ向き並列データ環境の構築、A3) 実応用並列ライブラリー・プログラム集の開発、として提案した。A1、A2は初年度のみで打ち切りとし、平成15年度は A3のみを実

施した。タンパク質間の並列相互比較、並列モデリングなどのプログラム群を開発した。

(2)は、ライフサイエンス系ユニットとの協調によるもので、予算を実験系と折半して先端研究向けバイオインフォマティクスの実証開発を行った。3つのサブテーマ、B1)糖転移酵素発見、B2)麹菌遺伝子発見、B3)次世代ハイスループット質量分析システムに分かれている。平成15年度の進捗としては、B1においては遺伝子発見技術と糖転移酵素特異的フィルターとの融合等が進んだ。B2においては麹菌全遺伝子の発見とアノテーション付けが進み、国際協調により比較ゲノム解析も実施した。また当該成果等をシーズとしてベンチャー企業を起業した。B3については大規模プロテオミクス向け質量分析ソフトウェア CoCoozo をほぼ完成するとともに、測定サイクルを高速化するための質量分析機器の改良研究などを実施した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子発見、タンパク質構造解析、糖鎖、麹菌、質量分析、並列処理技術

【研究題目】 AIST グリッド

【研究代表者】 関口 智嗣（グリッド研究センター）

【研究担当者】 伊藤 智

【研究内容】

AIST グリッドは、産総研内における研究ユニット間の協力研究を効率的に進めることを狙いとして、グリッド技術を導入した IT インフラの構築とその応用技術の研究プロジェクトである。

インフラ構築においては分散した研究拠点間でのデータ共有システム実現が主要な課題となる。10ペタバイト級の大容量データ処理の実現を目標に、クラスタ技術とグリッド技術を統合し高速性、高信頼性、利便性を実現するシステムの研究開発を目的としている。地球規模で分散した広域仮想ファイルシステムの設計と実現にあたっては、評価用ソフトウェアの開発を行った。本ソフトウェアを日本、米国、タイの計9拠点のクラスタシステムに配備して、環太平洋規模の実験環境を構築。この上で大規模ファイル複製作成実験を実施した。

応用技術では主に二つの研究を進めている。一方は、脳神経情報部門と進める膜タンパクの構造解析技術である。電子顕微鏡像のデータ解析プログラムを分散処理基盤上で開発し、グリッド技術による同時並列処理が適用されることで処理効率の向上を実現した。他方は、ライフサイエンスラボとの協働であり、医療計測装置から出力されるデータ処理を遠隔地から行うシステムの研究を進めた。磁気共鳴画像装置（MRI：Magnetic Resonance Imaging）を用いたリアルタイムの脳機能解析（fMRI）を実現するシステムの臨床試験用β版を完成し、グリッド環境への移植を完了するとともに、周辺ソフトウェアを作成した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 広域仮想ファイルシステム

【研究題目】 非自動秤組込ソフトウェア照合技術

【研究代表者】 木下 佳樹（情報処理研究部門→システム検証研究ラボ）

【研究担当者】 松岡 聡、木下 佳樹、高橋 孝一

【研究内容】

「非自動秤のソフトウェア照合方式に関する研究」では非自動秤の型式認定におけるソフトウェア認証の方式の開発を目的とする。電子署名を使った方法による改竄の検知方法を考案し、システムを試作した。計測標準研究部門と協力して、OIML（国際法定計量委員会）および欧州におけるソフトウェア認証標準化活動の調査を行う一方、国際法定計量調査研究委員会電子化計量器作業委員会計量器情報化分科会を立ち上げた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ソフトウェア照合、ソフトウェア認証、電子署名

【研究題目】 セキュア・オープンソースシステム開発環境基盤

【研究代表者】 戸村 哲（情報処理研究部門）

【研究内容】

本研究は、Linux をベースとしたオープンソースソフトウェア環境のセキュリティ向上を目指し、次の二つに貢献することを目標としている。

(A) オープンソースソフトウェアを利用したコンピュータのセキュリティレベル向上

(B) オープンソースソフトウェアの品質向上

(A) は、動作中のシステム及びソフトウェアの状態をセキュリティ上の観点から常に正確に把握し、必要に応じてその更新（パッチの適用やバージョンアップ）を自動的に行う等、システム管理者のセキュリティ対策プロセスを支援することで達成する。(B) は、ソフトウェアの欠陥（バグ）を迅速に同定する手法を確立し、修正後のテストを自動化して新たなバグが混入しないことを保障するシステムを開発してソフトウェア開発プロセスを支援する。

平成15年度は、主に目標（A）の達成に重点を置いて、次の二つの課題に取り組んだ。

(イ) 各コンピュータのソフトウェア構成を正確に把握し、脆弱性情報データベースを使ってシステムのセキュリティ状態を検査できるようにする。

(ロ) 各ソフトウェアの更新を自動化する。

(イ) については、各コンピュータのソフトウェア構成を基にセキュリティ状態を検証する手法を検討し、システムを開発に取り掛かった。(ロ) については、各コンピュータのソフトウェア構成を管理する手法を検討し、それを実現するツールの開発に取り組んだ。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 オープンソースソフトウェア、システム管理、ソフトウェア脆弱性、バグトラッキングシステム

【研究 題目】 ヒューマノイド・ロボット型知能ブースタープラットフォーム開発

【研究代表者】 原 功 (情報処理研究部門)

【研究担当者】 浅野 太、麻生 英樹、緒方 淳、山本 潔 (情報技術研究部門) 比留川博久、金広 文男、横井 一仁、富田 文明、吉見 隆、河井 良浩 (知能システム研究部門) 加賀美 聡 (デジタルヒューマン研究センター)

【研究 内容】

【目標】

ときめきと安心」の IT 社会を目指した産総研情報通信分野研究戦略において、人間の知的能力を拡大させる「知能ブースター」は、その大きな方向性のひとつである。この知能ブースターを実現するためには、ユーザの状態を知覚し、その行動・心理などを推測するヒューマンインターフェースの高度化技術が重要である。

本テーマは、そのヒューマンインターフェース高度化技術開発として、産総研で開発を進めているヒューマノイド・ロボット HRP-2に対して、知能情報処理研究、高度ヒューマンインターフェース技術開発、人間の知的活動支援等のために必要なセンシング機能を追加・統合し、知能ブースター研究を加速させるための実証プラットフォームの確立を目的とする。

【研究計画】

産総研が中心に開発を行ったヒューマノイド・ロボット・プラットフォーム HRP-2に対し、音響・音声センサを実装し、それぞれの制御・機能モジュールを統一的に取り扱う枠組みを開発し、HRP-2の汎用性・利便性を高めるために、次の研究開発を行う。

1. 音響・音声センサとしてマイクロフォンアレイシステムを用いた音響モジュールの開発とその実装。
2. カメラのカラー化、デジタル化等による視覚システムの改良とその機能拡張。
3. 視覚システムとして、既に搭載済みの VVV のみならず、顔認識、相関ビジョンなどの他の機能を容易に追加統合するための枠組みを開発。
4. 多様な実世界環境を安全かつ安定に行動するために狭隘な空間を、視覚などのセンシング機能と連携して移動するために必要な機能の開発。(知覚情報を円滑に伝送する体内ネットワークの高度化を含む)
5. 人間とのインタラクションを容易にするためのマン・マシン・インタラクション用操作・教示システムの開発。

【年度進捗状況】

知覚機能拡充のためのハードウェアの開発とそれに伴うヒューマノイド・ロボット HRP-2の改造として、音響、音声センサとしてのマイクロフォンアレイを頭部に実装し、音声方向同定およびノイズ除去を行う専用ハードウェアを開発し、HRP-2内に実装を行った。また、視覚情報処理のためにカメラに対して、従来の3眼のシステムから、より広範囲の視覚情報処理研究の応用を可能にするために、高速・高解像度の4眼システムに改造を行った。これにより、従来の高精度3次元視覚システムと広視野の視覚システムの共存が可能になった。

HRP-2の視覚機能の強化として、環境および操作対象となる物体の計測精度の向上のために、対象画像をテクスチャ・非テクスチャ領域にあらかじめ分離し、それぞれの領域に応じたステレオ画像処理を適応し、より正確な3次元距離計測を行う手法の開発を行った。

多様な実世界環境を安全かつ安定に行動するため機能強化として、様々なサイズの開口部を持つ壁が複数立っている環境において、それらの状況に応じた移動行動選択を行う行動計画機能の実装を行い、実ロボット上でその有効性を確認した。

さらに、ヒューマン・インタラクション用遠隔操作・教示システムとして、分解運動量制御手法を適用することで簡易な操作システム(ジョイスティックなど)で歩行のみならず、手、足、頭、胴体といった全身の動作指令の指示・補助を可能とするシステムの開発を行った。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 ヒューマノイドロボット、ヒューマンインターフェース、知能ブースター

【研究 題目】 XMOS 回路技術を用いた新世代 FPGA : (FP) 2GA チップの開発

【研究代表者】 伊藤 順司

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 小池 汎平、日置 雅和、河並 崇、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸 (職員5名、他1名)

【研究 内容】

XMOS 回路技術を用いた新世代 FPGA : (FP) 2GA チップの開発研究の一環として、4端子 XMOS の持つ電氣的なしきい値調整機能の実現という特長を巧妙かつ有効に活用し、XMOS トランジスタの画期的なキラーアプリケーションとなることを目標としたチップとして Flex Power FPGA ((FP) 2GA) チップの提案を行った。本年度は、Flex Power FPGA についての提案を行うとともに、研究ツール Flex Power VPR を開発し、これを用いて、Flex Power FPGA において、漏れ電流による電力消費が30分の1以下に減少することを解明した。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、漏れ電流、リーク電流、しきい

値調節

〔研究題目〕 AIST バイオインフォマティクス・イニシアティブ

〔中項目名〕 次世代ハイスループット質量分析システム

〔研究代表者〕 秋山 泰（生命情報科学研究センター）

〔研究担当者〕 夏目 徹（生物情報解析研究センター）

〔研究内容〕

高度に複雑化したタンデム質量分析計の脆弱さを、高度なインフォマティクスによりハードウェアをシンプル化し、より稼働率とスループットの高い質量分析システムを開発する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 質量分析、プロテオミクス、タンパク質

〔研究題目〕 健康管理のための年齢軸工学プログラム
（「健康で生産的高齢化社会の創出技術開発」の修正テーマ）

〔研究代表者〕 倉地 幸徳

（年齢軸生命工学研究センター）

〔研究担当者〕 倉地 幸徳

〔研究内容〕

このプログラムはもともと二つのサブプログラム、「健康で生産的高齢化社会の創出—循環器発症の予防とQOLの維持」と「健康バイオインフォマティクス研究」から構成されている。後者は、産学官共同研究プログラム「臨床バイオインフォマティクス研究イニシアティブ（CBIRI）」との関係で設立したものであり、CBIRI セクションで別途記述するので、「健康で生産的高齢化社会の創出—循環器発症の予防とQOLの維持」関連のみをここに纏める。この研究テーマは、年齢軸生命工学研究センター、ヒューマンストレスシグナル研究センター及び人間福祉医工学研究部門の3ユニットが連携し、高齢化社会における問題、課題を同定し、分野融合の新視点からアプローチを試みる新規分野の開拓を行うものである。高齢化社会に突入した我が国の健康で活力ある産業社会の持続達成は極めて重要であり、この研究課題はその基盤創りに貢献する。第一段階として、高齢者の寝たきりなど深刻な社会問題の原因となっている循環器病に焦点を絞り、新しい視点から疾患分子機構の解明とより効果的で安全な予防・治療法開発の為に基盤技術開拓を進め、高齢者がより健康で持続的社会的参加を可能にする社会福祉環境創りに貢献して行く。具体的には、年齢軸に沿ったマウス血液と肝臓核内蛋白質発現の解析、年齢・運動の血液凝固への影響とそれに基づく運動処方構築、加齢効果と生活活動度を考慮した心臓血管呼吸系の運動負荷応答を数理モデル化し、循環器系の状態の老化予測・診断システムの構築を目指している。参加ユニット間融合の3サブ研究プロジェクトを設定し、

研究の遂行を行ってきた。研究成果の公開年次報告会シンポジウムも平成1月に開催した。

〔分野名〕 ライフサイエンス分野

〔キーワード〕 高齢化社会、QOL、循環器、数理モデル、老化予測・診断、マウスモデル

〔研究題目〕 輸送機器軽量化によるパッシブ型省エネルギー技術の開発

〔研究代表者〕 鳥山 素弘（基礎素材研究部門）

〔研究担当者〕 上野 英俊、三輪 謙治、阪口 康司、

田村 卓也、馬淵 守、山田 康夫、

千野 靖正、斎藤 尚文、今井 恒道、

松本 章宏、尾崎 公洋、西尾 敏幸

〔研究内容〕

目標、研究計画

地球温暖化防止京都会議（COP3）の我が国のCO₂削減目標達成に向けて、国家的な取り組みが行われているが、産業部門におけるCO₂削減が着実に進行している。一方、民生部門においては、新たな機器の普及やより快適な生活を求める国民ニーズによりむしろCO₂排出量は増加傾向にあり、第1約束期間にあたる2010年には1990年度比で7%増、削減目標を13%（16,000万トン）上回ることが予想されている。我が国の削減目標を達成するためには、CO₂排出増加要因として寄与が大きい乗用自動車の省エネルギー化が求められている。上記背景の下、乗用車の軽量化に飛躍的な効果が期待されるマグネシウム合金の利用に対して大きな期待が持たれている。しかし、マグネシウムが活性な金属であると同時に加工性に欠けることから、ドイツ等ヨーロッパ諸国と比較して我が国の研究は低調である。一方、産総研では casting 工程で安全に取り扱える難燃マグネシウム合金、電磁力を利用したマグネシウム casting 組織の微細化技術、強加工法による固体リサイクル技術等の独自技術を開発すると共に、casting、溶接、加工、表面処理等のマグネシウム材料利用に関わる総合的な研究開発体制を持っている。本研究プロジェクトにおいて、既設の大型溶解設備に加えて連続 casting 設備等の試作試験が可能な設備を整備し、ヨーロッパにおいて成果を上げている産学技術移転体制であるアンインスティテュートに相当する研究開発体制を敷き、今までに産総研において蓄積してきたマグネシウムプロセッシングに関わる要素技術をシステム化することによって、輸送機器軽量化に向けた総合的な開発技術と開発技術の実用化を図る。

課題採択が行われたのが平成15年11月であったことから、本予算による平成15年度の具体的な研究開発成果はまだ少ないが、分野戦略実践に不可欠なアンインスティテュート型の共同研究に必要なマグネシウム用連続 casting 装置の設計を行い、同装置を中部センターに建設されたOSL棟に設置する体制を整備した。また、従来から連携のあったマグネシウム素材企業、自動車部品製造企業

に加えて、低コストでマグネシウム薄板を製造するために不可欠な圧延機メーカーとの連携体制を整えた。さらに、国際標準策定に不可欠な標準化研究に関する共同研究契約を独の GKSS マグネシウム研究センターと締結する準備を完了した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] マグネシウム、連続鋳造、GKSS

[研究題目] 「Nano on MEMS」システム実現のため
NEMS 加工及び製造技術

[中項目名] 有機分子や生体分子を利用したナノセンサーの要素技術構築

[研究代表者] 石田 敬雄 (機械システム研究部門 トライボロジー研究グループ)

[研究担当者] 三宅 晃司、安藤 泰久、藤澤 悟、水谷 亘 (ナノテクノロジー研究部門)

[研究内容]

Nano on MEMS に関して、分子素子センサーを作る予備実験としてナノ電極に分子を挟んだ電界効果素子 (FET) に着目した。その理由はイオンや生体などとチャンネルに挟む有機分子が反応して、このナノ FET の電流-電圧特性が変化することで超高感度の電流検出のセンサーとして利用できる可能性があるためである。又電流検出のメリットは、手軽であり、家庭でも単純なアタッチメントなどにつなぐことで簡易に用いることができることである。また電界をかけて信号を増幅することで、より一層検出感度を稼ぐことができる。

現在この基礎研究として、SAM 多層膜 (分子超格子) や金属微粒子に SAM を形成してチャンネルにしたナノ FET の動作測定を行っている。400nm のシリコン酸化膜を持つ n-Si 基板上に斜め蒸着で作製した20nm のナノ電極に有機硫黄化合物を Cu イオンで繋いだ SAM 多層膜 (6層) を挟み電界効果を測定した。絶縁性のアルキル基を Cu イオンで架橋して作製したナノ FET では低温でしか観察されないとされたクーロン振動的な電界効果が観察された (現在特許出願手続中)。この場合には Cu イオンの酸化・還元が振動的挙動を生み出している可能性がある。このセンサーについては Cu などの金属イオンが問題となる環境での用途が考えられ (例えば狂牛病問題などでは Cu、Mg などの金属イオンが多い環境で発病がおこりやすいという指摘がある。)、その用途についても今後検討していく。

また高集積化された化学センサーの作製を考えると FET 検出部分の前に流量制御を行うための流量センサーが必要である。この目的のために蛍光分子を利用したマイクロ流路内圧力センサーについて検討を行った。本センサーは、航空宇宙工学などの分野で広く知られている感圧塗料 (Pressure-Sensitive Paint, PSP) を利用し、マイクロ流路内の圧力を測定するためのセンサーとして応用しようとするものである。シリコンゴム

(Poly-di-methyl-siloxane), PDMS) にセンサーとなる色素を溶解し、鋳型に流し込み溝を成型し、ガラスなどの透明な基板上に密着させマイクロ流路を形成する。PDMS に溶解した色素の発するルミネッセンスが、流路内の圧力に依存して変化することを利用し、マイクロ流路内の圧力や流量を視覚的に捉えることができるセンサーとして応用する。

PDMS は溝形状を自由にデザインでき、密着性が良いのでガラス表面などに張り付いて溝内の溶液をシールできる。ガラスに貼り付けた PDMS 表面のへこんだ部分に溶液を通すとマイクロ流路ができあがるため、作製されたマイクロ流路とセンサーが一体となった製品ができる。現在、試作品及び計測システムを作製中である。

さらに、サブミクロンレベルでの圧力-発光特性を評価する装置として、近接場光学顕微鏡 (NSOM) および高感度冷却 CCD カメラ、光学フィルターを導入した。センサーとなる色素とマトリックスである PDMS の適正な配合条件、および感度を向上させるための力学的な構造の設計と作製が今後の課題である。マイクロ流路と組み合わせたマイクロスケールのセンサー構造の作製には光リソグラフィーでパターンニングしたマスターが必要になる (マスターの構造を PDMS に写し取る)。バックグラウンド発光を押さえ感度を上げるためには、流路部分とセンサー部位の作製は別工程になり、正確な位置あわせが必要となる。そのため複数のマスクによるパターンの位置決めと露光を行う装置の導入を考えている。

[分野名] ナノテク材料製造分野

[キーワード] 分子素子センサー、マイクロ流路内圧力センサー、ナノ FET、SAM 多層膜、

[研究題目] 「Nano on MEMS」システム実現のため
NEMS 加工及び製造技術

[中項目名] MEMS の超微細・高精度・高速3次元加工技術開発

[研究代表者] 矢部 彰 (マイクロ・ナノ機能広域発現センター)

[研究担当者] 松岡 芳彦、山内 真

[研究内容]

従来技術においては、微細な除去加工を行うために集光ビームによって波長の数倍程度のスポットを形成すると、そのワークディスタンス (WD、集光レンズと加工点間の距離) は数 mm 程度以下になってしまう。我々は、高集光長焦点深度ビーム (J0) を用いた長 WD と微細を両立させる加工技術を独自に開発し、Nd:YAG レーザーの第二高調波 (波長532nm、パルス幅10ns) を光源とする J0ビームを用いて、約30mm もの長 WD で Si ウエハに直径約1 μ m ϕ 直径の点加工を実現してきた。平成15年度はこの技術を、点加工サイズの更なる微細化、加工次元の拡大 (点 \rightarrow 貫通穴)、加工の高速化 (1ビーム \rightarrow マルチビーム) に向けて開発を行った。

集光スポットサイズは、光源の波長と比例関係にある。点加工サイズを更に微細化するために、第四高調波（波長266nm）を出力できる「ナノ秒パルス Nd:YAG レーザー」を導入した。これにより Si ウエハへの直径サブ $\mu\text{m}\phi$ の点加工を可能とした。

我々が高集光長焦点深度ビームとして用いているのはベッセルビームである。これはビーム特性が干渉により与えられているために不透明体の内部加工には不適であると理解されてきた。我々は J0ビームを用いて、ステンレス鋼（SUS304、厚さ20 μm ）に開口径約3 $\mu\text{m}\phi$ でアスペクト比（深さ／直径）約7の円柱形状の貫通穴を、WD 約35mm で形成した。J0ビームが不透明体の内部加工に適用できるだけでなく、従来の凸レンズ集光ビームによるマイクロドリル加工の問題（短いワークディスタンス、ワークディスタンスの精密制御が必要、テーパの強くかかった穴形状）を解決できることを見出した。

集光ビームをもちいた加工の速度は、ビームの走査に要する時間に大きく制限を受ける。従って、集光ビームのマルチ化は加工速度の向上に直接的に効果がある。J0ビームをマルチで生成させる光学系は、バルクレンズを用いると複雑になるので、ホログラフィック（回折光学）素子の試作を検討した。回折格子パターンの計算、石英基板上のレジストに対する計算で得られた回折格子パターンの電子線による描画、および現像により、J0ビームを2本生成する光学素子を試作した。試作した光学素子に、He-Ne レーザーを照射し、J0ビームが2本同時に生成されることを確認した。

【分野名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 高集光長焦点深度ビーム、ベッセルビーム、ホログラフィック（回折光学）素子

【研究題目】 「Nano on MEMS」システム実現のため NEMS 加工及び製造技術

【中項目名】 MEMS 構造上への有機分子、生体分子 ナノ形状構造体実装技術

【研究代表者】 前田龍太郎（機械システム研究部門 集積機械システム研究グループ）

【研究担当者】 一木 正聡、村越 庸一、高橋 正春

【研究内容】

近年、MEMS 分野に於いて、流体システム、バイオ電気泳動チップ、マイクロレンズなどではガラスの微細加工が必要とされている。このため従来の半導体製造技術とは異なる、安価で容易な製造手法が望まれており、多くの研究者が新しい製造手法を検討している。本テーマではその一つの手法として、ホットエンボス成形について研究を行った。まずガラスのマイクロ成形を目的に、耐熱材料である GC (Glassy Carbon) をホットエンボス成形の型に使用することを想定して、FIB (Focused Ion Beam) による GC の加工を試みた。加工条件の基

礎データとして、使用するイオンビームの条件による GC 型の加工精度（深さ、表面粗さ、設定誤差等）を調べた。ナノレベル加工では、3次元加工を試み、0.1 μm レベルの3次元加工もでき、高アスペクト比加工も可能であることを確認した。次に、GC 型の耐熱性試験を行い、大気中と真空中での表面のダメージを調べた結果、大気中では400℃にてダメージが大きく、真空中では1000℃に加熱しても表面のダメージは無く、エンボス加工では真空中や雰囲気制御が必要である事が解った。また FIB 加工後の GC は熱影響により、加工部表面に加工時に使用した Ga (イオン注入状態のもの) が析出する。この Ga の析出は転写性を悪くするため、成形前には Ga を取り除くための熱処理を施す必要があることがわかった。最後にこの FIB により加工した GC を高融点ガラスの成型用型として用いた場合の微細形状の転写性をパイレックスガラスのホットエンボス成形を行い調べた。型の破損が起らず、形状転写の良い、最適条件（温度、および加圧力）を求めた。その結果、1 μm 、0.5 μm 、0.3 μm のラインアンドスペースの微細転写加工を達成できた。

【分野名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 ガラスの微細加工、ホットエンボス成形、GC 型

【研究題目】 原子レベル界面制御・評価技術に基づく新規材料を用いた次世代電子デバイスの創製 ②界面磁性デバイス

【研究代表者】 赤穂 博司

（強相関電子技術研究センター）

【研究担当者】 川崎 雅司、高木 英典、佐藤 弘、井上 公、澤 彰仁、山田 寿一

【研究内容】

本研究では、強相関電子材料であるペロブスカイト遷移金属酸化物を対象に、その界面電子物性の学理構築、その機能化、デバイス実証を一貫して推進することを目的とする。具体的には、強相関酸化物の界面磁性に着目し、酸化物原子平坦接合界面における界面磁性の新しい直接観察法を開発するとともに、この界面磁性直接評価を基に強靱な界面磁性を実現する界面磁性制御技術を構築し、酸化物スピントロニクス素子でその機能をデモンストレーションする。さらに、強相関界面機能デバイスの探索として、電界効果による界面の電子物性制御を用いて量子臨界相の創成、エキゾチック超伝導・磁気伝導など強電子相関の生み出す新奇な物性、電子機能を開拓する。

本年度においては、非線形磁気光学効果である磁化誘起第二高調波発生 (MSHG) を用いて、強相関酸化物の界面磁性を直接定量的に評価する手法を考案し、3種類の物質を積層して反転対称性を破った3色超格子を用いて原理検証実験を行い、その有用性を実証した。また、

デバイスプロセス技術として、基板に段差を設けることにより表面析出粒子の出現を抑制する技術を開発した。この手法を用いることにより、(La, Sr) MnO₃ スピントネル素子の特性の再現性が飛躍的に改善することを示した。さらに、界面機能デバイスの探索として、SrTiO₃などのペロブカイト遷移金属酸化物を FET 動作させることに成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ペロブカイト遷移金属酸化物、界面制御、強相関界面機能デバイス

【研究題目】 バイオ・メディカル計測標準の先導開発

【研究代表者】 千葉 光一（計測標準研究部門）

【研究内容】

バイオテクノロジー分野では様々な先端的研究が競争的・競合的に推進されていることから、分野全体の発展にはデータの互換性を確保して知識の共有化を図ることが極めて重要である。なかでも、バイオ・メディカル分野では、人の健康に係わる科学を進歩させ、産業を発展させるための共通プラットフォームとして、計測の標準化と標準物質の開発は不可欠な知的基盤である。本研究では、1. バイオ・メディカル計量標準物質の開発と供給（計測標準研究部門）、2. 次世代 DNA 定量法の開発と標準化（生物機能工学研究部門）、3. 細胞の分離・同定法の開発と標準化（環境管理研究部門）、4. プロテオーム解析における質量分析の標準化—標準ペプチドの開発（人間系）、5. プロテオーム解析におけるタンパク質分離チップの標準化—標準タンパク質の開発（バイオニクス研究センター）、6. 遺伝子発現レベルの規格化と標準化（単一分子生体ナノ計測研究ラボ）の6つのサブテーマから構成され、臨床化学標準物質の開発、および生体の主要な構成要素、すなわち生体物質・生理活性物質から DNA、ペプチド、タンパク質、細胞までをターゲットにして計測・解析における標準化ならび標準物質の開発を行う。特に、現在、国際的にトレーサビリティの確保が求められている臨床化学分野における高位の臨床化学標準物質の開発と供給について検討を行い、あわせて、国内における臨床化学標準物質供給の体制の整備を図る。また、バイオ研究・産業を支える様々なバイオ計測法において標準化ならび標準化のための標準物質の開発を行う。本研究を通してバイオ・メディカル分野におけるトレーサビリティの概念を啓発する。

【分野名】 標準

【キーワード】 臨床標準物質、バイオ計測標準、

【研究題目】 バイオ・メディカル計測標準の先導開発

【中項目名】 バイオ・メディカル計量標準物質の開発と供給

【研究代表者】 高津 章子（計測標準研究部門）

【研究担当者】 加藤 健次、石川啓一郎、清水 由隆

【研究内容】

本研究は、特に臨床化学分野で重要なコレステロール、クレアチニンなど生体内の活性物質の純物質系標準物質を開発し、供給することを目的とする。認証値＝純度の決定には、同位体希釈質量分析法や凝固点降下法などの一次標準測定法を用い、SI トレーサブルな認証標準物質の供給を図る。平成15年度はコレステロール（純物質）標準物質の開発を目的とし、①コレステロールの純度測定法としては、試料量や試料の融点から、一次標準測定法の一つである示差走査熱量計による凝固点降下法を適用する、②構造が類似したステロール類不純物の分析にはトリメチルシリル誘導体化—ガスクロマトグラフ質量分析法（GC/MS）および高速液体クロマトグラフ法（HPLC）を適用することとした。

標準物質供給のために候補標準物質の選定を行い、凝固点降下法での測定の結果、国内メーカーの元素分析用試薬が市販品の中では純度が高かった。しかし、不純物測定を行った結果、コレスタノールやラノステロールなどのステロール類が不純物として含有されていることが明らかになったため、さらなる高純度化（精製）を行う必要があると判断し、通常精製法である再結晶法のほか、臭素化法などについて検討することにした。

【分野名】 標準

【キーワード】 標準物質、臨床化学

【研究題目】 バイオ・メディカル計測標準の先導開発

【中項目名】 次世代 DNA 定量法の開発と標準化

【研究代表者】 金川 貴博（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 川原崎 守、陶山 哲志、松浦 ナナ

【研究内容】

産総研で開発された蛍光消光現象を利用した QP-DNA 定量法は、従来の DNA 定量法に比べてプローブおよびプライマーのデザインが容易で、測定コストが低いという優れた利点がある。本研究では QP-DNA 定量法と従来型 DNA 定量法の測定特性を比較するとともに、DNA 計測手法の標準化、および、標準 DNA の開発について検討する。

新規 DNA 定量法である QP（Quenching probe / primer method）法と、従来法である TaqMan 法との比較を行い、また、現在進行中の国際度量衡委員会傘下の物質質量諮問委員会（CIPM/CCQM）における国際比較 P-44に参加した。P-44では無菌バッファーに溶存された状態で送付された測定試料 DNA の計測を行った。QP 法を使用した計測では、測定装置として Roche Applied Science 社の LightCycler と Applied Bioscience 社の ABI Pism7900を用い、TaqMan 法を用いた測定の場合は ABI Pism7900のみを用いた。LightCycler を使用し QP 法で測定した測定値と ABI Pism7900を用いて測定した測定値を比較したところ、ほぼ同等の計測結果を得

た。ABI Pism7900を使用し QP 法で測定した測定値では、ややばらつきが大きくなる傾向が観察された。また、計測対象となる DNA の長さが計測結果に与える影響を評価するため GC 含量が50%で、同一のプライマー配列を持ち、長さが約100bp ずつ異なり、自然界に存在しない6つの DNA をデザインした（東大・新領域・情報生命科学、有田正規先生の協力による）。

【分野名】標準

【キーワード】定量的 PCR、QP 法、TaqMan 法、

【研究題目】バイオ・メディカル計測標準の先導研究

【中項目名】細胞の分離・同定法の開発と標準化

【研究代表者】田尾 博明（環境管理研究部門）

【研究担当者】鳥村 政基、孫 麗偉、稲垣 真輔

【研究内容】

細胞の電気泳動分離技術と、細胞の質量スペクトル測定による同定技術を開発・標準化する。電気泳動による細胞分離では、種々の乳酸菌（40種類）と大腸菌に対して、キャピラリー電気泳動法における電気泳動移動度と、微生物の属・種・株の違いの関係を明らかにした。微生物の分離は、従来化学物質の分離に用いられる一般的な泳動条件では困難であるが、泳動液にある種のポリマーを添加することにより微生物の分離度が向上し、属・種・株の違いによる分離の可能性が予見された。本研究成果の一部は学会発表等を通して注目を集め、新聞報道されている。また、細胞の質量スペクトルによる同定技術に関しても、MALDI-MS を用いることにより、イオン化剤を添加した細胞にレーザー光を照射したときに観察されるバイオマーカーのスペクトルパターンから、各種乳酸菌を属や種のみならず菌株レベルで識別することに成功した。微生物の育成状態によらず、属・種・株の各レベルでの同定に有用なバイオマーカー成分を見出した。この成果の一部について論文発表を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】微生物、迅速分離、迅速同定

【研究題目】バイオ・メディカル計測標準の先導開発

【中項目名】プロテオーム解析における質量分析の標準化

【研究代表者】茂里 康（計測標準研究部門）

【研究内容】

ヒトゲノム配列が解読され、ポストゲノム時代の研究として、タンパク質の発現及び機能を網羅的に解明する研究「プロテオーム解析」が重要性をおびてきた。プロテオーム解析においては、その知的基盤としてペプチド自身のイオン化効率を明らかにすることが極めて重要である。そこで、本研究では、すでに合成した約200種類のペプチドを用い、質量分析法（MALDI-TOFMS）での測定条件検討と解析を行う。

質量分析法（MALDI-TOFMS）の測定条件検討を行

うために、5種類のペプチド（[Tyr8]Substance P, AngiotensinII, CCK(26-33)NS, NeuromedinB, NPY (13-36)）を選び混合物を作成し MALDI-TOFMS を行った。その結果、CCK(26-33)NS はイオン化効率が低いことがわかった。CCK(26-33)NS の等電点を調べたところ計算上2.88となった。一般に等電点の低いペプチドは CHCA などのマトリックスを用いた場合 MALDI-TOFMS ではイオン化効率が低いことが知られていることと合致している。そこで、イオン化がしやすく、ほとんど2価イオンピークの認められなかった [Tyr8] Substance P, AngiotensinII, NeuromedinB の3つのペプチドとサンプルペプチドを合わせた4つのペプチドの混合物で MALDI-TOFMS の測定を行うことを今後の測定条件に決定した。またこれまで合成した約200種類のペプチドすべてについて等電点を計算した。

【分野名】標準

【キーワード】ペプチド、質量分析法、MALDI-TOFMS

【研究題目】バイオ・メディカル計測標準の先導開発

【中項目名】プロテオーム解析におけるタンパク質分離チップの標準化—標準タンパク質の開発

【研究代表者】横山 憲二

（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】宮地 寛登、木下 英樹

【研究内容】

タンパク質解析においては、二次元ゲル電気泳動等によりタンパク質を精製・単離という手法が一般的であるが、この工程に長時間を要する等のために、研究効率が低く、かつ自動化が困難であるという問題点がある。この問題点を解決するためには、二次元ゲル電気泳動に代わり得る新たな原理に基づくタンパク質分離チップの開発が必要である。

当研究ユニットでは、プロテオーム解析で従来から用いられている二次元ゲル電気泳動法に代わるデバイスとして、タンパク質分離チップ（プロテインシステムチップ）の開発を行っている。すなわち、プラズマ重合等のプロセスを用いて内表面をコーティングした二次元マイクロ流路を基板上に形成させ、これを用いた二次元キャピラリー電気泳動により、タンパク質を分離するチップの開発を行っている。

そこで本プロジェクトでは、プロテインシステムチップで使用する標準タンパク質の作製を目標とした。本年度は、二次元電気泳動で使用できるタンパク質の標準化を行なうために、効率のよいタンパク質の作製方法の評価をした後、等電点（pI）および分子量（MW）を同時に指標となる二次元電気泳動標準タンパク質を作製した。

【分野名】標準、ライフサイエンス

【キーワード】プロテオーム、二次元電気泳動、タンパ

ク質

〔研究題目〕バイオ・メディカル計測標準の先導開発

〔中項目名〕遺伝子発現レベルの規格化と標準化

〔研究代表者〕篠原 康雄（単一分子生体ナノ計測研究ラボ）

〔研究担当者〕石川 満、馬場 嘉信（単一分子生体ナノ計測研究ラボ）

〔研究内容〕

ヒトの1個体を形成するすべての細胞は同一の遺伝情報を持っており、高度に分化した組織や細胞は、遺伝子発現の制御によってそれぞれの特徴的な機能を発現していると言える。このため、生命活動を分子レベルで理解する目的で、様々な遺伝子の発現が解析されている。本研究では、遺伝子発現レベルの規格化と標準化をめざした研究を推進している。

昨年の研究では、まずこれまでの研究の場ではしばしばスタンダードとして用いられてきた house keeping 遺伝子に関する発現レベルの解析を行い、組織間の比較をした場合には、36B4（別名 P0）と呼ばれる遺伝子の発現が恒常的であり、標準遺伝子として妥当である可能性が明らかになった。本年度は、この遺伝子の5'末端領域が種を超えて保存されていることに注目して解析を行い、この領域が種を超えた解析に有用なプローブになることを明らかにした。また、最近の技術開発の動向を鑑み、マイクロアレイによる遺伝子発現についても解析に着手、その規格化、標準化に向けた取組みを開始するとともに、36B4遺伝子の発現の個体差、性差に関する解析を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕遺伝子

〔研究題目〕ジョセフソン交流電圧標準開発

〔研究代表者〕桐生 昭吾（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕東海林 彰、佐々木 仁、高島 浩、石崎 真弓、山森 弘毅、浦野 千春、村山 泰、岩佐 章夫、吉田 春雄

〔研究内容〕

次世代電圧標準としてプログラマブル・ジョセフソン電圧標準（PJVS）の研究が、米 NIST、独 PTB、我が国 AIST を中心に国立標準研究所において進められている。本テーマでは、PJVS の交流電圧標準への拡張を目指した研究を行った。

素子開発、交流電圧発生基礎技術については、エレクトロニクス研究部門で行った。また、精密測定技術については、計測標準研究部門で行った。

交流電圧標準のためのジョセフソンデバイス、素子の高性能・高集積度（1チップ約数万素子以上の完全動作が必要）および周波数広帯域化が不可欠である。この条件を満たす素子として多層積層素子構造を提案し、研

究を進めた。また、素子が実際に国家標準レベルでの不確かさを実現するために精密評価技術が必要である。このための精密評価技術を確立した。また、交流電圧標準への拡張のために高速バイアス回路の研究開発を行った。極性を高速で反転することが可能なバイアス回路を開発した。また、この波形を用いて交流電圧精密測定に用いられる熱電変換標準素子の低周波評価を行った。

2003年度の成果について、以下の通り。

- (1) チップ面積を減らすために2層積層素子構造を採用した PJVS を開発した。これによって、約6V (=22 μ Vx262144) に電流幅約1mA の量子電圧を得た。
- (2) PJVS 用の精密測定システムを開発し、PJVS 素子の直流電圧精密評価を行った。PJVS と現国家標準システムとの比較を4.2Kで行った。1V で 10^{-9} の不確かさで両者は一致し、国家標準レベルでの不確かさを有していることを実証した。
- (3) 極性を高速で反転することが可能なバイアス回路、低周波の高安定な擬似正弦波出力を発生させる回路を設計し、試作した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕プログラマブル・ジョセフソン電圧標準、交流電圧標準、精密計測技術

〔研究題目〕信頼性の高い真空計測方法

〔研究代表者〕平田 正紘（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕秋道 斉、杉沼 茂実、新井 健太

〔研究内容〕

半導体素子製造プロセス、加速器、核融合などに代表される先端科学、技術、産業においては、真空領域での正確で信頼性の高い圧力測定が重要であり、これらの産業の発展に欠かせないものである。本研究は真空計の高精度の比較校正法、及び、比較校正と実用真空測定に使用する真空計（真空計一般、スピニングローター真空計（SRG）、電離真空計（IG）など）を高精度・高信頼度で操作する方法を確立・標準化（JIS化、ISO化）することを目標に、1) 真空計の比較校正法の標準化は、比較校正装置を試作し、SRG と IG の特性評価を行ない、結果を現在審議中の ISO 規格案に反映させるとともに、JIS 規格改正の草案を作成した。2) 高精度の真空測定には、圧力範囲に適切な真空計の選択、真空装置への取り付け方、操作、管理、校正、測定値の評価が重要な課題である。標準化項目を洗い出し、草案を作成した。3) SRG は中・高真空では他の真空計に比べて最も高い信頼性を有し、実用真空計を比較校正する時の基準真空計の最有力である。比較校正装置を用いて特性評価実験を進め、適切な測定条件を明確に設定するためのデータを取得した。JIS 化項目を洗い出し、規格草案の作成を進めた。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕真空、真空標準、圧力標準、校正

〔研究題目〕 バイオ・IT 融合機器プロジェクト「バイオ・IT 融合による多次元タンパク質解析装置の開発」

〔研究代表者〕 秋山 泰 (生命情報科学研究センター)

〔研究内容〕

主にテーラーメイド医療の現場で有用となる、タンパク質の解析を高速・高精度に可能とする「バイオ・IT 融合による多次元タンパク質解析装置」の開発を行う。本装置は(1)タンパク質微量解析装置、(2)統合プロテオーム解析用インフォマティクスシステムの2つのシステムにより構成されており、概要は以下の通りである。

(1)タンパク質微量解析装置：バイオチップ、波長可変赤外線レーザー技術、高性能な質量分析計、並びに質量スペクトル解析技術の融合により、生体から採取した微量組織中のタンパク質発現プロファイルの解析を行い、病変組織と正常組織の判別を可能とする。

(2)統合プロテオーム解析用インフォマティクスシステム：高精度かつ容易にタンパク質微量解析装置によって生成された膨大なデータを解析するためのシステムである。具体的には、大規模 PC クラスタや解析機器、解析ツールソフトのほか、情報を横断的に分析・統合するバイオ用統合データベース、タンパク質のアノテーションを実施する際の文献データマイニング、プロテオーム解析の大規模オートメーション化に必要なデータ管理支援システムにより構成されている。さらに、バイオインフォマティクスを用いることにより、同一でありながら異なる名称で呼ばれているタンパク質を同一のものとして認識することや、逆に、同一名称であっても実態が異なるタンパク質を正しく処理するためのタンパク質名称管理も可能である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕

〔研究題目〕 バイオ・IT 融合機器プロジェクト「タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発」

〔研究代表者〕 横山 憲二

(バイオニクス研究センター)

〔研究内容〕

プロテオーム解析で従来から用いられている二次元ゲル電気泳動法に代わるデバイスとして、タンパク質を分離するためのプロテインシステムチップの開発を行っている。すなわち、二次元マイクロ流路を基板上に形成させ、これを用いた二次元キャピラリー電気泳動により、タンパク質を分離するチップの開発を行った。

平成15年度上期では、プロテインシステムチップの作製に必要な装置、検出器、タンパク質の前処理等に必要な装置類の仕様検討、発注、整備を行った。また平成15年度下期では、プロテインシステムチップの基本仕様を決定するとともに、検出器、タンパク質の前処理、試薬

のキットの開発等、製品化により近づけた技術開発を行った。また開発のための明確な指標として以下の課題を設定した。

課題1. マイクロ流路コーティング技術の研究開発

課題2. タンパク質の前処理法の研究開発とバイオインフォマティクス解析

課題3. タンパク質分離・検出チップの製作

課題1に関しては、表面コーティング材料の開発およびコーティング法の開発を行った。様々なモノマー物質材料を用いてプラズマ重合膜を基板上へ成膜する条件を検討し、作製された膜の安定性を評価した。次にマイクロ流路への試料導入および電気泳動を行うための実験系を確立し、プラズマ重合膜の電気泳動分離の検討を行った。また溝への蓋形成(流路作製)技術の開発と流路内容物の充填方法の検討を行った。

課題2に関しては、二次元電気泳動法に最適なタンパク質の抽出法の開発を行った。マウス肝細胞、血清を試料として用いて、最も含有量の多い不要タンパク質の除去、及び前処理法の検討を行った。また二次元電気泳動法の工程の簡略化を目的とした各工程での試料処理や分離の検討を行った。

課題3では、ポリメチルメタクリレート (PMMA) の射出成型技術を用いて二次元キャピラリー電気泳動チップの設計と製作を行い、電気泳動による流路内容物および流路交差部の泳動評価を行った。またタンパク質検出、ディスプレイシステムの開発として、面光源 CCD 方式蛍光検出システムとレーザーPMT 方式蛍光検出システムの構築と評価を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質前処理、抽出、二次元電気泳動、タンパク質分離、バイオチップ、成型チップ、キャピラリー電気泳動、プラズマ重合、表面処理

〔研究題目〕 バイオ IT 融合機器プロジェクト「走査型マルチプローブを用いた生体分子計測・解析・加工装置の解析」

〔研究担当者〕 岡田 知子 (生物機能工学研究部門)、小高 正人、小川 昌克

〔研究内容〕

複数のプローブを持ち、各プローブに原子間力測定、分子間力測定、リソグラフィ機能、1分子ナノマニピュレーション等の役割を分担させることが可能な、全く新しい生体分子計測・解析・加工装置を開発する事を目標とする。また、この装置を細胞膜の物理化学的解析や細胞-細胞間の結合力測定などに応用して行く事を目指す。

この装置では、生きたままの細胞表面を可視化したり、細胞膜内の特定分子に働く力の測定を行なうことが可能なことから、開発した装置は細胞膜内の脂質等の分子の

流動性や細胞間相互作用を測定する全く新しい研究装置として利用できる可能性がある。さらに、プローブに生きた細胞を結合させることにより、細胞-細胞間の結合力を測定する事によって、癌細胞の転移能の予測や、免疫担当細胞の情報伝達の研究などに利用することが可能である。平成15年度は、カンチレバーに細胞を直接附着させるための条件検討を行ない、実際に特定の細胞を安定に接着させる事に成功した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生体分子計測、原子間力顕微鏡、細胞間相互作用

〔研究題目〕 バイオ・IT 融合による多元タンパク質解析装置の開発

〔中項目名〕 タンパク質の微量解析装置、バイオインフォマティクスを統合した多元タンパク質解析装置の開発

〔研究代表者〕 秋山 泰、高橋 勝利（生命情報科学研究センター）

〔研究内容〕

テーラーメイド医療の早期実現と新薬開発の促進に資するために、タンパク質の微量解析装置、バイオインフォマティクスを統合した多元タンパク質解析装置の開発を行うことを目的とし、(1)タンパク質微量解析装置の試作機の評価とソフトウェア開発、および(2)統合プロテオーム解析用インフォマティクスシステムを構成する要素技術のプロotypingを行う。具体的には、(1)および(2)の中で

- ・ FT-ICRMS を用いたバイオチップの評価
 - ・ MS スペクトル解析ソフトウェアのプロトタイプ開発
 - ・ MS/MS 解析ソフトウェアのプロトタイプ開発
- を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質微量解析、統合プロテオーム解析、質量スペクトル

〔研究題目〕 バイオ・IT 融合による多元タンパク質解析装置の開発

〔中項目名〕 統合プロテオーム解析における公共データベース、解析ツール利用の研究

〔研究代表者〕 秋山 泰（生命情報科学研究センター）

〔研究内容〕

統合プロテオーム解析における公共データベース、解析ツール利用の研究を行うことを目的とする。具体的には、タンパク質関連の公共データベースやデータベースの解析ツールの特性、特長を調査分析し、その利用方法について検討した。さらに、これらを統合的に活用したユーザ利用環境（操作インタフェースやデータ、解析情報を蓄積し共有して利用する環境）の検討を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 統合プロテオーム解析、データベース、解析ツール

〔研究題目〕 バイオ・IT 融合による多元タンパク質解析装置の開発

〔中項目名〕 タンパク質微量解析用 IR-MALDI イオン源の開発

〔研究代表者〕 高橋 勝利
（生命情報科学研究センター）

〔研究内容〕

タンパク質微量解析用 IR-MALDI イオン源を開発することを目的とし、質量分析計（AccuTOF）をベースに、MALDI イオン源を始めとした改造を行い、バイオチップと赤外線レーザとを組合せ、微量解析に適した装置を開発する。具体的には、

- ・ MALDI イオン源等の改造
- ・ MALDI-*oa*TOFMS の特性確認
- ・ S/N 向上アルゴリズム、データベース接続アルゴリズムの開発

を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 イオン源、質量分析計

〔研究題目〕 バイオ・IT 融合による多元タンパク質解析装置の開発

〔中項目名〕 IR-MALDI 用赤外固体レーザシステムの構築

〔研究代表者〕 高橋 勝利
（生命情報科学研究センター）

〔研究内容〕

IR-MALDI 用赤外固体レーザシステムの構築を目的とする。具体的には、3 μm 帯の波長域で可変する OPO 装置と励起用 Nd:YAG レーザを購入し、ビーム導光用の光学系と組み合わせて、IR-MALDI 予備実験に適用できるような赤外固体レーザシステムを構築した。また、このシステムを用いて IR-MALDI 予備実験を行い、その効果を確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 赤外線レーザ、波長可変

〔研究題目〕 バイオ IT 融合機器プロジェクト
「タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発」

〔中項目名〕 タンパク質の前処理法の開発

〔研究担当者〕 横山 憲二、宮地 寛登、明谷早映子、木下 英樹
（バイオニクス研究センター）

〔研究内容〕

生体内に含まれるタンパク質を分離・同定するためには、生体組織からタンパク質を抽出することが必要であ

るが、プロテインシステムチップに最適なタンパク質の調製方法および前処理方法の最適化はなされていない。本デバイスは二次元マイクロ流路を基板上に形成させ、これを用いた二次元キャピラリー電気泳動によりタンパク質を分離するために、より共雑物の少ない精製度の高いタンパク質サンプルが必要であると思われる。上期ではマウスの肝臓組織細胞からの全タンパク質の抽出方法の検討を行って、市販の精製キットを使用しないタンパク質の抽出方法を決定した。決定した方法を用いて既存の二次元電気泳動装置を用いて二次元電気泳動を行った結果、7cm×7cm のゲルで350以上ものスポットが検出された。また、互いのスポットが重なり合い単一のスポットの検出は難しいことが明らかになった。

肝臓組織細胞の全タンパク質数は数千に及ぶために本デバイスで一度に全タンパク質を分離検出することは難しいと推測される。そのため、標的スポットを明確に検出するためには、細胞中のすべてのタンパク質を展開するのではなく、いくつかの性質に基づいて分画したタンパク質サンプルを作製することが重要であると考えた。上期では、市販キットの中で、「タンパク質の可溶性性」をもとに分画するキットのうち ReadyPrep サンプルプリパレーションキット (Bio-Rad) の評価を行ない、それぞれの分画に特異的なスポットが多数検出できたが、過半数のタンパク質が複数の分画に見られたことから分画間でコンタミネーションが生じることを報告した。下期では上記以外の細胞小器官ごとの分画およびイオン交換膜を用いた分画方法の評価および検討を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質前処理、抽出、二次元電気泳動、タンパク質分離

【研究題目】 バイオIT融合機器プロジェクト
「タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発」

【中項目名】 タンパク質分離・検出チップの製作

【研究担当者】 横山 憲二、宮地 寛登、平塚 淳典、
篠原 祥二
(バイオニクス研究センター)

【研究内容】

数十マイクロンから百マイクロンオーダーのマイクロ流路を形成する電気泳動用マイクロチップの材質としては、シリコン、ガラス、石英などの無機材料、あるいはアクリル樹脂、PDMS、テフロン、ポリカーボネート、ポリスチレンなどのポリマー材料が主に用いられている。また、その作製方法としては、フォトリソグラフィとエッチング、切削加工、サンドブラスト加工などのチップ毎の直接加工や、金型を用いたレプリカ作製である成型加工が検討されている。今回のタンパク質分離のためのプロテインシステムチップ開発では、ディスプレイ的な使用形態を想定し、将来的な大量生産によるコスト

ダウンと品質の安定化への期待、並びに微少蛍光の光学的検出方法に適した基材の光学的透過特性などを考慮し、近年、種々のレンズや導光板などの光学部品の作製においても広く用いられている、ポリメチルメタクリレート (PMMA) の射出成型技術に着目し、マイクロチップ作製法として検討をおこなった。今回は、PMMA の射出成型法により2次元電気泳動チップ (第1回目試作) の作製を行い、マイクロチップ作製法としての適正を検証した。

下期では成型チップ構造の検討、特にジャンクション構造の検討を行った。一次元目に等電点分画、二次元目に分子量分画を用いたタンパク質の二次元ゲル電気泳動を、ユーザーがサンプルを導入するだけで、1チップ内で自動で実行し、検出することが可能となるチップ構造の検討を行っている。チップ内に、一次元目の電気泳動を行うための1本の流路とそれに対して垂直な方向に二次元目の電気泳動を行うための複数の流路を形成する必要があるが、一次元目の電気泳動を行う間は、二次元目の流路内の充填物が一次元目の電気泳動結果に影響を及ぼさないような構造をとることが求められる。よって、一次元目の流路と二次元目の流路は互いに物理的に独立した構造をとる必要があるため、チップ上での一次元目の流路と二次元目の流路の配置および、一次元目と二次元目のつなぎの部分 (ジャンクション部) の構造を決定することが重要である。

一般的に、ゲルを用いた等電点分画+分子量分画の二次元電気泳動に必要な操作を列挙すると、

- ① 一次元目の等電点電気泳動 (IEF)
 - ② IEF 終了ゲルの平衡化 (還元および SDS 化) 処理
 - ③ 一次元目の IEF ゲルから二次元目のゲルへ幅をもって泳動されてくるタンパク質を二次元泳動方向に濃縮した状態で展開
 - ④ 二次元目の分子量分画に基づいた電気泳動 (SDS-PAGE)
 - ⑤ 二次元分離されたタンパク質の染色 (可視化) および検出
- である。

チップ上でこれら全ての操作を自動で行うことが求められる。これらの内、ジャンクション部で行う必要があるのは、②の平衡化処理 (IEF により分離されたタンパク質を還元剤により変性し、SDS 溶液により負の電荷を帯びさせる)、③の濃縮機構 (通常は、pH の異なる二種類のゲル (濃縮ゲルと分離ゲル) を用いる)、および⑤の染色である。⑤の染色は通常のゲル板では二次元目の電気泳動終了後に行うが、染色工程 (ゲル内へのタンパク質の固定化 (タンパク質周りの SDS を除去) →ゲルを染色液に浸漬 (1時間程度) →タンパク質以外に付いた染色液の脱色 (2時間程度)) を自動かつ短時間でチップ内の複数の流路で行うことは困難と考えられるため、一次元目の電気泳動終了後、ジャンクション部で

検出感度の高い蛍光色素をタンパク質に標識する手法が必要となると考えられる。

ジャンクション部の構造を決める上で重要な事項は、上記の平衡化および染色工程が可能となる構造であることと、一次元目の IEF によって分離されたタンパク質を分離パターンを崩すことなく二次元目の複数の流路へ濃縮した状態で展開できる構造を有することである。平衡化および染色工程においては、基礎的な研究開発（条件検討）が必要なため、チップ外で検討を行い、各種条件（蛍光色素の種類、洗浄及び攪拌の有無、反応時間、反応条件、流路内への導入方法など）が決定次第、チップ上での検討を行う予定である。本検討では、一次元目の IEF ゲル内のタンパク質を二次元目の複数の流路へ濃縮した状態で展開するためのジャンクション構造（チップ構造）の検討を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオチップ、成型チップ、二次元電気泳動

【研究題目】 バイオIT融合機器プロジェクト
「タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発」

【中項目名】 マイクロ流路コーティング技術の開発

【研究担当者】 横山 憲二、宮地 寛登、小出 哲
(バイオニクス研究センター)

【研究内容】

近年、半導体技術を利用して微細加工したチップを開発し、様々な生体試料を観測する試みが盛んに行われている。これは、微量の生体試料を迅速かつ簡便に測定することを目的としている。この技術を応用したタンパク質の網羅的な解析は広く望まれており、その重要性は極めて大きい。本研究では、この解析を行うことを目的としたプロテインシステムチップの開発を行った。

プロテインシステムチップを開発するにあたり様々な検討課題があるが、本研究では様々な表面を基板上に形成し、表面とタンパク質の相互作用によるタンパク質の分離を検討した。本年度の研究開発の具体的内容について以下に示す。親水性、疎水性、カチオン性、アニオン性等を示す各種モノマーをプラズマ重合によって基板上に成膜し、成膜した重合膜の特性及び、安定性について調べた。また、通常の二次元電気泳動（自作によるゲル及び、市販のキット化されている方法）及び、市販のチップ電気泳動装置によるタンパク質の分離を行い、現状の問題点について検討した。さらに、各種のプラズマ重合膜でチャンネル内をコーティングしたチップを作製し、これを用いて電気泳動によるタンパク質の分離を行い、各種のプラズマ重合膜によるタンパク質の分離効果について検討した。本年度後期では、市販のチップ電気泳動装置としてアジレント2100バイオアナライザー及び、日立コスモアイ sv1220を用いて種々の条件検討を行うと

もに、タンパク質の分離を行い現状の問題点について検討した。また、流路内をプラズマ重合膜でコーティングしたチップを用いてタンパク質の分離を行い、各種プラズマ重合によるタンパク質の分離効果について検討した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 キャピラリー電気泳動、プラズマ重合、表面処理

【研究題目】 化学修飾剤による自己免疫機構と疾患発症の加齢依存性解明と新規治療法の確立

【研究代表者】 倉地 幸徳（古川 功治）

（年齢軸生命工学研究センター）

【研究担当者】 倉地 幸徳、古川 功治、岡田 知子

【研究内容】

化学修飾された蛋白質に対する免疫応答研究を年齢軸変化を視野に入れ展開した。本研究では免疫レパートリー変化に焦点を絞った研究を行うが、従来の方法論では限界があるため、研究推進に必須となる方法論の開発から始めた（配列解析を中心にした解析法と立体構造を中心にした解析法2つを開発した）。また、本研究は視点を化学修飾自己蛋白質に移すことにより自己免疫疾患と化学修飾剤との相関も精査できる。これは、これまでに余り進められていない新規性の高い着眼点と考える。

我々は、まず、前年度に引き続き、大量の B 細胞抗原受容体の配列解析を行い、その配列間の距離等を用いることで特定のレパートリーがどの程度多様であるか、数値評価する方法の確立と応用に注力した。配列間距離等により定義される多様度を3次元系統樹として視覚的に表示する方法、さらに、主成分分析を用いたレパートリー小集団間の多次元相関の分離と可視化等を行う手法の開発をコンピュータプログラムの作成も含め、ほぼ終了できた。これらを用いた研究から、化学修飾された蛋白質への免疫応答の強さは、過去の全く異なる免疫応答由来のメモリーB細胞が交差反応するか否かによって大きく左右されることを見いだした。つまり、ある化学物質に敏感か否かは、それまでの免疫履歴が大きく関与することを意味する。さらに、これらの解析法を用いることで、これまであまり注目されていなかった IgG サブクラス間でのレパートリー多様化の時間軸変化に大きな違いが観られることを見いだした。これは特に、抗体工学関連産業にとって重要な知見と言える。現在、その分子メカニズムの解明にも着手している。

また、これらの研究に関与して、抗体レパートリーを立体構造、特に、H鎖とL鎖の会合角度の違いにより分類する試みも行ってきた。その結果、マウスの抗体とヒトの抗体では会合角の分布が大きく異なることを見だし、その原因となるアミノ酸残基についての知見も得ている。ヒト化抗体作製における重要な要素技術となりうると考えている。

【分野名】 ライフサイエンス分野

〔キーワード〕 免疫応答、自己免疫疾患、抗体

〔研究題目〕 超高温水を利用した有機化合物の分離・検出技術の開発と化学標準分野への応用に関する研究

〔研究代表者〕 鎗田 孝（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 黒岩 貴芳、衣笠 晋一

〔研究内容〕

目標

高速液体クロマトグラフィー（HPLC）は不揮発性化合物の代表的な分離・検出手法であり、環境分析等幅広い分析分野でルーチ的に用いられている。しかし、同法は有機溶媒を定常的に用いる必要があるため、他の分析法と比較して環境への負荷が大きいことなどの問題点があげられる。そこで我々は、水を高温高压状態（超高温状態）にすると有機化合物の溶解力が増加することに着目し、超高温水を移動相に利用したクロマトグラフィー（超高温水クロマトグラフィー、SWC）の開発に取り組んだ。

研究計画

SWC 分離を行うモデル装置を試作しその性能を評価する。また、SWC 分離における保持挙動を検討する。さらに、SWC は有機溶媒を必要としないが故に、従来の HPLC では結合できなかった各種分析（検出）手法との結合も可能であると考えられたため、他の分析装置とのオンライン化によってこれまでの分析法では困難であった対象物質の分析も検討する。

年度進捗状況

SWC では使用するカラム充てん剤の高温での耐久性が問題となる。そこで、ODS-シリカゲル、ポリ（ステレン-ジビニルベンゼン）共重合体（PSDVB）、ポリブタジエン被膜ジルコニアなどの耐久性を評価し、SWC の充てん剤として PSDVB が有用であることを明らかにした。また、クロロフェノール類をモデル化合物として、移動相温度や圧力、pH が保持に及ぼす影響を明らかにした。さらに、水素炎イオン化検出法や190nm における UV 検出法など、通常の HPLC では適用が困難な検出法を SWC に適用した。ICPMS との接続においては、試作したのインターフェースの性能（感度など）を評価した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 クロマトグラフィー、高温高压水、超高温

〔研究題目〕 細胞外グルタミン酸濃度調節因子 addicisin による脳の慢性障害機構の解析

〔研究代表者〕 池本 光志

（年齢軸生命工学研究センター）

〔研究担当者〕 池本 光志、秋月さおり、宅森 将人、井上浩太郎

〔研究内容〕

「モルヒネ耐性依存現象」などに代表される「脳の慢性障害」（脳神経機能障害）は、正常な脳内で営まれる「神経可塑性維持機構」が何らかの理由により破綻して発症する。本研究では、脳の慢性障害発生機序の解明を目的とし、モルヒネ耐性依存形成因子として新規に同定した細胞外グルタミン酸濃度調節因子 addicisin（アディクシン：別名 GTRAP3-18）の分子機能の解明を試みる。

本年度は、下記解析を行い、addicisin の分子機能に関する基礎的知見を得た。

(1) マウス脳内における addicisin 発現プロファイルの解析

ウサギ抗マウス addicisin ポリクローナル抗体を作製し（株式会社トランスジェニックとの共同研究、商品化）、addicisin がグルタミン酸興奮性ならびに GABA 抑制性神経細胞等において遍的に発現すること、その発現量は年齢軸依存的に増加し、生後4週齢以後は一定となることを明らかにした。

(2) addicisin の分子生理機能に関する解析

PKC 活性化剤（0.1～10 μ M PMA、PDBu、Thymeleatoxin 等）や Ca^{2+} influx 誘導剤（90mM KCl、0.1～10 μ M A23187）等の処理により、addicisin が小胞体から細胞膜へ移行すること、また、この現象には Conventional PKC による addicisin の Ser18 残基のリン酸化制御が重要な役割を果たすことを見出した。さらに、addicisin の Ser18 残基を Ala18 残基に置換したドミナントネガティブ型 addicisin S18A 変異体を NG108-15細胞等の培養神経細胞株に過剰発現させた場合、野生型 addicisin と比して顕著な神経細胞死が誘導されることを明らかにした。以上の成果により、addicisin Ser18 残基のリン酸化制御の観点から、脳の慢性障害発生機序を解析することが可能となった。

〔分野名〕 ライフサイエンス分野

〔キーワード〕 年齢軸、addicisin、脳慢性障害、PKC リン酸化反応、神経細胞死

〔研究題目〕 理想連続波光源の開発

〔研究代表者〕 池上 健（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 稲場 肇、柳町 真也、大嶋 新一

〔研究内容〕

モード同期レーザーを利用した光周波数計測技術の進歩により、1オクターブ以上にわたる非常に広い波長域で、周波数の絶対値が確定した櫛（コム）状のスペクトルを発生することが可能となった。これを受け、本研究では、連続波光パラメトリック発振器（Continuous-wave Optical Parametric Oscillator=cw-OPO）等を用いた任意波長を発生可能な連続波光源の開発し、この光源を光コムと組み合わせることで周波数の絶対値を確定し、各種の精密計測に応用するための研究を行う。

平成15年度は、まず、cw-OPO を励起するための高出力固体レーザーの開発を行った。光コムへの cw-OPO の位相同期を世界で初めて実現し、「光シンセサイザー」実現への第1段階をクリアすることができた。また、モノリシック cw-OPO を Cs 原子の D1線である 895nm、D2線の852nm、Rb 原子の D1線の794nm に同調し、原子からの蛍光を観測することに成功し、これにより、cw-OPO を実際に任意の周波数に、3GHz の精度で同調することが可能であることを実証することができた。さらに、5%の MgO をドーブした LiNbO₃結晶を用いたモノリシック cw-OPO を制作して予備的な実験を行い、2W 励起時に100mW の高出力化を行った。

【分野名】標準

【キーワード】光周波数シンセサイザー、連続波光パラメトリック発振器、固体レーザー、任意波長発生

【研究題目】石油流量計現場標準器

【研究代表者】高本 正樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】寺尾 吉哉、嶋田 隆司、北見 大一（株式会社オーバル）、
小野 精悟（株式会社オーバル）、
小田 慎嗣（株式会社オーバル）

【研究内容】

現在、国内の石油コンビナート等で取引や石油税のために使用されている石油流量計は数万台と言われおり、これらの流量計は主に石油タンク等を用いて3ヶ月～2年毎に定期校正されている。現場の厳しい環境下でも高精度が維持できる基準用の流量計を開発すれば、校正の効率と精度の大幅な向上が可能である。そこで、本研究では、石油流量の国家標準の供給や現場標準器として使用できる高精度の石油流量計として、容積流量計にサーボ技術を利用し、容積式流量計の精度、再現性、長期安定性、測定範囲等を格段に向上させるための技術を開発することを目的とした。

まず、サーボ式容積流量計のモデル機を製作し、基礎的な室内実験を実施することにより各種パラメータの最適化を行った。これらの結果に基づいて、材質の選定や加工技術を検討するとともに、サーボ系の電子回路や制御ソフトを開発し、実用機の基礎となる設計を行い、サーボ系を含めた実用試験機を製作した。さらに、産総研が所有する世界最高精度の石油流量校正設備を用いて、実用試験機の精度や安定性等の諸特性を精密に評価することにより、新たに開発したサーボ式容積流量計の問題点を明らかにするとともに、実用化までの改良策を検討した。

【分野名】標準

【キーワード】流量計、石油流量、高精度

【研究題目】光波干渉式超高粘度測定装置の開発に関

する研究

【研究担当者】菜嶋 健司、小林比呂志
（計測標準研究部門）

【研究内容】

<目標>産総研において製作されていた装置を更に改良し、製品化することを目標とする。

<研究計画>本装置は、立方体状試料の下面を固定し、上面に平行な力を加えてずり変形を生じさせ、その際の微小な変位を計測することにより、粘弾性理論から粘度（超高粘度）を求める装置で、変位の計測方法等の製品化に向けた改良を行う。

<年度進捗状況>装置に以下の改善を加え、超高粘度測定装置のプロトタイプを作製した。

- (1) 従来の光波干渉式変位計に代えて、取り扱いが簡便で同等の精度が得られる変位計を採用した。
- (2) 試料を保持する板の材質をステンレスから、熱膨張を2桁以上小さく出来るインバーに代えた。
- (3) 温度制御方式をカスケード方式に変更し、試料温度を直接設定出来るようにした。

鉛について試験測定を行い、良好な結果を得た。

【分野名】ナノテク・材料・製造、標準

【キーワード】超高粘度、粘度測定装置

【研究題目】回転粘度計型レオメータの開発

【研究担当者】菜嶋 健司（計測標準研究部門）

【研究内容】

<目標>産総研で開発された外筒回転型共軸二重円筒回転粘度計のトルク測定感度の高さ、使い良さを応用し、高性能のレオメータを開発する。

<研究計画>回転粘度計、及び、回転粘度計型レオメータの計測要素であるトルク測定と回転運動発生機構にそれぞれ従来の装置に無い新技术を採用し、高性能の装置を開発する。

<年度進捗状況>モータドライバを制御用コンピュータの中に納め、装置構成もシンプルなものにした。装置の軽量化等、デザイン的な改善も行った。トルク測定用の電気回路の改善と平行して、ゼロ点トルクの安定性に関するデータ取得を行った。本装置は、円錐平板機構にも対応できるように考慮されており、その試作も進めた。本装置は、ソフトウェアによって様々な測定手法とその制御が可能のように設計されており、振動法を始めとする幾つかの測定法のプログラムを開発実装した。これにより、本装置の性能として、上記、ゼロ点トルクの安定性は10nNm のオーダーに留まっているが、積算等により、実質の測定感度として、2nNm の値が得られ、高感度測定を実現させることが出来た。

【分野名】ナノテク・材料・製造、標準

【キーワード】回転粘度計、共軸二重円筒回転粘度計、レオメータ、トルク測定

**〔研究題目〕周波数帯域制御衝撃加速度による加速度
センサ校正法に関する研究**

〔研究代表者〕梅田 章（計測標準研究部門）

〔研究内容〕

目標、現状での加速度計に関する計測は、ISO規格に基づいている。極最近振動加速度の国際比較が各国の標準研究所間で行われ、良好な結果が得られたと報告されている。一方、衝撃加速度については、ISO16063-11で振動加速度の場合と同様にレーザ干渉計による計測技術を基礎とする規格が作成されたが、以下に述べる基本的な問題がある。

- 1) 加速度計は通常共振周波数以下で用いられるにも関わらず、ISO規格では共振周波数による励起をどのように防ぐのかの記述がない。
- 2) 周波数特性の導き方の記述があるが、その前提となる動的線形性をどのように評価するかに関する記述がない。
- 3) 半導体加速度センサに見られるように、多軸の加速度センサの評価方法という産業界の緊急課題に対する回答が準備されていない。
- 4) 加速度がベクトル量であるということが、考慮されていない。

本研究は、ISO規格が抱える基本的欠陥に対して回答を出そうとする試みである。

研究計画、計画は3年度である。初年度にレーザ干渉計を導入し、発生装置を準備する。次年度は機械系を整備し、3年度に、全体の調整を図る。

年度進捗状況、衝撃加速度を用いて加速度センサを校正するためには、出来るだけ単純な既知の物理現象を用い、かつ産業界が必要とする範囲の衝撃加速度が必要になる。従来からの研究の蓄積によって得られている手法を改良する。その手法では、弾性波パルスが金属棒内部に発生させ、加速度センサを棒端面に取り付けてその端面で弾性波パルスが反射するときに発生する衝撃加速度を精密に計測した結果と、加速度センサの出力信号を比較する手法をとる。金属棒内部に弾性波パルスを発生させる方法は、円柱状の飛翔体を圧縮空気駆動させて、金属棒に衝突させる方法をとる。この方法では、 $100\mu\text{s}$ 程度の衝撃加速度が $200\text{m/s}^2\sim 105\text{m/s}^2$ の範囲で生成できるのであるが、周波数帯域が広すぎるという明らかな欠陥があった。本研究では、この欠陥の克服が当面の目標になっている。

そのための解決策は、飛翔体を多段にし、かつ格段の衝突時間を制御して、弾性波が線形であることを利用して、弾性波パルスを重畳させることによって弾性波パルスを合成すること、および単一の飛翔体によって発生させるパルスそのもの帯域を狭くすること、すなわちパルスの継続時間を長くすることである。

平成15年度は、そのための発射管を試作した。また、単一の飛翔体の衝突で従来の10倍のパルスの継続時間を

達成する方法について、見通しを得た。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕加速度センサ、衝撃加速度、校正、ISO規格の基本的欠陥

〔研究題目〕特許実用化共同研究開発費

石灰化誘導性たんぱく質フォスフォオリ
ン・コラーゲン複合体を用いた骨誘導
材料の開発

〔研究代表者〕植村 寿公

（年齢軸生命工学研究センター）

〔研究担当者〕植村 寿公、斉藤 隆史、野村しのぶ

〔研究内容〕

フォスフォオリンは歯の象牙質に含まれる蛋白質のうち、コラーゲンに次ぐ2番目に豊富なリン酸蛋白質である。セリン、アスパラギン酸リッチな蛋白質でありフォスフォオリンは生体内でコラーゲンと架橋結合しているものと、そうでないものが存在するが、フォスフォオリン-コラーゲン複合体はミネラル形成能を有することが見出された。以上の内容が特許として出願されているが、この実用化のため、周辺技術を固めるための技術開発を行った。

〔分野名〕ライフサイエンス分野

〔キーワード〕フォスフォオリン、石灰化、骨誘導材料

**〔研究題目〕自動車用反射型エレクトロクロミック調
光ガラスの開発**

〔研究代表者〕吉村 和記（基礎素材研究部門）

〔研究担当者〕吉村 和記、山田 保誠、岡田 昌久

〔研究内容〕

産総研では、透明な状態と鏡の状態にスイッチングすることのできる、光学特性に優れたマグネシウム・ニッケル合金薄膜を開発し特許申請を行っている。この新材料では、従来の材料に比べて大幅に可視光透過率を向上することに成功した。本研究では、このマグネシウム・ニッケル合金薄膜を自動車用の調光ガラスとして実用化するための研究を行った。エレクトロクロミック方式を用い、電気的に透明状態と鏡状態が切り替えられるようなガラスが実用できれば、自動車に用いることで、夏の駐車時にはガラスを鏡に変えることで、その温度上昇を大幅に押さえることができる。実用化への最も大きなキーポイントになる耐久性を向上させるための研究として、スイッチングを繰り返した時の薄膜構造の変化を詳しく調べ、界面の構造変化が劣化と大きく関係していることを見出した。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕マグネシウム・ニッケル合金、エレクトロクロミック、調光ガラス

〔研究題目〕角柱状酸化チタンを固定した3次元微細セル構造光触媒フィルターの研究開発

〔研究代表者〕谷 英治（基礎素材研究部門）

〔研究担当者〕谷 英治、木村 邦夫

〔研究内容〕

産総研の開発したスポンジ状の3次元微細セル光触媒用フィルターにアンデス電気株式会社が開発した角柱状酸化チタン光触媒を固定化し、光触媒では困難とされていた廃水処理に用いる。工業、農業、酪農、漁業等での廃水処理問題は、環境に及ぼす影響が大きく、これから大きな社会問題となるので、開発された製品を環境浄化市場に供給することを目的とする。

産総研の分担内容

産総研では、数種類の組成（Si/SiC、磁器質等）の3次元微細セルフィルターの製造を行い、フィルターのセル径、厚さ、反応装置の形状についての検討を行い、市販の酸化チタンをコーティングして、小型の廃水処理装置を作製し、メチレンブルー等での廃水浄化実験を行う。相手企業の分担内容

アンデス電気株式会社では、産総研基礎素材研究部門が作製した3次元微細セルフィルターに対して弊社開発「角柱状酸化チタン光触媒」の担持検討を行い、合成原料溶液組成、溶液塗布方法、熱処理方法等の条件を最適化する。またメチレンブルー水溶液や有機物含有水を用いた、廃水浄化実験を行う。

平成16年3月から開始で、平成15年度は1ヶ月のみであったので、アンデス電気株式会社と研究の打ち合わせを行った。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕酸化チタン、光触媒、スポンジ、炭化ケイ素、磁器質、3次元、角柱状

〔研究題目〕「Nano on MEMS」システム実現のため NEMS 加工及び製造技術

〔研究代表者〕永壽 伴章（機械システム研究部門）

〔研究担当者〕石田 敬雄、三宅 晃司、安藤 泰久、藤澤 悟、前田龍太郎、一木 正聡、村越 庸一、高橋 正春、矢部 彰*、松岡 芳彦*、山内 真*、水谷 亘**
（*マイクロ・ナノ機能広域発現センター、**ナノテクノロジー研究部門）

〔研究内容〕

（目的・計画）

MEMS は現在、製造分野における基盤技術として重要な役割を果たしている。本研究開発では、このマイクロメートルオーダーまでのスケールであった MEMS システムを有機材料や生体材料及びナノテクノロジーと融合することにより NEMS システムへ進化させ、革新的なシステムを構築し、新たな出口を開拓することを目的とする。従来の MEMS 技術の延長上にはない革新的な

NEMS 技術を生み出すためには、(1)自己組織化を中心にした新しいボトムアップ技術と(2)MEMS の高度化であるトップダウン的な組み立て技術の2つの方法を連携、融合することが不可欠であり、それにより従来は不可能であった新しい原理や機能に基づく実用化性の高い NEMS デバイス加工及び製造技術を確立することが可能になる。本研究の概要はこれらの技術を開発・展開するために、比較的大きな市場が期待できるナノ化学センサーを出口として

- (1) 有機分子や生体分子を利用したナノセンサーの要素技術構築
- (2) MEMS の超微細・高精度・高速3次元加工技術開発
- (3) MEMS 構造上への有機分子、生体分子ナノ形状構造体実装技術

の開発について重点的に研究開発を進め、新しい MEMS 加工法の創出にも力を注ぎかつ最終的にこれらの技術を総括し、ナノ化学センサーを作り上げる。各サブテーマの概要は以下の通りである。

- (1) 有機分子や生体分子を利用したナノセンサーの要素技術構築

本課題では溶液中の反応ではセンサーとして働く分子を本テーマ並びに課題3で作製する微小電極上に自己組織化させ、電流評価と光検出によって MEMS センサーとしての動作確認を行う。

- (2) MEMS の超微細・高精度・高速3次元加工技術開発
従来の微細加工技術は平面的加工であり、高機能発現に必要な奥行きのある（3次元的）加工が難しいため、この問題を克服しかつ「Nano on MEMS」の実現に向けて、MEMS に適切な奥行きのある（3次元的）微細構造を付与する加工技術開発を実施する。具体的にはオリジナル技術である、高集光長焦点深度ビームを用いた微細・3次元加工技術に、同時多点加工化により実用的な加工の高速性を付与する。

- (3) MEMS 構造上への有機分子、生体分子ナノ形状構造体実装技術

微小電気機械システム（MEMS）へナノレベルの構造や機能素子を高速かつ低コストの手法により実装化するための手法の開発を目的とする。開発技術としては、1)ナノ形状超微細構造体の成形技術、2)非シリコン系材料によるナノレベル機能実装技術とし、これに関わる加工及び製造技術としての基盤確立を行う。これによって、NEMS/MEMS 分野の次世代コア技術として期待される、多孔体基板や素子埋込基板等といった高性能電子基板を実現する。

（成果概要）

- (1) 有機分子や生体分子を利用したナノセンサーの要素技術構築

高感度な分子センサーを目指して、ナノ電極に分子を挟み込んだ電界効果型トランジスタすなわちナノ FET の試作を行った。絶縁性のアルキル基を Cu イ

オンで架橋して作製したナノ FET では低温でしか観察されないとされたクーロン振動的な電界効果が観察された。この場合には Cu イオンの酸化・還元が振動的挙動を生み出している可能性があり、高感度なイオンセンサーとしての可能性が示された。超高感度電流計測装置を導入し更に詳しい研究に着手した。

- (2) MEMS の超微細・高精度・高速3次元加工技術開発
独自に開発した高集光長焦点深度ビームを用いて長さや微細化を両立する点加工技術を、点加工サイズの更なる微細化、加工次元の拡大、加工の高速化に向けて開発を行った。点加工サイズを微細化するために、第四高調波(波長266nm)を出力できる「ナノ秒パルス Nd:YAG レーザー」を導入し、直径サブ μm の点加工を可能とした。

- (3) MEMS 構造上への有機分子、生体分子ナノ形状構造体実装技術

従来の半導体製造技術とは異なる、安価で容易な製造手法と期待されるホットエンボス成形を検討した。このための微細構造成形装置を購入した。ガラスのマイクロ成形を目的に、耐熱材料である GC をホットエンボス成形を型に使用することを想定して、FIB (Focused Ion Beam) による GC (Glassy Carbon) の加工を試みた。その結果、 $0.1\mu\text{m}$ レベルの3次元加工もでき、高アスペクト比加工も可能であることを確認した。さらに、FIB により加工した GC を高融点ガラスの成型用型として用い、微細形状の転写性を調べた。パイレックスガラスのホットエンボス成形を行い、 $1\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $0.3\mu\text{m}$ のラインアンドスペースの微細転写加工が出来る事を確認した。

[分野名] ナノテク材料製造分野

[キーワード] ナノ FET、高集光長焦点深度ビーム、ナノ形状構造体実装

[研究題目] 非酸化物系ファインセラミックス化学分析用標準物質の開発と供給

[研究代表者] 上蓑 義則 (セラミックス研究部門)

[研究担当者] 日置 昭治、野々瀬菜穂子 (計測標準研究部門)、柘植 明、森川 久 (セラミックス研究部門)、千葉 光一、岡本 研作 (計測標準研究部門)、小池 昌義、原田 泰 (成果普及部門)

[研究内容]

本研究は非酸化物系ファインセラミックスを代表する材料である炭化ケイ素微粉末について、世界初の化学分析用国家標準物質2種類の開発を目的に行うものである。本年度は昨年度までに作製し均質性を確認した標準物質候補試料2種類について、各成分の濃度を測定し、不確かさを見積もって成分濃度の値付けを行い、認証を得て認証標準物質を完成する。

主成分については全ケイ素を凝集重量 ICP-発光分析

併用法で、全炭素を今回装置開発した乾式燃焼重量法で定量した。微量金属成分については、アルカリ融解法と加圧酸分解法の2つの手法により分解し、同位体希釈質量分析法、ICP-質量分析法、ICP-発光分析法により、含有する19成分を定量した。微量非金属成分については、遊離炭素を燃焼-赤外線吸収法で、酸素を不活性ガス融解-赤外線吸収法で、ハロゲンと硫黄を熱加水分解-イオンクロマトグラフ法によりそれぞれ定量した。得られた各成分濃度について精査し、不確かさを算定して成分量を確定した上で、測定手法や結果のバラツキ値の大きさ等から、認証値と参考値とに振り分けた。両標準物質候補試料は、平成15年度末に行われた標準物質認証委員会において認証され、ファインセラミックス用炭化ケイ素微粉末 (α 形) 標準物質 (NMIJ CRM 8001-a)、同 (β 形) (NMIJ CRM 8002-a) を完成させることができた。両標準物質は平成16年度中には市販される予定である。

[分野名] ナノテク・材料・製造分野

[キーワード] ファインセラミックス、認証標準物質、炭化ケイ素、化学分析

[研究題目] 原子レベル界面制御・評価技術に基づく新規材料を用いた次世代電子デバイスの創製

[研究代表者] 藤森 直治

(ダイヤモンド研究センター)

[研究担当者] 1> 紫外発光デバイス: 大串 秀世、山崎 聡、斉藤 丈靖、小倉 政彦、渡邊 幸志、吉川 博道 (ダイヤモンド研究センター)
2> 界面磁性デバイス: 赤穂 博司、川崎 雅司、高木 英典、佐藤 弘、井上 公、澤 彰仁、山田 寿一 (強相関電子技術研究センター)
3> ピーポッド構造電子デバイス: 湯村 守雄、角館 洋三、畠 賢治、末永 和知、横井 裕之 (新炭素系材料開発研究センター)

[研究内容]

新規な材料を使ったデバイスの開発は、必ずしも従来の設計技術やプロセス技術に乗らないことから、開発の初期段階で大きな壁に突き当たることがある。そこで、本研究では関連するユニットのデバイス化に向けた研究を組織化することによって、相乗的にデバイス化のプロセッシングを高機能化し、実用化研究を加速する。ナノテク実験棟においてダイヤモンド研究センターが有しているデバイスプロセスを本研究全般のプロセスとして利用できるようにノウハウの委譲を進める。共通するデバイスへのアプローチを知識ストックとして共有し、他のデバイス開発でも展開できるよう標準化することで研究

開発の加速を図る。

- 1) nm の構造を持つデバイスの製作技術。特に、材料特性を生かすためには単純な2次元構造ではなく、3次元構造が必要であり、これに対応する製作技術を開発する必要がある。
- 2) 発見から間もない材料系を取り扱うために、少量や小型のサンプルを扱ってデバイス製作を行うために大きな困難がある。これらを共通的に解決できる know/how を蓄積する。

ナノテク・材料・製造分野の中ではデバイスを出口イメージとする様々な材料技術研究が進められているが、それらの中には産総研が突出した研究ポテンシャルを有している研究があり、デバイス化への研究環境を整えることで研究そのものの進展を加速することが出来るテーマがある。ここで取り上げる3研究センター（ダイヤモンド研究センター、強相関電子技術研究センター、新炭素系材料開発研究センター）は、材料の高機能化を中心として研究を進めているが、最終的にはそれらの材料の持つ特徴を発揮できるデバイスを開発することを指向している。本研究課題ではこうした研究基盤の上で、以下の3つのデバイスを3ユニットが取り上げて研究体制とした。

目標、研究計画、年度進捗状況

目標は以下の3つの新規デバイスのプロトタイプを作製しその機能を実証した上で、応用分野への適合性を検討することで、実用化への見通しを明らかにすることである。

- ①紫外光発光デバイス（ダイヤモンド研究センター）
- ②界面磁性デバイス（強相関電子技術研究センター）
- ③ピーポット構造電子デバイス（新炭素系材料開発研究センター）

各デバイスは3年の実施期間で実用化への見通しを明確にする。計画は次の通り。

15年度：材料レベルの課題の抽出と改良。評価技術の確立。

16年度：デバイス設計に向けたパラメーター取得ならびにプロセス設計。

17年度：デバイスの試作と課題の検討。応用分野への適合性検討。

15年度の各テーマの進展状況は以下の通り。

- ① 紫外光発光デバイス（ダイヤモンド研究センター）
紫外線非線形発光機構については、カソードルミネッセンスと、理論的な研究を並行して進め、系の化学ポテンシャル (μ) を決定する手法を確立した。30k では $\mu = 0$ に極めて接近しており、Bose-Einstein 凝縮 (BEC) が実現できる可能性が高いことが判明した。n 形ダイヤモンドの形成技術は発光デバイスに必須であり、P を含む有機化合物を原料として n 形ダイヤモンドが形成できることを確認した。また、ICP (誘導結合形プラズマ) エッチングによって、Al をマス

ク材料としてダイヤモンドの微細加工技術を確立した。nm スケールの加工技術として紫外発光デバイスの製造に利用できる可能性が明らかとなった。

- ② 界面磁性デバイス（強相関電子技術研究センター）
界面磁性デバイスである強相関酸化物スピントンネル接合素子の高品質化には、酸化物原子平坦接合界面における界面磁性を直接観察する手法の開発が極めて重要である。本年度においては、非線形磁気光学効果である磁化誘起第二高調波発生 (MSHG) を用いて、強相関酸化物の界面磁性を直接定量的に評価する手法を考案し、3種類の物質を積層して反転対称性を破った3色超格子を用いて原理検証実験を行い、その有用性を実証した。また、デバイスプロセス技術として、基板に段差を設けることにより表面析出粒子の出現を抑制する技術を開発した。この手法を用いることにより、(La, Sr)MnO₃/SrTiO₃/(La, Sr)MnO₃構造をもつスピントンネル素子の特性の再現性が飛躍的に改善することを示した。さらに、界面機能デバイスの探索として、SrTiO₃などのペロブカイト遷移金属酸化物を FET 動作させることに成功した。
- ③ ピーポット構造電子デバイス（新炭素系材料開発研究センター）

ピーポット構造電子デバイス素子構造の基礎となる、CVD 成長したカーボンナノチューブの超高度制御技術の要素技術を中心として研究開発を行った。①ナノチューブ成長用の各種超微粒子触媒金属の調製を行い、適切な成長条件を選択することにより、平均直径1、1.5、2ナノメートルのカーボンナノチューブの高密度成長に成功した。また反応炉中の雰囲気を微細にコントロールすることにより発現する、まったく新規な成長モードを発見し、基板上で従来の世界記録の1000倍にも達する超高密度成長に成功した。②①で開発された触媒をパターニングし、カーボンナノチューブのパターニング成長に成功した。③パターニング成長したカーボンナノチューブに電極を蒸着し、カーボンナノチューブ FET を実現した。④カーボンナノチューブの位置制御された切断技術を開発した。⑤適切な直径を持つカーボンナノチューブを選択切断技術により両端面を開け、端面からのフラーレンドーピング技術の開発に着手した。

[分 野 名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ダイヤモンド、発光素子、紫外発光、強相関、界面磁性、磁気光学効果、カーボンナノチューブ、分子デバイス

[研究 題 目] 技術の社会受容性研究ーリスク（便益）解析支援による環境リスク受容型へー

[研究代表者] 富永 衛（化学物質リスク管理研究センター）

[研究担当者] 東海 明宏、山口 治子、米澤 義堯、

(化学物質リスク管理研究センター)
佐藤 浩昭、田尾 博明 (環境管理研究
部門)

[研究内容]

1. 研究の目的・概要

プラスチック難燃剤の開発は、国の産業政策と安全政策、国際競争の面で極めて重要である。従来の臭素系難燃剤が、環境影響やリサイクルへの対応不適合、禁止又は忌避されつつあり、精力的な代替物開発(「新規難燃剤競争」)が行われているが、臭素系難燃剤を越えるものは未だ見つかっていない。他方、環境規制の厳しい北欧ではテレビ等の火災が、米国に比べ50倍も多いと言われているし、我が国も米国並みであるが、火災による総死者数は、圧倒的に多く、年間2000人で、交通事故死のほぼ5分の1と極めて大きなリスク要因である。その意味で、我が国における難燃剤の開発の意味は大きい。さらに、国際競争市場で未だ勝者がいない状況にあり、国際競争の面でも重要である。このため、臭素系難燃剤及びその代替難燃剤の新規物質についてリスクと効用の評価を行い、今後の難燃剤開発の方向性を提供する。

臭素系難燃剤が禁止または忌避されている理由は、環境影響とリサイクル性能であるが、確かに疑いは持たれているが、本当にどの程度リスクがあるのかは、判然とはしていない。また、新規代替物質の候補はかなり開発されているが、それらも現在は、難燃特性の面からのみ調べられているだけで、「非臭素系」ならいいというような、稚拙な考え方で、開発が進んでいる。

したがって、臭素系難燃剤の環境リスクがどの程度の大きさか、また、臭素系の中でも、すべてが駄目なのか、或いは、一定の条件を満たせば良いと判断されるのか、など、もっと積極的に検証される必要がある。また、開発されている代替品も、環境リスクの評価を早急に求められる。本プロジェクトは、当初は代替品開発も視野に入れたものであったが、既に NEDO プロジェクト等で、多くの代替品候補物質が上がってきている現状を考えると、この候補物質の中から選んで、リスクと効用の両面から比較をすることで、十分初期の目的を達成できると考えている。

本プロジェクトの研究領域としては、次の2つをあげることができる。第1に、臭素系物質の一部は今でも使われているので、環境動態解析では現状のモニタリングも有効だが、候補物質や新規物質については、ほとんどを予測に頼らねばならない。そのためには、構造活性相関などを積極的に利用するしかない。リスク評価手法の点でも、この研究は、新しい領域の開拓に踏み切ることになる。第2として、環境影響やリサイクル特性が key となっている物質の開発に、貢献できる。どちらかと言えば、事後評価に終始している

リスク評価から、先行リスク評価への移行を意味する。すなわち、事後評価のためのリスク評価から、事前代替品選択のためのリスク評価の手法を構築することとなる。

このためには、多くの関連部門との共同が必要となるが、すでに産総研内の環境管理、環境調和、エネルギー利用研究部門などで得られた研究知見を活用することで、大きな成果が期待できる。

具体的な研究項目としては、次の事項を予定している。

- ・評価対象物質(新規、候補を含む)の選定。臭素系物質についての、環境動態、特に室内汚染と、野外では鳥類等への濃縮を対象。候補物質の物性値収集。
- ・臭素系物質のリスク評価。候補物質のリスク評価のためのモデルの構築。
- ・臭素系の中の使用可能物質の選定、臭素系と、新規物質とのリスクと効用の評価。今後の方向性の明確化。

2. 平成15年度研究成果概要

今年度は、研究の枠組みの明確とデカブプロモジフェニルエーテルのリスク評価、ならびに代替品との比較、経済評価の予備的な解析を行った。結果は、データの更新とともに変化しうが、解析の枠組みに関しては概ね構築できたと考えている。特に、リスク評価に関しては、特に暴露解析を重視し、Source-receptor モデルを構築し、クリティカルパスを明確化するとともに、近畿地方を対象とした広域的暴露濃度の推定を行い、リスク評価のための暴露量の推定に見通しを得た。

[分野名] 環境・エネルギー分野

[キーワード] 難燃剤、臭素系難燃剤、リスク評価

[研究題目] 持続可能社会構築のためのフロン代替化合物の評価に関する研究

[研究代表者] 関屋 章 (フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター)

[研究担当者] 徳橋 和明、田村 正則、田中 克己、
忽那 周三、陳 亮、高橋 明文、
滝澤 賢二、杉江 正昭、内丸 忠文、
権 恒道、松川 泰久、水門 潤治、
近藤 重雄

[研究内容]

1) 目標

京都議定書は2010年前後を達成年とする短期的な評価により、温暖化抑制を目指している。しかし、持続可能社会の構築に向けた科学的な評価基準への取り組みの重要性が学会、産業界など各方面から強く要請されている。これに合った評価手法を確立し、持続可能社会構築を目指したフロン代替物の国際基準となりうるレベルにある総合的選択指針の構築に必要な要素技術の高度化と、総合評価のあり方を示すことを目標と

する。

2) 研究計画

持続可能社会の構築に基づいた新しい温暖化評価軸の下、温暖化の直接効果と間接効果、安全性評価、毒性評価、必要に応じて使用方法による温暖化の差の評価、他の環境影響の評価、回収・破壊技術等の消費エネルギー、省資源性、経済性等を代替物の評価に広く盛り込む。これら要素技術の完成度を高め、持続可能社会達成のための総合評価にこれら要素技術の活用を試みる。

3) 年度進捗状況

必要な評価項目を資源、環境、受容性に分類し、その評価要素技術、評価方法など検討を進めた。この中で、温暖化効果を時間変化に対して評価できる新指標 IWE (Integrated Warming Effect) と、燃焼性の安全性評価指数を表現できる RF2ファクターを提案した。IWE は温暖化効果の全てを表現できるようにするためにはまだ工夫が必要だが、温暖化評価は IWE の表現方法を軸にして、発展させる見通しを得た。RF2ファクターは RF ファクターを改良し、現実にあった評価指標とした。個々の評価要素技術についても測定方法、新たな化合物の測定などによる測定値の提供を含めて進展した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 代替物、総合評価、選択指針

[研究題目] 大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究

[研究代表者] 村上 祐 (地球科学情報研究部門)

[研究担当者] 村上 裕、稲崎 富士、石原与一郎、内田 洋、加野 直巳、川畑 晶、川畑 大作、兼子 尚知、木口 努、木村 克己、古宇田亮一、駒澤 正夫、斎藤 文紀、佐竹 健治、菅原 義明、杉山 雄一、関口 春子、高橋 雅樹、竹内 美緒、田邊 晋、玉生 志郎、中澤 努、中島 和敏、中島 礼、中塚 正、中野 司、名和 一成、西村 昭、長谷川 功、堀 和明、宮地 良典、牧本 博、村上 裕、宮崎 純一、山口 和雄、柳沢 幸夫、横倉 隆伸、脇田 浩二、渡辺 和明、渡部 芳夫、Bandibas Joel (職員38名、その他3名)

[研究内容]

大都市圏の地質災害軽減・環境保全に資するため、首都圏等の大都市圏の平野地域をモデルフィールドとして高精度の地質・地球科学・地盤工学・情報科学的研究による総合研究を実施し、大都市圏平野部の地下地質・構造の解明、大都市圏の地震動評価のための総合地下地質

データベースの開発、地震動の増幅特性の評価を行った。

1. 大都市圏平野部の地下地質・構造の解明調査に関連して、以下の(1)～(4)の調査研究を実施して成果をあげた。

(1) 沖積層・更新統の層序・堆積学的研究

ボーリング調査は、東京都葛飾区の新宿と高砂の2地点 (GS-KNJ-1: 70m 長、GS-KTS-1: 40m 長) と東京都江戸川区小松川 (GS-KM-1C: 再掘削、70m 長) で実施した。これらのコアと都土木技研所有の篠崎・水元公園の2本のコアについて、コア堆積物の岩相、生物化石相 (貝、珪藻、花粉)、放射性炭素年代、堆積物物性 (密度、帯磁率、土色)、力学特性、化学特性などを総合的に解析した。その結果、1) 沖積層は河川システム (~11000-10000yrBP)、汽水性のエスチュアリーシステム (10000-7000yrBP)、そして海性のデルタシステム (7000-0yrBP) の3つの堆積システムに区分できること、2) 堆積物溶出液の pH・EC、イオン組成が上記システム区分と調和的に垂直変化すること、3) 有楽町層相当の泥層でも過圧密を示すこと、などが判明した。

関東平野中央部で掘削した更新統のコア試料中のテフラについて岩石学的特徴を記載するとともに、模式地等のテフラとの対比を検討し、中期更新世の指標テフラ TB-8と Ky3、標高-100m 付近に分布する角閃石型テフラ群と秩父尾田蔦丘陵の角閃石型テフラ群とがそれぞれ対比できることを明らかにした。

また、埼玉県さいたま市の1地点 (100m 長) において、下総層群上部を対象としたオールコアボーリング調査とコアの観察・半裁処理を実施した。詳細分析は来年度に実施する。

(2) 沖積層・更新統の物理探査研究

葛飾区の2地点のボーリング地点で PS 物理探査を実施し、物理探査に必要な弾性波の速度構造を得た。そして埋没谷の形状評価と S 波速度構造解析を行うために、ボーリング地点付近の東西・南北の2ルートで反射法探査と微動アレー探査を実施した。データ解析は来年度になる。

重力について埼玉県草加地域で測点間隔50m 程度の精密調査を行い、埋没谷の微細構造を抽出した。その結果、アレー観測や S 波探査と整合する結果が得られた。調査の効率化には GPS 測量の高速化が課題であることも判った。

(3) 新第三系の層序・構造地質学的研究

第三系については、地表及び深層ボーリングの岩相解析と年代分析を実施し、1500万年前の庭谷不整合とそれを境とした地層区分の重要性を提唱して、層序・構造モデルの大枠を構築した。また、それに基づいて関東平野中央部地下の基盤岩上面におけるグラバーン構造の存在を示唆した。

(4) 沖積層の3次元図化

東京都葛飾区と足立区の土質ボーリング資料を約8,000点収集し、200mメッシュ毎に1,100点の資料を選定・数値化し、GISシステムを用いて解析した。沖積層基底礫層上面深度の空間分布を描写した結果、1) 足立区東部において>160/1000の傾斜を持つ埋没谷壁、2) 葛飾区南東部から足立区北東部に北西?東西方向に伸張する10mの高まり、そして3) 足立区東部において従来報告されているよりも低位の埋没段丘を確認することができた。また、深度30mから地表近くにかけて江戸川区から葛飾区東部にかけて伸張する砂嘴状の砂体を確認することができた。

2. 大都市圏の地震動評価のための総合地下地質データベースの開発として、

大都市圏の地震動予測に適用するために、総合地下地質データベースを開発する。そのために、まず、地質情報のメタデータの標準化と地質図データの標準化を行う。これらの地質情報の標準化は日本に留まる問題ではなく国際的な課題であり、また、地震動評価のためにはアジア諸国の都市域の情報も必要なことから、欧米アジア各国との協調のもとにこれを行う。次に、ボーリングデータの高度利用化を図り、地下断面の生成機能を持つボーリング・データベースを開発する。このモデル地域としては、均質なボーリングデータのある首都圏東部を採用する。最後に、地質情報を総合化し網羅的な検索・表示・解析を可能とするため、地質情報のインデックス情報（位置、キーワード）をG-XMLで標準化して集約する「地質情報インデックス・システム」を開発し一般に公開する。また、地質情報と地形・重力データ等の複数の地球科学データを統合して解析し新たな知見を生み出す統合解析処理を、高度化・汎用化し、「地質情報インデックス・システム」に組み込むための研究を行う。平成15年度においては、国際的な連携のもとに地質図データの凡例の体系化とデータ構造の標準化、ボーリングデータの標準の整備を行った。関連する地球科学情報の検索システム開発を目的としたメタデータ整備のためのクリアリングハウス・システムの評価・改良、G-XML形式の大量のデータを効率的に検索する機能を開発した。

3. 地震動の増幅特性の評価研究として、埼玉県草加市の柿木地域において、埋没谷の内と外、および、埋没谷壁付近において、その表層地盤の違いによる地震時の応答を観測するため、6地点からなる自然地震の定点観測アレーを構築した。公共施設を中心に、地盤の変化と定点地震観測の条件を満たす場所を調査し、地震観測地点の整備と地震計設置を行った。これまで、震度4程度までの複数の地震が観測されている。これらの比較から、サイト間の相対的なゆれ方の特徴が現われているのが確認された。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 平野、地下地質、地下構造、沖積層、更新統、埋没谷、ボーリング調査、物理探査、反射法探査、ハーフグラバーベン、地震動、増幅特性、観測アレー、データベース、地質情報、総合化、統合化、メタデータ、G-XML

[研究題目] 土壌汚染調査・評価・管理手法の開発

[研究代表者] 松永 烈 (地圏資源環境研究部門)

[研究担当者] 松永 烈、駒井 武、杉田 創、今井 登、寺島 滋、木村 克己、御子柴真澄、太田 充恒、丸茂 克美、辰巳 憲司、福嶋 正巳、飯村 洋介、澤田 章、田尾 博明、中里 哲也、徳永 修三

[研究内容]

1) 地質調査・モニタリング技術

地質調査技術の開発では、東京都江東区、江戸川区およびその周辺地域における自然由来の化学物質のバックグラウンドを評価するために、河川堆積物や地下水の化学特性の検討を行った。その結果、河川堆積物からは過去の影響が認められる重金属高濃度地点が存在することなどが分かった。モニタリング技術の開発では、土壌中の重金属類の原位置簡易測定法と化学形態分析法の開発を進めた。

2) 浄化処理技術の開発

界面動電法、抽出剤を用いた抽出法等の室内実験を継続し、除去効率の向上を図った。界面動電法の開発では、電解槽のpH制御の影響を検討するとともに、人工的に汚染させた黒ボク土を用いたヒ素浄化実験を行った。抽出剤を用いた浄化法の開発では、実汚染土壌の重金属類や有機体炭素の含有量等を調べるとともに、一部の土壌について元素ごとに抽出特性の解析、洗剤による土壌浄化実験を行った。重金属を積極的に蓄積する植物（ハイパーアキュムレーター）について、カドミウムを含有する実汚染土壌を用いたスクリーニングを行った。

3) リスク評価

土壌・地下水の汚染評価のため、汚染土壌を起点とした人の曝露とリスクの概略モデル（一般的な暴露条件を想定した評価）を作成した。また、汚染土壌からの有害化学物質の溶出、土壌への吸着性などに関する環境パラメータを取得するとともに、実汚染サイトの調査に基づいて、暴露経路、暴露条件、暴露ファクターの基礎的な検討を行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 土壌汚染、リスク

[研究題目] 高濃度オゾンによる炭化ケイ素 (SiC)

の酸化とデバイス特性評価

【研究代表者】野中 秀彦（極微プロファイル計測研究ラボ）

【研究担当者】野中 秀彦、黒河 明、福田 憲司、小杉 亮治

【研究内容】

目標

既にシリコン酸化膜においてデバイス水準の界面・耐電圧特性が得られることが実証されている高濃度オゾン酸化法により、SiC において従来目標の次世代となる超1kV 級の高耐電圧デバイス用の高品質酸化膜を得ることを目標とする。本研究では、研究ラボが有する高濃度オゾン酸化技術及び計測技術とパワーエレクトロニクス研究センターが有するデバイス作製・評価技術を融合することにより、SiC パワーデバイスのさらなる高性能化を目指す。

研究計画

平成14年度では、既に開発が進んでいる高濃度オゾン対応シリコン酸化炉を原型として、SiC 酸化に必要なより高温の酸化条件に対応した酸化炉の設計を行い、ユニット共同で装置開発を行なった。さらに本ラボにおいてオゾン供給条件の最適化のためのレーザー光を用いたオゾン濃度分布のその場測定技術を開発した。平成15年度（最終年度）は、開発した酸化炉を用いて、研究ラボで進める SiC 基板上での平面・垂直オゾン濃度分布の解析を取り入れた試料合成を行い、センターにおいて SiC MOS デバイスの作製とその電気的特性評価を行った結果を用いて、高信頼性酸化膜作製のためのプロセスの最適化を行う。

年度進捗状況

平成14年度に開発し、酸化温度の大幅な低下や良好な耐電圧特性の酸化膜が得られた SiC オゾン酸化炉について、平成15年度は供給オゾンの流速の増大や試料加熱用均熱体の材質を不透明石英とするなどの最適化を行なった結果、MOSFET 作製に必要な12mm 角基板上に1, 150°C以下の低温条件で、50±5nm の酸化膜を30分以内に成長することに成功した。ラボで作製した酸化膜は、センターにおいて MOS キャパシタ構造による電気的特性評価を行なった結果、ドライ酸化では従来にない低い界面準位密度が得られ、良好な酸化膜/SiC 界面が形成されていることを確認した。これらの成果に基づき、MOSFET 作製プロセス中のゲート酸化工程において超高濃度オゾン酸化を導入して得られた MOSFET のチャネル移動度を測定した結果、ドライ酸化膜の上限値である約 $5\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を超える $10.5\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 以上の大きな値が得られた。同 FET はドレイン電流の立ち上がりも早く、チャネル移動度が最大値となるゲート電圧において十分に大きな値となっており、デバイスとしての実用性も確認できた。今後は、オゾン供給方法や SiC 基板加熱方式を改良し膜厚の均一性を±5%以内に高めることと、

信頼性向上の確認が課題である。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】オゾン、SiC、酸化膜

【研究題目】多次元情報飛行時間質量分光法（Super-TOF）の開発

【研究代表者】大久保 雅隆（極微プロファイル計測研究ラボ）

【研究担当者】齋藤 直昭、浮辺 雅宏、黒河 明、茂里 康、絹見 朋也、久志野彰寛、溝田 武志、陳 銀児

【研究内容】

飛行時間型質量分光法は、プロテオーム解析、ポストプロテオーム解析において中心的役割を果たしている。原理的に分析可能な質量範囲に制限がない、あるいは広い分子量範囲を同時分析可能という特徴を有している。しかし、主要コンポーネントであるイオン化とイオン検出の双方においてイオン化率、イオン検出量子効率不明であるため、意味のあるのは分子量の一次元情報のみである。そこで、イオン量やイオンの運動エネルギーといった多次元情報の計測により、原子から DNA のような巨大分子までカバーし、真の分子量分布の計測を可能とする計測ツールを構築する。

計測ツールを構成するコンポーネントとして、原理的にイオン検出量子効率が分子量、分子種によらず100%を担保できる超低温イオン検出器、定量分析に適したインクジェットイオン源、イオン光学系のコンポーネント開発を行い、多次元情報質量分析装置として統合する。

本年度は、各コンポーネントの原理実証を行った。検出器ではフォトリソグラフィ技術により、イオン検出用超伝導検出器を作製し、Ta クラスタイオンを模擬イオンとして、100kDa までのイオン検出に成功した。イオン源では、直径数10 μm 液滴を真空中に導入可能なことを実証した。イオン光学系では、イオン軌道の計算を行い、リフレクトロンを有する質量分離部を作製した。

【分野名】社会基盤（標準）

【キーワード】飛行時間質量分光法、超伝導検出器、イオン源

【研究題目】オゾンの励起状態制御による超低温酸化装置

【研究代表者】野中 秀彦（極微プロファイル計測研究ラボ）

【研究担当者】野中 秀彦、一村 信吾、黒河 明、中村 健

【研究内容】

目標

本ラボ独自の技術に基づき発生した100%オゾンの光励起による200°C以下の温度領域における超低温酸化技

術を開発する。そのために、大面積基板移動機構とオゾン光励起部が一体となった超低温オゾン酸化炉による大面積基板の超低温酸化技術を開発する。

研究計画

平成14年度においては、既存の装置を用いて、オゾン光励起のシリコン低温酸化における効果を明らかにし、酸化条件の最適化のための基礎データの取得を進めた。さらに、大面積酸化用光例起光源を決定・取得し、ビーム均一性を評価した。平成15年度（最終年度）においては、プロトタイプであるオゾン励起状態酸化装置を開発する。本装置は、大面積試料の超低温酸化用の酸化炉であり、オゾン酸化炉本体のほかに、レーザ光照射領域調整のための光学系と試料移動機構を装備するため、それらの実現のための装置の試作を進める。並行してレーザ光照射オゾン酸化の最適条件の確定を行い、このために、励起状態原子状酸素のプロセス中の濃度推定手法を開発する。作製したオゾン励起状態酸化装置に最適条件を適応し、オゾン励起状態制御による大面積試料上へのシリコン酸化膜の超低温作製技術を開発する。

年度進捗状況

平成15年度は、平成14年度予算で購入した高繰り返しエキシマレーザーをオゾンの励起源とする基板移動型超低温酸化装置を試作し、オゾン供給量、基板移動速度などの酸化条件の最適化を進めた。その結果、200℃以下の低温条件において0.5cm 毎分の移動速度で膜厚2nm超の酸化膜を8インチ基板上に超低温連続作製することが可能となった。さらに、NEDO 再委託費「超高濃度オゾン活用の高品質 Si 酸化膜低温形成技術と装置の開発」の下で、励起状態酸素原子のオゾンからの生成率の見積もり法を確立し、膜成長条件の最適化の指針を得た。これらの結果、プロトタイプの作製に必要な技術要素のうち、オゾンの光解離による励起状態酸素の高効率生成、基板移動による大面積連続酸化までを解決することができた。今後は、光照射光学系を改良することによる成膜速度の増大と MOS キャパシタ構造による電気的特性の測定に基づく膜質の高品位化の両立が課題である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 オゾン、光励起、低温酸化

【研究題目】 エアロゾルデポジション法によるマイクロ超音波源の開発

【研究代表者】 明渡 純（機械システム研究部門）

【研究担当者】 マキシム・レベデフ、佐藤 治道、中野 禅、芦田 極

【研究内容】

本 PJ では、エアロゾルデポジション法（AD 法）が圧電厚膜を接着剤などを介さずに金属部材上に直接形成できるという特徴を生かし、高性能かつ安価な微小超音波源、アクチュエータデバイスのプロトタイプ試作に取り組み、その有効性を実証する。

超音波発生源として高周波応答可能な高い機械的 Q 値をもつ圧電厚膜の材料、成膜条件を検討、100 μm 数 mm 角の微小超音波発生装置を試作した。その結果、Si 基板上での超音波源としての動作を確認、基板上に展開された液膜中の微粒子が超音波の照射により凝集・分散する現象を発見、圧電膜や電極パターンの形成により、液中微粒子のハンドリングに成功し、μ-TAS 等への応用に関する特許を出願した。

次にアクチュエータ駆動源としてのプロトタイプを試作し有効性を検討した。その結果、従来 Si エッチング加工で作製された振動共振型圧電トランスducer用の Si 梁構造体に、エアロゾルデポジション法で厚さ3~6 μm の PZT 厚膜を直接形成、圧電振動子のデバイス性能として共振周波数30kHz 以上、機械的 Qm=400~600 を達成し、連続動作（ファティグテスト）で10¹⁰回以上の特性安定性、低い温度依存性を確認した。さらに同様の構造を Si 部材より安価な SUS 構造上で実現することを目標に、成膜条件を最適化し、500℃のプロセス温度で実用検討可能な圧電特性を実現、エッチング加工で形成された SUS 微細構造をベースにしたマイクロ光スキャナーデバイスをプロトタイプとして試作した。高価な Si 微細加工技術を用いなくとも、SUS ベースの従来精密機械加工技術との組み合わせで高性能なデバイス作製を容易にできることを実証できた。

また、上記のプロトタイプの用途拡大、実用化加速を前提に、メタルベース MEMS というコンセプトを提案、これを実証推進する意味で、マイクロプレス機を用いてマイクロ構造を高効率かつ高精度に加工する技術の開発に取り組んだ。これにより精度の高い微小金属構造部材や圧電膜、電極層との一体構造を安価に成形する手法を検討した。実験に用いたマイクロプレスはプレス能力1kN の手のひらに乗るサイズ・重量であり、金型はマイクロプレスに装着可能なサイズ（底面寸法30mm×30mm、閉じ高さ50mm）である。打ち抜き形状は、先述のプロトタイプデバイスで設計された幅200 μm、長さ1.5mm のスリットを2つ並べ、間に幅100 μm の梁を残す形状となっている。実験の結果、プレス加工一般に用いられている銅系材料はもとより、高硬度な鋼材の薄板（HV400）についても精度良く加工を行うことが出来た。この結果より、マイクロプレスを用いてマイクロ構造を製作可能であることを確認した。

【分野名】 ナノテク材料・製造

【キーワード】 エアロゾルデポジション、MEMS、超音波、マイクロアクチュエータ、圧電材料

【研究題目】 炭化水素を燃料とした小型固体酸化物形燃料電池の開発

【研究代表者】 日比野 高士（セラミックス研究部門）

【研究担当者】 日比野高士、平林 大介

〔研究内容〕

燃料電池の小型発電機への応用には、これまで固体高分子形燃料電池（PEFC）が有望視されてきたが、最近になり固体酸化物形燃料電池（SOFC）もその有力な候補として検討されるようになった（米国 DOE では SECA、EU では FP5、民間では BMW）。これは SOFC が PEFC に対して寿命が長く信頼性が高いこと、比較的安価な材料を使用できること、及び水素以外にも炭化水素・アルコールを燃料ガスとして直接使用できることによる。ただし、従来までの SOFC ではセルデザインがあまりに複雑であるために、振動などの機械的ショックや温度の上げ下げに伴う熱的ショックによりセラミックス部材が破損する危険性が非常に高かった。そこで、我々は SOFC セルデザインを単純化するために、燃料ガスと空気を分けることなく、それらの混合ガス中で発電できる単室式 SOFC を世界で初めて考案し、その性能を高めるための材料開発を行ってきた（2000年に Science 掲載）。本ハイテクものづくり PJ では、これまでの研究成果をもとにして実用レベルで求められる性能とサイズを満たす単室式 SOFC のデモ機をイビデンと共同して試作することを目的とした。

我々が開発した単室式 SOFC の特長は①炭化水素燃料を直接使用できる、②セルデザインが単純である、③ガスセパレーターやガスシール部材が不要である、④電解質を薄膜化することなく二つの電極を印刷技術で近づけるだけでオーム抵抗を低減できる等が挙げられる。これにより、従来の二室式 SOFC より小型・軽量でポータブル性に優れたセルスタックを構成することが可能になる。そこで、これらの特長を活かして H15年度には、14年度までの基礎データをもとに、小型燃料電池を試作し、コードレスファンヒーター用発電機としての評価を行った（容量1-10W）。

年度進捗：H15年度として電解質対面電極配置のデモ機を試作するために、これまでの基礎データをもとにして目標とする容量が達成できるようなセルスタックの設計を行った。また、その試作を現在共同研究を行っているイビデン株式会社に委託した。現時点での進捗状況は、そのスタックをファンヒーターに搭載して、発電特性や長期安定性試験を行っている段階である。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 固体酸化物形燃料電池、低温作動、炭化水素燃料、デモ機

〔研究題目〕 スーパーインクジェットによる環境適応型デバイス製造技術

〔研究代表者〕 村田 和広

（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究内容〕

市販の産業用インクジェット装置は、生産性を重視しており一度に多量の液が必要である。メンテナンスに多

くの時間を要する。研究用途としては、生産性よりはむしろトライアンドエラーの効率性を重視した、簡便かつ高精度な装置が望まれる。従来の研究開発用インクジェット装置よりも一桁以上精細な超微細インクジェット装置のプロトタイプの実現を目指す。

本 PJ では研究用超微細インクジェット装置を試作し、研究用として使いやすい約100mm 角の大きさの基板に対し、パターンニング可能な装置の開発を進めた。位置合わせ精度0.1μm、ステージ移動速度100mm/sec、のステージと、表面に凹凸がある基板に対しても精密な位置あわせができるように、高さ情報の読み込みによる Z 軸制御を備える。こうした工夫などにより描画の安定性を向上させ、研究開発用装置のプロトタイプを開発した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 超微細インクジェット、ミニマルマニユファクチャリング、微細配線形成、マイクロパターンニング、研究開発用プロトタイプ

〔研究題目〕 超低消費電力・デジタル対応フィールドエミッション TV の試作開発

〔研究代表者〕 長尾 昌善

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 金丸 正剛、松川 貴、長尾 昌善、田村祐一郎、山内 洋美、佐長 裕

〔研究内容〕

（目標）

単結晶シリコンエミッタを搭載した低消費電力・高精細の次世代 CRT（FE-CRT）の開発

（研究計画）

単結晶シリコンエミッタの長寿命化を図り、それを電子源とする CRT-TV を試作する

（進捗状況）

長寿命化のための方法として、シリコンエミッタを HfC で被覆する方法を開発し、9000時間以上の直流動作を行い電流減少することなく安定して動作することを示した。また、電子源の高密度実装や HfC 被覆により、大電流動作が可能となり、従来の熱陰極より1桁程度電流密度の高い10A/cm²以上を達成した。

さらに、電界放出電子源を従来の熱電子源を用いた CRT 作製プロセスに導入する場合の課題抽出と解決策の検討を行った結果、10インチの FE-CRT を試作しモノクロ映像を出すことに成功した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 フィールドエミッタ 次世代 CRT

〔研究題目〕 糖鎖を活用した有害蛋白質検出技術の実証

〔研究代表者〕 箕浦 憲彦（先端バイオエレクトロニクス研究ラボ）

〔研究内容〕

感染症に関わる有害な蛋白質を、生体の感染機構を巧みに利用したセンサーによって、高感度に迅速に検出することを目的に研究を行っている。感染性因子が、生体の細胞表面に存在する糖鎖に結合することに着目し、この感染機構を模倣して感染性因子を高感度に検出する研究を展開している。天然の糖鎖を模倣した糖鎖を化学的、酵素的、ケモエンザイムの効率高く合成を行い、センサーチップ上に、固定化する。本年度は、ガラクトースを認識部位に有する糖誘導体を合成し、これをセンサーチップ上に固定化した。標準糖結合性蛋白質である RCA120レクチンを用い、該糖鎖チップの有効性を表面プラズモン共鳴 (SPR) 装置により評価した。その結果、再現性よく高感度に RCA120レクチン蛋白質を検出することができた。また、金コロイド微粒子に先の糖誘導体を固定化し、糖で表面がクラスター状に被覆された微粒子を作成した。この微粒子は、室温で半年以上放置しても、自然凝集しないほど安定であり、ここで設計した糖誘導体が、金微粒子の安定性に有効であることが実証された。作成した糖被覆コロイド微粒子に、先述のレクチン蛋白質を加えたところ、凝集反応が生じたことを明らかとした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 有害蛋白質、SPR、センサー、糖、粒子

〔研究題目〕 光制御バルブを集積化した高度ゲノムアクセスチップの実証

〔研究代表者〕 脇田 慎一 (ヒューマンストレスシグナル研究センター)

〔研究担当者〕 脇田 慎一、永井 秀典、入江 隆、岩橋 均

〔研究内容〕

光触媒材料と光応答性ポリマーから構成されるチップにおいて、光による表面ぬれ性制御技術を発見し、新規の光制御型微小流体バルブを開発した。光制御スイッチングバルブ機構の解明を行い、光感応性樹脂の構造・組成や波長依存性等について最適化し、微小バルブのぬれ性制御の迅速化及び高レスポンス化を実現した。さらに、産業化を想定し、第1次チップ試作として、PDMS チップの射出成形用の鋳型について設計・開発を進め、256個の光制御バルブを集積化したチップのマスターを作製し、溶液導入ポート用ピン高さ等の射出成形の条件を決定し、さらなる高集積型チップ作製への見通しを得た。さらに、DNA の固定にチップ表面にカルボジイミド法の予備検討を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス、ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロ流体システム、表面物性、光制御、バルブ、オンチップ化

〔研究題目〕 アクティブターゲティング用新規 DDS ナノ粒子の作製

〔研究代表者〕 山崎 登 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 山崎 登、大黒 伸行、鶴嶋 英夫、小島 周二

〔研究内容〕

本研究で目指す DDS (ドラッグデリバリーシステム) のプロトタイプは、以下の2種類のアクティブ・ターゲティング (能動的・標的指向性) 機能を有する新規な DDS ナノ粒子である。①死亡率第一位である癌疾患の治療に有効な薬剤を封入した標的指向性 DDS ナノ粒子と、②中高年者の罹患率が高い炎症性疾患、並びに、続発的に炎症を引き起こす疾患の治療に有効な薬剤を封入した標的指向性 DDS ナノ粒子である。従来技術ではパッシブ・ターゲティング (受動的・標的指向性) 用 DDS ナノ粒子が開発されてきたが、本課題で目指す上記のアクティブ・ターゲティング用新規 DDS ナノ粒子ができれば世界初であり、市場規模の大きいナノテク医療分野の産業競争力強化に貢献できる。

本研究 (平成15年度) では、癌や炎症性疾患治療用アクティブ・ターゲティング機能を有する新規な DDS ナノ粒子の作製に成功した。そして、炎症性疾患モデル動物として、眼炎症モデルマウスを作成し、上記の標的指向性 DDS ナノ粒子が炎症疾患組織へ選択的にアクティブ・ターゲティングされることを実証した。その結果、炎症性疾患全般 (脳炎、網脈絡膜炎、肺炎、肝炎、関節炎など)、並びに、続発的に炎症を引き起こす疾患 (悪性腫瘍、リウマチ、脳梗塞、糖尿病、アルツハイマー病など) の治療に応用可能な DDS ナノ粒子製剤開発が可能となった。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ドラッグデリバリーシステム、アクティブ・ターゲティング、DDS ナノ粒子、癌治療、炎症性疾患治療

〔研究題目〕 3次元ステージチップの作製

〔研究代表者〕 安藤 泰久 (機械システム研究部門)

〔研究担当者〕 藤澤 悟、三宅 晃司、池原 毅、松本 壮平

〔研究内容〕

〔目標〕

既存の走査型プローブ顕微鏡 (SPM) の PZT スキャナの代替技術として、あるいは位置決め用のステージとして、高速・ノーヒステリシス動作を可能にするマイクロ3次元ステージを開発することを目標とする。

〔研究計画〕

MEMS (micro electromechanical systems) 技術において一般的に用いられている楕形静電アクチュエータを用いて、ステージを支えるサスペンションの形状を一部変更することで、基板に対して垂直方向の動作を容易

に実現する技術を開発した。それを3次元に拡張することで、シリコン基板上に3次元動作を実現するステージを作製することが可能になる。開発課題としては、ステージの構造の最適化の他に、SPM などへの組み込みを容易に行えるようにすること、バッチプロセスによる傾斜構造体の作製技術の開発がある。

[年度進捗状況]

本研究課題の開始前には、垂直動作のために角度が異なる2種類の傾斜構造体（斜めの板ばね）が必要であった。それを1種類の斜めの板ばねによって、3次元の動作を実現する構造を開発した。傾斜構造体の角度が1種類になったことで、基本的に2回のプラズマエッチングだけで3次元ステージを作製することが可能になり、製造プロセスの簡素化に成功した。SPM などへの組み込みを含めた実装技術に関しては、セラミックスプレートと金属電極プレートからなるチップ用アダプタを開発し、素手でも容易に扱えるようにした。また、チップ用アダプタは、チップを組み込んだ状態でステージを加熱できる構造になっている。

[分野名] ナノテク・材料・製造分野

[キーワード] MEMS、走査型プローブ顕微鏡、
静電アクチュエータ、位置決めステージ

[研究題目] 有機無機ハイブリッド材料による VOC センサデバイスの作製

[研究代表者] 松原 一郎（シナジーマテリアル研究センター）

[研究担当者] 村山 宣光、申 ウソク、伊豆 典哉

[研究内容]

リアルタイムモニタリングが可能で、高いガス選択性及び感度を持ち、低温で作動する揮発性有機化合物（VOC）センサデバイスには大きなニーズがあるが、現在市販されているセンサ機器において、これらをすべて満たす製品はない。本研究では、VOC ガスに対して高い選択性を持ち、リアルタイムモニタリングが可能な有機無機ハイブリッド材料（ PPy_xMoO_3 ）を用いた VOC センサデバイスのプロトタイプ作製を目標とする。平成15年度は、1) PPy_xMoO_3 の薄膜化技術の開発、2) 薄膜の微細構造制御による高感度化に取り組んだ。以下に進捗状況を示す。

- 1) 基板として LaAlO_3 を選択すること、 $\text{Mo}(\text{CO})_6$ を固体ソースとすること、酸素をキャリアガスとすることを特徴とした CVD 法により高配向 MoO_3 薄膜を成長させ、ここに化学的手法で PPy をインターカレートするプロセスを開発し、 PPy_xMoO_3 薄膜の作製が可能となった。
- 2) 1) で開発したプロセスにおいて、CVD 法による MoO_3 薄膜の成長条件を変化させることで、微細な結晶粒子（現状50~200nm）からなる MoO_3 多孔質薄膜の作製に成功した。これに PPy をインターカレート

した多孔質薄膜試料において、代表的な VOC ガスであるホルムアルデヒドガスに対して、緻密な薄膜に比べ5倍程度の感度向上を達成した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] センサデバイス、有機無機ハイブリッド材料、揮発性有機化合物

[研究題目] 火薬類及び火薬原料危険物の火災等に対する安全性評価試験方法

[研究代表者] 藤原 修三（爆発安全研究センター）

[研究担当者] 岡田 賢、秋吉美也子、松永 猛裕

[研究内容]

本研究は、火薬類及び火薬原料危険物が火災等にあつた際の安全性を事前に評価できる試験法を開発することを目標としている。特に、近年、普及しつつある硝酸アンモニウム系爆薬の中間体（以下、爆薬中間体と略す）を大量輸送することを想定し、国内で実施可能な安全性評価試験法を開発することを目的とする。現状では、このための試験法を国連危険物輸送専門家委員会が検討しており、米国は約40Lの試料量を要する試験法を提案している。これに対して、多くの国は実施できないため、より少量の試験法が開発が期待されている。そこで、最終的には1L程度の試料量で行う試験法を JIS 化・国際化することを目指している。このために、段階的にスケールアップし、計測技術および項目の標準化を検討する。今年度の主な成果は以下の通りである。①爆薬中間体をラボスケールで調製する技術を確認した。②爆薬中間体の熱分解挙動を mg スケールで詳細に調べた。③米国提案では試験中に爆薬中間体の状況を観測することができない。そこで、ガラス製容器を用いて実際の試験に近い条件下で実験を行い、爆薬中間体の状況を観測することに成功した。④200mL 容量の試験容器を作成し、火災状況下を模擬した加熱下での状態計測（温度、圧力、化学変化等）を行うことができる試験法を開発した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 火薬類、安全性評価、輸送安全

[研究題目] グラファイト及び炭素材料の結晶構造の評価試験方法

[研究代表者] 岩下 哲雄（エネルギー利用研究部門）

[研究担当者] 岩下 哲雄、袖岡 賢、羽鳥 浩章、
吉澤 徳子、丸山 勝久

[研究内容]

鉄・アルミニウムの熔融電極、原子炉用材料、放電加工用電極などの工業基盤材料やリチウムイオン二次電池、燃料電池などの電極材料として用いられているグラファイト（黒鉛）および炭素製品の性能は、結晶性に強く影響を受けることが知られている。炭素材料の結晶性の評価方法としては学会および旧・工技院が X 線回折データチャートの机上の手計算で解析する手法を独自に制定

した。このような評価方法の基準は欧州にはなく、また米国においては簡易方法が存在するだけである。

日本の炭素材料工業界は、全世界の炭素材料工業の売上の約1/4（1000億円）を締めており、原子炉用材料、放電加工用電極などの特殊炭素製品、電池の電極材料および炭素繊維が得意分野である。このような炭素製品の性能は、炭素材料の黒鉛結晶の結晶に強く依存しており、精密な測定および解析精度が要求される。

これまでの研究成果から X 線粉末回折デジタルデータをコンピューター演算処理から決定する手法は2種類に絞られてきており、現時点では X 線回折法による結晶構造評価のラウンドロビンテストを実施しており、双方の手法から得られる結果の信頼性および相違点などを探る。また、試験結果に対する測定手法、測定装置および測定した試料の影響などを統計的に調査、検討する。計算プログラムは、この研究開発により自作製し、知的財産権を得る計画である。

【分野名】計測標準

【キーワード】炭素材料、結晶構造、X 線粉末回折、評価方法、標準化

【研究題目】全リン、全窒素、全水銀分析の前処理法

【研究代表者】田尾 博明（環境管理研究部門）

【研究担当者】田尾 博明、中里 哲也、木村 明、関戸 尊子（職員3名、他1名）

【研究内容】

閉鎖性水域の水質保全対策として、全リン・全窒素の規制が実施されるが、従来の水質試験方法（JIS K0102）では前処理が複雑で、必要とする有害試薬の量も多い。このため、光分解反応に基づく簡易でクリーンな前処理法を開発し、新たに JIS 規格に追加する。本年度は1）各種リン化合物を当研究グループが試作した6Wの反応管内蔵型光反応器を用いることで、C-O-P結合を有するリン酸エステル化合物が室温・無試薬・短時間（5分弱）で高効率に酸化分解することを示した。一方で、P-O-P結合を有するポリリン酸の分解の変換率は低かった。この反応を促進するために様々な触媒を検討したが、著しい加速効果を見いだすことができなかった。しかし、この検討段階で P-O-P結合が紫外線ではなく熱によって切断されることを明らかにし、この知見を元にして使用する紫外線ランプの出力を20Wに上げて、発生する熱によって P-O-P結合の切断を著しく促進させることに成功した。2）全窒素を測定する場合、各種窒素化合物を亜硝酸イオンまたは硝酸イオンに変換する必要がある。上記の反応管内蔵型光反応器を用いて、10種類の窒素化合物の光反応条件について検討した。その結果、20W 光反応器・無試薬・短時間（6分）で、6種類の化合物を高効率に硝酸イオンに変換することが可能となった。今後は試料 pH などの反応条件の最適化を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】全リン、全窒素、全水銀、分析

【研究題目】土壌中の有害金属の簡易分析技術

【研究代表者】丸茂 克美（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美、江橋 俊臣、氏家 亨（職員1名、他2名）

【研究内容】

土壌汚染対策法で定めた土壌汚染状況調査では、ヒ素や鉛などの有害重金属の現場分析法は規格化されていない。有害重金属による土壌汚染事例は極めて多いため、有害重金属の現場分析法を規格化し、土壌汚染対策法で活用することにより、土壌汚染調査・対策経費の迅速化とコスト軽減を図る必要がある。このため、本研究ではエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いた土壌中のヒ素、鉛含有量の試験方法を規格化し、様々な土壌試料に対してヒ素と鉛を現場分析する技術を開発した。

エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いて土壌中のヒ素、鉛を定量する場合、ヒ素の K α 線と鉛の L α 線が重なってしまうことが問題となる。そのため、鉛の L β 線強度を測定し、この L β 線強度に見合う鉛の L α 線強度を求め、ヒ素の K α 線と鉛の L α 線の強度の合計から、鉛の L α 線の強度を引くことにより、ヒ素の K α 線強度を求めると必要がある。しかし、この方法の場合、鉛の L β 線に鉄のサムピークが重なってしまうことが問題となる。特に土壌中に鉄が多量に含まれる場合には、鉄のサムピークの影響が深刻になる。そのため、クロム製の2次フィルターを試料と検出器の間に設置することにより、鉄のサムピークを除去し、鉛の L β 線の特性 X 線強度を測定する方法を考案した。

我が国の土壌には鉄が数%から30%もの鉄が含まれるため、様々な土壌を対象にして、2次フィルターを装備したエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いて土壌中のヒ素、鉛を定量した。その結果、これらの土壌中のヒ素と鉛の検出限界を15mg/kg以下にするとともに、認証標準物質を用いて、15mg/kg から100mg/kg のヒ素と鉛を定量分析することに成功した。

土壌汚染対策法では土壌中のヒ素と鉛がいずれも150mg/kg以上含まれる場合に環境基準値を超過することになるが、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いた現場分析法では、この基準値の10分の1の含有量でも定量できることになる。従ってこの現場分析法を規格化することにより、土壌汚染対策法で活用することができる。

【分野名】標準

【キーワード】土壌汚染対策法、ヒ素、鉛、エネルギー分散型蛍光 X 線分析法、2次フィルター、サムピーク大項目名：土壌中の有害金属の簡易分析技術

【研究題目】難燃剤のリサイクル性を示す規格

【研究代表者】加茂 徹（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】小寺 洋一（職員1名）

【研究内容】

1. 廃プラスチック中の臭素含有量の定量法

電気・電子機器や自動車に使用されているプラスチック等には難燃剤として多くの臭素が含まれており、これらの廃プラスチックを将来、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルおよびエネルギー回収するには、原料中の臭素量を簡便で正確に測定するための標準化法の確立が不可欠である。

- 1.1 臭素の回収率を高めて定量性を確保するため、燃焼温度、燃焼ガス流量（アルゴン、酸素）、燃焼時間、試料量、吸収液量、吸収液のアルカリ濃度、還元剤、還元剤添加量等の最適化を検討した。
- 1.2 臭素の回収率をさらに高めて定量性を確保するため、これまでの装置にトラップカラムを加え、さらに分析管の洗浄を毎回行い回収率の向上に努めた。

2. 難燃剤を含むプラスチックのリサイクル性の評価

- 2.1 電気・電子機器等で使用されている難燃剤を含む樹脂を対象に、マテリアルリサイクルのし易さを示す指標の原案を作成し、各関係団体との意見交換を行った。
- 2.2 プラスチックや難燃剤毎に物性が大きく異なるため、ここでは ABS 樹脂や PS 樹脂のマテリアルリサイクルのし易さを示す指標に特化した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】臭素 分析法 イオンクロマトグラフ
還元剤 酸素燃焼 廃プラスチック

【研究題目】PM2.5測定装置

【研究代表者】吉山 秀典（環境管理研究部門）

【研究担当者】吉山 秀典、白波瀬雅明（職員2名）

【研究内容】

大気中に浮遊する微粒子の中で $2.5\mu\text{m}$ 以下の微粒子を選択的に捕集する装置の標準（JIS）化を目指した研究である。この研究では微粒子の分粒特性、流量計の特性及び捕集した微粒子を計量する方法などを検討しなければならない。

本年度は分粒特性について標準粒子の発生装置を確立し、検出方法を検討するとともに、サンプラー、流量計、フィルタ及び天びんについて各々検討会を開催して素案の作成を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PM2.5、微粒子、JIS、採取装置

【研究題目】走査電子顕微鏡分解能測定法

【研究代表者】岡山 重夫

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】岡山 重夫、松畑 洋文

【研究内容】

「目標」

走査電子顕微鏡（SEM）の性能を左右する分解能評価法は、従来、カーボン基板上の蒸着粒子の二次電子像を撮影し、画像上の蒸着粒子間の最小間隔 D を計測し、撮影倍率 M から分解能 $d=D/M$ を決定してきた。この測定法は、観察倍率、コントラスト、ノイズの影響で再現性、定量性に問題が多く、新たな分解能評価法の確立が懸案となっている。本研究は、近年の PC 制御による SEM の普及を背景に、デジタル SEM 画像をベースとする定量的な分解能評価法の標準化提案に必要な研究課題を明らかにし、標準試料作製法、評価手法の確立を目指すものである。

【研究計画】

15年度は分解能測定用試料作製技術を確立し、分解能測定手法における個々の問題点を抽出し、測定法の最適化に向けた研究を展開すると共に、分解能評価用の画像データの集積によるデータベース化を検討した。16年度以降は、これらの成果をドキュメントとしてまとめ、国内の国際標準化委員会と連携して、TC202/SC4国内委員会提案としてまとめ、国際標準化のために ISO/TC202/SC4へ提出し ISO 化することを最終目標としている。これに対応して、併せて JIS 原案の策定を計画したものである。

【進捗状況】

SEM では、 1nm 前後の分解能評価法を確立することが要請されている。そのためには、工学的に測定用標準試料またはその作製法を開発することが不可欠である。本年度は、本研究で開発した高配向グラファイト HOPG 基板上にスパッタ・コーティングでナノメートルの金粒子を形成する試料作製法について高度化を図った。特に、観察時に電子線照射によって引き起こされる試料のコンタミネーションを低減するために、有用な観察前の試料加熱による金粒子の粒子寸法の変化を抑える有効な処理法を確立した。加熱処理前後での HOPG 上の金の平均粒子径とそのバラツキを表す標準偏差値 σ は、加熱前に 2.5nm 、 $\sigma=0.9\text{nm}$ 、加熱後は 3.2nm 、 $\sigma=1.3\text{nm}$ で、再現性のよい簡便な標準試料作製法が開発できた。さらに、開発した試料の SEM 画像データを使って、高速フーリエ変換像と自己相関像から分解能を評価した。また、デジタル画像データから分解能を評価する新たな手法の標準化に必要な標準画像データ、評価手法等に関するデータベース構築について検討した。研究成果として、電子線を試料上に照射する際に起るコンタミネーションによる像劣化を低減する試料ホルダーについて特許出願した。「SEM 高分解能測定用試料作製技術」については、標準情報 TR データとして取りまとめると共に、測定法に関連する成果と共に日本電子顕微鏡学会において公表した。

【分野名】情報通信

〔キーワード〕 電子顕微鏡、分解能、標準試料

〔研究題目〕 高周波領域の基準聴覚特性

〔研究代表者〕 倉片 憲治（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 倉片 憲治、水浪田鶴、松下一馬（製品評価技術基盤機構）

〔研究内容〕

情報機器（パーソナルコンピュータ等）をはじめとする新たな消費生活製品の普及に伴って近年問題化しつつある高周波（約10～20kHz）騒音に対処するために、若年者を対象として高周波音に対する聴覚特性の測定方法の開発及び標準データの収集を図る。そのデータに基づいて情報機器等の騒音の評価基準を定めることは、製品の安全性向上という公共目的の達成のため欠かせない。

この研究ではまず、市販されている情報機器等の消費生活製品を対象に、それらが発する高周波騒音の実態調査を行った。これによって高周波騒音の音響測定・分析技術を確立し、不快感の原因となり得る成分の音響特性を明らかにした。その成果は、JIS TR C 0028 “パーソナルコンピュータのリニア PCM オーディオ信号入出力性能の測定方法”として提案し、平成15年7月に制定された。同時に、本 TR は（社）電子情報技術産業協会の協力を得て、IEC/WD 61606-4 “Audio and audiovisual equipment-Digital audio parts-Basic measurement methods of audio characteristics-Part 4: Personal computer”として提案した。平成15年末現在、審議を継続中である。

さらに平成15年度は、10～20歳代の約100名を対象として、問題となる高周波音に対する最小可聴値（聴覚閾値）及び不快度の測定を行った。これによって、高周波領域における聴覚特性の標準データを確立した。その成果は、日本音響学会等で発表し、広く公開した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 高周波騒音、聴覚特性、標準化、消費生活製品、パーソナルコンピュータ

〔研究題目〕 有効視野と視認性評価法

〔研究代表者〕 佐川 賢（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 佐川 賢、氏家 弘裕、三谷 誠二（製品評価技術基盤機構）、福永 克己

〔研究内容〕

交通標識、誘導サインなど、視野周辺に提示される視覚標示物の視認性を評価するため、明るさ及び色の異なる視覚標示物を見つけることのできる視野の範囲（有効視野）のデータベースを作成するとともに、視覚表示物の検出しやすさを評価する標準的手法を確立する。製品評価技術基盤機構との共同研究により平成14年度から3年間のプロジェクトとして実施した。

前年度に制作した平面大視野スクリーンによる有効視野計測装置により、均一視野に提示された3段階の輝度

差、大きさ、コントラストを有する指標の検出確率を、高齢者（60-70歳代）52名、若年者（20歳代）46名の計98名について計測し、輝度要因に関する有効視野のデータベースを作成した。この結果、若年者と高齢者の年代差は有効視野の広さに明確に現れ、高齢者は若年者に比べてすべての条件において平均的に視野が狭まることが判明した。指標の条件に関しては、輝度差が大きくなれば有効視野の範囲は広がり、また、指標の大きさも大きくなれば視野は広がる。また、コントラストも高くなればなるほど有効視野は広がる。これらの効果は高齢者及び若年者に同等に現れることも判明した。

今後は色差を導入して、色差による有効視野の変化のデータベースを作成するとともに、輝度の要因と色差の要因を考慮して、視野周辺に提示される視覚標示物の視認性の評価法を開発する予定。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 視覚表示物、データベース、有効視野、視認性、高齢者

〔研究題目〕 セラミックスの加工損傷評価手法

〔研究代表者〕 兼松 渉（セラミックス研究部門）

〔研究担当者〕 伊藤 正治、宮島 達也、酒井 清介、川原みゆき

〔研究内容〕

本研究は、セラミック構造部品の加工工程で、部品表面に生じる加工損傷を評価する試験・評価方法の JIS 規格化を目的に、試験片強度の評価を通して、加工損傷の有無を判定する手法の開発を行うものである。本年度は、昨年度作成した第二次案に至るまでの研究成果をまとめた成果報告書（産総研出版番号 AIST03-C000012）を、企業・大学等の研究者に配布し、これに対する意見を参考にしながら、ISO 等の関連文献を調査し、将来の ISO 化を配慮した規格最終素案を作成した。規格素案は、本体と3つの付属書、解説からなり、損傷のないと見なせる試験片の強度データを基準にして、任意の条件で加工を行った試験片の強度の低下を、統計的検定手法の一つである t 検定により判定する手順を明らかにした。また、加工現場の技術者が主体となると予想される規格ユーザの利便性に配慮し、結果の判定や所要の試験片本数の算出に用いる数表、線図を付した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 セラミックス、研削加工、き裂、統計処理

〔研究題目〕 非酸化物系ファインセラミックスの化学分析方法

〔研究代表者〕 上巻 義則（セラミックス研究部門）

〔研究担当者〕 柘植 明、森川 久

〔研究内容〕

本研究の目的は、ファインセラミックス用窒化ケイ素

と炭化ケイ素の化学分析方法を定めた JIS R 1603並びに同1616に明記された懸案事項や不備な事柄を解決し、両 JIS の改正原案素案を提案することにある。最終年度の平成15年度は、窒化ケイ素中窒素の定量法、窒化ケイ素中ハロゲンと硫黄の同時定量手法、炭化ケイ素の加圧酸分解方法について検討を行った。不活性ガス融解-ガス分析法にて行う窒化ケイ素中窒素の定量結果は、装置の校正に用いる標準物質により異なる。この原因について検討し、標準物質中に含有する酸素に起因することを突き止め、測定試料と同様の窒化物を標準物質として校正しなければならぬことを見いだした。窒化ケイ素中のハロゲンと硫黄は、炭化ケイ素中のハロゲン、硫黄と同様に、本研究において従前に開発した熱加水分解-イオンクロマトグラフ分析法にて定量できることが分かり、最適分析条件を確立した。市販の炭化ケイ素原料微粉末には、現行の JIS に記載された加圧酸分解-ICP-発光分析手法では完全分解できないものがあるが、これを解決するために、用いる硫酸、硝酸、フッ化水素酸量の組み合わせと加熱温度について詳細に検討し、完全分解できる加圧酸分解条件を確立した。これらの結果並びにこれまでに本研究で得られた成果を盛り込み、両 JIS の改正原案素案を提案した。この素案をもとに今後両規格の改正原案作成委員会を擁し、両 JIS の改正を行う予定である。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造分野

【キーワード】 炭化ケイ素、窒化ケイ素、化学分析方法、JIS、ガス分析法、熱加水分解、加圧酸分解

【研究 題目】 金属系材料の腐食・疲労試験方法

【研究代表者】 岡崎 義光（機械システム研究部門）

【研究 内容】

目標：

金属系材料は構造材料や医療材料などに多く使用されている。しかし、寿命を予測する上で重要な腐食疲労特性に関するデータは、データ取得に長期間を要するために民間団体のみではデータが取得しにくく、体系的なデータの整備及び試験方法の確立が ISO 及び産業界から強く求められている。そのため、金属系材料における腐食・疲労試験方法を確立し、標準化を行うことを目指す。研究計画および進捗状況：

金属系材料の腐食疲労特性に及ぼす製造条件、試験片形状、負荷荷重、周波数、波形、摩擦、腐食環境、ねじり等の影響に関するデータを取得・解析するため腐食疲労試験を行った。

疲労試験片形状としては、平行部の有無による影響はほとんど見られなかったが、板状試験片の場合、端部の処理や圧延時の表面性状によって疲労強度が大きく変化するケースがあった。1Hz～30Hz まで周波数を変化させデータを取得した。30Hz の場合、疲労強度がやや下

がる傾向が見られたため、2Hz～20Hz の周波数が試験に適していると考えられた。一般的に工業分野ではサイン波を用いて材料の疲労特性を評価している。主に生体内で骨格の代替物として使用されるインプラント材料では、例えば歩行波形（歩行時に大腿骨頭にかかる荷重を模擬した波形；ISO14242参照）に近い波形で荷重が負荷されることも考えられるため、サイン波と歩行波形を用いた場合の疲労特性について検討した結果、サイン波と歩行波形を用いたことによる差はほとんど見られなかったため、サイン波でも歩行波形と同様にインプラント材料が評価できることがわかった。

また、ISO において規格化されている材料や日本オリジナルで開発された材料に関して幅広く疲労特性データを体系的に取得し、生体内を模擬した環境、周波数、波形の影響について総合的に検討し、効率的な疲労試験方法を JIS 案としてとりまとめた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 標準化、金属材料、疲労特性

【研究 題目】 地質図凡例コードに関する標準情報 (TR 化)

【研究代表者】 鹿野 和彦（地球科学情報研究部門）

【研究担当者】 鹿野 和彦、古宇田 亮一、牧本 博、脇田 浩二、村田 泰章、尾崎 正紀、宮崎 一博、中江 訓（職員8名）

【研究 内容】

地質図の数値化を進める中で、地質凡例コードは産総研地質調査総合センター内でここ数年間検討されているが、産業界、大学等研究機関、学会、各省庁における実例についての調査検討がほとんど行われていない。また、国内において公表されたコード体系はなく、産総研以外に自主的にコード体系を提案する動きもない。そこで、まず中立的立場から国内における実情を調査し、米国地質調査所を中心に米国が現在進めているコード化など先進諸国の例を参考に、国際的な観点からも協調可能で、かつ、既存の地理情報システムの上で矛盾なく利用可能なコード体系を、JIS A 0204「地質図?記号、色、模様、用語及び凡例表示」で標準化された記号、色、模様、用語等についてまとめた。

【分 野 名】 地質・海洋

【キーワード】 地質図、コード、標準仕様

【研究 題目】 グリーンバイオプログラム・バイオプロセス実用化開発プロジェクト

【研究代表者】 松村 健（生物機能工学研究部門（北海道センター））

【研究担当者】 田坂 恭嗣、松尾 幸毅、安野 理恵、森山 裕允

【研究 内容】

目標：

種々の作出した組み換え植物を閉鎖系で育成試験可能な温室を設計、建築する。

研究計画：

本年より施行されたカルタヘナ担保法に基づく組み換え植物の第二種利用を充分遂行可能な閉鎖型温室を建築する。即ち、栽培室の空気が直接外気と交わらないように、窓を有しない栽培室に加えて、栽培室内を陰圧にし、前室との換気により温度調整を行う。前室の空気もHEPA フィルターを通して初めて外気と換気可能にする。散水および植物体残渣、栽培用土が外に直接出ないように、床面はすべてコンクリート打ち、排水桝を設けて、滅菌後排水可能とする。種々の植物種に対応した育成条件を設定可能なように、温度、湿度コントロール可能とし、風速制御、陽光ランプ等による補光も可能とする。

研究者の出入りは、温室作業室からエアージャワーを経由して前室に入室することとする。

年度進捗状況：

栽培室および前室、作業室の床面積144平米の閉鎖型温室を建築した。当初の目的通り、温度制御、湿度制御、補光可能な組み換え植物栽培用閉鎖型温室が完成した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 組み換え植物、カルタヘナ法、閉鎖型温室

【研究題目】 ミクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発

【研究代表者】 前田 英明

(マイクロ空間化学研究ラボ)

【研究内容】

本テーマでは、①酵素反応促進効果の解明に関する研究 ②ミクロ空間を利用した超精密化学反応制御技術の確立 の2つの目標の下に研究を行った。

①では酵素反応促進効果に影響を及ぼす因子の洗い出しを図ることを目的とした。その結果、流路の材質や形状によらず、流速が速い場合に、酵素反応の加速化が顕著に見られることを見出した。このことと、DNA によるサポート実験から、高分子である酵素が層流中の速度勾配によってその高次構造を変化させ、酵素の反応性を上げた可能性が大いに考えられる。現在、より直接的にその検証を行っている最中である。

②では、酵素固定化マイクロ化学プラント構築のための酵素の可逆的固定化方法2種の検証を行った。昨年度我々の開発したジスルフィド結合による酸化還元的な可逆固定化方法では、繰り返しの酵素の固定化量の変動や酵素活性の変化は認められず、本法がマイクロチャネル壁面への酵素の可逆的固定化方法として有用であることが示された。また、もう一つの可逆的固定化方法として Ni 錯体形成による固定化方法を開発した。この方法では、連続的な酵素の固定化操作でも反応収率に変化

は見られず、その有効性が確認された。また、精製をしていない大腸菌抽出液を用いてマイクロリアクターを製作しても、精製品を用いた場合と同様の酵素の固定化量およびマイクロリアクターの反応挙動を示した。このことは、我々が開発した Ni 錯体形成による固定化方法がプロセスの大幅なコストダウンにつながり、またリアクター調製に要する時間の短縮も期待される、画期的な固定化法であることを意味する。これらのマイクロチャネルへの酵素の可逆的な固定化は、これまで全く報告されていない新規なものであり、今後のマイクロ化学プラント技術の普及に大きく貢献すると思われる。

【分野名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 酵素反応促進効果、酵素固定化、マイクロリアクター

【研究題目】 ステルス細胞（免疫学的に見えない細胞）の開発

【研究代表者】 上田 太郎

(ジーンファンクション研究ラボ)

【研究担当者】 上田 太郎、北山智華子

【研究内容】

患者体内を自在に動き回ることができる自立走行型の医療用マイクロマシンが実用化されれば、現状では夢物語に過ぎないさまざまな可能性が現実的なものとなってくる。古い例では「ミクロの決死圏」的な応用も考えられるだろうし、ガン細胞を攻撃する免疫療法での応用、成長ホルモンなどを恒常的に分泌させる等の応用も考えられる。あるいは医療用ナノバイオテクノロジーのベースとしての利用も考えられるし、前述のように細胞治療的な見地からも、大量生産とストックが可能なユニバーサルな細胞系に転換できれば、劇的なコスト削減と需要に応じた迅速な供給が可能になるに違いない。

しかし現状の精密機械工学では、そうしたマイクロマシンを低コストで大量生産できる見通しはなく、また材料の生体適合性についても課題が山積している。そこでわれわれは、ヒト細胞ベースの自立走行型医療用マイクロマシンを開発しようと考えている。ユニバーサルな細胞株を出発材料とし、これにさまざまな遺伝子工学的改変を加えることで新機能を付与して自己複製能を持ったマイクロマシンとし、不特定多数の患者の体内に移植投与する、という考え方である。一方、ユニバーサルな細胞を利用すると、免疫学的な拒絶反応が深刻な問題となる。この問題を解決するため、われわれは、宿主（患者）の免疫系からは「見えない」ステルス細胞株の開発を試みることにした。これは、概念的には誰にでも移植できる O 型赤血球に近いが、赤血球は無核のため培養増殖ができず、機能的な発展性も限られている。これに対してステルス細胞は、実験室内で大量培養可能で、遺伝子改変操作により新機能付与ができる O 型赤血球のイメージである。

具体的には、免疫学的に見えにくい変異マウスをベースに、膵臓ランゲルハンス島β細胞で特異的かつ可逆的に癌化を引き起こすトランスジェニックマウス株を樹立する。これらマウスは、高頻度でインスリノーマを発症すると期待されるので、これからβ細胞を回収し、*in vitro* で培養する。これらの細胞に対して、脱癌化処理を行えば、任意の系統のマウスに移植可能（ステルス）なβ細胞となるはずである。これはI型糖尿病の一つの治療法となるばかりではなく、ステルス細胞の概念を実証する実験となる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】拒絶反応、細胞治療、自立走行型医療用マイクロマシン

【研究題目】組換えタンパク質生産システムの研究開発 —低温条件下で働く系—

【研究代表者】田村 具博（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】田村 具博、中島 信孝、三谷 恭雄、三浦友未佳

【研究内容】

目標：

過去生産が困難であった組換えタンパク質を供給可能にする技術の開発を目指し、放線菌の一種であるロドコッカス属細菌を宿主とした組換えタンパク質発現系とシュードモナス属細菌を利用した新規無細胞タンパク質生産系の構築を目指す。

研究計画：

UV 照射により変異を導入した細胞群からスクリーニングして得たリゾチーム感受性株についてその原因遺伝子の単離・同定を行う。また無細胞タンパク質生産系は、H14年度に *Pseudomonas fluorescens* 由来の S30粗抽出分画を用いたタンパク質生産が可能である事を確認した事から、タンパク質の生産性を高めるための技術改良を進める。実際には、高品質な S30粗抽出分画の調製技術の開発や、本発現系の特徴である10℃以下でのタンパク質生産において生産可能なタンパク質のスクリーニングを行う。

年度進捗状況：

単離したリゾチーム感受性株は、その機能解析よりコリネバクテリア属細菌の同感受性株から単離された原因遺伝子 *ltsA* の相同遺伝子によるものではないかと推察された。そこで、ロドコッカス属細菌の *ltsA* 遺伝子をクローニングし、該遺伝子の破壊株を調製すると変異株と同じ表現系を示す事を確認した。また変異株の *ltsA* 遺伝子をクローニング・解析し、実際変異が導入されている事を確認した。無細胞タンパク質生産については、タンパク質生産性を安定化させる S30粗抽出分画の調製技術と反応時の組成や条件を確立した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】組換えタンパク質、発現系、放線菌

【研究題目】不凍蛋白質の構造構築原理の解明

【研究代表者】津田 栄（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】津田 栄

【研究内容】

不凍蛋白質は、零度 C 以下で細胞内に生成する氷結晶の核に結合するという極めて特殊な能力を有している。このため同蛋白質の「構造構築原理」の解明は、新しい水凍結抑制物質のデザインを可能にし新しい低温産業を創出させる可能性を秘めている。本研究では以下の研究を行った。1. 日本近海で捕獲される魚類などの寒冷地に生息する様々な動植物の組織液を抽出し不凍蛋白質を探索した。2. 探索により得た40種類以上の不凍蛋白質について様々な pH やイオン強度下での生化学性質を調べた。3. 遺伝子工学的に発現した不凍蛋白質に対してアミノ酸変異や多量体化などを行い性能の変化を調べた。4. コンピューター上での設計に基づいて実際に人工不凍蛋白質の合成を行いその不凍性能を評価した。これらにより不凍蛋白質は人工的な多量体化により性能が増大することが見出された。さらに高感度の多次元パルス NMR 実験により不凍蛋白質の3次元構造の解明と分子運動性の解明を行った。この実験は溶媒の組成や実験条件を変えて常温?零度 C 以下のさまざまな温度域で実行し、同蛋白質の物理化学的性質が明らかになった。多様な不凍蛋白質の核となる分子設計図が明らかになり、その実用化に必要な大量精製法の礎を確立することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】

【研究題目】プロテインビーズアレイ技術

【研究代表者】町田 雅之（糖鎖工学研究センター）

【研究担当者】國廣 澄子

【研究内容】

目標：プロテオミックスは多種多様にわたる解析が必要であり、失活というやっかいな問題があることから、DNA チップにヒントを得たプロテインチップでは、DNA チップと同様に非効率的なスポットティングが必要であることはもとより、失活により長期の保存は不可能であることなど多くの問題点がある。本研究では、1反応溶液中で異なるタンパク質を保持する多数の異なるビーズを提供し、極めて簡便かつ容易に再生が可能なプロテインビーズアレイを構築する技術を開発する。

研究計画：試験管内で転写・翻訳が可能であり、標的とするペプチド・タンパク質などをビオチンなどの適当な分子結合できるアビジンなどのタンパク質を融合化して発現できるように設計した DNA 断片を磁気ビーズ上に高密度に固定化して発現させる。この際、磁気ビーズ上にはビオチンなどの発現した融合タンパク質を捕獲するための分子を配置しておく。1個の磁気ビーズ上には同一の DNA 断片となるように調製した異なる種類の

DNA 断片を有する複数種類の磁気ビーズを単一の容器で同時に発現させることにより、異なるタンパク質が固定化された複数種類の磁気ビーズを単一容器中で作製する技術を確認する。

年度進捗：昨年度は、His-tag あるいは HA-tag という 5-10残基程度の短いペプチドを標的として用いたが、今年度は、Green Fluorescent Protein や Glutathione-S-transferase などのタンパク質を用いることにより、tag と同様に発現させ、特異的に濃縮できることを確認した。また、発現方法の改良により、複数の異なる磁気ビーズ間でのタンパク質の種類を飛躍的に向上させることに成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 プロテインアレイ、磁気ビーズ、固相表面ディスプレイ

【研究題目】 構造規制ナノドメイン分子層および局所化学反応を利用したマルチ抗体チップ構築の研究

【研究代表者】 佐藤 縁 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 佐藤 縁、平田 芳樹、澤口 隆博、水谷 文雄

【研究内容】

目的：

ナノテクノロジー・分子細胞工学・バイオセンサ・表面物理化学等を融合する分野で大きく期待される、構造規制された局所領域修飾技術の確立とこれを利用したマルチセンサチップ開発のための基礎技術の確立を目指して研究を行った。

研究成果：

基板表面に性質の異なるドメインを形成するための新規手法の開発、各ドメイン構造の構築過程の追跡、構造評価の新規手法の導入、形成されたドメイン表面の性質の評価を中心に研究を行った。構造の規制された平滑な金電極表面（金単結晶表面）に対し、これまで行われてきた金-チオールの結合を利用する自己組織化単分子層による修飾に加えて、新規に金-セレノールの結合を採用した。鎖長が短い分子や単環芳香族系化合物では、チオールとセレノールでは金基板表面への分子の吸着速度が全く異なることを表面増強赤外分光法、電気化学測定により確認した（チオール：数分以内に飽和吸着、セレノール：飽和吸着に20?30分以上の時間が必要）。またセレノール分子の方がチオール分子に比べ安定に金表面に吸着することが電気化学的手法（還元的脱離法）により確認できた。基板表面への結合形態の異なる系を合わせて採用することで、吸着挙動・吸着安定性の差を利用した新規なマイクロドメイン形成が可能となった。セレノール系分子を採用したことでこれまで金-チオールの結合の性質により支配され実現できなかったような電位範囲で応答するような末端官能基の導入が可能となり、望

みの混合形態の混合単分子層構築がより一層実現可能に近づいた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 金電極、機能性電極、自己組織化単分子層、表面観察

【研究題目】 癌の転移機構の解明

【研究代表者】 小高 正人 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 岡田 知子、小高 正人

【研究内容】

癌細胞はさまざまな組織に転移を起こすが、特に悪性骨髄腫、乳癌、前立腺癌等は高い確率で骨髄に転移を起こし、激しい痛みを伴って癌患者の生活の質（QOL）を低下させる。骨髄には、IGF、TGF、FGF 等さまざまな増殖因子が含まれているため、生理的条件下で骨を溶かす細胞である破骨細胞の活性が高いと、癌細胞にとっては、増殖の場の確保及び増殖因子の供給の意味から、非常に有利な条件となる。そこで癌細胞が骨髄に転移を起こす際に、破骨細胞と相互作用している可能性が示唆された。我々は骨髄転移性癌細胞と、骨髄由来内皮細胞、破骨細胞3者の関わりを解析し、骨髄転移性癌細胞が骨髄由来内皮細胞を刺激して、その表面上の破骨細胞分化誘導因子（ODF: Osteoclast Differentiation Factor / RANKL : Receptor Activator of NFκB Ligand）の発現を上昇させ、間接的に破骨細胞の分化を促進する事を明らかにした。ODF のデコイレセプターである OPG（Osteoprotegerin）を3者の共培養系に添加すると破骨細胞の分化は完全に抑制され、破骨細胞誘導に ODF が関わっている事が確認された。またこの癌細胞をマウス尾静脈内に投与すると、生体内でも破骨細胞の誘導が上昇する事が判明した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 癌の転移、骨髄、破骨細胞、内皮細胞

【研究題目】 癌抑制蛋白質 p53の発現を調節する新規蛋白質 CARF の分子機構の解析

【研究代表者】 スニル・カウル

(糖鎖工学研究センター)

【研究内容】

癌抑制蛋白質 p53、及び p53発現調節を担う ARF は、癌細胞において高い頻度で異常が起こっている。これらの蛋白質は共に細胞老化・癌化を制御する経路において、重要な役割を果たす。それ故、これらに結合して活性を調節する因子は、非常に重要な要因となる。我々は、新規に p19ARF 結合蛋白質を単離し、CARF と名付けた。そして、細胞の老化・不死化・癌化を制御する経路において ARF と CARF が構造的および機能的にどのように関連しているか解明を進めていく。

これまで、CARF に対する抗体の作製と細胞内における ARF 及び CARF の相互作用の解析を行い、CARF

は ARF と共存して働き、ARF の機能を十分に発揮するために必要な蛋白質であることが明らかにした。また、CARF は、ARF の不在下、P53機能を活性化したことから、今年度は、CARF-p53間の結合について研究を進展させた。これにより、CARF-ARF 間の機能解明をより詳細に理解することができる。我々は、CARF の ARF 独立的機能の分子メカニズムを明らかにするために、正常及び癌細胞における CARF の過剰発現、siRNA (RNA 干渉) やプロテアーゼ阻害剤による抑制を含む様々な手法を用いることにより、以下のことを証明した。1) CARF はその安定性と機能活性により、野生型 p53と直接相互作用する。2) CARF と p53の発現レベルは、プロテアーゼを介した分解経路を経由した負のフィードバック制御により反比例関係を示す。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] ARF ; CARF (collaborator of ARF/ARF コラボレーター) ; p53

[研究 題目] 新規プロスタグランジン合成酵素により心臓機能に及ぼすストレス影響を評価するモデル生物(細胞)の創製

[研究代表者] 近江谷克裕 (人間系特別研究体)

[研究担当者] 近江谷克裕、藤森 一浩、萩原 義久、茂里 康

[研究 内容]

(目標)

今後急速な高齢化を迎える我が国において、高齢者が健康かつ安心して暮らせる社会を実現するため、遺伝子機能の解明に基づくテーラーメイド医療や画期的な新薬開発を促すためのバイオテクノロジー基盤技術を構築することは重要である。本研究では我々が特許化した新規膜結合型グルタチオン非特異的プロスタグランジン E 合成酵素の機能解明を通じて本酵素を利用した新薬開発等を最終目標とする。特に、本酵素がストレスや心機能との関わりが大きいことから、培養細胞レベル或いはトランスジェニックマウスやノックアウトマウスを用いたモデル生物レベルでの機能解明を、特に心臓機能との関わりから検討し、心臓機能に及ぼすストレス影響を評価するモデル生物(細胞)の創製を目指す。

(研究計画)

- 1) 平成14年度で開始した TG マウスや KO マウスの作成を継続する。特に KO マウスは熊本大学大久保教授、東亜大学渡部教授と協力して進める。
- 2) 細胞レベルでの機能解析を行うため、プロスタグランジン E 合成酵素・蛍光タンパク融合体可視化プローブを導入した細胞を構築、種々条件下においた細胞群におけるプロスタグランジン E 合成酵素の変動をイメージングを、及びホタル発光酵素をレポーター酵素としたプロモーター解析細胞を作成、外的因子に連動するプロスタグランジン E 合成酵素の制御機序を解明す

る。

(平成15年度進捗)

プロスタグランジン E 合成酵素の機能を解明するため、個体レベルは TG マウスや KO マウスの作成を継続した。一方、プロスタグランジン E 合成酵素・蛍光タンパク融合体可視化プローブを導入した細胞を作成し、本酵素の N 末端部分がプロセッシングされた後に細胞内のミトコンドリアに局在することを明らかにした。さらに培養哺乳類細胞におけるプロスタグランジン E 合成酵素のプロモーター領域を明らかにし、各種外的因子との発現相関を検討、本酵素が外的な因子に影響されず、定常的に発現することを明らかにした。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] プロスタグランジン E 合成酵素、細胞機能、イメージング

[研究 題目] テラヘルツ電磁波の検出技術の開発と THz デバイスへの応用

[研究代表者] 酒井 滋樹

(エレクトロニクス研究部門)

[研究担当者] 久米 英司、藤野 英利

[研究 内容]

目 標 :

超伝導超格子中でフラクソン運動が引き起こす現象を THz 電磁波検出器で検出するための基盤技術を研究する。

研究計画 :

実際に超伝導超格子の励起源と検出器を隣接させた素子構造を作製する。THz 電磁波微小プローブ技術の予備検討も行う。

年度進捗状況 :

高品質な固有ジョセフソン接合を作製可能なウィスカーを高感度なジョセフソン検出素子として利用可能な YBCO 薄膜上に適切な熱処理を行うことで接合させることに成功した。growth-melt-regrowth 法を用いて育成した Bi2212ウィスカーを、レーザーアブレーション法を用いて製膜した YBCO 薄膜上にのせ、電気炉で酸素雰囲気中、アニール温度845℃で20分間熱処理を行うことにより YBCO 薄膜とウィスカーを接合した。その後、再び酸素圧600Torr、アニール温度400℃の下で1時間ほど熱処理を行うことで YBCO 薄膜の特性を回復した。ウィスカー部分をフォトリソグラフィ技術及びイオンミリングによりメサ型にパターニングを行い、I-V 特性に固有ジョセフソン接合特有のブランチ構造を観測した。この技術により励起源と検出器を隣接させることが可能となっただけでなく、様々なデバイスへの応用されることが期待される。

また一方、テフロンを針状に加工し、それを探針として走査することでミリ波(およそ100GHz)の分布をイメージングするプローブシステムを開発した。現在テフ

ロン探針の形状等を工夫することにより、数ミリ程度の解像度が得られている。テフロンは THz 領域において透過性が非常によいので THz 領域までこの技術が使用可能と考えられる。

【分野名】情報通信

【キーワード】テラヘルツ、超伝導、超格子、フラクソ
ン

【研究題目】フレキシブルパーソナルロボットに関する研究

【研究代表者】河井 良浩（知能システム研究部門）

【研究担当者】富田 文明、吉見 隆、小谷内範徳

【研究内容】

目標

屋内屋外を問わず実世界の多様な環境内で長時間行動できる4輪4脚移動機構を有し、高度な3次元視覚機能などの情報処理システムを搭載したパーソナルロボットの研究開発を行う。

研究計画

パーソナルロボットが実用的であるためには、「屋内屋外を問わず移動でき」、「長時間行動でき」、かつ、「自律行動ができる」ことが必要であり、これを満たすハード的にもソフト的にもフレキシブルなパーソナルロボットの開発を行う。1) 実環境を自由に移動し、長時間行動可能にするために、4輪4脚移動機構を有するロボットの開発を行う。静止状態で電力消費なしに安定姿勢を保持し、かつ、段差や階段などでも人間が歩く速度と同等な2km/hで移動でき、一度の充電で4時間以動けるロボットを作成する。2) 自律行動が可能のためには、高機能な視覚機能が必須であり、3次元視覚システム研究グループで開発している VVV システムに、障害物や階段の認識、3次元地図の自動作成、自己位置の認識、各種物体の認識、各種動作の認識などの機能の追加・強化を行う。

年度進捗状況：

- 1) 運転継続時間の長時間化のために、各関節軸のアクチュエータをブレーキ直結型直流モーターとし、姿勢を変えないときにはブレーキで保持し、モーター電流を必要としないようにした。更に、モーター制御ドライバー回路も同時に電源を切断できるように、ブレーキとドライバーを計算機からオン・オフできるリレー回路を設計・製作した。また、制御システムでは動作制御の多様化に備え、プログラムのモジュール化とユーザーインターフェースの可搬性強化の構造を導入した。
- 2) 環境地図作成のために、多視点から観測した3次元データの統合方法を開発した。また、それに基づいて障害物を検知し、移動不可能範囲を自動計算する方法を開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】パーソナルロボット、4輪4脚移動機構、3次元視覚機能

【研究題目】高電気伝導性酸化物の極微細 XMOS トランジスタゲートへの応用

【研究代表者】柳澤 孝（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】白川 直樹、池田 伸一、長谷 泉、清水 貴思、昌原 明植、鈴木 英一

【研究内容】

トランジスタ素子の微細化は、構造だけでなくゲート絶縁膜材料についても従来の SiO₂から、より誘電率の高い新酸化物材料への革新を必要としている。いわゆる high-k 材料の研究開発は、産総研においても次世代半導体センターで国家プロジェクトとして取り組んでいるのは周知の通りである。この場合、high-k 酸化物絶縁膜上に付けるゲート電極の材料が大きな問題となる。現在のようにアルミやポリシリコンあるいは銅を用いると、high-k 酸化物絶縁膜との間の酸化反応により、ゲート電極の抵抗が増大するとともに、肝心の絶縁層の絶縁性を劣化させてしまう。この問題は、現在進められている強誘電メモリ (FeRAM) の開発でも大きな壁になっているものである。本研究は、ゲート絶縁膜と同じ酸化物でゲート電極を構成することで上記の問題を解消し、絶縁層との間での酸化反応のない、構造上も電氣的にも安定なトランジスタを実現することを目的としている。われわれが結晶育成を行ったモリブデン酸化物 SrMoO₃は酸化物でありながら銅に匹敵する電気伝導率を有しているという特異な物質である。現在までに、単結晶を育成して詳しく結晶構造や物性の研究を進めているところであるが、本研究では、これを薄膜化することにチャレンジし、導電性を劣化させずに薄膜を作成する技術を確立する。そののち、さらに一歩進めて、当該薄膜を XMOS のゲート電極として形成し動作確認を行い、最終的には、50nm スケールの酸化物ゲート電極/絶縁膜の MOSFET の動作確認が目標である。本研究では、あえて合成・加工が容易な SrMoO₄ (酸素の数が目的物質組成より1つ多い) のターゲットを作成し、熱酸化膜付きのシリコンウェハ上に薄膜を100nm~500nm 程度、堆積させた。基板温度 (500°C、700°C)、直径4インチ基板への入力電力 (50W、100W、200W) を制御し、得られた薄膜の相を調べると、入力電力50W の時に単相の SrMoO₃が合成できた。得られた単相 SrMoO₃薄膜の電気抵抗率は約100 μΩcm であった。すなわち、多結晶シリコンと同程度かそれ以下の電気伝導性を持つ SrMoO₃薄膜を、SrMoO₄ターゲットを用いて、初めて作成することができた。

【分野名】情報通信

【キーワード】高導電性酸化物、トランジスタ、ゲート電極、high-k 酸化物

〔研究題目〕多バンド超伝導体の基礎物性

〔研究代表者〕田中 康資（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕伊豫 彰、常盤 和靖
（産学官制度来訪者）

〔研究内容〕

提案グループで10年以上の蓄積のある多バンド超伝導体の物質開発と提案者を中心に再構築した独創的な多バンド超伝導物性理論を組み合わせ、基礎科学と応用に大きなインパクトを与える新概念の確立に挑戦する。具体的には、3年間で *i-soliton* を捕獲するのが目的であり、平成15年度はその2年目である。

実験的な検証をめざして、ソリトン捕獲回路の設計を行い、Tl-1223薄膜を加工し、ソリトンの有無を SQUID 走査型顕微鏡で調べるとい、一連の研究方法を検討し、実行した。Tl-1223の *Vortex* の含まれる磁束量が通常の単位磁束であるかどうかを確認するために、回路を切らない膜の SQUID 走査型顕微鏡も調べた。我々の理論の発展版として米国の理論グループが提出した、ソリトン発生装置について、詳しい分析を行った。残念ながら「バンド間位相差ソリトン」の捕獲にはまだ至っていない。

〔分野名〕情報通信分野

〔キーワード〕多バンド超伝導、ソリトン

〔研究題目〕次世代情報通信ネットワークのためのキャリア制御可能な新スピントロニクス半導体の開発

〔研究代表者〕齋藤 秀和
（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕齋藤 秀和、安藤 功兒

〔研究内容〕

本研究提案は（研究期間：平成14～15年度）、次世代情報通信ネットワーク用光スイッチや電流スイッチなどの革新的超高速素子の実現に不可能な、スピントロニクス半導体新材料を開発することを目指すものである。

半導体のキャリア制御性と磁性体の強磁性的磁気特性を併せ持つ材料が実現すれば、既存の Si や化合物半導体では実現できないメモリ機能を有する光スイッチや論理素子ができるはずである。しかし、現在までそのような物質は実現されていない。従来の物質の最も大きな問題は、強磁性が室温で失われてしまうことであった。そこで、研究代表者等は本研究において室温で強磁性を示す半導体物質の合成に取り組んだ。その結果、(Zn、Cr) Te という物質において、室温で強磁性を示す半導体物質の合成に成功した。この物質は世界初の“室温強磁性半導体”と国内外に広く認知されるに至っている。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕強磁性、半導体、スピントロニクス

〔研究題目〕遷移金属酸化物の耐熱材料への応用

〔研究代表者〕池田 伸一

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕白川 直樹、長谷 泉、柳澤 孝

〔研究内容〕

本研究は当初、これまでに無い状態を持つ新規な超伝導を示すルテニウム酸化物 Sr_2RuO_4 とその類似の物質の電子物性研究を行っていた。その際に、ルテニウム酸化物のなかで、空気中で非常に高い温度（ $\sim 2000^\circ\text{C}$ ）まで安定に電気伝導性を示す材料を発見し、特許を出願した（応用特許も含めて四件）。これまで、空気中で 2000°C 程度まで使用できる導電性酸化物は存在しなかったが、新たに発見した材料の耐熱材料への応用を研究した。応用例としては、最近研究が進んでいる、ディーゼルエンジンから出てくる微粒子を除去するフィルター（DPF）、自動車のヘッドライトなどのハロゲンランプのフィラメント、導電性ペーストがあげられる。

特に、当グループで開発した酸化物材料が、窒素酸化物除去に関して触媒効果を示すことを新たに見出した。 800°C において窒素酸化物除去材料に接触させると、触媒効果が存在し NO_x が窒素と酸素に分解していることを確認した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕高温材料、金属酸化物、導電性ペースト、微粒子除去フィルター

〔研究題目〕電気浸透流を利用した新しい汚染土壌の現位置浄化方法に関する研究

〔研究代表者〕福嶋 正巳（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕福嶋 正巳、澤田 章、辰巳 憲司、和田 慎二、森本 研吾、市川 廣保、飯村 洋介

〔研究内容〕

目的：

有害有機物として多環芳香族化合物やクロロフェノールを対象とし、環境に対して二次汚染とならず穏和な条件下で有害有機物を分解できる触媒を土壌へ移動・拡散するために電気浸透流を利用し、有害有機物をその場で分解・無害化する方法の確立を目的とする。

研究計画：

本研究では、カオリンと有害有機物を均一に混合した模擬汚染土壌を用い、ラボスケールの小型装置を試作し土壌浄化試験を行う。現在までの研究から、鉄-ポルフィリン錯体の様なイミダゾール環を配位子とする鉄の環状化合物が疎水性有機物の分解に対して有効であることを明らかにしている。したがって、この様な触媒を電気浸透流により土壌へ効率的に移動・拡散させる条件を見出すための検討を行う。

H15年度の成果：

ラボスケールの浄化装置による有害有機物の浄化効率を定量的に評価するため、多環芳香族化合物（PAHs）

を対象とした均一な汚染土壌の調製方法について検討を行った。模擬汚染土壌としてカオリンを用い、フェナントレン、アントラセン、ピレン、ベンゾ [a] ピレンなど石油系汚染土壌に含まれていると考えられる PAHs を対象とした。また、有害有機物としてペンタクロロフェノール (PCP) と PAHs を対象として、それらの分解に有用な触媒系の探索と条件の最適化を行った。触媒として、金属-ポルフィリン錯体、および金属-フタロシアニン錯体を用い、分解最適条件 (pH、触媒量) の検討を行った。有害有機物の分解に対して種々の触媒を検討した結果、鉄-フタロシアニンが最も有効であることがわかった。さらに、電圧印加中に土壌が酸性化し電気浸透流速度が低下するという事は、触媒を汚染土壌中へ移動・拡散する上で大きな問題となる。そこで、正負両電解槽の pH を制御すれば、土壌の pH も制御できるものと考え、電解槽の pH を制御できる模擬汚染土壌浄化装置を作成した。

【分野名】環境・エネルギーキーワード

【キーワード】汚染土壌、原位置浄化、電気浸透流、多環芳香族化合物、エレクトロカイネティックレメディエーション

【研究題目】 H_2 の反応を利用する化学物質無害化

【研究代表者】小淵 存 (環境管理研究部門)

【研究担当者】小淵 存、内澤 潤子、難波 哲哉

【研究内容】

H_2 - O_2 の触媒反応等、容易に進行する反応場で化学物質の酸化分解など他の反応を促進させるという、新しい有益な反応プロセスの創出を目指す。本年度は、 H_2 - O_2 触媒反応場での NO_x 還元および N, N'-ジメチルホルムアミド (DMF) 分解を検討した。

NO_x 還元については、低温 (100°C 付近) で高い NO_x 転化率を示す Pt/ ZrO_2 について検討した。Pt 上で NO が解離吸着して生成する吸着 N 原子および吸着 O 原子と H_2 が反応して、 NH_3 と H_2O を生成するものと推測された。 NH_3 は有害物質であるが、Pt/ ZrO_2 にプロトン型ゼオライト (H-ZSM5) を物理混合することにより、 NO_x と二次的に生成した NH_3 を同時に、かつ約 80%という高い選択率で N_2 へ転化できることが分かった。さらに、同反応系に C_3H_6 ならび反応阻害物質である H_2O 、CO、 SO_2 が共存した場合の NO_x 除去性能を調べた。 C_3H_6 共存下125°Cでは、 NO_x 転化率は C_3H_6 非共存下と同等の値を示したことから、 C_3H_6 は NO_x 除去に対しては効果のないことが分かった。この時、 C_3H_6 自身は約90%の転化率で水素化もしくは水素化分解する一方、完全酸化率は1%程度にとどまった。また、 H_2O と SO_2 共存下125°Cでは、 NO_x 転化率はわずかに低下するのに対して、CO は NO 除去反応を著しく阻害した。ただし、この阻害効果は150°C以上では見られなくなった。

DMF の分解については、酸化分解に活性な触媒を探

索した結果、Pt および Pd が高い分解率を示した。特に Pt 触媒 (Pt/ Al_2O_3) では50°C以上で CO_2 への転化が始まっており、これは H_2 が共存しない場合と比較して100°Cも低く、さらに、全反応温度領域での NO_x 、 NH_3 、HCN、ジメチルアミン副生量も H_2 共存により著しく減少した。Pt 触媒における担体効果を調べたところ、活性序列は H-ZSM5> SiO_2 > Al_2O_3 > ZrO_2 となり、Pt/H-ZSM5が最も性能が高く、200°C付近で上記副生物を全く生成せずに DMF をほぼ完全に酸化分解した。ただし、200°C以上では NO_x 副生量が温度上昇とともに増大するという問題があった。これを克服するため、同試料を不活性な粒状 SiO_2 で希釈して触媒層を反応ガス流れ方向に長くし、さらにこれを不均一に加熱することにより反応ガス流れに対して正の勾配を有する触媒層温度条件として、 H_2 - O_2 反応下での DMF 分解性能を調べた。その結果、触媒層最高 (出口) 温度が230~350°Cの範囲で NO_x を全く副生することなく DMF を酸化分解して無害化することができた。これは、最高温度がある程度変化しても DMF 無害化に最適な O_2 - H_2 -DMF 反応条件が温度不均一な触媒層のいずれかの部分で常に形成されるためと推察された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】化学物質無害化、Pt、 H_2 、 NO_x 、N, N'-ジメチルホルムアミド、正の温度勾配

【研究題目】表面ナノテクノロジーを利用する新しい触媒設計手法の確立

【研究代表者】羽田 政明 (環境調和技術研究部門)

【研究担当者】濱田 秀昭、藤谷 忠博、金田一嘉昭、中村 功

【研究内容】

分子レベルでの触媒解析と実用触媒設計を一体化して行い、触媒の原理・原則に基づいた新たな触媒設計手法の開拓を目指す。主として窒素酸化物 (NO_x) の直接分解反応について、表面現象の観察が可能な表面科学的手法を用いて、反応分子の挙動および反応特性から触媒活性点・触媒構造を明らかにし、この情報を基に酸素共存下でも活性低下の少ない高性能な NO 直接分解触媒開発のための指針を得るとともに、表面科学と触媒化学の融合による新しい効率的な触媒設計手法の有効性を明らかにする。平成15年度は前年度に見出したアルカリによる NO 分解活性発現の詳細を表面科学・実触媒の両面から検討した。粉末の酸化コバルトはほとんど NO 分解活性を持たないが、カリウムなど微量のアルカリを添加すると大幅に NO 分解活性は向上した。これはアルカリの添加により酸化コバルト表面が若干還元された状態になり、酸素の脱離が促進されるためであることがわかった。アルカリの効果を表面科学により詳細に調べたところ、Co (0001) 単結晶を酸化して形成された

CoO にカリウムを蒸着すると NO は NO₂として吸着することがわかり、NO₂中間体を經由して NO 分解反応が進行していることが推察された。NO₂は酸素存在下で生成することから、アルカリ添加酸化コバルト上では酸素存在下でも NO 分解反応が進行することが考えられ、事実、カリウム添加酸化コバルトは高活性触媒である Cu-ZSM-5や Pt/Al₂O₃よりも酸素存在下で高い活性を示した。このように表面科学により得られた知見を活用することで、新規な高性能触媒の設計が可能であることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素酸化物 (NOx)、直接分解、表面科学

【研究題目】革新的グリーン触媒技術の開発

【研究代表者】島田 茂 (環境調和技術研究部門)

【研究担当者】島田 茂、林 輝幸、川村 真人

【研究内容】

本研究は、革新的な触媒技術の開発によりファインケミカルや医薬品製造分野のグリーン化を推進することを目的とし、この分野において重要でありかつ特に問題の多いフリーデル・クラフツアシル化反応を環境にやさしいグリーンプロセスへ置き換えることを目指した。フリーデル・クラフツアシル化反応は、毒性・腐食性の強い反応剤を必要とし且つ多量の毒性・腐食性廃棄物を発生するという問題を抱えている。この反応をカルボン酸と芳香族化合物との直接反応による水のみが副生成物となる理想的なプロセスへと変換するための触媒開発を行った。

昨年度、Eu[N(SO₂CF₃)₂]₃が極めて有効な触媒であることを明らかにしたが、反応温度が250℃という高温であることが実用化の上では大きな問題であり、本年度は反応温度低減を目指し、さらに触媒の検討を行った。カルボン酸の効率的な活性化を期待し、触媒上に助触媒機能を組み込んだ新規触媒を設計し合成を試みたが良好な触媒の開発には至らなかった。一方、Eu[N(SO₂CF₃)₂]₃の原料であるプロトン酸 HN(SO₂CF₃)₂がより低温でも良好な触媒となることを見いだした。例えば、10モル%の触媒量で p-キシレンとヘプタン酸との反応において90%収率で目的物を得ることに成功した。さらに、反応性の高いアニソールの反応はトルエン環流条件でも進行した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】グリーンケミストリー、酸触媒、廃棄物削減

【研究題目】マイクロプラズマを用いたナノ構造材料低温創製技術の開発

【研究代表者】佐々木 毅 (界面ナノアーキテクトニクス研究センター)

【研究担当者】清水 禎樹、越崎 直人、寺嶋 和夫

【研究内容】

大気圧中でプラズマを発生させることが可能な誘導結合型高密度微小プラズマ発生器を用いたデポジション装置を開発し、カーボンナノチューブなどのナノ構造体の低温合成法開発を目指して研究を進めた。本年度はカーボンナノチューブの合成条件の探索、ならびに金属ナノ微粒子のデポジションについて検討した。プラズマガスであるアルゴンガス中にメタンガスおよびカーボンナノチューブの触媒源としてフェロセンを気化混合して微小プラズマ発生器中に供給し、大気圧下空气中で微小プラズマを発生させると、微小プラズマ発生器内の石英ガラスキャピラリー内壁および熱電子供給用のタングステンワイヤー上に、直径10nm 程度の多層カーボンナノチューブが CVD (化学気相成長)により形成された。また、高周波電源のマッチング回路の最適化によって、微小プラズマ発生器内に設定してあるタングステンなどの金属ワイヤーをアルゴンプラズマにより溶解・気化させる事が可能となり、微小プラズマ発生器に対向する位置に設置したガラスエポキシ基板上にタングステンのナノ微粒子から構成されるドットパターンを溶射により形成することができた。また金属ナノ微粒子の堆積と同時に基板を移動させる事によってラインパターンの形成が可能なことも確認した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】マイクロプラズマ、化学気相成長、溶射、低温プロセス、ナノ構造材料

【研究題目】分子情報材料

【研究代表者】玉置 信之 (物質プロセス研究部門)

【研究担当者】吉田 勝、甲村 長利、木戸脇匡俊、則包 恭夫、青木 健一

【研究内容】

本研究では、次世代の「分子情報材料」を目指し、有機・高分子物質が示す超分子相互作用と分子構造の相関を調べ、それを利用した新規情報機能材料を創製することを目的としている。平成15年度は、円偏光に応答する可能性があるツイスト型アゾベンゼンの合成に成功した。また、光の刺激により蝶番と同様の動きを示す環状アゾベンゼンダイマーの合成に成功した。本化合物では、二つの状態が室温で熱的に安定なバイスタビリティを示し、また、光強度を高めることで反応性が加速度的に増大されるといった特徴が見られた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】光反応、分子組織化、キラリティー

【研究題目】高速プロトン拡散材料の基盤研究

【研究代表者】青木 勝敏 (本田一匡) (物質プロセス研究部門)

【研究担当者】林 繁信、水野 正城、本田 一匡、

山脇 浩、藤久 裕司、山田 高広、
千勝 雅之、張本 敏子、加藤えり子

【研究内容】

燃料電池の固体電解質材料として有望視されている無機固体酸のプロトン拡散機構を解明するとともに、高速プロトン拡散を実現する材料の設計指針提示を目指し、拡散係数測定方法の開発、プロトン拡散物質の拡散係数決定、構造解析技術の開発等の研究を行った。

(1) 無機固体酸 CsHSO_4 等におけるプロトン拡散

固体電解質材料として有望視されている CsHSO_4 を基準物質と位置づけ、固体核磁気共鳴 (固体 NMR) 法によりプロトン拡散速度を決定し、さらに拡散機構を解明した。固相 II (143°C 以下) においては、 SO_4 四面体間のプロトン授受が非常に速く、 SO_4 四面体の回転がプロトン拡散の律速過程となっていることを ^1H NMR の線幅の温度変化から初めて明らかにした。また、NMR から決めた SO_4 四面体の回転速度からプロトン拡散定数を見積り、この拡散定数がマクロな物性値であるプロトン伝導度 (文献値) と非常によく一致することを示した。一方、固相 I (スーパープロトニック相、143°C 以上 219°C 以下) におけるプロトン拡散速度を ^1H NMR の緩和時間から決定し、固相 II より約 3 桁速いことを明らかにした。

金属を含まない単純な固体硫酸のプロトン拡散機構を調べるため、高純度硫酸の合成を自ら行い、純度 99.7 mol% 以上の純硫酸を得た。これを用いて、固体硫酸の 140°C、10 GPa までの相図を作成し、液相、固相 I、固相 II の相関係を初めて明らかにした。

(2) 氷中のプロトン拡散測定

昨年度までに構築した赤外反射スペクトルを利用した拡散測定手法の確からしさの評価を行った。その結果、測定誤差の要因が試料調製時の界面粗さと赤外反射強度の圧力依存性であることを明らかにした。試料調製法を改良し、強度の圧力依存性を補正することで測定精度を当初の 50% 程度から 15-20% 程度まで高めることができ、測定手法の実用化に向けて着実に進捗した。塩酸ドープによる氷中のプロトン拡散速度向上を期待したが、有意な増加が認められなかった。ドープ効果によらずとも既に十分な数のプロトン移動サイトが形成されているためと考えられる。

(3) 構造解析技術の改良

無機固体酸の高温高压相の構造解析を行うために必要な粉末 X 線回折用ソフトウエアの改良等を行った。このソフトウエアを用いた外部との共同研究により、高温・高压下でヨウ素の新規相の構造解析に成功した。この成果は Nature 誌に掲載された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 プロトン拡散材料、プロトン伝導、超高压、核磁気共鳴

【研究題目】 二次元脂質ナノ構造体の創製と機能評価

【研究代表者】 芝上 基成 (物質プロセス研究部門)

【研究担当者】 正村 亮

【研究内容】

【目標】

本課題ではまず糖鎖を生体系から「切り離し」、インテリジェンスを持つ機能材料として眺める。次に自己組織化技術により糖鎖を二次元状に集積させる。このようにナノレベルで「並べ替える」ことにより、糖鎖の分子認識能を最大限に発揮させることを目的とした「二次元糖脂質ナノ構造体」の構築を当面の目標とする。さらにこの「ナノ構造体」を、生体分子を識別する分析テクノロジーの基盤技術へと発展させたい。

【研究計画】

基板上に糖脂質を含む脂質膜を固定化することにより、生体膜表面類似の素材を構築する。この素材 (二次元糖脂質ナノ構造体) と糖鎖を認識するタンパク質との相互作用を様々な手段により測定することにより、タンパク質を認識しうる二次元糖脂質ナノ構造体の構築とその最適化を試みる。

【進捗状況】

今年度はまずはじめに、生化学でタンパク質修飾に汎用される試薬、SPDP を出発原料としたチオール化合物と、末端が水酸基であるチオール化合物の 2 種類を様々な条件の下でブレンドすることにより、各種の自己組織化膜を調製した。これを我々はブレンド型 SAM 膜と呼んでいるが、このブレンド型 SAM 膜表面は親水性と疎水性の 2 つの性質を有するために、脂質膜を強固にかつその流動性を保った状態で固定化することが可能である。続いてこのブレンド型 SAM 膜に糖脂質を含む脂質膜を固定化することにより二次元糖脂質ナノ構造体を調製した。得られたナノ構造体はその表面に CM1 に由来する糖鎖を有するとともに、生体膜特有の流動性を有するものと期待される。さらにこの構造体と CM1 由来の糖鎖を特異的に認識するタンパク質、コレラトキシン B サブユニットとの相互作用を表面プラズモン共鳴測定装置等で検討を行うことにより、ブレンド型 SAM 膜調製の最適化、および脂質膜固定化の最適化を行った。さらに固定化する脂質膜中のコレステロールの含有量とタンパク質-糖鎖間の相互作用との関係を見積もった。これと平行してタンパク質-糖鎖間の相互作用をより精密に測定できるポテンシャルを持つ、超高感度の水晶振動子センサーの開発を試み、そのプロトタイプを完成することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー

【キーワード】 脂質膜、糖鎖、脂質ナノ構造体、タンパク質

【研究題目】 高性能キャピラリー分離・分析システム構築のためのチップ型シリカ系ミクロモ

ノリシックカラムの開発

【研究代表者】太田 一徳（セラミックス研究部門）

【研究担当者】大橋 優喜、砥綿 篤哉、森川 久

【研究内容】

本研究の目的は、高性能かつ低環境負荷型のキャピラリー分離・分析システム〔特に、微粒子（分離材）等を充填した毛细管（キャピラリー）を分離場として使用する電気泳動法（キャピラリー電気クロマトグラフ法、CEC）を構築するための、高性能かつ取り扱いやすい形状のカラム（チップ型シリカ系マイクロモノリシックカラム）の調製（開発）である。

平成15年度（2年目）は、平成14年度（1年目）で開発した手法（内径 $100\mu\text{m}$ 程度の熔融石英管内に、壁面と一体構造を有し、マイクロサイズの貫通孔とナノサイズの非貫通孔を有するシリカ連続体を作り込む方法）を用いて、チップ型の石英カラム〔長さ 75mm 、幅 27mm 、厚さ 3mm の石英板上に、エッチング法を用いて、U字型の流路（断面は、半径 $75\mu\text{m}$ 程度の半円状の溝）を作製し、この石英板と流路を作製していない石英板とを熱溶着して作製したもの〕の流路内への、シリカ連続体の作り込みについて検討を進めた。その結果、チップ型の石英カラムの流路内に、緻密なシリカ連続体の作り込み成功した。また、調製したチップ型シリカ系マイクロモノリシックカラムは、内径 $100\mu\text{m}$ の熔融石英管を用いて調製したシリカ系マイクロモノリシックカラムと同程度の分離性能を発揮し、チップ型カラムは高性能なCEC用カラムであることを実証した。今後の、チップ型シリカ系マイクロモノリシックカラムのより一層の高性能化ならびにその実用化が期待される。

【分野名】

【キーワード】キャピラリー分離・分析システム、キャピラリー電気クロマトグラフ法、チップ型シリカ系マイクロモノリシックカラム

【研究題目】含フッ素ハイブリッド化合物によるクリスタルエンジニアリングに関する研究

【研究代表者】小野 泰蔵（基礎素材研究部門）

【研究担当者】早川 由夫、林 永二、深谷 治彦、西田 雅一

【研究内容】

本研究の目標は、含フッ素ハイブリッド化合物の分子認識能を利用した全く新しいタイプのクリスタルエンジニアリング手法の開発を行うことである。研究計画は、二つのステージからなる。初年度においては、含フッ素ハイブリッド化合物を系統的に合成し、そのX線結晶構造解析を行うことで、分子構造と結晶構造（パッキング）との関係を調べた。その結果、含フッ素ハイブリッド化合物はフッ素の撥水撥油性に起因してフッ素のマイクロ相分離を起こすような分子配向でパッキングすることが判った。2年目では、得られた分子構造—結晶構造相

関を利用してジアセチレン誘導体の分子設計を行い、重合活性を有するジアセチレン官能基を結晶相で空間的に隣接した位置に制御することに成功した。本結晶は、室温蛍光灯の光でも徐々に重合するが、紫外線を照射すると速やかに重合し、金属光沢を有する黒色の結晶性固体を与えることが判明した。黒色金属光沢は、空気中室温で保存しても長期に亘って変化せず安定な導電性高分子としての利用が見込まれる。

【分野名】ナノテクノロジー

【キーワード】クリスタルエンジニアリング、超分子化学、高分子化学、フッ素化学、材料化学

【研究題目】高品質 SiC 単結晶の連続高速成長技術の開発

【研究代表者】西澤 伸一（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】荒井 和雄、山田 益三

【研究内容】

目標：

SiC デバイス実用化において、最大の障害となっていたデバイスキラ欠陥（貫通欠陥：マイクロパイプ）の無い単結晶基板を作製する新しい単結晶成長技術を開発することを目的とする。具体的には、固体粉末原料を利用した SiC 単結晶成長技術を開発する。

研究計画：

SiO₂、C 微粉末を原料として、SiC 種結晶上に固相反応エピ成長を行い、SiC 単結晶成長層を作製する技術を開発する。具体的には、原料粉末の調整条件、固相反応エピ成長条件の最適化を行い、貫通欠陥の無い高品質 SiC 単結晶成長層を作成するための基本条件を確立する。また、成長結晶層の品質評価を通じて、高品質化のための最適条件を提出する。さらに、実用化・産業化をねらって、連続高速成長を可能とする原料供給方法、結晶成長条件、装置構造を提案し実証する。

年度進捗状況：

H14年度においては主に SiO₂と C の超微粒子粉を湿式混合した原料粉を用いてきたが両者の均一な混合が困難であり成長層中に C の粒子が含まれる事が有った。これを改善する為に SiO₂と C 両方の出発原料を液体原料として両者を極力均一に混合してゾルゲル法によりナノレベルの超微粒子混合原料を作製し、これを用いた SiC 単結晶の成長を試みた。新原料による SiC 成長層は可視光に対して不透明であった事から C のインクルージョンの有無は判断できなかった。また原料組成を C/Si=2.3としたところ、SiO₂の過剰により合成された SiC 微結晶の粒成長が促進され SiC 結晶粒子の堆積層が形成され、またこれらの粒子と種基板との融着が起こった。この結果 C/Si=2.3は C 過少条件と推察できる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】炭化ケイ素、結晶成長、単結晶

〔研究題目〕石英ガラスのレーザー光化学微細加工法の開発

〔研究代表者〕新納 弘之（光反応制御研究センター）

〔研究担当者〕新納 弘之、川口 喜三、佐藤 正健、奈良崎愛子、丁 西明、黒崎 諒三

〔研究内容〕

目標、研究計画

石英ガラス材料（ SiO_2 ）に代表される（紫外）透明材料は、光エレクトロニクス分野の基盤材料として広く使用されており、近年の高度情報化社会の発展を支える光通信技術の進歩によって、高品位でかつ簡便・安価な微細加工技術の開発が期待されている。当研究チームにおいて独自に開発されたレーザー誘起背面湿式加工法（LIBWE法：Laser-induced backside wet etching）は、ナノ秒パルスのエキシマレーザーを加工対象物の石英基板の背面から照射し、色素を高濃度に含む有機溶液または水溶液のアブレーションによって誘起された高温・高圧の特殊な反応場が石英基板表面を微細加工するオリジナリティの高い手法である。本法は海外でも反響を呼び、独国ライプツヒ表面加工研究所およびゲッチンゲン・レーザー研究所においても本法による光学素子の微細加工の研究が進められており、情報交換を行っている。

H15年度は、微細加工特性向上ならびに産業技術への応用を目指し微細パターン構造を利用した表面機能化素子や光学素子の試作を行った。

年度進捗状況

レーザー誘起背面湿式加工法での微細加工特性を改善するために縮小光学系の改良を行い、石英ガラスの0.75ミクロン分解能のグレーティング（格子）作製に成功した。さらに、本法がV字溝形状を有する三次元加工にも適用可能であることを明らかにした。さらに、微細パターン構造を利用した表面機能化素子として、あらかじめ基板表面に自己組織化単分子（SAM）膜を作製した試料にLIBWE加工を行うと、SAM膜のパターニングができることが分かった。SAM分子と色素・蛋白質分子の組み合わせを最適化することで、10ミクロン分解能までの色素や蛋白質分子薄膜の微細パターニングに成功した。これらの結果から、本法を、光学素子や化学・バイオセンサー等への応用するための知見が得られた。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕石英ガラス、精密微細加工、表面機能化素子

〔研究題目〕可視光応答性の多孔質薄膜半導体光電極を用いた水からの直接水素製造システムの研究

〔研究代表者〕佐山 和弘（光反応制御研究センター）

〔研究担当者〕佐山 和弘、阿部 竜、鄒 志剛、荒川 裕則

〔研究内容〕

目標、研究計画

光触媒分野で開発された種々の可視光応答性酸化半導体について電極化を行い、伝導帯準位や格子欠陥、粒界などの因子と量子収率との関係を正確かつ詳しく調べ、電極の高効率化に役立つ知見を得るとともに、高効率な多孔質薄膜電極膜を調製する手法を確立する。また、上記の実験結果を参考にして妥当性のある理論限界効率の計算などを行い、本システムが将来、太陽エネルギーを用いた水素製造システムとして実用化につながるかどうかについて明確にする。

年度進捗状況

探索した多くの可視光応答性半導体についてそのバンド構造を調べるために電極ポテンシャル解析、光電子分光法および密度汎関数法の利用を試みた。開放電圧（ V_{op} ）は伝導帯（CB）ポテンシャルと一般的に関係がある。 BiVO_4 の伝導帯はV3d、 WO_3 はW5dである。同じ光電流密度の電極で比較すると、 WO_3 電極や本実験の BiVO_4 も V_{oc} はほぼ同じであった。故に、CBのポテンシャルがほぼ同じとすれば、 BiVO_4 のバンドギャップは WO_3 より0.3V小さいので、価電子帯上端のポテンシャルは WO_3 より0.3程度は負（上）であると推定できる。

Binding Energyが0eV付近のXPSは価電子帯の情報を反映している。 BiVO_4 のXPSプロファイルは量子化学計算結果と定性的には良く合っていた。 TiO_2 や WO_3 と比較すると、C1sまたはO1sのどちらかでエネルギー補正をしても BiVO_4 はXPSスペクトル端がかなり小さくなっていった。量子化学計算では、Bi6sは確かに BiVO_4 の価電子帯上部を構成しているが、その寄与割合は小さく、大部分はO2pで構成されていた。しかし、Bi6sがもともとO2pより上にあり、両軌道が混成しているとすれば、Bi6sが価電子帯の上方へのシフトの原因となっているという説明は可能と思われる。また、 BiVO_4 は導電性材料として知られているが、混成軌道を作ることによって正孔が移動しやすくなる利点もある。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕水素製造、太陽エネルギー変換、半導体電極、バンド構造

〔研究題目〕高圧縮比エンジンの着火による燃焼制御技術に関する研究

〔研究代表者〕齊藤 剛（エネルギー利用研究部門）

〔研究内容〕

我が国において熱機関の高効率化、低エミッション化は緊急の課題となっている。そこで本研究はレシプロエンジンの高効率化と低エミッション化に対して有効と思われるレーザーブレークダウン着火エンジンの開発に必要な多点着火デバイスの試作に必要な基礎データの把握と試作、さらにはその特性を把握することを目的として

いる。

昨年度までに単一焦点における最小着火エネルギーと圧力依存性を把握したので、本年度は実際に多点着火光学系を試作し、その燃焼特性と問題点の把握を目的として研究を進めた。試作した多点着火光学系は7つの焦点を持ち、すべての焦点で着火できることを確認した。また、光学系の一部をマスクすることにより着火点数の違いによる圧力履歴の変化、熱発生率の違いから、レーザー多点着火がエンジンの高効率化に対して有効である可能性を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【研究題目】バイオ・無機融合によるマテリアルイノベーション

【研究代表者】舟橋 良次（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】浦田さおり（派遣）、幸内 巧（大阪電通大学生）

【研究内容】

一日に1000種類の異なる複合酸化物を合成し、それらのゼーバック係数を短時間で評価する技術を構築する。また変換効率が高く、高温空気中でも耐久性の有るn型酸化物をこの探索技術を用い開発する。

研究成果：1000種類の酸化物のゼーバック係数を誤差10%程度の精度で2時間以内に測定できるシステムを構築した。この方法により La-M-Ni-O 系の n 型熱電酸化物を開発した。

【分野名】材料・エネルギー

【キーワード】コンビナトリアルケミストリー、熱電酸化物、n型酸化物

【研究題目】イオン性液体の機能化とその応用

【研究代表者】松本 一（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】松本 一、齋藤唯理亜、蔭山 博之

【研究内容】

近年、不燃性の安全な電解液としてイオン性液体が注目されている。産総研生活環境系では既存の系では不可能であったリチウム金属の電析が可能なイオン性液体（脂肪族4級アンモニウム系）の開発に成功し、リチウム電池特性の評価を行い97%以上の充放電効率を示しうる事を明らかにしてきた。しかしながら、プロトンやリチウムイオン等の物理的な物質移動を伴うものであるため、イオンの移動が全体の性能を支配しているのが現状である。本テーマでは、安全性と信頼性を種々の電気化学デバイスに提供しうる不揮発性のイオン伝導材料であるイオン性液体に、イオン伝導性と電子伝導性の両方を付与して高性能化を図る試みを提案した。その結果、代表的な酸化還元物質であるフェロセンにアンモニウム基を導入してカチオン化を行い、さらにフッ素含有アニオンと組み合わせる事によって室温で溶解する塩が合成できることを明らかにすることができた。この室温で溶解

するフェロセン塩は親構造であるフェロセンとは異なり、不揮発性であった。また、粘性と導電性の相関を詳細に検討した結果、酸化還元ホッピングによる伝導機構が発現することが明らかとなった。すなわち、イオン自身による伝導のみならず、フェロセンの酸化還元ホッピングによる伝導の寄与が認められ、さらに二枚のITOガラスに挟み込み、1V程度のバイアス印加によって10mAcm⁻²オーダーの電流を流すことができた。このことから、当該物質が新しい不揮発性電解質材料として機能しうることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオン液体、常温溶解塩、電解質

【研究題目】大都市平野部地下の埋没谷の地質学的・地球物理学的探査手法開発とその強震動と地下水流動に与える影響評価

【研究代表者】木村 克己（地球科学情報研究部門）

【研究担当者】木村 克己、村上 裕、関口 春子、長谷川 功、石井 武政、横倉 隆伸、宮地 良典、堀川 晴央、佐竹 健治、稲崎 富士、中澤 努、石原与四郎（職員10名、その他2名）

【研究内容】

2年計画の2年目にあたる。本年度では、前年の調査に基づいて、埋没した段丘斜面が急で面的な調査をするのに適した場所として、埼玉県柿木周辺を定めて、埋没谷地形とそのS波速度構造を面的に明らかにするために詳細調査を実施して次の成果を得た。

- 1) 新たに整備した地盤データベースに基づいて、本調査地域では、埋没谷底は深さ55-60mで、厚さ30m程の汽水から海成の泥層が厚く堆積していること、深度10-20mの埋没段丘にかけての斜面が比較的急な地域であることを示した。
- 2) この地域の埋没地形の正確な形状とS波速度構造について、表面波探査と微動アレイ探査を実施して、100-150m/sのS波速度を示す上部の河川性の泥・砂層と海成から汽水性の泥層、その下位の200-250m/sのS波速度を示す河川性の砂泥互層、350-450m/sのS波速度を示す沖積層直下の更新統がそれぞれ識別され、埋没谷地形を面的に示すことができた。これらの埋没谷地形の形状とS波速度構造に基づいて、地震動の増幅特性について予察的な検討を加えた。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】沖積層、埋没谷、中川低地、微動アレイ探査、S波速度構造

【研究題目】臨海部における超巨大構造物建設に伴う地下水環境変化観測プロジェクト

【研究代表者】丸井 敦尚（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】丸井 敦尚、石井 武政、田口 雄作、

内田 洋平、高倉 伸一、中尾 信典、
加野 直巳、山口 和雄、林 武司、
宮越 昭暢

【研究内容】

本プロジェクトは、高エネルギー加速器研究機構が次世代加速器を茨城県東海村に建設することに伴う周辺環境アセスメントに関連している。この加速器は海岸に面した一辺約2kmの土地に建設されるが、巨大施設の建設により地下の塩淡水境界を破壊するおそれと地下水の流動を変化させる可能性がある。したがって、この地域一帯で様々な手法を用いて地下水観測を行い、塩淡水境界の攪乱予測やその後の地下水流動変化予測に重要なデータを取得しようとするものである。

塩淡水境界を現場観測した事例は世界的にみても極めて少なく、本プロジェクトを通じて塩淡水境界の3次元形状把握および塩淡水境界に沿う地下水流動の詳細が把握できるものと考えている。具体的には、非破壊調査法である物理探査法により地下水環境変化を把握することを試みる。本プロジェクトでは、地下水環境の変化に伴う電気物性や弾性波速度や浸透率などをモニタリングし、坑井で得られる直接的な情報を組み合わせて、地下水環境の変化を広域的に迅速に把握する技術の開発を図り、それを実際の現場に適用する。ここで開発された手法や取得されたデータは加速器建設終了時や運転途中・運転終了時に予定される地下水状況観測の基礎的な資料にもなる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地下水、塩淡水境界、非破壊調査、加速器

【研究題目】亜熱帯複合生態系の構造と機能に関する基礎研究

【研究代表者】山室 真澄（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】山室 真澄、坂田 将、成島いずみ

【研究内容】

サンゴ礁、海草藻場、マングローブ林は熱帯・亜年帯域に特徴的な生態系であり、互いに近接して分布することが多い。その中で、サンゴ礁は富栄養化の影響を受けやすいのに対して、海草藻場は栄養塩や陸起源有機物のシンクとして働く可能性があり、マングローブ林も陸起源有機物のシンクとして海草藻場への有機物の供給を減らす可能性がある。本研究では、このような有機物の動態という観点から、サンゴ礁、海草藻場、マングローブ林の関係について検討するため、各生態系の主要な一次生産者と堆積物に含まれる脂質バイオマーカーを測定した。その結果、一次生産者の脂質に関して、陸上高等植物はC29、C31に富むn-アルカン分布、高濃度のトリテルペノイドケトン存在、ステロールに対するトリテルペノールの卓越性で特徴づけられた。海草はC21、C23、C25に富むn-アルカン分布、トリテルペノールに対するステロールの卓越性で特徴づけられた。サンゴはn-アルカン、トリテルペノン、トリテルペノールの欠如と、

ステロール組成で特徴づけられた。一方、堆積物の脂質に関しては、マングローブ林では陸上高等植物の脂質と同様の特徴が見られた。海草藻場では、n-アルカン分布がC17とともにC29、C31でも極大になり、トリテルペノンとトリテルペノールが顕著に存在する等、海草よりも陸上高等植物の脂質に近い特徴が見いだされた。サンゴ礁ではn-アルカン分布がC17で極大となり、トリテルペノンとトリテルペノールが検出されない等、マングローブ林の脂質の特徴が認められない。このことは、海草藻場が陸起源有機物のシンクとして働き、サンゴ礁を富栄養化から保護していることを示すと考えられた。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】サンゴ礁、海草藻場、マングローブ、堆積物、バイオマーカー

【研究題目】結晶性金属ナノワイヤの創製とその制御

【研究代表者】榎田 洋二（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】榎田 洋二、細川 純嗣、大井 健太

【研究内容】

本研究は、電子デバイス等の配線材料に用いられる金属ワイヤの細線化技術の確立を目的として、高いアスペクト比を有する金属ナノワイヤの新規な製造法の開発を行っている。昨年度、銀イオンを担持した無機化合物に電子線を照射することにより、アスペクト比の高いナノワイヤが生成できた。平成15年度は、このナノワイヤの生成原理を応用し、走査型プローブ顕微鏡を用いて、プローブ先端と銀ナノワイヤ製造用前駆体となる銀イオン担持無機化合物粒子の表面に電圧を印加することにより、ナノワイヤの成長の制御を試みた。その結果、試料温度、カンチレバーの電流値などを変化させてナノワイヤの成長制御を試みたものの、銀ナノワイヤは生成しなかった。一方、透過電子顕微鏡を用いた銀ナノワイヤ製造用前駆体粒子への電子線照射による銀ナノワイヤの生成において、前駆体粒子の一部に電子線照射をおこなっても、照射されていない場所からもナノワイヤが結晶成長する現象が見られたことから、ナノワイヤが成長しやすい特定の場所が存在することが示唆された。よって、走査型プローブ顕微鏡を用いた電圧印加法によりナノワイヤの成長制御を行うためには、特定の場所に電圧を印加する必要があることが分かった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】銀ナノワイヤ

【研究題目】高分解能古地磁気強度層序の研究

【研究代表者】山崎 俊嗣（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】山崎 俊嗣、山本 裕二、小田 啓邦

【研究内容】

本研究の目的は、過去数万年間の古地磁気強度変動を高分解能で求めるための手法の開発を行うことである。従来の研究により、過去約80万年間の相対的変化の概略

が明らかになっているが、これは堆積速度の小さな酸化環境の海底堆積物コアを用いて確立された記録であるため、数万年程度の分解能しかない。また絶対値との対比はほとんどなされていないため、相対変動の振幅はキャリブレーションできていない。本研究では、今までより一桁以上高分解能かつ絶対値に裏打ちされた古地磁気強度変動の標準曲線の構築を可能とすることを目標とした。

火山岩を用いた絶対古地磁気強度の研究においては、昨年度に開発した、ショウ法を改良した新たな手法を、御嶽火山岩に適用した。御嶽新期火山岩類は約2?10万年前に活動し、Ar-Ar法による高精度の年代データがすでに報告されているため、本研究に適している。古地磁気強度及び方位から、約4万8千年前と8万年前に古地磁気強度が極小となり、その時に地磁気エクスカージョンが起きていることが判明した。これにより、約8万年前に今まで知られていなかった地磁気強度の大きな変動があったことが明らかになった。また、約4万8千年前のエクスカージョンは、年代の誤差範囲に約4万年前のLashamp Excursionを含んでいるが、これとは別のエクスカージョンである可能性も残されている。

堆積物を用いて高分解能の相対古地磁気強度変動を求める研究については、北西太平洋で採取された堆積物コア試料の古地磁気・岩石磁気測定を進めた。この海域は生物生産量が高いため、堆積速度が大きいものの、一部の層準で還元的続成過程により磁性鉱物の溶解が起きている。この部分は相対古地磁気強度を求めるのに適さないため、除く必要がある。岩石磁気的検討より、この部分はS比が小さくなることを用いて検知できることが判明した。これにより、北西太平洋海域からすでに得られている堆積物コアを用いて、磁化率及び火山灰を用いた対比に基づくスタッキングにより、高分解能の相対古地磁気強度変動曲線を構築できる見通しがついた。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 古地磁気強度変動、海底堆積物コア、地磁気エクスカージョン

[研究題目] 動物の組織細胞で任意の遺伝子の発現を抑制できるRNAi導入ベクターの開発

[研究代表者] 中西 真人 (ジーンファンクション研究ラボ)

[研究担当者] 中西 真人、瀬川 宏知、西村 健、江口 暁子

[研究内容]

当研究課題では、任意の遺伝情報の発現を抑制できるRNAi (siRNAとも呼ばれる) や、これを作る鋳型となる核酸を、生きている動物組織の細胞に直接導入し局所で発現させる基礎技術を開発し、その成果をさまざまな疾患の治療に応用することを目的にしている。平成15年度は、大きく分けて、1) センダイウイルスを材料とし

た膜融合リポソームの開発と遺伝子デリバリー機構の解明、2) 細胞内で安定に存在し持続的に遺伝子発現をする新しいRNAレプリコンの開発を行った。1) においては、T7 RNAポリメラーゼを発現している細胞のモノクローナル抗体を使った樹立法の確立と、膜融合リポソームによるT7 RNAポリメラーゼ発現細胞へのsiRNA作成鋳型DNA導入の基礎条件の検討を行った。また、膜融合リポソームやセンダイウイルスの遺伝子導入特異性を決定している、膜融合に必須な細胞側因子のクローニングのための基礎条件 (ヒトcDNAライブラリーを組み込んだレトロウイルスベクターの調製・センダイウイルスに対するレセプター (シアル酸) を持っているにもかかわらず膜融合できないB細胞系の株細胞の検索と性状解析・FACSを使ったセンダイウイルス感受性細胞の分離条件) の検討を進めた。2) においては、細胞質に安定に存在するRNAを使った遺伝子発現系を構築するため、細胞と共存しながら遺伝子発現を行う (持続感染) センダイウイルス変異株 cl. 151のゲノムRNA全長のクローニングを行い、その全塩基配列を決定した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] RNAi、センダイウイルス、T7 RNAポリメラーゼ

[研究題目] 神経栄養因子 (BDNF) の細胞生存活性を細胞死活性に変換する機能的一塩基多型 (Functional SNP) の研究とその応用展開

[研究代表者] 小島 正己 (人間系特別研究体)

[研究担当者] 秋山 泰、広川 貴次、富井健太郎 (生命情報科学研究センター)

達 吉郎、上垣 浩一、安宅 光雄、田口 隆久、川崎 隆史、清末 和之、藤森 一浩、原 とも子

[研究内容]

我々のゲノム上には、「一塩基多型 SNP (Single Nucleotide Polymorphism)」と呼ばれるDNA変異が、数百塩基に一個の割合で存在し、その出現パターンは各人で異なっている。本研究では、「脳由来神経栄養因子 BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor)」と呼ばれる神経系成長因子のプロセッシングサイトに位置するSNPに注目する。BDNFは、前駆体として合成され、プロセッシングによって活性型BDNFになる。本研究では、このSNP依存的な神経細胞死のメカニズムを明らかにすると同時に、そのリスクから脳を守るべく創薬を目指した研究を行う。本年度は、以下の5点を見出した。(1)、SNP-BDNFの細胞死はBDNFレセプターのサブタイプp75を介して起きることがわかった。最もクリアなデータは、p75ノックアウトマウスの神経細胞ではSNP-BDNF依存的なアポトーシスが観察されなかった。(2)、SNP-BDNFは急性神経細胞死を誘導する

が、生理的細胞死は誘導しなかった。(3)、バイオインフォマテクス研究から SNP-BDNF/P75の相互作用ドメインを高精度に予測した。(4)、SNP-BDNF のシーケンスを Immunogenicity Algorithm によって解析し抗体作製に最適なペプチド配列を決定した。(5)、BDNF C 末端を認識する抗体をアガロースビーズにつけて免疫沈降を行うと SNP-BDNF が高効率に回収された。これをウエスタン解析した結果、分泌された SNP-BDNF は分解を受けることなくインタクトな構造を取ることがわかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経、蛋白質、一塩基多型

【研究題目】 微生物-昆虫間の遺伝子水平転移の進化過程及び分子機構の解明

【研究代表者】 深津 武馬 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 今藤 夏子、櫻井真紀子

【研究内容】

目標:

我々の研究グループは、ボルバキアという共生細菌の大きなゲノム断片(推定100kb以上)が、アズキゾウムシという昆虫の X 染色体上に水平転移していることを発見した。この共生細菌から宿主昆虫への遺伝子水平転移現象について、その進化過程と分子機構を明らかにすることをめざす。

研究計画:

アズキゾウムシの X 染色体上に水平転移した共生細菌ボルバキアのゲノム断片の全長をクローニングし、両端の宿主染色体部分を含めたその一次配列構造を決定する。具体的にはアズキゾウムシ全 DNA のコスミドゲノムライブラリーを構築し、既知のボルバキア遺伝子をプローブにしてショットガン配列決定および染色体 歩行によって、ゲノム断片の全長を取得、配列決定する。決定されたゲノム断片上のすべての細菌遺伝子を同定して、The Institute for Genomic Research が決定したショウジョウバエのボルバキアのゲノム配列との比較により、水平転移した細菌遺伝子の塩基置換パターンの特徴、特徴的な分子進化などについて探索する。

年度進捗状況:

ボルバキアの *wsp*、*ftsZ*、*gyrA* の配列をプローブとして、アズキゾウムシ全 DNA から作成したコスミドライブラリーのスクリーニングをおこなった。これまでに約100kb の領域をカバーする5つのコスミドクローンをショットガンシーケンスで塩基配列決定を終了しており、さらに両側に染色体歩行を進めている。これまでの解析からわかったこととして、転移ボルバキアゲノムはアズキゾウムシ染色体上でさまざまなレトロトランスポゾンにより分断されていた。ボルバキアの各遺伝子の配置は基本的にはよく保存されていたが、レトロポゾンによる分断の前後ではしばしば類似が見られなかった。クロー

ン S1-4の5'側には昆虫固有の遺伝子配列が検出されたため、この周辺がゲノム境界である可能性があるが、昆虫の遺伝子配列がレトロポゾンとともにゲノム内を移動する可能性も棄却はできないので、さらなる染色体歩行が必要である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 昆虫、微生物、共生、遺伝子水平転移

【研究題目】 Towards the evolution of genotyping aptamers: Selection of aptamers against sub-types of whole influenza viruses

【研究代表者】 Penmetcha K.R. Kumar

(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 川崎 一則、小川 昌克、西川 諭、Subash Chandra Bose Gopinath、御園 智子、酒巻有里子

【研究内容】

インフルエンザウイルスの型を同定することは、流行の予測、予防ワクチンの製造にとって重要な課題である。ウイルス粒子表面にある HA と NA の2種類のタンパク質がその型判定に重要な役割を果たすが、容易に変異を起こすため同定が極めて難しい。現在、型の識別には主として抗体が用いられているが、抗体の保管・管理の問題や、ウイルス株によっては適当な抗体が得られないといった問題がある。産総研 生物機能工学研究部門 機能性核酸研究グループでは、任意のタンパク質に特異的に結合する RNA アプタマーを創出し、それを利用したタンパク質の新しい検出・識別法を考案してきた。アプタマーは抗体に比べ簡便な試験管内操作で創製でき、低分子で特異性を発揮し、修飾・改変の操作も容易である特徴を持つ。

本研究ではアプタマーを利用したインフルエンザウイルスサブタイプの識別(ジェノタイプング)を目的とし、インフルエンザウイルスの表面蛋白質に対するアプタマーの創出を行っている。A型インフルエンザの H3N2 パナマ株(A/H3N2)を標的としてランダム配列 RNA プールから PN30-10-16 と PNA30-11 の2種類のアプタマーを獲得した。これらアプタマーは B 型ウイルスや、A 型の他のサブタイプなどとの識別能力を有していた。ウイルス上の結合部位は表面蛋白質ヘマグルチニン(HA)であり、表面プラズモン共鳴法で測定したアプタマー・HA 結合はアプタマー・単クローン抗体結合より強かった。アプタマーの標的結合部位を化学修飾法(ENU 法)で明らかにすることによって、より小型化したアプタマーの開発にも成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 RNA アプタマー、インフルエンザウイルス、ジェノタイプング

【研究題目】 配向制御固定型タンパク質アレイ・チップ

ブ作製技術の研究

〔研究代表者〕 巖倉 正寛 (生物機能工学研究部門)

〔研究担当者〕 巖倉 正寛、末森 明夫、広田 潔憲、
竹縄 辰行、新井 宗仁、本田 真也

〔研究内容〕

タンパク質アレイ・チップは、今後急速に発展すると考えられる技術分野であると共にその幅広い利用が期待される分野である。しかしながら、現時点においては、①固定化密度の高度化・均一化の問題、②固定化タンパク質の機能検出における感度の問題、③基板に由来する非特異的吸着の回避の問題、④固定化用タンパク質の品揃えの問題、⑤タンパク質アレイ・チップの品質管理の問題、⑥アレイ・チップ作製の自動化の問題、等解決すべき多くの問題があり、これがタンパク質アレイ・チップの実用化また利用拡大におけるボトルネックとなっている。

配向制御固定化技術は、タンパク質アレイ・チップ作製における上記の問題点の多くを解決できる唯一ともいえる革新的技術である。そのため、我々がこれまでに開発してきた配向制御固定化技術を改良し、タンパク質アレイ・チップ作製技術として完成させることを目的として、平成15年度は、上記ボトルネック課題の内、①と②の問題を検討し、固定化密度の高度化・均一化の問題として、これまで数 ng/mm²程度であった固定化密度を、最大約2 μg/mm²にまで、すなわち1000倍程度の高密度固定化の達成に成功した。固定化蛋白質の機能検出感度に関しては、非標識検出系として、SPR (表面プラズモン共鳴) 測定装置を導入し、そのセンサー基板を改良し、特定タンパク質に対する結合タンパク質を配向制御固定化することにより、特定タンパク質の結合反応を感度良く検出することに成功した。このことにより、開発した方法がタンパク質-タンパク質相互作用の測定に利用できことが明らかになり、今後、幅広い利用分野が期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質アレイ、タンパク質固定化、配向制御、表面プラズモン共鳴、高感度検出、高密度固定化、タンパク質-タンパク質相互作用

〔研究題目〕 メディア処理用ネットワークプロトコルに基づく新たな音インタフェース研究

〔研究代表者〕 後藤 真孝 (情報処理研究部門)

〔研究担当者〕 後藤 真孝、浅野 太、麻生 英樹、
秋葉 友良

〔研究内容〕

〔目的・目標〕

LAN 上の複数のメディア処理モジュールをリアルタイムに連携させるための技術的基盤を確立することで、高度な要素技術を統合した新しいインタフェースの実

装・評価を容易にし、基礎研究と実用研究の間の橋渡しをおこなうと共に、実際に、独創的で使いやすい次世代インタフェースやキラーアプリケーションを生み出すことを目的とする。

〔進捗状況〕

タイムスタンプに基づく時間管理と UDP/IP マルチキャスト通信による効率的な情報共有を特長とするネットワークプロトコル RMCP を拡張してマルチプラットフォーム上で実装し、音響信号のストリーミングや音インタフェースで必要な各種音声言語情報の送受信を可能とした。また、無線 LAN 等のモバイル環境で運用するために、TCP/IP 上でマルチキャストを実現する下位レイヤーも開発した。この RMCP 対応のメディア処理モジュールとして、音高推定や有声休止検出、サビ区間検出等の要素技術を実装し、音インタフェースの構成要素として活用できるようにした。そして、これらを活用した具体的な音インタフェースとして、ユーザの声の高さで音声認識時の入力モードを切替えられる新たな音声インタフェースや、サビ区間自動検出手法に基づく「サビ出し」機能付きの新たな音楽再生インタフェース等の応用システムを実現した。こうした成果は、インタフェースに関するトップクラスの国際会議 (ACM UIST2003、採択率4.64倍) における発表で高い評価を得ただけでなく、日本経済新聞、日経流通新聞等でも報道されて注目を集めた。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 音声インタフェース、音楽理解、ネットワークプロトコル

〔研究題目〕 拡張可能プログラム処理システム

〔研究代表者〕 一杉 裕志 (情報処理研究部門)

〔研究担当者〕 田中 哲、古川 浩史、水島 宏太

〔研究内容〕

プログラミング言語研究者による言語機能の効率的な研究を支援するために、拡張可能プログラム処理システムの研究・開発を行う。拡張性を意識した構造を有する言語処理系 (コンパイラまたはインタープリタ) および統合開発環境 (エディタ、デバッガ、バージョン管理機構等) を開発することにより、新しい言語機能の実験が容易に行えるようにする。また、複数の研究者が独立した開発した先進的な言語機能を、同時適用することも可能にする。

平成15年度は、オープンソースの Java 言語統合開発環境である Eclipse をベースに、我々が開発した差分ベースモジュール機構を適用して、拡張可能な Java 言語開発環境の構築が可能かどうかを調査した。しかし Eclipse の内部構造がそのような用途を想定していないことなどが判明したため、シンプルな実用スクリプト言語とその統合開発環境を独自に開発することとし、その概念設計を始めた。

それと並行して、ソフトウェアの拡張性を向上させるために我々が開発した差分ベースモジュール機構の有効性を評価するため、第三者プログラマに比較的大きい2つのアプリケーションを記述させる実験を行った。

また、ソースコードに対してデータマイニング技術を適用し、拡張性・再利用性の高いライブラリの設計指針を発見する試みを行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】プログラミング言語、エンドユーザプログラミング、統合開発環境

【研究題目】スピンおよび電気分極を利用する完全不揮発性 LSI 実現のための基盤技術の開発

【研究代表者】安藤 功兒

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】鈴木 義茂、斉藤 秀和、酒井 滋樹

【研究内容】

必要な瞬間のみ電源を使用し、それ以外は常に電源を OFF とすることが可能な「不揮発性」LSI が生み出されれば、電力消費の壁は克服され電子情報産業の更なる発展が可能となるはずである。「不揮発性」はメモリに限らずスイッチ、論理素子、表示素子、そしてこれらを動かすソフトウェアなどあらゆる情報通信関連技術を大きく変えていく可能性を秘めている。本研究は、完全不揮発 LSI を世界に先駆けて実現するための基盤技術の構築を行うことを目指している。ナノスケール強磁性の磁化を反転させるスピン注入磁化反転方式を実証した。0.1 μm × 0.15 μm の試料においてスピン注入磁化反転を実証した。臨界電流は 5 × 10⁷ A/cm² 程度であった。これらの素子に極短パルス電流を通電することにより高速磁化反転の特性を調べた。その結果、室温で 500 psec、低温では 200 psec で磁化反転が可能であることを世界で初めて実証した。強磁性を示す II-VI 希薄磁性半導体 Zn_{1-x}Cr_xTe の強磁性転移温度を決定している要因を明らかにするために、薄膜の作製条件と強磁性転移温度の関係を調べた。その結果、強磁性転移温度が磁性元素である Cr 濃度で一意的に決定されず、Zn と Te 供給比の大きさに大きく依存することが判明した。また強磁性転移温度はキャリア濃度の増加で単純には増加しないこと、すなわち Zn_{1-x}Cr_xTe の強磁性は、従来の強磁性半導体で見られるようなキャリア効果に起因するものではない可能性を示した。したがって、本物質には、強磁性を保持しつつデバイス作製上重要な技術であるキャリアドーピング操作が可能であることが期待されることが分かった。

【分野名】情報通信分野

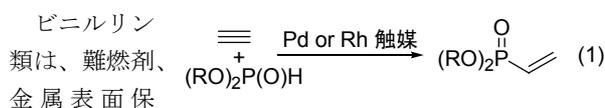
【キーワード】不揮発性素子、強磁性体、強誘電体

【研究題目】ヘテロ化合物の高効率付加反応用触媒系の開発

【研究代表者】韓 立彪 (環境調和技術研究部門)

【研究担当者】韓 立彪 (職員)、松山重倫 (職員)、矢澤 秀秋 (派遣職員)

【研究内容】



護・処理剤、歯科用材などとして有用な機能性化合物である。現在は、有毒な PCl₃ を用いて多段階反応から製造されているが、収率が低い上、製造過程から HCl などの副生成物も大量に発生する。これらの問題を原理的に一気に解決したのは、申請者が見いだした触媒的ヒドロホスホリル化である。(式1)。本研究では、この新規な触媒的ヒドロホスホリル化の実用化を目指して、触媒、プロセスの改良・最適化を行う。15年度では、ニッケルのホスフィン配位子が触媒活性に及ぼす影響について検討し、どのような構造のホスフィンが配位子に適するかなどの大凡のことを明らかにする。これをもとに、配位子構造の微調整を行い、触媒のチューニングアップを開始する。

まず、立体的に混み合いの少ないホスフィン配位子ほど高活性を示すことを明らかにした。すなわち、ジメチルホスファイト (MeO)₂P(O)H の1-オクチンへの付加をモデル反応に、室温下、触媒として Ni(cod)₂ を用いた時は付加がまったく進行しないが、PPh₃ を反応系に共存させると、反応が進行するようになり、2時間後に付加物を25%の収率で与えた。ホスフィンとして PPh₂Me を用いた時は、反応が高効率的に進行し、2時間後に付加物がほぼ定量的に生成した。PPh₂Me と類似の構造を有する PPh₂Bu を用いた時もよい収率で付加物を与えたが、しかし、立体的に大きい PPh₂i-Pr を用いた時は、触媒の活性が著しく低下した。これは、ホスフィン配位子の立体の大きさが、触媒の活性を左右し、立体的に混み合いの少ないホスフィンほど高い触媒活性を与えることを示す。同様な傾向が他のホスフィンを用いた時も観測された。すなわち PphMe₂ が高活性を示すのに対し、立体的に大きい PphCy₂ は低収率でしか生成物を与えない。また、トリアルキルホスフィンの場合は、立体的に小さい PMe₃ は高活性を示すが、P(t-Bu)₃ はまったく付加物を与えない。一方、付加反応からは、一般的に二種類の混合物が得られるが、反応を注意深く検討したところ、同じニッケル触媒から溶媒や添加物の有無など少し反応条件を変えるだけで、付加反応の高度位置および立体選択性制御に成功した。すなわち、エタノール溶媒を用いた時は、マルコフニコフ添加物、一方、反応系に触媒量の Ph₂P(O)OH を共存させた場合は、アンチマルコフニコフ付加物を選択的に与えた。さらに見出した同触媒系は、他のヘテロ原子化合物の付加にも応用可能であり、一般性を有する。

【分野名】環境・エネルギー

〔キーワード〕 触媒、ビニルリン化合物、高効率付加反応

〔研究題目〕 バイオサーファクタントを活用した高次ナノ組織体の創製

〔研究代表者〕 北本 大（環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕 井村 知弘

〔研究内容〕

目標：

バイオサーファクタントは、微生物によってバイオ資源から生産される環境調和型の機能性脂質である。バイオサーファクタントは、新しい天然系の界面活性剤として利用可能であるばかりでなく、その優れた自己組織化能は、従来困難であったナノサイズの粒子や機能素子の配向制御や階層化を容易にし、革新的な先端材料の創製に貢献できる可能性がある。

そこで、本研究では、バイオサーファクタントの自己組織化特性を詳細に解析し、他の機能素子（有機、無機材料）との分子融合や、コンジュゲート材料への適用の可能性を明らかにする。さらに、バイオサーファクタントの自己組織化能を活用して、新たな機能を発現する高次ナノ組織体の創製を目指す。

進捗状況：

新しい糖脂質型バイオサーファクタント（マンノシルエリスリトールリピッド）の会合特性を解析し、新たな構造体（コアセルベート）の形成やそのナノ構造の制御手法等を明らかにできた。また、このコアセルベートは、高次ナノ組織体の「前駆体」として高いポテンシャルを持ち、新しい材料創製技術へ展開できる見通しを得た。今後は、当該バイオサーファクタントのリポソーム材料やグライコチップ（分子認識素子）への実用化の可能性を検証する。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 バイオサーファクタント、ナノ組織体、生体分子デバイス

〔研究題目〕 マイクロバブルの圧壊を利用した高度廃水処理技術に関する研究

〔研究代表者〕 高橋 正好（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 高橋 正好、永長 久寛

〔研究内容〕

先行研究において、マイクロバブル（超微小気泡）に物理的刺激を与えるとこれが圧壊をおこして大量のフリーラジカルが生成することを発見した。そこで本研究ではこのフリーラジカルを利用して水中の有害化学物質を分解するための技術開発を実施した。まず、分解対象化学物質としてフェノール（蒸留水中1mmol/L）を利用した実験を行った。その結果、オゾンマイクロバブル化してこれを圧壊させることによりきわめて効率的に対象化学物質を分解できることが明らかになった。圧壊現

象は超音波においても知られている原理であるが、超音波（28kHz）では1L相当の使用エネルギーが3000Wと大量であったにもかかわらず実験開始45分の段階においてもフェノールの分解はまったく確認できなかった。一方、オゾンマイクロバブルとして供給することによりフェノールは分解した。マイクロバブルの発生は気液2層流方式であり、マイクロバブル濃度は約200個/Lであった。この時の1L相当の使用エネルギーは95Wであり、90%分解に必要な時間は約26分であった。これに対してオゾンマイクロバブルを圧壊させた時の90%分解に要する時間は約5分であり、その時の1L相当の使用エネルギーは86Wであった。次にトリクロロエチレンを利用した分解実験を実施した。サンプルとしては汚染地下水（福島県某所）を蒸留水により10倍希釈したものを利用した。希釈時のトリクロロエチレンの水中濃度は7.3mg/Lである。実験ではエネルギーコストを出来るだけ低くするためオゾンは利用せずに空気マイクロバブルの圧壊によりその削減を試みた。サンプル1L相当の使用エネルギーは5Lである。トリクロロエチレンは揮発性に富むため簡易な実験条件での分解の正確な見積もりは難しいが、予備実験により全体量の減少に対する放散の効果は30%以下と推測される。90%除去に必要な時間は約30分であり、圧壊による除去速度の増加は10倍以上であったと想定される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロバブル、圧壊、フリーラジカル、フェノール、トリクロロエチレン

〔研究題目〕 フッ素系界面活性剤およびポリマーの環境リスク削減を目的とした分解・再資源化に関する研究

〔研究代表者〕 堀 久男（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 堀 久男、早川 悦子、永長 久寛、忽那 周三

〔研究内容〕

フッ素系界面活性剤（パーフルオロ酸類）は他の界面活性剤では達成できない特異な性質や高い化学的・熱的安定性から多くの産業に用いられてきた。これらは自然界では分解しないため環境残留性が極めて高い。近年これらの一部が環境水や生物中に検出され、生体蓄積性や濃縮性があることが明らかになった。これらはフッ素ポリマーの熱劣化でも発生することが知られている。フッ素系界面活性剤の特徴は化学構造そのものに由来しているため、フッ素系以外の材料では代替困難である。従って生態系への影響を防止するためには固定発生源における適正な使用と共に廃棄物の分解・無害化を行う必要がある。これらの廃棄物は水中に存在する場合が多い。水中の有害物質の処理法としては微生物処理、オゾン、酸化チタン光触媒法等があるが、パーフルオロ酸類は極めて安定なためこれらの方法では分解できない。本研究で

はこのようなパーフルオロ酸類をフッ化物イオンと二酸化炭素まで分解できる反応技術を開発することを目的とし、光触媒としてヘテロポリ酸 $H_3PW_{12}O_{40}$ を用い、代表的なパーフルオロ酸類であるペンタフルオロプロピオン酸 (C_2F_5COOH ; PFPA) およびノナフルオロペンタン酸 (C_4F_9COOH ; NFPA) の光分解を行った。反応は $H_3PW_{12}O_{40}$ を添加したパーフルオロカルボン酸水溶液に、酸素下で紫外・可視光照射して行い、期待通り PFPA および NFPA は分解し、二酸化炭素とフッ化物イオンが生成した。パーフルオロ化合物を極端に高エネルギー的な手法で無理に分解させると温暖化係数が非常に高いテトラオロメタン等が生成する場合があることが知られているが、本方法ではそのような有害物質は生成しなかった。反応機構についても考察し、触媒が光励起された後、パーフルオロ酸から電子を奪い、自身は1電子還元体となり、これが酸素により再酸化されて元の状態に戻ることで触媒サイクルが形成されること、電子を失ったパーフルオロ酸は二酸化炭素の脱離を起し、酸素と水との反応を経てフッ化物イオンと二酸化炭素まで分解することがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、光触媒、ヘテロポリ酸、無害化、パーフルオロカルボン酸

【研究題目】環境中の微生物群のチップ泳動/ソフトイオン化 MS による解析技術

【研究代表者】鳥村 政基（環境管理研究部門）

【研究担当者】田尾 博明、鳥村 政基、佐藤 浩昭、市枝 信之、山本 淳、島田 和江（職員4名、他2名）

【研究内容】

環境中複合微生物系の迅速解析を目的とし、電気泳動分離技術と質量分析同定技術の適用を検討した。モデル微生物群に関してキャピラリーおよびマイクロチップ電気泳動法を用いた網羅的な電気泳動移動度の評価を行った。また、微生物泳動の高効率化に最も重要な役割を果たす泳動液への添加剤（分離促進剤）について、各種ポリマーの構造と分離促進機能の関係について生細胞モデルを用いて評価を進め、ポリマー構造（末端構造や分子量分布）が高効率化への効果に大きく影響しているといった知見を得た。一方、細胞をそのままソフトイオン化質量分析し同定する技術に MALDI-MS を用い、イオン化剤を添加した細胞そのものにレーザー光を照射することによって観測されるバイオマーカー成分のピークパターンから各種乳酸菌を属や種のみならず菌株レベルで識別することに成功し、その成果の一部を論文投稿した。さらに、バイオマーカー成分の中には、属・種・株の各レベルでの同定に有用な成分がそれぞれ存在することを見出した。さらに、マイクロデバイスとの融合を目的とした、ナノポーラス構造を有するシリコン基板を用いた

新しいソフトイオン化法（DIOS-MS）の開発にも成功し、分子量分布が規定された合成高分子をモデル試料に用い高分解能電子顕微鏡で観測したナノポーラス構造とイオン化可能な質量範囲との相関を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】微生物、電気泳動、質量分析、ソフトイオン化、ナノ構造

【研究題目】過渡吸収顕微鏡の開発

【研究代表者】加藤 隆二（光反応制御研究センター）

【研究担当者】加藤 隆二、古部 昭広

【研究内容】

目標、研究計画

パルス光励起によって一時的に生じる励起状態や反応活性種の吸収スペクトルを測定する分光技術は“過渡吸収分光法”と呼ばれ、励起種の時間挙動を観測するために光化学の初期過程を調べる上で最も有力な測定手法として広く用いられている。本研究では過渡吸収分光を顕微鏡下で行い、反応場を画像化する“過渡吸収顕微鏡”を開発することを目的とする。

年度進捗状況

過渡吸収顕微鏡としてイメージング型とレーザー走査型の二つの方式を検討し、開発を進めている。

イメージング型過渡吸収顕微鏡では、市販の顕微鏡を改良し、光学系を構築した。顕微鏡の明視野イメージをゲート付き CCD カメラで時間分解画像計測し、コンピュータ上で画像解析することで、過渡吸収信号の空間イメージを計測できるようにした。いくつかの試料について測定を行い、吸光度が0.01程度の変化を計測できる性能を達成した。これを用いて色素増感太陽電池デバイスの性能の空間分布を評価した。

レーザー走査型過渡吸収顕微鏡の開発においては、予備的な測定の後、光学系の設計を行い、測定準備を始めた。光源にはフェムト秒レーザーを用い、100fs の測定時間分解能を有する。励起光と観測光を同じ対物レンズで試料に集光し、その焦点付近でのみ過渡吸収信号が観測されることになる。試料を透過した光は別の対物レンズで集められ、分光された後、検出される。試料はXYZ3次元の自由度を有するナノ走査ステージに乗せられており、この走査によって過渡吸収信号の3次元画像を得ることができる。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】過渡吸収、顕微鏡、光化学反応

【研究題目】デバイスクオリティー酸化物薄膜製造のためのハイブリッドプロセス装置の開発

【研究代表者】安田 哲二

（次世代半導体研究センター）

【研究担当者】右田 真司、西澤 正泰、北條 大介

【研究内容】

様々な機能を実現する電子デバイス材料として今後ますます重要な金属酸化物薄膜を形成する技術の中で、CVD法はその組成制御性と生産性の高さゆえに製造に適していると考えられているが、薄膜中に原料由来の不純物が残留しやすいという短所がある。当研究所が昨年度までに提案・実証した気液ハイブリッドプロセス (Vapor-Liquid Hybrid Process, VALID) は、金属原料分子を気相から基板表面へ飽和吸着させ、吸着分子を液体の水との接触により加水分解する操作を繰り返すことにより、不純物残留の問題を根本的に解決する新しい成膜手法であり、過去に例がない独創的な技術である。本年度は、内部グラントの支援により、これまで手作業で行ってきた VALID 薄膜成長を全自動で行う装置の開発に成功した。開発した自動 VALID 成長装置は、窒素パージされたケースの中に、ロボット駆動のガス吸着・加水分解ヘッド機構および4インチウエハー用ステージが納められ、その周辺に原料ガスの供給系・排気系および除害装置を配置したものである。本装置を用いて、高誘電率酸化物ゲート絶縁膜として有望な HfO_2 および HfSiO_x 膜の成長を全自動で行うことに成功している。 HfO_2 の場合を例にとると、1サイクル当たりの成長膜厚は、約0.1nmと原子層成長を達成していた。容量-電圧 (C-V) 測定による絶縁性評価により、電圧印加による反転層形成を示す正常な C-V 曲線が得られた。

現在、自動化装置で成長した膜に最適な熱処理条件の探索を含めて、詳しい評価を始めている。今後、ゲート絶縁膜としての電気特性評価結果をフィードバックして装置を改良する作業を通して、デバイスクオリティの薄膜製造装置として完成度を高めていく予定である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 薄膜、原子層成長、高誘電率酸化物、絶縁膜

【研究題目】 極微小プラズモン光学素子の開発

【研究代表者】 時崎 高志

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 時崎 高志、小貫 哲平、重藤 知夫

【研究内容】

回折効果による制限を打ち破る微小な光導波路のプロトタイプとして、金属クラッドを有する平面導波路構造の研究を行った。このような構造では、金属クラッドと誘電体コアの間に表面プラズモンポラリトン (SPP) が生成するため、光を微小領域へ集中できることが知られている。本研究では、構造を自由に、かつ精密に制御できることから、電子線リソグラフィによって加工されたレジストポリマーをコアにすることを提案した。また、最も効率よく SPP を伝搬するために、ガラス基板上にコーティングした銀薄膜 (膜厚 \sim 50nm) をクラッド層としている。また、このクラッド層は酸化され易いため、高真空中での銀蒸着では、直後に酸化シリコンを数ナノ

メートル厚コーティングすることを提案した。

電子線リソグラフィにより作製したポリマーコアの厚さは300nm、幅は10 μm から0.5 μm まで変えて伝送特性を測定したところ、コア幅の広い導波路では伝搬長 (SPP強度が1/eに減少する長さ) は \sim 100 μm と求められた。この値は2次元 SPP の伝搬長として解析的に求められている値と同程度であるため、銀薄膜、レジストポリマーの光学特性が理想的であることが確認された。また、幅0.5 μm では3次元的閉じ込めによる損失の増大が観測された。

また、導波路の両端に回折格子構造を作製し、レーザー光の導入と回折格子からの光の放出観測を行った。その結果、ある特定の入射角 (射出角) において光と SPP の変換効率が高まることが分かった。この結果は、SPP の分散特性、回折格子中の有効屈折率を考慮した光伝搬速度、格子波数を考慮した理論考察と比較的良好一致することが分かった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 極微小光導波路、表面プラズモン、電子線リソグラフィ

【研究題目】 地球温暖化予測に関する高度化技術の開発—高精度環境復元とそのデータを用いた高精度シミュレーション技術の発展—

【研究代表者】 川幡 穂高 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】 川幡 穂高、野原 昌人、田中裕一郎、鈴木 淳、松本 克美、Lallan P. Gupta、藪島 佳代、外西奈津美、黒柳あずみ、山村 充、北田 幸男、石崎 維、矢羽 悠子

【研究内容】

現在の地球温暖化は、「自然本来の温暖化」+「人為起源の二酸化炭素による温暖化」が合わさったものである。現在の温暖化レベルは産業革命以前よりは高いものの、実は数千年前に地球が自然のみの働きで経験した温暖化より低いレベルにある。しかし、その程度がどの位であったのか、高精度の定量的 (デジタル) な復元は行われてきていない。

本研究では、日本にとって最も重要度が高い北西太平洋の日本周辺海域に焦点をあてて、現在の分析技術の最高水準で、高時間解像度で、有孔虫殻の安定同位体比・化学組成分析、有機物分析を駆使し、環境復元技術を確立するとともに実際に復元を行う。また、本研究では、このような自然の働きのみで現在より温暖化していた地球がどのような仕組みでもたらされたのかを明らかにするため、プリンストン大学のモデリング (数値シミュレーション) 技術を改良し、復元された環境を氷期から間氷期への各々の温暖化レベルで検証するとともに、モデリング自体の評価の手法を開発した。

東北地方北部の下北半島沖の北緯41度34分、東経141

度52分、水深975m から採取された柱状堆積物試料 MD01-2409の有機物質アルケノン、浮遊性、底生有孔虫の安定同位体比の測定を行い、表層水中の水溫変化を高時間解像度で復元した。年代は浮遊性有孔虫の炭素14年を測定して決定され、堆積速度は約2mm/yr と非常に大きかった。表層堆積物のアルケノン分析に基づく水溫（表層水表面に対応）は15.5℃で、現在の春から夏にかけての表層水溫に対応していた。次に、縄文海進にあたる5-6千年前には17.0℃と、現在よりも1.5℃程度高い水溫が認められ、三内丸山遺跡など陸域での定性的に求められた環境記録と整合的であった。

水溫については長期間についても解析を行い、北半球の代表的な記録として有名なグリーンランド氷床柱状試料 GIPS2の酸素同位体比（大気温）の記録と比較した。12.5千年前の YD（ヤンガードライアス期）に水溫10.3℃、15.6千年前の H1（ハインリッヒ1）寒冷イベントに水溫9.5℃と下北半島沖も同様に寒冷化していたことが明らかとなった。ちなみに、このような温度降下が北西太平洋で観察されたのはこのコアが最初である。次に、浮遊性有孔虫である *N. pachyderma* (sin.) の酸素同位体比から水溫（表層水中層に対応）を完新世（3.4~3.9千年前）から氷期（15.6~21.0千年前）での期間にわたって、推定した。その結果、2.5℃の水溫上昇という値が得られた。このことは、常に親潮の影響下にある表層水中層の水溫変動は高緯度でありながら比較的小さかった可能性が示唆された。

また、生物生産については、珪藻が作り出す生物起源オパール含有量より、氷期よりも完新世に生物生産が高かったことがわかった。換言すると、下北沖では気溫の上昇とともに生物生産力が増加してきており、プランクトンの増加は、魚の成育にも大きな影響を与えるので、魚のバイオマスについても完新世にはかなり増加してきたと推定された。

次に、オホーツク海は、大規模な海水が形成される海洋の中で、最も南に位置していることと、北太平洋中層水が形成されるために近年注目されている。私達は北緯44度2分、東経145度1分、水深1250m から採取された柱状堆積物試料に含まれる花粉を分析して、知床半島付近の環境を、この7千年間にわたり復元した。その結果、7,240-3,050年前には、現在よりもかなり温かかったことがわかった。北海道北部は広葉樹林から典型的な針葉樹林が優勢となり、約3千年前に寒冷化が顕著となった。本研究で注目した5-6千年前の縄文海進の時代には、北海道は知床半島付近でも落葉広葉樹林が広がるなど、温暖であったことがわかった。

九州西方沖の東シナ海の北緯31度39分、東経128度57分、水深746m から採取された柱状堆積物試料（MD982195）は、平均堆積速度は非常に速く（~80cm/kyr）、高分解での古環境の解析が可能である。浮遊性有孔虫の群集解析の結果は、24~15千年前、海水準

の低下にともなう寒冷で低塩分の時代になったが、15-8千年前までには温暖化し、約8千年前には現在とほぼ同じように黒潮の影響を強く受ける時代となったことが今回明らかとなった。アルケノン水溫によると、表層堆積物の水溫は約24.0℃であり、本研究で注目した4-7千年前には23.5℃で0.5℃ほど水溫が低くなることがわかった。日本列島でも北部の方では、陸の植生でも、この時期に温暖化していたことを考えると、南北方向に長い日本列島では、将来の温暖化においても一律に水溫が高くなるということにはならない可能性が指摘できる。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】炭素循環、気候変動、古海洋学、温暖化、アルケノン、安定同位体比、花粉、有機物、堆積速度、一次生産、柱状堆積物、サンゴ骨格

【研究題目】超高周波数表面剪断波素子（STW 素子）による化学センサーの開発

【研究代表者】黒澤 茂（環境管理研究部門）

【研究担当者】黒澤 茂、松永 睦生、戸塚 光裕（職員1名、他2名）

【研究内容】

産総研で特許出願中の「水晶振動子式バイオセンサーの作成技術と評価法・それに関連するノウハウ」を抗体等の分子認識素子をセンサー上に安定に固定化する要素技術として、共同研究する会社の保有する超高発振周波数を持つ表面剪断波素子（STW 素子）製造技術と融合し、バイオセンサー用途に新規に開発する特殊な構造を有する STW 素子を超高質量感度の情報変換素子としたバイオセンサーを開発する。

水晶振動子式バイオセンサーの作成技術を基盤として、バイオセンサー用途に適した特殊な構造を有する STW 素子上への抗体の固定化反応、抗原抗体反応を通しての素子探索と試作および性能評価を行い、その STW 素子構造とバイオセンサーとしての性能との関係について基礎的な知見を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオセンサー、化学センサー、表面剪断波素子

【研究題目】チタン酸ジルコン酸鉛圧電ファイバの実用化

【研究代表者】佐藤 宏司（スマートストラクチャー研究センター）

【研究内容】

我々の研究グループが研究を行っている金属コア入り圧電ファイバは、世界で最初に発明されたもので、コンポジットに埋め込むことによって、振動検出用センサとしても振動発生用アクチュエータとしても利用することができる。その多機能性及び斬新な構造的特徴から、実

用化への可能性について国内外の大学、研究所、産業界から高く評価を受けており、サンプルの提供依頼も多く受けている。しかし実用化するためには一度に数百本単位のファイバを用いてテストする必要がある。今後は量産へ向けた技術開発を行う必要がある。本研究では、セラミック部品の成形技術で実績のある長峰製作所と共同で金属コア入り圧電ファイバの量産へ向けた生産技術の研究を行うことを目標としている。本研究により、押し出し成型法を用いて一度に数百メートルのファイバを成型に成功している。この技術により、ファイバの量産化が可能となり、既に3つの大学研究室、3つの国立研究所、そして2つの企業にサンプルを提供しており、それぞれの研究機関であたらな圧電ファイバの応用について、共同、また独自に研究を進めている。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 圧電 繊維 大量生産

【研究題目】 再生シリコーンゴムの製造方法及びその製品開発

【研究代表者】 永井 英幹（スマートストラクチャー研究センター）

【研究担当者】 永井 英幹、吉田 均

【研究内容】

シリコーンゴムは、使用後は費用を投じて埋め立て廃棄されている。従来研究されている再生法は可塑性が前提でコスト、エネルギー面で難点があった。そこで、シリコーンゴム廃材を粉砕し、可塑性せずにシリコーンゴムへ再生する、低コストな非可塑性再生法を進めてきた。本研究では、まず、金属酸化物を添加して、ドライのみならずウェット環境でも防滑性を発揮させる研究を行った。添加物として、酸化チタン、酸化アルミ、酸化鉄、酸化亜鉛の粉末を用い、加硫ゴムの引張試験法（JIS K-6251）のダンベル3号試験片形状に成形して、引張強度試験ならびに摩擦係数測定試験を行った。摩擦係数は、オールシーズン汎用とハイヒール底用の2種類の靴底用ゴムに対して測定した。本研究でのシリコーン破砕片に対しては、防滑性能優先なら酸化チタン、ウェット時の摩擦係数低下率（対ドライ時）を小さくする目的からは酸化亜鉛が有効であること明らかになった。この組み合わせについて、水濡れ時防滑性床材を試作した。

また、これまで研究担当者らで開発済みの有害環境作業用防護服システムにおいて、その主要構成部品であるTiNi合金と高靱性弾性体を複合化した可逆的の形状変化構造体に対し再生シリコーンゴムを適用し、形状記憶合金ワイヤ、超弾性合金ワイヤと複合化した構造体を4種類試作した。各々の構造体に対して、新生シリコーンゴムを用いた従来開発品と今回再生シリコーンゴムを用いた部材とで変わらぬ動作（開閉の曲率変化量）を確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リサイクル、シリコーンゴム、非可塑性再生、TiNi合金、可逆的の形状変化、防滑性

【研究題目】 高活性カタラーゼ微生物による低コストカタラーゼ生産

【研究代表者】 湯本 勲（生物機能工学研究部門 北海道センター）

【研究担当者】 湯本 勲、原 功、一瀬 信敏、
（株）ロム：田中真紀子、山本 祐輔、
山平 桂子

【研究内容】

過酸化水素は半導体産業をはじめ各種業界で漂白、殺菌の目的で広く使用されている。また環境に高負荷な塩素系漂白殺菌剤の代替品として、分解すれば無害になる過酸化水素の使用の切り替えが期待されている。しかし産業廃水に含まれる過酸化水素はその有毒性から適切な方法で処理されなければならない。本研究では過酸化水素の処理に最も有望なカタラーゼという酵素について、高活性酵素を大量に発現する微生物およびそのカタラーゼ遺伝子を用いさらに機能化および高効率回収を行う。得られた結果は以下の通りである。

1. 過酸化水素ストレスの付与による顕著なカタラーゼの発現量の増加が見られ酸化ストレスの付与により、酵素回収率を向上させることが出来た。本酵素は非常に多量に発現することから本酵素プロモーター遺伝子は遺伝子発現ツールとして非常に有望である。
2. 本酵素は過酸化水素のみならず過酢酸の様な有機過酸とも良く反応した。この様な性質は、牛肝臓カタラーゼや他の微生物由来のカタラーゼには見られない現象であり、この原因は本酵素の基質導入キャビティ構造の入口部分の広い空間を有する構造が過酸化水素より大きな分子量を受け付けやすくしていることに起因することが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 カタラーゼ、過酸化水素、ヘム酵素

【研究題目】 生分解性ゲルを用いた介護用紙おむつの開発

【研究代表者】 平栗 洋一（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 平栗 洋一、常盤 豊、片瀬 憲一、
清水 洋

【研究内容】

紙おむつは、使用後、分別回収が難しく、焼却により処理してきた。しかしながら、近年、ゴミの量の増大により、焼却場の不足が深刻な問題となり、紙おむつにも生分解性を付与することが強く求められるようになってきた。我々は、ラジカル開始剤存在下、開環重合してポリエステルエーテルを与える2-メチレン-1,3,6-トリオキソカン（MTC）を用い、紙おむつの基材となる生分

解性で、高吸水性であるゲルの開発を行った。

初めに、MTC と無水マレイン酸 (MA)、架橋剤として、ポリエチレングリコールジアクリレート 400 (PEGdACL)、または、ジビニルアジペート (DVA) をラジカル共重合し、その後、MA の酸無水部を希薄炭酸ナトリウム水溶液で加水分解し、吸水性ゲルを得た。生分解性は、土壌を用いた BOD 測定装置により評価し、その結果、MTC/MA/PEGdACL (50/45/5、モル比) ゲルは、64%生分解し、また、MTC/MA/DVA (50/45/5、モル比) ゲルは42%生分解することがわかり、満足な結果となった。吸水性は、生理食塩水中で評価し、MTC/MA/PEGdACL (50/45/5) ゲルは自重の26倍、MTC/MA/DVA ゲルは自重の13倍の吸水量を示した。市販のピジョンおむつライナーの同条件による吸水量は、52倍であり、吸水性も市販品とそれ程違わないことがわかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 紙おむつ、生分解性、高吸水性ゲル、ラジカル開環重合

【研究題目】 KNOPPIX のアプリケーションサービス
プロバイダ ASP 化

【研究代表者】 須崎 有康 (情報処理研究部門)

【研究担当者】 須崎 有康、飯島 賢吾、丹 英之

【研究内容】

目標：

オープンソースソフトウェアがネットワークを介してインストールせずにどこでも利用できるアプリケーションサービプロバイダ (ASP) 環境を開発する。この環境により、インストールの手間が省けることで一般ユーザがオープンソースソフトウェアを手軽に利用可能になるばかりでなく、オープンソースソフトウェアの開発の循環が行われて開発を促進することができる。

研究計画：

開発としては、現在手軽に利用可能となった CD ブート起動 OS である KNOPPIX 日本語版を Linux エミュレータ UserModeLinux (<http://user-mode-linux.sourceforge.net/>) 対応にし、ユーザが手軽に OS やアプリケーションの改変ができるようにする。また、Linux エミュレータのハードディスクイメージはインターネットを介して取得することで、ユーザのハードディスクを利用することなく、アプリケーションの起動が可能とにする。インターネットを介して取得するためには SFS (Self-certifying File System <http://www.fs.net>) を用いる。

進捗状況：

2003年2月より、インターネットを介してこの ASP 実験が行われており、KNOPPIX 日本語版の収録された UserModeLinux を使って情報技術研究部門の下記 URL より試すことができる。

<http://unit.aist.go.jp/itri/knoppix/uml/sfs/>

【研究題目】 酵母新規発現系による有用蛋白質生産の実用化に関する研究

【研究代表者】 扇谷 悟 (生物機能工学研究部門 (北海道センター))

【研究担当者】 扇谷 悟、佐原 健彦、合田 孝子 (東洋紡績株式会社)

【研究内容】

研究目標：

産総研が開発した、酵母による新規タンパク質生産系を事業レベルに展開することを目標とする。

研究計画：

本タンパク質生産系は既存の酵母発現系を凌駕するタンパク質生産効率を得ている上、ヒトなどの蛋白質の発現において大腸菌よりも適していると考えられ、実用化できる可能性は極めて高い。そこで、産総研において発現系の改良を進めると共に、企業において実証試験を行い、本タンパク質生産系の実用化に取り組む。

年度進捗状況：

昨年度までに構築した酵母低温誘導発現系を基に、発現効率の改良に取り組んだ。ベクターの複製開始点、選択マーカー、ホスト株、誘導条件などの検討を行い、最終的に発現効率を飛躍的に増大させることができた。モデルタンパク質として EGFP を用いた場合に、SDS-PAGE 上、酵母の可溶性タンパク質の50%以上を占めていた。開発された酵母低温誘導発現系を用いて、ヒトなどのタンパク質をおよそ40種類発現させ、大腸菌などの発現系との比較を行った。その結果、本発現系はヒトなどのタンパク質を生産する目的としては、大腸菌に比較して、非常に高い確率で可溶性発現できることがわかった。また、一部の酵素について、可溶性発現した酵素を酵母破砕液より精製し、天然のものと比較したところ、ほぼ同じ比活性が得られたことから、本発現系において可溶性で発現できた酵素はほぼ正しい folding をしていると考えられた。

さらに効率的な生産を目的として、遺伝子組み換えによるタンパク質生産に影響を与えるいくつかの遺伝子について、遺伝子破壊などを行い、タンパク質の発現に与える影響を検討した。また、他のタンパク質と融合させて生産させることの効果についても検討した。その結果、いくつかのタンパク質について、これらにより発現タンパク質の生産量が改善されることがわかった。

以上のような研究の結果、パートナーである東洋紡績株式会社が、本酵母低温誘導発現系を利用した受託生産サービスを開始した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子組み換え、酵母、低温

【研究題目】 セルセパレータ (連続的細胞分離装置)

の開発

【研究代表者】金森 敏幸（物質プロセス研究部門）

【研究担当者】須丸 公雄、尹 富玉、山口麻奈絵、岡村 愛子

【研究内容】

本研究では、末梢血や臍帯血などから幹細胞など特定の細胞を選択的に、大量、連続的、低侵襲に分離することができるセルセパレーター（連続的細胞分離装置）への応用を目的とした細胞分離材料の開発を行っている。Polypropylene（PP）不織布は空隙の大きさ、および単位体積あたりの繊維表面積が高いことから細胞分離に最適であると考えられる。この PP 不織布に、Poly（N-isopropylacrylamide）（PNIPAAm）をグラフト重合させることにより、下限臨界溶解温度（LCST）以上でこの不織布に目的細胞の抗原に特異的な抗体を疎水性結合により吸着させることにより目的細胞を選択的に捕捉させ、LCST 以下の温度で洗浄し不織布表面を親水性にすることにより細胞を回収することができると考えた。

本年度は、上記スキームを確認するため、当該 PP 不織布に低温プラズマ後重合法により PNIPAAm をグラフトする技術を確認した。次いで、モデル系として選んだ CD86発現細胞と CD80発現細胞を1：1で混合した細胞懸濁液から、どちらか一方を80%以上の濃度で取り出すことに成功した。この結果を元に、某企業と共同研究契約を締結し、特定の目的に用いるセルセパレーターの開発を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】抗原抗体反応、ポリプロピレン不織布、セルセパレーター、選択的細胞分離×

【研究題目】移動ロボットにおける実時間音源定位に関する研究

【研究代表者】浅野 太（情報処理研究部門）

【研究担当者】浅野 太

【研究内容】

この研究では、産総研で開発した音源定位（音がどこから来ているのかを推定するシステム）ソフトウェア及び音源分離ソフトウェアを産総研で開発した多チャンネル音響信号処理ハードウェアシステム RASP-2に移植する。移植作業では、リアルタイム性を保障するため、リアルタイム性の高い分離フィルタの部分 RASP-2上の FPGA で実現し、他のリアルタイム性の低い部分を CPU ボード（Motorola 社 PrPMC800）で実現する。このシステムにより、空間に音源が複数存在する場合でも、それぞれの音源の位置を推定し、音源からの信号を分離して取り出すことができる。用途としては、音声認識を用いた音声インターフェースを雑音環境下で用いる場合のフロントエンドに使用することにより、音声認識率を向上させることができる。ハードウェアは、スタンダードアローンで使用するとともに、ハーフサイズの PCI

スロット x2に挿入することができ、ハーフサイズの PCI バスを持つシステム（たとえばロボット）などへの応用も可能であり、現在産総研で開発されたヒューマノイド HRP-2において実証実験を進めている。移植作業自体は、すでに終了している。

【分野名】情報通信

【キーワード】音源定位、音源分離、音声インターフェース、リアルタイム、ロボット、ハードウェア

【研究題目】試料温度可変小型プローバ実用化に関する研究

【研究代表者】阪東 寛（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】相浦 義弘、川中 浩史、丸山 誠司、浦田 篤浩、他（職員4名、他3名）

【研究内容】

産総研出願の特許技術により、断熱真空中での探針位置制御にウォブルスティック的機構を用い、真空槽の小型薄型化および真空性能の向上を特徴とする試料温度可変小型プローバ技術を発展させ、超高真空域への到達と試料温度の制御範囲の拡大によって広範な市場に投入可能な実用レベルの製品開発をめざした。開発期間中に超高真空に対応可能で微小電流測定に使用可能な超高真空マイクロプローバ装置「iMPC/UMPC シリーズ」の製品化に成功した。

【分野名】情報通信

【キーワード】マイクロプローバ、ホール効果測定、超高真空技術

【研究題目】超低硫黄軽油製造用触媒の実用化開発

【研究代表者】葭村 雄二（環境調和技术研究部門）

【研究担当者】葭村 雄二、鳥羽 誠、三木 康朗、神田 幸雄、松井 高史、原田 賢、他4名

【研究内容】

（目標）

大気環境基準の強化に伴い、自動車排ガス規制を十分に満足させつつ、硫黄に弱い後処理触媒の性能を十分に維持できるサルファーフリー燃料（硫黄量<10ppm）に対する要求が急速に高まりつつある。本研究では、現行の製油所内装置を大幅に改造することなく、現行の軽油（S<50ppm）が製造されている脱硫反応器の触媒を交換するのみで超低硫黄軽油（硫黄量<10ppm）を製造できる、革新的軽油品質改善技術を先導的に開発する。

（研究計画）

本研究は、産総研において触媒の活性点の構造解析、触媒活性化条件の最適化、活性化条件と触媒構造の相関解明、工業化試作触媒の構造評価を実施し、共同研究相手先企業において実製造規模でのパイロット触媒製造及びプラント評価（長期試験）を実施する。

(年度進捗)

ニッケル-モリブデン含有の触媒調製用含浸水溶液の調製法(新しいキレート剤)および乾燥法を工夫し、直留軽油(S~1wt%)から一段反応でS-free軽油を製造できるNiMoP/ γ -Al₂O₃触媒を開発した。S<50ppm対応触媒の反応条件下(温度=340℃、圧力=4.9MPa、LHSV=1.5h⁻¹、H₂/oil=250NL/L)で得られた生成油中の硫黄量は7ppmであり、水素消費量は、約60NL/LとS<50ppm対応触媒より少し高かった。本開発触媒を用いれば、現行のS<50ppm対応触媒の入れ替えのみで対応できることが明らかとなり、S<10ppm対応の実用化触媒として有望であることが明らかとなった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] クリーン軽油、卑金属触媒、サルファーフリー

(3) 外部資金

中期目標や中期計画で定められているように、産業技術総合研究所は、業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図ることとなっており、そのため、外部資金や自己収入の増加と固定的経費の割合の縮減に努めている。

外部資金の多くは、各省庁からの様々な制度から委託研究費で、その多くが、競争的資金となってきている。産業技術総合研究所が受け入れる外部資金は、制度的には、受託研究として受け入れられ、研究終了後それぞれの委託元に詳しい研究報告がなされている。

平成15年度に受け入れた受託収入の状況

※千円切り捨てのため、合計と一致しないことがあります。

資金名	件数 (テーマ)	決算額 (千円)
受託収入		20,965,165
(1) 国からの受託収入		11,528,514
1) 経済産業省		5,743,878
(i) 産業技術総合研究所委託費	21	3,308,171
(ii) 中小企業産業技術研究開発委託費	2	857,353
(iii) 特許生物寄託委託費	1	520,475
(iv) 原子力発電施設等安全技術対策委託費	6	561,469
(v) 放射線廃棄物処分基準調査等委託費	2	114,100
(vi) 石油天然ガス基礎調査等委託費	2	178,726
(vii) 産業技術研究開発委託費	5	126,606
(viii) 製造技術高度情報化研究開発委託費	1	55,784
(ix) その他	4	21,189
2) 文部科学省		4,816,875
(i) 科学技術振興調整費	89	3,200,394
(ii) 科学技術振興費	2	429,600
(iii) 原子力試験研究費	41	834,863
(iv) 海洋開発及地球科学技術調査研究促進費	3	19,898
(v) 文部科学省関係機関からの受託	10	332,118
3) 環境省		920,883
(i) 公害防止等試験研究費	29	609,668
(ii) 地球環境保全試験研究費	4	81,596
(iii) 地球環境研究総合推進費	22	140,270
(iv) 環境技術開発等推進事業	2	86,639
(v) その他	1	2,706
その他省庁	6	46,878
(2) 国以外からの受託収入		9,436,650
1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	104	6,868,673
2) その他公益法人	196	1,329,929
3) 民間企業	133	1,227,052
4) 受託出張		10,995
その他収入		7,742,390
合 計		28,707,555

【経済産業省】

(i) 産業技術総合研究所委託費

(21テーマ 3,308百万円)

- ・石油安定供給技術開発等委託費
石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給の確保に資するため、石油及び可燃性天然ガス資源の開発の促進並びに石油の備蓄の増強のための技術の開発に係る委託事業により、石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。
平成15年度は、1テーマを97百万円で実施した。
- ・石油生産流通合理化技術開発等委託費
石油の生産の合理化に資するため、石油の生産の合理化のための石油精製支援ロボットシステム等の技術開発に係る委託事業により、石油の生産の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。
平成15年度は、1テーマを30百万円で実施した。
- ・エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費
内外の経済的社会的環境に応じた安定的かつ適切なエネルギーの需給構造の構築を図る観点から、石油代替エネルギーの開発及び利用、並びにエネルギーの使用の合理化のための技術の開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーの開発及び導入並びにエネルギーの使用の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。
平成15年度は、7テーマを322百万円で実施した。
- ・エネルギー使用合理化技術開発委託費
化学産業、電力機器・情報通信機器、材料基盤技術の分野での省エネルギー化及び次世代分散エネルギーシステムのための支援技術開発のための長期間とリスクを伴う研究開発並びに省エネルギー技術等の普及のためのエネルギー・環境分野の標準の策定を目的とした研究開発等を行うための経費。
平成15年度は、5テーマを1,760百万円で実施した。
- ・電源多様化技術開発等委託費
内外の経済的社会的環境に応じた安定的かつ適切なエネルギーの需給構造の構築を図る観点から、石油代替エネルギーの開発及び利用、並びにエネルギーの使用の合理化のための技術の開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーの開発及び導入並びにエネルギーの使用の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。
平成15年度は、7テーマを1,099百万円で実施した。

(ii) 中小企業産業技術研究開発委託費

(857百万円)

- ・地域中小企業支援型共同研究開発

活力ある中小企業者のニーズを把握し、国立研究所又は独立行政法人が中小企業ニーズの高い研究テーマについて、大学等との連携を図りつつ研究を実施し、その成果について中小企業者に広く還元するための経費。

平成15年度は、共同研究型を応募31件から22テーマを採択するとともに、シーズ持ち込み型を応募49件から24テーマ採択し、840百万円で実施した。

・シナジーセラミックスの技術開発

産業活動に伴うガス等の排出がもたらす環境への影響を抑制するため、小型・高効率の環境浄化材料システムの開発が必要との観点から、環境エネルギーを電気エネルギー等へ変換するエネルギー変換機能と、触媒化学反応による物質の選択分離・浄化を行う選択分離浄化機能の多重化により、能動的な環境浄化機能を有する材料を創生するための経費。

平成15年度は、17百万円で事業を実施した。

(iii) 特許微生物委託費 (520百万円)

特許制度におけるバイオ関連の特許出願は、出願者において特許対象となる生物株を出願前に寄託機関に寄託することが義務づけられている。産業技術総合研究所特許生物寄託センターは、特許庁長官の指定する特許生物寄託機関及びWIPO ブダペスト条約(1980年)により認定された国際寄託当局である。当該事業については、産総研そのものが特許庁長官の指定を受けた寄託機関となるとともに、特許庁からの寄託業務の委託を受けることとなる。

平成15年度は、520百万円で事業を実施した。

(iv) 原子力発電施設等安全技術対策委託費

(6テーマ 561百万円)

石油代替エネルギーの発電のための利用を促進する観点から、原子力発電の安全に関する技術開発等を行うための経費。高レベル放射性廃棄物の地層処理の安全の確保や、原子力の工学領域だけでは解決できない安全上の課題に取り組むため、地質に関する調査研究を実施する。

平成15年度は、6テーマを561百万円で事業を実施した。

(v) 放射性廃棄物処分基準調査等委託費

(2テーマ 114百万円)

高レベル放射性廃棄物処分事業を円滑に推進していくため、地層処分技術に関する関連技術を総合的・効率的に調査し、その信頼性を向上させることが必要であるとの観点から、地質環境に関する技術調査の高度化及び人口バリア等の長期安定性の確認を図るための調査研究等を実施するための経費。

平成15年度は、2テーマを114百万円で事業を実施した。

(vi) 石油天然ガス基礎調査等委託費

(2テーマ 179百万)

我が国のエネルギーの長期安定供給の確保に資するため、21世紀における有望な新たな国産エネルギー資源として期待されているメタンハイドレートについて、世界に先駆けてその商業的産出のための技術整備を行い、探査技術や生産技術の開発等を促進するための経費。

平成15年度は、2テーマを179百万円で事業を実施した。

(vii) 産業技術研究開発委託費

(5テーマ 127百万円)

科学技術政策の重点分野における国際標準を獲得するためには、検討の場 (ISO/IEC) において主導的に提案するために必要な科学技術の知見及びそれを支える体制の整備が必須であるとの観点から、ライフサイエンス、IT、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野を中心とした標準化のための研究開発を実施するための経費。

平成15年度は、5テーマを127百万円で事業を実施した。

(viii) 製造技術高度情報化研究開発委託費

(1テーマ 56百万円)

設計・製造現場に、「暗黙知」として存在する技能やノウハウを科学的な分析を通じて「形式知」化し、情報技術を活用してソフトウェア化、データベース化する手法等の開発を行うことにより、情報技術と製造技術が融合した時間・コスト・品質競争力のある新たな生産システムの構築を図るため、複雑形状や微小矩形断面形状の構造を持つ超精密金型を高精度で加工・計測する技術を開発するための経費。

平成15年度は、1テーマを56百万円で事業を実施した。

(ix) その他 (4テーマ 21百万円)

【文部科学省】

(i) 科学技術振興調整費

(89テーマ 3,200百万円)

科学技術の振興に必要な重要研究業務の総合推進調整のための経費。各省庁、大学、民間等既存の研究体制の枠を超えた横断的・総合的な研究開発の推進を主たる目的としている経費。

平成15年度は、継続テーマ80件を2,971百万円で実施するとともに、新規応募により獲得した、若手任期付研究員支援、産学官共同研究の効果的な推進等で9テーマを獲得し、229百万円で実施した。

(ii) 科学技術振興費 (2テーマ 430百万円)

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」、「防災」の5分野において、文部科学省が設定した課題等に関する研究開発を実施するための経費。

平成15年度は、2テーマを430百万円で実施した。

(iii) 原子力試験研究費 (41テーマ 835百万円)

文部科学省設置法第4条第67号に基づき、各府省所管の試験研究機関及び独立行政法人における原子力試験研究費を文部科学省に一括計上するものであり、各府省の行政ニーズに対応した試験研究等を実施するための経費。

平成15年度は、41テーマを835百万円で実施した。

(iv) 海洋開発及地球科学技術調査研究促進費

(3テーマ 20百万円)

人工衛星等による遠隔探査手法を適用した地球環境観測技術等の研究 (観測機器の開発を目標とする要素技術に関する研究と衛星データの有効活用及び将来型衛星のセンサパラメータの決定を目的とした研究) に要する経費。

平成15年度は、3テーマを20百万円で実施した。

(v) 文部科学省関係機関からの受託

(10テーマ 332百万)

大学等からの受託を、10テーマを332百万円で実施した。

【環境省】

(i) 公害防止等試験研究費

(29テーマ 610百万円)

環境省設置法第4条第3号の規定に基づき、地球環境保全等に関する関係行政機関の試験研究機関の経費及び関係行政機関の試験研究委託費に関する予算を環境省において一括計上することにより、地球環境保全等に関する試験研究の総合的推進を図っている。

平成15年度は、29テーマを610百万円で実施した。

(ii) 地球環境保全試験研究費

(4テーマ 82百万円)

地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的始点から計画的かつ着実に研究機関で実施・推進されるべき研究で、地球環境保全等の観点から(1)現象解明・予測、(2)影響・適応策、(3)緩和策、などをテーマとする研究課題を実施するための経費。

平成15年度は、4テーマを82百万円で実施した。

(iii) 地球環境研究総合推進費

(22テーマ 140百万円)

地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して、学際的、省際的、国際的な観点から総合的に調査研究を推進し、もって地球環境の保全に資することを目的としている経費。

平成15年度は、22テーマを140百万円で実施した。

(iv) 環境技術開発等推進事業（実用化研究開発課題）（2テーマ 87百万円）

地球環境問題や大気・水環境等への負荷低減のために対応が急がれる環境技術の研究開発であり、研究開発終了後比較的短期間にある程度の実用化が見込めるものを実施するための経費。（環境省一括計上予算）

平成15年度は、2テーマを87百万円で実施した。

(v) その他（1テーマ 3百万円）

【その他省庁】

6テーマ 47百万円

総務省、農林水産省、国土交通省等からの受託を、6テーマ47百万円で実施した。

(i) 新エネルギー・産業技術総合開発機構

平成15年度は、104テーマを6,869百万円で実施した。

(ii) その他公益法人

平成15年度は、196テーマを1,330百万円で実施した。

(iii) 民間企業

平成15年度は、133テーマを1,227百万円で実施した。

(iv) 受託出張

平成15年度は、受託出張の経費11百万円を受け入れた。

1) 国からの外部資金

①【経済産業省】

－産業技術総合研究所委託費－

・石油安定供給技術開発等委託費

【研究題目】シナジーセラミックスの研究開発

【研究代表者】神崎 修三

（シナジーマテリアル研究センター）

【研究担当者】大司 達樹、近藤 直樹、平尾喜代司、吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、山内 幸彦、淡野 正信、藤代 芳伸、柘植 明、阪口 修司、兼松 涉、宮島 達也、松原 一郎

【研究内容】

本研究においては、材料構造と摺動特性や耐熱性、耐腐食性等の関係について基盤的な検討を行うとともに、

これら一連の研究で得られた結果に基づき特性向上のための微構造制御手法を開発した。この結果、窒化ケイ素系材料においては本材料の持つ優れた高強度、高靱性などの優れた機械特性を損なうことなく比摩耗量を1/10に低減でき、一方、炭化ケイ素、アルミナについてはこれらの材料の持つ優れた耐摩耗性を損なうことなく機械特性を向上させることに成功した。また、熱伝導率130W/mK、固体摩擦係数0.28の窒化ケイ素、1200℃での強度低下が20%以下の多孔質材料、1500℃での熱サイクル試験において損傷の発生が認められない耐熱材料などの開発に成功した。以上に加えて、開発材料を用いたモデル部品を作製し、実使用環境を模した試験により開発技術の妥当性を実証した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】フィルター、ガスタービン、摺動材料、耐摩耗性、強度、破壊エネルギー、耐熱性、耐食性

・石油生産流通合理化技術開発等委託費

【研究題目】人間行動適合型生活環境創出システム技術開発

【研究代表者】松岡 克典（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

【研究担当者】松岡 克典、渡邊 洋、梅村 浩之、吉野 公三、足立 公洋

【研究内容】

作業現場で作業者が「ひやり・はっと」した場面を自動的に蓄積し、危険要因を客観的に抽出することを可能にする技術の開発を目指して、作業者の生理反応から「ひやり・はっと」した状態を自動検知する技術を開発した。昨年度までに開発した検知手法の改良を進め、実験室場面だけでなく実際の生活場面でも本手法が適用可能なことを検証した。開発した「ひやり・はっと」状態の検知手法は、皮膚電気コンダクタンス（GSR）と瞬時心拍数の変化を利用するもので、手指と胸部で計測する方法、および足指と耳たぶで計測する方法の2種類について実験的評価を行った。その結果、どちらの場合も検知感度100%、検知特異度（「ひやり・はっと」状態ではない時に検知信号を出力しない割合）87%以上を得ることができた。足指および耳たぶで計測する方法を開発したことにより、作業などを阻害することなく「ひやり・はっと」状態を検知できるようになった。また、実生活場面にも適用可能なことを検証する目的で、本手法を車の運転場面に適用し、検知感度83%、検知特異度99%の高い性能を実証することができた。

一方、作業者が選択する経路を予測することにより安全な作業環境を創り出す技術開発を目指して、人間が選択しやすい移動経路を予測するモデルの開発を行った。実験室実験から、開発した経路予測モデルが80%以上の精度で経路を予測できることが確認できた。また、石油

精製プラントでの熱交換器メンテナンス作業の3日間の観察から得られた作業経路との比較から、開発した経路予測モデルが0.7m以下の予測誤差で作業経路を予測できることが実証できた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ヒヤリ・ハット検知、心拍、皮膚コンダクタンス、経路選択予測

・エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費

【研究題目】超高密度電子SI技術の研究開発

【研究代表者】青柳 昌宏

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】青柳 昌宏、仲川 博、所 和彦、板谷 太郎、伊藤日出男、赤穂 博司、佐藤 弘、小見山耕司

【研究内容】

超高速性能を持つ超伝導デバイス、光デバイスなどを用いた高密度実装構造に関する超高速特性評価技術の研究開発を行うことを目的として、配線構造内のインピーダンス分布測定および接続部 LCR モデル化、信号伝搬（波形劣化）特性および配線間クロストークの評価、周波数特性上限100GHz以上、高位置分解能1mm以下などを評価技術の開発目標とし、また、光電気複合実装技術に関連して、光アクティブインターポーザのための基本デバイスに関する基礎的研究を進めることを目的として、光アクティブインターポーザへの応用をめざして、レーザビームの出射方向を制御電極により偏向できるビーム偏向型面発光レーザ素子による光軸アライメント補正機能を検証するとともに、ビーム偏向型面発光レーザ素子を用いた高速信号伝送を可能とする光アクティブインターポーザ技術を開発することを目標とした。

3次元高密度集積化技術について、従来の半導体素子では得られない超高速性能を持つ超伝導素子および光導電素子を用いた高密度3次元実装構造の超高速特性に関する評価技術の開発を進めるとともに、光電気複合実装技術について、光アクティブインターポーザ用素子技術の開発を進めた。

平成15年度は、昨年度までに開発を進めた Nb 系超伝導素子を用いた超高速信号発生回路による超高速ステップ信号を利用した時間領域反射（TDR）測定手法により、6ps 立ち上がり高速信号による TDR 計測の評価検証を達成した。また、室温で動作する非線形半導体線路素子を用いた TDR 測定手法の開発を行い、9ps 立ち上がり信号による TDR 計測の評価検証を達成した。また、光電気複合実装技術に関連して、VCSEL アレイと光電子受光素子による連携動作を利用した光演算回路への応用技術開発を進めた。

【分野名】情報通信

【キーワード】3次元実装、光電気複合実装、超高速特性

【研究題目】低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

【中項目名】有害物質排出抑制技術研究開発

【研究代表者】浜田 秀昭 他

(環境調和技术研究部門)

【研究担当者】浜田 秀昭、小渕 存、藤谷 忠博、金田一嘉昭、菊川 伸行、佐々木 基、羽田 政明、中村 功、内澤 潤子、大井 明彦、難波 哲哉、中山 紀夫

【研究内容】

NO_x（窒素酸化物）除去触媒に関しては、触媒および触媒システムの探索と設計を行うための基礎データの収集を行った。NO 直接分解については、触媒化学と表面科学の検討から反応が起こるための最適な触媒表面構造を明らかにするため、酸化コバルト触媒について詳細に検討した結果、アルカリの添加が効果的であることがわかった。アルカリ添加により酸化コバルト表面が若干還元された状態になり、酸素脱離が促進されるとともに、反応中間体である吸着 NO₂種の生成が促進されることがわかった。NO 選択還元については、低温度域で水素還元剤による NO_x 選択還元活性なシリカに担持したイリジウムやロジウム触媒の改良研究を実施し、適量のアルカリやアルカリ土類、亜鉛を添加することにより、高濃度酸素、SO₂、H₂O が共存する条件で高い NO_x 除去率を示す触媒を得ることができた。さらに、NO_x 除去反応に対するマイクロ波のアシスト効果について検討し、最適なマイクロ波吸・発熱体、触媒を用いることで低温度域での NO 分解反応が促進されることがわかった。また、触媒の系統的多種調製に必要な迅速触媒調製装置を製作した。

PM（粒子状物質）除去に関しては、酸化を促進し、連続して使用できるような高性能の DPF（ディーゼルパーティキュレートフィルター）システムの開発を目指して、白金に加えて直接 PM に作用することが可能な金属酸化物を組み合わせた複合系触媒の検討を行った。また、PM と触媒との接触度を良くするため、耐熱性繊維でできた織布や不織布フィルターの利用を検討した。その結果、酸化バナジウムや酸化モリブデンなどの金属酸化物触媒と白金を組み合わせることにより、NO₂による酸化が期待できない反応ガス条件でも固体カーボンの酸化を促進されることがわかった。また、ムライト質織布について、フィルターとしての使用が可能であることを確認した。酸化バナジウム-白金を担持したムライト繊維布を用いた DPF を試作し、実排ガスによる PM 捕集・フィルター再生試験を行った結果、553℃で PM の連続捕集・除去が可能で、その際の PM 捕集率は59%であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素酸化物、直接分解、選択還元、表面科学、マイクロ波、コンビケム、ディー

ゼル、粒子状物質、パーティキュレートフィルター、酸化、触媒、白金、酸化バナジウム、繊維フィルター

〔研究題目〕低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

〔研究代表者〕指宿 堯嗣（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕浜田 秀昭（環境調和技術研究部門）、
小林 悟（環境管理研究部門）、
四元 弘毅（環境調和技術研究部門）

〔研究内容〕

有害物質排出抑制技術研究開発：NO_x 除去触媒に関しては、触媒および触媒システムの探索と設計を行うための基礎データの収集を行った。その結果、イ) NO 直接分解反応が起こるための最適な触媒表面構造、ロ) マイクロ波が NO_x 除去反応をアシストする条件、ハ) 高い NO_x 除去率を示す触媒、が明らかとなった。粒子状物質高度浄化技術開発に関しては、最適なフィルター形式と触媒系が明らかになった。

有害物質処理技術研究開発：初年度は、低温プラズマ、光触媒、オゾン酸化触媒法の複合化に先立ってそれぞれの手法が持つポテンシャルの把握とその高度化についての検討状況、及びこれらの技術を有機的に結びつけるための必要条件について検証を行った。その結果、各種手法の高度化の指針が得られると共に、触媒存在下でもプラズマを利用することにより本システムの必要条件である紫外光や相当量のオゾン発生を確認した。対象として各種フッ素系化学物質の処理技術を取りあげ、そのエネルギー収支評価、環境影響評価を実施した。また、平成13年度 PRTR データにおいて、下水への移動量が954t/年で最も多い N、N-ジメチルホルムアミド (DMF) について、水環境中(淡水・海水中)における動態変化を追跡した。

廃棄物適正処理システム技術開発：高性能な風力選別機並びにエマルジョン吸着材を試作し、また、脈動付による10 μm 粒子の比重分離可能性を見いだした。プラスチックについては、コロナ放電による劣化促進を確認するとともに、適切な発熱体の利用によりマイクロ波によるポリスチレンのモノマー化が起こることを見いだした。銅リサイクルでは、浸出行程における銅選択浸出特性を高めることに成功した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕Nox、VOC、廃棄物、触媒、DPF、
低温プラズマ、光触媒、分離、プラスチック、マイクロ波

〔研究題目〕低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

〔中項目名〕有害物質処理技術研究開発

〔研究代表者〕小林 悟

〔研究担当者〕尾形 敦、永長 久寛、佐野 泰三、
根岸 信彰、清野 文雄、山崎 章弘、
脇坂 昭弘

〔研究内容〕

VOC 排出抑制技術の開発では、初年度は、低温プラズマ、光触媒、オゾン酸化触媒法の複合化に先立ってそれぞれの手法が持つポテンシャルの把握とその高度化についての検討状況、及びこれらの技術を有機的に結びつけるための必要条件について検証を行った。その結果、各種手法の高度化の指針が得られると共に、触媒存在下でもプラズマを利用することにより本システムの必要条件である紫外光や相当量のオゾン発生を確認した。

有害物質処理プロセスのエネルギー・環境評価では、エネルギー収支評価、ならびに環境負荷物質排出量低減効果算出のための解析モデルの基本設計を行った。対象として各種フッ素系化学物質の処理技術を取りあげ、そのエネルギー収支評価、環境影響評価を実施した。また、環境中における動態変化に基づいたリスク評価の重要性を検証するために、平成13年度 PRTR データにおいて、下水への移動量が954t/年で最も多い N、N-ジメチルホルムアミド (DMF) について、水環境中(淡水・海水中)における動態変化を追跡した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕エネルギー評価、環境影響評価、
N、N-ジメチルホルムアミド、VOC、
低温プラズマ、光触媒、オゾン酸化分解、
複合

〔研究題目〕低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

〔中項目名〕廃棄物適正処理システム技術開発

〔研究代表者〕四元 弘毅（環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕四元 弘毅、田中 幹也、増田 薫、
大木 達也、小山 和也、石田 尚之、
小林 悟、菅澤 正己、荷福 正治

〔研究内容〕

使用済み製品のリサイクル残さの適正処理及びリサイクル技術を確立するため、有用物質を高効率、低環境負荷で分離回収することが可能なケミカルフリー粒子分離プロセス、放電やマイクロ波照射により、有害物質の発生抑制と約40%の省エネルギーを目指すプラスチックリサイクルプロセスを開発するとともに、有用金属の電解採取にかかる電力を1/2に削減する省エネルギー型金属再生システムを構築することを目標とする。

素材分離では、0.3mm 粒子の乾式分離技術、10 μm 粒子及びエマルジョンのケミカルフリー湿式分離技術を開発する。プラスチックについては、コロナ放電等による金属等含有の廃プラスチックの単体分離促進並びに回収したプラスチックのマイクロ波分解等の技術を開発する。金属については、銅の選択浸出及び不純物除去技術

並びに一価の銅イオンを含む溶液から純度99.99%以上の銅を電解採取する技術を開発する。

本年度は、高性能な風力選別機並びにエマルジョン吸着材を試作し、また、脈動付与による $10\mu\text{m}$ 粒子の比重分離可能性を見いだした。プラスチックについては、コロナ放電による劣化促進を確認するとともに、適切な発熱体の利用によりマイクロ波によるポリスチレンのモノマー化が効率的に起こることを見いだした。銅リサイクルでは、浸出工程における銅選択浸出特性を高めることに成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物、リサイクル、金属、プラスチック

【研究題目】高温空気燃焼対応高度燃焼制御技術開発

【研究代表者】宮寺 達雄（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】土屋健太郎、竹内 正雄、鈴木 善三、椎名 拓海、北島 暁雄、飯島 広子

【研究内容】

高温空気燃焼技術を、微粉炭焚ボイラー、廃棄物焼却プロセスに適用した場合の、ダイオキシン類、亜酸化窒素、微量金属などの環境汚染物質の評価を行う。

平成15年度は、外熱式の小型流動層実験装置を用いて模擬ゴミの燃焼実験を行い、塩素源としてのHClを、その吹き込み位置を変えて供給し、PCDD/Fs生成反応に与える塩素の影響を調べた。その結果、HClを塩素源として使用しても、PVCを塩素源とした場合とほとんど同じ結果を得ることができ、塩素源の形態は、焼却炉内でのPCDD/Fs生成に与える影響が少ないことを確認した。また、HCl吹き込み位置を変えた実験を行い、流動層部での塩素の存在は燃焼反応に強い影響を与え、PCDD/Fs反応の出発物質と思われるすすやPAHsを大幅に増加させ、結果としてPCDD/Fsの生成量を増加させたものと推定された。また、これまでの実験結果から、廃棄物焼却炉におけるダイオキシンの生成挙動についての的確な解釈が可能となった。

亜酸化窒素の生成量が大きい下水汚泥の流動層燃焼における N_2O の発生挙動を0.6~0.8MPaの加圧条件で調べた。石炭との混焼条件では NO_x は石炭に対する汚泥の混焼率の増加により、石炭と汚泥単独の NO_x 発生量から予測される値よりも低い NO_x 値を示した。これに対し、 N_2O 発生量はほぼ混焼率に比例し、石炭と汚泥から発生する N_2O はほぼ独立であることが判明した。流動層燃焼における N_2O の抑制のため、流動媒体として使用可能な安価な N_2O 分解粒子を探索し、Ca系粒子が有効であることがわかった。また、下水汚泥焼却炉の運転データより N_2O 発生量を推定する手法を開発した。汚泥中に含まれる水銀の挙動に関しては、汚泥に含まれる水銀の絶対量が低く、排出量についての明確な結果は得られなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃焼、ダイオキシン、亜酸化窒素、重金属

【研究題目】環境適合型次世代超音速推進システム技術開発

【研究代表者】袖岡 賢（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】鈴木 雅人、井上 貴博、岡田由里子、佐々木信也、梅田 一徳、是永 敦、村上 敬

【研究内容】

比重が小さくかつ耐熱限界温度の高いセラミック系機械要素のジェットエンジンへの適用は、軽量化と無冷却化による燃料消費率の低減により大幅な CO_2 削減に寄与するものと期待されている。しかしながら、SiC/SiC複合材等の現状のセラミックス基複合材料や、高温使用可能な自己潤滑材料は、未だ研究開発段階にあり、十分な高温耐久性、耐環境性が保証されていないため、劣化挙動を解明し、耐環境性や耐久性に優れた材料を開発することが、環境適合型次世代超音速推進システム実現のために必要不可欠である。

CMCの耐環境性向上技術の開発においては、耐酸化性界面層、反応性フィラーの最適化を進め、要素技術の統合化としてモデル材料を作製し、高温暴露後に曲げ試験を実施するにより、耐酸化性と強度劣化抑制効果の評価を行った。液相であるアルコキシドを用いて導入したアルミナ界面層とムライト酸素遮蔽膜の組み合わせが、酸化後においても高い強度と破壊抵抗を示し、最も高い特性を有することが明らかとなった。マトリクスは、 TiO_2 の添加により余剰炭素を除去することで、耐酸化性が大きく向上したが、同時に繊維/マトリクス界面の結合力増大により、CMCとしては脆化する傾向にあった。

革新的高温機械要素技術の開発においては、 Al_2O_3 系複合材料に SiO_2 を添加すると耐摩耗性が大きく改善されること、さらにこの Al_2O_3 系複合材料に用いる固体潤滑材として BaSO_4 、 BaF_2 -38wt% CaF_2 を用いたとき低摩擦、低摩耗な特性が得られることが分かった。

以上により、長時間の高温酸化劣化による強度低下の抑制と低摩擦係数摺動材料の開発では、温度的にやや低いものの、特性値的には目標値をクリアし、比強度については目標を達成した。この結果、目標エンジンの CO_2 削減への寄与目標をほぼクリアし、より高温化への課題等、実用化へ向けての指針を提示することができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ジェットエンジン材料、セラミックス基複合材料、耐環境性コーティング、高温耐摩耗材料、軸受

【研究題目】溶接技術の高度化による高効率・高信頼

性溶接技術の開発

〔研究代表者〕 小川 洋司、村井 健介（海洋資源環境
研究部門、光技術研究部門）

〔研究担当者〕 小川 洋司、村井 健介
（光技術研究部門）

〔研究内容〕

溶接現象を解明してモデル化するために必要な、高温の熔融金属の物性の測定と現象の観察と解析を実施した。

(1) 熔融金属の物性測定

高輝度放射光を用いた熔融金属の表面張力を精度良く計測する技術開発の一環として、放射光施設 SPring-8 の産業利用ビームライン BL19B2 にある粉末回折計に、試作したガス浮遊レーザー加熱システムを設置し、レーザー加熱による高温金属の測定試験を実施した。その結果、レーザー加熱で試料が溶融すると、ピーク位置の低回折角側へのシフトとピーク強度の減少が測定された。ピーク位置の低回折角側へのシフトは、格子定数の増強、すなわち膨張によると考えられる。1000℃以下の試料温度において、ステンレス鋼、軸受鋼、真鍮に対し約 $1.5 \times 10^{-5} [1/K]$ の線膨張係数を算出した。また、ピーク強度の変化は、結晶構造の微細化や新たな相変態が起こっていたことを示唆している。軸受鋼では、フェライト相の微細化と炭化鉄相 (CFe₁₅.1) の生成が確認された。

(2) 溶接メカニズムの解明とモデル化

アーク溶接のメカニズムを解明するために、様々な圧力及びガス組成下でアーク溶接を実施し、放電機構及び熔融金属の流動現象の観察と解析を行った。熔融金属表面に発生する高速で複雑な流れを、明瞭に観察・計測する技術を開発した。同時にプラズマや電極の温度の解析に重要な空間スペクトル分布を測定するシステムを開発した。開発したこれらの装置による欠陥の生成過程の詳細な観察と解析の結果、シールドガス中に微量に含まれる酸素が電極の消耗や欠陥の生成に大きな役割を果たしていることを明らかにした。熔融金属表面から内部に侵入した酸素は、熔融金属の流動性を高めることや、金属内部の炭素と反応して気泡が発生し内部の対流挙動に影響し、ローホールやアンダーカットなどの欠陥生成に大きな影響を与えることを解明した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 高輝度放射光、表面張力、SPring-8、アーク溶接、温度解析、欠陥生成

〔研究題目〕 エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発

〔研究代表者〕 八木田浩史 他（ライフサイクルアセスメント研究センター 他）

〔研究担当者〕 遠藤 栄一、野村 昇、玄地 裕、

匂坂 正幸、稲葉 敦

〔研究内容〕

（目標）エネルギーの使用形態（エネルギー消費機器の普及、効率、および使用形態）を考慮して、国別のエネルギー需要を見積もる手法を開発する。

（研究計画）人口が多い途上国（中国、インド、インドネシア等）を含むいくつかの国について過去のエネルギー需要の増加要因を、運輸部門（自動車）、民生部門（空調機器、家電機器）の機器効率、機器普及率、機器使用形態を含めて因子分析する。分析結果に基づいて、エネルギーの使用形態を考慮して将来のエネルギー需要を試算する手法を開発する。

（年度進捗状況）国別の運輸部門のエネルギー消費見積もりを深度化するため、アジア諸国を主対象として、広範に自動車の普及量および使用形態に関する情報の収集と整理を行った。

具体的には、中国、インド、インドネシア、韓国、台湾、タイ、フィリピン、シンガポール、ベトナム、マレーシア、香港、オーストラリア、ニュージーランド、パキスタン、ブラジル、アルゼンチン、ベネズエラ、コロンビア、メキシコ、サウジアラビア、イラン、アラブ首長国連邦、南アフリカ、エジプト、モロッコ、ポーランド、ハンガリー、ルーマニア、チェコを対象として、1975年以後から現在に関して、以下の項目について情報収集・整理した。

- ・自動車の普及状況：乗用車、二輪車、バス、貨物自動車の普及台数の各国別年推移
- ・自動車の生産、輸出入台数
- ・自動車の使用形態：走行距離、使用年数、燃費
- ・自動車旅客輸送量：各国別年推移
- ・自動車貨物輸送量：各国別年推移
- ・運輸部門エネルギー消費量：各国別年推移
- ・パーソントリップ：各国別年推移
- ・道路延長：各国別年推移
- ・鉄道延長距離：各国別年推移
- ・自動車販売台数：各国別年推移
- ・新車・中古車割合：各国別年推移
- ・クリーンエネルギー車保有台数：各国別年推移

以上のように、主としてアジア諸国を対象として自動車の普及量および使用形態に関して情報の収集・整理・分析を行った結果、自動車運輸部門のエネルギー消費量の推定を行う際には、各国の自動車の使用条件を考慮した検討を行う必要性が見出された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー需要、自動車普及、運輸

- ・エネルギー使用合理化技術開発委託費

〔研究題目〕 未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術研究開発

〔中項目名〕 セラミックス系材料における CO₂低排

出型材料技術開発

【研究代表者】 亀山 哲也 他

(セラミックス研究部門 他)

【研究担当者】 亀山 哲也、山東 睦夫、加藤 一実、
三木 健、西澤かおり、鈴木 一行、
符徳 勝、田中 清高、渡利 広司、
安岡 正喜、西村ゆつき、横川 善之、
穂積 篤、森岡 幸、平野 太紀、
大橋 優喜、太田 一徳、砥綿 篤哉、
高尾 泰正、川上 省二、楠本 慶二、
伊賀 武雄、木野瀬美佳

【研究内容】

圧電応用を目的として、溶液反応を利用したケミカルプロセス経路により、多元系機能性セラミックスを低温で膜状化し、小型高性能電子機器への展開を図るための基盤研究を実施した。平成15年度においては、噴霧液相成膜装置 (LSMCD) を用いた非鉛多元系セラミックス膜の作製条件と、電磁波を用いた焼成法による焼成時間の短縮及び焼成温度を低下させる省エネルギー型焼成法を検討した。また、セラミックス材料の使用時における省エネルギー化に関しては、高密度 LSI あるいはパワーエレクトロニクスに使用される高熱伝導封止材ファイラーに使用可能な球状窒化アルミニウムの開発において、フラックス処理により作製した単結晶質球状窒化アルミニウムファイラーの粒度調整による高密度充填化技術の開発を行った。また、窒化アルミニウム粉体表面の酸化による耐湿性改善技術を開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 省エネルギー、非鉛圧電体、厚膜、高熱伝導、ファイラー

【研究題目】 未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術
研究開発

【中項目名】 無機・有機材料系における CO₂低排出
材料技術開発／バイオマスからのプラス
チック代替材料製造技術

【研究代表者】 廣津 孝弘

【研究担当者】 遠藤 貴士、湯口 宜明、篠原 由寛、
吾郷万里子、呉 敏、仇 武林、
楊 立群、廣瀬 重雄 (物質プロセス研
究部門)

【研究内容】

CO₂低排出型の環境調和複合成形材料の開発及び資源の有効利用の観点から、未利用かつ主要なバイオマス資源であるセルロース、キチン・キトサン等の非熱可塑性の天然多糖類を原料として、石油系プラスチックを大幅に代替可能な多糖系ポリマーアロイの開発を行う。このため、メカノケミカル法による70重量%以上の天然多糖類を含む複合化技術、得られた複合体の成形加工技術を開発し、製品化までの全行程で CO₂の発生量を、従来

の石油系プラスチックとの比較で1/3以下にすることを目標とする。本研究目標を達成するために、多糖系ポリマーと合成ポリマーとの複合化法、ポリマーアロイの熱特性評価と界面構造解析、及びポリマーアロイの成形について研究を進める。平成15年度の主な研究結果は以下の通りである。多糖標準物質としてセルロースを用い、疎水性溶媒としてトルエンを添加して粉碎した結果、セルロース分子鎖の集合体であるフィブリルが特異的に剥離しながら微細化され、セルロースの結晶性を保持した鱗片状微粒子が生成することを見出した。このセルロース／トルエン前駆体とポリエチレングリコール (PEG) とを混合粉碎すると、セルロースに親和性の合成ポリマーPEG がセルロースフィブリル層間に進入しポリマーアロイが生成することを明らかにした。無水マレイン酸をグラフト化したポリエチレンまたはポリプロピレンを相溶化剤として用いて、セルロース系バイオマスと混合粉碎あるいは溶融混練することにより、両者の間にエステル結合が形成され、強度物性に優れたセルロース系ポリマーアロイが製造できることを明らかにした。セルロース成分を80wt%以上含有するセルロース系ポリマーアロイについては、加熱圧縮成形法による板状成形および押出成形法による連続線状押し出し成形することができた。また、高結晶性セルロース含有量20wt%および木粉含有量50wt%のポリマーアロイでは連続的に射出成形することが出来た。これらにより、セルロース等バイオマス資源から実用的なポリマーアロイの複合化技術、成形加工技術の基盤を確立することが出来た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地球環境、環境調和、二酸化炭素、化石資源、プラスチック、バイオマス、多糖類、セルロース、キチン・キトサン、メカノケミカル、複合化、相容化、界面、エステル化、成形

【研究題目】 次世代型分散エネルギーシステム基盤技
術研究開発

【中項目名】 燃料電池用クリーン燃料製造のための支
援技術開発

【研究代表者】 葭村 雄二 他
(環境調和技術研究部門 他)

【研究担当者】 葭村 雄二、鳥羽 誠、阪東 恭子、
三木 康朗、松井 高史、原田 賢、
村田 和久、斉藤 昌弘、高原 功、
稲葉 仁、斎藤 郁夫、佐藤 信也、
坂西 欣也、松村 明光、矢津 一正、
古屋 武、大井 健太、坂根 幸治、
チトラカー・ラメシュ、雪 梅、
王 正明、石井 亮

【研究内容】

(目 標)

石油系燃料は、容積基準のエネルギー密度が高く、供給インフラが整備され、しかも輸送・貯蔵性が容易で安全対策も充実しており、燃料電池普及段階の燃料（水素源）として最有力視されている。このため、本研究では、ガソリンやナフサ等石油系燃料を燃料電池仕様まで仕上げる燃料製造技術、及び燃料電池仕様ガソリン等を車上改質する水素製造技術を確立することを目標とする。具体的には、次の3つの要素技術について研究開発を実施する。1. 「水素化精製触媒技術によるクリーンガソリン製造技術の開発」、2. 「酸化反応及び吸着分離技術を組み合わせた脱硫技術の開発」、3. 「クリーンガソリンの品質基準確立のための基盤技術開発」

(研究計画)

1. では、ガソリンやナフサからサルファーフリー（硫黄濃度<1ppb レベル）、低芳香族（<1%）、及びオレフィンフリーのクリーンガソリンを製造できる新規石油精製触媒及び超深度脱硫用高度吸着分離技術を開発する。2. では、ガソリン、ナフサ中の硫黄化合物を数十 ppb レベル以下まで低減する選択的酸化反応及び吸着分離を組み合わせた高効率新規脱硫法の開発を行う。3. では、燃料電池用水素の原料となるガソリンの性状（ガソリン中のナフテン分、芳香族分、S 分の濃度等）が水素製造用改質触媒等の性能や耐久性に及ぼす影響を解明し、燃料電池用ガソリンの品質基準の確立を支援する。

(年度進捗状況)

水素化精製用貴金属触媒によるガソリンのクリーン化技術に関して、昨年度開発した低温作動型貴金属系触媒（Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒）を用い、ガソリンの主基材である重質ガソリン留分の高度精製を行った。重質ナフサ（硫黄量=244.7ppm）を用いた場合、硫黄濃度0.93ppm、オレフィン0.03~0.04wt%、芳香族1.2~1.7wt%の超低硫黄・低芳香族・低オレフィンのクリーン重質ナフサが得られた。モデルガソリンによりオレフィンと硫化水素との付加（リコンビネーション）反応特性について検討した結果、200℃以上ではリコンビネーションは殆ど見られないことを確認した。一方、難反応性硫黄化合物の高度吸着分離技術では、イオン交換反応により遷移金属を担持させたシリカゲル系およびゼオライト系吸着剤が模擬クリーンガソリン中のチオフェン低減に有用であることを見出した（硫黄量=5.7ppm から1ppm 以下に低減）。酸化反応・吸着分離を組み合わせた完全脱硫技術の開発では、溶媒として酢酸を用いることにより、モデルガソリン中のベンゾチオフェンをより速やかに酸化処理できることがわかった。また、吸着分離では、ナフサにベンゾチオフェンジオキッド（BTDO）を加えたモデル溶液での効果を検討し、1ppm 以下の硫黄濃度を達成できることを明らかにした。また、溶剤抽出法による硫黄化合物除去法の検討から、抽出法が吸着法と同等またはそれ以上の効果があること

を確認した。クリーンガソリンの品質基準確立のための基盤技術開発では、800℃でモデル化合物中に25vol.%まで芳香族を共存させて反応させた結果、Ni/Sr/ZrO₂触媒の劣化は起こらず、O/C 比1.57程度の酸素の共存によっても性能の低下は起こらないことが分かった。高濃度の硫黄化合物存在下（硫黄量=約100ppm）では、レニウム又はランタンを5wt%程度担持することにより耐硫黄性が改善されることを世界で初めて見出した。硫黄量10ppm 存在下では100時間以上の触媒安定性を確認した。一方、CO シフト触媒の検討では、500℃~650℃で焼成した Cu/ZnO/ZrO₂/Al₂O₃触媒が、従来の Fe/Cr 系触媒よりも約2倍高活性であることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】サルファーフリーガソリン、貴金属系水素化精製触媒、脱硫吸着剤、酸化脱硫、燃料電池、ガソリンモデル物質、水蒸気改質、Sr 修飾 Ni/ZrO₂触媒、低温 CO シフト、4成分触媒（Cu/ZnO/ZrO₂/Al₂O₃）

【研究題目】次世代分散エネルギーシステム基盤技術研究開発

【中項目名】新規水素貯蔵材料開発のための支援技術開発
高効率光触媒による水からの水素の直接製造

【研究代表者】荒川 裕則

【研究担当者】荒川 裕則、佐山 和弘

【研究内容】

目標、研究計画

太陽光による光触媒水分解水素製造の効率的なシステム設計の為、水からの酸素発生能力の高い可視光応答性の酸化半導体を探るとともに、それらの薄膜化技術を検討し、高性能な多孔質薄膜電極光触媒を開発する。将来的には太陽光エネルギー変換効率2%の水素製造システムを実現するための基礎要素技術を開発する。平成15年度は、可視光応答性の酸素発生能力の高い新酸化半導体を探るとともに、上記で探索した酸化半導体を用いた薄膜電極光触媒の作製法について検討し、高品位薄膜電極光触媒を開発する。

年度進捗状況

酸化ナノ微粒子が緩やかな結合で積層した多孔質薄膜電極は、電解液が電極内部まで浸透でき、電荷の移動距離が従来の電極より著しく短いので、高性能化が期待される。電荷分離機構の点では、空間電荷層を利用する従来電極型ではなく、光触媒の機構に類似している。まず、見出した BiVO₄について多孔質薄膜電極の作製を検討した。薄膜調製法については、いくつかの方法を検討し、Metal Organic Decomposition 法（MOD 法）が優れていることがわかった。光吸収率（LHE）スペ

クトル測定では500nm までの吸収を示し、光電変換効率 (IPCE) スペクトル測定では475nm までの光応答性が観測された。420nm におけるバイアス下の見かけの量子収率は29%に達した。この値は可視光では WO_3 に次いで高く、複合酸化電極としては最も高い値である。複合酸化物を探索すれば、高性能な半導体電極を作成できる可能性を示した点で意義が大きい。この BiVO_4 多孔質薄膜電極光触媒システムの構築により太陽エネルギー変換効率が、従来の光触媒における性能 (0.03%) から約5倍向上し、太陽光エネルギー変換効率0.15% (バイアスロス考慮) まで向上した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光触媒、光電極、可視光、水の分解、水素製造

【研究題目】ミニマム・エネルギー・ケミストリ研究開発

【中項目名】超臨界流体利用環境負荷低減技術

【小項目名】超臨界流体による特異的有機合成技術の研究

【研究代表者】新井 邦夫 他

(超臨界流体研究センター 他)

【研究担当者】鳥居 一雄、生島 豊、白井 誠之、鈴木 明、林 拓道、畑田 清隆、倉田 良明、佐々木皇美、増田 善雄、佐藤 修、川波 肇、金久保光央、相澤 崇史、伯田 幸也 (職員14名)

【研究内容】

1. 目標

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

2. 研究計画

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

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

3. 平成15年度進捗状況

(1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発
有機溶媒中ではパラジウム触媒を必要とする炭素間カップリング反応が無触媒超臨界水中で進行することを見出した。超臨界水条件 (377°C、25MPa、10分) でヨードベンゼンとスチレンから収率56%でスチルベンが得られた。

(2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発

二酸化炭素を溶媒とし酸化マグネシウム触媒を用いてアセトアルドールの縮合反応について検討し、圧力によって生成物の選択性を制御でき、アセトアルドール (二酸化炭素圧 < 5MPa、収率73%) とクロトンアルデヒド (二酸化炭素圧 > 12MPa、収率96%) が得られることを見出した。

(3) 流体特性の解明研究

高圧 MRI 測定システムと高圧電気伝導度測定セルの開発を行った。液体溶媒に二酸化炭素を加圧・溶解していくと、臨界点近傍で顕著な体積膨張が起こることが高圧 MRI 法による画像から観察された。この膨張液体中では二酸化炭素の加圧にともない、拡散係数が増加することが確認された。また、イオン性液体に二酸化炭素を加圧・溶解すると体積膨張はそれほど認められないが、電気伝導度は顕著に増加しイオン性液体中の物質輸送が大幅に改善されることを明らかとした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界水、超臨界二酸化炭素、有機合成、触媒、流体特性

【研究題目】ミニマム・エネルギー・ケミストリ研究開発

【研究代表者】春田 正毅

【研究内容】

化学産業における抜本的な省エネルギー化を実現するためには、反応工程や分離・濃縮工程等の単なる改良ではなく、新規な媒体や触媒、あるいは分離手法、さらにはそれらを組み合わせた革新的な化学プロセスの開発を目指す必要がある。そのため、本研究では以下の5分野において特に重要と考えられる課題に取り組む。a) 新規な媒体として、超臨界二酸化炭素や超臨界水等の超臨界流体を取り上げ、その特異な性質を利用する新しい反応場の確立を目指す。また、HCFC-123に代わる大型冷凍機用の候補化合物の評価と選択を行う。b) 反応については、汎用化成品の製造技術として最大の生産量 (20%以上を占める) を有する酸化反応の省エネルギー・省資源化を目指して、気相一段エポキシ化や膜反応器による直接水酸基導入プロセス等の開発に取り組む。c) 化学プロセス全体の60%~70%のエネルギーを消費している反応物・生成物の分離・濃縮では、蒸留に代わ

る新しい技術として分離膜や吸着剤を用いる方法の開発を行う。d) 化学製品の最終処理ではセルロース系天然高分子の漂白を取り上げて、ハロゲン系薬剤を用いない新しい省エネルギー型漂白技術の開発を行う。e) 革新的化学プロセスのエネルギー・環境評価では、エネルギー低減効果や環境影響リスクの定量的評価手法を開発する。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 省エネルギー、省資源、革新的化学プロセス

【研究題目】 ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

【中項目名】 省エネルギー型グリーンプロセス研究開発

【研究代表者】 春田 正毅（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】（環境調和技術研究部門）春田 正毅、テッド大山、高橋 厚、坪田 年、伊達 正和、前田 泰、Lu Jiqing、Chowdhury Biswajit、濱川 哲康、原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎、内丸 祐子、須田 洋幸、柳下 宏、根岸 秀之、中岩 勝、遠藤 明、山本 拓司、村田 和久、稲葉 仁、三村 直樹、林 輝幸、大内秋比古、鈴木 利明、猿渡 篤、佐藤 一彦、碓井 洋子、劉彦 勇

【研究内容】

化学産業における抜本的な省エネルギー化を実現するためには、化学プロセスにおける反応、反応物、生成物の分離・濃縮、化学製品の最終処理の各工程について、根元的課題を抽出し、その解決策を見出すことが最も有効である。(1) 化学製品の最終処理では、セルロース系天然高分子の漂白を取り上げて、ハロゲン系薬剤を用いない新しい環境調和型省エネルギー漂白技術の開発を行う。(2) 反応物・生成物の分離・濃縮では化学プロセス全体の60%~70%のエネルギーを消費しているので、蒸留に代わる新しい技術として分離膜や吸着剤を用いる省エネルギー的方法の開発を行う。(3) 反応については、汎用化成品の製造技術として最大の生産量(20%以上を占める)を有する酸化反応の中で、難度は高いが省エネルギー・省資源効果の大きい反応を取り上げ、それらを高選択的に進めることのできる革新的触媒の開発に取り組む。平成15年度の進捗状況を以下に記す。

(1) 省エネルギー型光漂白技術の研究開発

非塩素系薬剤を用いた室温光照射により、従来法以上の白色度と79%の省エネルギー効果(従来法の21%のエネルギー消費量)を持つ綿布の光酸化漂白法の開発に成功した。

(2) 新規材料を用いた分離・濃縮技術の研究開発

深冷分離法に比較して消費エネルギーが50%以下の

ポテンシャルの O₂/N₂分離性能を持つ、Cu を分散した炭素膜の調製法に成功した。Pd 分散炭素膜は H₂/N₂分離係数が約6000であり、少量の Pd 含量で金属 Pd 膜に匹敵する水素分離膜の調製法に成功した。PSA 吸着による O₂/N₂分離が実用的な性能を持つ、微細孔を制御したカーボクライオゲルを調製することができた。

(3) 高選択性酸化触媒の研究開発

気相一段エポキシ化について、水素・酸素共存下で反応させる金担持酸化触媒系では、選択率90%・初期プロピレン転化率10%を達成できた触媒について、連続運転を目指した検討から効果的な再生法を見出した。酸素のみによる修飾ゼオライト系では、新たに Ti や Al を含むヘキサゴナルメソポーラスシリカ(HMS)触媒に酸素のみからの気相エポキシ化活性があることを確認すると共に、同じ触媒系を Pd(OAc)₂/酸素/メタノール溶媒中で用いると、液相系でのエポキシ化反応に有効であることを見出した。さらに、新規触媒系では2核チタン錯体触媒系など有望な触媒系を見出しつつある。

シクロヘキセンからのアジピン酸合成に関しては、当初触媒活性を10倍程度向上させる計画であったが、現在は5倍ほどにとどまっている。引き続き高活性触媒の探索を引き続き行うと共に、回収・再使用性の向上を目指した検討を開始する。シクロヘキサノン、シクロヘキサノールからのアジピン酸合成では、新しい触媒系を開発することができた。無溶媒条件下、100g スケールの反応でもアジピン酸を収率、選択率共に良好に単離することができ、当初計画以上の達成度である。また当初計画にはなかったが、シクロヘキセンからジオール合成の触媒を新たに見出すことができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ハロゲンフリー酸化漂白、分離・濃縮、選択性酸化触媒

【研究題目】 ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

【中項目名】 革新的化学プロセス技術開発

【研究代表者】 水上富士夫（メンブレン化学研究ラボ）

【研究担当者】 水上富士夫、鈴木 敏重、小野寺嘉郎、丹羽 修一、横山 敏郎、松永 英之、清住 嘉道、花岡 隆昌、濱川 聡、蛭名 武雄、和久井喜人、川合 章子、長瀬多加子、佐藤 剛一、池田 拓史、西岡 将輝、小村 賢一、長谷川泰久、Tanaka Alfredo、Bere Kossi
物質プロセス研究部門
伊藤 直次、早川 孝、折田 秀夫、角田 達朗、渡邊 昭雄、向田 雅一、

小林 清
機械システム研究部門
前田龍太郎

〔研究内容〕

- 1) 研究の背景・目標：従来極めて困難とされてきた、分子状の酸素による直接・一段階での芳香環への水酸基導入を可能にするため、効率的な膜型反応器の開発を実施し、化学反応プロセスでの大きな省エネ効果の実現を目指す。
- 2) 研究計画：本研究では、直接水酸基導入反応による芳香族アルコールのグリーン製造プロセスを開発・確立するため、1)酸素や水素を選択的に透過・活性化する無機系膜開発、2)膜を組み込んだ反応器（膜型反応器）の開発、3)膜型反応器を反応へ適用し、フェノール等芳香族アルコール合成への最適化を行う。同時にこれらの実現に必要な周辺基盤技術の確立を目指す。
- 3) H15年度の研究内容及び成果の概要：パラジウム膜による芳香族化合物の直接水酸化プロセス開発では、反応膜・反応器の改良から、より安定な試験操作が可能となり、フェノール選択率95%、ベンゼンの転換率で15%を達成した。また生成物解析から反応の全体像を明らかにした。無電解メッキ法による水素透過膜開発では、パラジウム膜で水素／窒素の分離係数10,000を達成するとともに、欠陥の少ないパラジウム-銀合金膜の作製に成功し、透過選択性として水素／窒素=500-800 (300℃)を達成した。た。酸素イオン-電子混合導電膜開発では、複合材料膜が所定の条件で1ml (室温・大気圧) /min・cm²以上の酸素透過速度を示すことを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 膜利用技術、グリーンプロセス、選択透過膜

〔研究題目〕 ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

〔中項目名〕 高効率冷媒合成・利用技術

〔研究代表者〕 山辺 正顕

〔研究担当者〕 関屋 章、田村 正則、権 恒道、
松川 泰久、水門 潤治、杉江 正昭、
内丸 忠文、深谷 治彦、徳橋 和明、
田中 克己、忽那 周三、陳 亮、
高橋 明文、滝澤 賢二、阿部 隆、
近藤 重雄

〔研究内容〕

- 1) 目標
大型のターボ式冷凍機用冷媒として CFC-11に代わり HCFC-123が使用されて来たが、HCFC-123はモントリオール議定書により規制され、これに代わる優れた代替物はまだ見つかっていない。そこで、候補化合物の評価とそれらの比較検討から低環境負荷ならば

に省エネルギー性を反映した指標を提案し、これに基づいて大型冷凍機用代替冷媒を選択することを目指す。省エネ効果としては、吸収式冷凍機に比べて10%の改善を期待している。

2) 研究計画

環境への負荷が低い代替冷媒の選択に必要な基礎的研究として、種々の化合物の環境影響評価、燃焼性等の安全性評価、及び物性評価に関する知見の蓄積、その予測手法の開発、候補化合物の合成法の検討を行う。これらの知見に基づき化合物を総合的に評価して環境への負荷の低い大型冷凍機器用冷媒の選択指針の提案、化合物の選択を行う。

3) 本年度進捗状況

沸点0℃以下の含フッ素化合物に対して冷凍サイクル計算により冷媒性能を評価した。環境影響評価として原理の異なる2種の測定法を用いて OH ラジカルとの反応速度測定を行い、評価対象化合物のうち4化合物について大気寿命を求めた。燃焼限界の測定に着手し、5化合物について燃焼限界の値を得た。対象化合物の毒性について調査を行い、1化合物は Ames 試験が陽性であることがわかった。さらに、熱安定性について、計算化学的な熱分解温度の予測を試み、実験値にかなり近い値を得ることができた。合成法の評価として、対象化合物の既存合成法についてランク分けを行った。また、環状骨格を持つ化合物についてより効率的な合成法の探索を進め、新たな合成方法を見出した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 代替物、冷媒、大型冷凍機

〔研究題目〕 超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発

〔研究代表者〕 荒井 和雄 (パワーエレクトロニクス研究センター)

〔研究内容〕

今後、太陽光発電などの分散電源の導入の進展に伴い、電力ネットワークのエネルギー損失低減が重要な課題となると考えられる。また、情報通信機器の急速な普及に伴う電力需要の急増を回避するために、情報通信機器の抜本的な低消費電力化が求められる。本事業では、電力変換器等のパワーエレクトロニクスおよび情報通信機器の革新的な省エネルギー化を図り地球温暖化の抑制に貢献する。また、このような技術革新により、国際競争力のある新たな省エネルギー半導体産業の創出と同時に、電力機器、情報通信機器両分野での民間需要、雇用の創出を図る。

本事業では、電力ネットワーク、電力機器の省エネ化を目指し、インテリジェントビル等のローカルエリア電力ネットワーク内の無停電電源設備、電力消費機器などを超低損失電力変換器で結合し、エネルギー利用効率の高いシステムを形成するためのネットワーク設計技術、

各種制御技術等の研究開発を行う。また、SiC 素子などを利用した小型・超低損失電力変換器のための高密度実装・モジュール化技術等の基盤技術を開発する。

さらに情報通信機器の省エネ化を可能とする基礎・基盤技術として、画像表示部や演算回路をワンチップにシステム化し、情報処理内容に応じて最適パワーマネジメントを行うことにより、情報通信機器の抜本的省エネルギーを可能とするインテリジェントシステムチップの研究開発、ならびに視認性に優れ、省エネルギー効果の大きな自然光活用ディスプレイの研究開発を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超低損失電力変換器、ワンチップシステム化、自然光活用ディスプレイ

【研究題目】超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発

【中項目名】超低損失電力モジュール技術開発

【研究代表者】荒井 和雄（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】荒井 和雄、奥村 元、福田 憲司、西澤 伸一、高橋 徹夫、清水 三聡、沈旭 強、田中 保宣、石田 夕起、加藤 智久、小杉 亮治、先崎 純寿

【研究内容】

SiC や GaN の超低損失素子の長を生かした小型・低消費電力の電力変換器（スイッチ、インバータなど）を実用化するための基盤技術を開発する。素子の高性能、プロセスの高度化、デバイスの信頼性の向上を図ると共に、モジュール化に適したデバイス設計、実装、技術のモジュール化基盤技術の確立を図る。

平成15年度は、超低損失デバイス回路・実装シミュレーションの基盤技術を確立すると共に、SiC 半導体物性値限界を拡大する SiC デバイス構造の設計と試作を行った。また、MOSFET のオン抵抗低減、GaN 大電流 HEMT デバイスの試作基盤を確立するとともに、SiC デバイス化プロセス高度化を図る。これらの目的に対し、SiC-MOS での低オン抵抗化のデバイス実証、新たな低オン抵抗化の可能性をもつ C 面プロセスの提案、高速・大電流・大電圧実装開発の方向性の確認、SiC のオフ無し基板へのエピタキシャル成長技術の開発、GaN-MOCVD 法の導入と MBE 成長法の高度化とパワーデバイス構造の提案・試作を行い、目標を達成した。

具体的には、超低損失電力モジュールの実現に向けて、SiC および GaN について、パワーモジュールを目指したデバイス試作をすすめ、SiC 横型 MOS で、損失、スイッチング特性とも Si 素子を上回ることを確認した。さらに、さらなる低損失化の可能性をもつ C 面のポテンシャルを示した。

モジュール化基盤技術としては、アナログシミュレーション概念を提案し、超高速ハードドライブ寄生パラメー

タ無しの実験回路を実現し、目的とする評価が可能であることを確認した。

SiC エピタキシャル成長技術においては、技術的にも実用的にも重要なオフ角ゼロ基板上への成長という新たな発見をし、デバイスへ展開を図る予定。窒化物半導体高品質ウエハー作製のために、MOCVD 装置を導入ができ、MBE 成長技術がさらに高度化したので、その技術のパワーデバイスへの展開を図る。また、AlGaN/GaN HEMT の低リーク電流ゲート構造として、SiO₂ MOS 構造を試作し、その効果を確認したことにより、モジュール化デバイスの候補として有力になった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】SiC、パワーモジュール、パワーMOS デバイス、GaN、オン抵抗

【研究題目】超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発

【中項目名】超低損失素子利用ネットワーク技術開発

【研究代表者】石井 格（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】八尾 勉、近藤 潤次、山口 浩、村田 晃伸（電力エネルギー研究部門）

【研究内容】

電力ネットワーク、電力機器の省エネ化を目指し、インテリジェントビル等のローカルエリア電力ネットワーク内の無停電電源設備、電力消費機器などを超低損失電力変換器で結合し、エネルギー利用効率の高いシステムを形成する場合の、システム構成とそこでの電力変換器の仕様、および超低損失電力変換器の適用効果についての研究開発を行う。

平成15年度は、分散電源や電力貯蔵と電力系統との接続点に用いられる電力変換器に超低損失電力素子を適用した場合の効果について、分散電源や電力貯蔵装置の種別に応じた効果を定量的に明確にした。

具体的には、降圧チョッパと系統連系用インバータとを取り上げ、SiC の適用効果を定量的に計算した。その結果、Si 素子を用いたものに比べて損失が1/2~1/3に低減できることと、最適搬送周波数が約2倍になることにより小型化も実現できることを示した。またビル内の配電システムへの適用についても検討し、損失低減効果を定量的に示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ローカルエリア、電力ネットワーク、超低損失電力素子

【研究題目】超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発

【中項目名】省エネルギーLSI システム技術開発

【研究代表者】伊藤 順司（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】鈴木 英一、金丸 正剛、田上 尚男、石井 賢一、清水 貴思、柳 永勲、坂本 邦博、松川 貴、長尾 昌善、昌原 明植、八瀬 清志、斉藤 和裕、吉田 郵司、榊原 陽一、谷垣 宣孝、仁木 栄、山田 昭政、Paul Fons (ポール フォンス)、松原 浩司、岩田 拓也、柴田 肇

【研究内容】

情報通信機器の省エネ化を可能とする基礎・基盤技術として、画像表示部や演算回路をワンチップにシステム化し、情報処理内容に応じて最適パワーマネジメントを行うことにより、情報通信機器の抜本的省エネルギーを可能とするインテリジェントシステムチップの研究開発、ならびに視認性に優れ、省エネルギー効果の大きな自然光活用ディスプレイの研究開発を行う。

平成15年度は、自発光型オンチップディスプレイ技術では、ドライバと走査ドライバを内蔵した16×16画素構成のディスプレイ用電子源を設計製作、HfC 被覆シリコンエミッタの開発により真空封止管での長時間動作を可能にするなど、シリコンエミッタと n-MOSFET 論理回路の混載作製プロセス開発を大きく進めた。ダイナミック制御低消費電力 LSI (大規模集積回路) 技術では、XMOS (2重ゲート構造 MOS) 素子の二つのゲートを独立させて機能させる4端子動作に世界で初めて成功し、しきい値電圧を自在に制御できることを実証し、ダイナミックなパワー制御をおこなう低消費電力 LSI の実現に目処をつけた。

省エネルギー発光素子技術開発においては、光の三原色発光色素のスクリーニングから50mW の近赤外レーザー光 (780nm) の照射により、千～万倍の輝度向上を達成するとともに、300 μ 秒の応答速度を達成した。一方、低抵抗透明導電膜の開発においては、イオンプレーティング (IP) 法により良質透明導電膜の製膜を150℃以下でプラスチック基板上でも成功した。

【分野名】情報通信

【キーワード】フィールドエミッションディスプレイ、2重ゲート構造 MOS、省エネルギー発光デバイス

・電源多様化技術開発等委託費

【研究題目】フライホイール電力貯蔵用高温超電導軸受技術開発

【研究代表者】西郷 宗玄 他 (スマートストラクチャー研究センター 他)

【研究内容】

【目標】

高温超電導軸受の技術進歩により支持軸受損失の極めて小さいフライホイール電力貯蔵装置の実用化見通しが得られつつある。非接触で支持される高速巨大回転体シ

ステムの信頼性と安全性の確保は重要な技術開発課題の一つである。本研究では、超電導軸受の低剛性を補償してシステムの安全性を確保する制御型磁気軸受の信頼性向上制御手法の開発(高性能化技術)と CFRP (炭素繊維強化プラスチック) をフライホイール材として使用する際の長期信頼性の評価および真空中での繊維-マトリクス界面劣化機構の解明を行う。

【研究計画】

(高性能化技術) フレキシブル結合されたフライホイールを持つ回転軸システムでの制御型軸受性能の向上を図るため、制御不安定の防止を図る制御法の開発および磁場非線形性を考慮した制御法の開発を行う。(クリープ特性) 真空中で長時間連続運転を行う電力貯蔵用フライホイール材料のクリープ特性評価を行うとともに加速試験法を検討する。さらに、繊維-マトリクス界面の劣化機構を解明する。

【年度進捗状況】

(高性能化) 昨年度開発した適応型非線形制御のロバスト性能を向上化させるため H ∞ 非線形制御アルゴリズムを開発し、実験により有効性を検証した。また、適応型非線形制御による基礎加振実験を行った。さらに、ジャイロ効果を考慮できる拡張低次元化モデルを開発した。(クリープ特性) 引張破断荷重の95%前後の負荷をかけ、大気中及び真空中で500h を目安として CFRP の繊維軸方向引張クリープ試験を行った。その結果、大気中と真空中では大きな差は無いことが分かった。さらに、長時間の特性を予測するための加速試験法の検討として、95℃及び123℃で引張試験を行った。

【分野名】エネルギー

【キーワード】エネルギー貯蔵、フライホイール、超電導軸受、制御型軸受、CFRP、クリープ

【研究題目】フライホイール電力貯蔵用高温超電導軸受技術開発

【中項目名】高性能化技術開発

【研究代表者】西郷 宗玄 (スマートストラクチャー研究センター)

【研究担当者】西郷 宗玄、セリム・シブリオグル

【研究内容】

【目標】

超電導軸受の低剛性を補償してシステムの安全性を確保する制御型磁気軸受の信頼性向上を図るため、従来制御でしばしば発生する不安定化を回避する制御手法の開発と地震や事故時のバックアップ性能向上を目指した制御手法の開発を行う。

【研究計画】

フレキシブル結合されたフライホイールを持つ回転軸システムでの制御型軸受の制御不安定の防止を図る制御法の開発および磁場非線形性を考慮した制御法の開発を行う。制御不安定の防止対策制御法として低次元化モデ

ルを用いた最適制御の検討を行う。また、保護軸受負荷軽減制御やゼロバイアス制御を目指す磁場非線形を考慮した制御法の開発を行う。

【年度進捗状況】

1) 制御アルゴリズムのロバスト化と基礎加振実験による検証

昨年度開発した適応型非線形制御のロバスト性能を向上化させるため H_{∞} 非線形制御アルゴリズムを開発し、実験により有効性を検証した。適応型アルゴリズムでは30rps以上の回転が得られなかったが、 H_{∞} 制御で100rpsの回転制御が実現した。さらに、アンバランス応答信号相殺制御による制御アルゴリズムを開発した。アンバランス相殺制御を併用すると、40rpsで振幅が1/10となり、制御電流も80%程度に低減できることが分かった。また、適応型非線形制御による基礎加振実験を行った。地震を想定して加振周波数を10Hzとし、加振振幅を最大1Gまで印加して実験を行った。現在開発のアルゴリズムでは1Gで30rps程度まで、0.3Gで定格の100rpsまで回転可能であることが分かった。

2) ジャイロ効果を考慮できる拡張低次元化モデルの開発

昨年度までに開発した、質点要素近似低次元化モデルは剛体振動モードを考慮できないため、剛体要素近似低次元化モデルを開発し、最適制御を適用してその有効性を確認した。

【分野名】 エネルギー

【キーワード】 磁気軸受制御、フライホイール、非線形制御、最適制御、

【研究題目】 フライホイール電力貯蔵用高温超電導軸受技術開発

【中項目名】 軸受関連部材のクリープ特性に関する研究

【研究代表者】 藤田 和宏 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】 藤田 和宏、袖岡 賢、永井 功

【研究内容】

【目標】

CFRP製フライホイールの真空中での長期信頼性を確保するための研究を行う。

【研究計画】

フライホイールのロータ材料として想定されているCFRPの長時間の使用に於ける問題点を把握するため、ロータ材で高負荷となるCFRPの繊維軸引張方向の、真空中に於けるCFRPのクリープ特性の評価を行う。

【年度進捗状況】

昨年度までに作製した装置を用い、引張破断荷重の95%前後の高い負荷をかけ、大気中及び真空中で500hを目安としてCFRPの繊維軸方向引張クリープ試験を行った。引張破断荷重の94%及び96%の負荷でのクリー

プ試験において、それぞれ0.01、0.1、1、10、100、500hまでに破断しなかった試料の割合を求めた。試験開始後数分以内に破断しなかった試料はそのまま100h程度まで破断しない場合が多く、また、大気中と真空中では大きな差は無く、少なくとも真空中の方が大気中よりも破断しやすいということは無いことが分かった。

引張試験では長時間になるほど接着部分の影響が大きくなるため試験に不具合が生じやすくなる。その影響を極力抑え、またより長時間の特性を予測するためにも加速試験が必要である。そこで、試料の接着部分には影響が少なく、試料中心部分のみ高温にすることができる電気炉を作製した。これを用いて、95℃及び123℃で引張試験を行ったところ、室温での引張強度に比べて95℃で88%、123℃で81%となった(試験数3の平均)。これらは軸方向の引張に関しても時間-温度換算則の適用可能性を示唆している。また、クリープ試験においても試料を加熱状態で試験できる同様の炉の作製も行った。

【分野名】 エネルギー

【キーワード】 CFRP、フライホイール、クリープ

【研究題目】 太陽光発電技術開発

【中項目名】 太陽光発電システム実用化のための解析・評価

超高効率太陽電池製造技術実用化のための解析・評価

安価に製造できる新規な色素増感型太陽電池の評価

【研究代表者】 荒川 裕則

【研究担当者】 荒川 裕則、佐山 和弘、原 浩二郎

【研究内容】

目標、研究計画

色素増感太陽電池は、従来のpn接合型太陽電池と光吸収が異なるため、従来の太陽電池で用いられてきた効率評価法が利用出来ない可能性がある。例えば、吸収波長が色素により異なるため、通常の方法が利用しにくい。そこで、色素増感太陽電池の精密な評価方法を確立するための検討を行う。

年度進捗状況

効率測定時の誤差要因に関する様々な検討を行った。セル自体について反応履歴が少なく、長時間安定に動作する封止セルを作成できた。当該セルを用いてI-V特性の測定条件(保持時間、取込積算時間、送引方向)について検討した。真の効率を得るためには、保持時間はこのセルに関しては、最低60msは必要であることが分かった。取込積算時間は10ms以上が良かった。マスクに関しては光の回り込みの影響が大きいこと、適切なマスク窓選択とその設置方法が重要であることが分かった。結果的に、I-V特性の測定方法およびセルの端子接触方法のガイドラインを構築できた。

【分野名】 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、色素増感太陽電池、評価方法、太陽エネルギー変換効率、光吸収率

〔研究題目〕 エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発

〔研究代表者〕 赤井 誠

〔研究担当者〕 赤井 誠

〔研究内容〕

環境制約下における今後のエネルギー技術開発やエネルギー政策に関する意思決定は、従来の経済性、技術的特性、および国家の安全保障政策といった見地のみでなく、時空間的により広範な視点に基づくべきであるとの認識が高まっており、特に政府による技術開発プログラムにおいては、アカウンタビリティの確保といった面からも、これらを包括的にとらえた技術評価と、それに基づいた技術開発戦略の策定と実践が必須となる。本研究では、新規発電技術などの新エネルギーシステム技術と地球環境対策技術の、リスクと便益に対する公衆の認知についての調査と分析に基づき、これらの技術導入にかかるコスト-便益評価を行う手法を開発し、種々の側面での意思決定プロセスに資することを目的としている。具体的には、次のような研究を実施する：(1) 社会コスト評価システムの設計【リスク認知度に相違があると見なされる技術を想定し、技術に対するリスク認知に基づいた社会コストの測定を行うためのシステムを設計する。また、研究事例の殆どない、環境外部コスト以外の社会コストの定量化手法についても検討を行う。】；(2) 社会コストに関する調査と分析【技術の導入に係る社会コストを構成する項目のうち、顕著な値を示すと予想される健康被害や環境影響について、リスク認知の分析を可能とする仮想市場法（CVM）に基づく調査を実施するためのシステムを開発し、実際の調査を通じて、幾つかの選定した技術に対する便益及び社会コストの評価を行う。】；(3) 社会コスト評価システムの開発【上記で開発した手法及び得られたデータに基づき、技術の導入に係る社会コスト及び便益を評価するための手法・システムを確立する。】；(4) 施策（電源立地、リスクコミュニケーション）への適用方法の検討【文献調査および複数の専門家との討議を元に、①意思決定：費用便益分析、リスク便益分析、②リスクコミュニケーション：合意形成のための Public communication 戦略への適用、の観点から、施策への適用方法について検討を行う。】

本年度は、分散型エネルギーシステムの外部性評価システムのプロトタイプの完成と、CO₂隔離に関するリスク認知の予備調査を完了した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 外部性、便益、支払い意思額、WTP、リスク、認知

— 中小企業産業技術研究開発委託費 —

〔研究題目〕 シナジーセラミックスの技術開発

〔研究代表者〕 神崎 修三（シナジーマテリアル研究センター）

〔研究担当者〕 淡野 正信、藤代 芳伸、柘植 明

〔研究内容〕

本研究では、産業活動によって生じる排出ガスの浄化材料システムの開発を目指し、エネルギー変換機能と選択分離浄化機能を多重化した材料の創製技術の確立を図った。すなわち、環境下で無駄に捨てられている廃熱等のエネルギーを電気エネルギーに直接変換する機能、自動車排ガス等の有害物質を選択的に分離・浄化する機能を多重に発揮させるために必要となる、材料創製プロセス技術の検討を行い、これらの融合化による高機能電動材料の創製を目指した。平成15年度は、エネルギー変換機能・選択分離浄化機能の向上と多重化のためのプロセス技術の確立と、自立的な浄化機能の発現に関するモデル実証を行った。ナノ構造制御を行った電気化学セルにより、排ガス中の NO_x 浄化機能の実用レベルへの高度化に成功した。従来の触媒技術に比べて2倍の高エネルギー効率を達成し、実用サイズでの性能実証の成功と併せて、実用化に向けて大きく前進した。また、熱電セラミックスの開発を進めた結果、電気化学セルの作動に必要な電力が供給可能なレベルの高性能化に成功した。さらに両者を一体化したモジュールを作製し、外部エネルギー供給なしに自立連続的な排ガス中 NO_x 浄化が可能であることを実証した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 電気化学セル、NO_x 浄化、イオン伝導、ナノ反応場、熱電変換、モジュール化

〔研究題目〕 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

〔中項目名〕 2成分ガス濃度計の開発

〔研究代表者〕 黒河 明

（極微プロファイル計測研究ラボ）

〔研究内容〕

1) 研究目標

二成分ガスの濃度を測定するため、混合ガスの粘性にもとづく計測手法の原理（特許第3336384号）をもとに、その原理を実現する濃度計の開発のための研究を行う。とくに二成分ガスとしてオゾン酸素混合ガスを測定対象とし、既存のオゾン濃度測定計では直接計測できなかった高濃度オゾンガス（オゾン濃度数十 vol%以上）を測定できることを実証する。

2) 研究計画

オゾンガス濃度計の開発項目は、濃度計測精度の安定化、測定濃度の高感度化、センサー容器の小型・簡素化である。またそれらの開発とともに、大気圧環境や減圧環境でオゾン濃度計測が行えることを実証した。

また容器材料の開発のため東北大学に研究委託して高酸化性のオゾンガスに耐えると予測されるチタンの金属表面処理に関する研究を行った。企業側では産総研でえられた、オゾン酸素混合ガス濃度に対するセンサー感度曲線をもとにして、演算ソフトの開発ならびに実用化に向けたプロトタイプの開発をおこなった。

3) 年度進捗状況

オゾンガスの計測濃度の下限を広げまた計測精度を向上させるため、水晶振動子センサーの共振抵抗を高精度に読み取れるように計測系を改良した。これにより、測定精度は大気圧付近において濃度0.5vol%以上、恒温条件下では0.1vol%まで向上できることに成功した。計測精度の安定化を図るため、耐オゾン性にすぐれたセンサー容器材料の探索と、センサー容器の接ガス面にオゾン分解しにくい表面処理を行うことで、安定した濃度計測ができるようになった。さらにセンサー容器の構造について検討を行い、濃度変化応答性が高くかつシンプルで小型の構造とすることができた。

【分野名】標準

【キーワード】濃度計測、2成分気体、オゾン、粘性計測

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】省水銀型蛍光灯の開発

【研究代表者】木内 正人（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】木内 正人、望月 昭一、三原 敏行、本城 国明、田中 裕子

【研究内容】

現在流通している40W型蛍光灯は、内径28mmφで水銀量は1本あたり、10mg使用している。これを内径7mmφの新型蛍光灯に置き換えることにより水銀量は1本あたり1mgに減らすことができる。本研究が成功すれば、水銀使用量は1本あたり1/10、寿命が5倍になる。したがって年間水銀使用量は1/50になる。しかし始動時の電圧が高く、電源を安く作れないので、始動性を向上させる技術が必要である。そのためにはガラス内面に透明半導体を塗布すればよいことがわかっていた。そこで、スズ酸化物を形成するための前駆体として10種以上の有機スズを原料として選定し、合成した。また、前駆体調整条件と焼成温度、焼成時間を最適化し、長さ1120mm、内径7mmφのガラス管の内側に、1MΩの抵抗を持つ透明半導体を均一に密着性良く塗布するノウハウを確立した。これにより、初期点灯時に必要な電圧は1200Vと低減化され、冷陰極蛍光灯励起電源を低廉化させるための技術が確立できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省水銀、蛍光灯、省エネルギー、放電、表面処理

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】通電焼結法を用いた高機能新型真空リーク検出デバイスの開発

【研究代表者】竹内 友成（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】竹内 友成、蔭山 博之

【研究内容】

超高真空が要求される半導体等の生産ラインや高エネルギー加速器において、従来、真空漏れの検出器としてはヘリウムガス等を吹き付けてそれを感知する方式が主であった。しかしながら、この方式では真空リークをモニターしながらリアルタイムで検出することが困難であり、また装置自体も大掛りになることから、小型で常時監視が可能な検出器の開発が求められていた。本研究では、小型で軽量の検出デバイスを開発することを目的とした。開発目標としては、繰返しのリーク検出試験に対し数十秒以内で応答するセンシングデバイスを目指した。

研究計画としては、センシングデバイス部分を通電焼結法（放電プラズマ焼結法）を用いて試作した。試作したセンシングデバイス部分を真空チャンバー内に取り付け、大気圧と真空を切り替えた際、それに対応した応答を示すかを検討した。

平成15年度においては、センシング部分に酸化物を選択し、通電焼結法により作製した。まず始めに、2種類の酸化物を直接積層した焼結体を通電焼結法により作製し、その大気中・真空中における応答を調べたが、有意な応答特性は得られなかった。これは焼結中に両粉末が界面近傍で反応したことによるものと考えられる。次に、金属で酸化物を接合する方式でセンシング部分を作製したところ、大気中・真空中の切り替えに対し、数秒程度以内で応答が得られ、また繰返しの試験や長時間の使用で良好な耐久性を示した。以上から、センシングデバイス部分を通電焼結法で試作することができ、真空リークデバイスとして作動可能であることが示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】真空リーク検出デバイス、通電焼結法

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】細胞内翻訳後修飾モニターのための灌流培養型色識別発行測定システムの構築

【研究代表者】近江谷克裕（人間系特別研究体）

【研究担当者】近江谷克裕、中島 芳浩、山岸 和敏

【研究内容】

（目標）

研究開発支援分野や医療支援分野で分泌型 BRET プローブを活用するシステムの構築を目的とする。具体的には、翻訳後修飾等の生体情報を、分泌型 BRET プローブを導入した生細胞で定量、連続的に解析できるシステムの構築を目指し、灌流培養型色識別発光測定装置を

試作・製品化する。併せて、糖付加やプロセッシング等に特化したモニターペプチドを配した分泌型 BRET プロローブを構築、システムとして製品・実用化する。

(研究計画)

本研究では、分泌型 BRET プロローブの光活性を、生細胞のまま、発光色の違いとして識別できる灌流培養型発光測定装置の製品化をアトー㈱と共同で行う。併せて個別の生命現象を検出できるモニターペプチドの特定を関西医科大学に委託、事象ごとに特化した BRET プロローブの構築を産総研が中心に行う。本共同研究を通じて、研究開発支援分野や医療支援分野で分泌型 BRET プロローブを活用するシステムを構築する。

(平成15年度進捗)

単一チャンネルの灌流培養型色識別発光測定装置の試作を完了した。今後、商品化の検討を進め次々年度春を目途に事業化を行う予定である。またマルチ化も計画したいが、製品コストの問題等があり、今後、方針を決める予定である。これらの点について企業、研究責任者双方、同じ認識である。なお、委託研究を進める関西医大のグループではプロセッシング酵素 PC1 に対する BRET プロローブに関しては、ほぼ満足行くレベルに達したので、さらに多様性を増やす努力を行っている。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生物発光、細胞機能、イメージング

[研究題目] 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

[中項目名] 金ナノ粒子集合の増強電場を利用する新規なマイクロアレイ検出法の開発

[研究代表者] 岩橋 均（生物機能工学研究部門）

[研究担当者] 石上 裕、北河恵美子

[研究内容]

アーカイラス社が実用化した表面増強ラマン散乱 (SERS) 技術を、産総研による DNA マイクロアレイ作製の技術により、マイクロアレイの検出法として応用開拓の可能性を評価した。まず、ラマン活性分子としては、SERS 基質である金への吸着性、吸着分子がラマン活性な構造を取ることが必要とされている。この考えから含窒素複素環であるアデニンと3種のトリアゾール類を選定した。一方、金ナノ粒子に関しては、さまざまな粒子径の金ナノ粒子の合成を検討した。その結果、還元剤の量論比1?3、室温以下、無攪拌という条件で、0.6mM~1.2mM という高濃度の金ナノ粒子が、比較的再現よく平均粒子径が40nm に近くなることを突き止めた。この高濃度金ナノ粒子から SERS 基質となる金ナノ粒子集合を再現よく調製した。この SERS 基質は室温でも長期間活性を保ち、ピリジンをモデル分子として市販ラマン分光器で評価したところ、4ヶ月前に調製した SERS 基質を用いても、50nM という超極微量のピリジンを優れた S/N 比で再現性良く検出できた。従来の

SERS 基質の多くは測定直前に調製する必要があり、本研究では従来において不可能であった簡便高感度な SERS 計測を達成した。以上のように要素技術について検討を加え、マイクロアレイ検出システムを実現するための方向性を示した。しかし、実際のマイクロアレイを想定した実験では、期待した感度が SERS 活性分子であるトリアゾールでは達成されなかった。ため、SERS マーカーリガンドの測定を中断してトリアゾールに対応した測定条件の再検討と検出側である装置の改良を行う必要があるものと考えている。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 表面増強ラマン散乱、DNA マイクロアレイ、金ナノ粒子

[研究題目] 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

[中項目名] 吟醸酒製造用高エステル生産型酵母の開発

[研究代表者] 植村 浩（生物機能工学研究部門）

[研究担当者] 植村 浩

[研究内容]

目標：近年、ゲノム解析がめざましい勢いで進展し、トランスクリプトーム、メタボローム、プロテオームなどの技術がゲノム研究に続く分野として進展してきている。そこで、このような最新の解析技術およびゲノム情報を積極的に活用することにより、清酒の醗酵過程で何が生じているのかを、昔ながらの育種技術では不可能であった分子レベル、ゲノムレベルで解析を行い、高機能性を有する酵母の開発を促進するための技術評価を行い、特徴的な酵母の実用化、醸造業の活性化を支援する。

全体計画：京都市工業技術センターで選抜されたプロテオーム解析に基づく吟醸酒用の選抜酵母の網羅的な遺伝子発現プロファイルの DNA マイクロアレイによる解析、RT-PCR 解析による特定の遺伝子の発現量の増加等の検証を行い、プロテオーム解析より予想されるデータに対する遺伝子レベルでの検証を行う。これにより、実用化のための選抜酵母の有用性を遺伝子レベルで裏付けると共に、吟醸酒製造用高エステル生産型酵母の実用化、醸造業の活性化を支援する。

成果の概要：京都市工業技術センターで分離された香気成分生産変異体を用いて、これらの変異体中でどのような遺伝子の発現変化が香気成分の生産を引き起こしているかを解明するために、変異体中で遺伝子発現頻度を DNA マイクロアレイを用いて網羅的に解析した。その結果、親株と比較していくつかの遺伝子において顕著な発現量の変化を認めることができた。そこで、その内の1株を用いて製造スケールの試験醸造を行ったところ、高い香りと良好な醸造特性が確認でき、実用化への目処がついた。

【分野名】 ライフサイエンス
 【キーワード】 バイオテクノロジー、DNA マイクロアレイ、発酵

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】 エンサイを原料とした血糖値上昇抑制製品の開発

【研究代表者】 丸山 進（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 丸山 進、市村 年昭、山中 晶子

【研究内容】

エンサイは、沖縄県の伝統的食材であり、キャベツと比較して食物繊維が4.6倍、カロチンが238倍も含まれている。しかしイモゾウ虫に対する検疫の関係から、生のエンサイを本土へ持ち込むことは禁止されている。一方、沖縄県工業技術センターのこれまでの研究により、エンサイ抽出物が血糖値上昇抑制作用（糖分解酵素阻害）を有することが明らかになっている。そこで、エンサイの血糖値上昇抑制成分を明らかにし、その諸特性を解明することで、機能性食品としての利用を図ることを目的に本研究を開始した。沖縄県工業技術センターが、エンサイに含まれている糖分解酵素阻害物質がイソクロロゲン酸類（ポリフェノール）であることを明らかにし、企業側がイソクロロゲン酸類を含む阻害物質の粗精製物を大量調製した。我々は、自然発症糖尿病（KK-Ay）マウスへ、粗精製物を含む固形飼料を2ヶ月間長期投与した。その結果、粗精製物含有飼料投与群の血糖値はコントロール群に比べて最大で35mg/dl 程低下する傾向が明らかになった。さらに、我々は、エンサイ抽出物がランゲルハンス島細胞に直接働いてインスリンの分泌を促進するという新しい知見も得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 機能性食品、ポリフェノール、血糖値、糖尿病、インスリン

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】 豚の妊娠検査診断試薬の開発

【研究代表者】 巖倉 正寛（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 巖倉 正寛、羽生 義郎、広田 潔憲

【研究内容】

本研究は、豚用の簡易な妊娠検査キットを開発し、養豚業者に提供することを目的に行われた。養豚生産業者にとって、人工授精―出産のサイクルを短くすることは、経営効率化のために重要な要素である。そのために、妊娠判定の正確な早期診断により豚のカラ腹状態を避けることは重要であり、簡便で確実な妊娠検査法の需要は大きい。このような背景の元、中小企業より持ち込まれた新規な豚の妊娠検査方法（特許出願済み）の技術評価を行い、その技術を元に妊娠検査診断キットの開発を検討

した。

シーズとして持ち込まれた技術を用いて、妊娠検査に必要なエストロンとの結合活性を測定したところ、豚の妊娠検査に要求されるとされる結合定数である nM から pM オーダーの強い結合活性は検出されず、それより遙かに弱い mM オーダーの活性であることが判明した。そのため、結合活性の改良を試みたが、103~106倍の改良は短期間では困難であり、結果的には、キット作製に必要な性能を得るには至らなかった。本研究の結論として、持ち込まれたシーズを評価した結果、本技術は商品化を進めるには困難であることと評価・判断された。なお、キット化に必須な技術である2次抗体の可視化技術としての抗体結合タンパク質を改変する定量的に蛍光分子を導入する技術を開発し、その有効性を確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 豚妊娠検査キット、エストロン結合活性、抗体結合タンパク質

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】 PLZT の光起電力効果を利用した高速回転バランス

【研究代表者】 一木 正聡（機械システム研究部門）

【研究担当者】 一木 正聡、森川 泰、野中 一洋、前田龍太郎、古江 治美、田中久美子

【研究内容】

圧電体的一种であるチタン酸ジルコン酸ランタン鉛（PLZT）素子は紫外線の照射により、電力が発生する。従って、マイクロマシンのような微小な駆動体、あるいは工作機械や車輪のような高速回転体、磁気ヘッドのような小型高速回転体などへの電力供給に有効となる。一方、薄膜構造体はバルク体と比べて、電流が3桁増加する。これによって、 μA で V レベルの電力源の作成が可能となる。薄膜構造体の応用として工作機械用回転バランスを検討する。工作機械のスピンダルには最適回転制御をするための回転バランスが搭載されており、高速で微小な切削加工を行う際の調整機構は開発されていない。ここで、バランス調整用駆動機構と、高速回転体へのエネルギー伝送方法が主要な開発課題となる。これを解決するために、本研究では(1)PLZT 薄膜を高速回転体へ実装して、そこで光から電気へ変換されたエネルギーを圧電式の駆動機構へ伝達する(2)PLZT に発生する光歪を直接質量駆動へ適用する方法を検討する。ここで用いる PLZT 素子圧電体的一种で、光起電力効果を有しており、(1)光エネルギーを直接歪みに変換できる（光ケーブルが使えるので電気ノイズに強い）、(2)紫外線領域にのみの感度が高い、(3)光発電能力があり消費電力の小さい回路では電源が不要である、といった特徴があり、これを用いて工作機械用高速回転バランスを開発する。とくにここでは薄膜 PLZT の形成技術の確立

とこれを用いた回転バランスの試作・組み上げを行った。これにより基本的な性能試験を行うことが可能になった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 光起電力効果、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛、バランス

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】 マイクロスライダの開発

【研究代表者】 岡崎 祐一（機械システム研究部門）

【研究担当者】 水原 清司

【研究内容】

1) 研究の背景・目的・目標

小型集積機械装置の発展や微小部品の操作・組立てのニーズが急速に増大する中、それら応用に適した位置決め機構が近年、市場で急速に求められている。そこで、超小型工作機械である「マイクロ旋盤」の開発を通じて得られた、超小型、超精密かつ高剛性な自動スライダ機構「マイクロスライダ」を、市場に受け入れられる形で、単独で商品化するために必要な、機構と制御システムを含む諸研究開発および評価を行う。

2) 研究の全体計画

圧電アクチュエータを用いたマイクロスライダを新たに設計・試作し、調整と性能評価を通じて、相手先企業が独自に製造・販売できる技術を確認する。また、アクチュエータ駆動回路を含む制御系の超小型化・低価格化をマイクロコントローラによって実現するために、回路の設計・試作・評価を行う。

3) H15年度の研究内容及び成果の概要

これまでのマイクロスライダの基本設計と動作原理を保持し、商品として部品の調達・加工・組立て・調整を現実的にするべく、スライダ機構の設計を改訂し、動作、運動精度等、基本特性を確認した。ステージ機構の寸法に比べて不釣り合いな従来の制御装置の構成を全面的に改め、大幅に小型化・低価格化された制御装置を新たに設計・製作した。ステージ機構の摺動面をどのような表面状態に保つのが制御性能や安定性の点で最適であるかを探るために、微小摺動特性測定装置を製作し、基礎データを収集した。

【分野名】 材料・ナノテク・製造

【キーワード】 精密機構、運動制御、位置決め

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】 環境対応型研削装置の実用化研究

【研究代表者】 服部 光郎（機械システム研究部門）

【研究担当者】 笠島 永吉、堤 千里、岡野 啓作

【研究内容】

1) 研究の背景・目的・目標

機械加工の現場では大量のクーラント（加工油剤）

が使用されているが、作業環境への悪影響や廃油処理の環境負荷問題があり、極力使用しない方法が求められている。クーラント使用量を低減する方法として新たなセミドライ研削法を山口県工業技術センターが提案しており、このシーズ技術を開発することによって、クーラント使用量の大幅低減を可能にする。

2) 研究計画

(1) 加工熱条件の厳しいクリープフィード研削等への応用も含むセミドライ研削に関する技術指導、加工評価を行う。加工評価では、研削抵抗、研削比などの加工プロセスパラメータのほか、環境側面の評価も加える。必要に応じて現場計測を行い、実用化への改善指導を行う。

(2) ミストが砥石内部を効率よく透過できる超多孔性砥石の開発を行うとともに、その仕様記述を支援するため通気性などの評価手法を実験的、モデル的に検討する。

3) H15年度の研究内容及び成果の概要

試作した超多孔性砥石を用いて、多様なクーラント供給方式のもとで通常研削及びクリープフィード研削を行い、加工実験によってセミドライ研削の加工特性を明確にした。これによってセミドライ研削法の利点、問題点が明らかになり、実用化に向けての技術指針を得ることができた。

また、試作した超多孔性砥石について、気孔率、気孔の分布構成などを考慮し、ミストの透過率を求める数学モデルを考案した。これを透過率実験の結果と比較してみたところ、気孔率の増加に伴う透過率の変動が定性的にほぼ一致することが確認された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 研削加工、セミドライ、クーラント、ミスト、環境、多孔性砥石

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】 酸化チタンと酸化鉄を複合化した光または熱により反応する高性能光触媒の低コスト大量製造プロセスの開発

【研究代表者】 埴田 博史（セラミックス研究部門 環境材料化学研究グループ）

【研究担当者】 埴田 博史

【研究内容】

酸化チタンに紫外線を照射するとほぼ全ての有機物を炭酸ガスや水に酸化分解することができ、この光触媒作用を利用することにより、環境浄化のさまざまな分野への応用を行うことができる。この酸化チタン光触媒に酸化鉄などを複合化させるとさらに高性能の光触媒をつくることができるが、酸化チタンを酸化鉄などと複合化させて高性能光触媒を調製する場合、従来はバインダーを用いて酸化チタンを酸化鉄などとくっつける方法が行わ

れていた。しかし、有機バインダーを用いて固定化した場合には光触媒によってバインダーが分解されてしまい、剥離や脱落が起こるといった問題があった。また、無機バインダーを用いた場合には耐久性は優れているが、バインダーが光触媒を覆ってしまい光触媒の効果が損なわれていた。そこで、酸化チタンと酸化鉄などを混ぜて焼成して調製するという方法が採られていたが、均一に混ぜるのが難しく、焼成にエネルギーが必要で、製造コストが高くなっていた。

本研究では、酸化チタンと酸化鉄などを固定して複合化するのに焼成工程を経ずに、パン型転動装置または公転運動を利用した転動装置を用い、従来に比べて省エネルギー、低コストで、しかも表面積が格段に大きい高性能光触媒の大量製造技術を開発した。すなわち、基材の表面にシリコンなどのバインダーを攪拌しながら均一に塗布し、ついでバインダーが未硬化のうちに酸化チタンと酸化鉄などを転動して付着させ、水蒸気中または熱水中で処理後、乾燥することによって、基材の表面に光触媒粒子を露出した状態で保持することを可能にしたもので、基材表面にコーティングすることにより、酸化チタンと酸化鉄を混ぜて成型したものに比べてはるかに低コストの製造を行うことが可能となった。

得られた光触媒体をガスバック法により光触媒性能評価を行った結果、100ppmのアセトアルデヒドを2時間で100%分解するという極めて高い性能が得られた。また、直径1mmのガラスビーズにコーティングして光触媒体を作製したものについても、ガスバック法を用いて光触媒性能評価を行った結果、100ppmのアセトアルデヒドを2時間で100%分解するという極めて高い性能が得られた。さらに、アンモニアの脱臭に対してもほぼ100%分解するという極めて高い性能が得られ、60℃の加熱によってもアセトアルデヒドが50%分解され、光だけでなく熱によっても反応する高性能光触媒であることが確認できた。また、得られた光触媒体を用いて耐久性に優れた青い染料であるメチレンブルーの水溶液の中に漬け、光を照射することによって分解・脱色を行った結果、水溶液の色を透明にまで脱色することができ、染色廃水の脱色などの水処理にも使用できることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光触媒環境材料、酸化チタン-酸化鉄複合光触媒、光触媒製造プロセス、脱臭、水処理

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】低環境負荷型陶磁器釉薬の開発 追加採択

【研究代表者】杉山 豊彦（セラミックス研究部門）

【研究担当者】鈴木 和夫、長江 肇、中野 研一、

黒川 利一

【研究内容】

人の健康や生活環境を保護する観点から、有害な物質の使用を抑制した低環境負荷型の陶磁器釉薬の開発を行う。窯業製品製造では、焼成が他の工程と比べ圧倒的に環境負荷が大きい。そこで、1200℃以下の比較的低温で焼成され低環境負荷を実現できる中低火度釉薬を研究開発の対象とし、製造時、使用時、リサイクル時、廃棄後の環境汚染や安全性の面で優れた釉薬を開発することにより、環境負荷を下げ、リサイクルにも適した窯業製品の開発を目標とした。

主な研究内容は、安全性が高く、外観などの性状は従来と同等の釉薬を実現するための調査の探索、原料の特性を活かした焼成温度の低下、有害物質の代替原料の探索などである。また、物性、外見の性状の安定性など、実用化に必要な研究を行い、製品の開発を目指した。研究対象として、中火度釉薬が多く使われる、半磁器および建材用の釉薬を選んだ。研究体制としては、複数の企業および公設研究機関と共同研究体制をとることにより、これまでの研究蓄積を活用するとともに、実用化のための実証試験までを実施した。

本研究により、有害物質の含有量を半分に以下に減少させたにもかかわらず従来と同等の性状を有する実用化可能な食器用釉薬が開発された。また、建材用釉薬としても、有害物質の使用を伴わない新規な釉薬が見出された。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】環境、釉薬、半磁器、瓦

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】心疾患治療用補助循環ポンプの開発

【研究代表者】山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】山根 隆志、西田 正浩、野中 勝信、折田 豊樹

【研究内容】

目標：本研究では、使用期間が2週間以上で、価格が補助人工心臓の1/20以下の経済的なデバイス製品の開発を目指す。本ポンプが製品化されれば、患者の身体的負担や経済的負担が著しく軽減され、他の治療法の併用も可能になると見込まれる。さらに将来は、再生医療などの新しい治療法への応用も見込まれる。用途としては、開心術用、補助循環用、心肺補助用、およびこれらの乳小児用ポンプなどを予定している。

研究計画：従来寿命を2日以内に限定していたシールや軸受を改め、抗血栓性と耐久性を有するシールレス極低摩擦軸受が重要課題である。このためモノピボット軸受遠心ポンプを採用し、ポンプ部とモータ部に分離し、ポンプのデバイス化を図ることにより、経済性にすぐれた補助循環ポンプにする。目標は、2週間以上の抗血栓性と耐久性、手術用ポンプ以下の溶血、最高

圧500mmHgとする。

H15年度進捗状況：当所は血液ポンプのデザイン評価を担当し、駆動性・耐久性に重要なピボット軸荷重の計測データが取得でき、磁石系の設計に大きく貢献した。カップリング力試験を実施したうえで、血液ポンプ・モータ分離モデルを作成し、ポンプ性能は十分であることを確認した。流体力学性能にかかわる出口最適形状、および血液適合性にかかわるピボット形状を、可視化実験、数値解析、および溶血試験結果をもとに改良した。事前に流れの可視化実験で淀みがないことを確認した上で、4日間の動物実験を行い、製品化で重要なピボット周りにも血栓が生じないことを確認することができた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 補助循環、ポンプ、ピボット軸受、可視化、摩耗

[研究題目] 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

[中項目名] 日常生活場面で使用可能な超音波尿意センサの試作と評価

[研究代表者] 児玉 廣之（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 児玉 廣之

[研究内容]

前年度の臨床計測では、タイプ-1センサによる膀胱容量簡易計測の有効性が認められたが、これは、固定された臥位姿勢という超音波測定にとって理想的な好条件で得られたものである。そこで、実際の臨床・療養・在宅場面での応用の可能性を評価するために、フィールドテストを実施して検討することとした。

フィールドテストの実施施設は、前年度に引き続き、総合せき損センターに委託すると共に、佐賀大学医学部、特別養護老人ホームなかやま幸梅園にも研究委託した。総合せき損センターにおいては車椅子生活時を含めたせき損者の臨床療養場面での排尿管理の実態に即した測定を行ない、現場に即した適正使用法についての分析提言を得た。さらに産総研における健常者を用いた試験測定の結果は、本年度の開発過程において常にその方向性をリードする役割を果たすものであった。

平成16年度以降は、これらの成果を踏まえて商品化への展開が期待される。さらに新規測定方式の研究開発を進めるなど、高精度を保ちながら簡易的に膀胱機能を計測する方式の検討を行ない、排尿障害に悩む人々に役立つ計測法、センサの開発を図っていくことを期している。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 超音波、尿意、排尿障害

[研究題目] 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

[中項目名] 盲人による図形情報授受を支援する高密

度触覚グラフィック装置の開発

[研究代表者] 篠原 正美（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 篠原 正美

[研究内容]

視覚情報を利用することができないPCユーザーに対し、図形を媒介としたコミュニケーションを可能にする触覚グラフィックディスプレイの基盤機構を開発する。

力およびトルクの6つの成分を計測する6軸力センサーと、2.4ミリ間隔で配列された24×32本の独立に上下できるピンを備えた触覚表示機構とを組み合わせて、指あるいは手が表示面に接触した中心位置を推定する機構を開発した。錘を使った加重実験では、ピン位置がほぼ復元できる推定精度が得られた。また、強く指でなぞると軌跡が表示され、軽くなぞると表示に影響を与えることなく軌跡を認識できるソフトウェアを作成し、当該システムの有効性を示した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 触覚ディスプレイ、力センサー、コミュニケーション、視覚代行

[研究題目] 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

[中項目名] 動作スキル評価手法の生体複雑系解析技術への応用

[研究代表者] 横井 孝志（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 横井 孝志、金子 文成、稗田 一郎

[研究内容]

目標：産業技術総合研究所の動作スキル評価技術をもとに、中小企業の持つ複雑系解析技術を改良する。このため、動作スキル評価技術と複雑系解析技術とを融合し、新たな生体情報複雑系解析技術として構成し、さらにソフトウェアとして実用化することを目指す。

研究計画：旧生命工学工業技術研究所および産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門において蓄積した動作スキル評価技術、ならびに（株）コンピュータコンビニエンスの有する技術シーズを基盤とし、カオス・フラクタル解析技術を含む現状の複雑系解析技術を動作スキル評価の手法を加味しながら再検討し、新しい生体複雑系解析技術を構築する。

年度進捗状況：次の3課題について研究開発を行った：

- ①複数時系列データを自由度、安定性にもとづいて評価方法の構築、②生体時系列データへの適用と改良、③一般の生体信号処理適用への拡張。

本研究開発により、世界的に見て類のない生体情報解析手法を構築でき、解析ソフトウェアプロトタイプとして具現化した。この成果に関しては、産業技術総合研究所とコンピュータコンビニエンスとが共同して特許として出願した。また、解析ソフトウェアプロトタイプをブラッシュアップし、平成16年度中に販売を開始する予定である。

[分 野 名] ライフサイエンス
 [キーワード] 動作スキル、生態複雑系、時系列データ

[研究 題目] 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

[中 項 目 名] 身体適合性評価にもとづく座位姿勢保持装置および駆動アシスト車椅子の改良追加採択

[研究代表者] 多屋 秀人（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 池田 喜一、横井 孝志、金子 文成、
 稗田 一郎、菅原 順、本間 敬子、
 多屋 秀人

[研究 内容]

目 標：公設試験研究機関および中小企業の保有する関連技術シーズを、産業技術総合研究所の持つ身体適合性評価技術を用いて評価し、改良を加えて利用者にとってよりよい椅子や車いすの実用化を目指す。

研究計画：三重県科学技術振興センター工業研究部、青木工業株式会社の持つ椅子あるいは車いす関連技術シーズを、産業技術総合研究所の持つ身体適合性評価技術を用いて、車いすや椅子に座る人（被介護者）の立場、車いすを押す人（介護者）の立場から評価し改良を加えて、椅子あるいは車いすのプロトタイプを実用化に近いレベルで開発する。

年度進捗状況：被介護者用の日常生活用椅子・車いすについては、三重県科学技術振興センター工業研究部の保有する座位姿勢評価技術を用いて開発したプロトタイプ機器を、産業技術総合研究所の持つ身体適合性評価技術を用いて評価し、この結果をもとに被介護者支援型日常生活用椅子・車いすの実用化機を製作した。また、介護者支援型車いすについては、青木工業株式会社が有する車いす無電動駆動アシスト技術、段差解消技術を組み込んで開発したプロトタイプを、産業技術総合研究所の持つ身体適合性評価技術を用いて評価し、この結果をもとに介護者支援型車いすの実用化機を製作した。なお、無電動駆動アシスト機構に関する特許については企業と共同出願した。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] 人間工学、動作解析、身体適合性、座位姿勢、車いす

[研究 題目] 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

[中 項 目 名] 手術手技実施可能な精密生体模型の研究開発

[研究代表者] 山下 樹里（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 山下 樹里、三田 直樹、福井 幸男、
 秋山由美子、宇野 廣
 （株式会社 高研）

[研究 内容]

[目 標] 内視鏡下で行なう低侵襲手術は、患者には体力的負担も少なく普及が望まれるが、従来の手術に比べ視野・操作空間とも著しく制約されるため、執刀する医師にはより一層高度な手術技能を要求する。しかし、最も効果の期待される献体・動物による手術操作訓練の機会は減少する一方である。本研究は、この献体・動物による手術操作訓練を代替できる程度に精密な内部構造と「手ごたえ」を再現した、破壊を伴う手術操作訓練が可能な精密人体模型の製品化を目指す。

[研究計画] 精密ヒト鼻腔模型の主に骨格部分について、力学的特性が生体に近い材料・構造・製造方法を研究開発する。主に、ラピッドプロトタイピング（RP）技術を用いた生産方法を用いる。模型の手術操作時の力学特性について、生体と比較するための物理データ計測方法を研究する。また、熟練医師による官能試験を行う。

[年度進捗状況] 石膏材料を用いた RP 造形物にアセチルセルロース樹脂膜を被覆した構造により、鼻腔内の薄い骨の構造を、形状・手術時の手ごたえとも、専門医師から評価いただける程度にまで再現することができた。日本人男性モデルがほぼ完成し、平成16年度中の製品展開を目指す。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] 内視鏡下手術、手技トレーニング、精密実体モデル、ラピッドプロトタイピング

[研究 題目] 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

[中 項 目 名] 大面積レーザ蒸着技術

[研究代表者] 酒井 滋樹
 （エレクトロニクス研究部門）

[研究担当者] 山口 祐二、高橋 光恵、本橋 研一

[研究 内容]

目標

生産用の大面積レーザ蒸着技術の開発を目的とし、均一の膜厚技術の開発だけでなく膜質の均一性の検証も目標とする。

研究計画

大面積レーザ蒸着の基本技術（特許出願中）を6インチ径～8インチ径基板成膜に発展させ、半導体 LSI 等生産機のための大面積成膜技術を開発する。

年度進捗状況

ターゲットへの光照射点の移動機構と基板回転機構をもつ大面積レーザ蒸着を用いて6～8インチ（15～20cm）直径のウェハ上の成膜実験、膜厚評価及び膜質評価を行った。光源は KrF エキシマレーザで、波長は248nm である。石英製の光導入窓を通してレーザビームを成膜用真空容器に導入した。ターゲットは直方体（30x120x8mm³）である。ターゲットへのレーザの入射光線と基板平面が平行になるようにし、ターゲット表面は水中から30度傾けた。レーザ光は光導入窓に入る前

に、ミラーとレンズを通してターゲット上で焦点を結んだ。このミラーとレンズのセットを直線的に移動させた。すなわちターゲット上でレーザー光入射点を移動させた。この直線的な移動と基板の回転を組み合わせて成膜した。それぞれのレーザー照射点における成膜時間は項目担当者の有する特許（出願中）を用いて決定した。8インチ径のシリコン基板に HfO_2 薄膜をこの技術によって形成し、8インチ径ウェハ全体で、膜厚の変動を±2.4%以内に収めることに成功した。さらに、この技術を用いて6インチシリコンウェハに成膜した HfO_2 膜に半導体 LSI 工程で行うと同様な熱処理（700℃10分間窒素雰囲気）を施した後、 HfO_2 の電気容量を評価したところ、その面内分布は±3%以内に収まった。すなわち後処理工程を経た薄膜の膜質（この場合は、誘電性）もウェハ全面に亘って一様であることを確認し、所期の目標である均一の膜厚技術の開発だけでなく膜質の均一性の検証に成功した。

【分野名】情報通信

【キーワード】レーザー蒸着、製膜、PLD

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】高精度冷却マニピュレータ製品化に関する研究

【研究代表者】相浦 義弘
（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】阪東 寛、宮本 隆男、千葉 昭雄
（職員2名、他2名）

【研究内容】

超高真空中において高精度での多軸制御（XYZ3軸平行移動、極角回転、伏角回転、試料面内回転）を可能とする冷却試料マニピュレータの実用化を行った。同マニピュレータは、産総研特許出願で示した冷却手法を組み合わせることにより、10K 以下の極低温での動作をめざした。開発期間終了時まで「iGONIO LT」の製品化に成功した。

【分野名】情報通信

【キーワード】マニピュレータ、角度分解光電子分光、超高真空技術

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】次世代不揮発メモリーデバイス製造のための MOCVD プロセス原料の開発

【研究代表者】遠藤 和弘
（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】産総研 遠藤 和弘、平澤 健彦、
宮田 恭子、御園 博史、
（株）豊島製作所 古山 晃一、田崎 雄三、

埼玉県産業技術総合センター（SAITEC）
大川 薫、井上裕之

【研究内容】

目的

本研究は、近年急速に市場が立ち上がりつつある FeRAM のメモリー密度を飛躍的に向上させた超高密度次世代不揮発メモリーデバイスの実現を目指して、その製造に不可欠な有機金属化学気相成長（MOCVD）プロセスの新規原料開発を行なう。

研究計画

産総研 新規に開発した MOCVD 原料を用いて、MOCVD 法による次世代型不揮発メモリーデバイス用薄膜の作製を行い、成膜データを原料開発にフィードバックし、原料開発に資する。

（株）豊島製作所 次世代不揮発メモリーデバイス用薄膜の作製のため、新たな MOCVD プロセス原料を開発する。

埼玉県産業技術総合センター（SAITEC） 薄膜の評価を行い、その結果を原料開発、薄膜作製にフィードバックする。

年度進捗状況

次世代不揮発メモリーデバイス用薄膜として注目されている新しい強誘電体 $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ 等の酸化物薄膜を MOCVD 法で作製するため、安定性や制御性に優れた有機金属（MO）原料を試作した。この原料を用いて、高い誘電特性が期待できる（117）配向の新しい強誘電体 $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ 等の酸化物薄膜を MOCVD 法で作製し、作製した薄膜を評価し、成膜データを原料開発にフィードバックした。その結果、これらの薄膜作製に最適な有機金属原料トリオルトトリルビスマス、トリス [2, 2, 6, 6-テトラメチル-3, 5-オクタンジオナト] ルテニウムを新規に開発し、製品として市場に投入することができた。

【分野名】情報通信

【キーワード】不揮発メモリー、酸化物強誘電体、
 $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ 、有機金属化学気相成長法、
MOCVD、有機金属原料

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】薄膜型サーマルコンバータ素子の開発

【研究代表者】佐々木 仁
（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】佐々木 仁、葛西 直子、藤木 弘之、
東海林 彰

【研究内容】

我が国の交流電圧標準は産総研の保有するサーマルコンバータ素子を用いて確立されている。これまでは外国製品を用いる以外に入手方法がなく、素子の市場への供給も不安定であった。今回、ニッコン株式会社有す

る高周波パワー検出素子の作成技術を技術シーズとして、産総研の高精度評価 技術を用いた研究支援を行うことにより、世界最高レベルの性能を有する交流電圧測定用サーマルコンバータ素子の開発を行った。

研究計画としては、サーマルコンバータ素子として最適な特性が得られるように、高周波パワー検出素子の蒸着膜の膜厚や形状、およびセラミックチップや銅箔の形状などについて、パラメータを変えながら、試作—評価—解析—設計—試作のサイクルを繰り返し、サーマルコンバータ素子としての性能向上を目指した。具体的には、サーマルコンバータ素子の重要な特性である、時定数、周波数特性、入出力間の干渉、および感度の4項目について総合的に最適化することを目指した。そのため、構造の異なる3つのタイプのサーマルコンバータ (JSTC01型、JSTC02型、JSTC03型) をニッコン株式会社において作成し、産 総研において素子特性の精密評価を行った。評価の結果、開発した JSTC03A 型交流電圧測定用サーマルコンバータ素子は、現時点で世界最高レベルの特性を有することが確認された。

今回の研究開発により、国産技術でサーマルコンバータ素子を作成することが可能となったことは、素子の安定な確保を通して、我が国の交流電圧標準の安定な供給につながるものである。また高性能なサーマルコンバータ素子を安定して供給することにより、交流電圧標準の国際的なレベルアップにも大きく貢献するものである。

【分 野 名】 標準

【キーワード】 サーマルコンバータ、交直変換、交流電圧標準

【研究 題目】 地域中小企業支援型研究開発 (技術シーズ持込み評価型)

【中 項目名】 GHz 高速対応半導体 IC チップ検査装置の実用化研究

【研究代表者】 所 和彦 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 青柳 昌宏、仲川 博

【研究 内容】

小型電子機器内における半導体 IC チップの搭載手法については、FC (フリップチップ) 実装と呼ばれる実装技術が主流になりつつある。この技術では実装前に IC チップの動作を検査して不良品を全て取除いておく必要がある。しかし、現在のところ、半導体 IC チップの GHz 高速動作機能を検査できる実用的な検査装置が存在せず、その開発が強く求められている。本支援研究対象企業：(株) ファイブアイランズは、ポリマーメッシュ上の配線・コンタクトの形成技術を応用した、微細メッシュコンタクト構造を有する半導体 IC チップ検査装置の事業化を目指している。本研究では次世代の半導体 IC チップ検査技術に必要な、高速信号に対する動作特性の測定評価を可能とするため、伝送速度ギガビット毎秒以上への高速化に向けた技術改良研究を行う

とともに、GHz 高速対応半導体 IC チップ検査装置の実用化を目指す。

5mm 角の半導体 IC チップに対応して、微細メッシュコンタクト構造および周辺プリント配線板の詳細設計を行い、GHz 高速測定用チップソケットプロトタイプを試作した。さらに、このチップソケットに対して、半導体 IC チップの高周波特性を評価するため、TDR (時間領域反射) 測定評価装置を用いて最大20GHz までの高周波信号による測定を行った。チップソケット内の信号線路の特性インピーダンスが、設計値 (50Ω) を確保するとともに、GHz 周波数帯域が測定可能であることが示された。本研究により、ポリマー微細メッシュコンタクト技術を用いた、GHz 次世代半導体 IC チップの検査装置の実用性を確認した。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 フリップチップ実装、GHz 高周波、時間領域反射法 (TDR 法)、IC チップ検査装置、微細メッシュコンタクト

【研究 題目】 地域中小企業支援型研究開発 (共同研究型)

【中 項目名】 具体的ニーズに基づいた高温用導電性ペースト実用化

【研究代表者】 池田 伸一

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 白川 直樹

【研究 内容】

空气中・1000℃程度或いはそれ以上の高温で安定な、低抵抗率導電性酸化物のペーストが望まれてきたが、そのような導電性酸化物と、それを利用したペースト剤が知られてなかった。新しく開発した低抵抗率導電性酸化物を利用して、空气中などの酸素を含む高温雰囲気中 (1000℃程度或いはそれ以上) で使用可能な低抵抗率導電性酸化物ペーストの試作に初めて成功した。特許出願も行った。この技術によって、酸化物などのセラミックス部品同士の良好な電氣的・物理的接着が可能となり、「酸化物はんだ」材料や「酸化物コーティング」材料としての利用が期待される。例えば様々な材料表面に、これまで実現不可能であった耐熱・耐酸化性の導電性膜コーティングも可能である。原理的には酸化雰囲気中1500℃以上で使用できる可能性もあり、引き続き共同研究を進めていく。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 高温材料、導電性ペースト、高導電性酸化物

【研究 題目】 地域中小企業支援型研究開発 (共同研究型)

【中 項目名】 感光性ポリイミド層間絶縁層を用いた超伝導集積回路技術の開発

〔研究代表者〕 仲川 博（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 青柳 昌宏、所 和彦、岡田 義邦、
菊地 克弥

〔研究内容〕

超伝導を応用した超高感度の磁気センサーや超高速論理回路などの超伝導集積回路で用いられる絶縁層を、真空装置を用いずに形成する技術の実用化を目的とする。感光性溶媒可溶ポリイミドを絶縁層に適用することで、超伝導集積チップの作製プロセスが簡略化されると同時に良好な絶縁被覆性が得られ、信頼性の向上が期待される。本研究では、このポリイミドを絶縁層に用いた超伝導磁気センサー集積チップを総合的に評価、検証して、超伝導集積回路の実用化基盤技術を確立する。産総研は感光性溶媒可溶ポリイミド絶縁層のスピンナーによる塗布条件と微細パターンが形成できる最適露光条件を確定するとともに、ポリイミドの多層化に伴う下層へのダメージを低減するための逆スパッタ技術の条件を調べた。株式会社イーグル・テクノロジーは、超伝導磁気センサー集積チップを産総研で確立した感光性溶媒可溶ポリイミド絶縁層を用いて作製した。このチップにおいて、超伝導トンネル接合素子の特性、配線の臨界電流、超伝導磁気センサーの電気-磁気性能を調べた結果、同社での従来品と同等の性能が得られた。また、株式会社ピーアイ技術研究所はポリイミドに添加する感光材料について露光波長による性能評価をおこない、製品管理に重要な知見を得た。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 感光性、ポリイミド、層間絶縁層、超伝導、集積回路

〔研究題目〕 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

〔中項目名〕 3D-FAX の開発

〔研究代表者〕 増田 健（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 増田 健、佐藤 辰雄（大分県産業科学技術センター）、日浦 昭二（(株)デンケン）

〔研究内容〕

〔目標〕 コンピュータとセンサの進歩により、物体の3次元形状計測装置が提案されている。また、3次元形状データから物体を生成する光造形技術もさまざまな方式が提案されている。このような技術を高速なネットワークで結ぶことで、物体の3次元形状を計測してデータとして転送し、遠隔地で同一形状の3次元構造物を複製することを目的とする。

〔研究計画〕 入力側の3次元形状計測計測装置の開発は大分県産業科学技術センターが担当し、産総研では断片的な形状データを統合して一つの形状データとしてまとめる計算処理を行い、出力として(株)デンケンのゾルゲル変換樹脂による光造形装置を利用する。

〔年度進捗状況〕 大分県産業科学技術センターにおいて、新規の3次元形状計測計測装置の開発を行った。産総研では、既存の形状統合アルゴリズムに欠損部分の補完手法を新規に開発し付け加えた。デンケンでは処理したデータから光造形で実体を作成する作業を行うとともに、大分県産業科学技術センターと共同で3次元データ交換のためのネットワークアプリケーションの開発を行った。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 形状計測、形状モデリング、光造形

〔研究題目〕 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

〔中項目名〕 バナナ・パイナップル繊維のパルプ技術の開発

〔研究代表者〕 品川 俊一（環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕 品川 俊一、
高田 誠、佐藤 幸泰、小川 俊彦（岐阜県製品技術研究所）、
久保 修、鬼頭 秀和（大福製紙株式会社）

〔研究内容〕

世界的な紙・パルプ消費量の増加に伴って主原料の木質繊維が不足する傾向にあることから、木質繊維に替わる原料の探索が求められている。バナナ及びパイナップルは熱帯・亜熱帯域で広範囲に栽培されており、果実を採取した後の偽茎や葉部に含まれる多量の繊維が産出するが、それらの大部分は有効に利用されずに廃棄されている。本研究では、これら未利用繊維のパルプ化及び製紙適性について検討した。

バナナはマニラ麻と同じく芭蕉科に属し、その繊維形態及び化学組成は両者共に非常に類似している。一般に、パルプ化は圧力蒸解用反応釜を必要とするが、ここでは設備投資が少ない常圧下又は非加熱でパルプ化を行った。パルプシートの引っ張り強さや耐折強さなどの物理的特性はマニラ麻とほぼ同等であった。しかし、同じ蒸解条件の下、マニラ麻繊維のパルプ収率は約70%であるのに対し、バナナ繊維は微細な柔細胞を多量に含むために約30%に低下する。マニラ麻繊維が紙幣やフィルターペーパーなどの原料として幅広く使われているのに対し、このパルプ収率の低さがバナナ繊維の工業的な製紙原料としての利用を阻んでいる大きな要因と考える。バナナ繊維の製紙原料としての利用度を高めるには、偽茎部から繊維を抽出する段階で製紙原料として不要な柔細胞の除去がどの程度成されているかが判る指標となる規格化が必要であろう。

パイナップル繊維は単繊維の繊維幅が非常に細く、強度もあり、極薄の緻密な特徴をもつ紙が得られた。それらの特性を活かした機能紙の製造が期待される。

〔研究題目〕 地域中小企業支援型研究開発（共同研究

型)

〔中 項 目 名〕糖脂質型バイオサーファクタントの化粧品素材への実用化

〔研究代表者〕北本 大 (環境調和技術研究部門)

〔研究担当者〕柳下 宏

〔研究 内 容〕

目標：バイオサーファクタントは微生物によって生産される脂質であり、生体適合性と多機能性を兼ね備えた新しい天然系の材料である。産総研で開発された糖脂質型のバイオサーファクタントが、最近、皮膚や毛髪に対する特異な作用などを示すことが判り、新しいタイプの化粧品素材としての可能性が得られた。そこで本研究では、大学と連携して企業の技術的な支援を図り、当該バイオサーファクタントの実用化の促進を目指す。

進捗状況：連携先企業における検討から、当該バイオサーファクタントが、特にヘアケア製品素材として高いポテンシャルを有することが判った。そこで本研究では、企業における実用化を支援することを目的に、主に当該バイオサーファクタントの量産化手法について検討した。まず、通常の発酵法で検討し、オリーブ油を始めとする各種植物油から生産可能なことを確認した。次いで、発酵法以外の効率的な生産法として、休止菌体を利用する方法を検討した。その結果、グリセロールなどの糖質の原料より調製した休止菌体を用いることによって、油脂類から高収率で当該バイオサーファクタントが得られることが判った。以上の検討から、実用化を可能とする生産収率や生産コストを達成できる見通しを得た。

〔分 野 名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕バイオサーファクタント、糖脂質、発酵生産、化粧品素材

〔研究 題 目〕地域中小企業支援型研究開発 (技術シーズ持込み評価型)

〔中 項 目 名〕新型湿式粉碎法による電極用炭素材料の微粒化

〔研究代表者〕羽鳥 浩章 (エネルギー利用研究部門)

〔研究担当者〕丸山 勝久、吉澤 徳子

〔研究 内 容〕

(有)美粒研は PMD 混合・粉碎微粒化装置という特殊な粉碎技術を開発し、特許を出願中である。この手法により大豆やごまなどの繊維質が1ミクロン以下の極めて微細な粒子になることが明らかになっており、食品廃棄物のバイオ処理その他の様々な応用展開を図っているところである。一方、炭素材料は、リチウムイオン電池の負極材としてすでに実用化されているが、現状の課題の一つとして寿命が短いことが挙げられる。リチウムイオン電池の充放電に際してはリチウムが黒鉛層間に入りし、それによって電極材料が膨張収縮を繰り返すが、これによる電極材料の微細構造崩壊が寿命低下の一つの要因と言える。材料の膨張収縮を考えた場合、その材料

のバルク形状が小さいほど、構造ひずみが散逸しやすいことになるが、黒鉛系電極材料は最小で数十ミクロンの粒子サイズをもっている。これを本手法で粉碎することによって積層構造を保ったまま立方体に近いサブミクロンスケールの微粒化がなされれば、電極の長寿命化と高性能化が期待されることになる。本支援研究では新型湿式粉碎法を用いて高性能電極材料として期待される炭素微粒子を製造するため、その最適粉碎条件を明らかにすることを目的に検討を行った。電子顕微鏡による粉碎試料の形態・構造解析を行い、粒子の粉碎効率、粒子サイズ、粉碎による結晶構造変化等を調べた結果、サブミクロンサイズの微粒子の生成が確認されたが、その生成率が十分でなく、今後は試料の粉碎効率をもっと向上できる条件を確立する必要がある。

〔分 野 名〕環境、エネルギー

〔キーワード〕粉碎、炭素微粒子、リチウム電池

〔研究 題 目〕地域中小企業支援型研究開発 (技術シーズ持込み評価型)

〔中 項 目 名〕移植臓器の保存剤を指向した新規凍結保存剤の開発

〔研究代表者〕西村紳一郎 (糖鎖工学研究センター)

〔研究 内 容〕

本研究は、人体組織の保存剤 (特に移植臓器) として応用可能な新規凍結保護剤を開発し、その大量合成技術を確認する、更に研究用試薬としての実用化を目指すものである。

本年度は、天然型と比してより容易に調整できるAFGP 類縁体の設計、およびその大量調整技術の確認を目指して研究を行った。AFGP は、2糖-トリペプチドからなる糖ペプチドの繰り返し構造からなるが、単糖であっても不凍活性を有することを見出し、合成経路の大幅な簡略化を達成した。また、出発物質として、ガラクトサミンを用いることで、大量合成を行う際にネックとなる窒素を導入するステップを省略することが可能となり、全収率の大幅な向上を達成した。

本不凍糖ペプチドが移植臓器保存として有効で、人体に対して安全であり、且つ安価な製造が可能になれば、人体組織の保存用薬品としての販売が期待される。移植医療は1997年に「臓器の移植に関する法律」が成立するなど将来重要な医療技術の一つとなると予測される。当面、本不凍糖ペプチドを研究試薬として供給し、移植医療の発展に貢献することが期待される。

〔分 野 名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕不凍糖タンパク質、糖鎖工学、細胞・臓器保存剤、再生・移植医学

〔研究 題 目〕地域中小企業支援型研究開発 (共同研究型)

〔中 項 目 名〕高機能コンクリート型枠 (スマートモー

ルド)の開発

【研究代表者】永井 英幹 (スマートストラクチャ研究センター)

【研究担当者】永井 英幹、吉田 均

【研究内容】

今日大量に使用されているコンクリート二次製品の製造においては、コンクリート硬化後の型枠外し作業に多くの手間が費やされている。そこで、研究担当者らが開発してきた TiNi 合金と弾性体とを複合化して外部部材を用いずに可逆的な形状変化する構造体を適用して、型枠外しに必要な形状変化を容易に生じさせ、脱型作業を簡単に完了可能とする高機能コンクリート型枠の開発を行った。

H15年度は、型枠の概念設計、試作機の設計、製作を行い、性能実験・改良を重ね製品開発を進めた。また対象となるコンクリート二次製品にあわせての設計のため、脱型機能原理をモデル化し、変形ストロークならびに脱型荷重の算出式を確立した。試作機は、円筒形状の型枠は、当初想定したアクチュエータからの駆動力を引張で利用するタイプ、せん断で利用するタイプ、曲げで利用するタイプ(曲げ型)を、さらに形状を角形にした場合(榫型)を加えて、多くの形状に対応するため4種類を設計・製作した。実験の結果4タイプとも設計通りの機構で脱型が可能であることを確認したが、製品化時のコストを抑える目的から、TiNi ワイヤが少なくすむ曲げ型、榫形に注力した。脱型のための変形ストロークは1.8mm 程度で安定して推移した。機構や形状の改良の結果、当初の設計仕様0.5mm を大きく上回り、実用化のために十分な量である。実際にコンクリートでの脱型にも繰り返し成功している。

これにより、脱型作業効率化の他、複雑な取り外し機構が不要になることからコンクリート二次製品の設計変更への対応が手軽になり、新製品開発のスピードアップにも貢献するものと期待される。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】コンクリート型枠、脱型、TiNi 合金ワイヤ、可逆的な形状変化、実用化

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発(技術シーズ持込み評価型)

【中項目名】工具寿命延伸規範型工具パス生成機能をもったCAMの開発

【研究代表者】尾崎 浩一(ものづくり先端技術研究センター)

【研究担当者】碓井 雄一(ものづくり先端技術研究センター 加工技術研究チーム)
大塚 裕俊(大分県産業科学技術センター)
上杉 照明(エスティケイテクノロジー(株))

【研究内容】

(目標) エンドミル工具による凹部ポケット加工において、輪郭に沿った工具パスによる切削ではコーナ部で切削負荷が非常に大きくなって工具寿命が著しく短縮するので、切削抵抗を常に一定にし、かつ高速加工が可能な工具パスと加工条件の生成が望まれる。本研究では、大分県産業科学技術センターの技術シーズを用いてそのような「工具寿命延伸規範型工具パス生成機能をもったCAMの開発」を行う。

(計画) エンドミルによる凹部切削加工において切削負荷が一定でかつ早い切削送り速度を可能にするために、現在保有する技術シーズとしての切削抵抗予測式に基づき、最適な工具パスを決定するアルゴリズムを構築する。作成されたアルゴリズムに基づいて、実用的なCAMを開発し、開発されたCAMを用いて実際に加工して従来CAMに対する優位性を評価するとともに、依頼先企業において自社の加工システムを構築して実際の生産に利用し、その有効性を実証する。

(年度進捗状況) 大分県産業科学技術センターの技術シーズで凹部ポケット加工において切りくずの厚さと長さが定められた最大値を超えないような工具パスを生成するアルゴリズムを作成した。このアルゴリズムに基づき、凹部ポケット加工のための工具パスを生成するCAMを開発した。新開発のCAMで生成された工具パスを使った加工では、最大切削力が良く制御され、産総研設置のマシニングセンタでは、機械剛性が低いために従来の工具パスではチップングが激しくて加工できないようなポケット加工が可能になり、依頼先企業に設置のマシニングセンタでも、超硬合金工具の寿命が10倍程度に向上した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】切削加工、工具寿命、CAM、工具パス

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発(技術シーズ持込み評価型)[k1]

【中項目名】高温ロールプレス法による圧密単板製造技術の研究

【研究代表者】金山 公三(基礎素材研究部門)

【研究担当者】金山 公三、小畑 良洋

【研究内容】

目標：圧密木材の実用化のネックとなっている高コストを低減する加工技術を開発することを目指す。手段として、従来の厚板ではなく薄い単板を対象とすることでロール加工の問題点を解消し、さらに、従来は避けていた熱分解を積極的に利用することにより加工の時間短縮をはかる。この方法を実現するために不可欠となる、ロール加工の最適条件の把握を目標とする。

研究計画：高温ロールプレス法によって木材単板の圧密加工を行うことにより、圧密変形の固定ならびに強度と硬度を大きく向上させることが可能であるが、この圧密

処理による木材の機能性向上のメカニズムは把握できていない。また、本技術における木材の熱処理温度が熱分解を生じる高温の条件であるため、この技術を実用化するためには熱処理によって圧密固定した木材の各種物性評価が非常に重要となる。そこで、圧密木材の各種物性評価を行い、圧密木材の製造条件を最適化するための基礎データの収集ならびに高温熱処理を利用した圧密木材の機能性向上のメカニズムについて解明を進める。そして、これらの基礎データに基づいて、実用化装置の設計や加工条件の最適化を行う。

年度進捗状況：圧密加工条件に関する基礎データの収集、ならびに圧密単板を使用した製品の性能評価を行った。その結果、圧密単板の製造は、実際の製造で許容できる加工時間と圧密した単板の熱処理による形状固定の状態を考慮し、温度280℃、加工時間30秒での処理が最適な加工条件であることを確認した。そして、この加工条件で圧密した木材単板の材料性能（ブリネル硬さ、耐摩耗性）について検討を行ったところ、住宅フローリング用の表面化粧材としての使用を想定した場合、一般の製品とほぼ同等、もしくはそれ以上の性能をこの加工処理によって付与することが可能であることを確認した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 木質材料、圧密加工、ロール加工

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中 項 目 名】 摩擦攪拌接合を用いた難燃性マグネシウム合金の接合技術の開発[k2]

【研究代表者】 斎藤 尚文（基礎素材研究部門）

【研究担当者】 斎藤 尚文、重松 一典、鈴木 一孝、今井 恒道

【研究内容】

種々の板厚（0.5～2.0mm）、カルシウム含有量（1～3質量%）の難燃性マグネシウム合金を対象として、接合部で難燃性を損なうことなく高い強度を持つ継手を作製するための、摩擦攪拌接合技術を開発し、以下の成果を得た 1）板厚が0.8mm～2.0mm の範囲で、摩擦攪拌接合により作製した継手の引張強さが母材の90%以上となった、2）接合部の金属組織観察では、摩擦攪拌に起因して結晶粒の微細化とともにカルシウムも微細化して接合部内にほぼ均一に分布することが明らかになった。また接合部は母材よりも高い耐食性を示した、3）大型部材を製作するための基礎研究として、複数の板材を突き合わせて摩擦攪拌接合し、熱間ローラーによる矯正加工を行うことによって、摩擦攪拌接合によって生じた熱変形（三次元状のたわみ）はほとんど解消された。また、本研究で開発した接合技術を使用して、難燃性マグネシウム合金製のルーフボックスを試作した。本研究の成果により、現在では製造困難な大型の難燃性マグネシウム合金板材（高強度で変形が小さい）を製作することが出

来るようになり、これによって難燃性マグネシウム合金の鉄道車両用部材、自動車部品、スポーツ関連部品などへの活用が期待できる。

【分 野 名】 ナノテク・材料、製造

【キーワード】 難燃性マグネシウム合金、摩擦攪拌接合、結晶粒微細化

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中 項 目 名】 マグネシウム合金の高強度表面改質技術の開発[k3]

【研究代表者】 重松 一典（基礎素材研究部門）

【研究担当者】 重松 一典、鈴木 一孝、今井 恒道、斎藤 尚文

【研究内容】

マグネシウム合金は高比強度軽量材料として優れた特性を有している。しかし、耐食性に劣ること、硬さが低い表面近傍で変形しやすいこと、耐摩耗性に劣るため摺動部において大きな磨耗が発生することが大きな欠点である。そこで本研究では、マグネシウム合金表面に厚さ数百 μm 以上の高硬度金属間化合物層または合金化層を形成し、それにより表面の硬さ、強度等の機械的特性を向上させる技術を開発した。(1)プラズマ溶射により合金化物質をコーティングした後、レーザ照射により合金化を行った。形成された合金化層の組織および硬さや耐摩耗性などを評価し、最適なレーザ合金化条件の選定を行った。(2)さらに、レーザの多重照射による大面積の合金化を行い、実用化への基礎的検討も行った。(3)一方、マグネシウム合金表面にアルミニウム粉末を溶射し、それを不活性ガス中で加熱・反応させることにより、マグネシウム部材の表面を数百 μm の高硬度金属間化合物層で被覆する技術を開発した。(4)また、摩擦攪拌プロセスによるAZ91鋳造材の表面強化を行い、結晶粒径を5 μm 以下まで微細化するとともに、引張強さ及び伸びを向上させることに成功した。今後、曲面を有するパイプ材など具体的な部材に適用することにより、マグネシウム合金製の軽量自転車や、介護者の負担をできる限り低く抑えるための福祉機器や医療機器への活用が期待できる。

【分 野 名】 製造プロセス

【キーワード】 マグネシウム合金、表面改質、摩擦攪拌プロセス、レーザプロセッシング

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中 項 目 名】 難燃性マグネシウム合金鋳造材の減圧精製法による高品質化に関する研究

【研究代表者】 坂本 満（基礎素材研究部門）

【研究担当者】 上野 英俊

【研究内容】

1) 目標：商業規模の大容量の難燃性マグネシウム合金

を対象とした大気溶解技術及び高品質鋳造素材の製造技術を確立する。

2) 研究計画：難燃性マグネシウム合金の高品質化に不可避である溶湯精製技術及び合金中の非金属介在物の定量評価技術を確立し、鋳造インゴットの塑性加工性を改善するための組織制御技術の検討及び開発、大型溶解炉における溶解・減圧精製技術の実証を行う。

3) 年度進捗状況（単年度 PJ）：

難燃性マグネシウム合金の鋳造材及び塑性加工用素材を工業的に量産するために、低コストの大気溶解技術、溶湯中介在物精製技術、高品質素材鋳造技術を確立することを目的とし、商業規模の大容量の難燃性マグネシウム合金を対象とした大気溶解技術及び高品質鋳造素材の製造技術を確立する。ここでは、難燃性マグネシウム合金の高品質化に不可避である溶湯精製技術及び合金中の非金属介在物の定量評価技術を確立し、鋳造インゴットの塑性加工性を改善するための組織制御技術の検討及び開発、大型溶解炉における溶解・減圧精製技術の実証を行った。

具体的には、産総研においては減圧法による溶湯清浄化技術（産総研特許）を基に、AZ30、AM60、AZ91などのマグネシウム合金にカルシウムを添加した難燃性マグネシウム合金を対象として、溶解温度および減圧処理時の温度、真空度、時間等の観点から1.5～2kg程度の溶解量で基礎実験を行った。

一方、相手企業（株式会社戸畑製作所）では、溶解量50kgの減圧装置を付けた生産用溶解炉を設置し、産総研で得られた基礎データを基に、生産装置での実証試験を行った。その結果、鋳物、肉厚成形材には十分な精製技術を確立したが、薄板材や細線に加工するには、鋳造メーカーとして技術力のある溶湯ろ過技術を併用する必要を認め、これを適用することにより好結果を得た。

【分野名】材料・ナノテク

【キーワード】マグネシウム合金、難燃化プロセス、溶湯精製

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】磁性吸着剤の用途開発

【研究代表者】野村 明（計測標準研究部門）

【研究担当者】石川啓一郎、井原 俊英

【研究内容】

各種吸着機能を有し、かつ磁場で捕集できる磁性吸着剤を用いた重金属、有害有機物等の環境汚染物質の高度処理技術を開発した。本研究はこの技術を広く実用に供すると共に、より波及効果の大きい用途を開発するために行った。

この磁性吸着剤に対し、産総研は産業界に対してより波及効果が高く、かつ新規プロセス立ち上げが可能な新規用途開発を行う。また、共同研究相手先企業は磁性吸

着剤の大量生産技術の確立と、コストダウンのための研究開発を行う。更に磁場による磁性吸着剤の効率的回収技術について、連携機関に研究委託する。具体的にはマグネットにより磁性吸着剤を分離回収する実験を行い、磁気力利用の効率的な回収に資する実験データを得る。

産総研保有の特許第2949145号の磁性体製造方法をベースに、実用に適する安価で効率的な製造方法を検討し、以下の結果を得た。

- ① 含浸法とポアフィリング法では操作性を考慮すると、ポアフィリング法が有利であった。
- ② クエン酸にかわる有機酸を検討したが、現時点では従来のクエン酸処理が最良と判断された。
- ③ 鉄塩の検討の結果、硝酸鉄が最良であった。
- ④ これらの磁性体をベースとし、フミン酸吸着用磁性シリカの調製について検討した結果、アミノ処理品は磁力の低下がみられず、フミン酸吸着用磁性シリカとして有効であった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】磁性吸着剤・汚染物質処理・磁気分離

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【中項目名】光パルス加熱サーモリフレクタンス法薄膜熱物性測定装置の実用化

【研究代表者】馬場 哲也（計測標準研究部門）

【研究担当者】竹歳 尚之

【研究内容】

本共同研究においては産総研が保有する特許とノウハウを実用機のユニットとして組み込める状態まで完成させるとともに、共同研究相手機関である株式会社ベテルにおいて熱物性計測機器の開発経験をもとに光パルス加熱サーモリフレクタンス法薄膜熱物性測定装置をシステムとして完成させ実用測定機として完成させた。

【分野名】標準、ナノテク・材料・製造

【キーワード】薄膜、微小領域、熱拡散率、熱物性、サーモリフレクタンス法

【研究題目】地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】ナノ硬さ試験機の高度化支援

【研究代表者】服部浩一郎（計測標準研究部門）

【研究担当者】高木 智史

【研究内容】

（目標および研究計画）

半導体に代表される次世代産業、革新的デバイスの製品開発を効率的・競争的に進めるためには、計測技術からの開発支援が不可欠である。特に力学特性計測技術のナノ領域への展開はきわめて遅れている。国内メーカーのハードウェア性能は、国外のメーカーと比較してもそれほど遜色が無いが、ユーザーインターフェイスや解析

プログラムの違いより、海外製品が国内の高度な利用者の間ではスタンダードマシンとなりつつある。本研究では、現在すでに販売され国内で広く使われている試験機に、制御アルゴリズムの改良および解析ソフトウェアの改良を行うことで高度な測定可能なナノ硬さ試験機を実現する。

(年度進捗状況)

押し込み深さ測定の原点(ゼロ点)の検出を従来の速度方式から圧子の振動振幅の強度検出による検出アルゴリズムへと改良した。従来は多くのサンプリング点が必要であった表面検出が数点でできるようになり、表面検出の精度を向上した。

ナノメートルオーダーの測定において変位測定デバイスの温度によるドリフトの影響は大きい。測定ごとに温度ドリフトによる影響を測定しそのデータを基にしてデータを補正することで測定値の信頼性を向上した。

測定に用いる圧子の形状はナノメートル領域の押し込みみでは理想的な形状とはいえない。硬さや弾性率といった力学特性値を求めるために圧子の実形状を補正する力学特性解析アルゴリズムを開発した。

本研究の成果により、これまで測定のみを行うだけであった試験機に計測ソフトウェアの信頼性向上だけでなく、高機能な解析ソフトウェアの機能を組み込むことが可能となり、より廉価で高機能な装置を供給することが可能となった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 硬さ、微小領域、ナノインデンテーション

【研究題目】 中小企業産業技術研究開発委託費(地域中小企業支援型研究開発)

【中項目名】 糖鎖付加型増殖因子の実用化研究[k8]

【研究代表者】 浅田 眞弘

(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】 今村 亨、本田 絵美

【研究内容】

繊維芽細胞増殖因子はそれ自体が細胞の増殖を促して治癒を促進するので、創傷治療薬として期待されている。しかし天然型細胞増殖因子では潰瘍組織中での安定性などの問題が未解決で、高用量・頻回投与が必要である。産総研においては繊維芽細胞増殖因子に糖鎖を付加することで安定性を向上すると同時に、炎症環境での自己活性化が期待できる第二世代の剤形を創製した。そこで、本研究では、産総研にて開発された糖鎖付加型高機能細胞増殖因子について、これを実用化するための至適化及び生産技術の確立を主たる目的とした。

標的糖蛋白質を生産・分泌する哺乳動物細胞株を作成し、さらに遺伝子増幅を施すことで、生産量を100倍以上に高めた株を樹立した。また、導入する遺伝子に部位特異的的点突然変異を導入したところ、比較的均一性の高

い糖蛋白質が発現・分泌されることを確認した。さらに、得られた糖鎖付加型細胞増殖因子を機能評価に供したところ、実験的皮膚創傷の治癒を促進する機能があることが確認された。

本研究によって、糖鎖付加型高機能細胞増殖因子の大量生産系、精製法を確立し、その機能が実証できたことから、これを医薬品として開発する道筋は整ったものと考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞増殖因子、糖鎖工学、皮膚潰瘍治療薬

—原子力発電施設等安全技術対策委託費—

【研究題目】 原子力安全基盤調査研究(総合的評価)

【研究代表者】 杉山 雄一(活断層研究センター)

【研究内容】

本研究は、原子力安全・保安院が大学、民間等の研究機関に委託して実施している公募型研究であり、原子力発電所等の安全性に関して、原子力の工学領域に加えて、地震学・地質学や人文・社会科学領域の知識基盤に係わる調査研究を実施することにより、原子力施設の安全基盤の充実に資することを目的としている。産業技術総合研究所は、本研究の中の総合的評価を担当している。総合的評価は、大学、民間等の研究機関が実施した個別研究の成果を体系的に整理・総括することを目的としている。また、この総合的評価では、個別の研究成果のより高度な体系化を図るため、地震・活断層分野の先端的課題の解明を目的とする陸域活断層調査、海域活断層調査、地下地質調査の3つの調査を併せて実施している。これら3つの調査は、それぞれ、活断層研究センター、海洋資源環境研究部門、地球科学情報研究部門が分担実施している。この他、平成15年度には、活断層・地震関係分野の提案公募事務と評価事務(これらの事務は16年度からは原子力安全基盤機構が担当)を当センターの斉藤勝が担当した。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 原子力、地震、活断層、安全性

【研究題目】 原子力安全基盤調査研究(総合的評価)

【中項目名】 陸域活断層調査

【研究代表者】 吾妻 崇(活断層研究センター)

【研究担当者】 吾妻 崇、杉山 雄一、下川 浩一、寒川 旭、奥村 晃史、後藤 秀昭、町田 洋

【研究内容】

今年度は、「5万年基準適用性に関する研究」の2年次(全3年)として、前年度から調査を行なっている北海道西部の黒松内低地断層帯において炭岱断層と呼ばれる活断層でトレンチを掘削し、最新活動時期を明らかにした。掘削地点については、従来の知見では Kt-2火山

灰（約5万年前に降下）に覆われる中位段丘に約10mの西上りの変位があるとされている。トレンチはこの活断層の断層崖を横切って、ほぼ東西方向に伸びる形で掘削された。トレンチ壁面では、隆起側に中位段丘堆積物とその基盤をなす知来川層と呼ばれる陸成砂礫層（中期更新世）、低下側に最終氷期の砂礫層と砂礫・泥炭互層からなる完新世堆積物が観察された。断層は、知来川層と最終氷期の砂礫層との境界をなす約20度で西へ傾斜した低角逆断層で、完新世堆積物の下部までを変位させている。完新世堆積物の年代測定を行なった結果、BC6, 450-BC3, 700年以降、BC3, 330-BC2, 570年以前に、最新活動と思われる断層活動があったことが明らかになった。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕黒松内低地、活断層、逆断層、5万年基準

〔研究題目〕原子力安全基盤調査研究（総合的評価）

〔中項目名〕海域活断層調査

〔研究代表者〕岡村 行信（海洋資源環境研究部門）

〔研究担当者〕岡村 行信、片山 肇、池原 研、板木 拓也、大村亜希子

〔研究内容〕

本研究は、分解能が高く表層付近の活構造や堆積作用の解明に有効な3.5kHz サブボトムプロファイラー（SBP）記録をデジタル化して使いやすいデータベースを構築すること、さらに SBP 記録の反射面深度と柱状試料の堆積速度データを組み合わせることで堆積速度の面的な分布を明らかにし、断層活動時期を推定するための基本的データを整備することを目的としている。平成15年度は東北沖から北海道南西沖日本海で実施した GH90、91、92、93、94航海で得られた SBP 記録をデジタル画像に変換し、測線ごと整理した。また、日本海東縁の27地点で採取された柱状試料に含まれる放射虫化石を用いて年代決定を実施し、それらの完新世の堆積速度が5-85cm/千年の間で変化し、もっとも大きいのは富山湾、もっとも小さいのは北海道沖の日本海盆底にあることが明らかにした。東海・熊野沖大陸斜面から得られた柱状堆積物の21試料と十勝沖海域で得られた15試料放射性炭素を用いた年代測定を行い、断層近傍の不整合面の年代と斜面域で堆積物が不均質に分配されていることを明らかにした。また、熊野灘の2カ所で採取した柱状堆積物中の有機物を分析し、タービダイト多産層準では沿岸域からの物質供給が多かったことを明らかにした。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕活断層、海域、サブボトムプロファイラー、堆積速度

〔研究題目〕原子力安全基盤調査研究（総合的評価）

〔中項目名〕地下地質調査

〔研究代表者〕横倉 隆伸（地球科学情報研究部門）

〔研究担当者〕横倉 隆伸、加野 直巳、山口 和雄、田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍、横田 俊之、駒澤 正夫

〔研究内容〕

本研究では、リニアメントや断層が想定されていないながら、活断層が認定されていない地域などの地下地質を調査することにより、活断層の存否を解明するための調査法の研究と実地調査を行っている。2003年7月26日に宮城県北部において、伏在断層による顕著な被害地震が発生した。当地域周辺において地震と地下構造との関係を詳細に明らかにすることは、今後の原子力施設の耐震安全性評価にとって極めて重要なことであり、当研究の目的とも合致している。このため、急遽、調査地を当初予定していた京都盆地南部から宮城県北部地域に変更した。調査は石巻市～矢本町～南郷町に到る約17kmの測線に沿って、大型バイブレータ1台を震源に用いて実施した。その結果、須江丘陵東縁を南東方向に延長した線上の直下に、明瞭な東落ちの落差が認められ、これは想定されている石巻湾断層の北方延長部に相当すると考えられる。この反射面の食い違い部から西へ傾斜する反射面が基盤中にかすかではあるが断続的に認められる。これは、震源域へと続く断層面である可能性がある。石巻湾断層は、まさに、余震分布により想定された震源断層の上方延長に伏在していた。したがって今回の地震は、活断層として認識されていた旭山撓曲の深部に関連するものではなく、地質断層として知られていた石巻湾断層の深部延長域で起こったものと考えられる。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕伏在断層、宮城県北部の地震、石巻湾断層、撓曲

－放射性廃棄物処分基準調査等委託費－

〔研究題目〕地層処分技術調査等（塩淡境界面形状把握調査）

〔研究代表者〕楠瀬勤一郎（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕楠瀬勤一郎、丸井 敦尚、内田 利弘、光畑 裕司、松林 修、宮越 昭暢、林 武司、奥山 康子、二宮 芳樹

〔研究内容〕

塩淡境界面に沿った地下水流動は、核種が処分場から生物圏へ移行する際の主要な経路であると考えられる。処分場の隔離性能を評価するためには、塩淡境界面の形状やその変動、境界面に沿った地下水流動などの性質を解明する必要がある。平成15年度は、茨城県東海村の日本原子力研究所の敷地内に、2kmX2km程度の研究試験地を設定し、蓮沼試験研究地で検証した手法を用い、塩淡境界面の把握を行った。試験地内にある加速器リンクの建設予定地には、日本原子力研究所により多くの浅層地下水の観測井が設置され、塩淡境界面の上面が観測さ

れている。本研究では、日本原子力研究所敷地内外に、これらの井戸を補完する形で地下水観測井の整備を行い、塩淡境界面の位置とその変動の観測を開始した。また、電気探査と弾性波探査を行って、調査地の地質構造を明らかにした。観測井掘削時に地質サンプルの分析や各種の物理検層等の結果から、試験地の深度200m までに2層の滞水層があり、それぞれに塩淡境界面が存在することが確認された。また、深部地下水など、長期間滞留し、化学的に平衡状態になっている地下水の組成を、岩石-水反応試験および岩石組成から化学平衡理論による推定により求めることを目的として、地下水データベース・深部岩盤データベースの構築、岩石-水反応試験を継続している。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地層処分、塩淡境界面

【研究題目】 地層処分技術調査等（沿岸域断層評価手法の開発に関する研究調査）

【研究代表者】 楠瀬勤一郎（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 楠瀬勤一郎、古宇田亮一、岸本 清行

【研究内容】

海に囲まれたわが国では、処分場を考える上で沿岸域の断層・破砕帯についての情報は、立地および生物圏への各種移行経路を考える上で無視することはできない。本調査では、地層処分場の候補地選定の際に重要な考慮事項となる可能性がある沿岸海域に於ける断層・大規模破砕帯の分布と性状を、隣接する陸域と海域の活断層調査文献から推定し、評価する手法を確立する。

平成15年度は、陸域・海域の地質・地形の調査を行っている産総研と国土地理院、海上保安庁、海洋研究開発機構、石油天然ガス・金属鉱物資源機構が所有する断層・破砕帯調査データの調査特性を調べ、データの存在する場所やデータについての概要、関連情報を一括した索引データ（メタデータという）の収集を開始した。これらのメタデータについて、標準化した形式で統合、公開するための準備を始めた。陸域断層調査文献と海域断層調査の結果を統合する際の技術的な問題点に関する総合的な調査を行い、断層・大規模破砕帯の分布と形状を明らかにするための諸要素を検討した。さらに、沿岸域調査に関わる音波探査・電磁探査等の地下構造調査手法の現状と問題点を明らかにした。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 地層処分、沿岸域、断層

－石油天然ガス基礎調査等委託費－

【研究題目】 メタンハイドレート開発促進事業（物性・動特性に関する研究開発）

【研究代表者】 海老沼孝郎（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】 海老沼孝郎、皆川 秀紀、内田 努、長尾 二郎、竹谷 敏、大村 亮、

（職員6名、他15名）

【研究内容】

本研究課題は、海底堆積層及び永久凍土地帯に分布する天然ガスハイドレート新たな資源として利用するために、天然ガスハイドレートを含む堆積層から天然ガスを経済的かつ安全に生産する技術の開発を最終目標とする。このためには、天然ガスハイドレートを含む堆積層の態様の解明、天然ガスハイドレートの分解挙動の解明、生産シミュレータの開発及び天然ガスハイドレートを分解しガスを採取する手法の開発が必要である。特に本課題においては、天然ガスハイドレート堆積層の基礎物性と分解動特性の解明に注力し、コア・スケール（直径50-100mm、長さ200-300mm 程度）の実験からガス産出方法の評価が可能な室内実験規模へ展開する。本課題の成果は、産総研地圏資源環境研究部門を中心に開発される生産シミュレータとともに、最終的にはガス採取手法の開発に資する。平成15年度は、以下の研究を実施した。

(a) 基礎物性の解明

X 線回折、ラマン分光及びガスクロにより、3成分及び4成分から成るガスハイドレートのガス密度評価法を開発した。マイクロフォーカス X 線 CT の画像解析から、孔隙率及び孔隙径分布の定量的情報を取得する手法を確立した。実堆積層の温度、圧力条件において、浸透率及び力学強度を解析する手法を確立するとともに、孔隙スケールでのメタンハイドレートの産状とこれら特性値の関係を明らかにした。

(b) 分解動特性の解析

実堆積層の温度、圧力条件において、減圧法、熱刺激法（温水循環及び熱水圧入）を想定したコア実験手法を確立するとともに、生産条件（減圧度、加熱度）とガス産出挙動（産出レート、ガス回収率、水の産出挙動）の関係を定量的に求めて、各手法の比較評価を可能とした。また、熱流束と分解速度を精度よく実測する実験を行なって、メタンハイドレート分解過程の熱収支を明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ガスハイドレート、天然ガス、資源開発、物性、動特性、利用

【研究題目】 メタンハイドレート開発促進事業（生産シミュレータ開発に関する研究開発）

【研究代表者】 山口 勉（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 山口 勉、駒井 武、天満 則夫、當舎 利行、及川 寧己、青木 一男、緒方 雄二、榊井 明、坂本 靖英、川辺 能成、羽田 博憲、前川 竜男

【研究内容】

1) 物性・動特性－異種ガスを用いた新生産手法開発－メタンガスハイドレートの資源開発技術において、

海底下ハイドレート層からのガス生産手法の確立が急がれている。海底下地層中に賦存するメタンハイドレートを原位置で水とガスに分解させ、発生したガスを回収する必要がある。分解手法としてハイドレートに対して異種ガスを接触させ、メタンハイドレートの相平衡条件を分解領域にする異種ガス法がある。この異種ガスを利用したメタンハイドレート分解手法を検討した。

2) 生産シミュレーター圧密挙動評価モジュール

メタンハイドレート（以下 MH とする）開発において、安定した MH 生産を維持するためには開発時における MH 層の圧密変形挙動を把握し、地層全体や生産井の安定性等を検討することが不可欠である。従って、ここでは、MH 層の圧密変形挙動を高精度で予測・評価する圧密挙動評価モジュールを構築し、安定した MH 生産に資することが目的である。改良したモジュールを検証するため、一連の感度解析を実施した。

3) 生産シミュレーター浸透率評価モジュール

浸透率評価モジュールに関する研究開発を実施するため、熱・物質移動解析手法などの浸透流解析手法の検討、3次元解析領域の作成、不飽和流動条件下での相対浸透率に関する実験的検討および浸透率評価・測定手法に関して各種の解析的、実験的検討を行った。

4) 生産シミュレーターシミュレータの統合化

メタンハイドレート（以下 MH とする）の貯留層を評価し、資源としての開発可能性を検討するためには、生産シミュレータの開発が不可欠である。本研究では、各種計算モジュール群を既存シミュレータ（FEHM）に組み込み、動作確認等を行い、生産開発用の専用シミュレータへの移行を効率的に進めることを目的としている。また、MH からのガス産出挙動に大きな影響を与える物性の絞込みのために、物性値を適当と思われる範囲で変化させながらも諸物性がガス生産挙動に与える感度分析も行っている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】メタンハイドレート、生産、シミュレータ

ー産業技術研究開発委託費ー

【研究題目】産業技術研究開発委託費（印刷画像向きデータ圧縮方式の標準化）

【研究代表者】樋口哲也（次世代半導体研究センター）

【研究担当者】岩田昌也、坂無英徳

【研究内容】

本件は、リアルワールドコンピューティングプロジェクト（次世代情報処理基盤技術開発事業）における研究業績等を基に開発された高精細2値画像データ可逆圧縮技術を、下記のように国際標準化することを最終目標としている。

ー国際標準化機構（ISO）と国際電気標準化会議（IEC）との合同専門委員会の静止画像符号化に関する作業部会（ISO/IEC JTC1 SC29/WG1）において、2値画像符号化の現行標準である JBIG2方式の追補として採用されること。

ーISO の印刷用製版データ交換に関する作業部会（ISO TC130/WG2）において、電子製版画像データ交換用タグ付きファイルフォーマット TIFF/IT における一符号化方式として採用されること。

本年度の研究開発は、下記の2項目に大別される。すなわち、(1)国際規格骨子提案ならびに国際標準化活動計画立案と、(2)符号化方式に関する研究開発である。

(1) に関しては、ISO/IEC JTC1/SC29/WG1、ISOTC130/WG2に対して標準化活動を進めた。SC29/WG1では、東京会合（2003年7月）において FDAM (Final Draft Amendment) 投票結果が確認され、反対もコメントも無く承認された。その後、ISO/IEC 14492:2001/Amd 2:2003 | ITU-T Recommendation T. 88 (2000) Amendment 2 (06/03)として、それぞれ ISO および ITU-T から出版された（以下、JBIG2-AMD2とよぶ）。

一方、TC130/WG2では、京都会合（2003年9月）において、TIFF/IT に JBIG2-AMD2のデータストリームを導入するための拡張案を、産総研が主体となって日本から提案した。この提案は各国の賛成を得ることができ、2004年1月までに新作業項目提案（NWIP: New Work Item Proposal）を提出することが要請され、次回会合までに投票が開始されることも決定した。

(2)に関しては、JBIG2-AMD2の汎用性を向上させ、産業界での普及を促進するために、多値及びカラー画像を効率的に圧縮する方式に関する研究開発を行った。また、圧縮パラメータを自動計算する学習機能を強化するため、学習及び最適化に関する研究開発を行い、数秒での圧縮パラメータ調整を実現した。そのほか、暗号化および電子透かし機能を強化し、暗号文の解読困難性に関わる最も困難な指標として知られる、選択平文攻撃への耐性を実現した。

【分野名】標準

【キーワード】データ圧縮、デジタル画像フォーマット、国際標準化

【研究題目】産業技術研究開発委託費（ノニルフェノールの国際標準分析法開発）

【研究代表者】山下 信義（環境管理研究部門）

【研究担当者】指宿 堯嗣、羽成 修康、堀井 勇一、谷保 佐知（職員2名、他3名）

【研究内容】

ノニルフェノールは内分泌攪乱物質としての危険性が指摘されているにもかかわらず、多数の異性体の混合物であるため、現在の総量分析法では精度が不十分である。

本研究ではノニルフェノールについて、高精度分析法を新規開発し、国内外機関と協力し国際標準分析法へと結びつける。平成15年度は昨年度に引き続き相対感度係数にもとづいたNPの高度分離測定手法（ガスクロマトグラフ質量分析法—選択的イオン測定法）を用いた、実環境データ蓄積を行った。本方法ではノニルフェノール各成分の測定に最適なフラグメントイオンをもとに内標準物質に対する相対感度係数を算出し、高精度定量を可能にした。その結果、従来法では測定が困難であった13種のノニルフェノール成分について正確な定量が可能になった。また国際標準のための作業としてISO/TC147/SC2のドイツ側コンビナーと打ち合わせをおこない、ISO147イギリス総会において提案内容の説明を行った。

【分野名】環境

【キーワード】ノニルフェノール、JIS、ISO

【研究題目】産業技術研究開発委託費（極浅不純物注入半導体の深さプロファイル分析のための標準化）

【研究代表者】一村 信吾（極微プロファイル計測研究所）

【研究担当者】一村 信吾、野中 秀彦、黒河 明、藤本 俊幸、鈴木 淳、溝田 武志

【研究内容】

本研究は、極微スケールの半導体素子の極表面層に注入された不純物の深さプロファイル分析技術の確立に向けた研究開発を実施し、その研究開発成果を踏まえて当該技術の国際標準化をISO TC201 (Surface Chemical Analysis) において推進することを目指す。

本研究に向けて、平成15年度においては、①高い深さ分解能を実現するイオンスパッタリング技術、②スパッタされた試料原子の高信頼性検出技術、③深さプロファイル分析における分析分解能の評価に関する研究、④国際規格案骨子作成及び国際標準活動、を主要課題として設定した。

課題①においては、低速酸素イオンビームをシリコン基板に照射し、形成された表面の荒れ構造をSEMおよびAFMにより形態観察し、AFMを用いることで十分表面荒れを評価できることを確認した。更に低速酸素ビームと同時に高濃度のオゾンガスを照射することで、表面荒れの効果を低減できることを確認した。

課題②においては、固体原料の金属クラスター錯体を昇華させ、レーザおよび電子衝撃によりイオンビーム化する装置開発・整備を行った。また、クラスターサイズを大きくできる、液滴からのクラスター錯体イオンの発生方法も検討し、実際に利用できるイオン源開発に向けて種々の検討を進めた。

課題③においては、モデル試料の構成仕様を、国内委員会での議論に基づいて確定し、厚さ間隔の異なる多層デルタドープ層を作製した。現在同試料のラウンドロビ

ン試験に向けた予備データの取得を進めている。

最後に、国際標準化に向けた課題④においては、半導体極浅領域注入不純物のプロファイル分析の規格化に向けて、半導体メーカー、分析機器メーカー、分析サービス会社等の専門家や学識経験者からなる国内検討委員会を通して、周期の短い多層デルタドープ層試料を用いた深さ分析の校正法に関する議論を行った。

【分野名】計測・標準

【キーワード】シャロードープメント、SIMS、深さプロファイル

【研究題目】産業技術研究開発委託費（映像の生体安全性評価の標準化）

【研究代表者】斎田 真也（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】斎田 真也、佐川 賢、氏家 弘裕、横井 孝志、喜多 佳子、岡本 清、黒田 祐介、埴 玲子、杉山 純子、浅野 由美、岡田 よう子

【研究内容】

（目標）映像メディア産業の進展に伴い、人間生活に映像の果たす役割が大きくなる中で、光感受性発作、映像酔い、眼精疲労など映像の生体に及ぼす影響が世界的に問題となってきた。本研究開発では、映像の生体安全性評価の国際標準化の実現をめざして、映像の生体影響に関するデータを収集し、映像の生体安全性評価法を開発することを目標とする。

（研究計画）映像による生体影響を、脳波や心拍・血圧・瞳孔等の自律神経反応等の生理的データ計測と、主観応答、身体動揺、眼球運動等の心理的データ計測とから評価する。その際に、各計測項目の有効性の確認と、これに基づく映像中の物理的パラメータやその他影響要因の抽出、さらに計測データに基づく映像の生体安全性評価の手法を開発する。

（年度進捗状況）生理的データ計測と心理的データ計測について、その有効性を確認し、映像中の物理的パラメータ等影響要因の抽出を行う中で、主に以下の成果を得た。生理的データ計測では、光感受性発作について、白色点滅刺激による2～15歳の466例について性差、年齢差を明らかにし、映像酔いについて、心拍と血圧との相互相関係数の最大値である ρ_{\max} が有効であり、これに基づき、影響の生じる時間帯が、酔いや映像の観察開始数分後と十数分後との2回あることを明らかにした。さらに、心理的データ計測から、映像酔いについて、視線方向の軸に対するロール運動が比較的酔いややすく、またこの運動を観察中の回旋眼球運動が指標として有効であること、さらに酔いの生じやすい映像中の0.5～2Hz付近の映像の振動除去により、酔いが低減することなどを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】映像酔い、眼精疲労、光感受性発作

〔研究題目〕産業技術研究開発委託費（歯車のナノレベル形状評価のための計測器の校正原理及びその原理に基づく校正方法の研究とその標準化）

〔研究代表者〕高辻 利之（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕大澤 尊光、直井 一也、近藤 孝之

〔研究内容〕

（目標）

高精度な歯車の形状を測定するために三次元測定機や専用の測定機が使用されているが、しかし、これら測定機を世界共通の標準を用いて校正する方法がなく、最高級歯車（ISO 精度等級0～2）の精度が保証できないのが現状である。ドイツでは、ドイツ物理工学研究所（PTB）が独自に開発した歯車専用の測定機を原器として保有し、この原器で測定した歯車を基準に測定機を校正している。この原器の精度は世界最高といわれているが、しかし、500nm より良い精度を保証することができない。アメリカでは、米国国立標準技術研究所（NIST）、その他の認定機関の三次元測定機で測定した歯車が基準となっている。しかし、三次元測定機は一般的な形状の測定を考慮して校正されるため、三次元測定機による測定形状の保証精度は、歯車専用の PTB 原器よりも低いといわれている。

本研究では、500nm より高い精度が保証できる歯車の歯形評価のための測定機を校正する原器及び校正方法について研究を行い、その成果を基に国際規格案を作成・提案する。

（研究計画）

- ① アーティファクトの製作と校正技術の開発
- ② 実証試験及び測定不確かさの評価
- ③ 国際規格案骨子作成及び国際標準化活動

（年度進捗状況）

- ① アーティファクトの製作と校正技術の開発
ボールアーティファクトのボール取り付け方法について改良を行った。現在は、平成14年度に試作した2個のマスタボールの中心間距離を測定する装置を用い、ボール中心間距離を高精度に測定する実験を行っている。
- ② 実証試験及び測定不確かさの評価
マスタボールの円弧を測定して歯形測定機を校正する手順、測定データの処理方法、測定結果の評価方法について検討を行っている。また、ボールアーティファクトを測定する際の不確かさの解析を行っている。
- ③ 国際規格案骨子作成及び国際標準化活動
第1回目のプロジェクト運営委員会を開催し、本年度の活動について審議を行った。ISO/TC60総会（5月、ドイツ）、ISO/TC60/WG2会議（9月、シカゴ）へ出席し規格提案のためのロビー活動を行った。歯形測定機の校正方法の有効性を実証するため、国内企業間のラウンドロビンテストを開始した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕トレーサビリティ、歯車、歯形、インボリュート

－製造技術高度情報化研究開発事業－

〔研究題目〕デスクトップ型工作機械技術の研究開発

〔研究代表者〕岡崎 祐一（機械システム研究部門）

〔研究内容〕

微小かつ精密な金型及び機械部品の生産を対象に、その主工程のひとつである切削加工に於いて、上記の課題の解決を図り、超小型化を目指したデスクトップ型工作機械の実用化に不可欠な基盤技術の開発を行う。超高速主軸（回転速度毎分20万回転超）を用いた小型高精度のミリング加工機（実証機）の開発を平成15年度末における最終的な達成目標とし、平成15年度は、平成14年度までに完成させた数値制御卓上型超高速ミリング加工機のプロトタイプの運動精度および加工性能を評価した。

主軸消費パワーは最高で30W、回転精度は NRRO で $0.5\mu\text{m}$ 以下であった。リニアモータを採用した XY ステージの繰り返し位置決め誤差は $0.1\mu\text{m}$ 以下であった。XY ステージの円弧運動精度については、半径2mm の円を描くとき、半径誤差は $F=2\text{mm/s}$ のときに $0.02\mu\text{m}$ 、 $F=10\text{mm/s}$ のときに $1.5\mu\text{m}$ であった。象現切り替え時の突起状運動誤差（象現突起）は X 軸の反転時のみに現れ、その大きさは $F=2\text{mm/s}$ のときには $1.7\mu\text{m}$ 、 $F=10\text{mm/s}$ のときには $2\mu\text{m}$ であった。

主軸回転速度200krpm にて直径0.5mm のスクエアエンドミル工具を用い、A7075材に対して加工を行い、厚さ $30\mu\text{m}$ 、高さ1.5mm の薄壁を残すことができた。また、高速ポケット加工において、ステージの高加速度性が十分に発揮された。

装置全体の消費パワーは、アイドル時270W、最高負荷時500W であった。

以上の結果、開発した超高速主軸を備えたミリング加工機の有用性が確認された。

〔分野名〕材料・ナノテク・製造

〔キーワード〕ミリング加工、マイクロファクトリ、小形工作機械

－その他－

〔研究題目〕新燃料油研究開発調査（新燃料油導入影響調査（バイオマス燃料の軽油への混合に対する自動車への影響に関する調査）

〔研究代表者〕後藤 新一（エネルギー利用研究部門）

〔研究担当者〕小熊 光晴、辻村 拓（他6名）

〔研究内容〕

本研究では、動植物油を原料としたバイオディーゼル燃料（BDF）について、これを軽油に混合した燃料を使用する際の自動車への影響を調査し、国内において既販車に利用する際に安全面において問題がないための条

件を明確にすることを目的とする。

本年度は、菜種油メチルエステルや大豆油メチルエステルをはじめとする燃料として一般的なものやアマニ油メチルエステル、イワシ油メチルエステルなど特徴的な性質を有するもの、さらにオレイン酸メチルエステルやリノール酸メチルエステルなど単一成分の脂肪酸メチルエステルについての性状データベース等を基に、BDFの自動車燃料としての性質について考察を行った。その結果と欧州におけるBDF規格を考慮して、自動車燃料として最も厳しい性状と考えられるBDFを調合した。さらに、これに対し、自動車の燃料噴射系を模擬した試験装置での燃料劣化の評価、長期保管の際の貯蔵性についての評価、自動車部品に使用される金属やゴム・樹脂に対する適合性評価、低温環境下での性能に関する評価を行った。

今後は、本年度の試験結果より得られた知見を基にBDFの再調合を行い、車両やエンジン、噴射ポンプなどの耐久試験により適用性を検証するとともに、これまでの結果を基に自動車燃料としての適切な品質について検討する。

【分野名】 環境、エネルギー

【キーワード】 ディーゼル新燃料、バイオマス
BDF、燃料性状

【研究題目】 石油代替エネルギー導入促進対策調査等
委託費（容器包装リサイクルによる環境
負荷調査研究）

【研究代表者】 匂坂 正幸（ライフサイクルアセスメント
研究センター）

【研究担当者】 八木田浩史、田原 聖隆、尾上 俊雄

【研究内容】

（目標）本調査研究では、これまで取られてきた容器包装プラスチックの再商品化プロセスについて、LCAを適用し、その実施、解析上の問題点を明らかにすると共に、現状で得られる各プロセスのライフサイクルでの環境負荷評価の結果を得る。

（計画）本年度で手法間の比較が可能な結論を得る。

（内容）次の内容について、実施企業に対するヒアリングを中心に調査を行った。

- (1) 再商品化プロセスのインベントリ
- (2) 再商品化プロセスのLCI分析
- (3) 再商品化に係るコスト。

分別収集された使用済み容器包装プラスチックの再商品化プロセスについて、処理施設に搬入後、再生製品までを対象として、リサイクル効果を評価した結果、(1)マテリアルリサイクルは、リサイクル効果は大きい(2)ガス化は、高付加価値品への利用が必要である(3)サーマルリサイクルでは、プラスチック類の直接利用が有利である、といった結果を得た。

経済性に関し、(1)PETボトルのリサイクルコストは

マテリアルリサイクルではケミカルリサイクルよりも低い、その他プラスチックでは大規模に行われているケミカルリサイクルのほうが低い傾向にある(2)設備稼働率が向上するとこれらの差はなくなり、経済性向上も向上する、といった結果を得た。

以上のように、マテリアルリサイクルによる再商品化に対し、環境負荷面および経済面でやや優位であるといえる。ただし、マテリアルリサイクルの場合は、とくに分別収集が前提となり、また再生製品についてもその用途にも依存することから、結果の利用にあたっては前提条件を明らかにしておく必要がある。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 プラスチック、リサイクル、LCA、
環境負荷容器包装

【研究題目】 潤滑油改良によるディーゼル排ガス中の
PM低減化技術調査

【研究代表者】 篠崎 修（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】 齊藤 敬三（産学官連携コーディネータ）、志村 洋文（産学官連携部門 企業・大学連携室）、篠崎 修（エネルギー利用研究部門）、瀬戸 章文※、平澤 誠一※、桜井 博※（※マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター）、日比 裕子、是永 敦（機械システム研究部門、渡辺 治道、長谷川 宏（新日石テクノロジー株式会社）、森 和彦（日本パーカラライジング株式会社）

【研究内容】

ディーゼル排ガス中のPMについて、潤滑油組成の改良により潤滑油由来のPMの新規削減技術に関して調査研究を行った。またナノ粒子を分散した添加潤滑油を実車に適用し、PM粒径分布への影響及び光触媒ナノ粒子の光分解過程について以下に示す実験的な技術の検証を含めて実施し調査・研究を行った。

1) ナノ粒子触媒の潤滑油への添加による燃焼・成長促進技術

実証実験として、ナノ粒子を均一に添加したエンジン潤滑油を幾つかのパラメータを変えて試作し、シャシダイナモ上でこれを用いた実車試験を行い、排出されるPMの粒径分布変化からPMの低減効果を調べた。

2) 光触媒ナノ粒子添加による潤滑油の分解技術

PM中の半揮発性有機化合物、あるいは潤滑油が環境中に放出された場合でも太陽光（紫外線）によって有害なPMが分解できる光触媒ナノ粒子に関して調査を行った。チタニアを均一分散した潤滑油を調整する技術を開発し、これを用いた実車実験によるPMのサイズ分布変化、PM中のチタン成分計測、及び光触媒分散潤滑油の紫外線照射による分解特性の検証を行った。

3) 関連技術の調査及び技術評価

燃料由来の PM を低減する目的で助燃剤による燃焼時の PM 抑制技術や再燃焼性を改善する研究はあるものの、潤滑油にナノ粒子触媒を添加して潤滑油由来の PM を低減しようとする試みはない。その PM 生成過程に関しては不明な点が多いことから PM の化学成分解析より潤滑油由来の PM 生成に関する基礎的な調査検討を行った。

本調査研究では、潤滑油業界、自動車業界、大学、NEDO 等の産学官の有識者による研究委員会（全2回）を開催した。実証実験の結果ではナノ粒子触媒添加による PM の低減効果の可能性が示されており、今後進むであろう潤滑油の低アッシュ化や DPF、酸化触媒などの高性能化を踏まえつつ、潤滑油の改質による PM 低減技術開発を進めることが重要であることを確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ディーゼルエンジン、潤滑油、粒子状物質、ナノ粒子、PM

【研究題目】 鉱山保安技術対策調査

【研究代表者】 青木 一男（地圏資源環境部門）

【研究担当者】 青木 一男、鈴木 忠、田中 敦子、羽田 博憲、緒方 雄二

【研究内容】

鉱山数の激減、鉱山災害数の減少や災害事由の変化等、鉱山保安を取り巻く情勢は極めて大きな変化が見られる。また、社会環境の変化もその一つであり、環境問題や情報公開に関する国民意識の変化もあげられる。このような状況のもと、今後の鉱山保安はこれまでの行政による詳細な関与ではなく、自主保安の原則に基づき、鉱山自らの事業実施に伴い発生の可能性のある危害・鉱害の発生に責任を持ち、所要の対策等を講ずる義務を負い、鉱山保安監督部は、事業者による自主的な保安確保のための対応を監視する役割等を果たす。従って、行政による関与の透明性の確保等、従来とは異なる視点から鉱山保安に係る行政の対応が求められており、本調査は、これらに資することを目的として実施したものである。具体的には、これまで実施してきた各種基準等を評価し、今後の各種基準の検討のために必要な情報を収集・分析した。

- (1) 各種基準整備による災害発生リスクの抑制効果調査
炭鉱における保安計測システムのうちメタンガス計測システムを取り上げ、鉱山保安法規とセーフティマネジメントが災害抑制に及ぼす効果を定量的に考察した。国内外の鉱山保安法規と災害統計の実態を調査し、災害抑制効果に及ぼす影響の評価法を考察した。
- (2) 新規坑内開発用品の防爆対応性と問題点の調査
通信機器としての ID タグと携帯型メタンガス測定器について調査を行った。坑内で使用する電気機器類

は防爆構造にする特殊性から、今後も新技術を取り入れた新規開発坑内用品の防爆適応性と問題点の調査を引き続き実施しなければならないと考えられた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 鉱山保安

②【文部科学省】

— 科学技術振興調整費 —

【研究題目】 材料の低環境負荷ライフサイクルデザイン実現のためのバリアフリープロセッシング技術に関する研究／最適ライフサイクル選択のための材料パフォーマンスデザイン／金属／化合物複合構造体のパフォーマンスデザイン／インプロセス合成による高機能金属間化合物の複合形成

【研究代表者】 鈴木 孝和

【研究担当者】 橋本 等、朴 容浩、孫 正明、鷺見 新一（基礎素材研究部門）、鈴木 孝和、手塚 明（計算科学研究部門）、梅原 博行（計測標準研究部門）

【研究内容】

高機能複合材のバリアフリープロセスの実用化に向けて、複合化技術の完成を図り、プロセスの省資源化、省エネルギー化、複合材の高性能化と高環境性化を目指したインプロセス制御による、最適複合設計因子の抽出と設計技術の体系化を行うことが本研究の目的である。メカニカルアロイング法を利用して固体内部エネルギーを蓄積し、 MoSi_2 の合成・成形温度を低下させ、 MoSi_2 の合成および Nb との複合化成形による強靱化を同時に達成できるプロセスの研究においては、平成15年度は、Al 添加 MoSi_2 -Nb 複合材料の高温耐クリープ性のさらなる改善を目指して SiC ファイバ添加の影響を調べた。その結果、添加によって高温強度は著しく増加するが、歪み速度感受性指数は変化せず、耐クリープ性の改善にはあまり寄与しないことがわかった。また、耐環境性として、1500℃における耐酸化性と500～650℃におけるペスト現象の評価を行った結果、Al の添加によって1500℃における酸化増量が増加し、高温耐酸化性が低下することがわかった。ペスト現象の評価では、Al の添加によって酸化増量は減少するが、材料の粉化は進むことがわかった。

一方、高耐熱性で、難加工性である SiC/SiC 系複合材料の複雑形状物を化学的気相含浸法（CVI）を用いて作製するプロセスの研究では、プロセスをコンピュータモデル化し、ニアネットシェイプ成形（パイプ等の複雑形状成形の実現）を可能とするための最適インプロセス設計条件の抽出とその効果の体系化を行うことを目的として、これまで、反応室圧力、反応室温度、原料濃度が析出速度や析出の均一性に及ぼす影響を検討してきたが、平成15年度は、原料を送るキャリアーガス種の影響につ

いて検討を行った。その結果、 H_2 ガスと Ar ガスを比較した場合、キャリアーガスとして Ar を用いた方が SiC の析出速度は向上し、析出の均一性の点でも優れることが明らかになった。ガスの流路が狭くする目詰めモデルにおいてはこの傾向は一層顕著となる。原料ガスの表面への移動度は流体の境界層の厚みに逆比例するため、キャリアーガスの物理特性はプロセスに大きな影響を及ぼす。実験的にもこの傾向が裏付けられている。また、実際に試作した SiC/SiC 複合材をサイコロ状の試験片とし、圧縮強度と試験片の平均気孔率との相関を求めたところ、気孔率の減少に伴い圧縮強度の増加の傾向があり、緻密な析出はその機械的特性向上にも重要であることが明らかになった。

これらの研究から、組織構造、プロセス条件制御による複合材のパフォーマンスを向上とプロセスの効率化の指針が得られた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ニケイ化モリブデン、メカニカルアロイング、SiC/SiC 複合体、気相析出含浸法 (CVI)、ニアネットシェイプ成形、コンピュータシミュレーション、最適複合設計因子の体系化

【研究題目】 染色体の構造と機能解明のためのナノデバイスに関する総合研究／染色体のナノ構造解析とマテリアル開発／染色体ナノ情報解析ツール (ナノソーターなど) の開発

【研究代表者】 井上 貴仁、野口 豊 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究内容】

本研究では、染色体ナノ情報解析ツールの開発を目的として、マイクロ流路を用いた染色体個別の輸送技術をさらに発展させ、チップスケールで高速かつ高効率に染色体ソーティングを実現するオンチップの染色体ソーターの開発を行う。そのために、輸送、選別、検出などの各要素技術の高性能化と安価で使い捨て可能なデバイスの最適な作製プロセスの検討を行う。

平成15年度は、本課題の目標である染色体ソーターの開発に必要な要素技術となる電圧変調法をヒト染色体に用いてその可能性を実証した。また、選別後の回収効率を上げるために、染色体とマイクロ流路材料間の凝着力を低減する流路内壁用被膜方法とその材料の検討を進めた。さらに、コンパクトなシステムの実現を目指し、分子検出機構もチップソーター上に組み込める電気による分子検出技術を開発し、安価で使い捨て可能なポリマー材料と組み合わせたマイクロ電極アレイ付チップを試作した。これらの成果をもとに、今後は、選別のアルゴリズムを検討し、大きさをもとにした選別に適当と考えられる植物染色体を用いてオンチップソーターの実現を目

指す。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 チップソーター、マイクロフルイディクス、単一分子検出

【研究題目】 生体外細胞操作と細胞外環境設計による組織工学

骨髄系・高次代謝機能系人工組織開発／骨髄系人工組織プロトタイプの開発／間葉系骨髄幹細胞と人工材料による骨髄含有人工骨組織形成法の開発

【研究代表者】 大串 始 (ティッシュエンジニアリング研究センター)

【研究担当者】 町田 浩子、寿 典子、木原 隆典、大島 央、吉田 綾子、池田 悦子

【研究内容】

臨床応用をふまえ、生体内でヒト細胞由来新生骨組織を誘導できる複合人工組織を開発、さらに、この新生骨組織形成とともに、生体内での造血幹細胞増殖をねらった骨髄再生も、研究の大きな課題としている。昨年度は、数例の骨腫瘍患者等の骨髄から間葉系幹細胞を増殖して、さらに、多孔性ハイドロキシアパタイト内での複合人工組織を作製後患者に移植した。本年度はこの成果をふまえ、骨腫瘍のみならず、種々関節症の患者の骨関節再生を考え、この複合人工組織を作製する。具体的な方法として、人工関節の骨との接触する面に増殖された間葉系細胞を播種して、その表面で骨芽細胞へ誘導とともに細胞外基質(骨基質)も産生させる。この操作により、人工関節は新生骨組織を誘導出来るのみならず、その表面に骨基質が存在するので生体活性も有することとなる。このプロトタイプの複合組織を数例作製しているので、その培養手順にしたがって、本年度は10例を超える関節症患者に、この複合組織を用いた再生治療を行う。これらの症例に対して、移植後継時的にレントゲンの撮影を行い、この培養複合組織を用いた新規の治療技術のバリデーションを行う。また、この実際の医療に用いる患者間葉系細胞の骨芽細胞への分化過程の詳細を観察する。すなわち、患者間葉系細胞をデキサメサゾンやビタミンCの存在の下で培養を行い、カルセインやキシレンオレンジを培養液に添加して、その細胞外基質への取り込みに関してイメージアナライザーを用いて定量観察を行う。また、種々の材料上でのこの分化過程をみるために、ヒトのみならずラットの骨髄細胞の培養を種々セラミック上で行う。さらに、この骨芽細胞の *in vitro* での活性を検定するために、人工骨等へ細胞を播種して、その複合組織をラット、あるいはヌードマウス等への移植を行い、骨芽細胞活性、すなわち骨形成能や骨髄誘導能を観察する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 間葉系骨髄幹細胞、人工関節、骨芽細胞

〔研究題目〕人間支援のための分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究

分散リアルタイムネットワーク基礎技術の研究 分散センサ/アクチュエータ・ネットワークの研究

〔研究代表者〕坂上 勝彦（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕堀 俊夫、西田 佳史（デジタルヒューマン研究センター）、興梠 正克（知能システム研究部門）

〔研究内容〕

目標

分散センサ/アクチュエータ・ネットワーク及びウェアラブルビジュアルインタフェースを構築し、環境側センサとウェアラブル側センサの情報を相互利用する分散センサネットワークシステムを開発する。

研究計画

リアルタイムセンサーネットワークとウェアラブル技術とを用いた着用型人間支援機器（ウェアラブルビジュアルインタフェース）及び環境側センサとウェアラブル側センサの情報を相互利用する分散センサネットワークシステムに関する研究開発を行う。環境側とウェアラブル側のセンサを統合した遠隔作業支援システムを構築し、人間支援応用への展開を図る。

年度進捗状況

分散センサ/アクチュエータ・ネットワークの研究では、支援対象として高齢者を想定したセンサ・ネットワークの基盤技術を中心に研究・開発を進めた。平成14年度までに開発してきた超音波型位置計測技術を利用して、車イス（歩行器）位置のリアルタイム計測、超音波の反射を利用した起臥状態監視等の基礎実験を行なった。また、人にモノを受け渡し可能なロボット（アクチュエータ）を導入し、超音波と視覚を利用したモノの発見・把持に関する研究を行なった。ウェアラブルビジュアルインタフェースに関する研究では、高速ビジョンチップカメラ型モジュールにより2方向からユーザの手の動作を計測し、リアルタイム3次元ジェスチャインタフェースを実現するための予備実験を実施した。ジェスチャで遠隔地から WACL を制御するためのインタフェースデザインの検討を行った。また、超音波3次元位置センサモジュールが配置された場所ではその情報及びウェアラブルセンサから得られる相対的な位置情報を統合し、超音波センサが配置されていない場所ではウェアラブルセンサのみで、リアルタイムにユーザの位置関係を計測する機能を実現した。さらに、新しい拡張現実遠隔コミュニケーションデバイスとしてレーザポインタ搭載型ウェアラブルアクティブカメラ（WACL）を開発し、センサ・カメラデータに基づくパンチルト制御を行い、カメラ・レーザヘッドの安定化を実現したと同時に、ユーザの歩行動作計測アルゴリズムを開発した。ウェアラブル側のみでの自律的なパーソナルポジショニング機能を実

現し、本アルゴリズムに基づくウェアラブルセンサモジュールの開発に着手した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕ウェアラブル、ネットワーク、分散センサ、人間支援

〔研究題目〕科学技術計算専用ロジック組込み型プラットフォーム・アーキテクチャに関する研究/科学技術計算プログラムのプラットフォーム向き並列分散化及び組込みソフトウェア化に関する研究/分子軌道法プログラムに関する研究

〔研究代表者〕長嶋 雲兵（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕稲富 雄一、梅田 宏明

〔研究内容〕

原子・分子の化学的性質を解明するための計算手法の1つである分子軌道計算は、2電子積分と呼ばれる積分を、膨大な回数計算する必要がある、この計算に計算時間全体の9割以上が費やされている。したがって、分子軌道法をより高速に、あるいは、より大きな分子で行うためには、2電子積分計算の高速化は必要不可欠である。本プロジェクトで開発を行っている分子軌道専用計算機システムでは、消費電力が低く高性能な2電子積分専用LSIを複数搭載した組込み型システム（PCに差し込むボード型のデバイス）を設計して、高速な分子軌道計算を行える専用計算機システムの開発を目指している。その一環として専用計算機に適している2電子積分計算アルゴリズム開発や、計算性能を左右する様々な要因の解析を行っている。また、実際の分子軌道計算プログラム（GAMESS や ABINIT-MP）で専用計算機を使用できるようにプログラム開発を行っている。今年度は、汎用プロセッサ SH4TM を用いた評価用ボードを用いた試作機で、2電子積分計算プログラムを実行できるようにして、分子軌道計算プログラム GAMESS で動作するようにした。また、アプリケーション（GAMESS や ABINIT-MP）側、ボード側、及び専用 LSI 上のファームウェアで実行すべきプログラムの接続部分（API）を決定した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕分子軌道法、専用 LSI、組込み型プラットフォーム

〔研究題目〕顕微光電子分光法による材料・デバイスの高度分析評価技術に関する研究/顕微光電子分光技術に関する研究/顕微システム技術の研究/内殻準位励起顕微システム技術の研究

〔研究代表者〕富江 敏尚

（次世代半導体研究センター）

〔研究担当者〕錦織健太郎、門田 和也

【研究内容】

目標

局所的な元素同定や電子状態の解析に資するため、短パルスレーザー生成プラズマを光源としたサブ μm ビーム照射の内殻準位励起の光電子顕微分光法技術の研究を行う。

研究計画

内殻励起顕微光電子システムの実用化に向け、磁気ボトル使用時の光電子信号の再現性の向上を図るとともに、大きな試料が分析できる手法の開発を行う。

年度進捗状況

光電子を高効率で捕集できる磁気ボトルについて、光電子信号が磁気ボトル内の光電子発生位置に大きく依存するという知見に基づき、マイクロビーム照射位置が調整できるようにシュバルツシルト集光光学系ステージを製作した。これにより、再現性の高い信号が得られるようになった。

磁気ボトルでは試料の大きさが1-2mmに制限されるため、大口径試料のサブ μm 分解能での光電子分光分析ができる方式として、多数の短い飛行管を用いる方式を考案した。単一の短飛行管を用いた予備実験で、磁気ボトル方式に匹敵する光電子信号が得られることを確認した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 表面分析、光電子分光、極紫外光、レーザー生成プラズマ光源、EUPS

【研究題目】 材料の低環境負荷ライフサイクルデザイン実現のためのバリアフリープロセス技術に関する研究／微細組織制御による循環型素材（Al、Mg）の高機能化

【研究代表者】 馬渕 守（基礎素材研究部門）

【研究担当者】 千野 靖正、細川 裕之

【研究内容】

本研究の目的は、これまでに開発してきたインプロセス組織制御技術を応用し、マグネシウム合金およびアルミニウム合金スクラップを原料として、再溶解をへずに熱間押し等の加工熱処理のみにより柔軟成形可能な高性能材料を創製する技術を開発することである。15年度はマグネシウム合金（AZ31）およびアルミニウム合金（5083）を対象に、切削粉スクラップから熱間押しにより再生材を作製し、再生材の不純物混入レベルと成形性の相関を調査した。

大気中での熱間押し（押し温度：673K～723K、押し比：45）により再生した、AZ31マグネシウム合金および5083アルミニウム合金再生材の成形性を調査し、並びに内部の不純物濃度、分布を調査した。その結果、再生と同時に内部に導入される酸化物濃度と再生材に導入される単位体積当たりのスクラップ旧表面積に大きな相関関係があることを明らかにした。すなわち、不純物

混入バリアを引き起こす原因のパラメータ化に成功した。さらに、再生材のブロー成形試験より、再生材の高温成形性（ブロー成形特性）と再生材中の酸素濃度に相関があることを確認した。一連の実験結果より、再生材中に導入されるスクラップ旧表面積を制御することにより、不純物混入バリアを克服し、柔軟成形可能な高性能軽量材料を創製可能であることを明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金、インプロセス制御、超塑性

【研究題目】 顕微光電子分光法による材料・デバイスの高度分析評価技術に関する研究
顕微光電子分光基盤技術の研究

【中項目名】 光電子スペクトル高度解析技術の研究

【研究代表者】 城 昌利（計測標準研究部門）

【研究内容】

本研究で開発した手法は①Tougaardの公式を用いてバックグラウンドを除去する部分、②その結果得られた損失関数をさらに解析して深さ方向の分布を求める部分の2段階からなる。後者の解析法開発はプロジェクト期間を越えて、次年度以降も継続予定である。前者に関して、後者の結果を待たずとも可能であることがI期で分かったので、実際の顕微分光データ解析に向けた検討を行った。本プロジェクトで開発する顕微分光システムで利用可能なX線エネルギー（波長）は、X線光学系の物性値で決まり、最大400eV程度であり、Mg/AlのK α 線を用いる通常の商用装置（1254、または1487eV）に比べて小さく、そのスペクトルはますます表面近傍のごく浅い領域に敏感になる。このような状況で、解析が正しく行われるかどうかを確かめることがまず必要となる。金属アルミニウムの放射光データを解析してみると、一見同じように見えるスペクトルでも、入射X線のエネルギー（波長）によって解析難易度に違いがあることが判った。この差をアルゴリズムの強化で解決することが今後の課題として残った。またバックグラウンド強度は、必ず、ピーク強度と線形の関係にあるので、Tougaardの公式（段階①）を解いて得られるバックグラウンドは表面の元素分布、電子の脱出経路にかかわらず正しい結果となることがわかった。これは、表面構造が未知の場合でさえ、バックグラウンドが除去可能であることを示唆している。

【分野名】 標準

【キーワード】 光電子分光、表面分析

【研究題目】 ブロードバンド光シンセサイザの開発

【研究代表者】 松本 弘一（計測標準研究部門）

【研究担当者】 大苗 敦、洪 鋒雷、稲場 肇、藤間 一郎、美濃島 薫、平井亜紀子、鍛島麻里子、SCHIBLI Thomas、

JIANG Jie、GUO Ruixiang

【研究内容】

光周波数コムのあるモードの光周波数は、モード次数、モード成分間隔とオフセット周波数という三つのパラメータで表せられるので、マイクロ波周波数を基準として光周波数を精密測定する際、次数50万の周波数マルチブライヤ、すなわち「光のものさし」として利用できる。さらに、これら周波数軸上のパラメータを制御する技術は、時間軸上での超短パルスの位相や、その他の状態を精密に制御する技術でもあるので、高品位な超短光パルスを発生させることにも貢献できる。

本プロジェクトでは、広帯域光コムを発生させる技術、光コムを用いて光周波数を超高精度に測定する技術を開発し、光周波数シンセサイザ実現のためのキーテクノロジーを確立する。同時に、この光コムの持つ広帯域、高精度といった特徴を、時間軸分光技術、周波数軸分光技術、広帯域分散計測技術に活用して、それぞれの分野で革新的な応用があることを実証する。

【中項目1】高品位フェムト秒光コムの研究

【研究代表者】美濃島 薫（計測標準研究部門）

【研究内容】

前年度までに参加機関で開発された、Er ファイバレーザからの第2高調波とフォトニック結晶ファイバ（PCF）を用いて、可視・近赤外の1オクターブに及ぶ広帯域光を発生した。ファイバレーザからの和周波光（520nm）がスペクトル重なりを持つものを利用し、そのビート成分により簡便にコムの位相ノイズを評価した結果、キャリアエンベロップオフセット（CEO）成分は、コムの位相ノイズにより広がっていることが分かった。パルスレーザの強度ノイズがファイバ中の非線形光学過程により位相ノイズに変換されたことが原因と考え、簡単なモデル計算を行った。その結果、わずかな強度ノイズと単純な自己位相変調効果のみでも、位相ノイズによるビート成分の広がりが観測されることが分かった。以上の知見を生かし、光通信帯において、時間特性の向上した新 Er ファイバレーザを光源として広帯域光を発生した。高非線形ファイバにより、光通信帯をカバーする1オクターブを超える広帯域光を発生し、CEO ビートを観測した。ファイバに入力するレーザパルスの特性を最適化した結果、非常に狭いビート（FWHM200kHz以下）が実現され、位相ノイズが大きく低減し、高精度な位相同期が実現された。光通信帯におけるコンパクトな周波数測定システムの実現に見通しが得られたと言える。上記の2つの波長領域の中間に位置し、また、現在、光周波数計測に最もよく用いられているチタンサファイアレーザと光通信帯をつなげる、1 μ m 帯のレーザを光源とした広帯域コムを、Yb ファイバレーザと PCF により発生した。その結果、1オクターブを優に超す広帯域光が発生できた。

【分野名】標準

【キーワード】フェムト秒パルスレーザ、光コム

【中項目2】光コム周波数標準の研究

【研究代表者】大苗 敦（計測標準研究部門）

【研究内容】

光コムによる光周波数とマイクロ波周波数のリンクの能力を評価するため、マイクロ波領域での位相雑音を測定した。その結果、マイクロ波合成や繰り返し周波数の位相同期がボトルネックになっていたことが分かり、マイクロ波シンセサイザ、PZT などの交換により光コムの安定度が改善された。また、光コムによる周波数計測の正確さを評価するために、2台の光コムを用いて高性能なヨウ素安定化 Nd:YAG レーザの周波数測定を行った。その結果、2台の光コムで測定されたレーザの周波数値が安定化レーザの再現性の範囲内で一致し、不確かさが 1×10^{-12} より小さいことがわかった。このように特性の評価された光コムは、光周波数計測に応用できるだけでなく、光シンセサイザ技術や光周波数標準からマイクロ波の周波数標準をつくるダウン・コンバージョン技術にも応用でき、大変重要なデバイスである。我々は、高い安定度を持ち、広帯域で発振可能である連続発振光パラメトリック発振器（OPO）と光コムを組み合わせ、780nm 帯の連続発振光周波数シンセサイザの実験を行った。現在、OPO を光コムに位相同期させることに成功している。また、ダウン・コンバージョン技術においては、ヨウ素安定化 Nd:YAG レーザを基準として光コムを安定化し、マイクロ波領域の周波数を発生させる実験を行った。その結果、平均時間が50秒以下の領域では、光コムの繰り返し周波数（1GHz）が水素メーザーの周波数よりも安定であることを見出した。さらに、光コムによる周波数測定領域を通信帯の近赤外域にも拡張させた。その結果、世界に先駆けて光コムによる波長1.5 μ m の光通信帯の周波数標準であるアセチレン安定化レーザの周波数測定に成功した。この測定結果はメートル条約の長さ諮問委員会に報告され、国際度量衡委員会勧告値の決定に採用されることとなった。

【分野名】標準

【キーワード】光周波数計測、ダウン・コンバージョン、フォトニック結晶ファイバ

【中項目3】固体屈折率の研究

【研究代表者】藤間 一郎（計測標準研究部門）

【研究内容】

低コヒーレンス干渉計を利用した新規な高精度屈折率測定法を考案してその干渉縞の位相測定を高精度化し、屈折率測定の実験を継続した。厚さ10.0mm と10.025mm のガラス板を用いたとき、中心波長830nm において測定値と計算値の差は 7×10^{-4} であり、現在高精度化を実施中である。また、より安定な干渉計を考案

し、測定実験を開始した。さらに、位相屈折率を得るために、フーリエ解析法の数値計算を始めた。幾何学的寸法計測のための高分解能測長ツールの一つであるリニアスケールの主間隔を測定するため、高分解能干渉計を開発した。2台の異なる波長の He-Ne レーザによるズーム比は16であるが、このズーム比分だけ分解能が向上し、1nm の分解能が実現された。また、リニアスケールの主間隔を50nm で測定できる見通しが得られた。

[分野名] 標準

[キーワード] 群屈折率、分散、高分解能測長

[中項目4] 分子の超微細構造測定の研究

[研究代表者] 洪 鋒雷 (計測標準研究部門)

[研究内容]

従来2台の安定化レーザーのヘテロダイナミクスによる測定ではなく、光コムを利用したヨウ素分子の超微細構造の精密測定を行った。この方法では、光コム1台でどの波長域の安定化レーザーも測れるので、安定化レーザー1台を作ることで分子の超微細構造が測定できる。その結果、ヨウ素分子の新しい超微細構造が約 2×10^{-13} の精度で観測され、理論解析により高精度の超微細構造定数を求めることができた。観測値と計算値が660Hz のレベルで一致し、今まで得られた最高レベルの一致となった。また、1.3 μ m 固体レーザーの2次高調波発生を用いて、660nm におけるヨウ素分子の超微細構造を観測し、その超微細吸収線にレーザー周波数を安定化することに成功した。100秒の平均時間において、レーザー周波数安定度が 1×10^{-12} に達した。この周波数安定化レーザーは、1.3 μ m 通信帯周波数標準の優れた候補となるだけでなく、660nm 波長域のヨウ素分子超微細構造を測定する上で重要な役割を果たす。

[分野名] 標準

[キーワード] ヨウ素分子、微細構造、YAG レーザ

[研究題目] 複相組織制御による耐酸化コーティング開発

[研究代表者] 田原 竜夫 (基礎素材研究部門)

[研究担当者] 田原 竜夫、菖蒲 一久、坂本 満

[研究内容]

ニオブ (Nb)、モリブデン (Mo)、タンタル (Ta)、タングステン (W) といった高融点金属を基とする材料は、その優れた高温強度特性により既存の耐熱金属材料を上回る超高温用構造材料として期待されているが、高温酸化により著しい損傷を受けるという共通の問題を抱えている。これら高融点金属材料に耐酸化性を付与できる技術が開発されると、火力発電用ガスタービン等に使用されている既存の耐熱金属材料よりも約200℃上回る耐熱性を実現できるため熱エネルギーのより効率的な利用が可能となり、化石燃料資源の節減と二酸化炭素排出削減に大きく貢献できる。そこで本研究では、耐酸化性

に優れた Mo (Si, Al)₂ を基とする複相材料を耐酸化リザーバー層 (その表面に耐酸化性保護被膜を生成させる) として最適となるよう材料設計し、特に Nb 基複相材料のための耐酸化コーティングとして開発することを目的とする。

今年度はコーティングと基材 (Nb) との熱膨張差により発生する熱応力の低減を目指し、Mo (Si_{0.6}, Al_{0.4})₂ 系複相材料の中から特に Mo (Si_{0.6}, Al_{0.4})₂ /HfB₂系をモデルケースとして取り上げ、耐酸化特性や熱膨張特性に関する研究等を実施した。その結果、Mo (Si_{0.6}, Al_{0.4})₂-20vol%HfB₂の場合に熱応力が小さく、かつ優れた耐酸化皮膜を形成することがわかった。そこで、反応防止 Al₂O₃中間層とともにこれを Nb 基材全面にコーティングし、耐酸化特性を評価したところ、コーティング表面には健全な保護皮膜が生成し、かつコーティング界面に反応生成物や亀裂発生などは見られなかった。すなわち、良好な耐酸化コーティングとして機能していることが明らかになった。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 耐熱材料、高融点金属、耐酸化性

[研究題目] 金属化合物クラスターにおける触媒機能開発

[研究代表者] 山口 渡 (基礎素材研究部門)

[研究担当者] 山口 渡

[研究内容]

環境負荷の低い化学工業プロセスの実現に向け、画期的な機能をもつ触媒を開発するための新しい方法論を見出すことを目的とする。構成原子数十個以下の小さな微粒子 (ナノクラスター) は、物性が原子ごとのサイズ変化とともに変化する。この性質に着目し、サイズ・組成の揃った金属化合物クラスターを担持した固体表面で従来にはない触媒機能が発現する可能性について研究を行う。

サイズ・組成を原子レベルで規定した金属化合物クラスターを、基板表面に安定に担持させる。これに種々の気体分子を吸着させ、吸着状態や吸着分子間の反応、またそれらのクラスターサイズ・組成への依存性について調べる。平成14年度までに、サイズの揃ったクラスターを表面に固定する技術を確立、さらにその技術を用いて、グラファイト表面に固定されたタングステン5量体への窒素吸着について研究を行った。その結果、タングステン多結晶表面には見られない、化学的に活性化された分子吸着状態を見出すことに成功している。

平成15年度は、タングステンクラスター上への他の分子との共吸着による窒素の反応について研究を行った。その結果、タングステン5量体上へ窒素分子と水分子を140K で共吸着させると、一酸化二窒素が生成することを見出した。現在の工業プロセスでは、窒素を出発原料として一酸化二窒素を合成するために、高温、高圧を要

する6ステップにわたる反応経路を経ているが、本研究で見出されたプロセスでは、140K という低温下、1ステップで窒素から一酸化二窒素が生成している。このことは、画期的な機能をもつ工業用触媒の開発にナノクラスタの利用が有効であることを示唆している。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノクラスタ、触媒機能

【研究題目】 海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究／熱水循環系の物理・化学プロセスに関する研究／潮汐による熱水循環系の変動現象の定量化に関する研究／海底近傍微細構造に規定された熱水系の化学変動に関する研究

【研究代表者】 丸茂 克美（地質情報研究部門 物質循環研究グループ）

【研究担当者】 丸茂 克美、高野 淑識、中島美和子（職員1名、他2名）

【研究内容】

本研究は、平成14年度からの継続研究課題である。平成15年度は、BMS 海底掘削装置を用いて、アーキアンパーク計画の調査対象地である南マリアナの海底熱水系での浅層掘削を実施した。BMS は探査船「第2白嶺丸」とアーマードケーブルによって接続されて遠隔操作によって動かすことができ、5台のテレビカメラを搭載しているため、掘削地点を探したり、掘削状況をモニタリングすることができる。さらに BMS は油圧によって1m まで伸縮可能な3本の設置脚を有しており、傾斜角度25度までの海底で掘削作業ができる。また BMS には最大33本の掘削ツール（例えばコアバレル15本、3m ドリルロッド9本、および1.5m ケーシング6本）を格納できる回転式マガジンを装備している。掘削後の孔内の温度計測はコアバレル内に設置したカスター式温度計により行うことができた。得られたコアは火山岩の産状を保存しており、偏光顕微鏡観察や蛍光 X 線顕微鏡、電子プローブマイクロアナライザー、X 線回折、透過型分析電子顕微鏡を用いた研究に耐えられる。また、全有機炭素（TOC）、全有機窒素（TON）の分析から海底下にある有機物の垂直分布を探り、全加水分解アミノ酸（THAA）と光学異性体比（D/L 比）から熱水噴出孔下を支配する有機物の起源を考察した。TOC と THAA は、正の相関にあり、有機炭素の濃集部分には、アミノ酸も濃集していることがわかった。表層の微生物活動と独立した地下生命圏を検証するため、同試料について熱的に安定な酵素であるホスファターゼの酵素活性を解析したところ、有意な活性値を得た。試料の酵素活性値である酸性ホスファターゼ酵素とアルカリホスファターゼ酵素の活性値の垂直分布は、よく類似しており、地下生物圏の存在と分布を示す証拠を得た。鉱物および有機物の分析結果から、海底熱水系深部に生息する住人（ど

な微生物がいるか？）、住居（どんな住処に棲息するか？）、食糧（どんなものを食べているか？）を総合モデルの構築を行なった。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 海底熱水系、南マリアナ、海底設置型掘削装置、粘土鉱物、有機物

【研究題目】 海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究／熱水系地下生物圏の微生物群集の解明と生物資源の獲得に関する研究

【研究代表者】 丸山 明彦（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 花田 智、河原林 裕、丸山 明彦、木村 浩之、杉原 麻紀、東 陽介、三朝 千稚

【研究内容】

これまでほとんど明らかにされていない熱水系地下生物圏微生物の生物学的特性や生態学的、地球科学的な役割の解明に資するため、その多様性や現存量、現場活性等の解析を通し、微生物群集の構成や時空間分布特性の解明を目指す。また、この始原的環境に連綿と生き長らえていることが期待される始原的な生物の探索を行うとともに、分離培養手法や直接遺伝子解析手法等により生物資源や遺伝子資源の獲得を図る。これらの研究に不可欠な試料の採取や処理、解析に関わる方法論や装置の開発等を目的としている。平成15年度は、伊豆小笠原海域の水曜海山に加え、マリアナ背弧海盆の熱水活動域やそれに類似した高温極限環境（陸上温泉等）を調査対象とし、日本およびカナダの有人・無人潜水艇を備船し、ハイブリッド採水システムや現場微生物の捕集・培養システムなどを新たに構築、海底面から海底下に向け貴重な微生物試料を採取した。また、海底設置型掘削装置 BMS に被圧型のろ過除菌システムを装置し、無菌的な海底掘削を実施した。これらの現場調査に併行し、これまで水曜海山等より採取した試料の解析を進め、以下のような成果をあげた。すなわち、地下圏由来の環境クローン群の中に新規で始原的なアーキア系統群を見出すとともに、その特異的検出を可能にする遺伝子ツールを開発し、迅速で定量的な解析手法の確立を図った。上記熱水活動域や類似の高温環境より、新規な嫌気性微生物の分離・培養に成功し、その詳細な特性解明を進めた。直接塩基配列解析手法の適用を進め、高音の極限環境試料中より始原的な酵素遺伝子と見られる DNA 情報を取得した。大学等とも連携し、新しい好熱菌や機能遺伝子、指標遺伝子等の探索、解析を進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 新規微生物、遺伝子、アーキア、海底熱水、地下、海洋、装置開発

【研究題目】（総合研究）「海底熱水系における生物・

地質相互作用の解明に関する国際共同研究」の1. 熱水循環系の物理・化学プロセスに関する研究

〔中項目名〕 1. (2) 潮汐による熱水循環系の変動現象の定量化に関する研究

〔小項目名〕 1. (2) ①海底近傍微細構造に規定された熱水系の化学変動に関する研究

〔研究代表者〕 中村 光一

〔研究担当者〕 中村 光一、岸本 清行、西村 清和、上嶋 正人、村上 文敏、松林 修

〔研究内容〕

本研究は、「海底熱水系の微細構造調査研究」と「海底熱水系の化学変動の研究」というサブテーマで構成されている。

(海底熱水系の微細構造調査研究) H15年12月に実施された無人探査機ハイパードルフィンを用いた調査船「なつしま」NT03-14航海で水曜海山カルデラ内部において、熱水地帯域をほぼ全面的にカバーする音波探査測線とサイドスキャンソナー調査等を行った。その結果、第Ⅰ期から本課題で掘削、実験や観測がなされたカルデラ内の各海底熱水サイトの位置関係を説明し、他の物理化学データとの統合化ができる海底基本画像図(サイドスキャンソナー画像)を作成した。H16年3月実施の無人探査機 ROPOS を用いた米国調査船 Thompson 号の南部マリアナ海域調査でも海底微地形、底表層構造探査を行い、概ね良好なデータを取得することに成功した。地層探査データと合わせて3次元的地下構造の解析を進めた。各種無人探査機、有人潜水船などに簡易に搭載できる探査システムと手法は、ほぼ目標通り達成されたと考える。

(海底熱水系の化学変動の研究) H15年2月に実施された米国調査船 Thompson 号のマリアナ海域熱水ブルーム調査の成果に基づき、H15年10～11月に実施された調査船「よこすか」YK03-09航海において潜水船「しんかい6500」で2回潜航し、第795潜航においてマリアナ背弧拡大軸から離れたオフリッジ海底火山において高温の熱水噴出であるブラックスモーカーを発見した。このふたつの航海と8月の沖縄トラフの無人探査機ハイパードルフィンを用いた調査船「なつしま」NT03-09航海を通じてメタン/水素センサー、レーザー散乱を利用して1.25～250 μ の粒子状物質の粒径分布を計測する装置(LISST)による計測などを行い、マリアナ海底熱水地帯では水曜海山よりもメタン濃度が二桁近く低い数百nmol/lしかないことなどを見出した。背弧海嶺軸の熱水サイトはそれほど高温でない上に噴出口が明瞭でなく、オフリッジ海底火山の熱水サイトは活動している場所がブラックスモーカーしかなく、参照サイトが得られないなどの理由から長期観測機器の設置は断念せざるを得なかった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 海底熱水系、深海微地形・地層探査装置

〔研究題目〕 風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究

〔中項目名〕 発生域における風送ダストの大気中への供給量評価/東アジア域の風送ダスト供給量と沈着量

〔研究代表者〕 金井 豊(地球科学情報研究部門)

〔研究担当者〕 金井 豊、太田 充恒、上岡 晃、寺島 滋、今井 登、松久 幸敬、金井三千代、清水 洋、高橋 嘉夫(職員6名、その他3名)

〔研究内容〕

風送ダストによる地球環境・気候への影響を正しく評価するため、アジア内陸部の乾燥・半乾燥域における風送ダストの舞い上がり過程、およびその大気中での長距離輸送過程に関する総合的観測調査を行うことにより、風送ダストの供給量評価のためのモデル化を行い、過去半世紀にわたる風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響を明らかにすることをめざしている。本年から始まる第Ⅱ期では、第Ⅰ期の成果をふまえて風送ダストの大気中への供給量の実態把握を目指し、東アジア域での風送ダスト沈着量をネットワークで観測し、得られた結果について解析し公表することにより、風送ダスト供給量の実態に関する情報を提供して他グループのモデル計算の検証用データに資する。今年度は、当グループ担当地域の中国東部から日本への長距離輸送途上に当たる北京、青島、沖縄、福岡、名古屋、つくばの6観測点のサンプラーを動かし、集中観測期間(IOP)に万全な体制で観測を行った。2003年春季は2002年よりもダストイベントが少なかったが継続して集中観測を行った。これまでのダスト濃度に関する観測結果を整理して、イベント時には中国では北京>青島>合肥、国内では福岡>名古屋>筑波>沖縄となるが、イベントのない平常時では国内の福岡、名古屋、つくばではほぼ同程度の濃度となっていることが判明し、論文化・公開すると同時に、プロジェクトの他グループによるデータ解析に大きく寄与した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 風送ダスト、地球化学サイクル、粒度分布、鉱物組成、化学組成、黄砂

〔研究題目〕 雲仙火山：科学掘削による噴火機構とマグマ活動解明のための国際共同研究/雲仙火山及び島原半島の火山発達史及び三次元構造モデル化の研究/火山体形成史とマグマ進化の解明

〔研究代表者〕 宇都 浩三、篠原 浩志(地球科学情報研究部門)

〔研究担当者〕 宇都 浩三、篠原 宏志、星住 英夫、

松本 哲一、角井 朝昭、下司 信夫、
齋藤 元治、佐藤 久夫、風早 康平、
高橋 浩、安原 正也、稲村 明彦、
Nguyen Hoang、小栗 和清、
小林佳代子、染谷 雅美
(職員11名、その他5名)

〔研究内容〕

雲仙火山の噴火機構、火山体成長史・構造、地殻内マグマ活動解明を目的とした国際共同研究の一環として、地質学的・年代学的・地球化学的手法を用い、雲仙火山の成長史・マグマ発達過程を明らかにすること、および地球化学的・水文学的手法を用い雲仙火山の火山ガス放出過程を明らかにすることを目標とする。

雲仙火山の地表地質調査、掘削コアの年代測定、全岩化学分析、古地磁気測定などの各種地球化学分析を行い、噴火堆積様式、火山形成史の概要を明らかにした。また、広域テクトニクスと火山活動の因果関係を明らかにし、島原半島及び雲仙火山の火山発達史および3次元構造の総合モデル化のための可視化解析システムの開発を開始した。野外調査を新期雲仙火山及び古期雲仙前期の北部扇状地地域にて実施した。その結果、新期雲仙火山北部地域には、野岳火山(120-70ka)と同時期の火砕流堆積物や溶岩が広がること、新期雲仙火山で火砕流噴火は、20ka以降少なくとも7回あったことが判明した。

島原半島東部において土壌ガス詳細調査を実施し、地下水中の重炭酸濃度にも見られる深部起源 CO₂放出経路が局所的であることを明らかにした。土壌ガス経路での深部起源 CO₂の放出は、噴気や温泉湧出地点の極近傍のみに認められ、場所によっては数十 m 離れるだけで影響が急減することが明らかとなった。このような局所的なガスの放出は、深部から地表に至るガスの移動が地層中の浸透的な移動ではなく、非常に局在化した通路により支配されていることを示している。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕火山噴火、科学掘削

〔研究題目〕地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究／予測のための震源特性のモデル化 活断層情報によるシナリオ地震の設定法

〔研究代表者〕杉山 雄一(活断層研究センター)

〔研究担当者〕関口 春子、杉山 雄一、堀川 晴央、石山 達也、加瀬 祐子、吾妻 崇

〔研究内容〕

本研究は、現在より精度の高い震源像の構築と地震波伝播特性の高精度化を通じて、強震動をこれまで以上に正確に予測し、地震災害の軽減に資することを目的としている。本研究は平成14年度で第I期を終了し、科学技術・学術審議会研究評価部会による中間評価で非常に優れた研究と評価され、2年間の第II期期間に移行してい

る。本年度は、1995年兵庫県南部地震を引き起こした六甲・淡路断層系の位置・形状・過去の活動に関する既存情報を収集し、情報の精度を吟味の上、同断層系の震源特性のモデル化を行った。活断層情報の整理は、次のような手順で行った。まず、分布形状の特徴の分析に基づき、北淡セグメント、東浦セグメント、六甲山セグメントを設定し、さらに神戸大学のキャンパス付近を境界として、六甲山セグメントから東へ派生する西宮セグメントを設定した。次に各セグメントについて、1)固有名を持つ活断層・撓曲等との対応、2)長さ、3)走向、4)傾斜、5)すべりの向き、6)平均的な1回のずれ量、7)1回のずれ量の空間分布と想定されるアスペリティ、8)平均変位速度、9)活動履歴の各情報を整理し、各セグメントの震源特性を推定した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕活断層、シナリオ地震、震源、アスペリティ、セグメント

〔研究題目〕地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究／予測のための伝搬特性・サイト特性のモデル化／反射法記録による速度構造のモデル化手法

〔研究代表者〕横倉 隆伸(地球科学情報研究部門)

〔研究担当者〕横倉 隆伸、加野 直巳、山口 和雄、田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍
(職員6名、その他1名)

〔研究内容〕

平成14年度までの第I期3年間で、強震動予測に必須のパラメータである S 波速度情報を既存の反射法データから抽出するための解析手法をほぼ完成させた。今年度より始まった第II期2年間では、(1)開発してきた S 波速度構造解析手法のさらなる高精度化を図り、より深部までの S 波速度情報を得ること、(2)解析手法を本研究共通のモデル地域である大阪堆積盆地に適用して基盤構造・速度構造を求め、これら成果を本総合研究の他のサブテーマにフィードバックすること、を目的とした研究を行った。現在のところ、この手法により、基盤深度約2.5km 程度までの S 波速度構造を解析できるようになった。さらに大阪堆積盆地で探査実験を行い、基盤深度・速度情報を得て、そのデータ空白域を一部埋めることができた。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕強震動予測、S 波速度構造、解析手法、深部構造、基盤、大阪堆積盆地

〔研究題目〕構造物の破壊過程解明に基づく生活基盤の地震防災性向上に関する研究／実大三次元震動破壊実験施設を想定した実験手法の具体化／大型地盤・基礎模型の作製と測定技術の高度化

〔研究代表者〕 国松 直（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 国松 直、神宮司元治

〔研究内容〕

兵庫県三木市で計画されている実大三次元振動破壊実験施設などの大型土槽実験において、土槽内の相対密度分布の計測は、作製された砂層の評価および地盤作製手法の評価を行う上で重要と考えられる。また、液状化中の砂層収縮状態の評価は、液状化現象の解明を行う上で重要と考えられる。本研究においては、これらの目的を達成するため、比抵抗を用いた砂層の相対密度計測手法を開発する。

本年度は、本委託研究の最終年度であるが、大型土槽における三次元比抵抗トモグラフィを完成させるため、高速比抵抗測定装置の開発および装置の適用性に関する検討を行った。また、これまでの研究成果をふまえ、大型土槽実験を行い、電極ケーブルを用いた比抵抗計測手法の精度検証を行った。

本年度の研究内容は、a) 3次元比抵抗トモグラフィの開発、および b) 地盤作成手法の検討に大別される。

a) 3次元比抵抗トモグラフィ手法の開発

3次元比抵抗トモグラフィを行うため、既存の高速比抵抗測定装置のプログラム改良を行った。また、実験室内でアクリル容器と配列電極を用いた電極感度に関する実験を行い、対平行型のダイポール・ダイポール配置が、土槽内のトモグラフィに最適であることが分かった。また、昨年度製作したマルチウェーブ比抵抗計測装置のテストおよび送信部の改良を行った。

b) 地盤作製手法の検討

昨年度に引き続き、大型土槽での地盤作成手法についての検討を行った。本土槽実験により、大型土槽実験で、比抵抗計測による相対密度と凍結サンプリングの相対密度との比較を行い、双方の結果がよく整合することを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地震防災

〔研究題目〕 陸域震源断層の深部すべり過程のモデル化に関する総合研究／下部地殻内の変形機構に関する研究 地質学的解析による深部断層岩の解析

〔研究代表者〕 伊藤 久男（地球科学情報研究部門）

〔研究担当者〕 伊藤 久男、増田 幸治、桑原 保人、今西 和俊、木口 努、加野 直巳、山口 和雄、田中 明子、駒澤 正夫、藤本光一郎、大谷 具幸、重松 紀生、儘田 豊、新井 崇史、Pervukina Marina

（職員9名、その他6名）

〔研究内容〕

1) 研究の背景・目的・目標

従来の大地震の発生予測手法では発生時期の見積もりに数百年程度の幅があり、将来の制度向上にも限界がある。より高い精度で大地震の発生を予測するためには、まず内陸地震のモデル化を行う必要がある。本研究では、陸域震源断層に関する観測、物質科学的分析及び室内実験を組み合わせることにより、陸域の断層深部におけるすべり過程のモデル化に挑む。

2) 研究の全体計画

内陸地震の決定論的な発生予測に道を開くため、下部地殻における断層のすべりと震源核形成に関する新しいモデルの構築を行う。モデル化に際しては、基盤的地震観測網によって得られるデータ、および、内陸において平均変位速度が最大級の活断層である糸魚川静岡線および震源核形成が始まっていると考えられる長町-利府断層における総合的な観測によって取得するデータを利用する。

3) H15年度の研究内容及び成果の概要

平成15年度は本研究の最終年度としてモデルの統合化を行った。地質学的手法による深部断層岩の解析としては低温マイロナイト中の塑性変形と破壊の共存を見だし、塑性変形から破壊への遷移のメカニズムについてモデルを提出した。畑川破碎帯中部に10km程度にわたって露出している、300-400度程度の低温で形成されたと推定される低温型マイロナイト中に、地震すべりの痕跡であるシュードタキライトが見出された。低温型マイロナイトの分布は断層帯の一部分に限られており、そこでは周囲より温度が低く歪が大きく、また流動から破壊への遷移が起きている可能性があることから、陸域のM7クラスの震源核形成に関係していると考えられる。

断層深部の変形機構・物性の解明については国内初の性能となるガス圧式高温高压岩石変形実験装置により断層抗井物質の高温高压下での変形破壊実験を行い、Dryな場合とWetな場合との比較、粒径の効果等を調べた。300℃以上で速度強化が強くなるという結果を得た。また実験後に回収したサンプルについて化学分析や、SEM観察を行った。制御震源を用いた深部構造探査としては長町-利府断層における反射法探査データの再解析、糸魚川-静岡構造線におけるアレイ観測・解析を行い断層深部の構造を得た。断層深部情報システムの作成としては、本プロジェクトの諸データを一元的に管理し、統合解析を容易にするためウェブ版情報システムを開発・構築し、データの入力と解析を行った。地震波速度構造、比抵抗構造の両方を満足する新たなモデル作成を行った。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 陸域震源断層、深部すべり、モデル化

〔研究題目〕 乱流制御による新機能熱流体システムの創出／乱流制御による新機能熱流体シス

テムの構築(2)

【研究代表者】大橋 秀雄 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】吉田 博夫、川口 靖夫、菊島 義弘、
阿部 裕幸、瀬川 武彦、松沼 孝幸、
前田龍太郎 (機械システム研究部門)、
西澤 啓 (JAXA)

【研究内容】

本プロジェクトでは、産業技術総合研究所、航空宇宙技術研究所、海上技術安全研究所の陸・海・空関連技術を掌握する3国研がそれぞれにおける研究ポテンシャルを融合させ国内外の諸大学とも連携協力してプロジェクトの推進に当たっている。産業技術総合研究所グループの研究目的は、最新のマイクロデバイス技術ならびに制御技術を用いて乱流を知的に制御しその短所を克服し長所を伸ばすための基盤技術を確立することである。短所克服のための乱流摩擦抵抗を減少させる研究では、吹き出し吸い込みジェットアレーを用いて乱流抵抗を減少させることを確認した。この抵抗は新たに開発した光ファイバー方式の歪みセンサをして行った (FBG センサ)。また、長所を伸ばす研究では、翼からの流れの剥離を抑制するためにマイクロボルトックスジェネレータを開発し、その有効性を確認した。これらのデバイスを取り込み第二世代の能動制御システムを検討した。片持ち梁型センサを改良して新たに風向、風速、剪断力を同時に測定できるセンサを開発した。また、流体自身の機能に働きかける制御方法として水に界面活性剤を微量添加した場合の流れと熱伝達の基本特性を実験的かつ直接数値シミュレーションにより検討した。界面活性剤の機能発現をスイッチさせる機構についても検討した。

【分野名】環境、エネルギー

【キーワード】乱流制御、抵抗低減、剥離制御、マイクロデバイス、界面活性剤

【研究題目】生体硬組織の無機ネットワーク構造を模倣した骨組織誘導型人工骨の創製

【研究代表者】寺岡 啓 (セラミックス研究部門)

【研究担当者】寺岡 啓、横川 善之、斎藤 隆雄、
加藤 且也、永田夫久江、穂積 篤、
稲垣 雅彦、原田由紀子、松崎 照正

【研究内容】

本研究では、正常な骨組織に置換される人工骨を創製することを目指し、骨形成に関して最適な構造を持つ多孔質人工骨の設計、構築を目標とする。骨の無機ネットワーク等から、骨形成に関わる形状要素が最適化された人工骨を設計し、作製した人工骨を用いてウサギ等の骨欠損モデルの再生やスキヤフォールドとしての可能性を検討する。さらに、外科的な手法によらない注入により骨欠損部に留置する方法を開発する。なお、臨床応用に関しては、仮骨延長及び脊椎再建を目標とした。今年度は、微小アパタイト (HA) ビーズ及び組織化した HA

ビーズ・細胞複合体の骨形成能ならびに細胞の自己組織化機能 (含細胞リクルート機能) を評価し、材料、システムの最適化を図った。さらに、実用化を図るため、一昨年度より前倒しで行っている臨床現場における HA ビーズ及び HA ビーズ・細胞複合体埋植手法を検討した。in vitro、in vivo での知見を積み重ね、新たな治療法につながる埋植プロトコル確立の目途がたち、実用化の方針を確立した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】アパタイト、ビーズ、集積体

【研究題目】LCA 手法による地球温暖化対策設計ツール開発に関する研究

【研究代表者】玄地 裕 (ライフサイクルアセスメント研究センター)

【研究内容】

1) 研究の背景・目的・目標

地域省エネルギー戦略を設計支援するため、民生部門の地域スケールでのエネルギー連関を記述したツール開発と設計指針提示を目標とする。具体的には、エネルギー消費の巨大な東京23区をモデル地区とし、需要側として、特に夏季電力需要逼迫の主原因である都市高温化による気温上昇とそれに伴うエネルギー消費増加のモデル化による解析、供給側として、地域冷暖房システムにつき、ライフサイクルコスト、ライフサイクル CO₂排出量分析を行うことで、都内エネルギーシステム設計指針を提示する。

2) 研究の全体計画

地域データベースの作成、都市気象モデル、気象ビルエネルギー消費錬成モデルの開発、運輸データベース化、地域エネルギー供給最適化モデルの作成を行い、最終的にモデル統合化を目指す。ケーススタディーを行うことで、都市部の具体的省エネルギー戦略について検討する。

3) 研究の全体計画

地域データベースの作成、都市気象モデル、気象ビルエネルギー消費錬成モデルの開発、運輸データベース化、地域エネルギー供給最適化モデルの作成を行い、最終的にモデル統合化を目指す。ケーススタディーを行うことで、都市部の具体的省エネルギー戦略について検討する。

4) H15年度の研究内容及び成果の概要

平成14年度まで開発を進めてきた需要部門と供給部門のモデルの統合を進めた。需要部門のモデル (都市気象ビルエネルギー連成モデル) の妥当性について、公表されている気温、建物エネルギー消費量などのデータとの比較により妥当性検討を行った。ヒートアイランド対策を例に費用対 CO₂排出削減量という評価軸で他の民生部門地球温暖化対策との比較を行った。

【分野名】環境・エネルギー

[キーワード] 都市、ヒートアイランド、省エネルギー

[研究題目] 新情報パラダイムに基づく技術分野：大域情報処理技術

[研究代表者] 大蒔 和仁 (情報処理部門)

[研究担当者] 関口 智嗣、児玉 祐悦、中田 秀基、高木 浩光、坂根 広史、瀬河 浩司、建部 修見、田中 良夫、首藤 一幸、工藤 知宏、横川三津夫、小島 功、長嶋 雲兵、菅原 保雄、小川 宏高、西川 武志、川田 正晃、松田 元彦、伊藤 智、戸村 哲、半田 剣一、錦見美貴子、高橋 直人、田代 秀一、新部 裕、田沼 均、中村 章人、渡邊 創、田中 哲、木下 佳樹、高橋 孝一、大崎 人士、渡邊 宏、古澤 仁

[研究内容]

世界中に分散して置かれる膨大な計算機資源を、i) 計算機ネットワークを用いて有効に利用するとともに、ii) ハードウェア的にもソフトウェア的にもつなぎ目がないように構成し、接続するための基礎技術の確立を目指す。iii) また、大域での情報処理の方式についてシステムが正しく動作することを保証するための理論の確立を目指す。

(1) グリッド技術

ネットワーク透過な標準的なインターフェースとして遠隔地の PC やワークステーションから特定の計算サービス呼び出す RPC (リモートプロセッサコール) 技術に基づいたミドルウェア、GirdRPC のクライアントライブラリ群を開発し、ユーザのプラットフォームに応じて遠隔実行を可能とする技術の確立を目的として研究を実施している。特筆すべき成果は香港大学や米国 TeraGrid に導入して予備的実験を行い、遠隔実行が可能であることを実証したことである。

(2) グローバル情報技術

Linux/Unix 汎用多言語情報処理ライブラリの研究開発では、昨年度までに開発した C ライブラリ、X ライブラリ相当部分の改善、m17n ライブラリの公開を行なうためのドキュメントの整備、Free Standards Group への参加、ツールキットレベルでの開発の開始などを行った。セキュリティ情報集約システムの構築基盤の開発では、セキュリティ対策のためのコンピュータの状態把握とソフトウェアの更新処理を自動化するシステムを試作した。オブジェクト指向言語 MixJuice を使った実証システムの開発では、オープンソースの開発環境である Eclipse を、今後の研究開発のプラットフォームに使用できないか検討した。暗号強度の継続的評価と暗号応用技術の開発では、不正コピーを抑制する技術である電子透かしを利

用した安全な配信システムの基礎となる ID 符号化法において、現時点で最高レベルの実用性、安全性をもつ方式を開発した。

(3) システム検証技術

詳細化 (精製法)・抽象化の一般論を前年度に構築した様相 μ 計算自体の関手モデルに適用して、リアクティブ・システムに関する抽象化の数理モデルを研究した。そして、よく知られている抽象解釈を説明するいくつかの圏論的構成を明らかにした。また、詳細化 (精製法)・抽象化を検証作業に適用するためのサポート・ソフトウェアのサーベイを行ない、新たに要求される機能を検討した。その結果、我々としては当面、ポインタ型データを扱うプログラムの抽象化サポート・ソフトウェアを開発することとし、その設計を開始した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] グリッド技術、グローバル情報技術、システム検証技術

[研究題目] 新情報パラダイムに基づく技術分野：大域情報処理技術

[中項目名] システム検証技術の研究

[研究代表者] 木下 佳樹

[研究担当者] 木下 佳樹、高橋 孝一、大崎 人士、古澤 仁、渡邊 宏

[研究内容]

システム検証技術 μ 計算を対象とした精製法に関する関手モデル構築のために、まず様相 μ 計算自体の関手モデルの構築を行う。関手モデルを用いることによって様相 μ 計算の性質を自由生成の概念から論じた。

[分野名] 情報通信

[キーワード] μ 計算、精製法、関手意味論

[研究題目] 界面メゾスコピック構造に関する研究

[中項目名] 界面構造計測技術の開発に関する研究
研究運営

[研究代表者] 中山 景次

(ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 中山 景次、初鹿野寛一、Shamim Md. Mirza、荒井 智史、Yilmaz Ozmen、Alexander Gatsenko、田丸由美子

[研究内容] (目標)

本研究の目的は、薄膜界面とクラスタ界面におけるメゾスコピック構造を欠陥の電子状態を中心に、TSEE 法、TSPE 法、SKPM 法、STM-LE 法の融合による計測技術を開発することであり、その開発目標は原子～ナノメートルの解像度である。

(研究計画)

TSEE/TSPE による界面構造計測技術の開発に関する

る研究、(2)STM-LE による界面構造計測技術の開発に関する研究、(3)SKPM 計測による界面構造計測技術の開発に関する研究の3つのグループに分けて推進する。(1)においては、TSEE と TSPE をを用いた界面計測技術を開発する。ここでは、TSEE による表層欠陥と TSPE による深層欠陥の全く新規な計測技術開発を目標とする。(2)においては、STM-LE をを用いた界面構造計測技術を開発する。ここでは原子～ナノメートルレベルの解像度を目標とする。(3)においては、現有の SKPM・NC-AFM の複合装置を用いて界面構造計測技術を開発する。ここでは、原子レベルの解像度を目標とする。

(H15年度の進捗状況)

TSEE/TSPE による界面構造計測技術の開発に関する研究においては、超高真空 TSEE・TSPE・TSNE・複合装置から TSPE 計測部分を切り離し新たに超高真空 TSPE・TSNE 複合装置を設計し、その本体部分を製作した。また、TSEE・TSNE 複合装置に、波長可変励起光源を設計・製作して装着し、PTSEE 計測を可能なシステムへと機能アップした。Si や金属系試料からの TSEE 特性、TSNE 特性を明らかにした。STM-LE による界面構造計測技術の開発に関する研究においては、光検出感度を向上させ微弱光計測を可能とし、Si 単結晶表面上の Ag 薄膜クラスタからの STM-LE 像の計測に成功し、さらに、STM-LE 像や放出されるフォトンエネルギーの電圧依存性を明らかにした。また、SKPM による界面構造計測技術の開発に関する研究においては、UHV-SKPM・NC-AFM 複合装置を用いて Si 単結晶上の結晶粒界の計測を行った。これらに加えて、数 eV から数 keV にわたるエネルギーを持つ電子線を試料表面に打ち込むことができる電子線照射装置を設計・製作した。本装置を用いて、試料内部に様々な欠陥を導入して評価することができることとなった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 デバイス設計、製造、プロセス技術、超精密計測、解析・評価技術

【研究題目】 ホウ素系新超伝導物質の材料化基盤研究／機能発現機構の解明と物質デザイン／共有結合ネットワークの幾何学的効果の研究

【研究代表者】 針谷喜久雄

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 古門 聡士、山城 敦

【研究内容】

ナノ炭素系やボロンと窒素を含むナノリボン等をモデル物質に選び、電子のスピンに依存した輸送現象の機構を解明した。とくにエッジの効果に着目して、幾何学的効果に由来したスピン配列を観測するための新しい実験的手段を提案し、観測データに関して理論的に数値的シ

ミュレーションを行った。また、幾何学的にひねった境界条件を課した系における磁性等を研究した。境界条件を変えることによる電子状態の波数条件が変わる効果や光学選択性への影響を考察し、光励起状態の機構を理論的に解明した。

近年、スピンをエレクトロニクスに積極的に取り入れようとする「スピントロニクス」分野の研究が盛んに行なわれている。代表的な素子として、強磁性体 (FM) / スーパー / FM 接合から成る磁気抵抗素子がある。これは、FM の磁化配列 (平行・反平行) により抵抗値が変化する、磁気抵抗効果を示す。最近、デバイスの微細化を目指して、FM / カーボンナノチューブ (CNT) / FM 接合が作製され、その磁気抵抗効果が報告された。本研究において、磁気抵抗効果を高めるための方法を理論的に提案した。

端の形状がジグザグ型の形状を持ったナノグラファイトリボンにおいては、端に局在した非結合性軌道が平坦バンドを形成し、状態密度がフェルミ準位に鋭いピークを持つ。一方、炭素サイト上のクーロン相互作用によりその平坦バンドが不安定化し、両端に逆向きのフェリ的な磁化が局在した状態が現れることが知られている。近年、北海道大学においてメビウスの輪形状をした NbSe₃ 単結晶が合成された。ナノグラファイトリボンにおいて幾何構造が電子状態に強く影響することから、メビウス形状の電子状態への効果等を理論的に検討した。

導電性高分子は、炭素の π 電子が1次的に連なって出来た人工的な合成金属である。近年、顕著な発光特性を利用して、薄型ディスプレイや携帯電話などへ応用されるようになってきた。ナノデバイスの研究が盛んであり、ナノ機能の観点から基礎的特性を研究することは益々意義がある。導電性高分子において、メビウス型の境界条件を持った系が実際に合成されている。導電性高分子をモデル物質にして、空間的幾何構造の効果がどのように電子状態に影響し基礎特性が変化するか、理論的に研究を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、ナノグラファイト、共役高分子、スピントロニクス、磁性、光物性

【研究題目】 カーボンナノチューブエレクトロニクスに関する研究／カーボンナノチューブ走査単一電荷プローブテラビットメモリの開発

【研究代表者】 松本 和彦

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究内容】

テラビットメモリーを実現するために、数ナノメートルの領域に閉じ込められた数個の電子を高感度に読み出す単電子プローブの作製を行なった。カンチレバー先端

に触媒を形成してカーボンナノチューブを成長し、これに欠陥を導入して単一電子トランジスタとし、室温動作単電子プローブの作製に成功した。素子は室温でクローンダイヤモンド特性を示した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、単一電子デバイス、センサー

【研究 題目】 高速 LSI 用歪 SOI ウェーハの研究開発
／欠陥の高感度評価とマッピング技術の
開発／欠陥のウェーハ面内マッピング

【研究代表者】 大串 秀世

(ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】 大串 秀世、李 成奇

(職員1名、他1名)

【研究 内容】

カソードルミネッセンス (CL) 法による光学的欠陥評価および過渡容量分光法 (ICTS) による電氣的欠陥評価により、SOI ウェーハの欠陥の面内分布に関する情報を得て、SOI ウェーハ開発へフィードバックする。

前年度までに蓄積した歪バルクシリコンウェーハの電氣的特性法による欠陥マッピング技術をもとに、今年度開発する歪 SOI シリコンウェーハの欠陥面内マッピングを展開し、最終目標の達成を計る。また、前年度立ち上がった高感度 CL 装置による発光センタの欠陥評価についても、前半にデータ蓄積を行い、後半所期の目標をクリアする。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 シリコン SOI ウェーハ、欠陥マッピング、カソードルミネッセンス法

【研究 題目】 噴火様式の進化に関する研究

【研究代表者】 高田 亮 (地球科学情報研究部門)

【研究担当者】 高田 亮、石塚 吉浩、中野 俊、
小林 淳 (ダイヤモンドコンサルタント)、
鈴木 雄介 (アジア航測)、
荒井 健一 (アジア航測)、
千葉 達朗 (アジア航測)

(職員3名、その他4名)

【研究 内容】

富士山腹で重機および人力のトレンチ調査を複数行い、表層に隠れた代表的な過去の噴出物を特定し、その噴出年代、噴出場所、噴火様式、噴火履歴、規模などを推定する事、及び、得られた情報を時系列として扱い、相互の関連性を議論し、噴火様式の進化のモデルを試作する事を目標とする。

平15年度は、富士北西山腹 (西部と北部) を中心に、重機および人力のトレンチ調査を複数行い、表層に隠れた代表的な過去の噴出物を特定し、その噴出年代、噴出場所、噴火様式、噴火履歴、規模などを推定する。これ

らの情報に、平13、14年度に得られた情報を含めて、総合的な時系列として扱い、相互の関連性を議論し、噴火様式の進化のモデルを試作する。

富士火山山腹の主としてスコリア丘山頂でトレンチ調査を行い、年代測定やテフラ分析などにより、これまで不明だった、富士火山の1万年より新しい山腹噴火の活動時期が正確に時代区分できた。本成果をもとに、時系列解析をすると、過去5000年間で、噴火頻度、噴出量、噴火位置、噴火様式に関して、時間変化の波 (リズム) が存在することが明らかとなった。噴火位置の分布限界については、山頂からの距離に関する拡大と縮小や卓越方位の時間変化が、噴火様式については、噴火活動の爆発性而非爆発性に時間変化があることが認められた。特に、これらのリズムは、約 BC2000-1000年と AD700-1000年の期間には特に顕著である。

【分 野 名】 地質・海洋

【キーワード】 火山、噴火、富士山、噴火履歴、噴火様式、側噴火、トレンチ調査

【研究 題目】 産総研 生命情報科学人材養成コース

【研究代表者】 秋山 泰 (生命情報科学研究センター)

【研究担当者】 後藤 修、浅井 潔、ポールホートン、
諏訪 牧子、野口 保、広川 貴次、
秋山 泰、高橋 勝利、五條堀 孝、
今西 規、山口 由美、伊藤 剛

【研究 内容】

バイオインフォマティクスの実践的な研究人材を養成するため、大規模プロジェクトが遂行されている現場で総合的な養成教育を行う。養成に際してはバイオインフォマティクスにおいて先端的な研究を進めている多数の優れた研究リーダーの下で、ポストドク研究者の雇用、産業界からの共同研究者・技術研修者の受け入れ、大学との連携による大学院等の実施教育、ソフトウェア産業を巻き込んだソフトウェア技術の養成などを、大規模かつ拠点集中的に実施し、我が国におけるバイオインフォマティクス人材のインキュベーションセンターとしての役割を果たすことを目標としている。

具体的な実施内容としては 1. セミナーの開講 2. 研究チーム配属による研究実務体験 3. シンポジウムの開催 4. 外国人研究者の招聘などを行う。

年度進捗状況は次の通りである。

1. 被養成人数

リーダー養成4名 学際研究者養成8名 アノテーター養成 2名 企業研究者養成 13名 受託学生指導 16名

2. 特別講義および専門別セミナーの実績

1) 生命情報科学特別講義：週1回程度外部講師を招いて講演 (30回)

2) 専門別セミナー：分子機能セミナー (22回)、遺

伝子情報セミナー（21回）、生命システムセミナー（15回）、分子進化学セミナー（20回）、生物多様性セミナー（2回）

3. シンポジウムの開催（シンポジウム、招待講演、ポスターセッションなど）

シンポジウム名：第2回 産総研生命情報科学人材養成コース

開催日時：平成15年10月3日

開催場所：日本科学未来館 7F みらい CAN ホール

4. 研究者の招聘：海外から著名研究者を招聘し、講演および研究指導を行った。（5名）

【分野名】ライフサイエンス

【研究題目】産総研 ナノバイオ分野人材養成ユニット

【研究代表者】湯元 昇（人間系特別研究体 動的構造機能制御研究グループ）

【研究担当者】達 吉郎、茂里 康、森垣 憲一（人間系特別研究体）、上田 太郎（ジーンファンクション研究センター）、西井 準治、金高 健二（光技術研究部門）、芝上 基成（物質プロセス研究部門）、久保 泰（脳神経情報研究部門）、小高 正人（生物機能工学研究部門）

【研究内容】

（目標）

広い視野と先端的な機器・手法の研究開発が要求されるナノバイオテクノロジー分野において、即戦力となりうる人材の養成を行うことを目的とする。

「研究計画」

本人材養成ユニットは、産総研内の既存の研究ユニットを複数、融合させることにより、人材養成機関として機動的に組織される。被養成者は研究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用した養成プログラムにより、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術を獲得する。その際、被養成者は広範な知識・技術の習得を目的として、講義・技術講習・セミナーを受講するとともに、実践的な技術および知見の獲得を目的として研究実習を行う。実習コースとしては、生体ナノマシンコースとナノバイオ材料コースを提供する。

（平成15年度進捗）

人材養成業務従事者及び内外の企業、大学、他の研究所等から外部講師を招いた講義を26回行い、ナノバイオ分野全般に関する基礎から最先端の研究成果を被養成者に習得させた。

人材養成業務従事者等による技術講習を7回行い、バイオから材料・製造まで、広範囲に渡るナノバイオ分野研究に必携の技術を被養成者に習得させた。

被養成者は、生体ナノマシンコース及びナノバイオ材料・マシン製造コースいずれかのコースを選択し、各研

究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用したプログラム項目について、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術や研究実務を習得した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】人材養成、ナノバイオ、運動蛋白質、ナノマシン

【研究題目】国際物質循環時代のエコマテリアル化指針のうち国際技術共有可能なリサイクル・排出抑制プロセス技術及びリサイクル配慮設計技術

【研究代表者】小林 幹男（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】春田 正毅、遠藤 茂寿、大矢 仁史、四元 弘毅、田中 幹也、古屋仲茂樹、品川 俊一、小山 和也、西嶋 昭生、大見 孝吉

【研究内容】

資源循環や環境調和材料（エコマテリアル）に係わる現象は、我が国一国で閉じておらず、国際的な循環・ライフサイクルの中で生じている。したがって、これらに関連した技術開発を行うには、国際的、とりわけアジア域での循環・ライフサイクルを検討することが必要である。本課題では、わが国の有するリサイクル・排出抑制プロセス技術及びリサイクル配慮設計技術のアジア諸国への適正化のための現状調査・検討ならびに関連するライフサイクル管理のガイドラインづくりの推進に資する調査・検討を行う。平成15年度においては、これまで2度にわたり行った International Workshop on Recycling at Tsukuba に引き続き、最終年度として、エコマテリアルを担当している物質・材料研究機構と共同で、「Joint Workshop of ECOMATERIALS & RECYCLING」を開催、産総研からは中国、韓国、ベトナム、タイ、シンガポールの大学等から研究者を招聘して、各国・機関での取り組みについて発表を行うとともに、ディスカッションを行った。そして、ワークショップの中で、今後、アジア域国際資源循環を適正に行っていくための指針を提示した。また、現地調査として、韓国、タイ、中国においてリサイクルに関する先進的な研究を行っている機関を調査した。本プロジェクトを3年間推進することにより、アジア域の資源循環に関する最新の情報の収集、今後研究を推進するにあたって協力機関となる可能性のある機関とのパートナーシップの強化、アジア域での適正な資源循環を進めるにあたっての基準試案提示等の成果が得られた。

【分野名】資源循環

【キーワード】リサイクル、エコマテリアル、アジア、国際循環、環境調和

【研究題目】アジア太平洋地域の気環境の改善のうちアジア太平洋地区気環境改善のため

の国際会議の主催

【研究代表者】 指宿 堯嗣（環境管理研究部門）

【研究担当者】 山本 晋、近藤 裕昭、蒲生 稔、
村山 昌平、三枝 信子、飯塚 悟、
松沢 貞夫

【研究内容】

2003年10月21日、22日に産総研高山観測サイトのある岐阜県高山市でアジアの炭素収支とモニタリングネットワークに関する国際ワークショップを開催し、14年度に開催した第8回大気科学とその大気質への応用国際会議を受けて今後のアジア地域における大気環境研究の人的交流やデータ交換手法などの研究協力をどう進めていくに関する議論を行った。また、中国、タイ、インドネシアに対してモニタリング手法に関する技術的な指導と今後の研究協力に関する協議、カナダとはモニタリング手法の相互比較に関する研究協力を行った。アジア地域については、ほぼ現地スタッフでモニタリングを続けられる目途をつけることができた。

アジアの炭素収支とモニタリングネットワークに関する国際ワークショップは、2003年10月21日、22日の両日、岐阜県高山市のホテルアソシア高山リゾートで行われた。本ワークショップは、産業技術総合研究所と岐阜大学流域圏科学研究センターの共同主催で行った。高山市郊外には、産総研の前身である工業技術院資源環境技術総合研究所が1993年に設置した25mの炭素収支測定用のタワーがある。本ワークショップはこのタワーでのこの10年の観測結果を中心にして、現在アジア各国で同様なタワー観測が始められており AsiaFlux というネットワークが構成されていること、また同様なモニタリングネットワークである東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) との知見を交換すること、また14年度に開催した第8回大気科学とその大気質への応用国際会議の結果をふまえ、アジア地域の大気環境研究を展開するに当たっての問題点等を議論する目的で開催した。

ワークショップでは、カナダ、中国、韓国、タイ、ロシアからの外国人研究者を含む、口頭発表24件（うち招待講演4件）、ポスター発表9件の発表があり、68名の参加者があった。21日は午後から2つのセッションを行い、夕方にポスターセッションを実施した。また、22日には午前中に2つのセッションを行った後、バスで産総研観測サイトへのテクニカルツアーを実施した。

本ワークショップにおける研究発表については、アジアのリージョナルな結果に留まるべきではなく、全世界的に発信すべきとのワークショップでの議論から国際学術誌の「Agricultural and Forest Meteorology」誌に本ワークショップで発表された論文で特集号を組むように提案することとなった。地球環境に関連する大気のモニタリングに関する研究は、長期間同じ精度で観測を続けることに意義がある。このため、長期間にわたり研究が継続されるような手段を講じる必要がある。アジアにお

いてこのような長期の研究協力を続けていくためには、相手側の文化を考慮した粘り強い交渉と指導を行っていく必要がある。その意味で、産総研が協力した中国、タイ、インドネシアの観測サイトではほぼ現地スタッフのみで精度の高いモニタリングを維持することができるようになったのは大きな成果である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 国際会議、アジア地域、国際的リーダーシップの確保、大気環境研究者ネットワーク、AsiaFlux、EANET、岐阜県高山市

【研究題目】 アジアグリッドイニシアチブ

【研究代表者】 関口 智嗣（グリッド研究センター）

【研究担当者】 田中 良夫、建部 修見、首藤 一幸

【研究内容】

アジアグリッドイニシアチブは、アジア太平洋地域にグリッドテストベッドを構築し、グリッド環境の提供、運用を行うプロジェクトである。構築、運営方法に関する技術的な方針について参加組織での合意のもと試験的な運用を行っている。今年度は ApGrid Testbed の規模拡大を進めるとともに、アプリケーションを用いた評価およびより使いやすい環境を提供するためのアプリケーションポータルやツールの開発を行った。ApGrid Testbed の性能および実用性を検証するために、産総研で開発を進めているグリッドにおけるプログラミングミドルウェアである Ninf-G を使って開発した気象シミュレーションシステムを ApGrid Testbed 上に配備し、Supercomputing 2003(SC2003)や PRAGMA Workshop などの国際会議やワークショップにおいてデモ展示を行った。また、SC2003においては米国 TeraGrid と連携したデモ展示を行なうとともに、簡単な性能評価を行った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 テストベッド、実証実験

【研究題目】 臍帯血からの神経幹細胞の分離技術の開発

【研究代表者】 金村 米博（ティッシュエンジニアリング研究センター）

【研究内容】

疾病、もしくは損傷により傷害された中枢神経組織の機能回復を図る有効な治療法は未だ存在せず、その開発は国際的にも緊急を有する課題である。その対処法として、神経幹細胞を用いた中枢神経の再生医療の実現に大きな期待が寄せられているが、早期の実用化が有望視されている胎児由来神経幹細胞と、ES細胞の使用には倫理的問題と拒絶反応の問題が存在する。本研究開発はこれら細胞に代わって社会的容認が得られやすく、かつ自己細胞移植に準じた安全な同種移植法が既に実用化さ

れており、近年、神経幹細胞のソースとして注目されている臍帯血から、効率的に神経幹細胞を分離する技術を開発し分離された神経幹細胞の実用化を目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 臍帯血、神経幹細胞、再生医療

【研究題目】 システム詳細化・抽象化の数理モデルの確立

【研究代表者】 渡邊 宏

【研究担当者】 渡邊 宏、高木 理、早水 公二

【研究内容】

リアクティブシステムの詳細化・抽象化の数理モデル構築と数理モデルを使いシステム検証の事例研究を行うこと、並びに詳細化・抽象化の数理モデルの利用を支援する詳細化・抽象化検証ツールの試作・試用試験を行うことにより大規模システムの開発技術とバグを見つける検査技術を確認することである。

詳細化・抽象化の数理モデルの研究では、cone of influence 技法を通信付きシステムへ拡張させた。

システム検証の事例研究では、組み込みソフトウェアの仕様書のモデル検査の中で、モデルの状態遷移系作成に抽象化手法を適用することを検討した。それと並行して、ソフトウェア技術者向けのモデル検査教育用教材の素案を作成した。詳細化・抽象化検証ツールの試作・試用試験では、ツールを試作するための準備として、PVS、Isabelle/HOL、Agda/Alfa など定理証明支援系の調査を行った。さらに、定理証明支援系の操作法修得のため、モデル検査の抽象化アルゴリズムを題材として、数学的概念の形式化を行い、アルゴリズムの正当性および停止性の形式的証明を与える事例研究を行った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 リアクティブシステム、システム検証、抽象化

【研究題目】 高異方性ナノプロセスによる極微 MOSFET

【研究代表者】 昌原 明植

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 石井 賢一、柳永 勲、松川 貴

【研究内容】

【目標】

新たに見いだした、無損傷で微細構造形成可能とする高異方性エッチング特性を利用した、ナノウェットプロセスを構築する。この新技術により、高性能微細立体構造ダブルゲート MOS デバイス作製技術を開発する。これらの微細デバイスの電気的特性をミクロの視点から観測する技術を開発し、デバイス実用性の向上をはかる。最終的には、集積可能なダブルゲート相補型 MOS (CMOS) 回路の実現を目指す。

【研究計画】

申請者が発見したイオン照射誘起減速エッチング現象を用いて、3次的に微細加工可能な高異方性ナノウェットプロセスを開発し、これまでに開発されたことのない10nm 級の縦型極薄 Si チャンネルを有する縦型ダブルゲート MOSFET を実現する。さらに、走査型プローブ容量顕微鏡を用いて、微細 Si 構造をナノスケールで観測する

【年度進捗状況】

独自の高異方性ナノウェットプロセス法により、10nm 級縦型極薄チャンネル形成技術を確認した。また、開発した極薄チャンネル形成技術に CMOS 技術を統合し、縦型極薄チャンネルを有する n チャンネル型縦型ダブルゲート MOSFET を作製した。さらに、作製された MOSFET が、ダブルゲート化に起因して極めて良い性能を有すること、また、チャンネル厚薄層化に伴い短チャンネル効果が抑制されていくことを確認した。また、チャンネル厚のみならず、チャンネル形状も特性に大きく影響を及ぼすことを実験的に確認した。MOSFET 特性向上を目的として、850°C低温熱酸化法を用いて、極薄ゲート酸化膜形成を試みた。酸化膜成長速度および面方位依存を調査した結果、本研究でトランジスタチャンネル面として利用する Si (111) 面では、酸化時間制御により、再現性良く 1.8nm の極薄酸化膜が成長可能であることを実証した。さらに、希釈 HF によるウェットエッチバック法による 1nm までの薄膜化技術を確認した。また、走査型非線形容量顕微鏡 (SNDM) を用いて、様々なプロセス条件で作成された n チャンネル及び p チャンネルプレーナ型シングルゲートトランジスタ構造の評価を行った。ソース/チャンネル/ドレインを横切るように非線形容量プロファイルを測定し、またチャンネル領域での局所的容量-電圧特性評価により、実効チャンネル長、短チャンネル効果発生の有無を定量的に調査した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ナノウェットプロセス、ダブルゲート

【研究題目】 感温性表面による廃水の革新的処理プロセス

【研究代表者】 石田 尚之 (環境調和技術研究部門)

【研究担当者】 石田 尚之

【研究内容】

様々な産業分野から排出される油を含んだ廃水は、大きな環境汚染源となるために適正な処理が必要である。また、産業界におけるゼロエミッション化の推進に伴い、処理後の油が循環利用できるプロセスの確立が必要である。しかし、従来の手法では、油分が水中にエマルション状態になった廃水の効率的な処理が難しい。そこで本研究では、繊維状の固体表面に感温性分子を固定することで、温度変化で油微粒子の捕捉・放出を行うことのできる油水分離材を創製し、この分離材を用いて、温度により廃水中の油分を分離・回収するとともに、分離材

を再生・繰り返し使用できるプロセスを開発する。処理水中の油濃度が排出規制値の5ppm以下で、除去後の油が回収できることを目標とする。

本年度は、油水分離材の試作と、それを用いた油水分離プロセスの開発を行った。分離材の基質として繊維状固体を用い、その表面に感温性分子を重合することで、所為の分離材を作成した。モデル廃水としてドデカンに水に分散したモデル溶液を用いて、バッチ試験により分離性能を評価した。その結果、感温性分子を網目状に固定した分離材においては、40℃でモデル廃液中の油分の97%以上を分離できることがわかった。

次いで、開発された分離材を用いたバッチ式の油水分離プロセスを、ラボスケールで作成した。同様にモデル廃水を用いた試験により、分離材の繊維径、油滴のサイズ、流量、および運転温度などの諸条件による油水分離性について評価し、その最適条件を見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃水処理、エマルジョン、油水分離、感温性

【研究題目】レーザープロセッシングによるβ-鉄シリサイドの低温合成

【研究代表者】奈良崎愛子（光反応制御研究センター）

【研究担当者】奈良崎愛子

【研究内容】

目標、研究計画

1.5 μm 光通信帯での近赤外発光特性が注目されている環境半導体の鉄シリサイド薄膜は、イオンビーム打ち込み法等の他の合成手法ではβ結晶相の析出に長時間の高温アニール処理（～800℃）を必要とする。そこで、レーザーアブレーションにおいて結晶性微粒子が特異的に発現することに基づき、鉄シリサイド合金の紫外レーザーアブレーションにより、200℃以下のβ結晶相の低温合成を目指す。

年度進捗状況

鉄シリサイド合金ターゲットのレーザーアブレーションにより特異的に生成するマイクロ液滴をシリコン基板上に室温堆積させる手法により、β半導体相を有する鉄シリサイドマイクロ構造の室温作製が可能なことをこれまで見出してきた。本年度は、β-鉄シリサイドのマイクロ構造を高密度に含有する薄膜を、不活性雰囲気中で短時間のアニリング処理を施すことにより、1.55 μm のフォトルミネッセンスを200Kより低温で観測することに成功した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】鉄シリサイド、環境半導体、レーザーアブレーション、β結晶相、パルスレーザー堆積法（PLD）、フォトルミネッセンス

【研究題目】単一種分子から成る新規伝導体の開発と応用

【研究代表者】田中 寿（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】徳本 圓

【研究内容】

本課題においては、分子設計が可能な有機分子や金属錯体分子を用いて新規の分子物性を実現し、次世代の分子物性開発を牽引しうる物質の開発を目標としている。特に、我々が近年開発した単一種分子から成る伝導体（単一種分子性伝導体）は、従来の分子性伝導体の常識である異分子間の電荷移動や部分酸化を行うことなしに伝導キャリアを発生させた新しいタイプの分子性伝導体であり、そのシンプルな組成や構造の多様性から注目されている。

昨年報告で、予備的実験ながら米国タラハシの強磁場実験施設における磁気量子振動の測定に成功し、[Ni(tmdt)₂]が紛れもなくフェルミ面を持つ金属であろうことを報告した。この長年の懸案であった単一種分子性伝導体 [Ni(tmdt)₂] の電子構造について、AFM用のマイクロカンチレバーを用いた磁気量子振動の三次元的なデータ測定に成功した。これにより、単一種分子性伝導体が紛れもなくフェルミ面を持つ金属であることが証明された。これに関して、第一原理計算によるフェルミ面の最適化を行い、実験結果とほぼ一致する結果を得ることが出来た。また新規物質としてコバルトや鉄等、磁性金属を含む錯体を合成し、コバルト錯体については構造の決定も行なった。磁気的には転移は起きていないが、アニオン錯体（絶縁体）の時は消えていた磁化が、中性錯体（伝導体）になると一部出現する等の興味深い性質が見られている。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】単一種分子性金属、フェルミ面、磁気量子振動、単一種分子性磁性伝導体

【研究題目】バンド制御による高効率可視光応答性ナノ構造光触媒の設計・開発

【研究代表者】阿部 竜（光反応制御研究センター）

【研究担当者】阿部 竜

【研究内容】

目標、研究計画

次世代のクリーンエネルギーとして水素が注目されており、これを太陽光と光触媒を用いて水から製造出来れば、世界のエネルギー問題の抜本的解決に繋がる可能性を有している。この観点から半導体光触媒による水の分解反応が注目・検討されてきたが、太陽光の大部分を占める可視光の利用には至っていないのが現状である。そこで本研究プログラムでは複合酸化物半導体のバンド構造を設計制御することで、可視光を用いて水を水素と酸素に効率よく分解可能なナノ構造光触媒を開発することを目的とする。

年度進捗状況

平成15年度は新規の複合酸化物半導体を合成し、これらのキャラクタリゼーションと光触媒活性の評価を行った。半導体の伝導体を形成する金属として、チタン・ニオブ・タンタルを選びこれらの複合酸化物を合成し評価した結果、複合酸化物の結晶構造が光触媒活性と密接な相関関係を有することを見出した。またパイロクロア構造を有する化合物が水の分解に対して活性を示すことを世界で初めて見出した。ビスマス等を複合酸化物の骨格に組み込むことで、バンドギャップが縮まり一部の化合物では可視光吸収を発現することを見出した。これらの結果は今後の高活性光触媒の設計指針になりうると考えられる。

また平成15年度からは色素と半導体を組み合わせた色素増感光触媒の開発に着手した。金属錯体や有機色素はその分子構造を変えることで半導体のバンドに相当するエネルギーレベルを容易に変化させることが可能であり、可視光での光触媒反応へ利用できることが期待される。各種の色素を用いて可視光水素生成反応を検討したところ、ある種の有機溶媒と水の混合溶液中において非常に効率の良い水素生成が進行することを見出した。さらに半導体としてナノ構造処理を行ったニオブ系の層状化合物を用いたところ従来の可視光応答性複合酸化物にくらべ、同等の可視光照射条件で1000倍以上の水素生成速度が得られることが分かった。色素増感光触媒の有効性を示した世界初の成果である。今後は複合酸化物と色素増感光触媒の両方を検討し、最終的に両者を組み合わせることで高効率可視光水分解の達成を目指す。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】半導体光触媒、水の分解、水素製造、結晶構造、バンド構造

【研究題目】生体組織再生を目的とした機能性複合基盤材料の開発

【研究代表者】陳 国平（ティッシュエンジニアリング研究センター）

【研究内容】

3次元的な多孔質培養基盤材料の開発は、再生医学の産業化を左右する重要な基盤技術であるため、世界中で競って研究開発が行われている。産業化で世界に先駆けるために、優れた培養基盤材料の緊急開発が必要である。本研究では、生体吸収性合成高分子材料の骨格構造体内部に、さらに細胞生理活性物質と細胞外基質を導入し、軟骨や、靭帯、骨などの生体組織再生をより容易にしうる培養基盤材料を開発する。さらに、骨・軟骨組織や骨・靭帯組織など近接する複数組織の同時再生を目指して、軟骨や靭帯再生を促進する部分と骨再生を促進する部分からなる階層構造を有する高度機能化した培養基盤材料の開発を目指す。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】培養基盤材料、生体吸収性合成高分子、生体組織再生

【研究題目】細胞の品質管理機構による新規人工蛋白質のスクリーニング

【研究代表者】萩原 義久（人間系特別研究体）

【研究担当者】湯元 昇、達 吉郎、中村 努、上垣 浩一、茂里 康

【研究内容】

（研究内容・目標）

本研究は新規人工蛋白質の創出によって、蛋白質の立体構造の構築原理を明らかとすることを目標としている。蛋白質の本質的理解は生物を分子論的に理解する上で必須だけでなく、産業面では新機能酵素の開発に貢献し、環境に優しいバイオプロセスの普及を推進する。またポストゲノム時代を迎え、アミノ酸配列からその立体構造を知り、機能を探り出す必要性が高まっている。本研究はこれらのニーズに合致しておりが本研究を行う意義は大きい。

（研究計画）

本研究では『細胞の品質管理機構』を利用して、ランダムなアミノ酸配列のライブラリーの中から強固な立体構造を持つ人工蛋白質をスクリーニング法によって得る。15年度は、異なる数種類の免疫グロブリンフォールドドメインを研究材料として用いる。部位特異的アミノ酸置換により免疫グロブリンフォールドドメインのジスルフィド結合領域を部分的にランダム化し、このライブラリーについて安定な変異体を検索する。こうした変異体は抗体の広範な新規利用に資する。また新規人工蛋白質との比較を行うための、天然に存在する蛋白質やペプチドの基礎的データの収集を行う。

（年度進捗状況）

現在までにジスルフィド結合をランダムに置換したライブラリーについてスクリーニングを行なっている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質工学、人工蛋白質

【研究題目】新規遺伝子発現制御系・光スイッチの開発

【研究代表者】中島 芳浩（人間系特別研究体）

【研究内容】

（研究内容・目標）

日常的な実験室レベルでの基礎生命科学実験から遺伝子治療等の臨床に渡る広範な分野において、目的とする遺伝子を細胞内に導入し、発現を制御する手段は極めて重要且つ必須である。これまで遺伝子導入系については詳細な研究が行われ、種々の実用的な手法が確立しているが、遺伝子発現制御に関する方法については開発が遅れ、実用的な手法は極めて僅かであり、細胞内プロテオームを攪乱することなく、遺伝子発現制御可能な手法の

確立が待たれている。本研究では、これまでの遺伝子発現制御において用いられていない「光」を駆使することで、時間・空間的な発現制御が可能な新しいシステムの確立を試みている。

〔研究計画〕

微生物からヒトまで、多くの生物は外界の光情報を受け取り、生命維持に必要なエネルギー生産や体内時計の調節等を行っている。光環境からの情報を受け取り、生体シグナルに変換する役者は総称して「光受容体」と呼ばれ、受容する光の色、遺伝子構造、信号伝達経路は多岐に渡っている。本研究では、この光環境センサーである光受容体を最大限に利用することで、哺乳類細胞内での遺伝子発現制御を光照射により行う「光スイッチシステム」の構築を試みている。

〔H15年度進捗状況〕

カロチノイド合成、概日時計の光制御に関わるカビ由来青色光受容体およびその結合配列（光応答配列）を哺乳類細胞に導入し、光照射に伴う転写活性の変化を既知発光タンパク質をレポーターとしてモニターした結果、光照射依存的に転写の抑制が起こることを明らかにした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子発現制御、光受容体、転写調節

〔研究題目〕 ストレスシグナルのプロテオーム解析

〔研究代表者〕 絹見 朋也（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

〔研究担当者〕 絹見 朋也、木全 順子、小川 陽子

〔研究内容〕

酸化ストレスは癌、老化、神経変性疾患など重要な疾患に関わっている。プロテオーム解析により酸化ストレスにより誘導されるタンパク質を探索し、その分子構造解析、発現解析を行う。これにより酸化ストレスマーカーの探索、ストレスの生体への影響をタンパク質レベルで理解することを目的としている。

このため、超微量タンパク質を構造解析するためシステムの構築、および質量分析の新しい解析手法の開発を重要な要素技術として位置づけ、プロテオームシステムへの応用を展開した。このシステムを様々なストレスを負荷した培養細胞、組織、臓器へと適用し、ストレス応答性タンパク質の探索、そのタンパク質の構造研究を行った。システイン酸化ペプチドの高感度、効率的な同定、構造解析法を開発し、従来法では検出が困難であった微量な酸化ペプチドの構造解析法を確立することができた。こうした要素技術のプロテオーム研究への展開として、血液成分による酸化傷害が動脈硬化症などの血管障害に関わっている血管内皮細胞のプロテオーム解析を行った。血流中の酸化ストレスの重要な因子である酸化低比重リポタンパク質の血管内皮細胞への応答をプロテオーム解析により検討した。その結果、酸化ストレス応答性タンパク質の発現変化、化学修飾が見出され、タンパク質レ

ベルで細胞が酸化ストレス状況下にあることが示された。同時にこの状態では細胞増殖は抑制されていることが判明し、oxLDL 負荷では増殖活性が上昇する平滑筋細胞とは逆の挙動を示すと考えられた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 プロテオーム、ストレス

〔研究題目〕 組み換え植物を用いた動物型糖脂質の生産

〔研究代表者〕 田坂 恭嗣（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 田坂 恭嗣

〔研究内容〕

目標：スフィンゴ糖脂質は化粧品原材料として利用されている。しかし動物の脳から抽出する従来の生産方法では BSE（狂牛病）等の感染症の問題があり、また人工合成では高コストという欠点がある。本研究では植物の遺伝子組換え技術を利用し、動物の糖転移酵素遺伝子を植物に組み込み、新たな動物型糖脂質代謝系を付与した組み換え植物を作出することを目標としている。

研究計画：動物の糖転移酵素 $\beta 1$ 、4ガラクトシルトランスフェラーゼ遺伝子を単離し、構造解析後に植物発現ベクターを構築し植物に導入し発現させることによりラクトシルセラミドを合成する組み換え植物を作出する。

年度進捗状況：ラクトシルセラミドを生産する植物を作出するために、ヒト由来 $\beta 1$ 、4ガラクトシルトランスフェラーゼ遺伝子の cDNA (hb14GT5) を単離した。この遺伝子を植物で発現させるために植物発現ベクター pBE/ β GT5 を構築し、アグロバクテリウムを使ってタバコを形質転換した。形質転換タバコの RNA を抽出し RT-PCR 法を用いて調べたところ5個体において同遺伝子から mRNA が転写されていることが確認された。更に、この5個体のタバコから脂質を抽出しスフィンゴ糖脂質を分析した結果、3個体においてラクトシルセラミドが生産されていることが確認された。ラクトシルセラミドの生産量は生葉1gあたり約200 μ gであった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 組み換え植物、糖脂質、物質生産

〔研究題目〕 ゲノムワイド DNA アレイによる癌診断技術

〔研究代表者〕 角田 慎一（糖鎖工学研究センター）

〔研究担当者〕 平野 隆、森田 桂子

〔研究内容〕

社会の高齢化が急速に進行する現在、癌をはじめとする疾患の診断・治療技術の開発は急務である。癌ではゲノム DNA のコピー数異常（増幅・欠失）が癌悪性形質の発現に大きく関わっていることが明らかとなりつつあることから、これら DNA 異常領域を全染色体にわたって迅速・簡便に、かつ高精度に解析することができれば、癌関連遺伝子の同定や癌進展のメカニズムの解明、さら

にはゲノム異常の情報に基づいた客観的・的確な癌臨床診断（正確な予後の予測、的確な治療方針の決定）が可能になると考えられる。そこで本研究では癌のゲノム DNA 異常領域を、簡便かつ高精度に解析する技術を確立し、それによって新たな癌関連遺伝子の同定や臨床診断に有用な染色体領域の発見に展開していくことを目的とする。

本年度は、ゲノムワイド DNA アレイ解析技術の最適化、データベースソフトウェアの開発、および肝細胞癌臨床サンプルのアレイ CGH 解析を行った。DNA アレイに関しては、これまでに構築した1400クローンの BAC からなるアレイを用いたアレイ CGH 解析技術の最適化を行うことで、さらに検出精度を向上させることができた。また、本アレイ CGH 解析技術では1サンプルあたり1400クローンごとの数値データが、解析症例の数だけ蓄積されていくことになる。さらに各症例には詳細な病態情報を伴っており、これらの情報を統合して解析するためにはデータベース化が必要不可欠である。そこで、アレイ CGH 解析のデータ処理を効率的に行うための専用データベースソフトウェアを開発した。本データベースにより、多量のデータを効率よく処理することが可能となった。続いて、これら解析システムを用いて、癌組織臨床サンプルの解析を行った。約20症例の肝細胞癌のアレイ CGH 解析を行った結果、高頻度にコピー数増加・欠失を生じている染色体領域や、従来の CGH 法では見逃されていた微小領域の異常を検出することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】癌、診断技術、ゲノム

【研究題目】酵母による糖タンパク質医薬の生産系の開発

【研究代表者】千葉 靖典（糖鎖工学研究センター）

【研究担当者】地神 芳文、高岡 友紀、高柴 みな子

【研究内容】

従来、エリスロポエチンや G-CSF などの医療用糖タンパク質は動物細胞で生産されてきた。しかし、動物細胞を利用した生産はコストが高く、生産性が悪い、また感染症の問題も指摘されてきた。これらを克服するための代替宿主が望まれており、これまでに昆虫細胞、植物細胞、酵母、カビ、大腸菌などが考えられてきた。しかしこれらを用いて生産した糖タンパク質では糖鎖構造が哺乳類のものとは異なるため、抗原性を有することや、ヒト生体内に導入した際にタンパク質が目的臓器へ集積する前に分解されてしまうことなどの問題点が指摘されてきた。提案者が所属する研究グループでは、これまで、出芽酵母の糖鎖のリモデリングに関する基礎的研究を進めてきた。当該年度は、ファブリー病治療薬となりうる組換えヒト α -ガラクトシダーゼについて動物細胞や病態モデルマウスを利用した機能評価を行い、治療薬とし

ての有効性が確認された。また酵素に付加する糖鎖部分のリン酸化糖も含めた単糖分析法について、短時間で感度のよい方法を開発した。さらにマンノース-6-リン酸レセプターの機能ドメインを組換え体として得ることが出来た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】マンノース-6-リン酸、酵母、リソソーム

【研究題目】体内時計分子リン酸化による分解機構の解明

【研究代表者】宮崎 歴（生物機能工学研究部門 生物時計研究グループ）

【研究担当者】生川 潤子、飯高 千智、小園 裕子、石田直理雄

【研究内容】

趣旨：あらゆる生物に備わる体内時計は、一日約24時間の時刻を体で推し量る生まれながらの不思議な能力であり、睡眠覚醒、血圧、体温を含む体全体のホメオスタシスのリズムをコントロールしている。体内時計の24時間という時間は、近年明らかにされてきた体内時計遺伝子の働きによることがわかってきた。体内時計をコントロールする分子 PERIOD は1日のリズムに合わせて劇的に増減を示すものであり、そのタンパク質の合成から分解までの時間が24時間であることが繰り返されて生体リズムがきざまれていると考えられている。今までのほ乳類体内時計の研究は主に遺伝子発現の変化に着目したものであり、実際の反応分子であるタンパク質レベルの合成と分解の研究は全く進んでいなかった。そこで当研究課題では、体内時計分子の合成後のリン酸化とそれによる分解メカニズムの解明を目的とした。タンパク質の分解は、リン酸化やユビキチン化がシグナルとなり生ずる。そこで PERIOD タンパク質のリン酸化およびユビキチン化機構を調べ、それを足がかりとし分解機構の解明を目指す。

平成15年度研究成果概要：体内時計分子が一日周期で合成分解を繰り返す。その分解の制御機構を調べることを本研究の課題としている。本年度は、リン酸化された体内時計分子 PERIOD の分解が細胞質で生ずること、しかしその分解を制御するのは細胞質内局在ではなくリン酸化レベルであることを明らかにした。また日周変動する脱ユビキチン酵素上流域に日周発現制御する E-box エlementが存在する事を見つけた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】サーカディアンリズム、生体リズム、体内時計、ピリオドタンパク質、リン酸化酵素、タンパク質分解、プロテアソーム

【研究題目】ヒト微生物共生系の遺伝子解析及び利用

【研究代表者】古賀 隆一（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】古賀 隆一

【研究内容】

共生微生物と人の相互作用は人の一生を通じて続くため、その健康や老化に与える影響は甚大である。従ってこの関係を解析し、改善する方策を見つけることは人の健康増進・老化抑制に非常に有効であると考えられる。本研究では、DNA マイクロアレイなど新規技術を用いて高度生命現象である微生物と人との共生系を遺伝子レベルで解析し、成果を人と微生物の関係を改善することによって健康増進や老化抑制を図る食品成分やプロバイオティクスの開発に役立てることを目的としている。

研究計画：人培養細胞-微生物共培養系をモデルとして、DNA マイクロアレイ、生物情報処理技術、組織化学的手法を駆使し、微生物との相互作用に関与する人遺伝子群を同定するとともに炎症反応などの生命現象と微生物との関係も見出す。興味深い遺伝子が見つければ、これら遺伝子発現変化を指標とした食品成分やプロバイオティクスの新規スクリーニング法の開発を目指す。

進捗状況：ヒト培養細胞が細菌との共培養によって発現を亢進すると思われる候補遺伝子を DNA マイクロアレイ解析に選出した。これら候補遺伝子と関連する遺伝子の発現変化を定量的 RT-PCR により詳細に解析を行った結果、一部の炎症反応やガン関連遺伝子が処理した微生物によって異なる発現変化を示すことが示唆された。このような遺伝子発現変化の違いが、寄生や相利共生と言った人と微生物との関係を決定しているのかもしれない。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】腸内細菌、健康と老化、プロバイオティクス、機能性食品

【研究題目】モジュール型ロボットの分散的移動制御手法

【研究代表者】神村 明哉（知能システム研究部門）

【研究担当者】黒河 治久、吉田 英一、富田 康治、小鍛冶 繁、村田 智（東工大）

【研究内容】

複数のロボットモジュールから構成されるこれまでにない形態や機能の変更能力を持つロボット、モジュール型ロボット（M-TRAN II）に関して、平成12年度より研究を行っている。モジュール型ロボットを構成するロボットモジュールは、関節を駆動するためのモータ、制御用マイクロプロセッサ、結合離脱機構、通信機能、バッテリーなどを内蔵している。それらが多数結合することで、全体として4足構造で歩いたり、転がったり、言うように移動したりと環境に応じた動作をさせることができる。さらに、それら移動構造間の変形を自立的に行うことも可能で、災害現場、惑星探査、深海作業など未知な環境での応用が期待されている。本研究テーマでは、

様々な移動構造（形・スケールが様々に変化）における移動動作を自動的に生成する手法の提案を行い、実機における検証を目的としている。これまでに、生物における運動生成と進化のメカニズムを応用した、神経振動子モデルと遺伝的アルゴリズムをモジュール型ロボットに応用し、移動パターン自動生成ソフトウェアを開発した。本ソフトウェアで生成した移動パターンはそのまま実機において実行可能で、これまで大変困難であった多自由度を有する構造による移動動作生成を完全自動化することに成功した。さらに、本ソフトウェアで使用している神経振動子モデルをハードウェアにも搭載することで、坂道の上り降り、摩擦滑り路面での移動など環境の変化にも追従できることを確認した。今後の目標として、モジュール毎に分散した多数の外センサー情報を統合することで、環境に応じた形態や移動動作を自律的に選択するシステムの実現を目指している。

【分野名】情報通信

【キーワード】モジュール型ロボット、合体変形、移動

【研究題目】高速ネットワークのためのスピン光機能素子に関する研究

【研究代表者】Vadym Zayets（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】安藤 功兒、鈴木 義茂

【研究内容】

スピン機能を利用する革新的な光素子を実現し、光ネットワークの高度化に資する。具体的には光アイソレータなどの磁気光学素子とレーザなどの半導体光素子の一体的集積化技術を実現する。磁性を有する半導体系材料や強磁性金属の大きな磁気光学効果と半導体光増幅器による光損失補償を組み合わせることにより、非常に簡単な作製プロセスで高い性能の光アイソレータや光双安定性素子と強磁性体のメモリ機能を組み合わせた不揮発性メモリ機能付きの光論理素子が実現される可能性がある。本研究においてはその動作特性の理論的解明および実験による原理実証に挑戦する。非ドープ $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ リブ導波路を作製し、1cm 程度の光伝播が可能な低光損失が得られることを確認した。この知見に基づいて、強磁性金属/半導体ハイブリッド構造の作製を行った。具体的には圧縮歪のある $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}/\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ 量子井戸および張力歪のある $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}/\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x\text{As}$ 量子井戸を利得層とする半導体光増幅器を作製し、フォトリソグラフィとウェットエッチングを用いて $5\mu\text{m}$ 幅で高さ 800nm のリブ導波路を作った。更に、 200nm 厚みの SiO_2 層を絶縁層として用いて 3mm の幅の強磁性金属 (Co/Au) および非磁性金属 (Ti/Pt/Au) からなる p 型の Ohmic 接触を実現した。このハイブリッド構造が良好な p-n 接合特性を示すことを I-V 測定によって確認した。

【分野名】情報通信分野

【キーワード】 スピン光機能素子、強磁性金属／半導体ハイブリッド

【研究題目】 含窒素有機化学物質の分解触媒の開発

【研究代表者】 難波 哲哉（環境管理研究部門）

【研究担当者】 小淵 存（職員2名）

【研究内容】

含窒素有機化学物質の触媒による分解反応機構を明確化するとともに、含窒素有機化学物質分解の実用触媒の試作を目的とした。モデル含窒素有機化学物質であるアクリロニトリルの Cu-ZSM-5上での分解は、ビニル基の酸化による HCN 生成、HCN 酸化による HNCO 生成、HNCO 加水分解による NH₃生成、NH₃の選択的酸化による N₂生成、の一連の反応経路を経ることが分かった。実用触媒の試作については、アクリロニトリルを直接加水分解できる Ag 成分の付与を検討し、400℃以上で約98%のアクリロニトリルを無害化できる Ag/ZrO₂/Cu-ZSM-5触媒を見出した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 含窒素有機化学物質、アクリロニトリル、触媒、分解

【研究題目】 被害量算定による総合的影響評価手法の開発

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

【研究内容】

エンドポイントレベルでの被害量について評価する手法を新規に開発することで、信頼性の高いライフサイクル影響評価手法を開発することを目的とする。

11種の影響領域を網羅し、かつ自然科学の最新の知見に基づいた体系的な手法構築を目指す。

研究計画：環境影響評価手法全般において、環境負荷の発生から実際の被害量の算定までの評価が十分に行われていないことから、本研究ではそれぞれの環境問題ごとに潜在的被害量の評価を重点的に行う。当該研究を初年度（H13年度）から第四年次（H16年度）まで実施し、その結果を受けて最終年度（H17年度）においてこれらの経済的影響について算定するための手法開発を行う。

年度進捗状況：入力に関わる影響領域（非生物系資源消費、生物系資源消費、土地利用）を対象として、被害量評価手法を構築するための検討を進めた。その中でも重要である一方、これまでに殆ど LCIA において検討されることがなかった土地利用による生物多様性と一次生産への被害評価の影響評価手法開発に重点を置いた。生物多様性への影響評価では、保全生態学、数理生態学における知見を活用し、生物種の絶滅リスクの評価を行った。本評価において利用するパラメータについては、レッドデータブックにおける絶滅危惧種に関する情報とこれまで実施された環境アセスメント事例から算定する。

一次生産への被害評価では、これまでの衛星観測データに基づく方法、気候情報に基づく方法を駆使して、潜在的な一次生産量を推計するほか、緑地学、農学における研究事例より土地利用時における一次生産量の推計を行った。これらを GIS に適用して土地利用時と土地利用後の一次生産量の差を地域レベルで算定し、土地利用区別の代表値を算定した。

当該手法を活用して、廃棄物、資源消費による生物多様性、一次生産への被害量を土地改変に伴う影響と置き換えて算定する手法を開発した。これにより、生態毒性とあわせて様々な環境問題を通じた生物多様性と一次生産への被害評価を実施することができ、かつ、その中での環境問題が特に重要であるのかについても検討することができる。また、リサイクルなどによる廃棄物量削減効果についても合理的に環境科学の知見から評価することが期待できる。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 環境影響評価、被害量評価、環境経済評価

【研究題目】 海洋炭素固定技術に伴う温暖化物質動態解明

【研究代表者】 鶴島 修夫（環境管理研究部門）

【研究担当者】 鶴島 修夫、原田 晃

【研究内容】

相模湾において、深層水の汲み上げ実験に伴う周辺海域の観測調査を行った。本研究課題では、深層水汲み上げによって二酸化炭素の固定効率がどのように変化するかを調査する一方、生物生産の活性化に伴う二酸化炭素以外の温室効果気体の発生量変化を把握する目的で、溶存気体の測定調査を実施した。汲み上げ装置「拓海」周辺の水質調査を2003年8月に行った。漁船をチャーターし、汲み上げ深層水の影響の少ない流れの上流側で1点、影響が期待できる流れの下流側で4点の測点を設け、採水調査を行った。水温塩分の分布から、この海域では夏季、表層10m 程度までが混合層として均一であった。一方水深200m の水温・塩分は2001年から2003年にかけての調査ではほぼ均一であるので、汲み上げ装置はいつもほぼ同じ水塊を汲み上げていると考えて良いことが分かった。この水塊は太平洋の深層水そのものというよりは中層水に近い特徴を示したが、いずれにしろ栄養塩濃度は高く、硝酸濃度で21 μmol/L を示した。同時に200m 深では二酸化炭素・メタン・亜酸化窒素の濃度が表層よりも高いことが確認され、汲み上げによる温暖化気体放出量の増加可能性が示唆された。16年度にはより詳細な水塊分布および各化学成分の季節変動を調査する予定である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、海洋

【研究題目】環境複合微生物の迅速検出による環境質評価

【研究代表者】 関口 勇地 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 関口 勇地、大橋 明子、吉田 広輝

【研究内容】

本研究では、迅速・簡便に複合微生物群集中の特定微生物群を検出・定量する技術を開発し、その技術によって微生物を指標とした廃水処理プロセス等のバイオプロセスの診断、各種環境の環境室診断を達成することを目的としている。平成15年度は、昨年度に引き続き、嫌気性廃水処理プロセスをモデル微生物生態系とし、その生態系においてプロセス診断上重要な指標となる微生物の特定を行うと同時に、新しい開発した微生物検出、定量手法を実際の処理プロセスに適用するためのプローブセットの評価、及び本手法の高感度化を年間目標とした。その結果、嫌気性廃水処理プロセスの運転上重要ないくつかの微生物（フタル酸分解嫌気性共生細菌など）を同定し、そのいくつかについて機能解明を行った。また、昨年度開発した特定微生物群の検出・定量手法を実際の処理プロセスに適用させるための DNA プローブを作成し、その有効性を評価した。また、本手法の実用性を実際の嫌気性処理プロセスに適用し、各種の微生物群の連続的モニタリングを試みた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境微生物、プロセス診断、微生物検出技術

【研究題目】超臨界二酸化炭素の地下水・地下物質に対する動的溶解特性に着目した CO₂地中隔離技術開発

【研究代表者】 染矢 聡 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】 染矢 聡

【研究内容】

CO₂隔離技術は地球温暖化防止のための急務策として必要性が認められているものの、その研究開発は世界的にもほとんど進んでいない。しかし世界的な必須事項である CO₂隔離を、環境影響を最低限に抑えつつ低コストで実現することには大きな意義がある。

本研究はそのための技術開発における要素研究として、液体 CO₂の水に対する動的な溶解特性を明らかにし、CO₂地中隔離にともなう諸現象を把握することを目的とする。CO₂地中隔離における安全性に加え、隔離サイトの選定においては、CO₂の地下水に対する溶解挙動の把握が必要不可欠である。具体的には CO₂溶解に大きく影響する界面状態を考慮しつつ、光学的計測手法を用いて界面近傍の pH 分布や流れをマクロ及びミクロスケールで解明する。平成13年度10月から開始された本研究では平成15年度までに高压容器など、pH 計測のための試料の特性調査と選定を終え、高压条件下における pH 変化の高精度測定手法を確立した。また、帯水層の一部で

は液体 CO₂が包摂化合物を形成するため、この場合における飽和溶解度を明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 液体二酸化炭素、溶解、流れの可視化

【研究題目】二酸化炭素を原料とする高分子合成反応

【研究代表者】 崔 準哲 (物質プロセス研究部門)

【研究担当者】 崔 準哲、白石 貢一、綿引 勉、坂倉 俊康

【研究内容】

研究内容：本研究では、二酸化炭素の有用化合物への変換として、超臨界技術や分子触媒を活用して高度な反応制御を行うことにより、二酸化炭素を原料とする高分子合成法の開発を目的として研究を行った。

平成15年度は平成14年度の研究の続きとして、アレン、二酸化炭素、及びパラジウム錯体の触媒的反応での6員環ラク톤の生成機構について明らかにした。特にパラジウム錯体とアレンの2分子から生成するパラダシクロペンタン錯体が、本反応機構で重要な鍵錯体であることが明らかになった。また、種々の金属錯体を触媒として用い、二酸化炭素とオレフィンとの重合についても検討した。いくつかの重合条件を検討した中で、例えば、アレン類と二酸化炭素との反応をパラジウム触媒存在下で行うと、生成する重合体に二酸化炭素の挿入が起こることが確認された。また、GPC (ゲル浸透クロマトグラフィー) により、高分子の分子量の測定を行ったところ、数平均分子量が3200程度であることがわかった。

【分野名】 環境；循環型社会システム

【キーワード】 環境対応技術、省エネルギー、エネルギー効率化技術、二酸化炭素排出削減

【研究題目】単一分子機械・素子の動作確認と集積化

【研究代表者】 石田 敬雄 (機械システム研究部門)

【研究担当者】 石田 敬雄

【研究内容】

現在ナノテクノロジー研究の中で分子スケールエレクトロニクス分野が盛り上がっている。しかし分子スケール、いわゆるナノメートルスケールでの領域での分子素子は電気伝導のみならず、分子のナノスケールでの動き、すなわち分子機械動作をも含めた制御を行い、素子構築を提案する必要がある。本研究ではこの基礎研究として自己組織化膜中に埋め込まれた稼働分子の動きを走査型プローブ顕微鏡で観察することを試みた。さらにこれらの分子のナノスケール集合体の集積法についても検討し、新規な分子スケール素子の構築を目指した。本年度は新規にビピリジン誘導体分子を用いて分子機械動作の動作機構の解明を行った。分子素子の実用性を高めるためには、更にこれらの機能性分子を集積化して機能を発現させる必要がある。昨年度までは磁場や光照射によるナノ構造形成を目指してきたが素子形成ができる構造

はできなかつた。本年度は方向を変え実際の素子化、集積化を行うための基礎研究として簡易に形成できるナノ電極に機能性分子を挟み電界効果素子作製を検討した。すなわち自己組織化多層膜などをナノ電極に挟み電界効果を測定し、素子動作の確認を行い、室温でのクーロン振動などの興味深い物理現象を見出した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化膜、分子素子、分子機械、
ナノデバイス

【研究題目】 単一分子機械・素子の動作確認と集積化

【中項目名】 超高真空 STM などによる分子機械の動作機構の解明

【研究代表者】 石田 敬雄

【研究担当者】 石田 敬雄

【研究内容】

まず分子の集合体の特性などを利用した素子を作る前に単一分子の機能を理解することや単一分子機械素子構築を目指して、分子機械の動きの観察を超高真空および大気中 STM を用いて行った。昨年までの研究で分子機械として動く大きな誘電異方性を持つターフェニル誘導体分子をアルカンチオール SAM の中に埋め込み、STM により STM 探針の極性を変えることで生じる単一分子の動きを可視化する事に成功した。しかしこの機構については依然不明点が多く構造変化が主体なのか、導電性変化なのか不明であった。機構解明のため2種類のビピリジン誘導体を用いて同様の実験を行い極性変化の機構解明に取り組んだ。C6SAM に埋め込んだジチオール型ビピリジン分子の場合には正電圧でビピリジン部分が高くなり、負電圧では低くなった。しかし分子自体は密にパッキングした状態でも画像変化が起こり、電子状態の変化の可能性が示唆された。STS から正電圧で電流が大きく流れる、いわゆる整流性が観察されたため、正電圧と負電圧で探針の高さの位置が変わり見かけの高さの変化が生じることがわかった。これに対しチオール型ビピリジン分子の場合には下地の C12SAM のパッキング密度に画像変化の確率が依存すること、分子自身が 4.1Debye と大きなダイポールモーメントを持つことから、分子自身の傾きもしくは回転変化が見かけの高さの変化の原因になっているものと結論した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化膜、分子素子、分子機械

【研究題目】 単一分子機械・素子の動作確認と集積化

【中項目名】 新型電極の作製とその上への分子の集積

【研究代表者】 石田 敬雄

【研究担当者】 石田 敬雄

【研究内容】

分子素子の実用性を高めるためには、更にこれらの機能性分子を集積化して機能を発現させる必要がある。昨

年度までは磁場や光照射によるナノ構造形成を目指してきたが素子形成ができる構造はできなかつた。本年度は簡易に形成できるナノ電極に分子を挟むことに着目し、電界効果素子の作製を検討した。しかしナノ電極間距離が数 nm 以下と短い場合には単一分子で電極間を架橋できるものの、大きな電界効果は望めない。この困難を克服する策として自己組織化多層膜もしくは金属微粒子に自己組織化単分子膜を形成してナノ電極に挟む方法が考えられる。本研究では400nm のシリコン酸化膜を持つ n-Si 基板上に斜め蒸着で作製した20nm のナノ電極に多層膜もしくは微粒子を挟み電界効果を測定した。

切断した酸化膜付シリコン基板に斜め蒸着法を用いて20nm のナノギャップ電極を作製した。そこに自己組織化多層膜をはさんだ。分子としてビフェニルメタンチオール誘導体を多層膜とした場合には再現性よく 10^4 程度の gain での電界効果が観測されたものの、ゲート電圧に対する電界効果の依存性はばらついた。しかしこれに対してメルカプトヘキサメチレンカルボン酸ではゲート電圧に対する電流とコンダクタンスの振動現象が室温で観察されたこれらの結果はまだ探索的であるが、今後分子種の選択、ナノギャップ寸法の最適化で性能向上が期待できる。特に分子機械として動作する分子種の場合にどのような結果が得られるかに着目したい。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 分子素子、ナノデバイス

【研究題目】 ナノ構造体での超高速電子移動の解明と制御

【研究代表者】 古部 昭広 (光反応制御研究センター)

【研究担当者】 古部 昭広

【研究内容】

目標、研究計画

本研究では、分子・固体の界面における電子移動過程という、非常に短い時間の現象について、時間幅フェムト秒のレーザーを用いる分光手法を開発しながら実験的研究を行い、電子状態・反応速度の観点からそのメカニズムを解明し、デバイス応用に繋げるための基礎を築くことを目的とする。有機分子と無機固体の界面電子移動は、最近研究開発が盛んに進んでいる色素増感太陽電池の光電変換過程における重要な初期過程である。年度進捗状況

これまで、フェムト秒レーザー分光を可視から赤外光域までの広い観測波長領域で行うことより、色素分子吸着半導体ナノ微粒子における光誘起超高速電子移動反応の機構を解明してきた。本年度より、新たに走査型近接場光学顕微鏡を導入し、フェムト秒レーザーを組み合わせた時間分解顕微分光システムの開発に着手した。探針のない条件、すなわち通常の光学顕微鏡下で、フェムト秒レーザー光の自己相関関数を測定し、群速度分散によるパルス広がりを補償することによって、約70fs の高

い時間応答を得た。今後、特に光検出システムを改良し探針を通したレーザー光に対して同様の測定が出来るようにし、空間分解能100nm以下、時間分解能70fsの顕微分光システムの完成を目指す。

一方、これまでの通常のフェムト秒分光によって、色素増感半導体微粒子膜を試料として、光誘起電子注入の反応機構の解明が着実に進んだ。具体的には、反応中間体である電荷移動コンプレックスの電子状態・エネルギー状態に関して詳細な知見を得ることができた。また、添加金属イオンの電子移動反応に及ぼす効果がある程度明らかに出来た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノ構造体、電子移動、超高速分光

【研究題目】 水素貯蔵用高次修飾ナノカーボン触媒の開発

【研究代表者】 高木 英行 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】 羽鳥 浩章、八田千賀子、松尾 聡

【研究内容】

水素を利用したエネルギーシステムを構築していく上で、その貯蔵・供給技術の確立は最重要課題である。これまでに高压で圧縮する、低温で液化する、水素吸蔵合金を使用する等の方法が提案されているが、いずれも問題点が多い。これに対し、カーボン系吸着材は、高い貯蔵能力、軽量、豊富な資源量から水素貯蔵材料として注目されている。しかしながら、カーボン表面と水素分子との相互作用は基本的に分子間力のみであり、これまでに十分な貯蔵量は達成されていない。また、精度の高い水素貯蔵量評価技術の確立、貯蔵メカニズム及び水素とカーボン表面との相互作用に関する知見の集積など解決すべき課題は多い。一方、シクロヘキササンやデカリン等のハイドライドを利用した水素貯蔵技術は、高い水素貯蔵量、CO₂排出量が理論的にはゼロであること、ハンドリングが容易であるなどの理由から、発展が期待されている。しかしながら、この水素貯蔵系構築のためには、ハイドライドからより温和な条件下で効率良く水素を取り出すことができる触媒が必要であり、その開発が求められている。本研究では、ナノ構造をもつカーボン材料表面に水素活性サイトを付与した高次修飾ナノカーボンを開発し、水素貯蔵材料として、またケミカルハイドライド転換触媒として利用するための基礎的知見を得ることを目的としている。

平成15年度までに、ナノカーボンの水素貯蔵量評価法及び表面構造解析法を確立した。種々のナノカーボンの水素貯蔵特性を評価し、ナノカーボンの構造と水素貯蔵量との相関を明らかにした他、表面に水素と高い相互作用をもつ金属種を高分散担持したナノカーボンを調製し、その水素吸着特性から、カーボン表面に弱く化学吸着した水素の存在を見出している。さらに、ナノカーボン触媒の有機ハイドライド転換活性を評価した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素貯蔵、ナノカーボン、触媒

【研究題目】 塗布光分解法によるエピタキシャル透明導電膜の低温成長とその機構解明

【研究代表者】 土屋 哲男 (物質プロセス研究部門 無機固体化学グループ)

【研究担当者】 土屋 哲男、千葉工大 M2武田 実

【研究内容】

本研究では、塗布光分解法によるエピタキシャル成長を制御するため、格子整合性の異なった単結晶基板およびアモルファス基板上に透明導電酸化物膜の作製を試み、その制御因子や結晶成長機構を明らかにすることを目的とした。

(1) 本年は、シリコン基板上の金属有機化合物 (スズアセチルアセトナート) を熱処理 (300℃) し生成したアモルファス SnO₂膜に波長や照射繰り返し数、ショット数を変えて室温でレーザー照射し結晶化反応を調べた結果、900℃の熱処理で得られた膜より高結晶性の多結晶 SnO₂膜が生成することがわかった。また、基板が結晶成長に与える効果を調べるため、シリコン基板、サファイア基板および STO 基板上に薄膜作製を行い、結晶性は、STO 基板>サファイア基板>シリコン基板の順に良くなり基板依存性があることを明らかにした。特に STO 基板では他の基板では (101) 配向していたのに対し、顕著な SnO₂ (110) 面回折ピークの配向が起こる事がわかった。また、(100) TiO₂基板上に室温で作製した SnO₂膜の極点図形測定を詳細に調べた結果、エピタキシャル成長していることを明らかにした。以上の結果からエキシマレーザー照射による SnO₂膜成長機構について考察した。

(2) ITO 膜を酸素雰囲気中で熱処理することにより低導電性膜を作製し、この膜にエキシマレーザー照射を行い、ITO 膜の導電率の変化を調べた。その結果、膜厚が薄い場合 (50nm) は、レーザー照射により完全に導電率が基準値まで回復するのにに対し、厚膜 (150、200nm) の場合では回復せず膜厚依存することがわかった。また、ホール濃度測定によりキャリア濃度および移動度を求めたところ導電率の変化は、キャリア濃度に依存することがわかった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 塗布光分解法、エピタキシャル成長、ITO、SnO₂

【研究題目】 糖鎖分子ナノアーキテクチャーの研究

【研究代表者】 湯口 宜明 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】 呉敏、梅村舞子、遠藤貴士、廣津孝弘

【研究内容】

セルロース、キチンなどの多糖類集合体に機能性分子等を挿入し、集合構造が制御された糖鎖からなるナノ包接構造体を創製することを目標とする。このため、多糖

類集合体への低分子の挿入法及び低分子-多糖類分子集合体の構造解析を研究する。平成15年度では、超臨界二酸化炭素条件下、直鎖状セルロース鎖及び環状のグルコースオリゴマーへのアゾベンゼンの挿入を研究した。

直鎖状セルロース鎖へのアゾベンゼンの挿入は現段階では観測されなかったが、環状オリゴマーである β -シクロデキストリンとアゾベンゼン間で錯体が形成されることを、熱分析及び赤外スペクトルから明らかにした。直鎖状セルロースオリゴマー間の相互作用を分子動力学シミュレーションで考察した結果、6糖以上になると分子鎖間の相互作用が著しく増大することが検証された。このことは、糖鎖間の相互作用と糖鎖と挿入低分子間の相互作用のバランスを考慮する必要があることを強く示唆している。また、 β -シクロデキストリンが比較的容易にアゾベンゼンと錯体を形成することから、各単糖の分子環が疎水的であることを示唆している。従って、セルロース等の多糖への低分子の挿入においては、水素結合だけではなく分子面間の疎水的相互作用を弱くすることが低分子とのナノコンポジットの創製に重要であることが分かった。このような考えから、セルロース骨格を有するキシログルカンの低分子添加によるハイドロゲル化についての研究を進めた。特に色素であるコンゴレッド添加により生成したゲル構造を小角 X 線散乱法によって調べた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 糖鎖、多糖類、超臨界流体、小角 X 線散乱

【研究題目】 表面科学を活用する新規触媒設計手法の構築

【研究代表者】 中村 功（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】 中村 功

【研究内容】

本研究では、表面反応を詳細に調べることができる表面科学的手法を触媒開発研究に取り入れて、窒素酸化物（NO）の分解特性に関する基本原理をナノレベルで解明し、高効率に NO を直接分解できる反応場の表面構造を明らかにすることを目標として研究を行っている。さらに、ナノレベルでの表面反応解析から明らかにされた知見を基に、精密かつ効率的な触媒設計へとつなげる一連の研究を展開することで、表面科学的手法を用いた新たな触媒設計手法の構築を目指している。昨年度までに、NO 直接分解反応における活性点および酸素脱離促進表面の設計に関する検討を行ってきた。その結果、ジルコニウムを添加した Pd 表面が有効であることを見出してきた。本年度は、さらに効果的な耐酸素触媒表面の設計に関する知見を得ることを目的として研究を行った。

その結果、清浄な Pd (111) 表面では、NO の解離反応は全く進行しなかった。これに対して、カリウムを添加した Pd (111) 表面では、NO 解離反応が新たに進行

することが示された。これは、カリウムが存在することにより、表面上に吸着した NO の $2\pi^*$ 反結合軌道に電子が入り込みやすくなったためであることがわかった。したがって、カリウム添加 Pd 表面が NO 分解反応に対して有効であることが明らかとなった。さらに、NO 分解反応中のカリウム添加 Pd (111) 表面を調べた結果、モノデニイトニトリト型の NO_2^- 種が観察され、これが N_2 となることがわかった。カリウム添加 Pd 表面では NO_2^- 中間体を経由する新たな NO 分解反応機構で進行することが示された。ここで NO_2^- 種は、吸着 NO と表面酸素から生成したものであり、表面に吸着した酸素が NO 分解反応に使われることから、カリウムを添加した Pd 表面は耐酸素性を有する表面となる可能性が示された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 触媒、表面科学、窒素酸化物の分解

【研究題目】 遷移金属含有メソ空間の構築と有害物質除去

【研究代表者】 木村 辰雄（セラミックス研究部門）

【研究担当者】 木村 辰雄、鈴木麻起子、大橋 文彦、前田 雅喜、田尻 耕治、野浪 亨

【研究内容】

本研究では、生活空間に存在する有害化学物質を除去し、安心、安全、健全な生活環境を生活する人全てに平等に提供するような材料開発を目指し、自律型調湿機能及び有害化学物質認識機能を同時に有する遷移金属含有メソ空間の構築を目的としている。

層状ケイ酸塩由来の構造ユニットをケイ酸骨格中に保持した新規なメソポーラスシリカに着目して研究を行っており、層状ケイ酸塩のケイ酸骨格中へ遷移金属種の導入技術の開発、遷移金属含有層状ケイ酸塩と界面活性剤との反応制御、遷移金属種を含むメソポーラスシリカを利用した有害化学物質の吸着、分解挙動の調査を行う。

平成14年度までに、層状ケイ酸塩から誘導されるメソポーラスシリカの生成機構を全て解明することに成功しており、少量の遷移金属種を導入した層状ケイ酸塩を合成することが可能であること、メソ空間内への遷移金属酸化物の直接固定化が可能であることなどを示した。平成15年度は、ケイ酸骨格中に遷移金属種を含む層状ケイ酸塩の合成手法を開発し、明確な壁構造を有する新規な遷移金属含有メソポーラスシリカの合成技術の開発を行った。遷移金属アルコキシド及びシリコンアルコキシドを予め混合することで、均質な前駆溶液調製法を見出し、チタンなどの遷移金属種を骨格構造中に含有する層状ケイ酸塩の合成を可能とした。遷移金属含有層状ケイ酸塩と界面活性剤との反応により、シリカ骨格中に周期構造を保持した無機有機複合体が得られ、ケイ酸骨格中に遷移金属種を含む新規な遷移金属含有メソポーラスシリカの合成を実現した。

〔分 野 名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 メソポーラスシリカ、遷移金属酸化物、有害物質除去

〔研究 題目〕 10K 低温場レーザープロセッシングによる窒化炭素作製に関する研究

〔研究代表者〕 佐藤 正健 (光反応制御研究センター)

〔研究担当者〕 佐藤 正健

〔研究 内容〕

目標、研究計画

これまでに極低温場レーザー反応制御技術と高精度量子化学計算を用いて、未確認分子であったベンズジイン等の高反応性活性種を生成・同定できることを JACS などに報告してきた。この長年蓄積してきた独自の極低温場レーザー反応制御技術を駆使することによって反応活性種を高濃度に生成させることで、他の手法では合成不可能な機能性材料の創製新手法への展開が可能になる。低温場で生成させた反応性窒化炭素化合物の低温重合に基づき、高硬度材料、発光材料、光電材料などの電子機能材料として全世界的に注目されつつも未だ合成法の確立していない薄膜状炭素系窒化物の合成を試みる。

H15年度は、シアヌール酸トリアジドの紫外レーザー光分解により生成する C_3N_4 活性窒化炭素分子の低温重合条件を改善することで、平滑性に優れた薄膜を合成し、その光学特性を評価した。

年度進捗状況

低温反応場でのレーザー反応制御によって選択的に生成した反応性 C_3N_4 活性窒化炭素化合物を多量に含むマトリックスのレーザーアブレーションを利用し、パルスレーザー堆積 (PLD) 法により窒化炭素の薄膜を作製した。得られた膜は X 線光電子分光による解析から窒素/炭素比が1.0~1.3である高窒素含有率の窒化炭素膜であった。この薄膜は平滑性に優れており、高窒素含有率を維持しつつも平滑性に優れた薄膜を作製することが可能になった。この薄膜は紫外光励起により白色発光を示すことが明らかになった。これらの結果から、本法により得られた薄膜を発光材料として応用するための知見が得られた。

〔分 野 名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 窒化炭素化合物、低温重合、レーザー反応制御、X 線光電子分光、光学特性

〔研究 題目〕 小型分散型電源用 MHD エンジンの開発

〔研究代表者〕 前田 哲彦 (エネルギー利用研究部門)

〔研究担当者〕 前田 哲彦 (職員)、柿崎 和志 (技術研修生、筑波大学)、石川 本雄 (筑波大学)、清水 和弥 (JAXA)、奥野 喜裕 (東京工業大学)

〔研究 内容〕

MHD (Magneto-Hydro-Dynamics 電磁流体力学)

エンジンとは、内燃機関等によるピストンの駆動力を液体金属等の運動に伝え磁場の印加された流路に導き、直接電力に変換し電力を取り出す発電装置である。また、ダクト内部の液体金属の封入量を変化させることで、ピストンのストロークを変え排気量を調節でき、変動の激しい電力需要にあわせて、出力を変化させることが大きな特徴であり低出力から高出力まで高い効率で運転できる。

本研究では液体金属を駆動するためのシリンダー、及び運動エネルギーを電気に変換する MHD 発電部分に重点をおき、出力可変範囲が広く、小型高効率な分散型電源用エンジンの開発を行うために必要な検討を行った。液体金属 MHD 流れ場の電磁流体シミュレーションコードを開発し、2次元においてその挙動を明らかにし、3次元コードを開発するに至った。また、液体金属 MHD 発電流路、シリンダー装置を設計製作し、液体金属をピストンで駆動するための調整を行った。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 小型分散型電源、MHD 発電、液体金属

〔研究 題目〕 フェムト秒光パルスによる光化学反応の量子制御

〔研究代表者〕 大村 英樹 (光反応制御研究センター)

〔研究担当者〕 大村 英樹

〔研究 内容〕

目標、研究計画

フェムト秒パルスによる光化学反応の量子制御に関する研究は、フェムト秒光パルスの特徴である極短時間性とコヒーレンスの両方を利用し、これまで注目されていなかったコヒーレントな分子運動や電子の位相を、レーザーを用いて操作し光化学反応を制御しようとするものである。従来の熱による化学反応制御とは原理的に異なった、レーザーによる精密な光化学反応制御の発展につながると期待される。

フェムト秒パルスによる光化学反応の量子制御に関する研究の年次計画は

- (1) フェムト秒光パルスの位相制御装置の開発とその評価
- (2) 光化学反応過程における量子干渉効果の観測
- (3) 量子干渉効果を用いた光化学反応制御技術の開発である。

年度進捗状況

位相制御されたフェムト光パルスによって引き起こされる量子干渉効果を利用して、IBr を配向させて光分解反応を制御することに成功した。実現した分子配向は、分子軸の配向だけでなく分子の向き (平行、反平行) をも区別したものである。従来の単色レーザー光では、光電場が振動電場であるため、分子配向の平行、反平行を区別することが不可能であったが、位相制御光ではこれが可能となる。光電場だけを用いた分子配向制御は、世

界で初めての実験結果である。この手法により右向き左向きの配向選択が可能であり、制御の自由度もより大きい。さらにこの手法を2原子分子だけでなくヨウ化メチル、ヨウ化アリルなど一般的な多原子分子にも適用可能であることを確認しており、反応制御だけでなく光による分子マニピュレーション技術としても意義深いと思われる。

また、光の1周期以内（アト（ 10^{-18} ）秒）の時間領域における量子反応制御の可能性検証を行った。異なる光反応経路において、量子干渉効果の初期位相が異なることを観測した。この現象は光によって駆動された、反応に関与する電子のコヒーレントな運動が反映していることが強く示唆される。反応に関与する電子の運動の直接観測は、さらに精度の高い時間領域での反応制御技術につながるものである。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 反応制御、フェムト秒レーザー、位相制御

【研究題目】 階層構造からなる生体硬組織代替材料の研究

【研究代表者】 稲垣 雅彦（セラミックス研究部門）

【研究担当者】 稲垣 雅彦、横川 善之、斎藤 隆雄、加藤 且也、永田夫久江、穂積 篤、寺岡 啓、井上 幸博、E. K. Girija、C. Elango

【研究内容】

早期の初期固定のみならず、骨同化の経時変化に応じて骨と最適な界面を維持し、20年以上使用可能な生体材料を開発することを目的とし、サブ～数百 μm の波形凹凸をもつ階層的組織を形成する新規な手法を開発する。そのため、階層構造を形成する手法を開発し、メッシュ等によるマスキングまたは傾斜方向に積層する新規な手法による波形凹凸形状等立体的な組織形成を行い、基板から細胞感受性を付与した生体界面までの階層構造形成技術を確認する。すでに、基板との密着強度として世界最高水準（厚さ100 μm 以上では世界トップ値）の生体活性セラミックス層形成技術を確認しており、今年度は、形成メッシュ等を基材表面近傍に配置するマスキングと傾斜組織積層手法を組み合わせることにより、予め数十 μm ～数百 μm の波形凹凸のチタン層を基材に形成する手法を開発することに成功した。既に開始している *in vitro*、*in vivo* 試験において、初期固着で市販品と比べ1.5倍程度の引抜き強度があることを確認し、関連学会関係者から高い評価を得ることができた。さらに長期の試験、加速試験による階層構造の安定性の評価、インターフェース設計を行い、初期の目的達成を目指す。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 階層構造、アパタイト複合材料、コーティング

【研究題目】 マイクロ流体システムによるナノ分子操作

【研究代表者】 山下 健一

【研究内容】

太さ数百マイクロメートルという極細のマイクロ流路を化学反応に利用するという研究は、流路壁面との接触比表面積の大きさや熱伝達効率の高さという特徴を活かし、ごく最近になって急速に注目を集めている。しかしながらこれら一連の研究は、従来あるものを高効率化するという従来技術の延長線上にとどまっている。

それに対し本研究では、層流という他の反応装置では実現不可能な特殊な化学反応環境を最大限に活用し、分子の立体構造、つまり「形」自体を制御し、従来不可能に近かったような化学反応を可能にしたり、新たな機能的化学反応性の付与などを可能にすることを目的とする。また、この最大の目的に至るまでの理論的構築、そして高精度分子認識を利用したセンシングデバイスや従来法よりもはるかに高効率な精密化学反応装置への応用展開なども、本課題の目標に含める。

そのために、光学顕微鏡による直接撮影、時間分解分光測定、円二色性分光測定などの実験的手段により、各種分子の状態を検討する。またそのような分子の状態変化に伴う物理化学的性質の変化を検討することで、本技術の普遍化を行う。さらには、得られた知見を基に、新規化学反応や高精度な分子認識の可能性を探っていく。つまり、新たな現象の発見とその理論的裏付け、そしてその応用展開という一連の流れによって、本課題研究を進めていく。

【分野名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 高次構造制御、マイクロ流路、マイクロリアクター、層流、反応制御、分子認識

【研究題目】 構造形成要素に基づく蛋白質構築原理の解明

【研究代表者】 新井 宗仁（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 新井 宗仁、巖倉 正寛、高橋 尚、皿良 剛

【研究内容】

蛋白質の立体構造構築原理の解明すなわち「第二の遺伝暗号解読問題」は、現代の生命科学における最重要課題の一つであり、ポストゲノムの現在に最も優先して解決されなければならない課題の一つである。本研究では、「構造形成要素」という蛋白質構造の基本単位に着目し、「文（＝アミノ配列）」「単語（＝構造形成要素）」「文法（＝構造形成要素の連結法）」というアナロジーにより、蛋白質の立体構造構築原理を新たな観点から解明することを目標とする。具体的には、単語の意味の同定（構造形成要素の特性調査）、同義語の探索（アミノ酸配列の縮退の調査）、および文法の探索（構造形成要素の連結順序などに関する規則の調査）を行い、これらの知識を

もとに蛋白質をデザインし、本研究の妥当性を検証する。

2003年度は、単語の意味の同定、および同義語の探索を行うことを目的として次の研究を行った。(1)ジヒドロ葉酸還元酵素 (DHFR) の構造形成要素単体の特性調査、(2)構造形成要素単体でのアミノ酸置換、(3)蛋白質中の構造形成要素へのアミノ酸置換。その結果、次のことが明らかになった。(1)構造形成要素単体では天然様構造を安定には形成できない、(2)構造形成要素単体での同義語と、全長蛋白質での同義語は一致しない、(3)アミノ酸類似度を指標として構造形成要素の同義語を同定できる可能性が示唆された。また DHFR のフォールディング機構についての知見が得られた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 蛋白質、蛋白質科学、フォールディング、自己組織化、安定性、速度論

[研究題目] 発生・分化における糖鎖受容体の機能解析

[研究代表者] 安形 高志 (糖鎖工学研究センター)

[研究担当者] 安形 高志、高久 静香、田渕 有佳子

[研究内容]

本研究は哺乳動物の発生・細胞分化過程に関与する糖鎖受容体 (内在性レクチン) の同定とその高次機能の解明を目標とする。具体的には発現クローニング法などを用いて未知の哺乳動物糖鎖受容体をクローニングし、分子細胞生物学の手法を用いてその高次生体機能の解析を試みる。特に糖鎖末端を修飾するシアル酸を認識する受容体に注目している。

本年度はマウス胚に発現している糖鎖受容体の発現クローニングに向けて実験環境の整備を進めた。具体的には以下を実行した。

- 1) 発現クローニングに用いるレシピエント細胞の検討
まず発現クローニング法を実施する上で不可欠なレシピエント細胞株の検討を行った。レシピエント細胞は目的とする形質を発現していないこと、また cDNA の導入効率が高いことなどが必須である。各種の哺乳動物由来の細胞株を比較検討した結果、ヒト T 細胞由来のある細胞株が、クローニングの標的である糖鎖受容体活性を持たない事を見出した。また、本細胞は後述のレトロウイルスベクターを用いた遺伝子導入の効率も良好であり、レシピエント細胞として適切であると考えられる。
- 2) レトロウイルスベクターを用いた遺伝子導入法の検討

発現クローニングにおいては cDNA をレシピエント細胞に高効率で導入する方法が必要である。そこでレトロウイルスベクターを用いた遺伝子導入法を検討することとし、緑色蛍光タンパク質ないし既知の糖鎖受容体ないしその両方を発現するコンストラクト (ポジティブコントロール) の作成を行った。これらのコ

ントロール・コンストラクトはレシピエント細胞の感染条件の検討 (培地添加物の必要性、濃度依存性など) に使用している。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] レクチン、シアル酸、発生・分化

[研究題目] ベンチャー開発戦略研究センター

[研究代表者] 吉川 弘之 (ベンチャー開発戦略研究センター)

[研究担当者] 渡辺 孝、上野陽一郎、渡辺 純一、小野 貫信、藤井 昭弘、小林 利克、高村 淳、増田 一之、大野 裕深、武田 純、御福 英史、根本 直人、森下大三郎、小黑 啓介、露木恵美子、新藤 晴臣

[研究内容]

平成14年度からの5カ年の事業で、産総研をはじめとする公的研究機関・大学の研究成果である技術シーズを活用し、新たな産業や市場を切り開く急成長型のベンチャー企業 (ハイテク・スタートアップス (HS)) を創出するとともに、その実践を通じて課題を抽出し、HS の創出システムの一般モデル化に関する研究を行うことを目的としている。最終年度には、ベンチャー創出活動を行うスタートアップ開発戦略タスクフォース (TF) を年間15件立ち上げるとともに、産総研発ベンチャーを継続的に年間15社創業し、産総研を HS 創出のプラットフォームへと変革することを目指す。また、HS 創出システムの一般モデルを提示し、成果を広く公開することで、他の公的研究機関・大学からの HS 創出を昂進し、知の時代に相応しい新事業の創出を通じた我が国の産業構造の改革に貢献することを目指す。

HS 創出の実践については、特定の技術分野に詳しく、十分なビジネス経験を有する外部人材をスタートアップ・アドバイザー (SA) として招へいし、有望な技術シーズを SA が発掘又は公募して TF 採択審査を行い、採択された案件について、SA と研究者の技術開発チーム等からなる TF を組織し、HS 創業に向けた追加の研究開発、市場調査・技術動向調査等に裏付けられたビジネスプランの策定など創業に向けた活動を行う。TF の採択審査にあたっては、成長性が高く5~10年程度で株式公開を狙えるようなビジネスが設計可能であるか、技術シーズが強い特許に守られているか、原則2年以内のプロトタイプの試作が可能であるか等の観点を重視する。HS 創出システムの一般モデル化の研究においては、先行研究のレビューや制度に関する調査、TF を含む国内外の HS の事例調査を通じて、HS を成功に導く要因や制約条件に関する仮説を立案し、事例に照らして検証を行う。また、産総研の研究者の意識改革を図り、創業意識を高めるとともに、ベンチャー創業の妨げとなる制度上その他の課題について必要な制度改革や政策提言を行

う。

平成15年度は、ライセンス型共同研究及び SA 発掘型の18件の TF（新規14件、継続4件）を採択して、ベンチャー創業に向けた活動を行った。このうち、3件の TF については、科学技術振興調整費による研究開発費支援の必要がなかった。また、HS 創出システムの研究においては、TF や技術シーズ発掘など SA による31案件の産総研の HS 創出活動に関して、SA の同行調査を110回、関係者に対するインタビューを約40回実施するとともに、先行研究のレビューを進め、HS を成功に導く要因について、4つのカテゴリーに分けて、14の仮説を立案した。また、国内外の講師を招いた研究会を9回開催した。この他、研究者の創業意識を喚起するために、研究管理者を対象とした研修を2回開催し、研究者の啓発を目的とした半日間の研修を9研究ユニット（のべ193名受講）に対して実施したほか、ベンチャー創出に関心を有する研究者に対して2泊3日の集中研修を1回（23名受講）実施した。また、成果普及・広報活動として、平成16年2月にシンポジウム（350名参加）を開催したほか、平成15年11月と平成16年3月に季刊誌（各13,000部）を発行し、4つの展示会・見本市（うち海外2イベント）に出展を行った。

【分野名】 ライフサイエンス、情報通信、ナノテク・材料・製造、環境・エネルギー、地質・海洋、標準

【キーワード】 ハイテク・スタートアップス、スタートアップ開発戦略タスクフォース、公的研究機関・大学発ベンチャー創出システムの一般モデル化

【研究題目】 イノベーション創出事業費

【研究代表者】 三宅 正人（ティッシュエンジニアリング研究センター）

【研究担当者】 三宅 淳、玉井 宏紀、佐々木智恵

【研究内容】

本研究開発は、骨再生促進のための創薬ターゲットを高速・大規模にスクリーニングする技術を提供することを目的とし、ゲノムデータベース上の未知遺伝子が間葉系幹細胞におよぼす影響を、遺伝子発現プロファイルを指標にハイスループットで評価するためのキット・システムを開発する。ハイスループット化のために、多種レポーター遺伝子の間葉系幹細胞への導入と、導入した遺伝子発現挙動の網羅的なモニタリングに適した細胞アレイ型のスクリーニングシステムと解析ソフトウェアを開発する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 骨再生、細胞アレイ、創薬

【研究題目】 窒化物ハイブリッド成長膜による低損失スイッチング素子

【研究代表者】 奥村 元（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】 西澤 伸一、清水 三聡、沈 旭強、K. Jeganathan、八木 修一、B.-R. Shim

【研究内容】

MOCVD 法と rf-プラズマ MBE 法を併用した高品質 III 族窒化物ヘテロ構造ウエハーを実現し、それを用いて従来素子より飛躍的に性能の良い高耐圧低損失スイッチングデバイスを開発することが目的である。

エピタキシャル成長技術に関して、MBE 結晶成長法では、微傾斜サファイア基板を用いてその膜品質の高さを確認した。SiC 基板を用いては、表面再配列構造を手がかりに初期成長プロセスの最適化を行った。MOCVD 成長法では、常圧及び減圧の両条件での成長が可能な成長炉を完成させると共に、AlGa_N/Ga_N2次元電子ガス系のシート抵抗として $\sim 500 \Omega/\square$ を得た。更に、ハイブリッド成長プロセスを本格化し、当該プロセスによる成長で、AlGa_N/Ga_N ヘテロ構造ウエハーの低シート抵抗化を実現した。

ウエハー・デバイス特性評価技術に関して、各種欠陥の微視的評価のために、カソードルミネッセンス法を主体とするデバイス構造欠陥分析システムを構築した。また、紫外線ラマン散乱分光法等のワイドギャップ特性に対応できる評価法の高度化を進め、実際のウエハー評価に適用した。また、ウエハー上に HFET デバイス TEG を作製し、ゲートリーク電流等の基本特性解析を行った。

デバイス作製技術に関して、MOCVD 成長ヘテロ構造ウエハー他を用いて、ヘテロ接合トランジスタによる大電流スイッチングデバイス要素構造を試作し、その電気特性を評価した。低抵抗オーミック接合形成法、高耐圧化構造作製法など、窒化物半導体に適したデバイス化要素プロセスの改善を進め、ゲート電極に SiO₂等の絶縁膜を用いた MIS HFET デバイス構造を試作して、耐圧650V、オン抵抗値 $2.5 \text{ m}\Omega \text{ cm}^2$ を得た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 スwitchingデバイス、窒化物半導体、低損失デバイス

【研究題目】 分子の自己組織化を利用する次世代表示メディアの開発

【研究代表者】 玉置 信之（物質プロセス研究部門 機能分子化学グループ）

【研究担当者】 秋山 陽久、甲村 長利、和田 百代、工藤 成史

【研究内容】

次世代表示メディアとして紙のように薄くフルカラー情報を何度でも繰り返し書き換えられる材料が望まれている。我々はすでに世界で初めて単一分子の材料で可逆的にフルカラー記録できる化合物（中分子液晶）を見出

している。本研究では、中分子液晶の分子配列制御とガラス化による分子配列固定を利用する新しい色再現・表示機構により上記次世代表示メディアを開発することを目標としている。平成15年度は以下の成果をあげた。

二つのコレステロール部を有するダイマー型コレステリック液晶分子のらせん状周期構造が添加されたアゾベンゼン誘導体の光異性化反応によって制御される現象の機構を解明するために、種々の化合物を添加した混合物の液晶状態の粉末 X 線回折測定により微細構造を明らかにした。その結果、らせん周期を大きく長波長にシフトさせる化合物を添加した場合に、液晶状態で小角領域においてピークの半値幅の現象と強度の増加が見られ、スメクティック構造が誘起されていることが明らかとなった。すなわち、スメクティック構造を誘起できる適当な置換基を有するアゾベンゼン誘導体を添加したときにコレステリックらせん周期が増大してより長波長の光を反射するようになり、その後のアゾベンゼン誘導体のトランス体からシス体への異性化反応によりスメクティック構造を誘起する能力が消失し、より短波長の光を反射するようになると説明できる。光記録装置の開発では、電子情報の二次元画像情報への変換機構を改良することで従来の装置の約5分の1のサイズの記録装置を構築することに成功した。材料化技術としてはコレステリック液晶／高分子分散型において、液晶とバインダー樹脂をトルエン等に溶解して塗工液とし、これを黒色 PET 上にバーコーターで塗工し、保護層として透明 PET フィルムを用い、接着剤を使ってラミネートする方法で良好な記録材料を作成できることを明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 光反応、液晶、分子組織化、キラリティー

【研究題目】 科学技術総合研究委託費（緊急研究）
2003年（平成15年）十勝沖地震に関する緊急研究／津波・被害調査／津波調査／地震・津波による海底への影響

【研究代表者】 岡村 行信（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 岡村 行信、佐竹 健治、片山 肇、野田 篤、辻野 匠、板木 拓也、1嵯峨山 積、1菅 和哉、1内田 康人（1北海道立地質研究所海洋地学部）

【研究内容】

2003年十勝沖地震による津波が海底に与えた影響を明らかにするために、十勝沖海域の海底表層堆積物を採取し、粒度分析、堆積構造解析、海底写真撮影、珪藻・有孔虫分析を行い、地震前に採取した堆積物試料が存在する場所では互いに比較・検討した。その結果、1カ所で表層1cm程度の泥質堆積物が消失し、平均粒径のわずかな粗粒化、リップルマーク、斜交層理や平行ラミナなどの堆積構造が複数の地点で見られた。しかしながら、

実際の堆積物粒子の移動は、津波シミュレーション結果から推定されるほど顕著ではなかった。今後数年後に同じ地点で堆積物を再採取することによって、津波の影響をさらに明確にできると考えられる。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 2003年（平成15年）十勝沖地震、津波、海底堆積物

【研究題目】 科学技術総合研究委託費（緊急研究）
2003年（平成15年）十勝沖地震に関する緊急研究／津波・被害調査／津波調査／高精度の数値シミュレーションに基づく十勝沖地震津波の波形解析

【研究代表者】 佐竹 健治（活断層研究センター）

【研究内容】

2003年十勝沖地震について、津波の現地調査に参加した。この津波の痕跡は地震発生後数週間以内に消滅し、地層に保存されることはないことが判明した。検潮所で記録された津波記録と数値シミュレーションから、津波の波源域を推定した。その結果、地震波解析から推定された震源とほぼ同様な波源が得られた。一方、1952年十勝沖地震の波源については、2003年の波源よりさらに東部へ伸びており、両波源は明らかに異なることが判明した。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 十勝沖地震、津波、波源、数値シミュレーション

—科学技術振興費—

【研究題目】 ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム

【研究代表者】 横山 浩、秋永 宏幸（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 中桐 伸行、落合 勲、佐藤 平道、本多 尚子、樋口 博文、仙波 靖之、木島美保子、風間 茂雄、大山 育子、唐澤しのぶ、岡野美樹子

【研究内容】

（目標）

ナノレベル構造を有するデバイス、MEMSの作製および構造・機能評価のため産総研ナノプロセッシング施設（AIST NPF）にラインアップされた先端機器、専門知識およびノウハウを、産学官の研究者に広く提供し、ナノテクノロジー分野における研究開発の促進、先端的アイデアの実証を支援する。

（計画）

昨年度から準備してきた支援体制が整ってきたので、産学官連携部門、研究環境整備部門等の産総研の支援部門と一体となって、本格的な支援活動を実施する。また、ナノテクノロジー総合支援プロジェクト「ナノレベルで

の極微細加工・造形支援」に参画する5機関（産業技術総合研究所、早稲田大学、東京工業大学、大阪大学、広島大学）の幹事機関として、相互の情報交換をはじめ、統一的な広報・周知活動、ワークショップなどを企画する。

（年度進捗状況）

- 1) 初年度の支援件数は18件であったが、平成15年度には多くの新規ユーザーを獲得し、支援依頼127件の内、112件を採択し実施した。支援形態の内訳は、技術代行38件、装置利用61件、共同研究5件、技術相談8件である。産官学の内訳は、企業44件、大学24件、公的研究機関40件で、企業のユーザーが多いことが特徴である。
- 2) 参加者20名を募集し、5日間の微細加工・造形スクールを開催した。スクールの構成は、講義と装置を使った実習で、テキストと講義資料集を準備し、実習は、基本コースとアドバンスコースから選択できるようにした。参加者には大変好評で、その後、その方々から何件かの支援申請があり、有意義であったと判断した。
- 3) 英語のホームページを開設した。また、スクールで使用したテキストを、ホームページ上で、会員に対して公開した。支援活動を紹介するフライヤーを作成し、学会や展示会等、さらには産総研の関連事業所などに常備し、3000部を配布し、広報活動を積極的に展開した。
- 4) 造形グループの幹事機関として国内向けのワークショップを企画し、成果の発信と広報を目的に開催した。さらに、国外の機関との交流を促進する目的でナノファンダリーに関するワークショップを企画し、アジア諸国からの参加者を得て開催した。さらに、幹事機関として、グループの支援活動のPRする広告を取りまとめ、応用物理学会誌等3誌に広告を掲載した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 微細加工、ナノ造形、リソグラフィ

〔研究題目〕 固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち灰の埋立処分に伴う溶出実験による安全性等

〔研究代表者〕 川幡 穂高（海洋資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 川幡 穂高、竹内 美緒、鈴木 淳

〔研究内容〕

都市環境に関しては、人間活動の増大に伴い、廃棄物は発生量が增大するとともに、その質的な側面も多様化しており、その処理が困難になってきている。特に、処分場の容量に限界がみえてきたため、基本的にゴミなど廃棄物は、基本的になるべく焼却され、その容量を大幅に減じて、処分場に運搬される場合が近年非常に多くなってきた。また、物を製造したり、流通する段階から廃棄物の発生を抑制し、また、リサイクルを推進するな

ど、真の意味での「循環型社会形成」の推進が求められている。15年度には、環境省告示13号による有害物質溶出過程に関して、主要元素および副元素について、データの不均一性、抽出時間およびpHの変化によりどのように濃度が変化するかを調べた。

反応時間に関して、6時間の時点と9あるいは24時間の時点での濃度を比較すると、すべての元素について、濃度が20%上昇していた。このことは、6時間の時点での反応は、平衡状態はもとより、定常状態にも達していないことを示している。

環境省告示13号試験の場合には、抽出（振盪）時間を6時間と決められているが、この時点での反応液における相対標準偏差は試料の化学組成・粒度・粒子の表面状態、振盪の強さ、試料を振盪器に設置した場所による違いは小さいことがわかった。

反応について、時系列でデータを調べたところ72時間までの実験を行った灰試料3Cの結果に基づくと、24時間以降は値が比較的安定してしており、ほぼ定常状態に達していたと推定される。一方、6時間の抽出（振盪）では、定常状態から離れていた場合がかなり出現することが明らかとなった。

pHを変えた実験をしたところ、pHにあまり依存しないものとしては、As、pH下がるに従い増加するものはCa、Sr、Al、Mg、Na、K、Pbがある。そして、pH4以下で濃度が高くなるものは、B、Mn、Siより下がったpH3以下で濃度が高くなるものは、B、Mn、Siより下がったpHで、Cd、Cu、Fe、Cr、Ni、Sb、Sn、Znであった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 産業廃棄物、焼却灰、副生成物、微生物、溶出、金属、安全性評価、好気性従属栄養細菌、環境省告示13号、pH、循環型社会形成

—原子力試験研究委託費—

〔研究題目〕 原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究

〔研究代表者〕 荒井 和雄（パワーエレクトロニクス研究センター、光技術研究部門）

〔研究担当者〕 奥村 元、福田 憲司、高橋 徹夫、田中 保宣、石田 夕起、先崎 純寿、小杉 亮治、高尾 和人、鈴木 良一、西島 俊二

〔研究内容〕

Siに代わるSiCなどの放射線耐性を有すると期待される軽元素半導体材料のデバイス試作を行い、原子力エレクトロニクス・システムを構成する候補デバイスとして、pnダイオード、ショットキーダイオード、MESFET、MOSFET等のデバイスを取りあげ、その放射線耐性を評価し、回路構成における影響を含め、優劣

を明らかにする。また、評価技術としては放射線ビームを用いた新しい評価手法を開発し、それらの手法を用いて各種デバイスを耐放射線性や放射線損傷の観点から評価する。

平成15年度は pn ダイオードを取り上げ、SiC pn ダイオードに対してのプロセスと構造の最適化を行い、SiC pn ダイオードを作製し、その放射線耐性を評価した。また、同時に MOSFET に対しても同条件下での評価を行った。その結果、pn ダイオードは耐性に優れていることがわかった。また、MOS における放射線照射効果を考察した。更に、陽電子消滅法による MOS 構造評価の可能性を検討した。pn ダイオードが、16MR 程度の放射線照射線量までは、極めて耐性が高いことが明らかになった。将来の高放射線下での動作を視野に、さらなる照射実験を行い耐性限界を見極める予定である。また、MOS については、陽電子消滅評価を含め、放射線効果の要因を検討する。これらの結果により、放射線下で使用可能なスイッチング素子として、ダイオード構造を内包する接合 FET をスイッチング素子の候補として検討することにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 シリコンカーバイド、耐放射線素子、放射線照射欠陥、素子化プロセス

【研究題目】 軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究

【研究代表者】 苑田 晃成（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 苑田 晃成、榎田 洋二、渡邊 秀和、高木 憲夫、廣津 孝弘、大井 健太

【研究内容】

本研究は、経済的かつ効率的にリチウム、ホウ素同位体採取する分離プロセスの確立を目的とする。また、海水等の国内資源から採取したリチウムおよびホウ素を用いる分離システムを設計・評価し、同位体資源の安定確保を目指す。

平成15年度は、リチウム同位体分離剤として用いるナトリウムイオン選択的無機イオン交換体の合成法を検討し、リチウムイオンの吸脱着速度の改善を図った。ナトリウムイオン選択的無機イオン交換体を合成する際の原料の混合を乳鉢及びゾルゲル法で行い、最終的に得られたそれぞれのリチウム同位体分離剤のリチウムイオン吸着速度を比較検討した結果、原料の混合をゾルゲル法で行った場合の吸着平衡に到達する時間は、従来の乳鉢混合の場合の約1/10となり、同位体分離剤の吸着速度を大きく改善できた。また、それぞれの分離剤をカラムに充填し、0.1M (1M=1mol dm⁻³) の酢酸リチウム溶液を用いたブレイクスルーによるリチウム同位体分離を試みた結果、原料の混合を乳鉢で行った場合とゾルゲル法で行った場合の分離係数 (1 + ε / ΔM) は、それぞれ1.019及び1.025となり、原料の混合をゾルゲル法で行うこと

により同位体分離性能が大きく向上した。よって、同位体分離剤の吸着速度は、カラム分離パラメータに大きく影響を及ぼすことが分かった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 リチウム、ホウ素、同位体分離

【研究題目】 動的アニール・ソフトイオンビームプロセスによる高品質ダイヤモンド半導体基盤技術の研究

【研究代表者】 大串 秀世

(ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】 大串 秀世、堀野 裕治、坪内 信輝
(職員3名)

【研究内容】

イオン注入に伴う原子核反跳及び電子励起作用により、ダイヤモンド単結晶中に生成する照射損傷の発生及び消滅メカニズムを解明することにより、イオン注入の諸条件を最適化したソフトイオンビームプロセス技術の開発を行い、さらにレーザー照射によるダイヤモンド中の照射損傷アニールの特性を解明し、イオン注入と同時に、動的にダイヤモンド中の照射損傷をアニールする新たな手法を開発する。

イオン注入後のダイヤモンド薄膜の電気的な特性について詳細な調査を行い、イオン注入によるより高品質なダイヤモンドの電気伝導性制御法の研究開発を行う。特にホール効果測定を中心に p 型ダイヤモンド半導体の高品質化を目指した研究を行う。また、n 型ダイヤモンドの研究では、燐、窒素のイオン注入により、再現性の良い n 型半導体化を目指し、イオン注入プロセスの最適化を図る。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、イオン注入、伝導性制御、n 型ダイヤモンド

【研究題目】 原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究

【研究代表者】 馬場 哲也（計測標準研究部門）

【研究担当者】 渡辺 博道

【研究内容】

(1) パルス通電加熱法による多重熱物性計測技術の開発
フィードバック制御パルス通電加熱法により一定温度に加熱された試料表面をパルスレーザー光により加熱し、裏面の温度応答を測定することにより、レーザーフラッシュ法の原理に基づいて固体の熱拡散率を測定する技術を開発し、既存のパルス通電加熱法により測定される、比熱容量、半球全放射率等と併せて1台の装置で多重熱物性を計測する技術を開発する。平成15年度は、フィードバック制御通電加熱により温度一定に保持した試料表面に、1ms 以下のパルス幅のパルスレーザーを照射し、その後の試料裏面の温度変化を高速

放射温度計により高精度に測定する技術を開発した。

(2) パルス通電加熱法による熱物性計測技術の高度化と不確かさ評価

パルス通電加熱法による比熱容量計測および半球全放射率計測の計測精度を向上させるとともに計測の不確かさを評価し1500K以上の温度領域における比熱容量標準と半球全放射率標準を確立する。平成15年度は既存のパルス通電加熱装置において試料を流れる電流、試料での電圧降下の計測精度及びパルス通電装置に既設の放射温度計の計測精度を改善するとともに、それらの量の不確かさ評価を行った。また分光放射率測定に用いる可視域エリプソメータの計測性能を改良するとともに分光放射率計測の不確かさを評価した。

(3) 原子力用材料の多重熱物性データベースの開発

本研究課題により開発される多重熱物性測定装置により計測される多重熱物性データに加えて文献等に記載された既存の多重熱物性データを分散型熱物性データベースに収録し、インターネット上で公開する。平成15年度は、多重熱物性計測により同一試料に対して同時に測定される熱物性値（比熱容量、融解熱、半球全放射率、熱拡散率、熱伝導率、分光放射率、電気抵抗率）のデータを相互の相関を解析するのに適した形式で熱物性データベース収録するフォーマットを決定し、文献等に記載された既存の多重熱物性データの収録を開始した。

[分野名] 標準、環境・エネルギー、ナノテク・材料・製造

[キーワード] 原子力用材料、熱物性、熱拡散率、比熱容量、熱伝導率、放射率、高温、多重熱物性計測技術、パルス通電加熱法、レーザーフラッシュ法、放射温度計、データベース

[研究題目] 原子力構造材の遠隔検査技術に関する研究

[研究代表者] 松田 洋一（計測標準研究部門）

[研究担当者] 服部浩一郎

[研究内容]

1) 研究の背景・目的・目標

放射線環境下や狭隘部での非破壊検査を実現するため、レーザーによる非接触の超音波発生、及び検出技術を開発する。レーザーによる発生では、パルスレーザーを用いて数 MHz~100MHz までの超音波を励起する技術を開発する。また、レーザーによる検出では、試料表面の光学的性状や形状に影響を受けにくい光計測技術を開発する。これらの技術開発により、従来検査が困難であった線量の高い部位や狭隘部での測定を可能とする遠隔検査技術の確立を目的とする。

2) 研究の全体計画

レーザーによる非接触超音波技術において、最大の技

術課題は実環境での超音波検出技術の開発であり、特に光散乱面では光の持つ位相情報が破壊され、高感度の検出が困難となる。このため、位相共役結晶（フォトトリフラクティブ結晶）により、破壊された光の位相情報を復元し、検出感度を向上させる技術を開発する。また、広範囲の検査を迅速に行うため、短時間で S/N の高い信号波形が得られる超音波励起レーザーを実現する。さらに、励起及び検出光を光ファイバで伝送する技術を開発し、検査システムとしての融通性を得る。これにより、迅速な走査を可能とし、得られた2次元欠陥イメージから検出能力を実証する。

3) 平成15年度の研究内容及び成果の概要

本年度は、前年度に導入した高繰り返し・高エネルギーの超音波発生装置により、外部雑音の多い環境での表面波超音波を用いた擬似開口き裂の位置及び深さ評価を引き続いて行うと共に、き裂幅が狭い疲労き裂を導入した試験片についても位置及び深さ評価を行った。

[分野名] 標準

[キーワード] 超音波非破壊検査、レーザー超音波、き裂計測、光位相共役

[研究題目] 低エネルギーX線精密回折分光技術の開発

[研究代表者] 藤本 弘之（計測標準研究部門）

[研究担当者] 渡部 司、中山 貫

[研究内容]

本研究では、新たな波長マーカを設定し低エネルギー領域の分光精度向上に資するため、1. 核共鳴散乱放射（14.4keV）を計量研究所の保有するレーザー波長に基づいた新たな標準として確立するための絶対測定を行う。また他の核共鳴散乱放射についても波長絶対測定を試みる。2. 核共鳴散乱放射（14.4keV）と相対測定できる範囲を低エネルギー側に延長する。

平成15年度は、波長マーカとなる角共鳴散乱の波長測定に関して、不十分と見積もられた測定不確かさのレベルをさらに低減させるために回折結晶角度設定装置の改良を1段と進め高安定化高精度化を実現するとともに、自動化されたプログラムの導入による角度校正の短時間化、無人化を行った。これまでに同定された系統誤差をこの種の測定では初めてその場測定として組み入れるとともに、新たに、チャンネルカットのモノクロメータによる測定 X線ビームの角度コリメート手法を導入し回折ピーク位置検出感度を向上させた。繰り返し測定を行いデータを蓄積することができた。格子比較器は、結晶モノクロメータの改良、高感度回折角度測定器の導入により制御精度が向上し、 1×10^{-8} を切る分解能で安定した格子定数の比較測定を実現できる見通しが得られた。格子定数の絶対測定により、標準回折結晶の格子定数を不確かさ 1×10^{-8} のオーダーで得ることができた。また光

学的ピッチ測定のための装置を試作、予備実験を行った。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕核共鳴散乱、放射光、X線回折、シリコン、格子定数、角度

〔研究題目〕重イオンマイクロビームによる化学結合状態分析法に関する研究

〔研究代表者〕李野 由明

(ダイヤモンド研究センター)

〔研究担当者〕李野 由明、木野村 淳、堀野 裕治
(職員3名)

〔研究内容〕

実用材料の化学結合状態分析に有望なイオンビーム励起の高分解能特性 X線分光 (PIXE) 法により、材料表面の局所的な化学結合状態を非破壊かつ高感度で分析するための基盤技術を開発する。

平成14年度までに構築した局所・高分解能粒子線励起 X線分光装置を用いて、局所的な化学結合状態を分析する手法の検討を行った。化合物の高分解能粒子線励起 X線スペクトルを測定し、分析に適した化学結合効果の抽出を行った。この際、励起に用いるイオン種についても検討を行うとともに、分光装置の動作条件の最適化を行った。その結果、本装置は化学結合状態の分析に十分なエネルギー分解能と高い検出感度を合わせ持つため、微小部 (140×50 μm) の化学結合状態分析に適用できることがわかった。さらに本装置を用いた2次元マッピングを行うため、試料の精密な位置決めができる試料駆動機構を導入した。また、イオンマイクロビームを真空容器外に取り出す機構の検討を行った。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕化学結合状態分析、PIXE、イオンマイクロビーム

〔研究題目〕プラズマ利用イオン注入法による金属材料表面の高機能化に関する研究

〔研究代表者〕池山 雅美 (基礎素材研究部門)

〔研究担当者〕池山 雅美、宮川 草児、宮川 佳子、増田 晴穂、斎藤 和雄、山本 翼、小野 泰蔵

〔研究内容〕

金属表面を硬く滑らか (低摩擦) でかつ異物の付着がきわめて少ない状態に出来れば、例えば金属配管を用いて粉体を移送するプロセスにおいて問題となる粉体の目詰まりや配管内面の損傷などが抑えられ、移送プロセス全体の効率化と不純物混入低減による粉体の高純度化が期待できる。本課題では、硬く滑らかで付着性が著しく低い性質を持つ金属表面をプラズマ利用イオン注入法により作製する技術の開発および開発された金属材料の利用方法について検討し、将来の粉体プロセスを有する各種プラントの配管内面の処理等への実利用を目指す。15

年度は、昨年度に引き続き、プラズマ利用イオン注入法による高硬度・低摩擦表面 (ダイヤモンド状炭素被膜) の作製と DLC 膜のフッ素化処理に取り組んだ。金属配管部材への DLC 製膜においては、内径5mm、長さ5cm のアルミ直管内面への製膜が出来た。また、シリコン含有ガスを利用した DLC 膜中へのシリコン導入により、密着性の向上や内部応力の緩和が可能となった。DLC 薄膜表面のフッ素化による表面フッ素化も、従来にない、極安定フッ素ラジカルを用いる方法を考案し、DLC 膜表面のフッ素化に成功し、水の接触角をテフロンと同等まで大きくすることが出来た。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕ダイヤモンド状炭素被膜、プラズマ利用、イオン注入法、高硬度、耐摩耗性

〔研究題目〕2段式反応焼結による繊維強化炭化ケイ素複合材

〔研究代表者〕谷 英治 (基礎素材研究部門)

〔研究担当者〕谷 英治、前田 英司

〔研究内容〕

核融合炉の第一壁材として、耐熱性、高熱伝導性、耐熱衝撃性、耐放射線特性に優れた緻密な繊維強化炭化ケイ素複合材の製造に関する研究である。繊維強化炭化ケイ素複合材は高温強度特性に優れ、低放射化材料として期待されているが、繊維とマトリックスの界面制御に BN コーティングが不可欠である。しかし、中性子照射により B は He へと核変換し照射損傷を高め、N は¹⁴C という長半減期の放射性物質に核変換するので核融合炉には BN コーティングは使用できない。また核融合炉で冷却剤に使用する高圧の He ガスが漏れないような緻密な材料が必要とされている。

本研究では、反応焼結法と溶融合浸法を組み合わせた二段式反応焼結法により、BN コーティングを用いずに緻密で第一壁材に適した繊維強化炭化ケイ素複合材を得る最適な条件の検討を行う。

平成15年度では、カーボンペーパーを用いたマトリックス部の組織がフリーSi、閉気孔、残留炭素等が存在し、不均一であったが、SiC 粉末の添加により組織の均一化が図れた。しかし、カーボンペーパー部の炭素源のフェノール樹脂、シリコン粉末、SiC 粉末の量を、変化させても密度、破壊挙動に顕著な差は認められなかった。また、接合の実験を行った。炭素化後の試験片を Si に溶浸と接合を同時に行う方法と、Si 溶浸後の試験片を接合する実験を行い、どちらの方法でも接合が可能であったが、炭素化後に行う方法が加工性等を考慮すると優れていることが分かった。2段反応焼結法を用いたスポンジ状多孔質 Si/SiC セラミックスは、光触媒担体として非常に効果があることが明らかになった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕繊維強化、複合材、炭化ケイ素、炭化ケ

イ素繊維、炭素繊維

【研究題目】 RI 廃棄物のクリアランスレベル検認技術の確立に関する研究

【研究代表者】 梶野 良穂（計測標準研究部門）

【研究担当者】 佐藤 泰、瓜谷 章、原野 英樹

【研究内容】

クリアランスレベルの検認においては、単に外部の線量当量が $10\mu\text{Sv/y}$ であることを数値で示すだけでは、第三者を納得させるに十分ではない。イメージングプレートは、食物中に微量含まれる K-40の分布を見ることが出来、しかも、測定データは二次元のイメージとしてコンピュータに保存され、第三者への説得力ある情報開示が行えることから、廃棄物中の極微量放射能測定に最も適した手法となり得る。そこで、イメージングプレートと、Ge 検出器を用いたスペクトル測定を組み合わせ、クリアランスレベルの検認技術の確立を試みた。平成15年度においては、これまでに開発してきた、インクジェットプリンタを応用した放射能面線源作成技術を用いて、ハンドフットモニタなどの放射能表面汚染を測定する機器校正用の、実用的な放射能面線源作成と放射能面密度標準の立ち上げを実施した。プリンタを使用したメリットである、一様性・均質性を生かした、ロット管理方式による放射能面密度標準の確立、面線源からの荷電粒子放出率と放射能面密度の計数の確定、荷電粒子放出率測定に関する国際比較の実施を行い、国際的な整合性についても確認するなどの一連の研究開発を実施した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 放射性廃棄物、極低レベル放射能測定、放射能面密度標準

【研究題目】 マルチコンポジットマテリアルの最適化と構造・特性評価

【研究代表者】 小林 慶規（計測標準研究部門）

【研究担当者】 平田 浩一、伊藤 賢志、富樫 寿、川原 順一、梅原 博行、広津 敏博

【研究内容】

空気中など酸素の存在下で放射線照射をうけた高分子材料の劣化は、放射線による分子鎖切断で生じるフリーラジカルと高分子中に拡散によって侵入した酸素分子が反応することにより進行する。この放射線酸化効果は、高分子表面に酸素透過を抑制するバリアー層を形成することにより低減できると考えられる。本研究の目的は、高分子表面上への酸素バリアー層形成による放射線酸化抑制効果を実証すること及び最適なバリアー層を形成するための諸条件を明らかにすることにある。従来の研究で、高周波マグネトロンスパッタリング法で作製された酸化珪素膜が酸素透過バリアー性を有することを明らかにした。さらに、酸化珪素スパッタ膜を堆積したポリプロピレンを空気中でγ線照射することにより、酸化珪素

膜により高分子の酸化を抑制できることを実証した。平成15年度には、異なるスパッタ条件でシリカ膜を形成したポリプロピレン/シリカコンポジット材料を空气中でガンマ線照射し、酸化によりポリプロピレン中に生成したカルボニル基を顕微赤外分光法により測定した。その結果、今回検討したいずれの堆積条件でも高分子の放射線酸化を抑制できることが確認された。また、機械特性の劣化も改善されることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 高分子材料、ガスバリアーコーティング、シリカ膜、耐放射線性

【研究題目】 ロボット群と保全知識ベースの協調によるプラント点検・提示システムの研究開発

【研究代表者】 喜多 伸之（知能システム研究部門）

【研究担当者】 末廣 尚志、音田 弘、喜多 泰代、脇田 優仁、楊 海園、

Francois Berenger

【研究内容】

原子力プラントの安全性／信頼性の向上を目指して、保全環境をデジタル化し維持することにより、見たいときの、見たい場所の、見たい情報を、見たい者に、見たい形で提示できるようにし、異常の早期発見を実現することを目的とする。

原子力プラントに設置された様々なセンサや、点検移動ロボットに搭載されたセンサなどが収集したプラントの情報を、一箇所に集約し、後の利用がし易いように統合的に蓄積するシステムを環境サーバーと呼ぶ。本研究では環境サーバーを実現する上で最も重要となる次の3技術を研究する。環境の変化やセンシング目的に応じて効率良く点検情報を収集するための注意制御技術、収集した点検情報の時空間的な整合性を保つための変動除去技術、時空間的に広がった膨大な点検情報をコンパクトに蓄積するための3次元投射技術である。

H15年度には、固定パンチルトカメラで得た画像の位置合わせの完成度をあげ、環境サーバーによる画像情報の長期蓄積を実現した。位置合わせにおける中心窩投影画像利用の効果は先にシミュレーションにより明らかにしたが、実画像での検証を行うために中心窩光学系の歪みキャリブレーションの検討を行い実装した。巡回点検員への提示のための頭部位置姿勢実時間追跡手法を拡張し良好な結果を得た。

また、第3期クロスオーバー研究の最終年であるため、環境サーバーを中心として、理研、海技研との共同デモンストレーションを構築した。これにより複数エージェント（点検ロボット、運転システム、保全システム、オペレータなど）の協調による環境情報の蓄積と、その情報の効果的な利用についての実証評価が行えた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 移動ロボット、視覚システム、原子力プラント

【研究題目】 光子情報複合検出技術に関する研究

【研究代表者】 大久保雅隆（極微プロファイル計測研究所）

【研究担当者】 浮辺 雅宏、久志野彰寛、陳 銀児

【研究内容】

光子が運ぶ情報を高精度で取得することにより、光子発生源の元素の種類、組成、化学状態、発生源と検出器の途中の媒体の情報等を取得することができる。特に、光子単位でそのエネルギーを測定する分光法は、エネルギー分散分光と呼ばれ、分光結晶を使う波長分散分光に比べて、「有利な幾何学的条件による短時間分析」という特徴を有する。一方、半導体技術によるエネルギー分散分光のエネルギー分解能は、波長分散分光に及ばない。本課題では、エネルギー分解能の点で半導体技術の限界を突破し波長分散分光に匹敵する性能の超伝導X線光子検出器によるエネルギー分散分光法を実現することを目指とする。この分光法の実現により、従来技術では見ることができなかった情報の取得が可能となり、半導体開発、材料開発、生命工学等への多大な貢献が期待される。

高い量子効率を実現するために、通常用いられている薄膜プロセスを超える厚みをもつ超伝導素子の作製が可能な厚膜プロセスを開発し、従来の5%の量子効率を55%に向上させた。また、放射光の軟 X 線ビームライン（光子エネルギー20eV-1200eV）を活用して、低エネルギー光子に対するエネルギー分解能測定を行い、半導体検出器の約10倍のエネルギー分解能を達成した。

【分野名】 社会基盤（標準）

【キーワード】 エネルギー分散分光、超伝導検出器、X線分析、元素分析、放射光

【研究題目】 超高輝度 KHz プラズマ X線源とその応用の研究開発

【研究代表者】 富江 敏尚（光技術研究部門）

【研究担当者】 松嶋 功、屋代 英彦、眞島 利和

【研究内容】

目標

エネルギーkeV のX線発生の数 kHz 以上の超高繰り返し化を可能にする技術および、生物応用技術の開発を通じて、新たな利用技術の開拓を行う。

研究計画

超短パルスレーザー照射により生成されたプラズマから高輝度の硬 X 線を発生させるために、プラズマ生成の照射条件の制御、ターゲット形状、状態の選択などで硬 X 線への変換効率の向上を図る。さらに高繰り返し照射に対応可能なターゲットの供給装置を開発する。また、これを用いて生物・医療応用の実証実験を行う。

年度進捗状況

昨年度通常用いられる往復型発振器で4.9W 出力を得たが、マルチモードで発振して集光特性が著しく劣るため、高輝度レーザープラズマ X 線源発生用としては不相当であった。この問題を解決すべく共振器の構成をリング型に変更し、モードをシングルモード発振で、回折限界に近い集光特性を持つ優れた出力レーザービームを得ることに成功した。

変換効率向上のため、詳細な理論考察を行い、その知見から、励起レーザービームの集光レンズ位置の調整、使用反射鏡の選定その他の共振器中での損失低減などを行った。それにより増幅実験を行なったところ、変換効率37%、取り出し効率56%を達成することができた。これは世界最高の値である

【分野名】 ナノテク・材料・製造、(ライフサイエンス)

【キーワード】 keV X線、kHz フェムト秒レーザー、熱レンズ効果、液体窒素冷却

【研究題目】 原子力ロボットの環境技能蓄積技術に関する研究

【研究代表者】 末廣 尚士（知能システム研究部門）

【研究担当者】 北垣 高成、音田 弘、中村 晃、齋藤 史倫、尹 祐根、安藤 慶昭

【研究内容】

本研究では、原子力ロボットの環境技能蓄積技術に関する研究として、原子力関連プラントで必要とされる盤開閉、スイッチ操作、バルブ操作、計測・検査作業、サンプリング、結線作業など多数の作業技能の教示／蓄積／再実行を自律遠隔融合で実現する技術の研究開発を行う。

具体的には多種多様な作業を実行して見せることで、従来の研究で確立された環境モデルと作業技能に基づく作業の自律実行技術が多くの作業に適用可能であることを示す。また、あらかじめ用意されていたスキルの不足などスキルに基づく手法が適用困難な場合でも作業が容易に続行できるように操作者の介入を積極的に許す自律遠隔融合手法を開発する。さらに、そのときの操作者による操作を再利用可能な形で蓄積（技能の蓄積）し、半自律システムが経験を積むに従って段階的に使いやすくなるシステムを構築する。

平成15年度は、作業プラットフォーム開発として、従来の研究で用いた実験設備を再利用し簡易作業実行装置として統合した。さらに、これに人間の操作情報を入力したり人間へ作業中の力感覚を提示することが可能な操作入出力装置基本部を接続したシステムを構築した。これと並行して、実際に多種多様な作業を行うことが可能な双腕作業実行装置をレンタルし、その上で基本制御ソフトウェアの作成を開始した。また作業教示手法開発として、簡易作業実行装置と操作入出力装置を統合したシステムを用いて遠隔作業実験を行う中で作業教示手法の

検討を行った。より具体的には以下の項目の研究開発を行った。

作業ベンチマークの作成

PA10、ハプティックインタフェースを用いた簡易作業実行装置の作成

ハプティックインタフェースを用いた遠隔操縦作業実行プログラムによる作業実行

作業実行装置 (HRP2) の基本制御ソフトウェア作成

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 原子力ロボット、マニピュレーション、技能蓄積、スキル、自律遠隔融合

〔研究題目〕 地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究

〔研究代表者〕 内田 利弘 (地圏資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 内田 利弘、光畑 裕司、横田 俊之、西澤 修、中島 善人

〔研究内容〕

高レベル放射性廃棄物地層処分場の適地選定や建設においては、深度2km程度までの地質構造、亀裂分布、力学的強度、透水性などに関連する物性分布を詳細に把握し、総合的な岩盤特性評価を行う必要がある。本研究では、それらに密接に関連する比抵抗、地震波速度等の物性の3次元分布を高精度にイメージングするため、地表および坑井を用いる物理探査 (電磁探査、地震波探査等) の測定装置及び解析技術を開発する。

1) ハイブリッド人工信号源電磁探査法システムの開発

今年度は人工信号源電磁探査法探査システムのうち、測定システムの設計・試作、測定データの処理プログラムの作成、3次元解析ソフトウェアの仕様の検討、および、測定システム性能試験のためのテストフィールドにおける事前調査を実施した。

測定システムの開発に関しては、測定装置に必要なとされる仕様を検討し、この仕様を満たすような測定システムの試作品を製作した。インダクションコイル型磁力計は低周波数になると感度が非常に小さくなり、深部探査には適していない。一方、フラックスゲート型磁力計は10Hz以下の周波数で出力電圧は一定であり、それ以上の周波数帯域の感度は小さく、高周波数のノイズは減衰してしまうことが理解される。これら二つの磁力計を組み合わすことで、地下浅部から深部にかけての広範囲な探査が可能となる。3次元解析ソフトウェアの開発については、有限要素法によるモデリング法について、CSEM法データが扱えるように、人工信号源を組み込むためのアルゴリズムを検討した。

2) 地震波データ3次元解析法の開発

地震探査反射法の3次元散乱重合法の高精度化のため、不均質媒体における波動シミュレーションを行い、不均質構造に起因する地震波伝播の擾乱について定性的な評価を行った。不均質構造の程度とP波位相の

擾乱の相関について定量的な関係を求めた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地層処分、物理探査

〔研究題目〕 高選択性分離膜による放射性廃液処理と放射性廃棄物エミッションの低減化の研究

〔研究代表者〕 新保外志保 (物質プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 新保外志夫、金森 敏幸、須丸 公雄、Samuel P. Kusumocahyo

〔研究内容〕

本研究では、放射性廃液の減量化のため、放射性元素に対して高い選択性を有するキャリア輸送系を用いて、特定の有害な放射性元素のみを高効率で濃縮・除去する分離膜デバイスを開発することを目的とする。昨年度までに、三酢酸セルロースとNPOEからなる有機ゲル膜 (PIM) にキャリア (CMPO) を含有させることにより、アクチノイドのモデル物質であるセリウムイオンを濃縮輸送できることを明らかにした。本年度は、当該有機ゲル膜について製膜条件や操作条件を広範囲に変化させて輸送特性を調べ、膜内の輸送モデルを構築したところ、得られたセリウム輸送速度式は実験結果と良く一致することを見出した。また、開発した有機ゲル膜について連続輸送実験を行い、1月以上安定してセリウムイオンを促進輸送できることを確認した。このような長期安定性は従来技術である含浸液膜では実現不能であり、この結果は当研究課題によって開発された有機ゲル膜が実用上を有望であることを示す。更に、実用化上有利な中空糸膜状の有機ゲル膜を開発するために、三酢酸セルロースにより予め作製した膜を後処理により有機ゲル膜に改質する「後処理法」を検討した。キャリア、膜液および溶媒の混合溶液の組成を検討し、ある特定の条件で当該混合溶液に三酢酸セルロース膜を浸漬することにより、従来法の80%程度の輸送性能を実現できることを明らかにした。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 有機ゲル膜、移動キャリア膜、セリウムイオン、放射性廃液処理、濃縮分離

〔研究題目〕 核廃棄物関連金属配位性のヘテロ元素系化合物の開発

〔研究代表者〕 林 輝幸 (環境調和技術研究部門)

〔研究担当者〕 林 輝幸、韓 立彪、崔 冬梅

〔研究内容〕

再処理や核分裂生成物の、次世代の抽出剤の候補として、種々の有機リン系、カルボニル系等の新規化合物を合成し、金属への配位挙動を明らかにするべく、多官能性または高分子量の各種5価有機リン化合物、非リン系ポリカルボニル化合物を合成し、ランタノイドイオンを用いる抽出性評価を行っている。

今年度は、ビスホスホノイル化合物とジイン類からのポリマーを合成するべく、ジインが1,8-ノナジイン、1,4-ジエチニル-2,3,5,6-テトラメチルベンゼンである付加反応を行い、四種類の含リン高分子を定量的に得た。これらのリン系ポリマーの金属抽出能評価を行ったが、有機層と水層がはっきりと分離せず、第三の相が形成するために、再現性のあるデータは得られなかった。また、9-オキソ-9-ホスファフルオレン骨格を含む π 共役化合物及びポリマーを七種類合成し、 La^{3+} 及び Eu^{3+} 抽出試験を行ったところ、複数のリン原子を有するポリマーは中程度の抽出力を示した。また、種々のランタノイドイオン共存系からの選択抽出性について調べた結果、ビニレン及びチオフェニレンとのコポリマーは、イオン半径の小さいランタノイドイオンをより多く抽出する傾向を示した。

一方、アルキルマロン酸ジアミド骨格を有する新規ポリマーを三種類合成し、硝酸酸性溶液からのランタノイドイオンの抽出性を検討したが、通常の条件ではほとんど抽出能を示さなかった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 金属抽出剤、有機リンポリマー、マロン酸アミド、ランタノイド

【研究 題目】 光音響分光法を用いた地下水センサーの開発と適用に関する研究

【研究代表者】 丸井 敦尚（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 丸井 敦尚、宮越 昭暢、林 武司

【研究 内容】

H14には地下水水質センサー（温度センサー）を完成し、本年はこれに塩分濃度センシング機能を追加した。本研究で開発された温度センサーの精度は $1/100^{\circ}\text{C}$ とこれまでにない高精度な長期安定型センサーである。ここではそのファイバグレーディングシステム（FBG-IS）の高感度温度センサのデータ（2003年1月20日時点まで）の精度キャリブレーションを行った。また、本システムは塩分濃度センサーを追加し、これまでにない精度で長期間観測可能なシステムを完成することができた。さらに今年度は全体システムの小型化にも成功し、現場実証試験の準備が完成した。

今後の展開方向及び波及効果としては、これまでに完成した地下水センサーを用いて現場観測し、精度の確認と実用化に向けて改良を行う。本研究は実験室レベルにおけるセンサー開発に関しては十分に期待通りの成果をあげていると考えられる。しかし、実際の地層処分が開始されてからのことを考えると、長期安定型の非接触・遠隔操作可能なセンシングシステムを構築した場合には失敗が許されないため、十分な現地実証試験が必要である。今後は地層処分場において予想される地質を想定したセンサーの測定範囲設定など、より現実的な問題をクリアしながらセンシングシステムの開発に努めたい。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 光音響分光法、地下水センサー

【研究 題目】 地下深部岩盤初期応力の実測

【研究代表者】 長 秋雄（地圏資源環境研究部門 地質バリア研究グループ）

【研究担当者】 長 秋雄、楠瀬勤一郎、国松 直

【研究 内容】

本研究では、これまでの地下深部岩盤初期応力測定の実験領域である地球科学的な静穏域（測地測量による地殻変動量が少なく、地震活動も低調な地域）において、深さ1000m級の調査ボーリング孔を掘削し、各種岩盤調査と水圧破碎法等による岩盤初期応力の測定を行う。この調査孔での応力測定結果や既存応力測定データから、国内の地下深部岩盤での応力状態、地質条件との相関、応力値の地域性等を評価し、国内での応力値の深さ分布をモデル化する。

平成15年度は、前年度までに深さ600mまでの掘削・岩盤調査・岩盤初期応力測定が終了していた調査ボーリング孔を深さ750mまで増掘し、これまでと同様の岩盤調査・岩盤初期応力測定等を実施した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 岩盤応力

【研究 題目】 放射化コンクリート構造物の環境負荷解体に関する研究

【研究代表者】 緒方 雄二（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 緒方 雄二、和田 有司、歌川 学、青木 一男、瀬戸 政宏

【研究 内容】

耐用年数に達する原子力発電施設の増加に伴い、その解体処分を効率的に行うことが重要な課題となっている。特に、生体遮へい構造物は放射能の漏洩防止のために、従来の構造物と比較して堅固なコンクリート構造設計となっている。そこで、本研究では、この堅固な構造物の解体を効率的かつ安全に実施するため、発破による高エネルギーを利用した自動制御発破工法を開発し、人間への曝露を最小に抑えることを目的とする。また、生体遮蔽構造物は反応炉からの暴露状態により放射化の程度が異なる。このため、環境への負荷を最小にするには、コンクリート構造物を放射化の程度に応じて分別解体することが必要である。

今年度は、モルタルブロック供試体を用いた解体実験から成形爆薬を用いて起爆制御による亀裂進展制御実験を実施した。また、亀裂進展に対する成形爆薬のライナー材、ライナー角度等のパラメーターを検討した。さらに、不連続変形法による数値シミュレーションの適用を検討した。環境低負荷技術に関する研究では、成形爆薬を用いたモルタルブロック供試体の解体時に発生する衝撃振動を計測し、装薬量との関係を定量化し、起爆制御

法による振動制御技術を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】コンクリート構造物、解体

【研究題目】放射性廃棄物地層処分における岩石の長期変形挙動解明と地層構造評価技術の開発に関する研究

【研究代表者】山口 勉（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】山口 勉、相馬 宣和、及川 寧己、竹原 孝、歌川 学、西澤 修、中島 善人、内田 利弘、瀬戸 政宏

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物地層処分場においては、天然バリアとしての岩盤の長期的な遮蔽機能、安定性が重要であり、岩盤の長期的な力学的変形挙動の評価法の確立は不可欠な課題である。岩盤の長期的変形挙動に関する研究事例は少なく、特にニアフィールド環境で想定される圧力、温度、地下水の存在等を考慮した条件での岩盤力学データはほとんど存在しない。また、地圧や地下水の流れを制御する地質構造や地層内亀裂等の地質条件、力学条件を高精度で評価することも重要である。以上のようなことをふまえて、本研究では(1)高温高圧下クリープ試験に基づく岩盤の長期変形挙動解明に関する研究と、限定された数のボーリング孔から得る地下情報量の増大手法として(2)ボーリング掘削音を利用した反射法などによる地層構造評価法、ならびに(3)岩石コアを用いる地圧評価法の開発を行っている。

岩盤の長期変形挙動解明に関する研究については、本年度は設定条件下での良質な実験データの蓄積を目的とし、実験精度向上のため計測システムの改良および供試体作成手順の検討を行い、高温・高圧クリープ実験と、大気圧下での恒温・恒湿度環境下におけるクリープ実験を同時に実施・比較できる体制を構築した。

ボーリング掘削音を利用した地層構造評価法については、鉱山内での AE/DRA 法のためのコア採取時に掘削音観測を実施し基本的な解析を行った。また、室内実験での模擬掘削音計測実験にも着手した。

岩石コアによる地下応力評価技術については、本年度は鉱山の坑道底盤からの定方位堆積軟岩コアの採取（深度約7~10m）に成功し、封圧環境下での AE/DRA 法によって原位置3次元地下応力評価を行い既往値と比較した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地層処分、岩石の長期変形、地層構造

【研究題目】放射性廃棄物処分施設の長期安定型センシング技術に関する研究

【研究代表者】国松 直（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】神宮司元治、中山 紀夫

【研究内容】

人工バリアの遮蔽機能や熱設計は、熱・水・応力および化学物質の総合モデルによる評価が行われる。すなわち、人工バリアの評価とは、人工バリアと周辺岩盤との間の熱・水・応力および化学物質の変化がどのように挙動するかを予測することにより行われる。放射性廃棄物の監視技術では、これらの熱・水・応力および化学物質の変化を中長期的に安定してセンシングできる技術を開発することが必要である。本研究では、これらの目的に対処できる長期安定型センシングシステムの開発およびその検証、評価を行う。

(1) 光ファイバー熱物性量センサーを利用したセンシング技術の開発

本年度は、光ファイバーを用いた熱物性量センサーを屋外で使用する実験を行った。地表から貫入試験器を用いてロッドを地中に打ち込み、そのロッドに熱物性量センサーに挿入することにより地中の熱伝導率の深度分布を計測した。

(2) 比抵抗イメージング法による地下の温度および含水率のセンシング技術の開発

昨年度開発した4端子対構成の高周波インピーダンス探査装置を用いて、含水率の異なるベントナイトの温度とインピーダンスの関係について調べた。

(3) 複合電極を用いた電気化学式センサーによる監視技術の開発

前年度に引き続き複数の遷移金属イオンの水溶液を用いて、電気化学式センサーの作動特性（金属イオン検出下限濃度、出力電流の温度依存性及び使用可能温度）の検討を行った。また、電気化学式センサー用補助電極系（地中設置用基準電極等）の検討を行った。また、各種材料の耐放射線に関する文献調査を行い、最適なセンサー構成材料の検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】放射性廃棄物処分施設、センシング技術

【研究題目】高レベル放射性廃棄物の地層処分用緩衝材料の機能評価と高度化に関する研究

【研究代表者】蝦名 武雄（メンブレン化学研究ラボ）

【研究担当者】小野寺嘉郎、蛭名 武雄、長瀬多加子、Chattopadhyay Abhijit

【研究内容】

研究内容：本研究の目的は、高レベル放射性廃棄物の地層処分システムにおける緩衝材候補材料の品質管理のための基礎資料を整備するとともに、緩衝材の機能高度化のための高機能吸着材を開発することである。このため本研究では、産地の異なる種々のベントナイト試料を収集し、それらの鉱物学的・結晶化学的特性と緩衝材に求められる止水性や核種吸着性等の機能との相関関係を明らかにし、ベントナイトの品質管理のためのデータベースを構築する。またベントナイトの核種吸着機能を補完・高度化するための高選択性無機イオン吸着材の開発

を行なう。一方、結晶化学的な解析データ、核種の吸着性及び計算機シミュレーションによる性能予測結果に基づきベントナイト試料をスクリーニングし、緩衝材材料として適したベントナイト種の選定及び合成緩衝材との組み合わせ効果について検討を行う。

H15年度は簡便に測定できる粘土試料の特性値から止水性を評価することを目的とし、2マイクロ粘土分率を用いて市場に流通する種々のベントナイト試料の透水係数を相関した結果、両者の関係を良好に表わす回帰式を得た。次に種々のイオン交換粘土を調製し、交換性イオンの違いが止水性に及ぼす効果を明らかにした。一方、有害アニオン性核種に対する拡散抑止力の評価を目的に、3元系複合水和酸化物の各種ヨウ素イオンに対する収着挙動を検討し、当該複合水和酸化物がベントナイト吸着機能の補完材料となり得ることを明らかにした。また当該グループの考案によるアルギネートマイクロカプセル化法による多機能性マイクロカプセルによる放射性核種の一括除去法の有効性を実証した。

【分野名】原子力防災・安全基盤技術

【キーワード】高レベル放射性廃棄物、地層処分、緩衝材、機能評価、高度化

【研究題目】微視的数値解析手法による地層環境内の物質拡散現象予測の高度化に関する研究

【研究代表者】高田 尚樹（環境管理研究部門）

【研究担当者】三澤 雅樹

【研究内容】

日本では近年、原子力発電による高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価において、地下水によって地下処分場から地表に運ばれる放射性物質が人間に影響を及ぼすシナリオが検討されている。そこで本研究では目的を、地層のような微細で複雑な隙間を持つ物体内部の物質拡散現象の解明と高精度予測のためのコンピュータシミュレーション技術の開発としている。目標は、(1)マイクロフォーカス X 線 CT (μ -XCT) 計測による地層を模擬した複雑流路の構造計測と高い空間分解能 (1000分の1mm 精度) の検出器の開発、(2)複雑な構造物内部での流体と界面の挙動の計算に最適な流体モデルと解析コードの開発、である。

本年度はまず、 μ -XCT 計測データを利用した砂岩内部構造座標データ生成法を確立し、ベレア砂岩の実測データから0.75mm×0.75mm×1mm の体積と隙間体積率19.2%を持つ微細な多孔性物体の座標データを生成することに成功した。次に、白浜・ベレア・来待3砂岩に対する水とグリセリン溶液の浸透速度を計測し、白浜砂岩への浸透が最も速いこと、速度は液体の粘性と砂岩表面に対する濡れ方の性質で決まること、等を確認した。

さらに、前出の物体座標データと前年度開発した解析コードを用いて、ベレア砂岩内の水の流れのコンピュータシミュレーションを実施した。その結果、砂岩内では

水が流れにくい領域と高速に流れる領域が発生すること、地下で砂岩が圧縮されて隙間が減少すると水の速度が増加して移動経路が変化すること、等を確認した。また、液体と固体表面の接触性を与える流体モデルを開発し、固体面に付着する液滴のシミュレーションで良好な結果が得られ、水と岩石表面の接触性を考慮した地下水流動の数値解析が可能となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】原子力発電、地層処分、放射性廃棄物、コンピュータシミュレーション

【研究題目】DNA マイクロアレイ技術を利用した放射線及び放射線物質の影響評価に関する研究

【研究代表者】岩橋 均（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

【研究担当者】岩橋 均、植村 浩

【研究内容】

ウラン、トリウムや、実験等で使用される放射性同位元素に細胞が被曝した際の影響情報や重粒子線、 γ 線、 β （ベータ）線、X（エックス）線、中性子線による照射の影響情報を蓄積し、生体影響因子基盤情報として確立する事を目標とする。すなわち、まず、化学的影響評価、物理的影響評価に中心的に利用されてきた酵母細胞を用いて、ウラン、トリウムの影響評価、ラジオアイソトープの影響評価を行う。最終的には、酵母細胞、ヒト細胞、その他細胞について網羅的にマイクロアレイ解析を行い、放射線影響を観察する。酵母細胞系においては、マイクロアレイ解析の結果の確認と基盤情報をより詳細にするために、重要遺伝子の詳細な発現解析や当該遺伝子の破壊株に対する影響評価などを行い、影響メカニズムを多角的に解析する。15年度には、 γ 線の影響評価、トリウムの影響評価、メカニズム解析 Yeast deletion pool の利用について終了している。 γ 線の影響評価では、2Gy、4Gy ではタンパク質に関与する遺伝子群の動きがよく似た挙動を示しているが、16Gy になるとエネルギーに関する遺伝子が誘導されている事を明らかにした。トリウムの影響評価では、誘導された遺伝子では RNA ポリメラーゼの転写因子 Zn(2)-Cys(6)に関与する遺伝子が最も多く、C-compound and carbohydrate metabolism に分類される遺伝子では27遺伝子中3遺伝子、nucleus に分類される遺伝子では42遺伝子中5遺伝子が検出された。メカニズム解析 Yeast deletion pool についてはその手法を確立した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】DNA マイクロアレイ、放射線、放射線物質

【研究題目】水素同位体混合系に対する水素吸蔵材料の特性に関する研究

〔研究代表者〕 林 繁信（物質プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 小森 佳彦、秋葉 悦男、榎 浩利、
中村優美子

〔研究内容〕

原子炉及び核融合炉で発生する水素およびその同位体を捕集し、かつ同位体分離するための先端的高機能材料の創製に関する基礎研究を行う。具体的には、水素同位体（軽水素、重水素）が混合した系に対する水素吸蔵材料の特性についての基礎データの取得を行い、水素吸蔵材料を用いた水素同位体取り扱い技術の確立に貢献する。

水素同位体が混在することによる、結晶構造の変化、水素のサイトや拡散挙動の変化などをミクロなレベルで調べるとともに、水素吸蔵特性や吸放出速度などのマクロな特性の変化についても調べ、相互の関連について検討を行う。これらの結果を基にして、水素吸蔵材料を用いた水素同位体分離材料の設計指針を提示する。

平成15年度は、Ti-V 系合金において軽水素／重水素についてのもっとも大きな同位体効果が観測されたバナジウムについて、その重水素化物における結晶構造、重水素のサイトや拡散挙動が全重水素濃度に対してどのように変化するかを検討を行った。その結果、重水素濃度によって、結晶構造が体心立方（bcc）構造から体心正方（bct）構造、さらには bcc 構造と変化し、重水素のサイトは bct 構造では八面体（O）サイト、bcc 構造では四面体（T）サイトに変化した。軽水素化物の場合に O サイトを占め bct 構造を示すのとは異なる挙動を示した。重水素拡散は軽水素拡散と同じように O サイトより T サイトの方が速かった。一方、拡散の同位体効果が水素濃度によって逆転する現象が観測された。水素同位体分離材料を設計するためには、水素の占めるサイトや拡散挙動について充分検討しておく必要がある。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素吸蔵材料、同位体効果

〔研究題目〕 高密度マルチスケール計算技術の研究

〔研究代表者〕 関口 智嗣（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕 関口 智嗣、横川三津夫、田中 良夫、
中田 秀基、建部 修見、西川 武志、
首藤 一幸、山本 直孝

〔研究内容〕

中性子脆化や残留応力による材料劣化を計算科学的手法により機構解明するための計算機利用技術を研究開発する。ここではメソスケール（100から1 μ m程度）の物質挙動を対象として、ミクロスケールとマクロスケールの両方からのアプローチをモデル化し、計算科学的手法により解明する。計算技術的な観点からみると、それぞれのアプローチで実行に用いられる高性能化技術は異なっており、単純には統合することが出来ない。このためクラスタ技術による並列化に基づく高性能の獲得とさらに複数のモデルを同時に高速に実行するためのシステム

の導入を図り、高密度な演算能力を持つクラスタコンピューティング高性能化技術を開発する。

マルチスケール計算基盤の整備の一環として、グリッド環境を利用した問題解決環境（PSE : Problem Solving Environment）を容易に構築するためのツール Grid PSE Builder を用いて量子化学グリッドやつくば WAN を利用した熱流体シミュレーション環境のためのグリッドポータルを改良した。また、PC クラスタシステム上に並列分子動力学法ライブラリ（MD ステンシル）を、遠隔地の計算機システム上にシミュレーション可視化システムを利用する環境をそれぞれ構築し、Web クライアントを介して分子動力学シミュレーションが出来るポータルサイトを開発した。さらに、金属における照射硬化現象シミュレーションを行い、構築したポータルサイトの利便性を検証した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 グリッドポータル、マルチスケール計算基盤

— 海洋開発及地球科学技術調査研究促進費 —

〔研究題目〕 地球環境遠隔探査技術等調査研究委託費
（低消費電力型サブミリ波分光放射計に関する研究）

〔研究代表者〕 神代 暁（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 神代 暁

〔研究内容〕

本研究は、中層大気（成層圏）中でのオゾン層破壊ガス分子（ClO_x、HO_x、NO_x 等）の濃度分布を、人工衛星上から地球規模で計測するためのサブミリ波帯低雑音受信器の開発を目的とし、消費電力・占有体積・重量等、搭載機器への制約の強い人工衛星上での多チャンネル化が有利な超伝導集積型受信器の設計・作製・特性評価を内容とする。

H15年度は、アンテナ、ミキサ、局部発振器、結合回路、出力フィルタを1チップ上に実現した集積化受信器の設計・試作を行ない、受信器性能指数として最も重要な受信器雑音温度と、アンテナ・ミキサ間の結合効率を評価した。その結果、0.91THz において691K（量子限界の15.7倍）の受信器雑音温度と、中心周波数0.87THz に対して3dB 帯域幅0.37THz（比帯域43%）の広帯域応答性を実証した。また、受信器周波数分解能を律速する局部発振器の発振線幅（周波数ゆらぎ）評価装置を立ち上げた。その際、発振線幅の測定値が、室温系にて重畳する外来雑音に支配されることを見出した。この外来雑音を有効に除去するローパスフィルタを考案し、その効果を実証した。改善後の発振線幅測定系に、外部半導体回路によるフェーズロック動作を試み、自走発振時に4.5MHz あった線幅を、スペクトルアナライザの周波数分解能である300kHz 以下に狭窄化することに成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】サブミリ波、超伝導集積型受信器、ミキサ、局部発振器、フェーズロック動作

【研究題目】地球環境遠隔探査技術等調査研究委託費
(将来型衛星による災害監視情報の高度複合システムに関する研究)

【研究代表者】古宇田亮一(地球科学情報研究部門)

【研究担当者】古宇田亮一、村上 裕(職員2名)

【研究内容】

災害軽減に衛星データを有効活用できる機動的な公開複合システムに用いることができ、利用者要求に柔軟に応えることが可能な位置精度向上等で衛星センサパラメータを検討した。衛星画像を地すべり変動監視に応用する際の地すべり地形分布図との適合性の検証を行なった。分解能の異なる2種類の衛星データを用いて、静岡県、山梨県などの地すべり地形分布図との重ね合わせの誤差検証を行なったところ、既存の分布図とは最大30m程の誤差が生じることが明らかとなった。この誤差は、分解能30mのランドサット TM 画像の誤差と同程度で、必ずしも分解能向上による寄与はうかがえない。一方、位置補正を高精度化した TM 画像の破碎帯抽出結果により、八幡平地すべり地域の断裂系と地すべり地形分布を重ね合わせて、短波長赤外における分布の違いとグループ分けにより北北西方向の走向傾向と、約150m以上の長さのリニアメントの分布が明らかになった。これらの結果を組み合わせると、地すべりの大きさの単位として約150m以上の構造を考慮すべきという新しい課題が生じた。この原因は更に解析する必要がある。又、解析過程で、将来型衛星のセンサパラメータとして重視すべきは、TM 画像なみの高信号レンジと複数の短波長赤外スペクトルについて検討すべきとの初期見通しを得た。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】将来型衛星、リモートセンシング、地質構造、高度複合システム

一文部科学省関係機関からの受託一

【研究題目】地下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築

【研究代表者】石井 武政(地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】石井 武政、田口 雄作、内田 洋平、玉生 志郎、村岡 洋文、佐脇 貴幸、湯本 学、阿部 正洋、浦井 稔、松岡 憲知、池田 敦、末吉 哲雄、西岡 哲 他5名

【研究内容】

「アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変化予測モデルの開発」の中で、産総研は「黄河領域の地下水循環モデルの構築と地下水資源の将来予測」の項目を担当し、幾つかのサブテーマを設けている。

それぞれの研究成果の概要を以下に記す。

サブテーマ1：凍土の凍結・融解に関する実データの取得

黄河源流域における永久凍土の存在は地下水流動に大きく影響すると考えられる。平成15年度においては、8月中旬に青海省国道214号沿い(黄河源流域)の地形・地質状況を調べ、弾性波探査(屈折法)、地表面温度連続観測のためのデータロガー設置を行った。

サブテーマ2：地下水の収支・流動に関するモニタリングおよび水質・同位体分析

地下水位、一般水質組成、酸素・水素安定同位体比、地下温度プロファイルの4種類の情報を複合して水文調査に用いる「マルチトレーサー手法」を適用して、黄河領域内の広域地下水流動システムを明らかにすることを目的とする。平成15年度の現地調査では青海省等において、長期連続モニタリングのための水位計を設置し、同時に、黄河下流域の41地点において地下水と河川水のサンプリングを行い、分析を実施した。

サブテーマ3：帯水層区分および地質構造の解析

平成15年度は、石家庄の水文地質環境地質研究所を訪問し、華北全体の水事情について情報収集を行った。一方、北京の中国石油勘探開発研究院への訪問を通じて、黄河中流域の水事情について情報を収集した。これらのほかに、黄河流域の地下水流動シミュレーションのため、地層の浸透率区分案を提案するとともに、浸透率の深度依存性を考慮して、浸透率決定のアルゴリズムを作成した。

サブテーマ4：黄河流域の植生変化の解析

千葉大学が公開している NDVI データセットを用いて黄河流域の20年間の NDVI 平年値、NDVI 変化アニメーションおよび NDVI の平年値からの残差アニメーションを作成した。NDVI 残差アニメーションから黄河の氾濫に関連すると思われる NDVI の低下が見られた。

サブテーマ5：地下水循環モデルの構築とシミュレーション

本研究では、地表水と地下水を同時に考慮し、かつ、水循環システムを構成する様々な要因を集約させた包括的な水循環シミュレーション(GETFLOWS)により、黄河全領域の三次元水理地質構造モデル(Ver.1)を構築し、降水分布、土地利用分布等の地域性を勘案した全領域水循環シミュレーションを行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地下水、循環、黄河

【研究題目】糖ヌクレオチド代謝回路関連酵素群

【研究代表者】地神 芳文(糖鎖工学研究センター)

【研究担当者】千葉 靖典、久保田智巳、渡辺 明子、喜多島 敏彦、仲山 賢一、新聞 陽一、横尾 岳彦

【研究内容】

酵母の糖鎖修飾における糖ヌクレオチド代謝回路関連遺伝子産物などの大量発現系の構築と、精製・結晶化および結晶構造解析を検討している。今年度は新たに出芽酵母の Ynd1p について単結晶を単離し、X 線回折強度データ収集を完了した。また Och1p については、従来の糖転移酵素活性と異なる新規の糖転移酵素活性を見だし、詳細について検討を行なった。分裂酵母の Och1p については、膜貫通領域を除いた可溶性蛋白質を *P. pastoris* で大量発現させ精製する系を確立した。しかし発現させた蛋白質が非常に不安定で結晶の作成が困難であった。そこで膜貫通領域からさらに27アミノ酸残基除いた Och1p 発現株を新たに構築した。この発現株からは非常に安定な Och1p を得ることができた。また分裂酵母のガラクトース転移酵素である Gma12p についても結晶構造解析に取り組んでいる。他と同様膜貫通領域を除いた可溶性 Gma12p を *P. pastoris* で分泌させるような発現系を構築した。発現させた Gma12p は活性を有することが確認できた。またマンノースリン酸転移酵素であると考えられる Mnn6p とその制御因子であるといわれている Mnn4p についても同様の手法で構造解析を試みている。Gda1p、Mnn6p は結晶化まで完了した。Mnn4p は大量発現系の構築まで完了した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 結晶構造解析、糖転移酵素、酵母

【研究題目】 遺伝子情報解析に関する研究

【研究代表者】 河原林 裕 (糖鎖工学研究センター)

【研究担当者】 河原林 裕：非常勤 辻村 昌也、
張 子蓮、阿久津純一、中野 新太

【研究内容】

目標：様々なタンパク質の形を決めようというタンパク3000プロジェクトに貢献するため、形を決めるのに都合の良い、安定性が高く(80℃でも形が変わらない)、熱に強いタンパク質を出来るだけ多く大腸菌に作らせる。

研究計画：温泉から発見され、80℃程度の温度を最も好む微生物には約2800の遺伝子らしい領域が見つかったので、この微生物が生きていくのに重要そうな遺伝子を選択して、この遺伝子から目的とするタンパク質を大腸菌内で作らせる。元と同じように熱に強い性質を有するタンパク質が十分量得られたら、それらをタンパク3000プロジェクト内のタンパク質の形を解明するグループに提供する。また、その内の幾つかに関しては、その働きについても確認を行う。

年度進捗状況：本年度は、80℃程度の温度を最も好む微生物について、約100個の遺伝子を対象に大腸菌で作らせる事を試みた。大腸菌の中で作られたタンパク質の状態や熱に強い性質を保持しているかの確認を進めた。その結果、約半数のタンパク質は熱に強い事が判った。さらに、前年度から引き続き行っていたタンパク質の解析を進め、熱に大変強く、80℃でも働くだけでなく、予

想外の物質を変化させる事が出来ることなどが判明した。その成果は、産総研から特許の申請を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 耐熱性タンパク質、超好熱古細菌、ゲノム情報、組換え発現

【研究題目】 グリッド MPI システム開発

【研究代表者】 関口 智嗣 (グリッド研究センター)

【研究担当者】 松田 元彦

【研究内容】

本研究では高速ネットワークで接続されたグリッド資源を相互に連携させて効率良く容易に利用するためのグリッド基盤ミドルウェアの一つであるグリッド MPI を開発する。

今年度は、広域ネットワークの通信に IMPI 仕様プロトコルを利用する MPI-1仕様で完全準拠の GridMPI ver 0.1を開発し、公開した。TCP/IP プロトコルのグリッド向け実装としては、Linux 上の TCP/IP プロトコルの既存実装について大遅延環境での詳細な評価を行い、GridMPI の挙動改善を行った。また、広域ネットワークトポロジを考慮する通信、チェックポイント機能、メタ・スケジューラ対応に関して基本検討を行い、今後の改良点を明らかにした。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 広域ネットワーク、通信

【研究題目】 統合ナノシミュレーションシステムの研究開発
統合ナノ複合系設計の研究開発

【研究代表者】 三上 益弘、寺倉 清之 (計算科学研究部門)

【研究担当者】 三上 益弘、篠田 渉、森下 徹也、尾崎 泰助、森川 良忠、土田 英二、小谷 岳生 (大阪大学)、寺倉 清之、小林 伸彦、中西 毅、橋本 保、大脇 創、Aryasetiawan, Ferdi、浅井 美博、池庄司民夫、石橋 章司、手塚 明、西村 憲治、石田 浩 (日本大学)、大淵 真理 (富士通)、広瀬 賢二 (NEC)、宮本 良之 (NEC)、杉野 修 (東京大学)、矢花 一浩 (筑波大学)、信定 克幸 (北海道大学)、小山 敏幸 (物材機構)、加賀爪明子 (日立)、佐々木直哉 (日立)、毛利 哲雄 (北海道大学)

【研究内容】

統合ナノシミュレーションシステムの研究開発
本課題では、非経験的分子軌道法、密度汎関数法、分子動力学法、統計力学プログラムなどのナノシミュレータの統合方法に関する研究を行い、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野の研究に広く利用できる統合ナノシ

ミュレーションシステムの開発を行うことをも目的とする。平成15年度は、統合ナノシミュレーションシステムに関する下記の研究開発を実施した。

非経験的分子軌道法：UTChem、密度汎関数法：OpenMX、有限要素密度汎関数法：FEMTECK、分子動力学法：MPDyn を対象にして、入出力データ形式の調査研究を行い、統合ナノシミュレーションシステムの統合データ形式の概念設計とシステム設計を実施した。また、統合ナノシミュレーションシステム GUI の概念設計とシステム設計を行った。

ナノ複合系設計の研究開発

本課題では、量子細線、量子ドット、相分離型合金系のナノサイズドメイン、などの個々の素材の安定性、形成過程、および物性の解析を進めるとともに、それらの素材を組み合わせたものや基板に埋め込まれた複合系の機能（伝導、光応答、磁性など）の予測を可能とするために、方法論開発、プログラム開発を行うことを目的とする。

平成15年度は、下記の研究開発を実施した。

- (1) 第一原理電子状態計算（主として、FMO 法と第一原理リカージョン法）の効率化と高機能化の研究を実施した。
- (2) 複合系量子伝導現象の第一原理計算手法（主として、半無限固体の扱いとリカージョン伝達法）の高機能化の研究を実施した。
- (3) 光応答と電子励起による反応制御のための時間依存密度汎関数法を開発した。具体的には交換相関核の非局所理論の開発と、カーボンナノチューブなどを対象としての光応答理論手法の検証を実施した。
- (4) Phase-Field 法をナノ組織化材料を扱えるように拡張した。また、実用材料を対象としてその検証を行った。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノシミュレーション、第一原理電子状態計算、分子シミュレーション、ナノ材料

【研究 題目】 高温金属溶融物性に関する文献データの検証及び取得物性データのデータベース化

【研究代表者】 馬場 哲也（計測標準研究部門）

【研究担当者】 加藤 英幸、山田 修史、竹歳 尚之、阿子島めぐみ

【研究 内容】

純鉄、ステンレス鋼（SUS304）、鉄鋼（SM490）、の3種類の材料について固相における比熱容量、熱拡散率、密度、熱膨張率、熱伝導率を、室温から1000K 以上の温度範囲まで実測（密度については室温の密度と熱膨張率により算出、熱伝導率については比熱容量、熱拡散率、密度より算出）した。また、NEDO プロジェクト「溶

接技術の高度化による高効率・高信頼性溶接技術の開発」において測定・収集された下記高温金属溶融物性データを「分散型熱物性データベース」へ収録した。さらに、「鉄鋼材料の物性調査」に記載された文献物性データを「分散型熱物性データベース」に収録した。

【分 野 名】 標準、ナノテク・材料・製造

【キーワード】 高温金属、溶融、熱物性、データベース

【研究 題目】 結晶化に関する研究

【研究代表者】 安宅 光雄（人間系特別研究体）

【研究担当者】 安宅 光雄

【研究 内容】

プロジェクト全体としては、本年度から5年間でタンパク質の新規で基本的な構造3000種類を決定しようと文部科学省が推進する「タンパク3000」計画である。その中で「個別的解析プログラム」の「代謝系」に参加し、とくに「結晶化」というテーマを委託されている。このテーマとしては、結晶の品質向上を図れる手段を明らかにすることが目標である。本年度は常磁性塩を結晶化剤として磁場中で作った卵白リゾチーム結晶が、一定の高品質を有していることを踏まえ、そのような結晶中の常磁性イオンの位置を結晶構造解析で明らかにした。プロジェクト参加者全員が共有する全体目標である超耐熱性タンパク質の新規構造決定については、*Aeropyrum pernix* 由来のシステイン合成酵素の野生型の結晶化を行って論文発表した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、タンパク質立体構造、構造生物、超耐熱性、結晶成長

【研究 題目】 固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等

【研究代表者】 川幡 穂高（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 川幡 穂高、竹内 美緒、鈴木 淳

【研究 内容】

都市や地域から排出される一般、産業廃棄物、バイオマスについて無害化処理と再資源化を図る技術開発が実施される。この際、とくに建設廃棄物中に含有される有害物質が、ガスや灰として環境中に曝露される可能性があり、この新技術の普及、促進のために、安全性をあわせて評価することは必須となる。ここでは、灰から溶出する重金属類による環境中のバクテリア等への曝露影響評価による安全性評価ツールの開発を行うことが研究目的である。

15年度年度は実際の焼却施設から生じた4種類の灰試料（灰試料の由来は3A が木材チップ、3B が下水汚泥、3C が都市廃棄物、3D がプラスチック）を用いて実験を行なった。なお、灰溶出液は環境省告示13号に基づいて作成された。好気性従属栄養細菌に対する影響評価では、

従属栄養細菌培地（ペプトン0.5g、イーストエキス0.1g、EDTA 鉄0.1g、950ml 蒸留水+50ml 海水、0.5% agar）をベースとした。従属栄養細菌培地に灰溶出液を0-50%の濃度で混合した。この際、培地の pH は灰溶出液の添加により増加する場合が多かったため、いずれも7.5-7.8になるように調整した。土壤試料を添加し、室温で培養した後増殖してくる好気性従属栄養細菌数を計数した。

好気性従属栄養細菌の増殖をモニターし、得られた増殖曲線と培養終了後のコロニー数を、混合率毎に比較した。その結果、いずれの灰溶出液も培地との混合により、従属栄養細菌に対する毒性（増殖抑制作用）を示し、中でも3C の毒性が高いことが示された。これらの灰試料の溶出液の分析結果から Ca、Sr、Si、Sn、Ni、Pb、Na、Sb、Se、As などが他の試料と比べて高いことが明らかになっている。今回、各試料の pH は統一させたことから、pH による毒性ではなく、なんらかの溶存成分による毒性であると考えられる。また、ヒ素について同様に土壤中の好気性従属栄養細菌に対する影響を調べた結果、ヒ素では5ppm の濃度では増殖促進効果があり、50ppm では明らかな影響はなく、250ppm 以上では増殖抑制作用がみられた。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】産業廃棄物、焼却灰、副生成物、微生物、溶出、金属、安全性評価、好気性従属栄養細菌、環境省告示13号、pH、循環型社会形成

【研究題目】タンパク質の個別プログラム「転写・翻訳」

【中項目名】遺伝子発現制御に関する研究

【研究代表者】田村 具博

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】田村 具博、中島 信孝、三谷 恭雄、金 完燮、鳥谷部哲也、影井亜貴子

【研究内容】

目標：

放線菌の一種であるロドコッカス属細菌を宿主とした組換えタンパク質生産系を利用して、構造解析に要求されるタンパク質の生産量、回収率の効率化や質を高めるためのシステム及び技術開発を行う。

研究計画：

微生物由来（主に古細菌 *Thermoplasma acidophilum* や放線菌 *Streptomyces coelicolor*）の転写・翻訳関連分子を中心に200以上の遺伝子についてロドコッカス属細菌を宿主とした発現ベクターを構築する。同時に、タンパク質生産性の効率化に向けて、発現ベクターに組込むプロモーターの開発を行う。更に、大腸菌を宿主として100種以上の組換えタンパク質生産を行い、それぞれについて結晶構造解析を開始する。

年度進捗状況：

組換えタンパク質として生産が困難であった古細菌 *Pyrococcus horikoshii* 由来遺伝子群について、*T. acidophilum* のゲノムより相同タンパク質をコードする遺伝子を検索しそれぞれについて発現系を構築した。約70種の各遺伝子を大腸菌で発現すると約6割が大量生産可能であり、それぞれについて構造解析を開始し、11種について結晶が得られた。また *P. horikoshii* 由来タンパク質については2種のタンパク質について構造を決定した（北海道大学と共同研究）。ロドコッカス属細胞を宿主とした発現系を構築するために、*S. coelicolor* 由来遺伝子を選択し（約270種）、誘導型発現ベクターへの組込みを開始した。H15年度末現在、全標的遺伝子の約8割の遺伝子についてベクター構築が完了した。また、ロドコッカス属細菌より単離した TipA プロモーターは、これまで使用していた *Streptomyces* 族細菌由来 TipA プロモーターよりも発現効率を高める事に成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】組換えタンパク質、発現系、放線菌

③【環境省】

一 公害防止等試験研究費一

【研究題目】都市気候・エネルギー連成モデルによるヒートアイランド対策の総合評価に関する研究

【研究代表者】近藤 裕昭（環境管理研究部門）

玄地 裕（ライフサイクルアセスメント研究センター）

【研究担当者】吉門 洋（化学物質リスク管理研究センター）、玄地 裕、大橋 唯太（ライフサイクルアセスメント研究センター）、亀卦川幸浩（(株)富士総合研究所）

【研究内容】

大都市における夏季のエネルギー需要は、年々増加傾向にある。またビルや住宅地における電力エネルギーの使用量は日最高気温とよい相関がある。エネルギーシステムや冷房システムからの廃熱は外気の気温を上昇させるためにさらにエネルギー需要を増加させる。一方で冬季にはヒートアイランド効果により都市では暖房エネルギーが節約できているとも言われる。夏季の大都市における高温化対策として、屋上緑化、地域冷暖房システムの導入、壁面の白色化、分散型エネルギーシステムの導入等の各種対策が考えられている。これらの対策の導入の効果は、これらを導入する地域の都市構造・街区構造に大きく依存する。また、対策の導入にあたっては数十年にわたるコスト（ライフサイクルコスト:LCC）やトータルで排出される二酸化炭素量（ライフサイクルCO₂:LCCO₂）などについても考慮し、冬季も含めたトータルの意味でその地域に最適な対策を導入する必要がある。

このような複雑な都市のヒートアイランドとエネルギー需要の関係について、マルチスケールの都市気候モデルとエネルギー需要モデルを連成させ、さらに LCC、LCCO₂も考慮して各種対策技術の評価できる手法を開発し、都市の快適環境の回復やエネルギー需要の削減に最も効果的な対策を構築することに資することをめざす。今年度は、対策技術の通年にわたる評価を念頭に置いて冬季に都内で観測を行い、モデルの検証を行った。またビルエネルギーモデル (BEM) と都市キャノピーモデル (CM) を連成して長時間積分を実施した。平成16年3月末にヒートアイランド対策大綱が決定され、具体的なヒートアイランド対策の実施に対する指針の検討が進みつつある。大綱の中で、人工排熱の低減、地表面被覆の改善、都市形態の改善、ライフスタイルの改善の4つがヒートアイランド対策として推進すべきとされた。本年度の研究では、各種ヒートアイランド対策がエネルギーやライフサイクルアセスメントの面から、通年あるいは長期間で考えてどのように評価されるかという観点で各種評価の技術開発を行った。この結果、まだ予備的な結論であるが、夏季の高温化対策としては大きな効果があるものの、通年では増エネルギーの可能性を持つ対策技術をふるい分けることができることを示した。今後は、各モデルの精度向上を図り、各種対策技術に対する評価を行っていく。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ヒートアイランド、ヒートアイランド対策技術、都市気候モデル、都市キャノピーモデル、ビルエネルギーモデル、ライフサイクルアセスメント、ライフサイクル CO₂、省エネルギー

【研究題目】生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成に関する研究

【研究代表者】相羽 誠一 (人間系特別研究体 グリーンバイオ研究グループ)

【研究担当者】常盤 豊、中山 敦好、山野 尚子、川崎 典起、土井 明夫、平栗 洋一、山本 襄、山下 桂子、伊田小百合

【研究内容】

プラスチック廃棄物問題の解決に向けて生分解性プラスチックを普及させることを目的に、土壌特性解明、土壌中のプラスチック分解菌の分離、同定、分解挙動解明、そして分解菌データベース作成の研究を行う。本年度は42の公設試の協力のもと、全国55カ所の土壌を取り寄せ、有機物含有量などのキャラクタリゼーション、保水率、同一環境条件下での有機物分解活性などを調べた。現在上市されている生分解性プラスチックとしてセルグリーン (PCL)、バイオポール (PHB) の2種類を対象に分解菌を定量的に評価し、分解活性の強い菌を単離・同定し、分解機構を調べた。その結果、分解菌数と土壌環境

分解性には正の相関が見いだされたが、他の因子として含水率等の物理的、化学的因子も関与し、総合的な評価が重要であることがわかった。分解微生物はバイオノーレ (PBSA) の場合は一般微生物総数の数%程度検出されたが、PHB ではかなりその数は多く、10%程度検出される土壌も多数あった。その一方で、PBSA と分解挙動の似ている PCL の分解菌数は PBSA と同程度であった。また、土壌から分離した好熱菌は培養3日間で PHB 粉末を完全に分解するとともに、PCL、ポリエチレンサクシネート (PES)、ポリブチレンサクシネート (PBS) およびポリエステルカーボネート (PEC) をも分解した。なお、この研究は11機関の公設試と委託研究及び共同研究の契約のもとで実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、分解微生物、分解挙動、土壌特性

【研究題目】有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究

【研究代表者】尾形 敦 (環境管理研究部門)

【研究担当者】金 賢夏、小林 悟、二家村 森、小淵 存、内澤 潤子、難波 哲哉、指宿 堯嗣

【研究内容】

大気中に放出された揮発性有機化合物 (VOCs) は、それ自身の毒性並びに後続する化学反応で粒子状物質 (SPM)、光化学オゾン形成を形成する等、健康被害や環境汚染の原因物質となっている。排出源別では移動発生源に比べ圧倒的に固定発生源からの排出量が多い。その中でも大手企業の90%以上は除害装置が設置されているのに対し、中小の零細企業では導入コストや装置の大きさなどから適当な除去システムの導入が進んでいない。本研究では、中小の事業所でも取り扱える小型で安価な VOCs 分解除去装置の開発を目指し、排ガス条件によらない高効率の分解除去システムの構築を図る。

H15年度は、特殊反応場を用いた分解法における操作条件の最適化、並びに触媒を利用した有害物質分解の検討を行った。

前者については、ベンゼンの分解反応を対象に種々の放電方式の低温プラズマ反応器、及び触媒を複合化させたプラズマ反応器について比較、検討を行った。その結果、プラズマ駆動触媒反応器が有望であることが明らかになるとともに、各種反応条件の詳細な検討から、さらに性能を向上させるための反応器設計指針を得た。ただし、吸着剤の改良、探索については、多くの材料を対象にスクリーニングを行ったが適当なものを見出せなかった。

後者については、体積当たりの伝熱面積が極めて大きい次世代型触媒反応器を試作し、性能評価を行った。そ

の結果、熱回収率約84%を実現し、自己反応熱で種々の有機ガスが触媒燃焼により分解しつづけることができる限界濃度として、約250ppm という低濃度レベルを達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】プラズマ、VOC、触媒、分解、燃焼

【研究題目】動的磁気特性を利用した排ガス処理技術の開発に関する研究

【研究代表者】菊川 伸行（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】小菅 勝典、竹森 信、小林 悟、菅澤 正己

【研究内容】

VOC 等有害大気汚染物質の排出抑制に資するため、磁性を有する多孔性材料を開発し、その動的磁気特性等を利用した新たな手法に基づく排ガス処理技術の開発をめざした研究を行う。

平成15年度は最終年度としてこれまでの成果を総合した簡易型排ガス処理装置のプロトタイプを提案めざして研究を進めた。合成した種々の磁性多孔体の吸着等温線等の評価とその結果に基づく改良を経て、実用化に最速な吸着剤を選定し、プロトタイプの要素実験に必要な100g オーダーの吸着剤を合成した。高周波磁気加熱脱着においては、磁場コイルの大口径化を行い、これによる磁性吸着剤の発熱挙動を把握した上で模擬 VOC を用いた吸着・磁気加熱脱着実験を遂行し、大口径であっても一様加熱ができること、及び磁気加熱脱着による VOC 回収が可能であることを明らかにした。マイクロ波加熱脱着では、吸着脱離試験を行い、推定通り脱離が迅速に起こること、理想的な条件では90%以上の収率で液体として回収できることを確認した。また、電磁場加熱を効率よく成立させるために必須である冷却回収の新技术を考案し、システム全体としての有効性を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】VOC、マイクロ波、高周波、吸着回収、磁性

【研究題目】軽油の酸化的超深度脱硫に関する研究

【研究代表者】矢津 一正（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】矢津 一正、古屋 武、山本 佳孝、牧野 三則

【研究内容】

1) 目標

ディーゼル車から排出される窒素酸化物および粒子状物質を低減することを目標として、軽油中の難分解性硫黄化合物（ジベンゾチオフェン（DBT）類）を選択的に除去できる酸化的脱硫技術を確立し、硫黄分を1ppm 以下に削減できる経済的で効率的な酸化的超深度脱硫プロセスを提案する。

2) 研究計画

本研究では、軽油中に含まれるアルキル化 DBT 類を選択的に酸化・除去できる軽油の酸化的超深度脱硫技術の開発を目的として、DBT 類の選択的酸化法の開発、酸化活性ならびに安定性向上、軽油含有成分への影響把握、および、酸化的超深度脱硫処理の効率化に関する研究を実施する。

3) 年度進捗状況

酸化剤として過酸化水素/12-タングストリン酸（TPA）系を用いる有機二相系中での軽油の酸化脱硫法について検討を行った。モデル軽油として DBT 類のテトラデカン溶液を用いた場合には、極性溶媒として酢酸を用いた場合においても、アセトニトリルの場合と同様に、有機二相系を形成し、過酸化水素/TPA 系による酸化反応により、モデル軽油中の DBT 類を速やかに酸化・除去できることがわかった。この極性溶媒として酢酸を用いる有機二相系中での酸化脱硫法は、市販軽油の酸化脱硫においても有効に作用し、軽油中の硫黄分を大幅に低減できることがわかった。酸化処理と抽出処理を組み合わせることにより、軽油中の硫黄分を5ppm 以下まで低減できることを明らかにした。

酸化触媒である TPA の固定化について検討を行った結果、TPA はイオン交換法により簡便に陰イオン交換樹脂上に固定化でき、固定化触媒として有効に作用することがわかった。また、過酸化水素/TPA 系による酸化反応の炭化水素類への影響について検討を行った結果、DBT 類と同様に、多環芳香族類も酸化可能であるが、それらの酸化反応性は、DBT 類に比べて、かなり低いことがわかった。

さらに、連続式酸化脱硫装置を、液-液向流抽出装置を流通式反応器として応用することにより試作した。連続式酸化装置の試運転は、モデル軽油を用いて行い、過酸化水素/TPA 系による酸化脱硫が可能であることを明らかにした。さらに、市販軽油の酸化脱硫を試み、軽油中のアルキル化 DBT 類の消失を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】軽油、酸化脱硫、ジベンゾチオフェン、4、6-ジメチルジベンゾチオフェン、酸化剤酸化、過酸化水素、タングストリン酸、酢酸

【研究題目】自動車由来有害大気汚染物質の光分解除去に関する研究

【研究代表者】松沢 貞夫（環境管理研究部門）

【研究担当者】松沢 貞夫、根岸 信彰、佐野 泰三（職員3名）

【研究内容】

自動車由来の揮発性有機化合物（VOC）及び粒子状物質（PM 中）の有害物質を無害化するため、光触媒を用いた沿道での太陽光利用浄化（パッシブ浄化）及び道路排水系への適用も考慮した人工光源利用浄化（アクテ

イブ浄化)技術の開発を目指す。光触媒としては、二酸化チタン(TiO₂)又は改良や新規合成法で得られたチタン系のものを用いる。研究では、有害化学物質の光及び光触媒分解性評価、沿道で有害化学物質を除去する際に必要な高性能光触媒材料の開発、及びそれを用いた環境浄化システムの開発を行う。同時に環境データの取得も行う。

平成15年度は、トルエン、アセトアルデヒド等のVOC成分や多環芳香族炭化水素の光触媒分解性評価、分解に必要な高性能光触媒および光触媒材料の開発を継続すると共に、さらに装置化を図るため、太陽光だけを利用するパッシブ浄化システムと道路排水系への適用も考慮した人工光源と太陽光の併用型アクティブ浄化システムの設計と製作を行った。

光触媒分解性評価関係では、トルエンの分解が100℃以上の高温下、白金担持TiO₂を用いて行った場合高効率であることを室内実験で明らかにし、さらに屋外での太陽光集光装置を用いた実験でも室内実験と同等であることを確認した。今後、沿道で利用するパッシブ又はアクティブ浄化システムにどのように適用したらよいか、それぞれの装置の効率を向上させる際さらに検討する。新規光触媒関係では、他の窒素ドープ型可視光応答性光触媒に優る性能を有するものの合成に成功した。これからさらに、実際に利用する場合を考えて、様々な材料へのコーティング法の検討を行う。透明薄膜光触媒についても、VOCの分解に必要な膜厚や膜構造に関する情報が得られた。その他の光触媒材料についても、来年度からは始まるパッシブおよびアクティブ空気浄化システムでの実験で必要なため、開発を進めた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】大気浄化、空気浄化、光触媒、酸化チタン、自動車排気、可視光応答性

【研究題目】有機塩素化合物等有害化学物質の排出抑制のための電気化学的高度分解処理技術の開発に関する研究

【研究代表者】山根 昌隆(生活環境系特別研究体)

【研究担当者】山根 昌隆、村上 幸夫

【研究内容】

1) 目標

有機塩素化合物を含む排水は、コスト面やプロセス管理が煩雑等の理由により効率的な処理が困難であった。このような化合物を使用する業種には中小規模工場・事業場も多く、それらにおいても利用可能な、低コストかつオンサイトで効率的にこれらの化合物を含む排水を分解処理できる技術の開発が求められている。このような技術の一つである電解還元法においては、電解システムに固体高分子電解質(SPE)膜を用いることにより処理操作の簡便化と装置のコンパクト化が期待できる。そこで本研究ではSPE電解還元法に

よる有機塩素化合物の分解処理技術の確立を目指す。

2) 研究計画及び年度進捗状況

・研究計画

本年度計画の研究内容としては、有機塩素化合物等を高効率で分解できるカソード電極材料・電解セルデザイン等の要素技術の集積化をはかりつつ、電解処理システム全体構成の最適化ならびに他の分解プロセスとの結合による処理効率の向上についての検討を行うこととした。

・年度進捗状況

有機塩素化合物に対する還元効率が良好で、より耐久性に優れたカソード電極材料としてはパラジウム系の電極材料をすでに見い出しているが、脂肪族有機塩素化合物に対してはその還元特性が芳香族有機塩素化合物に比してやや低い傾向が見られた。そこで、電解処理の後段に電解生成水素ガスを利用するための還元触媒カラムを接続した、2段階処理法により連続処理することを検討した。この方法によれば、100mg/lのジクロロメタン水溶液に対し、140℃に加温すると処理流速810ml/hの連続処理において100%脱塩素できることが確認できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有機塩素化合物、分解処理、電解還元、固体高分子電解質

【研究題目】瀬戸内海の家砂利資源採取による広域的環境影響評価と管理に関する研究

【研究代表者】星加 章(海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】星加 章、湯浅 一郎、三島 康史、井内 美郎(愛媛大学併任)

【研究内容】

三原瀬戸海域(海砂利採取終了後5年経過)、海砂利非採取海域の北条沖(浅い砂堆積環境が残存)および備讃瀬戸海域(海砂利採取終了後1年経過)について、底生生物相や生態系構造の比較を行った。また、備讃瀬戸海域の家砂利採取海域における藻場分布の変遷と光環境について検討する。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】瀬戸内海、海砂利採取

【研究題目】地球化学図による全国的な有害元素のバックグラウンドと環境汚染評価手法の高度化に関する研究

【研究代表者】今井 登(地球科学情報研究部門)

【研究担当者】今井 登、寺島 滋、岡井 貴司、御子柴真澄、太田 充恒、立花 好子、富樫 茂子、松久 幸敬、金井 豊、上岡 晃、谷口政碩(職員10名、その他1名)

【研究内容】

本研究では、日本全土における有害元素をはじめとする約50元素の地球化学図を作成した。試料としては河川堆積物を用い、試料の採取密度は1試料/10x10kmとして約3,000試料を採取した。主成分元素についてはICP発光分析法で、微量成分元素については、ICP質量分析法で分析を行った。水銀とヒ素については原子吸光法を用いた。

試料を採取した地点に関する流域解析を行った。本研究では標高データとして国土地理院の50mメッシュ標高データを用い、解析ソフトはESRI社のArcGISを用いた。試料採取点ごとに固有の流域を計算して求めるシステムを作成した。本研究では試料採取点に適当なメッシュをかけ、このメッシュデータを元に地理情報システムを用いて地球化学図を作成した。

地球化学図の特徴としては、カリウムは背景の地質と密接な関係があり酸性岩が広く分布する西日本で濃度が高くなっており、酸性岩の分布が少ない東北地方では濃度が低くなっている。クロムの分布は四国・近畿を横断する中央構造線や北海道の中央部にも南北に縦断する構造線などに沿って顕著な高濃度地域が見られる。カドミウム、ヒ素、鉛等は、各地の鉱床に関連して濃度が高い地域が見られた。

さらに、有害元素の広域分布と地域の地質特性等の諸要因、有害元素の存在形態等の測定結果を総合的に解析してバックグラウンド値の評価を行う地球化学図解析・評価システムを構築した。地理情報システム上に元素の分布を表示するとともに、地質、地形、土壌、断層、土地利用、人口、降水量、水質、大気などの背景データを重ね合わせ、両者の相関を解析した。また、これまでに蓄積された地球化学図の全データを、容易に参照・理解できる形で公表すると共に、一般に配布できるような形で地球化学図を作成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地球化学図、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

【研究題目】エコ・アドバンスド技術による高効率環境修復・保全システムの確立

【研究代表者】北本 大（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】柳下 宏、竹田 三恵（環境調和技術研究部門）、木村 信忠、鎌形 洋一（生物機能工学研究部門）

【研究内容】

目標：

本研究では、バイオサーファクタント等の環境調和材料、及び即効的な環境生物モニタリングシステムを一体化した、安全かつ高効率な環境修復システムの確立を目指している。

進捗状況：

本年度は、バイオサーファクタント等の界面活性剤の

油汚染処理に対する添加効果を検証するため、土壌を用いた試験・評価系を構築した。また、土壌試料中において分解に関わる微生物の菌相をモニタリングするために必要となるPCR-DGGE法（変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法）などの解析手法の最適化を行った。その結果、バイオサーファクタント処理を行うことで、特定の土壌条件下における油類の微生物分解は有意に促進されることが判った。

さらに、環境中の特定の微生物量や、汚染物質の分解に関わる特定の遺伝子量をモニタリングするために必須となる「定量的PCR法」について、昨年度に引き続き検討を進めた。その結果、それぞれの遺伝子に特異的なプライマーセットや蛍光プローブの設計・作成を最適化することで、目的とする分解に関わる遺伝子量を精度よく迅速に定量できることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】環境浄化、土壌汚染、油、炭化水素、バイオサーファクタント、バイオレメディエーション

【研究題目】有害物質の漏えい防止材料の開発に関する研究

【研究代表者】小野寺嘉郎（環境管理研究部門）

【研究担当者】小野寺嘉郎、蛭名 武雄、長瀬多加子、Chattopadhyay Abhijit

【研究内容】

H10年6月施行の総理府・厚生省共同命令「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係わる技術上の基準を定める命令の一部を改正する命令」では、遮水工の要件の強化として遮水層の二重化が打ち出された。遮水材の一つとして粘土を用い、その不透水性を利用して地層を経路とする有害物質の漏洩を防止する方策である。しかし、粘土は多種多様であり、どのような粘土が優れているのかは資料の整備がなされておらず明確でない。処分場に対する信頼性を得るには材料の機能の科学的な裏付けが不可欠であり、そのためには材料の構成要素個々の性質まで立ち戻った検討が必要である。

本研究では、廃棄物最終処分場における有害物質の漏洩を防止する材料の開発を目的としている。上記の目的を達成するため、先ず種々の粘土鉱物について分子やイオンの収着能、遮水性に係わる透水係数や膨潤能等の測定を行い、結晶化学的な性質との関係を明確にし有害物質遮蔽材料としての機能に関する基礎資料を整備する。次に、表面修飾や表面処理による特定有害物質の収着能の付与あるいは遮水性の向上について検討し、材料の高機能化を目指す。

H15年度は、種々の粘土試料と珪砂を混合した圧密供試体の透水係数と、粘土試料の<2マイクロ粘土分率の相関を行い、両者を良好に相関する回帰式を得た。次に種々のイオン交換粘土を調製し、交換性イオンの違いが

透水係数に及ぼす効果を明らかにした。さらに圧密供試体にカルシウム溶存水を流通させ、長期透水試験を行った。一方、粘土への非イオン性有害化合物の吸着能評価を目的として、チオベンカルブのベントナイトおよびベントナイト構成鉱物への収着量を測定し、収着量と鉱物組成の関係を明らかにした。また、当グループが開発した3元系複合含水酸化物によるヒ素イオンの収着性と化学組成との関係を明らかにした。

【分野名】環境保全技術

【キーワード】漏洩防止材、廃棄物最終処分場、ベントナイト、スメクタイト、透水係数、イオン収着、機能評価、機能高度化

【研究題目】発火・爆発性廃棄物の安全処理に関する研究

【研究代表者】松永 猛裕（物質プロセス研究部門）

【研究担当者】和田 有司、飯田 光明、岡田 賢、秋吉美也子、藤原 修三

【研究内容】

本研究では、発火・爆発性廃棄物を安全に処理するために、その危険性を迅速に評価する試験法、無害化処理技術の開発、廃棄物の発火・爆発現象の解明、および、廃棄に関わる発火・爆発危険性の情報整備を行う。本年度、得られた成果は以下の通りである。①発火・爆発性検出のための評価フローチャート、および、その後の処理のための簡易分析フローチャートを試作した。②著しく処理が困難な化学系廃棄物を面倒な条件設定無しで無害化するための耐爆加熱炉を開発するため爆薬の威力で50gの爆発に耐える処理炉を試作した。③金属粉末含有組成物の自然発火特性を評価する試験法を開発することを目的として、多くの自然発火事故が報告されているAl含有組成物について小型等温試験を実施し、酸化剤種が発熱挙動に及ぼす影響の把握を行った。また、単独では発火・爆発危険性が低い溶液系化学物質が他の化学物質と混合されることにより、より危険な状態になる反応を詳細に調べることが目標とし、ニトロメタンをモデル物質に選び、アルカリ水溶液と混合し、その熱安定性の変化を化学的に解明することを目的とした実験を行った。④化学物質が関与した廃棄物処理中の事故を調査・解析し、インターネット上での情報公開の準備を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物安全、発火・爆発危険性

【研究題目】標準ガス希釈器の信頼性向上に関する研究

【研究代表者】高本 正樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】中尾 晨一

【研究内容】

本研究では、標準供給されている容器詰め高濃度標準ガスから乾式の環境計測器の校正に必要な低濃度標準ガ

スを希釈精製するために使用されている希釈器の信頼性向上をめざす。具体的には、希釈器に使用されている微小流量用流量計を校正するために微小質量流量標準を確立し標準供給を行う、さらに希釈器内部へ成分ガスの吸脱着の定量的な評価を行い適切な表面処理方法を確立することである。これらの結果を基に信頼性の高い標準希釈器を開発する。また、既存の希釈器の性能評価のための校正装置を開発する。最終年度である平成15年度は、

1. 確立した極微小質量流量標準の供給体制の確立。

開発した PVTt システムを用いて3mg/min～0.01mg/minまでの流量範囲で流量計を校正できるようになった。本装置は、上記の流量範囲において拡張不確かさ（包含係数k=2）0.5%以下で流量計を校正できる。本校正装置では、数日にわたる長時間校正が可能でそれによって校正における不確かさを小さくしてゆくことが可能である。今後、外部への経常的な標準供給のためには計測の自動化など周辺設備の整備が必要である。また、信頼性の高い標準移転用の流量計の開発が急がれる。

2. 開発した簡易型希釈器の評価。

平成13、平成14年度の結果を基に簡易型希釈器を試作し、その評価試験を現場の分析器を用いて行った。開発した希釈器の能力は1/1000までで、全体は80℃に加熱することができ、またパージの時は120℃まで加熱可能になっている。この希釈器の希釈率の不確かさは、拡張不確かさ（k=2）で1%である。試験したガス種は、SO₂、NO_x、VOCsの三種類である。その結果、SO₂、NO_xに関しては、分析結果のバラツキと希釈率から推定された不確かさがほぼ一致した。一方、VOCsの分析においては、分析結果のバラツキと推定された不確かさには大きな開きがあった。現段階では、原因は明確ではないが、希釈過程が明確になることで、現状の低濃度分析器の能力や方法を見直しの動機付けをあたえることができると考えられる。

【分野名】環境・エネルギー、標準

【キーワード】標準ガス、希釈器、流量標準、希釈ガス、成分ガス、吸着・脱着

【研究題目】自動車排ガス現場計測用超音波流量計の実用化に関する研究

【研究代表者】高本 正樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】寺尾 吉哉、森岡 敏博

【研究内容】

ディーゼル排ガス中に含まれる粒子状物質（PM）排出量を正確に測定するためには、排ガス流量を直接測定することのできる流量計の開発と適切な測定方法の規格化が必要である。このような背景のもと、本研究では、自動車排ガスの高温に対応できる超音波センサを開発するとともに、自動車排ガス特有の強い脈動や偏りのある流れの影響を受けない排ガス流量計測システムを開発す

る。また、開発した流量計の特性評価試験方法と排ガス流量測定方法の規格化を推進する。

本年度は、自動車排ガスの高温環境に耐えられる超音波センサを開発するために、様々な材質・構造における伝熱解析を行い、温度特性を調べた。その結果、センサ被曝面に耐熱性の高い断熱材を介することによって、ある程度高温排ガスからの熱伝導を軽減することができることがわかった。数種類のセンサを実際に試作し、高温流における加熱試験を実施した。その結果、400℃まで加熱しても受信波形が確認できた。しかしながら、高温状態で保持すると、センサの放熱に比べ、熱吸収のほうが多くなり、受信波形が徐々に小さくなることも分かった。また、受信波形には低周波数成分が重畳していることが確認された。これはセンサの一次共振周波数に他の振動モードが重畳しており、FEM 解析によりセンサ保護管の固有振動数であることが分かった。この周波数の重畳を回避するために、センサ構造の厚みを増すことによってセンサ周波数を下げるという改良を行い、常温時の受信波形が小さくなってしまったが、温度上昇による感度の低下が小さく抑えられることが確認できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自動車排ガス、超音波流量計

【研究題目】ノリ加工用海水の浄化・再生に関する研究

【研究代表者】木村 邦夫（基礎素材研究部門）

【研究担当者】木村 邦夫、恒松 修二

【研究内容】

九州有明海沿岸は、日本の代表的なノリの産地で、海岸近くの内陸に位置する約2,500の小規模業者がノリを生産している。つみ取られたノリは、その後の加工処理までの間、貯留海水槽に保存後、裁断される。そのため毎日数トンの海水を使用している。しかし、使用後の海水は、何の処理も施されないまま周辺の用水路に放流されるため、産地周辺では塩害が発生し、深刻な環境問題となっている。そこで、本研究では、排水を環境基準まで浄化し再利用するために、当所で開発した環境浄化剤を用いた浄化に関して検討した。

当所で開発したアナターゼ型酸化チタン被覆微細中空ガラス球状体を充填した浄化装置を用いることで、ノリ加工用海水を浄化できることは確認できたが、浄化装置内の圧力損失が大きいため処理量が少なく、工場に設置する浄化装置の設計指針を得ることができなかった。そこで、圧力損失がほとんどない三次元微細セル構造磁器質光触媒フィルターを新たに開発した。これは、圧力損失がほとんどないため、リアクター1本当たりの流量は1L/minでも可能であるが、流量を多くすると浄化能が低下する。流量は数百 ml/min が適していることが明らかになった。この磁器質光触媒フィルターを用いることで、工場に設置する浄化装置の設計指針を得ることが

できた。国立医薬品食品衛生研究所では、当所から提供した磁器質光触媒フィルターを充填したリアクターを用いて、ノリ加工場におけるノリ加工工程ごとの使用水および排水の殺菌効果を把握した。

【分野名】資源・エネルギー

【キーワード】ノリ加工用海水、排水浄化、光触媒、酸化チタン、三次元微細セル構造磁器質光触媒フィルター

【研究題目】ダイオキシン類による地域環境汚染の実態とその原因解明に関する研究

【研究代表者】辰巳 憲司（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】和田 慎二、市川 廣保、森本 研吾、福嶋 正巳、飯村 洋介

【研究内容】

ダイオキシン類による環境汚染の実態が次第に明らかにされつつあるが、環境中での挙動、特に土壌の腐植物質との相互作用についてはほとんどわかっていない。本研究では、ダイオキシン類の組成分析に及ぼす土壌及び土壌腐植物質の影響及びその評価を行うため、腐植酸タイプが異なる腐植物質を含む様々な種類の土壌や腐植物質そのものとダイオキシン類の相互作用を解明することを目的とする。本年度は、固相マイクロ抽出法（SPME）及び電子捕獲型検出器付きガスクロマトグラフ（GC-ECD）を用いる方法により、種々の腐植物質に対するダイオキシンの分配係数（ K_{oc} ）を測定し、ダイオキシンの分配係数に及ぼす腐植物質の特性を評価した。

腐植物質として、美唄泥炭土由来、新篠津泥炭土由来、インドネシア熱帯泥炭土由来、塘路黒ボク土由来、また日本腐植物質学会頒布の黒ボク土由来、褐色森林土由来、及び国際腐植物質学会頒布の Elliott 土壌由来、Pahokee 泥炭由来、Waskish 泥炭由来、スワニー川由来、Nordic Lake 由来のものを用いた。各種腐植物質に対するダイオキシン（HpCDD）の分配係数（ K_{oc} ）から求めた $\log K_{oc}$ は、7.65~6.35の範囲であった。また、黒ボク土由来、褐色森林土由来、熱帯泥炭由来のフミン酸で $\log K_{oc}$ が7.3~7.6とほぼ推定値に近くなるのに対し、フルボ酸やポドゾル泥炭由来のフミン酸では、6.3~7.1と推定値より0.5~1オーダー低くなる傾向を示した。全試料の $\log K_{oc}$ の平均値は、7.15±0.4であり、腐植物質の種類の違いにより0.4の変動幅を持つことが明らかとなった。これらの結果から、本実験で用いたフミン酸とフルボ酸で HpCDD の分配係数は一桁以上の差があり、両者間の違いが明瞭に現れた。

腐植物質の元素組成、元素組成、官能基含量、腐植化度などの構造特性が HpCDD の分配係数（ K_{oc} ）に及ぼす影響を明らかにするために、各腐植物質の構造パラメータとの相関性について検討した。その結果、分配係数は腐植物質中の芳香族や脂肪族などの疎水部分の含有量

よりも、むしろ極性指標やカルボキシル基含有量などの官能基密度に大きく依存した。また、腐植物質に対するダイオキシンの分配係数は腐植物質の官能基密度が低くなるに伴い増加することが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ダイオキシン、腐植物質、腐植酸、分配係数

【研究題目】GISによる騒音源周辺環境を考慮した騒音伝搬予測に関する研究

【研究代表者】国松 直、今泉 博之（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】今泉 博之、高橋 保盛、神宮司元治、国松 直

【研究内容】

本研究は、地理的位置や構造物の平面分布などの空間情報に自然・社会・経済などの属性データを統合的に処理・管理・解析が可能なGIS（地理情報システム）を用いて、都市域の複雑な伝搬系を考慮できる騒音伝搬予測手法を開発するとともに、標準的な音環境管理手法の確立を目的とする。

平成15年度の成果は要約すると以下の通りである。

本システムの適用性を検討するための事例研究として、道路端垂直防音壁の設置前後における周辺騒音場の変動に関して、その騒音低減量及びその影響範囲等を検討した。またモデル地区内の3箇所において、道路交通騒音を対象とした長期間計測を実施し、得られた騒音データは道路交通に関する属性データとともに本システムに入力・管理した。

GISによる都市域の音環境管理のモデル構築に不可欠な建物群の高さに関しては、階層数を入力・管理及び数値地図への変換等を行う機能拡張モジュールを開発した。また地表面分布に関して、細密数値地図データを音響インピーダンスに着目して再分類し、シェープファイルを作成した。さらに地形影響に関しては、騒音源から見通せない斜面上の受音点での実測結果と地形を考慮しない条件でのGIS予測計算結果を比較検討し、その影響度合を示した。

地方自治体独自で実施されている気象観測データをGISシステムへのデータ取り込み、集計・分析及びレイヤ表示機能を持つ機能拡張を開発した。本システムを活用し、地方自治体独自の気象観測データから抽出したモデル地区内の典型的な気象状況（風向・風速）を騒音伝搬予測計算に用いて騒音分布を推計した。また不均一境界面に関して、音源と受音点の距離が一定で異なる境界面の占める比率を変化させた場合の実フィールド実験から、受音点が位置する境界面の音響特性に主に影響を受けることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】GIS、騒音

【研究題目】産業起源内分泌かく乱物質の環境複合毒性検出システムの開発と動態予測モデル作成に関する研究

【研究代表者】山下 信義、斎藤 隆雄、竹田さほり（環境管理研究部門、セラミックス研究部門、生活環境系特別研究体）

【研究担当者】吉山 秀典、鷲見 栄一、鈴木 昌弘、前田 高尚、竹田さほり、山根 昌隆、坪田 年、斎藤 隆雄、加藤 且也、横川 善之（職員11名）

【研究内容】

内分泌攪乱物質（Eds）の環境複合毒性に関する研究領域を開拓するために、機器分析化学的生物検定法を用いた環境複合毒性検出システムの開発、環境中EDsの精製・純化法の開発、難揮発性EDsの高性能分析法の開発、生化学的EDs毒性検出試験法の開発、ホルモン感受性培養細胞を用いたEDs作用評価法の開発、内分泌攪乱物質動態予測モデルの作成を行う。

昨年行ったダイオキシン、コプラナPCB、ノニルフェノール類に加え、臭素系難燃剤の臭素化ジフェニルエーテルについて、二次元ガスクロマトグラフィによる精密精製・純化法の検討を行った。また、本研究で開発したdouble column-HPLC法はPCNsだけではなく、PCDD、PCDF、PCB異性体（理論上484種類、実試料では200種余）もの多成分高度分離に有効であり、特にリスク評価の必要な毒性異性体を完全に分離分析することが可能であった。

また、代表的な難揮発性EDsとして、クロロフェノール類、熱分解性農薬、ビスフェノールAを含むアルキルフェノール類、およびビスフェノール類をそれぞれ選び、CEにおける分離の最適化、クロロフェノール類の系についてはMS検出のためのイオン化法、並びに各系にそれぞれ適合したオンライン濃縮法の検討を行った。その結果、いずれの系においても対象とする試料の高性能分離を達成した。

内分泌攪乱物質であるフタル酸エステル、ビスフェノールA、アルキルフェノール類の生物代謝において、生体内では脾臓・肝臓で産生されるコレステロールエステラーゼ、環境中では糸状菌の産生するラッカーゼがこれら化学物質の分解過程で重要な役割を示していることを明らかにした。

また、東京湾湾奥を対象としたノニルフェノールの動態モデルを作成した。沿岸海域の生態系構造（デトリタス/POC=0.29）とその中におけるノニルフェノールの挙動（Log Koc=5.30）について一定程度の精度で再現することができた。特に、デトリタスと植物プランクトンの沿岸生態系における位置付けや疎水性化学物質の分配機構における違いを明らかにすることができた。さらなる現地調査によって両者の役割は明確になり、より精度の良い疎水性化学物質の動態モデルが開発される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 内分泌攪乱物質、ノニルフェノール、電気泳動

〔研究題目〕 ハロゲン化ダイオキシン類似物質の
QSAR 分析法と分解処理技術の開発

〔研究代表者〕 山下 信義、荷福 正治（環境管理研究
部門、環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕 吉山 秀典、荷福 正治（職員3名）

〔研究内容〕

塩素化ダイオキシン類と同様な環境影響、毒性が懸念される臭素・フッ素などのハロゲン元素置換のダイオキシン類似物質（PHDLC：polyhalogenated dioxin-like compounds）については環境動態・危険性把握が急務であるが、これらの化学物質は理論的には数千種類もの成分を有するため、塩素化ダイオキシンのみを対象とした現在の分析手法では対応できない。このため、複雑な混合物である PHDLC に適した新規研究手法を開発し、併行して生化学的構造活性相関法（QSAR）による危険性評価、高効率分解処理技術の開発から構成される、「発生源推定」「毒性評価」「分解処理技術」を融合させた総合的研究を行うことで第二、第三のダイオキシン問題の発生を防止し、今後のダイオキシン対策の円滑な推進に資する。代表的な環境試料から PHDLC を含む化学物質グループを抽出し、最先端の微量有害化学物質精製装置等を用い、特定の強毒性物質を精製するとともに、これらに対する高感度測定法／生化学的危険性評価法を開発する。本年度の研究成果からクロマトは、我々が既報で示した PCNs 大気汚染の長期的指標として有用であるだけでなく、PBDEs 及び PBDDs/DFs にも適用できることが明らかとなった。本法によって可能になった異性体詳細分析により、臭素化物の給源推定及び環境モニタリングの高度化が期待される。また、塩素系ダイオキシン類の大気汚染長期指標として研究されているクロマトについて、臭素系難燃剤の環境指標としても有効であることを国内では初めて明らかにすることができた。前年度に達成した PCN、PCDD、PCDF、PCB 異性体（理論上484種類、実試料では200種余）の給源推定法と臭素系難燃剤、約20種類についてクロマト葉・土壌・大気間での残留組成・滞留時間の詳細比較を行うことにより、これらの化学物質間でどのような環境挙動の違いがあるかの推測が可能であると考えられる。

また、有害ガス（揮発性有機化合物）や有害化学物質を含有する焼却灰にパルス放電を印加し、その特性と有害物質の分解性を検討して、次の結果を得た。(1) 有害化学物質（VOC）の処理（無害化）には、放圧がある程度高く、放電発生率の大きい、放電立ち上がり早い、半幅値の小さい、正極性の放電が効果がある。さらに、直流を重畳すると、有害化学物質の分解率が大きくなる。(2) 有害物質を含む焼却灰を無害化するには、放電パル

スの立ち上がり遅く、正極性の放電パルスが効果的である。条件を整えば、有害物質（ダイオキシン類）を50%程度分解（無害化）できる。(3) パルス放電印加により、固体には破壊、断裂など固体全体や表面に物理的変化が生じる。(4) プラチックス廃棄物にパルス放電を印加することにより、その廃棄物処理が行えると考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 塩素化ダイオキシン、臭素化ダイオキシン

〔研究題目〕 ダイオキシン類及び内分泌かく乱物質の
センシングシステムを用いた環境リスク
対策の研究

〔研究代表者〕 黒澤 茂（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 黒澤 茂、愛澤 秀信、朴 鍾元、
島 忠夫、太田 好、片岡はるみ
（職員1名、他5名）

〔研究内容〕

本研究では超高感度センサー素子を用いたダイオキシン類の超高感度センシング法を確立し、当該センサーに係る使用上の最適条件は環境試料を用いた実証試験を通じて明らかにすることにより、環境モニタリング調査及びダイオキシン排出削減等のダイオキシン類対策に貢献することを目的とする。当該年度は、各種超高感度センサーを用いたダイオキシン類等の測定に関する三項目の研究を行った。

(1) ダイオキシン類に対する単一認識抗体の選択とその超高感度センサー上への固定化法を継続し、抗体の固定化条件と抗原抗体反応の最適化条件について SPR（表面プラズモン共鳴）法と QCM（水晶振動子）法を用いて検討した。(2) QCM 法でのダイオキシン実試料測定条件の最適化を行った。また、QCM 法でのオンサイト測定用装置の改良を行った。(3) QCM 法と従来の簡易測定法である ELISA 法や公定法である GC/MS 法を測定法に用い、同一の高速溶媒抽出・濃縮・カラム処理などの前処理を行った環境試料を用いた分析結果の比較実験を継続して行った。

大型 SPR 装置は競争反応及びサンドイッチ反応を組み合わせることで、極低濃度（pg/mL レベル）のダイオキシンモデル低分子測定が可能である。Handy SPR をオンサイト測定用途の候補に選び、小型 SPR センサーの基礎的な検討を開始した。抗体の固定化法の検討では、Fc 部位を酵素処理で除去した抗体分画が、最良の結果を得た。抗体固定化 QCM を用いて人血清中に含まれる測定対象物質の濃度を測定するための非特異吸着の大幅な削減に有効な試薬として MPC（2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン）ポリマーが最適な試薬である知見を得た。公定法に従った GC/MS 測定により、ゴミ焼却場由来の環境試料中の各種ダイオキシン

異性体の濃度分率と毒性等量分率を求めた。QCM 式ダイオキシンセンサー測定結果と GC/MS 測定結果との比較より、QCM 法で得られた結果から TEQ 値を推定できる可能性を示唆した。QCM 測定での抗体の交差反応性もこの結果を支持した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ダイオキシン、水晶振動子、免疫反応、スクリーニング

【研究題目】目視判定等の利用による高感度水質計測技術の簡素化に関する研究

【研究代表者】松永 英之（メンブレン化学研究ラボ）

【研究担当者】松永 英之、鈴木 敏重、横山 敏郎、和久井善人、高橋由紀子、菅野 千晶、Tatineni Balaji

【研究内容】

分析機器の高度化が進む現在でも、超微量元素の定量には、熟練した技能と多大な労力及び時間を要しており、現行の高感度水質計測技術の簡素化が強く望まれている。本研究では高額な大型機器を使用することなく簡便に同程度の高感度水質計測を行うことができる新しい計測システムの開発を行う。

平成15年度は特に、鉛、ヒ素の簡易目視計測法の開発を検討した。その結果、鉛イオン検出膜とヒ素(V)イオン目視検出用固体材料を世界で初めて開発し、いずれも特許出願を行った。開発したヒ素検出材料を用いる標準的な判定では、75ppb (75 μg/L) 程度のヒ素(V)イオン濃度を30分以内で簡易に検出することができる。試みに、仙台市郊外の秋保温泉源泉中のヒ素(V)イオン濃度を本材料で測定し、JIS(日本工業規格)公定法である ICP(誘導結合プラズマ)発光分析法による測定値とほぼ一致する値が得られることを確認した。また、鉛イオン検出膜は、抽出試薬としてジベンゾ-18-クラウン-6-エーテル、シグナル化合物として青色の陰イオン性色素テトラプロモフェノールフタレインエチルエーテルを用い、これに可塑剤を加えた PVC 薄膜である。この膜中で鉛-ジベンゾ-18-クラウン-6-エーテル錯体が TBPE-とイオン対を生成することで、鉛イオン濃度に依存して緑～紺～赤紫と色相変化する現象を新たに見出し、これを鉛検出フィルムへ応用した。フィルムであるため、前処理や分離操作が不要、フィルムを計測するため元試料溶液の着色・汚濁にも無関係、保存が容易、その場で目視計測が可能である。

【分野名】環境保全技術

【キーワード】ヒ素、鉛、高感度濃度計測、目視判定、簡易法

【研究題目】内分泌かく乱化学物質等の有害化学物質の簡易・迅速・自動分析技術に関する研究

【研究代表者】田尾 博明（環境管理研究部門）

【研究担当者】田尾 博明、野田 和俊、長縄 竜一、木村 明、中里 哲也、鳥村 政基、谷川 實、Ramaswamy Babu Rajendran（職員6名、他2名）

【研究内容】

ダイオキシン類、PCB、有機スズなどの内分泌攪乱作用が懸念される化学物質や、アルデヒド等の発ガン性物質の汚染実態調査や処理技術開発、排出実態解明等を効率的に行ううえでニーズの高い、簡易・迅速・自動分析法の開発を目的とする。このため、高感度・高選択性を有する GC/ICP-MS 法や水晶振動子センサ法などの検出系と、複雑な分析操作を簡素化・自動化するための前処理系の研究開発を行う。また、それら最適な組み合わせを見出すことにより、従来の分析法と比べて、分析に要する労力・時間・コストを大幅に低減する。GC/ICP-MS 法による有機スズの分析に関して、海水試料や人の毛髪試料から有機スズ化合物を抽出した液を、GC/ICP-MS 法と GC/MS 法で分析し、そのクロマトグラムを比べることにより、分析感度や干渉等を比較した。その結果、海水に関しては沿岸域の比較的濃度の高い試料は、従来の GC/MS 法でも測定できるが、外洋海水に含まれる低濃度試料は、GC/ICP-MS 法でしか測定できないこと、また、毛髪中の有機スズに関しては、GC/MS 法ではモノブチルスズとジブチルスズは測定できるが、内分泌攪乱作用が懸念されているトリブチルスズやトリフェニルスズは、共存物質の干渉が大きいため測定することができず、GC/ICP-MS 法でしか測定できないことが明らかとなった。このように GC/MS 法と比べて、GC/ICP-MS 法の感度は1000倍以上高いだけでなく、共存する有機物等の干渉はるかに少なく、その優れた分析性能が実証された。一方、PCB 類に関しては、ICP 中でのイオン化効率がスズに比べて悪いいため、GC/ICP-MS 法の感度は、GC/MS と比べて約10倍悪かった。しかし、この点に関しても、昨年度開発した GC と ICP-MS を結合するための新しいインターフェイスを用いることにより、検出限界を10倍向上させて GC/MS と同等なレベルにすることが可能となった。本インターフェイスに関しては、本年度国際特許を出願した。また、臭素系のポリプロモビフェニルなどは、プラスチックの難燃剤として使われており、その簡便な分析法の開発が望まれているが、本法を用いることにより、従来のような複雑な前処理を施す必要がなく、より簡便に分析できることが分かった。本法の応用として、実際に PCB 含有廃油試料に適用し、PCB の迅速分析法としての有用性を実証した。

連続監視が可能な高機能センサの開発では、分解薬剤と水晶振動子の電極素子を直接反応させて検知する手法を開発した。ベンゼンやトルエンなどの芳香族化合物の検出では、五酸化ヨウ素を主原料にした分解薬剤を利用

して、水晶振動子の電極材料としては銀素子を組み合わせる条件が最も良好であることが分かった。その結果、温度条件30℃、薬剤量0.1g、ガス通過流量100ml/min、分解時間10分の測定結果、約1ppb/Hz程度以上の感度があることが分かり、環境基準レベルを測定可能であることが示された。また、同様な条件においてトルエンの場合、約10ppb/Hz程度以上の感度があることが分かり、ベンゼン同様、環境基準レベルを測定可能であることが示された。トリクロロエチレンについても同様に、酸化鉛を主原料とした分解薬剤を利用して、水晶振動子の電極材料としては銅素子を組み合わせる条件が最も良好であることが分かった。その結果、温度条件30℃、薬剤量0.05g、ガス通過流量100ml/min、分解時間10分の測定結果、約10ppb/Hz程度以上の感度があることが分かり、環境基準レベルを測定可能であることが示された。

鋳型重合ポリマーを用いたアルデヒド類の検出に関しては、メタクリル酸系のモノマーが比較的高い選択性を示すことが明らかになったが、実用レベルの感度および選択性を実現するため、その分子構造中のエステル基の構造が異なるメタクリル酸及び、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸イソブチルを用いて比較検討を行い、もっとも脂溶性が高くまたかさ高い側鎖を持つメタクリル酸イソブチルをモノマーとした場合にアセトアルデヒドに対して2ppm/Hzの感度分解能を示すことを明らかにした。また実環境における連続測定試験の結果、センサの寿命が現状で2~3日(90%応答)であることを確かめた。さらに、応答特性の異なる複数のセンサ応答を解析し濃度に換算した場合、単一のセンサの測定値よりも妨害物質の影響を低減できることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アルデヒド、鋳型重合、センサ

【研究題目】工業製品の生体影響評価のための組織特異的内分泌かく乱化学物質検出系の開発

【研究代表者】木山 亮一(糖鎖工学研究センター)

【研究担当者】垣沼 直人、朱 耘、
ロイ・バダルチャンドラ

【研究内容】

本研究は、エストロゲン活性を有する内分泌攪乱化学物質の生理活性測定のために、エストロゲン受容体遺伝子(ER α)及びエストロゲン応答遺伝子をレポーター遺伝子として用いる微量測定法の開発を目標とする。さらに、エストロゲンに対する組織特異的発現応答を示す遺伝子群を用いたカスタムDNAチップを作成し利用することにより、化学物質のそれぞれの組織に対する影響を網羅的かつ定量的に計測し、内分泌攪乱化学物質の生体に対する影響をより正確に評価する技術確立する。また、本研究は、産業技術総合研究所と厚生労働省との研究機関による共同研究を行う。平成15年度は以下の研

究を行った。

- (1) カスタムDNAチップの利用によるエストロゲンその他の基準物質の影響評価アッセイ系の構築：まず、DNAチップ解析法の時間短縮を行ない、DNAチップアッセイの最終的な条件検討を行った。次に、MCF-7細胞その他の基本的な細胞を用いてエストロゲン及び環境ホルモンの基準となる化学物質に関してプロファイリングを行った。また、結果のデータベース化のためのソフトウェアの開発と3次元データベースの枠組みに関して研究及び開発を行った。
- (2) カスタムDNAチップの利用による組織特異的なエストロゲン応答評価：各主要組織由来の培養細胞を用いたプロファイリングを行った。また、DNAチップに用いたエストロゲン応答遺伝子の有用性を示すため、EGR3遺伝子機能について解析を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】環境ホルモン、エストロゲン、DNAマイクロアレイ、遺伝子発現プロファイル

【研究題目】内湾窒素循環過程における干潟・浅海域-湾中央生態系の相互作用の解明

【研究代表者】左山 幹雄(環境管理研究部門)

【研究担当者】左山 幹雄

【研究内容】

水深の浅い東京湾等の半閉鎖性内湾では、窒素の流入負荷の削減にもかかわらず、富栄養化問題は依然として深刻な状況にある。その原因として、堆積物からの窒素の溶出負荷の増大と、堆積物表層における脱窒(自然浄化)能力の低下が指摘されている。本研究では、干潟・浅海域と湾中央を空間的に相互に連関した複合生態系として把握し、湾全域を動的に統合した総合的な内湾複合生態系窒素循環モデルを構築する。そして開発したモデルを用いて、干潟・浅海域及び湾中央底生生態系が有する自然浄化機能(脱窒)が、湾全体の水質改善効果に与える寄与を定量的に把握する。また自然浄化機能(脱窒)のメカニズムを解析し、自然浄化機能の促進に重要な生物・化学・物理過程を推定する。平成15年度は、15N法による現場脱窒速度の測定手法を導入し確立した。また、東京湾湾中央底生生態系において、現場設置型微細環境測定装置を用いて海域の環境特性を測定する手法を確立した。そして、東京湾湾中央底生生態系において、脱窒速度と環境特性の季節変化を現地調査により調べた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】湾中央底生生態系、窒素循環、脱窒

【研究題目】ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究

【研究代表者】小淵 存、近藤 裕昭
(環境管理研究部門)

〔研究担当者〕大井 明、近藤 裕昭、松沢 貞夫、
指宿 堯嗣

〔研究内容〕

川崎市をはじめとする我が国の局地的大気汚染問題は、主としてディーゼル車による窒素酸化物（NO_x）および粒子状物質（PM）について緊急対策が必要な事態にある。本研究では、このような局地汚染改善のため、ディーゼル燃料性状を変更した場合の排ガスの改善効果を評価、予測する。また、川崎市の局地汚染地域を想定した数値流体モデルによる拡散モデルや局地汚染対策モデルの構築などを通し、効果的な環境改善対策を提言することを目的とする。

本年度は川崎市を対象としてディーゼル車による局地的大気汚染を改善するため、ディーゼル燃料性状を変更した場合の排出ガス（特に、粒子状物質：PM）の改善効果を評価した。燃料としては、天然ガスから合成されて芳香族分を全く含まない GTL 軽油と市販軽油に加えて、GTL に1-メチルナフタレンと GO03を添加した試験燃料によりディーゼル車を川崎市のトラックモードと10・15モードで運転して、PM 及び PM 中の多環芳香族炭化水素類（PAH）などの排出ガス特性を測定した。その結果、GTL 軽油からの PM 排出量は市販軽油に比較して約56%減少すること、芳香族成分の添加は PM 排出量を増加させること、GTL 軽油の PAH 排出量は市販軽油の約1/4まで減少することを明らかにした。数値流体モデルの構築では、川崎市池上新町交差点周辺の産業道路と首都高速道路（高架）を含む100m×40m×30m の領域を第1領域、そのまわり300m×120m×100m の領域を第2領域、さらにその外側の500m×500m×300m の領域を3次領域とするモデルを構築した。また、計算対象領域周辺の固定発生源（民生発生源）について、川崎市の GIS データを用いて25m メッシュで整理した。また自動車発生源については首都高速道路と産業道路を幹線道路、その他の道路を細街路として交通量、車速等を設定して排出量を夏季・冬季・時間帯別に求めた。第1領域について昨年度国立環境研究所が行った風洞実験と同条件での計算を行い、良好な結果を得た。

〔分野名〕環境・エネルギー、キーワード

〔キーワード〕ディーゼル、浮遊粒子状物質、NO_x、GTL 軽油、PAH、数値流体モデル

〔研究題目〕ガス状ほう素化合物による大気汚染監視測定技術及び除外技術の開発

〔研究代表者〕田尾 博明（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕田尾 博明、山崎 章弘、中里 哲也

〔研究内容〕

ほう素合金製造事業所周辺で植物被害が顕在化したため、ほう素化合物の動態、植物に対する毒性について早急に研究し、発生源対策を施す必要が生じた。本研究では、発生源における高温排ガス中のほう素化合物の採取

方法や分析方法を確立するとともに、ほう素化合物に高い親和性を持つ素材の探索・改質を行い、ガス状ほう素化合物の分離性能を解明する。さらに実測分離性能に基づき、新規な除去・リサイクルプロセスを提案し、その概念設計及び評価を行う。本年度は、ほう素化合物の形態別採取法として、ハニカムデニューダ、試薬含浸フィルター等を用いる方法を検討し、これらの方法を発生源近傍の煙道、ほう酸ばい焼炉煙道、バクフィルターの排出大気等に適用し、ガス状と粒子状ほう素の分別定量を試みた。測定は捕集したほう素化合物を水に溶解し、誘導結合プラズマ質量法等で行った。また、植物被害と気温との関連を調べるため、現地調査を1月と3月に実施した。一方、ほう素化合物に高い親和性を持つ膜素材の探索に関しては、ポリビニルアルコール（PVA）や、4級アンモニウム基を導入したポリエチレンイミンなどの高分子材料について検討を行った。創製した膜を用いてほう酸水溶液の透過実験を行った結果、PVA 膜の場合には、高濃度側から低濃度側にほう酸が移動する、いわゆる上り坂輸送が観察された。上り坂輸送は酸側からアルカリ側にのみ起こった。これは、PVA とほう酸の錯体形成平衡が、酸性条件下でより錯体側に傾いているためであると推察された。このような上り坂輸送現象は、排水中からのほう素濃縮に有効なプロセスの構築に繋がるものである。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ほう素、植物被害、分析、分離

〔研究題目〕MNA による地下水汚染改善状況の評価手法に関する研究

〔研究代表者〕駒井 武（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕駒井 武、杉田 創

〔研究内容〕

本年度は山形県において PCE や TCE など汚染されている5地区において、汚染物質の減衰挙動や地下水質を解析した。年内4回の環境調査および地下水のサンプリングを実施し、有機塩素化合物、各種イオンおよび金属などの化学分析、微生物の活性に関わる各種のデータを取得することができた。また、解析されたデータをもとに、以下のような評価結果を得ることができた。汚染物質の減衰タイプとしては、(a)生成物を伴いながら主の汚染が減衰していく、(b)生成物はなく単独で減衰していく、(c)減衰がほとんどない、の3タイプに分類することができる。

減衰挙動が(a)の地域の水質では、ORP 値や DO 値が低く、有機炭素量やマンガンや鉄などの溶存重金属が多く検出された。このように還元雰囲気下で地下水中に有機炭素が多く含まれる場合、分解の過程に伴う副生成物の取り扱いに注意すれば、有機系塩素化合物の MNA を実施するに好条件であるといえる。減衰挙動が(b)の地域の水質では DO 値が高く酸化雰囲気であった。高

濃度の汚染の場合には人為的に除去し、汚染地域が広がらないことが重要である。そして、ある程度濃度が低くなってから MNA に移行すればよいと思われる。減衰挙動が(c)の地域の水質では(b)の場合と同様に DO 値が高く酸化雰囲気であった。しかし、地下水中の温度が低く微生物活性が低いことや有機炭素量が少ないため減衰がほとんど起こっていないと考えられる。また、地下水の移流による希釈効果もないため今後も減衰するとは考えにくく MNA には適さない地域であるといえる。今後、3年間にわたり環境調査を継続し、MNA の判定に必要な基礎的な資料を蓄積していく予定である。また、わが国独自の MNA プロトコルを作成し、実際の汚染サイトに適用することを計画している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】MNA、地下水汚染

ー地球環境保全試験研究費ー

【研究題目】フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究

【研究代表者】二タ村 森、原谷 賢治（環境管理研究部門、環境調和技术研究部門 膜分離プロセスグループ）

【研究担当者】二タ村 森、永長 久寛、清野 文雄、山崎 章弘、原谷 賢治、藤原 一郎、須田 洋幸

【研究内容】

目標：本研究では、高性能分離膜やハイドレートを利用した回収技術と低温プラズマを中心とした分解技術を開発するとともに、各要素技術の相補的なシステム化を図ることにより、化学構造や排出源を異にするフッ素系地球温暖化物質の工場等の排出源からの大気環境中への放出を抑制し、地球温暖化防止に資することを目的とする。

研究計画：まず膜によるフッ素系地球温暖化物質の回収プロセスの開発、ハイドレートによるフッ素系地球温暖化物質の回収再生プロセスの開発、低温プラズマによるフッ素系地球温暖化物質分解技術の開発を個別に行い、各要素技術を精緻化する。さらに、個別の発生源に適合する新規処理システムを設計し、実用化の基本計画を策定する。

年度進捗状況：本研究では、i) 膜によるフッ素系地球温暖化物質の回収プロセスの開発、ii) ハイドレートによるフッ素系地球温暖化物質の回収再生プロセスの開発、iii) 低温プラズマによるフッ素系地球温暖化物質分解技術の開発を個別に実施した。今年度の研究概要は以下の通りである。i) ポリイミド系非対称中空糸膜を真空下、温度500～550℃で焼成して作成した炭素中空糸膜ミニモジュールが N_2/SF_6 系に対して高い分離係数を示した。炭素膜による一段分離と地下水温度での冷却・液化プロセスで、1%濃度の SF_6 をほぼ100%回収する場合

の所要エネルギーを約0.23kWh/mol と推算した。また、高速高分子膜と炭素膜を単純に連結する方式で、炭素膜単一の場合と同様の回収率および所用エネルギーが達成できるプロセスを設計した。ii) $HFC-134a-N_2$ 混合気体を用いて、分離槽内でのハイドレート晶析分離速度データを取得し、実用的に十分な速度で分離反応が終了することを実証した。また、平衡物性の計算による予測結果と実験結果の差が約2.7%であり、実用的に十分な精度でシステムの設計が可能であることを明らかにした。さらに、 SF_6 等の分離に対しては、エネルギー消費の点からハイドレート分離技術が深冷法よりも経済的に優ることを示した。iii) バリアー放電型リアクタにより種々の HFC 類の分解実験を実施し、電圧波形や周波数などの電圧特性がフッ素系地球温暖化物質の分解反応性に与える影響などについて検討した。実用的には、通常の交流電圧を用い、高印可電圧条件でプラズマリアクタを運転することが有効であることを確認した。無声放電型や沿面放電型リアクタに MnO_2 や $AlPO_4$ を複合化するとフッ素系地球温暖化物質の分解が促進されることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素系地球温暖化物質、膜、ハイドレート、低温プラズマ、触媒、回収、分解

【研究題目】サング年輪気候学に基づく、アジアモンスーン域における海水温上昇の解析に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】川幡 穂高、野原 昌人、岡井 貴司、蓑島 佳代、外西奈津美、井上麻夕里、吉永 弓子、高岡 光枝

【研究内容】

本研究は、琉球列島から東南アジア周辺を対象としてサング骨格を採取し、高時間解像度（週～月単位）で、過去200～300年の水温、塩分、降雨などを復元し、地球温暖化傾向にともなう海水温の上昇とモンスーン変動の関係を解明することを目的とする。15年度は、琉球列島およびフィリピンから採取されたサング試料を用いて、昨年度に引き続き酸素同位体比分析による過去約50～100年間の水温変動の復元を試みるとともに骨格成長速度の変動について各種環境変動パラメータとの時系列解析による比較を試みた。また、琉球列島のサングを例に、白化現象により骨格の成長が急激に低減することを見出した。白化現象によるサング骨格成長の停止は、生理学的研究に比較して遅れていたサング骨格形成についての研究分野にとって興味ある知見であり、今後、サングの生理学的な研究と共同してサング白化現象を解明していくための基礎となる。また、高分解能での微小試料採取技術は、このような成長異常イベントの解析に有用であることが明らかになった。成長速度の急な低下による

特徴的な同位体比記録は、過去の異常高水温現象の頻度の変遷などを明らかにする上で、有用な指標となろう。インドネシア・ジャワ島北方のセリブ諸島において採取したハマサンゴの柱状骨格試料についても、年輪計数を行い、酸素同位体比測定に着手した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】サンゴ、骨格、水温、塩分、酸素同位体比

【研究題目】永久凍土地帯のメタンハイドレートの安定性と生成解離

【研究代表者】海老沼孝郎（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】海老沼孝郎、皆川 秀紀、内田 努、長尾 二郎、竹谷 敏、大村 亮（職員6名、他15名）

【研究内容】

低温高圧条件でメタンと水から生成するメタンハイドレートは、外観は氷に類似しているが、水1cc に対して標準状態換算約200cc の比率でメタンを包蔵する。メタンハイドレートは、永久凍土地帯や大陸縁辺部の海底堆積層に広く分布することが確認され、地球表層における主要な炭素（地球温暖化ガス）貯留源と考えられている。永久凍土地帯のメタンハイドレートは、環境変動による温度と上載荷重の変化に対応して、地球温暖化ガスを放出または吸収する。本研究の目的は、特に熱力学的安定深度より浅い層に分布することが指摘されているメタンハイドレートを対象に、その安定性と生成解離機構を解明して、環境変動に対する寄与を明らかにすることである。平成15年度は、以下の研究を実施した。

永久凍土浅層に存在するメタンハイドレートの安定化機構を明らかにするために、被写界深度が深い共焦点走査型光学顕微鏡を用いて、氷点下温度におけるメタンハイドレート分解過程の「その場」観察を実施した。その結果、氷点下温度におけるメタンハイドレートの解離は、メタンハイドレートの解離により発生する水蒸気が氷の微結晶として表面に昇華凝結し、さらに層状に表面を覆うことにより効果的に抑制されることが分かった。また、氷の融点近傍に保持されたガスハイドレート堆積物の分解実験を行なったところ、平衡温度が氷点下となる圧力で分解させた場合には、堆積物の温度は平衡温度まで低下せずに結氷点で一定となり、分解速度が低下することが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガスハイドレート、永久凍土、温暖化、生成解離、動特性、安定性

【研究題目】二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究

【研究代表者】原田 晃（環境管理研究部門 地球環境評価研究グループ）

【研究担当者】原田 晃、鈴木 昌弘

【研究内容】

二酸化炭素の海洋隔離を実施する場合の有望な候補海域になるであろう西部北太平洋亜熱帯海域における炭酸塩粒子の存在状態を把握できるように、大量現場ろ過器を作成しテストを実施した。また16年度以降に、陸上あるいは海洋現場での炭酸塩溶解速度を求めるために溶解実験を計画しているため、懸濁物試料の採取の際に同時に溶解実験ができるよう、この装置に既存の炭酸塩溶解測定装置に取り付けて耐圧性能などの試験を実施した。また二酸化炭素隔離に対する環境影響評価の基礎となる現場海域の現状を把握するため、これまで西部北太平洋で実施したセジメントトラップによる沈降粒子のデータのデータベース化を図った。また、炭酸塩の溶解とともに二酸化炭素の海洋隔離の影響を受けるであろう有機物の分解過程を考察するため、西部北太平洋域で採取した海水を用いて溶存有機物の分離濃縮手法の検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離、環境影響評価、西部北太平洋

一地球環境研究総合推進費一

【研究題目】吸収線パラメータの実験的決定とその信頼性評価の研究

【研究代表者】山田 耕一（環境管理研究部門）

【研究担当者】山田 耕一

【研究内容】

本研究は地球環境研究総合推進費による研究課題 A-10「衛星データを利用したオゾン層破壊の機構解明に関する研究」のサブテーマ2「大気微量気体のリモートセンシングのための分光データ精密化に関する研究」のサブサブテーマ2-2として遂行された。人工衛星等によるリモートセンシング観測によって得られるさまざまな分光データから、大気微量成分の地域・高度分布を正確に決定するために必要な、線位置、強度、圧力幅などの吸収線パラメータを、実験室であらかじめ精密に決定し、その信頼性を評価することが本研究の課題である。具体的には、 N_2O や CO_2 等地球温暖化関連物質の吸収強度の決定に関してサブサブテーマ2-1で行われた実験と併せて、ヘルマン・ワーリス効果及び赤外吸収強度の信頼性にかかわる問題点を明らかにすること、また分子の吸収線形などを精密に決定するための測定及び解析技術を開発することを目標に研究を行った。われわれはこの課題に関して、サブサブテーマ2-1担当の気象研究所と共同で研究を行い以下の成果を得た。

(1) 吸収強度の解析

N_2O や CO_2 等直線形分子の吸収線強度決定に必要な分配関数の最適計算法に関して、数値近似表現や従来の高温近似とは異なる近似計算法を提案し、結果の比較検討から、新規に我々が提案する、回転状態につ

いては数値的積算、振動状態については調和振動近似を用いるのが、現実的かつ精度が高いことを確認した。2次近似のヘルマン・ワーリス因子解析では、実験結果の解析から得られる因子が見かけ上温度に依存することを確認した。

(2) 吸収線プロファイルの精密決定

N_2O 、 CO 、 HCl 及び SO_2 の純回転遷移を対象として吸収線プロファイルの精密測定・解析手法を開発、精度の確認を行った。吸収線プロファイルの精密解析の結果、実測スペクトルはディッケの縮幅 (Dicke narrowing) 効果の影響を明確に示しており、従来広く採用されているフォイクト (Voigt) 関数では、吸収線の形状を正しく表現できないことがわかった。本課題ではガウス幅も最小自乗法で決定する修正フォイクト関数、及びギャラトリー関数による解析を試みた。

(3) 半値半幅の吸収帯による変動について

N_2O 、 CO 、 HCl 及び SO_2 の振動基底状態での回転遷移の吸収線半値半幅をサブサブテーマ(2)①の高分解能 FTIR により得られたもの、あるいは文献値と比較することにより、半値半幅の吸収帯による変動は測定誤差程度の大きさであることを確認した。

(4) 圧力幅係数の回転量子数依存性の数式化について

吸収線の圧力幅係数の回転量子数依存性を、広い範囲の回転準位について、簡単な数式で与えることは、吸収線パラメータのデータベースを整理するうえで重要である。しかしこれは従来の単純な多項式展開では不可能であった。本課題では回転量子数依存性を表す新規の経験式を有理式展開によって試み、良好な結果を得た。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 衛星観測、吸収強度、吸収線幅

[研究題目] 化学輸送モデルを用いた東アジアにおけるハロカーボン排出量の推定に関する研究

[研究代表者] 田口 彰一 (環境管理研究部門)

[研究担当者] 田口 彰一 (職員一名)

[研究内容]

ラドン222の連続観測データとの比較から産総研の大気輸送モデル (STAG、1.125x1.125、L60) の改良を行った。ドイツのフライバーグにおけるラドンの観測結果と比較したところ、境界層が薄い夜間に STAG 濃度が観測の数倍高くなっていることが分かった。最低境界層高度を導入したところ問題を回避出来た。この導入により、ハワイのマウナロア (標高3400m) の観測濃度と STAG 濃度との差も小さくなった。マウナロアでは気象データから推定される境界層が厚くなる場合に観測濃度が上昇していた。海陸風の発達するような状況では観測濃度は島自体から発生するラドンの影響を受けており、STAG はこの影響を取り入れられないためこの食い違い

が発生すると思われる。発生源強度の不確実性およびモデルの水平分解能が対応できる範囲で STAG はラドンの濃度を再現していると判断される。次に HCFC-22 の濃度を2002年の気象データを用いて計算した。年間排出量は代替フロン環境適合性試験 (AFEAS) の報告値を用いた。発生源分布として反応性塩素排出量調査 (RCEI) が公表している値を採用した。対流圏の消滅過程は月別に東西平均で推定された OH ラジカルとの反応を用いた。2002年に旧航空技術研究所と国立環境研究所が相模湾上空で測定した濃度および米国海洋大気庁 (CMDL) が測定した濃度と比較した。STAG 濃度と観測値の差はバロウ岬 (アラスカ) および相模湾の1km 以下以外は5ppt 以内に収まった。バロウ岬の濃度は STAG 濃度が観測値を約18ppt 上回り、相模湾の下層濃度は観測値を約180ppt 下回ることがあった。相模湾の下層は STAG が対応できない局地的な風系が関連していると思われる。バロウ岬の濃度が観測と一致するように発生源分布に修正を施す必要があることが分かった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ラドン、地球温暖化、ハロカーボン、相模湾

[研究題目] 海洋上の有機エアロゾルに対する人間活動の影響及びその放射強制力の評価

[研究代表者] 兼保 直樹 (環境管理研究部門)

[研究担当者] 兼保 直樹、古賀 聖治、大島美紗子

[研究内容]

目標 数値モデルによって気候変動の将来予測を正確に行うためには、エアロゾルによる放射強制力を正確に求める必要がある。このうち有機エアロゾルは、その、発生源、微物理・光学的特性、および季節的変動に関する情報が不足しており、その放射強制力の計算過程には不確実性が多いことから、これらを基本的な情報を明らかにし、アジア大陸起源エアロゾルの北太平洋上での放射強制力を算定する。

研究計画 冬季の Asian outflow に含まれる大気エアロゾルの光学的特性、その湿度依存性、鉛直分布などを小笠原父島における集中観測により明らかにする。また、有機エアロゾル中の燃焼起源成分を分析し、さらに韓国済州島1100m 地点においては大気エアロゾルの採取を1年間継続する。

年度進捗状況 父島における海洋境界層内エアロゾルの光学的特性の連続観測およびフィルターサンプリングにより、人間活動の影響を受けたアジア大陸起源の大気エアロゾルの長距離輸送の状況を捉えた。特に、寒冷前線通過時の散乱係数および吸収係数の急増、その際のエアロゾルの鉛直分布、測定値の湿度補正係数等、今後の放射伝達計算に必要なパラメータをほぼセットとして揃えることができた。また、父島で長期フィルターサンプリングされた有機エアロゾルを分析し、多環芳香族炭化水

素類の各物質濃度の季節変化から、燃焼起源アロゾルには冬季の石炭燃焼等産業起源系のもの、および夏季のバイオマス燃焼系のものがあることが判明した。夏季のバイオマス燃焼系の有機エアロゾルは、濃度レベル自体は低いものの、滞留時間の長さから、やはり長距離輸送されたものであることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 放射強制力、PAHs、黒色炭素

〔研究題目〕 活性化学種との反応による不飽和炭化水素からのエアロゾル生成機構の研究

〔研究代表者〕 椎名 拓海（エネルギー利用研究部門）

〔研究内容〕

本研究では大気中での放射や雲の生成などに大きな影響をあたえていると考えられる、2次有機エアロゾルの生成機構を素反応過程の観点から検討し、気相の有機物が大気中で凝集しやすいエアロゾル前駆物質となる過程を解明することを目的とする。

OH ラジカルと、代表的な不飽和炭化水素類であるアセチレンからの酸化反応機構を検討するため、その反応素過程により生成する直接的な生成物を光イオン化質量分析法を用いて検出し、主要な生成物としてラジカル反応からの直接的な生成物としてケテンに対応する質量数42の信号を観測した。この結果、低圧においては分解生成物が主な生成物であることが示唆された。また、アルケン類の酸化過程から生成する重要な中間体であるビニルラジカルの酸化過程において、レーザー誘起蛍光法によりビノキシラジカルの生成を初めて確認した。これにより、この反応の速度定数の測定、および、ビノキシラジカル生成経路への反応分岐率の測定を行ったところ、10-200Torr の範囲で0.2-0.1程度であり、大気圧程度の条件下においても有意な値になることが予想される。このことは、不飽和炭化水素の酸化過程において、単純なラジカル付加生成物だけでなく、その分解生成物も考慮に入れる必要があることを示唆している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 大気化学、エアロゾル、反応機構

〔研究題目〕 太平洋の海洋中深層データ解析による長期的二酸化炭素吸収量の解明に関する研究

〔研究代表者〕 鶴島 修夫（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 鶴島 修夫、原田 晃

〔研究内容〕

1970年代以降の北太平洋の二酸化炭素データを収集し、統合データベースを作成した。西部北太平洋定点および東経165度の南北断面において、中深層における二酸化炭素の増加速度を見積もり、約1000m 深まで二酸化炭素が蓄積されていることが、直接的な二酸化炭素濃度の時系列変化からも検出された。さらに、これまでに収集

したトレーサーおよび溶存酸素などのデータセットを時系列に並べて解析した結果、北太平洋の広範囲な海域で水深1000m 程度まで、20年の周期を伴いながら海洋表層と深層との混合が弱体化しつつあることを明らかにした。このことは人為起源二酸化炭素の吸収（Uanth）の程度が数十年スケールで鈍ってきている可能性があることを示している。さらに、人為起源二酸化炭素以外の二酸化炭素の海洋から大気へのやり取り（Unon）が鈍っていることも明らかとなり、Uanth に対して Unon が約2倍量海洋内に蓄積されていることがわかった。これらのUanth と Unon の量比を時空間的に今後明らかにすることが、海洋の二酸化炭素吸収に伴う気候変動解析・予測に重要であり、その変動量を太平洋スケールで明らかにすることを予定している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、吸収速度、太平洋

〔研究題目〕 屋内外熱負荷低減効果の数値シミュレーションモデルによる検証

〔研究代表者〕 玄地 裕（ライフサイクルアセスメント研究センター）

〔研究内容〕

1) 研究の背景・目的・目標

民生部門の省エネルギー対策として建築手法によるエネルギー消費削減が有望視されている。そこで本研究では、個別建物から都市スケールまで建築の各種環境保全手法が導入された場合の環境負荷低減効果の定量と技術評価を行い、各手法の効果的な設置法や現実的な活用を提示することを目的とする。具体的には、環境保全手法として太陽電池パネル（PV）が夏季の都市の気温と冷暖房エネルギー消費に及ぼす影響について検討する。ヒートアイランド化が進む東京23区域からモデル街区を選び、大規模 PV 設置の定量的影響評価を行い、ヒートアイランドへの影響も考慮した PV 設置指針を明らかにすることを目標とする。

2) 研究の全体計画

実際の建物屋上に PV を設置し、PV 設置時の熱の挙動を実測することで PV 設置熱収支モデルを構築する。熱収支モデルを都市気象モデルに導入して、PV 導入が都市気温、冷暖房エネルギー消費に与える影響を明らかにする。気温への影響、エネルギー消費への影響を屋上緑化などの他の屋上使用対策と比較することで PV 設置指針を明らかにする。

3) H15年度の研究内容及び成果の概要

太陽電池パネル大規模設置による年間屋内外熱負荷低減効果、エネルギー消費量の検討可能なモデル改良を行った。昨年度までの評価結果とあわせ、一年あたりの太陽電池パネルの空調エネルギー消費への影響について定量的評価を行った。さらに、同じ屋上に行う熱負荷低減手法として屋上緑化を取り上げ、空調エネ

ルギー消費、気温変化について比較を行った。その結果、日平均気温変化は両対策とも0.1℃以下と非常に小さかった。発電を除いた空調エネルギーエネルギー消費の比較を行ったところ、太陽電池パネルの省エネルギー効果は屋上緑化よりも大きかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池パネル、ヒートアイランド、エネルギー消費

【研究題目】東シナ海陸棚域の堆積物による過去50年間の長江經由土砂供給量の長期変動に関する研究

【研究代表者】齋藤 文紀（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】齋藤 文紀、金井 豊、堀 和明、松岡 敷充（長崎大学）

【研究内容】

2009年に運用が開始される長江の三峡ダムの海岸沿岸域への影響を明らかにするため、過去50年間における土砂供給量の変動とその海域への影響を解析し、将来の影響予測に役立てることを目標として、海域から採取した堆積物コアの解析、河川土砂運搬量との比較を行った。海域からのコア試料は、華東師範大学との共同研究で採取した長江河口沖合いの水深7m～42mの海底から2-4m長のコアを利用した。これらの地域は、長江デルタのデルタフロントからプロデルタ地域に位置している。採取した地点の堆積速度は、新旧海底地形図の地形変化からは、Y-5地点：4.1cm/y、Y-6地点：7.4cm/yと推定され、1963年のCs137ピークから求めた柱状試料の堆積速度は、Y-5地点：2.9cm/y以上、Y-6地点：2.4-4.5cm/yであった。両者を比較すると、ほぼ同様の値であり、地形図変化の方がやや大きい。

鉛210法によって得られた各コアの表層部過去約20年間の堆積速度と上記の過去40年間の平均の堆積速度を比較すると、表層部の堆積速度は、40年間の平均と比べて約1/3程度と小さかった。このことから最近の堆積速度は、20-40年前と比べると半減していると予想される。また各コアで比較すると、水深が大きいほど表層部の堆積速度の減少が大きいことが明らかとなった。

長江の河川観測点のデータを見ると、最も下流域に位置する大通観測点では、1950年から1985年頃までは、比較的安定していたが、以降急激に減少してきており、2000年頃では1960-1970年代の6割程度の運搬量しかない。これらは、流域に分布する1万を超えるダムが建設の結果と考えられている。河川からの供給量の減少と海域での堆積速度の減少が、ほぼ同時期に、同程度であることから、土砂量の減少が直接海域での堆積速度に影響していると考えられる。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】長江、三峡ダム、揚子江、東シナ海、ダム、土砂

【研究題目】産業における環境効率・資源生産性評価手法の開発と適用に関する研究

【研究代表者】匂坂 正幸（ライフサイクルアセスメント研究センター）

【研究担当者】田原 聖隆、稲葉 敦

【研究内容】

目標

産業、企業、製品レベルで環境効率・資源生産性を評価する手法を開発するため、既存の手法および適応事例の調査によりその得失を明らかにするとともに、LCA、MFA、ライフサイクルコスト（LCC）、環境会計などの関連手法との関係を明らかにする。また、具体的な素材や製品や企業に対して、生産のために投入される資源量やエネルギー量、排出物質量を明らかにし、指標を導き、メソ・マクロスケールデータとの整合性を検証しつつ、ケーススタディを通じて指標の特性を明らかにすることを目的とする。

研究計画

本年度は、産業のCO2効率と企業のCO2効率の整合性を確認しつつ、メソ・マクロスケールデータとの整合性の検証を実施する。また、実際の企業のCO2効率を算出のケーススタディを実施し指標の確認をする。

年度進捗状況

本研究では、素材、製品、企業、産業の環境効率をすべて同一な方法で評価し、産業レベルの効率と各レベルを比較するために、すべてのレベルで算出可能な貨幣価値とCO2排出量を比するCO2効率を定義した。基準となる産業のCO2効率は、システムバウンダリを考慮に入れ、3つのCO2効率を提案した。総CO2効率は、産業Aの生産者価格（生産額）とその全体のCO2排出量の比し、直接CO2効率は、企業や産業により加えられる粗付加価値とその活動において直接排出するCO2排出量の比し、間接CO2効率は、その産業における中間投入額（原価）に対する上流産業のCO2排出量である間接CO2排出量の比として定義した。産業の各CO2効率の算出により、産業毎の特徴が明らかになった。次に企業のCO2効率と産業のCO2効率の比較を行った。ビール製造企業3社の直接CO2効率は、産業連関表から求まる直接CO2効率を補正した値と比較することが可能であり、企業の効率の基準となることが明らかになった。それに加えて、10業界45社のCO2効率を、対象企業の環境報告書及び経営関連情報からCO2排出量、売上総利益等を用いて算出した。産業のCO2効率との比較においても、各業界内での比較においてもCO2効率の値はばらつきがあった。このばらつきの原因として考えられるのは、各企業の活動（生産）が多産業にまたがっている点、CO2排出量の算出対象範囲が的確でないことが挙げられる。前者を解決するためには、対象企業での対応産業分類により産業のCO2効率を加重平均した値が、比較できる産業のCO2効率となる事が明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境効率、CO₂効率、企業、環境パフォーマンス

〔研究題目〕 都市と農村連携の相互性に関する研究

〔研究代表者〕 美濃輪智朗（循環バイオマス研究ラボ）

〔研究担当者〕 澤山 茂樹、川口 靖夫

〔研究内容〕

研究内容：

本研究は「環境負荷の軽減及び最適配分を実現する大都市近郊農村連携経済社会の制度設計と実施方策に関する研究」におけるサブテーマ(3)であり、サブテーマ(1)および(2)「都市農村連携における都市部(および農村部)の機能、環境負荷に関する研究」で行われる都市部と農村部それぞれの分析との整合をはかりつつ、都市と農村連携統合モデルを策定する。これをもとに、都市・農村連携機能を発揮するための政策と技術の適合性、さらに社会適用へのステップを明らかにする。産総研ではバイオエネルギー利用、熱有効利用に関わる技術の適合性を明らかにする。

平成15年度は、都市生産物、農村生産物、有機廃棄物(バイオマス)、非有機廃棄物、エネルギー、肥料、CO₂をパラメータとする都市農村連携モデルを共同で構築した。パラメータに線形モデルを導入して、必要な原単位を整理した。また、本モデルで重要となる輸送、流通の形態について整理した。さらに、バイオマス変換技術について新規技術の調査を行い、下水汚泥のメタン発酵に関してコストや環境影響(CO₂排出量等)、変換効率などの原単位がどこまで改善できる可能性があるかを解析した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 都市農村連携モデル、バイオマスエネルギー、熱エネルギー

〔研究題目〕 亜寒帯森林生態系における炭素収支に関する研究

〔研究代表者〕 山本 晋（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 近藤 裕昭、村山 昌平、三枝 信子、飯塚 悟、王 輝民

〔研究内容〕

当研究課題では他大学、他研究機関と共同でシベリアから東南アジアに至るアジアの代表的な植物・土壌生態系を亜寒帯、温帯、熱帯別に選定し、微気象学的方法による森林・草地生態系のフラックス、チャンパー法による土壌呼吸・植物呼吸、光合成など主要な炭素循環プロセスを統一的方法で、原則通年観測する。特に、産総研では亜寒帯森林生態系における炭素収支の観測および解析的研究を分担し、北東ユーラシアに広域に分布するカラマツ林生態系を研究対象として、生態系の炭素収支をフラックス観測と生態学的手法によって推定する。

本年度、当課題では北海道(苫小牧)、中国東北部(老山)、中央シベリア(トゥラ)で実施している森林炭素収支に関する連続観測を継続して行うとともに、各地点における拠点整備を進めた。産総研では、特に中国老山と北海道苫小牧における二酸化炭素フラックスの観測と年間炭素収支の算出、炭素収支量と各種気象要因の関係に関する解析を行った。その結果、苫小牧と老山では展葉・落葉のタイミング、および着葉期間の降雨パターンなどが異なるものの冬季や展葉直後(6月)の炭素吸収速度はほぼ同程度であること、大陸性気候下にある老山では夏季に乾燥の影響による吸収量低下が見られることなどが定量的に示された。年間ベースの炭素収支については、このほかに根呼吸の季節性、黄葉化のタイミングと針葉中の窒素濃度変化などに関する情報も必要であると考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 亜寒帯針葉樹林、カラマツ、炭素収支、フラックス観測、クロスチェック

〔研究題目〕 温帯森林生態系における炭素収支に関する研究

〔研究代表者〕 村山 昌平（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 山本 晋、近藤 裕昭、蒲生 稔、三枝 信子、飯塚 悟、高村 近子
岐阜大学：小泉 博、村岡 裕由

〔研究内容〕

(目標・研究計画)

本課題は、大気中CO₂濃度上昇の抑制を目指して、陸域特にアジア地域の気候-陸域間のCO₂の交換の実態を統合的に明らかにすることを研究目的として実施されているプロジェクト研究「21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究」の研究テーマ「ボトムアップ(微気象・生態学的)アプローチによる陸域生態系の炭素収支解析」のうち、温帯森林生態系の炭素収支に関する研究を実施するものである。本研究では、岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林においてタワー観測を継続して行い、微気象学的手法により、当森林による炭素固定量の年々変動の把握し、その変動要因を明らかにする。同時に、生態系成長量データを得て比較を行う。更に、生態学的手法や安定同位体比手法を用いて当森林における炭素循環の素過程を分離し定量的な把握を図る。得られた結果は、生態系炭素収支モデルやリモートセンシング解析手法の開発に利用される。なお、一部は岐阜大学に再委託して実施する。

(年度進捗状況)

タワー観測によるフラックス、CO₂濃度、気象連続データ取得、土壌呼吸速度の測定、同位体比測定試料の採取を継続して行い、また、林冠木の光合成特性の季節変化を測定した。これまでの観測から、1994年から2002年までの年間生態系純生産量(NEP)は、過去9年間で平

均 $259 \pm 68 \text{gC m}^{-2}$ であること、気象条件の年々変動等により、年によって 100gC m^{-2} を超える違いがあることが明らかになった。フラックス観測と土壌呼吸速度の測定から得られる地上部の呼吸速度の季節変化を調べたところ、LAI（葉面積指数：土地面積あたりの総葉面積）が増加する晩春から初夏の展葉期に増加し、LAI が一定値を示す頃より減少し、晩夏以降小さい値を示すことが分かった。林冠木および林内木の個葉の光合成・呼吸特性の観測結果から、LAI は6月下旬には成熟するのに対し、個葉の光合成能力はそれよりも遅く8月下旬に最大レベルに達することが分かった。一方、葉の呼吸活性は春先の展葉期間中に最も高く、その後、徐々に低下した。個葉の光合成能力は光環境が良い林冠木の方が高かったが、林内に生育する低木は、弱い光を効率的に獲得し、光合成生産に利用する特性を発達させていることが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】炭素循環、森林生態系、生態系純生産量、アジアフラックス

【研究題目】熱帯森林生態系における炭素収支に関する研究

【研究代表者】蒲生 稔（環境管理研究部門）

【研究担当者】前田 高尚、近藤 裕昭

【研究内容】

熱帯森林帯の3サイトで closed-path 法により CO₂フラックス観測を行なっている。超音波風速計の傾斜角の補正、トレンドの除去、チューブによる時間遅れ補正は行なっているが、空気密度変動の補正は行なっていない。

①熱帯季節林（常緑乾燥林）（SKR）

タイの熱帯季節林は混合落葉林、乾燥フタバガキ林、常緑乾燥林に分類される。このうち、常緑乾燥林での観測をタイ国中部のサケラート環境研究センターの47mの塔において行っている。サケラートでは、ほぼ成熟林であるというが、生態系が大气から吸収する炭素量とされる年間積算 NEE は11(2001)、10(2002)、13(2003) ton C/ha/yr と成熟林にしては大きい NEE になったことから、NEE と移流に関わる補正係数 u^* を用いて弱風時の夜間の補正を行うと、NEE は2001、2002年では、それぞれ1.5、1.3 ton C/ha/yr となった。乾期に降雨のあった2003は4.6 ton C/ha/yr と大かった。

②熱帯季節林（混合落葉林）（MKL）

混合落葉林での観測はタイ中西部のメクロン流域研究ステーション内の45m 塔で行っている。乾季雨季の季節パターンが葉面積指数 LAI や NEE に明確に現れている。ここでは年間の NEE は2001-2003年で、それぞれ5.6、3.7、4.5 ton C/ha/yr である。ここでも、 u^* 補正を試みたが、 u^* と NEE の間にはっきりした関係は見られなかった。これは、複雑地形に原因がある可能性がある。フラックス観測データ取得率は76%（2002）、

89%（2003）であった。エネルギー収支の閉じ率は大きくても50%である。ここは、竹が多く、2001年後半に竹が枯死したことで、近くの樹木が倒れてギャップができたため、葉面積指数が小さくなってしまっている。

③熱帯多雨林帯の成長過程にある二次林（BKS）

インドネシアの東カリマンタン、ムラワルマン大学熱帯降雨林研究センターのブキツスハルト演習林内にある30m 塔を利用して、二次林の成長過程における二酸化炭素収支を測定している。このサイトでは1983年のエルニーニョで火災消失してから成長した高さ15-20m の Macaranga 属が卓越する二次林が1998年のエルニーニョによる異常乾燥で再び消失した。消失後、材質の脆い Macaranga 属はすべて倒木となったが、現在、高度10m まで復活してきている。2001年度は、雨の多い、通常の熱帯多雨林気候で、年内変化は小さく、生態系純交換量 NEE の年積算値は5.7 ton C/ha/yr であった。一方、2002年はエルニーニョによる乾燥期が断続的にあり、3.3、2003年は乾燥期がさらに長く2.6 ton C/ha/yr であった。フラックス観測データ取得率は80%（2002）、67%（2003）であった。エネルギー収支の閉じ率は50-100%であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱帯季節林、熱帯混交林、熱帯多雨林、CO₂フラックス、NEE、タイ、インドネシア

【研究題目】地上データによるリモートセンシング手法の検証と改良（陸域生態系の炭素収支観測データベース構築と総合的解析に関する研究）

【研究代表者】山本 晋（環境管理研究部門）

【研究担当者】三枝 信子、蒲生 稔、岩男 弘毅
筑波大学（農林工学系）：西田 顕郎

【研究内容】

（目標・研究計画）

従来の地球観測衛星による推定手法の構築、検証は主に欧米の植物生態系の観測データを用いて行われているので、東アジアの異なった条件下の植生にはそのまま適用できない。東アジアの各種生態系に展開する観測サイトの地上観測データと衛星センサー（MODIS など）による純一次生産量（NPP）、葉面積指数（LAI）、蒸発散等の推定値を比較し、リモートセンシング手法の検証と改良を図り、東アジアでの衛星リモートセンシング推定値の精度の大幅な向上を図る。各種生態系での気象条件、総一次生産量（GPP）、純一次生産量（NPP）、開葉・落葉、土壌呼吸、葉面積指数（LAI）、光合成有効放射吸収率（FPAR）、植被率、蒸発比、粗度、葉内水分量、葉の化学組成、地上分光測定などの連続観測結果と、衛星センサー（MODIS など）による各種分光指標や NPP、LAI、蒸発散の推定値を比較・検証し、リモート

センシング手法を改良する。

(年度進捗状況)

昨年度に引き続き、既存の資料を収集し、リモセンによる現行の推定法の問題点の抽出を行なった。さらに、高山・苫小牧・筑波大の3サイトを重点対象とし、植生季節変化の連続モニタリングシステムを開発・展開した。それと炭素フラックス地上観測結果を用いて、衛星リモートセンシングデータが地上植生の季節変化と整合しないことの原因を追求し、植生放射伝達モデルと併用して、地上植生の動態に適した植生指標を検討した。一方、複数衛星センサーを組み合わせることで、衛星データへの雲被覆の影響を軽減できることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】森林生態系、リモートセンシング、炭素収支、Biome-BGC、植生指標

【研究題目】二酸化炭素収支のモデルによる予測のための情報基盤整備

【研究代表者】土田 聡 (地球科学情報研究部門)

【研究担当者】土田 聡、岩崎 晃
(職員1名、その他1名)

【研究内容】

人間活動による炭素循環への影響が顕著になり、気候変動のリスクが高まっている。しかしながら、今後100年間を見通して、陸域生態系における炭素収支の変動を中心とした、炭素循環変動リスクに対して人間社会がどのように対処してゆくのかについての研究は十分にはなされていない。特に人間活動と炭素循環の相互作用や炭素循環の管理に関する知見は著しく不足しているのが実情である。本研究では、アジア地域の統合的炭素収支変動予測に基づいて21世紀の炭素管理手法を検討することを目的とし、予測モデルのためのリモートセンシングデータ情報基盤整備に関する研究を実施する。アジア地域における地球観測衛星を利用した植生パラメータ算出アルゴリズムを評価・検討し、その最適化に向けた研究・技術開発を行う。つまりは、センサ精度に始まり大気補正・植生パラメータ算出に終わる一連の既存アルゴリズムについて、アジア地域環境の特殊性に対する適応性について検討し、より良いデータおよび計算法についての要素研究・開発を進める。本年度は、衛星データによる植生パラメータ算出の基本アルゴリズムの構築に着手し、その構築に必要な地上測定データベース(PEN)の構築を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、収支モデル、リモートセンシング

【研究題目】PFOS 類の海洋環境動態研究手法の開発に関する予備的研究

【研究代表者】山下 信義 (環境管理研究部門)

【研究担当者】環境管理研究部門 環境計測研究グループ 吉山 秀典

【研究内容】

近年地球規模の汚染を引き起こしている有害化学物質として国際的に注目されている PFOS (perfluorooctane sulfonate、パーフルオロオクタンスルホン酸塩) 関連物質について最高精度の精度管理が必要となる沿岸・外洋環境試料を対象に機器分析化学的・環境調査手法を開発し、将来の地球環境モニタリングの基礎を確立した。

現在明らかになっている PFOS 関連物質分析の問題点は3点である。第一に、試料採集・前処理・定量操作上のコンタミネーション(以後、ブランク)。第二に、標準物質に含まれる不純物質(構造の類似した異性体なども含む)の高度分離技術。第三に、固相試料からの低回収率の改善である。ブランクの問題解決は微量環境分析を行う上で最初に検討すべき項目であるにもかかわらず、信頼できる研究は国内には皆無である。また、産総研が招待され、各国の最先端研究に従事している科学者を一堂に集めた PFOS workshop (ドイツ)においても、ブランクの重要性は指摘されたが、十分な QAQC データの提供はなされていない。平成15年度「化学物質環境汚染実態調査」においても PFOS と PFOA の全国河川流域調査が行われたが、ここで用いられている方法は世界的にコンセンサスがとられている HPLC-MS/MS 法ではなく、分析行程上のブランクデータ・不純物質との高度分離を証明するクロマトグラム等、基本的な QAQC 情報が提供されていないため、既報の分析値との単純比較は危険である。

上記問題を解決するために、本研究ではまず、分析に関わる全ての行程のブランクを確認した。その結果、バイトン・テフロン等のフッ素系樹脂はもちろん、合成ゴム、ポリマーのほとんどから有意濃度でブランクを検出し、試料採集に関わる全ての機材より汚染源を除く必要性が明らかになった。特に、定量装置である HPLC-MS/MS 装置自体が原因となるブランクの低減には、装置の各部品の見直しが必要であった。フッ素系樹脂はほとんどの最先端分析機器に含まれているため、サクションフィルター、配管、流路切り替えバルブ、デガッサーの全てからフッ素樹脂を除く事が必要であった。また、水試料の濃縮操作に関わる固相吸着剤は従来よく使用される C18カートリッジはブランクが大きく不適切であることが判明したため、両性吸着剤を検討し、良好な回収率とブランクを得ることに成功した。さらに、試料バイアル、容器、フィルターについても素材の確認とブランク検討を行い、最終的に、検出感度として1L 試料中、PFOS、0.8pg、PFHS、0.4pg、PFBS、0.6pg、PFOA、5.2pg、PFNA、1.8pg、PFOSA、1pg、THPFOS、1.1pg の検出感度を達成することができた。

上記で開発した高感度分析法を複数回に渡る国際共同研究航海において採集した試料について適用した。対象

海域は南シナ海、東シナ海、北大西洋、中部大西洋、太平洋西部及び中央部であり、沿岸域として日本近海、韓国、中国、香港沿岸と東京湾である。分析結果を表1に示す。今回の調査結果により、外洋海水試料に含まれる1pg/L レベルの PFOS 関連物質を測定できることが判明した。またここで明らかにした世界初の外洋汚染データからアジア沿岸域の汚染は数百-1万 pg/L 前後、であり、太平洋中部と比較すると数十倍から数百倍高濃度である事がわかった。特に、大西洋と太平洋の汚染レベルの差と関連物質組成の変動は PFOS 関連物質の地球規模の動態を解析する上で貴重な知見である。さらに、沿岸・外洋海水中のモニタリング手法として従来使用されている表層海水測定手法では海洋の三次元測定が困難なため、南シナ海及び太平洋において海水中鉛直分布を測定し、深海3000-4000m 前後の海水中 PFOS 関連化合物の検出に成功した。この成果は従来の海洋学的研究と融合させ、海洋大循環と大気循環メカニズム内に PFOS 関連物質を外挿し、地球規模将来予測モデルとして結実させる方向で国際共同研究がスタートしている。

近年地球規模の汚染を引き起こしている有害化学物質として国際的に注目されている PFOS (perfluorooctane sulfonate、パーフルオロオクタンスルホン酸塩) 関連物質について最高精度の精度管理が必要となる沿岸・外洋環境試料を対象に機器分析化学的・環境調査手法を開発し、将来の地球環境モニタリングの基礎を確立した。平成12年に行われた国内初の PFOS 研究成果と産総研の有する国内精度管理技術を併用することで、1L 試料中、PFOS、0.8pg、PFHS、0.4pg、PFBS、0.6pg、PFOA、5.2pg、PFNA、1.8pg、PFOSA、1pg、THPFOS、1.1pg の検出感度を達成し、信頼性の高い分析値を得るための分析行程の QAQC 評価基準も確立できた。

本研究成果は国内初の PFOS 環境汚染マップの完成・世界初の地球規模外洋汚染データの提供・深海水域中 PFOS 濃度の測定等、多数の成果をあげるとともに、国際学会賞受賞、第四回海洋汚染国際会議における招待講演・キーノートスピーチに選ばれるなど、日本の環境分析技術の優位性を国際的にもアピールできた。さらに、多数の国際共同研究の申し込みを受けると共に、受託・共同研究など、国内産業界との連携も深め、フッ素系化学産業の適正指導のための情報提供体制を独立行政法人として初めて確立することができた。また、経産省・環境省所管及び日本化学工業会のミーティングにおいても協力分担に合意、PFOS/PFOA 以外検討対象としていなかった環境省「化学物質環境汚染実態調査」の検討項目として他の残留性フッ素化合物にも目を向けさせ、より適切な環境影響評価をスタートさせることに成功した。

【分野名】環境

【キーワード】PFOS、パーフルオロオクタンスルホン酸

【研究題目】有害化学物質の環境中での分解・変質と有害性評価に関する研究

【研究代表者】田尾 博明（環境管理研究部門）

【研究担当者】田尾 博明、中里 哲也、伊藤 信靖
（職員2名、他1名）

【研究内容】

人為起源有害化学物質による海洋汚染は広域化し、海洋生態系への影響が懸念されている。2001年に残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs 条約）が成立し、対策と共にこれらの化学物質の地球規模での監視が盛り込まれている。有害化学物質はそれ自身の有害性もさることながら、環境における変質過程によって、より有害性の高い物質を生じる可能性が懸念されることから、海洋環境における変質過程の解明とその有害性評価を行う。このため、海洋中で新たに生成する多環芳香族（PAH）や PCB の水酸化体に着目し、極微量分析法を開発して、沿岸域から外洋までの濃度分布を測定する。また、太陽光シミュレーター（自然光と同じ波長の光を照射する装置）を用いて水酸化体の生成、分解速度などのデータを取得するとともに、海域の総合的な有害性（特に雌性ホルモン様活性）を測定して、未解明であった PAH や PCB 水酸化体の有害性に対する寄与を評価する。

本年度は、疎水性の吸着剤を回転子上に被覆し、これを液体試料中で攪拌することにより、分析対象物質を抽出する方法（SBSE）と熱脱着-GC/MS 法を組み合わせさせて海水中の OH-PAH を定量する方法を開発した。このため、海水中での誘導体化条件について最適化を行った。種々の誘導体化法を検討した結果、無水酢酸によるアセチル化を選択し、その最適条件を求めた。OH-PAH を含む人工海水に無水酢酸を直接添加することにより、1,4-diOH-naphthalene を除く、すべての OH-PAH がアセチル化された。また、アセチル化の直前に NaHCO₃ を添加することにより、OH-PAHs の OH 基が活性化されアセチル化が促進された。無水酢酸の添加量が20μl で NaHCO₃ の添加量が0.1g の時、海水中の OH-PAH を最も効率良くアセチル化できることが分かった。抽出に必要な時間は4時間であった。本法により海水中の OH-PAH を sub-ppb オーダーで定量できることが分かった。

太陽光シミュレーターによる PAH の分解速度に対する置換基効果を調べた。この結果、PAH が水酸化体として分解するとすると、電子供与体としてのメチル置換体は、アントラセンの場合9位>2位>1位～無置換体の順になった。なお、この分解速度に対する市販のフミン酸の添加効果はなかった。理論的には、フミン酸のような溶存有機物の存在は、スーパーオキシド陰イオンラジカルの発生を促し、これが分解を誘起すると考えられるため、更に共存有機物の影響を解明していく。

内分泌攪乱作用に関しては、PAH の一つであるアン

トラセン (ANT) に焦点を当て、その光化学反応生成物の雌性ホルモン様活性 (エストロゲン様活性) を評価した。エストロゲン様活性は2つのプラスミドが導入された酵母 Y190株を用いた *in vitro* バイオアッセイ系で評価した。具体的に測定の対象とした化合物は、ANT、その主要な光化学反応生成物であるアントラキノ (ATQ)、水酸基を1~3つ有する水酸化 ATQ などである。また、これらの化合物が生体内で代謝された場合の活性も薬物代謝酵素を用いて実験した。その結果、ANT の光化学反応生成物の中にはエストロゲン・アゴニスト活性 (エストロゲンと同様の活性を持つものをアゴニストという) をもつ化合物があることが明らかになった。最も活性の高かった2-hATQ は17 β -エストラジオールの約8000分の1の活性をもち、環境エストロゲンとして知られる、ビスフェノール A の約3倍、p-ニルフェノールの約0.4倍の活性値であった。一方、アンタゴニスト (エストロゲン活性を抑制するもの) 試験の結果から、ANT の光化学反応生成物の中で陽性物質が1つ確認された。以上の結果から、環境汚染物質の PAH の一つである ANT、及び ANT に光を照射した時に生成する化合物あるいは、その代謝産物がエストロゲン・アゴニスト及びアンタゴニスト活性を有することが明らかとなった。これらの結果は、PAH の光化学反応が新たな内分泌攪乱物質の起源となることを示唆している。本研究では、誘導体の影響を評価する上でエストロゲン活性に着目しているが、生物に対する化学物質の影響は未だ不明な点が多く、このようなデータの蓄積は今後、更に必要なものとなる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋汚染、多環芳香族炭化水素

【研究題目】保存すべきサンゴ礁の水質・光環境条件に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】川幡 穂高、長尾 正之、井上麻夕里、吉永 弓子

【研究内容】

高い生産性と生物多様性を有しているサンゴ礁の減少・衰退が世界的な規模で進んでおり、その保全は国際的にも重要な緊急課題となっている。本研究は、世界的にも貴重なサンゴ礁が存在する沖縄県八重山諸島において、保全すべきサンゴ礁環境の必要条件について検討を行い、サンゴ礁生物多様性保全地域選定に必要な科学的資料を得ることを目的とする。平成15年度は、石垣島東部に現存するサンゴ礁の小規模健全域である宮良湾の生物群集調査地点において水質・光環境の多点計測を実施し、生物群集の分布特性と海洋環境との比較、特に陸域の影響について検討が可能なデータセットを収集した。宮良湾に面した3つのサンゴ礁内岸寄りでは塩分が外洋水よりも低下している様子がよくわかり、これは陸水の流

入によると考えられる。このような岸-沖方向の勾配は、各種栄養塩濃度等にも確認された。また、宮良湾を含めた石垣島沿岸サンゴ礁の環境特性を評価するために、石垣島東海岸3地域 (安良崎沖・白保轟川河口域・宮良湾) と石西礁湖内のシモビシにおいて、陸源堆積物、いわゆる赤土とその礁内海水の濁度への影響を調査した。堆積物中の細粒物質の分析定量には、堆積物中懸濁物質含量簡易測定法 (SPSS 測定法) を用いた。宮良湾のサンゴ礁の礁池の一部と水路部分、轟川河口から北側の海岸部に SPSS 値の高い海域が見い出された。一方、安良崎、白保、シモビシでは全体的に SPSS 値が低い。サンゴ礁海水の濁度には、大局的に SPSS 値との有意な相関関係が認められ、礁内での海水の濁度の原因が堆積物中の細粒物質の再懸濁であることを示唆している。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】サンゴ礁、濁度、陸水、栄養塩

【研究題目】サンゴ礁の海水流動と懸濁物の挙動に関する研究

【研究代表者】長尾 正之 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】長尾 正之

【研究内容】

サンゴ礁内の濁質分布の規定要因を検討し、保全すべきサンゴ礁環境の数値基準を海中懸濁物と光環境の視点から提案することを目的として平成15年度は、(1)陸域の影響を強く受ける石垣島宮良湾と、外洋水の影響を受ける石西礁内のサンゴ礁であるシモビシでの海域比較調査、(2)宮良湾サンゴ礁における海中濁度と底質中懸濁物質量との相関調査、(3)石垣島東海岸と石西礁シモビシのサンゴ礁における海中濁度と底質中懸濁物質量を実施した。(1)については、シモビシ北の海底付近の濁度は比較的高く、宮良湾の濁度と同じ程度であること、その原因がシモビシ北の底質中に細粒分が多いためであることを明らかにした。(2)については、まず、堆積物中の細粒物質の定量には大見謝 (1987) の堆積物中懸濁物質含有量簡易測定法 (SPSS 法) を用い、表層海水中の濁度との対応を見た。その結果、宮良湾の場合、みお筋で SPSS が高い場所を除けば、SPSS の高い場所では表層濁度も高いことがわかった。(3)では、(2)と同じ解析を、対象サンゴ礁を石垣島東海岸3地域 (宮良湾、白保から轟川河口、安良崎) と石西礁シモビシに拡大して行った。その結果、河川の有無が海底の SPSS の分布を支配していることがわかった。また、全てのサンゴ礁のデータを大局的に見ると、サンゴ礁の海水中の濁度と SPSS との相関は有意であり、サンゴ礁海水中の濁度の主因が、堆積物中の細粒物質の再懸濁によることが明らかとなった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】石垣島、サンゴ礁、懸濁物質、赤土

〔研究題目〕 マーカー遺伝子を導入した組換え微生物の検出法の開発

〔研究代表者〕 鎌形 洋一（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 木村 信忠、北川 航

〔研究内容〕

意図的もしくは非意図的に特定微生物が環境中に放出された場合、その微生物を追跡するためには、当該微生物株固有の遺伝子を用いて定量検出するのが望ましい。しかし、対象となる微生物株のどの遺伝子が他の微生物にはない“まったく固有の”遺伝子かを検索するのは事実上不可能である。したがって、対象微生物にあらかじめ、微生物には通常認められないマーカー遺伝子（あるいは配列）を付与しておくことが最も現実的な方法となる。昨年度までに緑色蛍光蛋白質をコードする *gfp* 遺伝子を微生物の16S rDNA 内に相同組換えによって導入し、その緑色蛍光によって組換え体微生物を視覚的に追跡したり、挿入した *gfp* 遺伝子配列などをターゲットにして特定微生物を追跡可能にする技術を確認した。本年度は機能遺伝子そのものを特異的に検出可能にする目的で、任意の遺伝子に検出マーカーとなりうる塩基配列を挿入する技術を開発した。この技術を用い、モデル遺伝子として用いた2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) 初発分解遺伝子である *tfdA* 遺伝子 (2,4-D dioxygenase gene) にマーカー配列を持たせた変異型遺伝子、*tfdAm* を構築した。この *tfdAm* はそのマーカー配列をターゲットにすることで、元の *tfdA* 遺伝子とも区別の出来る特異的な検出が可能であり、本マーカー導入手法の有用性が示された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 微生物 組換え体微生物、マーカー遺伝子

〔研究題目〕 LCA による日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・再資源化システムの設計

〔研究代表者〕 稲葉 敦（ライフサイクルアセスメント研究センター）

〔研究担当者〕 匂坂 正幸、八木田浩史

〔研究内容〕

（目標）地球温暖化に加え複数の環境問題を引き起こしながら対応が遅れている我国発の使用済み自動車及び部品を流出先で適切に使用・再資源化していくために必要な体制を構築することを目指し、そのために LCA による日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・再資源化システムを設計する。

（研究計画）日本発の使用済み自動車及び部品のアジアにおける第二ライフサイクル、第三ライフサイクルを考慮できるように現存の LCA 手法を拡張する。開発した LCA 手法により、日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・廃棄に関する改善策を評価する。

（年度進捗状況）日本発の使用済み自動車及び部品のアジアにおける第二ライフサイクル、第三ライフサイクルを考慮できるように、現存の LCA 手法である環境コスト（社会的外部コスト）を含めたライフサイクルコストの考え方を輸出中古車に適用した。

1992年、1997年製造のガソリン乗用車（2000cc）、ディーゼル乗用車（2500cc）に関して、日本で使用後にインドネシアに輸出されて使用される場合について LCA 手法に基づいて環境影響評価を行うと共に、参照ケースとして2002年製造の乗用車が新車としてインドネシアに輸出されて使用される場合について同様の評価を行った。各評価ケースの評価イメージ（システム境界）は、以下の通りである。

携帯品扱いの中古車（1992年）→インドネシアへ輸出→10年、20万 km 走行→廃棄

通関経由の中古車（1997年）→インドネシアへ輸出→10年、20万 km 走行→廃棄

新車（2002年）の国内製造→インドネシアへ輸出→10年、20万 km 走行→廃棄

環境コスト（外部コスト）の大きさは、1992年車 > 1997年車 ≥ 2002年車の順であり、特にディーゼル車の都市域大気汚染（NO_x、SO_x、PM）の環境コストが大きいことを確認した。アジア向けの中古車輸出においては、車両価格の安い低年式車が輸出されることが多いが、LCA 手法に基づく環境コスト（外部コスト）からも、今後、環境面の改善について対策が必要であることが裏付けられた。

以上のように、輸出中古車の海外における第二ライフサイクルの環境影響について、既存の LCA 手法を拡張した手法によって評価することが可能であることを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 輸出中古車、アジア、LCA、環境負荷

〔研究題目〕 衛星観測データを利用した四次元同化手法の開発状況の調査

〔研究代表者〕 田口 彰一（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 田口 彰一（職員一名）

〔研究内容〕

大気中の水蒸気、二酸化炭素、オゾンなどは赤外線を吸収するため、それら気体成分の分布は大気の熱平衡状態に影響する。このうち水蒸気は降水との関連から数値天気予報の早い段階から予報されてきたが、二酸化炭素とオゾンは予報せず一定値が用いられてきた。欧州中期予報センター（ECMWF）には2003年から米国の大気熱赤外サウンダ（AIRS）のデータが即時配信されるようになったのに伴い、二酸化炭素の利用試験が始まったため開発状況を調査した。現業解析では二酸化炭素の濃度は場所と時間に依らず一定にしたまま、気温と水蒸気の分布から熱赤外（3-15 μm）の放射強度を AIRS 専用

の高速放射伝達コードで計算する。このコードは放射計算モデル（GENLIN2）を基に欧州気象衛星機構（EUMESAT）の資金で作成されている。この結果とAIRSの観測した放射強度を比較しその差のアジョイントから気温と水蒸気の分布に修正を加え再度放射強度を計算する。この繰り返し計算は簡略化したモデルでおよそ50回行う。2003年9月の時点では二酸化炭素の輸送を考慮せず、二酸化炭素濃度を地点別に変動させる形で実現していた。鉛直積分二酸化炭素濃度を一か月平均した分布が作成されていた。二酸化炭素の輸送まで考慮して解析する時期について衛星グループリーダーのThepautは3-5年、担当者のEngelenは1年以内との見方を示した。地球環境全体に対する貢献を目指すECMWFの提案書（GEMS）では二酸化炭素の濃度を衛星データから求めると同時に、その収支は陸域生態系をGEOLANDプロジェクトと、海洋をMERSEAプロジェクトと共同で研究する計画。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、アジョイント、データ同化、大気熱赤外サウンダ

一環境技術開発等推進事業一

【研究題目】ナノ反応場を利用した酵素活用生分解水循環改善システムの開発に関する研究

【研究代表者】横川 善之（セラミックス研究部門）

【研究担当者】横川 善之、加藤 且也、斎藤 隆雄、永田夫久江、穂積 篤、寺岡 啓、稲垣 雅彦、阿知波初美、橋樹 淳子、張 垠、E. K. Girija、C. Elango

【研究内容】

ナノスケールの気孔を有する生体触媒担持用セラミックスにより、公共用水の汚濁負荷削減を高度・高効率に削減するシステムを開発することを目指し、持続的で高効率な生分解システムを提供するため、環境有害汚染物質の分解に効果的な有用微生物およびその産生酵素を担持する、ナノスケールの気孔を有するセラミックス担体を開発しシステム化を図った。生体触媒を固定するに最適なナノサイズの気孔を有するセラミックス担体を世界で初めて開発することを目指し、実用化に必要な重要な知見を得ることができた。ナノサイズの気孔を有するセラミックス担体は、酵素を強く保持し且つ高い活性発現率があること、選択溶解法でナノサイズの気孔を有するヘドロ由来セラミックスを安価に製造できることがわかった。ヘドロセラミックスを用いた生物ろ過法では、既存の担体よりも高い有機物除去能力、硝化能力を有すること、生物量、生物相からみた生物付着性においても既存の担体と同等の効果を有しており、実用化に適していることがわかった。ヘドロセラミックスを用いた環境水中の微量環境汚染物質の除去手法の確立を目的として、microcystin LR 分解酵素固定化担体の開発を行った。

アルカリ条件の湖沼から単離された好アルカリ性の microcystin LR 分解菌 C-1は microcystin LR を速やかに分解し、またその菌体から抽出した粗酵素でも同様な分解能力が確認された。酵素作用をもって生物ろ過法の状況を改善する実用化を目指し、含油排水を用いて試験を行った。酵素剤を直接添加しても一応の成果は確認されるが、酵素固定化ヘドロセラミックスを用いる場合は固定化酵素が失活しない限りは恒常的に活性が得られることが可能となることがわかった。また、反応条件の嫌気化を進めかつ酵素と油分の接触効率を上げるためには改質槽を別に設けた方が効率的と考えられた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】環境浄化、酵素、ナノ反応場セラミックス

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

【研究代表者】岩橋 均（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

【研究担当者】岩橋 均、范 紅、北河恵美子

【研究内容】

河川、工場排水、産業廃棄物施設周辺水等の長期暴露による毒性評価は、動物試験が中心であり、その費用から、積極的に導入されていない。そこで、これまで不可能とされてきた、微生物を指標とした長期暴露試験を可能にする簡易モニタリング装置を開発する。

具体的には「連続培養系培地組成の検討」「バーコード酵母の選択」「連続培養装置の開発・改良・運転方法の確立」「選択バーコード酵母を用いた連続運転試験」を通して、簡易モニタリング装置を開発している。

連続培養系培地組成についてはその組成を確定した。またバーコード酵母については、各毒性分類グループを代表する化学物質、SDS、テルペン、カドミウム、チウラム、等の化学物質を用いて、有用酵母株の選択を行い、現時点では、YIL029C、YML097C、YPL065W、YIL053W 等の利用可能な酵母約150種類を選択することができている。また連続培養装置については、市販の装置に当該研究で開発した濁度モニタリング装置設置を改良し試作前機を先ず作成した。さらに本装置を用いて、問題点を抽出、新たに試作機を設計・作成を行うことができた。16年度内に、実用化の目処をつけ、ユーザーの発掘を行いたいと考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】DNA マイクロアレイ、バーコードマイクロアレイ、環境化学物質

一その他一

【研究題目】平成15年度スパイクタイヤ類似品に関する調査

【研究代表者】二瓶 光弥（エネルギー利用研究部門）

〔研究担当者〕 二瓶 光弥、清水 健一

〔研究内容〕

スパイクタイヤ類似品（ガラス繊維含有タイヤを含む。以下同じ）について「スパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律」（平成2年法律第55号）第2条第1項に規定するスパイクタイヤに該当するか否かを判断するためのガイドライン（案）を策定することを目的とした。新たなスパイクタイヤ類似品による路面損傷等に関して補足調査を実施するとともに、これと平成13、14年度に実施したスパイクタイヤ類似品に関する調査結果をふまえて、有識者による調査検討委員会において技術的・専門的な観点から検討を加えるなどし、スパイクタイヤに該当するか否かについて判断するためのガイドライン（案）を策定した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 スパイクタイヤ、類似品、粉じん、環境影響、ガイドライン

④【その他省庁】

〔研究題目〕 平成16年度「生物機能の革新的利用のためのナノテクノロジー・材料技術の開発」

〔中項目名〕 水クラスターの構造制御およびその触媒材料合成への応用

〔研究代表者〕 清住 嘉道（メンブレン化学研究ラボ）

〔研究担当者〕 長谷川泰久、長瀬多加子

〔研究内容〕

本研究は、農産物などの生体と水との相互作用、水が示す物質特性の把握ならびに水の分子構造変化に伴う材料の特性変化を通して、存在状態が異なる水のナノ領域での胴体評価を総合的におこなうことを目的とした。本研究は次の4つのコンテンツから成り立っている。

1. 材料としての水：水クラスターの構造制御およびその触媒材料合成への応用（産総研）
2. 蒸気としての水：食品加工調理に用いる過熱蒸気中の水分子の動態評価（食総研）
3. 水構造測定法開発：ナノ領域における溶液構造の解明と生体反応制御技術の開発（北海道農業技術開発センター）
4. 水イメージング法開発：ナノ領域における水のイメージング（東京大学大学院農学生命科学研究科）

材料としての水に関しては、前年度までに強アルカリ電解水を用いることにより、ゼオライトおよび層状ケイ酸塩の結晶化が促進されることを明らかにするとともに、合成反応系内に存在するアルカリカチオン種を変えることにより、新規の層状ケイ酸塩を合成することにも成功している。

今年度は、得られたマイクロポーラス材料の触媒材料および分離材料としての評価を行った。五員環構造を有する新規層状ケイ酸塩の層間内の Si-OH 基を縮合させる

ことで新規ゼオライト CDS-1に転換できることを見出すとともに、この CDS-1を多孔質支持体（アルミナ、ムライトなど）上に膜化する技術を開発した。この CDS-1膜は、水/エタノールの浸透気化法による分離性能において、分離係数=55、透過流束=0.53というエタノール選択透過能を示した。また、従来のゼオライトに比較して、CDS-1は耐酸性、耐熱性に優れていること（6N-酢酸および塩酸水溶液中で1週間以上構造が安定であり、800°C-20時間処理にも構造変化なし）を確認した。現在、バイオマス原料からのエタノール連続発酵プロセスへの適応、低分子ガス（CO₂、CH₄など）の分離、食品加工への応用などを検討している。

〔分野名〕 ナノテクノロジー

〔キーワード〕 水クラスター、電解水、ゼオライト、層状ケイ酸塩

〔研究題目〕 浚渫土砂有効活用検討調査

〔研究代表者〕 山崎 宗広（海洋資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 山崎 宗広、星加 章

〔研究内容〕

浚渫土砂活用方策の一つとして、湾口部地形改変の埋め込みに浚渫土砂を利用する可能性についての研究を実施する。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 閉鎖性湾、海水交換、浚渫土砂、地形改変、徳山湾

〔研究題目〕 建物内の位置履歴からのユーザモデリングに関する研究

〔研究代表者〕 松尾 豊

（サイバーアシスト研究センター）

〔研究担当者〕 和泉 潔、岡崎 直観、浅田 洋平、森 純一郎、谷口 智哉

〔研究内容〕

ユビキタスネットワーク環境において、ユーザの位置情報を取得する技術が開発されている。特に建物内の位置情報はユーザの特性が反映され易く、車椅子や高齢者などの属性や、目的、興味などのユーザモデルが得られれば効果的な情報支援に活用できることが期待される。本研究では、センサから得られたユーザの位置履歴を用い、ユーザにとっての空間の意味表現に変換した上で、ユーザモデリングを行う技術を開発する。

本研究は、3年間の予定で今年度は2年目にあたる。1年目は、空間の意味記述の体系づくり、およびユーザの位置情報データの取得を行った。具体的には、2004年2月に産業技術総合研究所臨海副都心センターにおいて、ユーザの位置情報を取得した。現在、この解析作業を進めている段階である。これまで、ユーザの属性をセンサデータから判別する分類木の構築や、センサの重要度の計算法などの知見が得られており、2件の特許出願を行

っている。今後は、意味記述の体系と組み合わせて、ユーザモデリングの精度を向上されるようにアルゴリズムの構築を行っていく予定である。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ユビキタスネットワーク、ユーザモデリング、位置情報

【研究題目】 超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発

【研究代表者】 鈴木 義茂

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 湯浅 新治、福島 章雄、

Ashwin Tulapurkar

【研究内容】

目標

二つのスピンチャンネル間の電子の干渉性による角運動量移動の実証を目指す。

研究計画

H15年度は、以下の計画で研究を進めた。(1)微小接合作製のためのプロセスを開発する。(2)多結晶試料でスピン注入磁化反転を実現する。(3)スピン注入磁化反転のダイナミックな評価を行う測定技術を開発する。

年度進捗状況

その結果、それぞれの項目について以下に示す成果を得た。

(1) $0.1\mu\text{m}$ 以下の精度で強磁性体を加工する技術を開発した。具体的にはイオンミリングプロセスにおけるレジストの硬化を防ぐ方法を開発した。イオンミリングプロセスにおけるレジストの硬化の原因としては①ニュートライザーのフィラメントからの輻射熱による焦げ付き、②イオン照射による試料自体の加熱による焦げ付き、③イオン照射による直接的なレジストの硬化が考えられる。このうち、①と②を装置の改善によって解決した。

(2) これらの努力により、 $0.1\mu\text{m}\times 0.15\mu\text{m}$ の試料においてスピン注入磁化反転を実証した。臨界電流は $5\times 10^7\text{A}/\text{cm}^2$ 程度であった。

(3) 極短パルス電流を通電することにより高速磁化反転の特性を調べる装置を開発した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 スピントロニクス、トンネル磁気抵抗効果、MRAM、スピン注入磁化反転

2) 国以外からの外部資金

—NEDO—

【研究題目】 革新的部材産業創出プログラム/マイクロ分析・生産システムプロジェクト実用的マイクロ化学プロセス基盤技術の知的集約化・体系化に関する研究

【研究代表者】 水上富士夫 (メンブレン化学研究ラボ)

【研究担当者】 水上富士夫、花岡 隆昌、濱川 聡、横山 敏郎、清住 嘉道、佐藤 剛一、蛭名 武雄、葉 淑英、芹生 章典、清水 肇、前田 英明、宮崎真佐也、山口 佳子、山下 健一、前田龍太郎、松本 壮平、村越 庸一、一木 正聡、Zhang, Yi、市川 直樹、安藤 泰久

【研究内容】

本研究は①膜技術利用マイクロシステム、②生理活性体合成・分離用マイクロシステムの開発・評価、および③実装技術の開発・評価・規格化、に関する研究開発を実施し、マイクロ化学プロセス技術の体系化研究を拡充するものである。

本年度、①膜技術利用マイクロシステムの開発においては、均質かつ気密性の高いマイクロ Pd 薄膜リアクターの作製に成功した。このリアクターで得られた水素の透過速度は本年度の目標値である $10^{-3}\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ を越えるものであった。また、液相流通型のマイクロチューブリアクターを用いた5-ヒドロキシ-1-テトラロンの合成反応も実施した。

②生理活性体合成・分離用マイクロシステムの開発・評価では、多相系マイクロ空間における物質移動、反応現象の実験的検証を行った。その結果、チャンネル折り返し部の2次流れの界面形状および2液の混合に与える影響を共焦点顕微鏡と微量流体工学的な見地からのシミュレーション実験を用いて示した。ラセミ体光学分割用マイクロリアクターの開発では、シリコン基板上に蒸着させた金膜を選択的に化学修飾することにより水油2相を効率的に分離・分割する技術を確立した。

③実装技術の開発・評価・規格化に関する研究では、化学プロセスに対応できるブレッドボードタイプの実装標準ボードの開発を実施し、流路面やコネクタ部の耐薬品コーティング、気体シール等を検討して主に樹脂を利用した実装用のソケット一次モデルを試作した。計測技術の高度化と実装技術の評価手法の確立に関する研究では、微細流路内の流れの特性を評価するため、矩形の流路内を毛細管力のみで駆動されて進む流れに関する理論解析を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 膜技術利用マイクロシステム、生理活性体合成・分離用マイクロシステム、マイクロ実装技術

【研究題目】 エネルギー使用合理化技術戦略の開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

低品位燃料の高効率クリーンエネルギー変換システムの研究開発：低温プラズマ改質・レーザ着火による含水素火炎利用クリーン省エネエンジンの開発

〔研究代表者〕 高橋 三餘（エネルギー利用研究部門
循環システム研究グループ）

〔研究担当者〕 古谷 博秀、齊藤 剛、他1名

〔研究内容〕

本研究は、(株)三菱重工業、(株)新日本製鉄、東京工業大学との共同で行っている。産総研においては、エンジン性能に大きく影響する予混合気の燃焼速度に注目し、低質燃料およびこれを改質し水素を添加した燃料の性能評価を行った。メタン：窒素比が6:4の低質燃料に対して反応動力学による計算を行った結果、副室の条件では混合気の燃焼速度は改質率の増加とともに比例的に増加し、純メタンエンジンに匹敵する燃焼速度が得られる改質率は、主室の当量比0.5では0.3以上、同様に、主室当量比0.6では0.4以上必要であると予測された。また、主室の燃焼速度に与える燃料希釈の影響は少なく、純メタン燃料に比べ当量比を0.02程度高くすれば燃焼速度は一致することがわかった。さらに、エンジンシミュレータを用いて圧力が5MPaの時の燃焼速度計測を行ったところ、測定値は計算値に比べて10%程度大きな値を示しており、実際には、水素含有量がより大きな影響を与えることがわかった。こうした比較から、主室当量比0.5では改質率は0.2以上、同様に、主室当量比0.6では0.25以上必要であることが推察された。今後8MPaにおける含水素量の影響を実験的に把握する。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低質燃料、ガスエンジン、レーザ着火技術

〔研究題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
省エネルギー電力変換器の高パワー密度・汎用化研究開発
ーパワー密度10倍ニーズに資する、オン抵抗 $1\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 級の、理論限界に迫る低損失パワーデバイスの開発ー

〔研究代表者〕 荒井 和雄（パワーエレクトロニクス研究センター）

〔研究担当者〕 福田 憲司、八尾 勉、田中 知行、
先崎 純寿、小杉 亮治、高橋 徹夫、
原田 信介、岡本 光央、鈴木 賢二、
加藤 真、茂木 宝博、下里 淳

〔研究内容〕

電力の有効利用にはパワーエレクトロニクス機器の高効率化だけでなく、高パワー密度・汎用化電力変換器の低コスト化による一層の普及拡大が図られねばならない。それには機器の小型化によるワット単価の低減と、大量生産が可能な汎用ユニット化が必要である。高パワー密度・汎用化電力変換器（図1）の小型、汎用化には、主回路素子の極限までの低損失化とともにドライバ回路、

保護回路、制御論理回路などを集積化して部品点数を削減するドライバ IC の導入が必須である。本課題では、SiC 素子が Si 素子に代わって広く適用されパワエレ機器の高効率化に真に貢献できるような省エネルギー用高パワー密度・汎用化電力変換器を開発できるための先導的要素3課題、①理論的限界のオン抵抗値を有する SiC パワー素子化技術、②パワーIC の基盤技術、③高信頼性ゲート酸化膜形成技術の開発を行う。本年度の成果を以下に示す。

① 理論的限界のオン抵抗値を有する SiC パワー素子化技術

最終目標は耐圧600V でオン抵抗 $1\sim 2\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 、H15年度の目標は Si 面で耐圧600V、 $10\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 以下の実現である。これに対して、MOS チャネル結晶面の選択（特に、独自に見出した界面準位密度 D_{it} が少なくチャネル移動度が高くできると予想される C 面の活用）、デバイス構造、チャネル移動度が高くできる MOS 界面形成技術を工夫することで目標達成を図る。平成15年度は、イオン注入による表面荒れを避けるために、ゲートを形成する P 型層をイオン注入ではなくエピタキシャル法で形成する独自の縦型パワー MOSFET (DEMOS) 構造を開発して、エピタキシャル成長技術を含めたデバイス構造とプロセスの最適化を図り、し Si 面ではあるが、耐圧は600V、オン抵抗は $8.5\text{m}\Omega\text{cm}^2$ と今年度の目標を達成した。

② パワーIC の基盤技術

4H SiC C 面の活用と産総研が開発したイオン注入後の高速熱処理技術によってアルミニウムをイオン注入して形成された p 型ウエル上の n 型 MOSFET のチャネル移動度 $58\text{cm}^2/\text{Vs}$ を得ることができ、今年度の目標 ($5\text{cm}^2/\text{Vs}$) は勿論、最終目標 ($30\text{cm}^2/\text{Vs}$) をもクリアすることができた。p 型 MOSFET については、最終目標はチャネル移動度 $25\text{cm}^2/\text{Vs}$ である。今年度は特に数値目標は掲げていないが、予備検討として、まず MOS キャパシタを作製し、界面準位密度 D_{it} を評価し、ゲート酸化温度を 1100°C から 900°C まで下げることにより、MOS 界面準位密度をかなり低減できることを見出した。

③ 高信頼性ゲート酸化膜

ゲート酸化膜の信頼性寿命の最終目標は 250°C において30年以上と設定している。但し、H15年度は準備段階として装置の立ち上げを目標とし、その判定としては、ゲート酸化膜の絶縁耐圧の最大値 EM が、 $\text{EM} \geq 11\text{MV}/\text{cm}$ となることとした。作製した MOS 構造試験素子の TZDB 試験では、酸化膜の絶縁耐圧特性は Si 面よりも C 面の方が平均値では高いこと、C 面での EM は目標 ($\geq 11\text{MV}/\text{cm}$) を達成し、今年度の目標は達成した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 シリコンカーバイドパワー素子、超低損

失電力素子、パワーIC、ゲート酸化膜信頼性、素子化プロセス

[研究題目] エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

革新的省エネダイオードの研究開発

[研究代表者] 大橋 弘通 (パワーエレクトロニクス研究センター)

[研究担当者] 奥村 元、西澤 伸一、加藤 智久、石田 夕起、高橋 徹夫、田中 保宣、黒田 悟史

[研究内容]

現在も進歩している Si の先端 IGBT と SiC による高速超低損失ダイオードをペアで使うことが、SiC 実用化による省エネルギー実現の最も確実な方法であると考えられることから、本研究開発では、SiC 材料のユニポーラデバイス限界を超える超低オン抵抗ダイオードとして、SiC 材料を駆使し、主として数 kV 以上の高耐圧領域で高速・超低損失 PiN ダイオード基盤技術の確立を目的とする。平成15年度においては、耐圧1~2kV において順方向電流密度500A/cm²の動作で劣化が起きない PiN ダイオード実証を目標とした。順方向動作時の劣化は基底面上の結晶欠陥が電流ストレスで増加することが原因であることから、結晶欠陥を制御・抑制した高品質 SiC 単結晶基板およびエピタキシャル成長層を用いることで目標を上回る耐圧1.4kV 順方向電流密度600A/cm²動作でも劣化が起きないことを確認した。あわせて SiC-CVD の基盤技術となる基板中のマイクロパイプ (貫通欠陥) の修復技術の開発を行った。その結果、これまで報告されている原料 C/S 比だけでなく、成長圧力を変化させることによってもマイクロパイプを閉塞できることを確認した。さらに、SiC-CVD 数値解析技術に関する研究動向調査を行った。これらの結果は平成16年度計画に反映される。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 炭化ケイ素、ダイオード、気相成長

[研究題目] エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

多様なニーズに対応するフレキシブルタービンシステムの研究開発

[研究代表者] 古谷 博秀 (エネルギー利用研究部門循環システム研究グループ)

[研究担当者] 高橋 三餘、壹岐 典彦、齊藤 剛、N.Uzunow

[研究内容]

平成13年度より、産業技術総合研究所が中心となり、財団法人 エネルギー総合工学研究所、(株) 神戸製鋼

所、(株) 東芝、川崎重工株式会社、東京工業大学と共同で研究開発を行っている。

産総研では、産業の現場での廃熱の利用率を高め、いっそう省エネルギー効果を高める次世代型のフレキシブルタービン (MEPS) を提案するため、燃焼を利用してもエクセルギーロスを低減できる手法を、実システムへ応用する方向性について、水の蒸発潜熱を利用して廃熱を回収し、熱の循環と同等の効果をもたらすスチーム再生を中心として調査研究を行う。さらに、利用可能な廃熱調査の結果を受け入れ、二酸化炭素削減効果の大きなシステムを提案する。

平成15年度においては、これまでのスチーム再生サイクルの結果を、次世代 MEPS として大規模エネルギー変換システムに応用することを考え、その1つの例としてガスタービンコンバインドシステムへの応用を示し、その特性を解析した。この結果、現状のガスタービンコンバインドサイクルに、水素-酸素燃焼を利用したスチーム再生サイクルを導入することによって全体の効率で59%に近い効率を得られる可能性があり、システムの出力増分と供給水素のエネルギーの割合となる水素効率では、62%HHV を実現できる可能性があることを示し、次世代の MEPS として有望であることがわかった。さらに、蒸気タービンを利用している他の多くのシステムへの応用も視野に入れ、スチーム再生サイクルを応用し、効率の更なる向上と需要へのフレキシビリティを向上する手法についても検討した。この結果、提案システムを導入することによって夜間モードで総発電効率55% (HHV)、ピークモードで総発電効率59.4% (HHV) および出力2倍という目覚ましい性能が得られる可能性があることが明らかとなった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] タービン、水素燃焼、排熱利用、噴霧技術

[研究題目] エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

衝撃結合効果を利用した窯業プロセスのエネルギー合理化技術に関する研究開発

[研究代表者] 明渡 純 (機械システム研究部門)

[研究担当者] 岩田 篤、小木曾久人、中野 禅、佐藤 治道、吉田 博夫、北島 明子、(他企業参画者5名)

[研究内容]

I. 粒子結合・膜緻密化メカニズムの解明と原料粒子調整技術 (産業技術総合研究所)

本年度は、微粒子衝突シミュレーションと実験により本手法に適した最適な原料粒子形状や粒子径を予測するとともに、原料粒子へのミル処理・熱処理による成膜レートの向上や機械特性向上のメカニズムを検討

し、常温衝撃固化現象の原理解明とこれを可能とする最適な原料粒子特性を明らかにする。このため、原料粒子単体を圧縮試験できる評価装置を開発、サブミクロンオーダーの原料粒子の圧縮破壊強度測定に成功した。結果、実験での衝撃圧力は原料粒子の圧縮破壊強度を上回り、常温衝撃固化現象の解釈として粒子破碎モデルの妥当性が立証された。また、粒子間結合状態の評価、製品応用への検討として常温成膜体の電気特性や熱処理、プラズマ処理による組織変化を検討した。結果、絶縁耐圧の粒子衝突速度依存性やミル処理による絶縁耐圧、電気抵抗の低下が見られたが、熱処理などによる粒径調整で、これを改善できる目処を得た。また、常温成膜体と1,000℃熱処理後のビッカース硬度、微細組織に有意な差は無く、プラズマ耐食性もバルク体と比べ遜色なく、表面荒さについては、常温成膜体では改善されることが明らかになった。

II. 成膜装置の開発（東陶機器株式会社）

H15年度の上期の成果として、200mm 角（8inch）サイズで100V/ μm 以上の耐電圧を有する大面積成膜体を作製するための各製膜条件等の洗い出しが完了した。下期は、これらの成果を活かして静電チャック試作品を作製し、AD法技術の静電チャックへの展開の可能性評価を行うことを目標に推進中。まず、これまでの開発によって得られた製膜装置の各要素部品の最適なチューニングと、均質の大面積製膜を高速で実現させるために開発を進めてきたマルチノズル製膜においてノズル間のエアロゾル噴射量のマッチングを取るために、噴射量をセンシングするエアロゾル濃度センサーの開発を行い、CCDカメラを用いて各ノズルからのエアロゾルの噴射状態を定量的なモニタリングするシステムを構築した。これらを用いて、200mm 角（8inch）サイズの大面積全面で100V/ μm 以上の耐電圧を有する欠陥レスの大面積成膜体を作製することができた。また、これまでに構築した複雑形状への製膜技術により、実際に、上期に作製した ϕ 4inchの静電チャック用基板（表面がドット形状）への製膜を実施し、静電チャックの試作が完了した。さらに、AD製膜体の静電チャック用途における耐久試験として、エッチング性の高いフッ素ガス下でのプラズマ耐食性試験を実施した。その結果、AD法にて作製した製膜体は、高純度焼結体並の耐食性があることが確認できた。従来からの Al_2O_3 に加えて、特に耐プラズマ性に優れている Y_2O_3 についても、AD法による製膜に成功し、その耐食性については、難焼結性であるために高価である Y_2O_3 焼結体並の耐食性であることも確認できた。

III. バルク体作製装置の開発（東陶機器&産業技術総合研究所）

上期に得られた固化体の評価を進め、PZTを用いた場合、その硬度については焼成体の340~350Hvを

超える371Hvの値を有することがわかり、十分な固化が起こっていると判断できた。続いて従来のグリーン体法による固化体形成の問題点を踏まえて、固化用粉体サンプルの作製方法をプレス体法に変更し、また固化の際に粉体が飛散したり、基材に固着する不具合を解消するためのジグの改良を行った。現時点では基材への固着は回避できたものの、固化体の飛散は完全に解決できておらず、さらなるジグの改良を行っている。この試験を進める中で、ミル粉砕を行ったPZT粉体を用いて500kgf/cm²のプレス圧にて固化前駆プレス体を作製したところ、プレス後の時点で既に229Hvの硬さを有し、この低圧力の静的圧縮において不完全ながら部分的に固化が起こっていることが新たな知見として得られた。

【分野名】 ナノテク材料・製造

【キーワード】 エアロゾルデポジション、微粒子、衝撃固化、静電チャック、省エネルギー、タイル

【研究題目】 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

急速昇温型遠心焼結装置の研究開発

【研究代表者】 渡利 広司（セラミックス研究部門 低環境負荷型焼結技術研究グループ）

【研究担当者】 渡利 広司、糸 正市、長岡 孝明、安岡 正喜、津越 敬寿、堀田 裕司、佐藤 公泰、杵鞭 義明

【研究内容】

今日のファインセラミックス産業の80%以上は電子材料関連であり、特に小型携帯電話の急速な普及や電気製品の小型化に伴い、コンデンサー部品、圧電体部品、半導体部品、基板部品の急速な小型化・集積化が進み、小型形状（大きさ：数mm）、厚膜（厚さ：10~数100 μm ）や薄膜（厚さ：数10nm~10 μm ）のセラミックスの製造技術の開発が必要とされている。しかしながら、現状ではこれらの大きさのセラミックスに効果的な圧力を負荷して緻密化を促進する焼結技術やその装置はない。当該研究グループは、新東ブイセラックス（株）との共同研究を通じて、小型形状、厚膜や薄膜を対象とした急速昇温型遠心焼結装置の研究開発に取り組んでいる。現在まで、 BaTiO_3/Ni 積層体の焼結、基板上的銅厚膜の焼結において、遠心焼結の効果を確認した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 焼結、セラミックス

【研究題目】 エネルギー使用合理化技術戦略的開発

エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

エネルギー・物質併産プロセス評価解析システムの開発

〔研究代表者〕 中岩 勝（環境調和技術研究部門 熱利用化学システムグループ）

〔研究担当者〕 中岩 勝、秋谷 鷹二、大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、Yu Weifang

〔研究内容〕

本研究は、化学産業等の製造業と発電等のエネルギー産業を統合した全く新しいシステムの構築により、発電のみを目的とした化石燃料の使用量を極限まで小さくし、物質生産とエネルギー生産を同時に高効率に行うことによりトータルのCO₂排出量を大幅に低減し、かつわが国の産業競争力強化に資することを目指している。そのために、既存あるいは新たに導入されるプロセスまたは設備において、従来にない高度省エネルギーシステムを実現するために必要な解析・評価ツール及びシステムを開発し、必要となるソフトウェア的な知見を明らかにするものである。本年度は、前年度作成したプロトタイプⅠソフトウェアの主要プログラム（熱ピンチ解析、物質ピンチ解析）の基本機能と熱物質同時解析のアルゴリズムをさらに検討し、トータルコストの最小化、コプロプロセスが固定負荷で運転していると仮定したときの物質ピンチ解析、物質利用に関してコプロプロセスの負荷をパラメータとしてトータルコストの最小化等下記の機能をプロトタイプⅡとしてプログラム化した。作成したプログラムによりガス化プロセス、ドライアイス製造プロセス、鉄カーバイト利用プロセスを対象に統合ピンチ解析を実施し、それぞれの省エネ効果等を明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 省エネルギー、コプロダクション、解析、ソフトウェア、最適化、ピンチテクノロジー、地球温暖化

〔研究題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

高性能蓄熱材料による熱搬送・利用システムの研究開発

〔研究代表者〕 遠藤 明（環境調和技術研究部門 熱利用化学システムグループ）

〔研究担当者〕 遠藤 明、春田 正毅、中岩 勝、秋谷 鷹二、大森 隆夫、山本 拓司、下村真理江

〔研究内容〕

本研究では、従来比で最大5倍程度という極めて蓄熱密度の高い新規蓄熱材の開発を行い、これを利用して排熱源サイトと需要サイトをオフライン熱輸送システム（自動車、鉄道、船舶等による熱輸送）で結ぶ熱輸送・利用システムの研究開発を実施する。そのための高性能蓄熱材開発は、蓄熱密度を格段に向上すると共にシステム用途に最適化した水蒸気圧/吸着特性を得ることを目的とする画期的なものである。昨年度までの検討により、

溶媒揮発法により合成した細孔径2nm程度のメソポーラスシリカが材料としてふさわしいことがわかっているが、蓄熱密度は細孔容積で決められてしまうため、さらなる蓄熱密度増大のために、より大きな細孔径を持つメソポーラスシリカを適度に親水化することにより操作圧力範囲において吸着スイング量の最大化を行うことを検討した。その結果、蓄熱容量（密度）、耐久性の観点から最もすぐれた蓄熱材を見出し、細孔径を最適化することにより目標蓄熱密度1100kJ/kgを実現する蓄熱材の合成に成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 省エネルギー、メソポーラスシリカ、吸着、ケミカルヒートポンプ、空調、地球温暖化

〔研究題目〕 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発「HEV用ニッケル水素電池の低コスト化技術の研究開発」

〔研究代表者〕 境 哲男（生活環境系特別研究体）

〔研究担当者〕 棚瀬 繁雄、尾崎 哲也、岩城 勉、立石昭一郎、山崎 剛、宅間 聖一

〔研究内容〕

自動車の燃費向上を実現するハイブリッド車（HEV）の普及は環境・エネルギー問題に関連して、不可欠になってきた。そこで電池の低コストにより、普及を加速することが強く望まれている。本研究では低コストで高出力なニッケル正極を開発するために必要な構成材料である高集電性基材や高導電性水酸化ニッケル、高導電性金属粉末、高結着性バインダ等の探索と設計を行い、耐久性の向上を前提とした最適な新材料の選定を行った。一方、負極材料については、高出力化及び長寿命化を実現できる水素吸蔵合金材料の探索と設計を行い、組成の最適化を図った。その結果、高価な発泡ニッケル基材を用いない新ペースト式正極、及び高価なコバルト含有量を半減したMm-Mg系水素吸蔵合金の開発に成功した。これらを用いたハイブリッド自動車（HEV）用電池を試作して、実用に必要な1kW/kgの出力目標を達成するとともに、電池の出力当たりのコストが従来の半分になるめどをつけた。更に、45℃でのHEVパターンサイクル試験によって5万サイクル（20万km走行相当）を達成した。このように低コスト化が可能な新材料及び新電極において、HEV用途での実用性を実証することができた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二次電池、ハイブリッド車、ニッケル水素電池

〔研究題目〕 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

非平衡反応系による高効率物質併産プロ

セス技術の研究開発

【研究代表者】神 哲郎（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】小林 哲彦、Caili Su（特別研究員）、
森谷千恵美（非常勤職員）

【研究内容】

本研究開発は、省エネルギーに役立つ技術としての非平衡反応プロセスの基盤技術として高性能な水素分離膜の研究開発を目的とする。当研究所では、金属管支持水素分離膜の開発において特にコスト低減の課題となる化学蒸着法を用いたパラジウム（Pd）膜の薄膜化技術を開発した。本技術においては、膜の水素透過処理速度を高く保つために、金属基材膜上への中間層のコーティング技術、およびパラジウムの使用量を減らしコスト削減が可能となると考えられる。

金属基材膜上へのコーティング膜作製技術の開発においては、下地コーティング層としてシリカゾルを用い、その上にさらに粒径の小さなシリカゾルを用いてコーティングを行うことにより多孔質ステンレス基材膜上へシリカ層が作製可能であることを確認した。作製した膜の気体透過性能を評価したところ、He/N₂透過率比がそれぞれ2.3と分子流から予測される値2.6に非常に近く微小欠陥のない膜が形成されていた。

Pd 蒸着源の選択および蒸着プロセスの検討においては、マイルドな条件下で蒸着可能である Pd 蒸着源としてパラジウムヘキサフルオロアセチルアセトナトを用い、コーティング済みの多孔質ステンレス管状膜基材上への化学蒸着を試みた。気化部温度および反応部温度を制御することにより Pd の化学蒸着が可能であり、得られた膜は少ない Pd の使用量で水素選択性を示した。

一方、めっき法により作製した Pd めっき多孔質ステンレス管状膜の欠陥の封止を、上記の化学蒸着法を用いて検討した。Pd の化学蒸着を行うことにより、その水素透過性能をほとんど損なわずに水素選択性の向上が見られた。最終的に得られた膜は、水素透過量0.8kmol/m²/h以上、水素分離比約300と本研究開発の目標を達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素分離膜、化学蒸着法、パラジウム膜、シリカコーティング

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／過冷却蓄熱による床暖房システムの研究開発

【研究代表者】平野 聡（エネルギー利用研究部門 熱回生利用研究グループ）

【研究担当者】角口 勝彦、松本 成司、平野 聡、
松本 正江、桜井真実子（エネルギー利用研究部門熱回生利用研究グループ）

【研究内容】

貯蔵された熱の抽出が熱需要に応じて可能な蓄熱式床

暖房システムを実現するための基盤技術研究開発を行う。具体的には、燐酸水素二ナトリウム十二水和物（Na₂HPO₄・12H₂O、以下燐酸ソーダと略記）を加熱して完全に融解させた後に、周囲への放熱で温度が低下した蓄熱材を過冷却状態で貯蔵し、熱需要に応じて凝固を開始させて熱抽出を行わせる方法を考え、蓄熱装置の設計に必要な過冷却の制御条件と制御方法、長期繰り返し安定性、および蓄熱槽内の伝熱促進方法などについて、実験と理論解析の両面から検討する。

本年度は、蓄熱容器となる材料と燐酸ソーダ融液との濡れ性、親和性と過冷却度との関係を調べ、ガラスや金属などの親液性の容器に対して、疎液性の強い容器では過冷却度を4～5℃程度拡大でき、その傾向は質量に依存していないことを明らかにした。また、融解状態の過冷却蓄熱体を、蓄熱槽内に鉛直かつ稠密に設置した複数の棒状弾性蓄熱体で模擬し、その間隙を流れる水との間の熱交換特性および流水の圧力損失特性について、実規模に近いサイズの装置を用いて実験的に調べた。その結果、中心蓄熱体－周囲蓄熱体相互間で形成される水流路と周囲蓄熱体－コンテナ壁間で形成される水流路の間にはクロスフローが生じていること、クロスフロー流量が全流量と共に増加することで熱交換量が約20%以上増加することなどを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギー貯蔵、蓄熱、過冷却、熱交換、圧力損失

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
分散電源排熱を利用したオフィスビル対応型小形吸収冷凍機の研究開発

【研究代表者】竹村 文男（エネルギー利用研究部門
小型分散システム研究グループ）

【研究担当者】竹村 文男、赤井 誠、遠藤 尚樹

【研究内容】

本研究開発では、分散電源の排熱を利用した小型吸収冷凍機の開発のため、吸収過程における熱・物質移動プロセスを分離することによって、それぞれの移動現象の促進を容易に行え、吸収器の構造を簡略化することが可能となるという考えに基づき、既存の流下液膜型吸収器の代わりに混合型吸収器を用いる吸収冷凍サイクルを提案している。混合型吸収器では従来の吸収器とは異なり、先冷却ベンチュリ型混合器を検討している。本年度は、温度を32℃に先冷却し吸収能力が高い条件下での溶液をノズルから膨張させるベンチュリ型混合器の蒸気吸引試験を行い、入口条件（入口圧力、入口温度）と冷媒蒸気吸引量の相関を明らかにすることを目的とした。実験の結果、冷媒蒸気吸引量は冷却温度の低下により大きく増加することが分かった。溶液循環量に対する割合は6%

程度まで上昇し、ノズルの段数を二段にすることにより目標の吸収量を達成できることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】吸収冷凍機、排熱利用、吸収促進

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

新型有機熱電材料の研究開発

【研究代表者】清水 洋（人間系特別研究体）

【研究担当者】清水 洋、舟橋良次、物部浩達、三原敏之、寺澤直弘

【研究内容】

300℃以下の廃熱利用は現状の熱電変換の中では未だ対応策がないのが現状であるが、低温廃熱利用では有機・高分子系材料も研究開発の対象として考慮される。低温廃熱には究極の世界の一つに体温発電が想定され、今後さらにユビキタス化、モバイル化する医療関連デバイス端末などの電力源の開発にも繋がり、持ち運びを考慮した場合の軽量性やフレキシブル性は重要となる。しかしながら、現在まで有機・高分子系熱電材料はポリアニリンなど一部の導電性高分子を対象にした研究開発が見られるのみであり、その熱起電力係数（ゼーベック係数）も数十 $\mu\text{V/K}$ と無機材料（ $\sim 200\mu\text{V/K}$ ）に比べて小さくあまり興味を引いていない。本プロジェクトでは液晶半導体材料などの高速電荷輸送型有機材料に焦点を当て、電荷移動度の向上と化学ドーピングによる電気伝導度の向上というアプローチによって無機材料並の変換効率（5%）を示す材料の開発とそのモジュール化に取り組む。平成15年度は新規液晶半導体の合成を電荷移動度向上の観点から検討、特に分子間の特異的相互作用の効果を利用するアプローチで取り組んだ。合成した新規液晶半導体材料は全てヘキサゴナルカラムナー液晶性（液晶半導体の典型的な液晶相）を示した。一部は比較的高速の $10^{-3}\sim 10^{-4}\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 程度の電荷移動度が得られた。一方、モジュール化技術では液晶半導体の高分子フィルム化技術に取り組むために重合官能基を有する液晶半導体の合成を行うとともに独自技術である波長選択的赤外レーザ振動励起法による配向制御の可能性を検討し、重合官能基の導入が液晶性に大きく影響を及ぼさないこと及び配向制御の自由度に関する結果を得た。次年度はこれらの電気伝導度向上に取り組みゼーベック係数を明らかにすることにより更に高速の電荷移動度を付与するための指標を得る。また、既存の導電性高分子なども熱電変換材料の観点から見直す検討を開始する。

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
環境応答型ヒートミラーの研究開発

【研究代表者】金 平（基礎素材研究部門）

【研究担当者】田澤 真人、吉村 和記、岡田 昌久、徐 剛、浅田 秀男、鄭 文秀

【研究内容】

住宅やオフィスビルなど建築物の窓は光熱の出入りに大変重要な部分であり、居住者の要求や季節に応じた光熱流量の制御は快適な住居環境作りと冷暖房エネルギーの節約に大きな役割を果たす。従来型省エネルギー窓材として、可視透明で赤外高反射のヒートミラーと呼ばれる熱線反射ガラスが市販されているが、その構造によって決められたスペクトルで熱線を反射するだけで、気温や季節の変化に応じて自動的に光熱の流れを変えることができない。そこで、太陽光など窓からの光熱の流れを環境温度に応じて自動的に調節できる新規環境応答型ヒートミラーを提案し、平成15年度にエネルギー有効利用基盤技術先導研究開発事業の一環として研究開発を行った。

新規環境応答型ヒートミラーには二酸化バナジウム系材料を調光層として取り入れる。二酸化バナジウム（ VO_2 ）は室温付近で半導体・金属相転移に起因する大きな光学的変化があり、その現象をうまく利用すれば環境温度に応じて自動的に調光することが可能とされている。しかし、可視光近傍の強い吸収により透過率が低いことや、単機能しか提案されていないなど大きな欠点があった。本研究では積極的に反射防止層を導入することで光学系の可視光透過率を上げると同時に、反射防止材料を酸化チタン（ TiO_2 ）光触媒とすることで自動調光断熱機能に加え、紫外線遮断機能、防汚、防曇、除臭、空気清浄、セルフクリーニング、親水、撥水など光触媒による環境浄化機能を持つ新規多機能省エネルギー窓ガラスの開発を目的とした。

平成15年度は、材料開発及び光学設計と省エネルギー効果の評価の両方から研究を進めた。具体的には、材料開発及び光学設計に関して、①熱線反射機能の向上、②可視光調光率の向上、③太陽光調光率の向上、④単層構造における高性能化などを行い、世界トップレベルの研究成果が得られた。開発中の構造の省エネルギー効果について、照明、冷暖房効果を含め総合的に評価を行い、市販省エネガラスや光環境同程度のガラスと比較した。本研究は、産業技術総合研究所基礎素材研究部門を中心に研究を進め、省エネルギー効果の評価に関しては日本板硝子株式会社や武蔵工業大学などから協力を得ていた。

【分野名】エネルギー、材料科学技術

【キーワード】省エネルギー、窓材料、調光ガラス、薄膜、相転移、光触媒

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム
高機能高精度省エネ加工型金属材料（金属ガラス）の成形加工技術プロジェクト

【研究代表者】三輪 謙治（基礎素材研究部門）

〔研究担当者〕 三輪 謙治、安江 和夫、阪口 康司、
田村 卓也、ルディ・ラクマツト、
巖 正必、水谷予志生

〔研究内容〕

(目標及び研究計画)

マイクロマシン用の超精密歯車等の精密機械部品や、コリオリ流量計、圧力センサー、リニア・アクチュエータ等の高精度計測機器の機能部材、さらには航空機や自動車等に対して、軽量で高強度な構造材料として期待される金属ガラス棒材の量産化を目指した、鋳造プロセスにおける電磁振動を利用した新プロセス技術の開発を行う。電磁振動によりガラス形成能を向上させ、多段冷却制御により棒状素材の創製技術を開発すると共に、量産化のための連続鋳造技術を開発する。平成15年度は、電磁振動力を利用した金属ガラス形成能の向上に対して、金属ガラス化が容易な合金を対象に、金属ガラス化に及ぼす磁場強度、電流強度、電流周波数等の影響を明らかにし、金属ガラスの形成能を向上させる条件を求める。

(年度進捗状況)

電磁振動による金属ガラス創製技術開発のため、金属ガラス化が比較的容易であり、溶解温度が低い $Mg_{65}Cu_{25}Y_{10}$ 合金を試料として選定し、電磁振動プロセスの開発を行った。このプロセスにより $Mg_{65}Cu_{25}Y_{10}$ 合金に対して電磁振動下で溶解・凝固実験を行い、金属ガラスの形成能を向上させることが可能であることを明らかにし、本プロセスの有用性を実証した。具体的には、電磁振動強度の増加に伴い、アモルファス相が形成され易くなること、溶湯への電磁振動時間が長くなるに伴い、アモルファス相が形成され易くなること、電磁振動印加終了と冷却開始とのタイムギャップが長くなるに伴い、アモルファス相が形成されにくくなること、等を明らかにした。また、これらの現象は、 $Mg-Cu-Y$ 合金においては熔融状態で化学的短周期のクラスターが存在し、本電磁振動プロセスにより、溶湯中のクラスターを電磁振動力で潰すことにより、結晶の核生成を抑制し、アモルファス相を形成し易くしているものと考えられた。また、金属ガラス化に及ぼす電磁振動条件については、電流密度の増加に伴い、結晶相が減少すること、過度の電流密度の増加は冷却速度の減少をもたらし、金属ガラス形成能を減少させてしまうこと、冷却速度の増加は、結晶核の大きさを減少させること、磁束密度の増加により結晶相が減少すること等を明らかにした。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 金属ガラス、電磁振動、マグネシウム合金、クラスター

〔研究題目〕 計量器校正情報システムの研究開発

〔研究代表者〕 吉田 春雄 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 池上 健、福山 康弘、萩本 憲、
柳町 真也、大苗 敦、奥村謙一郎、

平井亜紀子、松本 弘一、石川 純、
平野 育、東海林 彰、山森 弘毅、
高島 浩、小柳 正男、桐生 昭吾、
村山 泰、中村 安宏、浦野 千春、
金子 晋久、佐々木 仁、藤木 弘之、
桧野 良穂、瓜谷 章、佐藤 泰、
黒澤 富蔵、高辻 利之、大澤 尊光、
高本 正樹、寺尾 吉哉、嶋田 隆司、
新井 優、井土 正也、岸本 勇夫、
山澤 一彰、丹波 純、小倉 秀樹、
平田 正紘、秋道 斉、小島 時彦、
城 真範

〔研究内容〕

研究開発テーマ「分野1. 時間標準遠隔供給技術の開発」

市販の GPS 受信機を用いた遠隔校正システムを使って校正のための継続的なデータの取得を行い、そのときの測定ノイズを評価した。また、時間周波数の遠隔校正に用途を特化し、市販のものより廉価な GPS 受信機とデータ送信のための装置の開発を開始した。その実験用セットアップによるデータの取得と送信のための予備実験を行って動作を確認した。

研究開発テーマ「分野2(1). 長さ標準供給遠隔供給技術の開発：波長」

昨年度に引き続き光周波数計測システムの評価を行った。モード同期ファイバレーザの光周波数コムと別の方式で発生された光周波数コムとを比較する実験を行い、ビート検出部・周波数計測部など周波数計測システムそのものによる不確かさは1kHz以下であることを確かめることができた。これにより来年度開始予定の通信帯の光周波数の依頼試験開始のための技術的な見通しがほぼついた。また、この光周波数コムを光ファイバ(実験室内、長さ10km)で伝送した場合に、ものさしの目にあたる繰り返し周波数などの特性にどのような影響を与えるかを調べた。10kmのファイバの伝送によるレベルの低下はあったものの、繰り返し周波数のS/Nの劣化などはほとんどないことが確認できた。

研究開発テーマ「分野2(2). 長さ標準遠隔供給技術の開発：光ファイバ応用」

長さ測定を50nmを超える不確かさで実現するために、一体型で高精度な低コヒーレンス干渉計測装置を製作し、また温度や気圧などの環境補正用センサーの整備を行った。また、光通信帯1.56μmのASE低コヒーレンス光源と簡易型近赤外光波干渉計を試作して長さ測定に取り掛かり、実験室内においてであるが、20.0μmの段差片を被測定試料として用いて25km長の光ファイバの場合で0.2μm、53km長の光ファイバで0.3μmのばらつきで長さ情報の伝送ができた。

研究開発テーマ「分野2(3). 長さ標準供給遠隔供給技術の開発：ヨウ素安定化He-Neレーザ」

ヨウ素安定化ヘリウムネオンレーザの制御アルゴリズムとして新たに、1. 位相遅れを伴うことなしに変調成分を完全に除去できる同期移動平均フィルター、2. 同期移動平均フィルターと併せて、演算の高速化、変調信号の低歪化を実現するテーブル参照方式、の実証機を製作し、特定標準器更新を目的とした特性評価を開始した。研究開発テーマ「分野3. 電気標準遠隔供給技術の開発：直流」

チップ及び実装系におけるマイクロ波リターンロスの解析を行うための計測装置の整備を行うとともに、冷凍機の低消費電力化と低騒音化を実現した。

10K において6V の出力をもつプログラマブル・ジョセフソン電圧標準素子を開発することに成功した。また、4.2K において従来型ジョセフソン電圧標準とプログラマブル・ジョセフソン4.2K において従来型ジョセフソン電圧標準とプログラマブル・ジョセフソン電圧標準素子を用いた電圧標準とを直接比較し 5×10^{-9} 以内で合致していることを確認した。

研究開発テーマ「分野3. 電気標準遠隔供給技術の開発：交流」

平成13年度のプロトタイプ1号機の開発、平成14年度のプロトタイプ2号機の開発の成果を受け、AC-DC 標準校正システムの実用化を目指した最終形のプロトタイプ3号機の開発を行った。

このシステムの jcss 校正への適用を目指して、日本電気計器検定所 (JEMIC) との間で遠隔校正の実証試験を開始した。

研究開発テーマ「分野4. 放射能標準遠隔供給技術の開発」

通常の標準核種の他、医療用の短半減期核種やガス状放射性核種などの移動困難な放射線源に対する測定器（電離箱）の遠隔校正実証実験を試みた。これに加えて、Ge 検出器の遠隔校正実証実験を試みた。また、荷電粒子測定装置用線源を仲介器として使用するため、線源特性評価装置を用いて特性評価を行った。さらに、韓国 KRISS を訪問して、KRISS と我が国の認定事業者である日本アイソトープ協会の間でインターネット経由の通信により、測定機器のコントロール等、遠隔校正実験を行った。

研究開発テーマ「分野5. 三次元測定機測定標準遠隔供給技術の開発」

東京電機大学が前年度購入した低膨張材料製ホールプレートの測定プログラムを三次元測定機の汎用言語である DIMS により作成した。また、東京電機大学にてミツトヨ製の DMIS を使用して、DMIS の互換性を確認した。幾何学誤差の安定性を確認し、最適校正周期を確認するため、浅沼技研にて毎月1度ボールプレート校正を行い、そのばらつきを確認した。ばらつきは、 $0.6 \mu\text{m}$ 以内であり、高精度な CMM では少なくとも年1回の校正でよいことが確認できた。産総研で浅沼技研所有の

三次元測定機をネットワーク経由で制御し、ボールステップゲージを測定した。また、そのデータを ftp で取得し、データ解析を行った。

研究開発テーマ「分野6. 温度標準遠隔供給技術の開発」

[1] 仲介標準器抵抗温度計開発と評価

平成14年度に製作した耐振動型の標準用白金抵抗温度計プロトタイプについて、製法を改良し、輸送実験を行った。 0°C から 420°C までの温度範囲で抵抗特性評価装置の微調整および評価を行った。遠隔データ収録におけるデータ通信のセキュリティについて調査をし、認定事業者との接続予備実験を行った。

[2] 熱電対温度分布特性の評価

移送標準器用熱電対に適した熱処理法を決定し、温度分布依存性の小さな純金属熱電対を開発した。この結果、熱電対標準の供給に対して移送標準器の不確かさ 0.2°C (1100°C) を達成した。また、開発した熱電対を仲介標準器として、 660°C 定点校正の事業者間模擬技能試験を行った。

研究開発テーマ「分野7. 流量標準遠隔供給技術の開発」

産総研つくば北にある国家流量標準設備（石油大流量校正設備）において産総研外部からの流量計遠隔校正で拡張不確かさ 0.1% （包含係数2）を達成する目的で、収録する計測データをインターネットを利用してオンラインで産総研外部に送るために必要な装置、並びに構成要素の仕様を明らかにしてソフトの整備を行った。

研究開発テーマ「分野8. 力学標準遠隔供給技術の開発」

前年度に試作した気体圧力標準遠隔校正システムの実験モデルを元にして、産総研外部との間で実証試験を実施するための移動用モデルを試作した。トランスファーは信頼性確保のため横河電機製シリコンレゾナンス形高精度デジタル圧力計を2台用いた。圧力範囲は $10\text{--}100\text{ kPa}$ である。

この移動用モデルの姿勢変動や環境温度の影響を調べる特性評価実験、及び、産総研の内部でネットワークを利用した実証試験を実施した。更に、移動モデルを外部に持ち出してネットワークを利用した実証試験を行い、目標の 0.03% に対して 0.02% の不確かさで標準を移転できる技術的見通しを得た。

【分野名】標準

【キーワード】GPS、光コム、モード同期ファイバレーザ、ジョセフソン電圧、低コヒーレンス干渉計、放射線源、三次元測定機、石油大流量校正、通信のセキュリティ、トレーサビリティ

【研究題目】ナノテクノロジープログラム／ナノ加工・計測技術／3D ナノメートル評価用

標準物質創成技術の開発事業

【研究代表者】 小島 勇夫（計測標準研究部門）

【研究担当者】 黒澤 富蔵、高辻 利之、渡部 司、
権太 聡、三隅伊知子、一村 信吾、
野中 秀彦、黒河 明、中村 健、
尾高 憲二、藤本 俊幸、寺内 信哉、
東 康史、山岸 秀一、黒田 宏

【研究内容】

ナノテクノロジーによって加工・成形されるナノ構造の形状や寸法を評価するために必要な「普遍的なスケール」を平成18年度（2006年度）まで開発するために、面内方向スケール校正用標準物質創成技術および深さ方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発を継続している。両研究課題とも候補標準物質の開発および候補標準物質に値を付けるための校正技術の開発が主要な課題である。これまでに候補標準物質の作製法の検討を行い、十分な品質を有する候補標準物質の作製が可能であることを確認し、一部その構造を高度化するに至っている。更に値付けに用いる校正技術も基本的な検討を終了し、実際の装置作製にかかっており、すでに一部の機構は完成した。以下それぞれのスケール開発についてまとめる。

面内方向ナノスケールの開発

面内方向ナノスケールを開発するために以下の3課題について検討を行い、平成15年度に以下の成果を得た。

A: AFM（原子間力顕微鏡）とレーザ干渉計を駆使した高精度評価技術の開発

平成14年度に理論的に検討しシミュレーションによって確認したレーザ干渉計の不確かさ低減法について検証するために、実際にシングルパスのレーザ干渉計を組み立てて検討した。検出器のゲイン、オフセット、位相誤差を実時間で補正することによって、周期誤差を0.04nm（標準偏差）まで低減できることを実証した。これらの成果を受け、測長不確かさ0.1nm以下を実現可能で、かつ長さ標準に直接トレーサブルな高精度・高分解能レーザ干渉計モジュールを設計・製作した。並行して25nmスケールに対応できる高精度微動ステージを設計・製作し、運動特性を評価した。Z軸に高倍率光学顕微鏡を搭載したT-AFMメインユニットの設計を行った。

更に、既存のAFMをACモードに改良し、測定の不確かさに影響を及ぼす走査速度、サンプリング間隔などの依存性について検討した。また、対称光学配置差動式AFMの特性を評価した後、平成14年度に三菱電機株式会社先端技術総合研究所に製作依頼した試料（ピッチ10nm～1000nm）について、100nm、80nm、60nm、50nmピッチを測定・評価した。なお、40nmピッチの測定ではパターンが崩れた像が観察された。

B: 面内方向スケール校正用標準物質の開発

平成14年度の研究成果を受け、平成15年度は持ち回り測定と試験的な供給を目的にシリコン基板でピッチ

60nmと100nmの面内方向スケールを電子描画によって製作した。

C: 短波長レーザを用いた長さ校正システムの開発

早急に開発が望まれている100nmピッチ試料の試験的な供給体制を加速的に整備するために、平成15年度末に追加の予算配分を受け、193nm深紫外光を用いた光回折法による校正システムの試作を開始した。

深さ方向ナノスケールの開発

深さ方向ナノスケールを開発するために以下の2課題について検討を行い、H15年度に以下の成果を得た。

A: 高精度積層膜構造評価技術の開発

積層膜の膜厚を値付けするためのトレーサブルXRR（X線反射率測定装置）の開発を開始した。深さ方向スケールへの値付けの核となるX線反射率法においては角度走査の信頼性が、測定装置由来の不確かさの主要因となることから、平成14年度の検討結果を受け、トレーサブルXRRに組み込むための校正装置を国家標準とのトレーサビリティの確保を念頭において試作した。また、試料構造に由来する不確かさを軽減するために、測定試料の平面度評価システムのトレーサブルXRR組み込み用システムを設計し試作した。更に試料の歪みが膜厚評価の不確かさに与える影響について検討を行い、試料の形状を考慮した解析システムのプロトタイプを作成した。また、表面吸着物量評価システムの高度化を行うとともに同装置を用いて実際に酸化膜表面の吸着物量の評価を行った。その結果、表面吸着種としては水が最も多く、酸化膜表面には2～5層に相当する吸着物層が存在していることが示唆された。

候補標準物質の膜中の均質性を向上させるために、薄膜の断面に極微小の電子ビームを照射することによって生じる特性X線を利用した、エネルギー分散型分光装置を膜中均質性評価システムに追加し基本性能の評価を行うとともに候補標準物質の膜中均質性評価を行った。

B: 深さ方向スケール校正用候補標準物質の開発

シリコン酸化物の薄膜候補標準物質の開発においては、広い面積で均一な膜厚・膜質を有するオゾン酸化膜の作製が不可欠であることから、4インチ～8インチ基板に対応できる大面積酸化炉を試作・開発した。この酸化炉を前年度開発のオゾン供給システムと接続し、オゾン供給圧力や供給配管（ヘッド）の形状、および供給オゾンガスの排気方式、さらに試料基板の加熱温度、加熱方式など、酸化膜作製条件と得られる膜厚・膜質の関係について検討し、4インチ相当の面積で厚さ5.2nm、厚さのばらつき±0.3nm以内の均一なオゾン酸化膜の作製を実現した。

また、化合物半導体系の超格子候補標準物質を開発するために平成14年度評価結果を基に、層間均質性向上を目指して超格子物質の試作を行い、その構造を評価した。その結果、0.35nm未満の層間均質性を得た。

【分野名】 標準

〔キーワード〕 ナノスケール、面内方向スケール、深さ方向スケール、認証標準物質

〔研究題目〕 自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発事業

〔中項目名〕 高信頼性ポーラスアルミニウム材料の開発

〔研究代表者〕 朝比奈 正（基礎素材研究部門）

〔研究担当者〕 朝比奈 正、山田 康雄、加藤 清隆、園田 勉、全 仁秀

〔研究内容〕

自動車の軽量化は、燃費節減を通じて炭酸ガスの排出量削減を可能とし、地球温暖化防止の最も効果的な手段である。本開発では、従来の鉄系材に代えて自動車に搭載可能なアルミニウム材料の加工・形成技術を確立し、衝突時の搭乗者および被衝突者の安全性確保しつつ大幅な軽量化を実現するために、ポーラス金属に着目して耐衝撃性に優れた軽量構造体を実現する基盤技術を開発する。

産総研においては、ポーラスアルミニウムの高機能化のために必須な高度に構造が制御された多孔質構造体を創製し、その機能を評価することによって、プロジェクトに必要な材料開発指針を提示する。そのため材料創製プロセス技術と計測・評価技術の開発を進めた。

すなわち、実際のポーラスアルミニウムで複雑に絡み合っている各種パラメータを整理し、各パラメータへの依存性を明確化するため、各種材料創製プロセス技術の開発により構造を制御したモデルの創製とその評価を行い、開発すべき構造体の指針を提示した。その結果、より細かい構造、より一様な構造、異形空孔の排除（個々のセルがより球に近い構造）により、高特性が実現することを明らかにした。

また、計測・評価技術の開発においては、同一構造が二つと存在しない不均質構造体において、非破壊の構造計測・評価（高解像度3D-CT、透過 X 線解析など）の重要性を示し、要求される特性を実現できる構造体条件を抽出明確化して、その計測アルゴリズムの開発を行うと同時に解析を進めた。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 多孔質材料、ポーラスアルミニウム、自動車用衝撃吸収材

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発／水素インフラに関する研究開発／充電機用流量計の開発

〔研究代表者〕 高本 正樹（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 中尾 晨一

〔研究内容〕

燃料自動車に搭載されている容器内に70MPa まで水素ガスを充填する時のガス量を計測できる流量計を開発

する。現在、充電機用流量計として主にコリオリ式流量計が使用されているが、30MPa 近傍の圧力下においてもその長期安定性や信頼性等いくつかの問題点が指摘されている。そこで、本研究では、高圧水素ガス用流量計として、低圧での各種ガスの流量測定で実績のある音速ノズル式流量計を取り上げ、高圧水素充電機用流量計を開発する。

1. 水素ガスに対する音速ノズルの特性評価

0.5MPa 以下の低圧条件下で水素ガスを用いての音速ノズルの校正を行った。その結果、(1)窒素ガスの結果とは明らかに異なり、水素ガスによる実流校正が不可欠であること。(2)理想気体仮定に基づく理論解析結果と実験データの比較においては、0.5MPa 程度の圧力下においても実験結果との差が認められたことなどから、理論解析による流量値の推定は難しく、超高压下においては、理論解析は意味を持たないと考えられること。等が分かった。

2. 高圧水素充電機用流量計の試作

低圧下における音速ノズルの水素ガスに対する実験結果をもとに、高圧水素ガス計測用の音速ノズル式流量計を試作した。この流量計は、60L の車載タンクに70MPa までの水素ガスを5分以内に充電できることを目標に設計された。また、この流量計を実流条件下で校正するための校正器を製作した。この校正器には、0.5MPa 以下の圧力条件で校正された複数の音速ノズルが組み込まれていて充電機用流量計と直列に接続することで充電機用流量計の出力と比較校正することができる。

〔分野名〕 環境・エネルギー、標準

〔キーワード〕 燃料自動車、水素ガスステーション、水素ガス充電機、音速ノズル、流量計

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム（次世代情報通信システム用ナノデバイス・材料技術）ダイヤモンド極限機能プロジェクト

〔研究代表者〕 山崎 聡（ダイヤモンド研究センター）

〔研究担当者〕 藤森 直治、大串 秀世、山崎 聡、竹内 大輔、小倉 政彦、吉川 博道、齊藤 丈靖、渡邊 幸志、熊谷 直人、李 成奇、二子 渉、加藤 宙光、久米 博、磯谷 順一、水落 憲和（職員8名、他7名）

〔研究内容〕

メタンガス等を用いたダイヤモンドの気相合成法が、我が国で確立されて以来、電子部品分野（ヒートシンク、ボンディングツールおよび SAW フィルター等）への実用化が進んで来た。一方、ダイヤモンドの持つ極めて優れた高耐電圧や高熱伝導度等が活かせる半導体材料に関しては、研究が継続して実施されて来たが、未だ実用化には至っていない。しかしながら、近年大型で高品質な

ダイヤモンド基板が合成可能となったこと、n形の半導体が作製できるようになったことから、実用化への期待が急速に拡大してきた。

本プロジェクトでは、実用化のネックとなっているp、n形半導体のドーピング技術や表面・界面制御技術を確立することにより、最も早期に市場創出が期待できる放電灯、電子源および高周波トランジスタの試作評価を行い、実用化へのブレークスルーを行う。本プロジェクトの成果が足掛かりとなり、世界に先駆けてダイヤモンド半導体の産業化を実現し、我が国の国際競争力の強化と経済の持続的発展に寄与する。

このような目標を達成するために、以下の研究項目について研究開発を実施する。

・伝導制御技術の確立

- 1) ナノドーピング技術の開発
- 2) ナノ表面・界面制御技術の開発

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ダイヤモンド半導体デバイス、ドーピング技術、界面制御技術

[研究題目] ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノ計測基盤技術プロジェクト

[研究代表者] 田中 充（計測標準研究部門）

[研究担当者] 馬場 哲也、榎原 研正、坂口 孝幸、高畑 圭二、佐藤 輝幸、衣笠 晋一、松山 重倫、齋藤 剛、島田かより、小林 慶規、鈴木 良一、富樫 寿、平田 浩一、大平 俊之、伊藤 賢志、佐藤 公法、松林 信行、今村 元泰、城 昌利、福本 夏生、加藤 英幸、山田 修史、竹歳 尚之、渡邊 博道、阿子島めぐみ、石井順太郎、清水祐公子、板倉 正尚、于 潤弁、音田 悦子、奥宮正太郎、渡邊 律、小林 英一、根田 雅美

[研究内容]

ナノテクノロジーにおける材料関係分野での基盤的研究開発を行いつつ、得られた成果等の知識の体系化を図ることを目的とする「ナノテクノロジー」プログラムの一環として、本プロジェクトを実施した。本プロジェクトでは、ナノテクノロジープログラム等で実施される技術開発に共通な超微細・高精度な計測として、微小要素物理特性、空孔、表面構造、熱物性のそれぞれの基盤的計測技術を構築するとともに、これらの分野での新たな標準物質を開発することを目標に研究開発を進めた。これにより、ナノテクノロジープログラム中での知識体系の信頼性向上に寄与するとともに、産業界における材料開発の知的基盤を整備することが目的である。

平成15年度は、当初の計画通り遅滞なく研究を進める

ことができた。具体的には、

研究開発項目①「微小要素物理特性の計測基盤」

粒子質量分析装置のプロトタイプを設計・試作し、期待通り時間応答特性の高速化がなされていることを確認するとともに、超臨界流体を利用したナノ粒子発生装置の性能評価実験を行った。高精度計測を行う目的で増設した恒温室下で動的光散乱測定を行なった。本方法により得られた粒子径値が電気移動度分析で決定された値と不確かさの範囲内で一致することを示した。また、20nm径の市販微粒子標準の平均粒径をパルス勾配磁場核磁気共鳴（PFG-NMR）により求め、その値が動的光散乱（DLS）測定の結果とよく一致することを示した。サイズ排除クロマトグラフィー／多角度光散乱検出器（SEC-MALS）による高分子分子量分布計測のモデル化を行った。液中粒子数濃度校正技術開発のため、散乱光と蛍光の分光データのコインシデンスを取ることににより、粒子気泡識別計数を行った。

研究開発項目②「空孔の計測基盤」

普及型陽電子寿命測定装置に放射性同位元素陽電子線源を取り付け、装置の性能評価を行った。その結果、ナノメートルサイズの空孔の測定に必要とされる測定時間レンジ、時間分解能を有することが確認された。また、標準試料候補材料として多孔質シルセスキオキサン薄膜を選定し、陽電子寿命の値決め、不確かさ評価、安定性試験を行った。

研究開発項目③「表面構造の計測基盤」

シリコンおよび白金を基板として金およびアルミニウムについて膜厚の異なる数種類の薄膜試料を製作し、放射光励起光電子分光スペクトルの強度変化を元に50～1000eVのエネルギー範囲において電子の有効減衰長の高精度測定を行った。そのデータを元に薄膜試料の作製条件について、最適条件を決定した。

標準スペクトルデータベースの新規データの取得を続けるとともに、新たに増設したオージェ分析用電子銃を用いて高エネルギー分解能オージェスペクトルの取得を試みた。得られた実用材料およびデータベースのスペクトルのバックグラウンドを解析するとともに、スペクトルの深さ方向の解析性能を高めるために、解析アルゴリズムの拡張を行った。また直感的な操作が可能なユーザインタフェースを持つ解析プログラムを開発し、スペクトルデータベース及び付属情報について公開準備の整った部分からRIOデータベース「先端材料評価技術DB」を使用し一般ユーザーに公開を開始した。

研究開発項目④「熱物性の計測基盤」

ピコ秒サーモリフレクタンス法による薄膜・界面熱物性の高精度校正技術の開発においては、多層薄膜作成装置を導入し、金属多層膜の熱拡散率計測技術を確立した。赤外多波長放射計装置を製作し、放射測定の波長域及び温度域を拡大するとともに、高輝度赤外光源装置を使用して赤外光学系評価技術の高度化を進めた。多標的赤外

放射温度計を製作し、2個の試料を同時測定する示差方式レーザーフラッシュ法によりコーティングの熱拡散率を計測する技術の開発を進めた。

湿式法（ドクターブレード法等）によるセラミックス系コーティング標準物質を開発し、表面、断面、界面構造をSEMやX線回折等により評価した。コーティング熱物性の均質性評価のために開発を進めている周期加熱放射測温法を原理とする評価装置に表面観察装置を追加し熱物性評価部分の表面観察を実現した。

熱光学特性の高精度校正技術の開発においては、前年度までに導入した熱電デバイスをを用いた熱物性測定用精密恒温槽および熱光学特性測定温度設定制御装置により構成される試料温度設定制御システムにおける基本性能を確認するとともに性能向上を実現した。さらに、レーザー干渉式変位検出装置を改良し、上記の温度設定制御システムと組み合わせることにより、固体材料の熱・光学特性を高分解能で計測・校正する技術を開発した。

研究開発項目⑤「技術の体系化」

既存のおよび研究項目①から④で得られた標準物質組成と特性・機能との相関、及び標準物質合成プロセスと特性・機能との相関を考察した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 粒子質量分析、クロマトグラフィー、多角度光散乱検出、陽電子寿命測定、放射光、サーモリフレクタンス法、レーザーフラッシュ法、コーティング標準物質

【研究題目】 化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発

＜化学物質総合評価管理プログラム＞
リスク評価、リスク評価手法の開発及び
管理対策のリスク削減効果分析

【研究代表者】 中西 準子（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】 富永 衛、米澤 義堯、吉門 洋、東野 晴行、三田 和哲、井上 和也、堀口 文男、蒲生 昌志、小倉 勇、小野 恭子、吉田喜久雄、岸本 充生、東海 明宏、岩田 光夫、宮本 健一、林 彬勤、石川百合子、内藤 航、飯野佳世子、高井 淳、井上真智子、山本 讓司、奥 真智子、手口 直美、蒲生 吉弘、牧野 良次、中村 直紀、石井励一郎、孟 耀斌、小竹 真理、山口 治子、小山田花子、篠崎 裕哉

【研究内容】

1. 研究目的

詳細リスク評価と管理対策の有効性評価のための評価手法を開発すると同時に、特にリスク管理上重要かつ緊急性ありと判断される化学物質について詳細リス

ク評価と管理対策の有効性評価分析を行い、この両者の結果を統合して詳細リスク評価書として公開する。また、特に重要と判断される解析ツール（プログラムソフト等）は、公開することにより研究者等による試験的使用に供することにより、より広範な対象への適用と迅速な改良を図る。

2. 平成15年度の研究内容及び目標

(1) 暴露情報の整備及び暴露評価手法の開発

① 広域大気濃度推計モデルの作成・改良

本研究開発では、化学物質の生産・使用の大部分を占める、関東地方、中京地方、関西地方、瀬戸内地方、北九州地方を対象として、それぞれの域内での化学物質の月平均大気濃度の域内分布を推定する手法を開発する。

13年度からの成果を基に15年度は、全国版の整備を進め、単一モデルから適用する地方を任意に選択・抽出して濃度推計等を行える形式の試作品を完成させ、試験的公開を目指す。また、これに組み込むべきデータベースの整備を行い、実際にもでるに組み込んだ実証試験を行う。この際、既成の関東版及び中京・関西適用版により整合性の確認を行う。

② 河川濃度推計モデルの作成・改良

本研究開発では、化学物質の生産・使用が集中する関東及び関西地方を対象として評価するためのモデルを開発する。

15年度においては、引き続きこれら2つの日本を代表する水系を対象として、詳細リスク評価対象となっている化学物質の濃度推計を行えるモデルを構築するとともに、PRTR 制度によって報告された化学物質は移出量を入力して各水系における濃度分布を推定する。また、リスク削減対策の効果をモデルシミュレーションによって明らかにする。さらに多摩川モデルの入出力インターフェイスのプロトタイプを構築する。以上を踏まえ、全国を対象とした水系モデルへの拡張手段を明確化する。

③ 暴露量の個人差に係わるパラメータと原単位の解析と整備

暴露量の個人差を解析するために、性別、年齢、身体的特徴、食品等摂取量、行動パターン等の原単位について個人差の情報を付加した形で解析・整理すること、及び、具体的な物質について暴露の個人差を詳細に検討することにより、個人差パラメータのデフォルト値の提案を目的とする。

15年度は、有害大気汚染物質の個人モニタリングによる住民の暴露量の調査を実施するとともに、日本人での化学物質への暴露の個人差、及び、大気、水、米について摂取量の個人差の

因子解析とデフォルト値の検討を14年度に引き続き行う。さらに、これらの結果は内部利用を経て、一般公開を目指す。

(2) リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析

① クロスメディアアプローチによる環境媒体と摂取媒体中濃度の解析手法の開発

人と生態系への様々な環境媒体を経由した暴露を評価するため、環境媒体間の化学物質の移行（クロスメディア）を組み入れた暴露評価モデルを開発し、それを基に様々な経路からの暴露量を解析・評価することを目的とする。

15年度は、これらを基に沿岸生態系モデルとして完成し、試験的公開を行うとともに、既存調査データを用いて解析・検証を行い、その結果を踏まえて、モデルとインターフェイスやデータ処理部分の改良を行う。

② 有害性評価のためのエキスパートシステムの構築

多種類の毒性試験結果（測定のエンドポイント）からリスク評価のエンドポイントを選定するため、医学文献情報の収集・解析と聞き取り調査により、暴露により発現する有害影響の標的臓器と疾病による重み付けに関するエキスパートシステムの構築を目標とする。

15年度は、有害性評価のための生活の質データベース作成を目的に、化学物質への暴露により発現する有害影響の標的臓器と疾病による重み付けに関して、重要なエンドポイントを整理し、重み付けに手法（DALYs か QALYs か）、重み付けの主体（誰の選好か）、選好の導出方法（直接的か、間接的か）などの情報に注目して、データベースを作成する。

③ リスク管理対策の社会経済分析手法開発

候補となる複数のリスク管理対策（代替案）の効率評価のため、各種有害影響による損失余命、支払意思額、生活の質に基づく便益分析、支払意思額に基づく費用便益分析等の社会経済分析手法の開発を目的とする。

15年度は、この手法を非死亡影響について適用するとともに、時間得失法や標準儲け法などの医療経済学で用いられる手法を用い結果を比較する。

④ 詳細リスク評価書の作成

化学物質リスク評価・管理に係る各種公開文献情報を、インターネット等を通し広範囲に検索・収集・解析することにより、詳細リスク評価対象化学物質とその代替物質等に係るデータの収集・解析を行い、詳細リスク評価のための基礎資料とする。

13年度は、2物質（カドミウム、1,3-ブタジエン）についての詳細リスク評価書を、2物質（ノニルフェノール、トルエン）についての暫定版詳細リスク評価書の作成を行った。さらに、4物質についても詳細評価書作業を行った。14年度においては、1,3-ブタジエンについて外部有識者によるレビューをかけるとともに、詳細リスク評価書 ver1.1として公開した。

15年度においては、4物質を含む8物質について詳細リスク評価書を作成する。

⑤ 詳細暴露・リスク解析手法プログラムの整備と試験的公開

本プロジェクトで開発した評価手法等を一般に使用しやすいソフトウェアとし、プロジェクト内での評価作業での使用の簡便化を図ると共に、プロジェクトの成果として広く一般への普及を図る。

13年度では、広域大気暴露評価モデル（関東地域）（AIST-ADMER）の Window GIU を用いたユーザーインターフェイス α 版のプロトタイプを完成し、試用による動作確認を行った。また、技術講習会を開催し、モデルの広報を図ると同時に、普及・改良等への課題の把握を行った。この結果に基づき14年度では、広域大気濃度推計モデルの関東版 AIST-ADMER ver. 0.8 β を10月1日から公開、無償配布を開始した。

15年度では、全国版の試作品を仮公開し、説明会の開催等を行って、全国版モデルの完成に向けて活用する。また、沿岸生態系モデルについても、試験的公開を行う。

3. 15年度研究進捗状況

(1) 暴露情報の整備及び暴露評価手法の開発

広域大気中分布予測モデルについては、平成15年度は全国版の広域大気中分布予測モデルを作成、AIST-ADMER ver. 1.0（全国版）を平成15年8月26日から公開、無償配布を開始した。

河川中分布予測モデルについては、平成14年度までに開発した関東の多摩川水系分布予測モデルを基に、地理的条件、河川の特性及び発生源から河川への流路等を他の河川のものに置き換え、関東以外の主要河川に適用するための開発を実施した。

暴露量の個人差に係わるパラメータと原単位の解析と整備については、平成15年度に有害大気汚染物質の個人モニタリングによる住民の暴露量調査を実施し、化学物質への暴露の個人差及び大気、水、米について摂取量の個人差に関する因子解析、デフォルト値の検討を実施した。

(2) 詳細リスク評価手法の開発、詳細リスク評価書の作成

クロスメディアアプローチによる環境媒体と摂取

媒体中濃度の解析手法の開発について、平成15年度は、前年度までに開発した沿岸生態系評価モデルのプロトタイプモデルを基に、既存調査データを用いて改良・検証を進め、AIST-RAMTB ver. 1.0として公開・無償配布を開始した。

有害性評価のためのエキスパートシステムの構築について、15年度では、化学物質への暴露により発現する有害影響の標的臓器及び疾病による重み付けに関して、重要なエンドポイントを整理し、重み付けの手法 (DALYs, QALYs)、重み付けの主体 (誰の選好か)、選好の導入方法 (直接的または間接的) 等の情報を基にデータベースを作成した。これらのデータベースを基に教育用ソフト Risk Learning を公開・無償配布した。

リスク管理対策の社会経済分析手法開発について、平成15年度は、これまでに開発した、リスクの種類、年齢、リスク認知等の属性の違いが支払い意志額に与える影響を同時に推計する手法を、非死亡影響へ適用可能なように改良するとともに、時間損失法や標準儲け法等の手法と比較検討を行った。

詳細リスク評価については、3物質 (1,3-ブタジエン、ノニルフェノール、トリブチルスズ) についての詳細リスク評価書を完成し、8物質 (コプラナーPCB、鉛、p-ジクロロベンゼン、塩素化パラフィン、フタル酸ジエチルヘキシル、ビスフェノールA、ジクロロメタン、1,4-ジオキサン) についての詳細リスク評価書 (暫定版) を作成した。また、さらに4物質 (アクリロニトリル、塩ビモノマー、アルコールエトキシレート、2-メチルチオ-4-t-ブチルアミノ-6-シクロプロピルアミノ-s-トリアジン (慣用名: イルガロール)) についても詳細評価書作成作業を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー分野

〔キーワード〕 広域大気濃度推計モデル、ADMER、河川濃度推計モデル、沿岸生態系モデル、Risk Learning、詳細リスク評価書

〔研究題目〕 計量器校正情報システムの研究開発
計量器校正情報システムの研究開発

〔中項目名〕 電圧標準 (直流)

〔研究代表者〕 高辻 利之 (計測標準研究部門 長さ計測科 幾何標準研究室)

〔研究内容〕

本中項目の目標は、「商用電源が利用できる地球上の任意の場所において電圧標準の供給を可能にするため、GPS 周波数を基準として利用し10K 冷凍機による動作が可能なジョセフソン電圧標準システム (電圧: 最大10V) を確立し、不確かさ0.1ppm を達成する」ことにあり、この目標の内、エレクトロニクス研究部門の超伝導計測デバイスグループが担当する部分は、「10K 冷凍

機による動作が可能なジョセフソン電圧標準システム (電圧: 最大10V) を確立すること」にあり、発生電圧の絶対精度の評価は、計測標準研究部門の電磁気計測科が担当する。

平成15年度において、まず、131,072個の NbN/TiN/NbN 接合を集積したチップの作製を行い、10K において周波数16GHz のマイクロ波を照射することによって5V 及び-5V においてステップ幅約1mA の定電圧ステップが得られることを見出した。次に、131,072個の NbN/TiN/NbN/TiN/NbN 接合を集積したチップを作製した。このチップには直列に接続された262,144個の NbN/TiN/NbN 接合から成る。このチップに10K において周波数11GHz のマイクロ波を照射することによって6V 及び-6V においてステップ幅約2mA の定電圧ステップが得られることを見出した。このステップの幅は実用上十分に大きい値である。今後、チップに照射するマイクロ波の周波数とチップに含まれる素子数を増加させることによって、最終的な目標である10V の高精度電圧を得る予定である。なお、本研究の成果は平成16年度中に起業予定の産総研ベンチャー (IQUANTUM) を通じて市場に提供する予定である。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 電圧標準、ジョセフソン素子、冷凍機

〔研究題目〕 健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム
糖鎖エンジニアリングプロジェクト
糖鎖構造解析技術開発

〔研究代表者〕 地神 芳文 (糖鎖工学研究センター)

〔研究担当者〕 成松 久、立花 宏一、久保田智巳、梅谷内 晶、佐藤 隆、亀山 昭彦、石塚 靖子、伊藤 浩美、藤井 崇、岡村 佳代、地神 芳文、新聞 陽一、高 暁冬、千葉 靖典、千木良裕子、齋藤扶美恵、大澤 文、高橋 佳江、石井 智子、平林 淳、久野 敦、葉山 洪、中村 祥子、久野しおり、内山 昇、中村 充、安形 高志、菊池 次郎、仲道 裕美、中村 和紀、西村紳一郎、比能 洋、太田 尚志、(以下、生命情報科学研究センター) 高橋 勝利、向井 有理、旭井 亮一、福井 一彦、吉野 里美

〔研究内容〕

ヒトゲノムをはじめ各種生物のゲノム配列が明らかにされプロテオーム解析が進展しているが、過半数のタンパク質が糖鎖の付加した糖タンパク質の形で生体内で機能している。糖鎖は、糖タンパク質の合成時における立体構造構築及び品質管理、生体内における糖タンパク質の寿命、輸送先の制御、細胞の分化制御、病原微生物の

結合特異性など、生命現象の広い範囲で重要な役割を担っている。しかし、糖鎖の構造解析技術、合成技術が未発達なため、糖鎖は多くの研究者にとって解析が極めて困難なものとなっており、糖鎖についての解析を無視してタンパク質の研究を行わざるを得ない状況にある。本プロジェクトでは、ハイスループットな糖鎖構造解析技術及び糖鎖合成技術を開発することで、今後のバイオテクノロジー発展の基盤となる。

極微量の糖鎖構造を迅速に解析するために、質量分析機を用いた解析技術を開発している。糖鎖は分子量の同一な単糖が枝分かれして結合した複雑な構造をしており、異なった糖鎖構造でも全く同じ分子量をもつことも珍しくない。そこで、質量分析機中で特殊な方法で糖鎖を断片化しながら、その断片群の分子量を測定することで、糖鎖構造をハイスループットに解析する技術を開発している。また、糖鎖の部分構造を認識して特異的に結合することが知られている一連のレクチンタンパク質を利用して、糖鎖構造のプロファイリング技術の開発も行っている。一方で、糖転移酵素をカラムに固定化し、そこに基質を通すことにより連続的に糖鎖付加を行う糖鎖自動合成機の試作機も作製し、糖鎖及び糖ペプチドの合成に成功している。各種固定化糖転移酵素の供給のために、50種類のヒト糖転移酵素遺伝子を目標に酵母で発現させている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖構造解析、糖鎖自動合成、糖転移酵素

【研究題目】 健康寿命延伸のための医療福祉機器高度化プログラム

早期診断・短期回復のための高度診断・治療システム

心疾患治療システム機器の開発

【研究代表者】 水谷 文雄（生物機能工学研究部門 バイオセンシング技術研究グループ）

【研究担当者】 飯島誠一郎、矢吹 聡一、佐藤 縁、平田 芳樹

【研究内容】

本事業では、国立循環器病センター研究所循環動態機能部長 砂川 賢二氏をリーダーとするプロジェクトの一環として、心疾患患者の複数の生体情報を低侵襲で常時連続的に測定できる超小型統合センサー等の開発及びその基盤技術からなるインテリジェント生体情報取得システム、並びに病態に応じて必要時に最適量の薬剤の独立かつ高精度での投与が可能なインテリジェント薬剤投与システムの実現に向けたセンサーデバイス基盤技術の開発を行う。具体的には、心臓障害センサー（利尿ペプチドセンサー）及び腎機能センサー（尿素センサー及びクレアチニンセンサー）に係る基盤技術を開発することを目的とする。

利尿ペプチド類の選択的な測定には抗原抗体反応を利用し、この反応過程を酵素を標識分子としてモニターする酵素免疫測定が好適と考えられる。また、簡便に、小型のデバイスで計測を行うには電気化学的検出方法の利用が最適である。しかし、利尿ペプチド類（ANP、BNP）の濃度は10pg/ml のオーダーと極めて低く、通常の電気化学酵素免疫センサーの感度を2オーダー以上向上させる必要がある。我々は、酵素反応生成物を電極上に化学吸着、濃縮させた後、電気化学的に脱着させ、このときの電流を測定するという方法の免疫測定への応用が高感度化に有用ではないかと考えた。そこで、コリンエステラーゼ反応により生成したチオコリンの銀電極上へ化学吸着させ、次いで吸着チオコリン分子の電解還元脱離のプロセスで流れる電流を測定し、この電流の大きさからコリンエステラーゼ活性を測定するという系を構築して検討した。この結果、検出可能なコリンエステラーゼ活性10U/mL と、従来の100倍以上の高感度化が達成できた。これに基づきアセチルコリンエステラーゼを標識酵素とする高感度酵素免疫測定式の BNP センサー系を構築した。即ち、BNP とコリンエステラーゼ標識抗 BNP 抗体との反応→固定化 BNP を用いた未反応抗体の分離→未反応抗体（固定化 BNP との反応で固定化される）上のコリンエステラーゼ活性の上記方法による測定のプロセスを開発した。BNP 測定感度は20pg/ml と血液中の BNP 測定に応用可能であった。

すでに開発した尿素及びクレアチニンを測定するための酵素センサーを利用して両成分の同時測定システム構築した。血液・尿中の尿素とクレアチニンの濃度比は40:1程度と大きいことから、クレアチニンの測定時と尿素の測定時とで血液試料の希釈比を変え得るようなシステム（すなわち、クレアチニンの測定においては試料を数倍に希釈した状態で測定し、尿素測定時には緩衝液でさらに百倍程度まで希釈できるシステム）を構築する必要があるが、このような機能を持つ簡便で新規なセルシステムを開発した。

【分野名】 ライフサイエンス

【研究題目】 健康寿命延伸のための医療福祉機器高度化プログラム

身体機能代替・修復システムの開発
生体親和性材料

【研究代表者】 伊藤 敦夫（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 伊藤 敦夫、十河 友、櫻井 常葉

【研究内容】

骨形成促進、骨吸収防止、組織修復促進効果等、自己修復機能を強化する働きのある亜鉛が材料中から徐々に放出し、なおかつ成長因子等の生体活性化薬剤を表面に担持した、生体適合性（安全性）が高い格子型完全連通多孔質リン酸カルシウム人工骨材料を開発することが目的である。

水酸アパタイト粉体利用を前提として、バインダー含有量、プレス圧、粉体量、場合によっては乾燥等の成形条件と工程を検討した。その結果、気孔率50%（うち開気孔90%以上）、気孔径 $450\mu\text{m}$ の気孔が90%以上、圧縮強度8MPa（ちなみに海綿骨圧縮強度は1.9-7.0MPa）、大きさ $62\text{x}62\text{x}30\text{mm}$ の格子型貫通気孔多孔体をプレス成形と焼結工程で製造できた。高強度の成型体を作成するためにはバインダー検索が必要であった。具体的には合計124通りの条件で、バインダー種類、混合比を検討し、最適化した。薬剤担持方法を検討して最適化した。bFGFのダミータンパクであるチトクロムCを、 $\text{Ca/P} = 0.5 \sim 1.5$ 、炭酸水素ナトリウム濃度 $= 0.00 \sim 15.09\text{mM}$ のリン酸カルシウム過飽和溶液を用いて材料上に担持した。徐放実験の結果では、チトクロムCは水溶液中で10日間徐放された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】人工骨、セラミック、生体親和性、骨形成

【研究題目】次世代半導体デバイスプロセス等基盤技術プログラム／極端紫外線（EUV）露光システムの基盤技術開発

【研究代表者】富江 敏尚

（次世代半導体研究センター）

【研究担当者】松嶋 功、屋代 英彦、青田 達也、Jinquan Lin、森脇 大樹

【研究内容】

目標

高出力 EUV プラズマ光源達成のため、Mo/Si 多層膜の反射率の高い13nmの波長域で変換効率の高い錫をターゲットにするプラズマ光源技術の確立を目指す。

研究計画

高変換効率を実現するための条件を解明し、微粒子群ターゲットを用いた実験で検証する。

進捗状況：

- パルスレーザー生成プラズマからの発光効率を最大化するための理論的考察を行い、最大の変換効率を得られるのは、プラズマの直径を、励起レーザーのパルス幅の間に膨張する距離程度にし、その直径でレーザーが一様に且つ十分吸収されるような電子密度の場合であることを明らかにした。具体的には、プラズマの密度が均一で直径が $500\mu\text{m}$ の場合、パルス幅は5-10nsが適当であり、波長 $1\mu\text{m}$ のレーザーを比較的均一に吸収させるには、電子密度 $3\text{E}19/\text{cm}^3$ が適当である。
- 従来の方式では上記の最大効率条件は実現しがたい。新たに考案した、Si ウェーハの上に錫微粒子を塗布し、パルスレーザー照射衝撃で真空中に拡散させる方法で、検証実験を行った。このように拡散した微粒子集団にレーザーを照射したところ、拡散開始からの遅延時間50マイクロ秒でプラズマを生成したときに、発

光強度が最大になり、平板錫からの発光の4倍程度の強度が観測された。発光強度の遅延時間依存性は、理論予想に一致した。従来を大きく越える発光効率を実証したことで、100W を越える EUVL 光源実現に展望を開いた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】EUVL 用光源、錫プラズマ、スペクトル利用効率、磁場によるプラズマ遮蔽、極微量汚染

【研究題目】情報通信基盤高度化プログラム

窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発

【研究代表者】奥村 元（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】清水 三聡、沈 旭強、小倉 睦郎、中島 信一、B.-R. Shim、彦坂 憲宣、稲田 正樹、山本 武継、清水 三郎、古田 啓、松野 年伸

【研究内容】

準ミリ波、ミリ波領域に至る高周波領域で特徴を發揮する窒化物半導体の材料ウエハー、デバイス化プロセス、デバイス作製の研究開発を一貫して行い、新たな要素技術を確立して上記帯域における革新的高出力高周波デバイスを開発する。本研究開発を効率的に推進するため、産総研は新機能素子研究開発協会と密接な協調を図り、共同研究契約に基づいて研究サイトの一つを担う。

今年度は、ヘテロ構造ウエハーの評価として、微小領域の光学的電氣的解析と微視的マッピングを用いた欠陥構造解析を行い、微小領域における素子特性と材料特性との関連の抽出を試みた。また、超高真空プラズマ MBE 法を拡充し、微傾斜サファイア基板や SiC 基板上への AlGaIn/GaN ヘテロ構造作製とその評価を進めると共に、高品質 AlN 層等を利用した MIS 高耐圧構造の作製を試みた。

ヘテロ構造ウエハー解析では、AlGaIn/GaN ウェハにおける Al 組成のチャンネル伝導特性に及ぼす影響を詳細に調べ、シート抵抗が Al 組成に対して極小となる最適値を見出した。分光エリプソメトリ法で簡便に AlGaIn/GaN ヘテロ構造の Al 組成、膜厚、及びそのウェハ内分布を評価する技術を開発し、空間分解能 $1.0\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ で、Al 組成相対精度1%、AlGaIn 層厚 $\pm 1 \sim 2\text{nm}$ 、GaN 層厚 $\pm 0.05\mu\text{m}$ の精度を確認した。また、極紫外光励起顕微ラマン散乱法で、数 nm 程度の極薄 AlGaIn 層や HEMT デバイス TEG の歪、欠陥、及びその分布を評価する技術の開発を進めた。

デバイス化要素プロセス技術として、MIS 構造技術では、誘電率の高い AlN 単結晶極薄膜を積層させたウエハーを作製し、HFET TEG のゲートリーク電流が3~4桁減少することを示すと共に、CVD による SiO₂極薄膜

を用いた MIS ゲートで500V の高耐圧性能を実証した。MBE 成長技術では、微傾斜オフ基板を用いて、スパイラル成長がなく単原子ステップ構造を有する AlN 及び GaN 超平坦表面を実現した。オフ角の最適値は0.5度程度であった。更に、SiC 基板上成長において積層不整欠陥を防ぎ二次元成長を促すため、水素中エッチングを用いた SiC 基板の成長前処理/初期成長プロセスを確立すると共に、通常の MOCVD 反応炉でも可能な条件を見だし、その上のエピタキシャル成長膜での表面モロロジー改善を確認した。

【分野名】情報通信

【キーワード】窒化物半導体、高出力高周波デバイス、GaN-HEMT

【研究題目】革新的温暖化対策技術プログラム

低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発プロジェクト
DLC 系皮膜技術

【研究代表者】田中 章浩（新炭素系材料開発研究センター 表面機能制御材料チーム）

【研究担当者】田中 章浩、古賀 義紀、梅田 一徳、大花 継頼、中村 拳子、石原 正統、鈴木 雅裕

【研究内容】

水環境中で優れたトライボロジー特性を示す DLC 系皮膜の開発、優れた特性を発現するメカニズムの解明等を目的として、研究開発を行なっている。

DLC 皮膜のトライボロジー特性を負荷荷重と摩擦速度を変えて評価した。さらに、摩擦面および摩擦粉を、光学顕微鏡、ラマン分光法、X 線光電子分光法等により観察・分析した。DLC 膜は熱電子励起型プラズマ CVD 装置により作製した。摩擦係数には荷重および速度の影響がほとんど認められず、0.1程度の低い値を示した。比摩擦量は高荷重ほど増加する傾向であった。速度の影響はほとんど認められなかった。空気中では水中に較べて摩擦・摩擦ともに大きかった。空気中での摩擦面には薄い移着物が見られたのに対し、水中では非常に多くの移着物が認められた。移着物のラマン分光分析により、空気中では DLC 膜処女面とは異なる明瞭な D バンドの存在が見られるのに対し、水中では DLC 膜と変わらないスペクトルが得られた。

Si を添加した皮膜および多層化膜の試作を行った。-3kV のパルスバイアスで作製した皮膜は、空気中で0.2程度の摩擦係数を示したが、水中では0.1以下の摩擦係数を示した。この膜の比摩擦量は $5.7 \times 10^{-8} \text{mm}^3/\text{Nm}$ で、目標の $10^{-8} \text{mm}^3/\text{Nm}$ のオーダーを達成した。しかし、水中、9.4N 荷重下での摩擦試験では皮膜の剥離が観測された。クラックの発生を抑えるために表層部に Si を添加した膜では、剥離が観測されなかった。基板表面粗さが DLC 膜の摩擦係数や相手材の摩擦量に与える影響を

評価した。摩擦係数は表面粗さに余り依存しないこと、相手材の摩擦は平均粗さがある程度の値を越えると激しくなることが明らかになった。また、基板粗さが粗い方が膜は基板と膜の密着性の向上により剥離しにくいことが分かった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】DLC 膜、水環境、摩擦、摩擦、トライボロジー

【研究題目】高効率高温水素分離膜の開発事業

【研究代表者】原谷 賢治

【研究担当者】原谷 賢治、藤原 一郎、内丸 祐子、須田 洋幸、中岩 勝、大森 隆夫、伊藤 直次、早川 孝

【研究内容】

炭化ケイ素系分離膜の開発：高効率高温水素分離膜としての炭化ケイ素系膜の開発を目指し、本年度は、熱分解過程における構造変化を制御することによる水素選択透過性の向上を検討した結果、微分熱重量変化の高温側ピーク温度域（熱分解によって水素等の小分子が揮発する温度域）で熱分解を行うことによって水素選択透過性の最適化が図れることが明らかになった。また、水素分離性のみならず水素透過速度を更に向上させる手段として、高温酸化処理による水素透過速度向上の可能性を検討した。その結果、架橋前駆体に造孔剤を添加した製膜原料から調製した炭化ケイ素系分離膜を高温酸化処理することによって、選択透過性を低下させることなく透過速度を顕著に増加させることに成功した。

物質移動計算及び膜透過計算：本年度は理想条件仮定での設計プログラムをベースに、膜面の物質移動係数を推算する実験式を組み込んだプログラムに改良し、濃度分極の影響を考慮に入れた計算法の開発を行った。本プロジェクトで開発目標とする水素透過率が $1 \times 10^{-6} [\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}/\text{Pa}]$ の単管型モジュール（モジュール内径1.2cm、チューブ膜外径0.6cm、膜長さ $L=25\text{cm}$ ）での膜表面の濃度分極をシミュレーションした結果、 L の増加に伴い急に分極が発生し分極モジュール $S=0.9$ 程度に低下することが明らかになった。

膜反応器設計における改質反応・計算：膜モジュール設計の支援技術の一環として、膜反応器を用いたメタンの水蒸気改質反応シミュレーターを作成し、それを用いて種々の反応・操作条件における膜反応器の挙動に関するシミュレーション手法の確立に取り組んでいる。水素と水蒸気の膜透過係数の比を変化させた場合の反応成績に及ぼす影響について検討した結果、水素製造量とメタンの転化率ともに、透過係数の比が大きくなると増大するが、透過係数比が約20以上ではほぼ一定の値を示すことを明らかにした。反応器入口での原料ガス組成の変化が反応成績に及ぼす影響を、メタンの投入量は一定の条件で検討した。その結果、 S/C の増加にともないメタ

ンの転化率は増大し、S/C=5~6以上ではほぼ1となる。これに対して、水素製造量は S/C=5~6で最大値をとることが明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 高温水素分離、セラミック膜、水蒸気改質

〔研究題目〕 革新的温暖化対策技術プログラム
内部熱交換による省エネ蒸留技術開発

〔研究代表者〕 中岩 勝（環境調和技術研究部門 熱利用化学システムグループ）

〔研究担当者〕 中岩 勝、秋谷 鷹二、大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、岩壁 幸市、朱 玉山、Audun Rosjorde、徳橋 頼子

〔研究内容〕

蒸留プロセスは種々の分離プロセスの中でも特にエネルギー多消費型であり、化学産業の全熱使用量の40%が蒸留プロセスで使われている。内部熱交換型蒸留塔（Heat Integrated Distillation Column、略称 HIDiC）は蒸留塔を2つの部分（濃縮部と回収部）に分割し、濃縮部の操作圧を回収部より高くして温度レベルを逆転させて結合し、濃縮部で取り去る熱量を直接回収部に供給することが可能とする技術である。これにより圧縮機動力を一次エネルギー換算で30%以上の省エネルギーが期待できる。本年度は3成分以上の多成分系の蒸留分離において、定常運転時における完全混合型の多段内部熱交換型蒸留塔（HIDiC）の挙動を解明するため、通常の蒸留塔シミュレーションに用いられるトリダイアゴナルマトリクス法を発展させたシミュレータを開発した。これにより濃縮部・回収部とも理論段数の制限のないシミュレーションが可能となり、3成分系混合物を例に還流比、圧縮比、伝熱面積などをパラメータとする定常状態モデルの特性を明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 省エネルギー、蒸留、内部熱交換、プロセス制御、地球温暖化

〔研究題目〕 21世紀ロボットチャレンジプログラム／ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備

〔研究代表者〕 谷江 和雄（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 谷江 和雄、平井 成興、末廣 尚士、北垣 高成、神徳 徹雄、尹 祐根、安藤 慶昭、社団法人日本ロボット工業会、松下電工株式会社

〔研究内容〕

（目標）

様々なロボット要素を通信ネットワークを介して組み合わせることにより多様なロボットシステム構築を可能

とするロボット用ミドルウェア技術基盤を確立することを目標とする。

（研究計画）

我が国の製造業を支えてきたロボット技術を基盤としてロボット技術の活用範囲を拡大することを目指して、アクチュエータ、センサ、制御プログラム等といった様々なロボットシステムを構成する要素をモジュール化し、それらを部品として自由に組み合わせて統合し、新しい機能を持ったロボットシステムを容易に構築することを可能とするロボット構築手法を提案し、それを実現するソフトウェア基盤技術としてロボット用ミドルウェアを3年計画で研究開発するものである。単に、ロボット用ミドルウェアの標準仕様案を策定してミドルウェアを開発するだけではなく、典型的なロボットシステム構築例を示すことでミドルウェア技術の有効性を実証する。同時に多数の関係者の参画のもとで本技術を活用したシステム開発手法を広範に普及させて産業活性化を推進させるための戦略を検討する。なお、研究開発に際してロボット技術固有の機能の実現や広範なニーズを満たす標準仕様案の策定が技術課題となるため、工業会、産業技術総合研究所、新たな生活支援分野へのロボット技術の展開を図る企業の三者が密接に連携する研究体を構成して研究開発を実施する。

（進捗状況）

産業技術総合研究所はロボット用ミドルウェアの基本機能に関する研究を担当して、モジュール化を実現するためのフレームワークを提案するとともにロボット用プログラム開発を支援するための基本機能に関するミドルウェアプログラムの開発を進めた。具体的にはプロジェクト関係者向けに基本機能となる RT ミドルウェア ver. 0.1.0 をリリースするとともに、力センサ、ビジョン、ロボットアーム等を実装してモジュール化した各要素の機能を確認した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ロボット、システム統合、ソフトウェア、産業活性化

〔研究題目〕 健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム

細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発／多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発

〔研究代表者〕 平野 隆（糖鎖工学研究センター）

〔研究担当者〕 地神 芳文、平野 隆、横尾 岳彦、仲山 賢一、新聞 陽一、千葉 靖典、岡本美智代、市原 昭、（以下、ジーンファンクション研究センター）スニル・カウル、カムルル・ハサン、矢口 智子、

相田 哲

【研究内容】

生きた細胞内でのタンパク質分子の局在や動態、相互作用の解析等を実現する超高感度高速リアルタイム三次元顕微撮像システムの開発を目的とする。このためバイオ分野の研究する側のニーズを装置開発側に伝えて設計を行う。また開発された装置の有用性を出芽酵母の細胞壁合成系および動物細胞の癌化・不死化を題材にして検証し、機器開発サイドに対してフィードバックして、装置の性能の高度化を図る。具体的には、蛍光ラベルした目的タンパク質分子あるいはオルガネラの細胞内局在性を、高精細な立体画像として精密に観察し、従来手法では不可能であった細胞壁合成機構や細胞の癌化・不死化のメカニズムの全貌解明を目指す。

① 酵母細胞壁合成系のリアルタイム可視化に関する研究開発

出芽酵母のキチン、グルカン、マンナンタンパク質の各コンポーネントを合成する主な因子を標識し、超高感度高速リアルタイム三次元顕微撮像システムを用いて高精細で可視化することにより、細胞壁合成過程におけるそれぞれの因子の時間的・空間的局在変化を明らかにした。高精細型プロトタイプ機により捉えた成果を、新規抗真菌剤開発に生かした。

② 細胞の癌化・不死化に関する分子ネットワーク解析の研究開発

細胞不死化タンパク質モータリンと癌抑制遺伝子タンパク質 p53を緑色蛍光タンパク質 GFP 等と結合して複数個の蛍光標識タンパク質を同時に発現させ、相互作用およびそれらの細胞内局在をリアルタイムに解析した。癌細胞ではモータリンが p53と局在し、p53の機能が阻害され、増殖に歯止めがかからなくなっていることが示された。

すでに高精細型プロトタイプ機が産総研に設置され、酵母細胞及びヒト癌細胞について高精細画像を撮影した。さらにタイムラプス法により生きた細胞内での動きを観察することに進んだ。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リアルタイムイメージング、スピニングディスク型共焦点、蛍光タンパク質

【研究題目】 細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発事業

生体分子標識技術開発のうち生物系素材を基にした蛍光・蛍光プローブの開発

【研究代表者】 近江谷克裕（人間系特別研究体）

【研究担当者】 近江谷克裕、中島 芳浩、山岸 和敏、尾辻 智美、道畑 朋子、上田 直子

【研究内容】

（目標）

生きた細胞内の本来の機能を保持させたまま複数（少

なくとも3種）の生体分子を識別、細胞内プロテオームを攪乱せず解析できる標識技術として、色特性（赤、橙、黄、青色の異なる発光）を利用した「色識別型蛍光タンパク分子プローブ」を開発する。またタンパク質修飾過程を解析できる標識技術として、発光から蛍光へのエネルギー移動の変化を指標とした「発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブ」を開発する。さらに可視化プローブの能力を最大限に引き出す基質を分子設計し、合成を行い、細胞内ネットワークを識別解析するシステムとする。

（研究計画）

生きた細胞の機能を保持したまま細胞内ネットワークを識別解析するシステムとして、細胞内のプロテオームを乱すことなく細胞内の複数の分子応答とそれに伴うダイナミズム変化を定量的、空間的かつ時間的に追跡するための色識別型蛍光タンパク分子プローブ及び発光・蛍光エネルギー移動型プローブの創製、及び可視化プローブの能力を最大限に引き出す基質を分子設計し、合成を行う。研究開発はマルチ標識基盤技術の開発を産総研が担当、東洋ビーネットがマルチ標識分子プローブの構築と最適化を行う。

（平成15年度進捗）

①色識別可能な発光タンパクの実用化；複数の細胞内の情報を可視化できる色識別可能な鉄道虫、イリオモテボタル発光タンパクを哺乳類細胞内で安定に発現させることに成功し、既存のウミシイタケ青色発光タンパクを組み込んだマルチ遺伝子転写活性測定系を構築した。②細胞機能可視化用発光タンパク群の探索及び高機能化発光性渦鞭毛藻由来青色発光タンパクを哺乳類細胞内で安定に発現させ、本タンパクが酸性下でも高い発光活性を持つことを明らかにした。③発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブによる翻訳後修飾過程の可視化発光・蛍光融合タンパクを構築・試作して得られたデータを基に、発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブを作成し、細胞内の代表的な翻訳後修飾である活性ペプチドプロセッシング量の定量化に成功、本システムの検証を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物発光、細胞機能、イメージング

【研究題目】 固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業

固体高分子形燃料電池の劣化要因に関する研究

劣化要因の基礎的研究(2) 作動条件による劣化要因

【研究代表者】 安田 和明（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】 安田 和明、田中 孝治、秋田 知樹、竹田さほり、岡田 達弘、綾戸 勇輔、西山 元康、八木 清誠、佐古 和也、

橋本 千種、柿坪 亮、林 由美子

【研究内容】

【目標】固体高分子形燃料電池の長時間運転における耐久性に影響を及ぼす因子を特定するとともにその作用機構を解明し、耐久性向上のための指針を得る。

【研究計画】劣化サンプルの詳細なナノレベル解析と、関連したモデルを用いた基礎実験を行い、膜-電極接合体 (MEA) の劣化反応について研究を行う。不純物イオン・ガスの影響について、添加剤を用いる方法や電気化学的手法を用いて劣化メカニズムを調べる。

【年度進捗状況】劣化試験後の MEA 内部の白金触媒とその周辺部の不可逆な構造変化を高分解能透過型電子顕微鏡を用いてナノレベルで解析した。ガス不足状態で強制的劣化を起こさせた場合に特に激しい劣化現象が見られた。長時間運転で劣化した MEA の解析から、膜内に白金が析出する現象等が明らかになった。電極内の固体高分子電解質の溶解現象を調べ、「膜」として使用しているものよりも特にメタノールに対して溶解しやすいことがわかった。促進劣化させた膜の成分分析を行い、分解生成物を検出できた。モデル電極と走査型トンネル顕微鏡を用いて白金超微粒子の安定性を調べ、燃料電池作動範囲内にある電位でカーボン表面に腐食が起こることを明らかにした。不純物イオン・ガスによって白金触媒と高分子電解質界面で生じる劣化メカニズムを解明するために、界面の状況を電気化学反応が起きている状態で FT-IR 分光法を用い観察できる装置の開発を行った。表面増強 FT-IR 法による白金・ナフィオン膜界面観察の結果、膜内スルホン酸基は酸素還元が始まる 0.8V RHE 頃から白金表面に向かって引き寄せられ、酸素還元電流が飽和する 0.3VRHE では逆に反撥されることが分かり、白金表面における側鎖末端の可動性が証明された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、固体高分子形燃料電池、劣化、電極触媒

【研究題目】固体高分子形燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業

新規一酸化炭素被毒耐性アノード触媒の開発

【研究代表者】宮崎 義憲 (生活環境系特別研究体)

【研究担当者】宮崎 義憲、五百蔵 勉、藤原 直子、山田 裕介、秋田 知樹、岡田 達弘、齋藤 守弘

【研究内容】

【目標】50ppm 一酸化炭素含有改質模擬ガス雰囲気下、電流密度 500mA/cm²において PtRu/C 触媒と同等以上の特性を達成可能な白金-金属酸化物もしくは、白金-

金属有機錯体アノード触媒を開発することを目標とする。

【研究計画】本研究ではルテニウムを使用しない新規な一酸化炭素被毒耐性アノード触媒の開発を行うことを目的として、白金-金属酸化物触媒、白金-金属有機錯体触媒を検討する。モリブデン酸化物、ニオブ酸化物系触媒などについて、透過電子顕微鏡等を用いて触媒構造を明らかにし、触媒特性と触媒構造の関連性について検討を行う。白金-金属有機錯体触媒に関しては、白金を第1成分、有機金属錯体を第2成分とする触媒を探索し、燃料電池における貴金属触媒量低減技術を検討する。

【年度進捗状況】二種類の金属からなる複合酸化物上に白金触媒を担持した系においては、単一の金属酸化物よりも高い CO 被毒耐性が得られる場合があることがわかった。優れた耐 CO 被毒特性を示す白金-モリブデン酸化物触媒では、モリブデン酸化物は担体上に分散しているが、白金担持過程で白金粒子が粒成長して大きくなるとモリブデン酸化物との複合化が困難になることがわかった。また、単セル特性評価の結果から、白金-モリブデン酸化物触媒の耐 CO 被毒特性はカソード側からクロスオーバーで拡散してくる微量酸素の影響を部分的に受けていることがわかった。白金-有機金属錯体系では、白金触媒の前駆体として白金テトラアンミン錯体を、有機金属錯体として2つ、3つ及び4つの窒素原子を配位子として持つ化合物 (それぞれ salen と salophen、BPP、及び anten) の金属錯体を合成した。Pt-Ni(mqph)/C において50ppmCO 濃度以上のとき Pt/C 及び Pt-Ru/C 触媒よりも優れた耐 CO 被毒性を示すことがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、電極触媒、一酸化炭素被毒

【研究題目】固体高分子形燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発等電極触媒用高性能カーボン担体の研究開発

【研究代表者】塩山 洋 (生活環境系特別研究体)

【研究担当者】塩山 洋、山田 裕介、藤原 直子、城間 純、木内 正人、本城 国明

【研究内容】

固体高分子形燃料電池 (PEFC) は、小型で効率が高く、また地球環境問題の観点からも早期の実用化・普及が期待されている。しかしその実現に際しては、電極触媒として使用する白金量の低減が必要不可欠である。従来から PEFC の電極触媒担体としてよく用いられているカーボンブラック (Vulcan XC72) に10~30重量%の白金を担持したものに対して、同じ白金量あたりの活性を10倍にできるカーボン担体の開発を可能にすることが、本研究開発の目標である。

PEFC 電極触媒用担体としてのカーボン材料を、従

来より使用されているカーボンブラック類に限定せずに、天然黒鉛、メソカーボンマイクロビーズ、ガラス状カーボン粉末、カーボンナノチューブ類などの多くの候補から探索した。酸素還元に対する触媒活性を測定すると、1000℃処理したガラス状カーボンを担体とした場合に最も活性が高く、XC72担体の場合と比べて7.0倍であることが分かった。

次にこれらのカーボン材料に、比較的低温での空気酸化による賦活処理で表面構造を制御したり、酸素原子を含む官能基や [4Fe4S] クラスタを表面官能基として導入するという処理を施した。特に [4Fe4S] クラスタを表面官能基に持つ XC72は、未処理の XC72に比較して11.8倍の活性を示し、本研究の目標を達成していることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、電極触媒、カーボン担体、省貴金属

【研究題目】固体高分子形燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業

触媒電極反応機構解明のための研究開発

【研究代表者】二又 政之（界面ナノアーキテクニクス研究センター 高軸比ナノ構造組織化チーム）

【研究担当者】二又 政之、松田 直樹

【研究内容】

本研究では、白金系等触媒電極で起こる反応過程を、ATR-IR 法の感度・観測波長域を改善し、解析する。また光導波路分光を併用することで、電極表面の吸着状態・機能を複合的に解明する。その上で、局所的な触媒反応機構を解明し、触媒構造の設計指針を得ることを目的とする。

成果：

- ① 高感度化した ATR-IR 分光法を用いて、白金薄膜電極表面に吸着した CO 及び関連化合物の吸着状態を詳細に解析した。特に、CO 酸化反応の新たな中間体の検出・反応過程が CO 被覆率や電解質の種類に依存することなどを見出した。
- ② 光導波路 (SOWG) 分光：SOWG 表面に安定な ITO 透明電極薄膜を形成し、電極表面での高感度なその場吸収スペクトル測定法を確立し、短時間での吸着現象や電極反応を解析した。
- ③ 近接場赤外分光法について、構築した FT-IR と倒立型顕微鏡、AFM により、金属チップ増強赤外吸収を初めて観測し、局所電場反応解析のために重要な進展が得られた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】高感度振動分光、近接場振動分光、光導

波路分光

【研究題目】次世代化学プロセス技術開発 新固体酸触媒プロセス技術の開発

均一系触媒からのアプローチ

【研究代表者】島田 茂（環境調和技术研究部門 グリーンケミストリーグループ）

【研究担当者】島田 茂、畠中 康夫、張 辰、相馬 芳枝、徐 強、李 濤

【研究内容】

本研究開発では、大幅な省エネルギー、環境負荷の低減を図るための革新的な化学反応プロセス技術の開発をめざし、(1)インダノン・テトラロン類の合成、(2)オレフィンのオリゴメリゼーション、(3)ヒドロキシカルボン酸の合成、の3つのターゲット反応において、均一系触媒からのアプローチによる新規固体酸触媒技術を開発を目標とした。

平成15年度の各ターゲット反応の検討項目及び成果は以下の通りである。

(1) インダノン・テトラロン合成

3-アリアルプロピオン酸の脱水環化によるインダノン合成において、Tb(OTf)₃が汎用性の高い触媒であることを見出し5-10モル%の触媒量で種々の基質で収率70-99%を達成した。一方、芳香族炭化水素と α、β-不飽和カルボン酸を用いたインダノンの一段階合成において、20モル%の Lu(OTf)₃触媒を用い収率80%を達成した。

(2) オレフィンのオリゴメリゼーション

1-デセンのオリゴマー化反応において、非配位性アニオンを持つオニウムブレンステッド酸である [H(OEt)₂]⁺[B(C₆F₅)₄]⁻触媒にエーテル類を添加することにより高分子量オリゴマーの生成を抑制することができ、目的とする2~4量体を主成分とするオリゴマーが得られることを見いだした。

(3) アルデヒドからのヒドロキシカルボン酸の合成

ホルムアルデヒドのカルボニル化反応は、固体酸を用いた気相流通系では生成物の重合が深刻化し反応効率が低下したが、芳香族スルホン酸を触媒とし金属助触媒を用いることにより、強酸を溶媒として用いることなく有機溶媒中において、約80%の高収率でグリコール酸を与えた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】グリーンケミストリー、酸触媒、廃棄物削減

【研究題目】次世代半導体デバイスプロセス等基盤技術プログラム

次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発

次世代半導体材料・プロセス基盤技術開

発

〔研究代表者〕 廣瀬 全孝

(次世代半導体研究センター)

〔研究担当者〕 河村誠一郎、金山 敏彦、島海 明、森田 行則、宮田 典幸、安田 哲二、右田 真司、太田 裕之、水林 亘、玄 一、西村 智朗、吉川 公麿、清野 豊、秦 信宏、吉野 雄信、高木 信一、多田 哲也、西澤 正泰、前田 辰郎、井藤 浩志、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、奥井登志子、内田 紀行、寺澤 恒男、廣島 洋、権太 聡、富江 敏尚、屋代 英彦、黒澤 富蔵、錦織健太郎、金 相勲、新美 剛太、樋口 哲也、高橋 栄一、河西 勇二、関田 巖、岩田 昌也、坂無 英徳、村川 正宏、梶谷 勇、他

〔研究内容〕

テクノロジノード65-45nm 以細の極微細な半導体集積回路に必要な、高誘電率ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術、及び低誘電率層間絶縁膜材料・計測・解析技術を中心として、将来のデバイスプロセス技術に必要なリソグラフィ・マスク関連計測技術、デバイス回路構成技術、及びトランジスタ形成に必要な技術等を開発することを目的とする。

本年度は、プロジェクト第1期の終了年度に当たる。以下の成果により、各研究開発項目について第1期の中間目標を達成し、中間評価委員会において高い評価を得た。

① 高誘電率ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術

誘電率が高くかつ結晶化温度も比較的高くできる材料として HfAlON 膜を使って作製した MOSFET でリーク電流値、サブスレショルドスロープに関して目標値を達成した。電子移動度については、一般に従来のシリコン酸化膜を用いたトランジスタの半分以下に低下するが、移動度の劣化メカニズムを解明することができ、改善の指針を得た。

② 低誘電率層間絶縁膜材料・計測・解析技術開発

比誘電率 $k \leq 2.0$ を実現できるポーラスシリカ材料を開発し、材料強度としてヤング率 $E \geq 3\text{GPa}$ に目途を得るとともに、ポーラス材料の安定化技術を開発した。また、 $E=3.5\text{GPa}$ の低誘電率プラズマ重合膜を、300mm ウェハ上に形成することに世界で初めて成功した。さらに、低誘電率材料に適用可能な低荷重の CMP 技術やドライエッチング技術などの開発を進めることにより、配線モジュール実現に見通しを得た。

③ 将来のデバイスプロセス基盤技術開発

(1) トランジスタ構成材料計測解析技術の開発

ひずみ SOI 素子に関して高い電子・正孔移動度

が得られ、またひずみ Si チャネルにおいては世界で初めての CMOS 動作に成功した。ひずみ SOI CMOS 回路動作を実証し30-70%の性能向上が得られた。また、ひずみ SOI 素子実現に必須の高品位 SGOI 基板作製技術を開発した。

(2) リソグラフィ・マスク関連高精度計測技術の開発

65nm 技術ノード対応のマスク検査装置に必要な深紫外レーザー(波長199nm)の連続発振およびセンサーの動作速度が目標値に達する見通しを得た。EUV マスク検査技術については、レーザープラズマ光源から発する EUV 光を用いてマスクの位相欠陥検出データを収集できる目途を得た。CD-AFM 技術については計測精度0.8nm を達成した。極紫外光を用いた光電子分光技術では、マイクロビーム照射で光電子スペクトルを得ることが可能である事を実証し100nm 不純物の分析同定ができる見通しである。

(3) 回路システム技術の開発

デジタル適応回路のクロック適応調整技術と高速データ転送技術において遺伝的アルゴリズムを用いることにより、クロック周波数の25%向上、消費電力の54%低減、設計工数の20%減などを実証した。さらにアナログ適応調整技術など多くの用途にもこの技術を適用して有効性を実証した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 高誘電率材料ゲートスタック技術、低誘電率層間絶縁膜、ひずみ SOI トランジスタ、走査型トンネル顕微鏡、リソグラフィ、寸法計測用原子間力顕微鏡、製造後適応調整、遺伝的アルゴリズム

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発水素に関する共通基盤技術開発熱電式水素センサの研究開発

〔研究代表者〕 村山 宣光(シナジーマテリアル研究センター 環境認識材料チーム)

〔研究担当者〕 申 ウソク、松原 一郎、伊豆 典哉

〔研究内容〕

本研究では、水素供給スタンド等の水素ガス漏れ検知を目的とする高感度の水素センサを開発する。本研究で開発する熱電式水素センサは、触媒反応と熱電変換機能とを組み合わせた動作原理で、素子自ら発生する電圧を信号とするため、周囲温度の変動の影響を受けにくく、計測可能な濃度範囲が広く、ドリフトが無いという特徴を持っている。低コスト・高感度・高速応答の素子開発には、素子の小型化・シリコン基板上への集積化技術・マイクロヒータ技術の開発が必要となる。本研究の最初年度である平成15年度は、熱電式水素センサの薄膜プロセスの開発とマイクロヒータを含むマイクロ素子の設計を行った。

シリコン基板上へのマイクロ素子の形成のためには、熱電材料の薄膜化技術と微細な電極構造及び絶縁膜構造が必要となる。シリコン基板上に作製する多層薄膜構造は、Pt/SiO₂/Si_{0.8}Ge_{0.2}/SiO₂/Si とした。熱電薄膜を蒸着する前に、もれ電流を防ぐための熱酸化膜を基板上に成長させた。熱酸化膜は電気炉で比較的簡単に作製できた。上部絶縁膜は、TEOS を原料とするプラズマ CVD プロセスで作製した。さらに、電極用のウィンドウ開けは、フォトリソグラフィと RIE プロセスで行った。このプロセスで作製した熱電式水素センサの水素応答特性を評価し、動作温度100℃に於いて、水素濃度と信号出力も直線的な関係を持ち、100ppm の低濃度まで良好な応答特性が得られた。また、センサ素子の高応答性と低消費電力化を図るため、触媒部のみをマイクロヒータで加熱温度制御する構造のマイクロ素子の設計を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 水素センサ、センサ、熱電変換

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発

水素に関する共通基盤技術開発
アラネート系水素貯蔵材料の特性向上研究

【研究代表者】 栗山 信宏（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】 清林 哲、徐 強、竹市 信彦

【研究内容】

重量水素密度の高い無機系水素貯蔵材料の一つとしてナトリウムアラネート (NaAlH₄) の研究を行っている。Ti などの遷移金属添加が反応速度を向上させることが知られているが、その原因はよく分かっていない。そこで本年度では、その反応機構解明のため、アラネートと Ti の化合物を溶液中に溶解・混合させた状態でも固相での水素吸放出反応と同じような、反応性の昂進が見られるか否かを検討した。その結果、溶液中でも固相と同様反応が促進されることが分かった。但し、実験条件による差異が現れ、再現性に問題があることが分かったので引き続き検討していく。また、アラネートの固相での平衡水素圧については、世界的に一致した見解がないことが問題になっている。この点についても追及を行っている。少なくとも、水素吸蔵合金に対して行われてきた評価方法はそのままでは使えないことが分かってきた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、アラネート、チタン触媒

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発

水素に関する共通基盤技術開発
メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】 栗山 信宏（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】 清林 哲

【研究内容】

水素雰囲気下でボールミルにより長時間粉碎したグラファイトの水素化特性について研究を行っている。重量当たりの水素含有量は5~7mass%と多いが、放出温度が高いことが問題であることが以前から知られている。この粉碎炭素材料が水素吸蔵材料として利用可能かどうか判断すべく、グラファイトが水素化する過程や水素の存在状態の検討を行っている。今年度は、ボールミル時に粉碎容器から混入する金属不純物が、グラファイトの水素化に大きな影響を与えていることが分かった。特に、鉄の不純物がグラファイトと共に粉碎されることにより炭化鉄となっており、水素の溶解-析出過程を経て鉄不純物が触媒のような働きをしていることが示唆された。透過型電子顕微鏡を用いた各種分析を現在行っている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、グラファイト、ボールミル

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発／水素シナリオの研究

【研究代表者】 赤井 誠（エネルギー利用研究部門 小型分散システム研究グループ）

【研究担当者】 赤井 誠、竹村 文男

【研究内容】

水素エネルギー導入・普及の促進に資するため、水素／燃料電池導入・普及シナリオの策定に関わる研究を通じて、水素及び水素エネルギー技術に関する導入・普及の道筋を明らかにし、水素エネルギー技術の開発計画立案と普及実現に貢献することを目的とし、①水素システムの外部便益・コストに関する研究においては、水素エネルギーシステムの検討・評価の結果を踏まえ、既存の市場で経済価値として評価されていない水素エネルギーシステム特有の便益及びコストに係る要素を抽出し、それらを経済価値として定量的に評価し、水素エネルギーシステムの外部性として評価することを最終目標とし、②エネルギー経済モデルによる水素導入シナリオの分析においては、既存、あるいは将来の種々のエネルギー源や競合技術を背景として、エネルギー経済モデルにより種々の水素源及び水素利用技術を想定したシナリオ分析を行い、プロジェクトが目標としている燃料電池を核としたシステムなどの技術開発戦略の検討に資することを最終目標とする。平成15年度においては、水素自動車の外部便益の評価を行い、暫定値ではあるが、水素供給コストと比較して有意な値を取る可能性のあることを明らかにすると共に、エネルギー経済モデルのプロトタイプを開発した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、外部性、便益、シナリオ、エネルギー経済モデル

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発

水素に関する共通基盤技術開発

超高压合成法による高容量水素吸蔵合金の研究

〔研究代表者〕 境 哲男（生活環境系特別研究体）

〔研究担当者〕 棚瀬 繁雄、北村 直之、

Ewa Rennebro、高橋みどり

〔研究内容〕

本研究開発は、アンピル式超高压発生装置を用いて高温・高压下（8万気圧、600℃）で高压セル内に水素を封じ込めて水素化合物を合成する超高压合成技術を確立するとともに、従来の合金合成法では実現できない特異な構造や組成を有する世界初の水素吸蔵合金を探索し、有効水素含有量5.5質量%以上、放出温度150℃以下を満たす新規高容量水素貯蔵材料の開発を目的とする。実施項目は①超高压合成、②水素特性評価、③結晶構造解析であり、本年度の研究成果について以下に述べる。①超高压合成；Mg-Ti-H系では、Mg リッチ組成（Mg：Ti=89:11）の新規相の形成が明らかとなった。Mg-V-H系では、Mg：V=88:12の金属組成比を有する新規合金相の形成が確認された。②水素特性評価；Mg-Ti-H系では、水素放出開始温度は290℃であり、MgH₂の放出温度より150℃、さらにTiH_{1.9}より250℃低い温度となり、水素放出量は4.7質量%であった。Mg-V-H系では、280℃付近で水素放出して、水素放出量は約3.5質量%であった。③結晶構造解析；Mg-Ti-H系では、FCC型構造をとり、このMg格子（a=4.7658(5)Å）の各軸方向に2倍した超格子（空間群、No.225）においてTi原子を4bサイトに配置した構造であった。金属原子の数はMg：Ti=7:1であり、EDSによる組成分析値に近い値となった。また、放射光の回折データを用いて、Mg₇Ti格子（空間群）において水素原子を2組の32fサイトに配置した構造についてリートベルト解析を行うと精度が向上した。この結晶構造では、水素原子は4個のMg原子、もしくは3個のMg原子と1個のTi原子に囲まれた四面体サイトを占めている。単位胞における当該サイトは64個であり、新規相の化学組成は（6.9質量%）であると決定した。Mg-V-H系では、結晶構造はMg-Ti-H系と極めてよく似ており、立方晶系の単位胞（a=9.437(3)Å）においてV原子がTi原子と同じサイトに位置し、さらに原子の欠陥も周期的に存在する超格子構造であることが分かった。この金属格子を構成する各原子の数から新規水素化合物相の金属組成比をMg：V=6:1と決定し、その化学組成はMg₆VH₇となった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素吸蔵合金、超高压合成、マグネシウム

〔研究題目〕 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム／植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発／植物の物質生

産プロセス制御基盤技術開発

〔研究代表者〕 進士 秀明（生物機能工学研究部門 遺伝子機能制御研究グループ）

〔研究担当者〕 鈴木 馨、中野 年継、内藤 由紀、辻本 弥生、大槻 並枝、進士 秀明

〔研究内容〕

植物に目的とする物質を効率的に生産させるためには、複雑な代謝系を目的に応じて操作する必要がある。代謝系は多種多様な遺伝子群の発現制御を介して調節されており、物質生産プロセスを目的に応じて操作するためには、ある環境条件下において発生・成長の特定の時期に特定の組織・器官で目的とする一連の反応が起こるように統括的に特定の遺伝子群の発現を操作することが必要である。植物の物質生産系に関与する酵素等の一連の遺伝子群の発現を目的に応じて統括的に制御することで有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。シロイヌナズナのゲノム情報を基にシロイヌナズナの転写因子遺伝子群に関して推定される構造・機能等の情報を解析・整理して、機能解析を行う転写因子遺伝子を選定し、選抜した転写因子遺伝子のORF cDNAを作成してエンタリークローンのライブラリイとして収集・整備する作業を開始した。転写因子のORF cDNAを利用して形質転換細胞・植物を作成し各転写因子の制御を受ける標的遺伝子群の発現プロファイルと代謝産物プロファイルを解析して特定の代謝系遺伝子群の発現を制御する転写因子を探索するため、転写因子遺伝子群の包括的な発現プロファイル解析法と形質転換による機能解析法を検討し、確立した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 植物、循環産業システム、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御

〔研究題目〕 石炭利用技術振興事業

石炭利用次世代技術開発調査

ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発

〔研究代表者〕 斎藤 郁夫（エネルギー利用研究部門 新燃料開発研究グループ）

〔研究担当者〕 鷹鷲 利公、坂西 欣也、川島 裕之、李 春啓（NEDOフェロー）、
櫻村 奈生（2号非常勤）、
正木 健介（2号非常勤）

〔研究内容〕

安価で埋蔵量が豊富な亜歴青炭からハイパーコールを高収率で製造するための前処理および抽出条件の探索を目的として、酸処理、水熱処理の前処理効果の検討、および抽出時の極性溶剤種、添加物の効果について検討した。その結果、工業溶剤として新たにメチルナフタレンオイル（CMNO）が最大81%の高い抽出率を与えるこ

とを見出した。この効果は CMNO 中に含有する極性化合物の効果によるものと考えられる。また NMP、2-ナフトール、2-メチルキノリンの添加物の存在により、抽出率が7-10%向上することが明らかとなった。以上の結果から、亜瀝青炭の抽出率を向上させる方法としてキノリン類の窒素化合物の添加が効果的であることを明らかにした。

前処理効果では、事前酸処理によりワイオダック亜瀝青炭で大幅に抽出率が向上し、最大で72.2%に達することが分かった。また酸処理により灰分量も減少し、亜瀝青炭で目標値である200ppm以下を達成した。さらにその酸処理によって原炭中のアルカリ金属イオンが除去されることが定量分析の結果明らかとなった。

ハイパーコールのキャラクタリゼーションに基づき、亜瀝青炭のモデル構造を構築した。そのモデルを用いた分子シミュレーションにより、亜瀝青炭における熱時抽出機構として、極性溶剤による石炭中の水素結合の緩和、並びに事前酸処理による金属カルボキシレート架橋の解離による抽出率増加の寄与が大きいことを示すに至った。

ハイパーコール中に微量に残存する灰分および微量金属の分析法として、フローインジェクション-ICP-AES法を独自に開発した。この手法では0.1gの試料量で数ppbレベルの定量分析が可能であることを示した。その方法を用いて各条件で得られるハイパーコールの灰・微量金属の組成を明らかにするに至った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】完全無灰炭、溶剤脱灰、抽出機構

【研究題目】太陽光発電技術研究開発
革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発
シート型ベータ鉄シリサイド太陽電池の製作に関する研究開発

【研究代表者】田上 尚男（エレクトロニクス研究部門機能集積システムグループ）

【研究担当者】田上 尚男、牧田雄之助

【研究内容】

（目標）

企業との共同研究により、環境半導体：ベータ鉄シリサイドを用いたシート型太陽電池構造を形成し、特性評価を行う。変換効率8%を目指して太陽電池の構造及び反射防止膜等の最適化を図る。

（研究計画）

ステンレスシート基板上にスパッタリング法およびケミカルバス法によってベータ鉄シリサイド膜を形成し、反射防止膜等を付加して太陽電池構造を作製し、整流特性、変換効率等電気的評価を行う。

（進捗状況）

前年度までにシリコン基板上に蒸着法によって形成したベータ鉄シリサイド膜形成を用いた p/n 接合で、世

界最高の光電変換効率3.7%を実現した。今年度は実用化を視野に入れて、スパッタリング法によるシート基板上へのベータ鉄シリサイド膜作成を試みた。ホウ素あるいは砒素を同時にスパッタする方法によって、ベータ膜の導電タイプを p あるいは n 形に制御できることを初めて示した。この技術を用いてステンレスシート上に Si/FeSi₂接合構造を形成したが明瞭な整流特性を得ることができなかった。またケミカルバス法によって、n-ZnS/p-FeSi₂のヘテロ構造を作製した。更に、n-FeSi₂/p-FeSi₂ホモ接合構造も形成したが、いずれも良好な太陽電池特性は得られなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ベータ鉄シリサイド、太陽電池 環境半導体

【研究題目】太陽光発電技術研究開発
革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発

高性能色素増感太陽電池技術の研究開発

【研究代表者】荒川 裕則（光反応制御研究センター）

【研究担当者】荒川 裕則、春日 和行、杉原 秀樹、北尾 修、佐山 和弘、小西 由也、草間 仁、小野澤伸子、原 浩二郎、柳田 真利、山口 岳志、魏 明灯、Wang Zhong-Sheng、倉重 充彦、小川 雅宏、佐野 真二、根本 麻美

【研究内容】

目標、研究計画

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現する為の技術開発を行う。具体的には、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、増感色素としての遷移金属錯体や有機色素の設計合成、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル化等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。センター内の光反応機構チームとも協力して基礎研究から実用化技術までの一貫した研究開発をセンター全体で進めて行く。

年度進捗状況

平成15年度は、半導体電極の最適化、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、高性能有機色素の開発、電解質溶液系の最適化、セルの耐久性・封止・集積化技術等の項目について行なった。

半導体電極の最適化については、TiO₂光電極に照射される光の透過ロスを押さえ、光電極による光捕集効率の向上を目的として、粒子径の異なる TiO₂粒子を混合あるいは積層させ、光閉じこめ型光電極を作製し、その効果を検討した。その結果、光閉じこめ効果による色素

太陽電池性能の向上に成功した。

ルテニウム錯体色素については、 β -ジケトン錯体の他に、テルピリジントリカルボン酸、エチレンジアミン、チオシアナートを配位子としてもつ新規錯体を開発し、可視光エネルギーのみならず近赤外光エネルギーをも電気エネルギーに変換できる増感剤として働くことを見いだした。

有機色素については、(株)林原生物化学研究所と共同で開発した世界最高の光電変換効率の新規有機色素増感太陽電池の性能をさらに8.35%まで向上させた。

色素増感太陽電池の性能を最高に発揮させるためには、電解質溶液に含まれるヨウ素レドックス、及びコール酸等添加剤の組成の最適化が必須となっている。そこで電解質溶液を構成するヨウ素、ヨウ化リチウム、有機ヨウ素化合物、TBA、コール酸、溶媒の組成の最適化を行なった。その結果、上述したように高い太陽エネルギー変換効率を示す色素増感太陽電池の性能発現が可能となった。

今までの検討結果から色素増感太陽電池の基本性能として9.6%を達成することができた。この結果は色素増感太陽電池が実用太陽電池としての性能を持つことを示しており、実用に供するためのセル化技術の開発が重要となってきている。そこで、太陽電池セルを構成するために必要な封止技術について、封止材料、封止条件等を中心に検討している。現在のところ反射防止膜付き5mm角の封止太陽電池セルで太陽エネルギー変換効率10.2-10.5%を達成している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体、クマリン色素

【研究題目】タンパク質機能解析・活用プロジェクト
ヒトの完全長 cDNA 等を利用したタンパク質機能解析
細胞レベルの機能解析 (siRNA を用いた機能解析)

【研究代表者】多比良和誠 (ジーンファンクション研究センター)

【研究担当者】多比良和誠、吉成 孝一、藁科 知子、宮岸 真、川崎 広明

【研究内容】

ノックダウン RNAi ベクターを用い、ヒトの遺伝子全てに対するノックダウン siRNA ライブラリーを作製し、ガンや HIV など、様々な疾患に関連する遺伝子、あるいは細胞分化等の様々な生物現象に関わる機能遺伝子を網羅的に同定するシステムを構築することを目標とする。まず、小さいライブラリーの作製を行い、テストスクリーニングを行った後、2-4万個の遺伝子に対する発現ベクターを作製し、機能遺伝子のスクリーニングを行う。本技術によって作製した siRNA ライブラリーを

用いたスクリーニングシステムでは、短期間で数多くの新規機能遺伝子の同定が行えると予想される。

まずこの研究を遂行するには、遺伝子発現を効率的に抑制する siRNA ターゲットサイトを効率よく選択し、迅速にそのターゲットサイトに対する siRNA 発現ベクターを構築する必要がある。本研究において構築する siRNA 発現ベクターはライブラリーとして用いるのでターゲットとする mRNA 配列を効率よく切断する必要がある。しかし、実際には抑制効果が50%以上得られる配列は全体の1割しかないとも言われる。そのため、実際に構築した siRNA 発現ベクターが実際に遺伝子抑制効果を示さない可能性も高い。そこで我々は siRNA の効率的ターゲット配列を予測することが可能なアルゴリズムを開発しているが、さらに siRNA の活性データを用いることでアルゴリズムのパラメータを最適化し70%以上の切断活性を有する siRNA の配列を相関係数0.7以上の精度で予測できるように改良することに成功した。また、構築した siRNA 発現ベクターから発現する siRNA のターゲットがそれぞれの遺伝子のみ特異的である必要があるため、目的の遺伝子のみが特異的に有する配列を siRNA の標的部位としてあらかじめ検索するアルゴリズムを構築した。さらにヒトのゲノム上には SNPs と呼ばれる一塩基の変異が約100bp から500bp に一塩基の割合であることが知られるが、この部分を標的としてしまうと、siRNA 発現ベクターの効果が見られなくなるため、この部分を検索し、ターゲットサイトとしないように選別するためのプログラムを作成した。

ライブラリーを用いたアポトーシス関連遺伝子の解析では、新規の知見がたくさん得られており、本研究で作成しているライブラリーの有効性を示した。そこで、さらに改良したアルゴリズムを用いて siRNA のターゲットとしてアポトーシス関連遺伝子、キナーゼ、フォスファターゼ遺伝子などのライブラリー (約2600サイト) を構築した。そして、アポトーシス関連遺伝子のライブラリーを中心に関連遺伝子機能の網羅的な解析中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】RNAi、siRNA ライブラリー

【研究題目】ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)

ナノ機能合成技術プロジェクト ナノ機能材料創製・機能実証技術

【研究代表者】横山 浩 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】阿部 修治、針谷喜久雄、下位 幸弘、川本 徹、川畑 史郎、小林 伸彦、坂野 貴子、Ping Huai、岩田 潤一、寺倉 清之、三上 益弘、都築 誠二、森川 良忠、尾崎 泰助、篠田 涉、中西 毅、吉田 孝史、劉 子敬、秋永 広幸、眞砂 卓史、高野 史好、

水口 将輝、Sun Zhi-gang、
 川西 祐司、鈴木 靖三、園田与理子、
 谷田部哲夫、中村 徹、平谷 和久、
 名川 吉信、金里 雅敏、北條 博彦、
 徳久 英雄、小山恵美子、水谷 亘、
 内藤 泰久、畔原 宏明、時崎 高志、
 綾 信博、瀬戸 章文、平澤 誠一、
 折井 孝彰、Zolotoukhina Tatiana
 Nikolaevna、大谷 吉生、菅原 孝一、
 古賀 健司、季 常青、
 【住友化学工業株式会社】石飛 昌光、
 【筑波大学】押山 淳、白石 賢二、
 岡田 晋、村上 浩一、牧村 哲也、
 大成誠之助、深田 直樹
 【東京大学】尾嶋 正治、岡林 潤、
 谷内 敏之
 【高エネルギー加速器研究機構】
 小野 寛太、久保田正人、
 【東北大学多元物質科学研究所】
 岡 泰夫、村山 明宏、富田 卓朗、
 【セイコーインスツルメンツ株式会社】
 安武 正敏、渡辺 和俊、安藤 和徳、
 鹿倉 良晃、今井（倉持）宏実、
 【富士通株式会社】田中 厚志、
 清水 豊、大島 弘敬、井原 宜孝、
 【東北大学電気通信研究所】白井 正文、
 【浜松ホトニクス株式会社】丸山 芳弘、
 與儀 修

【研究内容】

[1] ナノシミュレーション技術の開発

○【目標1】ナノ構造体シミュレーションの要素技術として、第一原理法と古典分子動力学法的高速化、ハイブリッド化、および拡張アンサンブル法、分子間相互作用の精密化法など、大規模計算手法の開発を進め、直径10nm程度のサイズのナノ構造体の安定構造を求められるようにする。(中間目標)(一部は住友化学工業との共同研究)

【成果1】これまでに自己誘導力法、ハイブリッドモンテカルロ法、部分剛体多重時間数値積分法、拡張分子間ポテンシャル法、粗視化法などの分子シミュレーション要素技術を開発し、10nm程度のサイズのナノ構造体の安定構造を必要に応じた高い精度で高速に求めることが可能になり、中間目標は十分に達成した。

○【目標2】シミュレーション技術の適用により、新しい電子・スピン機能材料や分子機能材料に関する提案を1つ以上行う。(中間目標)(一部は筑波大学との共同研究)

【成果2】シリコン結晶表面におけるナノ構造形成による磁性発現、二重炭素ナノチューブの径の制御による半導体の金属化など、ナノ構造特有の新機能に関する多く

の理論的提案を行い、中間目標は十分に達成した。

[2] ナノ機能材料の創製と機能実証

[2-1] 電子・スピン機能材料創製と機能実証技術

○【目標3】超高磁場応答ナノ構造磁性体材料からなる磁場センシング用プロトタイプ素子を作製し、その特性を評価する。(富士通(株)、東京大学との共同研究)

【成果3】最終目標達成のために素子作製プロセスを再検討した。(中間目標達成)

○【目標4】高スピン偏極機能材料ヘテロ構造で1%以上のスピン注入現象を実証する。(東北大学電気通信研究所、多元物質科学研究所との共同研究)

【成果4】最終目標を達成後、更に高いスピン注入を行うという目標を定め、特に半導体中におけるスピン偏極電子の伝導について詳細に調べた。(最終目標達成)

○【目標5】局所スピン分光計測を可能とする、ナノ構造磁性体評価装置の開発を行う。(エスアイアイ・ナノテクノロジー(株)、東京大学との共同研究)

【成果5】放射光光電子分光法を用いたナノ構造磁性体評価装置を用いて、空間分解能40nmを達成した。メゾスコピック磁性体の磁区観察を行い、メゾスコピック磁性体特有のvortex構造の磁区構造がシミュレーション結果を良く再現していることを明らかにした。(中間目標達成)

[2-2] 分子機能材料創製と機能実証技術

○【目標6】目的分子のバインディングによって、電子伝導性等の電気的変化を引き起こすセンシング機能分子を設計・合成し、その分子機能を単一分子分光法により確認するとともに、電極表面上に導入し微小電気計測法により一分子電気応答の確認を行う。(一部は浜松ホトニクス(株)との共同研究)

【成果6】核酸塩基認識ゲートと導電性ワイヤならびに電極への接合部位等を複合化した機能分子を、理論予測をもとに設計・合成し、溶液中において塩基との結合ならびに電子状態変化の誘導の確認に成功した。さらに金表面に錯形成可能な機能分子を導入し、金属イオン捕捉による電気的変化の観察に成功した。単一分子による分子捕捉現象を、高感度に光検出・評価しうる表面増強ラマン計測システムを構築した。2~5ナノメートルのギャップ電極を備えた微小電気計測系を構築し、種々の導電性分子について、単一分子伝導に関係する基礎的電気特性の評価を開始した。(中間目標達成)

[2-3] ナノ構造形成技術

○【目標7】走査プローブ陽極酸化によるナノ構造形成の機構解明や高精度プロセス制御に向けて、プローブ電流測定系を有する加工システムを構築して中間目標を達成する。また、磁性材料等に対して新たな加工プロセスを探る。

【成果7】カーボンナノチューブを用いた探針と高精度ステージの採用により加工幅15nm、位置精度1.5nm、加工範囲2.5μmを達成した。また、プローブ電流と形

成された酸化膜体積との相関性を明らかにし、プロセス制御の可能性を示した。さらに強磁性材料に対しては、バイアス電圧の極性により酸化と還元が起きている可能性を提示した。(中間目標達成)

【目標8】レーザーアブレーションにより、粒径5-20nmの金属/金属酸化物ヘテロ構造粒子をサイズ・組成を厳密に制御しつつ作製するプロセスを開発し、粒子のサイズ・構造と磁気的特性の相関の一部を解明する。

【成果8】磁性金属系複合構造粒子を、内核部：外殻部の体積、結晶性や、組成等を制御しつつ作製できることを示した。Ni/NiO コア・シェルナノ粒子を作製して、その磁気特性のサイズ依存性を解析し、粒径の減少に伴って超常磁性的な磁気特性を観測した。(中間目標達成)

[3] ナノ構造機能相関理論の一般化

【目標9】シミュレーションと実験の基盤の上に、低次元ナノ構造や分子ワイヤなどの単一ナノ構造体の構造と機能の相関の理論的解明を進め、電子・スピン機能や分子機能をもつ複合ナノ構造体の設計を行うための理論的基盤を構築し、1つ以上の新しいナノ構造機能の理論的提案を行う。(中間目標)

【成果9】ナノ超構造における相変化スイッチングの高速化、局在スピンと結合した共役分子の電子的スピン制御、ナノカーボン系における磁性発現など、様々なナノ構造体における構造と機能の相関を理論的に解明し、多くの新しいナノ機能の理論的提案を行い、中間目標は十分に達成した。

[分野名]

【研究題目】ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)ナノコーティング技術プロジェクト

【研究代表者】袖岡 賢(エネルギー利用研究部門 エネルギー変換材料研究グループ)

【研究担当者】鈴木 雅人、井上 貴博、香山 正憲、田中 孝治、田中 真悟、楊 銳

【研究内容】

ナノテクノロジーの適用により遮熱コーティングの特性を大幅に向上させることを目的とし、プラズマ溶射法によりナノ粒子分散や結晶粒径制御等のナノ構造制御を行う技術を開発するとともに、マルチスケールでの計算機シミュレーションにより理想的なコーティング界面の構造とその力学的特性を明らかにする。

プラズマ溶射層構造最適化による内部応力制御技術開発においては、材料探索により抽出された材料系について、粒子析出法によるプラズマ溶射ナノ粒子分散複合コーティングの形成を試み、その特性評価を行った。 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{YAG}$ 系においては、温度制御により in-situ でナノ複合コーティングの生成に成功するとともに、耐摩耗皮膜として有望であることを明らかにした。 $\text{Al}_2\text{O}_3/$

ZrO_2 系についても $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{YAG}$ 系と同様の手法でナノ複合コーティングを作製可能であり、しかも高温でもナノ構造が比較的安定であることがわかった。 $\text{CeO}_2/\text{ZrO}_2$ 系においては、従来の TBC である YSZ コーティングに比べ、低熱伝導率かつ高熱膨張率であり、より高温で使用可能な TBC 材料として有望であることを明らかにした。

第一原理計算によるコーティング界面の解明とメゾスコピック手法との連携においては、 Al_2O_3 (0001)/Cu (111)界面の O-terminated 界面と Al-terminated 界面の原子・電子構造、界面結合の詳細な分析を行い、界面のストイキオメトリにより結合性が大きく異なることを明らかにした。東大グループの HRTEM 観察、EELS 観察との詳細な比較を行い、観察結果が第一原理計算で説明できることが判明した。第二に、O-terminated 界面と Al-terminated 界面の界面原子層間、および第一第二 Cu 原子層間に第一原理引張試験 (rigid-type) を適用し、各原子層間の局所的力学特性 (破壊エネルギー、引張強度、局所ヤング率) を明らかにした。O-terminated の Cu-O 間は Cu-Cu 間よりも2倍近く強く、一方、Al-terminated の Cu-Al 間は Cu-Cu 間よりも2倍近く弱い。第三に、第一原理引張試験の結果から、各原子層間のポテンシャル曲線を完全な形で求め、有効原子間ポテンシャルの雛形の構築を試みた。東大グループと連携し、安定構造と原子層間ポテンシャルの両方の第一原理計算データを再現するような有効原子間ポテンシャルを構築し、古典分子動力学計算でのテストを行った。以上により、界面の力学特性を高精度に明らかにすると共に、第一原理計算とメゾスコピック手法 (古典分子動力学計算) の連携技術の確立に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】遮熱コーティング、プラズマ溶射、ナノ粒子分散複合コーティング、第一原理計算、計算科学

【研究題目】ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)ナノカーボン応用製品創製プロジェクト

【研究代表者】飯島 澄男(新炭素系材料開発研究センター)

【研究担当者】新炭素系材料開発研究センター

湯村 守雄、末永 和知、大嶋 哲、
島 賢治、斉藤 毅、横井 裕之、
内田 邦夫
ナノテクノロジー部門 徳本 洋志、
清水 哲夫、阿部 秀和、
Abdou Hassanien、山口 智彦

【研究内容】

単層カーボンナノチューブとナノホーンを中心とするナノカーボン材料について、その構造を制御しながら量

産するための基盤技術、生産したナノカーボン材料を加工・修飾して目的とした物理的・化学的特性を発現させるための基盤技術、形態及び配向等を制御してナノカーボン材料を基板上に成長させる等の電子デバイス応用のための基盤技術、並びに、これらの技術開発を支える微細構造評価等の技術を開発する。さらに、この研究開発等によって得られるデータ、技術、知識を体系化・構造化し、産業技術の基盤の構築を図る。この目標の達成のため、

- (1) 単層カーボンナノチューブの合成触媒並びにプロセスの探索
- (2) ナノカーボン精製・単分散化技術
- (3) デバイス応用基礎技術の開発
- (4) ナノカーボン構造評価技術の開発
- (5) ナノカーボン材料技術の体系化の研究

の5つの研究開発項目について研究開発を実施した。

- (1) 単層カーボンナノチューブの合成触媒並びにプロセスの探索

小型装置での基礎研究から気相流動法試験装置（日機装分室）の操作条件を示し、配布用サンプルの生産が可能になった。新規の触媒及び炭素源を検討した結果、エタノールを炭素源とする基板法で高活性を示す Co、Mo、Ni の酢酸化合物とアセチルアセトナートは、気相流動法での使用が極めて困難であることが分かった。また、エタノール/フェロセン系で単層ナノチューブを合成できる条件を明らかにした。

- (2) ナノカーボン可溶性・単分散化技術

CNT の溶媒への分散剤として導電性ポリマー「ポリアニリンスルホン酸 (PAS)」を適用し、その分散化溶液から導電性を有する透明なフィルムを形成することが可能となった。導電性カーボンと比較して CNT は導電性 (2桁、1/10の添加効果)、塗膜の透明性に優位性があることを見出した。特に、SWNT は MWNT に比較して導電性 (2桁、1/5の添加効果) 及び透明性に優位性があることが確認できた。また、分散化溶液から得られた透明フィルム中の CNT 分散構造の解析を実施し、CNT がフィルム中に均一に分散しており、三次元的にネットワークを形成していることを確認した。さらに、PAS およびスルホン酸基による分散化機構を考察した。ナノカーボン触媒担持技術析出沈殿法や気相グラフティング法を用いて金超微粒子を高分散に担持することを試みた。その結果10nm を切るサイズの微粒子が CNT 上に担持されることが明らかになった。

- (3) デバイス応用基礎技術の開発

カーボンナノチューブと電極金属との接合技術の開発のため、目的に適した金属材料の選択、SEM・STEM 中で観察・制御しながら接合する技術およびその場での電気伝導計測を行う研究を行った。その結果、低融点金属や合金の微粒子を融解し、その中へ

CNT を挿入・固定することによりデバイスに課せられた機械的強度で10kΩ程度のオーミックな接合を再現性よく形成できることを見出した。また、STM/AFM を用いた CNT の電気・電子的特性を評価する技術を開発し、特に、CNT と基板との相互作用に注目して模擬的電子デバイス構造を作製し電子状態の計測を行った。その結果、電極構造を工夫し基板から浮かした (サスペンド) 構造の CNT 電子デバイスでは、電極間で電子が反射し干渉すること、その電子の寿命が長いことなどを明らかにすることができた。

- (4) ナノカーボン構造評価技術の開発

14年度末に納入した高分解能型透過電子顕微鏡 (JEOL-20101F) に、より高感度化する改造を加え (高感度検出器、低温ステージ、電子線エネルギー損失分光装置の導入) 性能試験を終えた。本装置を用いて孤立したナノチューブのカイラリティを決定することに成功した。またカーボンナノチューブ内のガドリニウム元素を単原子レベルの検出感度をもって検出することに成功した。さらに、軽元素カルシウム (原子番号: Z=20程度) の動的観察に成功した。

- (5) ナノカーボン材料技術の体系化 (知識の構造化) の研究

ナノカーボンについてのシミュレーション方法およびソフトウェアの調査と開発のため、触媒 CVD プロセス (CCVD) について調査、検討を進めた。応用数学の科研費研究班と「カーボンナノチューブの生成機構と移動界面の数理」合同討論会を開催した。現在、CNT 成長の数理モデルを検討中。本プロジェクトで得られた特性データ、評価方法等を「知識の構造化」Pj と連携して体系的に整理し、データベースを構築した。特に、「知識の構造化」Pj からの実験ノートの実験要請を受けて、触媒と反応条件に関する実験ノートを作成した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] カーボンナノチューブ、大量合成、化学修飾、電界効果トランジスター、オーミック接合、カイラリティ、サスペンド構造、電子干渉、電子寿命、単原子検出

[研究題目] 二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業

地球環境産業技術に係る先導研究

最適モニタリング設計技術に関する先導研究

[研究代表者] 當舎 利行 (地圏資源環境研究部門 地圏資源工学研究グループ)

[研究担当者] 當舎 利行、石戸 恒雄、杉原 光彦、楠瀬勤一郎

[研究内容]

本先導研究では、流体流動シミュレーションならびに

シミュレーション結果と重力、比抵抗などの物理探査データを直接的に結びつけるポストプロセッサを用いてCO₂の注入時やその後の挙動を予測し、最も費用対効果が期待できる方法によってモニタリングを実施する技術（最適モニタリング技術）の設計指針を得るために必要な研究開発を実施する。研究は、3つのサブテーマ（①液状態 CO₂挙動に関する研究、②ポストプロセッサに関する研究、③物理探査データ取得のためのフィールド調査）から構成されており、産業技術総合研究所と電源開発株式会社にてテーマを分けて研究を進めている。産業技術総合研究所では、②の一部と③について研究を遂行している。

②ポストプロセッサに関する研究のうち、1) ポストプロセッサの試作では、ポストプロセッサコードを用いて物理探査モニタリングについての適用性を検討するために、シミュレーションのためのCO₂地中貯留に適した数値モデルの作成を進めた。また、機能拡張、シミュレーターインターフェースの検討を行った。

③物理探査データ取得のためのフィールド調査では、帯水層中での気相発生などに敏感に反応する自然電位について、CO₂地中貯留のモニタリングとして使用可能かどうかを評価するために、昨年度に引き続き実フィールドにて観測系の長期安定性に関する測定を実施した。また、CO₂が帯水層中に圧入されたときにどのような変化が地表で観測されるかを予測するために、浅い実験井に空気を圧入したときの重力や傾斜、電磁気学的変化の観測を実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、モニタリング

【研究題目】バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

【中項目名】セルロース系バイオマスを原料とする新規なエタノール醗酵技術等により燃料用エタノールを製造する技術の開発

【小項目名】もろみエタノールの膜濃縮技術の開発

【研究代表者】柳下 宏（環境調和技術研究部門 グリーンプロセスグループ）

【研究担当者】池上 徹、北本 大、根岸 秀之、
竹田 三恵、森山由紀子、土屋 和恵、
後藤 新一、齊藤 敬三、篠崎 修、
小熊 光晴、木下 幸一、江原 淳一、
田代 政男、工藤眞一郎、日暮 一昭、
松丸 陽子、三田 恵子

【研究内容】

目標：

本研究題目は、バイオマス資源のエネルギーへの高効率な転換技術のうち、糖・デンプン系のエタノール醗酵技術をセルロース系バイオマスに適用するための技術を開発し、実用化に目途をつけることを目的としている。

そこで、本研究では、エタノール選択的透過性を有する高性能なシリカライト膜の開発と、当該膜等を用いて発酵エタノールを発酵槽から連続的、選択的に回収し、エタノールを高濃度に濃縮する基礎技術を開発する。

さらに、本プロジェクトにより製造されたセルロース系バイオマスを原料とするエタノールの自動車燃料への適用技術開発を目的として、バイオエタノール混合ガソリンの自動車燃料としての性状調査や自動車材料への適合性調査、排出ガスや蒸発ガス特性調査および実車両での走行試験（フリート試験）における車両やエンジンオイルへの影響調査を実施した。

進捗状況：

本年度は、発酵液中の共存物質の分析を行うとともに、それらが分離膜性能（分離係数と透過流束）に及ぼす影響について検討した。その結果、発酵液中には、副産物として種々の有機酸類（主としてコハク酸）及びグリセロールが生成、蓄積されたことが明らかとなった。

次いで、これらの物質がシリカライト膜のエタノール分離性能に及ぼす効果について調べた結果、コハク酸は分離係数と透過流束の双方の著しい低下を、グリセロールは透過流束の低下を惹起することが明らかとなった。

エタノール高選択性分離膜であるシリカライト膜の工業的な生産化を目指すために、製膜工程の短縮と再現性の高い高性能を有する分離膜の製膜法として、種結晶を基板上に塗布して水熱合成を行い、その製膜条件の検討を行った。

その結果、結晶化調整剤の量を減らすことで、きれいな膜が安定して作製できることがわかった。さらに、製膜初期に用いるシリカライトの種結晶の大きさが、その製膜後の分離性能に大きく寄与し、高分離性能を呈示するための最適な種結晶粒子径が存在することを明らかにするとともに、従来の種結晶を用いずに水熱合成だけで作製する方法と比較して製膜時間の大幅な短縮が可能であることを明らかにした。

燃料性状については、エタノールを混合することにより蒸気圧の上昇と50%留出温度の低下が見られた。本試験ではエタノール10%混合ガソリン（E10）においても規格値の範囲内ではあったが、ベースガソリンの性状によっては規制値の範囲外になることが十分ありえるため注意が必要である。

また、材料への適用性について、金属材料ではエタノールを混合することによりアルミが腐食される傾向があり、エタノール3%混合時（E3）には影響はないがE10では激しく腐食された。ゴム・樹脂材についてはエタノールの混合濃度が上がるにつれて膨潤率が高くなる傾向が見られた。

排ガス試験および蒸発ガス試験についてはベースガソリン、E3、E10いずれの場合も規制値の範囲内にあり、燃料種の違いによる影響もあまり見られなかった。

実車での走行試験については初期段階における始動性

や運転性能に関する問題は見られなかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール発酵、膜分離技術、浸透気化法、シリカライト、ゼオライト膜、エタノール混合ガソリン、排ガス試験、蒸発ガス試験

〔研究題目〕 バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

〔中項目名〕 セルロース系バイオマスを原料とする新規なエタノール醗酵技術等により燃料用エタノールを製造する技術の開発

〔小項目名〕 もろみエタノールの膜濃縮技術の開発

〔研究代表者〕 柳下 宏（環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕 池上 徹、北本 大、根岸 秀之、土屋 和恵

〔研究内容〕

目標：

本研究題目は、バイオマス資源のエネルギーへの高効率な転換技術のうち、糖・デンプン系のエタノール醗酵技術をセルロース系バイオマスに適用するための技術を開発し、実用化に目途をつけることを目的としている。

そこで、本研究では、エタノール選択的透過性を有する高性能なシリカライト膜の開発と、当該膜等を用いて発酵エタノールを発酵槽から連続的、選択的に回収し、エタノールを高濃度に濃縮する基礎技術を開発する。

進捗状況：

エタノール発酵の副産物である有機酸の蓄積によって引き起こされるエタノール高選択性シリカライト膜の分離性能の大きな低下を防止することを目的として、疎水性素材であるシリコンゴム（2種類：1液湿気硬化型、2液反応硬化型、濃度：5～7%）でシリカライト膜のコーティングを行い、0.3%コハク酸含有のエタノール液を供給液として、その改質効果について検討した。いずれの場合も、分離性能低下を顕著に軽減でき、コーティング濃度が高いほど有効であった。さらに、これら改質膜に供給する液中のコハク酸分子を pH の制御で解離型に導くことによって、弱酸性域での分離性能の低下をほぼ回避し得ることが明らかとなった。

一方、管状分離膜の開発においては、第一段階の膜基板への種結晶塗布の制御が極めて重要であることから、泳動電着法による検討を行った。多孔質ステンレス管（細径：2 μm）を電着基材として用い、シリカライト種結晶（粒径<3 μm）の分散媒に1-プロパノールを選定することにより、均一な塗布が可能となった（印加電圧：5～20V、電着時間：～30min）。この後、水熱合成法による製膜を行った結果、エタノールに対して浸透気化分離性能（5%供給エタノール→75%透過エタノール、透過流速0.3kg/m²/h at 30℃）を有する管状シリカライト膜を作製できた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール発酵、膜分離技術、浸透気化法、シリカライト、ゼオライト膜

〔研究題目〕 バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

有機性廃棄物の高効率水素・メタン醗酵を中心とした二段醗酵技術研究開発
メタン醗酵の効率化及びバイオエンジニアリングの研究

〔中項目名〕 メタン醗酵の効率化及びバイオエンジニアリング研究

〔研究代表者〕 澤山 茂樹（エネルギー利用研究部門
バイオマス研究グループ）

〔研究担当者〕 塚原建一郎、多田 千佳、楊 英男

〔研究内容〕

本技術研究開発は、地域特性、性状等異なった個性をもつ多種多様なバイオマス資源のエネルギーへの高効率な転換技術のうち、近年のバイオテクノロジー進展により研究されてきた複雑系微生物群（多数の微生物の共同作業で成り立っている系）での可溶性・水素醗酵をメタン醗酵の前処理技術として開発し、有機性廃棄物から高効率・高速度に気体燃料（水素・メタン）を取り出す技術を開発し、実用化に目途をつけることを目的とする。平成15年度は、「メタン醗酵の効率化及びバイオエンジニアリング研究」において、「①メタン醗酵効率化技術の研究、1）高効率固定化技術の開発」を行った。具体的には、醗酵液分析装置を利用し、水素醗酵液及びメタン醗酵液の解析を行い、メタン醗酵槽の醗酵条件の設定を行った。新しい固定化醗酵技術を利用したベンチスケールのメタン発酵槽の設計・試作・運転を行い、トータルシステムのメタン醗酵槽の基礎資料とし、水素・メタン二段醗酵トータルシステム実験機の計画・設計を行った。

〔分野名〕 エネルギー利用、バイオマス

〔キーワード〕 メタン醗酵、水素醗酵、バイオガス

〔研究題目〕 バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

〔中項目名〕 バイオマスの低温流動層ガス化技術の開発／低温ガス化触媒の循環流動層への適用可能性に関する調査

〔研究代表者〕 角口 勝彦（エネルギー利用研究部門
熱回生利用研究グループ）

〔研究担当者〕 幡野 博之、鈴木 善三、山田 理、海保 守、安田 肇、美濃輪智朗、千葉 晃嗣（2号非常勤）、徳田真樹子、麻生 光恵、宇野 誠司

〔研究内容〕

本技術開発ではバイオマス資源の高効率なエネルギー転換技術の確立を目指し、前処理工程が比較的容易な流動層技術を適用した低温（600℃）バイオマス・ガス化技術を開発する。低温ガス化を行う際には、安定連続運転を困難にするタールが発生する。このタールトラブルを回避するため、共同研究機関（出光興産）が開発するタール分解機能を有した多孔質アルミナ粒子等の触媒を使用する。すなわちこの低温ガス化触媒粒子を循環流動層に適用し、バイオマス分解特性、タール分解触媒のタール吸着特性について検討する。またプロセス解析により、同ガス化システムの評価を行う。これらの手段により、循環流動層利用システムによるバイオマス・ガス化技術の実用化に資する。

平成15年度は、小型循環流動層ガス化実験炉に燃焼装置を付け、完全循環型試験装置とした。ガス化時間が2秒程度と短いためガス化率、タール排出特性が異なったが定常的な生成ガス組成が得られた。重質タールについては2秒という短時間でほとんどが捕集されることが分かった。また、燃焼器は600℃と低温であったが捕集タールならびに残渣などはほぼ完全に燃焼させることができ、燃焼器側からの顕熱損失を減少させることができた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、ガス化技術、流動層

【研究題目】 バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

【中 項 目 名】 バイオマスの高速ガス化によるメタノール等気体・液体燃料への高効率エネルギー転換技術開発

【小 項 目 名】 バイオマスガス化基礎特性の把握

【研究代表者】 小木 知子（エネルギー利用研究部門バイオマス研究グループ）

【研究担当者】（井上 誠一）、中西 正和、大久保英之（年度途中まで）、張 岩（年度途中から）、川村 明（年度途中から）

【研究内容】

「バイオマスガス化基礎特性の把握」

平成15年度は、平成14年度に設計製作した小型噴流床ガス化装置の改造、連続ガス分析計の組み込みと自動計算システムの構築により、ガス化実験の高効率化を図った。

製作した装置、システムを用いて、スギを原料に、900℃でガス化剤（水蒸気と酸素）の比率を変えてガス化を行い、最適ガス化条件を探索した。得られたガスの $[H_2]/[CO]$ 、 $[CO_2]/[CO]$ を検討したところ、 $[H_2O]/[C]:2\sim[O_2]/[C] 0, or 0.1$ の時、後段の液体燃料に適した組成のガスが高ガス化率で得られることがわかった。また $[O_2]/[C]$ が大きい（0.2以上）場合でも、 $[H_2O]/[C]$ を小さく（0.5）するとCO生成割合の高いガスが

えられることが判った。

温度の影響を検討したところ、温度が低下するに従いガス化率は低下するが、800℃では、若干ガス化率が低下するものの900℃とほぼ同じ組成のガスが得られ、条件のコントロールによっては、ガス化を低温側にシフトさせて行えることが示唆された。

これまでに求めたガス化最適条件下において、各種バイオマスをガス化し、ガス化特性を把握した。ガス化結果は、原料バイオマスの性状：灰分の含有率と含有種金属成分、リグニン等のセルロース以外の成分の性状と含有率によって異なった。木材部のように灰分の含有率がひくく、セルロースを主成分とするものはきわめて良好にガス化が進行したが、灰分の含有量の高い草本系バイオマスやリグニン含有量の高い樹皮はガス化率が低下した。

【分 野 名】 エネルギー利用、バイオマス

【キーワード】 木質系バイオマス、ガス化、間接液化、液体燃料製造、噴流床型ガス化炉

【研究題目】平成15年度国際石炭利用対策事業
国際協力推進事業「未利用石炭等重質炭化水素資源の利用技術に関する調査」

【研究代表者】 斎藤 郁夫（エネルギー利用研究部門新燃料開発研究グループ）

【研究担当者】 杉本 義一、坂西 欣也

【研究内容】

本調査研究は、より効率的、経済的な改質技術への高性能炭素質触媒の適用可能性を調査するため、スラリー床型反応器による超重質油の分解触媒として、炭素質触媒、硫化モリブデン系触媒、鉄系触媒の性能評価を行った。

スラリー床（懸濁床）反応器による重質油の分解に用いるため、有望と思われる以下の触媒（(1)～(5)）のコーキングテストを実施した。

(1) 高表面積活性炭を担体とする炭素質触媒（NMC1）、(2) 褐炭から調製した活性炭を担体とする炭素質触媒（NMC2）、(3) 硫化 Mo 系触媒（MoS、CoMoS）、(4) リモナイト（FeOOH）、(5) 石炭担持鉄触媒（FeCoal）

リモナイトや NiMo/活性炭触媒の場合には、運転中圧力上昇は全くなく、運転後のオートクレーブ内にコークと思われる塊状物は認められなかった。したがって、これらの触媒をワンスルーで使用する場合、長期間の安定運転が可能であると思われる。MoS や CoMoS 触媒では3日間の運転期間中で数度の圧力上昇が認められ、運転後のオートクレーブ内には砂粒程度の塊状物が少量存在した。これらのコーク状塊状物はもろい凝集物であり、大型装置では反応底部から抜き取ることにより問題とならない可能性もある。また、触媒量や反応圧力の増加によってコーク生成量を低減できるものと思われる。一方、FeCoal、450℃の反応では軽質な分解生成油が得

られるがコーク生成も著しく、反応圧力が著しく増加（～12Mpa）したため、数時間で運転を停止した。オートクレーブおよび貯槽内からコーク状物質が大量に回収された。

以上の結果から、スラリー床型反応器による超重質油の粉末分解触媒として、炭素質触媒、硫化モリブデン系触媒、鉄系触媒の性能を比較し、炭素質担体に Ni、Mo を担持した触媒は、コーク生成量が少なく安定した運転が可能であること、脱硫反応が大きく促進されることを明らかにした。更に超重質油分解触媒として炭素質触媒の有望性が示されたが、今後、より長期間運転による安定操作性の確認や沸騰床、固定床に用いられる成型化炭素質触媒の性能評価を行って、その有効性を確認していく必要が考えられた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】重質油、水素化分解、スラリー床

【研究題目】健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム／糖鎖エンジニアリングプロジェクト／糖鎖合成関連遺伝子ライブラリーの構築

【研究代表者】成松 久（糖鎖工学研究センター）

【研究担当者】成松 久、立花 宏一、久保田智巳、
梅谷内 晶、岩井 俊恵、中西 伸夫、
石川 久美、杉岡しげみ、清原 克恵、
川本 里沙、中村 充、安形 高志

【研究内容】

ポストゲノム研究の重要課題としてタンパク質の翻訳後修飾があげられる。その主役は糖鎖修飾であり、これを担うのは糖転移酵素と呼ばれる一群の酵素である。ヒトゲノム中に300種類は存在するであろうと予測されるこれらの酵素群を網羅的にクローニングし、機能解析することは、今後のバイオテクノロジー発展の基盤となる。

我々は、ゲノムインフォマティクス法を用いて新規糖転移酵素遺伝子候補のクローニングを行ってきた。相同性を有する糖鎖遺伝子候補をすべてクローニングし終わり、既知糖転移酵素と相同性のない未知の糖転移酵素群の探索を行った。ライブラリー化には Gateway システム（Invitrogen 社製）を採用し、pENTR、pDONR 等のベクターに糖鎖合成関連遺伝子ライブラリーを構築した。本プロジェクトにおいて97種類の新規糖転移酵素候補遺伝子を発見し、そのうち34遺伝子については酵素活性まで確認した。β1,4結合で糖を付加する新規糖転移酵素β4GalNAc-T3及びβ4GalNAc-T4をクローニングし、酵素活性等の解析を行ったところ、N-glycan 及びO-glycan の両方に LacdiNAc 構造を合成することが明らかになり、Glycodelin や LH-alpha などの LacdiNAc 構造を合成していることを証明した。以上、既知遺伝子と合わせて、228遺伝子をライブラリーとして管理している。また、糖転移酵素に関するすべての情

報を網羅し、同時に相同性検索機能などの解析に必要な機能を付与し、糖転移酵素の解析に必要なすべてのデータを容易に利用できる糖転移酵素データベース検索システムを構築した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖遺伝子、糖転移酵素、糖タンパク質

【研究題目】生物機能活用型循環産業システム創造プログラム
環境中微生物の高精度・高感度モニタリング技術の開発

【研究代表者】中村 和憲（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】中村 和憲、鎌形 洋一、木村 信忠、
北川 航、松村 瑞穂、丸山 明彦、
北村 恵子、三朝 千稚、金川 貴博、
川原崎 守、野田 尚宏

【研究内容】

遺伝子操作生物の環境安全性評価等に資するため、特定微生物及び微生物相の定量解析技術の開発、特定微生物の環境影響評価試験手法の開発を行うことを目的として研究を進めている。今年度は、組換え体微生物を高精度にモニタリングすることを目的として、機能遺伝子を特異的に検出するためのマーカーを付与する手法について検討し、昨年度に開発した蛍光蛋白質遺伝子を組み込む手法と同様にモニタリングに利用可能であることを明らかにした。また、相対分子定量法による微生物相解析手法を現場データの収集に適用するための DNA 抽出法について検討し、フェノール抽出法が優れていることを明らかにした。

次に、特定の微生物の環境影響評価試験手法の開発のための評価系としての活性汚泥系を確立するため、以下の検討を行った。下水処理場から活性汚泥を採取し、温度、培地などを一定にして培養を行った後、環境影響評価試験に用いる三角フラスコへ移植して10日間培養し、菌相の変化を PCR-DGGE 法で調べた結果、菌相に変化は認められなかった。この結果から、活性汚泥系を環境影響評価系として使用可能であると考えられた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】組換え微生物、高感度モニタリング、遺伝子検出、塩基配列解析、微生物系統分類

【研究題目】二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業／地球環境産業技術に係る先導研究／断熱発泡樹脂中の代替フロン等の回収と分解に関する研究

【研究代表者】竹内 正雄（エネルギー利用研究部門
燃焼反応制御研究グループ）

【研究担当者】加茂 徹、小寺 洋一、鈴木 善三、
畑中 健志、浜津 邦仁

【研究内容】

建築用や業務用冷蔵庫・冷凍庫の断熱用発泡樹脂製造の際に発泡剤として使用された代替フロン等を、建物の解体現場等で効率良く回収・処理するために、溶解・脱泡による回収技術と流動層燃焼による分解処理を組み合わせたプロセスの研究を行った。

発泡樹脂の脱泡については、各種溶媒を用いて可溶化し脱泡する技術と、熱分解による脱泡の技術を研究した。溶剤可溶化法では、標準となる発泡ポリウレタンを製造し、各種溶媒や添加物を用いてその可溶化特性を調べた。その結果、生成物の分子量は溶媒、反応温度、反応時間、無機添加物により制御できることが分かった。熱分解法では、水平移動床ベンチプラントによるポリスチレン樹脂および発泡ポリウレタンの熱分解実験を行った。珪砂と樹脂の混合試料を用いて分解温度、滞留時間と生成物の収率・性状の関係を調べ、最適運転条件を探索した。

フロン類の分解特性については、分解特性の基準となる CFC-113 の酸化熱分解実験を行い、700℃程度で十分な分解率を得られる事が分かった。ただし温度設定が低い場合には、CFC-11 等の特定フロンが生成することも確認した。燃焼処理については、実験室規模の流動層燃焼装置を用い、熱分解残さの付着した珪砂を連続供給するかカプセルに入れて流動層に投下する方法でその燃焼特性を調べた。珪砂中の可燃分は珪砂重量の2wt%程度であり、これだけでは熱量不足で補助燃料が必要であることがわかった。しかし、付着した熱分解生成物の燃焼性は良好で、650℃程度の低温でも燃焼可能であり珪砂を効率よく再生できることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】代替フロン、断熱用発泡樹脂、脱泡、焼却

【研究題目】二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業

製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発

インパクト等 LCA の研究開発

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

【研究担当者】稲葉 敦、匂坂 正幸、伊坪 徳宏、田原 聖隆、本下 晶晴、盧 在成、朴 弼住

【研究内容】

目標：「5年間の LCA プロジェクト」において開発された日本版被害算定型影響評価手法（LIME）の信頼性と汎用性を向上させ、LCIA の実施を産業界に定着させるため、①被害係数と統合化係数の不確実性分析 ②社会的合意性を重視した統合化係数の開発 ③新規影響領域を対象とした特性化係数、被害係数、統合化係数の開発

を実施する。

研究計画：研究初年度（H15）から二カ年を通じて、課題1、課題3を実施する。課題1では、LIME が対象とする影響領域のうち、主要なものとして、都市域大気汚染、有害化学物質、資源消費、地球温暖化、土地利用、酸性化、生態毒性を対象として不確実性分析を行う。課題3では、初年度において騒音、次年度において室内空気質を対象として、被害係数の構築に向けた検討を行う。課題2では、初年度と第二年度において、プレテストを実施し、調査票の理解促進のための課題抽出作業を行い、最終年度において本調査を実施し、統合化係数の算定を行う。

年度進捗状況：上記三課題（目標記載）ごとに本年度の進捗状況について以下に述べる。

- 都市域大気汚染、有害化学物質、資源消費、地球温暖化を対象とした被害係数と統合化係数の不確実性分析：モンテカルロ・シミュレーションにより、主要物質とカテゴリエンドポイントの定量的関係の不確実性分析を可能にした。当該分析結果から、各被害係数の不確実性の程度とその確率分布の形状と統計量について特定することができた。さらに、感度分析結果より、本年度対象とした全ての被害係数について信頼性を向上する上で特に重要なパラメータを特定することができた。
- 都市域と郊外を対象とした訪問調査と同調査結果に基づいた統計分析と統合化係数の算定：ランダムウォークによる調査員面接法を都市域と郊外を対象として実施した。分析の結果、一部を除きほぼ全ての属性について統計的に有意な結果を得た。これにより事前に準備した調査票パネルの内容を回答者が理解し、かつ、回答者の意思が回答に反映されていることを確認することができた。
- 騒音を対象とした運命暴露分析モデルの開発と睡眠障害・会話障害を考慮した健康影響の被害係数の開発：欧州での研究成果を参考にしつつ、日本を対象とした騒音の運命分析、暴露分析を主要車両ごとに行った。同分析結果に D-R 関数と DALY 変換係数を適用することで日本版の騒音被害係数を得るための枠組みを構築した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】LIME、LCIA、不確実性分析、環境影響統合化手法、騒音、室内空気汚染

【研究題目】二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業

製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発

地域産業に係る LCA 手法の研究開発

【研究代表者】匂坂 正幸（ライフサイクルアセスメント研究センター）

[研究担当者] 玄地 裕、井原 智彦、栗島 英明、
志水 章夫、楊 翠芬、池田 正基、
遠藤 恵

[研究内容]

1) 研究の背景・目的・目標

具体的な地球温暖化対策への具体的対応が、国から県、市町村レベルの地方自治体に移りつつある。本研究は、このような背景から、地域施策の環境影響についてライフサイクルアセスメントの手法を応用して定量化を行い、地域施策実施に対する環境影響面の透明性と定量性確保に寄与する手法を開発することを目的とする。具体的には、岩手県の廃棄物処理、千葉県のパイオマス利活用、三重県のまちづくり計画をケーススタディーとして取り上げ、平成15年度は、それぞれのケースについて現状環境負荷量の把握を行うことを目標とした。

2) 研究の全体計画

各県の検討対象システムについてインベントリ分析をおこなうことで、環境負荷量の現状把握と対策技術導入時の環境負荷の推定を行う。さらに廃棄物、バイオマス利活用に必要な、輸送・配置も考慮した地域施策オプションを提示可能な最適化型モデルの開発を行う。また、得られた手法の手順を実務書として整備する。

3) H15年度の研究内容及び成果の概要

各ケーススタディーについて、主に CO_2 、 CH_4 、 NO_x 、 SO_x 、煤塵、固形廃棄物を対象とした現状把握のためのインベントリ分析を実施した。廃棄物処理システムに関しては、 CO_2 、固形廃棄物の排出が顕著であり、家畜排泄物と一般廃棄物処理に伴う排出量が、50%以上を占めると推測され、これらの抑制が重要であった。バイオマス利活用に際して現状処理では、 CO_2 排出が顕著であり、その主要因である家畜排泄物の処理が重要であった。街作りでは、約5年の運用で建設段階の負荷を運用段階の負荷が超えることから運用段階に対する改善案が重要であった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] LCA、地域施策

[研究題目] 燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発—高性能リチウム電池要素技術開発（電池総合特性並びに加速的耐用年数評価技術の開発（解体試験等による電池構成部材からの評価技術確立のアプローチ））

[研究代表者] 辰巳 国昭（生活環境系特別研究体）

[研究担当者] 小林 弘典、小池 伸二、栄部比夏里、齋藤 喜康、金子 真治、河本 健一、吉田 芳男、荒添 精一、石田 正、草柳 育子、黒田 佳弥、佐藤扶美子、

中島 美幸、名倉 規代、和合由美子

[研究内容]

電池構成材の劣化因子の抽出を行うため、添加剤等を含まず基準となる小容量モデル電池の製造を目標に、電極材料として $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ （正極）及びハードカーボン（負極）を用いた電池の製造技術の開発を行い、電池設計仕様を決定した。電池の劣化については、まず正極活物質の劣化に注目し、マンガンスピネル系材料では、高温サイクルでの劣化と放電時の格子定数が小さくなるのが対応しており、劣化因子の抽出に向けて、中性子、X線等を利用した電池反応前後の構造解析が有効であることが分かった。一方、ニッケル系層状酸化物材料においては、高温保存試験（60℃）での結晶構造の変化は極めて小さく、インピーダンスの増大とバルク構造との相関は小さいことが示唆された。

高出入力時に増大してエネルギー損失の原因となる分極を評価する手法として熱測定を検討した。車載型電池を模擬した小容量車載模擬電池について、熱量計にて種々のレートで充放電した時の発熱挙動を測定した結果、レートが1時間率を越えると分極抵抗に起因する発熱が支配的になることが確認され、さらに分極に要した電力エネルギーが必ずしも実時間に発熱に変換されないことも示唆されるなど、高出入力時の発熱メカニズムを再検討する必要があることが明らかとなった。

パルスサイクル試験中に併せて熱測定を行ったところ電力損失分よりも発熱量が多いことが明らかとなり、電池反応以外の劣化反応の存在が示唆された。この過剰な発熱量と電池の劣化との関連付けが行えれば本手法は電池の劣化速度を評価する手法となりうるものであることから、今後も引き続き検討を行う。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] リチウムイオン電池、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車、加速寿命試験、カレンダーライフ

[研究題目] 燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発—高性能リチウム電池要素技術開発（電池の難燃化・固体化のための新規電解質の研究）

[研究代表者] 辰巳 国昭（生活環境系特別研究体）

[研究担当者] 栄部比夏里、松本 一、齋藤唯里亜、秋葉 悦男、松宮 麗、中山奈緒子、羽瀨 洋子、五十嵐加津子、周 志彬、早水紀久子

[研究内容]

リチウム系電池に適用可能で難燃性・信頼性向上の観点から期待される還元安定性の高い非対称4級アンモニウム塩系常温溶融塩に着目して材料探索を行い、六員環構造を有する PP13-TFSI ($\text{N-methyl-N-propylpiperidinium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide}$) が高い熱安定

性・還元安定性・Li/LiCoO₂半電池におけるバランスの取れた特性を示した。高出力電池用途に適用するためアルコキシ基導入による導電率向上を試み、PP13-TFSIのプロピル基のメトキシメチル基への置換により導電率が2倍以上向上、それに伴いレート特性も向上した。熱分解開始温度も250℃と高い値を得た。

常温熔融塩の特性を代表するモデル系に位置付けているPP13-TFSIを用いて、電池部材の適用性について調査した。特に腐食が懸念されるAlについては、過酷な条件(6.5V、60℃)においても顕著な腐食が観測されず、使用に問題がないことがわかった。また電池の特性を左右する炭素負極材料については、ハードカーボンで理論値の50%以上の容量を得ることができ、負極材料としての適用可能性が高いことがわかった。さらに支持電解質の種類や量に関する検討を行った。

金属Liを負極として用いると、耐還元性と安全性の点で最も厳しい条件となる事を利用し、基本的特性評価により見出した常温熔融塩に対し、中間目標を実現するために、安全を担保する目的でLi金属に対する安定性の優れた電解質組成を見出す予定である。

固体化に供する候補材料であるエチレンオキサイド(EO)-プロピレンオキサイド(PO)共重合架橋高分子について固体化する前のneatな状態の高分子の構造と運動性について評価した。高分子鎖には少なくとも大きく分類し2種類の運動が観察され、運動を支配する要因はそれぞれ異なっていた。この結果を固体化後の電解質の評価のための基礎データとする。

電池中の環境を模擬したイオンの動的挙動の解明と、PFG-NMR法のみでは直接求められない導電パラメータの算出のため、測定プローブ両端に電極を挿入して電場を印加する測定手法を開発し、イオンペアの寄与を除いた正味のイオンの拡散定数と解離度を測定した。それによりアニオン-高分子、カチオン-高分子間の相互作用力というパラメータを見積もることができ、電場勾配PFG-NMR法による材料設計指針が提供されることが実証された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウムイオン電池、イオン性液体、難燃化、安全性

【研究題目】燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発—高性能リチウム電池要素技術開発(ベースメタル元素を活用した新規酸化物正極材料開発)

【研究代表者】辰巳 国昭(生活環境系特別研究体)

【研究担当者】田淵 光春、竹内 友成、秋本 順二、阿度 和明、中島 章子

【研究内容】

リチウムマンガンスピネルLiMn₂O₄並の充放電特性を有しかつ高温サイクル特性に優れかつ鉄、銅などの資

源的に豊富な元素からなる新規低コスト正極材料を見いだすことを目標に、高性能鉄含有Li₂MnO₃製造基礎技術の開発に取り組み、合成条件と充放電特性の関連性について詳細に検討を行い、平均放電電圧3.7~3.9V(目標達成)、放電容量87mAh/g(目標の87%)を有する鉄含有Li₂MnO₃を開発した。

新規正極材料の充放電特性を試料作製後迅速かつ正確に予測するために、X線リートベルト解析、57Feメスバウフ分光、X線吸収分光、TEM観察、比表面積測定、磁化測定などの粉体特性データと合成条件、充放電特性との相関関係の検討を行った。鉄含有Li₂MnO₃の合成条件と充放電特性の関連性を検討したところ、Li層内の鉄イオン量、試料中の全遷移金属量、4価鉄量、室温での自発磁化値といった素材物性のモニタリングが充放電特性を最適化する上で有効なことがわかった。

鉄含有Li₂MnO₃以外のFe系あるいはCu系などの新規ベースメタル系正極材料の探索を実施した結果、NaMnTiO₄やNaMn₂O₄を出発物質として同様のイオン交換反応を行うとLi_{0.44}MnO₂類縁構造を有する新規物質LiMnTiO₄やLiMn₂O₄が得られ、2.5~4.8Vの範囲で30時間率の低充放電レートながら150mAh/gの充放電容量を有することを見いだした。

通電焼結技術を用いて、種々の既存正極との複合による新規正極開発を行った。LiFePO₄を活物質とし導電材としてアセチレンブラックを用いて、通電焼結法によりLiFePO₄-C複合体(重量比8:2)を作製したところ、常法により混合し電極化したLiFePO₄-C混合物(重量比8:2)との比較で容量を3倍に向上させることが可能となった。また塗布型電極を作製しその密度を算出したところ、混合物の1.5g/cm³から複合化により1.8g/cm³に向上することがわかり、通電焼結法の有効性が実証できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウムイオン電池、正極、鉄

【研究題目】固体高分子燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業

メタノール等を燃料とする固体高分子形燃料電池の基盤技術開発

【研究代表者】宮崎 義憲(生活環境系特別研究体)

【研究担当者】山根 昌隆、西村 靖雄、山崎 眞一、安田 和明、土山 尚彦、西川 演、川口 恵子

【研究内容】

メタノール等を燃料とする固体高分子形燃料電池の本格的普及のためには、設計、製作、設置及び保守管理するうえでの技術的事項を定め、ユーザーの安全性と利便性の確保を積極的に標準化する必要がある。本基盤技術開発では、安全性技術の確立、燃料電池の性能試験等の

実験を行い、その成果を関係機関と連携を取りながら安全性、性能試験法等を標準化に反映させることを目的とする。

本年度は、安全性に係る燃料電池の排出特性、耐衝撃特性（落下性能、耐外部圧力）、メタノールの拡散特性について試験方法の検討、基礎データの取得を実施した。燃料電池の排出特性では、メタノール燃料の場合、引火性、生物・環境に対する危険性を有するメタノール、ホルムアルデヒド、ギ酸、ギ酸メチル、一酸化炭素が排出する可能性があるため、これらの種類・濃度などの分析・計測方法の開発を行うとともに、基礎データの取得を行った。

耐衝撃特性（落下性能）では、燃料容器が装着、輸送等に際して落下による衝撃力を受ける場合の容器の安全性評価方法を検討するため、3種類の容器について種々の方向に姿勢制御して落下試験を行い、容器の変形、損傷及び容器内の溶液の漏出しを観察した。

耐衝撃特性（耐外部圧力）では、燃料容器が装着、輸送等に際して踏付け等による外部圧力を受ける場合の容器の安全性評価方法を検討するため、3種類の容器について種々の負荷方向に圧縮力を負荷し、容器の変形、損傷及び容器内の溶液の漏出しを観察した。

メタノールの拡散特性では、燃料が流出した場合を想定し、メタノール拡散特性試験装置内でのメタノールの濃度変化の状況に関するデータ取得を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、メタノール、安全性評価、標準化

【研究題目】固体分子形燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発事業
劣化診断のための計測ツールの研究開発

【研究代表者】小林 哲彦（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】谷本 一美、小島 敏勝、五百蔵 勉、
安田 和明、城間 純、竹市 信彦、
蔭山 博之、藤田 和宏、服部浩一郎、
松井 源蔵

【研究内容】

【目標】固体高分子形燃料電池の性能劣化機構解明のため、実電池内の発電条件下での変化を計測・評価するツールとして分光的手法、電気化学的手法、高感度分析手法、セパレータ精密評価の基盤技術を確立する。

【研究計画】XFAS 測定のための小型電池の設計、X線小角散乱による膜劣化計測の予備検討、参照極を設置した小型電池の試作、実電池排水水イオンの濃度確認とイオン選択性電極による計測、カーボンセパレータの力学的特性、水素透過度の標準データ収集。

【年度進捗状況】大型放射光施設（SPring-8）のXAFS 測定ビームラインを使用して、in-situ 測定用の

小型電池のカバーとなるグラファイト板を透過させたXAFS 測定を行い、測定用小型電池設計についての基礎データが得られた。併せて、電解質シート上に担持された白金および白金-ルテニウム合金の ex-situ 測定も実施した。また、同大型放射光施設の小角散乱測定ビームラインにおいて、乾燥状態の高分子電解質膜と膨潤処理後の高分子電解質膜の小角散乱測定を行いそのデータを習得した。水素標準極を構成しこれを燃料電池と硫酸水溶液により液絡をとる外部参照極の設置により単極電位の計測を試みた。アノードガスの分圧に対しての、単極電位の応答性は Nernst 式による応答性を示した。電池の性能劣化挙動と高分子膜の分解劣化と関連付けるために、発電電池からの生成排水中のフッ化物イオンの分析を行いフッ化物イオンの検出を行った。連続した計測により、ほぼこれらを再現することができた。カーボンセパレータの力学的特性、水素透過度についてグラッシーカーボン材を中心にして標準データの基盤整備を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、劣化、燃料電池、電極触媒、固体高分子電解質膜、セパレーター

【研究題目】高温岩体技術検証調査

【研究代表者】及川 寧己（地圏資源環境研究部門 高温岩体研究グループ）

【研究担当者】及川 寧己、松永 烈、山口 勉、
當舎 利行、唐澤 広和、柳澤 教雄、
天満 則夫、竹原 孝、相馬 宣和

【研究内容】

本調査では、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）により昭和60年から平成14年まで「高温岩体発電技術開発」などにて開発された能動的な地熱技術開発を体系別に検証・整理して、将来、当該技術が必要となったとき、あるいは、石油・天然ガス開発、核廃棄物、CO₂等の地層処分など、他の分野での利用が求められたときなどに早急の対応が可能となるような「技術解説書」をとりまとめた。

とりまとめにおいては、平成14年度に実施した「地熱開発に伴うデータの集積調査」において収集した肘折実験関連研究データの散逸を防いで一元管理するためにデータを整理してデータベースの作成を行った。また、後進の技術者が活用できるような、肘折実験における具体事例を詳述した「肘折高温岩体実験事例集」を作成した。技術解説書は、「次世代地熱開発技術の現状と将来」と題して、肘折高温岩体実験関連研究成果を中心に大きく5つのカテゴリー（Overall System Design, Field Characterization, Reservoir Creation, Circulation and Heat extraction, Monitoring）に分けてそれぞれ体系的に整理し、開発技術・課題・応用等について解説した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高温岩体

【研究題目】固体高分子形燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業

マイクロチューブ型燃料電池の研究開発

【研究代表者】岡田 達弘（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】藤原 直子、國松 昌幸、喬 歆、井上 智子

【研究内容】

目標

近年、パソコン、PDA、携帯電話など情報端末機器の高機能化、高容量化に伴いそれらに使われる電源に対する要望が厳しくなっており、現在のリチウム2次電池を越える性能が見込まれる燃料電池に対し大きな期待が寄せられている。本研究では2次電池に代わる小型携帯機器用燃料電池実現のため、マイクロチューブ状の高分子電解質を用いた全く新しいタイプのダイレクトメタノール燃料電池（メタノールを直接燃料極で反応させる燃料電池、DMFC と略記）開発に向けた技術的問題点を解決する。即ち、携帯機器用の小型燃料電池を設計するに当たって現在用いられている方式は「平行平板型」であるが、本技術では新規の設計による細いチューブ状の小型燃料電池を実現するため、「中空糸技術」に基づく新しい発想の燃料電池のプロトタイプ開発を目指す。

マイクロチューブ状電解質を用いたシステム構成例は世界でも初めてであるので、触媒担持法（物理法、化学メッキ法等）、ホットプレス等を用いた MEA の界面正常の改善、集電体の改良などにより単セルレベル、あるいはその集合体レベルで20mW/cm²の出力密度を目指し、最終的に1W のプロトタイプを構築することを目標とする。特にメタノールクロスオーバーを最大限に抑制するためのバリアー層技術、新規膜技術を確立し、小型DMFC の早期実用化に貢献する。

研究計画

① 新規小型燃料電池設計技術

携帯機器に適用できるマイクロチューブ型小型燃料電池の単セルレベルにおいて基本的な設計技術を確立するため、カソード触媒担持法の改良、ホットプレス等触媒構成条件の検討を恒温高湿装置により行う。また、連続生産に適した化学メッキ法による担持法等を検討するため、化学メッキ調整装置により制作された膜・電極接合体の特性を電気化学測定装置、データ収集装置を用いて評価する。

② メタノールバリアー性に優れた電解質膜の開発

DMFC に適した新規高分子電解質膜開発のため、モノマー調合条件、重合条件などの検討に着手する。

特に架橋密度をコントロールする事により、イオン伝導性とメタノール透過バリアー性を両立した膜を実現する。試作された膜につき、メタノール透過試験装置による透過バリアー性評価を行う。

年度進捗状況

マイクロチューブ型 DMFC の単セル試験において、電極と電解質チューブの接合状態を改善することを試みた。発電試験により、ホットプレスをすることによってしない場合の約6倍に出力密度が向上し、12mW/cm²が得られた。次に燃料ポンプを使用して、1M のメタノール水溶液を1ml/hour の速度で供給して電池を駆動させたところ、出力密度は20mW/cm²に達した。また、3時間の連続発電試験では、約20mW/cm²の出力密度を維持することができた。

メッキ法によるマイクロチューブ型燃料電池の構成法確立のため、空気極および燃料極に対し吸着還元法によって Pt および PtRu 触媒を担持した。空気極は触媒性状の改善及び担持量増加のために、さらに H₂PtCl₆水溶液において電解メッキを行った。空気極の性能を評価するために空気極に対してはメッキ法、燃料極に対しては塗布法で DMFC 単セルを作り、発電試験を行った。その結果、メタノール濃度1M の場合最高出力密度約1.8mW/cm²が、メタノール濃度2M の場合最大出力密度2mW/cm²が達成された。

一方、チューブ状電解質膜内側の燃料極における PtRu メッキ層の合金化を促進するため、より高い温度で熱処理するため膜を K⁺イオンに置換したときの膜の分解温度を TG 分析によって検討した。

得られた空気極および燃料極触媒の構成法を踏まえ、チューブ状電解質膜の内側に PtRu 触媒、外側に Pt 触媒を担持することによって全メッキ法による DMFC 単セルを作製し、発電試験を行った。メタノール濃度2M の場合、開回路電位が約400mV で最大出力密度約1mW/cm²が得られた。

ダイレクトメタノール燃料電池用新規高分子の合成を試みた。PVA-ポリスチレンスルホン酸ブレンド膜においてポリスチレンスルホン酸量が増すにつれて膜の膨潤度が減少し、同時に伝導度は上昇した。これはポリスチレンスルホン酸が芳香環を含むため、膜の疎水性が増加するためである。

一方 PVA-無機酸ブレンド膜としては、酸素原子を分子内に含む酸（H₃PO₄や H₂SO₄、H₃PO₂など）から作られるブレンド膜が良い製膜性を示すことがわかった。それらのうちで特に PVA-H₃PO₂からなるブレンド膜が広範囲の酸濃度で機械的強度のあるゲル膜を生成し、伝導度も Nafion を凌駕するものが得られた。次に HCl をドーブした PVA-無機酸ブレンド膜について検討した結果では、良好な膜が得られず、伝導度も良くなかった。

【分野名】エネルギー・環境

【キーワード】燃料電池、メタノール、マイクロチュー

ブ、携帯機器、高分子電解質

〔研究題目〕平成15年度中高温熱水資源開発のための
基盤整備状況調査

〔研究代表者〕 當舎 利行（地圏資源環境研究部門 地
圏資源工学研究グループ）

〔研究担当者〕 當舎 利行、村岡 洋文、玉生 志郎、
阪口 圭一、佐脇 貴幸、柳澤 教雄、
杉原 光彦

〔研究内容〕

新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、
NEDO）では、平成16年度より中小規模地熱資源を対
象とした地熱開発促進調査を計画しており、その調査の
中で中高温熱水を利用した発電が検討される予定となっ
ている。この調査に関連して、産業技術総合研究所は、
NEDO からの委託研究調査として、中小規模地熱発電
開発の可能性が考えられるいくつかの地域について、既
存の地熱調査・利用状況データを収集・整理し、地熱発
電開発に向けてさらに必要となる地熱調査・経済性評
価・環境影響予測等に資することを目的とした調査を実
施した。本調査では、NEDO や国が過去に実施した各
種調査データを抽出するとともに、地方公共団体等が独
自に所有しているデータを収集・整理し、当該地域の地
熱資源に関する基盤データ整備状況を調査した。

調査実施地域は、過去の文献データを中心として8地
域を絞り出し、そのうち3地域（秋田県雄勝郡皆瀬村周
辺地域、兵庫県美方郡温泉町周辺地域、長崎県南高来郡
小浜町周辺地域）について現地調査を含む詳細な調査を
実施した。上記の基礎データ以外に、地熱系モデル及び
自然地理的・社会的特性などについても収集した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 中高温熱水、地熱

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム（ナノ加
工・計測技術）ナノレベル電子セラミッ
クス材料低温成形・集積化技術

〔研究代表者〕 明渡 純（機械システム研究部門）

〔研究担当者〕 岩田 篤、小木曾久人、中野 禪、
佐藤 治道、星 佳伸、
Maxim Lebedev、NAM Sing-min、
後藤 昭博、都築 明博、佐野 三郎、
楠本 慶二、池庄司民夫、三上 益弘、
手塚 明、小川 浩、
（他企業大学参画者28名）

〔研究内容〕

（研究概要）

次世代の超高速インクジェット装置や網膜投射型ディ
スプレー、超高速光回路素子、高周波回路モジュール等
を実現するため、エアロゾルデポジション法を中心に、
そのメカニズム解明と機能性材料の低温・複合・集積化

に取り組み、機能や省エネ性、デバイス製造コストの観
点から本プロセス技術の有効性を実証する。

H15年度は、産総研既存の AD 装置、高速原子ビーム
源、レーザー源を活用し高速原子ビームやプラズマ照射
などのエネルギー援用やレーザー、ミリ波によるインプ
ロセス、ポストプロセスでの局所加熱処理のフィジビリ
ティ実験を行い成膜体内欠陥低減の目処を得ることがブ
레이크スルーポイントになる。これを元に各種応用先に
適したエネルギー援用方法を選定し、H16年度以降に試
作するエネルギー援用 AD 装置の設計指針を明らかにす
る。また、原料微粒子の最適な選択と成膜条件の絞り込
みにより低欠陥の成膜条件の目処や複合・積層化の課題
抽出を完了し、デバイス化の目処を得て、各社既存設備
を持って製作可能な1次試作デバイスを作製する。

（研究成果）

圧電材料について、成膜時の導入欠陥の熱処理回復を
検討し、850℃のプロセス温度でバルクと同等の特性を
実現、500℃で従来薄膜値を達成した。エネルギー援用
法ではレーザーアシストにより、650℃熱処理品と同等
の電気特性を基板温度150℃で達成、低温集積化の目処
を得た。また、500℃以下のプロセス温度では、高速原
子ビーム法やプラズマ援用法、ミリ波ポスト処理の有効
性を確認し、次年度に向けた課題抽出を完了した。常温
アルミナコーティングでは、誘電率：9.8、誘電損失：
1%以下、ビッカース硬度2000Hv、体積抵抗率 $10^{14} \Omega \cdot$
cm とほぼバルク値を達成。また、成膜面積でも20cm
角の均一コーティングに成功。メカニズム解明に関して、
原料粒子特性評価手法として、サブミクロン粒子の圧縮
破壊強度の測定に成功、HR-TEM 観察とシミュレーシ
ョン計算の結果などから粒子衝突破砕変形モデルが妥当
であることを立証した。

デバイス応用検討では、本プロセスによる圧電厚膜を
応用した1次試作の MEMS 光スキャナーは、現時点で
世界最高性能、現在、2次試作に入り、連続動作70時間
を達成。これと同様に、エンベデット高周波回路基板や
超高速光変調素子の1次試作を完了、その評価と課題抽
出を完了した。また、アルミナコーティングに関して達
成できたバルクレベルの特性は、常温プロセスとして従
来窯業界の常識を打ち破るもの。製造コスト、省エネ性
の観点から実用化への可能性は非常に高いことが明らか
になった。

〔分野名〕 ナノテク材料・製造

〔キーワード〕 エアロゾルデポジション、MEMS、高
周波回路、光素子、インクジェット、微
粒子、キャパシター、マイクロアクチュ
エータ

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム（ナノマテ
リアル・プロセス技術）精密高分子技術
プロジェクト高機能材料の基盤研究開発

〔研究代表者〕 中浜 精一
 (高分子基盤技術研究センター)
 〔分野名〕 ナノテク・材料・製造
 〔キーワード〕 高分子、ナノテクノロジー、重合、表面・界面構造、三次元構造、結晶、構造解析、材料評価

〔研究題目〕 一次構造制御技術

〔研究代表者〕 杉山 順一
 (高分子基盤技術研究センター)
 〔研究担当者〕 杉山 順一、田中 進、山下 浩、土原 健治、萩原 英昭、長畑 律子、竹内 和彦

〔研究内容〕

(1) 目的

高分子の立体規則性や分子量、モノマー配列、分岐構造等の一次構造を精密かつ任意、効率的に制御する合成技術を実現するための基盤に係る研究開発を行っている。

(2) 内容

(1) 錯体触媒による構造制御

極性基の導入によるポリオレフィンへの高機能化技術の開発をめざし、プロピレンと5-ヘキセン-1-オールまたはアリルアミンの共重合において、極性基含有モノマーおよび触媒の構造によって共重合体中の極性基導入位置を任意に制御可能なことを見いだした。また、ヘテロ元素ポリマーの物性・機能性の向上を目標として、官能基を導入した新規含ケイ素ポリマーの熱的・光学的・電気的物性等の検討を行い、構造物性相関を解明した。

(2) 固相重合による構造制御

縮合系高分子の環境調和型重合プロセスの開発をめざし、酸化炭素類を原料とするポリカーボナート等の合成法について検討した。前年度開発した Pd-カルベン錯体を有機樹脂上に固定化した触媒を用いることによりビスフェノール A から一段で実用化レベルの高分子量ポリマーを生成することを見いだした。また、従来の塩化メチレンに代わる高分子量体を生成する非ハロゲン系溶媒も見いだした。さらに、固相重合による縮合系高分子の構造制御技術の開発をめざし、前年度見いだしたマイクロ波を用いるポリエステル環状オリゴマーの固相重合について重合機構を解明した。

(3) 分岐構造制御

多分岐高分子として、トリフェニルアミンを繰り返し単位とするポリマーをとりあげ、その構造物性相関関係について検討した。今年度は、トリフェニルアミン骨格の多分岐ポリマーにビニレン基を導入するに際し、トリス(4-ブロモフェニル)アミンと p-ジビニルベンゼンとの直接カップリングにより合成することができた。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 重合、金属錯体、固相重合、縮合重合、分岐構造、環境

〔研究題目〕 三次元構造制御技術

〔研究代表者〕 海藤 彰
 (高分子基盤技術研究センター)
 〔研究担当者〕 海藤 彰、下村 正樹、岸 良一、三浦 俊明、木原 秀元、横山 英明

〔研究内容〕

高分子材料の高性能化をナノスケールにおける高次構造制御によって実現する上で、自己秩序形成を利用した構造構築技術の開発とその機構解明は非常に有力な手段である。本テーマでは、分子シミュレーションの手法により、これらの秩序化プロセスにおける分子の挙動を追跡し、結晶化による配向秩序形成の各因子の持つ役割を明らかにすることを目的とする。また、回折、散乱・振動分光法をはじめとしたその場計測を行い、高次構造形成の機構を解明することを目的とする。平成15年度は、結晶秩序形成ダイナミクスのシミュレーションによる結晶核濃度効果について調べるとともに、ポリマーブレンドの配向結晶化過程における構造変化の in-situ 計測を行い、構造形成の機構解明について検討した。

- ① 分子の剛直性と連結性を考慮した粗視化高分子モデルにより、熔融結晶化における、核形成過程・誘導期及び結晶成長初期過程における微視的秩序化挙動に関するシミュレーションのモデル化とシミュレーションを実行した。その結果、これにより、高分子系のような多くの内部自由度を持つ系における秩序発展の各段階での過程が明らかとなった。(B)初期の核分子濃度と得られた結晶構造との相関を見出した。結晶化転移濃度点近傍においては、核濃度とともに誘起される結晶秩序が急激に増大するが、高濃度域では、秩序の誘起効果は小さくなり、逆に系全体の配向秩序は減少してくることが示された。(C)結晶化度の時間発展曲線の解析により、結晶化ダイナミクスへの核の影響を明らかにした。核の濃度がある程度以上高い時は、系は不安定となり、揺らぎの自発的発展による急速な秩序形成を示す。これは、過冷却度が大きい場合におけるスピノーダルの挙動との関連からも興味深い点である。また低濃度域では、系は準安定域となり、長い誘導期が観測されると同時に、Avrami 指数で特徴づけられる伸張型指数関数的な挙動を示すことがわかった。
- ② イソタクチックポリスチレン (iPS) /ポリフェニレンオキシド (PPO) ブレンドは、結晶性高分子と非晶性高分子から成る相溶系ブレンドである。iPS/PPO ブレンドの非晶性配向膜を張力付加状態で等温結晶化し、結晶化過程における構造変化のその場計測を試みた。①結晶化には誘導期が存在すること、②誘導期においてコンホメーション変化が起こり、

3/1ヘリックス構造が増加し、ランダムコンホメーションの非晶鎖が減少すること、③結晶化誘導期において、iPS のヘリックス構造の配向度が増加するのに対し、PPO の非晶鎖は配向緩和した状態を維持し、相溶系ブレンドでありながら iPS と PPO の分子鎖は全く異なる挙動を示すことが明らかになった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 結晶化、シミュレーション、in-situ 計測

【研究題目】 表面・界面構造制御技術

【研究代表者】 堀内 伸

(高分子基盤技術研究センター)

【研究担当者】 堀内 伸、尹徳会、李在英

【研究内容】

高分子界面・表面は材料物性において重要な役割を果たすが、それらの構造、及び形成要因に関しては未解明な問題が多い。本研究では、高分子界面をナノレベルで解析する技術を開発し、接着特性、ポリマーアロイ、複合材料において界面構造と物性を解析し、材料の高性能化に資する技術を開発することを目的とする。

研究手段：

高分子界面をナノレベルで解析するために、エネルギーフィルターTEM による元素マッピング、EELS を高分解能、高い定量性において行うための条件を検討し、界面特性評価による物性値との相関を解析する。

進捗状況：

高分子界面の高精度元素マッピングを可能にするため、ポリメチルメタクリレート/ポリ(スチレン-アクリロニトリル)ランダム共重合体の積層試料の界面を酸素及び窒素元素マッピングにより解析を行った。試料の電子線損傷、ドリフト等の問題を克服し、10nm 以下の分解能での元素マッピング、EELS 分析を可能にした。さらに、接着界面の解析を検討し、ポリブチレンテレフタレート(PBT)/エポキシ樹脂接着界面の解析を行い、接着強度とナノ界面構造との相関を明らかにした。本研究により、接着界面に形成する厚さおおそ50nm の接着阻害層を解析し、元素マッピングと ImageEELS の併用によりこの相の組成を明らかにし、接着阻害要因の解明に繋がった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 界面、電子顕微鏡

【研究題目】 材料評価技術

【研究代表者】 三好 利一

(高分子基盤技術研究センター)

【研究担当者】 三好 利一

【研究内容】

高分子が本来もつ機能、特性を最大限に生かすためには、一次構造～高次構造の精密な制御ならびにその構造

解析ツールが必要になる。当該研究者は高分子構造を精密に計測するための固体 NMR 手法の開発ならびに高分子構造評価を行ってきた。固体状態における NMR 共鳴線の位置や線形を与える核スピン相互作用は、分子と磁場の相対配向によってその大きさが変化する異方的な相互作用であることが特徴である。当該研究者は磁気異方的相互作用を利用して高分子のダイナミクスとナノスケールでの構造解析手法の開発研究を行ってきた。個々の研究の概要を以下に示す。

① 高分子結晶の低速ダイナミクス解析

当該研究者は一次元交換 MAS-固体 NMR 手法を isotactic-poly(4-methyl-1-pentene)へ適用し、側鎖を有する結晶性高分子の結晶領域における各原子団の精密ダイナミクス解析に世界で初めて成功した。室温において、平均103度のジャンプ角をもつ分子鎖の軸周りのジャンプ運動が存在することを発見した。また、主鎖の運動と側鎖の運動の周波数の一致から、同じ温度領域において側鎖の付加的な分子運動は存在しないことを示した。得られた実験結果より、得られた材料の超延伸機構を解明した。

② 固体 NMR によるナノスケール構造解析

近年、ブロックコポリマーのナノドメイン内の結晶構造制御研究は活発に行われている。ナノドメイン内の結晶領域の空間情報は重要な研究課題であるが、TEM や SAXS などの手法ではナノ空間内の結晶領域の位置情報を取り出すことが難しい。当該研究者は固体 NMR 法のスピン拡散を用いることにより、ラメラ構造(ラメラ厚 約30nm)を有する poly(ethylene oxide)-polystyrene 共重合体(PS-b-PEO)(PS、PEO 非晶、PEO 結晶)の PEO のナノドメイン内の結晶、非晶領域の空間情報を解析することに成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 固体 NMR、高分子結晶、分子鎖ダイナミクス

【研究題目】 共通基盤技術の開発及び技術の体系化

【研究代表者】 小島 弦

(高分子基盤技術研究センター)

【研究担当者】 小島 弦

【研究内容】

<目標>

精密高分子技術に係る共通基盤的な技術の開発に資する概念の深耕を図ると共に、関連の科学技術に関する知見の体系化を図り、ハンドブック等の形で知的ツールとして社会に提供する。

<進捗状況>

1) 共通基盤技術の開発

開発技術のコンセプト・対象・手法等の検討の一環として、ナノテクノロジープログラムの他プロジェクト関係者を含めて、「核形成」についてワークショップ

ブを開催して、共通の課題設定を求めて相互の理解を深めた。

2) 技術の体系化

最終目標のプロトタイプとして一次構造制御技術、表面界面構造制御・三次元構造制御および材料評価技術に亘る関連知見を盛り込んだハンドブックを作成した。また、最終的なアウトプットを想定した「ブレインブック」の概念設計と既存類似知的ツールの調査に着手し、「ブレインブック」の商標登録と概念特許の出願を行なった。また、「知識の構造化」プロジェクトにおけるデータベース構築に協力するため系統的な実験データの抽出検討を行なった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 高分子合成、一次構造制御、表面・界面構造、三次元構造、結晶核形成、構造解析、知的ツール

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）精密高分子技術プロジェクト高性能材料の基盤研究開発

【研究代表者】 中浜 精一

（高分子基盤技術研究センター）

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 高分子、ナノテクノロジー、相分離、成形加工

【研究題目】 材料形成技術

【研究代表者】 清水 博

（高分子基盤技術研究センター）

【研究担当者】 清水 博、大山 秀子、李 勇進、中山 和郎、大野 悠子

【研究内容】

(1) 研究目標

ナノ構造制御と成形加工を同時に実現するリアクティブプロセッシング技術ならびにせん断流動場等の外場を利用したナノ構造形成技術を実現するための基盤に係る研究開発を行う。具体的には以下の基礎的検討を行う。

1. リアクティブプロセッシングによる高性能化

新規な高性能材料の開発を目指して、官能基含有高分子等の反応成形を可能にする系の探索検討を実施する。また、ブレンド系のモルフォロジーや高次構造の解析をするとともに、熱機械特性についても検討する。

2. 特殊場利用構造制御技術の検討

非相溶性のポリマーブレンド系等を対象に高せん断下、さらには高せん断/高圧場等特殊場下での相挙動解析を行う。また、これら一連の解析から見出された相溶領域を成形条件として利用するため、微量型高せん断成形加工機を開発し、特殊場利用構造

制御技術の構築を目指す。

(2) 研究内容

1. リアクティブプロセッシングによる高性能化

非相溶性高分子ブレンド/クレイ系のリアクティブプロセッシングを実施し、成形加工条件の探索を行うと同時に、得られた成形物のモルフォロジーと物性との相関を検討する。

2. 特殊場利用構造制御技術の検討

非相溶性の PPS/PA46系高分子ブレンドならびに PVDF/PA11系高分子ブレンド系を対象に特殊場下でのその場相挙動解析を行う。また、微量型高せん断成形加工機を開発を行う。

(3) 進捗

1. リアクティブプロセッシングによる高性能化

極性の異なるポリアミド6 (PA6) /無水マレイン酸変性ポリプロピレン (PP-MAH) /クレイ系ナノコンポジットにおけるモルフォロジー制御の可能性を検討した結果、PA6/PP-MAH/クレイ系ナノコンポジットにおいては、MAH の濃度によりクレイの分散状態、分散場所が変化し、熱安定性等の物性に大きな影響を及ぼすことを見出した。さらに成形加工条件を最適化し、熱安定性に優れたポリマーアロイを開発する。

2. 特殊場利用構造制御技術の検討

非相溶性の PPS/PA46ブレンド系のせん断流動場下その場相挙動解析を行った結果、高せん断速度 (1000sec^{-1}) 下では相溶する領域が見出された。即ち、PPS リッチ側ならびに PA46リッチ側でのみ相溶することが分かった。さらにせん断速度を 3000sec^{-1} に上げると、相溶領域が広がることが分かった。一方、非相溶性 PVDF/PA11ブレンド系においては、高せん断流動場下では PVDF リッチ側でのみ相溶することが分かった。この知見から、 1000rpm 以上の高速回転が可能な内部帰還型スクリューを搭載した『微量型高せん断成形加工機』を開発した。この装置を用いて実際に非相溶性 PVDF/PA11ブレンド系に適用したところ、PVDFマトリクス中に $20\sim 100\text{nm}$ サイズの PA11ドメインが均一かつ密に分散しているナノ分散構造を構築することができた。これは、従来、非相溶性ブレンド系における分散相サイズの理論的、実験的限界とされてきた数値 (350nm) を大幅に更新する結果で、単純機械的混合によるものでは世界で初めての例示となった。本ブレンド系は強誘電性ポリマー同士のブレンドであることから、試料を外部（東京理科大学）に提供し、強誘電性を評価中である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノ構造制御、成形加工、リアクティブプロセッシング、成形加工、せん断流動場、特殊場、その場相挙動解析、非相溶性ポ

リマーブレンド、相溶領域、微量型高せん断成形加工機

〔研究題目〕共通基盤技術の開発及び技術の体系化

〔研究代表者〕小島 弦

(高分子基盤技術研究センター)

〔研究担当者〕小島 弦

〔研究内容〕

<目標>

精密高分子技術に係る共通基盤的な技術の開発に資する概念の深耕を図ると共に、関連の科学技術に関する知見の体系化を図り、ハンドブック等の形で知的ツールとして社会に提供する。

<進捗状況>

1) 技術の体系化

最終目標のプロトタイプとして材料形成(成形加工)に亘る関連知見を盛り込んだハンドブックを作成した。また、最終的なアウトプットを想定した「ブレインブック」の概念設計と既存類似知的ツールの調査に着手し、「ブレインブック」の商標登録と概念特許の出願を行なった。また、「知識の構造化」プロジェクトにおけるデータベース構築に協力するため系統的な実験データの抽出検討を行なった。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕材料形成、高分子成形加工、知的ツール

—その他の公益法人—

〔研究題目〕検証における記述量爆発問題の構造変換

〔研究代表者〕木下 佳樹(システム検証研究ラボ)

〔研究担当者〕木下 佳樹、高橋 孝一、渡邊 宏、古澤 仁、西澤 弘毅、永山 操、高井 利憲、田辺 良則、池上 大介、西原 秀明

〔研究内容〕

函手意味論に基づいた、リアクティブシステムの数理モデルとモデルの間の抽象化の数理モデルの構築を目標とする。そのために、Cone of influence reduction法の一般化の確立させることに成功した。また、周辺分野として、圏論、抽象解釈、代数的オートマトン、ファイブレーション、Buechi オートマトンの代数的理論、ファイブレーションのマップと模倣の関連などを調査した。

抽象化を本格的に支援するソフトウェアの設計と試作を目標に、リンク構造を抽象化する技法を実装したツールの概念設計を完了させた。設計に先立ち、モデル検査と抽象化に関する既存の理論研究およびツールの調査を行った。定理証明器 Isabelle/HOL と PVS を調査し、これらを用いて遷移系や模倣の簡単な理論について形式的な定理証明を行う技術を得た。

AC 演算子を備えた入力言語を持つ AC 木構造オートマトンの概念に基づく自動検証技術を目標に、AC 演算

子を許した場合の書換閉包の計算法(近似計算を含む)を開発し、自動検証システムの試作を行った。この開発・試作した AC 木構造オートマトンのシミュレータを用いて、セキュリティ・プロトコルの検証事例を得るなど、AC 木構造オートマトンを用いた自動検証法のフィージビリティをある程度示した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕函手意味論、抽象化、木構造オートマトン

〔研究題目〕神経栄養因子 BDNF の作用機序の可視化

〔中項目名〕神経栄養因子 BDNF の作用機序の可視化

〔研究代表者〕小島 正己(人間系特別研究体)

〔研究内容〕

蛍光蛋白質 GFP や蛍光抗体法を用いた可視化法を応用して、神経細胞の神経栄養因子 BDNF を始めとした神経系の液性蛋白質によるアクソンの伸展調節機能のメカニズムを解明していく。神経細胞表層においてコレステロールが豊富なドメインつまり Lipid Rafts と称されるマイクロ構造を介する神経栄養因子 BDNF のシグナル伝達について抗体染色および生化学的手法を用いて以下のような生化学細胞生物学的解析を行った。研究は培養大脳皮質神経細胞を用いて行った。代表的な神経細胞のアクソンガイダンスを誘導する液性蛋白質(BDNF あるいは Netrin-1)を添加することで神経細胞にアクソンの伸展効果を調べた。その結果、Lipid Rafts の機能を薬理的に阻害するとこれらの液性因子によるアクソンガイダンスの調節が減少することがわかった。このとき、それぞれの受容体 TrkB と DCC がアクソン先端の Lipid Rafts 画分で増加することが生化学的あるいは蛍光染色法を用いた定量的解析から判明した。以上の研究をまとめると、神経系の液性因子依存的なアクソンガイダンスと Lipid Rafts 構造は密接に関係している可能性が示唆される。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕神経細胞、神経栄養因子、緑色蛍光蛋白質

〔研究題目〕神経栄養因子 BDNF の作用機序の可視化

〔中項目名〕神経栄養因子 BDNF の作用機序の可視化

〔研究代表者〕小島 正己(人間系特別研究体)

〔研究内容〕

蛍光蛋白質 GFP や蛍光抗体法を用いた可視化法を応用して、神経細胞の神経栄養因子 BDNF の作用機序を明らかにする。神経細胞表層のコレステロールが豊富なドメイン Lipid Rafts と称される構造を介する神経栄養

因子 BDNF のシグナル伝達について可視化的にかつ定量的な解析を行った。研究は培養大脳皮質神経細胞を用いて行った。代表的神経栄養因子である BDNF を添加することで神経細胞に栄養因子の刺激を与えた。その結果、BDNF の刺激依存的に BDNF レセプターがこのマイクロドメインに局在し、この局在にはこのレセプターの活性化が不可欠であることが明らかとなった。このようなレセプターの移動には下流シグナル分子の移動は伴わなかった。しかし、BDNF レセプターの下流分子の中でも Erks だけが強く神経細胞の Lipid Rafts に局在したためにこの分子を介するシグナルが特に活性化されていた。Lipid Rafts の機能を壊す薬理学的研究からこれらのメカニズムがプレシナプスからの伝達物質放出の調節には重要であるが神経細胞の生存維持作用においては重要ではないことが示唆されて、このようなマイクロドメインの機能が神経細胞の機能と密接に結びついている可能性が理解された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経細胞、神経栄養因子、緑色蛍光蛋白質

【研究題目】ラビリンチュラ類海洋微生物による富栄養化成分の除去技術の実験調査

【研究代表者】横地 俊弘（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】横地 俊弘、中原 東郎、公文 保幸、山岡 到保

【研究内容】

本実験調査では、富栄養化による沿岸海域環境の悪化に対する解決方法として、従属栄養海洋微生物を活用したシステムの開発を目的とした予備的調査および実験確認を実施した。この実験調査においては、ラビリンチュラ類を活用した環境浄化システム開発の可能性の評価とともに、ラビリンチュラ類海洋微生物の栄養塩の吸収能力の評価および培養担体あたりの増殖可能量の評価の2項目についての実験確認を行なった。

海洋沿岸環境と富栄養化問題では、近年の COD 排出総量規制とともにリンの削減指導がなされてきたため、溶存態無機リン濃度が低下してきていることも報告されているが、流入する窒素量が依然、問題となっている。そのため、窒素：リン負荷比の変化が植物プランクトンの種の偏移や沿岸環境生態系の変化などといったことも起きており、これらの富栄養成分の新たな生物学的な除去技術の開発が待たれている。ラビリンチュラ類による富栄養化成分の吸収能力においては、硝酸態窒素に対して高い能力が示された。その能力は、バイオマス量から比較すると、藻類などに比較して数十倍大きいと考えられるとともに、環境変化に連動した栄養塩除去能力を発揮できる可能性も示された。また、培地中の成分を吸収した繊維担体内で効率よくラビリンチュラ類が増殖できる可能性が示され、今後のラビリンチュラ類を担持した

富栄養化成分の除去材料の開発をめざすうえで、良好な結果が得られた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】海洋微生物、環境浄化、富栄養化、ラビリンチュラ

【研究題目】カーボンナノチューブの特性制御と単一電子プローブの試作

【研究代表者】松本 和彦

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究内容】

カーボンナノチューブの特殊な伝導特性を利用し、様々なナノデバイスを実現してその応用をはかる事を目標とする。本年は、p 型半導体特性を有するカーボンナノチューブにおいて、正孔が $4.5\mu\text{m}$ 以上のコヒーレンス長を有し、バリスティックに伝導することを見いだした。また、電流加熱、及び酸素の超低エネルギーイオン注入により、カーボンナノチューブの伝導特性の p 型から n 型への変化を可能にした。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノチューブ、単一電子デバイス、センサー

【研究題目】高分子の階層的自己組織化による再生医療用ナノ構造材料の創製

【中項目名】自己組織化の数理シミュレーション、非線形・非平衡ダイナミクスによる自己組織化機構解明

【研究代表者】山口 智彦

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】山口 智彦、真原 仁

（科学技術振興事業団）

【研究内容】

本研究では、ナノ微粒子の自発的な構造化、とりわけ散逸構造などの非平衡現象を利用した階層的な組織形成を調べるとともに、その背景にあるメカニズムの数理解析を解明することを目的とする。熱力学的近傍における自己集合体の形成と、平衡から遠く離れた開放系でのみ生じる散逸構造形成という、2つの秩序形成原理を組み合わせ、単一の原理だけでは実現困難な、複数の階層構造をもつ複雑な構造を自発的に形成するための方法論を理論的立場から提案するのがねらいである。西浦廉政・北大教授とともに理論グループを構成し、反応拡散系の数理シミュレーションをツールとして、階層構造の自己組織化現象一般に通用する数理学と熱力学の融合的な理論を構築すべく検討を進めている。本年度は、自己複製を経て幾何学的な空間パターンやカオス・パターンを生じる2変数の Gray-Scott モデルを可逆型の3変数モデルに改変した。この結果、自己複製とパターンの階層化に伴うエントロピーの生成速度を計算することが可能に

なり、階層形成過程の熱力学的考察が可能になった。3変数可逆 Gray-Scott モデルについて、その特性を検討し、パラメータ空間における分岐図の可逆度依存性やパターン相図などを得た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化、階層、自己複製、高分子、ボトムアップ、エントロピー

【研究題目】 走査プローブ法を用いた超微細相関デバイス作成

【研究代表者】 松本 和彦

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究内容】

カーボンナノチューブを用いて量子相関デバイスを作製することを最終目標とする。この実現のために、単層カーボンナノチューブへ原子間力顕微鏡を用いて欠陥を導入し、これをトンネル接合として用いる単一トランジスタの作製に成功した。カーボンナノチューブに2つの欠陥を、15nm の距離を置いて導入し、欠陥の間を微小島領域とする。これにより室温動作する単電子トランジスタの作製に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、単一電子デバイス、センサー

【研究題目】 分子性物質の開発と物性評価

【中項目名】 自己組織化の数値シミュレーション、非線形・非平衡ダイナミクスによる自己組織化機構解明

【研究代表者】 徳本 圓 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 徳本 圓、田中 寿、ハサニエン アブド

【研究内容】

有機分子性金属の電気的および磁気的特性の評価において、新しい微小単結晶の物性測定法を開発し、従来の測定限界を越える。低温強磁場中における電気的・磁気的物性の測定を行う。特に、分子性金属のフェルミ面の存在を示す直接的証拠となる磁気的量子振動の観測を通して、その電子構造を決定する。初年度は原子間力顕微鏡 (AFM) 用のカンチレバーを用いた高感度磁気トルク測定法を単一分子性金属 Ni(tmdt)₂ の微小単結晶に適用し、米国国立強磁場研究所の33テスラ電磁石を用いて、磁気的量子振動現象の観測に初めて成功した。第二年度には更に、米国国立強磁場研究所の45テスラハイブリッド磁石を用いて、3次元的なフェルミ面の情報を得るための磁気的量子振動の詳細な角度依存性の測定に成功した。その結果、単一分子性金属 Ni(tmdt)₂ が電子とホールフェルミ面を持つ真正銘の金属であることを厳密に証明し、そのフェルミ面の形状を決定することに成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 フェルミ面、磁気的量子振動、単一分子性金属

【研究題目】 新規な電子機能を持つ分子ナノ構造体の構築

【中項目名】 分子性物質の材料化

【研究代表者】 松本 睦良

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 松本 睦良、中村 徹

【研究内容】

目標:

将来の集積分子エレクトロニクス実現のため、分子性物質の材料化とシステム化を研究する。そのために分子性物質のナノ材料化を行うとともに、それらを用いてデバイスプロトタイプを作製することを目指す。

研究計画:

カルコゲンを含む分子を Au(111)面に吸着させ、自己組織化膜を形成し、その構造、電気物性を明らかにすることにより、デバイス材料としての自己組織化膜の有用性を検討する。

年度進捗状況:

カルコゲンを含む分子を Au(111)面に吸着させ、自己組織化膜を形成し、その構造、電気物性を明らかにした。また炭化水素を持つ両親媒性分子とフッ化炭素鎖を持つ両親媒性シランカップリング剤からなる混合 LB 膜の相分離構造を明らかにした。この相分離 LB 膜を加熱処理した後に溶媒処理すると、前者の分子のみが選択的に除去され、テンプレートを作製することができた。このテンプレート上に両親媒性分子の単分子膜を LB 法で転写すると、テンプレートの形状に沿って単分子膜が転写された。このことは相分離 LB 膜を利用したテンプレート作製とそれを利用したパターンニングが可能であることを示している。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化膜、LB 膜、分子エレクトロニクス

【研究題目】 高速・光ナノプローブの研究

【研究代表者】 時崎 高志

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 時崎 高志、重藤 知夫、井上 貴仁、横山 浩

【研究内容】

ナノメートルオーダーに微細加工された半導体では、閉じ込められたキャリア間の量子相関により種々の量子効果が発現する。しかし、これまでの評価では試料をマクロに捉えていたため、平均的な効果しか見ていない。本研究では、このような系をより詳細 (ミクロ) に評価するため、走査プローブ顕微鏡技術をベースとしてナノ

メートル領域評価技術の開発を行った。

高周波評価では、走査型マックスウェル応力顕微鏡をベースとして、ギガヘルツ領域の高周波特性をナノ領域で測定することに成功した。本顕微鏡では試料とプローブに周波数の異なるギガヘルツ波を導入し、その差周波成分を力学的に測定して、試料の高周波応答を観測する。しかし、市販プローブではギガヘルツ波の導入に損失が多く、1GHz程度が限界であった。本研究では、プローブにプラナー導波路構造を作製し、数GHzまでの高周波測定に成功した。

光学評価では、これまでに開発した極低温強磁場近接場光学顕微鏡 (SNOM) を用いて、半導体ヘテロ構造中の2次元電子ガス系の局所分光を行うとともに、時間分解光学顕微鏡を用いた直接的な光学評価を行った。その結果、2次元電子ガス系に光励起された正孔 (ホール) が拡散していく様子、また磁場に依存して拡散係数が減少することが明らかとなった。空間分解能が200nmであるSNOMによる詳細な測定により、2次元電子ガス中ではホールが電子と同程度の高い移動度と磁場効果を有することが示唆された。また、2本の光学プローブを有するSNOMの研究も行い、数値解析によって、2本のプローブ間の近接場光をとおした相互作用を明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 走査プローブ顕微鏡、近接場光学、高周波プローブ、走査型マックスウェル応力顕微鏡

【研究題目】 Cu系超伝導材料、薄膜の高性能化

【研究代表者】 田中 康資

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 田中 康資、伊豫 彰、児玉 泰治、Athinarayanan Sundaresan、菊地 直人

【研究内容】

高温超伝導体の実用への道を開くため、最高の性能を持つ我々独自の高温超伝導材料のCu-1234とその類縁体 (多層型高温超伝導体) の材料開発と物性評価、実用上の優位性を示すことを目標とした。そのために多層型高温超伝導体の基礎物性を明らかにし、最高性能を持つマイクロ波フィルター用超伝導薄膜作製技術を完成させた。5年計画の最終年の平成15年度に、上記目標を完全に達成することができた。

【分野名】 情報通信分野

【キーワード】 高温超伝導材料、マイクロ波フィルター

【研究題目】 固体中へのスピン注入による新機能創製

【研究代表者】 鈴木 義茂

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 湯浅 新治、長濱 太郎、横山 侑子、

Ashwin Tulapurkar

【研究内容】

目標

電子スピンのエレクトロニクスにおける更なる直接的な利用のための基礎研究として、スピン偏極電子の注入による電流のスイッチングを目指している。

研究計画

トンネル磁気抵抗効果の測定を自動化することにより0.1%程度の磁気抵抗効果を精度よく測定することを可能にする。この測定系を利用して、Fe/AIO/Fe からなる強磁性トンネル接合のFe電極とAIOバリアの間に極薄Cr層を挟んだトンネル磁気抵抗素子の特性を詳細に評価する。

年度進捗状況

H14年度までに超薄膜を挟んだ2端子トンネル磁気抵抗素子においてスピンに依存した共鳴トンネル効果を観測することに世界で初めて成功した。これによって共鳴トンネルスピントランジスタの原理が一部実証されたといえる。H15年度は、スピン依存トンネル伝導の制御技術の更なる確立を目指して、界面にCrを挟んだ場合のトンネル磁気抵抗効果について詳細に調べるために、精度のよい磁気抵抗効果測定法を確立した。

測定を自動化することにより0.1%程度の磁気抵抗効果を精度よく測定することを可能にした。この測定装置を利用して、Fe/AIO/Fe からなる強磁性トンネル接合のFe電極とAIOバリアの間に極薄Cr層を挟んだトンネル磁気抵抗素子の特性を評価した。その結果、Crが層状反強磁性体であることを反映してトンネル磁気抵抗効果の符号が2原子層周期で振動することを見出した。すなわち、電極をCrとした場合トンネル効果は表面一原子層に非常に敏感になることがわかった。これまでの結果は、電極の電子の波動関数の対称性の違いから統一的に理解でき、これまでの研究で強磁性トンネル磁気抵抗効果の原理はほぼ解明したといえる。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 スピントロニクス、トンネル磁気抵抗効果、MRAM

【研究題目】 電子場デバイスの研究

【研究代表者】 金丸 正剛

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 金丸 正剛、松川 貴、長尾 昌善、昌原 明植、伊藤 順司

【研究内容】

(目標)

SOI上にシリコン細線および細線近傍のサイドゲートを設けた新機能デバイスを考案、作製、実証する。

(研究計画)

p型細線FETとn型細線FETを作製し、外部結線により並列接続した回路形成し、その動作実証を行う。

(進捗状況)

SOI基板を入力ゲートして用い、n型およびp型細線FETのドレイン電圧を出力電圧として測定した。サイドゲートに電圧を印加する前の初期特性として、入力ゲート電圧に対してドレイン電圧が0V付近にピークを持つ共鳴特性を示すことを明らかにした。また、n型細線FETとp型細線FETのサイドゲートに同極性のパルス電圧を印加すると、ピーク幅はほぼ同じでそのピーク位置を移動させることができる。一方、n型とp型細線FETに逆極性のパルス電圧を印加するとピーク位置は0V付近を維持しつつ、ピーク幅を変化させることができる。これらの変化は1000秒程度は保持される。これにより、今回考案した相補形細線FETは共鳴特性を示し、共鳴ピークの幅と位置をサイドゲートによって不揮発的に変調できることが明らかとなった。この特性から、本素子は戦略的創造研究推進事業「量子スケールデバイスのシステムインテグレーション」で提案している共鳴型知的エージェントによる連想回路、動き検出回路、距離計測回路を構築するときの基本素子として応用できると結論づけた。

【分野名】情報通信

【キーワード】相補形細線FET、サイドゲート、量子スケールデバイス

【研究題目】コプロダクションシステムのモデリングと解析

【研究代表者】中岩 勝（環境調和技术研究部門）

【研究担当者】中岩 勝、大森 隆夫、遠藤 明、黄 克謹

【研究内容】

本研究ではコプロダクションシステムの要素技術である基本的な化学反応や熱変換システムの現象論に基づくモデル化を行い、定常基本特性、動的な基本特性等を明らかにした。具体的にはコプロダクションによるエネルギー・物質併産のシナジー効果を定量化するために混合溶液を分離し高濃度製品を生産しつつ高温蒸気を発生させるプロセスについて、石油化学工業の典型的な製品であるベンゼン／トルエン系混合物を例に適切な操作圧力設定により、効率改善が可能であることを示した。このプロセスは、サブシステムに分解して考えるならば溶液分離と昇温による熱供給を同時に行うコプロダクションシステムと考えることができる。その効率は、熱力学の第一法則および第二法則から、2つのサブシステムの統合的な解析により定量化可能である。本研究では、このプロセスのコプロダクションとしての効率をエクセルギーの観点から明らかにした。また従来の蒸留塔に対する比較を行い、その優位性を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、コプロダクション、解析、反応分離、最適化、シナジー効果、地球温暖化

【研究題目】シュレッダーダストの分離・資源化システムの構築

【研究代表者】大矢 仁史（環境調和技术研究部門）

【研究担当者】大矢 仁史、遠藤 茂寿、日比野俊行

【研究内容】

埋め立て処理を行う源容化処理後の廃自動車シュレッダーダスト（ASR）について、その性状分析方法を確立し、表1に示す結果を得た。再利用時に銅の含有量が問題となること、また、可能な限り塩素の低減を図ることの必要性が明らかになった。これまでも国家プロジェクトにおいて、スクラップの精錬による再資源化研究が行われてきたが、実用化に結びついた例は無い。スクラップ段階における粉碎・分離技術開発が、経済的・技術的側面から循環型システム構築の鍵を握ることは上述の調査においても多くのコンセンサスを得ており、シュレッダーダストの分離・資源化システムのモデル提案へと検討を進める。

表1 減容固化後のASRの主な組成

物質	不溶解成分	Fe	Cu	Al	Cl	その他
含有量 [wt%]	78.1	5.2	4.2	4.6	0.5	Ca、Zn、Pb

（注）金属含有量はICPにより、塩素はイオンクロマトにより測定した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、廃自動車、シュレッダーダスト、粉碎、分離

【研究題目】低レイノルズ数流れにおける翼列特性の研究ならびに衝撃損傷特性解析の研究

【研究代表者】濱 純（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】松沼 孝幸、吉田 博夫

【研究内容】

低レイノルズ数流れにおける翼列特性：マイクロガスタービンでは、翼列の小型化によって低レイノルズ数の流れとなり、剥離や二次渦が発生して空気力学的性能が低下する。そこで、環状タービン翼列を設置した風洞実験によって、低レイノルズ数域でのタービン翼列の空力特性を調査した。翼面からの剥離による形状損失と、壁面近くの二次渦による二次流れ損失は、レイノルズ数が低下に伴って急激に増加した。一方、翼面の翼先端の漏れ流れによるチップクリアランス損失は、レイノルズ数の影響をほとんど受けないことが明らかになった。

衝撃損傷特性：小型高効率のガスタービンを実用化するためには、タービン入り口温度を従来の金属では対応が困難である1000℃程度またはそれ以上とすることが求められる。そこで本研究では高温タービン材料として窒化ケイ素セラミックの適用を想定した。セラミックは耐熱性に優れているものの衝撃力に脆く、衝撃破壊特性について十分把握して無ければならない。本年度は、衝突物体としてセラミックや鋼の球状粒子を仮定し、それが

実際のタービン周速である400m/sでセラミックブレードに衝突する際の衝突応力場について解析した。その結果、衝突で発生する応力波の干渉で、ブレード内部に応力が極大となる点が衝突点とは別の場所に形成される場合のあることが明らかになった。

【分野名】エネルギー

【キーワード】小型分散、ガスタービン、低レイノルズ数流れ、セラミック、衝撃損傷

【研究題目】流動層によるバイオマス等からのガスとチャーの併産技術に関する研究

【研究代表者】幡野 博之（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】幡野 博之、鈴木 善三、倉本 浩司、柴野紗綾夏

【研究内容】

大気中のCO₂と太陽エネルギーに由来するバイオマスのエネルギー利用は大気中の賞味のCO₂濃度増加に繋がらないカーボンニュートラルであることから、その積極的な導入が望まれている。本プロジェクトではコプロダクションの概念に立脚し、バイオマスのガス化と炭化物の併産技術の確立を行っている。バイオマスのガス化によって水素を製造し、燃料電池などの燃料として利用する。このとき、従来の石炭ガス化のように、完全ガス化を志向するのではなく、得られる熱源の温度に応じて、ガス化可能部分は水素へ転換し、チャー化した部分は炭化物として取り出す。前者はカーボンニュートラルかつ低エクセルギー率の化学エネルギーとして利用でき、後者は地中投棄や土壌改質媒体として利用する。このバイオマスの有機質を炭化物として安定化し、利用することは、安価で高効率なCO₂の固定化を意味する。これまでに迅速熱分解装置、循環流動層型流通ガス化反応器を利用して、種々の温度および水蒸気分圧下でガス、タールおよびチャーの収率を系統的に調査した。今年度は多孔質粒子を用いることによるガス化温度の低下について検討を開始した。タールやチャーが多孔質粒子上に捕捉されることで、改質が促進されてガス生成量が増加することを確認した。

【分野名】エネルギー環境

【キーワード】バイオマス、ガス化、水素、炭化物、コプロダクション

【研究題目】シロイヌナズナ転写因子の機能解析

【研究代表者】高木 優（ジーンファンクション研究ラボ）

【研究担当者】高木 優、平津圭一郎、山口 邦枝、川南 宣子、光田 展隆、小山 智嗣、松井 恭子、串田 明子、滝口 裕子、金田 尚子

【研究内容】

植物機能の高度利用技術を開発するためには、関係す

る遺伝子の機能解明が必要不可欠である。しかし、植物のゲノムは、重複遺伝子が数多く存在し、また、主要な穀物や園芸植物の中には、ゲノムが複二倍性から構成されているものが数多くあり、それ故、遺伝子破壊や相補的なRNAの導入などの従来の方法では、遺伝子の機能解明が困難であることがわかってきた。このような植物遺伝子機能解明における重複遺伝子の困難さを克服するため、我々は強力な転写抑制因子由来の機能性ペプチドを任意の転写因子に付加し、本来転写活性化因子であったものを強力なリプレッサーに機能変換して標的遺伝子の発現を抑制するという、キメラリプレッサーを用いた遺伝子サイレンシングシステム（CRES-T法）を開発した。CRES-T法は、手法の簡便性に加え高効率で作用する。またイネにおいても機能することから、双子葉植物ばかりでなく単子葉植物にも適用できる等の多くの利点がある。さらに、二次代謝系で働く転写因子に適用し、代謝産物を効率的に抑制したことから、二次代謝産物の制御に本手法が有効であることも示された。本グループの目標は、CRES-T法を活用し、遺伝子の重複性の点から今まで不明であった植物転写因子の機能解析や有用遺伝子の同定をおこない、種々の機能性植物の創生など、産業的、農学的应用分野においても貢献できるより実践的な研究をおこなう。

【分野名】ライスサイエンス

【キーワード】植物、シロイヌナズナ、遺伝子機能、転写因子、リプレッサー

【研究題目】ダイヤモンド原子層ホモエピタキシャル成長

【研究代表者】大串 秀世

（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当者】大串 秀世、竹内 大輔、小倉 政彦、渡邊 幸志（職員4名）

【研究内容】

ダイヤモンドのポテンシャルを最大限に生かした高性能デバイスのためのダイヤモンド原子層ホモエピタキシャル成長技術の研究開発を目的とする。従来の半導体材料の評価に耐えうるような、高品質ダイヤモンド薄膜の合成を行う。原子レベルで一様平坦、かつ不純物を極限まで抑制できるダイヤモンド薄膜成長技術を駆使し、試料の作製および評価、デバイス作製グループへの資料提供を行う。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド、ホモエピタキシャル成長、結晶半導体、原子レベルの平坦性

【研究題目】高密度励起子状態を利用したダイヤモンド紫外線ナノデバイスの開発

【研究代表者】大串 秀世

（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当者】大串 秀世、山崎 聡、竹内 大輔、

小倉 政彦、渡邊 幸志、李 成奇、
熊谷 直人、二子 渉、加藤 宙光、
陳 益鋼、高須由紀子、水落 憲和
(職員5名、他7名)

【研究内容】

優れた物性を有するダイヤモンド薄膜の高品質化をはかり、非線形励起子発光を紫外線ナノデバイスに展開する。そのために、原子レベルで平坦な高品質ダイヤモンド薄膜合成技術、PN 接合技術、デバイス化要素技術などを開拓し、励起子の高密度化と発光機構を解明し、紫外線ナノデバイスの開発を行う。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、励起子、紫外線発光、ナノデバイス

【研究題目】 デジタルヒューマン基盤技術

【研究代表者】 金出 武雄 (デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 松井 俊浩、持丸 正明、河内まき子、加賀美 聡、西田 佳史、堀 俊夫、宮腰 清一、宮田なつき、中田 亨、本村 陽一、ほかポストドクなど合計30名程度

【研究内容】

人を見守るデジタルヒューマン、人に合わせるデジタルヒューマンの具体的事例研究を通じて、生理解剖的機能、運動機械的機能、心理認知的機能を含んだ統合的な人間モデルの構築を目指す。また、この具体的事例研究に必要な人間機能の基礎的知見のうち、まだ、明らかになっていない運動制御機序や知覚認知機能については、人を知るデジタルヒューマンの枠組みの中で基盤研究を進める。研究は、人体機能モデルを計算機内に構築するモデル化研究が主体である。ただし、既存の観察技術が不十分である場合（居室内の人間行動計測、運動中の体表面変形計測）には、観察技術そのものの開発も行う。提示技術に関しては、CG だけでなく、人間の反応・運動を実体提示できるヒューマノイドの研究を進める。これらの研究の共通基盤は、ヒューマンシミュレータとして整備し、知的資産を形成していく。平成15年度では、人を知るデジタルヒューマン研究を拡充し、生理・心理・知覚・認知に関する研究を加速的に推進する。これらは人を見守る・人に合わせるデジタルヒューマンとして、具体的な出口イメージに繋がっていくものである。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 デジタルヒューマン、シミュレーション、人間計測、ヒューマノイドロボット

【研究題目】 ヒューマノイドロボットの分散制御系の研究

【研究代表者】 松井 俊浩 (デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 加賀美 聡、山崎 信行、比留川博久 (知能システム研究部門)、石川 裕 (東京大学)

【研究内容】

ヒューマノイドロボットがより酵素の作業を行うためには、内蔵する情報処理系の能力拡大と信頼性向上が必要である。このための、ヒューマノイド用の高信頼かつスケーラブルな実時間・分散処理系を研究する。実時間処理能力に優れたプロセッサのシステム LSI としての実現、実時間分散処理ソフトウェア開発、ヒューマノイドロボットによる実証の3つの研究で構成する。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ヒューマノイドロボット

【研究題目】 超分散マイク・スピーカーによる複数の音焦点形成

【研究代表者】 加賀美 聡 (デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 加賀美 聡ほか

【研究内容】

空間に多数のスピーカーを配置し、その位置に応じてスピーカーごとの位相差を正確に制御することで、空間内の特定の位置にいる人だけに音情報を伝える技術を開発した。具体的には1辺3.2[m]の四角い空間に、128個のスピーカーアレイを配置し、それぞれのスピーカーから、独自開発した128チャンネル×3[kHz]の高速AD/DA 変換器で合成した音声流を流す。計算上の音焦点以外では音声波形が相互に打ち消し合い、雑音しか聞こえないが、音焦点では選択的に音情報を聞くことができる。実験では、上記空間上に4つの音焦点を形成し、4つの異なる音源情報を同時に提示したところ、4箇所の音焦点でそれぞれの音源を別々に聞くことができた。また、この技術をマイクロフォンアレイに転用し、空間内の特定の位置に焦点を合わせてその場所で発生した音を拾い出す技術を開発した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 バーチャルリアリティ、音響シミュレーション、ヒューマンインタフェース

【研究題目】 糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入マウス ES 細胞樹立と性状解析

【研究代表者】 中村 充 (糖鎖工学研究センター)

【研究担当者】 中村 充、野々村智尋、安藤 秀信

【研究内容】

ショウジョウバエの系でスクリーニングし、哺乳動物細胞の系で機能解析する重要性が予想される糖鎖関連遺伝子の RNA 干渉を、哺乳動物細胞株で実現することを目標としている。本年度の計画として、特に遺伝子導入

が難しい細胞に応用するために、レンチウイルスベクターシステム・レトロウイルスベクターシステムによる siRNA システムを導入し、実際に造血幹細胞・造血前駆細胞株に試してみることにした。標的遺伝子にふさわしい遺伝子特異的配列を siRNA 発現ベクターに組み込み、実際に遺伝子発現抑制が観察されるか解析した。一口に遺伝子特異的配列といっても、既存のウェブサイト検索プログラムで選定可能な配列は全く効果がないか、あってもそれほど効果が認めがたかった。しかし、Tei/Saigo らの Nucleic Acids Res の方法に従ってターゲット配列を選定し直したところ、効果が観察される遺伝子が出てきた。本 siRNA ウィルスベクターシステムが機能することを確かめるため、レンチウイルスによる siRNA 導入により、ヒトリンパ球性白血病細胞の組織浸潤に重要な特徴的表面糖鎖発現レベルをコントロールしているタンパク二種類をコードする遺伝子のサイレンシングを試みた。その結果、見事に、その特徴的表面糖鎖発現レベルを、RNA 干渉技術で低下させることに成功した。また、ショウジョウバエの系でスクリーニングし、哺乳動物細胞の系で機能解析する重要性が予想される糖鎖関連遺伝子のうち、特に重要な遺伝子については、遺伝子破壊マウスの作製を進行させている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖関連遺伝子、RNA 干渉、レトロウイルスベクターシステム、レンチウイルスベクターシステム

【研究題目】メタノール資化性酵母によるリソソーム酵素の発現系の構築

【研究代表者】地神 芳文（糖鎖工学研究センター）

【研究担当者】千葉 靖典、明星 裕美

【研究内容】

目的遺伝子 (*HEXA*、*HEXB*) をメタノール資化性酵母 *Ogataea minuta* の *AOX1* プロモーターの下流に挿入した酵母発現用ベクターを構築した。この目的遺伝子発現酵母ベクターを *O.minuta* に導入した。SDS-PAGE で目的タンパクの発現を確認するとともに、培養上清の酵素活性測定を行なった。その結果、*HEXA* 遺伝子を導入した酵母で MUGS 切断活性を有する株を、また *HEXB* 遺伝子を導入した株で MUG 切断活性を有する株を得ることが出来た。それぞれはホモダイマーを形成し、HexS、HexB を生産しているものと思われた。次に *HEXA* 遺伝子導入株に *HEXB* 遺伝子を導入し、 $\alpha\beta$ ヘテロダイマーを生産する株のスクリーニングを行なった。形質転換で得られた8株のうち、MUG および MUGS 活性が元株よりも高かった1株を選抜した。培養上清と細胞抽出液での活性は、HexS 発現株では約6:1、HexB 発現株では約10:1であったのに対し、HexA 発現株では約3:1であった。サブユニット形成などでフォールディング・輸送・分泌の効率などが低くなったことが

予想される。これらの組換え酵素について精製法を検討した。培養上清を40%硫酸塩析で沈殿を除き、その上清を疎水性相互作用カラム、陰イオン交換カラムのクロマトグラフィーで精製している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】HexA、リソソーム、メタノール酵母

【研究題目】グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発

【研究代表者】長嶋 雲兵（グリッド研究センター）

【研究担当者】長嶋 雲兵

【研究内容】

ナノ粒子やタンパク質と低分子の分子シミュレーションを可能とするためにグリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発を行う。今年度は FMO 法の Grid 化としては、負荷分散、ならびに Grid 化を考慮に入れて、並列フラグメント分子軌道計算プログラム ABINIT-MP の設計（データ仕様を含む）を変更し、FMO 法を制御している部分と、そこから呼び出されているルーチンとの接合を行うためのインターフェイスを決定した。また、GFMO-MO の開発として接合部分のインターフェイスを決定した。さらに射影法による一般化固有値問題の解法と、プロトンの波動性を考慮した方法 (MCMO 法) の FMO 法への導入にあたっての方法の検討を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】大規模分子シミュレーション、FMO 法

【研究題目】有機・無機ナノチューブの形態・構造制御と超高感度振動分光法による解析

【研究代表者】清水 敏美（界面ナノアーキテクトニクス研究センター）

【研究担当者】増田 光俊、浅川 真澄、小木曾真樹、南川 博之、青柳 将、吉 慶敏、増淵さゆり、二又 政之、松田 直樹

【研究内容】

親水部に糖鎖やペプチド鎖をもつ人工脂質を分子設計、合成し、水中での自己集合により大量にナノチューブを合成するとともに、超高感度振動分光法のナノチューブ系への適用を図る。さらに、親水部構造や疎水部構造を変化させ、チューブの内径、長さ、膜厚に与える分子構造効果を系統的に解明する。得られた有機ナノチューブをナノ鋳型として利用して、金属酸化物等の新規ナノチューブ創製を図り、ガス吸蔵などの機能特性を明らかにすることを目的とした。そのために、アミド型糖脂質における不飽和度と不飽和位置を変化させ、ナノチューブ形成能との相関関係を詳細に検討した。さらに、くさび型双頭糖脂質を新たに分子設計し、自己集合挙動を検討し、ナノチューブの内径制御の可能性を検討した。脂質ナノチューブが有するナノメートルサイズの内径をもつ

中空シリンダー構造を鋳型に利用した金属ナノ微粒子の一次元組織化を検討した。

その結果、シス型二重結合の炭化水素鎖への導入位置を制御することで脂質ナノチューブの収率をほぼ100%に高めることができ、ナノチューブ形成用分子の構造最適化に成功した。さらに、くさび形双頭分子では、その連結炭化水素の炭素数を2個変化させるだけで、約1.5nm ごとに脂質ナノチューブの内径を制御することを見いだした。また、中空シリンダーを用いて、金、銀ナノ微粒子が密に充填された一次元組織化手法を開発した。脂質ナノチューブを反応マトリックスとして分子間架橋と高分子化は前人未踏の技術であり、その達成は脂質ナノチューブの技術的応用をさらに拡大することが期待できる。サイズ次元でのナノメートル精度での制御に関しては、内径に関してはほぼ達成したので、残るは外径制御である。中空シリンダー内部を各種の包接場や反応場として利用することは、従来研究例がなく、今後の展開に大きな期待がもたれる。特に、DNA をはじめとする生体分子との相互作用はバイオ分野への応用にとっても不可欠な研究課題といえる。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ナノチューブ、中空シリンダー、超高感度振動分光法

[研究題目] ペプチド型信号伝達機能の構築とその機能制御

[研究代表者] 樋口 真弘 (界面ナノアーキテクトニクス研究センター)

[研究担当者] 樋口 真弘、田口 和宏

[研究内容]

ペプチド等の生体関連物質が形成する特異な集合体構造を利用し、生体類似の信号伝達機能の発現を目指した。さらに、集合状態の安定性を損なうことなく刺激応答性機能を付与し、イオンチャネル類似の情報伝達機能の制御を試みた。

前年度に引き続き、リガンド作動型イオンチャネルの活性の向上を目的に、片末端にリガンド認識部位を形成する官能基を、もう一方の末端に基板への結合部位を有し、かつ、リガンドの認識情報を電気的な信号に変換するためのチャネル活性を持つ、疎水性アミノ酸と親水性アミノ酸残基の規則配列したペプチドを化学合成した。得られたペプチドと脂質の複合単分子膜を気-液界面に形成させ、基質との相補的相互作用によるペプチド集合体を解析した。また、ペプチド型信号伝達機能の発現を行う別系統のイオンチャネルとして、大環状化合物よりなるチューブ状集合体の構築を行った。大環状化合物からなる集合体形成の挙動を気水界面単分子膜で観察するとともに、脂質二分子膜中への埋め込みを行った。

リガンド作動型イオンチャネルを形成するペプチドとして、一方の末端にアセチルコリン結合部位またはγ-

アミノ酪酸結合部位となるアミノ酸を適宜組み入れ、もう一方の末端に基板への結合部位として、アルキルアミンあるいはアルキルカルボン酸を導入した、塩基性あるいは酸性の両親媒性ペプチドを調製した。得られたペプチドと脂質との複合単分子膜を気-液界面に形成させ、下水相に基質であるアセチルコリンあるいはγ-アミノ酪酸を添加して、膜中でのペプチドの集合体形成を表面圧-面積等温曲線の変化を観察した。単分子膜は、基質を加えることにより、液体状態の膜で大きく収縮し、個々のペプチド分子は流動性の高い脂質膜中で、基質との相補的相互作用により会合し、より密な集合体を形成することが確かめられた。LB 法によりイオン導電性薄膜で表面を修飾した電極基板上へペプチド-脂質複合膜の固定化を行い、ペプチド型信号伝達機能をもつデバイス化の確立を行った。

大環状化合物が、環状ペプチドと同様に多点水素結合によって積み重なりチューブ状に集合し、繊維状高次構造体を形成しうることが、光学顕微鏡と走査電子顕微鏡観察で確認された。集合体の形成は天然脂質の気水界面単分子膜でも起こることが確認できたので、さらに脂質二分子膜に埋め込みを行い、イオンチャネルとしての有効性を実験した。脂質二分子膜からなる小泡(リポソーム)において、金属イオンの透過が著しい促進され、信号伝達物質としての有効性が確かめられた。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 合成ペプチド、イオンチャネル、信号伝達、複合単分子膜、分子デバイス

[研究題目] 酸素透過性セラミックス薄膜の成膜プロセスの確立

[研究代表者] 飯島 高志 (スマートストラクチャー研究センター)

[研究担当者] 籠宮 功 (CREST)

[研究内容]

研究目標

酸素透過性セラミックス $\text{Ce}_{0.8}\text{Gd}_{0.2}\text{O}_{1.9}$ (GDC)-スピネル系複合体を薄膜化し、バルクよりもさらに高い酸素透過速度を得ることにより、部分酸化改質に用いる酸素分離デバイスの実現を目指す。

研究計画

GDC 多孔質基板上に GDC-スピネル系複合体薄膜をスピコーティングによって成膜し、酸素透過性薄膜を作製する。平成14年度までに得ている多孔質基板作製工程の各条件の最適化を行い、酸素透過性薄膜にとって最適な GDC 多孔質基板を作製するための適切な成膜プロセスを検討する。

年度進捗状況

最適化された GDC 多孔質基板の気孔率は38%、気孔径は $1\mu\text{m}$ 以下であった。この多孔質基板上に、GDC- CoFe_2O_4 前駆体溶液を、35回繰り返しスピコーティン

グを行うことで、多孔質基板上の気孔は薄膜によってほぼ完全に覆うことに成功した。この $\text{GDC-CoFe}_2\text{O}_4$ 薄膜の酸素透過速度は、 1000°C で $5 \mu\text{mol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ と、バルク 1mm の同測定条件の場合に比べて約20倍高い値を示すことより、酸素透過性セラミックス薄膜を実現させることは十分可能であることが判明した。以上より確立した酸素透過性セラミックスの薄膜プロセスを踏まえ、今後はその薄膜の大面积化を図るとともに、薄膜焼成条件を最適化することでより低温において、酸素透過速度の向上を目指す。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 酸素透過性セラミックス／薄膜／化学溶液法

【研究題目】 関連電子コヒーレンス制御

【研究代表者】 永長 直人

(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】 MISHENKO Andrey、小野田 勝、妹尾 仁嗣

【研究内容】

本プロジェクトでは、強相関電子系の内部自由度に潜む量子位相コヒーレンスを制御するための学理を確立することを目標としている。特に、(i) オングストロームスケールの結晶格子構造をコントロールすることでボトムアップから量子位相を設計するトポロジカルコヒーレンス制御、(ii) 量子臨界性などを利用してトップダウンで位相コヒーレンスを制御するクリティカルコヒーレンス制御、の2つの方向からのアプローチを目指す。より具体的な研究計画は、(a) 固体電子におけるベリー位相の理論的研究と、第一原理バンド計算による物質設計、(b) 高温超伝導体をはじめとする無機酸化物の磁性、超伝導、電荷秩序などのナノスケールスペクトロスコピーと量子臨界制御、(c) 有機物における絶縁体超伝導転移の研究と量子スピン液体の探索、などである。本年度の主な進捗として、以下のものが挙げられる。(1) 固体電子状態に伴うベリー位相が運動量空間における磁気単極子の構造を持つとの提案を行い、さらに SrRuO_3 で見出されている異常ホール効果の異常な振る舞いを大規模第一原理計算によりほぼ完全に再現してこれが磁気単極子によるものであることを突き止めた。(2) GaAs などの半導体においてやはりベリー位相がスピンホール効果つまり電場による散逸を伴わないスピントロニクスを生むことを理論的に予言した。(3) ポーラロン問題の数値的厳密解を求める量子モンテカルロ手法を開発し、これを自己束縛転移に適用して、角度分解光電子スペクトロスコピーなどの実験でそれがどのように観測されるかを明らかにした。これを高温超伝導体のモデルに適用し、実験をほぼ完全に再現する結果を得て、ポーラロン効果の重要性を確立した。(4) 高温超伝導体における走査型トンネル顕微鏡 (STM) によるスペクトロスコピーを

開発し、ナノスケールの空間分解能でトンネルスペクトルが取れる段階にまで到達した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 量子位相、スピントロニクス、トンネルスペクトロスコピー

【研究題目】 強相関界面エンジニアリングによるスピントンネル機能の巨大化

【研究代表者】 赤穂 博司

(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】 川崎 雅司、佐藤 弘、澤 彰仁、山田 寿一、小池 和幸

【研究内容】

本研究では、強相関遷移金属酸化物のスピン完全偏極強磁性に焦点をあて、酸化物スピントロニクス素子の構築に必要な不可欠な界面磁性の直接観察と制御技術を新たに開発するとともに、実際にデバイス構造を作製し、その特性評価を通してスピントンネル機能の巨大化を実現することを目的とする。具体的には、(1) 非線形磁気光学効果による界面磁性の研究、(2) スピン偏極 SEM による界面磁性の研究、(3) 強相関スピンドバイスプロセス技術の開発、(4) 強相関スピントンネル機能の研究、の4研究課題項目について、研究を遂行する。本研究は、本年度10月から始まった新規プロジェクトである。本年度の成果をまとめる：(1) バリア層として SrTiO_3 (STO) と LaAlO_3 (LAO) を選択し、これら絶縁体と $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ (LSMO) との界面磁性を磁化誘起第二高調波発生 (MSHG) を用いて評価した結果、LSMO/STO では界面磁性が低下することが分かった。(2) スピン偏極 SEM を用いて、表面に絶縁層を有する遷移金属酸化物単結晶のスピン状態を定量的に評価することにより、界面磁性評価手段としてのスピン偏極 SEM の性能を確認した。(3) パルスレーザ堆積法によりスピンの完全に偏極している酸化物強磁性体である LSMO と STO や LAO などのバリア層絶縁体からなるヘテロ積層膜を作製した。また、フォトリソグラフィとドライエッチング技術を用いて、数ミクロンレベルのトンネル素子を作製できる標準デバイスプロセス技術を確立した。(4) パルスレーザ堆積法および標準デバイスプロセス技術を駆使して、LSMO/バリア層絶縁/LSMO から構成されるスピントンネル接合を作製し、トンネル磁気抵抗 (TMR) 特性を評価した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 界面磁性、強相関界面エンジニアリング、スピントンネル機能

【研究題目】 新規機能創製を目指した酵素蛋白質の立体構造・触媒機構の系統的解析

【研究代表者】 長野 希美

(生命情報科学研究センター)

【研究内容】

酵素の立体構造、リガンドの化学構造、酵素とリガンドの相互作用など様々な角度から酵素の触媒機構を詳細に理解することから、その酵素に特有な阻害剤・活性化剤などをデザインすることが可能となると考えられる。しかしながら、酵素にまつわる情報学はまだ十分に整理されているとは言えない。従来の酵素の分類である酵素番号は、主に基質・産物の化学構造や触媒反応に関わる補酵素などに基づいて分類が行われており、触媒機構において重要であるタンパク質の配列情報や立体構造に関する情報が全く考慮されていないのである。他方で、タンパク質の立体構造のデータは、現在、Protein Data Bank (PDB) に2万エントリ以上、登録されているが、このうち酵素の立体構造データには、タンパク質のみならず、基質・産物・補酵素や反応中間体、あるいはそのアナログ化合物や遷移状態のアナログなど重要なリガンド情報も多数含まれており、PDB そのものが、創薬を行う際の、リード化合物に関する有用情報の宝庫となっていると考えられる。それにも関わらず、PDB などの従来の立体構造データベースでは、酵素タンパク質とリガンドとの関係がアノテーションされていない。

- (1) 構造生物学や創薬を支援する観点から、酵素とリガンドの反応部位に特に注目し、酵素立体構造の PDB データにおけるリガンドのアノテーションを行った。
- (2) 酵素触媒機構の系統的な分類までを行い、酵素触媒機構データベース・EzCatDB^{1,2}を開発している。この触媒機構の階層分類では、第1階層；基本反応(R)、第2階層；リガンドの反応部位の構造(L)、第3階層；触媒機構の種類(C)、及び第4階層；酵素側の触媒残基など(P)というように分類されている。この触媒機構分類は、従来の酵素番号による分類と比べて、酵素活性部位の構造と機能との関係を大きく反映するということが分かってきた。

References:

- (1) Nozomi Nagano. (2005). EzCatDB: The Enzyme Catalytic-Mechanism Database. Nucleic Acids Research, 33 (1) Database Issue, in press.
- (2) EzCatDB の URL : <http://mbs.cbrc.jp/EzCatDB/>

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酵素蛋白質、立体構造、触媒機構、機能分類、系統的解析、リガンド

【研究題目】 InGaN 系ヘテロ構造のプロセス制御と機能発現

【研究代表者】 奥村 元 (パワーエレクトロニクス研究センター)

【研究担当者】 沈 旭強、清水 三聡、小倉 睦郎、北村 寿朗

【研究内容】

MBE 法における成長条件依存性を明らかにしながら、

極性制御技術や表面平坦化技術等を用いて InN を含む高 In 組成 InGa_{0.9}N 混晶エピタキシャル膜の高品質を図った。

InN 膜の成長では、基板温度を最適化することでステップ構造を示す表面を得ることができた。同条件で400nm 成長させた InN エピタキシャル膜に関して、XRC 半値幅が(002)面で690arcsec、(102)面で1500arcsec程度であり、電気的特性として Hall 移動度1000cm²/Vs、キャリア密度1x10¹⁹cm³程度の値が得られたが、過去の報告例と比較して、まだ残留キャリア濃度が高く、更にバッファ層の最適化などの検討が必要と考えられる。

次に、高 In 組成 InGa_{0.9}N 混晶の成長を試み、その特性評価を行った。高 In 組成 InGa_{0.9}N 膜に対しても、成長時の膜極性のエピ膜特性に対する依存性は大きいと予想されるが、どちらの極性が有利かは定かでない。今回は、V 族極性 InGa_{0.9}N 膜の成長を試みた。成長中の In/(In+Ga) flux 比を変化させた試料に対して、XRD 測定により、In/(In+Ga) flux 比=1.00~0.81までは、得られた InGa_{0.9}N 膜の In 組成はほぼフラックス比と同等になることが確認されたが、それ以下の In/(In+Ga) flux 比においては組成分離が確認され、成長条件、特に成長温度などの最適化が必要であることがわかった。これらの InGa_{0.9}N エピ膜の PL 測定において、すべてのサンプルから発光が観測され、その発光ピーク位置が In 組成減少とともに高エネルギー側にシフトしていることが確認された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 窒化物半導体、MBE、InN

【研究題目】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 (シクロデキストリン分子認識による汚染物質の除去・計測技術開発)

【研究代表者】 上榎 勇 (環境管理研究部門)

【研究担当者】 上榎 勇、高橋 信行

【研究内容】

金属製品や電子部品などの製造工程における排水中に含まれる有機塩素化合物等の有害物質を安価かつ効率的に除去するため、有効な新規吸着材の調製、それを用いた除去・回収処理装置の製作、及びその効果を計測する技術の開発を行い、事業所における廃水管理及び一般水質環境の保全に資する。このため、シクロデキストリンを用いた分子選択性を有する新規吸着材の調製、それを用いた吸着処理プロセス及び促進酸化法による分解法の開発を行う。

有機塩素系化合物処理用吸着材の開発については、カルボキシル基を有するグルクロニルグルコシル-シクロデキストリンを、アミノ基を表面に有する様々な固体粒子に縮合結合させた。調製した吸着材を用いて、環境基準の100倍濃度のトリクロロエチレン水溶液やテトラク

ロロエチレン水溶液に対する吸着試験を行い、吸着性能を評価した。市販品のエピクロロヒドリン架橋型シクロデキストリンポリマーよりも高い吸着除去率を示す吸着材の調製に成功し、特許出願した。促進酸化分解条件の検討では、クロロフェノール類の酸素バッキによる揮散効果を検討した結果、塩素数が多いほど揮散の割合が高いことが分かった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 シクロデキストリン、吸着材、有機塩素系化合物、促進酸化分解

【研究 題目】 製品 LCA の分析手法とデータ開示方法の検討及び3R-LCA 手法の開発

【研究代表者】 八木田 浩史（ライフサイクルアセスメント研究センター）

【研究担当者】 田原 聖隆、尾上 俊雄、山口 雅教

【研究 内容】

（目標）

既存の製品 LCA データの収集、分析手法の整理およびデータ開示方法を検討する。各使用済み製品について公表されている既存の LCA 研究結果を収集し、既存の手法を整理するとともに、結果との関係について分析する。

（研究計画）

既存の製品 LCA における、微細なデータのカットオフ並びに併産物がある場合の配分等のデータ処理方法の整理を行う。特に、製品に共通で重要な工程、並びにそれぞれの製品に特殊であるが他製品の LCA の実施に参考となる工程を抽出し、それらを特記することで今後の LCA の普及に資するデータ作成方法について検討する。廃プラスチック、使用済み自動車、使用済み家電等の各使用済み製品について公表されている既存の LCA 研究結果を収集し、既存の手法を整理するとともに、結果との関係を分析する。インベントリ分析を実施する手法を整理する。

（年度進捗状況）

製品 LCA の分析手法およびデータ開示方法を検討するにあたり、JOIS データベース（(独)科学技術振興機構）、各種調査報告書、企業環境報告書、ホームページ、エコリーフ環境ラベル（(社)産業環境管理協会）などを対象として、文献情報の抽出を行った。

使用済み製品の LCA 分析手法を検討するにあたり、JOIS データベース（(独)科学技術振興機構）、廃棄物・リサイクル情報検索表（(財)クリーン・ジャパン・センター）、技術情報データベース（(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構）、各種調査報告書などを対象として、文献情報の抽出を行った。

抽出した文献情報に関して、書誌事項、目的及び調査範囲（調査目的、対象製品システム、機能/機能単位、システム境界など）、ライフサイクルインベントリ分析

（データ収集、システム境界とデータ収集、データ処理、リサイクルの評価など）、ライフサイクル影響評価、ライフサイクル解釈、開示方法および開示データ（例示）の項目について整理した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 LCA、インベントリ分析、データ開示方法

【研究 題目】 平成15年度次世代ソフトウェア開発事業（組織内およびインターネット上の遊休 PC を用いた大規模並列計算のためのミドルウェア）

【研究代表者】 首藤 一幸（グリッド研究センター）

【研究担当者】 首藤 一幸

【研究 内容】

本研究では、大量の計算が必要な問題を抱えたミドルウェア利用者が、自らの管理する遊休 PC 群や、インターネット上で募集した遊休 PC 群を用いて、少ない時間で、自ら記述した応用プログラムを分散実行できるためのソフトウェアを開発し、実用化を目指している。今年度は組織内利用での実用性向上とインターネット上での分散計算の達成を行った。具体的には、以下の機能開発を行った。複数の異なる資源利用者が投入した複数のアプリケーションプログラムを並行実行できるような複数ジョブ管理機能。遊休 PC 提供者が実行するアプリケーションプログラムを自ら選べるようにするジョブ選択機能。任意の並列処理を記述し本ミドルウェア上で実行できるようにメッセージパッシングライブラリを準備。遊休 PC の提供者が虚偽の計算結果を申告してくる場合を想定しその防止のための虚偽の計算結果検出機能、当機能が不要な場合は虚偽検出機能の無効化、将来現れるかもしれない方法を本ミドルウェアでサポートするために虚偽検出機能の切り替え。他にも、どの計算機でどのアプリケーションが実行されているのか一度に視認するジョブモニタ、タイムアウト管理機能、ジョブ入力ファイル管理機能、インストール支援と自動更新機能などを開発した。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 遊休 PC、ミドルウェア

【研究 題目】 地雷探知センサ運用移動装置の研究開発

【研究代表者】 小森谷 清

【研究担当者】 小森谷 清、安達 弘典、柴田 崇徳

【研究 内容】

効率的で高精度な地雷探知のためには、地雷探知センサヘッドを広範囲にわたり高精度に位置・姿勢制御を行う必要がある。さらに、地雷原に立ち入っての探知作業が可能になれば、飛躍的な効率向上が期待できる。これを実現するためには、地雷探知センサシステムを搭載し、地雷を踏んでも起爆させることなく移動ができる地雷探

知車両の開発が必要である。本年度の目標は、移動機構のプロトタイプを試作である。試作機の仕様は、実際に搭載予定の地雷探知センサヘッドを駆動するコンピュータシステムを想定した大きさ、およびペイロードを確保し、小型の対人地雷を踏んでも起爆させないことである。市販の低圧タイヤの接地圧特性試験の結果から、質量を200kg程度と想定した場合、8輪で車重を支えることで地雷の起爆を防げることが明らかになった。これを実現するために、エネルギー（電力）は外部から供給し、4輪自動車の各輪をダブルタイヤとする構成の試作機を製作した。自由度は、後輪の駆動と前輪のステアリングの2自由度とするとともに、地面の凹凸に倣うために前部の移動機構に受動関節を導入した。試作機の大きさは全長245cm、全幅160cm、全高90cmで質量は200kgである。模擬地雷を用いて試作機の移動実験を行い、小型の地雷（Type72）を起爆させないことを確認した。

【分野名】情報通信

【キーワード】対人地雷、地雷探知、低圧タイヤ、接地圧力

【研究題目】自律型無人ヘリコプターの研究開発

【研究代表者】小森谷 清（知能システム研究部門）

【研究担当者】森川 泰、安達 弘典

【研究内容】

震災など大災害が発生した場合にすぐさま現場に持ち込めて、地上から到達不可能な地域も含めて災害現場の画像情報等を収集出来、迅速かつ効率的な救助活動の支援に供することが可能な小型の自律型無人ヘリコプターの開発を目標として研究を進めた。自律型無人ヘリコプターの試作機は市販のラジコンヘリコプターをベースとし、小型コンピュータや高精度GPS、慣性航法装置、ステレオビジョンシステムなどを組み込むことによって製作した。試作機はメインローター径約1.5m、重量約8kgの機体となった。重量の内訳はヘリコプター本体の重量が約5kgで搭載機器が約3kgである。ラジコンヘリコプターはホビー用のものでありどれだけの搭載能力があるか不明であったので実験を行った結果、5kg以上の搭載能力があることが明らかになり、3kgの搭載物を搭載した場合の飛行時間は9分程度であることが分かった。また、各搭載機器の動作確認実験を行い、基本的性能を確認した。搭載するステレオビジョンシステムは自律飛行する為の航法センサーであるとともに災害現場の情報を収集する為のセンサーでもある。そこで実際に情報収集が可能か実験を行った。実験では実験機をマニュアル操縦で3m程度の高度でホバリングさせ、上空から地上の対象物をデジタルカメラで撮影し立体画像情報の取得を行った。その結果、上空から地上の三次元情報を取得可能ことが明らかとなった。

【分野名】情報通信

【キーワード】UAV、ヘリコプター、自動制御

【研究題目】大都市大震災軽減化特別プロジェクト
大深度ボーリング試料による地質年代調査

【研究代表者】柳沢 幸夫（地球科学情報研究部門）

【研究担当者】柳沢 幸夫、高橋 雅紀、渡辺 真人、木村 克己、田中裕一郎（職員5名）

【研究内容】

文部科学省による大都市大震災軽減化特別プロジェクト(I)地震動（強い揺れ）の予測「大都市圏地殻構造調査研究」の委託研究一環として、独立行政法人防災科学技術研究所は、5年計画で大都市圏（首都圏および近畿圏）の平野部において、堆積層を貫き地震基盤に達する大深度ボーリング掘削を行い、地震時の強振動予測のための地下地質構造モデルを作成する研究を実施している。地球科学情報研究部門では、再委託研究として、大都市圏の大深度ボーリング試料について、微化石分析により地層の地質年代を明らかにし、あわせて地表地質と統合することにより、平野下の地下地質構造の解釈に資する研究を実施した。研究2年度にあたる平成15年度には、神奈川県山北町において掘削されたボーリング（深度2,000m）の岩相及び年代調査と周辺に露出する地層の地質学的検討を行った。その結果、このコアでは、箱根古期外輪山噴出物から掘りはじめ、その基盤と考えられる第四系までを掘抜いたことが明らかになった。これにより、首都圏南西部における深部地質構造モデルを構築するための基礎データが得られた。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地震防災、都市地質、地質年代

【研究題目】人間中心の知的情報アクセス技術

【研究代表者】橋田 浩一

【研究担当者】中島 秀之、東 晴彦、車谷 浩一、野田五十樹、幸島 明男、和泉 潔、松尾 豊、伊藤日出男、山本 吉伸、西村 拓一、森 彰、橋本 政朋、和泉 憲明、須崎 有康、伊藤 克亘、本村 陽一、原 功、鍛冶 良作、山下 倫央、篠田 孝祐、平塚 誠良、太田 正幸

【研究内容】

意味と状況の理解を人間と人工物との間で共有する方法を技術的に具体化することによって人間中心の高度な知的情報アクセス環境を実現する技術を研究する。すなわち、知的コンテンツ（意味構造を明示した情報コンテンツ）を作成する作業のコストを抑制し、また知的コンテンツに基づく情報サービスの品質を高めるために、構造化作業およびコンテンツ利用者である人間に適合した情報処理技術とインタフェースについて研究する。今年度の進捗は次の通り。

・意味構造化によってコンテンツの品質を向上させ作成

コストを低減させるコンテンツ作成法（セマンティックオーサリング）を考案した。

- Web ブラウザにおけるユーザの指示を解釈して複数の Web ページの間を意味的に関係付ける WebSLIT 技術を開発した。
- 部分的な解析結果を含む入力を受理する統語解析プログラムを作成した。
- 意味構造の利用によって情報検索の効率が倍増することを明らかにした。
- Web 上の情報から人間関係を抽出するシステムを開発した。
- 位置情報を用いてユーザの状況を推測して適切な情報支援を行なうシステム（CONSORTS）を設計・実装した。
- 会議コンテンツの作成支援とアノテーションによって人間の実世界活動から知的コンテンツを生成可能にした。
- 携帯端末上での音声インタフェースによって知的コンテンツにアクセスするための自然言語対話技術を開発した。
- 顔情報計測システムを用いて Web コンテンツ閲覧時のユーザの顔・視線の動き情報を計測・応用するシステムの開発を進めた。
- 記号的統計モデリング言語 PRISM の探索速度とメモリ効率を大幅に向上させた。

【分野名】情報通信

【キーワード】知的コンテンツ、意味構造化、ユーザモデル

【研究題目】平成15年度新たな炭素材料を用いた環境計測機器の開発

【研究代表者】大串 秀世

（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当者】藤森 直治、大串 秀世、山田 貴壽
（職員3名）

【研究内容】

放射性同位元素の代わりにダイヤモンドやカーボンナノチューブを用いて、十分な強度の電子線が得られ、さらに大気中に電子線を取り出せる電子線源を開発する。また同様の電子放出源を利用したX線源も開発する。この電子線源とX線源を備え、捕集量が少ないエアロゾル（PM2.5を含む）に対して、精密な質量濃度測定と同時に、蛍光X線法による成分分析も可能とする装置を開発することを目的とする。

原子レベルで平坦な高品質ダイヤモンド薄膜をマイクロ波プラズマ CVD 法で作製する。次に、そのダイヤモンド薄膜に反応プラズマエッチングなどのナノファブリケーションを施し、電界放出型電子源として構築する。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド半導体、電子放出、電子線

源、X線源

【研究題目】メタンハイドレート資源開発研究
資源量評価

メタンハイドレート集積メカニズムの解明に関する研究（バイオマーカー分析によるメタン菌の活動記録の解析及びメタンガス生成の解明）

【研究代表者】坂田 将（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】坂田 将、棚橋 学、吉岡 秀佳、
大庭 雅寛、鎌形 洋一、古宮 正利

【研究内容】

メタン菌細胞試料を用いて特徴的なエーテル脂質 BM（バイオマーカー）を分析する方法を確立し、基礎試錐「南海トラフ」等堆積物試料中の同 BM を存在状態別（複合態と遊離態）に分析することに成功した。培養実験からメタン菌の生息が確認されている茂原・中条水溶性ガス田スラッジ試料からも複合態のエーテル脂質を検出した。一方、基礎試錐試料、スラッジ試料について、メタン菌に特徴的な炭化水素 BM とされるペンタメチルイコサンやその不飽和物の測定を試みたが、検出限界以下であった。

メタンの安定同位体比から起源を評価する地化学的手法の問題点を検討するため、水素資化性で水溶性天然ガス鹹水中にも生息するメタン菌 *Methanobacterium thermoautotrophicus* を水素分圧の異なる条件で培養し、メタン生成に伴う水素同位体分別を測定した。水素分圧が高い培養条件（純粋系、水温摂氏55度）では、水素の同位体分別係数〔メタンの D/H 比を培養水の D/H 比で割った値〕は0.70から0.72の範囲であり、培養時間（成長段階）の進行とともに減少する傾向が見られた。一方、水素分圧が低く自然をより忠実に模擬した培養条件（共生系、水温摂氏55度）ではこの係数の値が0.725であり、水素濃度が高い系での値との差が小さいと判明した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】メタン菌、バイオマーカー、同位体分別

【研究題目】H15年度「メタンハイドレート資源開発
資源量評価」（地化学探査手法の適用検討・開発）

【研究代表者】棚橋 学（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】棚橋 学、坂田 将、松林 修、
森田 澄人、池原 研、金子 信行

【研究内容】

東海沖海域海底の地質・海水試料の分析と解析、および地質地化学総合解釈として、H15年度環境ベースライン調査（東海沖海域）で取得される堆積物、底質および海水試料の分析・解析及び地質地化学総合解釈・堆積物の堆積地質学的分析・解析を実施する。地化学調査のメ

タンハイドレート賦存域抽出への適用検討として、メタンハイドレート濃集に関連する地化学現象を検討し、メタンハイドレート賦存域の推定を行う。地層温度測定データ解析技術の開発として、坑井内高精度地層温度測定データの地質学的・地球物理学的モデリングによる解析評価技術を開発した。特に、坑井内泥水による熱対流の影響評価、その補正方法について検討を行った。

(1) 東海沖海域海底の地質・海水試料の分析と解析、および地質地化学総合解釈

H15年度環境ベースライン調査（東海沖海域）で取得された堆積物、底質および海水試料の分析・解析及び地質地化学総合解釈・堆積物の堆積地質学的分析・解析を実施した。

H15年度基礎試錐で取得された堆積物について分析のための試料採取、および予察的分析を船上にて実施した。

(2) 地化学調査のメタンハイドレート賦存域抽出への適用検討

メタンハイドレート濃集に関連する地化学現象を検討し、メタンハイドレート賦存域の推定を行った。

(3) 地層温度測定データ解析技術の開発

坑井内高精度地層温度測定データの地質学的・地球物理学的モデリングによる解析評価技術を開発した。特に、坑井内泥水による熱対流の影響評価、その補正方法について検討を行った。

【分野名】環境エネルギー

【キーワード】メタンガスハイドレート、南海トラフ

【研究題目】6軸反力計測フットウェア及び動作自動生成モデルの試作評価

【研究代表者】持丸 正明

(デジタルヒューマン研究ラボ)

【研究担当者】加賀美 聡、持丸 正明

【研究内容】

我が国の産業力強化の観点から、開発リードタイム短縮化の重要性が指摘され、また高齢化が急速に進む中で、高齢者を含む生活者にフィットした製品の提供による質の高い生活が望まれている。このため、個人の人体特性に適合した製品設計のためのデジタルヒューマン開発に必要な、人体ダイナミクス特性を、精度良く、かつ簡便に計測するための機械システムを試作するとともに、動作自動生成デジタルヒューマン実用化の可能性を検討することが必要である。デジタルヒューマンは、現在、主として人体寸法を中心に開発されており、さまざまな体型の人間の合成ができることが利点となっているが、実際の人間はさまざまな動作をし、それに伴って操作力が発生したり、重心が不安定になって転倒したりする。このようなダイナミクスを模擬できるデジタルヒューマンは、ニーズは高いものの実用化されていない。人体ダイナミクス特性を生体から推定する方法としては、各個人

について人体表面形状と医用断層画像を取得し、それを合理的に節に分割した上で、積分によって節ごとの重量や重心位置、慣性モーメントを計算するのが一般的である。しかし、実際の人間の関節は、デジタルヒューマンのモデルのような剛体リンクではなく、どこで切断すれば、モデルに一致するデータが得られるかは不明である。ここでは、従来の生体計測とは発想を異にする動力学的なアプローチで、個人の人体ダイナミクス特性を計測する方法を研究する。すなわち、最初から、デジタルヒューマンモデルを仮定して、そのモデルにおいて動力学的な拘束を満足するような、モデル体節の人体ダイナミクス特性を最適化する。また、そのための計測機械システムを試作し、さらにその計測結果を用いて動作自動生成モデルの試作も行う。本方法が確立されれば、個人の運動特性に適合する機械システムのデジタル設計による製品開発が可能となる。

【分野名】情報通信

【キーワード】人体運動、ヒューマノイドロボット、デジタルヒューマン

【研究題目】ワカサギ越夏にかかわる水質環境について

【研究代表者】山室 真澄（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】石飛 裕（島根県保健環境科学研究所・湖沼環境担当主査）・神谷 宏（島根県保健環境科学研究所・水環境科・主任研究員）・平塚 純一（島根野生生物研究会・会員）

【研究内容】

宍道湖のワカサギは山陰地方の代表的な冬の味覚であるが、猛暑渇水だった平成6年（1994年）夏に幼魚が大量に斃死して以来、漁獲量は激減したままであった。このため宍道湖漁協は資源量回復を目的に、2000年まで網走湖産等の発眼卵を大量に導入したが効果はなく、逆に日本の南限種である宍道湖個体群に遺伝的な攪乱が起きる可能性を指摘されたため導入を中止し、2003年1月からは禁漁区の設定や産卵場でのシジミ漁を禁ずるなどにより資源量の回復を図っていた。

宍道湖漁協が方針を転換した2003年の6月と7月に、近年にない大量のワカサギ幼魚が宍道湖東部で漁獲された。そこで宍道湖漁協は、孵化成長した個体群の動向を探るため、特に問題とされる夏季の水質環境の調査を企画し、研究代表者が受託することになった。受託にあたっては、宍道湖の水理・水質・生態研究に実績のある島根県保健環境科学研究所に協力を求め、気象変化を考慮して2003年及び2004年の夏季に計2回調査を行い、合わせて生育状況の聞き取り調査を毎月行った。その結果、宍道湖のワカサギは、大量斃死が起きるような高水温にならなくても夏季には成長が止まり個体数が大きく減少することと、同様に産卵期の保護を行った2003年と2004年では、

2004年のほうが夏季の水温が高かったにもかかわらず、冬季の漁獲量が増加傾向にあることが分かった。

これらの事実は、宍道湖で産卵孵化が行われ多数の幼魚が生育すれば、夏季の損耗があつたとしても残存個体群による漁獲が可能であることを示す。従つてワカサギ漁の復活を図るならば、今後もさらに産卵期の保護を徹底すべきである。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】ワカサギ、水温、塩分、遺伝的攪乱

【研究 題目】英虞湾の水—底泥表面間における物質循環に関する研究

【研究代表者】左山 幹雄（環境管理研究部門）

【研究担当者】左山 幹雄

【研究 内容】

三重県科学技術振興センター水産研究部が中核機関となって実施する、科学技術振興事業団の地域結集型共同研究事業「閉鎖性海域における環境創生プロジェクト」では、英虞湾の環境動態シミュレーションモデルの開発を目標のひとつとしている。その一環として行われる「英虞湾の堆積物表層における有機汚濁物質の分解・無機化過程に関する研究」に必要な現場調査について、機器を提供し調査手法を指導するとともに、得られた数値データの取りまとめと解説を行った。また、これまで自分達で開発してきた沿岸堆積物表層の物質循環モデルを説明し、英虞湾の環境動態シミュレーションモデルの開発に協力した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】沿岸堆積物、物質循環モデル

【研究 題目】黒鉛材料等の構造解析

【研究代表者】安達 芳雄（基礎素材研究部門）

【研究担当者】安達 芳雄、西久保桂子

【研究 内容】

リチウムイオン二次電池が上市され、10年が経過した。この間のリチウムイオン二次電池の容量増加は著しく、特に負極材料の改良によるところが大きい。三井鉱山（株）では天然黒鉛を基材とし、その表面を CVD 炭素で被覆した黒鉛／炭素複合型負極材料を開発してきた。本研究においては、等方性炭素、および等方性炭素を CVD 炭素で被覆した負極材料について、充電途中、およびフル充電の7Li-NMR スペクトルの測定を行い、負極材表面でのリチウムイオンの等方性炭素への析出の様子から等方性炭素の構造について考察した。

等方性炭素の7Li-NMR のスペクトルでは、室温では充電途中で1.57ppm にフル充電では100ppm ほどにピークが観測される。これは充電量が増えてくると炭素層間中以外に等方性炭素のマイクロポアに金属リチウムのクラスターが生成し、この2種類のサイトの Li 原子が共鳴周波数（約100MHz）よりも早く交換していることを示

している。そこで、炭素層間中の7Li のピーク値である1.57ppm と金属リチウムの262ppm の値に、それぞれの存在割合を掛けて75.92ppm とすれば金属リチウムクラスターの割合を算出できる。その結果、等方性炭素では約28.5%、CVD 被覆等方性炭素では約30%が金属リチウムクラスターと推測された。このことから、等方性炭素では約28.5%のマイクロポアが存在すると考察された。

【分 野 名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】リチウムイオン二次電池、7Li-NMR、炭素

【研究 題目】3次元計測装置のトレーサビリティに関する研究

【研究代表者】高辻 利之

【研究担当者】黒澤 富蔵（計量標準研究部門）

【研究 内容】

人体形状計測装置を使った計測結果に対して、いかにしてトレーサビリティを確保するかについて調査研究を行った。

まず始めに現状についての調査を行った。具体的な調査項目は、現在どのような手法が使われているか、計量標準および工業標準についてはどのような制度・規格があるのか、および不確かさの算出方法及び関連の工業標準規格についてである。

次に実際に測定結果にトレーサビリティを確保する方法の提案を行った。具体的には、装置のセッティングにトレーサブルなゲージを使い、装置のセッティングによる影響を評価し、さらに環境による影響を評価することなどである。

さらに精度評価の方法について提案を行った。実際使用するゲージとしては、測定対象に近い形状を持つゲージとシンプルな幾何学形状を持つゲージが考えられる。また実際に市販されているゲージについても調査を行った。非接触式測定機の場合、ゲージの色や表面状態が大きな誤差要因となるため、この点についても検討した。

最後に得られた結果の不確かさを算出する方法についても考察し、トレーサブルな測定を行う手順としてまとめた。

【分 野 名】標準

【キーワード】トレーサビリティ、人体形状計測、3次元形状計測

【研究 題目】水素安全利用等共通基盤技術開発—水素に関する共通基盤技術開発—水素用材料基礎物性の研究—水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料の基礎物性評価

【研究代表者】福山 誠司（基礎素材研究部門）

【研究担当者】福山 誠司、安 白、横川 清志、瀧口 邦子

【研究内容】

目的：水素を安全に利用するための技術開発を行うと共に、安全性の確保を前提とした燃料電池に係わる包括的な規制の再点検に資する各種材料の技術開発や特性データ取得を行い、民間事業者等が主体となって行う技術基準案や例示基準案の作成等につなげる。

研究計画：今まで行ってきた高圧ガス下での材料試験装置開発の経験を踏まえ、原型モデルである70MPa 級水素特性簡易試験機をベースに、後期から実施する予定の70MPa 級高圧下試験のための、圧力シールの構造再検討、試験機改造や試験方法の提案、検証を進める。平成15年度は、特に、35MPa 級の高圧水素ガス環境下での材料基礎物性値の試験機間での再現性、試験法の妥当性を検討する。

研究進捗状況：オーステナイト系ステンレス鋼である SUS304、SUS316、SUS316L および SUS316LN、アルミ合金である A6061-T6 および低合金鋼である SCM440 について室温、70MPa までのアルゴン中および水素中で引張試験を行い、水素環境脆化に及ぼす水素圧の影響を検討した。また、100MPa 級水素特性試験装置の開発を検討した。

① 70MPa での水素脆化評価

(1) 圧力平衡器を有する高圧水素雰囲気中材料試験装置は摩擦力があるにもかかわらず試験片に負荷される荷重を十分測定できることが認められた。

(2) SUS304、SUS316、SUS316L および SUS316LN の水素環境脆化は、水素圧の増加と共に増加した。水素中では、SUS304、SUS316、SUS316L および SUS316LN では歪み誘起マルテンサイトラシに沿った脆性的な粒内破面が観察された。A6061-T6 では70MPa 水素中とアルゴン中の引張性質に差異は認められなかったが、SCM440の水素環境脆化は大きかった。

② 100MPa 級水素特性試験装置の開発

(1) 特許出願しているフリーピストン型の90MPa 水素特性試験装置を開発中である。

【分野名】環境・エネルギー、社会基盤（標準）

【キーワード】データベース、金属材料、引張性質、室温、高圧水素

【研究題目】革新的“界面制御鋳ぐるみ”プロセスによる掘削用新規超硬ビットの実用化研究開発

【研究代表者】岡田 三郎（基礎素材研究部門）

【研究担当者】宮内 秀和、今出 政明

【研究内容】

本プロジェクトで開発している超硬チップは、WC（タングステンカーバイド）と Co（コバルト）の複合材料であるが、チップの内部に含まれる WC や Co の分散状況によって強度に大きな違いが発生する。このため、

製品の信頼性を向上させることを目的として、超硬チップの超音波伝搬波形を測定し、非破壊方式による Co の分散量や WC の平均粒径の測定法を検討した。

Co の分散量測定においては、焦点型超音波プローブを二次元走査しながら超硬チップの底面反射波を測定し、超硬チップの音速と分散粒子の体積率に相関関係があることを利用して、超硬チップの音速から Co 含有率の二次元分布を求めた。その結果、Co の含有率は、±3%以下の誤差で測定できることが明らかになった。WC の平均粒径測定においては、複合材料を透過した超音波のパルスの幅が平均粒子径の増加とともに増加することを利用して、超硬チップを透過した超音波の伝搬時間および波形の歪みを解析することにより、刃先を高靱性化した超硬チップの WC 粒子の粒径を非破壊評価する方法を提案した。WC 粒径を推定した結果、20%以下の測定誤差で定量的に測定できることが明らかになった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】超音波、非破壊検査、含有率

【研究題目】Development and evaluation of an electron-ion coincidence analyzer using a compact polar-angle-resolved time-of-flight ion mass spectrometer with four concentric anodes

【研究代表者】小林 英一（計量標準研究部門）

【研究内容】

2003年8月25日から29日にわたってアメリカ合衆国サンフランシスコで開催された8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2003) (放射光機器国際会議)へ出席し、新しく開発した電子-イオンコインシデンス分光法についての研究成果の発表を行った。また放射光を利用した新しい分析技術の開発動向についての調査を行った。ナノスケール領域の現象の観測や超高速現象を実時間測定する研究に関する報告例が目立った。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】放射光、表面分析、光電子分光、イオン分光

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（軽金属の省エネルギー型高効率射出成形加工技術の開発）

【研究代表者】三輪 謙治（基礎素材研究部門）

【研究担当者】三輪 謙治、安江 和夫、阪口 康司、田村 卓也

【研究内容】

（目標及び研究計画）

アルミニウム合金、マグネシウム合金等の軽金属の成形加工において、ランナレス化により、成形後に除去する不要部分を減らして、材料歩留りを向上し、また、セ

ミソリッドプロセスを利用して、製品品質の向上を図ると共に、省エネルギーにも貢献する射出成形加工技術（「ランナレス射出成形法」）を開発する。平成15年度は、ランナレス成形機と同じシステムを持つセミソリッド試験機を試作し、固液共存状態における成形加工条件の調査を行うこととした。素材インゴット丸棒を挿入容器に入れ、これが射出シリンダー（加熱筒）直下に移動し、加圧ピストン（最大10トン）により下方より射出シリンダーを経て金型へ圧入されるようになっている。金型は射出シリンダーの上部に設置され、28トンの型締力で固定され、素材充填後、2本の15φ×100Lの試験片に成形される。試験片の引張強度等の機械的性質を測定し、その試験片が得られた固液共存状態の成形加工条件（射出シリンダーの各部温度、固相率、加圧力、金型真空度）との関係を明らかにすることを目的とした。

（年度進捗状況）

昨年度試作したランナレス成形機と同じシステムを持つセミソリッド試験機を用いて、固液共存状態における成形加工条件の調査をおこなった。それに先立ち、セミソリッド試験機内の精密な温度制御技術を確立した。特に、マグネシウム合金のセミソリッド成形加工のためには、射出シリンダー内の温度分布を均一にすることが最も重要であるが、連続したシリンダー空間内で400～600℃までの温度制御をスムーズに行う条件を見出した。また、TP材を成形加工する中で、機械的特性に大きな影響を及ぼす鑄造欠陥対策が重要であった。これに対する大きな因子としては、金型内真空化と鑄造方案であることがわかった。

金型内真空化は、本年度に追加で装備したが、真空漏れ対策に手を焼いた。本来は、真空用金型として設備しないと、真空漏れ対策にエネルギーが割かれてしまう。金型真空化の効果については、真空化が完全ではないので、十分な効果は把握できなかったが、ある程度の知見は得られた。

鑄造方案については、樹脂の成形方案をそのまま踏襲して行った。アルミニウム合金に対しては問題ないが、マグネシウム合金のように凝固し易い合金に対しては、成形条件が非常に厳しくなることがわかった。特に、ランナー・ゲート部の抜熱を最小限に押さえる方案にしないと、そこで凝固が制約されてしまい、金型内への十分な流動性が確保できない。このため、TP材中に大きな鑄造欠陥が残留してしまい、当初の特性が期待できなくなる。

渦巻き式の流動性試験からは、固相率が約50%あっても、液体状態と同等の流動性が得られることがわかった。

その他、成形加工材の特性には、酸化物の影響が大きいことがわかった。この影響をなくすためには、成形加工プロセスのみならず、使用するインゴット素材の清浄度を吟味することが重要である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 セミソリッド成形加工、鑄型充填性、マグネシウム合金、ランナレス成形、流動長

【研究題目】 高純度基準物質の開発に関する研究

【研究代表者】 川原 順一

【研究担当者】 小林 慶規（計量標準研究部門）

【研究内容】

米国・ロスアンゼルス郊外で2004年3月28日から4月1日にかけて開催された第227回米国化学会全米大会に参加し、有機化学部門主催の“分子認識と自己集合”のシンポジウムにおいて“種々の溶媒中におけるフタル酸およびフタル酸モノエチルの分子挙動”の演題でオラル発表を行った。その大略は次の通りである。「分析 HPLC およびその時間分解測定から、フタル酸およびフタル酸モノエチルはそれらをよく溶かす種々の溶媒下で、実は分子会合体を形成していることが示唆された。それに対しフタル酸ジエチルについてはどの条件下でも会合体の形成は示唆されなかった。この会合体形成は単量体分子間の水素結合形成によるものと推定される。これまでフタル酸やフタル酸エステル類の溶液中における会合や分子集合を示唆する報告は一切存在しないことから、簡単な構造の有機分子の自己集合によるナノ構造体構築の可能性例として興味深い。」有機化学部門は他に、新しい反応と方法論、生体模倣化学、複素環と芳香族、天然産物、酵素阻害剤とアナログ、タンパク質や核酸など、材料やデバイス、全合成や不斉合成、金属により仲介される反応、コンビナトリアル化学、等に関するシンポジウムを主催していた。また、大会全体としての最大の眼目はナノサイエンスであったように思う。各部門で関連するシンポジウムが開かれるとともに、会長主催で、「ナノテクノロジーが我々の将来をどのように変えるか」に関するコロキウムや「大学やベンチャーそして大企業におけるナノテクノロジーの事業化」に関するシンポジウムなどが開かれていた。

【分野名】 標準

【キーワード】 分析 HPLC、分子会合体、フタル酸

【研究題目】 量子ナノ金属粒子—絶縁体複合材料の超高速非線形光—光制御の研究

【研究代表者】 中村 新男（名古屋大学）

【研究担当者】 村上 純一（基礎素材研究部門サブテーマリーダー）、多井 豊

外部協力者：越智 康博（名古屋工業大学学生）

【研究内容】

目標：微粒子の非線形光学特性の量子サイズ効果を明らかにするために、サブナノメートルのサイズで単一の大きさを有する金ナノクラスターを作製することを第一の目標とした。さらにそれらのナノクラスターを埋め込

んだ透明材料の作製技術を開発することも目標とした。
研究方法：クラスターを作製するときの温度等の条件を詳細に検討してサイズ分布の狭いクラスターをまず作製した。さらに、そのクラスターの溶液に分別沈殿法を適用してサイズを厳密に制御したクラスターを得た。これらのプロセスでは、Matrix-Assisted Laser Desorption-Ionization (MALDI) 法を用いてサイズを評価しながらそれをクラスター作製、サイズ選別にフィードバックするという方法を取った。

結果：上記の方法により、28、42、71、142個の金原子からなる単一サイズ金ナノクラスターを単離することに成功した。また、その結果、単一サイズの金ナノクラスターの光吸収スペクトルの測定が可能となり、金ナノクラスターは構成原子数が百個程度以上で金属的性質を示すことが明らかとなった。さらにまた、それらナノクラスターの非線形感受率の測定も可能となった。

クラスターを埋め込んだ材料の開発については、上記単一サイズの金ナノクラスターをシリカエアロゲル等の細孔に分散・担持した透明材料の開発に成功した。さらにまた、あらかじめ水溶性の保護剤を有するナノクラスターを作製しておき、それをエアロゲル作製時に添加してやることで、ナノクラスターを分散した材料を効率よく短時間で作製する技術も開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 金クラスター、MALDI、非線形光学特性、量子サイズ効果

【研究題目】 DUP 石炭灰煉瓦に関する研究

【研究代表者】 木村 邦夫（基礎素材研究部門）

【研究担当者】 木村 邦夫、山田 則行、恒松 絹江

【研究内容】

産学官共同研究「スループットを最大化する住空間システム」では、生活の豊かさ W (Welfare) と環境負荷 D (Environmental Damage) の差をスループット T (Throughput) と定義し、CREST で開発した分散型アンボンドプレストレス理論を用いた乾式工法 (SRB-DUP) による煉瓦造住宅で以て、スループットを最大化する住空間システムを構築することを目的としている。これを実現するために、本研究を担当し、SRB-DUP 石炭灰煉瓦の製造に関して検討した。

石炭灰の種類、混合割合等の調合設定を行うための前年度の実験試料（石炭火力発電所の石炭灰、各種粘土等）にさらに産業副産物等を加え、原料物性測定、石炭灰配合試料の焼成試験を行った。また、共同研究企業で焼成された角柱試料23種類について、吸水率・圧縮強度・焼成収縮率・色調・可視光領域の反射率・研削エネルギー等の物性を測定した。この中から、4種類の配合を選択し、実寸法の SRB-DUP 石炭灰煉瓦を共同研究企業で試作し、上記物性を測定し、最終配合比を決定した。今後、カラーバリエーションおよび品質の安定性を

確認する。また、SRB-DUP 煉瓦の工業化生産ラインのプロトタイプとしての可能性を検証する。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 石炭灰、産業副産物、煉瓦、煉瓦造住宅、カラーバリエーション

【研究題目】 ロストコアを用いた自動車用中空部品の成型に関する研究

【中項目名】 成形金型への金属オキシカーバイドコーティングに関する研究

【研究代表者】 門 哲男（基礎素材研究部門）

【研究担当者】 門 哲男、福田 哲久

【研究内容】

反応性スパッタリング法により、モリブデンオキシカーバイドのコーティングを金型インサートパンチと同じ材料の平板 SKH55鋼に行い、密着性の高い製膜条件について調べた。負バイアスを大きくすれば、皮膜を形成する結晶の (110) 配向性が向上し、ビッカース硬度が向上するという知見が得られた。被膜のビッカース硬度は20GPa 以上であり、スクラッチテストによる密着性の評価では、Ar/CO₂の流量比が6/2の条件で60分の製膜を行った被膜が最も密着性が高かった。また、試験片回転機構で回転させながら、金型インサートパンチにモリブデンオキシカーバイドを均一にコーティングする技術を開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 モリブデンオキシカーバイド、密着性

【研究題目】 精密成形・ナノ加工プロセスによる微小駆動システムの研究開発

【研究代表者】 加藤 一美（セラミックス研究部門）

【研究担当者】 加藤 一実、三木 健、西澤かおり、鈴木 一行、符 徳勝、田中 清高、下島 康嗣、細川 裕之、千野 靖正、山田 康雄、馬淵 守、小塚 晃透、日比野高士、橋本 衷子

【研究内容】

微小精密成形性・ナノ加工性があり量産性に優れる製造技術を駆使してアクチュエータ/マイクロ燃料電池からなる自立型微小駆動システムを実証し、高付加価値ものづくりへの応用展開を図る。成果として、環境調和型スーパーsteam焼成装置の実験装置スケールでの早期実用化を図る。また粉体焼結製品へのプラント導入は5年後を目途に実用化を目指す。また5-10年のリードタイム本研究開発の基盤技術による単室型マイクロ固体電解質燃料電池を組み込んだ微小電気機械システムとして応用が開ける。

本プロジェクトは3つの課題にわけて研究開発を行った。平成15年度のそれぞれの進捗状況を以下に示す。

① 鉛フリー圧電素子化と性能実証に関する研究開発

テーラードリキッドソースを Pt 箔上に堆積した CaBi₄Ti₄O₁₅ 圧電体膜が分極軸配向することが分かった。膜厚が 0.5 μm の圧電体膜の残留分極と圧電定数はランダムな方位の膜と比較して 2 倍以上向上し、膜の圧電定数 $d_{33}=30\text{pm/V}$ は配向成長バルクセラミックと同等の値を示すことが分かった。

② マイクロ金型成形・環境調和シタリング技術の開発

ニアネットシェイブ精密金型として、硬度ならびに微細加工性に優れた、バインダー成分を含まないタングステンカーバイド金型材料を開発するとともに、燃料電池に使用する電極成型用金型の放電加工による微細加工実験を開始した。

③ 単室セラミック系固体電解質燃料電池のプロトタイプの実証に関する研究開発

電解質シート上に棒状の電極材をプリントして簡易的な燃料電池を作製し、1. 電解質表面の粗度、2. 電極材の幅、3. 電極間の距離をパラメーターとして燃料電池特性への影響を検討した結果、1. 電解質表面粗度が小さいほど、2. 電極幅が小さいほど、3. 電極間距離が短いほど、電池性能が向上することがわかった。現時点での燃料電池のトップ性能は、粗度 3 μm、電極幅 0.5mm、電極間距離 0.5mm の際に作動温度 600℃ で 160mW/cm²。

【分野名】環境・エネルギー・ナノテク

【キーワード】鉛フリー圧電素子、燃料電池、マイクロ金型成形

【研究題目】誘導加熱による廃タイヤからのスチール線除去に関する研究

【研究代表者】安江 和夫（基礎素材研究部門）

【研究担当者】安江 和夫、三輪 謙治、阪口 康司（産総研）、小川 英雄（(株)アサヒダイテック）、伊藤 剛（伊藤鋳工（株））、小笠原新三（川吉運送（株））、後藤 文男（ダイコー化学工業（株））、千畑喜一郎（富士電波工業（株））

【研究内容】

廃タイヤを 3 分割し、その分割したトレッド部を誘導加熱することによって、スチール線を除去する方法について検討した。さらに得られたゴム部分を機械的に切断することによりチップ化して、舗装用マットに成形する方法を検討した。

3 分割法については、腰の弱いタイヤでは分割が困難であった。そこで補助ローラーを設置や形状を検討することにより、連続分割を可能とした。誘導加熱では、周波数の選定、負荷、送り速度、作業温度などについて検討し作業条件を確立した。さらに加熱後の剥離方法について、ローラー形状、速度、ローラー表面性状などの検討を行い、ほぼスチール線除去条件を把握した。チップ

化切断については、パイロットプラントを作成し、自動化について検討した。また切断能率の改善についても検討し、実用化への見通しを得た。マット化については、新たに耐ヒートアイランド用複合マットの試作を行った。保水基板の材質と成形条件について詳細な検討を行った。その結果、市販品よりもさらに保水性能が改善された基板が得られた。この基板へのゴムチップ層の接着について検討した。また、ゴムチップ層の透水性と製造条件等についても検討した。さらにこの複合マットについて実用化を目指しフィールド試験を開始した。

【分野名】リサイクル

【キーワード】廃タイヤ、誘導加熱、舗装マット、ヒートアイランド

【研究題目】ハイブリッド型アルミ合金鋳造溶解炉の開発

【研究代表者】安江 和夫（基礎素材研究部門）

【研究担当者】安江 和夫、三輪 謙治、阪口 康司（産総研）、木村与司雄（愛産技研）、小川 英雄（(株)アサヒダイテック）、神谷 徹志（光生アルミニウム工業（株））

【研究内容】

廃タイヤ燃焼に関する詳細な現状調査・分析を行った。また、タイヤ燃焼に関する熱分析を行い、乾留条件を把握した。さらに、燃焼ガスの化学分析、残渣の化学分析、残渣の溶出試験など、タイヤの乾留燃焼に関する詳細な基礎試験を行った。得られたこれらの結果を基に、燃焼装置の概念設計及び基本設計を行い、燃焼試験炉を試作した。

燃焼調査では、直接燃焼方式と乾留方式とがあるが、ここでは残渣排出量が少ない、乾留方式を採用した。熱分析では、加熱温度と発生ガス量の関係、詳細に調査した。乾留は 500℃ でほぼ完了する。また乾留ガス燃焼中は SOX は殆ど排出されることが明らかとなった。乾留残渣の燃焼では、その残渣燃焼速度は、送風空気量に比例した関係を持っており、また、炭化物の消費効率は空気の当て方によって、微妙に異なることが明らかとなった。熾き火燃焼残渣の分析結果では、特に埋め立てで問題となるような元素は検出されなかった。ただし、熾き火燃焼では、多量の亜鉛酸化物が発生した。

試作した燃焼装置を用い、タイヤチップの大きさ、充填方法と燃焼制御性との関係を把握すると共に、熾き火燃焼残渣の関係を検討して、標準燃焼条件を決定した。

【分野名】リサイクル

【キーワード】廃タイヤ、アルミ溶解炉、リサイクル

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（デスクトップイオン打ち込み装置の研究開発）

【研究代表者】堀野 裕治

(ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】堀野 裕治 (職員1名)

【研究内容】

次世代 SiC デバイス製造及びナノサイズ・デバイス製造に適合する小型・低価格・基板加熱 (2インチサイズ、Max. 800℃) 型デスクトップイオン打込み装置を研究開発する。

本イオン打込み装置のイオン源には、独自の PIG イオン源を研究開発して採用する。SiC 半導体基板へ p あるいは n 型用 Al、B、N 等のイオン電流が量産プロセスを可能にするレベルで得られる PIG イオン源とする。最大加速エネルギーは、100keV (2価イオン; 200keV) とするが、この加速絶縁管には、独自に開発する有機物絶縁材料を用いる。イオン振り分け装置は、独自のコンパクト型ウィーンフィルターを研究開発して採用する。SiC 半導体基板サイズは、現在、2インチ径であり、このサイズで Max. 800℃の基板加熱が可能な試料室 (到達圧力1E-5Pa) を製作する。

本年度は、加速するイオンの発生に必要なイオン源材料の調査および電極形状の概念設計、必要なイオンのみを選別するイオン振り分け装置としてウィーンフィルターの概念設計を行った。また、試作中の装置の評価として、実際に SiC やダイヤモンド基板に窒素注入を行い、その試料への目的イオン以外の不純物の混入の分析を行い、システム設計へのフィードバックを行った。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】イオン注入、イオン加速器、SiC

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 (光通信用高性能ペルチェモジュールの開発)

【研究代表者】橋本 等 (基礎素材研究部門)

【研究担当者】孫 正明、李 昌昊、王 立民

【研究内容】

熱電変換材料の性能は、その組成、合成雰囲気、組織の影響を受けるが、これらに関するデータは量的にも質的にも十分とはいえない。本研究では、組成 (基本成分、添加元素) の影響、組織 (結晶粒配向) の影響を中心として、データの蓄積、体系化を行い、性能指数 $4.0 \times 10^{-3} / \text{K}$ で必要な機械的強度をもった熱電変換材料の開発を目指す。そのため、熱電変換材料の組成 (基本成分、添加元素) の影響、合成雰囲気の影響、組織 (結晶粒径) の影響などの基礎データを得、必要な機械的強度と均一な焼結体を得るための焼結条件の検討を行っている。さらに、結晶粒を配向させるための焼結体の超塑性加工法を検討している。

平成15年度は、熱電変換材料の高性能化のための基本プロセスおよび条件の検討として、量産化に向けたメカニカルグライディング-超塑性押出プロセスを中心に、

超塑性押出による脆化の影響を最小限とするための絞部角度の影響と割型による押出の検討、ベース材より酸素との親和力が大なる元素を導入して、導電性酸化物を形成させることによる酸素の影響の除去の検討、Te の過剰添加による焼結時の組成のズレの補正、N-タイプの最適組成の決定を行った。その結果、クラックや曲がりの無い健全な超塑性押出材を得るための3分割押出ダイスの形状と寸法を決定した。また、酸素の影響除去のための導電性酸化物形成元素 Ge の添加は、P-タイプでは性能指数を低下させるが、N-タイプでは性能指数に影響を及ぼさないことを明らかにした。また、P-タイプでは Te の過剰添加が性能指数改善に効果的であることを明らかにした。さらに、N-タイプの最適組成を決定した。これらの結果として、最大の性能指数は、P-タイプで $3.3 \times 10^{-3} / \text{K}$ 、N-タイプで $2.2 \times 10^{-3} / \text{K}$ が得られた。当初掲げた挑戦的な高い目標 (性能指数 $4.0 \times 10^{-3} / \text{K}$) は達成できなかったが、性能指数改善のための多くの指針を得ることができた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】熱電変換材料、メカニカルグライディング、パルス通電焼結、超塑性押出

【研究題目】細胞培養用キトサンハイドロゲルの調製

【研究代表者】相羽 誠一 (人間系特別研究体)

【研究担当者】指輪 仁之

【研究内容】

本研究ではキチン及びキトサンが親水性、生分解性を有することから、細胞培養基材や骨補填材などの生体材料として応用するためのひとつの形態としてゲルを取り上げ、各種の方法にてゲル化を行い、その反応条件を検討した。また、ゲルを凍結乾燥して多孔質材を調製することも試みた。

キトサンは酸性水溶液にしか溶けないので、キトサンを中性の pH でグリシジル基を用いて架橋するために、アクリル酸の付加による水溶性キトサンをまず合成し、その後架橋によってゲルを調製した。得られたゲルの圧縮強度を測定し、調製条件との関係を検討した。マイケル付加反応によってアクリル酸を付加する反応条件を検討し、pH が7付近で置換度が最も高いことがわかった。さらに置換度は、反応温度が高く、キトサンのアミノ基に対する当量が多いほど高い傾向にあった。次にグリシジル基によるゲル化について検討した結果、低分子量のキトサンではキトサンの濃度を3%以上にしなければゲル化しなかった。ゲル化までの時間は架橋剤の量に反比例し、架橋剤の量が多い程早くゲル化した。調製したゲルは、弾力はあるが、強度において問題が残った。

キトサンを無水酢酸によって迅速にアセチル化して、水素結合によるゲル化を行った。キトサンの濃度及びアミノ基に対する無水酢酸の当量が高い程、圧縮強度が上がった。グリシジル基を用いた架橋反応よりも強度が高

いゲルを得ることができた。ゲルを凍結乾燥するとスポンジのような多孔質材を調製することができた。これも強度が高く、柔軟な多孔質材となった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 再生医療、ハイドロゲル、キトサン

【研究題目】 電気駆動用電力素子に関する研究

【研究代表者】 奥村 元（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】 荒井 和雄、八尾 勉

【研究内容】

SiC によってパワーデバイスの性能がなぜ飛躍的に向上するかを整理し、SiC デバイスの国内外の開発状況を調査した。更に、Si デバイスとの性能比較をもとに、SiC パワーデバイスの利点を発揮できる応用分野と適用インパクトについて検討し、特に EV や HEV 用インバータ装置に関して損失低減や小形軽量化の効果の試算を試みた上、本格的な実用化までに解決すべき課題と開発シナリオならびに実用化時期について調査した。

その結果、1) SiC デバイスは、低損失、高速動作、高温動作に優れ、Si デバイスの限界を超える次世代の主力パワーデバイスとして期待できる。2) ショットキーダイオードはすでに製品化が開始された。また、MOSFET などのスイッチングデバイスでは Si デバイスの1/10以下の低損失化が実デバイスで検証され、さらに1/100化に向けた開発研究が進められている。3) SiC 結晶内の欠陥のためデバイスの電流容量が小さく制限されている。実際のパワエレ機器に適用可能なパワーデバイスとして完成するには、致命的な欠陥の同定とそれを低減した高品質 SiC 結晶成長技術の開発が重要である。4) SiC デバイスの適用によってインバータ等の変換効率を2~3%向上できると共に、デバイスの損失低減と高温動作によって機器のパワー密度を高めて、さらに1/10程度に小形・軽量化できる可能性がある。等の結論を得た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 パワーデバイス、SiC、電気自動車

【研究題目】 平成15年度課題対応新技術研究開発事業（バイオテクノロジーのための顕微鏡用温度・高精度位置制御ステージ技術に関する研究開発）

【研究代表者】 水野 敬文（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 水野 敬文

【研究内容】

本研究は「バイオテクノロジーのための顕微鏡用温度・高精度位置制御ステージ技術に関する研究開発」のための生物学的予備研究および試作機の性能評価を行うことを目的としている。本年度はまず、本研究開発の成果物である水冷式ペルチェ型温度制御装置（4~45℃）

の実用性を評価するために、とくに室温より低い温度で活動する細胞性粘菌アメーバ細胞および魚類表皮細胞（ケラトサイト）の運動を生きた状態で観察することを試みた。実験中、試料室内は設定温度に確実に保たれ、細胞の活動状態も良好に保たれることを確認した。また、温度を10℃以下に設定することで、細胞運動を停止させることができた。また、自動追尾機能を評価するために、現在知られている動物細胞のうち移動速度が最も速いと考えられているケラトサイトを用いて、ソフトウェアの対象認識機能と顕微鏡 XY ステージの自動制御機能を試験した。その結果、20倍までの低倍率対物レンズを用いた観察では、細胞全体を追尾対象に設定してもケラトサイトを十分自動追尾可能であった。50倍の対物レンズでは、細胞内顆粒などを追尾対象に設定すれば、細胞が形態変化を起こしても自動追尾可能であることが判明した。本試作機は基本性能において当初の目標を達成していることが確認された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 光学顕微鏡、研究支援機器、バイオイメージング

【研究題目】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（エネルギー変換デバイス用セラミックスナノシートの創製）

【研究代表者】 松沢 貞夫（環境管理研究部門）

【研究担当者】 松沢 貞夫、根岸 信彰、佐野 泰三（職員3名）

【研究内容】

流動界面ゾルーゲル法という新規な方法を用いて、酸化セラミックスナノシートの高速大量製造法を開発する。前駆体の精密な分子設計により、ナノシートの構造を制御して、エネルギー変換デバイス材料に応用する。

小規模な装置を用いて試験的に調製したチタニアナノシートの物性評価を行い、その特徴を明らかにした。比表面積測定結果から、ナノシートの比表面積はおよそ47m²/g であることがわかった。これは市販の P25 光触媒（50m²/g）と殆ど同じであった。また、電界放射型走査電子顕微鏡（FE-SEM）の写真から、層構造を形成していることがわかった。熱分析の結果からは、チタニアナノシートには殆ど有機物が含まれていないことと、既に結晶化しているために、目立った結晶転移点は見られないことが分かった。光触媒活性は、P25 より NO_x 除去能力は若干低かったが、触媒自身の絶対表面積に依存するものと考えられた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノマテリアル、ナノシート、酸化チタン、光触媒

【研究題目】 平成15年度戦略的基盤技術力強化事業 光硬化型ナノ金型に関する研究開発

(石英ナノ金型の耐久性評価)

【研究代表者】 廣島 洋 (次世代半導体研究センター)

【研究内容】

ストレージメディア等の製造にナノスケールのパターンを簡便に一括転写するナノインプリントと呼ばれる新規のリソグラフィ技術が注目されており、特に、光硬化型樹脂に透明な金型をプレスしながら紫外線で樹脂を硬化させる「光硬化型ナノプリント」は、室温で微細なパターンを転写できるため熱膨張を抑制でき、高精度な転写が可能なパターン形成技術として期待されている。光透過性材料からなるナノ金型を上記デバイスの製造に適用するためにはいくつかの解決すべき課題がある。当所においては、石英ナノ金型の高耐久化技術の開発に焦点を置き、ストレージメディア用石英ナノ金型寿命として300回以上の耐久性を目標としている。平成15年度においては、石英の表面処理法の調査、表面処理した石英金型の試作とその耐久性評価を行なった。表面処理剤としてアクアフォープ CF を用いた処理により、未処理の石英の撥水角が20°程度であるのが、処理後は95-100°になり表面に成膜されていることを確認した。この表面処理剤による剥離力の低減を正確に測定するために、 μm レベルの位置分解能と0.01N以下の力分解能を有する引張試験機を用い、剥離試験用試料のその場作製/測定が行える装置を開発した。表面処理のない石英について光硬化樹脂 PAK-01 との剥離応力を測定したところ、従来の報告例の3倍の0.47MPa という値が得られ、剥離が平行を保って行なわれた場合の値が測定できているものと考えられた。表面処理した試料では100回の試験で金型への樹脂の付着は全く起こらず、このときの剥離応力は0.14MPa であり、未処理に対して約70%以上低い付着力が維持できていることが分かった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノインプリント、ナノプリント、光硬化、ストレージメディア、極微細パターン、金型、剥離、耐久性、石英

【研究題目】 臨床遺伝子診断用小型解析装置事業化

【研究代表者】 町田 雅之 (糖鎖工学研究センター)

【研究担当者】 近藤 勸、中村 道大、杉浦 水香

【研究内容】

目標：血液や唾液などの試料から、DNA の抽出・精製、増幅、SNPs 検出のための反応、と続く一連の反応を全て自動で行い、最終解析結果が出力される SNPs 解析完全自動システムを開発する。この分野での解析に求められる、迅速かつ確定診断に必要な高い信頼性を有する技術を開発、確立し、完全自動化を実現することによってシステムとして完成させる。欧米を含めた大手企業・ベンチャー企業に先駆けて、臨床検査分野の市場に投入する。

研究計画、年度進捗状況：平成14年度に製作した、

SNPs 自動反応装置 SAR-12を用いて、産総研で開発されたアダプターライゲーション SNPs 検出法の自動化プロトコールについて評価を行った。これにより、96サンプルの2 SNPs を4時間以内に検査できることが示された。また、蛍光微小ビーズで磁気ビーズをラベル化した分子集合型蛍光識別技術について、蛍光波長と強度による磁気ビーズの識別化には問題がないことを確認した。さらに、感染症微生物の診断では、1塩基のみ異なる DNA 断片の特異的検出と定量について、1回の測定で約100倍のダイナミックレンジを確保できることを明らかにした。この技術については、nested PCR を行うことが可能であり、非常に高い感度と正確性が期待できる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 一塩基多型、傾向識別、磁気ビーズ

【研究題目】 10Gbps イーサネット・トランシーバ LSI の研究開発

【研究代表者】 樋口 哲也

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】 樋口 哲也、河西 勇二、村川 正宏

【研究内容】

10ギガビットのツイストペア線等によるイーサネット通信を実現するトランシーバ LSI の研究開発を目的とする。従来、イーサネットの普及は、(1)光通信、(2)同軸ケーブル、(3)ツイストペア線の順で進み、安価なツイストペア線での転送が行えるトランシーバ LSI が実現されて初めて爆発的に普及する傾向を見せている。現在、10ギガビットイーサは光通信ですらやっとなという状況であるが、IEEE がツイストペア線による10ギガビットイーサの規格化を2002年11月にアナウンスし、我々を含めて2003年いっぱいにかけて激しい研究開発競争が世界規模で行われた。本研究開発はきわめて波及効果が高く、その成功は次世代の通信インフラを世界的におさえる事にもなりかねない。

本研究開発では LSI を試作評価し、提案したデータ伝送方式、および送受信回路構成が、10Gbps イーサネット・トランシーバ LSI において有効であることを実証した。我々の開発した方式は、10ギガビットイーサネット通信を実現する方式として、非常に有望であるので、急遽2004年3月の IEEE802.3委員会に新方式として提案した。3月18日に委員会に提案の結果、技術候補として残り、5月以降の委員会で、さらに審議が続くこととなった。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 10ギガビット、イーサネット、メタルケーブル、高速データ通信、LSI、自動調整

【研究題目】 あか剤の廃液処理実験

【研究代表者】 徳永 修三 (環境調和技术研究部門)

〔研究担当者〕 徳永 修三、山根 泉

〔研究内容〕

目標

あか弾に含まれるあか剤の燃焼後の排ガススクラビング液に関して、あか剤及び無機ヒ素の分離処理プロセスの基本設計に必要なデータを得る。

研究計画

あか剤の微量分析方法を確立する。あか剤を微量含有する溶液について、吸着によるあか剤の除去実験を行う。無機ヒ素（亜ヒ酸並びにヒ酸の混合物）を高度除去する処理法を確立する。硫化→共沈後の処理液に対して、ヒ素の吸着除去処理法を確立する。

年度進捗状況

水中のジフェニルクロロアルシン（DA）、ジフェニルシアノアルシン（DC）、ビスジフェニルアルシノキサイド（BDPAO）は GC-MS 法で微量分析が可能であり、定量下限値はそれぞれ 0.1ppm、0.02ppm、0.5ppm であった。水中のジフェニルアルシン酸（DPAA）は、LC-MS 法により 0.05ppm まで定量できた。

あか剤関連物質（DC、BDPAO、DPAA）に対して、13種類の吸着剤のうち石炭を原料とする活性炭が最も高い除去率を示した。その吸着等温線はラングミュア及びフロイントリッヒモデルに従った。その活性炭10gを充填したカラムを用いることにより3.8-4.7ppmのBDPAO溶液約110Lを工場排水基準の0.1ppm以下に処理することができた。

4種類の異なる初濃度条件のヒ素溶液について、硫化水素ナトリウムによる沈殿処理を行った後、上澄み液について塩化鉄(III)による共沈処理を行った。初濃度1000ppmのヒ素溶液は0.1ppm未満にまで除去できた。硫化水素ナトリウム処理における沈殿の沈降速度は凝集剤の添加で大きく加速された。また硫化水素ナトリウム処理後は、残存ヒ素の大部分がAs(III)であり、硫化水素ナトリウムによるAs(V)の還元が起こっている可能性が示唆された。

ヒ素(V)イオン吸着除去の最適pH領域として、活性炭ではpH5~7と狭く、アルミナではpH4~7、水酸化セリウム5ではpH10以下の幅広い領域で有効であることが認められた。ヒ素(V)最大吸着容量の値は、水酸化セリウム>アルミナ>活性炭>土壌の順であった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 あか剤、有機ヒ素、フェニル化ヒ素、吸着、沈殿、除去

〔研究題目〕 劣化爆薬の特性確認実験

〔研究代表者〕 松永 猛裕（爆発安全研究センター）

〔研究担当者〕 岡田 賢、秋吉美也子

〔研究内容〕

近年、旧日本軍が中国に遺棄した化学兵器の廃棄処理が課題となっている。遺棄化学兵器には伝爆薬または炸

薬としてピクリン酸が使用されているが、これが長期間地中に埋没されるうちに腐食し始め、ピクリン酸と腐食鉄によりピクリン酸鉄を生成する可能性がある。古い文献ではピクリン酸金属塩の起爆感度が高いとされているが、熱的挙動、爆発性などは明確ではない。本研究では、自然劣化に近い状態でピクリン酸鉄を合成し、その危険性評価を実施した。

自然劣化に近い状態でピクリン酸鉄塩を合成し、危険性を評価した結果、鉄塩は強固に結晶水を含有し、危険であるとされる無水塩までは脱水しにくい事が判った。高密度状態であれば鉄管が裂ける程度の爆発威力はあるが、起爆感度、爆轟伝搬性ともにピクリン酸に比べると劣ることが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 遺棄化学兵器、爆発、危険性

〔研究題目〕 過冷却融液の磁界中凝固

〔研究代表者〕 奥谷 猛（物質プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 永井 秀明、中田 善徳

〔研究内容〕

無容器状態では過冷却液滴が得られやすく、準安定相材料などの新材料創製の研究が行われている。一方、融液中の対流を抑制するために10T程度の強力な磁場をかけ結晶引き上げ法で高品質結晶の作製が行われているが、完全に融液内の対流を抑制することはできない。本研究では、0.1Tの弱い磁場中で落下塔で得られる短時間微小重力環境下でTbFe₂の凝固実験を行った結果、冷却過程では過冷却が観察され、TbFe₂などの希土類合金の組織が磁場の方向に沿ってカラム状構造が発達し、一定の結晶面のみが成長した材料が得られることを明らかにした。得られたTbFe₂の磁歪特性は地上で合成したのよりも2倍以上の磁歪率を持つ材料が得られている。TbFe₂は常磁性体で磁化率が非常に小さく、磁場には感応しないとされてきた。強磁性体もキュリー温度以上では常磁性体になるので、外部磁場による影響はなく、組織あるいは結晶制御に利用とすることはできなかった。微小な力が大きい効果を示す微小重力環境と弱い磁場を利用して組織、結晶配向を制御できることが明らかにした。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 微小重力、磁歪材、過冷却

〔研究題目〕 軌道上において有効な液体体積計測システムの開発

〔研究代表者〕 中納 暁洋（エネルギー利用研究部門）

〔研究担当者〕 中納 暁洋、西津 貴久（京都大学）、鳥潟 康雄（株式会社前川製作所）、山下 智輝（株式会社前川製作所）

〔研究内容〕

液体水素や液体酸素といった極低温の液体推進剤の軌道上での貯蔵・管理において、タンク内液量の正確な把

握が重要となる。微小重力環境の軌道上では液体と気体が混在し、地上で用いている既存の液量計測法が使用できない。そこで微小重力下において有効な液体体積計測法の開発を試みた。ここでは微小重力環境下で用いることが可能な体積計測方法として、閉鎖系容器内で発現するヘルムホルツ共鳴現象に着目した。閉鎖系容器でのヘルムホルツ共鳴周波数と液体体積の関係について、音速やネックチューブ補正長の効果を相殺した理論式を導出し、その有効性を航空機による微小重力実験で確かめた。理論式から求めた液体体積は、実際の液体体積に対して約10%精度以内で一致する結果が得られた。極低温流体を扱った体積計測として、新測定方法の理論ならびにその検証により音速や容器の幾何学的形状の影響を受けず、1つのスピーカーで音波の発生、及び集音ができる安価な計測装置を開発することができ、実用化に対し目処をつけることができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】液量計測、微小重力、ヘルムホルツ共鳴

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（精密成形・ナノ加工プロセスによる微小駆動システムの研究開発）

【研究代表者】加藤 一実（セラミックス研究部門）

【研究担当者】加藤 一実、三木 健、西澤かおり、鈴木 一行、符 徳勝

【研究内容】

アクチュエータ／マイクロ燃料電池からなる自立型微小駆動システムを実証するため、アクチュエータを構成する鉛フリー圧電材料の素子化と性能実証を検討した。鉛フリー圧電セラミックス材料の溶液原料（テーラードリキッドソース）の合成法、成膜条件、焼成条件が圧電セラミックス膜の結晶化、微細構造、特性に与える影響を調べることにより、圧電セラミック膜の作成条件を最適化し、基板上に集積した後の圧電特性がバルク体の1/10以上を示す鉛フリー圧電セラミック材料を開発することを目標とした結果、白金箔上に作製した分極軸配向した $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ 膜の誘電特性と圧電特性が、ランダムな薄膜と比較して大きく向上することが分かった。また、これまでに報告されている配向性バルクセラミックスと同等の圧電定数 d_{33} を示すことが明らかになった。これらの結果から、 $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ 膜のバイモルフ型圧電素子への適用可能性を明らかにすることができた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】非鉛圧電体、バイモルフ型マイクロアクチュエータ

【研究題目】プログラム方式二酸化炭素固定化・有効利用技術の開発「高分子膜による CO_2 分離技術の開発」最適システムの検討

【研究代表者】原谷 賢治

【研究担当者】原谷 賢治、藤原 一郎

【研究内容】

分離膜は、分離性能、特性に適したシステムを構築することでその性能を最大限に発揮することが可能となる。開発した分離膜の分離性能、特性を勘案し、当該分離膜の性能を最大限に発現する為のシステムを検討することを目的とする。

中空糸膜の芯側に被分離ガスを供給し圧力差で外径側に透過を行わせる、いわゆるポアサイドフィード型十字流モジュールを設計解析するために、芯側流動での圧力損失にハーゲンポアゼイユ式を適用し、ガスの透過速度式と連立させて解く計算法を考案した。具体的なプログラミングでは連立微分方程式を数値積分する手法を採用し、またハーゲンポアゼイユ式中のガスの粘性は Wilke の推算法を採用した。モデルケースでの計算として燃焼排ガスを想定した CO_2 、 H_2O 、 O_2 、 N_2 よりなる混合ガス系で計算した。このプログラムにより中空糸膜の内径および長さとの関係で変化する圧力損失が予測でき、圧力損失が無視できる範囲の中空糸膜のディメンジョンを決定することができた。二酸化炭素の分圧変化による透過率の変化を考慮したプログラミングでは、実測データを基にした透過率と二酸化炭素分圧の関係式を設計式に導入することを行った。これも同様に燃焼排ガスをモデルガスとして計算すると、従来的一定透過率モデルに比較して必要膜面積の計算結果に数パーセントの違いがあった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】分離膜、膜モジュール設計、圧力損失

【研究題目】多機能を有する超分子錯体光触媒の開発に関する研究

【研究代表者】小池 和英（環境管理研究部門）

【研究担当者】小池 和英

【研究内容】

二酸化炭素の光還元反応は最低2電子の注入が必要であり、従来の光触媒は「電子移動を誘起する光増感剤」と「二酸化炭素を活性化し、多電子を注入できる触媒」の組み合わせが必要であった。触媒機能をもつ金属錯体部位間を多座配位子を用いて有機的に結合させることにより両機能を備えた高活性光触媒を開発する。

光エネルギー集光機能と多電子還元機能をもつ錯体光触媒の創製を目指して、レニウム多核錯体におけるエネルギー移動・電子移動制御の研究を行う。モデル錯体の合成およびエネルギー移動・電子移動速度の測定をもとに、架橋部位の最適化やペリフェラル配位子の修飾による最適化設計手法を明らかにする。

錯体ユニット間距離の制御可能なジフォスフィン配位子を用いたレニウム多核錯体を合成し、ユニット間エネルギー移動挙動を明らかにした。アルキル架橋の場合にはエネルギー移動速度に対する炭素鎖長依存性の解析が

ら、双極子-双極子相互作用の寄与が大きいことを明らかにした。また、炭素-炭素多重結合を導入した場合には顕著なエネルギー移動速度の増加が見られ、電子交換相互作用の寄与も無視できなくなることを示した。

電子吸引力の非常に高い官能基の導入により最高被占軌道エネルギーを低下させ、錯体ユニット間の電子移動可能な多核錯体を合成し、高速 ($>10^9\text{s}^{-1}$) の電子移動を実現した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 光触媒、錯体、光増感、多電子還元

【研究題目】 CO_2 ハイドレート天盤被覆層のガス封入性能と安定性の評価研究

【研究代表者】 西尾 匡弘 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】 染矢 聡、竹村 文男、坂東 茂、宋 永臣

【研究内容】

海底の環境である低温・高圧条件と海底堆積層直下の環境を利用した新規の CO_2 隔離技術の実現可能性を明らかにすることを目的とする。低温・高圧条件では、水と CO_2 の界面でハイドレートが生成されることが知られており、海底直下の堆積層中で人為的にハイドレートを生成させることができれば、堆積層の強度の補完と貯留 CO_2 溶出防止の効果が期待される。そのため CO_2 ハイドレート天盤被覆層の安定性について、想定される温度、圧力、塩分濃度、 CO_2 濃度等をパラメータとして実験的に調べる。また、 CO_2 ハイドレート層の安定性評価モデルに必要な CO_2 -水系の物性データについて、収集・整理しモデルの構築を図る。

今年度は、地下帯水層を模擬したポーラスメディアにおける CO_2 の透過・溶解試験を行った。その結果、 CO_2 が容易にはハイドレート層を透過できないことがわかったため、更に詳細に CO_2 の浸透性を調査するための装置を設計・試作した。評価モデルに必要な物性値として、独自の高耐圧落球式粘度計測装置を開発し、 CO_2 溶解水の粘度測定を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 CO_2 、ハイドレート、 CO_2 海底下隔離

【研究題目】 二酸化炭素の海洋送り込み時挙動に関する研究

【研究代表者】 西尾 匡弘 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】 染矢 聡、宋 永臣、陳 白欣

【研究内容】

深度1,000m~2,500m 程度の海洋に、直接液体二酸化炭素を送り込み、溶解希釈させることによって大気から CO_2 を隔離する技術の中で、航走船舶から吊り下げたパイプを介した深海への CO_2 送り込み技術、パイプ先端部のノズルから海洋への CO_2 放出技術および放出後の CO_2 液滴溶解挙動等の事象について、深海条件の

模擬実験装置を用いた検討を行う。特に、洋上からの送り込み開始時および停止時に想定されるパイプ内での CO_2 と他の流体の置換技術について検討する。また、想定している技術では船舶が移動しながら液体 CO_2 を放出させるため、海流およびパイプによる乱れが存在する。これらの状況下で液体 CO_2 の液滴径を制御した放出手法および液体 CO_2 の微粒化放出による希釈促進手法の実現可能性についても検討する。今年度は透明樹脂を用いて観測領域を確保した深海条件模擬装置を設計・試作し、深海条件における微小液滴放出挙動の観測を継続して実施した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 CO_2 海洋隔離、液滴、航走船舶、ハイドレート、超臨界

【研究題目】 キャップロックの長期安定性を評価するための岩盤の動的力学物性に関する実験的研究

【研究代表者】 西沢 修 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 西澤 修

【研究内容】

地震波探査結果に基づく CO_2 貯留層の状態を把握するためには、 CO_2 状態変化による岩石の動的力学物性の変化を調べるのが重要である。この研究によって、地震波探査結果から地下の CO_2 状態変化を推定するための基本的関係を明らかにする。 CO_2 を含む岩石の弾性波速度と異方性、波動エネルギー吸収をさまざまな条件で測定する。空隙の量や形状が異なる岩石の弾性的性質を実験で調べ、モデル計算と比較し、物性変化のメカニズムを明らかにし、地震波探査データの解釈に利用する。このため、割れ目を含む岩石の弾性波速度に関するモデル計算と実験とを行い、割れ目の状態変化に伴う弾性波速度の変化を明らかにし、原因について考察する。

地震波は地下岩盤の状態変化に敏感であるので、弾性波速度など、地震波に対する岩盤の挙動を調べることで CO_2 の移動など、隔離状況をモニタリングすることができる。流体に対する高いシール能力が期待されている頁岩などのキャップロックでは岩石の微細構造に起因する異方性が強く、地震波速度異方性に着目すれば状態変化をより高い感度で検出できる。昨年度は岩石を等方性として、 CO_2 の状態変化に伴う弾性波速度変化をモデル計算で調べたが、今回は岩石が異方性の場合の弾性波速度と異方性の変化に着目する。この目的のため、異方性の強い頁岩中に割れ目が選択配向した場合の弾性波速度異方性をモデル計算で求め、 CO_2 が地下の温度・圧力条件下で、液体、気体、超臨界状態の三つの状態をとった場合の弾性波速度異方性変化を調べた。キャップロックへの CO_2 漏洩のモニタリングは地震波速度異方性に関する挙動変化に着目するのが有望である。

【分野名】 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、岩盤

〔研究題目〕 地中貯留サイト選定のための超臨界
CO₂挙動予測ツールを用いたケーススタ
ディ

〔研究代表者〕 雷 興林（地球科学情報研究部門）

〔研究担当者〕 雷 興林、薛 自求（財団法人地球環境
産業技術研究機構）
（職員1名、その他1名）

〔研究内容〕

地中貯留サイト選定のための超臨界 CO₂挙動予測ツ
ールとして開発した三相浸透流解析ソフトウェアに対し
新しい機能を加えて改良と立証計算を行った。改良した
ツールを用いて注入テストサイトを想定したケーススタ
ディを行った。帯水層に圧入された CO₂の拡散(ガス
相)や地層水(液相)の挙動について解析した。さらに、
シミュレーション結果に基づいて CO₂挙動のモニタリ
ング手法としての弾性波トモグラフィ技術の有効性、条
件、及び限界について検証を行った。実験及び数値計算
によれば CO₂注入後かなりの水が残留し CO₂の飽和度
が50-70%に留まる可能性が大きい。この場合 P 波速度
の低下量少ないため、モニタリングするのは難しいこと
も予想される。走時差による相対トモグラフィ解析や、
S 波、弾性波の減衰及び比個抵抗を併せて利用する解析
が必要で、そのための解析手法の開発を行った。

〔分野名〕 地球環境工学

〔キーワード〕 CO₂地中貯留、浸透流解析、岩石破壊

〔研究題目〕 平成15年度地域新生コンソーシアム研究
開発事業（ゲノム発現解析チップシス
テムの開発）

〔研究代表者〕 三宅 淳（ティッシュエンジニアリング
研究センター）

〔研究担当者〕 太田 英史、三宅 淳

〔研究内容〕

遺伝子相互作用を指標とした、細胞死や分化誘導等の、
新しい細胞プロセス評価システムを開発するため、大規
模・網羅的遺伝子導入に用いる固相系遺伝子導入技術の
改良を目的として研究を行った。具体的には、移植細胞
評価システムとして再生医療の分野で、移植細胞の
Quality control に利用することを目的として、遺伝子
導入の高速化と低コスト化をめざし、以下の3点の技術
を確立すべく下記の内容で研究を行った。

- 1) 再現性の高い高効率な遺伝子導入を実現するための
固相系遺伝子導入に汎用的に適用できる固定化ポリマ
ーの開発。
- 2) 実用性の高い細胞の評価に目的ごとに必要なプロモ
ーター・プローブ・プラスミドの開発と、チップの作
製、評価、ならびに品質管理システムの確立。
- 3) チップ上で遺伝子導入された細胞から遺伝子発現デ

ータを、再現性良く収集することができる蛍光タンパ
ク質の定量的モニタリング技術の確立。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子導入、細胞チップ、固定化ポリマ
ー

〔研究題目〕 生物機能促進（有害物質高度処理）効果
の検証

〔研究代表者〕 高橋 信行（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 高橋 信行、益永 秀樹、上榎 勇

〔研究内容〕

都市域にある染色事業所では、色度や発泡性などの周
辺環境への悪影響から、将来的にはさらなる処理水の
水質向上が切望されている。そこで、都市域にある染色
事業所からの染色排水を対象にして、オゾン処理による
有機物除去効果、色度除去効果、生物分解性向上効果
を検討するとともに、エネルギー消費の観点からのオ
ゾン処理の最適処理条件を把握し、オゾン処理と生物
処理の併用による省エネルギー型廃水処理技術を開発
する。

平成15年度は、実証装置の設置が可能な染色事業所
（主に反応性染料を使用した糸染めを実施）から連続
的に採水を行い、実験室規模でオゾン処理およびオ
ゾン処理と生物処理の併用による連続処理を行った。
処理効果とエネルギー消費の観点からオゾン処理の
最適処理条件を検討した結果、30分でのオゾン処理
が最適であり、この条件でのオゾン処理で染料由来
の難分解性有機物（色度）を90%程度分解でき、
有機物総量（TOC）の12～15%を除去できることを
確認した。さらにオゾン処理後に生物処理を行うこと
により、それぞれの単独よりもTOC除去量が増加す
ること、染料由来の難分解性有機物（色度）を90%
程度分解でき色戻りも認められないこと、AOXFP
が低下することから処理水の安全性も増加すること
を確認した。原材料特性からの難分解性物質の推定
では、染料、PVA、Fix 剤などが難分解性物質に該
当することを明らかにした。この結果をもとに処理後
の有機性成分の構成割合を推定したところ、染料の割
合は10%以下であり、大部分はPVAやFix 剤など
であることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 難分解性有害物質、染色排水、オ
ゾン処理、生物処理、色度、生物分解性

〔研究題目〕 平成15年度地域新生コンソーシアム研究
開発事業（超臨界CO₂を溶媒とした新規
ドライクリーニングの実用装置の開発）

〔研究代表者〕 鈴木 明（超臨界流体研究センター）

〔研究担当者〕 鈴木 明、猪股 博（東北大学）、
（株）オートランドタカノ、（株）アイテック、
日華化学（株）、日本建鐵（株）、（株）東京洗染機
械製作所、昭和炭酸（株）

〔研究内容〕

ドライクリーニング技術は、有機溶剤（主に石油系溶剤）の溶解力を利用した洗浄法が一般的であるが、本技術は、乾燥工程で使用されるエネルギー量及び大気に放出される溶剤量が莫大であり、省エネ省資源ならびに環境問題の観点から多くの問題を有している。これに対し、超臨界 CO₂は無害であるとともに溶解性に優れており、新規なドライクリーニング洗浄剤として有望である。本研究開発の目的は、31℃・7.3MPa で容易に超臨界状態となる CO₂の優れた溶解性能、拡散性、浸透性と、温度と圧力変化による溶媒物性変化を利用した熱駆動ポンプ（加熱により圧力差を誘起し、これを駆動力として CO₂を吐出）による衣料用ドライクリーニング装置の開発である。本技術の開発課題は洗浄処理時間の短縮や消費エネルギー極小化、超臨界 CO₂と衣料との接触方式や助剤開発による洗浄効果の向上及び操作手順の最適化・自動化による操作性向上等である。

平成15年度では、前年度に設計製作した4連吐出器と冷却能力の増強を行った凝縮器を、現有の試験装置に組み込んで、4連吐出器の切替タイミングにより洗浄時間30分で行なうシーケンスを設計し、それに基づいた洗浄実験を実施し、各種の基礎データを取得した。また、衣料22kg の処理量と高効率洗浄を実現するための実効内容積50L の洗浄槽を新規に製作するとともに、洗浄効果のキーポイントが溶媒循環サイクルへの汚染物質の同伴であることを明らかにし、その対策として分離フィルターの効果を実験的に検証した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ドライクリーニング、超臨界 CO₂

〔研究題目〕 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（ナノサイズ蛍光粒子製造用マイクロ流体システムの開発）

〔研究代表者〕 前田 英明

（マイクロ空間化学研究ラボ）

〔研究担当者〕 中村 浩之

〔研究内容〕

マイクロ流体システムを用いるマイクロ空間化学プロセスの確立に関し、特性の高い蛍光ナノ粒子を10g/day で製造する技術の確立を目的とし、反応制御法の確立、反応系の選択、複合ナノ粒子の製造法の確立、流体システムの平行操作法の確立をおこない、それらの結果を元に CdSe ナノ粒子を工業的にナノ粒子製造の高度化と工業的製造法の確立を試みた。その結果、キャピラリー型マイクロリアクターを用いて CdSe ナノ粒子を製造する際、反応温度および滞留時間を調整し、粒子径をコントロールする方法を確立し、これにより粒子径約2-5nm、蛍光波長500-630nm 程度の粒子を任意の大きさに製造することができるようになった。そして、製造中のキャピラリー内壁への生成物の析出をキャピラリー内壁の表

面処理等により回避する方法をみいだした。さらに、50本のキャピラリーを平行操作する反応装置を用いて10g/day の CdSe ナノ粒子の生産を可能にできた。さらに、マイクロ空間を利用して CdSe ナノ粒子に ZnS を複合化する技術も確立し、量子収率70%の生成物を得ることができた。

ナノ粒子生成過程の解明と精密制御技術の確立に関して、マイクロリアクターを用いる際の核生成・成長挙動の解明とそれらの制御による粒径制御法の確立を目的とし、研究を行った。核生成挙動および粒子成長挙動を調べ、体積拡散律速成長→オストワルト熟成という粒子成長挙動であることを確認した。また、反応中の粒子の個数はほぼ一定であり、LaMer のダイアグラムに即した粒子成長になっていることをあきらかにし、本法の粒子成長挙動の解析方法としての高いポテンシャルを示すことができた。さらに、シード粒子の添加による粒子成長制御をおこない、粒子径制御の一つの新しいプロセスの提案の可能性を示した。

〔分野名〕 ナノテク材料製造

〔キーワード〕 ナノ粒子、製造プロセス、CdSe、半導体量子ドット、複合粒子

〔研究題目〕 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（医療・環境分析用マイクロローチップの開発）

〔研究代表者〕 清水 肇（マイクロ空間化学研究ラボ）

〔研究内容〕

本提案研究は、健康診断やその他の末端の医療現場で簡単かつ安価に使用できる遺伝子 DNA 分析法の開発を行い、キットなどの使いやすい形式での商品化を目指すものである。

具体的には、ガンや生活習慣病へのかかりやすさを指摘し、注意を喚起するための「疾患リスク診断フローチップ」や、特定のウイルスへの感染の有無を調べる「感染症診断フローチップ」などの開発を目標としている。さらには、環境ホルモンに代表されるような、ある種の毒性を持つ特定の化学物質へも対応するため、細胞・微生物フロー分析デバイスの開発も同時に行う。また、薬を処方する際に、遺伝的因子から適切な薬の種類や量などの情報を得るためのツールという、テーラーメイド医療を根底で支えるフローチップの開発も行う。これらは、使用目的は違っても、原理的本質はすべて同じである。

本提案研究の特徴は、精度の高さと価格の安さである。従来法の多くは、固相担体上のプローブ DNA との相互作用の有無によって検出を行ってきたが、その検出の精度には限界が見え始めている。このような従来法とは対照的に、本提案研究では、マイクロ流路を流れる液体が層流となることを最大限に活用し、プローブ DNA を固定化しない、完全流れ系の検出システムとすることで高精度を実現する。現状での基礎的検討では、従来法の10

倍高精度を達成している。また、マイクロ流路を流れる溶液の高度な操作による DNA 分子の伸長現象や分子ふるい効果などの新しい科学的知見を導入することで、さらなる性能向上を目指す。

【分野名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 μ -TAS、マイクロリアクター、バイオセンサー、遺伝子診断、マイクロフローシステム、テーラーメイド医療

【研究題目】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（高リサイクルで安価なごみ焼却灰のセメント原料化技術の開発）

【研究代表者】 四元 弘毅（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】 四元 弘毅

【研究内容】

都市ゴミ焼却灰をポルトランドセメント（普通セメント）の原料として利用するため、焼却灰中の塩素を除去する洗浄技術を開発する。焼却灰中には主灰（ボトムアッシュ）で0.4～3%程度、飛灰（フライアッシュ）で5～20%の塩素がそれぞれ含まれる。ポルトランドセメントに JIS で許容される塩素量は200ppm であるため、焼却灰を原料として出来るだけ多く利用するには焼却灰中の塩素を除去する必要がある。この塩素の多くは水溶性であり、焼却灰を水洗することによって除去することが可能であるが、一部の難溶性塩化物の存在によって水洗後も0.3～1%の塩素が残留する。本研究では、この難溶性塩化物を可溶化するため、炭酸ガスを併用した都市ゴミ焼却灰の洗浄技術を開発する。研究全体では、脱塩洗浄のための実証プラントを建設し、自治体の焼却場から提供される焼却灰を用いて実証試験を実施するが、当所では、実証プラントの設計及び操業指針を得るためのデータ取得を目的とした基礎研究を分担する。今年度は、酸溶解の効果、炭酸ガス吹き込み量の効果、酸溶解と炭酸ガスの併用効果、炭酸ガス吹き込み前の粉碎の効果について調査し、実証プラントの運転条件を決定した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 焼却灰、セメント、リサイクル

【研究題目】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（Zr-Ni 系アモルファス膜利用メタノール改質水素製造装置の開発）

【研究代表者】 原 重樹（物質プロセス研究部門）

【研究担当者】 伊藤 直次 原 重樹、黄 紅香

【研究内容】

水素のみを選択的に透過させることができる膜としてパラジウム合金が知られているが、大変高価なことが普及の障害になっている。我々はこれに代わる安価な水素分離膜として Zr-Ni 系アモルファス合金を提案してきた。本研究開発は、メタノール改質器とアモルファス合金膜を組み合わせることで、燃料電池に利用可能な高純

度水素を供給するシステムを構築することを目指している。産総研は学術的な研究開発とシステム実証の間のギャップを埋め、本研究開発を効率的に進めることを目的として、改質模擬ガスを用いた水素分離の実証、アモルファス合金膜の長期的安定性の評価等を行った。

模擬ガスを用いた水素分離の実証においては、評価のための解析ツールの作成、小規模水素透過セルの開発、アモルファス合金膜評価装置の設計と導入を行い、それらを用いて模擬ガスからの水素分離・解析を行った。その結果、アモルファス $Zr_{36}Ni_{64}$ 合金膜が十分な耐水素脆性を有していること、模擬ガスから実際に高純度水素が得られること等を明らかにした。

アモルファス合金膜の長期的安定性の評価としては、大気中での熱的安定性と水素透過特性の経時変化について調べた。その結果、アモルファス $Zr_{36}Ni_{64}$ を初めとするいくつかの合金について17,000時間を超える優れた熱的安定性を有していることを明らかにした。また、水素透過速度は時間とともにいくらか低下するが、その原因が酸化物層等の表面抵抗層の形成にあることも明らかになってきた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素分離膜、アモルファス合金、Zr-Ni 合金

【研究題目】 膜型反応器に用いるメタン部分酸化触媒に関する研究

【研究代表者】 早川 孝（物質プロセス研究部門）

【研究担当者】 Andrey Tsyganok、稲葉美恵子

【研究内容】

前年度に優れた活性を示すこと見いだした Ru/MgAlOx 系触媒を中心に、触媒の長寿命化と、混合導電体膜材料との反応性に関する検討を行い、実用システムの開発指針の集積に資することを目的として、長時間メンブレンリアクターで活性変化の傾向や透過膜と触媒担体の反応性を調べるとともに、触媒へ第3成分を添加して Ru 量減量の可能性等を検討し以下のことを明らかにした。

優れた活性を示すこと見いだした Ru/MgAlOx 触媒を用いたメンブレンリアクターで1ヶ月間の長時間実験を行った。メタン転化率は初期の78%から1ヶ月後に70%となったものの、水素と CO の選択率は95%以上の高い値を維持していた。酸素透過速度も20ml/min・cm²以上の値を維持していた。

触媒への第三金属の添加効果の検討では、安価な Ni を MgAlOx 担体に5wt%担持した修飾担体に Ru を担持したところ、著しい複合効果が現れ、Ru を2wt%から1/20の0.1wt%に減量しても極めて優れた触媒活性を示すことを見出した。さらに膜型触媒では Ru 0.5wt%の触媒でも Ru のみの場合の2wt%に匹敵する触媒能を示すことがわかった。

以上、プロジェクトが当初目標値として想定した、膜型反応器の酸素透過速度である20ml/min・cm²を凌駕できる触媒およびその調製法を確立することができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】触媒、酸素透過膜、天然ガス改質反応、水素、ハイドロタルサイト、

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（超高齢社会に適応したITヘルスケア&ライフサポートシステムの構築に関する研究）

【研究代表者】森川 治（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】森川 治、橋本 亮一

【研究内容】

従来、緊急通報・生活支援システムで用いられている端末は、緊急時のボタンと相談のボタンがあるのみで、相談ボタンを押せばサービスセンターのオペレータと日常会話をすることはできるものの、積極的に相談ボタンを押すには抵抗感が残る高齢者も多い。このようなことから、緊急時に対する安心感はあるものの、独居高齢者の孤独感・孤立感までを排除することはできないのが現状である。そこで、あたかも鏡に向かって話すように、自分と離れた話し相手と空間を共有できるハイパーミラー手法を用いた全く新しいマルチメディア・コミュニケーション端末を提案する。これにより、高齢者とオペレータとの間のコミュニケーションを向上させるだけでなく、高齢者同士のコミュニケーション（井戸端会議）も同時に兼ね備えることで、社会から孤立しがちな独居高齢者の孤独感の低減や痴呆の進行を遅らせるなどの効果を目指す。更に、余暇を有意義に過ごせ、社会参加を促す作用を持ったコンテンツも同時に提案する。

平成15年度においては、前年度に開発したプロトタイプシステムの有効性を実証するためのフィールド実験を実施した。また、同時にマルチメディア・コミュニケーション端末の製品モデルの試作と製品化ビジネスプランを検討した。

本プロジェクトのうち産総研では、ハイパーミラーシステムの画像切り出し精度等がコミュニケーションに及ぼす影響を検討し、ハイパーミラーの有効性について検証した。そのために、ハイパーミラーにおける対話相手との共存感・一体感が得られるメカニズムの解析を行い、それらが画像合成の質にどのように影響を受けるかについて検討した。

【分野名】ライフサイエンス、情報通信

【キーワード】遠隔対話、一体感、ハイパーミラー

【研究題目】G-XML 技術を用いた電子地質図の高度利用化の研究開発

【研究代表者】村田 泰章（地球科学情報研究部門）

【研究担当者】村田 泰章、村上 裕、木村 克己、

湯浅 真人（職員4名）

【研究内容】

G-XMLは、XML (eXtensible Markup Language) をGIS (地理情報システム) 分野に応用し、電子地図自身やその構成要素、GIS コンテンツを記述することを可能にしたプロトコルであり、地図情報や位置関連情報をインターネット上で容易に記述、通信、交換することを狙いとしている。G-XMLは、平成12年度にJIS (日本工業規格) 化されたが、ISO (国際標準化機構) において、ISO 19136 Geographic Information - Geography Markup Language の国際標準化が行われており、この国際標準との整合性を考慮しながら現在も開発が行われている。本プロジェクトにおいては、地質図へG-XMLを適用し、デジタル地質図及びその関連データであるボーリング情報等の提供、流通、高度利用の促進を図ることにより、知的基盤としての地質情報の高度化を図ることを目的としたものである。産総研においては、平成15年度は、ボーリングデータの公開に向けて、作成したデータが公開用データとして妥当なものかどうかの検証を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】G-XML、地質図、国際標準、電子地図

【研究題目】ハイブリット型センシング技術に関する調査研究

【研究代表者】秋宗 淑雄（スマートストラクチャー研究センター）

【研究担当者】高坪 純治、津田 浩、遠山 暢之

【研究内容】

「歪」と「亀裂」を同時に検出する技術の可能性に関する調査研究として亀裂による弾性波の検知及び亀裂と歪の同時計測システムを1-3の調査実験により確認した。

1. 超音波発振モードとFBGセンサ応答度の関係

超音波をFBGセンサで検出するための基礎的な特性を調べた。2種類の波と3種類の超音波探触子（波が構造体に入射するツール）を使用して、超音波を試験片に入射した結果、いずれのケースもFBGセンサにて検知できることが確認できた。

2. 「歪」と「亀裂」を同時に検出する技術の可能性に関する調査研究

亀裂による弾性波の検知及び亀裂と歪の同時計測システムを実験により確認することを目的とし、超音波検出波形に及ぼす超音波発振周波数とFBGグレーティング長さの影響およびFBGのグレーティング長さが超音波の検出に影響があるかを調べた。2種類のグレーティング長さを用いて実験した結果、超音波検出に影響を与えることが確認できた。

3. 人工欠陥を導入した試験片を用いた超音波試験

人工的に亀裂を入れた試験片を用いて超音波による検出試験を行った。伝搬経路に亀裂が存在する場合、

亀裂を迂回して超音波が伝搬するため、健全材伝搬時と比較すると応答に時間遅れが生じ、振幅が小さく低周波になることが判り、超音波による亀裂検出が確認できた。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 スマートストラクチャー、超音波、光ファイバ、非破壊検査、破壊

〔研究題目〕 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（マイクロデバイスによる微生物検出システムの開発）

〔研究代表者〕 鳥村 政基（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕 田尾 博明、鳥村 政基、佐藤 浩昭（職員3名）

〔研究内容〕

これまでキャピラリー電気泳動を用いた迅速かつ高感度な微生物分離検出法を開発してきた一方で、微生物検査の現場においてはよりハンドリングが簡便でキャピラリー構造をマイクロデバイス内に集積化した μ TAS（micro total analysis systems）を用いた検出技術の開発が期待されている。キャピラリー電気泳動および μ TASによる簡易微生物検出システムを構築することを目的として、微生物の迅速分離に適したマイクロチップのデザインニングや測定装置の開発を行った。マイクロチップ上で微生物が再現性良く分離検出できるマイクロチップの流路形状や泳動溶液組成、さらには電圧印可プログラムの条件を見出した。また、目的微生物の選択的分離検出を目的とし、特定微生物種を選択的に認識するモノクローナル抗体を作製し、実用性の評価を行い、特許を出願した。さらに、こうした抗体を蛍光標識して実際に使用することから、より安価でメンテナンスが簡便なマイクロチップ専用の蛍光検出システムの試作機を作成した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マイクロチップ、微生物、迅速分離、電気泳動

〔研究題目〕 グラファイトのカーボン多面体についての高圧構造研究

〔研究代表者〕 飯島 澄男（新炭素系材料開発研究センター）

〔研究担当者〕 中山 敦子（産総研特別研究員）、古賀 義紀、小海 文夫（三重大）、平原 香織（名城大）

〔研究内容〕

本研究では、粒径300nmの多面体状グラファイト G-balls の高圧下構造を調べて、グラファイトと比較した。グラファイトは通常15GPaで6方晶ダイヤモンドに相転移する。しかし、G-ballsは43GPaでも相転移しないことが明らかとなり、concentricで閉殻構造をもつG-

ball粒子の幾何学的特徴を反映した高圧物性を示すことがわかった。面間距離収縮による異常な π 電子のオーバーラップに伴い、圧力誘起金属化が炭素原子の単一成分化物質において初めて見つけられた。高分解能TEMイメージから“G-ball”はグラファイト層の閉殻構造をもつことを確認した。

〔分野名〕 ナノテク・材料

〔キーワード〕 G-ボール

〔研究題目〕 地下深部の岩盤応力分布に関する数値解析モデルの開発

〔研究代表者〕 長 秋雄（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 長 秋雄、楠瀬勤一郎、鈴木 寿志、石田 直人

〔研究内容〕

本研究では、応力測定孔で測定された応力値に基づき、より広域の応力場を評価する数値解析手法を開発するために、文献データの収集・原位置物性測定・地質モデルの検討・数値シミュレーション・等を実施した。

「既存応力測定データの収集・整理・検討」では、国内62地点の応力解放法により測定された応力データに関する文献を収集し、詳細な個別データシートを作成した。応力値と被り深さとの関係を、測定手法別（埋設法・孔底法・孔径変化法）と岩質別（結晶質岩・堆積岩（硬岩））に調べた。「応力測定孔の岩盤物性値の検討」では、孔内水平載荷試験を実施して、応力測定孔の孔壁岩盤の現位置変形定数を測定した。また、孔内透水試験を実施し、均一岩盤モデルで透水係数を算出した。算出された透水係数は、岩盤状況と必ずしも対応していなかった。「応力測定孔採取ボーリングコアの詳細観察」では、コアの亀裂と変質を詳細に記載することで、孔近傍の構造をモデル化でき、地質構造をある程度の空間的な広がりでも議論することが可能となった。「応力測定孔周辺の3次元地質構造の検討」では、既存文献資料・応力測定孔コアの地質から、応力測定孔周辺の3次元地質構造モデルを作成した。「応力測定孔での広域応力場を評価するための数値解析モデルの検討」では、応力測定孔を中心に南北2km・東西2km・深さ1kmを解析領域として、3つの構造モデルに対して、応力場の数値解析を実施した。均一地盤モデルでは、境界条件として与えた応力分布が解析領域内で均一化した。多層構造モデルでは、変形係数の小さい層が挟まれるときはその上下の層で応力の増加が見られた。均一地盤に傾斜構造的弱線をいれたモデルでは、構造弱線の内部では応力の擾乱が見られたが、弱線から離れるにつれ均一地盤と同様な応力場となった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 岩盤応力

〔研究題目〕 熱・熱水の影響評価に関する検討

〔研究代表者〕 玉生 志郎（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 玉生 志郎、阪口 圭一、佐々木宗建、
茂野 博、水垣 桂子、石戸 恒雄、
中尾 信典、菊地 恒夫、内田 利弘、
楠瀬勤一郎

【研究内容】

平成15年度に、以下の項目の文献調査と予備的な解析を実施した。

- a. 高温地域の地球科学的特性の検討
 - ① 温泉放熱量に基づく熱異常抽出・特性把握方法に関する検討
 - ② 岩石変質データベース構築に関する検討およびデータベース化
 - ③ 地球科学的特性に関する情報収集および2次元・3次元可視化
- b. 高温地域の成因の検討
 - ① 広域流動シミュレーションによる成因の検討
- c. 調査・解析・評価手法の検討
 - ① 電磁探査による深部構造解析手法
 - ② 震源データを用いた深部構造解析手法
 - ③ 放射年代測定法を用いた地熱系の長期変動解析手法

流体地化学に基づく熱・熱水の影響評価手法

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 高温地域、熱、熱水

【研究題目】 Development of Total Recycling Technologies for Waste Electric and Electronic Appliances

【研究代表者】 小林 幹男（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】 遠藤 茂寿、大矢 仁史、四元 弘毅、
田中 幹也、古屋伸茂樹、日比野俊行、
西須 佳宏、小山 和也、成田 弘一

【研究内容】

電気電子機器はそれ自体複雑な構造を有しており、また、非常に複雑な組成を有する素材が利用されている。このことから、廃電気電子機器のリサイクルには特別な技術が必要であり、さらに、要素技術を組み合わせた適正なリサイクルシステム技術の開発が必要である。このような立場から、廃電気電子機器のトータルリサイクル技術の構築を目指した研究を行う。平成15年度においては、(1)複合素材・部品の単体分離、(2)固体粒子の相互分離、(3)湿式製錬技術を応用した金属回収、(4)エコマテリアルデザイン、等について検討を行った。廃電気電子機器のプリント配線板を対象に、剥離法及び揺動・ねじ曲げ法により、銅成分が選択的に分離回収できる可能性があること、カラム型気流選別機の条件を精密に制御することにより、粒子の比重差を利用して90%の分離効率での固固相互分離が可能であること、さらに、湿式製錬法を応用した新規電解採取法により、1価銅イオンの電解採取システムにおいて100%の電流効率が得られる

条件があること、等を見出した。また、エコデザインについては、易リサイクル素材として、新規蛍光体・有機無機複合体の開発の可能性を検討し、また、ウレタンフォームのリサイクルによる利点を精査・評価した。

【分野名】 資源循環

【キーワード】 リサイクル、廃電気電子機器、トータルリサイクル、エコマテリアル、単体分離、粒子分離、湿式金属回収、エコマテリアルデザイン

【研究題目】 H15年度大都市における火山灰災害の影響予測評価に関する研究

【中項目名】 火山灰災害の直接的影響予測システムに関する研究

【研究代表者】 須藤 茂（地球科学情報研究部門）

【研究担当者】 須藤 茂、駒澤 正夫、斎藤 英二、
渡辺 和明（職員4名）

【研究内容】

目標：

わが国の過去の火山灰災害のデータの整理解析、モデル危険火山の解析等により、火山灰災害の産業活動に対する影響評価とリスクマネジメントを行うために、火山噴火によって直接的に生じる降灰等の被害の予知・予測システムを構築する。

研究計画：

1) わが国の降下火山灰のデータベース作成、2) 降下火山灰分布予測モデルの作成、3) モデル火山の降下火山灰予測調査、4) 火山灰災害継続事例の実態調査。

年度進捗状況：

1) 本年度までに収集整理した計約570ユニットの各降下火山灰の堆積量データをすべてデジタル化し、データベースを作成した。2) データベースを元に、任意の地点が将来、ある厚さの火山灰降下を被る確率分布予測モデルを構築した。3) モデル火山として選定した富士山について降下火山灰予測モデルを適用した。また、重力測定により、富士山の最近の活動により形成された地下構造の情報を得た。富士山中腹のGPS連続観測装置をすべてテレメーター化し、噴火直前までの山体変動の情報を的確に取得できるようにした。本年度末の時点では、異常な変動は認められていない。4) 火山灰災害を想定していなかった三宅島で、2000年噴火の火山灰被害の実態調査結果を取りまとめた。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 火山灰災害、富士山、山体変動観測、GPS、重力測定、三宅島

【研究題目】 配位重合用フロー系マイクロミキサーの開発

【研究代表者】 宮沢 哲（物質プロセス研究部門）

【研究担当者】 宮沢 哲、坂倉 俊康

〔研究内容〕

本研究ではブタジエン、イソプレン等の共役ジエン系モノマーの配位重合において、メタロセン系触媒が有する立体特異性・リビング重合性を同時に発現しうるマイクロフロー系システムを開発することを目的としている。平成15年度は、マイクロミキサーとチューブラーリアクターを連結したマイクロフローシステムを設計・試作し、重合触媒とブタジエンモノマー溶液の接触において2重管式 T 字型コネクターが有効であることを明らかにした。本マイクロフローシステムは室温下でのブタジエンのリビング重合を触媒前駆体の活性化から重合開始・成長までを一貫して行うことが可能であり、反応時間に対してポリマー収量が比例的に増大することから必要な分子量のポリマーを必要量安定に合成しうるオンデマンド型マイクロプラントとして期待される。

〔分野名〕 材料・製造

〔キーワード〕 マイクロミキサー、ポリブタジエン

〔研究題目〕 海水リチウム採取の実用化技術の研究開発

〔中項目名〕 リチウム化合物生産システムの研究開発

〔研究代表者〕 坂根 幸治

〔研究担当者〕 坂根 幸治、榎田 洋二、高木 憲夫、梅野 彩、楊 暁晶、多田 憲司、細川 純嗣、大井 健太、広島大学大学院国際協力研究科、エムイーシーエンジニアリングサービス株式会社、シバタ工業株式会社、中国電力株式会社、株式会社横田工業商会

〔研究内容〕

本研究は、リチウム資源の安定確保に資するため、火力発電所温排海水を利用するリチウム採取システムの実用化を目的として、脱着液から高純度無水塩化リチウムの生産システムを開発し、実験室規模での検討を進めた。脱着液から不純物を除去するプロセスとして、拡散透析による塩酸の回収、アルカリ処理によるマンガン、マグネシウムの除去、キレート樹脂によるカルシウムの除去、無機イオン交換体によるナトリウム、カリウムの除去からなるプロセスを考案し、模擬脱着液を用いて各工程の操作条件を検討した。実際の操作条件は実機の運転により決定する必要があるが、その前段となる大略の操作条件および物質収支を明らかにできた。リチウム中のナトリウム、カリウムは分離が困難とされているが、新たに開発した無機イオン交換体により除去が可能になり、純度99.999%の高純度塩化リチウムが得られる見通しが得られた。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 海水リチウム採取、吸着剤、高純度無水塩化リチウム

〔研究題目〕 採掘機器自動化のための環境認識技術に関する研究

〔研究代表者〕 皿田 滋（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 皿田 滋

〔研究内容〕

〔目標〕：

坑内採掘機器の自動化・遠隔化を推進するための要素技術として、切羽の形状、破碎鉱石の性状、機器の自己位置等の切羽環境情報を収集するためのセンシング技術についての検討を行い、また、収集データに基づいて切羽環境情報を統合的に表現するためのモデルの形式・構造並びに表示方式についての検討を行うことを目的としている。

〔研究計画〕：

平成13～15年の3ヵ年計画であり、期間内に以下の項目についての研究を実施する。

- 1) 国内外の技術動向調査を実施し自己位置及び切羽環境検知のためのセンシング方式の比較検討を行う。(H13-15)
- 2) センシング方式確立のため実験室内において移動作業機器模型にセンサー系を搭載し試験を実施する。(H13-14)
- 3) 現場適応性を確認するため現場環境において実規模のセンサー系を用いた現場計測実験を実施する。(H14-15)

〔進捗状況〕：

平成15年度における研究内容の概要は以下のとおりである。

破碎鉱石の堆積形状を計測する方法として両眼立体視（ステレオビジョン）についての検討を行い、屋外での実規模堆積（砂利）を用いた3次元形状計測を実施した。また、屋外における光量の変化に対応する方式を開発した。さらに、画像から3次元形状を得るための計算方法を改良し計算時間の短縮を図った。画像内から破碎岩石堆積部分を抽出認識する方法について検討を加え、画像の濃淡変化の分布に基づいた方法により堆積部分の領域分離を実現した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 採掘、自動化、形状計測、作業環境モデル

〔研究題目〕 微生物による昆虫の生殖操作機構の解明と利用

〔研究代表者〕 深津 武馬（生物機能工学研究部門 生物資源情報基盤研究グループ）

〔研究担当者〕 深津 武馬、安佛 尚志、沓掛（高橋）磨也子、藤井由紀子、陰山 大輔、後藤 俊輔、杉村 明子、辰野 聖子、周防佐知江、戸塚 典子

〔研究内容〕

目的：

ショウジョウバエおよび内部共生細菌であるスピロプラズマをモデル系として、雄殺しや細胞質不和合などの生殖操作や、宿主体内における共生の分子機構に関与する遺伝子を同定する。さらにはそれらの遺伝子を改変・操作することによって、宿主昆虫の生殖表現型や内部共生系を操作できる系の確立をめざす。

実施方法：

ショウジョウバエにおいて EP 因子をゲノム中にランダムに転移挿入した突然変異系統を多数作成し、その中から共生細菌による生殖操作が救済される突然変異体をスクリーニングして、内部共生や生殖操作に関わる宿主遺伝子群を取得する。さらにはショウジョウバエにおける導入遺伝子の時空間特異的発現システムを利用して、宿主昆虫の共生系や生殖表現型の操作を試みる。

進捗状況：

ショウジョウバエの EP 因子挿入突然変異体の作製、スクリーニング、さらには GS 系統の導入とスクリーニングも順調に進行中で、いくつもの内部共生に関わる遺伝子の突然変異体の候補が単離され、その一部については詳しい解析をおこなっている。突然変異体スクリーニングのほかにも、スピロプラズマの個体群動態や、宿主免疫系との相互作用などといった方面において、興味深い知見が得られている。さらに、雄殺しスピロプラズマの全ゲノム配列の決定も進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 昆虫、微生物、内部共生、生殖操作

【研究題目】 アジアにおける水資源域の生態系の復元に関する研究

【研究代表者】 山室 真澄（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 成島いずみ、張 新

【研究内容】

中海は島根・鳥取両県に位置する汽水湖で、干拓事業などの影響で沿岸域の人為的改変が著しく、平行して富栄養化進行し、貧酸素水塊や赤潮の頻繁な出現が問題になっている。干拓事業以前の昭和20年代までの中海は、聞き取り調査によると、海草の一種であるアマモが水深3m未満の砂泥底の浅場に繁茂していた。堆積物に有機物を供給する一次生産者が海草であるか植物プランクトンであるかは、湖底堆積物の生元素比や炭素安定同位体比に影響すると考えられる。すなわち、維管束植物であるアマモが主な有機物供給者であれば、植物プランクトンよりも炭素に富む比を示すはずである。またアマモ場では草体が密集するので藻場内では流動が弱まることにより二酸化炭素が律速しやすく、光合成における炭素の同位体分別が、植物プランクトンよりも小さい可能性がある。本研究ではこのような変化が続成作用を受けても堆積物に保存されるのかどうかを確認するために、中海の数ヶ所で柱状堆積物を採取し、堆積物の化学分析を行

った。その結果、アマモが消滅したとされる1950年代前後で、堆積物の化学指標に変化は認められなかった。比較のために分析した現生アマモ場の堆積物では、分析に供した粒子自体にはアマモ生体に特徴的な生元素比は反映されておらず、難分解性のアマモは生物遺骸として堆積物に残存する可能性がでてきた。実際、コア堆積物からも貝殻や植物片と目される粒子が多少存在したが、それらは従来法では除去して分析する。今後、起源推定や有機物蓄積量を検討する上で、これら起源不明の生物遺骸をどう扱うかが課題として残された。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 炭素、窒素、リン、アマモ、安定同位体比

【研究題目】 環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒透明コートの開発

【研究代表者】 埴田 博史（セラミック研究部門）

【研究担当者】 田中 一彦、深谷 光春、渡辺 栄次

【研究内容】

近年、住宅の密閉性の向上に伴い、かびや雑菌が繁殖しやすくなり、畳やじゅうたん、建材などから放出される防虫剤、防ダニ剤、有機溶剤、ホルマリンなど、さまざまな化学物質によって室内の空気が汚染されている。それによって、シックハウス症候群や化学物質過敏症が大きな問題となっている。また、農業用ビニールハウスに使われるビニールフィルムは汚れの付着により真っ黒になって毎年取り替えられており、大量の廃棄物が発生し、焼却するとダイオキシンが発生するため、廃棄物の処理が問題となっている。光触媒を用いると、光のエネルギーを利用してシックハウスガスや汚れなど、ほぼ全ての有機化学物質を水や二酸化炭素などに分解・無害化し室内環境を浄化することができる。本研究開発では、下地なしでコーティングでき、光が当たらない状態でも抗菌性や、空気浄化、超親水性を有するとともに、光の照射によって抗菌性や、空気浄化、防汚機能をさらに効果的に発揮する常温硬化型の光触媒コーティング膜を開発し、開発した環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒透明コーティング剤を用いて光触媒壁紙や農業用光触媒フィルムの開発を行った。本研究開発の具体的目標値を以下に示す。

1. 抗菌性能：大腸菌に対して24時間後の生残菌数が100分の1以下。2. 空気浄化性：アセトアルデヒドの除去率が2時間の照射後、70%以上。3. 超親水性：水との接触角が10°以下。

1は抗菌製品技術協議会の抗菌剤の性能基準であり、2は光触媒製品技術協議会の光触媒製品の性能基準である。また、3の水との接触角が10°以下になると、雨によって汚れが洗い流され、汚れが付かなくなり、セルフクリーニングとなる。上記の目的を達成するため、1) 環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒コーティング剤

及びコーティング技術の開発、2) 環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒コート連続生産技術の開発、3) 環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒コートの形態及び性能の評価を行った。光触媒透明コートが開発できるとフィルムやガラスなどの透明な基材にも使用することができ、応用範囲が大きく広がり、さまざまな製品に適用することが可能となる。酸化チタン光触媒粉末を透明液化するためには、酸化チタン光触媒粉末を微粒子化することと凝集している微粒子を分散させることが必要である。酸化チタン光触媒粉末が微粒子となっても粉末が凝集していると光を散乱して白くなってしまうので、光を散乱しなくなるように凝集した粉末をばらばらに分散して透明液化する必要がある。環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒コーティング剤及びコーティング技術の開発においては、高性能の光触媒コーティング剤を開発するための実験装置である粒子分散機及び粒度分布測定機と膜厚試験機（コーター）を導入し、光触媒の分散を行った。その結果、光触媒粒子を高分散させることによって光触媒性能を著しく向上させることができ、かつ光触媒コーティング剤の透明度を飛躍的に向上させることができた。これにより、環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒コート連続生産するために必要とされる精度の高い光触媒コーティング剤が得られた。環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒コートの連続生産技術の開発においては、光触媒壁紙と農業ハウス用光触媒フィルムを連続生産するため、既存の連続生産設備の改造を行い、装置の微調整を行いながら不備な箇所の改善を行って、光触媒コーティング剤を使用した運転を行い、光触媒壁紙と農業ハウス用光触媒フィルムを連続的に製造することができた。環境浄化用常温硬化型フラクタル構造光触媒コートの形態及び性能の評価においては、光触媒コーティング剤を用いて作製した光触媒コーティング膜の光触媒性能の評価や、透明度、意匠性、揉み強度、引っかき強度、密着強度、水溶性、耐摩擦性、曇り具合などの商品素材としての機能評価を行い、抗菌性能・空気浄化性・超親水性の目標値を全てクリアした画期的な光触媒壁紙と農業ハウス用光触媒フィルムを得ることができた。本研究開発によって開発したこれら光触媒製品は、安全、安心、清潔、健康、環境、省エネ、メンテナンスフリー等、現社会が要求している数々の利点を有している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒コーティング膜、光触媒壁紙、化学物質過敏症対策、光触媒フィルム、防曇、抗菌、空気浄化

【研究題目】縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合成

【研究代表者】木村 辰雄（セラミックス研究部門）

【研究担当者】木村 辰雄

【研究内容】

本研究では、ケイ酸骨格中に周期構造を有するメソポーラスシリカの合成手法を開発することを目的としており、その実現は結晶性メソポーラスシリカ合成という未踏分野を開拓すると同時に、マイクロ構造からナノ構造に至るまで高度に制御した高機能メソポーラスシリカ触媒の開発へと発展するものと期待される。

層状ケイ酸塩由来の構造ユニットをある程度ケイ酸骨格中に保持した新規なメソポーラスシリカの生成過程では、層内縮合反応、ケイ酸層の折れ曲がり、層間縮合反応、熱処理過程の脱水縮合反応によってケイ酸骨格内の周期構造が低下するため、有機修飾技術を利用した層内縮合反応及び脱水縮合反応の抑制技術の開発を行う。

平成14年度までに、隣接したシラノール基の一方を有機修飾し、層内縮合反応を抑制することを検討した結果、構造安定性の向上は確認されたが、ケイ酸骨格内の周期構造保持の実現には至らなかった。平成15年度は、層内縮合反応の抑制を可能とする有機修飾技術として、隣接したシラノール基を同時にキャップするという手法を提案した結果、ケイ酸骨格内に周期構造を保持したメソポーラスシリカの合成に成功した。そのケイ酸骨格中の周期構造は熱的にも安定であり、固定化した有機基を焼成除去した後も保持された。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】メソポーラスシリカ、ケイ酸骨格、周期構造保持、有機修飾

【研究題目】粘土鉱物系抗菌剤の材料設計及び構造解析に関する研究

【研究代表者】大橋 文彦（セラミックス研究部門）

【研究担当者】大橋 文彦

【研究内容】

本共同研究では無機系抗菌抗黴剤の合成技術を支援することを目的とした上記材料の設計及び機能性賦与を行う。研究の一環として、層状複水酸化物（LDH）の層間に植物成長活性を有する試剤を担持した複合体の合成方法及び物性評価についての研究を行った。原料であるZn/Al系HTには、基底面間隔とそれに起因する(001)と、(0kl)回折線が確認された。(001)回折線から算出された基底面間隔値はギブサイト層を含めて0.77nmである。植物成長活性を有する試剤をゲストとして用いた試料のX線回折図形からは、原料HTよりも低角度側に(003)回折線が出現し、層間化合物が合成されたことが確認された。熱重量分析の結果、原料LDHでは200℃付近より直線的な熱重量減少を開始し、500℃付近まで継続した。200℃で確認されるシャープな吸熱ピークは、ブルサイト層の脱水酸基及び層間内硝酸イオンの脱離に起因し、ピーク位置は結晶化度に応じてシフトする。複合体の示差熱分析の結果より、有機物の脱離燃焼(300-500℃)による発熱ピークが観測された。

LDH 層間に植物生長活性物質を担持させることで、層間内ゲスト化合物の耐熱性が向上することが確認された。これは層間内ゲスト化合物と、結晶内同型置換によって正電荷を帯びている層間との静電的な結合力に起因するものと推察された。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 粘土鉱物、生理活性、層間挿入

【研究 題目】 高圧水素吸着熱特性解明の研究

【研究代表者】 大井 健太（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 王 正明、楚 英豪

【研究 内容】

本研究は炭素系水素貯蔵材料への水素貯蔵機構を解明するための吸着熱直接測定方法を確立し、同時に熱測定から吸着量評価を行う。目標は現存の高温常圧型微量熱量計を改造し、吸着量の測定精度を決めた上で、吸着量及び吸着熱の測定データ及び評価手法の信頼性を検討する。今年度は現存の高温常圧型微量熱量計を整備し、代表的な炭素系水素吸着材料（活性炭素繊維）への高圧水素微分吸着熱変化を測定すると同時に、水素吸着挙動の分かっている水素吸着合金等他の吸着材の結果とも比較し、測定データ及び評価手法の信頼性を検討した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素貯蔵、炭素、高圧吸着熱

【研究 題目】 サンゴ卵からのサンゴ生産による環境保全技術の開発

【研究代表者】 大井 健太（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 垣田 浩孝、佃 聡子、

Ramesh Chitrakar、手束 聡子、

木村 旬子、坂根 幸治、廣津 孝弘、

大井 健太、鈴木 淳、沖電設計株式会社、

株式会社ゼオ・ゲイト、(財)高温高圧流体技術研究所

【研究 内容】

本研究は、サンゴ卵からのサンゴ生産技術を確立し、サンゴ礁造成に係るエンジニアリングおよびサンゴ移植技術などの環境保全技術を提供することを目的とし、地下浸透海水を用いた低コストサンゴ養殖技術の確立のため、地下浸透海水の成分特性の解明と海藻成長抑制技術の開発を目標とした。藻類成長を抑制する栄養塩濃度を明らかにするため、紅藻類大型海藻の単藻培養株を材料に温度・光強度・栄養塩濃度による成長試験を行い、海藻成長抑制因子を解明した。また、海藻抑制因子の吸着除去の可能な吸着剤の開発を行い、その吸着剤を使用した海藻成長試験により抑制効果を実証した。さらに、地下浸透海水の栄養塩類などの水質分析により成分特性を解明した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 サンゴ生産、サンゴ卵海藻成長

【研究 題目】 特徴点と表面形状から人体各部の寸法を自動計測する技術の開発

【研究代表者】 持丸 正明（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】 持丸 正明、河内まき子

【研究 内容】

フィット性の高いものづくりへの要求は高まっており、近年では、寸法だけでなく体の形状に係るデータへのニーズも多く聞かれるようになってきている。特に、アンダウェア、靴、メガネなど身につける製品を提供している企業ではこうした要望が強くなっている。本事業では、こうした高品質の三次元形状計測データを基に、更に、人間の解剖学的特徴点の座標値を自動抽出する手法を開発し、これを基に、従来、手測や人手による特徴点マーキングによって行っていた寸法計測を自動化し、より効率的な寸法測を可能にする。併せて、近年産業でのニーズが高まっている身体形状についても、平均形状の算出や形状の差違を定量的に比較することを可能にするため、身体形状の正規化モデルの開発を行う。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 人体形状

【研究 題目】 バイオマスからのクリーンガス生産基礎技術に関する研究

【研究代表者】 美濃輪智朗（循環バイオマス研究ラボ）

【研究担当者】 横山 伸也、佐々木義之、花岡 寿明、幡野 博之、鈴木 善三、横川 清志、藤本 真司、吉田 貴紘、吉田 清英、谷口 寛之

【研究 内容】

バイオマスから水素を二酸化炭素吸収ガス化により高効率で生産する技術開発において、基礎技術に関する研究を行った。具体的には、1) 反応試験、2) カルシウム再生試験、3) ベンチ試験装置検討および運転を行った。

1) 反応試験においては、木材、カルシウム、水を原料とし、オートクレーブおよびラボ規模の簡易連続装置中での反応を検討した。反応条件としては木材/カルシウム/水=1(炭素)/2/2、反応温度650℃、反応圧力~50bar を基本とした。500℃以上で熱分解が進行し、メタン等の副生ガスが生じることが明らかになった。反応生成物分布から反応速度を求めた。また、カルシウムの熔融固化についての検討を行った。さらに、木材種、カルシウム以外の CO₂吸収物質の反応試験も行った。

2) カルシウム再生試験においては、熱分析装置 (TG)、電気炉などにより CaO/Ca(OH)₂/CaCO₃系の各反応速度を明らかにした。

3) ベンチ試験装置検討においては、産総研中国センターに設置した10kg/日規模のベンチ試験装置に関して、

性能チェックおよびガス化反応チェックのために試験運転を共同で行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、水素、二酸化炭素吸収ガス化

〔研究題目〕 水理模型実験による尼崎港の海水交換促進工法に関する研究

〔研究代表者〕 山崎 宗広 (海洋資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 山崎 宗広、星加 章

〔研究内容〕

海水の流れを制御して海水交換を促進する環境修復技術や、尼崎港内を例に環境修復技術を実際に適用した場合の地形変化を考慮し、干潟造成による港内流況への影響等について水理模型実験により検討する。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 尼崎港、閉鎖性湾、海水交換、浚渫土砂、地形改変

〔研究題目〕 無機マイクロカプセル成形技術の開発、インテリジェント化および体系化

〔研究代表者〕 田口 隆久 (人間系特別研究体)

〔研究担当者〕 藤原 正浩、塩川 久美

〔研究内容〕

マイクロカプセルは内部に様々な物質を内包でき、そのことにより内包物質の機能を安定化・高度化できることが期待されている。産業技術総合研究所人間系特別研究体では、水/油/水系エマルジョンによる無機質マイクロカプセルの調製方法(界面反応法)を研究している。このカプセル形状および膜構造等の性質を制御する技術は、ナノ機能粒子のカプセル化の実用展開における基盤技術となる。本研究では、マイクロカプセルの膜材料として無機物質を選び、マイクロカプセルの特性のうち、特に形状、粒子径、カプセル膜の厚さ、膜内に存在する細孔の構造制御等のマイクロカプセルに関する基盤技術を体系化することを目指す。

界面反応法で得られる無機質マイクロカプセルは、不安定な水相・油相界面を反応場とするため、得られたマイクロカプセルの特性は、調製条件に強く依存する。今回、種々の調製条件でマイクロカプセルの粒子径や細孔特性が制御できることを見いだした。例えば、粒子径については、水/油エマルジョンの容積比により制御できる可能性があることを見いだした。さらに、本研究プロジェクトでは、シリカ系や炭酸カルシウム等のマイクロカプセルの粒子径、カプセル膜厚、膜内細孔構造への調製条件の効果を詳細に明らかにするための研究を行っている。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ナノ粒子、マイクロカプセル

〔研究題目〕 天然ガス貯蔵のためのハイドレート製造技術の開発(ハイドレート結晶構造の多様性を考慮した製造プロセスの高度化)

〔研究代表者〕 大村 亮 (エネルギー利用研究部門)

〔研究担当者〕 竹谷 敏、内田 努、海老沼孝夫、成田 英夫

〔研究内容〕

研究目的:

天然ガスから生成されるハイドレート結晶の構造多様性を考慮し、これまでに例の無い高性能・低コストのハイドレート製造システムの開発を目指す。構造 H ハイドレートの生成に関する最近の研究成果に基づき、構造 H ハイドレートを積極的に利用するシステムを構成する。

上記の最終的な目的のために、産総研では、天然ガスを模擬した2成分(メタン+プロパン)、3成分(メタン+エタン+プロパン)混合ガスと大分子ゲスト物質が共存する系における4相(ガス、大分子ゲスト物質相、水、ハイドレート)平衡条件を実験的に明らかにする。

研究成果:

大分子ゲスト物質にはネオヘキサン(以下 NH)及び tert ブチルメチルエーテル(以下 TBME)の二種を、天然ガスを模擬する混合ガスには2成分混合ガス(C1:C3=99:1モル比)及び3成分混合ガス(C1:C2:C3=90:7:3モル比)を用い、合計4つの系における4相平衡条件測定実験を行った。測定範囲は温度274K-283K、圧力1-3MPaである。

2成分混合ガス(C1:C3=99:1モル比)系では大分子ゲスト物質が NH、TBME のいずれの場合においても4相平衡条件が、純粋メタンと NH あるいは TBME から成る構造 H ハイドレート生成系の4相平衡条件と測定の不確かさの範囲において一致することが明らかとなった。このことから2成分混合ガス(C1:C3=99:1モル比)+NH あるいは TBME 系における安定なハイドレートは構造 H であることが強く示唆される。

一方、3成分混合ガス(C1:C2:C3=90:7:3モル比)+NH あるいは TBME 系における四相平衡条件は、大分子ゲスト物質を含まない3成分混合ガス系における三相平衡条件よりも低温高圧となり、その温度-圧力関係の傾向が構造 H 生成系のそれと大きく異なることが明らかとなった。このことから3成分混合ガス(C1:C2:C3=90:7:3モル比)+NH あるいは TBME 系における安定なハイドレートは構造 II であることが示唆される。また、大分子ゲスト物質を含む系における四相平衡条件が、大分子ゲスト物質を含まない系における三相平衡条件よりも低温高圧となることは、ガスの大分子ゲスト物質相への溶解度の差に起因するものと考えられる。すなわち、NH や TBME に対するガスの溶解度はプロパン、エタン、メタンの順に大きいため、3成分混合ガス(C1:C2:C3=90:7:3モル比)が系への導入時よりもメタンリッチ

な組成となるため、平衡条件が低温高压側にシフトすると考えられる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】クラスレート水和物、ガスハイドレート、エネルギー貯蔵・輸送

【研究題目】電気パルス抗体作製法に基づく高感度環境ホルモンセンサーの開発

【中項目名】モノクローナル抗体の機能改変、安定化技術の確立

【研究代表者】加藤 且也（セラミックス研究部門）

【研究担当者】加藤 且也、斎藤 隆雄、横川 善之、橋樹 淳子、阿知波初美

【研究内容】

タンパク質（抗体・酵素・ポリペプチド・増殖因子等）を始めとする生体関連物質は、その大部分が、温度、有機溶剤、変性剤などに対する耐性が非常に低く、そのことが生体関連物質を有効な新材料として利用することに不利な条件となっている。そのため生体物質を様々な条件下で安定化させる方法を確立する必要がある。タンパク質を安定化させる手法として、固定化やカプセル化が代表的な例と言える。本研究では、環境ホルモン抗体の無機多孔体や有機無機複合体を用いた高安定化抗体カプセル化ナノ粒子の作製とその新たな利用法の確立を目的とした。前年度決定したゲル化抗体作成法（ゾルゲル法）による環境ホルモン DBP 抗体カプセル化シリカゲルの作成とその評価を行った。その結果、高濃度有機溶媒中や高温下でのゲル化抗体の活性安定性は、フリー抗体と比較すると著しく上昇することが明らかとなった。またこの高安定性ゲル化抗体をガラスチューブ内で作成したイムノ担体（抗体固相抽出担体）は、極微量濃度（500ppb）の環境ホルモン DBP を約75%の効率で濃縮することに成功した。またこの方法は他の環境ホルモンである DEHP にも適応可能であることも分かった。今回作成したゲル化抗体アフィニティーカラムは、これまで利用されてきた C18固相抽出法などでは濃縮困難であった、微量環境ホルモンの高効率・簡便な濃縮材料としての利用が期待される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】環境ホルモン、バイオセンサー、無機有機複合体

【研究題目】希少糖 D-ブシコースの製品開発・安全性・製造に関する研究

【研究代表者】石川 満（単一分子生体ナノ計測研究ラボ）

【研究担当者】福岡 聡、田中 芳夫、長瀬 智美、大庭 英樹

【研究内容】

着目した細胞に含まれるタンパク質の発現量とその分

布に対する希少糖効果を DNA チップ技術を用いて解析し、特異的に発現あるいは発現が抑制されたタンパク質を探検し同定する。このようにして見出された標的タンパク質の細胞内動態を、半導体量子ドット蛍光プローブ法を用いて単一分子レベルで調べることが本研究課題の目的である。

本年度は、(1)褐色脂肪細胞に及ぼす希少糖 D-ブシコースの影響を、細胞の形態変化および RNA を抽出しマイクロアレイ分析により遺伝子レベルで調べた。(2)我々が開発した半導体量子ドットを用いた蛍光プローブ法を開発するため、量子ドットを表面修飾して水溶性にし、タンパク質との共役化を検討した。得られた量子ドットで標識されたタンパク質について、細胞内における分布および動態を調べた。

上記(1)については、ラットの褐色脂肪細胞は希少糖ブシコースの代謝が困難なため、前駆細胞、分化・成熟細胞何れも脂肪滴の蓄積は阻害されていた。希少糖は直接褐色脂肪細胞を活性化しておらず、余剰エネルギーが脂肪として蓄積されることが結論された。上記(2)については、予備実験として我々の開発した量子ドットを用いて標識したタンパク質分子が、細胞内部に取り込まれている様子を捉えることに成功した。量子ドットを用いた本手法のほうが、市販されている有機色素を用いた場合と比較して、蛍光強度が強く優れていることが明らかとなった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】量子ドット、蛍光プローブ、褐色脂肪細胞

【研究題目】マイクロ圧縮成形システムによる細密樹脂部品の新加工技術開発

【研究代表者】芦田 極（機械システム研究部門）

【研究内容】

1) 目標

金型の3次元ナノ加工技術、光学設計技術を軸にガラス材成形加工に係る成形技術、離型技術、及び成形装置／金型構造を開発の上、これを基礎とした量産化製造技術を確立する。

2) 研究計画

微細格子構造を有する金型へ光学材料を充填し、微細部分を破壊することなく製品を離型することが可能な小型精密駆動機構について研究開発を進める。ナノインプリンティング装置及びその金型構造（金型材料及び表面処理法を含む）を製作し、評価を行うことで、3次元ナノ構造のインプリンティングを安定して行うことが可能な機構及び条件等を明らかにする。

3) 年度進捗状況

軸対象構造を有する卓上型小型圧縮プレス成形装置を試作し、基礎的実験が可能なセットアップを構築した。装置の評価と要求される制御パターンでの運転を

実現するために、操作インターフェース及び制御プログラムの改良を進めた。また、衝撃力を利用して成形品と金型との剥離に関する基礎的実験を行うためのセットアップを構築し、微細構造の破壊を防ぐ離型技術を確立するための基礎データの解析を行った。

【分野名】材料・ナノテク・製造

【キーワード】ナノインプリンティング、金型、圧縮プレス成形、ガラス成形、微細構造、離型

【研究題目】マイクロ化学プラントを用いた焼酎蒸留残渣の有効利用技術の開発

【研究代表者】安部 英一（基礎素材研究部門）

【研究担当者】宮崎真佐也

【研究内容】

目的：

焼酎蒸留残渣成分であるクエン酸を原料として、生分解性プラスチックの原料となる L-乳酸の合成を行うマイクロ化学プラントの開発を目的としている。

研究計画：

焼酎蒸留残渣からのクエン酸の抽出・精製技術、乳酸合成反応に用いる酵素の大量調製法・高次機能化法など基盤技術の確立および、酵素反応マイクロリアクター構築のためのマイクロ構造体の設計・試作、リアクターの再生・再利用のための酵素の可逆的固定化技術の確立等に取り組む。

進捗状況：

酵素固定化技術の確立においては、独自に開発したジスルフィド結合による酸化還元的な可逆固定化方法および Ni 錯体形成による固定化方法では、繰り返しによる酵素の固定化量の変動や酵素活性の変化は認められず、本法がマイクロチャネル壁面への酵素の可逆的固定化方法として有用であることが示された。マイクロ構造体のデザイン・作製においては、幅320 μm、長さ40cm のキャピラリー型マイクロリアクターユニット3種類を作製した。それぞれのリアクターユニットにクエン酸から L-乳酸を酵素的に連続合成するために必要な3種類の酵素を固定した後、これを直列に連結したマイクロリアクターユニットを作製して乳酸合成反応を行ったところ、毎分10ml の流量でも変換率100%のパフォーマンスを得ることが可能であった。これらを基に、乳酸合成マイクロ化学プラントの構築をおこなった。直列3段階の酵素反応を行うマイクロリアクターを集積しても性能が変わらないことを確認するとともに、カートリッジ型の酵素固定化キャピラリーリアクターを構築することに成功した。本技術を用いることにより、年間に1トンの生産を可能とする、キャピラリーを100本程度束ねたリアクターの構築が可能となった。

【分野名】ナノテク材料製造

【キーワード】マイクロ化学プラント、マイクロ化学プラント、マイクロ構造体

【研究題目】海域環境改善のための炭酸カルシウム化多孔質体の開発

【研究代表者】矢野 哲夫（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】内海 明博

【研究内容】

製鋼スラグを利用した海藻成長用基板材料の開発を行うため、基板材料の多孔質化、炭酸カルシウム化状態の評価を行った。炭酸カルシウムは、生体親和性に優れており、多孔質基板における、炭酸化の評価が重要である。熱分析法によるコンクリートの炭酸化の定量的評価を行い、製鋼スラグを利用した海藻成長用基板材料の開発指針を得ることを目標として、共同研究先が合成した製鋼スラグを利用した多孔質コンクリート基板の表面炭酸化状態の定量評価を行うこととした。

炭酸化の定量的な評価法として、熱重量測定 (TG: Thermo Gravimetry) と示差熱分析 (DTA: Differential Thermal Analysis) を用い1)、390°Cから660°C付近の吸熱に対応する重量減を水酸化カルシウムからの水の分解蒸発、660°Cから810°C付近の吸熱に対応する重量減を炭酸カルシウムからの二酸化炭素の分離による重量減と仮定して測定を行った。脱炭酸した重量減に100.1/44.0をかけることにより元の炭酸カルシウム量を、脱水した重量減に74.1/18.0をかけることにより元の水酸化カルシウム量を推定することができた。本プロジェクトで開発した炭酸化装置で3時間炭酸化処理をした場合、約20%炭酸カルシウムの量が多くなっていることが分かった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】生物付着、藻、スラグ、炭酸化、多孔質化

【研究題目】機能性分子キャリアシステムによる植物経口ワクチンの開発

【研究代表者】松村 健（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】民間企業3社、国立大学1

【研究内容】

目標：

植物の遺伝子組み換え技術を利用して、鶏原虫病用経口ワクチン素材の開発を行う。

研究計画：

鶏ロイコチトゾーン原虫病の抗原遺伝子の中でも中和活性の高いエピトープ部分を同定。当該遺伝子断片を腸管で感染する下痢症ウイルスのキャプシド蛋白質遺伝子と結合させ、融合蛋白質として発現可能なように設計・構築した。この遺伝子が目的通り発現することを確認するために、昆虫細胞発現系を利用して融合蛋白質を発現、抗原抗体反応等で解析を行った。さらに、当該遺伝子を植物で発現可能なように改変し、アグロバクテリウム法でジャガイモへ導入し、形質転換体を作出した。

年度進捗状況：

得られた形質転換体での、目的の融合蛋白質発現解析

を実施した。即ち、抗原虫病抗原エプトープ抗体および抗下痢症ウイルス抗体の両方を用い、ELISA およびウエスタンブロット法で融合蛋白質の発現量および分子量を同定した。これら融合蛋白質の発現が確認された形質転換ジャガイモは、閉鎖系温室内で育成し、塊茎を得ると同時に、葉の凍結乾燥処理を行い、鶏へ飼料と混合後、自由採餌下で経口投与した。供与後、鶏群の抗体価の測定を行い、ワクチン効果の判定を行った結果、期待されるワクチン効果が確認された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ロイコチトゾーン原虫病、経口ワクチン、組み換え植物

【研究題目】 突然変異誘発による新規ヒト疾患モデルラットの作製

【研究代表者】 扇谷 悟（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 扇谷 悟、佐原 健彦、栃木 裕貴、株式会社トランスアニメックス、株式会社ジェネティックラボ、北海道大学先端科学技術共同研究センター、北海道大学遺伝子病制御研究所

【研究内容】

研究目標：

高齢化社会・テラーメイド医療に代表される高度な福祉社会を実現するために、ES 細胞が未だ開発されていないラットにおいて、治療法開発のための疾患モデルラットを作出する。

研究計画：

突然変異誘発物質を投与したラットの中から、候補となる突然変異体を一次スクリーニングし、特定の遺伝子について突然変異を起こしたかどうかを検出し、遺伝子の変異と遺伝子発現の相関について検討する。

年度進捗状況：

本年度はまず変異原物質を利用して作出した多数の突然変異ラットから、目的の遺伝子に変異が導入されたラットを効率的に選抜するための方法について検討した。従来、遺伝子の truncation を検出するための技術として、酵母の ADE2 遺伝子を用いたバイオアッセイ法が利用されていたが、本研究では酵母を利用してより高感度で簡易・迅速なレポーターアッセイ法を確立した。この確立したレポーターアッセイ法によってラットのヘテロおよびホモ突然変異を検出できることを確認した。また、多数の酵母を同時に形質転換する方法についても確立した。最終的に264匹の突然変異ラット採血から調製した遺伝子を用いて、目的遺伝子が破壊されているかどうかについて検討した。アッセイを行った結果、残念ながらこのラット群には目的の遺伝子が破壊されたラットは見いだされなかったが、本レポーターアッセイ法はその簡易性と高い感度の特性により、今後より多くのラットのスクリーニングに利用できると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 突然変異、ラット、疾患モデル

【研究題目】 海水リチウム採取の実用化技術の研究開発

【中項目名】 リチウム採取による環境への影響の検討

【研究代表者】 山岡 到穂（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 山岡 到保、滝村 修

【研究内容】

リチウム化合物の国内での安定した継続的確保というニーズに対応するため、リチウムの吸着剤を活用して火力発電所で発電関連書設備を冷却した後に再度海に戻される温海水からリチウムを吸着させ、さらにリチウム吸着した吸着剤を化学処理して、金属リチウムの原料になる高純度無水塩化リチウムを生産明日留までの実用化技術を開発する。

海水中のリチウムを採取した海水が浮遊性プラクトンに及ぼす影響を検討したところ、植物プランクトンの増殖や細胞内成分組成が変化しないことが判明し、また採取後の海水の組成も殆ど採取前の海水と変化がないことなどからリチウム採取後の海水は直接生態系に影響しないことが判明した。今後、大型生物などへの長期の影響評価が必要である。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 リチウム、回収、影響評価

【研究題目】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（LPI 法によるナノ形状セラミックスの高純度ガスセンサへの適用）

【研究代表者】 櫻井 宏昭（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】 小林 哲彦、木内 正人、櫻井 宏昭

【研究内容】

LPD 法（液相析出法）および LPI 法（液相充填法）により規則構造を付与した金属酸化物は、セラミックスのその形状の制御をサブミクロンあるいはナノオーダーで行った材料である。本研究では、セラミックスナノ構造体をこれらの方法により作成し、その局所的反応特性を評価する。得られた材料の機能性を生かし、揮発性有機化合物（VOC）に対して高感度、高選択性のナノ構造薄膜型半導体式ガスセンサとしてデバイス化を目標とする。

ガスセンサにおいては、特に反応面積や反応物質の拡散が重要な反応のファクターとなる触媒反応と有機分子の分解過程が選択性や応答性に影響を及ぼす。反応時の物質拡散に適応させたテンプレート形状を構築し、高次セラミックスナノ構造体の設計による反応機構を解明してゆく必要があり、これを産総研が担当する。

本年度は、高次構造を付与した金属酸化物として、酸化物粉末の表面に LPD 法により薄膜を形成した材料について、触媒反応特性の検討を行っている。これらの材

料で VOC 類の酸化反応を行い、薄膜形成の有無及び焼成温度による反応温度および、生成物の選択性の変化について検討を行った。

今年度得られた中で最も特徴的な結果は、VOC 分子の反応量が CO₂、CO 等確認された生成物の生成量合計を上回る場合があり、このギャップが LPD 法で薄膜形成した試料に関して著しく観測されたことである。LPD 法により形成された高次構造に基づき発現した現象である可能性もあり、次年度における主要な検討課題である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ構造、ガスセンサ材料、触媒特性

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（バイオマス繊維／生分解性プラスチックの界面制御型複合材料の開発）

【研究代表者】相羽 誠一（人間系特別研究体）

【研究担当者】中山 敦好、川崎 典起、村木永之介、山口真利子

【研究内容】

非木質系バイオマス繊維を用いて従来よりも安価で高性能・高機能な生分解複合材料を開発するため、生分解性プラスチックと竹繊維の複合材料の強度に対する界面処理剤の影響を調べる。また、複合材料の生分解性を活性汚泥を用いて調べる。バイオマスと樹脂との複合化における相溶化剤及び界面改質剤としてセルロースエステル、ステアリン酸、コポリエステルエーテル、1,18-オクタデカンジカルボン酸ジグリシジルを用い、また、竹粉末のヘキサメチレンジイソシアネート HDI による前処理を検討した結果、ステアリン酸の添加もしくは竹粉末の HDI による前処理が有効であることを見いだした。ステアリン酸0.3部を生分解性ポリエステル（エンポール）10部と竹粉末3部に混合する割合が最適であった。竹粉末の HDI による前処理では、引っ張り強度が約20%向上した。

ブレンドの生分解性を活性汚泥により評価した。その結果、樹脂単体の分解性については、ビオノーレ（PBSA）の分解はエンポール（PBS）の2倍程度速いことが、また、PBST 主体の Biomax の分解性は PBS 程度であることがわかった。また、バイオマス含有量がブレンド材料の生分解速度に大きな影響を及ぼすことがわかった。これは生分解性ポリエステルに比べ、バイオマス成分の生分解速度が速いためと考えられる。また、バイオマスのグリオキサール処理は生分解を抑制する効果のあることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】竹繊維、生分解性プラスチック、界面接着、引張強度、活性汚泥分解

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（ポストゲノム解析用マイクロ HPLC の開発）

【研究代表者】湯元 昇（人間系特別研究体）

【研究担当者】達 吉郎、茂里 康、上垣 浩一、中村 努、萩原 義久

【研究内容】

「目標」

本地域新生コンソーシアム開発事業全体では、解析の進む膨大なゲノム情報を元にタンパク質を調製しプロテオームからメタボローム解析を推進する手法とゾルーゲル法によって開発されたマイクロ HPLC カラムを連携させ、多様なポストゲノム解析にハイスルーブット分離分析用デバイスを開発、製品化することを目標としている。その中で産総研は、ポストゲノム解析用システムの有効性を検証するために必要なモデルサンプルを調製し、提供することを目標として研究を行った。

「研究計画」

ポストゲノム解析において、実際のプロテオーム解析では、多数の未知分子を含むため、システムの有効性の検証が困難であるが、成分に多様性をもつ既知試料をモデルとして分析することにより、開発したシステムの有効性が検証できる。そのため、鎖長の異なるペプチドやアミノ酸を置換したペプチドの混合物、酵素・蛋白質のアミノ酸置換体混合物をプロテオーム解析用モデルサンプル、SNP モデルサンプルとして調製することを計画した。

「平成15年度進捗」

プロテオーム解析用モデル試料として、神経系で重要な機能を果たしているαフォドリンの断片ペプチドを設計し、合成した。また、昨年度調製したアミノ酸を置換したペプチドを SNP モデルサンプルとして、リン酸化ペプチド（セリンがリン酸化されたものについては新たに合成）をフォーカスド・プロテオーム解析用サンプルとして各グループへ提供した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】プロテオーム解析、ペプチド、蛋白質

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（新規リボン型デオキシ核酸の技術開発）

【研究代表者】清末 和之（人間系特別研究体）

【研究担当者】清末 和之、田口 隆久、藤森 一浩、工藤 卓、弓場 俊輔、川崎 隆史

【研究内容】

（目的）

ポストゲノム時代には、遺伝子の配列そのものではなく、遺伝子の機能やその発現制御に関与する転写因子の機能解明と特許化が重要な役割を果たすことが期待される。デオキシ核酸は、遺伝子のオン・オフを制御してい

る転写因子を特異的に阻害できるため、遺伝子機能を介する生命現象や病態のメカニズムを解明するのに非常に有用であり、特に神経細胞の機能を制御することができれば、画期的な方法となる。本研究では、他グループにより、改良されたデコイ型核酸をもちい、神経細胞への応用を試みる。また、その結果をフィードバックし最適化を図る。

〔計画〕

デコイ核酸は、遺伝子の活性化に重要な転写因子を阻害できるため、生命現象の解明や医用材料開発に有用である。本研究では、デコイ核酸をリボン型化して、試薬キット化や医用材料としての実用化に必要な、有効性向上とコストダウンのための技術を開発することを大目的としている。この研究課題の中、この技術を難易度の高いとされる神経細胞へ応用への可能性を検討する。

〔成果〕

実験方法および結果：実験に用いた神経細胞は、ラット（WisterST）胚齢19日齢より調整した海馬神経細胞である。これを、7日から4週間培養したものを用いた。前年度に引き続き、神経細胞へのリボン型デコイのアプリケーションの検討をおこなった。A)リボン型デコイの神経細胞への導入について：従来型のデコイは核酸導入試薬を用いないと、ほとんど導入することができなくなった。デコイ型核酸についても、同様の試薬が必要であるかを検討した。その結果、何も導入試薬を使わずに、神経細胞へ導入することができることが明らかになった。細胞内への取り込み機構は不明であるが、実験上、非常に簡便であること意味する。また、動物等への個体への投与においてもリボン型デコイを使用することで、導入することが可能であることを意味する。この結果は当初に予測していないことであるが、大きな発見である。b.神経機能制御について：海馬神経細胞は記憶学習に重要な領域であり、神経機能の代表する特徴を有する。この神経細胞をもちいて、神経機能に与える効果を検討した。その結果詳細は特許出願中にて、記載を省略する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 デコイ核酸、遺伝子発現制御、神経機能制御

〔研究題目〕 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（バイオ医薬デザイン用の高精度生体高分子機能予測システムの開発）

〔研究代表者〕 湯元 昇（人間系特別研究体）

〔研究担当者〕 達 吉郎、清末 和之、川崎 隆史、弓場 俊輔、藤森 一浩、工藤 卓

〔研究内容〕

〔目標〕

本地域新生コンソーシアム開発事業全体では、ヒトゲノムプロジェクトの成果を、ゲノム創薬、先端バイオ医薬品開発（遺伝子医薬、核酸医薬、ペプチド医薬等）、

診断試薬開発などのバイオ産業創出へと効率よく結びつけるために、生体高分子を構成する塩基配列やアミノ酸配列の情報から高精度に機能や活性を予測するためのシステムを開発することを目的としている。その中で産総研は、ペプチドの詳細な構造解析と機能を予測するための基本システムの開発を行う事を目標として研究を行った。

〔研究計画〕

蛋白質の機能ドメインのデザインを行い、それに従ってペプチドを合成して、その立体構造の解析と活性の測定を行い、配列と構造・機能の相関についての情報の蓄積を行うことを計画した。

〔平成15年度進捗〕

バイオ医薬品開発において重要性の高い蛋白質としてキネシンを選択し、立体構造からキネシンの運動機能に重要なドメインとして微小管との結合部位である K-loop 部位とキネシンの尾部にある ATPase 阻害活性を示す部位に対応するペプチド（IAK ペプチド）を選択し、それぞれペプチドをデザインした。デザインしたペプチドを、化学合成により調製したところ、K-loop ペプチド及び IAK ペプチドともに、顕著な運動の阻害活性を示した。

また、 α ヘリックス構造が活性に重要な役割を果たしているバイオ医薬品用蛋白質の活性増強を行うために、安定な α ヘリックス構造をもつアミノ酸配列を、 α ヘリックス予想プログラムとトンネルアルゴリズムの組み合わせで検討した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ゲノム、創薬、ペプチド、蛋白質

〔研究題目〕 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（ゲノム発現解析チップシステムの開発）

〔研究代表者〕 三宅 淳（ティッシュエンジニアリング研究センター）

〔研究担当者〕 太田 英史、三宅 淳

〔研究内容〕

遺伝子相互作用を指標とした、細胞死や分化誘導等の、新しい細胞プロセス評価システムを開発するため、大規模・網羅的遺伝子導入に用いる固相系遺伝子導入技術の改良を目的として研究を行った。具体的には、移植細胞評価システムとして再生医療の分野で、移植細胞の Quality control に利用することを目的として、遺伝子導入の高速化と低コスト化をめざし、以下の3点の技術を確立すべく下記の内容で研究を行った。

- 1) 再現性の高い高効率な遺伝子導入を実現するための固相系遺伝子導入に汎用的に適用できる固定化ポリマーの開発。
- 2) 実用性の高い細胞の評価に目的ごとに必要なプロモーター・プローブ・プラスミドの開発と、チップの作

製、評価、ならびに品質管理システムの確立。

- 3) チップ上で遺伝子導入された細胞から遺伝子発現データを、再現性良く収集することができる蛍光タンパク質の定量的モニタリング技術の確立。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子導入、細胞チップ、固定化ポリマー

【研究題目】 環境汚染物質測定用オプティカルイオンセンサーの創製

【研究代表者】 松永 英之（メンブレン化学研究ラボ）

【研究担当者】 松永 英之、鈴木 敏重、横山 敏郎、高橋由紀子、菅野 千晶、

Tatineni Balaji

【研究内容】

本研究開発は、簡便かつ迅速・高精度で自然環境の汚染物質を検知可能な計測技術の一つである光を利用するイオンセンサー技術を開発・実用化し、製造業等で問題となっている代表的な汚染物質であるフッ化物イオンの簡易計測を可能にする、低コスト簡易迅速計測システムの実現を目的とする。

フッ化物イオンが有機ジルコニウム錯体と選択的に錯形成する性質を利用し、有機ジルコニウム錯体に配位した蛍光試薬とフッ化物イオンとの配位子置換に基づく蛍光消光反応を計測することにより、現行排水規制値（8ppm）および現行環境規制値（0.8ppm）よりも低濃度（0.1ppm）のフッ化物イオンを、溶媒抽出等の濃縮操作を行わずに、その場（in-situ）で測定可能な試薬キット及び簡易蛍光光度計を組み合わせた測定システムを開発する。

今年度は、水溶性のフラボノール-2-スルホン酸がフラボノールと同様の機能を持つことを新たに発見し、これとジルコニウム錯体の粉末状混合試薬を開発した。新たに開発した粉末状混合試薬を用いても、数分程度の短時間で現行環境規制値0.8ppm以下の検出限界をクリアする100ppbの計測が可能であることを確認し、特許出願を行った。

【分野名】 環境保全技術

【キーワード】 フッ化物イオン、簡易計測、ポータブルケイ光光度計

【研究題目】 環境対応型ビデオマススコープ超高速セロミクスロボットの開発

【研究代表者】 平田 静子（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 平田 静子

【研究内容】

有害化学物質の計測技術の開発として、海水中の有害金属元素をオンライン?カラム前濃縮/ICPMによる分析手法を開発する。また、有害元素のヒ素化合物を形態分析するための分離・分析手法を開発する。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 ビデオマイクロスコープ、生体成分、質量分析装置

【研究題目】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（N-アセチルグルコサミン生産用酵素製剤の効率的生産方法の開発）

【研究代表者】 相羽 誠一（人間系特別研究体）

【研究担当者】 山野 尚子、石川 一彦、指輪 仁之、伊田小百合

【研究内容】

N-アセチルグルコサミンは軟骨形成能、そして乾燥肌を改善し老化を防止する美肌効果を有することから、食品業界で安価な N-アセチルグルコサミンが期待されている。そこで本研究開発では N-アセチルグルコサミンをキチンから環境調和型プロセスで生産するために必要な酵素の生産技術を確立し、高齢者社会における関節痛患者の社会参加を容易にし、健康で快適な人間生活に貢献することを目的とする。現在、N-アセチルグルコサミンはキチンの濃塩酸による加水分解反応によって生産されており、改良すべき点が多い。そこで本研究開発ではこの生産プロセスを一段で行うために必要なキチン分解酵素を効率的に生産し、得られた粗酵素製剤を用いたキチン分解について検討する。

Trichoderma viride からのキチナーゼ酵素製剤8.5L（エンド型キチナーゼ活性=53mU/mL）を約400mLまで限外濾過膜で濃縮して2Lとした。滅菌したジャーファーメンターにβキチンフレーク（250g）を加えた後、70%エタノール水溶液を加えて30分浸すことにより滅菌した。上記で調製した酵素溶液2Lを加え、緩衝液（pH=4.1）の最終濃度が20mMになるように酢酸緩衝液を加え、全体の容量を2.3Lにして、30℃で攪拌することにより酵素分解を行った。反応溶液を取り出し、遠心分離（7,000rpm）により未反応のキチンを取り除いた。次に反応溶液を限外濾過した。濾液を約150mLに減圧濃縮した。この水溶液にエタノール1.5Lを加え4℃で1日放置して結晶化を行った。結晶を遠心分離により回収し、エタノールで洗浄後、乾燥し、目的とする N-アセチルグルコサミンを得た。収率は107g（43%）であった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 キチン、キチナーゼ、N-アセチルグルコサミン、健康食品、酵素分解

【研究題目】 平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（バイオマスを原料とした省エネルギー型新規生分解性プラスチック材料の開発）

【研究代表者】 相羽 誠一（人間系特別研究体）

【研究担当者】 中山 敦好、指輪 仁之、村木永之介、

伊田小百合

【研究内容】

石油枯渇後の資源・エネルギー対策や炭酸ガスゼロ・エミッションシステム構築には、石油を原料とする化学製品製造の一部を再生可能なバイオマス为原料とする化学製品製造に置き換えるという、産業構造のシフトが必要とされている。石油を原料とする化学製品のなかでも特にプラスチックは生産量が膨大であることからバイオベースに置き換える技術が求められている。本研究開発ではバイオマスから酵素合成で得られるグルコースポリマーを生分解性プラスチックとして製品化していくために、化学修飾による置換基導入などによりグルコースポリマーの物性と生分解性を制御し、カプセル、フィルム、シート、繊維、その他成形品をターゲットとして、これら用途に要求される性能と品質を有する生分解性プラスチック材料を開発する。

化学修飾ではアルキル化を行い、水溶性及び非水溶性の誘導体を得ることができた。活性汚泥を用いたアセチル化グルコースポリマーの生分解性評価を BOD 法によって行った。アセチル化度が生分解性に大きく影響していることがわかった。

また、土壌抽出液を用いた結果でも活性汚泥の場合と同じ傾向を示した。発生二酸化炭素量に基づく方法も BOD 法の結果と同様の傾向を示した。

これら2つの手法の傾向及び分解カーブのパターンが一致することからアセチル化グルコースポリマーの生分解では分解中間生成物が系内に蓄積することなく、速やかに二酸化炭素にまで資化されることが推察される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】多糖類、生分解性プラスチック、活性汚泥分解

－民間企業受託－

【研究題目】伊方発電所温排水影響調査の高度化に関する調査

【研究代表者】高杉 由夫（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】上嶋 英機、高杉 由夫、橋本 英資、長尾 正之、他3名

【研究内容】

四国電力（株）伊方発電所温排水影響調査を高度化し、省力化、低コスト化を図るため、(1)モートセンシング技術を用いた温排水影響調査高度化に関する検討、(2)温排水影響調査結果の活用検討を行った。(1)については、温排水影響調査に有効なリモートセンシング技術として、飛行船を利用する手法、人工衛星を用いる方法を取り上げ、情報収集と調査を行った。人工衛星 ASTER を用いた温排水表面温度の測定では、伊方を撮像した 60km 四方の画像データから、9km 四方の温度画像（空間分解能90m）を切り出し、発電所周辺の海面温度を調査した。その結果、雲がなければ、ASTER による観測

が温排水塊の表面温度の計測に有効であることが判った。(2)については、伊方発電所前面海域における水質データを用いて、伊方海域と瀬戸内海の海洋環境の関連性について検討した。その結果、伊方発電所前面海域における水温・塩分の経年変化の傾向は、夏季は安芸灘と、冬季については豊後水道と同様の傾向を示し、伊方海域が、瀬戸内海西部海域の水温・塩分の経年変化傾向をよく表していることが明らかとなった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】発電所、温排水、リモートセンシング、人工衛星

【研究題目】生体高分子封入技術の開発「蛋白質の封入条件検討」

【中項目名】生体高分子封入技術の開発「siRNA の封入条件検討」

【研究代表者】小島 正己（人間系特別研究体）

【研究内容】

組み換え抗体医薬品、癌抗原などの組換え蛋白質を原料とする医薬品の開発が進展してきた現在において、細胞内へ直接生体高分子をデリバリーするシステムの開発が重要な技術となってきた。神経疾患治療分野のように治療薬が開発途上にある領域においては、神経細胞へ生体高分子を直接デリバリーするシステムの開発の期待は大きく、培養神経細胞はドラッグスクリーニングに有効な系である。HVJ-E 非ウイルスベクターシステムが蛋白質などの生体高分子でも培養神経細胞内へのデリバリーが可能であることを昨年度まで報告してきた。本年度は培養神経細胞への siRNA (small interfering RNA) の導入を検討した。実験終了後に導入効率を検討するため、siRNA にはローダミンラベルを行った。siRNA (20 μ M) の HVJ-E への封入は、GenomONE のプロトコールによった。作製した siRNA 封入 HVJ-E ベクターを 1AU/well になるように海馬神経細胞のカルチャーに加えた。添加6時間あるいは24時間後にフレッシュな培地に交換しさらに1日培養した。細胞の固定後に神経細胞の形態を観察するために MAP2 (Microtubule-Associated Protein 2) 抗体による蛍光抗体染色を行った。その結果、細胞体と神経突起に siRNA のシグナルが観察された。つまり、HVJ-E ベクターは siRNA の導入に関して神経細胞の構造を選ばないと考えられた。この時の siRNA 導入効率を MAP2 抗体陽性細胞あたりで評価した。その結果、ほぼ100%の神経細胞に siRNA のローダミンのシグナルが観察された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞、蛋白質、高分子封入

【研究題目】高炉スラグを利用した海砂利代替人工砂（エコサンド）製造技術の開発

【研究代表者】埜口 英昭（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】 埜口英昭、星加章、谷本照己

【研究内容】

高炉スラグの海砂に替わる新たな人工アマモ場基盤材としての適応性を評価するため、広島県安浦町の三津口湾に高炉スラグを主体基盤とする人工アマモ場を施工し、人工基盤に移植されたアマモの生育をモニタリング、評価する。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 高炉スラグ、人工砂、アマモ場

3) その他の収入

－科学技術研究費補助金－

【研究題目】 操作的意味を保存するプログラム交換の研究

【研究代表者】 渡邊 宏 (システム検証研究ラボ)

【研究担当者】 渡邊 宏

【研究内容】

操作的な意味を保存するプログラム変換の特徴付け、および判定条件を構築すること並びに操作的な意味を保存するプログラム変換をシステム詳細化・抽象化へ応用することである。

15年度は操作的規則の分配則モデルを使い多ステップの意味を記述する方法に取り組んだ。従来のモノドと余点付き函手の分配則を複数合成し、多ステップのモデルを作る方法を与えた。小ステップから多ステップの意味が圏論の道具を使って自然に構築できることがわかった。ここでは、分配則を用いた操作的意味論が従来の操作的意味論の一般化になっていること、操作的規則のモデルに余点付き函手を使う妥当性について考察できた。さらに、二つの操作的規則の合成ができるのに対応して、二つの分配則が合成できること。等式付きのシンタックスを持つ言語の操作的規則にも分配則モデルを考えられることがわかった。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 プログラム変換、詳細化、分配則モデル

【研究題目】 ディスコティック液晶の単分子膜による配向制御とナノ構造構築

【研究代表者】 物部 浩達 (人間系特別研究体)

【研究内容】

目標：

自己組織化能を持つ分子である円盤状液晶分子に焦点を当て、異方性発現の元となる分子配向を界面を利用して制御すること及びそれを利用した光電子機能素子構築を目指して、各種分子膜上での円盤状液晶分子のナノ組織化機構を解明することを目的とする。

研究実施計画：

単分子膜と液晶分子との相互作用を利用した配向制御を行った系において、ナノスケールでの組織化過程を観察するために、マイクロコンタクトプリンティング法な

どを用い分子膜のパターン化を行うことでナノ構造の構築を目指す。

進捗状況：

トリフェニレン系ディスコティック液晶 (C6OTP) 膜はヘキサゴナルカラムナー相において、金基板上ではランダムに配向しているのに対して、アルカンチオール (C16) および非対称ジスルフィド (C4C16) 自己組織化膜上に関しては、ホメオトロピック配向の傾向が見られたが、C16自己組織化膜基板上ではカラム軸が傾いたドメインが点在している。また、ジフェニルジスルフィド基板上では、暗視野となっておりホメオトロピック配向をしていると考えられるが、数 μ メートル以上と膜厚が厚い部分においては金基板上と同様ランダムに配向している。何れの基板においても、更なる冷却による結晶相への転移に伴って微小ドメインが形成された。ネマチック相を経ないディスコティック液晶のヘキサゴナルカラムナー相においても、配向膜誘起の配向制御の可能性が見出された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ディスコティック液晶、自己組織化、配向制御

【研究題目】 骨格筋不死化細胞に由来する筋知覚神経軸索伸長因子の解析とクローニング

【研究代表者】 藤森 一浩 (人間系特別研究体)

【研究担当者】 藤森 一浩、波佐間久美子

【研究内容】

(目標)

人間の調節的かつ滑らかな運動の制御には、筋の収縮状態の情報を末梢から中枢へフィードバックすることが不可欠である。そこで、本研究課題ではシステムとしての運動機能再建のための基盤技術として、運動・知覚神経と筋との双方向再接続技術の確立を目標とする。

(計画)

これまで、ラット筋芽細胞株 L6培養上清中に強力な筋知覚神経軸索伸長活性があることを見出し MADPP と名づけた。その生化学的解析を行い、活性因子の調製法の確立を行い、本活性因子をクローニングすることを目標とする。

(成果)

ヘパリン結合性を調べた結果、500mM NaCl フラクシオンに特異的に濃縮されることから、従来知られている NGF や BDNF とは異なることが予想され、免疫沈降法、ELISA 法、特異的受容体のリン酸化活性を調べたところ、いずれも NGF ファミリー分子、他の神経突起伸長活性を有するサイトカイン類とは異なることが明らかになった。本因子をクローニングするために、マウス C2由来 MDAPP をヘパリンカラムクロマトグラフィにより 500mM NaCl 抽出フラクションを調製し SDS-PAGE により 12KDa-180KDa に約10本のバンドを確認

した。ゲル抽出した各バンドを M/S により解析を行ったところ、PEDF（黒色色素細胞由来成長因子）、ソマトマジンという2つの候補分子を見出した。次に、C2細胞より mRNA を調製し、M/S 解析により明らかになったペプチドフラグメントを元にプライマーを設計し RT-PCR を行い、これら遺伝子の全長配列をクローニングした。現在、大腸菌発現系、真核細胞発現系を用いてこれら遺伝子の筋知覚神経軸索伸長活性の検討を行っている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】筋知覚神経、神経軸索伸長、クローニング、プロテオーム

【研究題目】表面プラズモン励起増強蛍光分光法で観測する超薄膜表面での分子認識過程

【研究代表者】田和 圭子（人間系特別研究体）

【研究担当者】田和 圭子、田中 睦生、窪山 典人

【研究内容】

「目標」

本研究は、超薄膜における分子認識や超分子薄膜の構造を一連の表面プラズモン分光法（SPR）を用いて明らかにしようとするものである。金基板表面にオリゴエチレングリコール（OEG）鎖の自己組織化膜を作製し、この超薄膜と α -シクロデキストリン（ α -CD）とのロタキサン超薄膜を構築する。ここで、OEG 鎖末端に、光照射によって構造変化がおこるアゾベンゼン誘導体を化学修飾し、CD とのロタキサン形成が光制御できる薄膜の創製を目指す。

「研究計画」

14年度に構築した SPR および表面プラズモン励起蛍光分光装置を用いて、合成した EG ユニット数が6で、末端を4-メチルアゾベンゼンで修飾した化合物 MeAzoPEG6のロタキサン超薄膜の形成とその光制御について詳細に調べる予定である。比較のために、アゾベンゼン部位のない PEG6やより長鎖の MeAzoPEG10（EG ユニット数：10）についての合成も行い、これによる超分子構造の形成過程についても検討する。また、この超薄膜が α -CDのみを選択的にとりこみ、 γ -CDとは超分子構造をとらないことも示したい。

「15年度進捗状況」

MeAzoPEG6超薄膜の α -CD との選択的なロタキサン超薄膜形成を確認することができ、さらに UV 光照射下では、MeAzoPEG6のロタキサン形成が阻害されること、またプロソイドロタキサン形成後の UV 照射は、リンスによる解離を抑制し、一部ロタキサン形成を保持することがわかった。また、新規化合物 PEG6の合成が完成し、MeAzoPEG10についてはほぼ合成経路を確立することができた。

【分野名】ライフサイエンス、ナノテク・材料・製造

【キーワード】自己組織化膜、分子認識、超分子、光制御、表面プラズモン分光法

【研究題目】グルタミン酸輸送タンパク質（EAATs）の制御分子開発

【研究代表者】茂里 康（人間系特別研究体）

【研究担当者】茂里 康

【研究内容】

目標：

グルタミン酸は興奮性神経伝達物質として高次神経機能に密接に関わっている。グルタミン酸輸送蛋白質（EAATs）はグリア細胞や神経細胞に存在し、グルタミン酸を特異的に取り込み除去し、グルタミン酸による神経伝達機能をオフする機能を有している。EAATs の解析には、特異的に作用する制御分子は不可欠である。特異的な基質としては D-アスパラギン酸がよく用いられるが、サブタイプ選択的な阻害剤等は知られていない。そこで、サブタイプ特異的な阻害剤の分子設計、Cl⁻成分に特異的な阻害剤開発のためのスクリーニング系の開発と阻害剤探索を行う。

研究計画：

これまで、ヒドロキシアスパラギン酸誘導体を各種合成・検討した結果、EAATs に対し強力な阻害作用を有する、DL-threo-beta-benzyloxyaspartate (DL-TBOA) の開発を行うことができた。DL-TBOA は EAATs の標準的な阻害剤として現在広く用いられている。本年度は、さらに強力なサブタイプ特異的な阻害剤を創製することを目的に、DL-TBOA のアナログを各種合成しその阻害活性を計測することを試みた。

年度進捗状況：

ヒドロキシアスパラギン酸誘導体の中で、{[(Trifluoromethyl)-benzoylamino]benzyloxy} aspartate (TFB-TBOA) が DL-TBOA よりも強力な阻害活性を有することを発見した。TFB-TBOA は DL-TBOA よりも百倍以上強力に、EAAT1, 2, 3のグルタミン酸取り込みを阻害した。また電気生理学的な実験から、EAAT4, 5に対しても、阻害剤として機能することを確認した。興味深いことに TFB-TBOA は DL-TBOA と異なり、非可逆的な阻害活性を示した。また TFB-TBOA をマウスの脳室内に投与したところ、けいれん様作用を示した。さらに20種類以上の神経伝達物質受容体・トランスポーターに対する影響を調べたところ、EAATs に対する特異的な阻害活性を示すことが確認された。以上の結果から TFB-TBOA は EAATs に対し特異的な阻害作用を示し、EAATs の生理作用解明に有用なツールとして期待できその成果を Molecular Pharmacology 誌に発表した。

【分野名】

【キーワード】グルタミン酸、トランスポーター、阻害剤

【研究題目】生物時計による性選択の分子機構

【研究代表者】 石田直理雄（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 西ノ首いづみ

【研究内容】

我々は既にショウジョウバエの *D.melanogaster* と *D.simulans* 間の交尾活動時間の違いを報告してきた (PNAS, vol. 98, 9221-9225, 2001)。さらに *D.ananasae* の交尾活動時間を測定した結果、上記2種と異なる交尾活動リズムを示すことが明らかとなった。そこで *D.ananasae* の交尾活動リズムの違いを分子レベルから解明する目的で、*D.ananasae* の時計 *timeless* (*tim*) のクローニングを試みた (GENE, 307, 183-190, 2003)。そこで、本年は種の違う時計遺伝子がどのように交尾活動リズムに影響を与えるかを検証する目的で、歩行活動リズムの失われた *D.melanogaster* の *Tim* 欠失の変異株の中で *D.ana* 由来 *tim* 遺伝子を導入し発現を誘導した。その結果、交尾活動リズムは *D.mel* と *D.ana* の中間型を示した。この事より交尾活動リズムは時計遺伝子ばかりでなく、その下流に存在する遺伝子群が重要な役割をすることが明らかとなった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物時計遺伝子

【研究題目】哺乳類における給餌性リズム形成の分子機構に関する研究

【研究代表者】 大石 勝隆（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 大石 勝隆

【研究内容】

目的：

末梢組織における給餌性リズム形成の分子機構を、DNA マイクロアレイの手法や時計遺伝子変異マウスを用いた解析により明らかにする。さらに、個体レベルでの給餌性リズム形成機構を解明するために、インスリンやレプチンといったホルモンの関与、及び各臓器の反応性についても解析を行う。

研究計画：

DNA マイクロアレイにより給餌性リズム形成の入力系、振動体、出力系に関連する遺伝子を同定する。動物個体を用いた実験では、糖尿病モデルマウスやレプチン欠損マウスにおける給餌性リズムを時計遺伝子発現をマーカーとして用いて調べる。

年度進捗状況：

時計遺伝子 *Clock* によって発現調節されている遺伝子を *Clock* 遺伝子変異マウスの肝臓を対象とした DNA マイクロアレイにより網羅的に解析し論文に発表した。制限給餌下における遺伝子発現プロファイルは現在解析中である。糖尿病モデルマウスでの解析から、インスリンは給餌性リズム形成に必須ではないことを発表した。哺乳類の網膜に存在する概日時計は、摂食パターンに影響されないことを発見し発表した。ショウジョウバエで

は給餌性リズムの存在が弱い可能性を示し発表した。レプチン欠損マウスでの給餌性リズムを現在解析中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 サーカディアン（概日）リズム、摂食、末梢時計、糖尿病、DNA マイクロアレイ

【研究題目】サイトカイン発現組換え植物によるコンピネーションワクチンの開発

【研究代表者】 松村 健（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 松尾 幸毅、(独)動物衛生研究所、国立大学1

【研究内容】

目標：

免疫誘導に関わるサイトカイン分子とワクチン成分を組み換え植物で発現させ、同時に経口投与することにより、より効果的なワクチン素材を開発することを目的とする。

研究計画：

サイトカイン分子遺伝子およびワクチン素材としての抗原遺伝子を導入した形質転換植物体を作成し、それぞれの形質転換体において目的遺伝子産物の発現確認および活性を確認後、マウス等のモデル動物を用いて、経口投与し、その免疫挙動の解析を行う。

年度進捗状況：

免疫誘導に関わるサイトカイン分子としてインターロイキン1、またはインターフェロンをワクチン素材としての抗原は哺乳類に広く感染する下痢症ウイルスを用いた。まず、ウシインターロイキン1またはヒトインターフェロン遺伝子を植物で発現可能なように改変した。ワクチン素材は、免疫原性を有することが明らかにされているウイルス構造蛋白質の遺伝子を用いた。それぞれの遺伝子は、アグロバクテリウム法を用いて、イチゴへ導入し、形質転換イチゴの作出を試みた。得られた形質転換イチゴは、葉を材料に目的遺伝子の導入・転写を確認後、ELISA、ウエスタン検定を実施し、当該遺伝子産物が目的通り発現している個体を選抜した。選抜された形質転換イチゴは、閉鎖型温室で育成し、果実の収穫を行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 サイトカイン、組み換え植物、経口ワクチン

【研究題目】抗HCVを目指した新機能性核酸の創製

【研究代表者】 西川 諭（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 西川 諭

【研究内容】

C型肝炎ウイルス (HCV) は非A非B型肝炎の病原体で、慢性肝炎の主要病原ウイルスである。HCV由来の慢性肝炎の約20%は肝硬変、肝臓がんへと移行するた

め、重篤な肝臓疾患の要因となっている。現在までC型肝炎の治療にはインターフェロンが主に用いられているが、決定的な治療薬が存在しないため、感染者、患者数が急増しており、全世界で感染者は3億人と推定されている。申請者らはインビトロ選択法により、HCVのライフサイクルに必須のHCV自身が持つNS3プロテアーゼに特異的に結合し、その作用を抑える新機能性核酸(RNA アプタマー)の創出に成功している。本申請ではこれらを応用すべく発現ベクターを構築し、多機能型アプタマーを発現させ、*in vivo*での効果を検証することを目標とする。今年度は以下の3点を行った。

1) アプタマーのインビボ活性評価系の開発

NS3プロテアーゼに対するアプタマーのインビボでの阻害効果を定量的、かつ鋭敏に測定できる系として、Green Fluorescent Protein (GFP) を利用したFRET測定法を開発した。

2) HDV リボザイムを利用した G9アプタマーのタンデムリピート発現プラスミドの構築

HDV リボザイムのステム IV 領域は可変であるので、ここにHCVNS3プロテアーゼに対するG9アプタマーを挿入したHDV-G9アプタマーを作成した。これによりアプタマーの安定化を図り、さらにそのユニットをくり返した発現ベクターを作成し、一度の導入で大量発現を可能にした。これらの効果を1)のインビボ評価系で判定した。

3) HCV IRES に特異的な新規アプタマーの創出

HCV IRES は亜種ウイルス間で保存性が高く、また特有の二次構造を持つので、この領域に対する抗IRESアプタマーを創出し、その構造的特徴を明らかにした。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] RNA アプタマー、C型肝炎ウイルス、NS3プロテアーゼ、NS3ヘリカーゼ

[研究題目] 第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機能の解析

[研究代表者] 石橋 章司 (計算科学研究部門)

[研究担当者] 石橋 章司、寺倉 清之

(北大創成科学)、浅井 美博

[研究内容]

【目標・計画】

第一原理計算手法および物性理論に基づき、分子性固体の構造と電子機能の解析を行う。新物質あるいは極限環境下の物質を特に研究対象とする。新規に合成された分子性固体の電荷分布、バンド構造、導体であればフェルミ面構造などの電子構造を、第一原理計算により求め、新物質の機能の予測、各種分光実験結果の解釈に資する。必要があれば、第一原理分子動力学法により格子定数・原子位置を最適化し、結晶構造も計算により決定する。高圧下など極限環境下での分子性固体の電子構造につい

ても同様の研究を行うが、この場合、現時点での実験技術では到達困難な環境を理論計算によりシミュレートし、新規な物性の発現の可能性を探ることも視野に入れる。また、現有の計算手法の適用限界を見極め、物性理論などを駆使し、計算手法の高精度化・高速化を行い、より分子性固体の物性計算に適した手法を確立する。

【15年度実績】

単一成分分子性導体 $\text{Ni}(\text{tmdt})_2$ と $\text{Au}(\text{tmdt})_2$ の電子構造を第一原理平面波擬ポテンシャル法で計算した。これらの2つの物質は、同一の結晶構造を持ち格子定数も互いに非常に近いが、単位胞あたりの電子数が1だけ異なっている。今回の計算で、前者は2つのバンドがフェルミ準位を横切り電子的なフェルミ面と正孔的なフェルミ面が存在する半金属、後者は、1つのバンドが半占有でフェルミ準位を横切り、一部擬一次元的な特徴を示すフェルミ面を持つ金属である事が明らかとなった。

応力・変形下での分子性固体の電子構造を知るための計算の第一歩として、有機超伝導体 $\beta\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{I}_3$ の結晶構造の最適化を第一原理分子動力学の手法を用いて行い、実験結果と非常に近い格子定数および構成分子についてのボンド長・ボンド角を得る事ができた。

DNAの電気伝導機構を研究した。Yoo等(PRL、87、198102(2001))のナノギャップを用いた電気伝導の実験結果は電流のバイアス電圧依存性を表す係数の温度依存性が塩基種に強く依存するという興味深い結果を与えた。この実験結果をスモール・ポーラロン効果を取り入れる事により解析し電子格子散乱において非弾性的な成分が優勢であるか、準弾性的な成分が優勢であるかに応じて、この温度依存性を含めて広く輸送特性を説明する事が出来る事を示した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 第一原理電子状態計算、分子性固体

[研究題目] 蛋白質・巨大分子系のための量子シミュレーターの開発

[研究代表者] Dmitri G. Fedorov

(計算科学研究部門)

[研究担当者] Dmitri G. Fedorov

[研究内容]

第一原理に基づいた量子化学計算法は高精度と一般性を持つが、計算量が膨大な為、巨大分子への適用が進まない。第一原理法の精度と一般性を保ちながら、分子分割により大幅計算量を減らすに成功したのはFMO法である。

従来のFMO法(FMO2と呼ぶ)は二体相互作用近似に基づいている。このため、水分子クラスター中の水分子間やタンパク質中のアミノ酸残基間にみられるような複数の水素結合が干渉しあう系では三体相互作用が大きくなるため十分な精度が得られなかった。本研究で、FMO法を拡張して三体相互作用をあからさまに取り込

む方法 (FMO3法) を開発し、効率よく精度を改善する。

高分子や分子集合体では、分子内・分子間非結合相互作用を高精度で計算するためには電子相関効果を含んだ電子状態計算を行う必要がある。本研究では、これを発展させ、巨大分子の分子内非結合相互作用の計算法として実用化する。電子相関効果を含んだ簡便な電子状態計算法としては密度汎関数法 (DFT) があり、DFT に FMO 法を適用することは巨大分子のための DFT 計算法として非常に有用な方法になることが期待できる。本研究では、DFT の FMO 法を実用化する。

現在 DFT で用いられる汎関数は弱い相互作用の計算に困難しているが、Moeller-Plesset 等の二次摂動論 (MP2) はその問題が無いと知られている。それに従って、MP2と FMO 法を組み合わせ、高速な FMO-MP2の電子相関法を開発する。

各種 FMO 方法論の有効性を実証するためのプログラムを作成するが、これは無料で配布され広く普及しているプログラムである GAMESS に組み込む。近い将来一般化すると予想される数千台のプロセッサによる高効率並列処理計算アルゴリズム (GDDI による2段階並列処理) を開発する。

反応領域などの重要な部分には高精度計算法を、その他の部分には低精度計算法を用いることができるように、異なった基底関数や波動関数を融合して計算できる方法を開発する。これにより、巨大分子についても、目的とする物理量を高精度に計算することが可能となる。

ラジカル種について不対電子の非局在化を系統的に調べることにより、電子移動反応などの反応中間体としてしばしば重要になるラジカルの電子状態計算を可能とする。その他、化学反応遷移状態等の多参照性を持つ系の為、FMO-MCSCF法を開発する。

【分野名】 ナノテク

【キーワード】 FMO 法、並列、蛋白質、GAMESS

【研究題目】 局在化基底による新しい固体電子励起状態計算手法の開発

【研究代表者】 片桐 秀樹 (計算科学研究部門)

【研究担当者】 片桐 秀樹、Aryasetiawan Ferdi、

石田 俊正 (分子科学研究所)

【研究内容】

本研究課題では、局在化基底関数 (ガウス基底関数) を用いた Hartree-Fock 計算と post Hartree-Fock 計算を使い、周期境界系の電子励起状態を第一原理から求める手法およびプログラムを開発し、一次元固体の電子状態計算を行って、そのパフォーマンスを明らかにすることを目的とする。

前年度までに、周期境界条件を適用した Hartree-Fock 法のほか、post Hartree-Fock 法として①積分変換②二次の Moller-Plesett 摂動法③coupled-cluster (CC) 法④equation of motion-CC (EOM-CC) 法のプログラムモ

ジュールを作成し、基本的な動作の確認を行った。平成14年度は以下に述べるように、並列化に重点をおいたプログラム全般の改良と拡張を行い、水素原子鎖等の計算に適用した。

まず、Hartree-Fock、post Hartree-Fock の全てのプログラムモジュールに対して、OpenMP の制御文を挿入する方法によって、並列化作業を行った。また、メモリ使用量を削減する等、プログラム全般を見直し、プログラム実行効率の改善を図った。その結果、共有メモリ型の計算機で高速に実行することが可能となった。例えば、開発に使用した Origin2000/32CPU では、平均してピーク性能の10%程度の性能が出るようになった。これによって、各 k 点での合計が200程度の軌道数 (5つの k 点では40軌道に相当) が扱えるようになり、炭素原子5-6個程度の一次元高分子の励起状態計算が可能となった。

次に、開発プログラムを用いて、水素原子の1次元鎖の電子状態計算を行い、CC 法による基底状態のエネルギーが、 k 点の増加とともに収束することを確認した。また、full-configuration interaction (CI) 法によるエネルギーとの比較を行い、CC 法で求めた全エネルギーが full-CI エネルギーの良い近似値となっていることを確認した。

さらに、より実際的な系の予備計算として、EOM-CC 法によるポリエチレンの励起状態計算を行った。周期境界条件を課した計算と同時に、長さを変えたオリゴマー (孤立分子) の計算を行い、両者の励起エネルギーを比較した。その結果、周期系から求めた励起エネルギーが k 点の増加にしたがって、緩やかに収束すること、オリゴマーの励起エネルギーが周期系と同じ値に収束することを確認した。

これらによって、局在化基底関数を用いた励起状態計算を、いくつかの現実の高分子に応用し、パフォーマンスを評価することが可能となった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 第一原理計算、結晶軌道法、励起状態

【研究題目】 全電子 MO 計算による $K+$ 漏洩チャネルタンパク質のイオン選択および透過機構の研究

【研究代表者】 北浦 和夫 (計算科学研究部門)

【研究担当者】 北浦 和夫、上林 正巳、古明地勇人

【研究内容】

本研究課題では、 $K+$ 漏洩チャネルタンパク質 (約6,000原子) のフラグメント分子軌道 (FMO) 法による全電子量子化学計算を行い、タンパク質とイオンの相互作用とチャネル内でのイオン間相互作用を求め、チャネルタンパク質によるイオン選択とイオン透過機構を電子状態レベルで明らかにすることを目的とする。平成15年度は、前年度に引き続いて、巨大分子計算法 (FMO

法)の改良を行い、カリウムイオン漏洩チャネルタンパク質全系の計算を実施した。本年度に行った方法論とプログラムの改良はつぎのとおりである。

- ・FMO法のスキームに密度汎関数理論(DFT)を組み込んだ。
- ・FMO法に、メラー・プレセットの2次摂動論(MP2)を組み込んで、巨大分子の電子相関を考慮した巨大分子の計算を可能とした。
- ・並列化効率を向上させるために、動的負荷分散の仕組みを改良した。

改良したプログラムを用いて、チャネルタンパク質4量体(約6000原子系)とカリウムイオンの相互作用計算(HF/STO-3Gレベル)を行った。イオンの透過経路を仮定して、この経路に沿ってポテンシャルエネルギーを求めた。Na⁺イオンについても同様の計算を行い、両者を比較した。その結果、チャネルの入り口付近(イオン認識部位近辺)では両者のエネルギーにほとんど差がない(1kcal/mol以下)が、チャネルの出口付近では、Na⁺はK⁺に比べて大きく不安定化(30kcal/mol)し、透過しにくくなるという結果を得た。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】全電子MO計算、チャネルタンパク質、K⁺イオン選択機構

【研究題目】半導体・金属グラニューラー構造の非線形磁気伝導現象の解明とデバイス応用

【研究代表者】秋永 広幸

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究内容】

本研究代表者は、2000年に半導体・金属ハイブリッドグラニューラー構造において、室温、大気中の条件でも、数千%に及ぶ大きな磁気抵抗効果が観測されることを発見し、その現象を磁気抵抗スイッチ効果と名付けた。その後の研究によって、磁気抵抗効果の大きさは百万%を超える値にまで達成した。現在のところ、室温における磁気抵抗効果の大きさとしては最大の値である。磁気抵抗スイッチ効果は、その非線形な電流-電圧特性が、磁場によって線形性を取り戻す効果であると見なすことが出来る。本研究テーマでは、この効果の物理的起源を明らかにすることを第1目標としている。一方、磁気抵抗効果の応用例としては、磁場センサーや磁場による電流スイッチが考えられ、その効果の適用範囲は広く、特にストレージ産業へ与えるインパクトが大きい。その応用を図るためには、大きな磁気抵抗効果を示すことはもちろんのこと、より低磁場においてより大きな磁気抵抗変化を示す、つまり磁場感度を向上することが必要となる。また、デバイス応用を考えた場合には、効果の再現性が良く、環境に対する耐性にも優れていなければならない。そこで本研究テーマでは、現象理解に基づいた磁気抵抗スイッチ効果のモデル化を行うことにより、これらデバ

イス応用への条件を満足する道筋を示すことを第2目標としている。これまでは、気相のエッチングプロセスにてデバイス作製を行っていたが、平成15年度は、工業的に優位性のあるウェットプロセスにてデバイスを作製することに成功した。また、ウェットプロセスにて作製したデバイスは、効果の再現性、素子の各種耐性に優れていることが明らかになった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノスピニエレクトロニクス、非線形磁気輸送現象

【研究題目】分子の電気伝導の理論

【研究代表者】小林 伸彦

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】小林 伸彦

【研究内容】

単分子の電気伝導特性を理論的に解析するための理論的方法論の開発を行ない、伝導特性を議論することを目的とする。特に単分子の伝導特性は、分子と電極との結合、両者間の電荷移動も重要であるために、理論的に分子の電気伝導度を議論するには分子と電極との一体の系で精密な電子状態の解析に基づくことが重要である。そこで、密度汎関数法を用いた第一原理電子状態計算に基づく分子の伝導特性の解析手法を開発し、それを用いて伝導特性を解明し、分子素子のための理論的指針を提供することを目標としている。

グリーン関数を用いた単分子のバリスティック伝導を解析するための第一原理電子状態計算法を開発整備し、分子の伝導特性を解析してきた。半無限の金属バルク結晶の電極に挟まれた分子の系を考え、その系のグリーン関数を第一原理計算によって求めることによって伝導度が得られる。この計算法を用いて、金属原子細線、有機分子、フラーレン、カーボンナノチューブ等、単分子の電気伝導度を明らかにした。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】分子、ナノチューブ、電気伝導、第一原理計算

【研究題目】アルミナ拡散防止中間層を含む作製容易なニオブ基合金用耐酸化コーティングの開発

【研究代表者】村上 敬(機械システム研究部門)

【研究内容】

(目標)

省エネルギーおよび二酸化炭素排出量削減の目的から、現在使用されている火力発電用ニッケル基超合金製冷却翼をより高融点のニオブなどの合金製部材に置き換え、火力発電の熱効率を改善することが急務になっている。ニオブ基合金は高温で耐酸化性に劣ることから、高温使用時は耐酸化コーティングをする必要がある。本研究で

は、研究者が所属する研究グループで保有する世界最大級の放電プラズマ焼結機を用いて作製した、 $\text{Mo}(\text{Si}, \text{Al})_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 複合層/ Al_2O_3 層の二層被覆ニオブ基金属試験片(単純形状)について、大気中 $1200^\circ\text{C}\sim 1500^\circ\text{C}$ で毎回1.8ks 保持するサイクル酸化試験を行い、剥離、亀裂形成を起こしにくく、酸化による重量増加が小さい(1500°C 、720ks 保持で $10\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下)コーティング条件を明らかにする。

(研究計画)

放電プラズマ焼結機 SPS-510(住友石炭鉱業(株)製、最大荷重5ton、最大電流1500A)を用いて、各層の厚さ、組成を変化させた数種類の $\text{Mo}(\text{Si}, \text{Al})_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 複合層/ Al_2O_3 層の二層被覆ニオブ基金属試験片(単純形状、図1)を作製し、熱サイクル試験(アルゴンガス雰囲気中 $1200^\circ\text{C}\sim 1500^\circ\text{C}$ で毎回1.8ks 保持)を行う。同試験より、 1500°C で720ks 以上亀裂が発生せず、拡散等による劣化も起こらないコーティング条件(各コーティング層の組成・厚さなど)を明らかにする。

(結果)

本研究では、(1)ニオブ基材の上に耐酸化性に優れる $\text{Mo}(\text{Si}, \text{Al})_2$ 、 NiAl 、 Cr 添加 $\text{Nb}(\text{Si}, \text{Al})_2$ 、 B 添加 Mo_5Si_3 粉末を直接のせ放電プラズマ焼結結合を行う、(2)(1)の粉末とニオブ基材間に Al 箔を挟み、放電プラズマ焼結接合を行う、の二通りの方法でニオブ基材へのコーティングを試みた。その結果、(1)について、 B 添加 Mo_5Si_3 層のみがニオブ基材に密着することが分かり、さらにコーティング層と基材間の熱膨張係数の差を小さくするため B 添加 Mo_5Si_3 層に5wt% SiO_2 を添加するとコーティング層中にクラックが形成されにくくなることが分かった。また $\text{MoSi}_2\text{-SiO}_2/\text{B}$ 添加 $\text{Mo}_5\text{Si}_3\text{-SiO}_2$ 二層で全面コーティング(コーティング層厚さ約100nm)したニオブ基材(外径5mm、厚さ3mm)の耐酸化性を調べたところ、乾燥空気中 $1200^\circ\text{C}\sim 1400^\circ\text{C}$ で50hr 保持しても、コーティング層の剥離、基材の内部酸化が全く起こらないことが分かった。また(2)について、すべてのコーティング層はニオブ基材に密着したが、拡散防止機能が期待できるアルミナ中間層は $\text{Mo}(\text{Si}, \text{Al})_2$ 粉末を用いたときのみ形成され、他の場合は金属間化合物層が形成されることが分かった。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 耐酸化コーティング、ニオブ、放電プラズマ焼結

[研究題目] 永久磁石とスマート流体を用いた省電力型電磁軸受の開発と評価

[研究代表者] 是永 敦(機械システム研究部門)

[研究担当者] 佐々木信也、間野 大樹

[研究内容]

本研究は、電気粘性流体をすべり軸受の潤滑剤として使用し、電場および磁場を印加することによって軸受に

制御性をもたせ、外部信号で軸受特性を制御することによって機械システムの性能を向上させることを目的としている。全体の目標は、電気粘性流体軸受に電場を印加する場合と磁場を印加する場合の特性を把握した上で、省電力でより大きな負荷容量を得られる軸受ならびに信頼性の高い軸受を実現することである。本年度の計画は、軸受特性評価試験装置を用いて、電気粘性流体軸受に電場を印加した場合の特性を実験的に調べ、設計指針を示すこと、磁石の配置を検討することである。すべり軸受の軸と軸受を電極として軸受全周に電圧を印加したときの軸心位置・摩擦トルク・圧力分布を測定し、電気粘性流体の流体潤滑特性および軸心位置の制御性を実験的に明らかにした。工業用潤滑油で潤滑した従来のすべり軸受特性と比較することによって、電気粘性すべり軸受では同じ負荷容量を最大40%程度低い摩擦トルクで得られること、軸心軌跡が異なることなどを明らかにし、その原因が局所的粘度増加によるものであることを示した。さらに効率的に特性を変化させるためには、電極を分散配置して粘度増加をより局所的にすればよいことがわかった。磁場印加効果については、サイズと配置について検討を進めている。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 液晶系電気粘性流体、永久磁石、軸受

[研究題目] 水素結合による分子組織体を經由するナノワイヤー形成の動的制御

[研究代表者] 玉置 信之(物質プロセス研究部門)

[研究担当者] 長沢 順一、工藤 成史

[研究内容]

本研究では、分子の自己組織化を機能性ナノ構造体形成の中間体として利用する技術の開発する。より具体的には、導電性や非線形光学特性が期待できる共役高分子のナノファイバーをモノマー分子の自己組織化を經由して合成するための手法と分子の自己組織化段階での各種刺激による組織化形態制御の手法を確立することを目指す。平成15年度は、光重合性有機ゲル化剤を磁場下で自己組織化することを試みた。その結果、10テスラの磁場下でゲル化し、その後重合することで配向した共役ポリマーのゲルが生成することが初めて明らかになった。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 光反応、有機ゲル、分子組織化、キラリティー

[研究題目] 脳卒中片麻痺に対する健側拘束療法の脳機能再構築効果に関する研究

[研究代表者] 鈴木 慎也(人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 鈴木 慎也、金子 秀和、藤岡 裕士、井澤 賢人

[研究内容]

(1) 片側運動野神経組織壊死による大脳皮質機能再構築

前肢運動障害の回復との関係ラットを用いて、大脳皮質運動野の前肢支配領域（MIFL）を含む片側運動皮質損傷後の運動障害回復過程と損傷周辺及び対側運動皮質における機能再編成（functional reorganization）の関係を調べた。損傷後の前肢運動（リーチング）障害は、連日の訓練により4週間程度ではほぼ回復した。損傷後6週間目に、損傷周辺部位と対側運動皮質をICMSで調べた結果、対側運動皮質において、両側性の前肢運動支配領域の出現・拡大が観察された。損傷後に運動訓練を行わなかったラットにおいては、両側性支配領域が観察されなかったことから、このような運動野機能再編成にリハビリ訓練が重要な役割を演じている可能性が示唆された。

(2) 脳梗塞動物モデルにおける体性感覚皮質の誘発電位応答の変容機構

photothrombosis法により片側大脳皮質体性感覚皮質の前肢領域に梗塞を作成し、前肢神経の電気刺激に対する梗塞皮質周辺の誘発電位応答を経時的に記録・解析した。梗塞作成後、誘発電位の振幅は徐々に増大する傾向にあり、6時間後には有意に増大した。また、刺激間隔100msの2連刺激テスト（paired-pulse test）では、促通指数（振幅2/振幅1）が梗塞後1-6時間の間有意に増加していた。さらに、von Frey hairによる手指触刺激に対する大脳皮質対応領域の多ニューロン応答を用いて受容野を調べた結果、梗塞後に拡大することが明らかになった。これらのデータから、急性期の梗塞皮質周辺において、興奮性の増大を示唆する可塑的な変化が生じていることが示唆された。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 脳卒中、片麻痺、大脳皮質運動野、脳機能再構築、リハビリテーション

[研究題目] 等粘性負荷運動の生理学的特性とトレーニング効果の解明

[研究代表者] 金子 文成

(人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 金子 文成

[研究内容]

従来から運動療法に採用されてきた動的運動様式である等張性運動では発揮トルクを随意的に調整することはできず、等速性運動では関節運動速度を随意的に調整することはできない。それに対して等粘性負荷運動は、随意努力が関節運動速度と発揮トルクの両方に反映されるため、リハビリテーションの対象となる萎縮筋や関節障害の有訴者において有効な筋出力様式である。本研究の目的は、等粘性負荷運動を臨床応用するために、等粘性負荷運動における筋出力特性を明らかにすることであった。

まず、リハビリテーションに臨床応用しやすい構造の、

等粘性負荷装置を試作した。その試作装置を使用して以下の結果を得た。等粘性係数が高くなるに従い、発揮されるピークトルクが高くなり、ピークトルクの出現する時間が早くなった。また、関節角度-発揮トルク関係（A-T関係）について、等尺性運動や等速性運動など、従来から行われてきた運動様式の場合と比較した。等尺性運動と等速性運動の間におけるA-T関係は非常に強い相関があったのに対して、両者と等粘性負荷運動の間では相関が弱く、等粘性負荷運動は既存の運動様式とは異なる特性を有することがわかった。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 粘性、運動、生理学

[研究題目] 生体の光イメージングの研究

—生体の平均光路長マップの作成—

[研究代表者] 谷川ゆかり（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 谷川ゆかり、趙 会娟、

高峰（NEDOフェロー）、蓮沼 裕子、

山田 幸生（電気通信大学）、

田中 健之（慶大）、小野寺陽一（理研）、

Angelo Sassaroli（Univ. of Tufts）

[研究内容]

[目標]

近赤外光を利用した酸素モニタ・光トポグラフィなどの連続光を利用したNIRS装置は、生体の酸素飽和度をモニタリングできるという優れた特徴を有しているが、光路長が測定できないために、定量測定不能であり、疾病の診断には使用が難しい。一方、NIRS装置の中でも拡散光イメージング装置は時間分解計測法により、この光路長を「平均光路長」の形で測定できる。本研究では、この平均光路長を測定、生体の部位毎にマップ化し、連続光を利用したNIRS装置に応用することにより高精度化を図るものである。

[研究計画]

ヒトを対象とした計測の開始に先立ち、産業技術総合研究所人間工学実験倫理委員会に諮った上で計測を行う。平成14年度は送受光用ファイバプローブ用ホルダ開発ならびに健常な被験者を対象とした測定を行い、ホルダの改良やマッピングのアルゴリズムの開発・改良や、測定データの比較から個人差の検討など、基礎的な部分について調べる。平成15年度には改良したアルゴリズムを用いてマップを作成し、さらに、作成したマップの傾向、肌の色、年齢差など個人差の生ずる要因などを調べる。

[年度進捗状況]

前年度に行ったファイバプローブホルダの改良・計測ならびに開発したアルゴリズムを用いて、平成15年度には平均光路長マップの作成を行った。また、得られたマップの比較から、年齢により平均光路長に違いが見られること、前額部だけを見ても、額の中心とこめかみ近傍では平均光路長に大きな差があることなど、マップの全

体的な傾向、年齢差などの個人差の要因などを見出すことができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 NIRS 装置、平均光路長、時間分解計測

【研究題目】 体内低侵襲医用機器のための表面摩擦制御に関する研究

【研究代表者】 葭仲 潔（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 葭仲 潔

【研究内容】

近年、軟性内視鏡やカテーテルなどの低侵襲な診断治療法が広く用いられるようになってきた。しかしながら消化管や血管などの管腔臓器内を誘導する事は容易でなく、熟練を要する。また脳皮質など実質臓器に対してはこの方法ではアプローチ困難である。体内の深部にある目的の部位に低侵襲かつ迅速にアプローチすることは、いまでも難しい。そこで、容易な管腔臓器内へのアプローチを実現するため、低侵襲医用機器のための新しい体内移動機構の研究を行い、実際に臨床に向けた開発を進めてきた。その過程で、カテーテルなどを体内で移動させる際、機器表面と生体組織間の摩擦状態の適切なコントロールが、スムーズな移動を実現するために必要である事が明らかになってきた。

本研究では、生体軟組織と体内医用機器表面の摩擦に着目し、機器表面の摩擦制御技術の創出を目的とした。低侵襲医療機器と生体組織との摩擦制御を目的として、変動磁場による振動を利用した摩擦低減のモデル実験を試みた。永久磁石による回転磁場を用いることで物体に機械的振動を与え、接触する二物体の動摩擦を低減させる実験を行い、パラメータを変化させてその摩擦特性を調べた。その結果、振動の効果により、無振動時に比較して二面間の摩擦は20%程度まで減少することが確認された。

また、生体を模擬した粘性流体上、および、実際の生体組織を用いた実験においても、先の実験と同様に摩擦抵抗力の有意な減少を確認することができた。さらに、摩擦を減少させるのとは逆に、みかけの表面摩擦力を増大させることにも成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 摩擦、カプセル内視鏡、針、体内誘導、カテーテル

【研究題目】 ブーリアンカーネルを用いたブール関数の帰納学習

【研究代表者】 佐土原 健（知能システム研究部門）

【研究担当者】 佐土原 健

【研究内容】

本研究は、データマイニング等への応用が期待されるブール関数の帰納学習において、ブーリアンカーネルを用いた学習アルゴリズムを開発することを目的とする。

任意のブール関数は、積和標準形で表現可能であるので、論理積が張る特徴空間上の超平面として記述できる。ブーリアンカーネルは、このような高次元の特徴空間の内積を、空間の次元に依存しない計算量で計算する関数であり、Support Vector Machine (SVM) と呼ばれる学習アルゴリズムに適用することで、特徴空間上の超平面を効率良く学習することが可能になる。

平成15年度は、学習精度の向上を目的として、ブーリアンカーネルを用いた変数選択法に関する研究を行った。ブーリアンカーネルは、論理積が張る空間上でデータを正しく分離する超平面を、効率良く学習することを可能にするが、今年度は、こうして学習された超平面 f を、再びブーリアンカーネルを用いて分析することで、データの分離に寄与しない変数を同定する手法に関して研究を行った。提案手法は、ある特定の変数 x を含む論理積を全て除去して得られる部分空間への f の制限 f' を、ブーリアンカーネルを用いて効率よく計算する。そして、この制限 f' の分離能力が f と比較して劣化していないとき、変数 x を分離に寄与しない変数と判断する。このような手法を用いることで、変数間の相関を考慮に入れた上で、分類に寄与しない変数を同定することが可能になるので、さらなる分類精度の向上が期待される。実際、変数の数、データの数等のパラメータを制御可能な人工データを用いた実験により、提案手法が、既存手法よりも高い性能を有していることが確認できた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 データマイニング、機械学習、計算論的学習理論

【研究題目】 ケイ素-遷移金属錯体の合成、構造、反応性および触媒反応への応用

【研究代表者】 島田 茂（環境調和技术研究部門）

【研究担当者】 島田 茂、林 輝幸

【研究内容】

本研究は、ケイ素-遷移金属錯体の独自性、すなわちこれまで大きな発展を遂げている炭素-遷移金属錯体（有機遷移金属錯体）の化学とは異なる特徴、を明らかにし遷移金属錯体の基礎科学の発展に貢献するとともに、ケイ素化学のさらなる発展に重要なケイ素-ケイ素結合生成反応を効率的に進行させる新規触媒の開発を目的とする。平成15年度の検討項目と成果は以下の通りである。

三座型ヒドロシラン $(2\text{-SiH}_3\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{SiH}_2$ を用いたケイ素-10族遷移金属錯体の合成に関しては、キレート型ホスフィンを有する0価ニッケル錯体との反応において、溶液中および結晶中で異なる構造を示す興味深いシリルニッケル錯体が生成することを見出した。この錯体は単結晶 X 線構造解析により、結晶中では $\eta^2\text{-(Si-H)Ni}$ 構造を持つ初めての例となるビス（シリル） $\eta^2\text{-(Si-H)Ni}$ ニッケル錯体であることが明らかとなった。一方、溶液中では、温度可変多核 NMR および理論計算により4価

Ni-H 構造を持つ初めての例となるトリス（シリル）ヒドリドニッケル錯体であることを明らかにした。一方、ホスフィン配位子をより嵩高いものにした場合、ヒドロシランの分子内反応により Si-Si 結合がニッケル錯体上で形成されることを明らかにした。また、三核ヘキサシリルパラジウム錯体の反応性に関しては、同錯体の大量合成を行い、ヒドロシランとの反応について検討を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】遷移金属触媒、ケイ素、錯体

【研究題目】硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌の動態解析と数理モデル化による環境影響評価

【研究代表者】左山 幹雄（環境管理研究部門）

【研究担当者】左山 幹雄

【研究内容】

平成15年度は、細胞内に硝酸態窒素を高濃度に蓄積するイオウ酸化細菌（NA-SOB）が、沿岸海域の富栄養化の進行に与えている影響を定量的に評価するために、以下の研究を行った。

1. NA-SOB の生息状況の時空間的動態の解明とそれを調節している環境要因の解析

NA-SOB の biomass (filament width, filament length, cell width, cell length) を測定する手法を確立し、東京湾における NA-SOB の biomass の時空間的動態の調査を開始した。デンマークオルボー大学の Per Halkjaer Nielsen 博士等と協力して、東京湾の NA-SOB の clone library を作成し、種組成が季節的に変動していることを明らかにした。「現場設置型水一堆積物界面濃度プロファイル測定装置」を用いて水一堆積物界面近傍の環境条件（酸素・硫化物・pH）を測定し、NA-SOB の生息状況の時空間的動態を調節している環境要因の解析を開始した。また、NA-SOB の細胞内に蓄積されている NO₃-N の pool size を、減圧化学発光式 NO_x 計を用いて、single filament 単位で定量する装置を作製した。

2. NA-SOB が沿岸生態系の窒素循環に与える影響の把握

「現場設置型水一堆積物間フラックス測定装置」を開発し、水一堆積物間の酸素・硫化物・溶存態窒素のフラックスの測定を開始した。この測定結果を、NA-SOB の生息状況の時空間的動態と対比することにより、NA-SOB が沿岸生態系の窒素循環に与える影響を定量的に評価する予定である。

3. NA-SOB の窒素代謝メカニズムの解明

デンマーク国立環境研究所の Peter Bondo Christensen 博士と協力して、NA-SOB の培養実験系を構築し、水一堆積物間の酸素・硫化物・溶存態窒素のフラックス、水一堆積物界面における酸素・硫化

物・pH の鉛直プロファイル、堆積物中における細胞内硝酸態窒素濃度の鉛直プロファイル、脱窒活性 (isotope pairing) 及び DNRA 活性 (15N 法)、NA-SOB の single filament 中の細胞内硝酸態窒素濃度の解析、及び硫酸還元活性 (35S 法) を測定した。NA-SOB を接種しない実験系（対照）と比較することにより、NA-SOB が硫化物を酸化して sulfide free zone を形成することを明らかにし、堆積物表層の物質循環に対して NA-SOB が極めて大きな影響を与えていることを明らかにした。また、ドイツ ハノーバー大学の Heide Schulz 博士と協力して、gradient culture を用いて、東京湾堆積物表層に生息している NA-SOB の単離・培養に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオウ酸化細菌、硝酸態窒素、窒素循環

【研究題目】個々の分類群のアバンダンス分布に基づくアンモニア酸化細菌群集の動態解析手法の開発

【研究代表者】諏訪 裕一（環境管理研究部門）

【研究担当者】庄司 正、関戸 尊子、Paul Bodelier、Riks Laanbroek

【研究内容】

本研究は、環境微生物群集の群集構造を忠実に反映する、簡便・迅速な特徴付け手法、及び群集の構成微生物群の分類学的位置づけ（分類群）推定のための新規手法を開発し、プロトタイプを示すことを目的とする。窒素循環での意義付けが明確な化学合成無機栄養アンモニア酸化細菌（AOB）群集を対象とする。AOB は増殖速度が遅くかつ菌体の収率も低いことから培養が困難である。そのため群集構造解析では PCR をはじめとする分子生物学的方法が求められることが多く、近年、PCR を用いた AOB の定量的評価の可能性が検討されている。AOB の定量に核酸定量法のひとつであるリアルタイム PCR 法を適用することを試み、その妥当性について検討し、標的遺伝子の定量値を過大評価または過小評価する可能性があることを明らかにしてきた。今年度は、過大あるいは過小評価されるケースが起こる機構の解明を行い、正確な定量が可能な条件を特定した。さらに、環境微生物群集の群集構造を構成する微生物分類群のアバンダンス分布として表現する新規方法開発の基本的構想を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アンモニア酸化細菌、群集構造解析、定量 PCR

【研究題目】マイクロバブルによる極限反応場を利用した排水中有害化学物質の分解に関する研究

【研究代表者】高橋 正好（環境管理研究部門）

【研究担当者】高橋 正好、中山 紀夫

【研究内容】

マイクロバブル（超微小気泡）の圧壊作用を利用して水中の有害化学物質を分解するための研究を実施した。まず、現象の発現状況を正確にとらえるためマイクロバブルの圧壊に関連したフリーラジカルの測定を試みた。測定は蒸留水中にスピントラップ剤である DMPO (5,5ジメチル1ピロリン N オキサイド) を添加し、気液2相流方式によりマイクロバブルを発生させた条件下で放電衝撃波により物理的な刺激を加え、発生したフリーラジカルを電子スピン共鳴法 (ESR) により測定した。なお、マイクロバブル濃度は気泡径の50 μm 以下のトータル量として約200個/Lであった。その結果、ヒドロキシルラジカルなどの発生効率は、超音波を利用した場合に比べて2桁以上優れたものであった。通常の超音波による圧壊のメカニズムとしては、陰圧時に発生した微細気泡が陽圧環境下で断熱圧縮され、消滅時に発生する超高圧・超高温による周囲の水の強制分解に伴うフリーラジカルの発生が考えられている。しかし、マイクロバブルの圧壊の場合にはフリーラジカルの発生効率が著しく高いため、超音波とは異なったメカニズムの介在が考えられる。そこで、マイクロバブルの基礎物性として表面電位を計測したところ、通常の pH 条件化では気泡はマイナスに帯電しており、気泡収縮時にはゼータ電位の急激な上昇が確認された。このことは収縮に伴い過剰となった電荷が気液界面にそのまま濃縮していることを意味している。マイクロバブルの圧壊は気泡収縮を強制的に瞬時に行うため、電荷の濃縮は極めて著しいと考えられる。そのことから超音波のように超高温による水の離れに伴うラジカル発生に加えて、マイクロバブルの圧壊時には濃縮した電荷体からの直接的なラジカル発生が関与している可能性が高い。また、そのラジカル発生量は既存の技術に比べて著しく優位であるため、これを利用して排水中などでの有機系化学物質の分解除去技術として確立することが可能である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロバブル、圧壊、フリーラジカル、有害化学物質分解

【研究題目】酸化触媒反応による難分解性有機塩素化合物の腐植化促進とそれによる毒性変化の評価

【研究代表者】福嶋 正巳（環境管理研究部門）

【研究担当者】福嶋 正巳

【研究内容】

鉄ポルフィリン錯体などバイオミメティックな触媒の土壌浄化への適用を図るため、難分解性有機塩素化合物の無害化促進に寄与する腐植物質の機能を解明する。H14年度は、鉄ポルフィリン錯体などバイオミメティック触媒系について、PCP の分解効率や生成物パターン、

腐植物質の添加効果について検討を行った。その結果、水溶性鉄(III)ポルフィリン錯体により、中性条件下 (pH6-7) でペンタクロロフェノール (PCP) の酸化が効率的に起こることを明らかにした。また、これに泥炭起源の腐植物質を添加すると、PCP の酸化と脱塩素化が促進する結果を得た。また、麦藁堆肥、泥炭、黒ボク土、褐色森林土、トロピカルピート等種々の起源の各土壌から14種類程度の腐植物質を分離・精製し、各腐植物質の化学組成や構造解析について元素組成分析 (C、H、N、S、灰分)、官能基分析、分子量解析、分光パラメータ解析を行った。これら腐植物質の構造パラメータと腐植物質添加による PCP 分解率の促進の度合いとの関連性を調べたところ、腐植化度の低い泥炭や堆肥由来の腐植物質の添加が PCP 分解の促進に対して有効であることを明らかにした。一方、PCP の分解生成物についても解析を行った。腐植物質を添加しない場合、PCP の酸化生成物として o-テトラクロロキノン、ヒドロキシノナクロロジフェニルエーテル類 (H-NCDEs)、オクタクロロジベンゾ-p-ダイオキシシン (OCDD) が生成した。しかし、腐植物質共存下では、PCP より有害と考えられる H-NCDEs や OCDD の生成を大幅に抑制することができた。この理由として、PCP の酸化中間体 (ペンタクロロフェノキシラジカル等) の腐植物質へのラジカルカップリングを経た共有結合に起因することを、反応後の腐植物質分画の熱分解 GC/MS や¹³C-NMR による解析結果から明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】腐植物質、バイオミメティック触媒、難分解性有機塩素化合物、無害化

【研究題目】錯体光触媒による環境残留性パーフルオロ酸化合物の分解・無害化処理

【研究代表者】堀 久男（環境管理研究部門）

【研究担当者】堀 久男、永長 久寛、指宿 堯嗣

【研究内容】

パーフルオロ酸類は多くの産業用途に用いられてきたが、近年これらの一部が環境水や生物中に検出されている。従って環境中の蓄積を抑制し、生態系への影響や健康被害の発生を未然に防止するためにはこれらの固定発生源からの漏洩防止と共に廃棄物の分解・無害化を行う必要がある。今年度は強い酸化力を有するヘテロポリ酸 $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ を光触媒として用い、代表的なパーフルオロカルボン酸類であるペンタフルオロプロピオン酸 ($\text{C}_2\text{F}_5\text{COOH}$;PFPA) およびノナフルオロペンタン酸 ($\text{C}_4\text{F}_9\text{COOH}$;NFPA) のフッ化物イオンへの分解を試みた。光反応は $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ を添加したパーフルオロカルボン酸水溶液に、酸素下で高圧水銀灯から紫外・可視光照射して行った。液相中の化学変化はイオンクロマトグラフィー、イオン排除クロマトグラフィーおよびエレクトロスプレー質量分析で、気相中のそれはガスクロマ

トグラフィーおよび GCMS で追跡した。その結果、光照射により PFPA の濃度は減少し、気相中に二酸化炭素、液相中にフッ化物イオンが生成した。また、液相中には PFPA から CF_2 が脱離したトリフルオロ酢酸も検出された。120時間照射による反応のターンオーバー数 (PFPA 分解モル数/触媒モル数) は4.27であった。NFPA の場合も二酸化炭素とフッ化物イオンが生成すると同時に CF_2 が脱離したカルボン酸 $\text{C}_3\text{F}_7\text{COOH}$ が少量検出された。 CF_2 が脱離したカルボン酸はこの分解反応の中間体と考えられ、さらに照射時間を長くすると検出されなくなった。光照射しない場合や、 $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ あるいは酸素が無い場合にはこれらの分解反応は起こらなかった。従って $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ が光触媒として作用していることは明白である。NFPA の場合、313nm における量子収率は0.051であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、光触媒、ヘテロポリ酸、無害化、パーフルオロカルボン酸

【研究題目】臨界点近傍における圧縮性多成分系流体の特異的熱輸送に関する研究

【研究代表者】中納 暁洋 (エネルギー利用研究部門)

【研究内容】

圧縮性多成分流体である空気、最大露点近傍 (臨界点近傍) において発現する諸熱物理学現象の解明を目的とした。超臨界空気を納めた実験セルの上下において温度差を設け、レーザーホログラフィー干渉計を用いて可視化実験を行ったところ、単成分系の流体では現れない大きな密度勾配が形成されることが分かった。調査の結果、この密度勾配は濃度分布の形成によりもたらされたもので、「ソレ効果」と呼ばれる現象であることが分かった。更に、超臨界空気においても最大露点近傍ではピストン効果による熱輸送が行われていることを示唆する実験結果を得た。また、本年度はレーザーホログラフィー干渉計を用いた超臨界空気からの酸素の磁気分離に関する可視化実験を試み、磁場勾配の大きな箇所には酸素が強く引きつけられる様子を可視化することに成功した。磁気力は体積力として働くことからクラスター化した酸素分子が強く引きつけられたと考えられ、新たな酸素分離方法の開発可能性を見いだすことができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界、空気、ソレ効果、ピストン効果

【研究題目】飼育サンゴ骨格を用いた酸素同位体比等の温度指標の高精度化に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳 (海洋資源環境研究部門)

【研究内容】

サンゴ骨格を用いた海洋環境復元が近年注目されているが、骨格の環境指標の中でも重要なのは「酸素同位体比」と「ストロンチウム/カルシウム比 (Sr/Ca 比)」

である。最近、長尺サンゴ試料分析例が多く報告されてきているが、これらの骨格化学指標と水温あるいは塩分との関係式には、誤差や研究者間の差異が大きい。そこで、野外ではなく、水温等を制御した実験水槽で飼育されたハマサンゴ属の炭酸塩骨格中の酸素同位体比およびストロンチウム/カルシウム比の水温依存性を高い精度で定式化することが、本課題の目的である。課題2年目にあたる平成15年度は、サンゴ骨格の酸素同位体比について考察を深めるとともに Sr/Ca 比の分析を行った。恒温水槽を用いて6ヶ月間に渡り飼育したハマサンゴの骨格染色実験の観察では、飼育期間中に2?5mm の骨格成長量が認められた。この実験では21°Cから29°Cにまでの5段階の温度区で、各5群体ずつの飼育が行われた。このサンゴ骨格をスラブ (厚さ7mm) に加工し、超音波洗浄器を用いて純水洗浄した後、ボール盤式の切削装置を用いて、成長軸方向に0.4mm 間隔で微小サンプリングを行い、切削されたサンゴ骨格粉末の酸素同位体比を測定した。骨格の酸素同位体比と水温は負の相関関係を示した。同様の関係は Sr/Ca 比についても確認された。酸素同位体比については、同一温度区内について大きな群体間変異がみとめられた。これは骨格の酸素同位体比が、低成長速度において、骨格の成長速度に依存することに起因すると考えられる (反応速度論的同位体効果)。この結果は、安定同位体サンゴ骨格気候学への示唆に富む。高精度環境復元には、骨格成長速度の大きい群体について最大成長軸に沿うサンプリングが極めて重要であり、今後の飼育実験に、クローン骨格片を用いることが強く求められる。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】サンゴ、酸素同位体比、水温

【研究題目】カキ殻付着生物を利用した水質浄化と生物生産力を向上させる技術の開発に関する基礎

【研究代表者】三島 康史 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】三島 康史、星加 章、谷本 照己

【研究内容】

マガキの養殖筏を浮き礁のモデルとして、マガキ貝殻表面上に形成される生態系やその生産性向上の有効性を評価する。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】カキ殻、付着生物、安定同位体比、生態系

【研究題目】過去250万年間の地球磁場強度変動に関する研究

【研究代表者】山崎 俊嗣 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】山崎 俊嗣、小田 啓邦

【研究内容】

本研究は、松山期 (78-260万年前) の相対古地磁気

強度変動曲線を確立することを目的とした。研究には2つの海域から得られた計5本の海底堆積物コアを用いた。昨年度までにこれらのコアの古地磁気・岩石磁気測定を終え、相対古地磁気強度データが得られていた。今年度は、各コア間の精密対比とスタッキングを行い、過去300万年間の古地磁気強度標準変動曲線を完成させた。

西部赤道太平洋カロリン海盆の2本のコアについては、磁化率及び ARM の変動を、南シナ海の ODP Site 1143 において報告されているミランコビッチ周期にチューニングされた酸素同位体比曲線と対比することにより、2万年程度の精度で年代を決定した。カロリン海盆では、古気候変動に伴う生物生産量の変動がもたらす希釈効果により、磁化率変動が酸素同位体比曲線と良い相関を示すことが知られている。南太平洋低緯度域のマニヒキ海台において採取された3本のコアについては、酸素同位体比の測定データ (PC4)、堆積物の色と ARM の変化 (PC2)、磁化率と ARM の変化 (PC5) をそれぞれ Site 1143 の酸素同位体比曲線と対比することにより年代を決定した。これらの年代を基準にスタッキングして得られた相対古地磁気強度変動パターンは、それぞれの海域内だけでなく、約7000km 離れている2つの海域間においても、年代決定の誤差の範囲でよい一致を示した。

80~300万年前の古地磁気強度において、ブルン期の標準曲線 Sint-800と同様に、10~20万年程度の間隔で繰り返す極小が存在する。極小の多くは、地磁気逆転境界及び今までに報告されたエクスカージョンの年代と一致するように見える。このことは、地磁気変動においては、強度の急激な減少とそれに伴うエクスカージョンが頻繁に起きていて、ブルン期が特別な時期ではないことを示唆する。ガウス-松山境界をはじめ、地磁気逆転境界において、いわゆる asymmetric sawtooth pattern は見られなかった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】古地磁気強度標準変動曲線、海底堆積物コア、松山期

【研究題目】環境感受性が高い沿岸魚類の食生態分析に基づく環境汚染動態解析手法の開発

【研究代表者】山室 真澄 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】成島いずみ、張 新、石飛 裕 (島根県保健環境科学研究所・湖沼環境担当主査)、平塚 純一 (島根野生生物研究会、会員)

【研究内容】

東京湾などで内分泌攪乱作用が報告されているコノシロは、汽水湖沼である島根県の宍道湖では大量死が問題となっている。本研究では宍道湖東端の高塩分水逆流口にあたる位置と西端の淡水流入口に近い位置で定置網を用いてサンプルを採取し、また6月から夏季の長期に渡って斃死個体が観察されたので、それらも採取して、ダ

イオキシシロ濃度と体サイズ、成熟度、生息塩分を反映する複数の指標との関係を分析した。

宍道湖でのコノシロの大量死は貧酸素でないときにも発生した。定置網で漁獲したサンプルと斃死サンプルの体長・湿重量・生殖巣重量 (GW) の測定から、大量死は生殖腺重量指数 (GSI) の低下時期、即ち、産卵の終期と一致していた。これにより大量死は産卵による体力低下に関係していると推測した。

ダイオキシシロ濃度と相関が高かった指標は GW と GSI (GW(g)/全重量(g)x102) だったが、GW と GSI 同士の相関も高いので、この2つは同じ現象、すなわち、性的に成熟するにつれてダイオキシシロ濃度が高くなることを示すと解釈した。4月に東端で採取された個体、6月に浮遊死体として回収された個体、12月に東西両端で採取された個体を比較すると、サンプル数が少ない為有意差は得られなかったが、6月に大量死した個体は、その他の個体よりダイオキシシロ濃度が若干高かった。ダイオキシシロ分析に供しなかった6月における大量死個体と生残個体とを比較すると、GSI に有意差がなかったことから、産卵期に向けて脂肪を蓄積したコノシロのうち、より多くダイオキシシロを取り込んだ個体が、免疫力や浸透圧調節などの機能を低下させて死亡しやすくなり、大量死した可能性が考えられた。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】コノシロ・ダイオキシシロ・宍道湖・安定同位体比・生殖巣

【研究題目】完新世における琵琶湖水位変動の復元

【研究代表者】小松原 琢 (地球科学情報研究部門)

【研究担当者】小松原 琢、宮本 真二 (滋賀県立琵琶湖博物館)、濱 修 (財団法人滋賀県文化財保護協会) (職員1名、その他2名)

【研究内容】

(目標)

完新世における琵琶湖の水位変動過程を復元すること。(研究計画)

琵琶湖周辺におけるボーリングデータの収集・解析と同時に、琵琶湖湖畔に数多く分布する内湖ないしそれが埋め立てられた地点において自力で深度5~10m のボーリングを掘削し、コアを採取する。コアの花粉分析-特に水草花粉の産出状況-と年代値から湖畔各地点における水位変動過程を復元する。また、今までに得られている考古学的研究データと照合して、水位変動とそれに対応する人間活動について考察する。

(平成15年度の実績)

既存ボーリング資料を基に広域火山灰・始良 Tn テフラの深度分布を検討するとともに、琵琶湖南東方の沿岸環境を示す3箇所遺跡で自力ボーリング掘削を行い、コア試料を採取した。既存ボーリング資料の検討から、始良 Tn テフラの埋没深度は琵琶湖西岸で30~35m、東

岸では10~25m と西岸の方がより深いこと、東岸では系統的に西（湖寄り）に向かって深くなる傾向があり近江盆地全体として西に傾動するパターンを示すこと、が明らかになった。このような深度分布は、基本的に後期更新世以降の地殻変動によるものと考えられる。ボーリングは守山市三宅町、同赤野井浜遺跡および安土町竜ヶ崎 A 遺跡において行い、それぞれ長さ5~7m のコア試料を得た。竜ヶ崎 A 遺跡ではコア試料と遺物に随伴する試料の年代測定を行い、地表から深度1.3m 付近までの連続した腐植質泥層から約3000~4000年前の年代値が、深度2m から6.3m (始良 Tn テフラ挟在層準) までの泥および砂層から約13000~24000年前の年代値が得られた。これらの年代値は、当地において完新世前期に堆積間隙が生じていること、その完新世中期に内湖が形成され、特に内湖形成初期に泥質堆積物が急速に堆積したこと、を示す。また、赤野井浜遺跡においては深度5.7m より鬼界アカホヤテフラが得られ、当地から約1km 離れた湖底遺跡（赤野井浜遺跡）と同一標高に同時期面を設定することができた。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕完新世、琵琶湖、気候変動、地殻変動、環境復元

〔研究題目〕エネルギー分散型回折による結晶構造解析システムの研究

〔研究代表者〕福田 大治（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕高橋 浩之（東大）、
国枝 雄一（東大院生）

〔研究内容〕

（目標）

材料からの回折 X 線をエネルギー情報を含めて取得し、結晶構造の高精度解析を行なうことが可能なシステムの実現を目標とする。

（研究計画）

本プロジェクトでは、回折像の測定に極めて高い分光能力を持つ超伝導放射線検出器を適用した X 線測定系の開発を行う。超伝導金属イリジウムを転移端センサとして使用した X 線検出部と超伝導量子干渉素子（SQUID）を用いた信号読み出し系を東京大学と共同して開発し、エネルギー分解能~10eV、計数率1kcps の回折像取得が可能なシステムの構築を図る。

（年度進捗状況）

平成15年度は、回折像の測定系を中心とした研究開発を行い、以下の二点の主要な研究成果を得た。(1) エネルギー分解能の向上：カラーラウエ像において、色情報として最も本質的な検出器のエネルギー分解能に関し、その検出器内部の分解能制限要因についての重要な知見を得た。極低温走査型放射光顕微鏡を適用し、 μm までコリメートした X 線を照射しながら検出器の位置応答分布の測定を行ったところ、内部に6eV 程度の有意な

差が見られ、この内部応答分布の違いが分解能を劣化させる要因として大きく寄与していることを世界で初めて明らかにした。(2) 検出器の二次元化：ラウエ像取得をするためには、X 線のエネルギー情報だけでなくその入射位置を同定する必要がある。そこで X 線の色情報と位置情報を同時に観察することが可能なピクセル型のカロリメータアレイを開発した。ピクセル数20を持つデバイスを試作し、X 線照射により位置情報の取得を試みたところ、分解能13eV の性能と、ほぼ全ピクセルに対する入射位置同定に世界で初めて成功した。以上により、時間情報、位置情報、色情報の同時取得が可能なシステムの構築の実現に向け展望を開くことが出来た。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕高エネルギー分解能、極低温、超伝導検出器、単一光子検出

〔研究題目〕都市圏における人為起源元素の分別分析と多元素相関解析

〔研究代表者〕千葉 光一（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕稲垣 和三、伊藤 彰英（名古屋大学・大学院工学研究科）、
藤森 英治（名古屋大学・工学部）

〔研究内容〕

本研究では、都市圏（＝人間活動）から排出される元素について、環境中での循環挙動と影響を解析することを目的とする。昨年度は、都市圏を代表する試料として大気浮遊粒子に着目し、誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）及び誘導結合プラズマ発光分析法（ICP-AES）を用いて、大気浮遊粒子の主成分から超微量元素までの多元素年度は定量法を確立した。本年度は名古屋大学工学部7号館屋上に、ハイボリュームサンプラーおよび分級捕集可能なローボリュームサンプラーを設置し、粒径別に浮遊粒子試料を採取した。捕集した粒子状物質は、硝酸/フッ化水素酸/過塩素酸を用いる酸分解法及びマイクロ波加熱酸分解法を検討し、ICP-AES 及び ICP-MS により全元素定量と粒子径別の多元素定量を行った。

ハイボリュームエアサンプラーは粒径0.3~10 μm の粒子が捕集でき、毎日10時間の捕集を行って浮遊粒子状物質の多元素濃度モニタリングを実施した。2003年10月における自然起源元素の代表と考えられる Al と人為起源元素の代表と考えられる Pb に着目して大気中濃度の変動と降水量、捕集量との関連に関して検討した。降水量が高いときには粒子捕集量が少ない傾向があり、Al と Pb の濃度分布は何れも捕集量が多いほど高濃度を示す傾向が見られた。ローボリュームエアサンプラーによる粒径別捕集の結果から、Al は粒径10 μm 以上の比較的大きな粒子中に存在するのに対し、Pb は粒子径1 μm 以下の小さな粒子中に多く分布していた。したがって、Pb は煤煙や排気ガスなどの人為起源粒子に多く含まれ

ており、Al は土壌粒子などの自然起源粒子に多く含まれていると考えられる。現在、濃縮係数による解析および Pb と Sb の同位体比の計測を行い、人為汚染元素の挙動や起源について考察している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】大気浮遊粒子、人間活動と元素

【研究題目】血管誘導因子を用いた骨再生技術の開発

【研究代表者】植村 寿公

(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】植村 寿公

【研究内容】

骨の再生を誘導するには骨芽細胞による造骨作用が最も重要であるが、それら細胞に栄養分や酸素を供給する血管新生が十分に伴うことが重要である。現在までの組織工学、特に多孔性セラミックス材料を用いた骨における組織工学において、骨芽細胞の活性を高めるために多くの努力がなされているものの、血管誘導を伴った骨再生の試みは極めて少ない。本プロジェクトにおいて、骨における組織工学モデル（ラット骨髄細胞を用いた）において血管誘導を遺伝子工学的に行い、骨再生効率が亢進することを示すことにより、血管誘導因子の導入の重要性を明らかにし、今後の組織工学技術に貢献する。

本年度は血管誘導性因子 VEGF の cDNA を導入したアデノウイルスを、ラット骨髄由来骨芽細胞に感染させ、多孔性セラミックス材料に播種した後、ラットの皮下、および骨欠損モデルに移植し、その後の骨形成を詳細に検討した。生化学的評価として、アルカリフォスファターゼ活性、オステオカルシン発現量により評価した結果、これらの因子がウイルス感染により亢進することが分かった。更に、組織化学的には HE 染色による新生骨の増加だけでなく、TRAP 染色により破骨細胞も誘導していることが明らかになった。以上の結果から、VEGF 遺伝子導入により、骨形成の亢進、骨リモデリングの誘導がおこることが明らかになり、VEGF 遺伝子の導入が、骨における組織工学技術に有効に働くことが確認できた。

【分野名】ライフサイエンス分野

【キーワード】ティッシュエンジニアリング、血管新生

【研究題目】年齢軸制御の分子機構に関する構造生物学的および計算科学的解析

【研究代表者】舘野 賢(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】舘野 賢、山崎 和彦、倉地須美子、

倉地 幸徳

【研究内容】

目標：年齢軸の制御を担う「シグナル配列（遺伝子内の塩基配列）とその認識タンパク質との相互作用様式」について、計算科学的手法を駆使して構造生物学的に解析する。これにより年齢軸制御の機構を原子解像度で解明

し、疾病治療のための薬剤設計へむけた基盤を創出する。研究計画：「年齢に伴い発現および活性パターンが変化する因子」（例えば第9因子など）の遺伝子内には、その上流および下流域に特徴的なシグナル配列が見られ、倉地らによって、それぞれ ASE (Age-related Stability Element) および AIE (Age-related Increase Element) と名付けられた。遺伝子内における位置から、ASE は特異的な転写因子によって認識され、また AIE は転写産物 (RNA) としてその機能を発現すると考えられる。

そこで本研究は、(a) ASE とそれに特異的な認識タンパク質（転写因子）との相互作用様式を明らかにすると共に、(b) AIE がコードする RNA の立体構造を解析し、その機能発現の機構を明らかにする。これらによって、制御シグナルの機能を人為的かつ特異的に改変し、疾病治療法・治療薬等の開発研究を行うための基礎的知見を得る。

年度進捗状況：倉地らは、ASE を特異的に認識する転写因子の同定を試み、昨年度までに、その因子の候補の決定に近づいた。しかし実際には、その最終決定に至るまでにはなお、実験的な困難と不確定性の存することも明らかになってきた。

そこで本年度においては、生物情報学的手法も駆使して、現在の実験データを元に当該のターゲット因子をゲノムおよび立体構造データベース内に検索することをまず試みた。ASE の塩基配列から、これを特異的に認識する転写因子を検索したところ、Ets ファミリーが単独で該当した。このタンパク質ファミリー内において、さらに特異性を絞ったところ、複数の因子が強い候補となった。加えて、倉地らによって進められているプロテオミクス解析によると、(他の研究グループによる従来の報告に反して) 同ファミリー内のもっとも主たる因子が、肝臓においても発現していることが明らかになってきた。その結果に基づけば、同因子もまた当該ターゲットの候補として矛盾しないことがわかった。

これらより ASE を特異的に認識する因子は、Ets ファミリー内にある可能性がきわめて高く、しかもファミリー内の最も主たる因子などと（進化的・機能的に）近い存在であることが示唆された。したがって、これらの DNA 認識機構を解析することは、ASE の特異的な機能発現を明らかにするために不可欠の知見をもたらすと強く期待される。そこで、これらの因子と DNA との複合体を、構造モデリング技術を駆使して構築し（3ステップモデリング法・ステップ1）、さらに分子動力学計算を開始するに至った（同ステップ2）。

現在、シミュレーションが進行中であり、今後この結果を詳細に解析する予定である。これによって、ASE の機能発現機構の深い理解に、原子解像度における重要な示唆を与え得ると共に、医薬科学への応用基盤につながるものと期待される。

【分野名】生物物理学

【キーワード】 コンピュータシミュレーション、構造モデリング、転写因子、DNA構造、分子認識、年齢軸生命工学

【研究題目】 体内時計を伺っている視交叉上核内マスター細胞の同定

【研究代表者】 浜田 俊幸
(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】 浜田 俊幸

【研究内容】

2コンパートメントモデルを用いた光刺激による体内時計の同調機構の解明

体内時計の存在部位である視交叉上核にある Calbindin D-28K (CalB) 細胞は通常、時計遺伝子発現 (Per1と Per2 mRNA 発現) がほとんどないが、夜間の光刺激に対してのみ、刺激に反応して時計遺伝子を発現する。この領域とは逆に時計遺伝子がリズムに変化し、光刺激に影響されない Vasopressin (VP) 領域がある。体内時計は1日の中の決まった時間にしか動かすことができない。光は夜の時刻に特異的に体内時計を動かすが、私は2コンパートメントモデルを用いて、この機構の解明を試みた。今回、CalB 細胞が光刺激を体内時計機構に伝達するゲート細胞であることを CalB アンチセンスを用いた実験から明らかとした。CalB 蛋白の細胞内、核の局在にサーカディアンリズムがあり、昼低く、夜に高いというリズムを示すことを発見した。さらに CalB アンチセンスオリゴを投与することにより、夜間の光刺激が引き起こす体内時計を動かす機構を抑制し、逆に体内時計を動かすことができない昼間の光刺激により、体内時計を動かすことを明らかとした。このことから CalB 細胞が光情報を選択的に体内時計機構に伝えていることが分かった。次に光情報がどのようにして CalB 細胞から時計細胞全体に伝達されるか調べ、光情報は CalB 細胞から通常、時計遺伝子がリズムに発現している VP 領域のごく限られたところに伝達すること、そしてその領域から遅い速度で規則正しく周辺の細胞群に情報を伝達していくことを明らかとした。

【分野名】 生理学

【キーワード】 体内時計、日内リズム

【研究題目】 破骨細胞における新規核内アポトーシス制御因子 DRAK1の機能に関する研究

【研究代表者】 植村 寿公
(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】 植村 寿公

【研究内容】

われわれは破骨細胞に特異的に発現するアポトーシス誘導因子 DRAK1 (death associated protein-kinase related apoptosis-inducing protein kinase) のクローニングに成功した (Kojima, Nemoto, Uemura et al.

J.Biol.Chem. 276(22) 19238 (2001))。この新規アポトーシス制御因子の破骨細胞における発現プロセスを観察し、骨リモデリング過程における DRAK1の役割について調べることが本研究の目的である。本年度は実験に用いるためのモデルシステムを破骨細胞のアポトーシスを誘導することが知られているビスフォスフォネートを用いて検討した。

Kakudo らの方法を用いて純化したラビット破骨細胞を。典型的なビスフォスフォネートの1種、クロドロネートを添加した培地でアイボリー上で培養した。定量的 RT-PCR 法により DRAK1の時間的変化を追った結果、3時間後に発現の大きなピークを得た。クロドロネートにより誘導されるアポトーシスに DRAK1が関与することが明らかになった。また、caspase-3活性、bcl-2, bax の発現の時間変化とも相関があることから、ミトコンドリアを介したシグナル伝達機構の一部に位置し、caspase-3のインヒビターによる効果から、caspase-3の下流に位置することが分かった。以上の結果から、DRAK1の破骨細胞におけるアポトーシスにおける機能を解明するため、本モデルが有効であることが分かった。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 破骨細胞、アポトーシス、カイナーゼ

【研究題目】 細胞の不死化に関与するテロメア結合タンパク質 TRF1の機能の解析

【研究代表者】 中西 真人 (ジーンファンクション研究ラボ)

【研究担当者】 中西 真人、岡部 潤

【研究内容】

分化したヒト体細胞は、分裂可能な回数が決まっている。これを細胞寿命という。例えば、胎児から単離した線維芽細胞は比較的長い寿命を持っているが、それでも50回から70回の細胞分裂後に増殖が停止し、老化のマーカーを発現してやがて死に至る。この細胞寿命は遺伝的に厳密に制御されており、ES 細胞のような未分化の細胞では無限の寿命を持つが、分化の過程で寿命が決定され、さらにこれが破綻して無限の細胞寿命を持った細胞が癌であると理解されている。そのため、細胞寿命の決定機構とその破綻のメカニズムを理解することは、癌の予防と治療、さらには再生医療の実用化に大きな意義を持っている。ヒト細胞の寿命を調節する機構として最も有力なのが、染色体末端のテロメアを介した寿命の決定機構である。ヒト染色体の末端にあるテロメアは (TTAGGG)_n という単純な繰り返し構造を持つ DNA (テロメア DNA) とそれに結合するテロメア配列結合タンパク質 TRF1、TRF2からできている。しかし、これらと細胞寿命が具体的にどのように関わっているのかどうことについてはほとんど明らかになっていない。我々のこれまでの研究から、テロメア配列結合因子の一つ TRF1の細胞内の量がテロメア構造の維持を決定する

因子であることが明らかになっていた (Okabe, et al., 2000)。本年度は、TRF1と細胞の不死化の関係を解析し、不死化している細胞では例外なく TRF1の発現量が上昇していること、また、正常線維芽細胞をさまざまな方法 (発癌遺伝子の強制発現・放射線・発ガンウイルスによる形質転換) で不死化するとテロメラーゼの誘導の有無にかかわらず必ず TRF1が誘導されてくることを見いだした。これらの事実は、TRF1の寿命の調節と直接的に関わっていることを示唆している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 テロメア、細胞寿命、癌化

【研究題目】 従来型キネシン分子モーターの二足歩行モデルの直接検証

【研究代表者】 廣瀬 恵子 (ジーンファンクション研究ラボ)

【研究担当者】 廣瀬 恵子、加世田国与士

【研究内容】

目標:

キネシン分子モーターの連続運動を説明するモデルとして広く受け入れられているのは、二つのモータードメイン (頭部) が交互に微小管と相互作用し、ATP を加水分解して8nm ずつ前進するという “hand-over-hand model” であるが、このモデルの真偽は明らかでなかった。本研究は、片方の頭部を活性の低い変異体にしたヘテロダイマーキネシンを作成し、その運動を一分子ナノメトリー法で測定することにより、このモデルを検証することを目的とした。

研究計画:

もしキネシンが二頭を交互に使っていれば、片方の頭部を活性の低い変異体にしたヘテロダイマーキネシンでは、遅い8nm ステップと通常の8nm ステップが交互に見えるはずである。このような交互のステップを観察可能にするためには、片方の頭部の活性が野生型と比較して充分低く、しかも微小管上を連続的に運動できるヘテロダイマーキネシンを作成する必要がある。本年度は、このような変異体を見つけてヘテロダイマーキネシンを作成する。

年度進捗状況:

キネシンのヌクレオチド結合部位に変異を入れた変異体を数種類作成し、その運動活性を測定した。運動活性が充分低い変異体について、野生型とのヘテロダイマーを作成し、光ピンセット法をもちいて運動特性を測定した結果、微小管上を連続的に運動するヘテロダイマーを得ることができた。一分子のヘテロダイマーによるビーズの動きを詳しく解析した結果、この分子の8nm ステップの時間間隔が長短、交互になっていることがわかった。この結果は、hand-over-hand model を世界で初めて直接証明したものである。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞運動、分子モーター

【研究題目】 リサイクルを指向した強相関ペプチドポリマーマテリアルの創成

【研究代表者】 横山 憲二 (先端バイオエレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】 横山 憲二

【研究内容】

リサイクル利用でき、さらに多種類の標的タンパク質を検出できるキナーゼ測定用ペプチドチップに関する研究を行った。すなわち、蛍光エネルギー転移によるクエンチングを利用し、分裂促進物質活性化タンパク質キナーゼ (MAPK キナーゼ) の活性をイメージングするためのペプチドの設計を行った。本センサーペプチドは、リン酸化されることにより負電荷が生じて親水性が高くなり、立体構造変化を起こして、蛍光強度が変化すると考えられる。具体的には、MAPK の配列 (HTGFLTEYVAT、下線のチロシンとトレオニンがリン酸化される) を含む種々のペプチドを用いて、このペプチドの C 末端に蛍光ドナーとして EDANS を、N 末端にクエンチャーとして dabcyI を修飾したペプチドを合成した。

合成によって得られた非リン酸化及びリン酸化センサーペプチドの蛍光スペクトルを測定した結果、リン酸化センサーペプチドの蛍光強度は、非リン酸化ペプチドより大きく、顕著な差が見られた。これは、センサーペプチドがリン酸化されることによって、親水性が高くなり、ペプチドが伸びたような構造をとるために、蛍光色素間の距離が離れ、エネルギー転移が起こりにくくなったためであると考えられる。これにより、複数のキナーゼ活性をモニタリングできるチップの作製の可能性が示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ペプチドチップ、MAP キナーゼ、蛍光共鳴エネルギー転移

【研究題目】 蛍光共鳴エネルギー転移を利用したセンサーペプチドの創成

【研究代表者】 横山 憲二 (先端バイオエレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】 横山 憲二

【研究内容】

蛍光エネルギー転移によるクエンチングを利用した、cAMP 依存性プロテインキナーゼ (PKA) の活性をイメージングするためのペプチドの設計を行った。本センサーペプチドは、リン酸化されることによって親水性が高くなり、立体構造変化を起こし、蛍光強度が変化すると考えられる。具体的には、Kemptide 配列 (LRRASLG) を含む種々のペプチドを用いて、このペプチドの C 末端に蛍光ドナーとして、EDANS を、N 末端にクエンチャーとして、dabcyI を修飾したペプチドを合成した。

合成によって得られた非リン酸化及びリン酸化センサーペプチドの蛍光スペクトルを測定した結果、リン酸化センサーペプチドの蛍光強度は、非リン酸化ペプチドより大きく、顕著な差が見られた。これは、センサーペプチドがリン酸化されることによって、親水性が高くなり、ペプチドが伸びたような構造をとるために、蛍光色素間の距離が離れ、エネルギー転移が起こりにくくなったためであると考えられる。一方、塩基性アミノ酸を伸長させたペプチドでは、反対にリン酸化により蛍光強度が小さくなった。これはリン酸化により、電荷が中和され、それゆえ縮んだ構造になるためであると考えられる。また、PKA 反応後のセンサーペプチドの HPLC の溶出時間は、合成によって得られたリン酸化センサーペプチドの溶出時間と一致し、本センサーペプチドは、PKA によってリン酸化されることが確認された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ペプチドチップ、cAMP 依存性キナーゼ、PKA、蛍光共鳴エネルギー転移

【研究題目】 情報幾何に基づく確立伝搬法の解析

【研究代表者】 本村 陽一 (デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 本村 陽一

【研究内容】

情報幾何に基づく確率伝搬法の解析

(a) 目標:

確率推論アルゴリズムの一つである確率伝搬法の解析を理論的、実験的に進める。

(b) 研究計画:

ベイジアンネットにおける確率推論アルゴリズムについて調査を行い、確率伝搬法の性能を実験的に評価する。

(c) 進捗状況:

ベイジアンネットにおける確率推論アルゴリズムについて調査を行い、性能を実験的に評価するためのプログラムを実装した。さらに、ノード数が20~300までのベイジアンネットを自動的に生成しそれらに対する各種の確率推論アルゴリズム (Junction tree アルゴリズム、システムチックサンプリングアルゴリズム、確率伝搬法の一つである LoopyBP アルゴリズム) の性質を調べあげた。その結果、よく使われている Junction tree アルゴリズムではノード数が300以上では、512MB メモリの PC ではメモリ不足のために実行が不可能になること、ノード数が100の場合でも確率推論アルゴリズムの速度が10秒程度かかってしまう問題があることを明かにした。またその代替的な近似アルゴリズムであるシステムチックサンプリングでもノード数300では20秒以上かかっている。それに対し LoopyBP ではノード数300で4.7秒と非常に高速であることを明かにした。これまでの推論アルゴリズムの

実験評価 (1999 K.Murphy et.al.) では2種のベイジアンネットについてのみであったのに対し、本研究では様々なサイズのベイジアンネットについての網羅的な実験であり、これは他に類を見ないものである。また、LoopyBP アルゴリズムの収束性についても実験評価を行い、条件付確率のエントロピーが収束性に大きな影響を与える性質があることを明かにした。この性質を使って、LoopyBP の収束性を改善する新しいアルゴリズムを考案し、特許出願を行った。解の精度については定性的な傾向は明かになったが、アルゴリズムの収束性と精度の間にはトレードオフが存在するため、その制御方法が今後の課題として明かになった。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 確率推論、ベイジアンネット、近似アルゴリズム

【研究題目】 ヒトの複合動作生成のための力学的動作理解

【研究代表者】 宮田なつき (デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 宮田なつき

【研究内容】

人間工学的製品設計を目的として、ヒトを CAD に取り込んだコンピュータマネキンなど、個人差を反映したヒトの動作生成モデルの構築が求められている。本研究では、ヒトの動作がそもそも複数の力学的意図の重畳された結果であるという立場に立ち、与えられた環境・ヒト特性に応じたヒトの全身複合動作を生成するために、力学的意図の抽出により表現する方法論の構築を目的とする。具体的には、力学的意図を評価関数の形で記述し、冗長自由度系制御モデルを適用して生成した動作に対し適切な評価関数の動的な重みを求めることで、力学的意図の抽出を図る。環境条件として、棚高さに応じた係数の変化の分析を行うこととした。力学的意図としては、重心安定性、関節トルク低減の二つの項を考慮し、それぞれを単体で用いた場合と、両者を組み合わせた場合について、関節角度の変化とともに視覚化を行った。その結果、動的な係数の変化パターンは、関節によって、また用いる評価式 (の組み合わせ) によって異なることがわかった。まず、動作全体を一かたまりで捉えた場合、ピークの位置やゲインの観点から、大きく分けて二種類のパターンが見られた。このことから、動作自体が環境条件に応じて、大きく分けていくつかのグループに分けられることが予想される。また、より詳細に結果を見ていくと、環境条件 (棚高さ) に対するパラメトライズが可能であるような規則的なパターン変化が、動作を時系列データで捉えた場合に、立ち上がるフェーズ、荷物を置くフェーズなど異なる区分で現れ、評価項目の選び方によっては、関節角度パターンよりも見通しが良いこと

が分かった。

【分野名】情報通信、ライフサイエンス

【キーワード】デジタルヒューマン

【研究題目】形態と姿勢を再現する手のデジタルモデルの研究

【研究代表者】河内まき子（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】河内まき子、宮田なつき、持丸 正明

【研究内容】

設計目的に応じて多様な姿勢での手の形態の個人差をデジタルモデルとして合成することを目標とする。このために形態計測に基づく代表的なサイズ、プロポーシオンをもつ手の形態生成、ものをつかむときの姿勢計測にもとづく姿勢生成を行なう。成人男女約100名について約80項目の寸法を計測し、平均形態および因子分析を用いて被験者の95%をふくむような確率楕円上の代表形態がもつ寸法を算出し、これに基づく手の3D デジタルモデルを作成した。複数姿勢で手を MRI 計測し、骨表面形状を抽出し、近位骨を重ね合わせることによって遠位骨が回転する回転軸を求めた。これによって、指の関節軸が平行ではなく、屈曲角度によって回転軸が変化することを明らかにした。MRI 画像から取得した骨とマーカの位置関係が、関節運動によって最大10mm くらい変化することを明らかにし、skin movement artifact の影響を無視できるような、運動計測に基づく関節中心決定法を構築し、手の運動計測を行なった。

【分野名】情報通信、ライフサイエンス

【キーワード】応用人類学、デジタルヒューマン

【研究題目】超高感度・超解像振動分光法の確立とナノ構造体／溶液界面への適用

【研究代表者】二又 政之（界面ナノアーキテクトニクス研究センター）

【研究担当者】二又 政之、松田 直樹、清水 敏美、澤田 嗣郎、片山 建二

【研究内容】

目標：

本研究では、単一分子検出感度と10nm 以上の空間分解能を有する超解像の赤外・ラマン分光法の確立を目標とする。それによりナノ構造体／溶液界面での機能発現メカニズム・形成過程・分子認識メカニズムの解明、電気二重層の構造や反応素過程の解明を行なう。並行して、スラブ光導波路（SOWG）や非線形ラマン分光法を利用して金属以外の電極や誘電体／溶液界面に適用できる超高感度分光法の確立・適用を行う。

成果：

表面増強ラマン散乱に関しては、銀ナノ粒子接合部に1個の吸着分子が存在するとき、巨大な増強度が得られることをラマンスペクトルと弾性散乱スペクトルの時間

相関から明らかにした。さらに、FDTD 数値計算法により単一分子感度を与える金属ナノ構造として、シャープなエッジを有する三角柱を見出した。それを実際にナノ粒子リソグラフィにより形成し、単一分子ラマン検出を実証した。近接場ラマンに関しては、50nm の空間分解能でのラマンイメージとトポグラフィの同時検出に成功した。近接場赤外に関しては、構築した FT-IR と倒立型顕微鏡、AFM により、金属チップ増強赤外吸収測定に成功した。スラブ光導波路（SOWG）分光法に関しては、ITO 薄膜を形成した SOWG の作成条件を最適化し、電気化学的に制御可能かつ安定な手法の確立を進めた。超高感度分光法のナノ構造体／溶液界面への適用に関しては、水／ニトロベンゼン界面に存在するイオン性界面活性剤分子により誘起される化学振動を電気化学的測定と準弾性光散乱法による表面張力の同時測定により解析し、分子レベルでの振動のオリジン・メカニズムを解析した。表面増強ラマン散乱のメカニズムに関して、過渡反射格子法により検討し、SERS 活性な金表面に吸着した色素分子等で、電子移動を証拠づける表面プラズモンの新たな緩和パスを見出した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】超解像・超高感度振動分光、光導波路分光、非線形ラマン、有機ナノチューブ

【研究題目】ナノコンポジット基板を利用したナノデバイス作製基礎技術

【研究代表者】越崎 直人（界面ナノアーキテクトニクス研究センター）

【研究担当者】佐々木 毅、清水 禎樹、寺嶋 和夫

【研究内容】

構造が精密に制御されたナノコンポジット基板とマイクロプラズマ技術を利用してカーボンナノチューブ生成実験に適用することで、機能部品同士の結線などに必要となる低温での無機系ナノ構造体の生成技術の検討を行った。前年度は、ニッケル分散・モリブデンマトリックスのナノコンポジット薄膜基板を使ってカーボンナノチューブが円錐状に自己集合したユニットがアレー状に集合した構造体の生成に成功したが、今年度は酸化チタンやシリカをマトリックスとしてニッケルを分散させたナノコンポジット基板上にも同様な構造を生成させることに成功した。また、これらの構造の電界放射特性を測定したところ、通常のナノチューブ配向膜と比較して約2倍の電界放射電流が観測された。マイクロプラズマ技術を利用したナノワイヤリング用基礎技術に関する研究では、微小空間に閉じこめられたマイクロプラズマを使って、カーボンナノチューブの低温・大気圧条件下での生成を目指した実験を行った。100ミクロン以下のガラスキャピラリー中にフェロセンとメタン・アルゴン混合ガスを導入し、プラズマを室温・大気圧条件下で発生させることで、20W の低投入電力条件下でカーボンナノチ

ューブの生成に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノコンポジット、基板、マイクロプラズマ、カーボンナノチューブ

【研究題目】 鉛非含有ビスマス系新規強誘電・圧電薄膜デバイスの開発

【研究代表者】 松田 弘文（スマートストラクチャー研究センター）

【研究内容】

半導体微細加工技術を用いた圧電材料膜マイクロMEMS デバイスは、マイクロポンプ、マイクロアクチュエータ、マイクロセンサ、高周波フィルタ、といった医療・化学工業や精密加工技術、電気通信分野と広い応用が期待され、盛んに研究が行われている。ところが従来は、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）膜を用いた研究が殆どで、環境への関心の高まりから問題視されている、鉛を構成元素として含んでいる。そこで本研究では、鉛を含まない圧電膜の合成と圧電デバイス化を目標とした。2年間の研究期間のうち、初年度の平成14年度で、高品質かつ高性能な $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ （BIT）系多結晶強配向薄膜の合成方法を確立し、併せてデバイス設計に必須の基礎的な圧電特性・強誘電特性の評価を行った。平成15年度は、配向制御を行った厚膜を合成する技術を確認し、ドライエッチング技術を用いて単純な形状への加工技術の確認を試みた。

得られた成果は、

- 1) 膜厚 $3\mu\text{m}$ のBIT基多結晶強配向厚膜を、直径1インチ程度のSi基板上に、化学溶液法を用いて安価に大面積合成する技術を確認した。
- 2) $1\mu\text{m}$ 程度にドライエッチングを行う微細加工技術を確認した。
- 3) 原子間力顕微鏡（AFM）および、レーザー変位計による圧電・強誘電特性の評価を行い、薄膜の測定手法である前者と、バルク体の評価手法である後者の測定技術を世界に先駆けて融合した。またその測定結果は、多結晶薄膜において単結晶材料の持つ理想的な圧電・強誘電体特性を発現させた、先駆的な成果である。

以上の成果をもとに、Applied Physics Letters 誌の2報を含む、国内外の有力学術論文誌に論文が掲載され、国内特許2件の出願を行った。また国際会議にて3件の招待講演を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ビスマス層状構造強誘電体、圧電体薄膜MEMS デバイス、強誘電メモリデバイス、化学溶液法、配向制御、原子間力顕微鏡、圧電力顕微鏡

【研究題目】 超音波伝播特性による繊維強化プラスチックの長期耐久性評価手法の開発

【研究代表者】 遠山 暢之（スマートストラクチャー研究センター）

【研究内容】

1. ラム波伝播速度測定による FRP 直交積層板の疲労損傷の検出

FRP 直交積層板に超音波発信・受信センサを接着し、静的引張り試験および疲労試験の際に発生するトランスバースクラックをリアルタイムにラム波伝播速度および超音波の減衰特性から検出することを試みた。クラック数の増加に伴い、ラム波伝播速度および検出信号の振幅はいずれも低下し、クラックの検出が可能であることを確認した。さらに前年度までの研究により得ているラム波伝播速度低下率とトランスバースクラック数との関係式を用いて、リアルタイムに測定したラム波伝播速度低下率からクラック数を評価した結果、観察により得られたクラック数をほぼ妥当に評価できることが明らかになった。以上の結果より、本手法は FRP 直交積層板の長期耐久性評価手法として有効であることを実証した。

2. FRP 直交積層板の衝撃層間剥離の定量検出法の開発

FRP 直交積層板に衝撃負荷を加えることにより発生する層間剥離の大きさと位置を定量的にかつ迅速に検出する手法の開発を試みた。超音波発信・受信センサを一定の距離を保ち、積層板上を線走査することでラム波到達時間分布を測定した。到達時間の減少として層間剥離が明確に検出され、さらに得られた到達時間を用いて、本研究で構築したラム波伝播モデルを基に層間剥離長さを評価することができた。さらに層間剥離が検出された線上で検出信号の振幅測定を行う線走査を実施した結果、著しい振幅低下として層間剥離端部を検出することができた。以上の2回の線走査により評価された層間剥離の大きさと位置を従来の超音波探傷試験の結果と比較するとほぼ同精度で検出できていることが明らかとなった。以上の結果より、本手法は迅速な層間剥離検出手法として有効であることを実証することができた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 構造ヘルスマニタリング

【研究題目】 金属コアを持つ PZT 圧電ファイバの作成、及びスマートボードへの利用

【研究代表者】 佐藤 宏司（スマートストラクチャー研究センター）

【研究内容】

近年、センサとアクチュエータ、構造体をつなげたスマートストラクチャーの研究開発は構造材料の最終形態として産業界からも注目を浴びている。中でも圧電材料をファイバ状にして複合材料に埋め込む研究は米国MITを中心として国内外で行われおり、その後ヘリコ

プターのローラーブレードやテニスラケットの振動抑制等に利用されている。しかしこのようなセラミックファイバの問題として、櫛歯電極が必要あり、また埋めこんだ圧電ファイバの表層部分しかアクチュエータに利用できないため効率が悪いなども問題をかかえていた。

本研究では押し出し成形法や水熱合成法により金属ワイヤ上に PZT セラミックスをコーティングすることにより、電極を形成すること無く圧電材料の全ての部分をアクチュエータやセンサに利用することができる圧電ファイバを提案している。また作製した PZT ファイバを構造体に組み込み構造自身が振動や疲労を検出するセンサ機能と発生した振動を抑制するアクチュエータ機能を融合した知的材料を開発し、建築物、自動車、船舶、航空機などの振動による疲労破壊防止、不安定振動防止乗り心地向上、損傷箇所診断を行い構造体の信頼性の向上とメンテナンスコストの軽減を目指して研究を行った。炭素繊維複合材料の中に埋め込み、センサ性能、アクチュエータ性能の評価を行い、金属コア入り圧電ファイバが有効であることを示した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 圧電、繊維、アクチュエータ、センサ、スマートストラクチャ

【研究題目】 エネルギー的に乱れた物質中での電場依存電荷移動度

【研究代表者】 関 和彦 (光反応制御研究センター)

【研究担当者】 関 和彦

【研究内容】

目標、研究計画

ドナー又はアクセプター分子をドーブした高分子中での電荷移動度は電場に対して強い非線形応答を示し電荷の輸送は拡散ではなく分散的になる場合がある事が知られている。また近年では、色素を吸着した酸化チタンの微粒子中での電荷の移動と再結合の解析において、分散的な拡散と反応の競合が起こっていることが知られている。どちらの系についても、強い非線形応答や分散的な拡散は電荷の局在サイトのエネルギーの乱れに起因している。このような、エネルギー的に乱れた系での電荷の移動度について、その電場強度依存性や温度依存性等を理論的に明らかにする。

年度進捗状況

既に電荷移動度の印加電場依存性については、マーカス式によるホッピングの頻度と静電ポテンシャルの乱れの両方の効果を考慮して定性的に説明できる事を示した。ドーブされた分子の空間分布を考慮することにより、低電場領域での電荷移動度のドーブ分子濃度依存性を比較的単純な理論式を用いて、より定量的に表せることを示した。

ホールや電子の輸送において、これらの捕獲サイトのエネルギーが分布を持っている場合には、これらの粒子

の移動距離の二乗平均が時間と比例しなくなる。このような異常拡散媒質中での反応を記述するための反応拡散方程式は知られていなかった。最近、現象論的に反応拡散方程式を導入し、再結合反応について理論的な解析が行われたが、我々はこの方程式は反応速度が遅い場合には、誤っていることを指摘した。さらに、酔歩モデルから、空間で連続極限を取ることにより、反応速度が小さい場合にも成立する反応拡散方程式を導き、再結合反応について理論と数値計算を組み合わせた詳しい解析を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 電荷移動、ランダム系

【研究題目】 超高感度過渡吸収分光計による界面電荷再結合ダイナミクスの研究

【研究代表者】 加藤 隆二 (光反応制御研究センター)

【研究担当者】 加藤 隆二

【研究内容】

目標、研究計画

本研究の目的は、界面での電荷再結合ダイナミクスを研究するための新しい実験手法として“超高感度過渡吸収分光計”を開発し、界面での電荷再結合ダイナミクスについて研究することにある。2年間の研究期間のうち、1年目である本年度は主に装置の開発を行い、単分子吸着系について測定可能な感度を達成する。2年目は開発した装置を用いて、界面における電荷再結合ダイナミクスについて研究する。

年度進捗状況

過渡吸収法では、励起パルス光によって生成した反応中間体による光の吸収を測定するので、高感度化のためには透過光強度の微小な変化を測定する必要がある。H14年度には高感度測定が可能な過渡吸収分光計を開発した。その結果、 10^{-6} の吸光度変化(吸光度= \log ([透過光強度]/[レーザー励起がある場合の透過光強度]))の測定が可能になった。また、光検出器を変えることで最終的に紫外から近赤外(300nm-3000nm)までの過渡吸収スペクトルを測定することができるようになった。

開発した装置を用いて、酸化チタンナノ微粒子膜界面における電荷生成・再結合について詳細に検討した。酸化チタンは紫外線の照射によって、電荷分離が誘起され、電子と正孔が生成する。まず、これらの活性種の吸収スペクトルの帰属を行った。可視光領域には主に正孔による吸収、近赤外領域には電子による吸収が観測されることがわかった。これにより、電子・正孔の反応性を追跡することができるようになり、正孔とメタノール、電子と酸素の反応ダイナミクスを明らかにすることができた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 過渡吸収、界面電子移動、高感度分析

【研究題目】 有機強相関電子系の電解効果ドーピング

〔研究代表者〕長谷川達生（強相関電子技術研究センター）

〔研究内容〕

強い電子相関により電荷ギャップを生じた分子性結晶界面上に電界効果型トランジスタ（FET）構造を構築し、電界効果ドーピングによる分子性結晶界面の電子状態制御の実現を図る。この目標のため、良質の結晶成長面を有する低分子単結晶面上で、高品質のゲート絶縁層形成、電極におけるキャリア注入の高効率化など、FET 素子化に必要な技術開発に取り組むとともに、負性抵抗など強相関電子系材料自体が示す顕著な物性現象を電界効果ドーピングによって自在制御し強相関有機エレクトロニクスへの展開を視野に入れた素子開発を行う。本年度は、有機半導体結晶をチャネル材料として用いる FET の作製プロセス技術の開発に成功し、これを用いて強相関効果によってパイ電子の電子運動が凍結した状態にある有機モット絶縁体・（BEDT-TTF）（F₂TCNQ）単結晶による有機モットトランジスタの電界効果動作の実験を行った。実験の結果、得られた有機モットトランジスタが、2K~60K の温度範囲で、通常の FET には見られない両極性の電界効果動作を示すことを見いだした。p 型、n 型の両極性動作が低温2K まで保持される理由は、電流端子を形成する金属-モット絶縁体界面において、電子と正孔の両キャリアがモット絶縁体内にほぼ等しく注入されることに由来する。低温電界効果動作の実験結果の解析から、バンド絶縁体とは明らかに異質な、モット絶縁体の特異な界面キャリア伝導機構の特徴を実験的に明らかにすることができた。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕有機半導体、電界効果トランジスタ、強相関電子系、モット絶縁体、電荷移動錯体、両極性効果、半導体界面

〔研究題目〕二次元有機半導体による圧力下中性イオン性転移

〔研究代表者〕長谷川達生（強相関電子技術研究センター）

〔研究担当者〕芥川 智行、中村 貴義、溝口 憲治

〔研究内容〕

本研究では、電子系に二次元性の特徴を持った有機性半導体・（BEDT-TTF）（ClMeTCNQ）が低温・圧力下で示す価数不安定性に着目し、相転移近傍における構造・磁気応答・誘電特性の特徴から、価数の異なる状態間の量子的な揺らぎにもとづく新規電子現象の開拓に取り組んだ。本研究で得られた研究成果は以下にまとめられる。①結晶構造解析：Be シリンダーを用いた X 線構造解析用高圧セル（特許出願中）の開発に成功し、これを用いて相転移近傍における単結晶構造解析、結晶の対称性の変化の観測に成功した。②電子スピン共鳴測定：分子のイオン化により生じるラジカルスピンを電子スピ

ン共鳴によって捉え、中性-イオン性相間の競合過程を明らかにした。圧力下における磁化率の温度依存性の解析の結果、相転移の前後で、中性相とイオン性相の二つの相が熱揺らぎにより一定割合で共存する「メゾ相」として存在し、その比率が温度とともに連続的に変化して転移が進行していることが分かった。またこのような特徴が、室温で圧力印加とともに磁化率が指数関数的に激増する原因となることが明らかになった。③誘電特性測定：低温量子臨界点近傍における誘電応答が、温度と周波数には依存しない特徴的なピーク構造を示すことを明らかにした。以上により、分子性半導体（BEDT-TTF）（ClMeTCNQ）において、従来にない非常に特徴的な電荷揺らぎ現象を捉えることに成功した。さらに同型構造を持つイオン性錯体・（BEDO-TTF）（Cl₂TCNQ）において、特異な磁気-格子相転移の起源を明らかにした。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕分子性半導体、価数不安定性、中性-イオン性相転移、結晶構造解析、電子スピン共鳴、誘電特、量子臨界点、高圧物性

〔研究題目〕正常ヒト神経幹細胞由来神経細胞における、低酸素状態下での遺伝子制御システムの解明

〔研究代表者〕金村 米博（ティッシュエンジニアリング研究センター）

〔研究担当者〕三宅 正人、中村 徳幸、原 正之、有田 憲夫、田村 和義

〔研究内容〕

神経細胞は、各種分化細胞の中で最も低酸素耐性能が低く、この特性が様々な虚血性神経疾患の治療を困難なものとしている。神経細胞が見せる低酸素状態下での生物学的反応性、ならびに遺伝子制御メカニズムの解析は、低酸素状態が神経細胞におよぼす障害の防止、ならびに神経細胞の低酸素に対する耐性の獲得の技術を開発し、虚血性神経疾患の治療法開発に大きく貢献するものである。神経細胞は、生物種の違いが最も大きい細胞の1つと予想され、従来の実験動物での基礎研究の知見が、必ずしもヒト神経細胞に対して十分適応できない場合がある。ヒト細胞に対する最適な治療法開発のためには、ヒト神経細胞を用いての基礎研究が望まれるところであるが、従来はヒト神経細胞の大量培養は技術的にも倫理的にも困難であった。本研究は、正常ヒト神経細胞を用いて、低酸素状態下でのヒト神経細胞の反応性、特にその遺伝子制御メカニズムを解析し、その知見に基づき、最終的にはヒト神経細胞の低酸素耐性能を向上させる技術を開発し、虚血性神経疾患の新規治療法を開発することを目的としている。本研究の成果は、新規治療法、および薬剤開発に大きく貢献し、人類福祉に大いに寄与するものと考えられる。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕 神経幹細胞、遺伝子制御、酸素耐性能

〔研究題目〕 完全連通孔高強度アパタイト多孔体を用いた間葉系幹細胞増殖・分化技術の確立

〔研究代表者〕 大串 始 (ティッシュエンジニアリング研究センター)

〔研究担当者〕 町田 浩子、寿 典子、木原 隆典、大島 央、吉田 綾子、池田 悦子

〔研究内容〕

線状貫通気孔を作製するための特殊な金型を用い、粒径 $75\mu\text{m}$ 以下の高純度アパタイト粉末をプレス成型し、 1170°C 、5時間焼結後、 $5\times 5\times 3\text{mm}$ に成形した。直径 $380\mu\text{m}$ の直線状貫通気孔を $200\mu\text{m}$ 間隔に配置し、これらの気孔列を交互に直交させ、3次元的に完全連通孔を有するアパタイト多孔体が得られた。コントロールとして Interpore 社製珊瑚由来のアパタイト多孔体； $\phi 5\times 2\text{mm}$ を使用した。両者の気孔率はほぼ同程度であった。Fischer344ラット大腿骨より骨髓細胞を採取し、15%牛胎児血清、抗生剤を含む MEM 培地にて初期培養を行い、フラスコに接着する骨髓間葉系細胞を増殖させた。コンフルエント後トリプシン処理により細胞浮遊液 ($1\times 10^7\text{cells/ml}$) を作製し、両者のアパタイト多孔体に細胞浮遊液を混和した後、同系ラットの背部皮下へ移植した。経時的にアパタイト多孔体を摘出し、生化学的、および組織学的検討を行った。結果は移植後4週目において、骨芽細胞活性を示すアルカリフォスファターゼ活性値を両者のアパタイト多孔体の単位重量当りの活性値として比較したところ、共に高活性値を示した。また、骨形成量の指標となるオステオカルシン量においても同様に、両者のアパタイト多孔体で高値を示した。さらに、組織学的に完全連通孔アパタイト多孔体では、内部を中心に気孔内が充満するほどの旺盛な骨形成が確認された。以上より、この完全連通孔アパタイト多孔体が、気孔内での培養骨髓細胞の骨芽細胞への分化を支持し、人工骨、あるいは組織工学スキャフォールドとして有用であることが示唆された。なお、このセラミックを μCT で用いて気孔径等を観察できることが判明し、今後この μCT を用いての解析を行う予定である。また、これらの骨形成は骨芽細胞により行われるが、その骨芽細胞の分取をファックスのソーターを用いて可能にする技術を開発した。さらに、他の細胞の研究として、神経細胞の免疫組織解析手段の構築、さらに幹細胞のマーカーによる幹細胞の同定技術も確立した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 アパタイト多孔体、間葉系幹細胞、人工骨

〔研究題目〕 嗅覚レセプタを用いた嗅覚機能代替匂いセンサープロトタイプの研究

〔研究代表者〕 佐藤 孝明 (ティッシュエンジニアリ

ング研究センター)

〔研究担当者〕 廣野 順三、三宅 正人、三宅 淳

〔研究内容〕

疾病による体臭の異常の検出による医療診断技術の創出を目指し、嗅覚レセプタを用いた嗅覚機能代替匂いセンサープロトタイプを開発する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 嗅覚レセプタ、嗅覚機能、匂いセンサー

〔研究題目〕 ゲノムワイドな構造・機能分類による膜蛋白質の機能理解：G 蛋白質共役型受容体

〔研究代表者〕 諏訪 牧子

(生命情報科学研究センター)

〔研究担当者〕 諏訪 牧子、広川 貴次

〔研究内容〕

ゲノムワイドに配列情報のみから、膜蛋白質の立体構造情報、機能情報を抽出して分類することで機能発現のメカニズムを理解することを目的とする。具体的には、1) 各生物種ゲノムから、膜蛋白質を予測し、ゲノム全体での分布を明らかにする。2) 配列情報から構造の違いを識別する認識法を確立し、ゲノム中での構造型の個数を明らかにする。3) 構造の観点からの分類情報と機能との相関性を体系化して整理し、機能の多様性も含めた分類にする。4) 分類後の代表配列に対し、膜蛋白質に特化した精度の良い立体構造モデリング法を確立する。5) 以上の情報を含む総合データベースを作成する。本研究の最終目的は、全ての膜蛋白質に対して構造、機能情報を与えることにあるが、今年度はモデルケースとして7本膜貫通ヘリックス型 (主に G 蛋白質共役型受容体 (GPCR) ファミリーに焦点を絞る。

平成15年度の研究成果・進捗状況は以下の通り。

- 1) 各生物種ゲノムで GPCR を判別し、比較ゲノム解析を行ったところ、103種の細菌・数種の真核生物において GPCR は多細胞生物から急増し、生物種ごとに特有なファミリー分布を見出した。
- 2) 構造上の各ドメインの物理化学特性と機能との相関性を体系化し、機能分類を目指した。特定のクラス A ファミリーでは特に Gs と結合する受容体において膜貫通部分に出現するアミノ酸頻度、細胞内、外ループ長分布、結合リガンドの関係性に特徴的な性質を見出した。
- 3) 分類後の代表配列に対し、膜蛋白質に特化した構造モデリング法の確立を目指し、クラス A の嗅覚受容体について、ロドプシンをテンプレートとして立体構造、リガンド結合様式を予測する基盤を作った。また膜内環境でヘリックス間の相互作用領域が保存されるよう制限がかかるアラインメント法を開発した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ゲノム、G 蛋白質共役型受容体、

構造分類、機能分類、網羅的解析

〔研究題目〕発光性甲殻類分布海域を指標とした地球温暖化評価に関する研究

〔研究代表者〕近江谷克裕（人間系特別研究体）

〔研究担当者〕近江谷克裕、中島 芳浩

〔研究内容〕

〔目標〕

本申請では地球温暖化の指標となるモデル生物を設定することを目標に、日本列島におけるウミボタル分布マップの作成を行い、棲息分布、形態、遺伝子的な拡散と水温、水質などの環境要因の相関を検討、温暖化とウミボタル相関を評価し、さらにそれらのデータを基にウミボタルを温暖化評価モデル生物として確立することを目的とする。これまでに、ウミボタルより抽出したミトコンドリア遺伝子の部分配列を決定したことから、それらのデータを基に、地域分散を評価できる遺伝子配列を検証、その遺伝子情報を基に、遺伝子的な拡散を評価する。

〔研究計画〕

日本列島沿岸部に棲息する発光性甲殻類ウミボタルを指標とし棲息分布と海水温度変化の相関を検討、地球温暖化評価手法の確立の研究を行う。本年度は奄美諸島、対馬列島、四国、北陸、関東、東北地方周辺の日本海沿岸、太平洋沿岸部を中心にウミボタルの海水温度、採取個体数、個体長、性差などを調査する。また、ウミボタルよりミトコンドリア遺伝子等を抽出、分子レベルでの相関を検討、生態学的な拡散速度と温暖化の関係を明らかにする。それぞれの観測データを基に、温暖化に伴う生物学的影響を考察、今後の影響をシミュレーションする。

〔平成15年度進捗〕

ウミボタルよりミトコンドリア遺伝子を抽出、ミトコンドリア DNA をサブクローン化し、その全構造を決定した。その結果、ウミボタル mtDNA の全塩基配列 (15923bp) を決定した。後生動物 mtDNA がコードしている遺伝子の種類はよく保存されており、ウミボタル mtDNA は、他の甲殻類の mtDNA と同様に13種のタンパク質、22種の tRNA と2種の rRNA を含んでいた。しかし、その遺伝子配置は多様であり、特に tRNA において大幅な配置変動が起こっていることが明らかになった。また、ウミボタル mtDNA にコードされている13種類のペプチド配列を基に分子系統解析を行ったところウミボタルは十脚類、昆虫綱、鯉脚類のどのグループにも属さず、*Tigriopus japonicus* と同様に、独自のグループを形成している事が示唆された。今後、これらミトコンドリア DNA 情報を基に地域分散を検討する予定である。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕ウミボタル、地球温暖化、分子進化

〔研究題目〕ホタルのルーツを求めた中国雲南省の発

光甲虫生態調査

〔研究代表者〕近江谷克裕（人間系特別研究体）

〔研究担当者〕近江谷克裕、藤森 一浩

〔研究内容〕

〔目標〕

発光甲虫はホタル科、ヒカリコメツキ科、ホタルモドキ科の、イリオモテボタル科の4科より構成される陸棲の発光生物である。例えば、ゲンジボタルが属するホタル科は世界的に約2000種、熱帯から亜寒帯を生活圏としており、日本国内ではおよそ2科9属45種のホタルが生息している。ホタルは世界各地に棲息、その地域、その種ごとに適応進化していると考えられ、種によって異なる発光パターンや発光色によってコミュニケーションを取り、種の保存が行われている。では、ホタルのルーツは何処になるのであろうか？今までのデータを整理、再検討を加え、ホタルの生態学、生体行動学及び分子遺伝学的知見の外挿を行った結果、中国雲南省地域が重要であるとの仮説に至った。しかしながら、中国国境までのベトナム北方地方でのホタル調査は行われているが、中国雲南省で本格的な調査は行われていない。また、中国人研究者によるホタルの本格調査も例がない。本研究ではこれらの仮説を検証することを目的に「ホタルのルーツを求めた中国雲南省の発光甲虫生態調査」と題し、中国雲南省のホタルの生態調査、発光行動観察及び採取を行う。

〔研究計画〕

本研究では中国雲南省のホタルの生態調査、発光行動観察及び採取を計画する。雲南省は中国最南部に位置し、昆明を中心とした温暖な地域から、北西部の寒帯地域、そして南部の亜熱帯地域を含むが、本計画の調査対象地域は昆明を中心とした温帯地域及び南部、南西部亜熱帯地域となる。また、比較として、生息環境が似ており、同種の発光甲虫が生息する南米サンパウロ周辺も調査する。帰国後、試料の解析、整理及び保存、遺伝子の抽出、遺伝子解析及び組織の観察等を行い、さらにそれらのデータを基に多様性の解析を行う。

〔平成15年度進捗〕

ホタルを代表とする発光甲虫は世界的に分散拡散する典型的な生物で、進化分散を考える上で貴重な研究対象である。本研究では、ホタルのルーツとして中国雲南省地域を注目し、中国雲南省の現地調査を計画した。しかしながら本年度は、SARS の影響のため渡航禁止となり、ホタル出現時期の調査が不可能となった。そのため、渡航許可がおりて後、03年12月に中国雲南省昆明周辺について、昨年調査地点の環境変化を調査した。その結果、現地での開発などの進行から、数箇所では採取観察が不可能であることが明らかとなった。また、現地研究者より雲南省南西部でイリオモテボタルに近い種が存在することが示され、来年度の研究目標を決定した。一方、以前より鉄道虫、イリオモテボタルの近縁種が存在すると

考えられている南米サンパウロ周辺の大西洋熱帯雨林の発光甲虫調査を行った。鉄道虫近縁種を初め20種近くのホタルの観察及び採取に成功した。本調査研究はサンパウロ州立大学の Vadim Viviani 教授の協力のもと行い、サンプルは同教授の研究室に整理、保存した。今後、遺伝子の解析を行う予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 発光甲虫、分子進化、中国雲南省

【研究題目】 結晶性ボロンナノワイヤーの創製と物性評価

【研究代表者】 川口 建二（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】 川口 建二、佐々木 毅、木村 薫

【研究内容】

石英管状炉中でのレーザーアブレーション法によるボロンナノワイヤーの合成を行った。高分解能走査電子顕微鏡（HRSEM）観察の結果から、試料作製温度依存性に関しては600～1000℃の範囲でナノワイヤーの生成が認められ、特に800℃でワイヤー径が50nm 近傍に揃って生成効率も最も高いという結果が得られた。また、試料合成温度を最適条件である800℃に固定して、15～100Pa の Ar 圧力範囲で検討した結果では顕著な真空度依存性は見られなかった。次に、結晶性ボロンナノワイヤーの物性評価を検討した。予め Si 基板上に Au 薄膜を蒸着した測定基板を用意し、有機溶媒中に分散させた試料を滴下乾燥させたものをコンタクトモード AFM で観察した。ボロンナノワイヤーが Au に比べて著しく低い導電性を示すことは定性的に確認できたが、溶媒中に混入した微量な汚染物の影響でコンタクトプローブと基板との接触が不安定なため、定量的な評価にまでは至らなかった。さらに、安定で定量的な評価が期待できる電子線リソグラフィを用いた4端子測定の手法を検討している。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノワイヤー、ボロン、レーザーアブレーション

—環境省科学研究費補助金—

【研究題目】 研磨スラッジ産業廃棄物の再資源化及び利用技術に関する研究

【研究代表者】 松崎 邦男（機械システム研究部門）

【研究担当者】 花田幸太郎、初鹿野寛一、清水 透、鳥阪 泰憲

【研究内容】

産業廃棄物として処理されているステンレス系研磨スラッジについて、精製処理技術、プラズマ溶射法による粉体化技術、再溶解技術の開発を行い、有効な再資源化技術の確立を図る。また、粉末成形法及び粉末射出成形法による研磨スラッジの成形技術の開発を行うとともに、

金型部品等の試作・試験を行い、研磨スラッジの利用技術の確立を図る。

研磨スラッジの再資源化技術

- 1) 研削直後の研磨スラッジは水溶性研削液が含まれたペースト状の粉末であり、これを乾燥したものは22.6重量%の研削液を含有しているが、溶媒洗浄・乾燥処理することにより研削液含有量8%以下を達成した。洗浄・乾燥後の研磨スラッジは、形状が幅20μm、長さ100μm 程度の細長い形をしていた。また、砥粒は研磨スラッジに凝着、あるいは内包して含まれており、洗浄による含有砥粒の分離は不可能であった。
- 2) 研磨スラッジ球状化処理装置を試作し、これを用いて研磨スラッジの球状化に成功した。さらに、球状化過程における砥粒との分離作用を利用して砥粒含有量を0.3重量%以下にすることに成功し、流動性に優れた球状再利用粉末の作製が可能となった。
- 3) 研磨スラッジは微細な粉末であるため高周波誘導加熱による溶解は不可能であるが、アーク溶解により、研磨スラッジからステンレス金属を砥粒と分離して容易に取り出すことができることが分かった。得られたステンレス溶製材のビッカース硬さは320HV であった。また、乾燥した研磨スラッジを直接熱間圧延により固化成形を行うことにより、1000MPa を超える強度が得られ、素材としての応用の可能性を見出した。

【分野名】 ナノテク、材料製造、環境

【キーワード】 粉末冶金、リサイクル、廃棄物

【研究題目】 無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション化の研究

【研究代表者】 田中 幹也（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】 田中 幹也、佐藤祐美子、田口東洋男

【研究内容】

使用済み無電解ニッケルめっき液中のニッケルを、LIX84I を用いた溶媒抽出法により分離回収する研究の一環として、弱酸性溶液からの Ni (II) イオンの抽出（正抽出）および硫酸による同イオンの逆抽出において、有機相に添加剤を加えてその速度を向上させることを検討した。縦振とうによる抽出速度の測定結果から、酸性有機リン化合物を添加することにより、正および逆抽出が大きく加速されることがわかった。加速効果は、正抽出では D2EHPA～PC88A>Cyanex272、逆抽出では D2EHPA>PC88A>Cyanex272であった。たとえば、2体積%の D2EHPA によって、正抽出は6.5倍、1kmol m⁻³ 硫酸による逆抽出は30倍以上に加速され、それぞれ、振とう開始後0.6ks および0.15ks で平衡に到達した。このことより、実操業において有機相を繰り返し使用できる可能性が示された。

また、上記で得られた抽出系を連続運転に適用するために、LIX84I に PC88A を添加したときのニッケル回収率を、上下動式カラム連続抽出装置およびミキサーセ

トラー連続抽出装置を用いて調べた。その結果、20体積%LIX84I に2体積%の PC88A を添加すると、20体積%LIX84I 単独使用のときよりも、大幅に抽出率が向上することが両装置とも確認できた。さらに同混合抽出剤を用いたときにおける諸因子の影響も調べたところ、抽出率の向上には、温度の上昇、pH の増加および水相送液速度の抑制が両装置とも有効であった。また、上下動式カラム連続抽出装置では上下運動幅の増加、ミキサーセトラー連続抽出装置では段数の増加も有効であることがわかった。また、ミキサーセトラー連続抽出装置を用いた2kmol m⁻³硫酸による逆抽出では、温度の上昇および段数の増加が、その効率向上に有効であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】無電解ニッケルめっき、溶媒抽出、ミキサーセトラー

－厚生労働科学研究費補助金－

【研究題目】3D サウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知訓練システム

【研究代表者】関 喜一（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】関 喜一、佐藤 哲司（国リハ学院）

【研究内容】

目標：

本研究は、視覚障害教育・リハビリテーションにおける、聴覚空間認知、即ち、光ではなく音を手がかりに自動車や建造物などの物体の存在を知る技能を獲得させるための訓練システムを3D サウンド技術を用いて開発することを目的とする。

研究計画：

研究期間は、平成15年度を開始年度として3年間として、音響システムの構築および聴覚空間認知訓練のカリキュラムを作成する。初年度は、音響システムのハードウェアの構築とカリキュラムの原案の作成、次年度はカリキュラムのソフトウェア化と被験者試験、最終年度は被験者試験結果に基づいた実用化のための改良を行う。年度進捗状況：

空間認知訓練システムのハードウェアとして、3D サウンド技術を実現するデジタル信号処理音響システムと、それらを制御するコンピュータより構成されるシステムを構築した。このシステムにより、最大固定音源20チャンネル、移動音源10チャンネルを3次的にヘッドホン聴取で再現可能とした。空間認知訓練に必要な自動車等の移動音源や、壁などの反射音を実時間で再現できるものとした。

また、空間認知訓練の訓練カリキュラムを作成し、これらの訓練のために最適にデザインされた仮想的な歩行・生活環境を作成した。カリキュラムは、初心者から学びやすいように、訓練の進行にあわせて難易度を徐々に増す（例えば最初は、走行している1台の自動車の位置を認知する簡単な課題から、最後は複雑な町並を理解す

る課題を課す）よう設計した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】視覚障害、リハビリテーション、空間認知、三次元音響

【研究題目】マイクロアレー、プロテインチップを活用した、ヒト正常神経細胞を用いた薬剤安全性評価システムの開発

【研究代表者】金村 米博（ティッシュエンジニアリング研究センター）

【研究担当者】角田 達彦、岡野 栄之、伊藤 允好、三木 直正、山崎 麻美

【研究内容】

従来、一般的に薬剤の神経組織に対する副作用、および催奇性などの安全性の評価は、実験動物個体、もしくは細胞を用いて行われてきた。しかし、薬剤の薬理作用の発現、分解・代謝方法、副作用には、生物種差が存在し、ヒトに対して安全な薬剤開発のためには、ヒト細胞を用いた有効な評価系の確立が望まれるところである。加えて、ヒトゲノム情報を駆使し、遺伝子・タンパク質の分子レベルで薬剤の安全性評価を行うためにも、ヒト細胞を用いた評価系の構築は有効であり、その研究開発は社会的急務である。そこで、本研究開発は、ヒト神経幹細胞、あるいはそこから人為的に分化誘導したヒト神経・グリア細胞を、*in vitro* 評価用基準細胞として用いる投与薬剤の遺伝子・タンパク質発現におよぼす影響を、包括的に解析する手法を確立させ、それを駆使したヒト中枢神経細胞・組織に対する薬剤の副作用、催奇性を効率的、客観的にスクリーニングする、高感度安全性評価システムの開発を目指すものである。さらに、遺伝子素因の異なるヒト神経系細胞における薬効の差異の判定を行い、遺伝的多型情報に基づく、ヒト神経系の副作用予測システムを構築することを目指し、研究開発を行う。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経幹細胞、グリア細胞、マイクロアレー

－産業技術研究助成事業費助成金－

【研究題目】シリコンナノ粒子精密連続合成のためのマイクロ空間プロセスの開発

【研究代表者】中村 浩之

（マイクロ空間化学研究ラボ）

【研究内容】

シリコンナノ粒子を工業的合成ができるレベルで合成することを目的とし、今年度は新たに電界化成法、ソノケミカル法、超臨界法といった方法を試みた。その結果、電界化成法では厚いシリカに覆われたシリコンナノ粒子が生成し、またソノケミカル法では蛍光を発する生成物も、XRD によるシリカの存在も確認出来ず、本研究の目的には不的確だと判断された。その一方で、超臨界も

しくは高温高压下でのシリコンを合成する方法については、紫外線照射により500-550nm 付近に中心ピークを持つ蛍光を発する、殆ど酸素を含まない生成物が確認された。しかも、原料溶液濃度を高くした試料からはシリコンの存在を示す XRD も得られ、シリコンの工業適合性の可能性が示唆される結果が得られた。

一方、上記のように、シリコンナノ粒子は比較的的合成が行いにくいことが分かったので、工業的により合成のしやすい方法による新たな蛍光材料の開発も試みた。今回は、バンドギャップや蛍光メカニズム等が CdSe と近い CuInS₂ ナノ粒子を目的とした。今回行った合成法により、CuInS₂ ナノ粒子の合成が可能であったが、それからは蛍光は見られなかった。一方、更に、それに Zn を混合した系として合成を行うと、半導体特有の吸収端を持つナノ粒子が得られ、さらに反応温度および反応時間によってその吸収端位置のシフト（バンドギャップのシフト）をもたらしことが可能だった。更に、蛍光スペクトルもそれに伴いシフトし、毒性の高い金属元素を持たない新しいナノサイズの蛍光体を開発することができた。更にこの物質は組成により蛍光ピークの位置を変え、550-800nm という広い範囲で蛍光波長を制御することが可能だった。

【分野名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 Si、蛍光ナノ粒子、量子ドット、カルコパイライト、マイクロリアクター、製造プロセス

【研究題目】 感染症診断用マイクロ流体チップの開発

【研究代表者】 宮崎真佐也

(マイクロ空間化学研究ラボ)

【研究内容】

目標：

本研究の最終目標は、医療分野で問題となっているウイルス感染の迅速な検知を行うためのマイクロ流体デバイスを開発することにある。本提案では、我々の開発したマイクロリアクター製造技術、および DNA 分析技術を組み合わせ、臓器移植時の免疫抑制剤投与時あるいは HIV 等による免疫力低下時に生じるサイトメガロウイルス感染を標的として、血液等から得られるサンプル中のウイルス由来標的遺伝子を迅速に分析するマイクロフローチップを開発する。

研究計画：

遺伝子分析チップ部分の最適化は、様々な材質・形状を持つチップを作製して行う。得られた結果を基に、サイトメガロウイルス遺伝子の検出を試みる。

進捗状況：

本年度は、感染症診断システムの中核となる、遺伝子分析チップ部分の最適化に力点を置いて研究を行った。その結果、チャンネル形状の最適化を行うことが出来た。また、機械加工とドライエッチングで作製したチップで

の測定結果から、チャンネル表面の粗さが分析に影響することがわかったのに加え、表面修飾したチップでの測定結果から、表面の性質やチップの材質よりもむしろ表面粗さを抑える方が精度良く分析するのに重要であることがわかった。このチップによるサイトメガロウイルス遺伝子の PCR 反応液を用いた測定を行ったところ、PCR 反応液を直接分析に用いた場合と精製した DNA を用いた場合では大差ない精度で分析できた。このことからチップに前処理・増幅機能を導入する事により、我々の方法でも増幅物を精製することなく、直接分析を実現できる可能性が示された。

【分野名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 マイクロフローチップ、遺伝子分析チップ、感染症診断システム

【研究題目】 ナノパーツを用いる高機能マイクロポラス材料の設計手法の開発

【研究代表者】 池田 拓史 (メンブレン化学研究ラボ)

【研究担当者】 池田拓史、横山敏郎

【研究内容】

本研究では、新規なマイクロポラス材料を合成することを念頭に、Open Framework 構造である層状・紐状珪酸塩が有するゼオライト骨格との構造類似性に着目し、それらをナノレベルで構造制御されたナノパーツとして用い、トポタクシーな微細孔構造に変換するという相転移に似た手法の提案実証を行う。構造解析と計算シミュレーションを駆使し、ナノパーツの構造的特徴を分類するとともに、合成可能な微細孔構造の予測を行いながら、ナノパーツ探索と構造変換手法の検討等を同時に進め、高機能マイクロポラス材料の明確な設計手法として確立させることを目指す。得られた成果は、産業分野で必要とされる機能と低コストを両立させた新規マイクロポラス材料開発のための基盤的な設計指針を与えるものである。

本年度は新規な層状珪酸塩 PLS-1 (Pentagonal cylinder-Layered Silicate) を合成し、この PLS-1 とゼオライトとの間に構造類似性を見出すとともにナノパーツとして用いる構造設計法について検討した結果、新規な構造を有する高シリカゼオライト CDS-1 (Cylindrical Double Saw-edged structure zeolite; IUPAC 準拠: 3-type code CDO) の合成に成功した。また、多孔質物質の精密構造解析における解析手法および測定系の改良も併せて行った。分子動力学計算による構造予測については、PLS-1 から CDS-1 へのゼオライト化の過程を視覚的にシミュレーションを行い、CDS-1 の構造決定のための初期構造モデル導出に成功し、ナノパーツを使った構造設計が可能であることを示した。

【分野名】 材料プロセス

【キーワード】 新規ゼオライト、層状珪酸塩、ナノパーツ、構造解析、シミュレーション、構造

予測

〔研究題目〕 空気の浄化・減菌のためのナノケージセラミック由来活性酸素利用システムの開発

〔研究代表者〕 西岡 将輝（メンブレン化学研究ラボ）

〔研究担当者〕 西岡 将輝、濱川 聡、台野 洋平

〔研究内容〕

シックハウスや院内感染など、空気中に浮遊する有害物質・細菌を起源とする健康被害は大きな社会問題となっている。研究代表者らは、ナノケージセラミック膜からの活性酸素発生技術を研究シーズとして有している。これは、活性酸素の一つである酸素負イオン（O⁻）を安定に閉じ込めることができるナノケージセラミック12CaO・7Al₂O₃に電圧を印加することで、気相中に制御性良く選択的に活性酸素を生成する技法である。この手法を用いた、空気中有害物質の浄化・無害化手法を開発することが本研究の目的である。

本年度は、シックハウスの原因物質である VOC（揮発性有機溶媒）の代表化学種である、トルエンおよびアセトアルデヒドに関して、酸化分解の諸特性（分解温度、組成、副生物など）を調べた。特にアセトアルデヒドにおいては、通常の条件では700℃でも分解しないが、12CaO・7Al₂O₃膜を触媒として用いることで、400℃での酸化分解を確認できた。さらに、この材料と反応器の間に高電圧を印加し、積極的に活性酸素を生成させた場合、酸化分解を著しく向上させることができた。また、当該材料からの生成した活性酸素の反応に寄与する割合をシリコンの表面酸化反応を用いて評価したところ、生成した酸素負イオン（O⁻）のほぼすべてが反応に寄与していることがわかり、反応効率のよい酸化手法であることが実証された。

〔分野名〕 環境保全技術

〔キーワード〕 活性酸素、揮発性有機溶媒、VOC、促進酸化法（AOP）、アセトアルデヒド、マイエナイト

〔研究題目〕 重度難聴者のための骨導超音波補聴器の実用化開発

〔研究代表者〕 中川 誠司（ライフエレクトロニクス研究ラボ）

〔研究担当者〕 中川 誠司、外池 光雄、山口 雅彦、添田 喜治、藤本 清、藤坂 洋一、岡本 洋輔、神原文

（職員3名、他5名）

〔研究内容〕

高齢化の進展に伴って、難聴者の数は益々増加する傾向にある。そのうち、通常の補聴器では聴覚が得られない重度難聴者は日本国内に約85,000人存在するといわれている。本研究では重度難聴者にも知覚される“骨導超

音波”を利用した。重度難聴者のための新型補聴器の開発に取り組んだ。未解明の部分の多い骨導超音波知覚特性、知覚メカニズムの解明をすすめ、そこで得られた知見を利用して、骨導超音波補聴器の最適化を行った。

年度進捗状況

現在のところ、試作された骨導超音波補聴器を用いて重度難聴者（左右耳での最小可聴音圧が100dB HL以上）の半数が音声を知覚可能、3割程度が簡単な単語の同定可能という画期的な成果を得ている。これらの成果は多くの英文学術誌上、および国際会議等で発表された。また、これらの業績に対して、日本エム・イー学会荻野賞、同秋季大会優秀論文賞、ドコモ・モバイルサイエンス賞などを受賞した。

骨導超音波知覚メカニズムの解明に関する研究を継続的に行っているのは、世界中で当グループのみであり、次々と新しい知見を発表し続けている。それらの知見は骨導超音波知覚のみならず、一般的な聴覚メカニズムの新たな側面を明らかにするもので、関連分野に大きなインパクトを与えている。骨導超音波補聴器の開発は、その適用や安全性の検証も含めた実用化研究の段階を迎えつつあり、ベンチャー化も含めた一歩進んだ開発体制作りへの検討も始まっている。

(1) 骨導超音波知覚メカニズムの解明

聴覚健常者、重度難聴者を対象とした聴覚心理計測、頭部表面および外耳道内における音場計測、頭部内音場伝搬過程のコンピュータシミュレーション、聴覚誘発電位・脳磁界計測を実施し、骨導超音波補聴器開発に必要な知覚特性やメカニズムの一部を明らかにすることができた。その結果、骨導超音波であっても、聴神経以降は通常の音（気導音）と同様の神経伝導路を有すること、骨導超音波の復調は蝸牛、もしくは有毛細胞レベルで行われている可能性が高いことなど見いだした。これらの結果は、骨導超音波補聴器の最適化に有用であるだけでなく、骨導超音波補聴器の適用判定に関する重要な根拠となりうる。

(2) 骨導超音波知覚特性の解明

骨導超音波知覚の特性を聴覚心理実験や脳磁界計測で検討した。その結果、骨導超音波補聴器による聴取においても、気導音と遜色のない時間分解能を得られること、低周波（-250Hz）の周波数分解能がやや劣ることなどを明らかにした。さらに、骨導超音波を用いた音声聴取特性を解明した。音節明瞭度、単語理解度試験を実施し、骨導超音波の異聴傾向などを明らかにした。これらの結果は、骨導超音波補聴器の最適化に非常に有用な情報を与えるものである。

(3) 骨導超音波補聴器の試作とその評価

(1)、(2)の結果に基づいて最適化された携帯型骨導超音波補聴器を試作した。胸ポケットに入る程度の実用的な小型化と、完全デジタル化による高度かつ柔軟な信号処理を可能にした。例えば、(2)で述べられた

骨導超音波の周波数分解能に関する知見をもとに、周波数を返還する機能などが盛り込まれている。重度難聴者を対象とした聴取試験を実施中であるが、従来型の試作器に比べ、性能向上が見られている。

(4) 骨導技術を応用した雑音に強いマイクロフォン（骨導マイクロフォン）の開発

雑音に強い骨導マイクロフォンの開発を行った。頭部内音場分布のコンピュータシミュレーションや音場計測によって、発声による骨導音声の伝搬過程の解明に取り組んだ。骨導音声最も明瞭に聴取される部位を明らかにするとともに、骨導音声の周波数特性を明らかにした。さらに、得られた知見をもとに最適化された骨導マイクロフォンを開発した。評価試験の結果、騒音下においては、通常のマイクロフォンに比べて、遙かに明瞭な音声を収録できることを明らかにした。騒音下での音声認識インターフェースなどへの応用を図っていく予定である。

(5) 補聴器最適化に必要な聴覚基礎メカニズムの検討

概して補聴器の聞き心地が良いとは言えない。そのために、使用をすぐにやめてしまう難聴者も多い。聞き心地の良い補聴器の設計を目指して、心理生理指標に基づく聴覚基礎メカニズムの検討を行った。音声のピッチの明瞭度や両耳間相互相関度が音のプリファレンス（好ましさ）に与える影響などを見いだすことができた。これらの結果は、聞き心地の良い補聴器の設計へと利用されるだけでなく、コンサートホールなどの室内音響設計においても有用な知見を与えるものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 骨導、超音波、重度難聴、蝸牛、脳磁界、脳波、コンピュータシミュレーション

〔研究題目〕 生物時計機構を利用した睡眠障害モデル動物の開発

〔研究代表者〕 宮崎 歴（生物機能工学研究部門 生物時計研究グループ）

〔研究担当者〕 生川 潤子、石田直理雄

〔研究内容〕

趣旨：

生物に備わる体内時計は、一日約24時間の時刻を体で推しはかる、生まれながらの不思議な能力であり、睡眠・覚醒だけでなく血圧・体温を含む体全体のあらゆるホメオスタシスのリズムをコントロールしている。それ故、このリズムが崩れると、精神的身体的に不調をきたす「リズム異常症」がひきおこされ睡眠リズムの破壊、様々な疾患を生み出し、神経症などの深刻な社会問題へもつながっている。つまりリズム形成機構の解明は基礎研究だけでなく、予防医学的観点や就労時間制度問題の解決などの社会科学的観点からも重要な研究分野である。睡眠障害は、広く社会に広く蔓延しており患者数は200

万人を超えるとも予想されている。シフトワークの導入や社会生活ニーズの多様性から異なる時間帯での生活を余儀なくされ、ますます悪化の一途である。その睡眠障害を研究するためのモデル動物の存在は必須であるが、良いモデル動物はない。そこで、近年分子的メカニズムが明らかになってきた生物時計分子を改変したリズム異常モデル動物を作製し、睡眠障害研究のためのモデル動物としての利用へと展開することを目的とした。

平成15年度研究成果概要：

昨年度まで作成を試みていた夜型睡眠モデルマウス（クロックマウス）と変異型 PER2発現マウス（長周期型マウス）を用いてその行動や代謝制御系の解析を進めた。夜型睡眠モデルマウスの肝臓における遺伝子発現をDNA マイクロアレイで解析し、細胞周期/脂質代謝/糖代謝/免疫など様々な生理現象が時計遺伝子で総括的に制御されていることを明らかにした。また、変異型 PER2発現マウスが長周期型の行動活性を示すことを発見し、CRY との分子相互作用を追跡した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 サーカディアンリズム、生体リズム、体内時計、睡眠障害、リズム異常症、モデル動物

〔研究題目〕 酸化物系単結晶セラミックス共晶複合材料の超高温・高圧水蒸気環境下におけるクリープ変形の加速機構の解明

〔研究代表者〕 原田 祥久（機械システム研究部門）

〔研究内容〕

目標：

酸化物系単結晶セラミックス共晶複合材料の超高温・高圧水蒸気環境下におけるクリープの変形・破壊メカニズムを解明する。さらに耐環境性・耐久性支配因子を抽出し、耐環境性・耐久性確保のための材料設計指針の構築を試みる。

研究計画：

酸化物系単結晶セラミックス共晶複合材料の超高温・高圧水蒸気環境下におけるクリープ特性、材料中でのイオン拡散挙動、それらの拡散による転位との相互作用等の研究成果をまとめ、考察し、その変形・破壊メカニズムを解明する。さらに得られた成果から耐環境性・耐久性支配因子を抽出し、モデリングおよびシミュレーション等を援用することにより、耐環境性・耐久性確保のための材料設計指針の構築を試みる。

年度進捗状況：

酸化物系単結晶セラミックス共晶複合材料の1400-1600℃の超高温、0-6気圧の高圧水蒸気、大気あるいはアルゴンガス環境下でのクリープ特性を系統的に調べた。H14年度および本年度の結果から、水蒸気環境では水蒸気圧の増加とともにクリープ速度が対数的に加速する傾向が見られた。Al₂O₃/GAP系はAl₂O₃/YAG系と比較し

て若干クリープが加速し、耐クリープ性が劣ることがわかった。その変形機構は表面分析および転位解析の結果から、水素/水酸化物イオンが試料表面から拡散し原子空孔を生成する。それと転位との相互作用により転位速度を増大させるため、結果としてクリープ変形を加速させることが明らかとなった。得られた成果から、超高温高圧水蒸気環境下でのクリープ変形のモデル式の提示し、シミュレーション等を援用することによる耐環境性・耐久性確保のための材料設計指針の提言をまとめた。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 超高温、水蒸気、クリープ、融液成長複合材料

【研究 題目】 MEMS デバイスの耐環境・高信頼性集積化技術

【研究代表者】 高木 秀樹（機械システム研究部門）

【研究担当者】 松本 壮平、前田龍太郎

【研究 内容】

目標：

MEMS デバイスの耐環境性と信頼性を向上させるため、接着剤などの中間物質を用いない、ウェハ直接接合による組立・パッケージング技術を開発する。そのために、酸化物を中心とした耐食性材料及び機能性材料の低温での接合プロセス、および表面粗さの大きなウェハや焼結セラミックスなどの接合手法を開発する。

研究計画：

低温での接合を可能とする表面活性化法を用いて微細デバイスを接合するため、位置決め機能を備えた真空ウェハ直接接合装置を開発し、ウェハレベルでの高精度接合を実現する。サファイア、ニオブ酸リチウムなどの酸化物について、表面活性化法による低温でのウェハ接合を検討する。接合界面での金属とシリコンの反応を利用して、表面粗さの大きなウェハを接合する手法を検討する。

年度進捗状況：

昨年度までに試作した真空中ウェハ高精度接合装置に対して、パターン観察及び位置測定機構を改良し、位置決め精度2ミクロン以下を実現した。サファイアやニオブ酸リチウムなどの酸化物同士の接合では、表面活性化法により加熱をしない状態での接合強度が大幅に向上することを確認した。さらに、200℃程度までの熱処理を行うことにより母材強度に匹敵する接合強度が得られた。従来のウェハ接合法では1000℃程度の加熱が必要であり、表面活性化法は熱処理温度の低温化に有効である。表面粗さが大きく直接のウェハ接合が困難な焼結セラミックスについて、表面にプラチナ膜を形成して表面活性化法により接合することで、シリコンとの接合に成功した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 MEMS、ウェハ接合、常温接合、実装

【研究 題目】 超高密度信号配線としてのナノワイヤーの特性評価技術

【研究代表者】 藤澤 悟（機械システム研究部門）

【研究 内容】

【目標】

次世代の半導体デバイスの電気配線を想定した空中配線状態のナノワイヤー観察に特化した装置と数値制御システムを開発する。それを用いて、力学特性と電気特性を定量的に同時にその場観察して系統的に調べることにより、ナノワイヤーの信号配線としての特性評価技術を確認することを目標とする。

【研究計画】

原子的分解能を有する動的透過型電子顕微鏡（TEM）と原子間力顕微鏡（AFM）の複合顕微鏡を基にして、ナノワイヤーの形状と格子構造と力学特性及び電気特性とを同時観察することが可能な TEM/AFM 複合機とその数値制御システムの開発を行う。この顕微鏡システムを用いて、半導体大型集積回路（ULSI）内部の配線に用いられている材料である Cu のナノワイヤーのエレクトロマイグレーションを動的に原子分解能で調べることにより、特性評価を行う。

【年度進捗状況】

エレクトロマイグレーションの発生過程を動画でその応力変化と一緒に原子分解能で観察することにはじめて成功した。さらに、エレクトロマイグレーションの発生過程において Cu ナノワイヤーの欠陥が一掃されて単結晶に成長したことがわかった。この現象はナノワイヤーの局所的なアニーリング手法として用いることが出来ると考えられる。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造分野

【キーワード】 エレクトロマイグレーション、透過型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、ナノワイヤー

【研究 題目】 パルスレーザ成膜法を用いた α -SiC 半導体薄膜の低温合成による素子化技術の開発

【研究代表者】 楠森 毅（基礎素材研究部門）

【研究担当者】 楠森 毅、山田 保誠、武藤 八三

【研究 内容】

SiC をヘテロエピタキシャル成長させるための基板として、シリコンはサファイアと同様に重要である。これまで、シリコン基板上に作製した SiC 薄膜には、双晶欠陥の1つであるダブルポジショニングバウンダリーが多く生成することが問題となっていた。今年度は、表面を化学処理したシリコン基板を真空中で加熱し、その上にパルスレーザ蒸着法で成膜することで、ダブルポジショニングバウンダリーのほとんど無い SiC エピタキシャル薄膜を得ることに成功した。（特許出願1件、国内学会1報）またデュアルレーザ蒸着法を開発し、SiC への

窒素及びアルミニウムのドーピングを行った。この方法により、SiC 薄膜中にドナー及びアクセプター不純物を成膜と同時にドーピングすることに成功した。これらの膜を使って SiC 基板上に p-n 接合を作製し、p-n 型の非線型電気特性を得ることができた。(特許出願1件) これらの研究成果に関して国際誌に5報、国際会議で2報の成果発表を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 パルスレーザ蒸着、炭化珪素、エピタキシー

【研究題目】 Co-Ni-Al 系強磁性形状記憶合金による磁場駆動型アクチュエータ材料の開発

【研究代表者】 及川 勝成 (基礎素材研究部門)

【研究担当者】 橋本 等, 孫 正明, 崔 予文

【研究内容】

Co-Ni-Al 系 B2強磁性形状記憶合金は、延性に優れることおよびマルテンサイト変態点、磁気変態点が一150°C~120°Cと幅広く制御できることが特徴である。本研究では、Co-Ni-Al 系 B2合金の線材及び板材を作製し、マイクロ組織制御による特性改善により飽和変位量の大きく、応答速度に優れた安価な固体アクチュエータ材料開発を目的とする。本年度は Co-Ni-Al 系 $\beta+\gamma$ 強磁性形状記憶合金において冷間加工および再結晶挙動に及ぼす熱処理条件について調査を行った。その結果、熱処理温度が低いほど相分率が増加し冷間加工性が優れること、また、1000°C以上で熱処理を行えば再結晶も進行していることが明らかとなった。また、Fe と Ga 添加のキュリー温度、マルテンサイト変態温度への影響について調査を行った。さらに、冷間加工・熱処理で作製した薄板の磁場誘起歪み特性を調査し、 β 結晶粒マイクロ組織との関連を明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 マルテンサイト変態、形状記憶合金、磁性材料

【研究題目】 応力検知自己発光型透明ハイブリッド材料の開発

【研究代表者】 今井 祐介 (基礎素材研究部門)

【研究担当者】 徐 超男, 古賀 淑哲, 田中 直子, 百田 理恵, 江藤 智美

【研究内容】

応力発光とは、材料が外部から加わる応力に応じて、主に可視域に発光する現象をいう。我々は、世界で初めて、弾性変形領域で可逆的に強い応力発光を示す無機材料を見出し、種々の応用を検討している。本研究では、応力変化を直接光信号に変換し、可視化することのできる応力発光無機材料を利用したセンサ材料の開発を目的として、応力発光無機材料と透明性高分子材料とナノメートルレベルで複合化する技術を開発し、加工性に優れた

透明な応力検知自己発光型ハイブリッド材料とすることを目指す。本年度は、高輝度応力発光ナノ粒子の合成およびナノ粒子の表面修飾技術の開発を行った。高温マイクロ噴霧合成法により、応力発光性を示すユウロピウム添加アルミン酸ストロンチウム (SAO-E) ナノ粒子の合成を検討した。球状のナノ粒子が得られた。高輝度、高結晶性を示す SAO-E 粒子を得るための最適な原料組成、反応温度条件を見出した。高温マイクロ噴霧合成法により得られた SAO ナノ粒子の表面を、リン酸基を有する有機化合物により表面修飾する条件を検討した。リン酸基が SAO ナノ粒子表面と化学的に反応し、強く吸着することを、FT-IR、³¹P 固体 NMR 等の手法により確認した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 応力発光、無機-有機ハイブリッド、透明性樹脂、表面修飾

【研究題目】 脳生体情報を用いた運動機能補助：眼電図情報を用いた食事動作の運動機能補助装置開発

【研究代表者】 上野 直広 (基礎素材研究部門)

【研究担当者】 秋山 守人

【研究内容】

本研究におけるベッド上での食事動作の運動機能補助装置の開発において、その運動補助装置となるロボットとヒトとのインターフェイスに眼球の運動を示す眼電図情報を用いる。上肢を支持する部分における圧力を監視することにより、運用の安全性を高めることができる。また、心拍計測などにより使用者の緊張状態を検出し、使用感の向上に役立てることが期待される。

ヒトとの接触さらに運動補助装置への組み込みには、柔軟で形状的にヒトとの親和性が高いこと、薄く装置への組み込みが容易であることが必要である。我々はこの要求仕様に対応するものとして、高配向性窒化アルミニウム圧電薄膜を用いた箔状フレキシブル圧電センサを開発した。絶縁膜として高分子フィルムを用いることで形状変化に対する復元力を確保し、人体への形状適合性を向上させた。この箔状フレキシブル圧電センサによって、ヒトの心拍計測実験を行った。通常の会議用椅子の背もたれ部分のクッションに箔状フレキシブル圧電センサを貼り付けた。これに通常の着衣状態で被検者に着座してもらい、安静な状態で圧力変動を計測した。実験結果では、心臓が収縮すると背中皮膚表面が体内に引き込まれるため、箔状フレキシブル圧電センサでは圧力の減少として観測された。その後心臓が徐々に拡張することで、皮膚表面の圧力が徐々に回復する様子がよく捉えられている。

開発したセンサによれば別個にセンサを使用することなくロボットと使用者の接触圧力および心拍を計測することができる。また心拍の細かな構造を捉えることがで

きることから、今後は医療あるいは診断装置への適用を考えていく。

【分野名】材料・ナノテク

【キーワード】センサ、窒化アルミニウム、圧電

【研究題目】平成15年度「産業用コージェネレーション実用化技術開発」（国際協力事業）窒化ケイ素セラミックスの高温ガス耐食性評価

【研究代表者】岸 和司（基礎素材研究部門）

【研究担当者】岸 和司

【研究内容】

高温高速の燃焼ガスに曝されるハイブリッドガスタービン用窒化ケイ素について、実機のガスタービン燃焼条件に近い状態を再現し、表面の腐食状態を調べることを目的として行った。燃料は都市ガス（13A、低位発熱量41、61MJ/Nm³）を用い、試料は京セラ製窒化ケイ素SN282の4mmx4mmx80mmの試験片を用いた。燃焼は空気流量128Nm³/hで固定し、ガス流量を調整することによって燃焼ガス温度1400±5℃で保持した。この時のガス流量の変動は8.5～8.7Nm³/h、1400℃での排ガスをバーナー開口部（39mm）の面積で除することにより算出した燃焼ガス流速は191～194m/sであった。

8～16時間の初期のガス照射では、窒化ケイ素表面に薄いガラス相が生成していた。酸化膜はガス照射時間の経過とともに粉末状に変化し、24時間以上経過した試片では試片表面は粉末状の酸化生成物で覆われていた。粉末状酸化物は、表面に軽くのっけているのみで、軽く擦ると簡単に除かれる状態であった。所々に見られたバーナー周辺からの飛来物によるガラス相を多く含む白色斑点状の部分もガス照射とともに粉末状に変化し、次第に周辺と区別が付かなくなった。8～16時間の初期のガス照射ではその後比べて緩やかな重量減少を示した。各ガス照射ごとの重量減少率を比べると、重量減少は16時間までと、それ以後の2段階に分かれ、初期の段階では、主に表面ガラス相からのSi、O及びN₂の気化によって起こり、その後は、Si、O及びN₂の気化に加えて粉末状の酸化物がガス流によって除かれることによることが分かった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】窒化ケイ素、燃焼ガス、腐食

【研究題目】次世代型分散エネルギーシステム基盤技術研究開発

【中項目名】固体高分子形燃料電池の研究

【研究代表者】宮崎 義憲（生活環境系特別研究体）

【研究担当者】宮崎 義憲、小林 哲彦、安田 和明、五百蔵 勉、藤原 直子、城間 純、山崎 眞一、上田 厚、山田 裕介、塩山 洋、松本 一、赤井 智子、

岡田 達弘、柳下 宏、根岸 秀之、遠藤 明、原谷 賢治、春日井絵理子、Thomas Mathew

【研究内容】

【目標】普及を目指す次世代型固体高分子形燃料電池（PEFC）発電システム開発のために必要な基盤研究として、電解質、電極触媒の評価方法及び基盤データ取得、改質器用触媒データベース構築に関する研究を行う。

【研究計画】新規電解質、電極触媒については適切な評価方法を検討するとともに、その実用化可能性評価及び基盤データを提供し、改質触媒についてはデータベースを構築する。

【年度進捗状況】ガラス系、常温溶融塩系、エンブラ系等の新規電解質を作製してプロトン導電率に関する測定データを取得すると共に、燃料電池への適用性を評価する手法を検討・提案した。全フッ素化膜のマイクロ構造とイオン・水輸送挙動との関連を、流動電位法、ACインピーダンス法、パルス磁場勾配NMR法で明らかにした。電解質水溶液中でPt-Ru系触媒の耐CO特性とメタノール酸化活性を評価するための測定プロセスを検討するとともに燃料電池における触媒活性を比較し相関性を得た。8電極の同時測定が可能な迅速評価法を提案した。また、H型セルを使って触媒層の背面から反応ガスを供給し耐CO被毒特性を評価する手法により、定常電流に達するまでの時間が液中での回転電極法の場合の1/4に短縮できた。電気化学測定に基づいた「総合触媒活性評価システム」の完全自動化を行い、有機金属錯体系酸素還元分子触媒の構造と機能に関する系統的な実験・調査を行った。固体触媒自動調製装置を試作し、貴金属/金属酸化物の2成分系改質触媒ライブラリを作成した。迅速ガス分析法（赤外式ガスセンサと高速ガスクロ）を組み合わせた評価装置を作製し、上記ライブラリに対して、COシフト反応、メタノール改質反応、DME改質反応を評価した。得られたデータベースを基に新規DME改質触媒の設計・調製・評価を行い、既報の触媒に比べ高活性を示す触媒の創出にも成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、固体高分子形燃料電池、電解質、電極触媒、改質触媒

【研究題目】AFM機構を用いたナノメータスケール機械加工システムの開発

【研究代表者】芦田 極（機械システム研究部門）

【研究内容】

本研究では、走査型電子顕微鏡（SEM）内で動作するナノスケール機械加工システムの構築、及びキーデバイスとなる加工用カンチレバーの製作の、2つのサブテーマで研究を進めている。前者においては、SEMの試料室チャンバに収納可能なサイズで、かつ目的とする角度でナノスケール加工状態の観察が可能なAFM機構を

実現するために、SEM ステージユニットの改造及び、オリジナルのAFM機構の設計・試作を進めた。後者においては、ナノスケール機械加工の工具は刃先となる、微小なダイヤモンドを切れ刃として先端部を整形・先端化する手法を考案し、基礎実験を試みた。また、MEMS的手法を用いたダイヤモンド製カンチレバーの一体成形についても、プロセスを考案し、試作を進めた。また、これらと平行して、本技術のアプリケーション開発における基礎実験として、従来のナノスケール加工システムを用いた加工実験を行い、単結晶シリコンのナノスケール機械加工における加工変質層の生成メカニズム、及びその化学的特性について詳細な解析を行った。

【分野名】材料・ナノテク・製造

【キーワード】AFM、ナノスケール機械加工、加工用カンチレバー、SEM

【研究題目】排水処理のための可制御高効率ソノケミカル反応装置の開発

【研究代表者】安井 久一（セラミックス研究部門）

【研究担当者】安井 久一、辻内 亨、小塚 晃透、飯田 康夫

【研究内容】

排水中の環境ホルモン等の汚染物質を効率良く分解するケミカルフリーな技術として、高効率なソノケミカル反応装置の開発を目的とする。ソノケミカル反応装置とは、液体に強力な超音波を照射して、多数個のキャビテーション気泡を発生させ、気泡の圧壊時の気泡内の高温高圧を利用して、気泡内の水蒸気の熱分解によりOHラジカルや酸素原子等の強力な酸化剤を発生させ、溶液内の種々の溶質を酸化分解する反応装置のことである。当該年度は、ホーン型超音波振動子と定在波型ソノケミカル反応装置を組み合わせた反応装置を研究した。反応装置の評価方法としては、超音波キャビテーションによって生成するOHラジカルや酸素原子等の酸化剤を、ヨウ化カリウム水溶液の酸化反応によって定量した。その結果、今年度は、ホーン型あるいは定在波型ソノケミカル反応装置を単独で用いた時の反応率の和の約4倍の反応率が、両者の組み合わせにより達成された。また、この他に、アルミナ等の微粒子を適量添加することで、約1.5倍の反応率が得られた。更に、気泡内化学反応のコンピュータシミュレーションによって、気泡内部での酸化剤生成にとって最適な気泡内温度が存在することを明らかにした。これは、酸化剤生成にとって、最適な超音波強度（音圧）が存在することに対応する。また、光散乱法により、気泡数の空間分布を測定する技術を開発した。この他、光触媒との協奏増幅効果の研究や、電解酸化との協奏増幅効果の研究を進め、特に電解酸化との協奏増幅が、汚染物質に対する高い分解率を示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超音波、キャビテーション、OHラジカ

ル、酸素原子、ソノケミストリー

【研究題目】次世代生体親和材料としての脂質ナノ構造体の開発

【研究代表者】高木 俊之（物質プロセス研究部門）

【研究担当者】馬場 照彦、高井 克毅、亀田 光淑、金森 敏幸

【研究内容】

本研究は、極限環境下を生き抜く古細菌の生体膜に見られる環状脂質をモデルとした人工環状脂質を構成分子とする様々な形態の脂質ナノ構造体を創製し、続いて詳細な構造解析を行うことで、タンパク質をはじめとする将来的に様々なバイオ分子を統合しうる「ナノバイオシステム化の場」の構築を行うことを主たる目的としている。

本年度は、古細菌の細胞膜を構築する脂質にヒントを得つつ、擬環状・メチル分岐鎖・チオール・フッ素・不飽和などをキーワードとして、計11種類の新規人工脂質を合成した。本研究では細胞と親和性の高い人工脂質の開発を主眼とし、将来的にはチップ上に脂質膜を構築させて細胞のセンシングとマニピュレーションへの応用を目指す。現時点では、その前段階として得られた人工脂質により平面膜あるいはベシクルを構成させ、それらの安定性を脂質の構造と関連付けて考察するとともに、そこに特定のタンパクを埋め込んでタンパク特有の輸送機能の発現を評価することにより、細胞膜アナログとしての人工脂質の性能を評価している。本年度は、タンパクとして光合成関連タンパクを用い、人工脂質の膜タンパク機能に対する安定性への効果、プロトン蓄積能を明らかにした。フッ素導入効果については、炭素数18の炭化水素系脂肪酸の疎水部末端にパーフルオロオクチル基を導入したものを合成した。不飽和導入は二重結合（シス・トランス）と三重結合について行い、トランス体よりシス体、二重結合より三重結合の方が界面安定性を向上させる結果を得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】古細菌、擬環状脂質、含フッ素脂質、人工脂質、膜タンパク質

【研究題目】塗布光分解法によるエピタキシャル酸化物膜の低温成長

【研究代表者】土屋 哲男（物質プロセス研究部門）

【研究担当者】山口 巖

【研究内容】

紫外レーザー光による金属有機化合物の光化学反応を利用して500℃以下の低温で赤外線センサや強誘電体メモリ用エピタキシャル薄膜を作製する塗布光分解法を開発し、低温成長の最適化とそのキャラクタリゼーションを行った。赤外センサに関する応用研究では、磁気抵抗体ランタンストロンチウムマンガネート(La_{1-x}Sr_xMnO₃)

のエピタキシャル膜を500℃で低温成長させ、その膜の特性は、 $X=0.2$ において、270K で $TCR=3.4\%$ を示した (NEC との共同研究)。また、照射条件を検討した結果、室温成長より得られたエピタキシャルチタン酸ジルコニウム酸鉛 ($Pb(ZrTi)O_3$) 膜の強誘電特性は、従来の $2Pr=10 \mu C/cm^2$ から $2Pr=26 \mu C/cm^2$ まで改善した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 エキシマレーザー、低温成長、PZT、LSMO

〔研究題目〕 実時間適応学習能力を有するサイバネティック・インタフェースの開発

〔研究代表者〕 福田 修 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 福田 修、本間 敬子

〔研究内容〕

本研究の目標は、活動筋から計測した筋電位信号から人間の意図を推定し、コンピュータや福祉機器などへ指令を伝達するサイバネティック・インタフェースを開発することである。この装置は、筋収縮レベル、運動意思、関節インピーダンスなどの情報を伝達可能で、上肢切断者などの身体機能障害者にとって生活や就労を支援する唯一のインタフェース手段となり得る。また、スイッチやマウスなどのような特別なデバイスや操作環境は不要であり、ウェアラブルコンピュータの入力デバイスとしても有効である。

本課題の研究期間は、平成13～15年度の3年間であり、本年度が最終年度にあたる。これまでの、研究期間中に動的確率モデルの一つである隠れマルコフモデルに基づいた新しいニューラルネットの定式化を行うとともに、現場において実時間で適応学習を実現するための学習アルゴリズムを開発した。平成15年度は、このアルゴリズムに基づくアプリケーション装置の開発に取り組んだ。

平成15年度の成果として、障害者用の筋電位制御型食事支援システム、ウェアラブル可能な筋電位制御型ボイキングデバイスの開発を行った。また、重度障害者や高齢者らを対象とした操作実験を行い十分な操作性を確認した。なお、本課題において開発した要素技術の一つである筋電位信号計測装置を実用化し、研究に参画した中小企業 ((有) 追坂電子機器 (広島県)) から販売するに到った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヒューマンインタフェース、生体信号、サイバネティクス

〔研究題目〕 術中 MRI と内視鏡のリアルタイム画像統合技術

〔研究代表者〕 山内 康司 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 山内 康司

〔研究内容〕

目標：

MRI (磁気共鳴画像) による誘導を必要とする低侵襲手術において、MRI と硬性内視鏡の同時観察を可能にする能動的でリアルタイムな画像統合・提示技術を研究・開発する。内視鏡は MRI 対応性のあるマニピュレータによって操作され手術者の見たい部位に正確・安定に位置決めされる。位置決め情報と MRI 断層像上の座標系を相互参照することで、内視鏡画像と MRI は計算機上で統合され手術者に提示される。

研究計画：

平成14年度はマニピュレータの設計試作、および MRI 対応内視鏡の設計を行う。平成15年度は試作したマニピュレータの改良を行うと共に、MR 対応性の評価を行う。また MRI 対応内視鏡の MRI 対応性を評価する。MRI と内視鏡の座標系を一致させるためのソフトウェアの昨日開発を行う。平成16年度は、各開発要素の改良・統合を行い、全体システムとしての評価を行う。年度進捗状況：

マニピュレータのインタフェースに関して、マニピュレータを手術室で簡易に動作するに適した機構を設計・製作し、マニピュレータとの接続評価実験を行った。MRI 対応内視鏡については、前臨床試験に向けた倫理委員会の承認に必要な検証を行った。また光学上の課題が判明した斜視鏡に関して、光学系の再設計を行った。座標系を一致させるソフトウェアについて、MRI 断層画像のボリュームレンダリングと内視鏡像等が統合表示可能でかつ高速なグラフィックライブラリ VGL を用いて実装し、内視鏡と MRI 画像の立体三次元表示を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 硬性内視鏡、手術ナビゲーション、MRI 対応性

〔研究題目〕 不均一熱環境設計のための快適基準に関する研究

〔研究代表者〕 佐古井智紀 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 佐古井智紀、都築 和代、加藤 信介 (東京大学)、大岡 龍三 (東京大学)、宋 斗三 (成均館大学)、朱 晟偉 (東京大学)

〔研究内容〕

目標：

熱環境の不均一性の活用により、部屋全体を温調する全空気式暖冷房と比べて1/10程度の省エネルギー設計が可能ということが示されている。他方、これまでに示されてきた不均一熱環境における快適 (あるいは非不快) の基準は、一定の着衣、風速におけるものであり、着衣や気流の活用可能性を狭めている。着衣や気流による調整は熱源が不要であり一層の活用が期待される。この研究は、多様な着衣、気流に対応できる、不均一熱環境下での椅座人体の熱的快適性予測法の構築を目的とする。

研究計画：

前後、左右、上下に不均一な温熱環境で実験を行い、椅座被験者の快適感・不快感、その時の皮膚温分布を把握する。同時にサーマルマネキン実験を行い、顕熱授受の分布を把握する。限られた着衣、気流条件での実験結果から多様な着衣、気流条件での不均一熱環境における快適性を類推する式を導くため、温熱環境要因である気温や放射温などの分布に代わって、人間側の要因である皮膚温とその分布、およびそれを形成する顕熱授受とその分布によって不均一熱環境における熱的快適性を表現する。得られた式を、既往の三次元人体熱モデル（SMITH モデル）、数値サーマルマネキン（CFD、放射連成の数値解析）と組合せ、椅座、不均一熱環境下での熱的快適性を判別、予測するツールを構築する。

年度進捗状況：

皮膚温と顕熱授受量およびそれらの分布による、不均一熱環境を対象とする椅座被験者の快適感の表現式、および部位不快感の表現式を得た。着衣・暖冷房が異なる条件での検証実験および既往研究との比較から、その有効性を確認した。SMITH の三次元人体熱モデルによる体温分布予測の精度に不具合があり、改良を進めている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 省エネルギー、不均一熱環境、着衣、気流、熱的快適性

【研究題目】 ブロードバンドネットワークのための次世代磁気光学素子

【研究代表者】 Vadym Zayets（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 齋藤 秀和、安藤 功兒

【研究内容】

材料および素子構造の抜本的な見直しにより、現在の素子コストの大半を占める組立てプロセスを必要としない革新的な磁気光学素子を実現することを目標とする。具体的には、従来の酸化物系磁気光学材料に代えて、半導体基板上に成長可能な半導体系の新磁気光学材料を用いることにより、レーザなどの半導体光素子と一体的な集積化が可能な導波路型磁気光学素子の実証を成功させる。GaAs 基板上の (Cd, Mn) Te 磁気光学導波路において500deg/dB/kG 以上の磁気光学性能指数、100%完全な TE-TM モード変換、18dB の光アイソレーションを実証した。

【分野名】 情報通信分野

【キーワード】 磁気光学素子、光アイソレーション、希薄磁性半導体

【研究題目】 高異方性ナノプロセスを用いた極微細ダブルゲート MOSFET の開発

【研究代表者】 昌原 明植

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 清水 貴思、松川 貴

【研究内容】

【目標】

新規なプロセス、材料、物性評価技術の統合により、高性能かつ低消費電力なダブルゲート MOSFET を開発する。具体的には、新規提案の3次元の加工が可能な高異方性ナノプロセスを用いて、従来の微細加工技術ではなし得なかった縦型極狭 Si チャネル極微細ダブルゲート MOSFET 作製技術を開発する。さらに、独自に開発する高品質な La 系高誘電率 (high-k) ゲート絶縁膜を適用した、高性能かつ低消費電力な high-k ゲート縦型ダブルゲート MOSFET を実現する。

【研究計画】

垂直方向と水平方向を独立に制御可能な高異方性ナノウェットプロセスを用いて、短チャネル効果にも強く低消費電力な縦型 DGFET の開発を行い、また同時に、DGFET 構造に将来のゲート絶縁膜として期待される換算膜厚2nm 相当の La 系 high-k ゲート絶縁膜を導入することで、漏れ電流が極限まで抑えられた高性能 high-k DGFET の開発する。さらに、多機能走査型プローブ顕微鏡による微細チャネル内不純物分布の評価を行う。

【年度進捗状況】

イオン照射減速エッチング (IBRE) 法により、厚さ12nm の縦型極薄 Si 伝導チャネルを有する p-ch 縦型ダブルゲート (DG) MOSFET を作製し、短チャネル効果を有効に抑止する DGFET 固有の特性を確認した。また、縦型ダブルゲート MOSFET とプレーナー MOSFET の新しい混載技術を IBRE 法を用いて開発した。SiO₂ゲート絶縁膜厚換算2nm 以下の La 系 high-k ゲート絶縁膜を有する p-ch および n-ch 双方の MOSFET を Ru をゲート電極とすることによって作製し、p-、n-両チャネルにおいて4桁以上の On/Off 比と±0.5V 以内のしきい値電圧を実現するサブスレシヨールド特性に優れた電気特性を確認した。さらに、多機能走査型プローブ顕微鏡の非線形容量顕微鏡 (SNDM) 機能を用いてトランジスタチャネル構造中の不純物分布を解析し、短チャネル効果発生の有無を定量的に明らかにした。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 イオン照射減速エッチング、低消費電力

【研究題目】 ナノ構造表面制御による長寿命・低消費電力フィールドエミッションディスプレイ技術の開発

【研究代表者】 長尾 昌善

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 金丸 正剛、池田 伸一、長尾 昌善、田村祐一郎、山内 洋美

【研究内容】

（目標）

低コスト・大面積・低消費電力の自発光型フィールドエミッションディスプレイ実現のために、大面積化も可能な TFT 一体型ポリシリコンエミッタを用いたディスプレイ開発を行う。

〔研究計画〕

従来開発してきた単結晶シリコンエミッタ技術をベースにして、大面積化が可能なポリシリコンエミッタ技術を確認し、16x16画素のポリシリコンパッシブマトリクスディスプレイを試作する。またフィールドエミッタ駆動用の TFT のパラメータの最適化を行う。

〔進捗状況〕

多結晶シリコンを用い、イオンエッチングを用いることで、室温でのフィールドエミッタ作製を試みた。その結果、従来の高温を用いる熱酸化ほど先鋭ではないが、電子放出に十分な先端形状を持つエミッタを作製することができた。また、多結晶シリコンを熱酸化により先鋭化するとデバイスの信頼性が乏しいという問題があったが、イオンエッチングの場合は信頼性の高いデバイスが作製できることを明らかにした。さらに、この多結晶シリコンフィールドエミッタに HfC 被覆を行うことで、動作電圧の低電圧化ができ、単結晶シリコンエミッタと同程度の性能が得られることがわかった。また、16x16画素のパッシブマトリクスのディスプレイを試作し、真空チャンバー内での動作実証に成功した。

フィールドエミッタの電流を制御するための多結晶シリコン TFT (薄膜トランジスタ) を設計し、実際にその構造を試作し、フィールドエミッタの電流制御に必要な設計パラメータを決定した。フィールドエミッタを制御するために TFT に要求される性能は、①OFF 電流が少ないこと (1nA 以下)、②ソースドレイン耐圧が高いことがあげられるが、ゲート電極の構造 (楕円構造および LDD 構造) とチャネル長を適切に設計することによって、これらの性能が得られることがわかった。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 自発光ディスプレイ、フラットパネルディスプレイ、フィールドエミッタ

〔研究題目〕 実時間 Linux 向き組込用並列分散計算システムの実用化研究

〔研究代表者〕 関山 守 (情報処理研究部門)

〔研究担当者〕 戸田 賢二、金広 文男

〔研究内容〕

本研究は、オープンソースでネットワーク応用を含む組込機器の制御用 OS として注目されている Linux を用いた、並列分散実時間システムの製品化につながる開発を目的とする。

平成15年度に達成した成果は以下の通りである。

- リアルタイムイーサネットは、ソフトウェアによるシミュレーションでその性能を確認できたため、ハードウェアによる実証実験の準備を開始し、イーサネット

ボードの基本設計を行った。

- 実時間 ART-Linux の動作環境の拡充の一環として、ルネサステクノロジーの組込用プロセッサ M32R への ART-Linux の移植を行った。この実験評価環境として、M32R のソフトコアが動作するルネサステクノロジーの FPGA 評価ボード Mappi に加え、産総研の FPGA を用いたマルチプロセッサ評価装置 REX 上にも、M32R を移植して ART-Linux の動作環境を構築し、ART-Linux の動作を確認した。

- リアルタイム MPI については、インフィニバンドを装備した高速通信ボードを PC に内蔵した計算ノードを用いる実時間用高性能クラスタの構築を開始した。本年度は、ボードと通信ドライバの基本部分の開発を行った。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 実時間 Linux、プロセッサコア

〔研究題目〕 ファインポリマー技術および材料複合化技術による水素分離用耐候性無機膜の開発

〔研究代表者〕 須田 洋幸 (環境調和技术研究部門)

〔研究担当者〕 内丸 祐子、依田 智

〔研究内容〕

深冷分離法や吸着法、吸収法などとともにガス分離法として競合する技術である膜分離技術は本質的に省エネルギー技術であることから優位性を有することも少なくない。また、分離膜による水素の分離・回収・精製技術は、例えば近年活発に開発されているオンサイト・分散型小型燃料電池への高純度燃料水素供給技術として、あるいは数多くの石油精製プロセス用など様々な関連技術も含めかなりの環境負荷低減効果・経済効果が見込まれる。しかしながら、これまで検討されてきた高分子分離膜等には、熱サイクル耐久性、低水素分離性能等種々の問題があった。そこで本研究では、ファインポリマー技術および材料複合化技術により、新規炭化ケイ素系膜ならびに炭素膜の前駆体ポリマー段階での高機能化技術を確認し、室温～中高温領域で使用可能な耐候性に優れた水素分離用無機膜を開発することを目的とした。前者では、ポリメチルシランの高収率合成法ならびに高セラミックス収率等に有効な新規ヒドロシリル化架橋反応を開発し、生成した炭化ケイ素系素材中にガス選択透過性の期待できる細孔を創製できることを明らかにした。また後者においては、貴金属錯体の超臨界二酸化炭素への溶解挙動ならびにポリマー中への含浸挙動の解析等を通じて、超臨界含浸条件や含浸ポリマーの構造特性などをコントロールすることにより、貴金属微粒子の分散量や状態が制御可能であることならびに、本方法によって水素選択透過性に優れた貴金属微粒子分散炭素膜の創製が可能であることを明らかにした。

〔分野名〕 エネルギー・環境

〔キーワード〕 水素、気体分離膜、炭素、炭化ケイ素、超臨界二酸化炭素

〔研究題目〕 廃電気・電子機器リサイクルのための選択粉碎・容易分離技術の開発

〔研究代表者〕 古屋仲茂樹（環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕 松田 聡、遠藤 茂寿

〔研究内容〕

本研究では廃プリント基板や家電シュレッダダストに含まれているプラスチックと金属の耐衝撃性が異なることに着目し、材質ごとに砕製物粒子の粒径に顕著な差違を与えることができ、後段の選別工程を簡易化すると同時に粉碎工程そのもののエネルギー効率を改善可能な高効率選択粉碎技術の開発を目標としている。

前年度に確立した衝撃式粉碎機内の可視化手段によって廃プリント基板の破壊挙動について調査した結果、PC 等で用いられるガラスエポキシ基板では基材の強度が比較的強いいため周縁部から次第に破壊が進行しているのに対して、TV 等に使用される紙フェノール基板では即座に体積粉碎的な破壊が進行しており、それと平行して金属-非金属界面の剥離が進んでいることが明らかになり、粉碎初期における衝撃速度の調整が選択粉碎効果の向上に対して重要であることが示唆された。また、衝撃速度、スクリーン開口率、砕料供給速度を自動制御可能な粉碎システムを製作し、部品類を事前に取り除いたプリント基板と家電シュレッダダストの粉碎試験を実施した結果、特に紙フェノール基板では粉碎開始後、衝撃速度を一定の割合で加速させることが選択粉碎性を高めるのに有効であり、通常の定常条件における粉碎方法と比較して、20%程度金属と非金属間の平均粒径差を拡大できることが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 廃電気・電子機器、リサイクル、粉碎、選別

〔研究題目〕 貴金属リサイクルのための新規金属分離回収プロセス開発

〔研究代表者〕 成田 弘一（環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕 田中 幹也、坂本 大輔（埼玉県工業試験センター）

〔研究内容〕

1. 目標

現在、湿式法による貴金属の分離精製は溶媒抽出法を用いたプロセスが主流となっているが、使用抽出剤の安定性及び貴金属に対する分離特性が不十分なこと、さらに多量の有機溶剤の使用など問題点は多い。そこで本テーマでは、安定で貴金属に対し優れた抽出性能を有する抽出剤を導入した溶媒抽出法に、新規分離法である溶媒含浸繊維法を組み込んだプロセスの開発を目指す。

2. 研究計画

溶媒抽出法に関しては、酸に対して安定な疎水性分離試薬（アミド化合物）を合成し、それを用いて酸溶液からの貴金属の抽出分離特性を明らかにする。得られた結果を基に、各貴金属に対し選択性の高い分離試薬を決定する。溶媒含浸繊維法では、まず強酸に対して安定である繊維を選定し、それを用いた溶媒含浸繊維の貴金属に対する分離性能評価を行う。これらの知見より実プロセスへの適用を想定した分離条件を決定する。

3. 年度進捗状況

新規に合成したアミド化合物の中で、N, N'-ジメチル-N, N'-ジ-n-オクチル-チオジグリコールアミド (MOTDA) がパラジウムに対し非常に優れた抽出剤であることを見出した。MOTDA を用いるとパラジウムの迅速な抽出が可能であり、他の白金族金属及びベースメタルからの分離にも優れている。また含浸繊維には、カボック繊維を主成分とする天然系親油性繊維が最適であることが分かった。今後は、金、白金に対して有用な抽出剤の開発及び溶媒含浸繊維による貴金属の吸着特性の解明を行う予定である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 貴金属、溶媒抽出、溶媒含浸繊維

〔研究題目〕 有機 EL ディスプレイ用燐光材料の迅速探索システム

〔研究代表者〕 今野 英雄（環境調和技術研究部門）

〔研究担当者〕 今野 英雄

〔研究内容〕

有機 EL ディスプレイは、次世代のフルカラーフラットパネルディスプレイの有力候補であり、携帯電話やデジタルカメラなどで製品化がすでに始まっている。しかしながら、有機 EL が広範な表示素子として採用されるためには、耐久性や発光効率などのさらなる改善が必要とされている。一方で、近年になって、有機 EL 用の発光材料として燐光材料を用いると、発光効率が従来よりも3~4倍も向上することが報告され、注目を浴びている。しかし、これらの燐光材料については、これまでに様々な製造法が提案されているが、多段階プロセスが必要、反応時間が長い、複雑な精製プロセスが必要、収率が低いなどの問題があり、現在までに実用的な合成法は開発されていなかった。そこで本研究では、燐光型有機 EL の実用化の鍵を握る燐光材料の開発を迅速化するために、マイクロ波を用いた燐光材料の迅速探索システムを構築することを目的としている。今年度は、代表的な燐光材料である2-フェニルピリジンを配位子として有するイリジウム錯体をマイクロ波を用いて、迅速かつ高効率合成することに成功した。この方法を用いれば、従来は24時間程度かかっていた反応時間を数分にまで短縮でき、さらにカラムクロマトグラフィーなどの精製プロセスも簡

略化できる。また、この反応における燐光材料の収率は、反応系中の有機配位子の物質質量に大きく依存すること、過剰に添加した有機配位子は、オルトメタル化反応によって放出されたプロトンをつまみ取る塩基としても機能することがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有機 EL、マイクロ波、合成、発光材料、イリジウム

【研究題目】ソフト化学的合成方法による省エネルギー型ランプ用蛍光体微粒子の開発

【研究代表者】西須 佳宏（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】西須 佳宏、秋谷 俊之、高橋 正俊

【研究内容】

制御性の高いソフト化学的合成法により、低消費エネルギー型のランプやディスプレイ等を用途とする高効率な蛍光体微粒子を開発することを目的とする。蛍光管等に用いられる蛍光体は、ガラス面に薄く塗布され、また散乱光である必要性等から通常は粉体状で用いられているが、従来法の蛍光体製造プロセスでは、不純物の混入や解砕時の結晶表面への傷（欠陥）、さらに組成・粒度・形状等の不十分な制御性が、機器使用時の潜在性能（輝度特性等）を抑制する要因となっている。そこで本研究では、合成過程に液相析出法等のソフト化学的手法を応用することにより、精密に組成や結晶構造を制御して、不純物の混入や結晶表面への欠陥を防止し、さらに形状や粒度を最適化して、輝度等の特性の高い蛍光体を得ることを目指している。本年度は、蛍光管等で使用される RGB 蛍光体の3色（赤・青・緑）の中で、特に劣化の問題の大きい青色蛍光体の検討を行った。固相法で合成される従来の青色蛍光体は、比較的輝度は高いが劣化しやすく色純度にも改善の余地がある。本研究では、新たに析出合成法などの液相法を用いて（均一溶液⇒前駆体合成⇒乾燥熱処理）の手順でレアアースを発光中心とするケイ酸塩系青色蛍光体の開発を行った。その結果、従来の青色蛍光体よりも、低波長側に発光のピークが位置する色純度の高い、また比較的強い発光強度を示す蛍光体を得られることがわかった。劣化性能については、より安定強固な結晶系であり比較的高いと予想され、長時間の使用が前提の蛍光管等での使用では安定した色度を保てると期待される。特に、強い劣化環境にあるキセノンガス等を用いた水銀レス真空紫外線蛍光ランプでは、その特性が効果的と考えられる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】蛍光体、微粒子、液相法

【研究題目】加圧熱水反応を用いた未利用樹皮からのケミカルズ製造に関する研究

【研究代表者】井上 誠一（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】井上 誠一、花岡 寿明、野口 将宏、

江頭 照美

【研究内容】

アジア・オセアニア地域などで植林されているラジアータパインの樹皮は、未利用で放置または焼却などにより処理処分されている。しかしこの樹皮中には、ホルムアルデヒドと反応し接着性を持つ成分であるタンニンが多く含まれている。このタンニンを効率よく樹皮中から抽出することを目的とし、加圧熱条件下メタノールを抽出溶媒としてタンニンの抽出を行った。「常圧下でタンニン抽出後の残渣をさらに加圧条件下でタンニン抽出をする」という2段階抽出を行ったところ、ホルムアルデヒドとの反応性の異なるタンニンが得られた。このことから、抽出条件により異なる成分構造のタンニン抽出できる可能性が示唆された。加圧熱抽出は、樹皮に対して少ない溶媒量および短い抽出時間でタンニンの抽出を行うことができ、エネルギー的にも有利な抽出方法であるだけでなく、樹皮中の成分分離にも利用できる可能性が示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】樹皮、タンニン、加圧熱条件

【研究題目】異種元素導入による電気化学キャパシタ用高性能炭素電極の開発

【研究代表者】曾根田 靖（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】児玉 昌也、山下 順也、袴田 隆宏

【研究内容】

電気二重層キャパシタは、二次電池に比べ高速な電力の出し入れが可能であるという特徴から、ハイブリッドカーやパルスの電力の平準化といった分野での応用が期待されるが、現状のキャパシタはエネルギー密度が低いという欠点をもつことからその用途が限られている。本研究開発においては、様々な省エネルギー用途での実用化が可能となるような大容量キャパシタの創出を目指し、酸化還元反応を利用した電気化学キャパシタ用高性能炭素電極の開発を行った。

カーボンナノファイバー（CNT）やカーボンエアロゲル（CA）などのメソ細孔性炭素の調製法を確立し、電気二重層キャパシタ電極としての基礎的特性を評価した。CNT については、硫酸中で80F/g の比容量が示され、層間化合物の分解によって静電的に容量を増加し得ることを見いだした。膨張化炭素繊維（ExCF）の比容量は濃硫酸中で450F/g に達し、その機構は、電解液分子のインターカレーションによる電気化学擬似容量と考えられた。

フッ素マイカ層間を用いた鋳型炭素化法によって得た薄膜状炭素は、単位表面積当たりの比容量が活性炭の約10倍に達した。ポリ塩化ビニルを出発物質とする活性炭カーボンエアロゲルは、有機電解液中において135F/g の高い容量を示し、特異吸着の機構を明らかにしたことにより、材料設計指針を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】キャパシタ、ナノカーボン、インターカレーション、ドーピング、電極材料、疑似容量

【研究題目】流動層による大量排ガス中に含まれる低濃度 NOx の高度処理

【研究代表者】松田 聡 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】松田 聡

【研究内容】

都市域での窒素酸化物 (Nox) の環境基準達成率の向上のため、比較的まとまった量を処理できるトンネル換気排ガスに着目し、流動層方式による脱硝装置を開発することにした。トンネル換気排ガスは処理ガス量が大量であることと窒素酸化物濃度が数 ppm 程度であるという特徴があり、常温で比較的低濃度でも処理できる光触媒方式で窒素酸化物処理を行うことを考えた。また換気量が膨大であるため、循環流動層システムを検討することにした。

本年度はベンチスケール (高さ5m) の装置を作成した。二重管ライザー内粒子挙動を光ファイバプローブやビデオ観察により解析し、旋回強度と滞留時間の関係を明らかにした。トンネル排ガスを対象にした場合、共存物質としてすすと一酸化炭素が考えられるが、すすは前段の電気集塵機で捕集できると考え、一酸化炭素の影響を調べた。本研究において以下の点を明らかにした。光触媒粒子として、脱硝性能、複合化粒子の強度、および400nmの光に対する透過性の観点から酸化チタンをゾルゲル法でシリカゲルに担持した光触媒複合粒子が適している。循環流動層システムを構築し、ライザー部へのガスの吹き込み方法を工夫し旋回流を生じさせることによってより長時間の滞留時間が得られる。窒素酸化物処理を行ったところ脱硝効率90%以上で長時間運転できる。トンネル排ガス中に含まれる一酸化炭素の濃度範囲では脱硝効率には全く影響がない。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】流動層、NOx 処理、光触媒

【研究題目】実用燃焼炉最適化に向けた高度燃焼制御基盤技術の開発

【研究代表者】北島 暁雄 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】赤松 史光 (大阪大学)、飯塚 悟、国吉ニルソン (大阪大学)

【研究内容】

実用燃焼炉における高度燃焼制御技術に対する技術応用を念頭においた、燃焼制御基盤技術の開発を行う。環境負荷低減技術の基礎研究として、すすやダイオキシン類などの有害燃焼排出物の生成と深い関連が指摘されている多環芳香族物質 (PAH) 生成機構と燃焼状況との詳しい関係を解明し、生成抑制技術基盤の確立を目指す。

同時に、高エネルギー変換技術の中核と目される高温空気燃焼について、実機流れ場を考慮した高強度乱流条件における詳細な燃焼特性を解明し、燃焼制御最適化の為の基礎知見を蓄積する。以上の基礎的研究から得られたデータを基に、実炉への応用を念頭においた適切な燃焼モデルを構築し、最終的には実機燃焼制御パラメータ最適化の為の知見の取得を目指す。本年度の主な研究結果は以下の通りである。

実用燃焼炉内・気相拡散燃焼領域に広く適用可能である、laminar diffusion flamelet モデルが適用できる燃焼領域において、PAH 生成を抑制しつつ、高効率燃焼を実現する時空間平均的燃焼条件を明らかとした。具体的には、拡散燃焼領域における平均流速勾配 (スカラー散逸速度) を小さい条件に保ちつつ、モル量論比における希釈量を増大させ、理論混合分率を大きく設定することで、拡散火炎の安定性を著しく向上させながら、PAH の生成の抑制を可能とすることができる。本研究では、それらの拡散燃焼制御パラメータの理論的な適正値を併せて提唱した。さらに、多環芳香族やすすの生成反応で重要な中間物質と考えられているナフタレンとアセナフティレンの二つの多環芳香族の生成挙動が、前述の拡散燃焼制御パラメータに対して大きく異なることを実験的に示し、普遍的な燃焼反応モデル構築の基盤となる知見を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】多環芳香族物質・拡散燃焼・高温空気燃焼

【研究題目】クラスレート水和物の結晶構造多様性を利用した省エネルギー天然ガス貯蔵・輸送技術に関する研究

【研究代表者】大村 亮 (エネルギー利用研究部門)

【研究担当者】竹谷 敏、内田 努、堀 彰 (北海道大学)

【研究内容】

本研究は、クラスレート水和物の結晶構造の多様性に着目してハイドレートを用いる天然ガス貯蔵・輸送技術の高度化・最適化のための基礎研究である。具体的には、天然ガス+水系に分子径0.8nm程度の物質(大分子ゲスト物質)を加えることで生成する構造 H ハイドレートは生成分解圧力がメタンハイドレートと比べると1-2MPa 低いと、その積極的な利用によってハイドレート製造・輸送・貯蔵プロセスの低圧化を期待することができる。しかしながら、構造 H 水和物のガス包蔵密度や大分子ゲスト物質の化学種の影響などが十分に解明されていない。本研究では、構造 H ハイドレートのガス包蔵密度の実測と新規な大分子ゲスト物質の探索、構造 H ハイドレートの生成成長機構の解明に関する研究を実施して、効率的な構造 H 生成手法を検討する。

本年度は、ガス包蔵密度の実測、新規ゲスト物質の探

索および水和物の安定性を評価するための分子軌道計算手法の開発を行い、以下のような成果を得た。ガス包蔵密度の測定に関しては、高压容器内に構造 H ハイドレートを連続的に生成させながらそのハイドレート生成に消費されるメタンガスの供給量を連続的に計測する実験を行い、構造 H ハイドレートのメタン包蔵密度が構造 I メタンハイドレートのその約70-80%となることを実験的に明らかにした。相平衡測定と X 線回折、ラマン分光法による新規ゲスト物質探索では、計7種類（メチルシクロヘキサノン異性体2種、ピナコロン、ピナコリルアルコール、イソアミルアルコール、2-プロパノール）の新規ゲスト物質を見出すことができた。これらのうち前4種が構造 H 水和物を後2者は構造 II 水和物を形成することを明らかにしたのも本研究の成果である。また、このような実験に基づくゲスト物質の探索に対してあらかじめ計算によってある程度の指針を得ることができるようにその開発を進めた分子軌道計算による水和物の安定性解析では、メタンハイドレートとフ化したメタン（例えばジフルオロメタン、HFC-32）からなる水和物計4種類に関する計算を行い、すでに実験的に知られている水和物の安定性と整合する結果を得た。このことは今回開発した分子軌道計算法の妥当性を示すものであり、今後未知の物質についての計算を進めることで、その物質がゲスト物質の候補として適当かどうかを実験に先立って予測することが可能になると期待される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 クラスレート水和物、ガスハイドレート、エネルギー貯蔵・輸送

〔研究題目〕 地中熱利用の最適化のための地下水水理予測手法に関する研究

〔研究代表者〕 大谷 具幸（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 大谷 具幸、天満 則夫、安川 香澄、内田 洋平

〔研究内容〕

地中熱利用は日本では、まだ普及が進んでいない。その理由として、日本における高価な掘削費とともに地中熱利用に必要な地質情報に関する十分な研究が進んでいないことが挙げられる。そこで、従来行われてきた様々な調査によって得られた地質情報に基づき、広域モデルの開発を行った。さらに、広域モデルより地中熱利用に適した場所の抽出を行った。また、地中熱利用の開発可能性を判断するために環境影響の評価を行い、地中熱利用に関する評価手法の確立を試みた。

まず、モデル地域として寒冷地、温暖地の2地域を対象として仙台平野および濃尾平野の調査を行った。また、これまでに得られた地質情報を用いて仙台平野の任意の場所において、地中熱利用を実施した場合の抽熱・廃熱に関して数値シミュレーションによる検討を行った。仙台平野の数ヶ所での地中熱利用に関する数値計算結果よ

り、地下温度環境は30年で概ね定常状態に達し、採熱地区の温度変化は1~2℃の範囲であった。また、地中熱利用時の地下温度環境の変化は、暖房利用に伴う採熱による影響が支配的となり、冷房利用時の廃熱による影響は小さかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地中熱、地下水

〔研究題目〕 光応答性表面を用いたセルマニピュレーションシステムの開発

〔研究代表者〕 須丸 公雄

（バイオニクス研究センター）

〔研究担当者〕 高木 俊之、枝廣 純一、亀田 光淑、多田 裕一、金森 敏幸

〔研究内容〕

近年急速な進歩を遂げつつある細胞工学の研究分野において、従来にはない形で細胞を解析し扱う手法の開発が強く求められている。こうしたニーズに応えるべく、高いスループットのバイオアッセイ、あるいは細胞機能の新たな解析を実現するための手段として、生細胞を培養表面上で任意のパターンに沿う形で培養する技術（セルパターンニング）、中でも細胞ドメインを規則的に配列したセルアレイの開発が、ここ数年の間に盛んに行われるようになった。

このような状況において我々は、既に保有していた光応答性分子材料のシステム化技術を駆使して、対象に対して局所的（ μm スケール）・即時的（sec スケール）・非接触的に作用させることのできる光の特性を利用して細胞を並列的に操作する全く新しい細胞操作技術の着想を得た。これに基づき、本提案研究において光に応答し細胞接着性を可逆的に変化させられる材料表面（光応答性表面）の開発を行い、微小パターン照射系と組み合わせることで個々の培養細胞を高い自由度で思いのままに操作する技術の確立を試みた。

本年度は、光によって異性化する機能性分子デバイスとアクリル系モノマーを組み合わせ、様々な光応答性高分子を合成した。これらについて綿密・詳細な特性解析を行うことにより、高分子科学の面から極めて有益な知見を得ることができた。その特性に基づき、当該高分子によって機能性表面を作製し、その表面における細胞接着性を光によって局所的に遠隔操作することに成功した。材料表面における細胞の接着・脱着の制御は、東京女子医科大学の岡野らによる著名な研究があるものの、細胞を播種・培養した後に局所的に細胞の接着性を制御した例は世界でも初めてのことで、国際学会を含む複数の学会で注目され、高く評価されている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 刺激応答性高分子、セルマニピュレーション、光応答性表面、細胞接着性制御

〔研究題目〕 スマートカーペット ー動的なフットプリントからの個人属性計測法の研究ー

〔研究代表者〕 加賀美 聡 (デジタルヒューマン研究センター)

〔研究担当者〕 加賀美 聡、持丸 正明、西田 佳史、宮田 なつき

〔研究内容〕

人間の歩行において片足が着地してから離陸するまで、およそ0.5秒程度を要し、この間に圧力中心は踵から拇指球周辺に約14cm程度を最大速度60cm/s程度で移動し、この際に設置面積は最低5cm²程度まで減少することが知られている。この変化から人間の力学的パラメータを導出するために、高速 (100hz)、高密度 (5mm グリッド)、大面積 (2mx2m)、高解像度 (12bit) をユニットとする分布圧力フロアセンサを開発する。併せて歩行した人間の足部形状、体重、圧力中心軌跡、歩幅を計測するデジタルヒューマンウェアを開発する。この際に複数の人間が同時に歩いても計測できるようにシステムを開発する。次に各世代の男女数百人を本システムにより計測し、歩行の特性と床反力分布変化のデータベースを作成する。申請者らが開発したヒューマノイドロボットの歩行システムを応用し、人間を剛体多リンクモデルとして近似することで、観測したデータから人間の力学的パラメータ (身長、各部のリンク長・重量・慣性モーメント、歩行特性、安定余裕) を推定するシステムを開発する。最後にこれらの成果から、歩行している人間の推定および同定、安定性の評価、行動の計測を行うオンラインシステムとして統合する。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ユビキタスセンシング、圧力計測、人体運動、デジタルヒューマン

〔研究題目〕 次世代生体分子マルチカラーイメージング技術の研究開発

〔研究代表者〕 角田 慎一 (糖鎖工学研究センター)

〔研究担当者〕 平野 隆、市原 昭、森田 桂子

〔研究内容〕

各種生体分子の機能解明研究において、蛍光顕微鏡によるイメージングは今や必須の研究ツールである。しかし現在の技術では同時に解析できる対象分子は2~3種に制限され、複雑な生命現象の解明には力不足である。近年、半導体量子ドット (QD) と呼ばれる新規蛍光物質が開発され、それが従来の蛍光色素の欠点を克服しうるものとして期待されている。しかし、現在のところ、QD に最も期待されるマルチカラー解析に応える解析装置がないため、その有用性を発揮することができていない。そこで本研究では、QD の特性を最大限活用しうるイメージング技術の確立を目的に、共焦点レーザーイメージング技術とスペクトル解析技術に基づいた次世代三次元マルチカラーイメージングシステムの開発を目指

す。

本年度は、QD による細胞コンポーネントの標識技術の確立を試み、細胞骨格 (チューブリン)・細胞膜表面分子 (Her2) の染色に成功した。また、QD が従来の有機蛍光色素に比べ、極めて安定な染色性を示すことが確認できた。一方、解析装置として、蛍光顕微鏡に分光解析装置を組み合わせ、スペクトルイメージング解析装置を構築した。本装置により、蛍光標識サンプルのスペクトル解析および、それに基づいたイメージングが可能であることが確かめられた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 バイオイメージング、顕微鏡、半導体量子ドット

〔研究題目〕 超高速化学合成プロセス創製に向けた超臨界流体制御技術の開発

〔研究代表者〕 相澤 崇史 (超臨界流体研究センター)

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

〔研究内容〕

自然界に大量に存在する水や二酸化炭素を超臨界状態として機能化して利用するプロセスは、環境調和型プロセスとして注目を集めている。特に高温・高压条件 (400℃、40MPa) の超臨界水は、無触媒かつ秒オーダーの反応時間でカプロラクタムの合成が達成されるなど有望な結果が得られている。しかし、高温反応のため副反応を抑えられず、プラント化の障害となっており、革新的生産プロセス実現のためには、目的物を選択的に合成するための精密に制御された反応場を提供が必要である。そこで、本研究課題では、超臨界流体場の基質導入・混合状態を把握し、反応器の最適化及びコンパクト化を行う。即ち、反応場可視化観測システムを開発し、世界初の超臨界水の反応混合部の直接観測を行い、流れ・伝熱のメカニズムを解明し制御法の確立を図る。さらに、それらの知見を用いて設計・開発された流通式反応器を用いて、有望な反応の探索と条件の最適化を行い、既存プロセスを凌駕する生産性を達成する反応の提案を行う。これにより、脱有機溶媒の環境調和型、酸触媒を不要とした省資源型、大きな反応装置を必要としないエネルギー最小型の次世代化学合成プロセスの提案を図る。平成15年度は今後の研究に必要なツールの開発や検討を行った。具体的には混合部を直接観測するシステムの開発、急速昇温装置の検討、マイクロリアクター反応装置の開発である。また、既存の観測装置を用いて反応場制御の重要性を反応中間体への場の影響を検討することで明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超臨界流体、反応場観測、反応場制御

〔研究題目〕 光コンポーネント間の多自由度完全自動調芯

〔研究代表者〕 村川 正宏

(次世代半導体研究センター)

〔研究担当者〕 村川 正宏、野里 博和、緑川 裕輝

〔研究内容〕

本研究開発は、現在では技術者の経験と勘に頼っている光コンポーネント間の多自由度の接合工程を自動化及び時間短縮し、これにより光通信部品の低コスト化、高信頼化を実現することを目的とする。この接合工程は、精密位置合わせ（調芯）工程とその後の接着工程からなる。これらの自動化のために、人工知能の探索手法を用いた自動調芯アルゴリズム及び最適な接着方法を研究開発し、このアルゴリズムにより制御される精密自動調芯システムの開発を行う。この技術により、光ファイバ、多芯光デバイス、非球面レンズ、レーザーダイオード、フォトディテクタ等の複数の光コンポーネントを短時間で自動的に調芯、接合することが可能となり、高機能な光通信部品の低コストで提供できるようになる。これまでの研究開発で、(1)光導波路用6自由度自動調芯システムの構築、(2)ステッピングモーターを用いた低コストの光軸自動調整システムの構築、を行った。(1)のシステムを用いて、従来は熟練者でも30分程度必要であった工程を、遺伝的アルゴリズムを用いることにより自動化し10分程度に短縮した。また、(2)のシステムを用いて、従来手法に比べて2.5倍の精度で光軸を調整することができた。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 光ファイバ、遺伝的アルゴリズム、自動調整、自由度

〔研究題目〕 N_xO_y ガスへの紫外光照射により生成した活性化窒素／酸素を用いた SiO_2/SiC 界面形成技術

〔研究代表者〕 小杉 亮治（パワーエレクトロニクス研究センター）

〔研究内容〕

窒素と酸素を含む N_xO_y ガスを原料ガスとし、さらにこれを紫外線照射により分解し、強力な酸化力を有する原子状酸素を生成することによって酸化膜/ SiC 界面の形成を行う。これは、原子状酸素という新たな酸化種による SiC 熱酸化の試みと、パッシベーションの役割を果たす窒素原子が混在する雰囲気中で、良好な酸化膜/ SiC 界面の形成を狙うものである。

年度進捗：

平成13年度は O^* および N_xO_y (NO 、 N_2O 、 NO_2) ガス雰囲気中で高温（1200℃以上）・減圧（0.05-760 Torr）下の酸化プロセスを可能とするコールドウォール型熱処理装置の開発・製作を行い、その動作確認を行った。平成14年度は本装置を用いて O^* による4H- SiC の

酸化について調べ、効果的に O^* を供給する酸化条件を見出し、さらに界面欠陥の低減には1000℃以上の高温プロセスが必須であることを明らかにした。平成15年度は Ar 希釈した NO (Nitric oxide) 中でのポストアニール (POA: Post-oxidation annealing) による MOS 界面形成に着手し、界面準位密度 (Dit)、ホットキャリア耐性 (MOS 界面の信頼性) および MOSFET のチャネル移動度が POA 処理における NO 濃度に強く依存し、その濃度は2-5%という最適な濃度範囲を持つことを見出した。また耐圧構造を有する縦型 MOSFET の作製プロセスを確立し、耐圧1.7kV を有する縦型 MOSFET の動作を確認した。

〔分野名〕 エネルギー・環境技術

〔キーワード〕 炭化珪素、MOSFET、MOS 界面

〔研究題目〕 SiC 超低損失パワーデバイス実用化のための低温プロセス開発

〔研究代表者〕 田中 保宣（パワーエレクトロニクス研究センター）

〔研究担当者〕 田中 保宣、小杉 亮治、西澤 伸一、加藤 智久

〔研究内容〕

現在のパワーデバイスのベースとなっている Si を用いる限り、電力変換の際に発生する電力損失の低減は、その物理的特性の限界により不可能であり、他の半導体材料を用いる以外手段はない。ワイドギャップ半導体である SiC はその物理的特性が Si よりも優れており、更なる低損失化を実現するための材料として注目されている。しかし、 SiC 単結晶成長やデバイスプロセスにおいて莫大なエネルギーが消費されるため、大電力を消費しながら低損失デバイスを作製するという矛盾が生じている。即ち、 SiC パワーデバイスの実用化にはその作製プロセスの簡略化、言い換えればプロセスの低温化が絶対条件となる。現状で SiC デバイスプロセス上問題点となっている、(1)単結晶基板成長技術、(2)エピタキシャル膜成長技術、(3)イオン注入技術に関して新たな低温技術を開発する事により SiC パワーデバイスの実用化を図る事が本研究の目的である。

従来のイオン注入技術では、注入後のドーパント活性化のために1600℃以上という超高温でのポストアニール処理が必要であったが、エキシマレーザアニール法においてレーザ照射条件に工夫を加えることにより、従来の熱アニール処理と比較して極めて低温（800℃）で不純物を電気的に活性化することに成功した。この手法は n 型、p 型両方のドーパントに有効であることを確認した。

従来のエピタキシャル成長では、1600℃以上という高温環境が必要不可欠であったが、プラズマ CVD 法を用いることにより970℃という低温での4H- SiC のホモエピタキシャル成長に成功した。

水素イオン注入・ウェハ接着技術を用いることにより SiCOI 基板の作製に成功した。水素イオン注入のエネルギー・ドーズ量、酸化方法、表面処理等すべての処理条件を最適化することにより、初めて SiCOI 基板を作製することが出来る事が分かった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕SiC、パワーデバイス、超低損失、エキシマレーザアニール、プラズマ CVD 法、SiCOI 基板

〔研究題目〕高温触媒体により生成された水素／重水素ラジカルを用いた SiC MOS 界面及び SiC 酸化膜の高信頼性化技術

〔研究代表者〕先崎 純寿（パワーエレクトロニクス研究センター）

〔研究担当者〕加藤 智久、福田 憲司

〔研究内容〕

1) 目標

本研究では、高温触媒体への接触分解によって生成される反応性に富んだ水素／重水素ラジカルを用いた SiC MOS 界面及び SiC 酸化膜中欠陥の終端処理の低温化を第1の目的とする。水素／重水素ラジカルは、原子状態であるので非常に反応性に富み、処理温度の低温化が図れる。また、欠陥終端種として重水素を用いることにより、SiC MOS 界面特性及び SiC 酸化膜絶縁耐圧を劇的に向上させ、高信頼性 SiC 酸化膜形成技術の実現化を第2の目的とする。

2) 研究計画

昨年度に作製した高温触媒体を使用した水素／重水素ラジカル生成装置を用いて、500℃の処理温度での水素ラジカルによる SiC MOS 界面及び SiC 酸化膜中の欠陥終端プロセスの開発を試みる。また、SiC 酸化膜の信頼性と SiC エピタキシャル層転位欠陥との相関関係について評価を行う。

3) 研究進捗状況

高温触媒体による水素／重水素ラジカル生成装置を用いて生成された水素ラジカルを SiC MOS キャパシタに照射することによって500℃の低温処理でも SiC MOS 界面欠陥の水素終端が可能となり、界面単位密度の低減及び SiC 酸化膜の絶縁性を向上させることに成功した。SiC 酸化膜の信頼性と4H-SiC エピタキシャル層に存在する転位欠陥との相関関係について評価した。その結果、以下に挙げるような SiC 酸化膜の信頼性を劣化させる要因を明らかにした。第1の要因として「SiC 酸化膜形成領域内での面内転位の存在」が挙げられ、他の種類の転位欠陥が存在しても選択的に面内転位の部分で SiC 酸化膜の絶縁破壊が生じることを見出した。第2の要因として、「SiC 酸化膜形成領域内に存在する転位欠陥総数」が挙げられる。転位欠陥総数の増加に伴い、MOS キャパシタの

QBD 値が低下することを明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕炭化珪素、水素／重水素ラジカル、酸化膜絶縁破壊

〔研究題目〕血液自身を潤滑液とした血液循環補助装置

〔研究代表者〕丸山 修（企画本部）

〔研究担当者〕丸山 修、山根 隆志、西田 正浩

〔研究内容〕

高齢者が多くかつ移植ドナーの少ない我が国では、体内埋め込み型人工心臓の必要性が高い。拍動式の埋め込み型人工心臓はすでに実用化されているが、使用者の肉体への負担軽減のために、さらに小型の回転式人工心臓が希求されている。2001年7月米国で20年ぶりに拍動型全置換人工心臓の臨床応用が再開し、また小型が特徴である回転式人工心臓（DeBakey VAD、Jarvik-2000）も欧米での治験がすでに150例を超え、小型人工心臓が本格的実用化へ向けて動き出した。小型化の見地からは上記の回転式ポンプが適している。本研究では新たに開発される革新的要素技術、すなわち流体動圧軸受を採用することで、2年以上の連続使用可能な回転式小型人工心臓を開発する。血液適合性評価は動物実験のみに頼らず、マイクロカプセル模擬血液を開発応用することで、評価を加速実施する。

本年度の研究の結果、動圧軸受については、圧力分布設計により8μmの赤血球にたいし30μm以上の浮上距離を実現した。溶血模擬血液については、マイクロカプセル膜の分子設計・粒径制御を行い、市販血液ポンプに対して動物血の試験成績の順序が一致するところまで到達した。開発された動圧軸受を応用し、2年間以上の連続使用を目標とした、遠心・軸流混合型血液ポンプについては、体積160ccのサイズを達成した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕動圧軸受、血液ポンプ、流れの可視化、模擬血液

〔研究題目〕表面処理による高分子材料へのアパタイト形成能の付与

〔研究代表者〕大矢根綾子

〔研究担当者〕大矢根綾子、横山敬郎

〔研究内容〕

<目標>

高分子材料に高いアパタイト形成能を付与するための簡便な表面処理法を確立する。また、得られた材料の力学的、及び生物学的性質を評価することにより、同材料の生体材料としての有用性を示す。

<研究計画>

1年次（H15年10月～H16年9月）：種々の組成及び形状の高分子材料表面に、リン酸カルシウム過飽和水溶液

中でアパタイト層を形成させるための簡便な手法を確立する。過飽和溶液としては、ヒトの体液とほぼ等しい無機イオン濃度を有する水溶液（擬似体液）中を使用する。なお、擬似体液中でその表面にアパタイトを形成する材料は、体内でも同様にアパタイトを形成し、それを介して骨と結合することが確かめられている。

2年次（H16年10月～H17年9月）：1年次に開発した手法を用いて、種々の高分子基材表面に厚さ10 μ mのアパタイト層を形成させ、アパタイト層と基材間の接着強度、及び剥離機構を調べる。さらに、前処理による高分子基材の表面構造変化が、アパタイト層と基材間の接着強度及び剥離機構に与える影響を明らかにし、同接着強度を向上させるための手法を確立する。以上の研究により得られる試料の生体親和性及び生体活性を、*in vitro*（細胞試験）及び *in vivo*（動物試験）で評価する。これにより、本研究で得られる材料の生体材料としての有用性を示す。

<年度進捗状況>

エチレンービニルアルコール共重合体、ポリカプロラクトン、ポリ-L-乳酸、ポリエチレン、及びポリエチレンテレフタレートにアパタイト形成能を付与するための表面処理法について検討を行い、以下の知見を得た。

- ・親水性高分子、または親水化処理された高分子をカルシウム水溶液、及びリン酸水溶液で処理することにより、同試料表面にアパタイトの前駆体であるアモルファスリン酸カルシウムナノ粒子を固定することができる。
- ・上記処理された試料は、擬似体液中またはリン酸カルシウム過飽和溶液中で6時間以内にその表面にアパタイト層を形成する。
- ・本処理法によれば、平板状基材だけでなく複雑な三次元構造を有する基材にも、アパタイト形成能を付与することができる。

本課題で開発された高分子の表面処理手法により、前述の全ての高分子材料にアパタイト形成能を付与することができた。擬似体液中で高分子表面にアパタイト層が形成されるまでに要する時間は24時間であった。この結果は、本法により表面処理された高分子材料の生体活性（体内で骨と直接結合する性質）が、生体活性チタン金属（人工骨として神戸製鋼より厚生省認可申請中）のそれと同等に高いことを示している。また本法によれば、平板状基材だけでなく、複雑な三次元構造を有する基材にもアパタイト形成能を付与することができた。すなわち、本研究により、種々の組成及び形状の高分子材料に、高いアパタイト形成能を付与するための簡便な表面処理法を確立することができた。すでに本成果についての特許申請を行い、論文1報を国際的学術論文誌に発表済、1報を投稿中、1報を作成中である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 高分子、アパタイト、表面処理、擬似体

液、リン酸カルシウム

－助成金（その他）－

【研究題目】 認知科学オントロジーの協調的構築に関する研究

【研究代表者】 橋田 浩一

【研究担当者】 橋田 浩一、長尾 確、松原 仁

【研究内容】

本研究は、「認知科学辞典」の電子化および認知学会における共有を通じて、認知科学に関するオントロジーを研究者のコミュニティ全体による協同作業によって作成・修正・拡張する体制を構築し、以て知の社会的な共有と共創の基盤技術および組織的な方法論を確立することを目的とする。

平成15年度は、「認知科学辞典」のXML等に基づく基本的な構造化を行ない、認知学会における公開の準備を進めた。

「認知科学辞典」のXML化においては、各項目の構造や索引等のリンク情報をXMLによって構造化した。書籍版の辞典の印刷に用いた電子データは本文中の索引語等の情報を含まないため、辞典の電子化に際しては、そうした構造を反映する完全なデータを作成した。具体的には、印刷用データ中の項目の説明文の中から索引語の生起を自動抽出した上で、それらを人間がチェックして索引に含めるべきものを選定し、認知科学オントロジーの初版を作成した。また、図、表、数式をSVGに基づいて記述し直し、さらにスタイルシートを作成して辞書のコンテンツをわかりやすく表示できるようにした。

「認知科学辞典」の構造化により、検索およびブラウジングの利便性が大幅に高まった。すなわち、WWWのインタフェースを通して辞典の各項目をキーワードに基づいて簡単に検索できるようになり、かつ図表や数式も見やすくかつ高速に表示できるようになった。こうして、「認知科学辞典」を認知学会を中心とするコミュニティに公開する準備が整った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 オントロジー、小項目辞書、コンテンツの共創

【研究題目】 廃発泡スチロールの接触分解による有機溶剤、BTXの回収

【研究代表者】 小寺 洋一（エネルギー利用研究部門）

【研究担当者】 小寺 洋一

【研究内容】

各種事業所から排出される廃発泡スチロールの資源化処理について、生成物の高付加価値化による事業収益性の一層の向上を目的にベンチプラントによる運転研究を行った。重点的課題は、廃発泡スチロールの接触分解（触媒を利用した分解）の反応制御技術を確立し、BTX、エチルベンゼン等の選択的製造の実用化に目処

をつけることである。

水平移動床方式熱分解装置を用い、プラスチック、硅砂、および触媒の混合試料を用い、プラスチックを固形のまま分解装置に直接投入して接触分解反応を行うことに成功した。安価で改質に適した触媒としてのシリカアルミナ触媒などを検討し、熱分解での主生成物であるスチレンをベンゼンやトルエンあるいはエチルベンゼンなど有用化学原料に変換することが可能になった。

発泡スチロール分解改質の商業機設計と経済性試算に不可欠な投入エネルギーについても実験データを得た。装置温度の維持、熱媒体の硅砂の加熱、プラスチックの変化、のそれぞれに消費されるエネルギーを、一連の実験条件で電気ヒーターの電気消費量から測定した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】発泡スチロール、資源化、水平移動床、接触分解

【研究題目】化学物質の安全性評価法に関する発達期の学習・記憶試験の開発(2)

【研究代表者】瀧田 正寿(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】瀧田 正寿

【研究内容】

近年、少子化傾向が著しい一方、注意欠陥／多動性障害(ADHD)などに代表される子供の問題の報告は急増しており、国の将来を危ぶむ声がある。また、ADHD比率の高い先進国を中心に、様々な摂取経路の想定できる化学物質が、子供の学習・記憶の発達に影響するのではないかと世界中で疑問と不安を生じている。化学物質の神経発達への影響を総合的に見直すことが社会的に要請されて、米国環境保護庁(EPA)と経済協力開発機構(OECD)は、発達神経毒性テストガイドラインを近年制定し、発達期の学習・記憶検査実施の重要性を説いている。しかし、具体的な試験方法の記載がなく、検査現場は困惑している。若成熟動物を対象とする学習・記憶試験は多種多様開発されているが、限られた発達期間内に多数の検査と並行して実施できる信頼性のある学習・記憶試験はない。

本研究では、信頼性のある学習・記憶試験法の確立を目指し、前年度より取り組んできた試験法を開発した。さらに開発した試験法について、学習・記憶・情動と強く関わる前頭前野・海馬・扁桃体とその間の神経連絡(3部位3連絡)を機能不全にした実験群と偽手術群を対象(計12群)として試験法の検出能について検査した。これまでに解析を負えた6群の結果では、機能不全効果の差異が簡便に検出されることが示されており、本試験法が有望であることを認めた。

次年度以降、解析例を増やし本試験法の有効性を確認する予定である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】少子化、発達、学習、記憶、情動、注意

力

【研究題目】近接場光学顕微鏡を用いた局所陽極酸化修飾による軽金属表面の極微細加工と微小光学素子形成・評価への応用

【研究代表者】小貫 哲平

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】小貫 哲平、時崎 高志

【研究内容】

原子間力顕微鏡(AFM)など走査プローブ顕微鏡(SPM)の探針を電極として利用することで、試料-探針間への電圧印加により、試料表面の吸着水(大気中の水分)から生じる反応種(OH⁻など)を介した酸化反応によって、探針先端径程度のサイズの加工ができる(局所陽極酸化)。我々はこの加工技術をSPMの一種である近接場光学顕微鏡(SNOM)により行う研究開発を進め、加工と同時に光による局所的な観測を行う技術の確立と、材料加工特性の評価や素子作製のための微細加工技術への転用を目指して研究を進めた。

湿度制御機構を新たに加え、同一湿度下での実験を可能とした。Ti、Alなど陽極酸化が容易な金属(バルブ金属)に加えて、Ag、Mn、Sbなどの各種材料への加工・観測を行い、加工特性・光学特性について調べた。

SNOM探針を用いて室温24℃、相対湿度30~40%の環境下でTi、Alへの安定した酸化加工が確認され、パターン幅300nm、印加電圧(0-50V)に対して線形の関係(2~3nm/V)の厚さの酸化物が形成されることを凹凸測定と透過光測定から確認した。特に電圧印加時間の条件が速い変化(>10V/s)と遅い変化で、酸化反応の律速過程によると思われる酸化物の形成機構に差異が確認された。その他の金属でも酸化加工できることは確認されたが、パターン寸法にバラツキがあるなど、不安定な加工特性が確認され、試料による加工特性の違いが新たに確認された。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】走査プローブ顕微鏡、陽極酸化、微細加工

【研究題目】瀬戸内海の底質移動シミュレーション

【研究代表者】星加 章(海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】星加 章

【研究内容】

瀬戸内海全域において10kmメッシュで採取した海底泥試料の中央流径、淘汰度、歪度のデータを用いて海底泥の移動方向を推定し、さらに数値モデルから海底摩擦応力を計算し、両者の結果を総合化して、海底泥の輸送経路を瀬戸内海全域で明らかにする。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海砂利採取、海砂利資源、数値シミュレーション

〔研究題目〕人間の力覚感覚特性を利用した非接地型力覚呈示デバイスの開発

〔研究代表者〕中村 則雄（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕中村 則雄

〔研究内容〕

次世代マルチメディアと関連して五感を用いたマルチモーダル・インターフェイスが注目されており、特に、触力覚感覚を用いることで従来型インターフェイスの操作性や情報の知覚・理解を向上させえると考えられている。触力覚感覚に対する従来技術では、ピンやマニピュレータアームなどによるものが主流であるが、装置につながることで身体の動きが拘束されたり装置が大きくなるなどモバイルでの利用に適していない。

本研究では、仮想物体の形状や表面粗さなどの触覚感覚をモバイル機器において提示するために、非接地・非身体内ベース状態でトルク・応力・振動感覚を提示できるカートルクハイブリッド6自由度触力覚感覚提示デバイス（力覚フィードバック付き3D マウス）の開発を目標としている。

本年度は、人間の力覚感覚特性を利用し、ツイン偏心回転子を用いて2つの回転子を同期制御することで、トルク感覚に加えて力感覚も同時に任意の方向に自在に提示できる新しい動作原理を発明した。これを先行研究で開発した非接地型・トルク感覚提示デバイス“GyroCube”に応用したカートルクハイブリッド型力覚感覚提示デバイス“GyroCubeStick”のプロトタイプの開発を行っている。現在は力2次元・トルク1次元の3自由度の感覚であるが、これを各々3次元に拡張することで、非接地・非身体ベース型の並進・回転の6自由度力覚感覚提示機が実現される。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕3D マウス、力覚フィードバック、非接地、ジャイロ

〔研究題目〕多軸プレスによる Mg 合金のネットシェイプ成形技術の開発

〔研究代表者〕初鹿野寛一（機械システム研究部門）

〔研究担当者〕清水 透

〔研究内容〕

展伸用マグネシウム合金、AZ61を用いて、ひずみが50%以上でも破壊せずに変形する温度を調べるため、変形速度を0.5mm/minの一定にし、室温から300℃まで変化させて圧縮試験を行い、歪みと圧縮荷重を計測してマグネシウム合金の変形挙動を調べた。

破壊しない試験片は太鼓形の変形をせず、上端部が下端部よりも広がるマッシュルーム形の変形をするので太鼓形とマッシュルーム形の変形条件について調べた。

さらに、健全な加工を行う条件を見いだすため、多軸プレスを用いて温度、背圧、変形速度等を変えて十字形部品の温間側方押し出し加工を行い、各パラメーターが製

品に及ぼす影響について検討した。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕マグネシウム合金、ネットシェーブ加工、多軸試験機

〔研究題目〕水晶振動子を用いたベンゼン類・ダイオキシン類の簡易・迅速測定法の開発

〔研究代表者〕黒澤 茂（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕黒澤 茂、三浦 英之、高橋 宏和

〔研究内容〕

水晶振動子を情報変換素子に用い、環境中に排出されたベンゼンやダイオキシン類の高感度簡易測定技術を開発し、当該センサーに係る使用条件を明らかにする。本装置により、ベンゼンの環境モニタリング調査及びダイオキシン類排出削減に用いる環境リスク対策の要素技術を検討する。当該年度は、プラズマ重合により、ベンゼン類のガスに対する分子選択吸着膜の合成条件と水晶振動子による薄膜のガス分子認識能の評価方法を検討した。プラズマ重合スチレン膜被覆水晶振動子による簡易型センサーでのベンゼン類のガス認識能について明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕水晶振動子、ガスセンサー、プラズマ重合

〔研究題目〕細胞内に硝酸性窒素を蓄積するイオウ酸化細菌を用いた硝酸性窒素除去技術の開発

〔研究代表者〕左山 幹雄（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕左山 幹雄

〔研究内容〕

近年、細胞内に硝酸性窒素（NO₃⁻-N）を高濃度（15-800mM）に蓄積する特異なイオウ酸化細菌（Nitrate Accumulating Sulfur Oxidizing Bacteria, NA-SOB）が、世界中の様々な水界生態系に広く生息しており、地球規模での窒素循環に対して大きな影響を与えていることが明らかになってきた。東京湾にも、堆積物表層に NA-SOB が高密度の微生物膜を形成しており、その特異な窒素代謝により東京湾全体での窒素循環や富栄養化の進行に大きな影響を与えていることが明らかにされつつある。本研究では、堆積物表面に NA-SOB の微生物膜が形成されている未攪乱堆積物コアを東京湾より採取し、それをそのまま実験室条件下で維持・培養できる実験系を開発する。そしてその実験系を用いて、NA-SOB の個体群動態及び窒素代謝メカニズムの解析を行い、それらを調節している環境要因を明らかにする。そしてそれらの知見にもとづき、NA-SOB を用いた排水中の硝酸性窒素の新たな生物学的除去技術を開発する。平成15年度は、NA-SOB の培養実験系を構築し、排水中の NO₃⁻-N を NA-SOB の細胞内に取り込ませること

により、 NO_3^- -N の除去と同時に排水中の硫化水素 (H_2S) も除去し無害化することができることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオウ酸化細菌、硝酸態窒素、窒素循環

【研究題目】廃電子機器や廃自動車からのシュレッターダスト中に含まれているプラスチックの分離・回収技術の開発

【研究代表者】加茂 徹 (エネルギー利用研究部門)

【研究内容】

本研究では、廃電気電子機器中の基板や筐体および自動車シュレッターダスト中のプラスチックを溶媒熱分解法で可溶化させ、有害な重金属を比重分離し、塩素や臭素等のハロゲン類を安定で安全な無機塩として回収する技術を開発することを目指す。

1. 脱ハロゲンおよび金属の比重分離を主目的とした可溶化槽の温度・時間および溶媒の環流比を最適化させる。
2. 廃プラスチックから溶媒処理に適した溶媒を製造する。
3. 生成物中の残留ハロゲン濃度を低減化させるための安価で高活性な触媒を開発する。
4. 水素供与性が低い溶媒を用いた場合の脱ハロゲン化反応を検討する。

【分野名】

【キーワード】リサイクル、廃プラスチック、溶媒分解、脱ハロゲン

【研究題目】短パルス光反応によるバラスト水中の有害生物除去システムの開発

【研究代表者】小比賀秀樹 (海洋資源環境研究部門)

【研究担当者】内海 明博、矢野 哲夫

【研究内容】

流海水中の珪藻類への短時間レーザー照射のダメージ効果について評価した。海洋環境に悪影響与える化学物質等を用いない方法として、短パルス光によるバラスト水中を模した流水中の有害生物除去技術の有効性を評価することを目標として、珪藻等を加えた濾過海水の流水中に短パルス光照射した場合のダメージについて、定量評価を行った。

流海水中の珪藻類への短時間レーザー照射のダメージ効果を評価した。直径25mm、長さ500mm のガラス管に珪藻を含む海水を流しながら軸方向に短パルスレーザー照射によるダメージを実験室的に調べた。レーザービーム径 ($0.1\text{J}/\text{cm}^2$ 、5ns、10Hz) を21mm とし、流速5L/h とした。複数の珪藻に対し、70~90%以上の死滅率を示した。また、生き残った珪藻についても成長の遅れが観察された。流水中の生物に対しても短パルスレーザーによる高いダメージ効果が確認できた。レーザー照射による静止

水中での生物ダメージ評価において、微生物よりも珪藻類、フジツボ幼生の順で、短時間、低エネルギーで顕著な効果が認められており、流水中のフジツボ幼生に対しても、短時間、低エネルギーで付着防止効果が期待できる。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海洋環境、バラスト水、有害生物除去、短パルス光

【研究題目】Y2H 法を用いた新規タンパク質 MDP77 の骨格筋におけるカウンターパートナーの探索

【研究代表者】藤森 一浩 (人間系特別研究体)

【研究担当者】藤森 一浩、植田 淳子

【研究内容】

(目標)

mdp77 遺伝子はニワトリ除神経脚筋より見出された新規遺伝子で、遺伝子はヒトゲノム上で6q.23に位置することから、拡張型心筋症との原因遺伝子である可能性があるが、これまで生体内における機能は不明であった。そこで、本研究課題では、MDP77蛋白質の細胞内において相互作用する分子 (カウンターパート) を Yeast Two Hybrid (Y2H) 法を用いて探索し、生体内における MDP77蛋白質の機能解明を目標とする。

(計画)

Y2H 法のために、ヒト mdp77相同遺伝子をヒト骨格筋よりクローニングする。Mdp77は3つの coiled-coil 構造を持つため、それぞれの部分配列および全長配列を bait とし、ライブラリスクリーニングを行い、相互作用する分子を単離する。得られた候補分子と MDP77の 1:1相互作用、相互作用部位を明らかにするために、1:1での Y2H 法、免疫沈降法、GST pulldown アッセイを行なう。最後に、培養細胞において MDP77および相互作用分子が細胞内で共局在することを、蛍光蛋白質融合蛋白質あるいは免疫組織化学法を用いて明らかにする。

(成果)

Y2H 法によるライブラリスクリーニングの結果、MDP77と相互作用する候補分子として5種類の分子が得られた。そのうちの1つはキネシンモーター蛋白質遺伝子群の一つである KIF1C であった。KIF1C はやはり coiled-coil 領域をもった蛋白質で心筋・骨格筋に多いことが知られており、MDP77と相互作用する可能性があることが予想された。実際、1:1Y2H 法、免疫沈降法、GST pulldown アッセイによってタンパク質相互作用することを明らかにした。さらに、この相互作用は、MDP77の C2-C3領域、KIF1C の C1-C2領域であることを明らかにした。さらに、MDP77と KIF1C はヒト培養細胞 HeLa において、共局在することを明らかにした。以上により、MDP77は細胞内において KIF1C と相互作用しうることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】MDP77、骨格筋、拡張型心筋症、
Yeast Two Hybrid 法、蛋白質相互作用

【研究題目】非酸化粒子の直火製法に関する研究

【研究代表者】高尾 泰正（セラミックス研究部門）

【研究担当者】高尾 泰正

【研究内容】

新規火炎製法の、研究室レベルの基礎的検討と、シリカファイラーに関する検討をおこなった。まず、開発してきた球状窒化アルミニウム粒子の生成機構について、反応器条件（例えば火炎の還元率、水蒸気分率、窒素またはアンモニア分率、酸素分率、反応ガス温度、外部加熱併用の有無、上方・下方気流の差異）による粒子特性（例えば生成組成、結晶性、粒子形状、粒子径分布、収率）の高制御化や反応機構の明確化について、合成装置スケールアップによる反応促進や反応場安定化の基礎データ確立をめざし、検討を進めた。また、シリカファイラーに関する成果として、粉体全体に含まれる小粒子径成分の割合と、大粒子径の粒子1個の表面に付着した小粒子径成分の割合とを、電気的検知帯法のオリフィス径による検知範囲制御で検出する方法を考案し、低倍率及び高倍率の画像解析で検証した。その結果、新手法で検出した新しい粒子モルフォロジー評価指標により、既往指標（平均粒子径、BET 比表面積、粒子径分布の均等数）の粒子-樹脂混合系のレオロジー特性との矛盾問題が解消し、粒子系特性を精密に評価できた。評価法の基礎的現象の実験を進め、日本セラミックス協会誌に受理された。更に PCT 特許化を検討すると共に、有償技術開示契約を締結し、知的財産化に努めた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】化学炎法、窒化アルミニウム、シリカ、
ファイラー

【研究題目】層状複水酸化物とのナノコンポジット化によるプラスチック難燃化の基礎研究

【研究代表者】日比野俊行（環境調和技術研究部門）

【研究担当者】日比野俊行、大矢 仁史、西須 佳宏

【研究内容】

プラスチックに用いられる臭素系難燃剤は、ダイオキシン発生懸念から、その代替剤開発が望まれて久しい。本研究では、層状複水酸化物（LDH）をプラスチックとナノレベルで複合化することによってポリマーの諸特性を落とすことなく、LDH が広い温度領域で熱分解によって水を放出する特長を利用して難燃化を図るための基礎検討を行う。具体的には、ナノレベルで複合させるために、層状化合物である LDH を、層間で剥いだナノシート状態にする技術の基礎検討、および水溶性ポリマーとの複合化と評価方法の基礎検討を行う。本年度は、本研究グループで開発していた、ホルムアミド溶媒

中でナノシートに剥離する様々なアミノ酸を含有した LDH を含めた各種 LDH の分析を行った。夾雑する炭酸イオンと分離してアミノ酸含有量を測定する方法を検討・発展させ、アミノ酸量のみを精度よく測定し、他の含有元素の測定と併せて化学分析を行った。その結果、層間剥離とアミノ酸含有量には相関関係が存在し、一定量のアミノ酸含有量のときに層間剥離が発現することを見出した。また、層間剥離には層間水の存在が不可欠であることが、LDH の経時変化の過程観察で確認された。経時変化によって層間剥離性が劣化した場合の回復法の検討を行い、有効な方法を見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】難燃剤、層状複水酸化物、プラスチック、
ナノコンポジット、代替剤

【研究題目】海跡湖の年縞堆積物を用いた巨大津波イベントの高精度編年へのアプローチ

【研究代表者】七山 太（海洋資源環境研究部門）

【研究担当者】七山 太

【研究内容】

北海道東部太平洋沿岸域は、千島海溝に面する本邦屈指の地震津波の多発地帯である。過去50年間だけを見ても、1952年十勝沖地震（Mt8.2）、1973年根室沖地震（Mt8.1）、2003年十勝沖地震（Mt8.0）といったマグニチュード8クラスの巨大地震が起きており、その都度多大な津波被害をもたらしてきた。しかし、北海道東部への和人の入植は歴史的に遅れていたため、同地域の19世紀以前の古地震・津波記録は皆無である。その一方で、本地域には縄文海進以降に生じた沿岸湿原や海跡湖が人工改変を被らないまま保存されており、同地域において津波堆積物に関する様々な研究が活発に行われてきている。釧路市春採湖は道東太平洋沿岸の海跡湖の一つである。本年度2月に行われた水上ボーリングコア採取ならびにその後のコアの高精度解析の結果、春採湖コアは沖積層のみからなり、(1)基底部には干潟堆積物、(2)中位には内湾成堆積物、(3)上位には現在の春採湖の形態が成立してから生じた湖沼堆積物、(4)最上位には現世の炭滓を含むヘドロ層が累重する。このうち(2)と(3)には明瞭なラミナ（年縞？）の発達した褐灰?黒灰色の珪藻質粘土層と粗粒な砂礫層の繰り返しから構成される。前者は湖沼-内湾域に定常的に堆積した細粒堆積物であり、珪藻化石を多量に含んでいる。後者は主に海成起源の碎屑粒子から構成されるイベント堆積物であり、明瞭な浸食基底と級化構造をもつ。さらに軟 X 線写真観察によるならば、イベント堆積物は5つの division に区分され、下位より Tsa（中～細礫相）、Tsb（各種 bed form が発達する中～細粒砂相）、Tsc（偽礫密集相）、Tsd（シルト・細粒砂細互相）、Tse（植物片を伴う不淘汰なシルト相）の順に累重する。春採湖においては、このようなイベント堆積物が過去9500年間に22層確認され、再来

間隔は約430年（浸食によるイベント堆積物の欠落を考慮するならば430年以上）と概算される。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕釧路市、春採湖、巨大津波、津波堆積物、古地震、千島海溝

〔研究題目〕アニオン交換能を持つリン酸塩を用いた新しいDNA技術の研究

〔研究代表者〕藤原 正浩（人間系特別研究体）

〔研究担当者〕藤原 正浩

〔研究内容〕

DNA は生体の遺伝情報等を支配する生物の最重要材料であるが、それと同時に分子エレクトロニクス、分子コンピューター等の新しい機能材料としての利用の可能性も近年見いだされ、活発に研究がなされている。DNA の構造分析や利用は21世紀の最重要技術と考えられているが、その構造は約2ナノメートルの径を持つ長大なポリマーであり、ワトソン・クリックモデルが正しいとしても、観測的に同定することは決して容易ではない。一方、メソポーラスシリカに代表されるメソポーラス化合物は数ナノメートルの規則正しい細孔空間を有する固体化合物である。したがって、この固体材料の持つ空間とDNAとは大きさにおいてよく適合しており、両者の相互作用あるいは包摂現象が起これば、DNAのナノ・分子レベルでの新しい解析・利用技術を創出できる可能性がある。本研究では、DNAがポリアニオンであることに注目し、カチオンの性質を持つアニオン交換性メソポーラス体等とDNAとの相互作用を検討する。産業技術総合研究所で開発した新規アニオン交換能を持つリン酸塩は、DNAの包摂材料として有力な化合物である。また、メソポーラスシリカとの相互作用についても研究する。特にシリカやガラスは、高塩濃度条件（カオトロピック）で選択的にDNA等の核酸を吸着することが知られており、現在のDNA分離技術の根幹となっており、本現象のメソポーラスシリカへの展開は興味を持たれている。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造、ライフサイエンス

〔キーワード〕DNA、メソポーラスシリカ、ナノ空間

〔研究題目〕有害大気汚染物質の光触媒分解技術の開発に関する研究

〔研究代表者〕松沢 貞夫（環境管理研究部門）

〔研究担当者〕松沢 貞夫、根岸 信彰、佐野 泰三、竹内 浩士

〔研究内容〕

自動車や各種事業所等の小規模発生源から排出される比較的低濃度の有害大気汚染物質を高効率、低コスト、かつ省エネルギー的に分解・処理するため、この目的を達成できる可能性の高い光触媒技術に基づく浄化方法を

開発し、環境保全並びに企業活動等の円滑な推進に資する。具体的には、各種の汚染物質・化学物質の光触媒による分解性を評価し、表面改質など必要な高性能化を施すとともに、光触媒を固定化した浄化材料を開発する。この材料を用いて、太陽光利用の省エネルギー型浄化技術〔パッシブシステム〕及び小規模分散型発生源対応の浄化技術〔アクティブシステム〕の両方を開発する。分解性評価関係では、トルエンの分解が100℃以上の高温下、白金担持TiO₂を用いて行った場合高効率であることが室内実験で明らかになり、さらに屋外での太陽光集光装置を用いた実験でも室内実験と同等であることが確認された。温度は200℃前後まで到達することが好ましいが、中間生成物が光触媒表面に留まるように工夫すれば、それ以下の温度でも十分に分解できる。浄化材料に関しては、今回、無機系および有機系基板材料を用いて酸化チタン（TiO₂）のコーティング法を検討し、幾種類かの有望なものが見出された。ガラス基板にコーティングした透明薄膜光触媒は、日本側のものは膜厚があり大気浄化能が期待できるが、台湾側のものは膜厚を厚くする工夫が必要であった。台湾側でも来年度からフィールド試験が始まるので、日本側で作製された光触媒材料を試す良い機会となる。試験を行うと様々な問題点が見出されるであろうが、低コストで効率の高いシステムを目指し改良していく。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕酸化チタン、光触媒、空気浄化、大気汚染物質、VOC

〔研究題目〕近接場領域におけるナノ微粒子の動的特性に関する研究

〔研究代表者〕古屋仲茂樹（環境調和技術研究部門）

〔研究内容〕

レーザー光放射圧を利用した微粒子のマクロマニピュレーションに関する既往の研究の多くはいわゆる光トラップを目的とするものであるが、微粒子に作用する光放射圧ベクトルが粒子-媒体間の相対屈折率や粒子形状等の粒子物性に強く依存することが確認されており、こうした光放射圧の特性はレーザービーム照射光学系を変更することによって、従来にない特徴を有する微粒子選別技術を実現できる可能性を示唆している。しかし、微粒子操作に有効な光放射圧は通常は集光スポットのごく近傍でしか発生しないため、本分離法を実現するには粒子輸送のスループットを増大させる方法を見出すことが重要である。本研究ではこうした観点から弱収束したガウシアンビームを高速で繰り返し走査することによるスループットの改善効果について実験的に検討した。純水中に分散した透明誘電体粒子を対象として、レーザー光出力、レーザービームの走査幅、走査周波数がスループットに及ぼす影響について調査するとともに、独自に設計した粒子分離用フローセルを用いて、粒径数百nm

～数 m の人工ダイヤモンド微粒子と黒鉛微粒子の光放射圧分離を試みた。その結果、出力数 W クラスの可視レーザーを光源とした場合、この集光ビームの開口比、走査幅、走査周波数をそれぞれ、約0.03、約0.2mm、約25Hz に設定すると、粒子移動距離の差に基づいてダイヤモンドをグラファイトから分離回収することが可能であり、その際の粒子輸送スループットは、固定ビームを用いた際の約1.7倍に達することが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 微粒子分離、レーザー光、放射圧

〔研究題目〕 特別養護老人ホームにおける介護支援のためのセンサ・ネットワークに関する研究

〔研究代表者〕 堀 俊夫（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕 堀 俊夫、本村 陽一、西田 佳史

〔研究内容〕

本研究では、老人ホームにおける介護担当者の負担低減を目的として、高齢者の事故につながる行動（イベント）の検出手法を開発し、痴呆高齢者を含む対象についてその有効性を実地で検証することを目指す。具体的には(i)ベッド上の人間の位置や姿勢を検出可能なセンサ・システムを開発すること、(ii)センサ情報に基づき人間の起臥状態や行動を識別するアルゴリズムを開発すること、および(iii)老人ホームにシステムを設置してデータを収集し、開発したシステムやアルゴリズムの有効性を評価することを目標とする。本研究の成果により老人ホーム等で高齢者の事故を未然に防ぐことができれば、結果として介護者の負担低減につながることを期待できる。行動検出にあたっては、デジタルヒューマン研究センターで開発した超音波3次元位置計測技術を活用し、ベッドとその周辺部の人間の位置を検出可能な超音波レーダ・システムを新たに開発する。この超音波レーダで得られたベッド上の人間の頭部位置およびその移動履歴から、人間の起臥状態を検出し、次に発生する行動を推定する機能を実装する。本研究は H16年3月より開始したため、H15年度の研究進捗は、過去の超音波位置計測技術の整理と超音波レーダの動作原理の確認、および簡易実験装置を利用した動作確認に留まる。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 人間行動モニタリング

〔研究題目〕 乳幼児事故予防のための知識データベースと事故予測モデル

〔研究代表者〕 本村 陽一（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕 本村 陽一、山中龍宏（緑園こどもクリニック）

〔研究内容〕

乳幼児事故予防のための知識データベースと事故予測モデル(a)目標：乳幼児の事故を未然に防ぐために事故の解析を行い、事故を予防し安全を確保するための技術開発を行う。(b)研究計画：開始時期が平成16年3月から平成17年3月であるため、今年度は研究体制の確立と問題点の洗い出しを行った。(c)進捗状況：事故による傷害を受け、緑園こどもクリニックへ来院した乳幼児の記録データ（紙媒体）を約300例収集し、電子化するための検討を行った。具体的にはこれまでに発生した誤飲事故、傷害事故の記録をいくつかの典型的なパターン、原因・行動・結果に注目して分類・構造化した。事故を予防し、暗然を確保するための工学技術として、事故の因果関係を確率的にモデル化し、コンピュータ上でシミュレートできるベイジアンネットの適用可能性を検討した。統計的なデータからの自動的なモデル構築を可能にするためのデータの記録方式、記録すべき項目の検討を行った。

〔分野名〕 情報工学

〔キーワード〕 統計的学習、確率推論、シミュレーション、データベース

〔研究題目〕 厚岸町を過去に襲った津波痕跡のトレンチ調査

〔研究代表者〕 七山 太（海洋資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 七山 太

〔研究内容〕

北海道東部太平洋沿岸域は、千島海溝に面する本邦屈指の地震津波の多発地帯である。過去50年間だけを見ても、1952年十勝沖地震（Mt8.2）、1973年根室沖地震（Mt8.1）、2003年十勝沖地震（Mt8.0）といったマグニチュード8クラスの巨大地震が起きており、その都度多大な津波被害をもたらしてきた。しかし、北海道東部への和人の入植は歴史的に遅れていたため、同地域の19世紀以前の古地震・津波記録は皆無である。その一方で、本地域には縄文海進以降に生じた沿岸湿原や海跡湖が人工改変を被らないまま保存されており、同地域において津波堆積物に関する様々な研究が活発に行われてきている。本年度5月、北海道開拓記念館、厚岸町教育委員会および活断層研究センターとの共同研究として、史跡国泰寺跡において津波痕跡調査を実施した。この結果、過去約3400年間に堆積した泥炭層中に8層の津波堆積物（Aks1-Aks8）が認定された。今回の調査で得られたイベント層序は、既存の北海道東部太平洋沿岸における津波堆積物のイベント層序と整合的である。今回の調査結果に基づくならば、10～17世紀に生じた Aks1とAks2の分布から、約2620m 以上の遡上距離と5.5m 以上の遡上高を持つ2回の巨大津波が復元される。これらは1952年や1843年に厚岸地域に襲来した十勝沖地震津波の遡上規模を大きく上回っていることが判明した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 厚岸町、史跡国泰寺前、巨大津波、津波堆積物、古地震、千島海溝

〔研究題目〕 表面プラズモン顕微鏡を用いたマイクロアレイバイオチップの研究

〔研究代表者〕 田和 圭子（人間系特別研究体）

〔研究担当者〕 田和 圭子

〔研究内容〕

「目標」

本研究は、表面プラズモン分光法（SPR）をもとにした SPR イメージング法（=SPR 顕微鏡）を用いて、基板上に調製したマイクロアレイ上でのタンパク質の吸着や抗原抗体反応などの観測を目指す。

「研究計画」

表面プラズモン分光（SPR）装置の検出器として CCD カメラを導入し、まずは SPR による画像がとれるように、光学系の調整を行う。SPR はナノメートルオーダーの膜厚変化を高感度に測定することができる手法であり、数ナノメートルオーダーの大きさのタンパク質が基板へ吸着することによる膜厚変化は SPR イメージングでは反射光強度の強弱として画像に表れる。そのため、イメージングに必要なレンズ、フィルターの挿入、光学調整を行うことで、解像度の高い画像を得るようにする。

「15年度進捗状況」

10月よりはじまった本研究課題では、検出器を既存のフォトダイオードから CCD カメラにとりかえ、基板上の画像をとりこめるように、装置の構築を行った。また、膜厚評価を行う際に不可欠な表面プラズモンのディップの観測について、角度スキャンしながら取得したそれぞれの画像における反射光強度から評価することができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 表面プラズモン分光法、イメージング、チオールスタンプ、マイクロアレイ

2. 研究関連業務

産総研の研究を支援する業務を担う本部機能を東京及びつくばに集中した。これは、各所に分散していた研究関連業務、管理業務等について可能な限り集中することにより、重複業務を整理するとともに、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い組織、制度を確立するものである。このため、管理業務においては、先進的に電子化を導入し、ネットワークを活用した事務処理の効率化を進め、処理の効率化・ペーパーレス化・迅速化を図っている。同時に、各業務を精査し、業務内容の見直し、外部専門家の活用を検討し、適当と考えられる業務については外部委託を推進している。また、業務効率化の観点から、研究関連部門等の業務内容の妥当性を点検し無駄のない業務運営を行っている。

より一層の研究活動の推進を目指して、以下のような機能を担う組織を作り、様々な社会ニーズへの的確な対応に努めている。

戦略的企画機能を担う体制を構築し、研究所全体の経営戦略案、研究戦略案の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行う。

技術情報を体系的に取り扱う体制を構築し、内外の産業技術動向と分野別研究動向を把握し、研究所内の重点的研究課題設定のためのシンクタンクとするとともに、毎年度、調査結果を報告書等により広く公表する。これをもって、産業技術に係る政策立案への貢献を積極的に推進するものとする。

産業界等との役割分担を図りつつ研究開発活動を推進するとともに、研究所で醸成された研究成果が、産業界等で広く利活用されることを目指し、産業界等と積極的に研究協力・連携を推進する。そのため、日本全国に配置された研究拠点を活用して、広く研究開発ニーズや産学官の連携に対するニーズの発掘、収集に努めるとともに、ベンチャーも含めた産業界への技術移転等に努める。

また、研究所の概要、研究の計画、研究の成果等について、印刷物、データベース、インターネットのホームページ等の様々な形態により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行う。同時に、国内外から要請の高い各種の標準化、規格化等、知的基盤構築に対して積極的に貢献する。

さらに、科学技術に関する国際的な研究展開、成果の国際普及、途上国技術支援を行う。

研究関連業務

<凡 例>

研究管理・関連部門名 (English Name)

所在地：つくば中央第×、△△センター

人 員：職員数 (研究職員数) 又は実効人員数 (職員数)

概 要：部門概要

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

○○部 (○○English Name Division)

(つくば中央第○、△△センター)

概 要：業務内容

××室 (××English Name Office)

(つくば中央第○)

概 要：業務内容

△△室 (△△English Name Office)

(△△センター)

概 要：業務内容

業務報告データ (表等で報告)

(1) 監査室 (Auditors' Office)

所在地：東京本部

人員：4名

概要：

1. 監査室の業務概要

監査室の業務は、(1) 研究所の業務の執行状況を正確に把握して適切な助言及び勧告を行うことにより、内部統制システムの充実及び改善を図り、業務の適正かつ効率化及び業務の透明性の確保等に寄与することを目的とした内部監査業務、(2) 会計検査院法第22条第5号の規定に基づく会計検査院による会計実地検査及び通則法第39条の規定に基づく会計監査人の監査その他の外部機関の検査及び監査への対応に関する業務、(3) 研究所の財務内容等の監査を含む業務の能率的かつ効果的な運営を確保することを目的とした独立行政法人通則法（以下「通則法」という。）第19条第4項に基づく監事による監査における補佐に関する業務である。但し、(3)の業務について、監査室の業務は、平成16年2月1日から理事長を補佐し、研究所の業務の監査等に係る業務に変更となったため、監事の監査における業務支援を司ることとなった。

2. 15年度業務内容

(1) 監事監査及び内部監査業務

本年度は、監事監査及び内部監査について、監査年度計画に基づき、研究所の内部組織である研究関連・管理部門、研究部門及び研究センター等並びに地域センターに赴き、各種業務の執行状況について、合規性、有効性及び効率性の観点から、また会計処理については、合規性、正確性及び経済性の観点を加えて監査を実施した。

本年度の監査方針としては、被監査部門のみならず、部門を横断した財務・経理面の監査、職員の安全対策及び機能監査を実施し、横断的な内部統制の監査を行うこととし、前年度の監査結果に対するフォローアップ監査を実施した。

(2) 外部機関の検査及び監査への対応に関する業務

① 会計検査院に係る業務

会計実地検査は、つくば本部では2回、地域センター6カ所で延べ18日間実施され、各会計実地検査に立ち会った。

② 会計監査人に係る業務

研究所は、会計監査人の監査を受けこととなるが、中央省庁等改革の推進に関する方針に基づき、会計監査人の候補者の名簿を経済産業大臣あてに提出し、大臣からあずさ監査法人が選任された。

また、会計監査人が行う監査の実施状況について、定期的に報告を受けるなど監事監査及び内部監査との連携を図った。

機構図 (3/31現在)

監査室長 宮崎 芳徳
└─ 総括主幹 黒羽 義雄 他

(2) 企画本部 (Planning Headquarters)

所在地：東京本部、つくば中央第2

人員：94名 (61名)

概要：企画本部は、理事長を補佐し、研究所の総合的な経営方針の企画及び立案、研究所の業務の実施に係る総合調整並びに業務合理化の推進等に係る業務（業務推進本部の所掌に係わるものは除く）を行なっており、東京企画本部を霞ヶ関に、つくば企画本部をつくば市に置く2本部体制をとっている。

東京企画本部においては、理事長の執務補佐、国会、経済産業省への総括的な対応をし、総合科学技術会議やNEDO等の外部機関との窓口となっている。また、経済産業省と密接なコミュニケーションをとりつつ、法人運営全体に係わる企画調整、経営方針の企画立案、外部連携プロジェクトの企画立案、研究資源の配分、研究方針の企画立案、研究支援業務の企画立案並びに報道及び業務合理化の推進等に係る業務を行っている。

つくば企画本部においては、主に研究実施部門等における調整を行なっている。つくばセンターを含む各拠点における研究方針の企画立案、分野別研究戦略・産業技術戦略の提案に係わるユニット間の調整、研究ユニット間で融合して実施する重点研究テーマの設定、研究ユニットへの具体的な研究資源配分案の策定、研究ユニット間での研究スペースの調整、研究計画の取りまとめ、研究センター・研究部門・研究ラボの新設及び改廃案の策定、中期計画及び年度計画の取りまとめを行っている。また、企画本部には、報道室、特別事業推進室及び情報公開・個人情報保護推進室を置き、それぞれ特定の業務を遂行している。

機構図 (2004/3/31現在)

【企画本部】

企画本部長	吉海 正憲 (兼)
企画副本部長	照井 恵光
	島田 広道
総括企画主幹	瀬戸 政宏
	清水 喬雄
	大辻 賢次
	中村 守
	松田 宏雄
	柳生 勇
	牧原 正記
	長谷川裕夫

	松岡 隆
	佐々木信也
	三戸 章裕
	栗本 史雄
	山岡 正和
	金丸 正剛
	竹内 浩士
	遠藤 秀典 (兼)
総括主幹	並木 壯壽
	新井 良一 他
—【報道室】	室 長 柳生 勇 (兼) 他
—【特別事業推進室】	室 長 柳生 勇 (兼) 他
—【情報公開・個人情報保護推進室】	室 長 遠藤 秀典 他

報道室 (Press Office)

概要：報道室は、産総研の広報及び報道に関する基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること、及び、研究所の方針、重要な研究成果その他緊急時の対策等の報道に関する業務としている。

特別事業推進室 (Special Project Promotion Office)

概要：特別事業推進室は、研究所の特別事業として推進する建設物及び連携研究等の総合調整に関する業務を行なっている。

情報公開・個人情報保護推進室

(Information Disclosure Planning Office)

概要：情報公開・個人情報保護推進室は、研究所の情報公開と個人情報保護に関する基本方針の企画及び立案並びに総合調整、研究所の保有する情報の公開及び提供の推進等に関する業務、研究所の個人情報の本人開示の実施、研究所の保有する個人情報の保護の推進等に関する業務を行なっている。

(3) 業務推進本部

(General Administration Headquarters)

所在地：東京本部・つくば本部

人員：41名 [内、事務局員9名]

概要：「適正かつ効率的にその業務を運営するよう努めなければならない」(独法通則法第3条1項) という独法の使命ののっとり、産総研の業務運営の効率化を図ることを目的とし、理事長直属部門として平成13年7月10日に発足。

当本部では、「研究所の業務効率化に関する基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること」及び「研究所の業務効率化の推進に関すること」(組織規則第6条) の各業務を担当。

【平成15年度の主な業務内容】

(業務効率化の推進)

○管理・関連部門等の業務内容等を一覧整理した業務棚卸表を作成し、機能強化と業務の合理化及び適正人員配置案を検討。その検討結果に基づき、組織体制の見直し案を提示した。

(ユニット支援)

○ユニットスタッフ業務の円滑化による研究支援サービスの質の向上を図るため、ユニットスタッフ幹事会と連携し、事務マネージャー研修を企画・実行すると共に、ユニットスタッフ業務マニュアルを作成・周知し、業務の効率化・高度化を図った。

○サイト業務の機能強化については、安全教育等の安全・衛生管理業務やユニット共通庶務業務等の業務室への集約化により効率化を推進した。

○各事業所の業務室の業務内容を見直し、重複業務の排除等を行った。

(地域センターの間接業務の効率化について)

○国際共同研究契約事務等の国際関係業務をつくば本部に集約、また、健康管理業務の情報システム化を全国地域に拡大するなどの改善策を実施し、地域センター業務の標準化とサービスの均一化を図った。

(自己改革推進事業)

○民間企業及び地方自治体を訪問し、業務効率化の先行事例として、7事例の実地調査を実施。その事例の改革手法を参考に、演習形式の研修を実施した(参加者42名)。

○更に、その研修において産総研における改善課題の抽出から業務改善プランの策定までを行い、自己改革意識の醸成を図った。

(情報システム関連)

○国における電子政府への取り組みと整合的にオンライン化(電子申請システムの導入)に取り組んでいくべき手続きとして、情報公開法、計量法、特許法施行規則に基づく行政手続きがあるところ、それら手続きに関して、産総研においてオンライン化を行うために必要なシステム及び規程類整備に関する調査・検討を行なった。

○また、産総研の研究活動をより効果的に支援するため、1)業務遂行方法の見直し、2)研究をマネジメントするシステム、3)データベースの一元化、4)より高度な開発手法の導入等、の観点から、第2期中期計画期間中の導入を想定した次期基幹業務システムの機能要件に関する検討を行い、報告書を取りまとめた。

○さらに、システムコストを大きく低減する可能性が期待されているオープン・ソース・ソフトウェア(リナックス)に関して、産総研の管理・関連部門への試験的な導入可能性を見極めるため、既存の業務システムとの関係を中心として、導入時の課題事

項に関して調査・分析を行った。

(日々の業務改善)

○職員の業務効率化に対する意識の向上を図るため、「業務改善提案箱」への提案に対応し、具体的な業務改善を行った(平成15年度の提案件数:172件)。

【効率化に向けての考え方】

独立行政法人の使命である効率的かつ効果的業務の運営にあたり、中期目標、中期計画及び年度計画にのっとり、業務の効率化に向けた取り組みを実施する。すなわち、サービスの質や研究環境の向上と業務経費削減の両立を目指し、国研時代の旧習に変わる独法としての新しい経営のあり方を提示し、自己評価制度や監査業務との密接な連携を通して効率的な業務運営を実現させる。

【今後の計画】

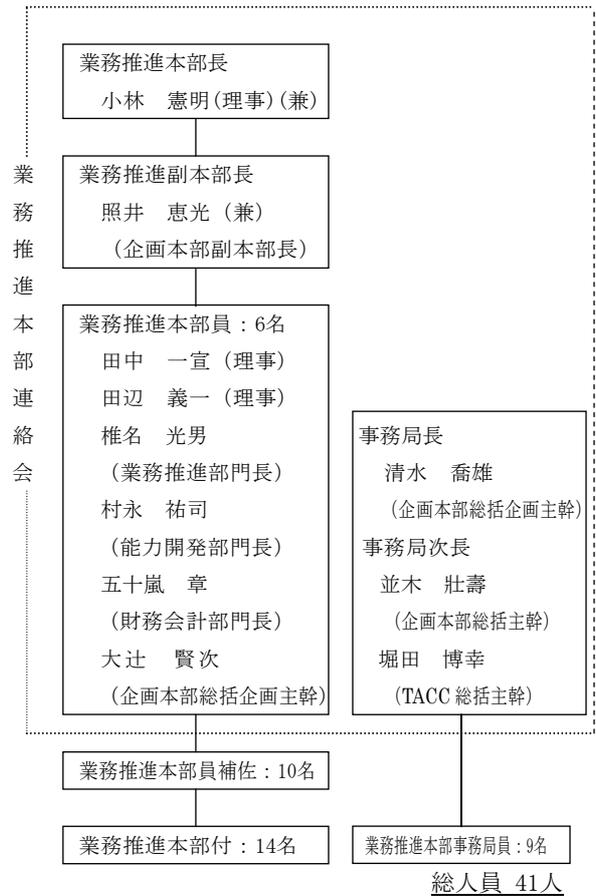
次期中期計画策定に向けて、管理・関連部門等の効率的な業務運営や個別ユニットの要望を反映した研究支援サービスの向上等を目指した検討を行う。また、業務最適化計画を踏まえた、次期基幹業務システムの検討と電子政府対応のシステム整備及び15年度に引き続き、地域センターに係わる業務効率化を検討する(つくばと地域の関係、地域センター間の標準化など)。

【主な活動経緯】

年月日	事項名	内容
H15. 4. 15	「地域連絡担当者」等の設置	総括担当者会議において、研究関連・管理部門等に「地域連絡担当者」、地域センター内に「連絡調整会議」を設置し、業務運営の円滑化を図る。また、部門毎に「全国連絡調整会議」を設置し、つくば本部との有機的連携を強化。
H15. 4. 25	「サイト業務検討WG」発足	安全・衛生管理、庁舎管理、出勤簿管理及びユニット内共通庶務業務について、詳細な棚卸を実施し、サイト業務の再分担案と業務の見直し、業務量分析を実施。サイト業務を巡る業務室の役割と責任について提言し、効率化を図った。
H15. 6. 16	「業務効率化の外部事例調査」実施	業務推進本部併任者25名が、先進的に業務効率化・合理化に取り組んでいる地方自治体・民間企業あわせて7事例を訪問調査。
H15. 6. 19	「旅費業務のアウトソーシング検討PT」発足	14年度のアウトソーシング調査報告書を踏まえ、旅費業務のアウトソーシング導入に向け、プロジェクトチームを発足し、他機関の事例の情報収集等を行い、産総研システムとの連携の可能性等導入方法の詳細について検討。
H15. 7. 10	「次期基幹業務システム検討WG」発足	業務フローの見直しを前提とした情報システムによる一層の業務効率化、産総研が整備しているデータベースでの情報検索、加工機能の向上などを目的とした次期基幹業務システムを検討。

H15. 11. 5	「業務効率化WG」発足	第2期中期計画検討チーム内に設置された業務効率化WGにおいて、第2期中期計画に向けた効率化関連の検討を実施。また、効率的な業務運営を行うべく、管理・関連部門等の効率化と機能強化について検討を行い、そのために必要な組織設計の見直しについて検討。
H15. 12. 1	「自己改革研修」の実施	上記、業務効率化の外部事例調査の調査結果に基づき、演習形式の研修を実施し、自己改革意識の醸成を図った(42名参加)。
H16. 1. 23	「電子申請システム」導入の決定	行政手続きの電子化に関する国の取り組みに沿って、産総研における行政手続きをオンライン化(電子申請システムの導入)することを決定。
H16. 3. 10	「組織検討TF」の設置	管理・関連部門等全体の組織再編について検討するため、第2期中期計画検討チーム内に「組織検討TF」を設置。第2期中期計画の検討を行う各WGに横断的な組織体制に係る事項について、議論を展開。

機構図(平成16年3/31現在)



(4) 評価部 (Evaluation Department)

所在地：つくば中央第5

人員：19名 (16名)

概要：産総研における組織評価は、研究活動を含む産総研の各種業務の活性化とパフォーマンス向上を主な目的としている。その中で評価部は、各研究ユニット（研究センター、研究部門／研究系および研究ラボ）、管理・関連部門、地域センター、などを担当する。

評価結果は、第一義的に研究ユニットや管理・関連部門の活動の改善に反映されるほか、理事長に報告され、研究ユニットの改廃・研究資源配分・業績給原資配分などの参考資料として活用される。また、本格研究の推進・分野別戦略の構築・社会ニーズの分析・今後の評価方法の検討等にも反映される。

1. 研究ユニット評価

産総研の活動を公開し、透明性の確保と理解を得ることを目的とする研究ユニットの評価は、産総研内外の専門家及び有識者等で構成されるレビューボードが行う。各研究ユニットに設置されたレビューボードは、10月から12月の間に、毎年度研究ユニットの評価を行う成果ヒアリングと、新研究ユニットが設立された時に行うスタートアップ評価を行う。

1) 成果ヒアリング

成果ヒアリングでは、研究活動の活性化・効率化を図るため、各研究ユニットの有する重点研究課題の①研究目標レベルの妥当性、②研究活動の実績の評価および③“本格研究”への取り組みの観点から研究ユニットの体制・運営の妥当性について評価した。平成14年度の成果ヒアリング結果を踏まえ評価のあり方の見直しを行い、研究ユニットによる自己評価の重視、内部評価者による体制・運営点を合議制にすること、グループ分けを研究センター・ラボと研究部門・系の2つの群に分けたことなどの改善を行った。

平成15年度では、合計61研究ユニットに対し実施した。参加したレビューボード委員数は1研究ユニットあたり3～6名で延べ342名、内部評価者数は延べ233名であった。レビューボード委員は専門である重点課題を中心に評価を行い、内部評価者は体制・運営を中心に評価を実施した。

2) スタートアップ評価

スタートアップ評価では評点を付けず、新しく設置された研究ユニットの研究目的や計画の妥当性について評価を行うとともに、研究ユニットの運営方針について適切な助言を行い、これらの評価結果を今後の方向性等に反映させることを主な目的としている。

平成15年度では、合計9研究ユニット（単一分子生体ナノ計測研究ラボ、ジーンファンクション研究

センター、システム検証研究ラボ、循環バイオマス研究ラボ、近接場光応用工学研究センター、ダイヤモンド研究センター、デジタルヒューマン研究センター、バイオニクス研究センター、技術と社会センター）に対し実施し、参加したレビューボード委員数は延べ43名であった。

2. 管理・関連部門等業績評価

管理・関連部門、地域センターについても、研究ユニットとは別に業務の効率化及びサービスの向上を主な目的として、管理・関連部門等業績評価委員会を設置し、年度の評価を行った。

3. 評価関連業務

総務省に設置されている「政策評価・独立行政法人評価委員会」及び経済産業省に設置されている「独立行政法人評価委員会」への対応・支援を行った。

機構図 (3/31現在)

評価部	部長	小林 直人 (兼)
	次長	渡邊 誠
		渡村 信治
	審議役	中村 治
	総括主幹	寺川 光士 他

業務報告データ

平成14年度 成果ヒアリング評価結果報告書

(平成15年5月)

*産総研公式ホームページの評価部のページから閲覧可能 (<http://unit.aist.go.jp/eval/review.html>)。

(5) 環境安全管理部 (Safety and Environmental Protection Department)

所在地：つくば中央第5

人員：31名 (14名)

概要：環境安全管理部は、理事長を補佐し、研究所の環境及び安全衛生の管理並びに防災対策等に係る業務を行っている。安全管理は、産総研で働く職員のみならず周辺住民の安全保障にも関わる重要な事柄である。

また、産総研自体にとっても生命線であり、あらゆる種類の事業の前提となる最優先事項であると位置付けている。

環境安全管理部は、産総研環境安全憲章に記載された基本的活動理念を実現・遂行するために、他の関連部門との密接な協力のもと、安全で快適な研究環境を創出し、これを確保することを最上の活動目的としている。この目的を実現するため、安全ガイドラインやマニュアル等の整備と普及、環境・安全関連の施設・設備整備と改善等のハード・ソフト面での積極的活動を行うとともに、全職員の環境・安全に対する意識の向上のための活動を

重点的に行っている。

機構図（3/31現在）

[環境安全管理部]

部長 田中 一宜（兼）
次長 飯田 光明
部総括 岩瀬亀太郎（兼）
総括主幹 山口 久
総括主幹 野神 貴嗣
総括主幹 古谷 紳次
主査 清水 正美
主査 福住 勉
主査 飯村 一清
主査 飯田 和治
職員 古谷 貴幸
シニアリサーチャー 栗木 安則
〃 細矢 博行
〃 寒川 強
〃 木下 好司
〃 白波瀬雅明 他

平成15年度の主な活動

1. 安全衛生管理体制の確立・維持

労働安全衛生法対応3年目に当たり、新体制の定着を図るとともに、事故防止のため、安全教育、研究現場での安全確認・話し合いの徹底を指導した。

- ・新体制の維持監督：安衛委（月1回）、衛生管理者巡視（週1回）、産業医巡視（月1回）
- ・グループ・チーム安全衛生会議の開催（少なくとも月1回）を指導
- ・ユニット長巡視の定期化（年2回、ユニット巡視担当による巡視は月1回）
- ・巡視の月間テーマを設定（形骸化を防ぎ、効果的な災害防止対策）
- ・安全ガイドラインのビデオ作成、英語による安全講習会実施（安全教育の徹底）
- ・資格取得講習会や安全講習会の開催（環境・安全に対する意識向上）
- ・労働安全衛生法対応のモデルとして、国立大学等延べ80機関で講演・資料提供等

2. 法遵守のための施設・設備の整備

化学物質関連法規や大気汚染防止法等を遵守するため、薬品・ボンベのデータベースによる管理、廃棄物管理、スクラバ管理、環境測定等を実施した。

- ・薬品・ボンベ管理システムの改修（利用者の利便性と業務効率化に対応）
- ・上記システムによる危険物・高圧ガスの保管量の監視と削減指導
- ・騒音、大気汚染物質等の環境測定実施

- ・有機溶剤等の作業環境測定（年2回）
- ・作業環境測定士資格者を確保し、つくばセンターの一部を自ら測定
- ・廃棄物処理業者の信頼性の確認（許可証・処置能力確認、処理場の現地調査）

3. 環境影響低減化対策

環境管理の国際規格である ISO14001の認証を、新たに中部センター、四国センターで取得し、既登録事業所は3事業所となり、中期目標を達成した。

- ・つくば東事業所の認証登録5年目の定期維持審査、承認（平成16年1月）
- ・中部センター（平成15年10月）、四国センター（平成16年1月）が登録承認
- ・ISO14001審査員補資格を6名が取得し、外部コンサルタント依存廃止

4. 防災及び地震対策

防災訓練と救急救命訓練の実施、及び地震対策として建屋の耐震診断（整備部門）、什器類転倒防止対策、保安帽の整備を実施した。

- ・全事業所で防災訓練を、つくば全体では夜間の火災を想定した通報訓練を実施
- ・業務推進部門健康相談室の救命救急士による救急救命訓練実施（月1回）
- ・什器類やボンベの転倒防止策指導、保安帽（ヘルメット）の職員等全員への配布

(6) 研究コーディネータ（Research Coordinator）

所在地：つくば中央第1他

人員：6名

概要：研究コーディネータは、理事長直属で、研究業務を分野毎に調整を行っている。

平成15年度は、総合科学技術会議（内閣府）の重点分野に沿った形で、ライフサイエンス、情報通信、環境・エネルギー、ナノテク・材料・製造、社会基盤（地質）・海洋、社会基盤（標準）に分野ごと研究コーディネータを置き、その分野に関して調整を行っている。

機構図（3/31現在）

[ライフサイエンス担当]

研究コーディネータ 中村 吉宏

[情報通信担当]

研究コーディネータ 大蒔 和仁（兼）

[環境・エネルギー担当]

研究コーディネータ 神本 正行

[ナノテク・材料・製造担当]

研究コーディネータ 五十嵐一男

[社会基盤(地質)・海洋担当]

研究コーディネータ 佃 栄吉

[社会基盤(標準)担当]

研究コーディネータ 小野 晃(兼)

(7) 先端情報計算センター (Tsukuba Advanced Computing Center)

所在地：つくば中央第1、先端情報計算センター

人員：35(21)名

概要：先端情報計算センターは、各研究ユニットと研究関連・管理部門等に対し、産総研内の全所的なネットワーク構築・管理・維持、情報セキュリティ保持、高速ネットワークによる産総研内および国内外情報交流の促進、高度な専門知識に基づく研究用データベースの整備・運用、基幹業務システムや高性能コンピューティングを含む情報システム構築・管理・支援、及び業務の情報化推進に関する業務を行っている。また、各研究ユニットに対して、スーパーコンピュータなどの計算機資源の提供と技術的支援を行っている。

機構図(3/31現在)

先端情報計算センター長	田辺 義一(兼)
情報企画室	室長 佐藤 義幸 他
情報基盤研究開発室	室長 米谷 道夫 他
情報システム部	次長 森 一彦
	部総括 久保 潤一
	部総括 堀田 博幸 他

情報企画室

(Planning Office for Information Technology)

(つくば中央第1)

概要：情報企画室は、1. 先端情報計算センター運営全般に亘る企画立案、運用統括、予算管理。2. スーパーコンピュータ、ネットワーク、データベース等の最先端の情報資源及び産総研内基幹業務システム等、産総研全体に係る情報関連技術の導入利用計画及び管理・保守。3. IP アドレスやドメイン名などの名前資源管理、つくば WAN や SuperSINET の接続等、対外的なネットワークの管理・運営。4. 情報セキュリティポリシーの維持管理等、産総研全体における円滑な情報システムの運用及びサポートに関する企画立案。5. 先端情報計算センター運営に関し、所内より広く意見を求めるに設置される TACC 運営委員会及びそのワーキンググループの事務局。

情報基盤研究開発室

(Office of Information Technology Research and Development)

(つくば中央第1)

概要：情報基盤研究開発室は、1. スーパーコンピュータシステム(日立 SR8000、IBM RSSP 等すべての高性能コンピュータの総称)の管理・運用。2. 分子軌道計算ポータルシステムの管理・運用およびスーパーコンピュータシステム上で使うソフトウェアの管理・提供。3. 研究情報基盤研究開発課題で開発したソフトウェアの普及。4. 次期スーパーコンピュータの導入準備。

情報システム部

(Information Systems Division)

(つくば中央第1)

概要：情報システム部は、1. 情報システム用共通施設および業務用コンピュータの運営・管理。2. 情報セキュリティポリシーの運用。3. 業務用イントラネット及びデータベースの運用・管理。4. 業務の情報化推進に関する業務。5. ユーザ支援として、情報システムに関する問合せ、要望等の受け窓口業務(ヘルプデスク)及びその機器故障などの不具合対応。6. 電話の維持管理、運用に関する業務。

(業務システムの充実)

半年ごとに研究関連・管理部門の情報化ニーズをとりまとめる等により、業務システムの開発・改修についての計画・実施体制を整えた。さらに、研究所全体の業務の円滑化・効率化のため、業務システムの開発・改修を行った。

(情報セキュリティの向上)

平成15年1月15日付けで制定した情報セキュリティ規程(14規程第29号)を7月1日から施行した。それに伴い6月、7月に集中して管理者、利用者向け等の研修を開催し、さらに規程の浸透を図る目的で、年度末にかけて各部門等の管理者及び担当者との懇談会を開催した。

(8) 特許生物寄託センター (International Patent Organism Depository)

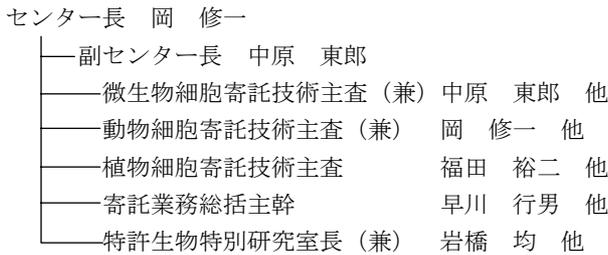
所在地：つくば中央第6

人員：33(8)名

概要：

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物の受託並びに求めに応じての分譲業務を行う。
- ・寄託生物種の生存試験等を行うとともに、これに基づく保存技術及び形質維持の高度化を指向する研究開発を行う。

機構図 (3/31現在)



特許生物寄託制度について

生物に関連した発明について特許出願する際は、寄託機関にその生物を寄託し、寄託機関が発行する受託証を提出する必要があります。寄託機関は、その生物の生存

等を確認し、必要な期間保存します。また、第三者に試験・研究を目的として生物の試料を分譲します。

特許生物寄託センターは、特許庁長官から指定された寄託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物を受託・分譲しています。

※ブダペスト条約

国際特許出願する際、ブダペスト条約が発行される前は、出願国毎に生物を寄託する必要があり大変不便でしたが、条約発行後は、条約上の寄託機関として認められた国際寄託当局のいずれかに寄託すれば、条約加盟国すべてに特許出願ができるようになりました。

平成15年度寄託等の件数及び手数料収入実績

事項	微生物の保管手数料					試料の分譲手数料					
	原寄託	新規寄託	再寄託	継続寄託	寄託特例	菌株分譲		海外送付追加 (一般)		海外送付追加 (動物)	
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)
件数	300	436	0	4,775	0	76	29	19	1	1	0
金額(円)	66,000,000	9,156,000	0	52,525,000	0	760,000	290,000	2,900	150	33,000	0

事項	証明書の交付手数料							情報の通知手数料		合計
	届出に関する証明		最新の生存情報証明		生存試験証明		諸証明	情報通知		
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)	(国内)	
件数	2	3	3	0	0	0	22	0	0	5,667
金額(円)	4,000	6,000	6,000	0	0	0	44,000	0	0	128,827,050

(9) ベンチャー開発戦略研究センター (AIST Innovation Center for Startups)

所在地：丸の内サイト

(東京都千代田区丸の内2-2-2 丸の内三井ビル2F)

人員：37 (8) 名

概要：ベンチャー開発戦略研究センターは、文部科学省の科学技術振興調整費「戦略的研究拠点育成」事業として、平成14年度から5ヶ年間の事業として採択され、平成14年10月15日に開設された。当センターの目的は、次の通りである。

- 産総研をはじめとする大学・公的研究機関の技術シーズを基にした成長性の高いベンチャー企業（ハイテク・スタートアップス (HS)）の創出を実践するとともに、実践を通じた課題の抽出や、HS の創出システムの一般モデル化に関する研究を行い、HS の創出システムの確立を図る。それらの成果を産総研にフィードバックすることにより、産総研を HS 創出のプラットフォームへと変革することを目指す。

平成15年度は、HS の創業を目指したプロジェクトチームである「スタートアップ開発戦略タスクフォース (TF)」の運営を開始し、22件の TF を採択した。具体的には、公募型のライセンス型共同研究（ベンチャー

一支援）7件及びベンチャー支援任用の4件の研究開発プロジェクトの全部をスタートアップ・アドバイザーが統括する TF としたほか、スタートアップ・アドバイザーが発掘した26案件について採択審査を行い、11件を採択した。

また、ベンチャー支援室では、起業を行う意思のある研究者からの各種相談に応じたほか、専門家による法務・財務・税務等に関する専門的なアドバイスを行い、創業を支援した。平成15年度においては、産総研ベンチャーは13社創業し、産総研発足以来の総数は35社となった。また、産総研の施設利用料の減免等の支援の対象となる「AIST ベンチャー企業」の認定については、新規に11社を認定し、総数は27社となった。

HS の創出システムの研究については、先行研究調査や TF の同行調査を含む国内外の HS の調査を開始し、HS を成功に導く要因に関する14の仮説を立案した。

また、平成15年度は、季刊誌を発刊して2号各13,000部を発行したほか、昨年度に引き続きシンポジウムを開催するとともに、展示会・見本市への出展を行い、広報・成果普及活動に努めた。また、産総研の各層の職員を対象とした研修を実施し、ベンチャー創業に関する意識啓発に努めた。

機構図 (3/31現在)

組織構成：

ベンチャー開発戦略研究センター長

：(兼) 吉川 弘之

次長 兼 戦略研究ディレクター

：渡辺 孝 (非常勤)

次長 兼 組織運営ディレクター

：内藤 理

スタートアップ・アドバイザー

：上野陽一郎 (非常勤)

渡辺 純一 (非常勤)

高村 淳 (非常勤)

増田 一之 (非常勤)

小林 利克 (非常勤)

武田 純 (非常勤)

御福 英史 (非常勤)

大野 裕深 (非常勤)

小野 實信 (非常勤)

藤井 昭弘 (非常勤)

ベンチャープランナー：根本 直人 (非常勤)

森下大三郎 (非常勤)

ベンチャー支援室：室長 湯田 正俊 他

ベンチャー戦略研究室：室長(兼) 小黒 啓介 他

開発戦略企画室：室長 平井 寿敏 他

 スタートアップ・アドバイザー (Startup Advisor)

(丸の内サイト)

概要：市場ニーズ・社会ニーズを踏まえて、産総研をはじめとする大学・公的研究機関の技術シーズを活用したビジネスモデルを構築すると共に、ハイテク・スタートアップ創業に向けて必要な追加的研究開発やビジネスプランの作成等を行う『スタートアップ開発戦略タスクフォース』を統括する。ベンチャープランナーとなり、創業後に企業経営に直接携わることを妨げない。

ベンチャープランナー (Business Planner)

(丸の内サイト)

概要：1件のスタートアップ開発戦略タスクフォースを担当し、スタートアップ・アドバイザーの統括の下で、十分な市場調査・技術動向調査に裏付けられたビジネスプランの作成等の起業準備を行う。創業後には、産総研の職を離れ、企業経営を担う。

ベンチャー支援室 (Office of business development)

(丸の内サイト)

概要：ベンチャー支援室は、研究者からのベンチャー起業提案に対して、関連部門と連携して、創業のためのオーダーメイド・サービスを提供する。「AIST ベンチャー企業」の認定および「ライセンス型共同研究 (ベンチャー支援)」、「ベンチャー支援任用制度」を実施する。また、創業に関する各種の相談に応じるほか、

スタートアップ開発戦略タスクフォース等を支援する各種の専門家である「ビジネス化支援スタッフ」を配置する。

ベンチャー戦略研究室

(Research office for business and innovation)

(丸の内サイト)

概要：ベンチャー戦略研究室は、「スタートアップ開発戦略タスクフォース」が行うハイテク・スタートアップの創出過程を継続的に調査し、課題を抽出するとともに、国内外の事例を収集・分析し、ハイテク・スタートアップ創出の一般モデルの構築を目指す。

開発戦略企画室

(Planning office of business and innovation)

(丸の内サイト)

概要：ベンチャー開発戦略研究センターの活動計画を企画立案するとともに、産総研内外との調整を行う。また、産総研内部の人材育成、意識改革を図るため、ベンチャー創出に関する各種研修、セミナーの企画・運営を行う。

業務報告データ

○ベンチャー支援室が受けた各種相談件数
42件

○スタートアップ開発戦略タスクフォース
 ライセンシング型共同研究
 新規採択 4件 (応募数は13件)
 継続案件 3件
 スタートアップ・アドバイザー発掘型
 新規採択 10件 (候補は25件)
 継続案件 1件
 ベンチャー支援任用
 新規採択 2件 (応募数は5件)
 継続案件 2件

○産総研発ベンチャー企業数
新規13社 (総数35社)

○「AIST ベンチャー企業」の認定数
新規11社 (総数27社)

○研修
 研究管理者のための研修
 2回実施
 研究者のための研修 (半日間)
 9ユニットに実施
 参加人数：193名
 研究者のための集中研修 (2泊3日)
 参加人数：23名

○シンポジウム

平成16年2月2日開催

参加者数：350名

○季刊誌

2号発行（11月、3月）

発行部数：各13,000部

○展示会・見本市への出展

4イベント（うち海外2イベント）

(10) 技術情報部門

(Technology Information Department)

所在地：つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西

人員：55 (23) 名

概要：技術情報部門は、経済産業省や NEDO 等の外部機関と連携をとりつつ、研究機関、産業界、学協会、行政等から産業技術の研究開発動向に関する情報を収集、分析し、その結果に基づいて研究開発や技術政策の方向性に資する情報の提供を主な業務としている。また、産総研を最適に運営するためのマネジメントや組織の評価に関する調査・分析、政策上重要な課題の調査、研究情報に関するサービスの提供を行うとともに、産総研の研究能力を最大限に発揮するため、各研究ユニットの研究活動に関する技術動向調査や識者の意見を収集して関係部署へ提供する。

機構図（3/31現在）

[技術情報部門]	部門長	水野 光一
	審議役	築根 秀男
	総括主幹	藤田 茂
[技術情報調査室]	室長	小黒 啓介 他
[技術政策調査室]	室長	高橋 千晴 他
[技術経営調査室]	室長	大井 健太 他
[CI推進室]	室長	内藤 耕 他
[図書業務室]	室長	岸 克司 他

技術情報調査室

(Technology Information Survey Office)

(つくば中央第1)

概要：社会が求める技術開発課題と研究開発の現状を調査分析し、研究戦略策定へ反映させるとともに、産総研内外へ技術情報を提供・発信する。

技術政策調査室 (Office of Technology Policy Study)

(つくば中央第1)

概要：内外の技術政策や研究開発動向の調査と分析に基づいて、産業技術戦略の策定や産総研における研究開発の中長期的な方向付けに役立つ情報の発信と提言を行う。

技術経営調査室

(Office of Research Management Study)

(つくば中央第1)

概要：最先端の研究を効率よく行い、産業技術へと発展させるための、研究マネジメント法、研究組織・プロジェクトの評価法、企業・大学連携制度などの産総研の運営手法に関する調査・分析を行う。

CI推進室

(Office of Corporate Identity Development)

(つくば中央第1)

概要：産総研の運営の基本方針（第2種基礎研究を軸として本格研究へ）のための基盤的調査を実施し、その調査結果を幅広く情報提供するとともに、社会的合意形成のための諸事業を推進する。

図書業務室 (Library)

(つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西、)

概要：研究活動を行うに不可欠な情報源である学術雑誌の収集・管理、文献情報の提供、各図書室の運営、各図書室からの図書情報の一元管理を行う。購入雑誌のオンラインジャーナル化を促進し、ネットワークによる文献検索の効率化を推進する。

技術調査

技術情報部門の調査では、社会が求める技術開発課題と研究開発の現状調査、内外の技術政策や研究開発動向の調査、研究所の運営・評価手法に関する調査等を行っており、これら調査活動の一環として、ニュースレターの発行、技術情報セミナーおよび、ランチョン・セミナーを開催した。また、第2種基礎研究の浸透を図り、その成果の積極的な発信を推進するための、各種ワークショップやシンポジウム、内部及び外部討論会を開催した。

15年度調査報告書

題 目	所 属	概 要
米国ナノテクノロジー分野の運営活動状況	技術経営調査室	ナノテクノロジーを世界に先駆けて国家的規模のプロジェクトとして開始した米国においては、ナノテクノロジーあるいはナノスケール科学・技術は、単なる物質・現象理解や技術開発の1分野でなく、材料と製造、エレクトロニクス・コンピュータ技術、医薬と保健、航空および宇宙開発、環境とエネルギー、バイオテクノロジーと農業、国家安全、等の多くの産業・社会分野に関わる横断的・包括的な基盤的コンセプトで、先進諸国の将来における産業の競争優位性に関わるものであると考えられている。また、新しい分野融合的科学としての側面をも強く持つものとして捉えられており、その実行内容は、研究開発だけでなく教育や訓練をも含んだ極めて総合的・包括的なものであると同時に、その推進システムやレビューシステムは合理的かつ先進的である。
ドイツ公的研究機関の組織、運営、活動、評価システム－フラウンホーファー協会およびマックス・プランク協会－	技術経営調査室	本調査報告書は、調査結果を産業技術総合研究所の運営・評価システムの参考にするとの観点から、傘下に産総研と同様幅広い科学・産業技術分野にわたる研究所群を擁し、そのポテンシャルを世界的に広く認知されているドイツのフラウンホーファー協会（産業技術開発）とマックス・プランク協会（基礎科学研究）を選んだ。 技術情報部門では2001年11月にミュンヘンにある両協会の本部を訪問し、評価部門関係者にインタビューすると共に、多くの資料を収集し、組織、活動状況、運営・評価システムに関する情報を集積した。本報告書はそれらの情報から重要部分をまとめたものである。（当報告書は「02007 公的研究機関の組織、活動状況、運営・評価システム調査報告書-1」を改訂、改題したものである。）
エネルギー・環境分野（地球温暖化対策）研究開発の欧州動向調査	技術政策調査室	平成13年度に実施した地球温暖化対策分野の研究開発の米国動向調査の続編として、EU、ドイツ、フランスにおける地球温暖化対策分野の研究開発動向調査をとりまとめたものである。各国・地域の温室効果ガス排出状況、それに対する政府の地球温暖化防止政策の動向、公的資金による研究開発の最新動向（主要プログラムとその実施機関、テーマ別資金配分）、技術ポテンシャルならびに研究ポテンシャルなどに関するデータを中心にまとめた。
「産業技術総合研究所におけるアウトカム事例調査(1)」	技術政策調査室	研究開発成果の有効性についての議論の高まりとともに、産業や社会など外部に対する貢献を問う「アウトカム」的視点が重要になってきている。本報告書では、産総研の前身、旧工業技術院時代に行われた研究プロジェクトの中から、現在でもアウトカムが見られる典型例（5事例）について詳細に調査し、研究開発におけるアウトカムの特徴を把握するとともに評価指標策定のための基礎資料として整えた。
「海外の公的研究機関の企業連携に関する調査研究」報告書－産業競争力強化を使命とする欧州の公的研究機関の事例－	技術政策調査室	欧州、オーストラリア、アジア等には、産業技術総合研究所（産総研）と同様に産業技術競争力強化を使命とする公的研究機関が幾つか存在し、いずれも企業から多額の研究資金（受託研究資金や共同研究資金）を獲得して企業と緊密に連携している。本報告書は、産総研・技術情報部門が三菱総合研究所に依頼して行なった、欧州にある産業競争力強化を使命とする4つの公的研究機関、フラウンホーファー協会（ドイツ、多様な産業技術領域）、TNO（オランダ、多様な産業技術領域）、VTT（フィンランド、多様な産業技術領域）、IMEC（ベルギー、マイクロエレクトロニクス）における企業との連携に関する調査報告書を基に作成した。
第2種基礎研究：実用化につながる研究開発の新しい考え方	CI推進室	技術情報部門が実施してきた第2種基礎研究ワークショップの結果を取りまとめた報告書である。我々研究者を取り囲む状況の変化から、研究者と社会の間には契約が存在し、その契約を履行するために研究の「製品」の概念を提案した。また、研究の製品を社会へ届けるための研究の方法論としての第2種基礎研究の提案を行った。また、本報告書では産総研で実際に取り組まれている第2種基礎研究の事例を紹介した。

産業技術総合研究所

題 目	所 属	概 要
分野別技術調査研究	技術政策調査室	ライフサイエンス、情報通信、ナノテク・材料・製造、環境・エネルギー、社会基盤（地質）・海洋、社会基盤（標準）の6分野について、研究コーディネータ主催の分野連絡会の開催事務局をつとめ、分野の研究動向及び調査ニーズを把握して、情報提供を行い、分野戦略の策定に貢献した。
揮発性有機化合物の排出抑制に関する環境省の動向について	技術政策調査室	総合科学技術会議の環境分野の重点的推進領域のうち「化学物質リスク総合管理技術研究」は、産総研においても重点課題として精力的に取り組まれている。環境分野の技術開発は、特に政策により方向性を決定づけられる部分が大きいため、産総研の環境分野研究戦略を策定するにあたり、政策動向を把握することは極めて重要である。揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制については、平成14年から大気汚染防止の観点から環境省において技術および制度の両面から検討されており、早ければ第159回国会に関連法案が提出される可能性がある。本調査は、環境省における検討状況と関連資料を研究者に提供することで、社会のニーズに対応した研究開発へとつなげるための基礎資料とした。
ポートフォリオ調査	技術政策調査室	従来部門として集めてきた既存データとしては、各分野戦略資料、成果ヒアリング資料、成果ヒアリング評価結果、技術シーズシート等を活用している。また、新たに政府審議会資料、工業会調査資料、シンクタンク資料、欧米政府資料、アジア各国政府資料、国際機関資料、関連内外学会誌・会議録資料、競争力評価・ポートフォリオ作成手法を収集している。これら各資料の要約を作成し、部門内で利用可能な形で整理しつつある。さらに、イントラの公開情報を元に研究者 DB を作成し、キーパーソンの抽出を行えるようにするとともに、分野別の基本データを整理しつつある。なお、支障のないデータについてはイントラで公開するための準備を進めている。作成した DB の維持・更新体制の確立が必要となっている。
アウトカム事例調査	技術経営調査室	研究の評価指標として、アウトプットだけではなく成果の波及効果を反映するアウトカムが今後ますます重要になってくると予想される。しかしながら、研究業務におけるアウトカムは複雑多岐にわたるため、指標策定についての取り組みは遅れており、研究評価基準の制定にあたって大きな問題になっている。多分野にわたる研究を遂行している産総研において過去の代表的な研究事例のアウトカムを調査することで研究開発業務に特徴的なアウトカム指標を総合的に抽出できるものと期待される。研究事例について産総研外の専門家や関係者などの聞き取り調査も併用し、客観的、普遍的なアウトカムの収集と指標作成のための基礎資料をまとめた。
海外アウトカム評価予備調査	技術経営調査室	日本国内の公的研究機関においては、アウトカムを指標として評価を行っている公的研究機関はほとんどない。そのため、すでに実績のある海外の類似の研究機関におけるアウトカム評価について情報を収集し、分析する必要がある。アメリカ、ヨーロッパを中心に海外の先行事例を俯瞰的に調査し、全体像を把握し、詳細調査の予備資料をまとめることを目的とした。
海外公的研究機関の企業との連携調査	技術政策調査室	産総研は、シーズの実用化、ニーズの把握、外部資金の導入などの企業連携活動を推進することを求められている。企業との共同研究・受託研究を行っている研究者及びその相手企業に対して、インタビューを行い、現状と制度上の問題点などを調査した。また、海外（オーストラリア及びニュージーランド）の公的研究機関の企業連携の状況について現地調査を行った。両調査の結果を合わせて産総研の改善すべき点を提言にまとめた。
研究ビジョンとそのロードマップによる表現に関する調査	技術経営調査室	ロードマップというツールを利用して研究活動のマネジメントを進める上で、産総研の研究テーマの特徴や各種制度などを勘案し、整合性を持ってロードマップを策定するための予備調査を、ユニットの協力の下、実施した。
大学からみた産総研の有効利用に関する意向調査	技術経営調査室	大学法人化する国公立大学をはじめ大学から産総研に対する要望などについて調査することにより、産総研の研究機関としての今後のあり方、制度設計やその制度の具体的な運用に資することを目的とした。
企業連携に関する調査	技術政策調査室	産総研が企業と連携し、シーズの実用化、ニーズの把握、外部資金の導入等の活動を一層活性化するための調査分析を行った。
本格研究シンポジウム	CI 推進室	産総研では、全ての研究拠点で12回の第2種基礎研究ワークショップを実施し、この研究方法論について理事長と現場の研究者で双方向の議論を行ってきた。これまでの議論を総括するとともに、産業界を含め外部有識者と具体的に議論を行うために、本格研究シンポジウムを平成15年7月14日に開催した。

研究関連業務

題 目	所 属	概 要
情報の学シンポジウム	CI 推進室	情報は、様々な実世界（自然界・人間社会など）を「情報」という観点で接続（インターフェース）する重要な研究対象である。この分野の特長は複数の知識領域を融合・統合し、システム化を目指すところにあり、構造的な手法を基本である。情報処理はさまざまな分野で既に導入されていますが、研究方法論やこれまでの成果はまだ十分に体系化されておらず、独自の方法論を持つ学問領域として認知されていない。情報を扱う新しい学問領域を確立することを目指し、関係する研究者が議論するシンポジウムを平成15年11月4日に開催した。
研究経営ワークショップ	CI 推進室	多様なステージにある研究開発事例について（1）研究開発におけるパターン、（2）科学技術知識の流れ、（3）研究参加者（企業等）と目標の変遷、（4）組織体制や理念における位置づけ等という観点から平成15年12月2日にワークショップを開催した。
産総研・技術情報セミナー（第7、8、9回）	技術経営調査室	産学官連携、技術評価、プロジェクトマネジメントといった、研究関連の最新動向などについて、外部講師から、産総研職員への情報提供をセミナー方式で年3回程度を不定期に開催。同時に AIST 外の聴講者にも開放し、質疑応答の時間を利用して、相互に情報交換を進めた。
技術情報部門のニューズレター“AIST TECHNO INFO”の発行	技術情報調査室	技術情報部門の広報誌として、産総研内の研究管理、組織運営に携わっている人を対象に、技術開発の最前線、各府省の技術政策、シンポジウムなどのスケジュール、研究所の運営に関する話題などを提供する。
産総研ランチョン・セミナー	技術政策調査室	産総研の強みは、多様なバックグラウンドを有する研究者が一つの研究所で働いていることである。その強みを最大限に生かすために、複数の研究分野の研究者が交流し意見交換できる機会として、本セミナーを開催した。
CD-ROM 版「注目技術の最新動向」作成	技術経営調査室	各研究分野の最新研究情報を整理し、政策立案の参考資料として経済産業省関係部署に提供するほか、産総研内の主として研究コーディネータに提供するにあたり、全文検索機能を付与した CD-ROM とすることを目的とした。

産業技術総合研究所

1) 図書

蔵書

平成15年度末

センター・事業所	区分	単行本				雑				誌	
		15年度受入数 (冊)			総蔵書数 (冊)	15年度受入数 (種類)			製本冊数 (冊)	総蔵書数 (冊)	
		購入	寄贈	計		購入	寄贈	計			
北海道センター	外国	0	1	1	1245	37	0	37	90	13844	
	国内	0	0	0	3850	38	148	186	154	5394	
	計	0	1	1	5095	75	148	223	244	19238	
東北センター	外国	0	0	0	429	28	0	28	106	5195	
	国内	0	110	110	1773	24	25	49	51	1672	
	計	0	110	110	2202	52	25	77	157	6867	
つくばセンター											
第2事業所	外国	933	10	943	66532	447	13	460	1553	45235	
	国内	95	68	163	67925	51	33	84	325	12465	
	計	1028	78	1106	134457	498	46	544	1878	57700	
第3事業所	外国	6	1	7	2672	47	50	97	212	9061	
	国内	6	21	27	4249	33	246	279	49	3791	
	計	12	22	34	6921	80	296	376	261	12852	
第5事業所	外国	167	12	179	23401	331	0	331	1284	54548	
	国内	24	17	41	15147	114	84	198	284	15812	
	計	191	29	220	38548	445	84	529	1568	70360	
第6事業所	外国	49	1	50	7391	333	4	337	1128	29198	
	国内	21	7	28	9623	138	9	147	242	11336	
	計	70	8	78	17014	471	13	484	1370	40534	
第7事業所	外国	0	0	0	17191	283	0	283	568	46722	
	国内	0	0	0	13585	81	0	81	80	18553	
	計	0	0	0	30776	364	0	364	648	65275	
東事業所	外国	172	0	172	14780	198	0	198	601	39033	
	国内	10	1	11	12624	124	58	182	24	7989	
	計	182	1	183	27404	322	58	380	625	47022	
西事業所	外国	2	39	41	7952	108	8	116	438	28264	
	国内	3	79	82	8903	74	645	719	173	8253	
	計	5	118	123	16855	182	653	835	611	36517	
中部センター	外国	103	27	130	7014	136	2	138	495	45573	
	国内	52	151	203	9636	78	20	98	165	11234	
	計	155	178	333	16650	214	22	236	660	56807	
関西センター *	外国	43	0	43	9159	192	0	192	753	38957	
	国内	60	0	60	7722	50	45	95	228	9756	
	計	103	0	103	16881	242	45	287	981	48713	
中国センター	外国	1	0	1	1557	49	0	49	177	9983	
	国内	20	3	23	3435	46	5	51	123	2494	
	計	21	3	24	4992	95	5	100	300	12477	
四国センター	外国	4	0	4	1432	44	0	44	176	6195	
	国内	34	0	34	2753	90	287	377	144	3056	
	計	38	0	38	4185	134	287	421	320	9251	
九州センター	外国	7	4	11	2784	71	0	71	314	14320	
	国内	139	1	140	5218	74	0	74	0	13196	
	計	146	5	151	8002	145	0	145	314	27516	
産総研 合計	外国	1487	95	1582	163539	2304	77	2381	7895	386128	
	国内	464	458	922	166443	1015	1605	2620	2042	125001	
	合計	1951	553	2504	329982	3319	1682	5001	9937	511129	

* 関西センターには尼崎事業所、大手前及び扇町サイトの蔵書の一部も含む。

(11) 産学官連携部門 (Collaboration Department)

所在地：つくば中央第2

人員：114名 (143) 名

概要：産総研の使命は、産業界、大学、地域経済社会とのイコールパートナーシップのもと、互いの研究ポテンシャルを融合・発展させ、新しい産業を生み出すことにある。この使命を実現するために産学官連携部門は、全国9研究拠点に産学官連携センターを設置し、産学官連携の円滑な推進に努めるとともに、産学官連携コーディネータ等による経済社会ニーズを的確に把握し産学官連携の橋渡しを行ってきている。更に、知的財産部により産総研の研究成果について最大限の知的財産権化を図るとともに、産総研イノベーションズ（認定 TLO）と平成14年10月にはベンチャー開発戦略センターが発足したことに伴い、ベンチャー支援室が産学官連携部門から同センターに移管された。しかしながら同センターと産学官連携部門は密接な関連があるので、両者の会議へ相互に乗り入れるよう措置をし、引き続き緊密な連携が図れるようにした。また、同じく、企業連携室と大学連携室の統合、連携業務室の分割など産学官連携部門内の組織を再編し、関連業務が一元的に管理できる体制を採り、業務の円滑化を図った。

産学官連携部門関連の組織を図1に示す。

機構図 (3/31現在)

[産学官連携部門]

部門長 小川 高志
次長 杉山 佳延
審議役 高原 邦廣
総括主幹 手塚 敏幸、武内 鼓、井島 哲男

[企業・大学連携室] 室長 小嶋 洋之 他
[地域連携室] 室長 上原 斎 他
[連携業務第一室] 室長 小林 昭彦 他
[連携業務第二室] 室長 柳澤 剛 他

[知的財産部] 部長 三原 裕三
総括主幹 甲田 壽男 他
[知的財産企画室] 室長 中村 達之
総括主幹 鴻巣 公男 他
参与 石丸 公生
顧問 佐村 秀夫 他

[知的財産管理室] 室長 渡部 陽介 他

[地域産学官連携センター]
[北海道産学官連携センター] センター長 吉田 忠 (兼)
総括主幹 菅野寿津夫
[東北産学官連携センター] センター長

加藤 碩一 (兼)
[つくば産学官連携センター] センター長 小川 高志 (兼)
[臨海副都心産学官連携センター] センター長 曾我 直弘 (兼)
[中部産学官連携センター] センター長 筒井 康賢 (兼)
総括主幹 杉浦 新一
[関西産学官連携センター] センター長 請川 孝治 (兼)
総括主幹 篠岡 賢三
[中国産学官連携センター] センター長 矢部 彰 (兼)
[四国産学官連携センター] センター長 一條 久夫 (兼)
[九州産学官連携センター] センター長 清水 肇 (兼)

[産学官連携コーディネータ]

[北海道] 吉田 忠、太田 英順
[東北] 板橋 修、鷺見 新一
[つくば] 太田 公廣、永井 聡、佐藤 眞士、中村 吉宏、金原 啓司、野崎 武敏、齊藤 敬三、上原 斎
[中部] 芝崎 靖雄、長沼 勝義、木本 博
[関西] 山下 博志、若林 昇、竹中 啓恭
[中国] 川名吉一郎、上嶋 英機
[四国] 勝村 宗英、上嶋 洋、榊原 実雄
[九州] 安田 誠二、藤井 昭弘、若林 勝彦

企業・大学連携室

(Corporate and Academic Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果に基づいて、企業や大学との連携の推進、すなわち、共同研究、技術移転、人事交流を行い、産業や科学技術の発展に寄与することを任務としている。専門分野を担当する産学官連携コーディネータの活動を補佐し、共同研究、TLO を介した技術移転活動等、研究ユニットと産業界の橋渡しを行っている。

また、産学官連携活動における大学との連携として、連携大学院制度や共同研究の実施等を通じて、研究・人材交流を行っている。AIST 産学官交流フォーラムでは、産総研の技術シーズを定期的に発表し、企業との対面交流を行い、また、中小企業支援研究開発事業では中小企業による産総研技術シーズの製品化を研究支援している。研究成果の移転を目的とした共同研究組織である「連携研究体」や情報交換による研究促進を目的とする研究会である「産総研コンソーシアム」の設立も推進している。これらの連携活動をスムーズに推進するための仕組み作りや、外部機関との各種協力協定の締結等も行っている。

地域連携室 (Regional Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：地域に関連する技術開発について、技術政策の立案や補助金等の技術審査及び各経済産業局が実施する戦略プロジェクトへの支援等を行っている。また、外部からの技術相談窓口業務を遂行するとともに、産業技術連携推進会議事務局として、産総研と公設試験研究機関との良好な研究開発関連ネットワークの構築、強化を推進している。

さらに、テクノナレッジネットワーク事業によるものづくり基盤技術情報データベースの充実、中小企業支援型研究開発事業による中小企業のシーズとニーズの製品化支援業務を行った。

連携業務第一室 (Collaboration Affairs Office 1)

(つくば中央第2)

概要：産総研のミッションの一つである知的財産の創生及び活用・普及を図るために、共同研究・受託研究等の契約業務を行うとともに、外部からの研究資源獲得のための支援を行っている。このほか、他機関との連携を推進するため連携研究体設立支援・産総研コンソーシアム設立支援並びに委託研究契約等の業務を行っている。

連携業務第二室 (Collaboration Affairs Office 2)

(つくば中央第2)

概要：当室では、産総研のミッションの一つとしての積極的な研究協力、産学官連携の推進を図るとのものと、客員研究員の受け入れ、技術研修員の受け入れ、博士研究員の受け入れといった外部人材の受け入れ手続きに関すること及び連携大学院協定の締結、同教授の推薦、各種委員会委員の委嘱、依頼・受託出張といった産総研職員人材を外部に送り出す制度等の業務を行っている。

知的財産部 (Intellectual Property Division)

(つくば中央第2)

概要：研究成果が社会に使われることにより、経済及び産業の発展に貢献することは、産総研の大きな使命である。このため、知的財産部においては、知財権の戦略的な創出及び効果的な維持、管理を組織的に行い、産総研の研究成果の最大限の知財権化を図ると共に、技術移転フェアやホームページ等で研究所所有の知的財産を紹介し、また、指定技術移転機関（産総研イノベーションズ）を活用することにより、目に見える技術移転を推進している。また、職員に対して研修や説明会を開催することにより、知的財産権についての意識の高揚を促しているほか、内部弁理士や指定技術移転機関と連携し、内外のサービスニーズに対応している。さらには、ベンチャー開発戦略研究センターとの連携により、産総研発ベンチャーへの知的財産に係る支援も行っている。

知的財産企画室

(Intellectual Property Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の成果を十分に保護し、活用するために種々の施策を企画し実行している。具体的には、知的財産に関する規程類の整備や見直し、共同研究契約（知的財産関連事項）、秘密保持契約、研究試料提供契約等の交渉・締結事務、コンピュータソフトウェアやデータベースに係る著作権やノウハウの管理、特許権設定登録後の管理、内部の研修や説明会の開催を行っている。また、職員に対して特許取得のためのインセンティブ予算や発明者補償金の配付など実施料還元関連の業務を行っている。さらに、指定技術移転機関（産総研イノベーションズ）と連携し、研究成果の技術移転を推進している。

知的財産管理室

(Intellectual Property Administration Office)

(つくば中央第2)

概要：研究ユニットにおいて発生した発明を速やかに特許庁へ出願を行い、最大限に知的財産権化すること、また、海外においては予算の範囲内において最大限に有効な出願を行うことを内部弁理士と連携して実施している。具体的には、産総研単独出願において研究者が内部弁理士に特許相談（リエゾン）を受けられるように調整を行い、共同発明の場合は、共同で出願するための契約締結等、対外機関との調整を行っている。

また、研究ユニットとの知的財産関係の窓口として、知財関連情報の提供や各種調査への対応、知財全般に関する相談業務を行っている。その他、特許プレ評価会等の各種委員会の事務局、出願案件の情報管理、出願関係予算の管理、外部弁理士事務所との契約締結業務を行っている。

[産学官連携センター] (Collabpration Center)

全国9研究拠点における産学官連携部門の窓口として地域の産業界・大学・公設研及び経済産業局等との連携活動を推進している。また地域産業技術連携推進会議への協力を行っている。産学官連携センターに設置された[ものづくり基盤技術支援室]は、技術相談窓口業務、技術情報のデータベース化、公設研ネットワーク他においてもものづくり技術の普及を行っている。

[産学官連携コーディネータ]

(Collaboretion Coordinator)

全国9地域拠点に配置し、企業や大学等と産総研との連携の橋渡しを行う。産学官連携コーディネータは主に以下のような役割を果たしている。

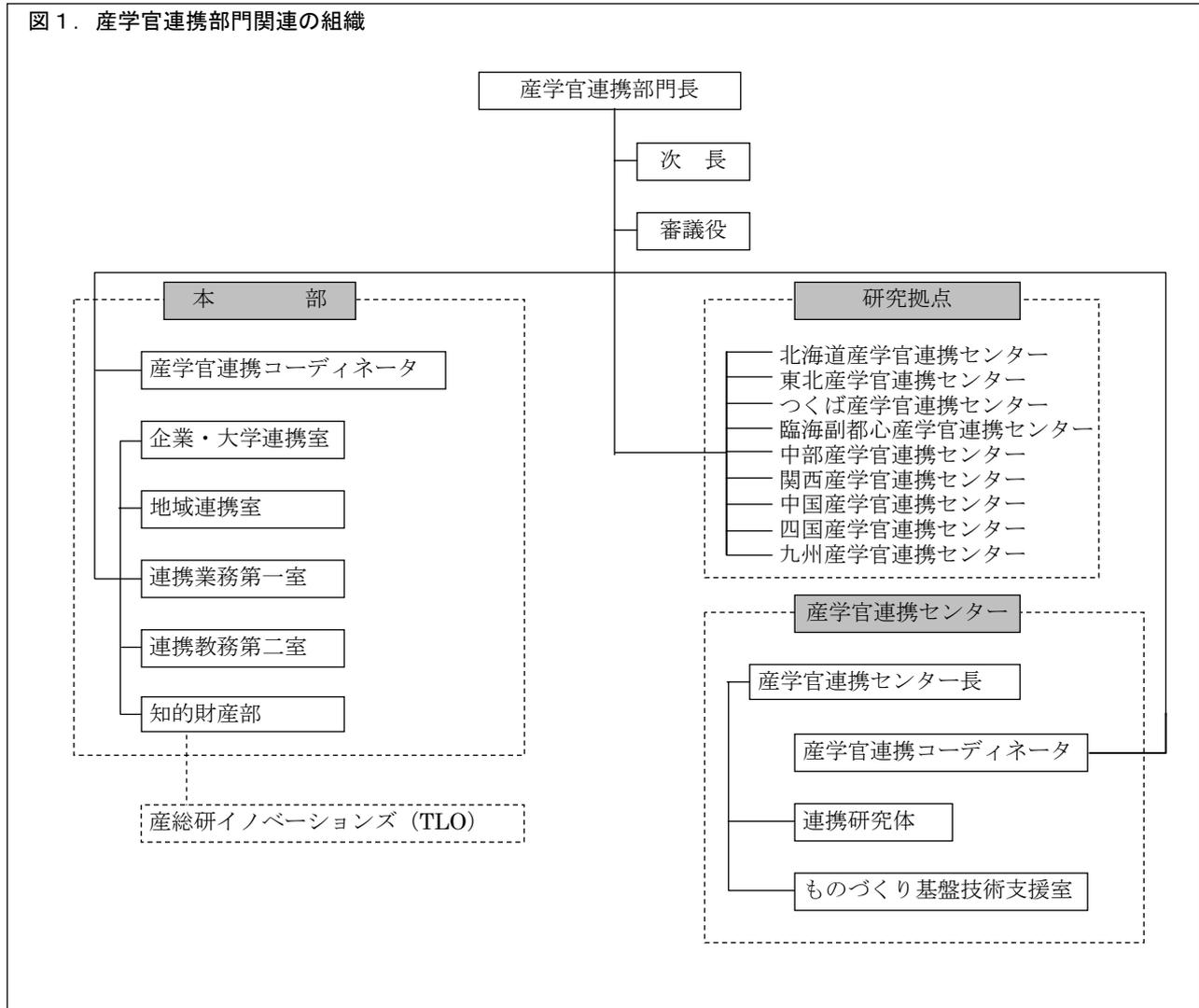
- ・企業や大学と産総研との連携プロジェクト（共同研究関連業務や受託研究）の企画・調整・立案
- ・企業等のニーズと産総研の有する技術シーズのマッチ

ング

・産総研における研究成果の把握・掘り起こし・権利化の支援（知的財産部）との協力

・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援（産総研イノベーションズと協力）

図 1. 産学官連携部門関連の組織



産業技術総合研究所

1) 共同研究

産総研が他機関と対等な立場で共同して行う研究であり、その種類として持ち帰り型、集中研型等がある。平成14年度から新たに資金提供型共同研究制度を導入した。

(共同研究)

研究ユニット	国大	公大	私大	特殊	独立	公益	企業	国	公設試	その他	計(件)
深部地質環境研究センター							2			2	4
活断層研究センター	2					1	1			1	5
化学物質リスク管理研究センター											0
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター							1			1	2
ライフサイクルアセスメント研究センター						1	2				3
パワーエレクトロニクス研究センター	3			1		2	9				15
生命情報科学研究センター	1		2	2		1	12				18
生物情報解析研究センター	2			1	1	9	4				17
ティッシュエンジニアリング研究センター	1	3	2			3	20	1			30
ヒューマンストレスシグナル研究センター	3		1			1	12			1	18
強相関電子技術研究センター				1	1		3	1			6
次世代半導体研究センター	2		1				14			2	19
サイバーアシスト研究センター				2	2		7				11
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター							3		1		4
ものづくり先端技術研究センター				1		2	13		1	1	18
高分子基盤技術研究センター			2			1	11		1		15
光反応制御研究センター							8				8
新炭素系材料開発研究センター	2		1	4	1	1	9				18
シナジーマテリアル研究センター	1		1			1	8			4	15
超臨界流体研究センター						2	8				10
スマートストラクチャー研究センター	3			1	1	1	11				17
界面ナノアーキテクトニクス研究センター			1	3							4
グリッド研究センター	3		1	3	3		6	1			17
爆発安全研究センター	1			2		3	6			1	13
糖鎖工学研究センター	10		3	1	4	3	26			3	50
年齢軸生命工学研究センター	1			4	2		11				18
技術と社会研究センター											0
デジタルヒューマン研究センター			5			2	23			1	31
近接場光応用工学研究センター						1	10				11
ダイヤモンド研究センター	4		1				4			1	10
バイオニクス研究センター	3	1					5				9
ジーンファンクション研究センター											0
計測標準研究部門	5	1	4	4		3	55	1		1	74
地球科学情報研究部門	7			1	4	2	6	1			21
地圏資源環境研究部門	10			2		1	12	1			26
海洋資源環境研究部門	5		2	3		1	22	1	3		37
エネルギー利用研究部門	19	1	9	1	4	13	65	2	3	2	119
電力エネルギー研究部門	11		5	1	10	2	22	1			52
環境管理研究部門	3		1		2	1	24		2		33
環境調和技術研究部門	6	1	1	1		8	46		2	1	66
情報処理研究部門			1	3			5	1			10
知能システム研究部門	6		1	1		2	23				33
エレクトロニクス研究部門	6		4	5	2		39			2	58
光技術研究部門	19	1	8	7	1	6	42	3	2	1	90
人間福祉医学研究部門	9	3	4	1		2	30		1	1	51
脳神経情報研究部門	3		3	1	1		4	1			13
物質プロセス研究部門	5		1		2	1	22			1	32
セラミックス研究部門	18		5		4	2	96	2	2	4	133
基礎素材研究部門	18	6	12	3	3	5	96		3		146
機械システム研究部門	11		4	1		3	50	1	3	1	74
ナノテクノロジー研究部門	5		2	3	1	1	34			1	47
計算科学研究部門	3			3	3		5	2	1		17
生物機能工学研究部門	9		2	3	3	3	36	1		1	58
人間系特別研究体	16	2	4	2	2	3	17		1		47
生活環境系特別研究体	3	1	4	2		5	46	1	2		64
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	9						8				17
ライフエレクトロニクス研究ラボ	5	2	4			1	4			3	19
メンブレン化学研究ラボ	1		1				8				10
マイクロ空間化学研究ラボ	3		1				2				6
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ	1	1	3				10				15
極微プロファイル計測研究ラボ				1			7				8
ジーンファンクション研究ラボ							2				2
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	1						2				3
循環バイオマス研究ラボ											0
システム検証研究ラボ	2						5				7
フェロー							2				2
先端情報計算センター	1						1				2
特許生物寄託センター											0
ベンチャー開発戦略研究センター	1					1	1				3
その他の部門等	1	1	1	1		2	9		2	1	18
合計	264	24	108	76	57	103	1,107	22	30	38	1,829

※国際案件5件含む

研究関連業務

2) 委託研究

産総研で実施していない研究を他機関に委託し、委託先の研究ポテンシャルを活用して産総研の研究を推進する。

(委託研究)

研究ユニット	国大	公大	私大	特殊	独立	公益	企業	国	公設試	その他	計(件)
深部地質環境研究センター	1					1					2
活断層研究センター											0
化学物質リスク管理研究センター	3	2	2								7
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター											0
ライフサイクルアセスメント研究センター											0
パワーエレクトロニクス研究センター											0
生命情報科学研究センター											0
生物情報解析研究センター							1				1
ティッシュエンジニアリング研究センター	3		1								4
ヒューマンストレスシグナル研究センター							1				1
強相関電子技術研究センター											0
次世代半導体研究センター	1										1
サイバーアシスト研究センター											0
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター			1								1
ものづくり先端技術研究センター							1		1		2
高分子基盤技術研究センター											0
光反応制御研究センター											0
新炭素系材料開発研究センター											0
シナジーマテリアル研究センター											0
超臨界流体研究センター											0
スマートストラクチャー研究センター											0
界面ナノアーキテクトニクス研究センター											0
グリッド研究センター			1		1						2
燃発安全研究センター	6		2								8
糖鎖工学研究センター	4					1					5
年齢軸生命工学研究センター											0
技術と社会研究センター											0
デジタルヒューマン研究センター											0
近接場光応用工学研究センター											0
ダイヤモンド研究センター											0
バイオニクス研究センター											0
ジーンファンクション研究センター											0
計測標準研究部門					1		6				7
地球科学情報研究部門	1				1						2
地圏資源環境研究部門							1				1
海洋資源環境研究部門	1						1		1		3
エネルギー利用研究部門	2					1	5				8
電力エネルギー研究部門	2										2
環境管理研究部門	5	1	3								9
環境調和技術研究部門	4						1		1		6
情報処理研究部門							2				2
知能システム研究部門							1		1		2
エレクトロニクス研究部門							1		1		2
光技術研究部門		1	1								2
人間福祉医学研究部門	3			1		1	3		1		9
脳神経情報研究部門											0
物質プロセス研究部門											0
セラミックス研究部門					1		1			3	5
基礎素材研究部門		1					3		1	2	7
機械システム研究部門			1	1			2		1		5
ナノテクノロジー研究部門			1			1	1				3
計算科学研究部門											0
生物機能工学研究部門	1						4		2		7
人間系特別研究体	2		1						10		13
生活環境系特別研究体			1								1
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ											0
ライフエレクトロニクス研究ラボ	2										2
メンブレン化学研究ラボ											0
マイクロ空間化学研究ラボ											0
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ											0
極微プロファイル計測研究ラボ	1		1								2
ジーンファンクション研究ラボ											0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ											0
循環バイオマス研究ラボ											0
システム検証研究ラボ											0
フェロー											0
先端情報計算センター											0
特許生物寄託センター											0
ベンチャー開発戦略研究センター											0
その他の部門等					1						1
合計	42	5	16	2	5	5	35	0	20	5	135

※国際案件2件含む

3) 受託研究

他機関から委託を受けて産総研が実施する研究であり、その成果は委託元で活用できる制度。委託元の研究者を客員研究員として受け入れことも可能。

(受託研究)

研究ユニット	国大	公大	私大	特殊	独立	公益	企業	国	公設試	その他	計(件)
深部地質環境研究センター								1			1
活断層研究センター								4			4
化学物質リスク管理研究センター				1	1	1					3
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター							4				4
ライフサイクルアセスメント研究センター				1	2	1	1	1			6
パワーエレクトロニクス研究センター				2	3	2	1	1			9
生命情報科学研究センター							4	1			5
生物情報解析研究センター				1							1
ティッシュエンジニアリング研究センター			2	1	1	1	1				6
ヒューマンストレスシグナル研究センター							4				4
強相関電子技術研究センター				1	1						2
次世代半導体研究センター				2	2	2	1	1			8
サイバーアシスト研究センター				2	2		2	1			7
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター											0
ものづくり先端技術研究センター				1	1	1	1				4
高分子基盤技術研究センター				2	2						4
光反応制御研究センター				2	2						4
新炭素系材料開発研究センター				1	1		1				3
シナジーマテリアル研究センター				1	1		1				3
超臨界流体研究センター					1	1					2
スマートストラクチャー研究センター			1	1		1	2				5
界面ナノアーキテクニクス研究センター				3	1						4
グリッド研究センター				1	2		5	2			10
爆発安全研究センター				1	1	3		1			6
糖鎖工学研究センター	1			5	4	1	1	1			13
年齢軸生命工学研究センター				1			1				2
技術と社会研究センター				1	1			1			3
デジタルヒューマン研究センター				1	2	2	4				9
近接場光応用工学研究センター				1	1						2
ダイヤモンド研究センター				3	2	1	1				7
バイオニクス研究センター							6				6
ジーンファンクション研究センター				2	1						3
計測標準研究部門				4	5	1	3	1			14
地球科学情報研究部門				1	1	3	1	1			7
地圏資源環境研究部門	1			4	3	3		2			13
海洋資源環境研究部門	1				1	5	3	2		2	14
エネルギー利用研究部門			1	13	12	3	16	3			48
電力エネルギー研究部門				10	11	4	4				29
環境管理研究部門				1		7	9	2		1	20
環境調和技術研究部門				8	7	4	4	1			24
情報処理研究部門				2			1				3
知能システム研究部門				2	2		10			1	15
エレクトロニクス研究部門				4	1		4	1			10
光技術研究部門				6	3	2	8	1			20
人間福祉医学研究部門				1	1	1	3	1			7
脳神経情報研究部門	1			3	4						8
物質プロセス研究部門				1	1	3	2	1		2	10
セラミックス研究部門				2	1	4					7
基礎素材研究部門				7	4	12	4				27
機械システム研究部門				2	2	2	11	1			18
ナノテクノロジー研究部門				8	3			1			12
計算科学研究部門								1			1
生物機能工学研究部門	1			4	5	3	6				19
人間系特別研究体	1			1	2	6	5	1			16
生活環境系特別研究体				13	12	2	5				32
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ				2	4						6
ライフエレクトロニクス研究ラボ							1				1
メンブレン化学研究ラボ						1		1			3
マイクロ空間化学研究ラボ							2			2	4
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ											0
極微プロファイル計測研究ラボ							1	1			2
ジーンファンクション研究ラボ											0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ				1	1	2	1				5
循環バイオマス研究ラボ							1				1
システム検証研究ラボ				1							1
フェロー											0
先端情報計算センター											0
特許生物寄託センター								1			1
ベンチャー開発戦略研究センター											0
その他の部門等				1	3		2	18			24
合計	6	0	4	140	125	88	145	56	0	8	572

※国際案件5件含む

研究関連業務

4) 請負研究

受託研究によることができない研究を他機関からの依頼に応じて行うものであり、その経費は依頼者が負担する。

(請負研究)

研究ユニット	国大	公大	私大	特殊	独立	公益	企業	国	公設試	その他	計(件)
深部地質環境研究センター											0
活断層研究センター											0
化学物質リスク管理研究センター											0
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター											0
ライフサイクルアセスメント研究センター						6	2				8
パワーエレクトロニクス研究センター											0
生命情報科学研究センター											0
生物情報解析研究センター											0
ティッシュエンジニアリング研究センター											0
ヒューマンストレスシグナル研究センター											0
強相関電子技術研究センター											0
次世代半導体研究センター											0
サイバーアシスト研究センター						1					1
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター											0
ものづくり先端技術研究センター											0
高分子基盤技術研究センター											0
光反応制御研究センター											0
新炭素系材料開発研究センター											0
シナジーマテリアル研究センター											0
超臨界流体研究センター											0
スマートストラクチャー研究センター											0
界面ナノアーキテクトニクス研究センター											0
グリッド研究センター											0
爆発安全研究センター											0
糖鎖工学研究センター											0
年齢軸生命工学研究センター											0
技術と社会研究センター											0
デジタルヒューマン研究センター											0
近接場光応用工学研究センター											0
ダイヤモンド研究センター											0
バイオニクス研究センター											0
ジーンファンクション研究センター											0
計測標準研究部門	1										1
地球科学情報研究部門											0
地圏資源環境研究部門								1			1
海洋資源環境研究部門							1				1
エネルギー利用研究部門						3		1			4
電力エネルギー研究部門						1	2			1	4
環境管理研究部門						1					1
環境調和技術研究部門							1				1
情報処理研究部門											0
知能システム研究部門											0
エレクトロニクス研究部門											0
光技術研究部門											0
人間福祉医学研究部門						1					1
脳神経情報研究部門											0
物質プロセス研究部門											0
セラミックス研究部門											0
基礎素材研究部門											0
機械システム研究部門											0
ナノテクノロジー研究部門											0
計算科学研究部門											0
生物機能工学研究部門											0
人間系特別研究体											0
生活環境系特別研究体											0
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ											0
ライフエレクトロニクス研究ラボ											0
メンブレン化学研究ラボ											0
マイクロ空間化学研究ラボ											0
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ											0
極微プロファイル計測研究ラボ											0
ジーンファンクション研究ラボ											0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ											0
循環バイオマス研究ラボ											0
システム検証研究ラボ											0
フェロー											0
先端情報計算センター											0
特許生物寄託センター											0
ベンチャー開発戦略研究センター											0
その他の部門等						1					1
合計	1	0	0	0	0	14	6	2	0	1	24

産業技術総合研究所

5) 技術研修

外部機関等の研究者、技術者を当所が受け入れ、当所の技術ポテンシャルを基に研修を行う制度です。

人頭経費（25,000円/人/月、または2,000円/人/日）を派遣先に負担していただきます。

(技術研修)

研究ユニット	国大	公大	私大	独法	特殊	公益	企業	国	公設試	その他	計(人)
深部地質環境研究センター	7		1				1				9
活断層研究センター				1							1
化学物質リスク管理研究センター	3										3
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター			1								1
ライフサイクルアセスメント研究センター	8		7				7			1	23
パワーエレクトロニクス研究センター			4								4
生命情報科学研究センター	14		3				14				31
生物情報解析研究センター	12		6								18
ドイツエンジニアリング研究センター	17	6	4				1			28	56
ヒューマンストレスシグナル研究センター	6		2				3		1		12
強相関電子技術研究センター	12										12
次世代半導体研究センター	5		9								14
サイバーアシスト研究センター			7				1				8
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	4		2								6
ものづくり先端技術研究センター			3				2		1		6
高分子基盤技術研究センター	13		2				6		1		22
光反応制御研究センター	2		8								10
新炭素系材料開発研究センター	1		1				2				4
シナジーマテリアル研究センター											0
超臨界流体研究センター	7		1								8
スマートストラクチャー研究センター	2		1				1				4
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	7										7
グリッド研究センター	1								1		2
爆発安全研究センター	20						1				21
糖鎖工学研究センター	24		3				3		1		31
年齢軸生命工学研究センター	10		7				5		1		23
技術と社会研究センター											0
デジタルヒューマン研究センター	9		12								21
近接場光応用工学研究センター			8								8
ダイヤモンド研究センター	3		3				1				7
バイオニクス研究センター	4		8								12
ジーンファンクション研究センター	6		2							1	9
計測標準研究部門	3		18	5	1	9	15		1		52
地球科学情報研究部門	9		2			2				2	15
地圏資源環境研究部門	9						1				10
海洋資源環境研究部門	39		10				4			17	70
エネルギー利用研究部門	20		33				7		1	3	64
電力エネルギー研究部門	14		9								23
環境管理研究部門	8		16				4		1	2	31
環境調和技術研究部門	7		43				10			1	61
情報処理研究部門	6		2				1		1		10
知能システム研究部門	18		13				2		1		34
エレクトロニクス研究部門	9		17				9			3	38
光技術研究部門	30		43				9		2	2	86
人間福祉医学研究部門	16	2	14				3		4		39
脳神経情報研究部門	18	1	5	1		1	7				33
物質プロセス研究部門	12		10							1	23
セラミックス研究部門	23		6				2		1		32
基礎素材研究部門	30	4	25				3		2	1	65
機械システム研究部門	11		22		1		8		3		45
ナノテクノロジー研究部門	11		12				2			1	26
計算科学研究部門			2								2
生物機能工学研究部門	53	2	24	2	1	1	11	1	1	3	99
人間系特別研究体	9	1	15				2		2		29
生活環境系特別研究体	15	3	19				17		1		55
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	3	1									4
ライフエレクトロニクス研究ラボ	4	11	4								19
メンブレン化学研究ラボ			3			1					4
マイクロ空間化学研究ラボ	4		4								8
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ	3										3
極微プロファイル計測研究ラボ			1								1
ジーンファンクション研究ラボ	22										22
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	7										7
循環バイオマス研究ラボ	4										4
システム検証研究ラボ											0
その他	22		5				1			12	40
合計	636	31	482	9	3	14	166	1	27	78	1,447

研究関連業務

6) 客員研究員

外部機関等の研究者等が当所において研究を行う際に研究員として受け入れるための制度です。外部機関等からの申請による場合（申請型）と当所からお願いして来ていただく場合（招へい型）があり、申請型は客員研究契約を締結します。

申請型の場合は、人頭経費（25,000円／人／月または2,000円／人／日）を負担していただきます。

（客員研究員）

研究ユニット	国大	公大	私大	独法	特殊	公益	企業	国	公設試	その他	計(人)
深部地質循環研究センター	1				1	1	2	1			6
活断層研究センター	5	1	2	1	1	1	2		2	3	18
化学物質リスク管理研究センター		1	3				1				5
ライフサイクルアセスメント研究センター											0
パワーエレクトロニクス研究センター	2		1							1	4
生命情報科学研究センター	3		1								4
生物情報解析研究センター	2		1		2		2				7
ティッシュエンジニアリング研究センター	11	5	10			2	2	3		6	39
ヒューマンストレスシグナル研究センター	4	3	1				2			1	11
強相関電子技術研究センター	1				1						2
次世代半導体研究センター											0
サイバーアシスト研究センター	6	1	2		4		4			1	18
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	4		1				1			2	8
ものづくり先端技術研究センター	9		6		1		2		23	1	42
高分子基盤技術研究センター											0
光反応制御研究センター											0
新炭素系材料開発研究センター		1									1
シナジーマテリアル研究センター							1				1
超臨界流体研究センター											0
スマートストラクチャー研究センター	1	1	1								3
界面ナノアーキテクトニクス研究センター											0
グリッド研究センター			1							3	4
爆発安全研究センター											0
糖鎖工学研究センター	1		1		1						3
年齢軸生命工学研究センター	2		3								5
技術と社会研究センター										1	1
デジタルヒューマン研究センター			1		3		2				6
近接場光応用工学研究センター										1	1
ダイヤモンド研究センター	1			1			1				3
バイオニクス研究センター	2		13				11			2	28
ジーンファンクション研究センター	2		1	1				3		4	11
計測標準研究部門	2	1				1	1			4	9
地球科学情報研究部門	4	1	3	1	1	1	3		1	14	29
地圏資源環境研究部門										2	2
海洋資源環境研究部門	1		1		2	1				1	6
エネルギー利用研究部門	1		2				1			1	5
電力エネルギー研究部門	4	2	5	2			1			6	20
環境管理研究部門	2	2	10				3	1			18
環境調和技術研究部門	3	1				1			1	1	7
情報処理研究部門							2			2	4
知能システム研究部門			2				9			1	12
エレクトロニクス研究部門	3		2		3	1	1			6	16
光技術研究部門	16		8	1	2		3			8	38
人間福祉医工学研究部門	10	1	9	1	1	3	1			8	34
脳神経情報研究部門	9	3	10	1	1		3	1		2	30
物質プロセス研究部門	1				1		3				5
セラミックス研究部門											0
基礎素材研究部門	1									3	4
機械システム研究部門	22	2	8	1			1	4		12	50
ナノテクノロジー研究部門	11		1	3	1	1	22	1		2	42
計算科学研究部門	16		2	1		1	6	2		1	29
生物機能工学研究部門	4		1		2	2	1	2		7	19
人間系特別研究体	2		1			1				2	6
生活環境系特別研究体	2	1			2	3	4			2	14
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ											0
ライフエレクトロニクス研究ラボ	4		2			2	1	1		6	16
メンブレン化学研究ラボ	3		1								4
マイクロ空間化学研究ラボ											0
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ											0
極微プロファイル計測研究ラボ	1										1
ジーンファンクション研究ラボ											0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ											0
循環バイオマス研究ラボ											0
システム検証研究ラボ	1				5						6
その他部門等	1		2			3	7			4	13
合計		181	27	119	14	35	25	106	19	27	670

7) 連携大学院

連携大学院制度とは、高度な研究水準をもつ国立試験研究所や民間研究所等の大学外研究機関の施設・設備や人的資源を活用して大学院教育を行う制度です。（参照：大学院設置基準第13条第2項 大学院は、教育上有益と認めるときは、学生が他の大学院又は研究所等において必要な研究指導を受ける事を認めることができる。（後略）産総研ではこの制度に基づいて大学と協定を結び、産総研研究者が大学から連携大学院教官の発令を受け、大学院生を技術研修生として受け入れ、研究指導を行っています。連携大学院制度による大学院生には被指導者であると同時に研究協力者としての側面があり、研究促進の観点からも産総研では連携大学院生を積極的に受け入れています。

(連携大学院)

大学名	研究科名	身分	所属	人数
北海道大学	農学研究科	教授	生物機能工学研究部門	3
	農学研究科	助教授	生物機能工学研究部門	1
	農学研究科	助教授	生物機能工学研究部門	1
東北大学	理学研究科	教授	海洋資源環境研究部門	1
	理学研究科	助教授	海洋資源環境研究部門	1
	理学研究科	教授	地球科学情報研究部門	1
	理学研究科	助教授	地球科学情報研究部門	1
	理学研究科	教授	地圏資源環境研究部門	1
	理学研究科	助教授	地圏資源環境研究部門	1
	理学研究科	教授	メンブレン化学研究ラボ	1
	理学研究科	助教授	メンブレン化学研究ラボ	1
	理学研究科	教授	超臨界流体研究センター	1
東北学院大学	工学研究科	教授	基礎素材研究部門	4
	工学研究科	教授	超臨界流体研究センター	1
筑波大学	機能工学系	助教授	エネルギー利用研究部門	1
	物理工学系	助教授	エレクトロニクス研究部門	1
	物質工学系	教授	エレクトロニクス研究部門	1
	化学系	教授	企画本部	1
	化学系	教授	グリッド研究センター	1
	生物科学系	教授	ジーンファンクション研究ラボ	1
	生物科学系	助教授	ジーンファンクション研究ラボ	1
	応用生物化学系	教授	生物機能工学研究部門	2
	応用生物化学系	助教授	生物機能工学研究部門	1
	生物科学系	教授	生物機能工学研究部門	1
	化学系	教授	生物機能工学研究部門	1
	物理工学系	教授	ダイヤモンド研究センター	1
	生物科学系	教授	糖鎖工学研究センター	1
	基礎医学系	教授	糖鎖工学研究センター	1
	基礎医学系	助教授	糖鎖工学研究センター	1
	化学系	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
	物質工学系	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
	電子・情報工学系	教授	人間福祉医工学研究部門	1
	生物科学系	教授	年齢軸生命工学研究センター	1
	電子・情報工学系	教授	脳神経情報研究部門	1
	臨床医学系	教授	脳神経情報研究部門	1
	基礎医学系	助教授	脳神経情報研究部門	1
	電子・情報工学系	教授	フェロー	1
機能工学系	教授	マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	1	
地球科学系	助教授	海洋資源環境研究部門	1	
化学系	教授	界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1	
化学系	助教授	環境調和技術研究部門	1	

研究関連業務

大学名	研究科名	身分	所属	人数
筑波大学	機能工学系	助教授	機械システム研究部門	2
	物質工学系	助教授	強相関電子技術研究センター	1
	化学系	助教授	光技術研究部門	1
	物理工学系	教授	次世代半導体研究センター	1
	電子・情報工学系	教授	次世代半導体研究センター	1
	電子・情報工学系	助教授	情報処理研究部門	1
	機能工学系	教授	知能システム研究部門	4
	電子・情報工学系	教授	知能システム研究部門	1
	機能工学系	助教授	知能システム研究部門	1
	電子・情報工学系	助教授	知能システム研究部門	1
	地球科学系	教授	地球科学情報研究部門	2
	化学系	教授	物質プロセス研究部門	1
宇都宮大学	工学研究科	教授	電力エネルギー研究部門	2
	工学研究科	教授	企画本部	1
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	1
	総合理工学研究科	助教授	薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	1
	総合理工学研究科	教授	光反応制御研究センター	1
	総合理工学研究科	助教授	環境管理研究部門	1
	総合理工学研究科	教授	サイバーアシスト研究センター	1
	フロンティア創造共同研究センター	教授	物質プロセス研究部門	1
	生命理工学研究科	教授	生物機能工学研究部門	2
	総合理工学研究科	教授	企画本部	1
	総合理工学研究科	教授	機械システム研究部門	1
	学術国際情報センター	助教授	グリッド研究センター	1
フロンティア創造共同研究センター	助教授	セラミックス研究部門	1	
東京農工大学	工学研究科	教授	ティッシュエンジニアリング研究センター	2
	工学研究科	助教授	ティッシュエンジニアリング研究センター	1
千葉大学	自然科学研究科	教授	高分子基盤技術研究センター	1
	自然科学研究科	助教授	特許生物寄託センター	1
	自然科学研究科	教授	地圏資源環境研究部門	2
	自然科学研究科	助教授	海洋資源環境研究部門	1
横浜国立大学	環境情報研究院	教授	化学物質リスク管理研究センター	1
	環境情報研究院	助教授	ライフサイクルアセスメント研究センター	1
金沢大学	自然科学研究科	教授	環境管理研究部門	1
	自然科学研究科	助教授	環境管理研究部門	1
	自然科学研究科	教授	企画本部	1
大阪大学	理学研究科	教授	知能システム研究部門	1
	理学研究科	教授	脳神経情報研究部門	1
	理学研究科	助教授	脳神経情報研究部門	1
	理学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
	理学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	1
	理学研究科	教授	生活環境系特別研究体	3
神戸大学	自然科学研究科	教授	人間系特別研究体	1
	自然科学研究科	教授	生活環境系特別研究体	1

産業技術総合研究所

大学名	研究科名	身分	所属	人数
神戸大学	自然科学研究科	教授	産学官連携部門	1
	自然科学研究科	教授	光技術研究部門	1
	自然科学研究科	助教授	生活環境系特別研究体	2
	自然科学研究科	教授	地球科学情報研究部門	1
鹿児島大学	理工学研究科	教授	人間系特別研究体	1
	理工学研究科	教授	強相関電子技術研究センター	1
	理工学研究科	助教授	電力エネルギー研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
	理工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	3
	理工学研究科	教授	ものづくり先端技術研究センター	1
	理工学研究科	助教授	サイバーアシスト研究センター	1
	理工学研究科	助教授	ジーンファンクション研究ラボ	1
	理工学研究科	助教授	年齢軸生命工学研究センター	1
	理工学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
	理工学研究科	教授	光反応制御研究センター	1
	理工学研究科	教授	環境調和技術研究部門	2
	理工学研究科	教授	極微プロファイル計測研究ラボ	1
	理工学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
	理工学研究科	教授	電力エネルギー研究部門	1
	理工学研究科	助教授	電力エネルギー研究部門	1
	理工学研究科	教授	パワーエレクトロニクス研究センター	1
	理工学研究科	教授	光技術研究部門	1
	理工学研究科	教授	機械システム研究部門	1
	理工学研究科	教授	マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	1
	理工学研究科	教授	新炭素系材料開発研究センター	1
	理工学研究科	教授	知能システム研究部門	1
	理工学研究科	教授	人間福祉医工学研究部門	1
	理工学研究科	教授	エネルギー利用研究部門	1
	理工学研究科	助教授	デジタルヒューマン研究センター	1
	理工学研究科	助教授	界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1
	基礎工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
	基礎工学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	1
	基礎工学研究科	教授	知能システム研究部門	1
	基礎工学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1
	基礎工学研究科	教授	パワーエレクトロニクス研究センター	1
	基礎工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
	基礎工学研究科	教授	物質プロセス研究部門	1
東京電機大学	工学研究科	助教授	電力エネルギー研究部門	1
	工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
	工学研究科	助教授	計測標準研究部門	1
	工学研究科	教授	近接場光応用工学研究センター	1
	工学研究科	助教授	人間福祉医工学研究部門	1
日本大学	生産工学研究科	教授	物質プロセス研究部門	1
	生産工学研究科	教授	環境管理研究部門	1
	生産工学研究科	教授	環境調和技術研究部門	1
	生産工学研究科	教授	エネルギー利用研究部門	1
	生産工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
上智大学	理工学研究科	教授	環境調和技術研究部門	2
	理工学研究科	助教授	環境調和技術研究部門	1

研究関連業務

大学名	研究科名	身分	所属	人数
上智大学	理工学研究科	教授	フェロー	1
	理工学研究科	教授	シナジーマテリアル研究センター	1
	理工学研究科	助教授	光技術研究部門	1
	理工学研究科	教授	セラミックス研究部門	1
芝浦工業大学	工学研究科	教授	知能システム研究部門	1
	工学研究科	助教授	知能システム研究部門	1
	工学研究科	助教授	エネルギー利用研究部門	1
	工学研究科	教授	光技術研究部門	1
	工学研究科	助教授	光技術研究部門	1
千葉工業大学	工業化学専攻	教授	環境調和技術研究部門	1
	精密機械工学専攻	教授	計測標準研究部門	1
	工業化学専攻	教授	物質プロセス研究部門	1
	工業化学専攻	教授	エネルギー利用研究部門	1
	経営工学専攻	教授	機械システム研究部門	1
神奈川工科大学	工学研究科	教授	理事	1
	工学研究科	教授	エネルギー利用研究部門	3
	工学研究科	教授	強相関電子技術研究センター	1
	工学研究科	助教授	強相関電子技術研究センター	1
	工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
	工学研究科	教授	光技術研究部門	1
	工学研究科	教授	光技術研究部門	1
	工学研究科	助教授	光技術研究部門	1
	工学研究科	教授	環境管理研究部門	1
	工学研究科	教授	環境調和技術研究部門	1
	工学研究科	教授	生物機能工学研究部門	2
	工学研究科	教授	物質プロセス研究部門	2
	工学研究科	助教授	物質プロセス研究部門	1
	工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
	工学研究科	教授	高分子基盤技術研究センター	1
	工学研究科	教授	企画本部	1
	工学研究科	教授	知能システム研究部門	2
工学研究科	助教授	人間福祉医工学研究部門	1	
金沢工業大学	工学研究科	教授	糖鎖工学研究センター	1
	工学研究科	教授	機械システム研究部門	1
	工学研究科	教授	マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	1
	工学研究科	教授	スマートストラクチャー研究センター	1
	工学研究科	教授	企画本部	1
	工学研究科	教授	フェロー	1
	工学研究科	教授	環境管理研究部門	1
	工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
	工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	3
	工学研究科	教授	光技術研究部門	1
工学研究科	教授	計測標準研究部門	1	
東邦大学	理学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
	理学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
	理学研究科	助教授	人間福祉医工学研究部門	1
	理学研究科	助教授	年齢軸生命工学研究センター	1
東京都立大学	理学研究科	教授	生物情報解析研究センター	1

産業技術総合研究所

大学名	研究科名	身分	所属	人数
東京都立大学	理学研究科	助教授	生物情報解析研究センター	4
	理学研究科	教授	計測標準研究部門	1
奈良先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	助教授	生命情報科学研究センター	1
	情報科学研究科	教授	生命情報科学研究センター	1
	情報科学研究科	助教授	デジタルヒューマン研究センター	1
名古屋工業大学	工学研究科	教授	セラミックス研究部門	2
	工学研究科	助教授	セラミックス研究部門	1
岐阜大学	工学研究科	教授	基礎素材研究部門	2
	工学研究科	助教授	セラミックス研究部門	1
姫路工業大学	工学研究科	非常勤講師	基礎素材研究部門	1
	工学研究科	非常勤講師	ダイヤモンド研究センター	1
中部大学	工学研究科	教授	セラミックス研究部門	2
	工学研究科	教授	基礎素材研究部門	2
名城大学	総合学術研究科	教授	セラミックス研究部門	1
	理工学研究科	教授	シナジーマテリアル研究センター	1
大同工業大学	工学研究科	教授	基礎素材研究部門	2
	工学研究科	教授	セラミックス研究部門	1
愛知工業大学	工学研究科	教授	基礎素材研究部門	2
	工学研究科	助教授	セラミックス研究部門	1
立命館大学	理工学研究科	教授	光技術研究部門	2
	理工学研究科	教授	人間系特別研究体	1
	理工学研究科	教授	生活環境系特別研究体	1
	理工学研究科	教授	ダイヤモンド研究センター	1
	理工学研究科	教授	ライフエレクトロニクス研究ラボ	1
	理工学研究科	教授	地球科学情報研究部門	1
大阪府立大学	工学研究科	教授	生活環境系特別研究体	1
京都工芸繊維大学	工芸科学研究科	教授	人間系特別研究体	1
	工芸科学研究科	助教授	ヒューマンストレスシグナル研究センター	1
	工芸科学研究科	教授	産学官連携部門	1
同志社大学	工学研究科	教授	ダイヤモンド研究センター	1
	工学研究科	教授	生活環境系特別研究体	1
山口大学	理工学研究科	教授	中国センター	1
	理工学研究科	教授	海洋資源環境研究部門	1
	理工学研究科	助教授	海洋資源環境研究部門	1
広島大学	生物圏科学研究科	教授	海洋資源環境研究部門	2
	生物圏科学研究科	助教授	海洋資源環境研究部門	1
	工学研究科	教授	基礎素材研究部門	1
	工学研究科	助教授	基礎素材研究部門	1
徳島大学	工学研究科	教授	産学官連携部門	1

研究関連業務

大 学 名	研究科名	身 分	所 属	人 数
徳島大学	工学研究科	教授	海洋資源環境研究部門	1
佐賀大学	工学系研究科	教授	企画本部	1
	工学系研究科	教授	九州センター	1
	工学系研究科	教授	基礎素材研究部門	2
	工学系研究科	助教授	基礎素材研究部門	2
九州大学	総合理工学研究院	教授	マイクロ空間化学研究ラボ	1
	総合理工学研究院	助教授	マイクロ空間化学研究ラボ	1
	総合理工学研究院	助教授	基礎素材研究部門	1
立教大学	理学研究科	教授	エネルギー利用研究部門	1
	理学研究科	教授	物質プロセス研究部門	1
	理学研究科	教授	環境調和技術研究部門	1
東京医科歯科大学	生命情報科学教育部	教授	生命情報科学研究センター	3
長岡技術科学大学	工学研究科	教授	電力エネルギー研究部門	1
	工学研究科	教授	セラミックス研究部門	2
合 計				280

8) 技術相談

産業技術総合研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、民間企業、公設試験研究機関等からの技術相談を受ける制度を運用している。平成15年度に各研究ユニット、各地域センターに設置しているものづくり基盤技術支援室、および産学官連携部門地域連携室、地質関係の技術相談所、標準供給保証室他に寄せられた相談などは次のとおり。

平成15年度技術相談集計

平成15年度「技術相談届出システム」に入力された件数：4841件（内 GSJ1240件）

回答者のべ人数：5892人（内 GSJ1430人） データダウンロード日：2004/04/20

1. 拠点別件数

拠 点	件 数	
北海道センター	278	
東北センター	162	
つくばセンター	3101	
東京センター	10	
臨海副都心センター	13	
中部センター	575	
関西センター	360	
四国センター	96	
中国センター	93	
九州センター	210	
上記の合計	4898	一相談で複数拠点にまたがる案件は複数拠点でカウントされるため正味の相談件数より大きくなる。
相談件数	4841	

2. ユニット別

ユニット名	件数	GSJ 分等
研究コーディネータ	54	
企画本部	72	
評価部	0	
環境安全部	3	
業務推進本部	0	
研究センター		
深部地質環境	55	内 GSJ 55
活断層	36	内 GSJ 36
化学物質リスク管理	6	
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー	5	
ライフサイクルアセスメント	143	
パワーエレクトロニクス		
生命情報科学		
生物情報解析		
ティッシュエンジニアリング	0	
ヒューマンストレスシグナル	42	
強相関電子技術	1	
次世代半導体	3	
サイバーアシスト		
マイクロ・ナノ機能広域発現	9	
ものづくり先端技術	129	
高分子基盤技術	18	
光反応制御	14	
新炭素系材料開発	15	
シナジーマテリアル	41	
超臨界流体	14	
スマートストラクチャー	6	
界面ナノアーキテクニクス	20	
グリッド		

研究関連業務

ユニット名	件数		GSJ 分等
爆発安全	71		
糖鎖工学	2		
年齢軸生命工学	1		
技術と社会	0		
デジタルヒューマン	6		
近接場光応用工学	1		
ダイヤモンド			
バイオニクス	9		
ジーンファンクション			
研究部門			
計測標準	278		
地球科学情報	171		内 GSJ 171
地圏資源環境	149		内 GSJ 149
海洋資源環境	130		内 GSJ 69
エネルギー利用	93		
電力エネルギー	73		
環境管理	226		
環境調和技術	98		
情報処理	1		
知能システム	22		
エレクトロニクス	29		
光技術	116		
人間福祉医工学	26		
脳神経情報	21		
物質プロセス	57		
セラミックス	117		
基礎素材	289		
機械システム	152		
ナノテクノロジー	18		
計算科学	14		
生物機能工学	76		
特別研究体			
人間系	36		
生活環境系	103		
研究ラボ			
薄膜シリコン系太陽電池開発	0		
ライフエレクトロニクス	7		
メンブレン化学	22		
マイクロ空間化学	41		
極微プロファイル計測	4		
単一分子生体ナノ計測	13		
循環バイオマス	23		
システム検証			
管理部門			
先端情報計算センター	1		
特許生物寄託センター	1		
ベンチャー開発戦略研究センター	0		
技術情報部門	4		
産学官連携部門	1190		
北海道センター		220	内 GSJ 93
東北センター		65	
つくばセンター		392	
中部センター		291	
関西センター		79	内 GSJ 44
四国センター		53	
中国センター		33	

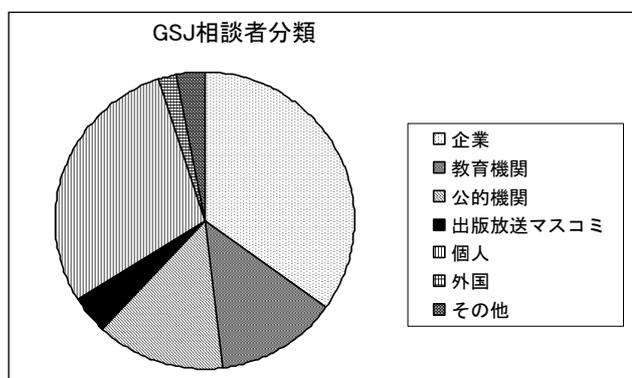
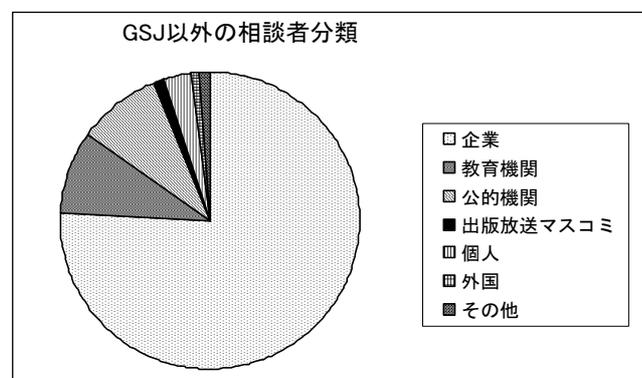
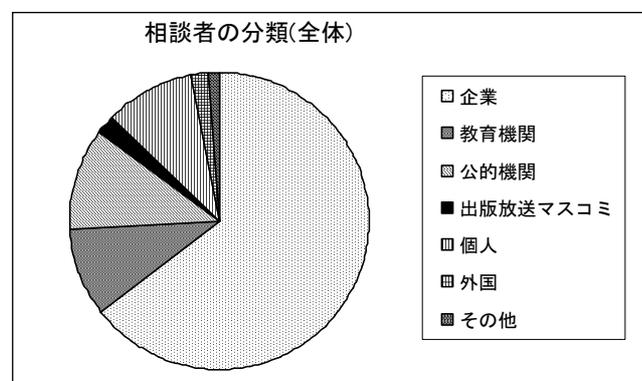
ユニット名	件数	GSJ 分等
九州センター		57
成果普及部門	795	内 GSJ 764計量31
国際部門	9	内 GSJ 3
業務推進部門	26	
能力開発部門		
研究環境整備部門		
上記の合計(一相談に複数ユニットが係わり と複数ユニットにカウントされるので正味の 相談件数よりも大きくなる。)	5207	内 GSJ 1384

注1：回答者の所属は入力時の個人 ID により自動的に決められる。

注2：GSJ とは地質相談所（成果普及部門）、地球科学情報研究部門、地圏資源環境研究部門、海洋資源環境研究部門のつくば、深部地質環境研究センター、活断層研究センター、国際地質協力室（国際部門）、地質調査情報部（成果普及部門）、地質標本館（成果普及部門）、北海道センター札幌北サイト（北海道地質調査連携研究体）、関西センター大阪大手前サイト（関西地質調査連携研究体）である。

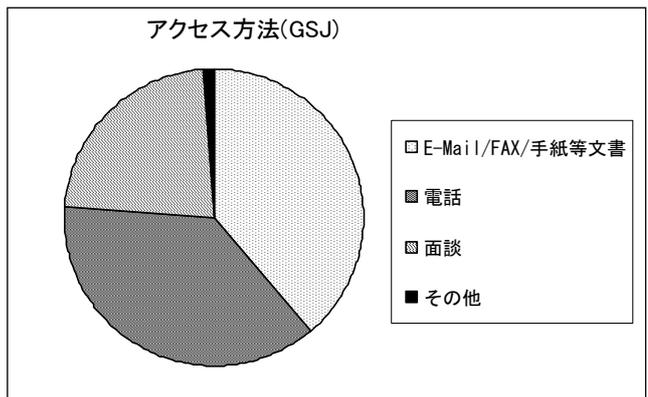
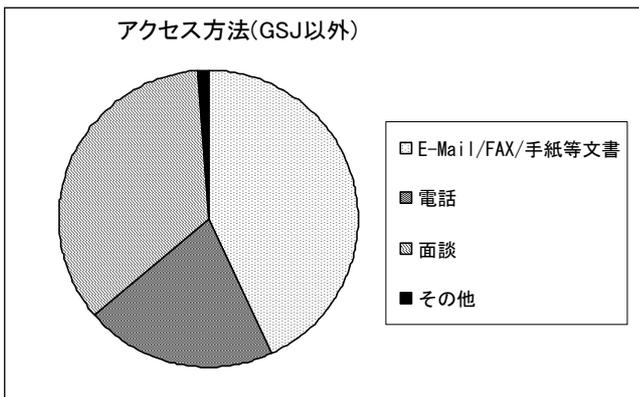
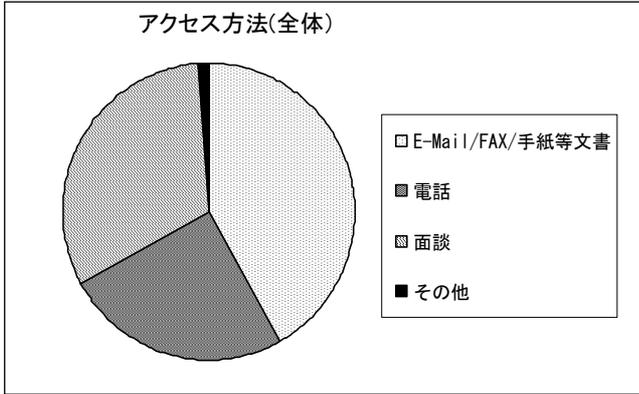
3. 相談者区分

相談者の分類	全体件数	全体%	GSJ 以外件数	GSJ 以外%	GSJ 件数	GSJ%
企業	3153	65	2713	75	440	35
教育機関	469	10	308	9	161	13
公的機関	513	11	342	9	171	14
出版放送マスコミ	79	2	28	1	51	4
個人	480	10	116	3	364	29
外国	76	2	54	1	22	2
その他	71	1	40	1	31	3
合計	4841	100	3601	100	1240	100



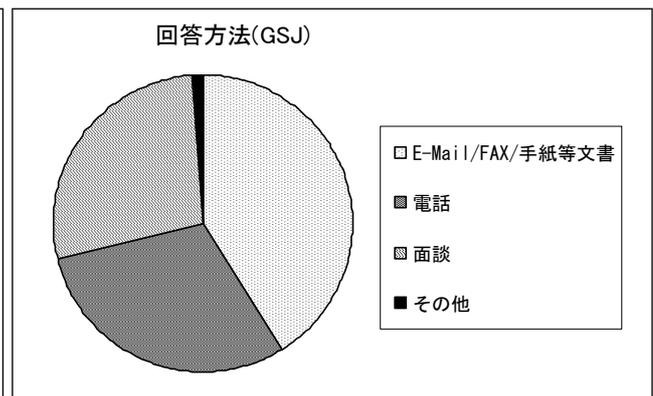
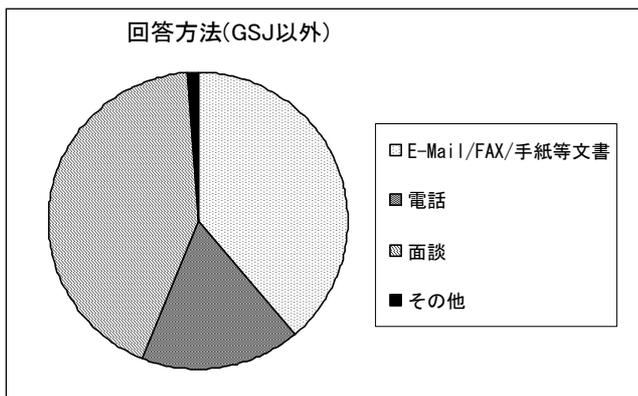
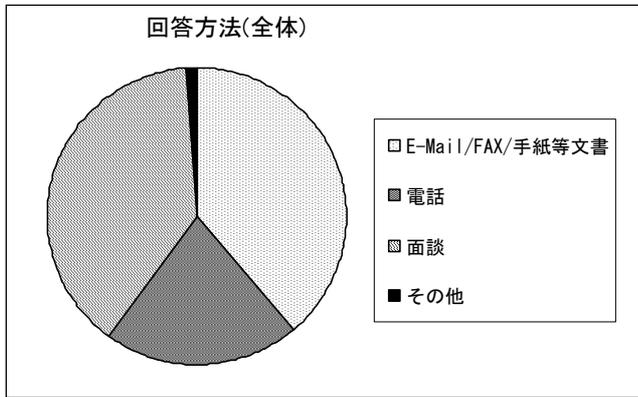
4. アクセス方法

アクセス方法	全体件数	全体%	GSJ以外件数	GSJ以外%	GSJ件数	GSJ%
E-Mail/FAX/手紙等文書	2043	42	1561	43	482	39
電話	1209	25	746	21	463	37
面談	1535	32	1249	35	286	23
その他	54	1	45	1	9	1
合計	4841	100	3601	100	1240	100



5. 回答方法

回答方法	全体件数	全体%	GSJ以外件数	GSJ以外%	GSJ件数	GSJ%
E-Mail/FAX/手紙等文書	1908	39	1398	39	510	41
電話	993	21	611	17	382	30
面談	1907	39	1566	43	341	28
その他	33	1	26	1	7	1
合計	4841	100	3601	100	1240	100



作業手順：「技術相談届け出システム」からダウンロードすると、回答者が複数の相談案件は複数行になるので、エクセルにおいてマクロを実行し1相談1行に変換した。H16年度（2004/4/1～2004/4/20）に入力された H15年度の相談は回答者の所属が入力時（H16年度）のものになっているのでH15年度の所属で統計をとった。

研究関連業務

9) 受託出張・依頼出張

外部機関からの要請により、研究打ち合わせ、調査、講演等のために、職員を出張させることができます。必要な旅費および間接経費（受託出張の場合）は要請をした外部機関の負担となります。

(出張)

研究ユニット	国大	公大	私大	法人	企業	国	公設試	その他	計 (件)
深部地質環境研究センター	4	0	2	3	0	0	0	0	9
活断層研究センター	16	0	0	5	0	4	2	4	31
化学物質リスク管理研究センター	5	0	0	2	0	1	0	1	9
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ライフサイクルアセスメント研究センター	0	0	0	5	0	0	4	4	13
パワーエレクトロニクス研究センター	0	0	0	0	0	0	2	0	2
生命情報科学研究センター	4	0	5	4	0	0	0	1	14
生物情報解析研究センター	4	0	0	6	2	3	0	0	15
ティッシュエンジニアリング研究センター	1	1	0	4	1	2	0	4	13
ヒューマンストレスシグナル研究センター	1	0	0	1	1	0	0	0	3
強相関電子技術研究センター	4	0	0	1	0	0	0	0	5
次世代半導体研究センター	3	0	0	1	1	0	0	0	5
サイバーアシスト研究センター	3	1	0	2	0	0	0	0	6
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	3	0	0	2	0	0	0	0	5
ものづくり先端技術研究センター		0	0	3	0	0	3	0	6
高分子基盤技術研究センター	2	0	0	3	3	0	0	0	8
光反応制御研究センター	10	0	0	1	1	0	0	0	12
新炭素系材料開発研究センター	14	0	0	5	0	0	0	0	19
シナジーマテリアル研究センター	2	0	0	0	0	0	0	0	2
超臨界流体研究センター	3	0	1	10	0	3	0	0	17
スマートストラクチャー研究センター	8	0	0	0	0	0	0	0	8
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	5	0	0	6	0	0	0	1	12
グリッド研究センター	5	2	0	1	0	9	0	0	17
爆発安全研究センター	3	0	0	1	1	0	1	5	11
糖鎖工学研究センター	10	2	3	4	1	2	3	4	29
年齢軸生命工学研究センター	3	0	1	0	0	1	0	1	6
技術と社会研究センター	2	0	0	2	0	0	0	1	5
デジタルヒューマン研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
近接場光応用工学研究センター	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ダイヤモンド研究センター	3	0	0	1	0	0	0	1	5
バイオニクス研究センター	0	0	0	1	0	0	2	0	3
ジーンファンクシオン研究センター	0	0	0	2	0	0	0	0	2
計測標準研究部門	18	0	1	15	36	4	1	8	83
地球科学情報研究部門	25	0	0	22	2	18	2	6	75
地圏資源環境研究部門	15	0	0	7	1	4	1	2	30
海洋資源環境研究部門	22	0	0	29	2	10	3	9	75
エネルギー利用研究部門	7	0	0	8	0	1	2	3	21
電力エネルギー研究部門	18	0	0	17	1	8	1	2	47
環境管理研究部門	13	0	0	10	0	17	0	1	41
環境調和技術研究部門	6	0	1	5	0		3	1	16
情報処理研究部門	1	0	0	0	0	5	0	0	6
知能システム研究部門	9	0	0	5	0		2	1	17
エレクトロニクス研究部門	17	0	1	3	1	1	0	3	26
光技術研究部門	21	0	0	9	0	2	0	1	33
人間福祉医学研究部門	10	0	0	2	2	0	2	0	16
脳神経情報研究部門	11	0	1	0	0	9	0	2	23
物質プロセス研究部門	5	0	0	2	2	4	0	0	13
セラミックス研究部門	5	0	0	4	0	0	3	2	14
基礎素材研究部門	12	0	2	35	1	5	1	11	67
機械システム研究部門	3	0	0	8	0	0	1	2	14
ナノテクノロジー研究部門	33	0	1	3	0	11	0	7	55
計算科学研究部門	7	0	0	0	0	19	0	1	27
生物機能工学研究部門	37	0	1	13	4	7	4	5	71
人間系特別研究体	8	1	3	8	0	2	0	1	23
生活環境系特別研究体	13	0	4	20	1	4	1	3	46
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ライフエレクトロニクス研究ラボ	4	0	0	5	0	1	0	1	11
メンブレン化学研究ラボ	0	0	3	7	0	0	0	0	10
マイクロ空間化学研究ラボ	0	0	0	1	0	0	0	0	1
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ	2	1	0	0	0	0	0	0	3
極微プロファイル計測研究ラボ	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ジーンファンクシオン研究ラボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	0	2	0	0	0	0	0	1	3
循環バイオマス研究ラボ	0	0	1	1	1	0	3	0	6
システム検証研究ラボ	1	0	0	2	0	0	0	0	3
フェロー	3	0	0	0	0	1	0	0	4
その他部門等	28	2	1	81	9	24	16	10	171
合 計	474	12	32	399	74	182	63	110	1,346

10) 産業技術連携推進会議

約170の鉱工業系公設試験研究機関（支所を含む）並びに産総研との協力体制を強化し、これらの機関の総合能力を最高度に発揮させ、機関相互の試験研究を効果的に推進して、産業技術の向上を図り、我が国の産業の発展に貢献するために、産業技術連携推進会議を設置し運営している。

同会議では技術分野別に9部会を設け、部会傘下の分科会・研究会・地域部会で産業技術関連情報の相互提供、戦略の検討、活動状況及び活動成果の情報発信等を行っている。また、経済産業局ブロック毎に、地域産業技術連携推進会議も設置している。これは経済産業局に事務局を置き、産総研の各地域センターが協力し、地域関連施策との連携強化を図っている。これらの活動状況は次のとおり。

平成15年度産業技術連携推進会議開催実績数

総会・企画調整委員会	2
北海道地域産業技術連携推進会議	2
東北地域産業技術連携推進会議	1
関東甲信越静地域産業技術連携推進会議	3
東海北陸地域産業技術連携推進会議	1
近畿地域産業技術連携推進会議	3
中国地域産業技術連携推進会議	2
四国地域産業技術連携推進会議	1
九州地域産業技術連携推進会議	3
機械・金属部会	22
物質工学部会	17
窯業部会	12
資源・エネルギー・環境部会	11
生命工学部会	8
情報・電子部会	15
繊維部会	14
福祉技術部会	8
知的基盤部会	5
合計	125

11) 知的財産

産総研平成15年度特許関連統計

国内特許	出願件数	1,526件
	登録件数	378件
国外特許	出願件数	325件
	登録件数	121件
実施 (国内+国外)	実施契約件数	394件
	実施料	401百万円

研究関連業務

平成15年度ユニット別出願件数（国内・外国出願）

研究ユニット	15年度国内出願件数			15年度外国出願件数			15年度外国権利数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
深部地質環境研究センター	4		4	1		1	1	1	2
活断層研究センター			0			0			0
化学物質リスク管理研究センター			0			0			0
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	7		7	2	3	5	2	3	5
ライフサイクルアセスメント研究センター	1		1			0			0
パワーエレクトロニクス研究センター	10	4	14	4	1	5	4	1	5
生命情報科学研究センター	5	2	7	4	3	7	4	3	7
生物情報解析研究センター	5	10	15		1	1	2	1	3
ティッシュエンジニアリング研究センター	14	10	24	8	3	11	8	5	13
ヒューマンストレスシグナル研究センター	9	7	16	1		1	1		1
強相関電子技術研究センター	4	12	16			0			0
次世代半導体研究センター	14	8	22	4	8	12	4	6	10
サイバーアシスト研究センター	18	5	23	2	3	5	2	3	5
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	8	3	11	1		1	1		1
ものづくり先端技術研究センター	6	2	8		1	1			0
高分子基盤技術研究センター	14	11	25	3		3	3		3
光反応制御研究センター	14	2	16			0			0
新炭素系材料開発研究センター	9	3	12		1	1		1	1
シナジーマテリアル研究センター	18	6	24	8		8	7		7
超臨界流体研究センター	36	4	40	11		11	7		7
スマートストラクチャー研究センター	8	4	12	4	2	6	4	2	6
界面ナノアーキテクニクス研究センター	14	1	15		1	1		2	2
グリッド研究センター	4	7	11			0			0
爆発安全研究センター		2	2			0			0
糖鎖工学研究センター	4	7	11	2		2	2	9	11
年齢軸生命工学研究センター	4	2	6	1		1	1		1
技術と社会研究センター			0			0			0
デジタルヒューマン研究センター	7	4	11			0			0
近接場光応用工学研究センター	1	8	9			0			0
ダイヤモンド研究センター	6		6			0			0
バイオニクス研究センター	27	4	31			0	3		3
ジーンファンクション研究センター	8		8	1		1	1		1
計測標準研究部門	31	9	40	11		11	7		7
計測標準研究部門 量子放射科			0			0			0
地球科学情報研究部門			0			0			0
地圏資源環境研究部門	5		5			0			0
海洋資源環境研究部門	19	5	24	2	1	3	2	1	3
エネルギー利用研究部門	34	8	42		3	3		2	2
電力エネルギー研究部門	26	7	33	6	1	7	6	2	8
環境管理研究部門	24	18	42	5	3	8	5	3	8
環境調和技術研究部門	63	34	97	5	5	10	4	4	8
情報処理研究部門	5	5	10	1	1	2	1	1	2
知能システム研究部門	39	12	51	11	3	14	11	2	13
エレクトロニクス研究部門	34	13	47	14	3	17	11	4	15
光技術研究部門	47	25	72	7	14	21	7	11	18
生物遺伝子資源研究部門	1		1		2	2			
人間福祉医工学研究部門	27	9	36	3		3	8	1	9
脳神経情報研究部門	9	2	11	1		1	2		2
物質プロセス研究部門	28	12	40	4	2	6	3	3	6
セラミックス研究部門	53	18	71	13	10	23	6	6	12
基礎素材研究部門	56	28	84	23	7	30	18	8	26

産業技術総合研究所

研究ユニット	15年度国内出願件数			15年度外国出願件数			15年度外国権利数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
機械システム研究部門	34	19	53	8	1	9	9	1	10
ナノテクノロジー研究部門	27	39	66	3	12	15	2	6	8
計算科学研究部門	2		2	1		1	1		1
生物機能工学研究部門	39	26	65	8	3	11	11	4	15
人間系特別研究体	31	9	40	6	2	8	4	2	6
生活環境系特別研究体	40	41	81	12	10	22	9	8	17
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	2	7	9			0			0
デジタルヒューマン研究ラボ	2		2	1		1	1		1
ライフエレクトロニクス研究ラボ	3	1	4		1	1		1	1
次世代光工学研究ラボ		2	2	1	1	2	1	2	3
微小重力環境利用材料研究ラボ			0			0			0
純度制御材料開発研究ラボ			0			0			0
メンブレン化学研究ラボ	33	3	36			0			0
マイクロ空間化学研究ラボ	6		6	4		4	4		4
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ	6	1	7		2	2		2	2
極微プロファイル計測研究ラボ	2	3	5	2		2	2		2
ジーンファンクション研究ラボ	4	4	8			0			0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	3	1	4			0			0
循環バイオマス研究ラボ	11	3	14			0			0
システム検証研究ラボ			0	1		1	1		1
フェロー	1		1			0			0
フェロー	3		3	1		1	1		1
特許生物寄託センター	2		2			0			0
ベンチャー開発戦略研究センター	2		2			0			0
技術情報部門		1	1			0			0
合計	1,033	493	1,526	211	114	325	194	111	305

(12) 成果普及部門
(Public Relations Department)

所在地：つくば中央第3、つくば中央第7、
つくば中央第1

人員：132 (93) 名

概要：成果普及部門は、ホームページ、広報誌、パンフレット、講演会、所内公開、イベント出展、見学、報道発表等の広報活動を通じ、広く国民に対して研究所全体の研究成果を分かりやすい情報として提供するとともに、研究成果に関するデータベースの整備・発信、地質調査等に基づく地質図の作製や火山・地震などの地球科学情報の整備・発信、地質標本の保存・展示、国家計量標準の整備・供給・啓蒙活動、計量技術者育成のための計量教習、さらには研究成果を JIS や ISO 等の工業標準化へ展開するための活動や標準化を目的とした研究実施のための支援活動など、生活に密着した知的基盤情報を使い易い形に整理し直して、広く産業界、工業界などに提供している。

機構図 (3/31現在)

[成果普及部門]	部門長	古橋 政樹
	研究広報監	玉田 紀治
	総括主幹	鈴木 孝和
	部門総括	伊東 一明 他
[広報出版部]	部長 (兼)	伊東 一明
	[広報室]	室長 (兼) 伊東 一明 他
	[出版室]	室長 阿刀田富美枝 他
[研究成果情報部]	部長	金沢 康夫 他
	[データ調査整備室]	室長 濱崎 陽一 他
	[成果普及室]	室長 片山 澄子 他
[地質調査情報部]	部長	湯浅 真人
	総括主幹	早川加代子 他
	[地質調査推進室]	室長 牧本 博 他
	[地質調査管理室]	室長 古宇田亮一
	総括主幹	曾屋真紀子 他
[計量標準管理部]	部長	中野 英俊
	総括主幹	滝田 哲雄 他
	[計量行政調査室]	室長 井原 俊英 他
	[標準供給保証室]	室長 (兼) 小池 昌義 他
[工業標準部]	部長	山内 徹
	[工業標準企画室]	室長 瀬戸 和吉 他
	[工業標準整備室]	室長 釜土 祐一 他
[地質標本館]	館長	青木 正博
	総括主幹	田代 寛 他
[計量研修センター]	センター長	秦 勝一郎
	副センター長 (兼)	滝田 哲雄 他

広報出版部 (Information & Publication Division)

(つくば中央第3)

概要：広報出版部は、技術情報部門、産学官連携部門、研究実施部門等との連携・協力体制のもとに、産総研全般に係わる研究成果、活動状況を出版、講演、研究所公開、見学、報道発表等を通じて、広く社会に発信している。

広報室 (Information Office)

(つくば中央第3)

概要：広報室は、報道発表、講演会・研究所公開等の催し物、見学などの広報活動に係る業務を行っている。

出版室 (Publication Office)

(つくば中央第3)

概要：出版室は、広報誌、刊行物その他印刷物の編集、発行、頒布、及び広報のための映像、画像の作製に関する業務を行っている。

研究成果情報部 (Research Information Division)

(つくば中央第3)

概要：研究成果情報部は、研究成果の普及のため、産総研内の研究成果・知的基盤・研究者人材に係わる情報のデータベース化と管理、及び産総研公式ホームページ等の企画・作成を行い、所内外の情報ネットワークを通じてこれら情報を提供している。

データ調査整備室 (Research Database Office)

(つくば中央第3)

概要：データ調査整備室は、研究成果発表・研究者人材・年報等の情報に関する DB 化の企画と整備、各研究ユニット等が作成している研究情報公開 DB の一般公開に向けたとりまとめと重点化施策、及び依頼試験と分析並びに研究所の設備使用の外部窓口に関する業務を行っている。

成果普及室 (AIST Web Office)

(つくば中央第3)

概要：成果普及室は、産総研公式ホームページ・メールマガジンからの最新研究成果等の発信、コンテンツの企画・作成、旧工業技術院各研究所ホームページを含めたアーカイブ・データの整理、ウェブマスター宛の問い合わせの対応に関する業務を行っている。

地質調査情報部 (Geoinformation Division)

(つくば中央第7)

概要：地質調査情報部は、産総研の「地質の調査」業務に係わる研究部門・センター・関連部署との密接な連携のもとに、国内外の地質・地球科学情報の基盤整備を行うとともに、地質・地球科学に関する成果と整備され

た情報を多面的・効果的に発信・普及していく役割を担っている。

地質調査推進室

(Geological Survey Promotion Office)

(つくば中央第7)

概要：地質調査推進室は、産総研の「地質の調査」業務に関わる所内の連携を推進し、地質・地球科学に関する成果の出版・管理及び普及に関する業務を行っている。

「地質の調査」業務に係わる研究部門、研究センター、国際地質協力室、地質標本館等と連携し、関係組織間の連絡会議・各種推進部会・委員会の運営に関するもののほか、関連する外部の委員会や機関・団体への対応窓口として機能している。

研究部門・センターで作成された地質図・地球科学図の出版、研究報告書の編集と出版、数値地質図やデータ集のCD-ROM出版、及び「地質ニュース」の編集協力を行っている。

地質標本館と協力して地質情報展の開催、地質関連イベントへの参加等の活動を行うとともに、産業界、学界、地方自治体等との交流・連絡を強化し、地域のニーズに応えるよう努めている。国民への成果普及については、特に国民のニーズ調査を行い、成果発信にフィードバックしていく。

また、火山噴火や地震など突発的な地質災害が起きたときには緊急対策室を組織し、緊急調査の実施、迅速な情報収集と発信を行う。

地質情報管理室

(Geoinformation Administration Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報管理室は、地質・地球科学情報の系統的整備業務を目的として、地質データ・資料について情報基盤整備を行い、地質情報の数値化と標準化整備業務を促進している。

国内外の多くの機関との文献交換等による地質文献資料を収集し、その管理・提供を行い、日本地質文献データベース(GEOLIS)と日本・世界地質図索引図検索データベースの公開・維持管理を行っている。

各研究ユニットで作成された地質図と関連情報の校正・編集及び発信を担当するとともに、地質表記等の地質情報の標準化整備、地質図・地形測量や地質・地球科学に係わる知識・技術・成果を数値化し、ファクトデータベースとして整備・提供している。又、富士火山変動等の危ぶまれる火山の地形変動観測を軸に、機動的な情報収集・発信にも資する。

平成15年度は、地質情報を系統的に収集・管理・提供して国内外との地質情報交換を進めた。地形図・デジタル地形データの効率的収集・管理・提供を行った。世界地理座標系との整合をとりつつ地質図・地球科学情報の

電子化を推進した。地質情報標準の国内外調査・整備・管理とGIS技術の普及をはかり、ますます重要性を深める政府クリアリングハウスや東アジア各国へのメタデータ提供・環境整備を実務として担い、関係国際会議等に尽力した。

計量標準管理部 (Metrology Management Division)

(つくば中央第3-9)

概要：計量標準は円滑な国際通商を実現するために不可欠であり、さらに産業技術や研究開発の技術基盤であるとともに、環境・安全を評価するための技術基準を与えるなど、我々の生活に密着したものである。

社会に必要とされる計量標準を的確に把握してその整備・普及の方向性を見出し、標準の供給を的確に行うと共に、計量標準に係わる活動の成果を社会に広く普及していく役割を担っている。

計量行政調査室 (Policy and Planning Office)

(つくば中央第3-9)

概要：計量標準の開発や供給を欧米先進国並みに充実させるため、研究実施部門と緊密に連携して、計量標準整備計画の策定、維持、改善を図るとともに、新しい計量標準に関する研究成果の発信を講演会、ポスターセッション、モノグラフなどを通して行っている。

また、計量標準に係わる活動内容や研究成果などを広く普及させるため、ホームページ、ビデオ、展示会、パンフレット等、様々な広報活動の企画・運営を行っている。

標準供給保証室 (Service and Quality Office)

(つくば中央第3-9)

概要：産総研の成果である多岐にわたる計測標準の供給事務(申請書受付、証明書発行など)を一元的に行うとともに、その信頼性を保証するために必要な、ISO/IEC17025、ガイド34に基づいた品質システムの支援業務を行う。

標準供給業務としては、次のものがある。

- ・特定計量器の検定、比較検査、基準器検査
- ・特定計量器の型式承認試験
- ・特定二次標準器の校正
- ・特定副標準器の校正
- ・JCSS認定事業に係わる技能試験
- ・研究成果品および認証標準物質の頒布
- ・その他計量に係わる試験・校正サービス

工業標準部 (Industrial Standards Division)

(つくば中央第3)

概要：工業標準部は、産業技術総合研究所の研究ポテンシャルを活用することにより、我が国の工業標準化に貢献することを目的とし、その実現ため「産総研・工業標準化戦略」「産総研工業標準化ポリシー」を制定し、

研究関連業務

工業標準化活動に組織的に取り組んでいる。社会ニーズや、行政からの要請に基づいた、標準基盤研究や標準情報（TR）化研究の実施を始め、平成15年度からは新たにエネルギー・環境技術標準基盤研究を受託・実施し、国内・国際標準化活動への貢献等を通じて、工業標準化の実現に向けた活動を行っている。

また、「くらしと JIS センター」を運営管理し、高齢者・障害者に配慮した標準化研究を実施するとともに、一般の方に工業標準化の意義や概要を分かりやすく紹介するため、「JIS パビリオン」への見学者の受入れを行っている。

工業標準企画室

(Industrial Standards Planning Office)

(つくば中央第3)

概要：工業標準化研究テーマの選定や研究進捗状況、成果の管理及び産総研における標準化活動に対する支援に関する業務、くらしと JIS センターの運営・管理を行っている。

工業標準整備室

(Industrial Standards Management Office)

(つくば中央第3)

概要：産総研の研究成果の規格化に関する支援業務、工業標準に関する技術専門家（委員等）の産総研内外への推薦や派遣に関する業務を行っている。

地質標本館（Geological Museum）

(つくば中央第7)

概要：地質標本館は、日本で唯一の地学専門の総合博物館である。地質標本だけでなく地学全般と地球の歴史・メカニズム、人間との関わりについて分かりやすく展示を行うとともに、地球科学に関する知識と情報を普及するための展示会、講演会などのイベントを行っている。また、平成13年7月20日から土・日・祝日の開館を実施し、利用者への利便を図っている。さらに、地質相談業務、試料調製業務、並びに地質標本の整備・管理もしている。

計量研修センター（Metrology Training Center）

(つくば中央第1)

概要：計量研修センターは、都道府県・特定市の計量行政公務員の研修及び民間の計量技術者に対して一般計量士、環境計量士の資格付与を行うため、一般計量の教習、環境計量の教習を企画・実施する研修機関である。前身は、1952年に当時の通商産業省傘下に創設された計量教習所で、3年前に独立行政法人化し、産総研に合流した。

年間約800人の研修生を迎えて、一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量

講習（濃度）、環境計量講習（騒音・振動関係）、および地方公務員のための特別教習などの教習を企画し実施している。また、計量標準に関わる校正事業者認定制度の品質システム審査員研修、技術者研修などを実施している。

1) 報道関係

平成15年度プレス発表件数(ユニット別)

ユニット名	発表件数
企画本部	5
活断層研究センター	2
化学物質リスク管理研究センター	1
次世代半導体研究センター	5
サイバーアシスト研究センター	1
シナジーマテリアル研究センター	2
超臨界流体研究センター	1
スマートストラクチャー研究センター	1
グリッド研究センター	1
年齢軸生命工学研究センター	1
技術と社会研究センター	1
近接場光応用工学研究センター	2
ダイヤモンド研究センター	1
バイオニクス研究センター	2
ジーンファンクション研究センター	1
計測標準研究部門	4
地球科学情報研究部門	1
海洋資源環境研究部門	1
電力エネルギー研究部門	2
環境管理研究部門	2
情報処理研究部門	2
知能システム研究部門	5
エレクトロニクス研究部門	6
光技術研究部門	4
人間福祉医工学研究部門	5
脳神経情報研究部門	1
物質プロセス研究部門	2
セラミックス研究部門	6
基礎素材研究部門	3
機械システム研究部門	1
ナノテクノロジー研究部門	2
生物機能工学研究部門	3
人間系特別研究体	3
生活環境系特別研究体	3
メンブレン化学研究ラボ	1
ジーンファンクション研究ラボ	1
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	1
ベンチャー開発戦略研究センター	2
産学官連携部門	5
成果普及部門	5
合計	98

※複数の研究ユニットの共同プレス発表4件を各々含む。

作成にあたっての考え方

- ・複数の研究ユニットによる共同のプレス発表はそれぞれ個別にカウントした。
- ・地方センター名でのイベント等のプレス発表は、産学官連携部門に含めた。
- ・複数名での監理関連部門のプレス発表（イベント等）は案件毎に判断した。
- ・新組織に移行している研究ユニット、管理関連部門があるが、発表当時の組織名で掲載した。

産業技術総合研究所

平成15年度取材対応件数（ユニット別）

ユニット名	件数	ユニット名	件数
理事	5	海洋資源環境研究部門	27
研究コーディネータ	3	エネルギー利用研究部門	23
企画本部	6	電力エネルギー研究部門	18
評価部	1	環境管理研究部門	14
深部地質環境研究センター	11	環境調和技術研究部門	6
活断層研究センター	24	情報処理研究部門	10
化学物質リスク管理研究センター	11	知能システム研究部門	89
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	1	エレクトロニクス研究部門	31
ライフサイクルアセスメント研究センター	5	光技術研究部門	18
パワーエレクトロニクス研究センター	1	人間福祉医工学研究部門	49
生命情報科学研究センター	2	脳神経情報研究部門	5
生物情報解析研究センター	1	物質プロセス研究部門	5
ティッシュエンジニアリング研究センター	24	セラミックス研究部門	19
ヒューマンストレスシグナル研究センター	18	基礎素材研究部門	31
強相関電子技術研究センター	2	機械システム研究部門	10
次世代半導体研究センター	11	ナノテクノロジー研究部門	20
サイバーアシスト研究センター	31	生物機能工学研究部門	21
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	1	先進製造プロセス研究部門	3
ものづくり先端技術研究センター	15	エネルギー技術研究部門	1
高分子基盤技術研究センター	1	人間系特別研究体	7
光反応制御研究センター	5	生活環境系特別研究体	6
新炭素系材料開発研究センター	3	薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	2
シナジーマテリアル研究センター	1	ライフエレクトロニクス研究ラボ	6
超臨界流体研究センター	9	メンブレン化学研究ラボ	7
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	7	マイクロ空間化学研究ラボ	9
グリッド研究センター	27	先端バイオエレクトロニクス研究ラボ	2
爆発安全研究センター	6	単一分子生体ナノ計測研究ラボ	7
糖鎖工学研究センター	14	循環バイオマス研究ラボ	4
年齢軸生命工学研究センター	4	ベンチャー開発戦略研究センター	20
デジタルヒューマン研究センター	11	技術情報部門	2
近接場光応用工学研究センター	7	産学官連携部門	78
ダイヤモンド研究センター	2	成果普及部門	12
バイオニクス研究センター	4	業務推進部門	1
ジーンファンクション研究センター	1	研究環境整備部門	2
計測標準研究部門	48	北海道センター	1
地球科学情報研究部門	49	関西センター	1
地圏資源環境研究部門	14	合 計	953

平成15年度マスコミ等報道数

新聞		1,496
	朝日新聞	54
	読売新聞	47
	毎日新聞	46
	産経新聞	32
	日本経済新聞	164
	日刊工業新聞	290
	日本工業新聞	175
	日経産業新聞	191
	化学工業日報	173
	科学新聞	72
	電波新聞	13
	他	239
雑誌等刊行物		176
TV／ラジオ		121
	NHK	52
	民放 他	69
WEBその他		103
合 計		1,896

2) 主催行事等
平成15年度講演会等実施一覧

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
成果普及部門 広報出版部 広報室	協力	IT CITY みのお推進協議会会長 芝 真勇	シンポジウム「デジタルヒューマン産業創成に向けて」	2003/4/7	2003/4/7	大阪府	COM3号館5F 会議室
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	社団法人電子情報技術産業協会、財団法人機械システム振興協会	映像デジタルコンテンツ評価システムに関する研究開発成果セミナー	2003/4/10	2003/4/10	千葉県	シヤープ幕張ビル 多目的ホール
産学官連携部門 北海道産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道地質調査連携研究体	2003年度第1回北海道センター公開地質セミナー	2003/4/11	2003/4/11	北海道	地質調査連携室
基礎素材研究部門	主催	基礎素材研究部門・海洋資源環境研究部門・セラミックス研究部門・環境調和技術研究部門	未来型 CO2発生抑制型材料及び材料製造技術に関する平成14年度研究開発成果発表会	2003/4/11	2003/4/11	東京都	石垣記念ホール
国際部門	後援	nABACUS Partners	APNEXT 2003 : Asia Pacific Nanoelectronics Exhibition & Technology Forum	2003/4/18	2003/4/22	Taipei	Taipei World Trade Center
産学官連携部門 北海道産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道地質調査連携研究体	2003年度第2回北海道センター公開地質セミナー	2003/4/25	2003/4/25	北海道	地質調査連携室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第84回人間系セミナー	2003/4/25	2003/4/25	大阪府	関西センター・池田・産学官研究交流棟 2F・セミナールーム
産学官連携部門 北海道産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道地質調査連携研究体	2003年度第3回北海道センター公開地質セミナー	2003/5/9	2003/5/9	北海道	地質調査連携室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第86回人間系セミナー	2003/5/16	2003/5/16	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 九州産学官連携センター 人間系特別研究体	主催	産業技術総合研究所 マイクロ空間化学研究所 フラボ	マイクロリアクター技術研究会@九州第5回 研究講演会	2003/5/21	2003/5/21	福岡県	福岡県中小企業振興センター
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第85回人間系セミナー	2003/5/21	2003/5/21	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第88回人間系セミナー	2003/5/30	2003/5/30	大阪府	産総研・関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
強関連電子技術研究センター	主催	産業技術総合研究所強関連電子技術研究センター	産総研ワークショップ"スピントロニクスの新しい潮流"	2003/6/3	2003/6/4	茨城県	産総研つくばセンター 共用講堂 中会議室
産学官連携部門 北海道産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道地質調査連携研究体	2003年度第4回北海道センター公開地質セミナー	2003/6/4	2003/6/4	北海道	地質調査連携室

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	持続性木質資源工業技術研究会独立行政法人産業技術総合研究所中部センター独立行政法人産業技術総合研究所基礎素材研究部門	持続性木質資源工業技術研究会第28回研究会	2003/6/10	2003/6/10	愛知県	独立行政法人産業技術総合研究所中部センター
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第89回人間系セミナー	2003/6/13	2003/6/13	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
ライフサイクリクスメント研究センター	主催	産業技術総合研究所ライフサイクリクスメント研究センター	第五回 日本版被算定型影響評価ワークショップ - 環境影響の統合化と経済的評価 -	2003/6/16	2003/6/16	東京都	中央大学駿河台記念館
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第92回人間系セミナー	2003/6/16	2003/6/16	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第87回人間系セミナー	2003/6/18	2003/6/18	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
ヒューマンストレスシグナル研究センター	後援	(社) 人間生活工学研究センター	「人間行動適合型生活環境創出システム技術」プロジェクト 移動行動適合理化技術成果報告会	2003/6/19	2003/6/19	大阪府	関西センター基礎融合棟会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第91回人間系セミナー	2003/6/20	2003/6/20	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	名古屋商工会議所独立行政法人産業技術総合研究所中部センター東海ものづくり創生協議会財団法人科学技術交流財団	第43回新技術動向セミナー	2003/6/23	2003/6/23	愛知県	名古屋商工会議所3階第1会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第94回人間系セミナー	2003/6/23	2003/6/23	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
ベンチャー開発戦略研究センター	主催	主催：産業技術総合研究所ベンチャー開発戦略研究センター、中部産学官連携センター、経済産業省中部経済産業局協力：東海ものづくり創生協議会	新産業創出のための技術経営セミナー ～中部地域産業活性化のための産総研ベンチャー・技術経営セミナー～	2003/6/24	2003/6/24	愛知県	産総研中部センター3階大会議室
基礎素材研究部門	主催	基礎素材研究部門	基礎素材研究部門 国際シンポジウム2003	2003/6/24	2003/6/24	愛知県	名古屋国際会議場
基礎素材研究部門	主催	基礎素材研究部門	The 4th AIST-ISEM and KIMM Joint Symposium on Advanced Materials and Processing	2003/6/25	2003/6/25	愛知県	産業技術総合研究所中部センター
生物機能工学研究部門	主催	産業技術総合研究所	バイオウィーク in Sapporo 2003 (シンポジウム) ゲノムと生物機能 - From RNA to protein -	2003/7/1	2003/7/3	北海道	札幌全日空ホテル
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第93回人間系セミナー	2003/7/2	2003/7/2	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
光技術研究部門 広帯域量子放射技術グループ	主催	産業技術総合研究所 光技術研究部門、ライフェレクトロニクス研究所	“色彩研” 第1回研究会『色の規格化・標準化は如何にあるべきか (1)』	2003/7/3	2003/7/3	大阪府	産業技術総合研究所 関西センター

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
エレクトロニクス研究部門 機能集積システムグループ	共催	第16回国際真空マイクロエレクトロニクス会議組織委員会	第16回国際真空マイクロエレクトロニクス会議	2003/7/7	2003/7/11	大阪府	千里ライオンエレクトロニクスセンター
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第95回人間系セミナー	2003/7/7	2003/7/7	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 中国産学官連携センター	後援	財団法人 中国技術振興センター	特別公開講演会「技術開発から事業化へ」	2003/7/11	2003/7/11	広島県	八丁堀ジャンテ
光技術研究部門	共同主催	技術研究組合 フェムト秒テックノロジー研究機構 (FESTA)、(独)産業技術総合研究所 (AIST)、(独)通信総合研究所 (CRL)	日欧米シンポジウム 超高速フォトニックテクノロジー	2003/7/15	2003/7/15	千葉県	幕張メッセ国際会議場
産学官連携部門 北海道産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道地質調査連携研究体	2003年度第5回北海道センター公開地質セミナー	2003/7/16	2003/7/16	北海道	地質調査連携室
産学官連携部門 東北産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所 メンブレン化学研究所	メンブレン化学研究ラボ講演会	2003/7/16	2003/7/16	宮城県	産総研東北センター講堂
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第96回人間系セミナー	2003/7/17	2003/7/17	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
光反応制御研究センター	主催	光反応制御研究センター	産総研・光反応制御研究センター太陽エネルギー変換セミナー	2003/7/23	2003/7/23	茨城県	2号館6階会議室
セラミックス研究部門 テーラードリキッドソース研究グループ	協賛	日本ゾルゲル学会	日本ゾルゲル学会第1回討論会	2003/7/24	2003/7/25	愛知県	産業技術総合研究所中部センター大会議室
産学官連携部門 四国産学官連携センター	共催	高温学会四国支部	先進ものづくり技術講演会	2003/7/25	2003/7/25	香川県	産総研四国センター講堂
糖鎖工学研究センター	共催	バイオテックノロジー開発技術研究組合	ゲノムインフォマティクス・プロジェクト成果報告会	2003/7/25	2003/7/25	東京都	虎ノ門パストラル(東京農林年金会館)
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第97回人間系セミナー	2003/7/25	2003/7/25	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	日本エアロゾル学会	第20回日本エアロゾル科学技術研究討論会	2003/7/28	2003/7/31	茨城県	産総研つくばセンター共用講堂
産学官連携部門 四国産学官連携センター	主催	産総研四国センター	産総研四国センター研究講演会 第3回(産総研-産総研紹介シリーズの環境関連研究) -	2003/8/5	2003/8/5	香川県	産総研四国センター講堂
新炭素系材料開発研究センター	共催	日本工業大学・産総研・Auburn University・ニューダイヤモンドフォーラム・NASA	ADC/FCT 2003 (Applied Diamond Conference/Frontier Carbon Technology Joint Conference)	2003/8/18	2003/8/21	茨城県	つくば国際会議場
産学官連携部門 四国産学官連携センター	共催	日本海水学会西日本支部、財団法人日本産業技術振興協会	「海水のプロレンジア技術」シンポジウム	2003/8/21	2003/8/22	香川県	四国電力橋総合研修所

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
高分子基盤技術研究センター	主催	(社)高分子学会(独)産業技術総合研究所	2003年度第1回の高分子ワークショップ「ゆっくりナノテク、全容がわかるワークショップ」	2003/8/29	2003/8/30	静岡県	東レ総合研修センター
産学官連携部門九州産学官連携センター	その他	九州経済産業局、(財)九州産業技術センター、九州半導体イノベーション協議会	バイオIT融合分野の技術セミナー～新たなフロンティアを探る～	2003/9/1	2003/9/1	福岡県	ハイアットトリージェンシー福岡リージョニンII
産学官連携部門四国産学官連携センター	主催	産総研四国センター	産総研四国センター研究講演会ー産総研紹介シリーズ第4回ー(産総研の環境関連研究ーその2)	2003/9/2	2003/9/2	香川県	産総研四国センター講堂
産学官連携部門九州産学官連携センター	その他	(財)佐賀県地域産業支援センター	平成15年度第1回佐賀新技術フォーラム	2003/9/4	2003/9/4	佐賀県	マリトピア
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第101回人間系セミナー	2003/9/8	2003/9/8	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門九州産学官連携センター	その他	九州材料加工合同研究会(九州内の8大学、7県の工業技術センター、40の企業で構成)幹事	九州材料加工合同研究会 第7回講演会	2003/9/12	2003/9/12	福岡県	(独)産業技術総合研究所九州産学官連携センター
成果普及部門計量標準管理部計量行政調査室	主催	独立行政法人産業技術総合研究所計量標準センター(2003分析展の主催:(社)日本分析機器工業会)	2003分析展 第8回 NMIJ セミナー「新規 NMIJ 標準物質と高精度分析法」	2003/9/12	2003/9/12	千葉県	幕張メッセ
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第98回人間系セミナー	2003/9/12	2003/9/12	大阪府	関西センター・池田・基礎融合材料実験棟・2階多目的ホール
成果普及部門広報出版部広報室	共催	(社)日本心理学会、注意と認知研究会	Third International Workshop on Attention and Cognition	2003/9/16	2003/9/16	東京都	臨海副都心センター
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体およびつくば脳神経情報研究部門ジョイントセミナー	第100回人間系セミナー	2003/9/17	2003/9/17	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
生命情報科学研究センター	共催	特定非営利活動法人メットリンク	バイオ・先端医療講座	2003/9/19	2004/3/10	東京都	専修大学大学院(神田校舎7号館)
産学官連携部門北海道産学官連携センター北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道地質調査連携研究体	2003年度第6回北海道センター公開地質セミナー	2003/9/24	2003/9/24	北海道	産学官連携室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第99回人間系セミナー	2003/9/26	2003/9/26	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
成果普及部門広報出版部広報室	共催	生物関連高圧研究会	生物関連高圧研究会第13回シンポジウム	2003/9/29	2003/9/30	茨城県	産総研つくばセンター共用講堂
強関連電子技術研究センター	共同主催	AIST 強関連電子技術研究センター(CERC) JST スピン超構造プロジェクト(ERATO)	The 2003 CERC/ERATO-SSS International Workshop on "Phase Control of Correlated Electron Systems."	2003/10/1	2003/10/4		強関連電子技術研究センター

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
生命情報科学研究センター	主催	文部科学省 科学技術振興調整費 新興分野人材養成コース・バイオインフォマティクス産総研 生命情報科学人材養成コース(代表者 秋山泰)	第2回 産総研 生命情報科学人材養成コース シンポジウム	2003/10/3	2003/10/3	東京都	日本科学未来館 みらいCAN ホール
産学官連携部門 九州産学官連携センター	その他	産学官連携推進会議 機械・金属部会九州地域部会	平成15年度産学官連携推進会議機械・金属部会九州地域部会	2003/10/8	2003/10/9	佐賀県	はがくれ荘
産学官連携部門 九州産学官連携センター	その他	産学官連携推進会議 産学官部会九州地域産業専門部会	平成15年度産学官連携推進会議産業部会九州地域産業専門部会	2003/10/9	2003/10/10	鹿児島県	KKR 鹿児島 敬天閣
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第103回人間系セミナー	2003/10/9	2003/10/9	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第102回人間系セミナー	2003/10/10	2003/10/10	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
糖鎖工学研究センター 遺伝子応用技術チーム	協賛	日本サイトミックス研究会	日本サイトミックス研究会 シンポジウム	2003/10/10	2003/10/10	東京都	独立行政法人 産学技術総合研究所 臨海副都心センター
人間福祉医学研究部門	共催	日本感性工学会	第5回日本感性工学会大会	2003/10/12	2003/10/14	茨城県	産総研つくばセンター
知能システム研究部門	主催	独立行政法人・産学技術総合研究所・知能システム研究部門	高々度飛行体IT基地推進会議シンポジウム	2003/10/15	2003/10/15	茨城県	産学技術総合研究所 共用講堂
人間福祉医学研究部門	協力	(財) 共用品推進機構、(財) 交通エコロジック・モビリティ財団、(財) 高齢者住宅財団、新エネルギー・産学技術総合開発機構(NEDO)、(独) 製品評価技術基盤機構、(財) 日本規格協会、日本福祉用具・生活支援用具協会、(財) ベターリビング	「アクセシブル・デザイン・フォーラム・シンポジウム」日本の高齢者・障害のある人達への配慮施策の現状と今後～新しい社会のルール作りを目指して～	2003/10/16	2003/10/16	東京都	東京ビッグサイト
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第104回人間系セミナー	2003/10/17	2003/10/17	大阪府	関西センター・池田・本館第1会議室
セラミックス研究部門	主催	セラミックス研究部門	第2回次世代先進材料シンポジウム「生体機能集積材料の展開」	2003/10/17	2003/10/17	愛知県	中部センター大会議室
成果普及部門 広報室	後援	財団法人 先端加工機械技術振興協会	機能性材料の3次元微細加工技術講演会	2003/10/22	2003/10/22	東京都	三堂ビル石垣記念ホール
生物情報解析研究センター	共同主催	社団法人バイオ産学情報化コンソーシアム、産学技術総合研究所生物情報解析研究センター	生物情報解析研究センター・シンポジウム	2003/10/23	2003/10/24	東京都	ヤクルトホール
人間福祉医学研究部門 感覚知覚グループ	主催	産学技術総合研究所 人間福祉医学研究部門	第7回人間福祉医学研究部門フォーラム 第1回聴覚フォーラムー聴覚と音響計測ー	2003/10/23	2003/10/24	茨城県	つくばセンター共用講堂 大会議室
生活環境系特別研究体 ナノ界面機能科学研究グループ	主催	主催：産学技術総合研究所 生活環境系特別研究体後援：近畿経済産業局協賛：OSTEC	産総研シンポジウム(第3回 生活環境系特別研究体フォーラム)「燃料電池とナノテク・ナノサイエンス」	2003/10/24	2003/10/24	大阪府	基礎融合材料実験棟 2階 多目的ホール

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第106回人間系セミナー	2003/10/24	2003/10/24	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
光技術研究部門	主催	独立行政法人産業技術総合研究所(サイバーアシスト研究センター、デジタルヒューマン研究センター、光技術研究部門、ライフエレクトロニクス研究所)財団法人大阪科学技術センター 人間系特別研究体	認知情報工学を指してーセンシングからマニピュレーションまでー	2003/10/27	2003/10/27	大阪府	8F大ホール
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第105回人間系セミナー	2003/10/28	2003/10/28	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
光反応制御研究センター レーザー精密プロセスチーム	主催	産業技術総合研究所	第6回産総研「光反応制御・光機能材料」国際シンポジウム	2003/10/29	2003/10/31	茨城県	筑波センター 共用講堂
産学官連携部門 北海道 産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道センター北海道地質調査連携研究体	2003年度第7回北海道センター公開地質セミナー	2003/10/29	2003/10/29	北海道	産学官連携室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第107回人間系セミナー	2003/10/31	2003/10/31	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
技術情報部門 CI推進室	主催	産業技術総合研究所	情報の学シンポジウム	2003/11/4	2003/11/4	東京都	国際交流館
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	主催	主催：産業技術総合研究所、後援：近畿経済産業局、池田市、大阪商工会議所、(財)大阪科学技術センター、(社)人間生活工学研究センター、(財)イメージ情報科学研究所	平成15年度産総研関西センター研究講演会	2003/11/12	2003/11/12	大阪府	池田市民文化会館(アゼリアホール)
技術情報部門	主催	産業技術総合研究所日経 BP 先端技術情報センター 財団法人武田計測先端財団	研究経営ワークショップー事例から学ぶ研究開発方法論	2003/11/12	2003/11/12	東京都	国際交流館
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第111回人間系セミナー	2003/11/13	2003/11/13	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	協賛	(社)日本分析化学会 九州支部	日本分析化学会2003年度九州支部講演会・工場見学会	2003/11/14	2003/11/14	佐賀県	九州センター
成果普及部門 計量標準管理課 計量行政調査室	主催	主催：産業技術総合研究所共催：(財)バイオオランダストリー協会、(社)日本臨床検査標準協議会	～バイオ計量標準シンポジウム～バイオテクノロジーにおける計測の国際標準化に向けて	2003/11/14	2003/11/14	東京都	都市センターホール コスモスホール
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第108回人間系セミナー	2003/11/17	2003/11/17	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第113回人間系セミナー	2003/11/19	2003/11/19	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
エネルギー利用研究部門	後援	日本風力エネルギー協会	第25回記念 風力エネルギー利用シンポジウム	2003/11/19	2003/11/20	東京都	科学技術館 サイエンスホール、第1会議室
産学官連携部門 北海道産学官連携調査連携研究会	主催	産総研北海道センター北海道地質調査連携研究会	2003年度第8回北海道センター公開地質セミナー	2003/11/19	2003/11/19	北海道	産学官連携室
成果普及部門 計量標準管理部門 計量行政調査室	共催	産業技術総合研究所 計量標準総合センター 日本 NCSLI	「計量標準フォーラム」 NMIJ-日本 NCSLI 第1回合同講演会	2003/11/21	2003/11/21	東京都	大田区産業プラザ
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	財団法人 日本産業技術振興協会	「持続的発展を支える次世代メンテナンスの潮流」セミナー	2003/11/26	2003/11/26	東京都	虎ノ門パストラル'ロゼ'
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第114回人間系セミナー	2003/11/27	2003/11/27	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
電力エネルギー研究部門 水素エネルギーグループ	主催	産業技術総合研究所において水素エネルギー関連の研究開発を進めている研究者(組織については企画本部および環境エネルギーコーディネーターと検討予定)	産業技術総合研究所水素エネルギーシンポジウム	2003/11/28	2003/11/28	東京都	機械振興会館
人間福祉工学研究部門	主催	産業技術総合研究所人間福祉工学研究部門 財団法人 日本産業技術振興協会	第8回産業技術総合研究所人間福祉工学研究部門研究フォーラム「医療に活かせるナノテクノロジー」	2003/11/28	2003/11/28	東京都	アルカディア市ヶ谷(私学会館)
地圏資源環境研究部門 開発安全工学研究グループ	主催	産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門	第2回地圏資源環境研究部門成果報告会	2003/11/28	2003/11/28	東京都	笹川記念会館
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	協賛	Sponsored by The Japan Society of Mechanical Engineers 和訳：日本機械学会 主催共催：ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター後援：日立製作所機械研究所 協賛：産業技術総合研究所、応用物理学会、日本伝熱学会、電気学会、KSME、ASME Japan Section	International Symposium on Micro-Mechanical Engineering---Heat Transfer, Fluid Dynamics, Reliability and Mechatronics---(ISMME 2003) 和訳：マイクロエレクトロニクスに関する国際シンポジウム---熱流体、信頼性、メカトロニクス---	2003/12/1	2003/12/3	茨城県	産業技術総合研究所(12月3日)、日立製作所機械研究所(12月1、2日)
高分子基盤技術研究センター	共催	産業技術総合研究所新エネルギー・産業技術総合開発機構化学技術戦略推進機構	精密高分子技術国際シンポジウム	2003/12/4	2003/12/5	東京都	東京国際交流会館
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第109回人間系セミナー	2003/12/8	2003/12/8	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	財団法人日本産業技術振興協会	平成15年度広域関東圏研究成果発表会	2003/12/8	2003/12/9	東京都	石垣記念ホール
人間福祉工学研究部門	主催	産業技術総合研究所 人間福祉工学研究部門	第9回産業技術総合研究所人間福祉工学研究部門研究フォーラム「ジェロントクノロジー研究フォーラム2003」	2003/12/9	2003/12/9	東京都	産業技術総合研究所臨海副都心センター4階会議室

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
生活環境系特別研究体 生活環境素材研究グループ	主催	生活環境系特別研究体	第4回 生活環境系特別研究体フォーラム 「生活環境における照明・光源技術」－発光材料、デバイス・システム(白色LED、ランプ)、視覚技術とこれからの人と環境にやさしい照明技術－	2003/12/9	2003/12/9	大阪府	関西センター基礎融合棟多目的ホール
産学官連携部門	主催	中国経済産業局(独) 産業技術総合研究所 中国センター(社) 中国地域ニュービジネス協議会	「平成15年度 第2回・海城環境浄化・修復フォーラム」～動き出した中国地域の海城環境修復～産学クラスタ計画：循環産業プロジェクト～	2003/12/9	2003/12/9	広島県	八丁堀シヤンテ3階
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第112回人間系セミナー	2003/12/10	2003/12/10	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 北海道 産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道センター北海道地質調査連携研究体	2003年度第9回北海道センター公開地質セミナー	2003/12/10	2003/12/10	北海道	産学官連携室
テイジンエン지니어リングセンター 細胞工学チーム	主催	独立行政法人産業技術総合研究所 テイジンエンジニアリング研究センター	アジア・パシフィックナノバイオテクノロジーワークショップ	2003/12/11	2003/12/11	大阪府	独立行政法人産業技術総合研究所 関西センター 基礎融合材料研究棟209室
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	主催	主催：産業技術総合研究所、共催：近畿経済産業局、後援：大阪商工会議所、(財)大阪科学技術センター、NPO 法人近畿バイオインダストリー振興会議 人間系特別研究体	産総研ナノバイオ融合研究フォーラム	2003/12/12	2003/12/12	大阪府	千里ライフサイエンスセンター ライフホール
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第115回人間系セミナー	2003/12/16	2003/12/16	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
テイジンエン지니어リングセンター メデイカルデバイスチーム	後援	日本バイオマテリアル学会	第25回日本バイオマテリアル学会大会	2003/12/16	2003/12/17	大阪府	大阪国際会議場
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所 超臨界流体研究センター 一、東北センター	2003年 産業技術総合研究所 超臨界流体研究センター研究講演会 ー超臨界流体利用技術の実用化への展開を目指してー	2003/12/16	2003/12/16	宮城県	仙台サンプラザ 3F クリスタルルーム
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第110回人間系セミナー	2003/12/18	2003/12/18	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第116回人間系セミナー	2003/12/25	2003/12/25	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室

研究関連業務

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門	主催	産総研 北海道センター産総研 生物機能工学研究部門産総研 人間系特別研究体北海道大学 COE「バイオとナノを融合する新生命科学拠点」	産総研・北大 COE 合同シンポジウムーナノバイオの潮流ー	2004/1/7	2004/1/7	北海道	産総研北海道センター講堂
産学官連携部門九州産学官連携センター人間系特別研究体	共催	産学官連携総合研究所九州センター佐賀大学	第6回連携大学院産学官交流セミナー	2004/1/9	2004/1/9	佐賀県	産学官連携総合研究所九州センター会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第119回人間系セミナー	2004/1/9	2004/1/9	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
計算科学研究部門	共同主催	分子シミュレーション研究会 (MSSJ)、計算科学研究部門 (RICS)	International Conference on Molecular Simulation (ICMS) and Computational Science Workshop 2004 (CSW2004)	2004/1/13	2004/1/15	茨城県	エポカルつくば
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第117回人間系セミナー	2004/1/14	2004/1/14	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第118回人間系セミナー	2004/1/14	2004/1/14	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間福祉医工学研究部門	主催	産学官連携総合研究所年齢軸生命工学研究センター人間福祉医工学研究部門ヒューマンストレスシグナル研究センター	第119回産学官連携総合研究所加齢融合領域重点課題「健康で生産的高齢化社会の創出ー循環器病疾患発症の予防と QOL の維持」シンポジウム	2004/1/15	2004/1/15	東京都	産学官連携総合研究所臨界副都心センター会議室
年齢軸生命工学研究センター	主催	年齢軸生命工学研究センター人間福祉医工学研究部門ヒューマンストレスシグナル研究センター	第120回産学官連携総合研究所加齢融合領域重点課題「健康で生産的高齢化社会の創出ー循環器病疾患発症の予防と QOL の維持ー」シンポジウム「加齢現象の解明と産業応用遺伝子から生活まで」	2004/1/15	2004/1/15	東京都	産総研臨海副都心センター会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第121回人間系セミナー	2004/1/16	2004/1/16	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
セラミックス研究部門超音波プロセス研究グループ	協力	化学工学会ソノプロセス分科会	化学工学会ソノプロセス分科会見学会講演会	2004/1/19	2004/1/19	愛知県	産総研中部センター講堂
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第124回人間系セミナー	2004/1/19	2004/1/19	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第123回人間系セミナー	2004/1/21	2004/1/21	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 四国産学官連携センター	主催	産総研四国センター	産総研四国センター研究講演会ー健康産業技術シリーズ第5回ー	2004/1/21	2004/1/21	香川県	産総研四国センター講堂

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第120回人間系セミナー	2004/1/23	2004/1/23	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
環境管理研究部門 計測技術研究グループ	共催	日本質量分析学会イオン反応研究部会	第43回イオン反応研究会講演会	2004/1/23	2004/1/23	茨城県	つくばセンター共用講堂中会議室
環境管理研究部門	主催	産総研環境管理研究部門、エネルギー利用研究部門、ライフサイエンスアセスメント研究センター	独立行政法人 産業技術総合研究所 平成15年度研究講演会 「地球温暖化に対応する環境・エネルギー技術の研究開発」	2004/1/23	2004/1/23	東京都	科学技術館 サイエンスホール
物質プロセス研究部門	主催	産業技術総合研究所 第1回 グリーン・サステイナブル・ケミストリー実行委員会(環境調和技術研究部門、物質プロセス研究部門、フッ素系温暖化物質対策技術研究センター、高分子基盤技術研究センター、超臨海流体研究センター、メンブレン化学研究ラボ)	第1回 産総研 グリーン・サステイナブル・ケミストリー成果発表会	2004/1/30	2004/1/30	東京都	ホテルラングウッド
産学官連携部門 九州産学官連携センター	共催	炭素材料学会産総研 九州センター	第5回エコカー・ボン研究会	2004/2/4	2004/2/4	福岡県	九州大学創立50周年記念講堂
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第126回人間系セミナー	2004/2/5	2004/2/5	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第122回人間系セミナー	2004/2/6	2004/2/6	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	独立行政法人 産業技術総合研究所 九州センター(財)九州産業技術センター	平成15年度産業技術総合研究所九州センター研究講演会	2004/2/6	2004/2/6	福岡県	博多サンヒルズホテル 瑞雲の間
光反応制御研究センター	主催	光反応制御研究センター	産総研・光反応制御研究センター第3回研究発表講演会-21世紀を拓く光反応制御技術-バイオマス講演会	2004/2/6	2004/2/6	茨城県	共用講堂
産学官連携部門 中国産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所中国経済産業局	第125回人間系セミナー	2004/2/6	2004/2/6	広島県	広島ガーデンパレス
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第125回人間系セミナー	2004/2/8	2004/2/8	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第133回人間系セミナー	2004/2/13	2004/2/13	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第130回人間系セミナー	2004/2/17	2004/2/17	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 四国産学官連携センター	主催	産総研四国センター	産総研四国センター研究講演会-健康産業技術シリーズ第6回-	2004/2/19	2004/2/19	香川県	産総研四国センター講堂
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第129回人間系セミナー	2004/2/19	2004/2/19	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	共催	(社)未踏科学技術協会 ナノ粒子研究会	ナノ粒子研究会第24回講演会公開講演会	2004/2/20	2004/2/20	佐賀県	産業技術総合研究所九州センター
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	九州経済産業局(財)九州産業技術センター	第2回環境バイオフォーミングセッション	2004/2/23	2004/2/23	熊本県	KKR ホテル熊本
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第128回人間系セミナー	2004/2/24	2004/2/24	大阪府	関西センター・池田・基礎融合材料実験棟2階多目的ホール
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	主催	産総研四国センター	平成15年度産総研四国センター研究講演会 —第7回健康産業技術シリーズ—	2004/2/25	2004/2/25	香川県	産総研四国センター講堂
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第131回人間系セミナー	2004/2/25	2004/2/25	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第132回人間系セミナー	2004/2/25	2004/2/25	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
業務推進部門 中国七 ンター業務推進室	主催	中国経済産業局(社)中国地域ニュービジネス協議会(独)産業技術総合研究所中国センター	第3回海城浄化・修復フォーラム	2004/2/26	2004/2/26	広島県	八丁堀シヤンテ
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所四国センター	平成15年度産学官連携総合研究所四国センターシンポジウム～健康産業技術開発と海洋研究成果発表～	2004/2/27	2004/2/27	香川県	産業技術総合研究所四国センター講堂ほか
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第134回人間系セミナー	2004/2/27	2004/2/27	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所九州センター	多機能材料技術研究グループ講演会	2004/2/27	2004/2/27	佐賀県	産業技術総合研究所九州センター
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	主催	産総研九州産学官連携センター・セラミックス研究部門・基礎素材研究部門	産学官連携講演会「ナノ材料・セラミックスと新しい産業」	2004/3/2	2004/3/2	福岡県	ホテルステーションプラザ
人間系特別研究体	主催	人間系特別研究体	第132回人間系セミナー	2004/3/2	2004/3/2	大阪府	関西センター・池田・人間系特別研究体・2階会議室
知能システム研究部門 知的インタフェース研究グループ	主催	NTT マイクロシステムインテグレーション研究所、産業技術総合研究所、東京大学先端科学技術センター	体験記録とその応用シンポジウム—思い出のアーカイブからバーチャルタイムマシンまで—	2004/3/2	2004/3/2	東京都	六本木フオーラムカンファレンスルーム3+4
産学官連携部門 北海 道産学官連携センター 北海道地質調査連携研究体	主催	産総研北海道センター北海道地質調査連携研究体	2003年度第11回北海道センター公開地質セミナー	2004/3/8	2004/3/8	北海道	産総研北海道センターD11棟2階会議室
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	社団法人 人間生活工学研究センター 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	「第4回人間行動適成型生活環境創出システム技術プロジェクト」シンポジウム	2004/3/9	2004/3/10	東京都	JA ビル

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
光技術研究部門	共催	(独) 産業技術総合研究所 光技術研究部門 (財) 光産業技術振興協会	第7回光技術シンポジウム「最先端光・量子源開発の展望-先端研究開発のターゲットと産業利用-」	2004/3/10	2004/3/10	東京都	日本教育会館 第二会議室
機械システム研究部門 集積機械研究グループ	主催	産業技術総合研究所、精密工学会 MEMS 商業化委員会、NPO 精密工学ネットワーク、エレクトロニクス実装学会マイクログロメカトロニクス研究会	MEMS ビジネス棟落成記念シンポジウムおよび記念式典	2004/3/10	2004/3/11	茨城県	オークラフプロンティアホテル
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所九州センター	光触媒環境浄化研究会 in 九州	2004/3/11	2004/3/11	佐賀県	産業技術総合研究所九州センター
業務推進部門 中国七 ンター業務推進室	主催	産業技術総合研究所、中国経済産業局、中国地域産学官コラボレーションセンター	国際フォーラム「バイオマス・アジア戦略」	2004/3/11	2004/3/11	広島県	ホテルグランヴィア広島
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	共催	高分子学会中国四国支部産総研四国センター	高分子学会中国四国支部高分子講演会	2004/3/15	2004/3/15	香川県	産総研四国センター講堂
計測標準研究部門 物 性統計科 熱物性標準 研究室	主催	産業技術総合研究所 計測標準研究部門・極微プロファイララボ	First International Symposium on Standard Materials and Metrology for Nanotechnology	2004/3/15	2004/3/16	東京都	東京ビッグサイト
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所東北センター	平成15年度 産業技術総合研究所東北センター 研究講演会-無機膜を利用したグリーンプロセスの開発-	2004/3/17	2004/3/17	宮城県	メルパルク仙台
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	主催	産総研四国センター	平成15年度産総研四国センター研究講演会	2004/3/17	2004/3/17	香川県	産総研四国センター講堂
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	主催	産総研四国センター	平成15年度産総研四国センター講演会-第8回健康産業技術シリーズ-	2004/3/24	2004/3/24	香川県	産総研四国センター講堂
ダイヤモンド研究セン ター	主催	ダイヤモンド研究センター	AIST diamond workshop 2004	2004/3/31	2004/3/31	茨城県	産業技術総合研究所つくばセンター 共用講堂

平成15年度行事出展一覧

1. 主催行事（共同主催を含む）

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	主催	超臨界インキュベーションコンソーシアム事務局、産業技術総合研究所東北センター(グリーンプロセス推進室)	超臨界インキュベーションコンソーシアム発足式	2003/4/22	2003/4/22	宮城県	仙台ガーデンパレス
成果普及部門 計量標準管理室 計量行政調査室	主催	産業技術総合研究所 計測標準研究部門計量標準総合センター (NMIJ)	計量標準100周年記念記念・記念シンポジウム	2003/5/20	2003/5/21	東京都	経団連会館
成果普及部門 地質標本館	主催	地球科学情報研究部門・地質標本館	新着標本 デボン紀鱗木化石Leptophloeum	2003/6/10	2003/7/25	茨城県	地質標本館
成果普及部門 地質標本館	主催	地質標本館	速報宮城県沖の地震	2003/6/11	2003/6/19	茨城県	地質標本館
次世代半導体研究センター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト独立行政法人 産業技術総合研究所 次世代半導体研究センター技術開発機構	半導体MIRAIプロジェクト ひずみSOI技術および半導体計測技術ワークショップ	2003/6/25	2003/6/25	東京都	臨海副都心センター
産学官連携部門 企業・大学連携室	主催	独立行政法人 産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST「産学官」交流フォーラム	2003/6/26	2003/6/26	東京都	産総研 臨海副都心センター 4階会議室
技術情報部門 技術経営調査室	主催	産業技術総合研究所 技術情報部門	第7回 産総研・技術情報セミナー	2003/6/27	2003/6/27	茨城県	産業技術総合研究所 つくばセンター共用講堂
光技術研究部門 広帯域量子放射技術グループ	主催	産業技術総合研究所 光技術研究部門、ライフェレクトロニクス研究所ラボ、知能システム研究部門	オープンハウス『人間五感情報処理・通信』	2003/7/3	2003/7/3	大阪府	産業技術総合研究所 関西センター
次世代半導体研究センター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト独立行政法人 産業技術総合研究所 次世代半導体研究センター技術開発機構	2003年 半導体MIRAIプロジェクト成果報告会	2003/7/4	2003/7/4	東京都	科学技術館 サイエンスホール
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	陶磁器デザイン担当者会議	陶磁器デザイン担当者会議	2003/7/9	2003/7/10	愛知県	(株)国際デザインセンター
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	陶磁器デザイン担当者会議・全国陶磁器試験研究機関作品展実行委員会	陶とくらしのデザイン展2003	2003/7/9	2003/7/14	愛知県	(株)国際デザインセンター
成果普及部門 地質標本館	主催	地質標本館協賛：学園都市の自然と親しむ会	地質標本館 2003年度野外観察会「霞ヶ浦周辺の地層と化石」	2003/7/19	2003/7/19	茨城県	霞ヶ浦町・玉造町・大津村
産学官連携部門 企業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST・「産学官」交流フォーラム第2回 バイオテクノロジー/生命科学工学	2003/7/24	2003/7/24	東京都	産総研 臨海副都心センター 4階会議室
成果普及部門 広報出版部 広報室	主催	産業技術総合研究所つくばセンター	産業技術総合研究所つくばセンター一般公開	2003/7/26	2003/7/26	茨城県	共用講堂、中央第20SL、中央第5、体育館、地質標本館、東事業所等
成果普及部門 地質標本館	主催	地質標本館	特別展示「富士山 現在・過去・未来」	2003/7/26	2003/9/28	茨城県	地質標本館
成果普及部門 地質標本館	主催	地質標本館	地質標本館特別講演会	2003/7/26	2003/7/26	茨城県	共用講堂大会議室

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 企業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST、「産学官」交流フォーラム第3回 環境・資源・海洋・安全	2003/7/28	2003/8/28	東京都	産総研 臨海副都心7 センター 4階会議室
成果普及部門 地質標 本館	主催	地質標本館	速報 7月26日宮城県北部の地震	2003/7/28	2003/8/31	茨城県	地質標本館
エネルギー利用研究部 門	共同主催	環境広場さつぼろ2003実行委員会、札幌市、 北海道新聞社、日本工業新聞社、日本ガス協 会、JICA、産総研エネルギー利用研究部門等 21機関	環境広場さつぼろ2003 (メタンハイドレート 紹介・燃焼デモ)	2003/8/1	2003/8/3	北海道	アクセスサッポロ
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所	産総研九州センター一般公開	2003/8/1	2003/8/1	佐賀県	産総研九州センター
産学官連携部門 北海 道産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所北海道センター	一般公開	2003/8/2	2003/8/2	北海道	産業技術総合研究所北 海道センター
産学官連携部門 北海 道産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所北海道センター・地質調 査総合センター、日本科学技術振興財団	サイエンスエキスポ2003	2003/8/4	2003/8/6	北海道	北海道センター、有珠 山、苫小牧勇払
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所中部センター、財団法人 日本科学技術振興財団	サイエンスエキスポ2003	2003/8/5	2003/8/7	愛知県	産業技術総合研究所中 部センター
成果普及部門 地質標 本館	主催	地質標本館	夏休み地球何でも相談	2003/8/23	2003/8/23	茨城県	地質標本館
成果普及部門 地質標 本館	主催	地質標本館	体験学習 石を割ってみよう!	2003/8/23	2003/8/23	茨城県	地質標本館
エネルギー利用研究部 門 クリーン燃料研究 グループ	主催		第17回流動層技術コース	2003/9/4	2003/9/5	北海道	産総研北海道センター
知能システム研究部門 ヒューマノイド研究グ ループ	主催	社団法人 日本建設機械化協会	CONET 2003 ~平成15年度 建設機械と新施 工技術展示会~	2003/9/4	2003/9/6	千葉県	幕張メッセ・国際展示 場
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所東北センター	平成15年度東北地域産業技術懇談会	2003/9/5	2003/9/5	岩手県	岩手県工業技術センタ ー 小ホール
計算科学研究部門 連 続体モデリング研究グ ループ	共同主催	独立行政法人 産業技術総合研究所株式会社 富士総合研究所	第二回「離散化数値解法のための並列計算プ ラットフォーム」(Parallel Computing Platform/PCP)ユーザー会	2003/9/5	2003/9/5	東京都	株式会社 富士総合研 究所 本社別館2F大会 議室
産学官連携部門 中国 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所 中国センター基礎素材 研究部門	第二回先進的産業技術講演会	2003/9/19	2003/9/19	広島県	広島工業技術センタ ー
産学官連携部門 企 業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST、「産学官」交流フォーラム第4回 エネルギー関連技術	2003/9/25	2003/9/25	大阪府	産総研 関西センタ ー(池田地区)基礎融 合棟2F 多目的ホール
化学物質リスク管理研 究センター	主催	化学物質リスク管理研究センター	産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研 究センター第2回技術講習会	2003/10/8	2003/11/9	東京都	産総研臨海副都心セ ンター
成果普及部門 地質標 本館	主催	地質標本館	速報 9月26日十勝沖地震	2003/10/15	2003/11/15	茨城県	地質標本館

研究関連業務

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
次世代半導体研究センター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト独立行政法人産業技術総合研究所次世代半導体研究センター技術開発機構	半導体MIRAIプロジェクト リングラフイ関連計測技術ワークショップ	2003/10/16	2003/10/16	東京都	弘済会館
環境管理研究部門 大気環境評価研究グループ	共同主催	産業技術総合研究所環境管理研究部門岐阜大学流域圏科学研究所	Synthesis Workshop on the Carbon Budget Using in Asian Monitoring Network -The decennial anniversary of the observation at Takayama site-	2003/10/21	2003/10/22	岐阜県	ホテルアジア高山リゾート
産学官連携部門 企業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST・「産学官」交流フォーラム第5回 情報・電子関連技術	2003/10/23	2003/10/23	東京都	産総研 臨海副都心センター 4階会議室
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	セラミックス技術担当者会議	第38回セラミックス技術担当者会議	2003/11/6	2003/11/7	愛知県	中部センター大会議室
ナノテクノロジー研究部門 先進ナノ構造グループ	主催	文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジェクト極微細加工・造形グループ独立行政法人産業技術総合研究所ナノテクノロジー研究部門ナノプロセス・パナートナナシップ・プログラム	文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジェクト第2回人材育成スクール極微細加工・造形スクール	2003/11/10	2003/11/14	茨城県	AISTナノプロセスインテグレーション施設
次世代半導体研究センター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト独立行政法人産業技術総合研究所次世代半導体研究センター技術開発機構	半導体MIRAIプロジェクト 低誘電率(Low-k) 材料配線モジュール技術ワークショップ	2003/11/12	2003/11/12	東京都	弘済会館
知能システム研究部門	主催	産業技術総合研究所知能システム研究部門	研究成果展示会 - オープンハウス2003 -	2003/11/13	2003/11/13	茨城県	産総研つくば中央第2・東事業所
光技術研究部門	主催	光技術研究部門	講演会「銀塩写真感光材料におけるナノ粒子およびナノ・テクナロジー」	2003/11/13	2003/11/13	大阪府	島津製作所関西支社マールホール (阪急ターミナルビル14階)
海洋資源環境研究部門	主催	独立行政法人産業技術総合研究所 海洋資源環境研究部門	平成15年度 海洋資源環境研究部門 研究成果発表会「海洋は今・・・人間活動と自然変動」	2003/11/14	2003/11/14	東京都	東京ビックサイトタイム24ビル
成果普及部門 広報出版部 広報室	主催	産業技術総合研究所	平成15年度産業技術総合研究所国際シンポジウム化学物質の有効利用とリスク管理-より安全で安心な社会を目指して-	2003/11/14	2003/11/14	東京都	国際研究交流大学村 東京国際交流館プラザ 平成国際交流会議場
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター	中部センター一般公開	2003/11/15	2003/11/15	愛知県	中部センター
ライフサイクリクスメント研究センター	主催	(独) 産業技術総合研究所 ライフサイクリクスメント研究センター	ライフサイクリクスメント研究センターシンポジウム「地域施策へのLCAの新たな展開」	2003/11/21	2003/11/21	東京都	発明会館
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	独立行政法人 産業技術総合研究所中部センター、財団法人 北陸産業活性化センター	産総研中部センター技術普及講演会 - 北陸キャラバン隊 -	2003/11/25	2003/11/25	石川県	(財) 石川県地場産業振興センター
産学官連携部門 企業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST・「産学官」交流フォーラム第6回 次世代光技術・半導体技術・計測技術	2003/12/5	2003/12/5	東京都	産総研 臨海副都心センター 4階会議室
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	産総研中部センター、名古屋商工会議所	第46回新技術動向セミナー	2003/12/8	2003/12/8	愛知県	名古屋商工会議所
セラミックス研究部門	主催	独立行政法人産業技術総合研究所セラミックス研究部門	第2回セラミックス研究部門研究発表会	2003/12/10	2003/12/10	愛知県	ナディアパーク国際デザインセンター デザインホール

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	独立行政法人産業技術総合研究所中部センター、中部経済産業局、名古屋市、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、名古屋工業技術協会	材料産業技術フォーラム2003	2003/12/10	2003/12/10	愛知県	名古屋国際会議場
成果普及部門 計量標準管理部 計量行政調査室	主催	産業技術総合研究所計測標準研究部門	計測標準研究部門第4回成果発表会(ポスターセッション)	2003/12/11	2003/12/12	茨城県	第4・5・6会議室
ライフサイエンスメント研究センター	主催	(社)未踏科学技術協会・(独)産業技術総合研究所ライフサイエンスメント研究センター	第2回持続可能な消費国際ワークショップ	2003/12/12	2003/12/13	東京都	東京ビックサイト
産学官連携部門 企業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST・「産学官」交流フォーラム第7回健康をサポートする先端技術-再生医療・バイオ材料・人間生活工学	2003/12/25	2003/12/25	東京都	産総研 臨海副都心センター 4階会議室
エレクトロニクス研究部門	主催	産業技術総合研究所パワエレクトロニクス研究センター電力エネルギー研究部門エレクトロニクス研究部門生活環境系特別研究体	研究講演会「ネットワーク社会とエネルギー」～ユビキタス電子機器の省エネ化とマイクログ電源の最前線～	2004/1/20	2004/1/20	東京都	三会場石垣記念ホール
産学官連携部門 企業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST・「産学官」交流フォーラムのご案内第8回 ナノテクノロジー/機能性材料/新材料	2004/1/22	2004/1/22	愛知県	産総研中部センター 中部産学官連携研究棟 連携会議場及び1階エントランス
成果普及部門 計量標準管理部 計量行政調査室	主催	産業技術総合研究所計測標準研究部門	計測標準研究部門第5回成果発表会(ポスターセッション)	2004/1/22	2004/1/23	茨城県	3-9棟 第4・5・6会議室
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	東海ものづくり創生協議会	テクノフェア2004産総研中部センター	2004/1/22	2004/1/22	愛知県	産総研中部センター
ベンチャー開発戦略研究センター 開発戦略企画室	主催	産業技術総合研究所ベンチャー開発戦略研究センター	産業技術総合研究所ベンチャー開発戦略研究センター第2回シンポジウム「ハイテク・スタートアップス」	2004/2/2	2004/2/2	東京都	丸ビル7F 丸ビルホール
産学官連携部門 地域連携室	主催	産総研ライフサイエンス分野融合会議・産業技術連携推進会議生命工学部会	平成15年度ライフサイエンス分野融合会議・生命工学部会バイオテクノロジー研究会合同研究発表・講演会	2004/2/3	2004/2/4	茨城県	産業技術総合研究所つくばセンター共用講堂(2月3日)、中央第6-9 2階会議室(2月4日)
システム検証研究ラボ	主催	独立行政法人 科学技術振興機構、独立行政法人 産業技術総合研究所 システム検証研究ラボ	シンポジウム システム検証の科学技術	2004/2/4	2004/2/6	大阪府	梅田スカイビル
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	産総研中部センター財団法人 中部科学技術センター財団法人 三重県産業支援センター	中部の技術シーズ普及講演会-産総研中部センター-技術普及講演会-財団法人 中部科学技術センター 産学官テクノプラザ-	2004/2/6	2004/2/6	三重県	三重北勢地域会場産業振興センター
ライフエレクトロニクス研究ラボ	主催	産業技術総合研究所、マニラアテネオ大学共同通信・放送機構、バイオメデikalコンソーシアム、PCクラスタコンソーシアム後援	Philippine-Japan Symposium on the Medical Applications of Grid Technology "Building the Foundation Towards an Asian Medical Grid Highway" 医療ブリードに関する日比シンポジウム(和文版称)	2004/2/16	2004/2/16		Ateneo de Manila University

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
ライフサイエンス メント研究センター	主催	(独) 産業技術総合研究所 アセスメント研究センター	シンポジウム「世界のLCA研究の動向と将来 への展望」ー世界のLCAセンターの連携を 目指して(GALAC)	2004/2/17	2004/2/17	東京都	品川プリンスホテル
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所東北センター	「東北産学官連携研究棟(とうほくOSL)」 オープン記念式典	2004/2/19	2004/2/19	宮城県	産総研東北北センター 東北産学官連携研究棟
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	主催	産業技術総合研究所東北センター	産総研東北北センター 一般公開	2004/2/19	2004/2/19	宮城県	産総研東北北センター
産学官連携部門 企 業・大学連携室	主催	産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST・「産学官」交流フォーラム	2004/2/26	2004/2/26	東京都	産総研 臨海副都心セ ンター 4階会議室
成果普及部門 地質標 本館	主催	地質標本館	地質標本館第2回「地質写真」コンテスト	2004/3/3	2004/3/31	茨城県	地質標本館
界面ナノアーキテクト ニクス研究センター	主催	界面ナノアーキテクトニクス研究センター	第3回界面ナノアーキテクトニクスワークシ ョップ	2004/3/3	2004/3/3	茨城県	共用講堂 大会議室
次世代半導体研究セン ター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト独立行政法人産業 技術総合研究所次世代半導体研究センター技 術研究組合 超先端電子技術開発機構	半導体MIRAIプロジェクト 高誘電率(High-k)材料ゲートスタック技術 ワークショップ	2004/3/9	2004/3/9	東京都	臨海副都心センター
ナノテクノロジー研究 部門	主催	主催：独立行政法人産業技術総合研究所協 賛：ナノテクノロジービジネス推進協議会参 加費：無料締切：定員になり次第開催日時： 3月18日10:00-17:20	Nanotech 2004サテライト会議「Nano-Biz- Bio 2004 ナノテクノロジーによる物づく り産業の再生ー」	2004/3/18	2004/3/18	東京都	東京ビッグサイト 会 議棟1階レセプション ホールA
成果普及部門 地質標 本館	主催	地質標本館	地質標本館体験学習「自分で作ろう！化石レ プリカ」	2004/3/19	2004/3/19	茨城県	地質標本館
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	主催	産総研四国センター	単一分子バイオ計測およびナノバイオデバイ スに関する国際シンポジウム(SMB2004)	2004/3/22	2004/3/23	香川県	産総研四国センター講 堂

2. その他参加行事

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
知能システム研究部門 ヒューマノイド研究グループ	出展	ROBODEX 実行委員会	ROBODEX2003	2003/4/2	2003/4/6	神奈川県	パシフィコ横浜
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	ドイツ産業見本市社	ハノーバー・メッセ2003 国際産業技術見本市	2003/4/7	2003/4/12	ドイツ	ドイツ・ハノーバー/ ハノーバー国際見本市 会場
成果普及部門 広報出 版部 広報室	共催	産業技術総合研究所 計測標準研究部門計量 標準総合センター (NMIJ)	TEST2003開催記念セミナー	2003/4/9	2003/4/11	東京都	東京国際展示場
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	後援		第3回太陽光発電世界会議	2003/5/11	2003/5/16	大阪府	大阪国際会議場
産学官連携部門 知的 財産部	出展	リードエグゼビジョン ジャパン株式会社	第2回国際バイオ EXPO	2003/5/14	2003/5/16	東京都	東京ビッグサイト
計測標準研究部門 有 機分析科 有機標準研 究室	後援		第51回質量分析総合討論会	2003/5/14	2003/5/16	茨城県	共用講堂
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	出展	主催：日刊工業新聞社、後援：近畿経済産業 局、大阪府、大阪市、大阪商工会議所、 (財)大阪21世紀協会、日本貿易振興会(大 阪支部)	ビジネス&テクノロジフェア2003関西	2003/5/21	2003/5/24	大阪府	インテックス大阪
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援	社団法人 低温工学協会	第68回2003年度春季低温工学・超電導学会	2003/5/21	2003/5/23	茨城県	つくばセンター共用講 堂
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援		「第13回西日本食品総合機械展・西日本厨房 機器展」 「第3回西日本食品材料ソフト技術 展」	2003/5/21	2003/5/23	福岡県	マリメッセ福岡
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援		2003年地球惑星科学関連学会合同大会	2003/5/26	2003/5/29	千葉県	幕張メッセ
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	後援	(社) 日本原子力産業会議中部原子力懇談会	平成15年度放射線取扱主任者受験講習会	2003/5/26	2003/5/29	愛知県	名古屋商工会議所
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	共催	九州経済産業局長	第1回産学連携による九州産業クラスター・ 知的クラスター合同成果発表会	2003/5/26	2003/5/26	福岡県	福岡国際会議場
成果普及部門 広報出 版部 広報室	出展	内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、 日本経済団体連合会、日本学術会議	第2回産学官連携推進会議 展示会	2003/6/7	2003/6/8	京都府	国立京都国際会館
地球科学情報研究部門 地質標本研究グループ	共催		地質見学会「秋父の三波川帯・秋父帯・新第 三系」	2003/6/7	2003/6/8	埼玉県	
成果普及部門 広報出 版部 広報室	共催	技術研究組合 極端紫外線露光システム技術 開発機構 (EUVA)	平成14年度 極端紫外線 (EUV) 露光技術研 究成果報告会-EUV リングラファイ技術開発 の現状と課題一	2003/6/10	2003/6/10	東京都	コクヨホール (品川)
人間福祉医学研究部 門 認知的インタフェ ースグループ	共催	先進的教育情報環境整備推進協議会株式会社 東芝 関西支社	情報通信月間 参加行事時空間共有型ビジョ アルコミュニケーションシステムセミナー	2003/6/10	2003/6/10	大阪府	グランキューブ大阪 (大阪国際会議場) 10F:1008会議室
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援		第2回 e ビジネス2003展示会	2003/6/17	2003/6/19	福岡県	福岡国際センター

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	協賛		日本塑性加工学会九州支部「第23期支部総会、第72回技術懇談会」	2003/6/20	2003/6/20	佐賀県	産総研九州センター
産学官連携部門 知的 財産部	出展	Biotechnology Industry Organization	BIO 2003 Annual Convention	2003/6/22	2003/6/25		Washington Convention Center
ものづくり先端技術研 究センター システム 技術研究チーム	出展	リードエドジビジョンジャパン株式会社	設計・製造ソリューション展	2003/6/25	2003/6/27	東京都	東京ビックサイト
海洋資源環境研究部門 海洋地質研究グループ	後援	国際測地学・地球物理学連合(組織委員会)	第23回国際測地学・地球物理学連合総会(2003 International Union of Geodesy and Geophysics, XXIII General Assembly)	2003/7/1	2003/7/10	北海道	ロイトン札幌
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	その他		「スパーサイエンス・ハイスクール」事業の一環としての体験学習	2003/7/3	2003/7/3	愛知県	中部センター瀬戸サイ ト
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	後援	福島県電子機械工業会	平成15年度産学官交流のつどい	2003/7/7	2003/7/7	福島県	ウエディングエルティ
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援	株式会社 先端 SoC 基盤技術開発(ASPLA)	第一回 ASPLA テクノロジーションボジウム～90nm SoC プラットフォーム構築にむけて～	2003/7/9	2003/7/9	東京都	東京国際フォーラムホ ール B (7F)
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援	「測量・地図技術フェア in 沖縄」実行委員会	測量・地図技術フェア in 沖縄	2003/7/14	2003/7/18	沖縄県	沖縄コンベンションセ ンター大展示棟
成果普及部門 広報出 版部 広報室	共催	大学等環境安全協議会	第19回大学等環境安全協議会技術分科会	2003/7/17	2003/7/18	茨城県	産総研共用講堂
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	協賛	社団法人 軽金属学会 九州支部	第69回(社)軽金属学会九州支部例会、役員会	2003/7/18	2003/7/18	佐賀県	産学技術総合研究所九 州センター
光技術研究部門 光電 子制御デバイスグルー プ	後援	主催：科学技術振興事業団 戦略的創造研究推進事業 研究領域「新しい物理現象や動作原理に基づくナノデバイス・システム等の創製」後援：産学技術総合研究所、徳島大学、大阪大学	CREST&QNN03 Joint International Workshop	2003/7/21	2003/7/23	兵庫県	兵庫県立 淡路夢舞台 国際会議場
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	福岡ナノテク推進会議(福岡県商工部新産業・技術振興課)	福岡ナノテク推進会議第1回総会及び福岡ナノテクNOW2003製品見本市	2003/7/25	2003/7/25	福岡県	ホテル日航福岡 都久 志の間
電力エネルギー研究部 門 熱電変換グループ	協力	独立行政法人 産学技術総合研究所	産学技術総合研究所つくばセンター 統一公開 サイエンス実験ショー「お湯から電気をつくる!?!」	2003/7/26	2003/7/26	茨城県	産学技術総合研究所つ くばセンター共用講堂
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	後援	名古屋商工会議所	平成15年度「ものづくりブランド NAGOYA」事業	2003/8/1	2004/3/31	愛知県	名古屋商工会議所
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	社団法人 日本エネルギー学会 西部支部 NEDO 九州支部	シンポジウム 木質バイオマスのエネルギー利用/林業の現状とエネルギー利用へのシナリオ	2003/8/1	2003/8/1	大分県	日田玖珠地域産業振興 センター
知能システム研究部門 分散システムデザイン 研究グループ	出展	産総研北海道センター	第15回統一公開	2003/8/2	2003/8/2	北海道	産総研北海道センター
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援		「第4回モノづくり総合展九州2003」「第3回エネルギー・環境ビジネス総合展2003」	2003/8/3	2003/9/5	福岡県	福岡国際センター
産学官連携部門	共催	産総研北海道センター北海道中小企業家同友会産学官連携研究会 (HoPE)	HoPE vs. AIST Summer Session 2003	2003/8/8	2003/8/8	北海道	産総研北海道センター

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 関西産学官連携センター	協力	主催：「青少年のための科学の祭典」大阪大会実行委員会、(財)日本科学技術振興財団・科学技術館、日本物理教育学会近畿支部、(社)日本物理学会大阪支部、大阪市教育委員会、大阪市立科学館、関西サイエンス・フォーラム、読売新聞大阪本社、後援：文部科学省、大阪府教育委員会、ほか	ふしぎと遊ぼう！ 青少年のための科学の祭典 2003 サイエンスフェスタ	2003/8/23	2003/8/24	大阪府	ハービスホール
産学官連携部門 九州産学官連携センター	その他	独立行政法人 産業技術総合研究所 産学官連携部門	AIST・「産学官」交流フォーラム	2003/8/28	2003/8/28	東京都	臨海副都心センター
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	武蔵工業大学	ハンドメイド電気自動車レース (HM-EVR) 2003	2003/8/30	2003/8/30	茨城県	産業技術総合研究所つくば北センター・周回路
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援		第5回ハットントントンシンポジウム	2003/9/2	2003/9/6	愛知県	愛知大学
産学官連携部門 東北産学官連携センター	共催	産業技術総合研究所東北センター、岩手県工業技術センター、東北産学官連携協議会	第3回東北産学官連携協議会	2003/9/4	2003/9/4	岩手県	ホテルメトロポリタン 盛岡 New Wing
地球科学情報研究部門	後援		第13回ゴールドシミュミット国際会議	2003/9/7	2003/9/12	岡山県	くらしき作陽大学
産学官連携部門	共催	経済産業省北海道経済産業局、(財)北海道科学技術総合振興センター (文書で北海道センターに依頼があり、共催を了承しております。)	コアボレーションフォーラム 2003	2003/9/9	2003/9/9	北海道	京王プラザホテル札幌
国際部門	出展	スイス経済省 TOPNANO 21	Nanofair 2003	2003/9/9	2003/9/11		Olma Messen
産学官連携部門 関西産学官連携センター	出展	主催：中小企業庁、近畿経済産業局、共催：中小企業総合事業団、中小企業・ベンチャー総合支援センター	2003中小企業ビジネスフェア in KANSAI	2003/9/10	2003/9/12	大阪府	インテックス大阪
成果普及部門 計量標準管理室	出展	(社)日本分析機器工業会	2003分析展	2003/9/10	2003/9/12	千葉県	幕張メッセ
成果普及部門 広報出版部 広報室	出展	財団法人 機械産業記念事業財団	TEPIA 第16回展示「ロボットと近未来ホーム～日本を元気にする新技術～」	2003/9/10	2004/7/23	東京都	TEPIA (機械産業記念館) 1階
計測標準研究部門 力学計測科 圧力真空標準研究室	出展	日本真空工業会、日本真空協会	Vacuum 2003 第25回真空展	2003/9/10	2003/9/12	東京都	東京ビッグサイト西1ホール
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛	社団法人 自動車技術会	第1回 全日本学生フォーミュラ大会	2003/9/10	2003/9/12	静岡県	富士スピードウェイ
基礎素材研究部門	共催	持続性木質資源工業技術研究会・京都府・京都府立大学	持続性木質資源工業技術研究会第29回研究会	2003/9/11	2003/9/11	京都府	京都府立大学
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	社団法人 未踏科学技術協会 傾斜機能材料研究会	第2回 傾斜機能材料の実用化に関するワークショップ	2003/9/12	2003/9/12	東京都	工学院大学 大会議室
産学官連携部門 中部産学官連携センター	後援	愛知県陶磁資料館	#NAME?	2003/9/13	2004/3/28	愛知県	愛知県陶磁資料館 南館
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛	社団法人 資源・素材学会 海洋資源部門委員会 国際海洋・極地工学会 (ISOPPE)	第5回国際海洋・極地工学会深海底鉱物資源シンポジウム	2003/9/15	2003/9/19	茨城県	産総研つくばセンター 共用講堂ほか

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 北海道産学官連携センター ものづくり基盤技術支援室	後援	北海道中小企業家同友会産学官連携研究会 (HoPE)	HoPE マッチング広場2003～産学官連携交流会～	2003/9/15	2003/9/15	北海道	北海道大学学術交流会館
成果普及部門 地質調査情報部 地質調査推進室	共催	産業技術総合研究所地質調査総合センター日本地質学会	地質情報展2003しずおか プレートの出会う場所で	2003/9/19	2003/9/21	静岡県	グランシップ展示ギャラリー (静岡県コンベンションアーツセンター)
産学官連携部門 九州産学官連携センター	後援	新エネルギー・産業技術総合開発機構 九州支部	クリーン・コールド九州－韓国交流フォーラム2003	2003/9/24	2003/9/24	福岡県	アクロス福岡国際会議場
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	EXCO(Daegu Exhibition & Center), Korea Trade-Investment Promotion Agency	Daegu International Automatic Machinery & Tools Exhibition 2003 (DAMEX2003)	2003/9/25	2003/9/28		EXCO (Daegu Exhibition & Convention Center)
研究コーディネーター 社会基盤(地質)・海洋担当	出展	全国地質調査業協会連合会	全地連 技術eフォーラム2003 さいたま	2003/9/25	2003/9/26	埼玉県	ソニックシティ
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	バイオテクノロジ開発技術研究組合	糖鎖エンジニアリングプロジェクト(糖鎖構造解析技術開発)発足記念講演会	2003/9/30	2003/9/30	東京都	虎ノ門パストラル(東京農林年金会館)
産学官連携部門 関西産学官連携センター	出展	主催: TOYRO 新事業創出推進会議、共催: 池田銀行・自然総研、後援: 近畿経済産業局、大阪府、産総研、(財)大阪科学技術センター、大阪府商工会議所連合会、兵庫県商工会議所連合会、(財)ひょうご中小企業活性化センター、(財)新産業創造研究機構	TOYRO ビジネスマッチングフェア2003 ニーズとシーズの新たな出会い	2003/10/2	2003/10/3	大阪府	マイドームおおさか
産学官連携部門 中部産学官連携センター	後援	超高温材料国際シンポジウム実行委員会	超高温材料国際シンポジウム2003in たじみ	2003/10/2	2003/10/3	岐阜県	セラミックパークMINO 国際会議場
産学官連携部門	後援	全国繊維工業技術協会	第41回全国繊維技術交流プラザ	2003/10/4	2003/10/5	愛媛県	今治地域地場産業振興センター
成果普及部門 地質調査情報部	出展	(社)日本地震学会	日本地震学会秋季大会	2003/10/6	2003/10/8	京都府	国立京都国際会館
産学官連携部門 九州産学官連携センター	出展	北九州学術研究都市産学連携フェア実行委員会、財団法人 北九州産業学術推進機構 [FAIS]	北九州学術研究都市第3回産学連携フェア・展示会	2003/10/8	2003/10/10	福岡県	財団法人 北九州学術研究都市体育館
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	特許庁、中部経済産業局	特許流通フェア中部2003	2003/10/8	2003/10/10	愛知県	名古屋市中小企業振興会館
次世代半導体研究センター	出展	(社)日本半導体製造装置協会	半導体製造技術 Forum2003 ビジューアルコーナー	2003/10/8	2003/10/9	神奈川県	パシフィコ横浜
産学官連携部門 関西産学官連携センター	出展	主催: (社)近畿化学協会、(社)大阪工研協会、後援: 文部科学省、近畿経済産業局、大阪府、大阪市、大阪商工会議所	第15回“化学発進新たな出会い” 技術・情報交流展2003	2003/10/8	2003/10/10	大阪府	千里ライフサイエンスセンター
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	産学交流テクノフロンティア2003実行委員会	産学交流テクノフロンティア2003	2003/10/8	2003/10/30	愛知県	名古屋市中小企業振興会館
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	日本経済新聞社	日経ナノテクノフェア2003	2003/10/8	2003/10/10	東京都	東京国際展示場<東京ビック、サイト>

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛		第8回 IUMRS 先進材料国際会議	2003/10/8	2003/10/13	神奈川県	パシフィコ横浜
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援		2003年度 新機能素子シンポジウム (FED2003)	2003/10/8	2003/10/9	東京都	経団連会館・経団連ホール
産学官連携部門 九州産学官連携センター	出展	北九州学術研究都市産学連携フェア実行委員会、財団法人 北九州産業学術推進機構 [FAIS]	北九州学術研究都市第3回産学連携フェア・公開セミナー	2003/10/9	2003/10/9	福岡県	財団法人 北九州産業学術推進機構 産学連携センター中会議室
エネルギー利用研究部門 クリーン動力研究グループ	出展	VNU sports group	INTER BIKEOUTDOOR DEMO	2003/10/10	2003/10/11		Bootleg Canyon
エネルギー利用研究部門 クリーン動力研究グループ	出展	VNU sports group	INTER BIDEINTERNATIONAL BICYCLE EXPO	2003/10/12	2003/10/14		Sands Convention Center
産学官連携部門 知的財産部	出展	日本学術会議、日本デザイン学会、日本感性工学学会	第6回アジアデザイン国際会議 デザインオブエクセレンス展示会	2003/10/14	2003/10/16	茨城県	つくば国際会議場
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	IPTC 国際光触媒技術展2003事務局 E.J.クラウス&アリエイト日本支社	IPTC 国際光触媒技術展2003	2003/10/15	2003/10/17	東京都	東京ビッグサイト・西ホール
成果普及部門 広報出版部 広報室	出展	全国社会福祉協議会 保健福祉広報協会	第30回 国際福祉機器展	2003/10/15	2003/10/17	東京都	東京国際展示場「東京ビッグサイト」東展示ホール
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	E.J.クラウス&アリエイト日本支社	国際光触媒技術展2003	2003/10/15	2003/10/17	東京都	東京ビッグサイト
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	九州経済産業局、中小企業総合事業団、中小企業ベンチャー総合支援センター九州	ベンチャーアラザラ九州2003	2003/10/16	2003/10/16	福岡県	ハイアット・リージェンシー・福岡
産学官連携部門 東北産学官連携センター	後援	みやぎいいモノテクノロジー2003実行委員会	みやぎいいモノテクノロジーフェア2003	2003/10/17	2003/10/18	宮城県	みやぎ産業交流センター (夢メッセみやぎ)
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	岐阜県陶磁器工業協同組合連合会	第17回ニューセラミックスフェア2003	2003/10/18	2003/10/20	岐阜県	セラミックパークMINO
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛	独立行政法人 航空宇宙技術研究所 宇宙推進技術研究所 第2回国際ピーエムエネルギー推進シンポジウム実行委員会	第2回国際ピーエムエネルギー推進シンポジウム (ISBEP2)	2003/10/20	2003/10/23	宮城県	せんだいいメディアアテーク
産学官連携部門 九州産学官連携センター	出展	北九州市、(財)西日本産業貿易見本市協会	エコ・テック2003 [地球環境・新エネルギー技術展&セミナー] (グリーン・ベンチャー・マーケット)	2003/10/22	2003/10/24	福岡県	西日本総合展示場新館
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	中小企業総合事業団技術交流テクノロジーフェア実行委員会	北陸技術交流テクノロジーフェア2003	2003/10/22	2003/10/24	福井県	福井県産業会館・福井県生活学習館・福井県中小企業産業大学校
産学官連携部門 関西産学官連携センター	協賛	新エネルギー・産業技術総合開発機構	NEDO かんさいフォーラム2003PLUS	2003/10/22	2003/10/22	大阪府	国際会議ホール
知的インタフェース研究グループ	出展	(社)日本自動車工業会	第37回 東京モーターショー2003	2003/10/24	2003/11/5	千葉県	幕張メッセ
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	財団法人 日立地区産業支援センター・中小企業総合事業団	ひたちテクノロジーフェア	2003/10/24	2003/10/25	茨城県	マーブルホール

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	財団法人 国際超電導産業技術研究センター	第16回国際超電導シンポジウム	2003/10/27	2003/10/29	茨城県	つくば国際会議場
産学官連携部門	出展	経済産業省中小企業庁、関東経済産業局	2003中小企業ビジネスフェア in Tokyo	2003/10/29	2003/10/31	東京都	東京ビッグサイト 東1ホール
環境管理研究部門 地球環境評価グループ	共催	筑波研究推進協議会、(財)日本産業技術振興協会	AI-ST 講演会「ディーゼル自動車排ガスによる環境への影響」-微小粒子を中心に、現状と展望-	2003/10/31	2003/10/31	東京都	新橋住友ビル会議室
基礎素材研究部門	共催	持続性木質資源工業技術研究会	持続性木質資源工業技術研究会第30回研究会	2003/10/31	2003/10/31	愛知県	ポートメッセなごや
産学官連携部門 関西産学官連携センター	出展	主催：滋賀環境ビジネスメッセ実行委員会 後援：経済産業省、環境省、近畿経済産業局、日本貿易振興会、(社)関西経済連合会、NEDO、外 社団法人日本電気計測器工業会	びわ湖環境ビジネスメッセ2003	2003/11/5	2003/11/7	滋賀県	滋賀県立長浜ドーム
成果普及部門 計量標準管理部門 計量行政調査室	協賛	社団法人日本電気計測器工業会	計測展2003TOKYO	2003/11/5	2003/11/7	東京都	東京ビッグサイト
エネルギー利用研究部門 熱・物質移動制御研究グループ	共催	社団法人 可視化情報学会	つくば地区研究施設の学生見学会・発表会	2003/11/6	2003/11/7	茨城県	財団法人日本自動車研究所
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	後援	北海道 技術・ビジネス交流会 実行委員会	ビジネス EXPO「第17回 北海道 技術・ビジネス交流会」	2003/11/6	2003/11/7	北海道	アクセスサッポロ
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	財団法人 日本産業技術振興協会	「水素等の安全利用技術の課題と展望」セミナー	2003/11/10	2003/11/10	東京都	虎ノ門パストラル
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	バイオテックノロジー開発技術研究組合	第21回バイオテックノロジーシンポジウム	2003/11/11	2003/11/11	東京都	虎ノ門パストラル
産学官連携部門 九州産学官連携センター	出展	特許庁、九州経済産業局	特許流通フェア2003in九州	2003/11/12	2003/11/14	福岡県	西日本総合展示場新館
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	愛知県、名古屋市、名古屋商工会議所、中日新聞、社団法人発明協会愛知県支部	第57回 発明とくふう展	2003/11/12	2003/11/17	愛知県	名古屋三越栄本店
産学官連携部門 東北産学官連携センター	出展	宮城県、(財)みやぎ産業振興機構、東北イノベーション・コスモス構想推進宮城県委員会、(社)みやぎ工業会、(株)テックノブラザみやぎ、(社)東北ニュービジネス協議会	みやぎ産学官研究成果発表会	2003/11/13	2003/11/13	宮城県	仙台国際センター
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	人工知能学会人工知能基礎論研究会	ペイジアンネットセミナー2003	2003/11/13	2003/11/14	京都府	ばるるプラザ京都
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	茨城県商工労働部	テックノフェア2003inつくば	2003/11/13	2003/11/14	茨城県	つくばカピオ
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛	東京農工大学	サミット2003 100年先から見よう『地域・バイオマス・新エネルギー』	2003/11/15	2003/11/15	東京都	東京ビッグサイト 国際会議場
産学官連携部門 知的財産部 知的財産企画室	出展	Media Live International, Inc.	COMDEX LAS VEGAS 2003	2003/11/16	2003/11/20		Las Vegas Convention Center

担当部署	種 別	主催等名称	名 称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会 場 名
グリッド研究センター	出展	the Association for Computing Machinery Special Interest Group for Architecture (ACM SIGARCH) and the Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE) Computer Society	SC2003 (Supercomputing Conference tradition of highlighting the most innovative developments in high-performance computing and networking)	2003/11/17	2003/11/20		Phoenix Civic Plaza Convention Center
バイオニクス研究センター	共催		国際計測バイオテクノロジー ワークショップ	2003/11/19	2003/11/19	東京都	東京工科大学 片柳研究所棟
成果普及部門 広報出版部 広報室	出展	日刊工業新聞社	第5回 国際新技術フェア2003	2003/11/19	2003/11/21	東京都	東京ビッツサイト
成果普及部門 広報出版部 広報室	出展	日刊工業新聞社	2003 ナノテクノロジー ショーフェア	2003/11/19	2003/11/21	東京都	東京国際展示場<東京ビッツ・サイト>
産学官連携部門 知的財産部 知的財産企画室	出展	特許庁 関東経済産業局	2003 特許流通フェア in 東京	2003/11/19	2003/11/21	東京都	東京国際展示場 (東京ビッツサイト)
知能システム研究部門 ヒューマンノイド研究グループ	出展	(社) 日本ロボット工業会, 日刊工業新聞社	2003 国際ロボット展	2003/11/19	2003/11/22	東京都	東京ビッツサイト
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	経済産業省 中小企業庁、中部経済産業局	2003 中小企業ビジネスフェア in NAGOYA	2003/11/19	2003/11/20	愛知県	名古屋市中小企業振興会館
セラミックス研究部門	後援		第20回 韓国国際セラミックスセミナー	2003/11/20	2003/11/22	島根県	島根県民会館
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	雇用・能力開発機構、佐賀労働局、公共職業安定所、佐賀県、佐賀県中小企業団体中央会	人と企業のふれあい広場 SAGA2003	2003/11/20	2003/11/20	佐賀県	マリトピア
基礎素材研究部門	共催	奈良県森林技術センター	平成13～14年度 中小企業技術開発産学官連携促進事業にかかる成果普及講習会	2003/11/20	2003/11/20	奈良県	リベルテホール
産学官連携部門 東北産学官連携センター	共催	自然エネルギーフォーラム組織委員会、東北大学 大学院 環境科学 研究科、東北大学 TURNs、日本地熱学会	自然エネルギーフォーラム	2003/11/21	2003/11/23	宮城県	仙台国際センター
環境調和技術研究部門 エコマテリアルグループ	後援	財団法人 日本産業技術振興協会	廃棄物問題の実態とエコビジネス	2003/11/21	2003/11/21	東京都	虎ノ門パストラル・ロゼ'
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛		日本地熱学会 平成15年 学術講演会	2003/11/21	2003/11/23	宮城県	仙台国際センター
テイッシュエンジニアリング研究センター	協力	文部科学省	ウインターサイエンス キャンプ	2003/11/22	2003/11/24	兵庫県	産総研 関西センター 尼崎事業所
産学官連携部門 関西産学官連携センター	出展	特許庁、近畿経済産業局	近畿特許流通フェア2003	2003/11/25	2003/11/26	大阪府	大阪国際会議場
産学官連携部門 東北産学官連携センター	出展	中小企業庁、東北経済産業局	2003 中小企業ビジネスフェア in TOHOKU	2003/11/26	2003/11/27	宮城県	江陽 グランドホテル
産学官連携部門 知的財産部	出展	財団法人 新潟県 中央地域 産業振興センター	モノづくり ネットワーク 交流フェア	2003/11/27	2003/11/28	新潟県	三条・燕 地域メッセピア
成果普及部門 計量標準管理部 計量行政調査室	出展	江戸開府400年計量記念事業実行委員会	江戸東京博物館企画展「平賀源内展」ー「計量いま・むかし展」	2003/11/29	2004/1/18	東京都	江戸東京博物館

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都府県	会場名
人間福祉工学研究部門 感覚知覚グループ	共催	主催：感覚代行研究会共催：産業技術総合研究所	第29回(2003年)感覚代行シンポジウム	2003/12/1	2003/12/2	東京都	産総研臨海副都心センター4階会議室
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	(財)化学・バイオつくば財団	化学・バイオつくば財団創立15周年記念講演会	2003/12/1	2003/12/1	東京都	日本科学未来館 7階 みらいCANホール
産学官連携部門 知的財産部	出展	(財)埼玉県中小企業振興公社 (財)埼玉県産業協力財団	さいたま合同シーズ展(平成15年度第2回)	2003/12/3	2003/12/3	埼玉県	ソニックシテイービル
グリッド研究センター	共催	グリッド協議会、文部科学省振興調整費「アジアグリッドイニシアチブ」	グリッドシンポジウム・イン関西2003	2003/12/8	2003/12/9	愛知県	大阪千里ライフサイエンスセンター5F「ライフホール」
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	日本学術会議	持続可能な社会のための科学と技術に関する国際会議2003-エネルギーと持続可能な社会のための科学-LCAにおける環境影響の総合評価	2003/12/16	2003/12/19	東京都	三田共用会議所
成果普及部門 広報出版部 広報室	共催	財団法人 日本産業技術振興協会	LCAにおける環境影響の総合評価	2003/12/18	2003/12/18	東京都	アルカディア市ヶ谷私学会館「富士の間」
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛	計測自動制御学会 SI(システムインテグレーション)部門	第4回 SICE システムインテグレーション部門講演会(SI2003)	2003/12/19	2003/12/21	東京都	東海大学代々木キャンパス
成果普及部門 地質調査情報部 地質調査推進室	出展	富士川まちづくり株式会社	体験館どんぶら環境学習プログラム「海(駿河湾)」	2004/1/7	2004/4/5	静岡県	富士川楽座2F 富士川体験館どんぶら
成果普及部門 地質調査情報部 地質調査推進室	出展	「震災対策技術展・学術展・シンポジウム実行委員会」(財)神戸国際観光コンベンション協会/ (財)神戸市防災安全公社	第8回「震災対策技術展2004」(神戸会場)	2004/1/29	2004/1/30	兵庫県	神戸国際展示場(神戸ポートアイランド)
産学官連携部門 知的財産部 知的財産企画室	共催	つくばサイエンス・アカデミー	第3回 つくばテクノロジ・ショーケース	2004/1/30	2004/1/30	茨城県	つくば国際会議場
人間福祉工学研究部門 認知的インタフェースグループ	協力	日本産業技術振興財団 科学技術館	ユニバーサライズショー	2004/1/31	2004/1/31	東京都	科学技術館
成果普及部門 地質調査情報部 地質調査推進室	出展	「震災対策技術展・学術展・シンポジウム実行委員会」(財)神戸国際観光コンベンション協会/ (財)神戸市防災安全公社	第8回「震災対策技術展2004」(横浜会場)	2004/2/5	2004/2/6	神奈川県	横浜国際平和会議場(パシフィコ横浜) 展示ホール
シナジーマテリアル研究センター	共催	シナジーマテリアル研究センター・アイゼンセラミックス技術研究組合 中部経済産業局	第8回シナジーセラミックス国際シンポジウム	2004/2/5	2004/2/6	東京都	品川プリンスホテル
産学官連携部門 中部産学官連携センター	共催	中部経済産業局	東海ものづくりクラスタフォーラム2004	2004/2/9	2004/2/9	愛知県	郵便貯金会館 メルパルク名古屋
技術と社会研究センター	共催	主催：経済産業省 共催：独立行政法人 産業技術総合研究所技術と社会研究センター 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 後援：日経ビジネス	ルネッサンスプロジェクト・国際シンポジウム	2004/2/10	2004/2/10	東京都	全社協灘尾ホール
産学官連携部門 関西産学官連携センター	協力	主催：池田市教育委員会	サイエンスデイ・イン池田	2004/2/14	2004/2/14	大阪府	池田市中央公民館
生物情報解析研究センター 統合データベース解析チーム	共催	産総研・生物情報解析研究センター(BIRC)/ 生物情報解析研究センター(JBIRC)	The Third Waterfront Symposium of Human Genome Science (WASH-3) ヒトの総遺伝子セットの理解とヒトゲノム科学の将来に向けて	2004/2/24	2004/2/24	東京都	産総研センター 4階会議室

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	出展	名古屋市工業研究所	平成15年度技術融合化シンポジウム	2004/2/24	2004/2/26	愛知県	名古屋市工業研究所
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	経済産業省中小企業庁、九州経済産業局、中小企業総合事業団中小企業、ベンチャー総合支援センター九州	国際ロボット見本市2004	2004/2/26	2004/2/28	福岡県	西日本総合展示場新館
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	後援	社団法人 日本原子力産業会議 中部原子力懇談会	第39回RI・放射線利用促進セミナー	2004/2/27	2004/2/27	愛知県	名古屋商工会議所
ライフサイエンス メント研究センター	共催	* (独) 産業技術総合研究所ライフサイエンス for Environmental Science and Management at the University of Leeds h.o	International Workshop Driving Forces of and Barriers to Sustainable Consumption	2004/3/5	2004/3/6		University of Leeds
知能システム研究部門 タスク・インテリジェ ンス研究グループ	協賛		h.o solo exhibition 2004	2004/3/9	2004/4/2	東京都	LA GALERIE DES NAKAMURA
成果普及部門 広報出 版部 広報室	共催	文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジ ェクトセンター	第2回ナノテクノロジー総合シンポジウム (JAPAN NANO2004)	2004/3/15	2004/3/17	東京都	東京ビックサイト
人間福祉医学研究部 門 感覚覚グループ	出展	主催 国際フォーラム推進会議 (代表 京都府知事山田啓二) 近畿総合通信局長、近 畿経済産業局長、京都府知事、京都市長、 (社) 関西経済連合会会長、京都商工会議所 会頭、(社) 京都経済同友会代表幹事、(社) 京都工業会会長、(財) 関西文化学術研究都 市推進機構理事長主催・実施主体 京都タイ 国際フォーラム実行委員会 (委員長 京都商工 会) [構成団体] 近畿総合通信局、近畿経済産 業局、京都府、京都市、(社) 関西経済連 合会、(財) 関西文化学術研究都市推進機構、 (社) 京都経済同友会、(社) 京都工業会、 京都高度情報化推進協議会、(財) 京都産 業協会、(財) 京都商工会議所、(社) 京都情報産 業協会、(財) 京都府総合見本市会館、京 都リサーチパーク (株)、(株) けいはんな、 (財) 大学コンソーシアム京都後援 経済産 業省、国土交通省	IT 総合見本市&セミナー・カンファレンス第 3回 本格的化するユビキタ社会〜日本、中 国、アジアの連携によるケータイ産業の発展 を指して	2004/3/17	2004/3/18	京都府	京都府総合見本市会館 「パルスプラザ」
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援	nano tech 実行委員会	nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合 展・技術会議	2004/3/17	2004/3/19	東京都	東京国際展示場(東京 ビックサイト)東4・5 ホール及び会議棟
成果普及部門 広報出 版部 広報室	協賛	大阪大学 接合科学研究所	International Symposium on Novel Materials Processing by Advanced Electromagnetic Energy Sources (MAPEES 04)	2004/3/19	2004/3/22	大阪府	大阪大学 コンベンシ ョンセンター
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	後援	東北電解機能水研究会	東北電解機能水研究会設立記念講演会	2004/3/19	2004/3/19	宮城県	産総研東北センター 東北産学官連携研究棟

担当部署	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	出展	財団法人 新潟県文化振興財団、新潟県立自然科学館	平成15年度 春の特別展 「地球環境展」	2004/3/20	2004/4/4	新潟県	新潟県立自然科学館
ダイヤモンド研究センター 単結晶基板開発 チーム	共催	9th International Conference on New Diamond Science and Technology (ICNDST-9) 組織委員会	9th International Conference on New Diamond Science and Technology (ICNDST-9)	2004/3/26	2004/3/29	東京都	早稲田大学国際会議場

3) 見 学

平成15年度見学視察対応数(ユニット別)

ユニット名	対応件数 (対応箇所数)
企画本部(理事等含む)	148
深部地質環境研究センター	1
活断層研究センター	3
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	5
ライフサイクルアセスメント研究センター	42
パワーエレクトロニクス研究センター	5
生命情報科学研究センター	20
生物情報解析研究センター	33
ティッシュエンジニアリング研究センター	95
ヒューマンストレスシグナル研究センター	45
強相関電子技術研究センター	1
次世代半導体研究センター	167
サイバーアシスト研究センター	30
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	13
ものづくり先端技術研究センター	47
高分子基盤技術研究センター	21
光反応制御研究センター	2
新炭素系材料開発研究センター	8
シナジーマテリアル研究センター	63
超臨界流体研究センター	21
スマートストラクチャー研究センター	15
界面ナノアーキテクトゥクス研究センター	22
グリッド研究センター	8
爆発安全研究センター	24
糖鎖工学研究センター	23
年齢軸生命工学研究センター	10
技術と社会研究センター	2
デジタルヒューマン研究センター	60
近接場光応用工学研究センター	1
ダイヤモンド研究センター	4
バイオニクス研究センター	11
ジーンファンクション研究センター	2
計測標準研究部門	577
地球科学情報研究部門	27
地圏資源環境研究部門	17
海洋資源環境研究部門	8
エネルギー利用研究部門	138
電力エネルギー研究部門	52
環境管理研究部門	53
環境調和技術研究部門	70
情報処理研究部門	33
知能システム研究部門	155
エレクトロニクス研究部門	20
光技術研究部門	103
人間福祉医工学研究部門	224
脳神経情報研究部門	17
物質プロセス研究部門	34
セラミックス研究部門	113
基礎素材研究部門	110
機械システム研究部門	179

研究関連業務

ユニット名	対応件数 (対応箇所数)
ナノテクノロジー研究部門	117
計算科学研究部門	5
生物機能工学研究部門	30
計測フロンティア研究部門	1
ゲノムファクトリー研究部門	14
サステナブルマテリアル研究部門	1
地質情報研究部門	1
環境管理技術研究部門	6
人間系特別研究体	23
生活環境系特別研究体	72
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	3
ライフエレクトロニクス研究ラボ	29
メンブレン化学研究ラボ	17
マイクロ空間化学研究ラボ	10
極微プロファイル計測研究ラボ	2
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	4
循環バイオマス研究ラボ	6
システム検証研究ラボ	5
先端情報計算センター	1
特許生物寄託センター	4
ベンチャー開発戦略研究センター	6
計量標準管理センター	1
成果普及部門 工業標準部	53
成果普及部門 地質標本館	141
つくばセンター管理・関連部門	779
北海道センター	30
東北センター	2
つくばセンター	11
臨海副都心センター	38
中部センター	4
関西センター	7
合 計	4305

4) 依頼試験

平成15年度依頼試験（鉱工業の科学技術に係る試験及び分析）の実績

種 類 ・ 項 目	件数（試料数）	手数料収入（円）	実施研究部門等
火薬類の試験	2件（4試料）	115,800	爆発安全研究センター
菌株分譲	1件（4本）	48,800	生物機能工学研究部門
火薬類の試験	1件（1試料）	0（注）	爆発安全研究センター
材料及び製品の試験	1件（2試料）	0（注）	爆発安全研究センター
合 計	12件	180,800	

（注）「依頼試験実施要領」（14要領第14号）第3条に規定に基づく国の組織（経済産業省）からの依頼による特例。

5) 施設使用

平成15年度設備使用（自動車試験道路外部貸出）の実績

外部貸出日数	使用料収入
106.5 日	18,336,035 円

6) 地質調査

① 地球科学図

本年度の各種地質図類の発行は、20万分の1地質図幅2件、5万分の1地質図幅5件、重力図2件、空中磁気図1件、水文環境図1件、数値地質図9件である。

本年度刊行開始した水文環境図は日本水理地質図の後継シリーズに当たり、CD-ROM版のみの出版となる。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
	図類・冊子		
20万分の1地質図幅	2・0	2,000	福島、熊本
5万分の1地質図幅	5・5	各 1,500	石垣島東北部、戸隠、高砂、水口、粉河
重力図	2・0	各 1,100	宮崎地域重力図、鹿児島地域重力図
空中磁気図	1・0	800	神戸ー京都地域高分解能空中磁気図
水文環境図	CD-ROM 1	1,000	仙台平野
数値地質図 (CD-ROM版)	CD-ROM 1	1,000	G-1 100万分の1日本地質図第3版 CD-ROM 第2版
	CD-ROM 1	500	G-10 200万分の1日本地質図第5版 CD-ROM 版
	CD-ROM 1	1,000	G-13 東・東南アジア地震災害デジタルマップ “GeoHazardView”
	CD-ROM 1	1,000	G20-3 20万分の1 数値地質図幅集(東北地方)
	CD-ROM 1	1,000	G20-4 20万分の1 数値地質図幅集(関東、甲信越及び小笠原諸島)
	CD-ROM 1	1,000	P-2 日本重力 第2版
	CD-ROM 1	1,000	P-5 日本列島及びその周辺域の地温勾配及び地殻熱流量データベース
	CD-ROM 1	1,000	E-1 土壌・地質汚染評価基本図 5万分の1姉崎
	CD-ROM 1	500	GEOLIS+V.5

② 地球科学研究報告

本年度の研究報告書は、地質調査研究報告が54-3号～54-12号5件、活断層・古地震研究報告(2003年)1件、地質調査総合センター速報4件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
地質調査研究報告	5	各 1,650	Vol. 54 No. 3～Vol. 54 No. 12
活断層・古地震研究報告	1	1,800	活断層・古地震研究報告(2003年)
地質調査総合センター速報	4	300	No. 28 Field Guidebook for the Fifth Hutton Symposium
		300	No. 29 ABSTRACT with Program for the Fifth Hutton Symposium
		270	No. 30 千島弧ー東北日本弧会合部の海洋地質学的研究 平成15年度研究概要報告書ー釧路沖・日高沖海域ー
		200	No. 31 大阪堆積盆地3次元地盤構造モデル CD-ROM 版
地質ニュース	12	各 3,000	No. 584～595 (地質調査総合センター編集、(株)実業公報社発行1,180部 買い上げ)

③ 刊行物販売状況

研究成果普及品のうち「地質の調査」に係るものは、「研究成果普及品有料頒布要領(13要領第2号)」、「地球科学図及び地球科学データ集の有料頒布管理基準(第75000-20010401-3号)」及び「地球科学図及び地球科学データ集のコンピュータ複製品の有料頒布管理基準(第75000-20010401-4号)」により、地質調査情報部が有料頒布業務を遂行することになっており、平成15年度は下記のように有料頒布を行い、収入を得た。

○平成15年度研究成果普及品頒布収入

12,955,551円

内 訳	頒布部数	頒布金額
委託販売収入(4社合計)	6,720	10,056,601
直接販売収入(標本館)	3,748	1,829,945
直接販売収入(オン・デマンド)	746	1,069,005
合 計	11,214	12,955,551

○平成15年度シリーズ別 頒布部数トップ5

シリーズ名	頒布部数
5万分の1地質図幅	3092
数値地質図	1644
20万分の1地質図幅	1151
火山地質図	378
特殊地質図	219

○平成15年度出版物別 頒布部数トップ10

シリーズ名	出版物名	頒布部数
数値地質図	20万分の1地質図幅集	330
数値地質図	富士火山地質図	243
数値地質図	100万分の1日本地質図 第3版	204
20万分の1地質図幅	甲府	133
数値地質図	20万分の1数値地質図「北海道北部」	119
数値地質図	20万分の1数値地質図「北海道南部」	119
50万分の1活構造図	京都	95
数値地質図	日本の新生代火山岩の分布と産状	92
火山地質図	霧島	72
20万分の1地質図幅	東京	70

④ 文献交換

「地質の調査」に係わる研究成果をもとに、国内外の「地質の調査」に関係する機関と文献交換を行い、地質文献資料の網羅的収集に努めている。さらに、収集資料の明確化と広範囲の利用者の利便性を考慮して、地質文献データベースを構築し、インターネット等で公開を行っている。

国内外交換先

	計	JAPAN	EUROPE	ASIA	AFRICA	U.S.A.	CANADA & C. AMERICA	SOUTH AMERICA	OCEANIA
国数	156	1	41	35	44	1	12	12	10
機関数	1339	597	267	179	69	97	38	52	40

交換文献内訳

	計	地質調査研究報告	その他報告類	地域地質研究報告 (万地質図幅)	その他図幅	CD-ROM
件数	27	7	1	5	5	9
所外送付部数	7342	3824	245	775	831	1667
国外送付部数	9072	4069	244	1284	1288	2187

⑤ 文献情報活動

文献交換等で収集した地質文献資料の効果的・効率的な利用をめざして、GEOLIS（日本地質文献データベース）、J-MAPI（日本地質図索引図データベース）、G-MAPI（世界地質図索引図データベース）の3種類のデータベースを構築している。GEOLIS と J-MAPI は統合入力システムを試行し、データ入力迅速化を図ると共に、Web 公開に向けて検索の完全統合化の調整・整備を行った。データ数は223,709件（内位置情報データは8,927件）、Web 公開で年間389,137件のアクセス数がある。G-MAPI はデータ数11,722件で、Web 公開での年間アクセス数は20,215件となっている。今後はさらなる効率化を目指し、3種のデータベースを同一システム上で検索可能なシステムを開発する。

受入

	単行本（冊）	雑誌（冊）	地図類（枚）	研究資料集・ 受託研究資料	電子媒体資料 (個)
購入	471	111	107	0	13
寄贈・交換	583	4345	2681	17	264
計	1054	4456	2788	17	277

製本・修理 (冊) 1,574

地質文献データベース

	採録数	登録数	アクセス件数
GEOLIS	19,079	223,709	389,137
J-MAPI	94		
G-MAPI	2,091	11,722	20,215

閲覧・貸出など情報提供

所外閲覧者	入館者 (括弧内外国人)	閲覧件数	貸出件数	返却件数	つくば地区内相互利用複写枚数	
					他研→地 (括弧内件数)	地→他研 (括弧内件数)
174	7,188(137)	12,570	2,568	2,479	2,047(188)	32(20)

地質文献複写外部委託

件数 (件)	通常コピー (枚)	カラーコピー (枚)
2,420	18,589	951

⑥ メタデータ・データベース

「地質の調査」の成果を一般に普及し、より高度な利活用をはかると共に、研究活動の一層の効率化を促進させるため、研究で用いた様々なデータや成果を利用可能なデータベース化し、又、その検索を高度で効率良く実行するためのメタデータを作成する。地質図・地球科学図は「地質の調査」による成果のうちで最も一般的で普及が必要であり、その利活用のために数値化が進められており、政府の「地理情報システム関係省庁連絡会議」と「GISアクションプログラム2002-2005」でも主要課題として取り上げられ、電子政府クリアリングハウスで運用している。又、国内の物理探査調査研究活動についてのまとめも公表した。

メタデータ整備業務では、平成12年10月の地理情報システム関係省庁連絡会議関連 WG の決定を受けた標準フォーマット (JMP 第1版) に合わせて、地質図等の地球科学図類のメタデータを修正も含めて日本語1,705件、英語1,140件整備した。電子政府の地理情報クリアリングハウスのノードサーバーの運用を担当して Web 公開している。

データベース整備業務では、地質情報整備部会を核として RIO-DB 構築支援等を積極的に行った。

地質図類ベクトル数値化整備業務では、1/20万東北地域 (13図幅)・関東甲信越及び伊豆小笠原諸島地域 (14図幅) の数値地質図のデータ編集を行った。又、1/20万数値地質図シームレス編集のための準備として、数値化済みデータのうち東北・関東地域の成果を Web 公開し、中部・近畿地域 (全18図幅) のデータの再編集を行った。1/5万地質図 (4図幅) 及び構造図類 (4件) をベクトル数値化し、データの校正・編集を行った。

物理探査調査研究活動データベースでは、アンケート等による収集を行い、新規データ1,292件の追加登録と検索機能の高度化を図った。既存分を合わせて7,576件を整備し、Web による検索が可能となった。

平成15年度地質図・地球科学図データベース及びメタデータ整備

1. 地質図・地球科学図データベース整備 (件数)	
地質図類数値化作成数	27
1/20万地質図 シームレス化準備枚数	18
構造図類数値化数	8
2. メタデータ整備 (件数)	
地質図・地球科学図メタデータ登録数	2,845
物理探査調査研究一覧登録数	7,576

研究関連業務

⑦ 地質標本館

平成15年度 地質標本館行事一覧

実施期間	特別展	普及講演会	移動標本館	イベント	備考	入館者・参加者
4.15(木)～4.20(日)	2002年度に改修された新展示の紹介				科学技術週間(4.15～20)	入館者354
6.24(火)		「スロベニアの温泉と地熱開発について」				参加者15
7.19(土)				野外観察会(阿見町)	自然と親しむ会	参加者15
7.26(土)～9.28(日)	富士山 現在・過去・未来		富士山			期間中の入館者9511
7.26(土)		「富士山が噴火するとどうなるか」		産総研つくばセンター一般公開		入館者1869
7.29(火)～10.13(月)	速報：宮城県北部の地震					
7.30(水)		「アンモナイトと化石レプリカの話」				参加者58名
8.1(金)			九州センター一般公開			
8.1(金)			関西センター一般公開			
8.2(土)		「首都圏の沖積層について」				参加者49
8.22(金)				「化石のクリーニング」		入館者380、体験者107
8.22(金)		「木の葉化石のできかた」				参加者30
8.23(土)				「石を割ってみよう」		入館者223、体験者67
8.23(土)				「地球何でも相談」		入館者223、相談者24
8.31(日)		「水晶の話」				参加者85
9.10(水)		「温泉の成因と水質」				参加者150
9.12(木)		「香川県東部の地質と中央構造線」				参加者13
9.19(金)～20(日)				地質情報展しずおか		
10.8(水)～10.9(木)		「大社地域および今市地域の地質/地質図の作り方」				参加者44
10.15(水)		「地層の話」				参加者85
10.16(木)		「石見大田および大浦地域の地質」				参加者42
10.16(木)		「新潟地域の地質」				参加者84
10.17(金)		「新潟地域の地質」				
10.15(水)～11.3(月)	速報：十勝沖地震					
11.5(水)～2.29(日)	地質情報展2003しずおか～プレートのお会う場所～					
11.8(土)				「自分で作ろう化石レプリカ」	第11回	入館者315、体験者217
11.25(火)		「地震と活断層の最新情報」 「軟弱地盤の地質学的特徴と地震動の増幅特性」				参加者約35
11.26(水)		「活断層と地震－地震発生の確率予測に向けて」 「火山の楽しみ方」 「地質標本館を使用した地理教育の可能性」				参加者約37
1.16(金)		「地層の話」				参加者53
1.17(土)		「古生物学－貝化石を用いた研究－」				入館者59、視聴者28
2.19(木)			東北センター一般公開			
2～3月	第2回地質写真展					
3.27(土)				「自分で作ろう化石レプリカ」	第12回	入館者278、

平成15年度地質標本館入館者数

年 月 (開館日数)	入館者数		入館者内訳	
	(一日平均)		個 人	団体 (件数)
平成15年4月 (26日)	1768人	68人	1026	742 (8)
平成15年5月 (27日)	1338人	50人	952	386 (10)
平成15年6月 (25日)	1050人	42人	698	352 (10)
平成15年7月 (27日)	4131人	153人	3746	385 (11)
平成15年8月 (27日)	5358人	198人	4671	687 (18)
平成15年9月 (25日)	1676人	67人	1298	378 (12)
平成15年10月 (26日)	2444人	94人	1130	1314 (26)
平成15年11月 (26日)	2152人	83人	1600	552 (16)
平成15年12月 (23日)	697人	30人	504	193 (6)
平成16年1月 (23日)	995人	43人	799	196 (5)
平成16年2月 (24日)	1108人	46人	937	171 (6)
平成16年3月 (26日)	1483人	57人	1141	342 (13)
合 計 (305日)	24200人	931人	18502	5698 (141)

7) 計量標準

① 物理標準

法定計量

種 類	受理個数	検査・試験個数	不合格個数	不合格率 (%)
検 定	10	10	0	0.0
型式承認試験	106	71	4	5.6
基準器検査	2,655	2,650	38	1.4
比較検査	136	136	0	0.0

校正・試験等

種 類	受理個数	検査個数
特定標準器による校正 (特定二次標準器)	100	103
特定標準器による校正 (特定副標準器)	31	32
依頼試験	175	200
技能試験等校正	61	13
所内校正	65	87

② 認証標準物質

計量標準総合センターでは品質システムを整備し、生産計画に基づいて、標準物質の生産を行っている。特性値は、安定性と均一性を確認し、妥当性が確かめられた測定方法とトレーサビリティの確立された計測標準を用いている。また、不確かさを算出した上で、内部の標準物質認証委員会にて審議され、認証標準物質 (NMIJCRM) を随時、頒布している

認証標準物質の一覧表

(NIMC 認証標準物質)

識別記号	名 称	頒 布 数
NIMC CRM4001-a	エタノール	4
NIMC CRM4003-a	トルエン	0
NIMC CRM4004-a	1, 2-ジクロロエタン	0
NIMC CRM5201-a	GaAs/AlAs超格子標準物質	9
NIMC CRM5501-a	高分子引張弾性率標準物質	6

研究関連業務

(NMIJ 認証標準物質)

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM1001-a	鉄-クロム合金 (Cr 5%)	8
NMIJ CRM1002-a	鉄-クロム合金 (Cr 10%)	8
NMIJ CRM1003-a	鉄-クロム合金 (Cr 20%)	8
NMIJ CRM1004-a	鉄-クロム合金 (Cr 30%)	8
NMIJ CRM1005-a	鉄-クロム合金 (Cr 40%)	8
NMIJ CRM1006-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 5%)	6
NMIJ CRM1007-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 10%)	6
NMIJ CRM1008-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 20%)	6
NMIJ CRM1009-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 40%)	6
NMIJ CRM1010-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 60%)	6
NMIJ CRM1011-a	鉄-炭素合金 (C 0.1%)	23
NMIJ CRM1012-a	鉄-炭素合金 (C 0.2%)	23
NMIJ CRM1013-a	鉄-炭素合金 (C 0.3%)	23
NMIJ CRM1014-a	鉄-炭素合金 (C 0.4%)	23
NMIJ CRM1015-a	鉄-炭素合金 (C 0.5%)	23
NMIJ CRM1016-a	蛍光X線用鉄-クロム合金 (Cr 40%)	0
NMIJ CRM3001-a	フタル酸水素カリウム	0
NMIJ CRM4002-a	ベンゼン	0
NMIJ CRM4011-a	o-キシレン	0
NMIJ CRM4012-a	m-キシレン	0
NMIJ CRM4021-a	エチルベンゼン	0
NMIJ CRM4022-a	フタル酸ジエチル	0
NMIJ CRM4401-a	VOC 三種混合ガス (高濃度)	0
NMIJ CRM4402-a	VOC 三種混合ガス (低濃度)	0
NMIJ CRM5001-a	ポリスチレンオリゴマー標準物質 (PS2400)	0
NMIJ CRM5002-a	ポリスチレンオリゴマー標準物質 (PS500)	0
NMIJ CRM5502-a	動的粘弾性標準物質 (PVC)	0
NMIJ CRM5503-a	動的粘弾性標準物質 (PMMA)	0
NMIJ CRM5504-a	動的粘弾性標準物質 (PE-UHMW)	0
NMIJ CRM5505-a	動的粘弾性標準物質 (PEEK)	0
NMIJ CRM7301-a	海底質 (ブチルスズ分析用)	0
NMIJ CRM7302-a	海底質 (有害金属分析用)	9
NMIJ CRM7303-a	湖底質 (有害金属分析用)	2
NMIJ CRM7304-a	海底質 (ポリクロロビフェニル・塩素系農薬類分析用 - 高濃度)	0

③ 講習・教習

平成15年度計量教習実績

成果普及部門計量研修センター

講習・教習名		対象者	期間		場所	受講者数	受講料収入金
一般計量教習	前期	計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員	H15. 4. 7～7. 1	3月	つくば	21	2, 323, 200
	後期	同上	H15. 9. 1～11. 28	3月	つくば	42	2, 904, 000
一般計量特別教習	濃度関係	計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員で一般計量教習を修了した者	H16. 1. 13～3. 9	2月	つくば	34	1, 936, 000
環境計量特別教習	騒音・振動関係		H16. 1. 13～3. 3	7週間	つくば	17	3, 147, 000
			H16. 3. 4～3. 18	2週間	つくば	10	528, 000
短期計量教習	第一回	計量行政機関等の職員	H15. 5. 12～6. 6	1月	つくば	15	48, 400
	第二回	同上	H15. 11. 19～12. 17	1月	つくば	37	96, 800
特定教習	計量検定所・計量検査所 新任所長教習	都道府県及び特定市の新任所長	H15. 6. 9～6. 11	3日	つくば	14	
	指定製造事業者制度教習	当該制度の検査に携わる都道府県等の職員	H15. 7. 22～8. 1	2週間	つくば	30	
	計量検定所・計量検査所 幹部職員教習	都道府県及び特定市の幹部計量公務員	H15. 7. 2～7. 4	3日	つくば	12	
	環境計量証明事業制度教習	都道府県及び特定市の職員	H15. 7. 7～7. 18	2週間	つくば	12	
	特定計量証明事業 管理者講習	当該事業の環境計量士（濃度関係）であって、ダイオキシン類の実務の経験一年以下の者	H15. 9. 8～9. 12	1週間	お台場	10	343, 000
	校正・試験業務に係わる品質システム 研修	NMIJ で校正業務、内部監査業務に携わっている/携わる予定のある者	H15. 7. 18	1週間	つくば	39	
	試験所・校正機関 認定審査員研修	JNLA、JCSS、MLAP等の審査員候補者、審査員等希望者、及びこれらの者と同等の審査知識・技術の取得希望者	H16. 2. 2～2. 6	1週間	つくば	23	
環境計量講習	濃度関係	環境計量士の国家試験に合格した者であって、施行規則第51条（登録条件）の条件を満たさない者。登録しようとする区分に係る環境計量証明事業者等に属し、かつ、計量に関する実務に1年以上従事している方については、その実務経験が認められれば環境計量士として登録することが出来るので本講習を受講することは不要	H15. 7. 22～7. 25	各4日間	つくば	29	2, 641, 900
			H15. 7. 29～8. 1			30	2, 733, 000
			H15. 8. 5～8. 8			30	2, 733, 000
			H15. 8. 26～8. 29			30	2, 733, 000
			H15. 9. 16～9. 19			30	2, 733, 000
			H15. 9. 30～10. 3			30	2, 733, 000
			H15. 10. 14～10. 17			30	2, 733, 000
			H15. 10. 28～10. 31			32	2, 915, 200
			H15. 11. 4～11. 7			29	2, 641, 900
			H14. 12. 2～12. 5			26	2, 368, 600
	H15. 12. 9～12. 12		25	2, 277, 500			
	騒音・振動関係		H15. 9. 1～9. 5	各5日間	つくば	30	1, 731, 000
			H15. 10. 6～10. 10			30	1, 731, 000
			H15. 10. 20～10. 24			26	1, 500, 200
H15. 11. 10～11. 14		24	1, 384, 800				
JICA 集団研修	『アジア太平洋法定計量システム』 コース	発展途上国の計量関係公務員	H15. 6. 2～9. 7	14週間	つくば	7	

8) 工業標準

① JIS/TR 制度の概要

日本工業規格（JIS）は、鉱工業品の品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の単純公正化、使用、消費の合理化を図る等を目的として、鉱工業品の種類、形式、形状、寸法、構造、品質等の要素、また、鉱工業品の生産方法、設計方法、使用方法等の方法、若しくは試験、検査等の方法その他について規定した技術文書として、工業標準化法（昭和24年6月1日法律第185号）に基づく手続きによって制定される。

標準情報（TR）は、JIS化等の標準化を行うには時期尚早であるが、JISの制定の前提となる利害関係者のコンセンサスの形成を促進するため、技術情報を早期に市場に公開することが有効である、と主務大臣が、日本工業標準調査会（JISC）の意見を聴取した上で適切と判断した場合、「標準情報（TR：Technical Reports）」として公表される。

② 標準化研究

産総研では、市場適合性（市場のニーズ及び社会的ニーズ）を確保した社会に役立つ工業標準（ISO、IEC、JIS、TR）を作成することを目的として、以下の標準化研究を行う。

イ、標準基盤研究

工業標準化を推進するためには、その前提として、関連技術に関する標準化のための基礎的データや評価手法等の関連情報が必要であるが、産業界を中心とした民間においては標準化のためのデータ等が不足しているか、ノウハウに属するようなものであって標準化の資料として活用できない場合、産総研が中心となって基礎的データの収集・蓄積・体系化や、試験評価方法の確立の基礎となる評価データの取得・分析等の標準基盤の整備（標準基盤研究）を推進し、以下に示すいずれかの工業標準原案を作成（規格改正案作成を含む）することを目的とする。

- ・国際標準（ISO、IEC）の獲得が我が国産業の発展に特に欠かせないものであって、国際標準化を行うために研究開発が不可欠である技術分野に対して国際標準原案作成のための研究開発を実施し、この原案を作成するとともに、必要に応じJIS原案を作成する。
- ・特定の公共目的（環境対応、高齢者・障害者対応等）の達成のために標準化を行う必要があるものであって、そのために研究開発が不可欠である技術分野に対してJIS原案作成のための研究開発を実施し、この原案又は標準情報（TR）原案を作成するとともに、必要に応じ国際標準原案を作成する。

ロ、標準情報（TR）化研究

産総研において研究中又は研究終了後の研究成果について、標準化の観点からの研究成果の活用を促すため、JIS化には、まず、市場に情報提供してその市場適合性を確認する必要性のある技術情報、JIS化には時期尚早であるが、迅速かつ的確に規格関連情報として市場に提供することが可能又は必要と思われるもの等に対して、TR化のための追加的な研究のための予算措置を行い、最終的にTR案として報告書をまとめ、その結果から、産総研の研究成果の活用及び研究成果の実用化までの期間短縮を図ることを目的とする。

ハ、エネルギー・環境技術標準基盤研究（経済産業省委託）

エネルギー政策や環境政策の遂行の観点に立った経済産業省からの要請に基づく標準化テーマについて、産総研の研究ポテンシャルを活用しつつ、工業標準化に取り組むための研究を行う。工業標準化を行うために必要な、追加的な研究や、基礎的データ等の関連情報の収集等を行い、工業標準の素案を作成する。

平成15年度 ISO/IEC の主な作成実績

成果普及部門 工業標準部

No.	規格ナン バー	規格名 称	NP (新業務 項目) 提案日	FDIS (最終国際 規格案) 承認日	規格票 発行日	提案者	所属 ユニット	研究名	ISO/IEC TC
1	ISO 16014- 1:2003	Plastics -- Determination of average molecular mass and molecular mass distribution of polymers using size-exclusion chromatography -- Part 1: General principles (プラスチックサイズ除外クロマトグラフィーを用いた重合体の平均分子質量及び分子質量分布の測定－第1部：一般原則)			H15. 4. 1	衣笠 晋一 中村 茂夫 (神奈川大学) 服部 滋 (元物質研)	計測標準研 究部門		ISO/TC61 (プラスチック) /SC5 (物理・化 学的性質)
2	ISO 16014- 2:2003	Plastics -- Determination of average molecular mass and molecular mass distribution of polymers using size-exclusion chromatography -- Part 2: Universal calibration method (プラスチックサイズ除外クロマトグラフィーを用いた重合体の平均分子質量及び分子質量分布の測定－第2部：汎用校正法)			H15. 4. 1	衣笠 晋一 中村 茂夫 (神奈川大学) 服部 滋 (元物質研)	計測標準研 究部門		ISO/TC61 (プラスチック) /SC5 (物理・化 学的性質)
3	ISO 16014- 3:2003	Plastics -- Determination of average molecular mass and molecular mass distribution of polymers using size-exclusion chromatography -- Part 3: Low-temperature method (プラスチックサイズ除外クロマトグラフィーを用いた重合体の平均分子質量及び分子質量分布の測定－第3部：低温法)			H15. 4. 1	衣笠 晋一 中村 茂夫 (神奈川大学) 服部 滋 (元物質研)	計測標準研 究部門		ISO/TC61 (プラスチック) /SC5 (物理・化 学的性質)
4	ISO 16014- 4:2003	Plastics -- Determination of average molecular mass and molecular mass distribution of polymers using size-exclusion chromatography -- Part 4: High-temperature method (プラスチックサイズ除外クロマトグラフィーを用いた重合体の平均分子質量及び分子質量分布の測定－第4部：高温法)			H15. 4. 1	衣笠 晋一 中村 茂夫 (神奈川大学) 服部 滋 (元物質研)	計測標準研 究部門		ISO/TC61 (プラスチック) /SC5 (物理・化 学的性質)
5	ISO 226:200 3	Acoustics -- Normal equal-loudness-level contours (音響－音の等ラウドネス曲線)	H11. 4.	H15. 5.	H15. 8. 15	蘆原 郁 鈴木 陽一 (東北大学) 他	技術情報部 門 (人間福祉 医工学研究 部門)	H12-14 国際共 同研究 助成事 業 (新エ ネルギ ー・産 業技術 総合開 発機構 助成)	ISO/TC43 (音響)

研究関連業務

No.	規格ナンバー	規格名称	NP (新業務 項目) 提案日	FDIS (最終国際 規格案) 承認日	規格票 発行日	提案者	所属 ユニット	研究名	ISO/IEC TC
6	ISO/IEC 14492 AMD2	Information technology -- Lossy/lossless coding of bi-level images, AMENDMENT 2: Extension of adaptive templates for halftone coding (情報技術-2値画像の非可逆/可逆符号化、追補2: ハーフトーン符号化のための適応テンプレートの拡張)	H12.12.	H15.7.	H15.12.12	樋口 哲也 坂無 英徳	次世代半導体研究センター	H13-15 基準認証研究開発事業 (経済産業省委託)	ISO/IEC JTC 1/SC 29 (音声、画像、マルチメディアハイパー、メディア情報符号化) /WG 1
	IEC 61606-4	Audio and audiovisual equipment - Digital audio parts - Basic measurements methods of audio characteristics - Part 4: Personal computer (オーディオ及び視聴覚機器-デジタルオーディオ部品-オーディオ特性の基本計測方法-第4部 パーソナルコンピューター)	H15.10.31			倉片 憲治	人間福祉医学工学研究部門	H13-15 標準基盤研究、TR C0028:2003	IEC/TC100 (オーディオ・ビデオ・マルチメディアシステムおよび機器)
	ISO 21358	Vacuum technology; right angle valve; dimensions (L型真空バルブの形状と寸法)	H15.9.22			平田 正紘	計測標準研究部門		ISO/TC112 (真空技術)
	ISO 9803-2	Vacuum technology - Pipeline fittings Mounting dimensions - Part 2: Knife edge-flange type (継ぎ手の形状と寸法-ナイフエッジフランジ用)	H15.9.22			平田 正紘	計測標準研究部門		ISO/TC112 (真空技術)
	ISO 6721-9:1997Annex	Plastics -- Determination of dynamic mechanical properties - Part 9: Tensile vibration -- Sonic-pulse propagation method (プラスチック-動的機械特性の測定方法-第9部: 引張振動-音響パルス伝搬法-参考)	H15.10.			中山 和郎	高分子基盤技術研究センター		ISO/TC61 (プラスチック) /SC2 (力学的性質) /WG4
	ISO 6721-12	Plastics -- Determination of dynamic mechanical properties - Part 12 (プラスチック-動的機械特性の測定方法-第12部 圧縮振動法による動的機械特性の測定方法)	H15.10.			中山 和郎	高分子基盤技術研究センター	H14 標準情報 (TR) 化学研究、TR K0008	ISO/TC61 (プラスチック) /SC2 (力学的性質) /WG4
	ISO TR22411	Ergonomic data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 in standards related to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities (ISO/IEC ガイド71を高年齢者・障害者に配慮した製品及びサービスへ応用するための人間工学データ及びガイドライン)	H15.11.17			佐川 賢 倉片 憲治	人間福祉医学工学研究部門		ISO/TC159 (人間工学) /WG2 (特別な配慮が必要な人のための人間工学)
		Responsive Link				松井 俊浩 山崎 信行 (慶應義塾大学)	デジタルヒューマン研究センター	H15-20 戦略的創造研究推進事業 (JST)	JTC1/SC25 (情報機器間相互接続) /WG4

平成14年度JIS/TRの作成実績

成果普及部門 工業標準部

No.	JIS/TR等の別	名称	経済省提出年月日	JISC審議年月日	公示/公表年月日	提案者名	所属ユニット	研究名	JISC 審議専門委員会名
4	TR K0007	工業用水・工場排水中の有機 すず化合物測定方法－ガスク ロマトグラフィー／誘導結合 プラズマ質量分析法（タイプ II）	H14. 8. 9	H14. 9. 27	H15. 4. 1	田尾 博明	環境管理研 究部門	H13TR 化研究	環境・資源 循環
5	TR C0028	パーソナルコンピュータのリ ニア PCM オーディオ信号入 出力性能の測定方法（タイプ II）	H14. 9. 26	H15. 6. 5	H15. 7. 1	倉片 憲治	人間福祉医 工学研究部 門	H13 標 準基盤	電子技術
6	TR A0018	地質図－ベクトル数値地図の 品質要求事項（タイプII）	H14. 11. 20	H15. 2. 21	H15. 5. 1	長谷川 功 鹿野 和彦他	地質調査総 合センター	H12TR 化研究	土木技術
7	JIS S0014	高齢者・障害者配慮設計指針 －消費生活製品の報知音－妨 害音及び聴覚の加齢変化を考 慮した音圧レベル	H15. 2. 24 (申出)	H15. 7. 15	H15. 10. 20	倉片 憲治	人間福祉医 工学研究部 門	H13TR 化研究 H14原 案作成 委員会	消費生活技 術
8	JIS S0031	高齢者・障害者配慮設計指針 －視覚表示物－年代別相対輝 度の求め方及び光の評価方法	H15. 3. 13 (申出)	H15. 7. 15	H16. 1. 20	佐川 賢	人間福祉医 工学研究部 門	H11標 準基盤 H14原 案作成 委員会	消費生活技 術
9	JIS S0032	高齢者・障害者配慮設計指針 －視覚表示物－日本語文字の 最小可読文字サイズ推定方法	H15. 3. 19 (申出)	H15. 7. 15	H15. 10. 20	佐川 賢	人間福祉医 工学研究部 門	H13標 準基盤 H14原 案作成 委員会	消費生活技 術
	TR K0008	プラスチック－圧縮振動によ る動的機械特性の求め方（タ イプII）	H15. 4. 18		H15. 11. 1	中山 和郎	高分子基盤 技術研究セ ンター	H14TR 化研究	化学製品技 術
	TS K0009	水質－酵母細胞に対する増殖 阻害試験方法（タイプII）	H15. 5. 13	H16. 2. 17	H16. 5. 20	岩橋 均	ヒューマン ストレスシ グナル研究 センター	酵母細 胞を用 いた増 殖阻害 を指標 とした バイオ アッセ イ法の 開発	環境・資源 循環
	TS XXXXX	交流電圧標準のための交直変 換器の試験方法（タイプII）	H15. 6. 6			高橋 邦彦 佐々木 仁	計測標準研 究部門	H14TR 化研究	計測計量技 術
	JIS R1701-1	ファインセラミックス－光触 媒材料の空気浄化性能試験方 法－第1部：窒素酸化物の除去 性能		H15. 9. 25	H16. 1. 20	竹内 浩士	環境管理研 究部門	TR Z0018	窯業
	TS XXXXX	骨組織の薄切標本の作製方法 （タイプII）	H16. 3. 31			岡崎 義光	機械システ ム研究部門	H13TR 化研究	医療用具技 術

概要：外部人材の一元的なデータ整理・研究所のセキュリティ確保を目的とした外部人材事前登録に関わる業務を行なう。

また、産総研の職員が、安全保障輸出規制に適切に対応し国際的な活動を展開していけるよう、安全保障輸出管理関連法規の遵守に必要な情報発信及び安全保障輸出管理規程類の作成を含め、安全保障輸出管理に関する業務を行なう。

テクノ・グロース・ハウス

(Techno-Growth House (TGH))

(つくば中央第1)

概要：テクノ・グロース・ハウスは、研究者ベースでのより活発な国際研究交流を官民間わず支援するために

設置され、国際的な研究交流活動を行うために海外から来る研究者に対して、オフィスファシリティー、国際会議室、資料室などの日本における活動拠点を提供することを目的としている。

産総研インターナショナルセンター

(The AIST International Center(AIC))

(つくば中央第1)

概要：産総研インターナショナルセンターは、産業技術総合研究所に滞在する外国人研究者およびその家族の生活上の支援を目的に、日本語研修、日本文化研修、日本産業事情視察、交流会、および生活相談業務等の支援事業を行う。

1) 海外出張

表1 平成15年度外国出張者数(予算別)

(件)

区 分	受 付	取 消 等	実出張数
産総研予算による出張	2,652	66	2,601
外部機関からの依頼による出張	305	2	292
外部機関からの受託による出張	4	0	4
外部制度による支出	31	0	31
外国の研究機関等から招聘による出張	92	3	90
文科省科研費による出張	72	1	71
計	3,156	72	3,089

※上表の件数は平成15年度出張申請書受理ベースの件数です。

研究関連業務

表2 平成15年度外国出張者数（国別）

区分/国名	計		1 内 部	2 公益法 人等依頼	3 民間等 より受託	4 外部 制度	5 海外か らの招聘	6 文科省 科研費
	件数	割合						
米国	1,061	29.6%	915	101	2	10	13	20
フランス	282	7.9%	246	28		1	5	2
ドイツ	246	6.9%	210	23		2	3	8
韓国	233	6.5%	179	13		5	32	4
英国	159	5.1%	130	22		2	3	2
中国	144	4.0%	121	11		1	4	7
タイ	115	3.2%	90	15		1	8	1
イタリア	115	3.2%	103	10		1		1
カナダ	109	3.0%	97	7		1	1	3
オーストラリア	100	2.8%	84	10		1	1	4
オランダ	90	2.5%	67	19		2	2	
台湾	78	2.2%	59	5			6	8
スイス	77	2.1%	67	9		1		
シンガポール	74	2.1%	64	2	2		4	2
スペイン	67	1.9%	64			2		1
オーストリア	62	1.7%	53	6			1	2
スウェーデン	61	1.7%	53	5			1	2
トルコ	32	0.9%	29	3				
ベルギー	30	0.8%	25	2			1	2
メキシコ	28	0.8%	25	2				1
ヴェトナム	27	0.8%	21	6				
ポルトガル	24	0.7%	22	1				1
デンマーク	22	0.6%	16	2		1	1	2
ロシア	22	0.6%	12	9				1
ニュー・ジーランド	21	0.6%	19	2				
ギリシャ	21	0.6%	18	3				
ポーランド	20	0.6%	20					
マレーシア	18	0.5%	17	1				
ノールウェー	18	0.5%	14	3			1	
チェッコ	18	0.5%	16			1	1	
ハンガリー	18	0.5%	17	1				
フィリピン	17	0.5%	16				1	
ブラジル	17	0.5%	13				1	3
クロアチア	12	0.3%	11	1				
インドネシア	11	0.3%	8	2			1	
スロベニア	11	0.3%	11					
インド	10	0.3%	9	1				
モンゴル	10	0.3%	7	3				
フィンランド	10	0.3%	10					
アイルランド	10	0.3%	10					
チリ	7	0.2%	6				1	
アルゼンティン	6	0.2%	3	3				
ルーマニア	6	0.2%	5	1				
スロヴァキア	4	0.1%	3	1				
南アフリカ共和国	4	0.1%	3	1				
カンボディア	3	0.1%	3					
イラン	3	0.1%	2	1				
エジプト	3	0.1%	3					
モーリタニア	3	0.1%		3				
スリ・ランカ	2	0.1%		1			1	
ブルガリア	2	0.1%	1	1				
ウクライナ	2	0.1%	1	1				
セネガル	2	0.1%		2				
ミャンマー	1	0.0%	1					

産業技術総合研究所

区分/国名	計		1 内 部	2 公益法 人等依頼	3 民間等 より受託	4 外部 制度	5 海外か らの招聘	6 文科省 科研費
	件数	割合						
ラオス	1	0.0%		1				
パラグアイ	1	0.0%		1				
サウディ・アラビア	1	0.0%		1				
ケニア	1	0.0%		1				
タンザニア	1	0.0%	1					
ガーナ	1	0.0%	1					
ウズベキスタン	1	0.0%	1					
リトアニア	1	0.0%		1				
ブルネイ	1	0.0%	1					
ペルー	1	0.0%	1					
日本（海外在住）	25	0.7%	24	1				
計	3,583	100.0%	3,028	349	4	32	93	77

(1つの出張で数カ国またがる場合にはそれぞれの国にカウントされております。)

実出張者数	3,089		2,601	292	4	31	90	71
-------	-------	--	-------	-----	---	----	----	----

研究関連業務

表3 平成15年度外国出張者数(ユニット別)

区 分/組 織	計	1 内部	2 公益 法人等 依頼	3 民間 等より 受託	4 外部 制度	5 海外 からの 招聘	6 文科 省科研 費
110 理事長	8	4	1			3	
110 理事	17	16				1	
123 研究コーディネーター	8	6	2				
125 顧問	2	2					
130 企画本部	21	14	7				
140 評価部	1	1					
211 深部地質環境研究センター	24	23				1	
212 活断層研究センター	63	55	6			1	1
213 化学物質リスク管理研究センター	18	18					
214 フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	14	10	4				
215 ライフサイクルアセスメント研究センター	38	27	9			2	
216 パワーエレクトロニクス研究センター	21	21					
217 生命情報科学研究センター	39	31	7				1
218 生物情報解析研究センター	26	19	3			3	1
219 ティッシュエンジニアリング研究センター	34	27	2			3	2
221 ヒューマンストレスシグナル研究センター	18	17	1				
222 強相関電子技術研究センター	48	48					
223 次世代半導体研究センター	38	36					2
224 サイバーアシスト研究センター	47	42	4		1		
225 マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	12	10	1			1	
226 ものづくり先端技術研究センター	11	10	1				
227 高分子基盤技術研究センター	20	16	1			3	
228 光反応制御研究センター	18	17				1	
229 新炭素系材料開発研究センター	14	11	1				2
230 シナジーマテリアル研究センター	30	29	1				
231 超臨界流体研究センター	17	14	1		1	1	
232 スマートストラクチャー研究センター	22	18				1	3
233 界面ナノアーキテクニクス研究センター	18	12	3		1		2
234 グリッド研究センター	88	61	24			3	
235 爆発安全研究センター	10	10					
236 糖鎖工学研究センター	33	30	2			1	
237 年齢軸生命工学研究センター	11	8	2			1	
238 技術と社会研究センター	28	26	2				
239 デジタルヒューマン研究センター	41	38	1			2	
240 近接場光応用工学研究センター	22	20	2				
241 ダイヤモンド研究センター	11	8	3				
242 バイオニクス研究センター	5	5					
243 ジーンファンクション研究センター	8	6			1		1
310 計測標準研究部門	273	235	24		1	9	4
320 地球科学情報研究部門	81	65	13		1	2	
321 地圏資源環境研究部門	101	78	14		4	4	1
322 海洋資源環境研究部門	59	42	11		1	2	3
323 エネルギー利用研究部門	157	137	18		1	1	
324 電力エネルギー研究部門	120	94	13		4	3	6
325 環境管理研究部門	102	81	10			3	8
326 環境調和技術研究部門	80	71	2		2	3	2
327 情報処理研究部門	47	29	16				2
328 知能システム研究部門	112	105	3		1	2	1
329 エレクトロニクス研究部門	65	53	7	3	1	1	
330 光技術研究部門	90	79	3		1	6	1
333 人間福祉医工学研究部門	78	66	7	1		1	3
334 脳神経情報研究部門	40	34	1		1	1	3
335 物質プロセス研究部門	24	20	4				

産業技術総合研究所

区分/組織	計	1 内部	2 公益法人等 依頼	3 民間等より 受託	4 外部 制度	5 海外から の招聘	6 文科省 科研費
336 セラミックス研究部門	69	61	4		2	2	
337 基礎素材研究部門	69	63	1		1	4	
338 機械システム研究部門	77	69	5				3
339 ナノテクノロジー研究部門	49	41	5			2	1
340 計算科学研究部門	26	20	1		1	2	2
341 生物機能工学研究部門	74	55	11			2	6
401 人間系特別研究体	43	30	3			3	7
402 生活環境系特別研究体	54	48	3			2	1
412 薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	11	11					
414 ライフエレクトロニクス研究ラボ	18	15	2				1
418 メンブレン化学研究ラボ	8	8					
419 マイクロ空間化学研究ラボ	4	4					
420 先端バイオエレクトロニクス研究ラボ	1	1					
421 極微プロファイル計測研究ラボ	11	8	3				
422 ジーンファンクション研究ラボ	9	7			2		
423 単一分子生体ナノ計測研究ラボ	4	4					
424 循環バイオマス研究ラボ	8	8					
425 システム検証研究ラボ	19	13	1		2	3	
491 フェロー	3	3					
620 特許生物寄託センター	5	5					
630 ベンチャー開発戦略研究センター	14	14					
710 技術情報部門	10	8	2				
720 産学官連携部門	25	25					
750 成果普及部門	31	28	2			1	
760 国際部門	68	56	9		1	2	
933 監督監	3	1	1			1	
937 中国センター	3	2	1				
938 四国センター	1		1				
939 九州センター	2	2					
999 その他（客員研究員等）	37	36					1

合 計	3,089	2,601	292	4	31	90	71
-----	-------	-------	-----	---	----	----	----

実出張者数	3,089	2,601	292	4	31	90	71
-------	-------	-------	-----	---	----	----	----

表4 平成14年度外国出張者数（目的別）

区分/目的	計		1. 内部	2. 公益法人等 依頼	3. 民間等 より受託	4. 外部 制度	5. 海外から 招聘	6. 文科省 科研費
	件数	割合						
国際会議・学会等	2,464	64.7%	2,184	178	3	13	37	49
動向調査	533	14.0%	446	59	0	10	8	10
実地調査	195	5.1%	150	33	1	0	2	9
在外研究	46	1.2%	33	3	0	5	3	2
共同研究	271	7.1%	225	21	0	6	10	9
技術協力	67	1.8%	33	21	0	0	12	1
交渉折衝	65	1.7%	53	12	0	0	0	0
在外研修	15	0.4%	14	0	0	0	0	1
その他	150	3.9%	96	26	0	3	25	0
合計	3,806	100%	3,234	353	4	37	97	81

注（1つの出張で目的が数種類ある場合にはそれぞれの目的にカウントされております。）

実出張者数	3,089	2,601	292	4	31	90	71
-------	-------	-------	-----	---	----	----	----

表5 産総研職員を招聘した外国機関等

機 関 名	国 名	人数
BIOLAND R&D Center	韓国	1
IAEA (国際原子力機関)	韓国	1
ICHWC2004事務局	韓国	1
International Conference on Polymer Batter	韓国	1
Electronics and Telecommunications Research Institute (韓国電子通信研究院)	韓国	1
KISTI (韓国科学技術情報研究院), Supercomputing Center	韓国	1
KITECH (韓国生産技術研究院)	韓国	1
KSF	韓国	1
Korea Institute of Energy Research (韓国エネルギー研究院)	韓国	2
Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources (韓国地質資源研究院)	韓国	3
Korea Institute of Machinery & Materials (韓国機械研究院)	韓国	1
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB)	韓国	1
Korea Research Insitutitel of Standards and Science (KRISS)	韓国	2
Korea Ocean Research and Development Institute (韓国海洋研究所)	韓国	1
Korean Advanced Institute of Science and Technology (韓国産業技術総合研究所)	韓国	1
Korean Ministry of Commerce, Industry & Energy (韓国 産業資源部)	韓国	1
Kwang-ju Institute of Science and Technology (光州科学技術研究院)	韓国	1
Optical Society of Korea (韓国工学会)	韓国	1
Pohang University	韓国	1
Pohang University of Science and Technology	韓国	1
Yeungnam University	韓国	1
韓国技術標準院	韓国	1
韓国資源環境地質学会	韓国	1
韓国先端科学研究所	韓国	1
韓国釜慶国立大学	韓国	1
東義大学	韓国	1
昌原大学	韓国	1
全南大学 (韓国光州)	韓国	1
(財) 工業技術研究院 : CMS/ITRI (台湾)	台湾	3
(台湾) 中国工程師学会	台湾	1
台湾国立中央大学	台湾	1
台湾經濟部中央地質調査所	台湾	1
国連環境計画 (UNEP)	フィリピン	1
シンガポール国立大学	インドネシア	1
APEC	タイ	1
Coordinating Committee for Goscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP)	タイ	1
Metallurgy and Material Science Research Institute Chulalongkorn University	タイ	1
National Center for Genetic Engineering and Biotechnology	タイ	1
NIMT (国家計量標準機関)	タイ	3
NSTDA (タイ科学技術開発庁)	タイ	1
IAEA (国際原子力機関)	スリランカ	1
A*STAR	シンガポール	1
シンガポール国立大学	シンガポール	3
ハルビン工業大学	中国	1
吉林大学	中国	1
大連化学物理研究所	中国	1
中国科学院	中国	1
Australian National University (オーストラリア国立大学)	オーストラリア	1
Drexel 大学	米国	1
Education and Research Centre Wythenshawe Hospital	米国	1
GGF8 (Global Grid Forum8)	米国	1
Interim IODP PLanning Office	米国	1

産業技術総合研究所

機 関 名	国 名	人数
Nike Inc.	米国	2
Northwestern University	米国	1
University of Michigan (ミシガン大学)	米国	1
マサチューセッツ工科大学	米国	2
イリノイ大学	米国	3
アジア太平洋計量計画 (APMP)	カナダ	1
Inmetro	ブラジル	1
3rd International Workshop on Methane Hydrates R&D 主催者	チリ	1
在日英国大使館	英国	3
Institut für Physikalische Chemie der Universität Göttingen	ドイツ	1
International Continental Scientific Drilling Project (国際陸上掘削計画)	ドイツ	1
Max Planck Institute of Biochemistry	ドイツ	1
Bureau de Recherches Géologiques et Minières	フランス	1
Human Frontier Science Program 機構 (HFSPO)	フランス	1
在日フランス大使館	フランス	1
ルイ・パスツール大学	フランス	2
European Commission	ベルギー	1
駐日オランダ大使館	オランダ	1
Delft University of Technology	オランダ	1
University of Science and Technology	ノールウェー	1
南デンマーク大学	デンマーク	1
IAEA	オーストリア	1
The Swedish Agency for Innovation Systems	スウェーデン	1
チェコ科学アカデミー	チェコ	1
合 計		93

注：(1つの出張で複数の機関から招聘されている場合にはそれぞれの機関にカウントしております。)

2) 外国人研究者受入

表6 平成15年度外国人研究者受入実績(制度別)

受入制度	受入人数	取り扱い部門
外国人客員研究員 (内 JSPS/STAフェロー 52人)	263	国際部門、産官学連携部門 (国内申請15件)
ウィンターインスティテュート	13	国際部門
JSPSサマープログラム	3	国際部門
科学技術特別研究員	3	産官学連携部門
重点研究支援協力員	30	産官学連携部門
NEDO養成技術者	14	産官学連携部門
JICA研修	43	国際部門
技術研修	91	国際部門、産官学連携部門 (国内申請79件)
共同研究派遣	62	産官学連携部門
非常勤職員	323	能力開発部門
その他	16	国際部門
計	861	

(新規受入分、滞在6日以上)

表7 平成15年度外国人研究者受入実績(国籍別)

国 籍	受入人数
中 国	300
韓 国	125
インド	61
米 国	35
フランス	29
タイ	26
英国	20
インドネシア	20
ドイツ	19
ロシア	17
台湾	16
バングラデシュ	12
トルコ	12
カナダ	12
フィリピン	11
イタリア	11
ポーランド	8
ブルガリア	8
オランダ	8
エジプト	7
ウクライナ	7
日本	6
オーストラリア	5
ベトナム	5
その他46カ国	81
合 計	861

3) 技術研修

「独立行政法人産業技術総合研究所技術研修規程」(13規程第23号)に則り、企業及び大学等から派遣された者(外国籍)に対して研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、産業科学技術の発展及び継承を図るために技術研修を実施している。

また、国際協力事業団(JICA)や文部科学省、(社)科学技術国際交流センター(JISTEC)からの依頼により、JICA 集団研修、個別研修、サマープログラム研修、ウインターインスティテュート研修を実施している。

平成15年度は、6日以上滞在の技術研修員受入数は71名、5日以下29名の総数100名を受け入れた。

(平成14年度から継続滞在[6日以上滞在 14名]を含むと、114名となる。)

表8 平成15年度 外国人技術研修受入実績

制 度	受入人数	5日以下	計
技術研修 (JCCA/サマー/ウインター 研修以外)	12	1	13
サマープログラム研修	3		3
ウインターインスティテュート研修	13		13
JICA 個別研修	8	27	35
JICA 集団研修/国別特設			
「アジア太平洋法定計量システム」及び「タイ国別特設：国家計量標準」	11	1	12
「ウクライナ国別特設：石炭鉱山保安技術」	5		5
「環境調和技術」	4		4
「産業標準・評価技術」	4		4
「石炭鉱山技術」	11		11
合計	71	29	100

H14からの継続

JICA 集団研修 「環境調和技術」 (H14 からの継続)	6		6
JICA 集団研修 「産業標準・評価技術」 (H14 からの継続)	6		6
JICA 個別研修 (H14 からの継続)	1		1
技術研修 (H14 からの継続)	1		1
合計	14		14
H14からの継続を含む合計	85	29	114

表9 平成15年度 外国人技術研修受入実績(ユニット毎)

制 度	ユ ニ ャ ッ ト	受入人数	5日以下	計
技術研修 (JICA/サマー/ウインター 研修以外)		12	1	13
【ユニット別内訳】				
活断層研究センター		4		
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター		1		
ライフサイクルアセスメント研究センター			1	
生物情報解析研究センター		2		
地圏資源環境研究部門		1		
電力エネルギー研究部門		1		
光技術研究部門		1		
生物機能工学研究部門		1		
知能システム研究部門		1		
サマープログラム研修		3		3
【ユニット別内訳】				
地球科学情報研究部門		1		
光技術研究部門		1		
知能システム研究部門		1		
ウインターインスティテュート研修		13		13

研究関連業務

【ユニット別内訳】

ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
界面ナノアーキテクニクス研究センター	3		
バイオニクス研究センター	1		
計測標準研究部門	1		
エネルギー利用研究部門	1		
環境管理研究部門	1		
基礎素材研究部門 (九州センター)	1		
機械システム研究部門	1		
ナノテクノロジー研究部門	1		
生物機能工学研究部門	1		
脳神経情報研究部門 (臨海副都心センター)	1		

JICA 個別研修 8 27 35

【ユニット別内訳】

機械システム研究部門	2		
生活環境系特別研究体 (関西センター)	1		
地球科学情報研究部門	1	3	
地圏資源環境研究部門		5	
海洋資源環境研究部門		2	
環境管理研究部門	3	5	
環境調和技術研究部門	1		
研究コーディネータ ライフサイエンス担当 (臨海副都心センター)		1	
国際部門 国際関係室		8	
国際部門 国際地質協力室		2	
顧問		1	

JICA 集団研修/国別特設

「アジア太平洋法定計量システム」及び「タイ国別特設：国家計量標準」 11 1 12

【ユニット別内訳】

国際部門 国際標準協力室	11	1	12
「ウクライナ国別特設：石炭鉱山保安技術」	5		5

【ユニット別内訳】

地圏資源環境研究部門	5		
「環境調和技術」	4		4

【ユニット別内訳】

生物機能工学研究部門	2		
メンブレン化学研究ラボ (東北センター)	1		
生活環境系特別研究体 (関西センター)	1		
「産業標準・評価技術」	4		4

【ユニット別内訳】

ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
環境管理研究部門	1		
メンブレン化学研究ラボ (東北センター)	1		
生活環境系特別研究体 (関西センター)	1		
「石炭鉱山技術」	11		11

【ユニット別内訳】

地圏資源環境研究部門	11		
------------	----	--	--

合計 71 29 100

産業技術総合研究所

H14 からの継続

JICA 集団研修 「環境調和技術」 (H14 からの継続)	6		6
【ユニット別内訳】			
ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
環境管理研究部門	2		
物質プロセス研究部門	1		
生物機能工学研究部門	1		
メンブレン化学研究ラボ (東北センター)	1		
JICA 集団研修 「産業標準・評価技術」 (H14 からの継続)	6		6
【ユニット別内訳】			
糖鎖工学研究センター	1		
環境管理研究部門	1		
基礎素材研究部門	2		
メンブレン化学研究ラボ (東北センター)	1		
生活環境系特別研究体 (関西センター)	1		
JICA 個別研修 (H14 からの継続)	1		1
【ユニット別内訳】			
環境調和技術研究部門	1		
技術研修 (H14 からの継続)	1		1
【ユニット別内訳】			
エレクトロニクス研究部門	1		
合計	14		14
H14からの継続を含む合計	85	29	114

研究関連業務

表10 平成15年度 外国人技術研修 国別受入れ一覧表 (6日以上滞在)

国別	人数(人)	受入れ人数	JICA	ウインターインスティテュート	サマーインスティテュート	技術研修
アジア地域						
韓国	15			13		2
タイ	7	7				
中国	4	2				2
台湾	4					4
インドネシア	3	3				
モンゴル	2	2				
ラオス	2	2				
ベトナム	1	1				
フィリピン	1	1				
シンガポール	1					1
マレーシア	1	1				
パキスタン	1	1				
カンボジア	1	1				
イラン	1	1				
日本	1					1
小計	45	22		13	0	10
米州地域						
米国	3				3	
アルゼンティン	3	3				
メキシコ	3	3				
ブラジル	1	1				
パナマ	1	1				
エクアドル	0					
小計	11	8		0	3	0
ヨーロッパ地域 (NIS 諸国含む)						
ウクライナ	6	6				
フランス	1					1
ドイツ	1					1
カザフスタン	1	1				
ボスニア・ヘルツェゴビナ	1	1				
ルーマニア	0					
小計	4	2		0	0	2
その他の地域						
パレスチナ自治区	2	2				
トルコ	1	1				
オマーン	1	1				
エチオピア	1	1				
小計	11	11		0	0	0
合計	71	43		13	3	12

表11 平成15年度 外国人技術研修 国別受入れ一覧表
 (平成14年度からの継続；6日以上滞在)

国別	人数 (人)	受入れ人数	JICA	技術研修
アジア地域				
インドネシア		6	6	
タイ		2	2	
ベトナム		1	1	
フィリピン		1	1	
日本		1		1
中国		0		
韓国		0		
台湾		0		
モンゴル		0		
シンガポール		0		
マレーシア		0		
パキスタン		0		
カンボジア		0		
イラン		0		
ラオス		0		
小計		11	10	1
米州地域				
メキシコ		1	1	
エクアドル		1	1	
米国		0		
アルゼンティン		0		
ブラジル		0		
パナマ		0		
小計		2	2	0
ヨーロッパ地域				
ルーマニア		1	1	
フランス		0		
ドイツ		0		
カザフスタン		0		
ボスニア・ヘルツェゴビナ		0		
ウクライナ		0		
小計		1	1	0
その他の地域				
トルコ		0		
オマーン		0		
エチオピア		0		
パレスチナ自治区		0		
小計		0	0	0
合計		14	13	1

表12 外国機関との研究協力覚書締結

締結日	相手先機関	相手先機関所属国	担当部門
2003/4/10	ITRI (Industrial Technology Research Institute)	台湾	ナノテクノロジー研究部門
2003/7/7	インドネシア火山地質災害防災局 (DVGHM)	インドネシア	地質調査総合センター
2003/6/30	インド科学・産業技術機構 (Council of Scientific and Industrial Research, India, CSIR)	インド	海洋資源環境研究部門
2003/5/21	メキシコ合衆国 CENAM 研究所	メキシコ	NMIJ
2003/10/27	中国重慶市地震局	中国	地球科学情報研究部門
2003/6/2	地質核科学研究所/GNS	GNS	海洋資源環境研究部門
2003/4/1	Institute of Radio Engineering and Electronics (IREE)	ロシア	エレクトロニクス研究部門
2003/7/29	オーストラリア国立大学応用数学科 (ANU)	オーストラリア	光技術研究部門
2004/1/15	Geological Survey of Canada, Earth Sciences Sector, Department of Natural Resource (GSC)	カナダ	地質調査総合センター
2003/11/5	ニュージーランド国立科学技術研究機関 (IRL)	ニュージーランド	理事長
2003/12/1	全南大学	韓国	光技術部門
2003/10/3	CNRS	フランス	
2003/12/31	サムソン (Samsung)	韓国	近接場光応用光学研究センター
2004/3/22	Center for Computational Biology & Bioinformatics, Korea Institute of Science and Technology Information	韓国	生命情報科学研究センター
2004/3/24	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH	ドイツ	基礎素材研究部門

(年度内締結分)

表13 科学技術協力協定期協議への提示協力テーマ数

開催時期	相手国	政府間定期協議名	産総研の協力テーマ件数 (新規含む)
2003/5	ノルウェー	日ノルウェー科学技術セミナー	10
2003/6	カナダ	第8回日加科学技術協力合同委員会	27
2003/7	フランス	第5回日仏科学技術協力合同委員会	38
2003/7	韓国	第8回日韓環境協力共同委員会	3
2003/10	スウェーデン	第2回日スウェーデン科学技術協力合同委員会	11
2003/11	シンガポール	科学技術に関する合同委員会	1
2003/12	オランダ	第3回日オランダ科学技術協力合同委員会	16
2004/1	フランス	第20回日仏海洋開発専門部会	2
2004/2	イギリス	第5日イギリス科学技術協力合同委員会	34

表14 海外研究機関との共同研究、受託研究、委託研究件数

共同研究	5件
受託研究	5件
委託研究	2件

(年度内契約分)

表15 国際シンポジウム等開催（国際部門扱い）

会議等名称	開催場所	開催期間	参加者数 (外国からの 参加数)	備考
・ハノーバメッセ	ドイツ（ハノーバー国際見本市会場）	(2003-4-18~22)	参加者20万人以上（うち海外から5万5千人）	協力
・APNEXT 2003	台北 (World Trade Center) - Asia Pacific Nanoelectronics Exhibition & Technology Forum -	(2003-4-18~22)	参加者 約1,600人	協力
・Nanofair 2003	スイス (St.Gallen)	(2003-9-9~11)	参加者 4,500人	協力
・韓国・Daedeok サイエンスパーク創立30周年記念シンポジウム	韓国 (テグ・エキシビション & コンベンションセンター)	(2003-9-25~28)	参加者 200人	協力
・臨海副都心センター国際シンポジウム	お台場（国際研究交流村）	(2003-11-14)	参加者 350人以上	主催
・COMDEX2003	米国（ラスベガス・コンベンションセンター）	(2003-11-17~20)	参加者 50,000人強	協力
・持続可能な社会のための科学と技術に関する国際会議2003 「エネルギーと持続可能な社会のための科学」	三田共用会議所	(2003-12-16~19)	参加者 延べ800人	共催
・ICSU Ad Hoc Working Group on Energy and Sustainable Societies	キャピトル東急ホテル	(2003-12-19~20)	参加者13人 (上記会議の クローズドな フォローアップ)	共催

注1) 「協力」は分科会の企画・組織化の分担、あるいは日本側とりまとめとしての参加等。

注2) 研究ユニット等が主催し国際部門がかかわらない国際会議等が多数あり、重要なものは下記URLにて紹介されています。

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/old_event_main.html

表16 平成15年度外国要人來訪

来 訪 日	来 訪 者	訪 問 先
(2003/4/9)	マレーシア国人事院総裁	つくばセンター
(2003/5/12)	駐日タイ大使館（大使）	つくばセンター
(2003/5/12~15)	韓国産業技術研究會（KOCCI）理事長	関西センター、中部センター、つくばセンター、臨海副都心センター
(2003/5/26、27、30)	ベトナム国立自然科学・技術センター（NCST）副院長	つくばセンター
(2003/5/27)	ノルウェー貿易産業大臣	臨海副都心センター
(2003/8/21)	台湾行政院元院長（元首相）、行政院政務委員（大臣）、行政院国家科学委員会副主任委員（副大臣）	東京本部
(2003/9/17)	台湾行政院国家科学委員会副主任委員（副大臣）	つくばセンター
(2003/10/14)	中国科学院副院長	つくばセンター
(2003/11/12)	フランス研究・新技術省研究局長	つくばセンター
(2003/11/13)	ブルガリア外国投資庁副長官	つくばセンター
(2003/12/5)	EU 欧州委員会委員（大臣に相当）	つくばセンター
(2004/1/22)	タイ国科学省副次官他	つくばセンター
(2004/3/5)	ベトナム科学技術院（VAST、NCST から改称）副院長	つくばセンター

(副大臣クラス以上)

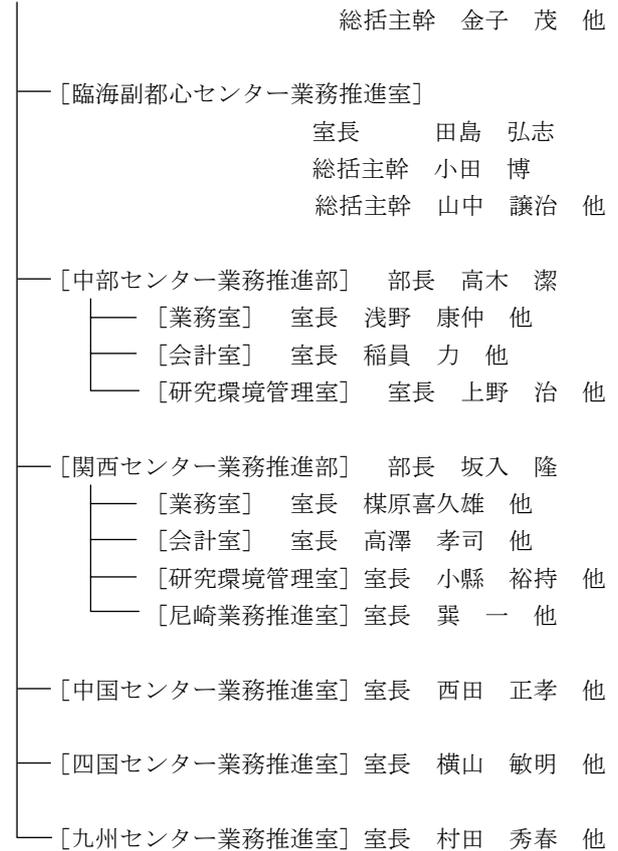
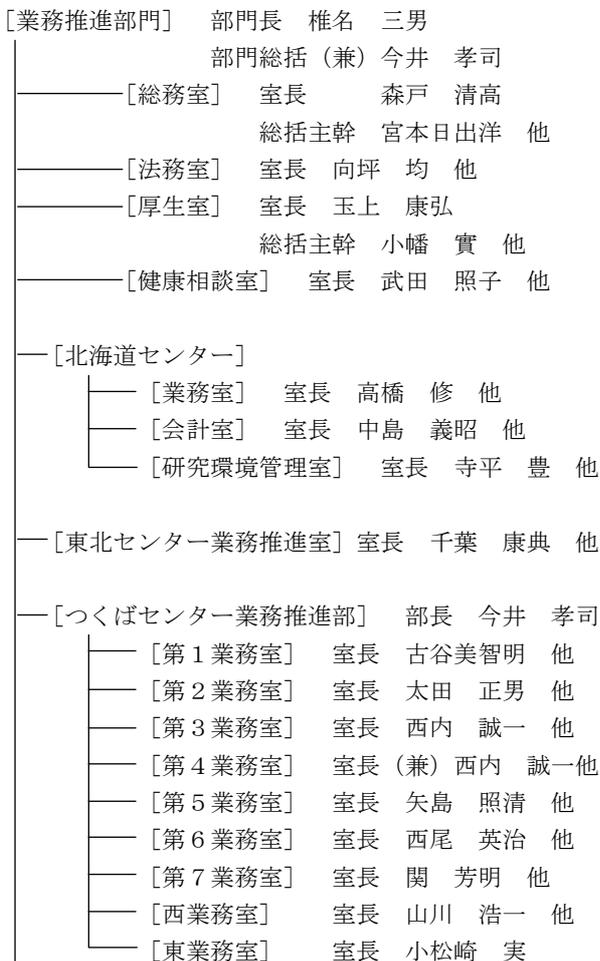
(14) 業務推進部門
(General Administration Office)

所在地：東京本部、北海道センター、東北センター、つくばセンター（つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東）、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター

人員：335（197）名

概要：業務推進部門は、産総研の法務関連支援、文書管理、職員の福祉厚生の実施及び健康の維持増進を図り、職員の勤務及びサービス管理など研究ユニットに密着した支援を行うと共に、職場の安全・衛生管理、建物及び施設の管理を主な業務としている。また、地域センターの業務推進部（室）では、会計室又は会計担当を配置し、物品の調達・管理等の会計事務を行っている。これらの業務は、職員の日常生活（業務）に極めて密着していることから、職員の要望に積極的に応える姿勢が重要と考え、また、適切な業務運営と業務の効率化を推進する。

機構図（3/31現在）



総務室 (General affairs Office)

(東京本部)

概要：東京本部における文書管理、安全衛生管理、施設管理等定常的な庶務業務を行うとともに、役員秘書業務及び官庁との事務連絡等の業務を行っている。

法務室 (Legal Office)

(東京本部)

概要：関係法令に基づく規程類（業務方法書、規程、規則、細則、要領等）の制定業務及び4法律事務所と顧問契約を締結し、日常の業務運営等に関する法律相談を行っている。

厚生室 (Welfare Office)

(つくば中央第1)

概要：福利厚生業務として、公務員宿舎、団体扱の財形・生保・損保・簡保の差引き、レクリエーション費配分及び実施・サークル助成、公務災害補償、非常勤職員社会保険手続、退職相談等の業務の他、つくばセンター一時預かり託児・児童保育も行なっている。経済産業省共済組合産総研支部業務として、短期給付、長期給付、福祉事業の3つの主な事業の他、支部及び分室診療所運営、食堂・売店・理美容・自動販売機等の委託を行っている。

健康相談室 (Health Consultation Office)

(つくば中央第1)

概要：つくばセンター・東京本部・臨海副都心センター職員に対する健康診断の企画・実施、健康相談及び保健指導並びに労働基準監督署への報告、職場巡視等を行うと共に、つくばセンターでは健康管理システムによる特殊検診受診項目確定、受診票作成・配信、結果管理及び結果通知配信、保健指導の為にデータ管理を行っている。インターネットによるメンタルヘルス相談、産業医等の予算に係る業務も行っている。

業務推進室 (General Administration Office)

(東北センター、臨海副都心センター、関西センター(尼崎)、中国センター、四国センター、九州センター)

概要：各センターの業務推進室は、センターの文書・公印管理、職員の勤務及び服務に関する管理・指導、職場の安全衛生管理、建物及び施設管理等を行い、安心して試験研究に取組める環境整備に努めている。また、計画的な研究及び業務の遂行に期するため、各種物品の的確な調達及び資産管理を行うとともに関係機関等との連絡調整事務を行っている。

業務室 (Region General Affairs Office)

{北海道センター、つくばセンター(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、中部センター、関西センター}

概要：つくばセンターの各サイト業務室は、サイト職員の勤務・サービス管理、庁舎の維持管理、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務を主な業務としている。

地域センター(つくばセンターを除く。)の業務室は、センター職員の勤務・サービス管理、庁舎の警備・維持管理、人事・研修等の能力開発業務及び職員の健康維持増進並びに福利厚生の実施等を主な業務としている。

これらの業務は、職員の規律の遵守とサービス支援の日常生活に密着しており、迅速な業務対応を行い効率的な組織運営を図っている。

会計室 (Region Accounting Office)

(北海道センター、中部センター、関西センター)

概要：会計室は、予算及び決算に関する予算業務、支払い、収入及び旅費に関する経理業務、物品等の調達契約、役務契約などの調達業務、固定資産の管理、運用、減価償却計算、資産取得に伴う検収などの財産管理業務を行っている。

これらの業務は、適正かつ迅速な業務執行を求められる支援業務であり、的確な業務の推進を図っている。

研究環境管理室

(Region Environmental Management Office)

(北海道センター、中部センター、関西センター)

概要：研究環境管理室は、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務及び情報化を推進するため情報システム運営管理の業務を主な業務としており、よりよい研究環境を形成すべく環境保全、施設の維持・管理の業務を推進している。

(15) 能力開発部門

(Human Resource Department)

所在地：つくば中央第1

人員：44名(36名)

概要：能力開発部門の役割は、職員の能力の向上、適材配置の増進、各職員の職務遂行の能率の向上、適切な処遇制度の構築・運営を図ることである。

これらの人事制度は、組織運営の基盤となるものであることから、当部門においては、その適切な運営・改善・発展に不断の努力を払い、より良い制度となるように努めている。

機構図(3/31現在)

[能力開発部門]

部門長 村永 祐司
能力開発コーディネータ 工藤 勝久
岩崎 孝志
町田 進
(内1名は併任)

シニアリサーチャー 佐藤 芳夫

部門総括 渡邊 修治

— [人事室] 室長 渡邊 修治(兼) 他
(内2名は併任)

— [勤労室] 室長 坂本不二夫 他

— [能力開発センター] センター長 岡本 幸男
副センター長 君島 信一他

人事室 (Personnel Office)

(つくば中央第1)

概要：

- ① 役員及び職員の任用に関すること。
- ② 評価制度の構築・実施に関すること。
- ③ 給与の支給に関すること。
- ④ 人件費の把握、見直しに関すること。
- ⑤ 兼業の許可に関すること。
- ⑥ 分限に関すること。
- ⑦ 就職に関すること。
- ⑧ 栄典及び表彰に関すること。

勤労室 (Staff Office)

(つくば中央第1)

概要:

- ① 職員の労働条件の基準に関すること。
- ② 労使関係に係る総合調整に関すること。
- ③ 服務規律に関すること。
- ④ 役員及び職員の懲戒に関すること。

能力開発センター

(Human Resource Development Center)

(つくば中央第1)

概要:

- ① 職員の研修、能力開発に関すること。
- ② 職員に対する就職情報の提供及び相談に関すること。

業務報告データ

年度特記事項

- 1. 評価制度 (短期評価・長期評価) の構築、実施。
- 2. ワイドキャリアスタッフ、所内公募制の実施。
- 3. 就業規則、給与規程の設定等労働条件の整備。
- 4. 行政系階層別研修及び研究職員向けの専門研修を充実させ実施。
- 5. 勤務時間内兼業の実施のため、関係規程の整備を実施。
- 6. 新たに2種類 (本格研究、研究関連・管理業務) の理事長表彰を創設し、実施。

(16) 財務会計部門

(Financial Affairs Department)

所在地: つくば中央第7、東京本部

人員: 127名 (81名)

概要: 財務会計部門は、独立行政法人産業技術総合研究所 (以下、「産総研」という。) の財務会計面の内部管理を行い、財務諸表等を作成し、社会に公表するとともに、管理行為と表裏一体である内部活動支援機能を果たすものである。

組織構成としては、財務室、予算室、経理室、財産管理室、調達部 (4室で構成) を置くが、産総研の地域拠点における財務会計機能は、業務推進部門の地域組織 (東京本部及び臨海副都心センターを除く) に権限委譲をしている。

また、本部機能としての他部門等との連携については、主な内容を次に示す。

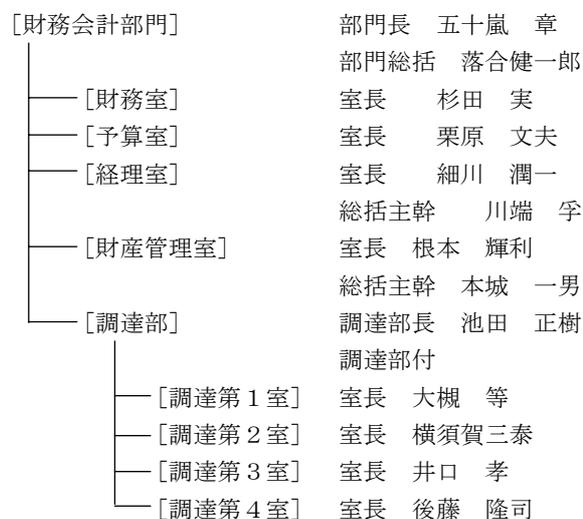
- 1. 産総研の支出予算配分計画等を立案する企画本部との密接な連絡調整
- 2. 内部監査を担当する監査室と会計検査院による会計実地検査等、会計監査人による監査、その他業務についての連絡調整

- 3. 人件費予算管理及び給与業務を行う能力開発部門との業務上の連携
 - 4. 研究施設の建設、維持管理を行う研究環境整備部門との施設の新営等工事契約、維持管理契約等について業務上の連携
 - 5. 外部資金の獲得の推進に関して、産学官連携部門との連絡調整
 - 6. 産総研の各研究ユニットに対する管理・支援業務全般について、必要に応じ、業務推進本部並びに業務推進部門と密接な連絡調整
- 平成15年度は、業務態勢の更なる確立と効率的業務実施に努めてきた。以下内部組織毎に、主な業務活動の実績をトピックス的に示す。

【部門共通】

- 1. 組織内業務分担の見直しとして、収入業務を経理室から予算室に移管、立替払業務を旅費業務に統合し、業務の効率化を実施した。
- 2. 職員の利便性の向上と業務の効率化を目指し、旅費業務のアウトソーシング化の検討を開始。公募により相手先を選定した。
- 3. 平成14年度の財務諸表等について、経済産業大臣から平成16年3月8日付けで承認があり、経営努力の認定を経た利益処分額として、研究施設等整備積立金123,409,556円を獲得した。
- 4. 産総研設立以前より、国において建設中であった産総研向けの研究施設が完成したことにより、新たに3件 (糖鎖遺伝子工学研究棟、ナノ材料実験棟、低温バイオ棟 B 棟) の追加出資を受けた。
- 5. 研究施設整備として、賃借中であった臨海副都心センター (約4,300m²) 及び中部センター (約16,200m²) の土地を購入した。

機構図 (3/31現在)



財務室 (Finance Office)

(東京本部)

概要：予算のとりまとめ、財務分析、予算の分野別情報の管理、余裕金の運用、資金の借入及び償還、他の所掌に属さないもの

予算室 (Budget Office)

(つくば中央第7)

概要：年度計画に基づく実行予算の配賦の計画及び示達、予算の執行管理、収入管理

- 収入件数 約3,800件、収入金額1,513億円。
- 収入管理業務を予算管理の機動性を高めるため、経理室から移管。

経理室 (Accounting Office)

(つくば中央第7)

概要：資金計画、決算、金銭の支払、出納及び保管、税務、計算証明、財務会計システムの管理

- 支払件数 約21万件、支払金額1,534億円。
- 旅費計算件数 約7万件、約24億円。
- 小口現金交付件数 約500件、約8千万円。

財産管理室 (Property Administration Office)

(つくば中央第7)

概要：有形固定資産の検収・管理及び運用、共通在庫消耗品の払出及び在庫管理、借地権の取得及び管理

- 不用品処分とリサイクルの促進
資産等廃棄点数815点、総廃棄重量は資産とされない物品も含めて172ト、廃棄物処理費20,691千円。消耗品をも対象としたリサイクル掲示板及びリサイクルコーナー〔第2事業所テント倉庫内 (100m²)〕により、リサイクルの促進を図った。
- つくばセンターにおける在庫消耗品払出センターの運用
第2・第5・東及び西の4ヶ所で運営。アイテム数は約2,000。
払出額＝受益者負担環流額約4.2千万円。

調達部 (Procurement Division)

(つくば中央第7)

概要：物件の調達、物件の売払及び賃貸等の契約、役務の提供等の契約、調達物品等の市場調査、競争参加者の資格審査、政府調達に関する協定に基づく調達公示の官報掲載等。

- 各室の業務分担は、概ね、研究ユニット毎としている。
- インターネット調達の拡充
インターネット上で商品検索・注文を行い、翌日又は翌々日には指定場所まで納品され、支払は毎月一括というスキームのインターネット調達を運用している。現在オフィス用品 (約25,000アイテム)、理化学用品

(約28,000アイテム)、電子部品 (約43,000アイテム)に加え、16年2月に試薬類 (28メーカー)を拡充。利用件数1.3万件、利用金額1.7億円。

- 政府調達協定の対象案件数124件、225億円
- 全契約件数125,000件
- グリーン購入法の適用

国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律の制定に伴い、産総研として、平成15年度における環境物品等の調達の推進を図るための方針を定め、個別指導等により、実施しているところ。

(17) 研究環境整備部門
(Research Facilities Department)

所在地：つくば中央第5、つくば中央第2、つくば東、つくば西

人員：123名 (59名)

概要：研究環境整備部門は、施設及び設備の整備計画、建設及び管理、共用研究設備・施設及びエネルギー等の供給施設の運営並びに電気工作物の保安等に係る業務を行っている。

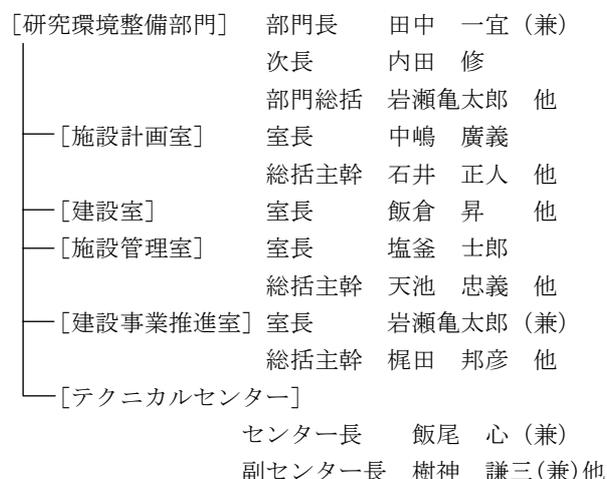
これらの業務を遂行するため、施設計画室、建設室、施設管理室、建設事業推進室及びテクニカルセンターの4室1センターを配置している。

産業技術総合研究所の研究戦略に基づく研究遂行を効果的に展開するため、企画本部との連携のもと、良好な研究環境を継続的に提供するための業務を行うことを部門のミッションとしている。

次のとおりの施設等をその管理対象としている。

- 敷地面積 約250[㍓]
- 建築面積 (延床面積) 約73万 m² (約720棟)

機構図 (3/31現在)



施設計画室 (Facilities Planning Office)

(つくば中央第5)

概要：施設計画室は、産業技術総合研究所における施設及び設備の計画・運営・管理に関連する総合的な調整業務等を行っている。

主な業務は、施設及び設備の整備計画、技術審査及び関連法令に関すること。並びに施設データの管理、研究実施部門等の施設使用の管理に関する業務である。

建設室 (Construction Office)

(つくば中央第5)

概要：建設室は、産業技術総合研究所における施設及び設備の建設・設計・積算・監理・監督・検査の業務を行っている。また、施設及び設備に係る各種申請等の業務を行っている。

施設管理室 (Facilities Maintenance Office)

(つくば中央第5)

概要：施設管理室は、産業技術総合研究所における施設・設備の運転、維持管理及びエネルギーの供給、外構・植栽の管理、廃水の処理等の運営・管理を行っている。

これらの運営管理の遂行に係る労働安全、電気工作物の保安、省エネルギーに関する業務を行っている。また、研究ユニット等からの設計依頼の受付窓口を行うと共に施設設備等の補修、修繕の実施を業務としている。

建設事業推進室

(Construction Project Promotion Office)

(つくば中央第5)

概要：建設事業推進室は、北海道・東北・つくば・中部・関西の各センターにおける産学官連携オープンスペースラボの整備、臨海副都心センターバイオ・IT 融合研究施設整備、分散型エネルギー供給システム実証プラント導入のための施設整備、エネルギーセンター改修工事及び特殊空調設備の改修工事等、特別事業として推進する次の業務を行っている。

- 一 整備事業の契約先選定に関すること。
- 二 整備事業の設計並びに工事、積算及び監理に関すること。
- 三 整備事業に係る申請等に関すること。

テクニカルセンター (Technical Service Center)

(つくば中央第5、つくば中央第2、つくば東、つくば西)

概要：テクニカルセンターは、産業技術総合研究所における研究活動を技術的側面から支援する業務を行う。

主な業務は、研究用物品の設計・試作、研究者が自ら試行錯誤して工作ができる共用工作室の維持管理と講習等の指導、物質の化学分析・解析、及び試作・工作・分析等に関する技術相談を行っている。

1) 施設の整備

施設建設記録 (平成15年度に産総研資産になった主なもの)

○バイオテクノロジー研究開発センター (増築棟) (北海道センター)

1. 施設目的

北海道センターはバイオ技術の主要な研究開発拠点の一つとして位置づけられており、重点研究分野として低温微生物の探査と保存、低温活性酵素の研究推進を行っている。本施設は、寒冷地における生物や物質が低温において発現する現象や特性を解明し、低温科学技術分野における基礎研究の発展と成果の工学的応用による、新産業の創出に貢献することを目的とした施設である。

2. 施設概要

(1) 規模：	(建築面積)	893.83 [m ²]
	(延床面積)	2780.92 [m ²]
(2) 構造：	鉄筋コンクリート造地上3階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用：	13億円 (平成12年度～平成14年度国庫債務)	
工事発注・設計・監理：	国土交通省北海道開発局 (支出委任工事)	
設計・監理：		
施工：	建築工事	鴻池、岩田、田中特定建設工事共同企業体
	電気工事	千歳電気工業株式会社
	通信工事	沖ウインテック株式会社
	空調工事	池田煖房工業株式会社
	衛生工事	五建工業株式会社
	エレベーター	東芝エレベーター株式会社
工期：	平成14年8月1日～平成15年6月27日	
追加出資：	平成15年9月5日	

○北海道産学官連携研究棟 (北海道センター)

1. 施設目的

本施設は、産総研北海道センターが持つ低温バイオ技術、核酸利用技術、植物遺伝子組換え操作技術等の研究ポテンシャルや技術シーズを、北海道大学や札幌医科大学など世界的に優れた医学系研究者集団、並びに北海道地域に集積している一次産業や食品加工業、そして医療技術分野等と有機的に融合させ、産学官が連携することで“バイオ産業クラスター計画”を即効的かつ効率的に推進するための拠点として位置付け、地域経済の活性化を強力に支援することを目的とする施設である。

2. 施設概要

(1) 規 模 :	(建築面積)	1121.78 [m ²]
	(延床面積)	3187.99 [m ²]
(2) 構 造 :	鉄筋コンクリート造地上4階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用 :	21億円 (平成13年度第2号補正予算)	
工事発注・設計・監理 :	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理 :	株式会社石本設計事務所	
施 工 :	建築工事	五洋建設株式会社
	電力工事	北海電気工事株式会社
	通信工事	関電工
	空調工事	朝日・池田・特定建設工事 共同企業体
	衛生工事	五建工業株式会社
	エレベーター	東芝エレベーター株式会社
工 期 :	平成14年12月18日～平成16年1月30日	

○東北産学官連携研究棟

(東北センター)

1. 施設目的

本施設は、産総研東北センターが持つ超臨界流体技術分野や資源の分離回収技術分野等の研究ポテンシャルや技術シーズを、東北地域に存在する産業技術やニーズおよび人材と有機的に融合させ、産業化・起業化を支援するための施設であり、産学官が連携し、研究開発を効率的かつ速やかに実施しうる“東北地域産業クラスター計画”の中心的な研究開発拠点となることを目的とする施設である。

2. 施設概要

(1) 規 模 :	(建築面積)	1482.27 [m ²]
	(延床面積)	4659.69 [m ²]
(2) 構 造 :	鉄骨鉄筋コンクリート造地上4階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用 :	21億円 (平成13年度第2号補正予算)	
工事発注・設計・監理 :	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理 :	株式会社佐藤総合計画	
施 工 :	建築工事	熊谷組・大豊建設 特定建設工事共同企業体
	電力工事	コアテック株式会社
	通信工事	浅海電気株式会社
	空調工事	新日本空調株式会社
	衛生工事	斎久工業株式会社
	エレベーター	日本エレベーター製造株式会社
工 期 :	平成14年12月24日～平成15年12月22日	

○つくば中央2-13

(つくばセンター)

1. 施設目的

本施設は半導体素子製造プロセス技術の高度化・微細加工技術の開発、また、化合物半導体を利用した光デバイスや、革新的高効率太陽電池、超小型燃料電池等の研究開発を主目的とした施設であり、これらの研究開発を進めるために必要な砒化ガリウム、塩化亜鉛等の化合物半導体や非結晶シリコンを材料としたナノテクノロジーに基づく将来の高速高性能半導体素子の研究・促進を効率的に行うため、特殊材料ガス等の設備を備えた実験棟として整備するものである。

2. 施設概要

(1) 規 模 :	(建築面積)	2504.19 [m ²]
	(延床面積)	9955.44 [m ²]
(2) 構 造 :	鉄骨鉄筋コンクリート造地上4階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用 :	83億円 (平成12年度第1号補正予算)	
工事発注	国土交通省大臣官房官庁営繕部	
設計・監理 :	国土交通省大臣官房官庁営繕部営繕計画課 筑波研究学園都市施設管理センター	
設計・監理 :	株式会社 エヌ・ティ・ティファシリティーズ	
施 工 :	建築工事	間・松村 特定建設工事共同企業体
	電力工事	株式会社 九電工東京支店
	通信工事	東邦電気工業株式会社
	空調工事	高砂・精研・池田 特定建設工事共同企業体
	衛生工事	株式会社 西原衛生工業所
	エレベーター	日本エレベーター製造株式会社
工 期 :	平成13年12月21日～平成15年3月28日	
追加出資 :	平成15年5月16日	

○つくば中央6-13

(つくばセンター)

1. 施設目的

本施設は有用糖タンパク質の生産を行う遺伝子改変細胞、医療・検査薬開発に重要な役割を示す糖鎖関連遺伝子の解析を行う事を主目的とした施設であり、研究・オフィスユニットやクリーンルーム・機器室等の共用実験スペース及び、トランスジェニックマウス(機能未知の遺伝子を導入したマウス)やノックアウトマウス(遺伝子の一部を破壊したマウス)を清浄環境下で飼育できる SPF 飼育室並びに、RI 実験室等の先端的・効率的な研究施設として整備するものである。

2. 施設概要

(1) 規 模 :	(建築面積)	1461.40 [m ²]
	(延床面積)	4399.43 [m ²]
(2) 構 造 :	鉄筋コンクリート造地上3階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用 :	38億円 (平成12年度第1号補正予算)	
工事発注	国土交通省大臣官房官庁営繕部	
設計・監理 :	国土交通省大臣官房官庁営繕部営繕計画課 筑波研究学園都市施設管理センター	
設計・監理 :	伊藤喜三郎建築研究所	
施 工 :	建築工事	株式会社 大日本土木
	電力工事	株式会社 北陸電気工事
	空調工事	株式会社 大気社
	衛生工事	日管工業株式会社
	エレベーター	東芝エレベーター株式会社
工 期 :	平成13年12月26日～平成15年3月28日	
追加出資 :	平成15年5月16日	

〇つくば本部・情報技術共同研究棟
(つくばセンター)

1. 施設目的

本施設は、次世代超高速情報処理技術や高度並列ソフトウェア開発等の分野において横断的かつ国際的なネットワーク情報処理技術研究推進の拠点として、産総研つくばセンターにおける最先端のネットワーク情報処理設備と共同研究スペースを有する研究施設であり、これらの施設を活用し新産業、ベンチャー企業の創出を図ることにより、高度な付加価値を生み出す知識創発型社会に移行していくための中核技術である情報技術において、わが国の国際競争力の根本的な強化を図ることを目的とする施設である。

2. 施設概要

(1) 規 模 :	(建築面積)	4486.31 [m ²]
	(延床面積)	32983.44 [m ²]
(2) 構 造 :	鉄骨造地上9階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用 :	170億円 (平成13年度第2号補正予算)	
工事発注・	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理 :	株式会社 日本設計	
施 工 :	建築工事	竹中・清水・間 特定建設工事共同企業体
	電力工事	電設工・栗原・八千代 特定建設工事共同企業体
	通信工事	コムシス・米沢 特定建設工事共同企業体
	空調工事	大気・日立ブラ・大成温 特定建設工事共同企業体
	衛生工事	株式会社 西原衛生工業所
	エレベーター	株式会社 日立製作所
工 期 :	平成14年12月17日～平成16年3月25日	

〇つくば東-2G

(つくばセンター)

1. 施設目的

本施設は、産総研の MEMS に関わる研究ポテンシャルと技術シーズを産業界の技術やニーズに連携させ、MEMS 分野における産学官の頭脳の結集や連携強化、創造的な人材の育成を期すための施設であり、今後、MEMS 研究開発の中心拠点のひとつとなる施設である。

※MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) とは、日本語では「微小電気機械素子」や「マイクロマシン」と呼ばれる「微小な動く機械」を意味する。

2. 施設概要

(1) 規 模 :	(建築面積)	610.04 [m ²]
	(延床面積)	986.69 [m ²]
(2) 構 造 :	鉄骨造地上2階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用 :	9億円 (平成14年度補正予算)	
工事発注・	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理 :	株式会社 ニュージェック	
施 工 :	三井住友建設株式会社	
工 期 :	平成15年9月12日～平成16年3月3日	

〇中部産学官連携研究棟
(中部センター)

1. 施設目的

本施設は、産総研中部センターの持つセラミックス、触媒、製造技術等の研究ポテンシャルや技術シーズを、中部地域の産業界の持つ革新的な材料・プロセス技術、加工技術等ものづくりに関する技術やニーズ、大学研究機関の人材と有機的に融合させ、産学官が連携し、即効的かつ効率的に技術開発が行える場とした、“地域産業クラスター計画”の推進拠点となることを目的とする施設である。

2. 施設概要

(1) 規 模 :	(建築面積)	2175.82 [m ²]
	(延床面積)	4713.14 [m ²]
(2) 構 造 :	鉄骨鉄筋コンクリート造地上4階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用 :	20億円 (平成13年度第1号補正予算)	
工事発注・	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理 :	株式会社 山下設計	
施 工 :	建築工事	奥村・飛島・矢作 特定建設工事共同企業体
	電力工事	東光電気工事株式会社
	通信工事	住友電設株式会社

	空調工事	三建設備工業株式会社
	衛生工事	浦安工業株式会社
	エレベーター	日本エレベーター製造株式会社
工 期：	平成14年10月3日～平成15年10月2日	

○精密実験棟

(中部センター)

1. 施設目的

本施設は、新しい原理・方式に基づく、最先端の革新的な精密部材ナノ加工プロセス技術の構築と、ものづくり・人づくりの共創に向けた産学官連携体制の確立の拠点となる共同研究施設を中部センター内に整備するため、その研究施設の中心となる設備として、分子レベルの構造が高度に制御された膜状圧電性セラミックス製造プロセス技術の確立に不可欠な「ミスト大型堆積加熱処理装置」を設置するために整備した施設である。

2. 施設概要

(1) 規 模：	(建築面積)	188.45 [m ²]
	(延床面積)	330.36 [m ²]
(2) 構 造：	鉄骨コンクリート造地上2階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用：	4億円（平成14年度補正予算）	
工事発注・設計・監理：	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理：	株式会社 山下設計	
施 工：	株式会社 奥村組	
工 期：	平成15年9月22日～平成16年2月27日	

○関西産学官連携研究棟

(関西センター)

1. 施設目的

本施設は、産総研関西センターの有する研究開発ポテンシャルや技術シーズを、関西地域のライフサイエンス・材料研究およびそれらの関連分野に関わる産学の高度な技術と有機的に融合させ、医工学に関わる連携研究の推進拠点を構築するとともに、このような研究開発から生まれる先端技術を活用したベンチャー企業の創出を図るため、高度な医工学研究インフラストラクチャーと起業化に対応した研究区画を有する研究施設を整備することを目的とする施設である。

2. 施設概要

(1) 規 模：	(建築面積)	2424.52 [m ²]
	(延床面積)	5604.95 [m ²]
(2) 構 造：	鉄筋コンクリート造地上4階建	

3. 整備費用・工事関連

整備費用：	29億円（平成13年度第2号補正予算）	
工事発注・設計・監理：	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理：	株式会社 日建設計	
施 工：	建築工事	竹中・ナカノ・木原 特定建設工事共同企業体
	電力工事	大栄電気株式会社
	通信工事	浅海電気株式会社
	空調工事	ダイダン・三冷 特定建設工事共同企業体
	衛生工事	須賀工業株式会社
	エレベーター	ダイコー株式会社
工 期：	平成14年12月24日～平成15年12月22日	

3. 地域拠点

(1) 東京本部 (AIST Tokyo Headquarters)

つくば本部 (AIST Tsukuba Headquarters)

所在地：

(東京本部)

〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1

(つくば本部)

〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

概要：産業技術総合研究所は、東京及びつくばに本部機能を集中した2本部体制をとり、それぞれの地理的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行っている。東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として産総研の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくば拠点には補完する本部機能として、産学官連携、国際、業務推進等の大規模な研究拠点に隣接させることにより効率的となる組織を置いている。

具体的には、東京本部には、理事長、理事の一部等、企画本部のうち産総研の経営、財務に関する部署及び監査室等を配置している。つくば本部には、副理事長、理事の一部、企画本部のうち研究企画に関する室、産学官連携部門、国際部門、業務推進部門等、研究実施部門との密接な連携が不可欠な部署等を設けている。また、テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図っている。

機構図 (3/31現在)

東京本部

役員

監査室

企画本部

業務推進本部

国際部門国際関係室東京分室

業務推進部門総務室

業務推進部門法務室

財務会計部門財務室

つくば本部

役員

企画本部

業務推進本部

評価部

環境安全管理部

技術情報部門

産学官連携部門

成果普及部門

国際部門

業務推進部門厚生室

業務推進部門健康相談室

業務推進部門つくばセンター業務推進部第一業務室

能力開発部門

財務会計部門

研究環境整備部門

(2) 北海道センター (AIST Hokkaido)

所在地：〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17-2-1

代表窓口：電話011-857-8400、FAX011-857-8900、

E-mail

サイト：北サイト

(住所：札幌市北区北8条西2丁目札幌第一合同庁舎3階

電話：011-709-1812、FAX：011-709-1817)

サイト：札幌大通りサイト

(住所：〒060-0042 札幌市中央区大通西5丁目8番地

電話：011-219-3359、FAX：011-219-3351)

人員：163 (2) 名

概要：産業技術総合研究所北海道センターは、旧北海道工業技術研究所、旧地質調査所北海道支所、旧資源環境技術総合研究所北海道石炭鉱山技術試験センターを母体として2001年4月1日発足した。

1) 北海道センターの運営

産業技術総合研究所北海道センターは、地域における中核研究機関として研究と産学官連携活動の拠点化を目指すとともに、北海道バイオ産業クラスターの形成・発展に貢献するための各種施策を実施した。「ゲノム情報資源を活用した有用物質の生産技術の開発」を目的とするゲノムファクトリー研究部門の設立を目指して、植物培養室や温室の整備など植物バイオの研究環境を整備するとともに、遺伝子組換えイネチゴによるラクトフェリンの生産に成功するなどの成果を得た。16年1月には北海道産学官連携研究棟が竣工し、また「R&B パーク札幌大通りサイト」の設置準備を行うなど、バイオ産業の振興と産学官連携活動の強化を目指し一連の事業を展開した。さらに、地域における産総研の認知度を一層高めるため、道内主要地域での成果普及・広報活動に努めるとともに、研究環境の維持管理や研究物品の迅速な調達等を通して研究の支援を行った。

2) 産学官連携の強化

北海道経済産業局や函館、室蘭、帯広、釧路、北見などのテクノセンター等と協働で、技術開発・特許活用セミナーを道内5箇所で開催し、全産総研の技術シーズや共同研究等の各種技術支援制度の紹介を行うとともに、個別技術相談会を実施し技術ニーズ・シーズのマッチングに努めた。またバイオ産業の高度化を目指して、新たに専門学校生を対象とした人材育成事業「バイオテクニシャン育成事業」を開始し、研修生2名を卒業させ、道内のバイオ系企業に就職させた。さらに、産学官連携活動の強化を目指した「R&B パーク札幌大通りサイト」の準備室を札幌市中心部に開設し、

中小企業等へのワンストップサービスに向けた総合的な支援活動の準備を行った。

3) 産学官連携センター業務の円滑な推進

北海道大学大学院理学研究科との連携大学院協定の締結、外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技術研修、研究助成金等に係わる契約業務、JSPS・NEDOによるフェローシップや研究交流（派遣・招聘）等の手続き、一般公開の土曜開催による広報活動の強化、更には質の高い特許取得のための弁理士相談やセミナー開催等の啓蒙活動を積極的に推進した。また技術・ビジネス交流会や特許流通フェアなどの各種フォーラムや展示会では、全産総研の研究成果の紹介や技術相談を通して成果の普及活動に努めた。

4) ものづくり基盤技術支援

R&B パーク札幌大通りサイトに拠点を移し、業界からの技術相談や産総研の技術シーズの移転を容易にするとともに、北海道センターの Web ページを改善して携帯電話からのアクセスも容易にした。また北海道経済局と連携して北海道内主要都市に出向き、産総研の共同研究制度や特許情報等を紹介するとともに、企業側の技術ニーズや中小企業支援型共同研究テーマの発掘等に努めた。

5) ベンチャー起業の支援

産総研内外の技術シーズに基づいた起業化支援を目的とした「バイオペンチャー育成センター」の環境整備・発展を目指して、外部専門家による経営支援機能を強化するとともに産総研自らの起業シーズの発掘および研究者への啓蒙活動に努めた。また先端バイオ技術を駆使した事業化推進のための設備として、クリーンルームや動物飼育施設を備えた産学官連携研究棟を新たに開設し、ベンチャー事業促進の基礎を築いた。

機構図 (3/31現在)

[北海道センター]	所長	吉田 忠
	所長代理	千阪 文武
	審議役	田島 俊洵
[北海道産学官連携センター]	センター長	吉田 忠 (兼任)
	産学官連携コーディネータ	千阪 文武 (兼任)、 太田 英順 他
[ものづくり基盤技術支援室]	室長	太田 英順 (兼任) 他
[北海道地質調査連携研究体]	連携研究体長	中川 充 (兼任) 他
[北海道センター業務推進部門]		
[業務室]	室長	高橋 修 他
[会計室]	室長	中島 義昭 他
[研究環境管理室]		

室長 寺平 豊 他

--- [フェロー]

--- [生物機能工学研究部門]

--- [エネルギー利用研究部門]

--- [地球科学情報研究部門]

--- [糖鎖工学研究センター]

(3) 東北センター (AIST Tohoku)

所在地：〒983-8551 仙台市宮城野区苦竹4-2-1

代表窓口：TEL:022-237-5211 FAX:022-236-6839

人員：153 (57) 名

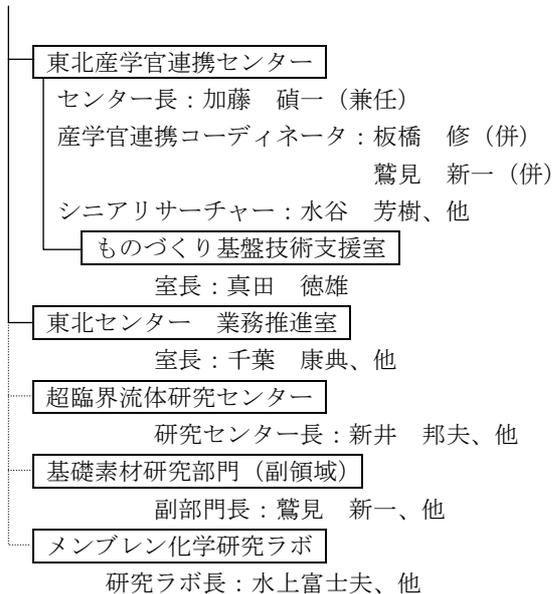
概要：産業技術総合研究所東北センターは、世界有数レベルの研究に基づくナショナルセンターとしての機能と全産総研の技術ポテンシャルを背景とする産学官連携機能の二つの機能をもって、東北地域の産業技術発展の中核研究機関となることが期待されている。その中で、東北センターは、あらゆる技術の中に、環境保全とエネルギー削減への対応を組み込む、いわゆる「産業の環境化」を進める必要があると考え、この視点に立って、環境負荷の小さい機能性材料の開発と、生産段階から環境負荷の少ない、またエネルギー消費の少ない化学プロセス技術の開発研究を集中的に実施し、低環境負荷化学プロセスにおけるナショナルセンターを目指し活動してきた。同時に、東北経済産業局が推進する産業クラスター計画「循環型社会対応産業振興プロジェクト」における産学官連携の中核機関としても重要な役割を果たすため積極的に活動を展開してきた。

平成15年度においては、超臨界流体研究センター、基礎素材研究副部門、メンブレン化学研究ラボの3研究ユニットの拡充を図り、研究開発を推進している。また、産学官連携の研究会組織として「超臨界インキュベーションコンソーシアム (SIC)」を本年度立ち上げ、44企業が参加し、超臨界流体技術の汎用的産業技術として普及させるため活発に活動している。さらに、「メンブレンインキュベーションコンソーシアム (MIC)」の16年度4月立ち上げを目指している。これらの組織活動を活発化させてナショナルセンター化を図るとともに、東北経済産業局との緊密な連携の下に産総研のネットワークを活用して東北地域における循環型社会対応産業振興への貢献を目指している。

この他、産学官の連携活動として、地域の企業や公設研との技術交流を深めるため第3回東北産業技術研究会 (盛岡市)、東北地域産業技術懇談会 (岩手県工業技術センター) を開催した。研究成果の発信では、成果発表会、講演会、一般公開などを開催し成果の普及に努めた。また、東北地域における新たな産業技術創生のために、東北産学官連携研究棟 (とうほく OSL) を平成15年12月に竣工させ、平成16年2月にオープン式典を開催し使用を開始した。

 東北センター 機構図 (16.3.31現在)

所 長：加藤 碩一
 所長代理：板橋 修



業務報告データ：

○刊行物

名 称 (Vol. No.)	刊行区分	発行部数
産業技術総合研究所東北センター技術資料 第3号	不定期	100部
産業技術連携推進会議 東北・北海道地域部会研究論文集 第3号	年 刊	200部
平成15年度産総研東北センター研究講演会講演要旨集	不定期	300部

○主催行事

開催年月日	名 称
15.04.22	超臨界インキュベーションコンソーシアム発足式
(15.07.16)	(メンブレン化学研究ラボ講演会)
15.09.04	第3回東北産業技術研究交流会—東北地域のさらなる産業活性化を目指して—
15.09.05	平成15年度東北地域産業技術懇談会
(15.12.16)	(2003年産総研超臨界流体研究センター研究講演会)
16.02.19	東北センター 一般公開
16.02.19	東北産学官連携研究棟 (とうほくOSL) オープン記念式典
16.03.17	平成15年度産総研東北センター研究講演会—無機膜を利用したグリーンプロセスの開発—

* () は東北拠点内の研究ユニットが主催で連携センターが協力したもの

 (4) つくばセンター (AIST tsukuba)

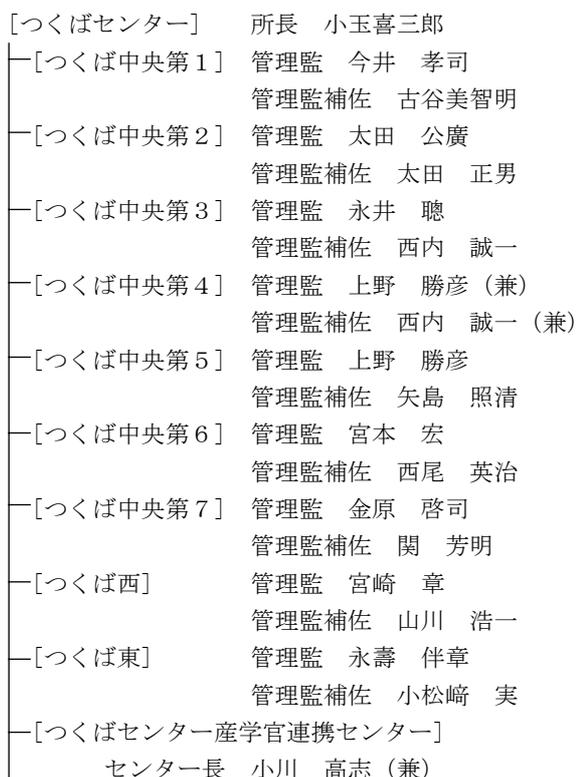
所在地：〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1
 人 員：121 (54) 名

概 要：昭和54年に筑波研究学園都市建設法に基づき、東京近郊にあった通商産業省工業技術院傘下の研究所が筑波研究学園都市に集団移転した。以来、数度の機構改革を経て、平成13年4月の独立行政法人化にあたり、旧筑波研究支援総合事務所 (つくば中央第1)、旧電子技術総合研究所 (つくば中央第2)、旧計量研究所 (つくば中央第3)、旧産業技術融合領域研究所 (つくば中央第4)、旧物質工学工業技術研究所 (つくば中央第5)、旧生命工学工業技術研究所 (つくば中央第6)、旧地質調査所 (つくば中央第7)、旧機械技術研究所 (つくば東)、旧資源環境技術総合研究所 (つくば西) を各事業所として、産業技術総合研究所つくばセンターとして統合し、また、旧計量教習所 (成果普及部門計量研修センター) も、東村山から平成13年12月につくばセンターに全面移転し、名実ともに統合された。

大括り化のコンセプトの元、従前の研究所の枠を越えて研究ユニットは再構成されており、研究ステージの発展とともに流動的に組替えできるような柔軟な組織構造を持つような組み立てが行われている。

つくばセンター (つくば本部) は、東京本部と並んで研究と密接に関わりのある本部機能と研究ユニットの大部分を集中配置して、産業技術総合研究所の中核を担っている。

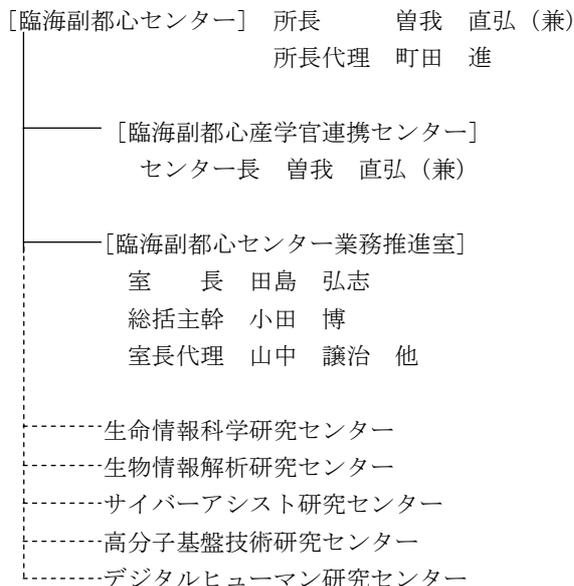
 機構図 (3/31現在)



<ul style="list-style-type: none"> └ [ものづくり基盤技術支援室] <li style="padding-left: 20px;">室長 藤井 篤 他 └ [連携融合研究体] <li style="padding-left: 20px;">連携研究体長 杉山 佳延 └ [つくばセンター業務推進部] 部長 今井 孝司 <li style="padding-left: 20px;">└ [第一業務室]室長 古谷美智明 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第二業務室]室長 太田 正男 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第三業務室]室長 西内 誠一 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第四業務室]室長 西内 誠一 (兼) 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第五業務室]室長 矢島 照清 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第六業務室]室長 西尾 英治 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第七業務室]室長 関 芳明 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第八業務室]室長 山川 浩一 他 <li style="padding-left: 20px;">└ [第九業務室]室長 小松崎 実 <li style="padding-left: 40px;">総括主幹 金子 茂 他 	<ul style="list-style-type: none"> └ [電力エネルギー研究部門] └ [環境管理研究部門] └ [環境調和技術研究部門] └ [情報処理研究部門] └ [知能システム研究部門] └ [エレクトロニクス研究部門] └ [光技術研究部門] └ [人間福祉医工学研究部門] └ [脳神経情報研究部門] └ [物質プロセス研究部門] └ [機械システム研究部門] └ [ナノテクノロジー研究部門] └ [計算科学研究部門] └ [生物機能工学研究部門] └ [薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ] └ [極微プロファイル計測研究ラボ] └ [先端情報計算センター] └ [特許生物寄託センター] └ [ベンチャー開発戦略研究センター]←2/24確認 └ [技術情報部門] └ [産学官連携部門] └ [成果普及部門] └ [国際部門] └ [業務推進部門] └ [能力開発部門] └ [財務会計部門] └ [研究環境整備部門]
<ul style="list-style-type: none"> └ [企画本部] └ [評価部] └ [環境安全管理部] └ [業務推進本部] └ [深部地質環境研究センター] └ [活断層研究センター] └ [化学物質リスク管理研究センター] └ [フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター] └ [ライフサイクルアセスメント研究センター] └ [パワーエレクトロニクス研究センター] └ [生物情報解析研究センター] └ [ヒューマンストレスシグナル研究センター] └ [強相関電子技術研究センター] └ [次世代半導体研究センター] └ [マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター] └ [ものづくり先端技術研究センター] └ [高分子基盤技術研究センター] └ [光反応制御研究センター] └ [新炭素系材料開発研究センター] └ [スマートストラクチャー研究センター] └ [界面ナノアーキテクトニクス研究センター] └ [グリッド研究センター] └ [爆発安全研究センター] └ [糖鎖工学研究センター] └ [年齢軸生命工学研究センター] └ [技術と社会研究センター] └ [近接場光応用工学研究センター] └ [ダイヤモンド研究センター] └ [バイオニクス研究センター] └ [ジーンファンクション研究センター] └ [計測標準研究部門] └ [地球科学情報研究部門] └ [地圏資源環境研究部門] └ [海洋資源環境研究部門] └ [エネルギー利用研究部門] 	<p>(5) 臨海副都心センター (AIST Tokyo Waterfront)</p> <hr/> <p>所在地：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目41番地6号 人 員：191 (79) 名</p> <p>概 要：産業技術総合研究所臨海副都心センターは、文部科学省及び経済産業省の連携協力によって整備された国際研究交流大学村に、産学官連携の役割を担う研究拠点として、平成13年4月1日に設置された。当センターは国内外産学官各分野の一線級研究者による多様な研究に対応できるフレキシビリティの高い空間を設けている。</p> <p>そして5つの研究センター（生命情報科学研究センター、生物情報解析研究センター、サイバーアシスト研究センター、高分子基盤技術研究センター、デジタルヒューマン研究センター）が、新産業の創出や市場拡大につながる独創的かつ先端的技術シーズの研究開発とともに国内外の研究者との交流や研究成果の情報交換を行っている。</p> <p>平成15年11月に、産学官連携の研究拠点を拡張し、新たに生命科学と情報工学の融合研究のための施設として、パイオ・IT 融合研究施設の建設に着手し、平成16年度中の完成を予定している。</p> <p>当センターへは、平成15年度に内外の大学・企業・政</p>

府関係者等約600名が視察に訪れており、国際的な産学官による研究交流拠点としての役割を果たしている。

 機構図 (3/31現在)



(6) 中部センター (AIST Chubu)

 所在地：〒463-8560

名古屋守山区大字下志段味字穴ヶ洞2266-98

代表窓口：電話:052-736-7000、FAX:052-736-7400

サイト：

瀬戸サイト：〒489-0884瀬戸市西茨町110番地、

TEL：0561-82-2141～2

人員：291 (165) 名

概要：産業技術総合研究所中部センターは、ものづくり産業の一大集積地である中京地域に立地し、セラミックスや軽量金属など工業材料の創製とそのプロセス・部材化を軸とした研究開発を通じ、新産業の創生と産業競争力強化に寄与している。当センターは、旧工業技術院名古屋工業技術研究所を母体として、昭和27年の設立以来、名古屋北区平手町の本所と愛知県瀬戸市の瀬戸分室を研究拠点としてきたが、平成13年11月に志段味ヒューマンサイエンスパークに移転した。シナジーマテリアル研究センター、セラミックス研究部門及び基礎素材研究部門を擁し、サイエンスパークの中核研究機関として位置づけられている。本年度の代表的な活動状況を以下に示す。

平成16年1月22日産総研産学官連携部門の地域開催担当として企画し、「第8回 AIST 産学官交流フォーラム (ナノテクノロジー/機能性材料/新素材)」を中部産学官連携研究棟で開催した。産総研のもつ研究成果を産業界に広く紹介し、個々のケースについて民間企業関係者と、技術移転、用途展開、市場ニーズ、商業プランなどの議論を通じて連携の具体化を図ることを目的とし、中部センターより研究紹介3件、ポスター発表22件のい

ずれも企業に利用してもらえる、選りすぐりの成熟した技術を紹介した。

全国各地から約160名の参加者があり、会場のいたる所で活発な意見交換が行われ、技術移転のマッチングや技術交流を促進する場として好評を得た。

成果普及講演会を三重県(参加者40名)と石川県(参加者50名)で開催した。また、名古屋商工会議所で新技術動向セミナーを6月(参加者100名)と12月(参加者50名)に行った。

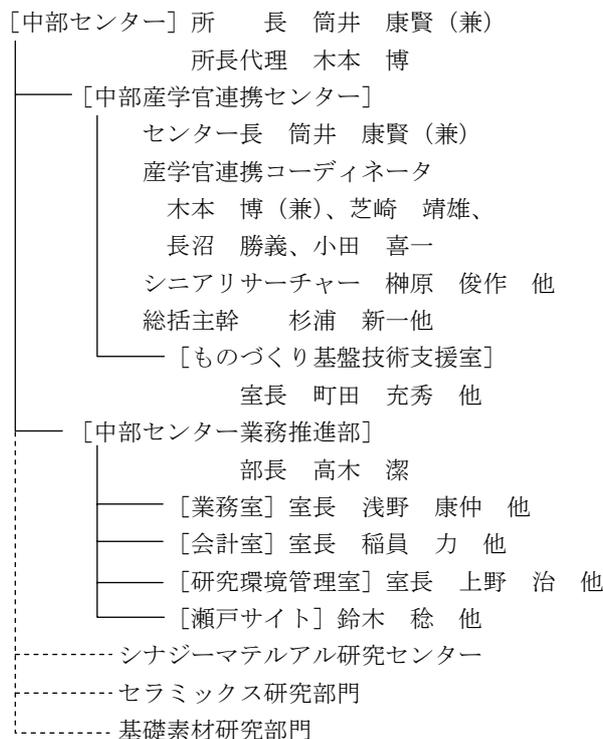
志段味ヒューマンサイエンスパーク研究機関統一一般公開に呼応して11月(来場者850余名)に一般公開を開催した。これらの行事以外に、本年度の延べ見学者は737名に達している。

知的財産権の取得を積極的に推進し、国内特許129件、外国特許37件を出願した。所有する知的財産権を活用し、技術移転を行った結果、ライセンス料1,143万円余と情報開示料等1,359万円弱の収入があった。本年度中部センター発のベンチャー企業が2社発足した。

技術相談件数は581件あった。

産業界をはじめとする外部機関との連携も積極的に展開し、共同研究220件、委託研究12件、受託研究18件を行った。大学とは、連携大学院の拡充強化に努め、10大学(名古屋工業大学、岐阜大学、大同工業大学、名城大学、中部大学、愛知工業大学、上智大学、姫路工業大学、長岡技術科学大学、神奈川工科大学)に18名の教授と5名の助教授が就任している。

 機構図(3/31現在)



(7) 関西センター (AIST Kansai)

所在地：〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31
 代表窓口：0727-51-9601 FAX：0727-54-1939
 サイト：
 尼崎事業所：〒661-0974 兵庫県尼崎市若王子3-11-46、
 TEL：06-6494-7854
 扇町サイト：〒530-0025 大阪府大阪市北区扇町2-6-20、
 TEL：06-6312-0521
 大手前サイト：〒540-0008 大阪府大阪市中央区大手
 4-1-67、TEL：06-6941-5377

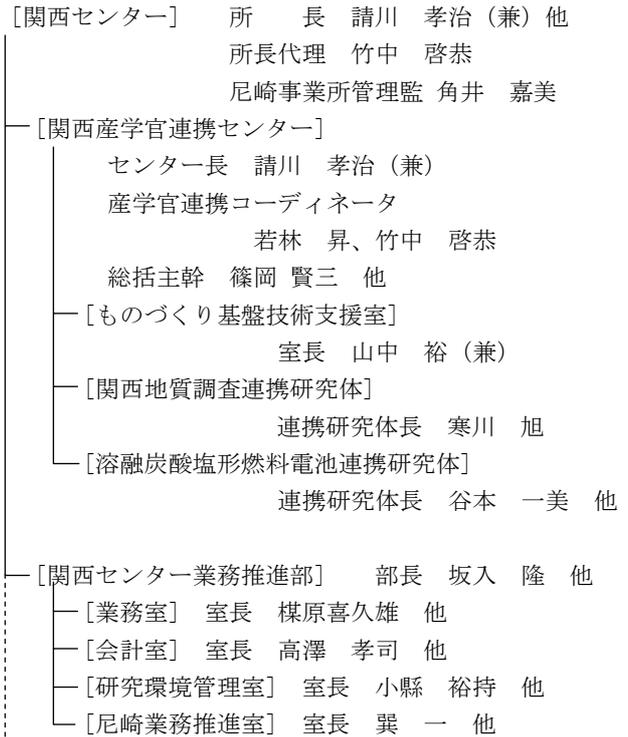
人員：446 (215)
 概要：産業技術総合研究所関西センターには、3研究センター（ティッシュエンジニアリング研究センター、ヒューマンストレスシグナル研究センター、ダイヤモンド研究センター）、2研究副部門（計測標準研究部門、光技術研究部門）、2特別研究体（人間系特別研究体、生活環境系特別研究体）、2研究ラボ（ライフエレクトロニクス研究ラボ、システム検証研究ラボ）、及び関西産学官連携センター内の2連携研究体が置かれている。

関西センターは、①産総研が果たす社会貢献の社会との接点、②産学官連携の拠点、③産学官連携の産総研内パイロットプラントという位置付けの中で、4つの分野（ライフサイエンス分野、環境・エネルギー分野、光・情報技術分野、知的基盤分野）など、人間と暮らしに密着した技術領域を重点的に、広範な研究分野の融合を目指し、また関西産業界からの要請に応じることが出来る取り組みを推進している。

関西地域のもつ産業界、アカデミアの集積、産学官連携が組みやすい構造（必要なコンポーネントがほどよい距離に、また適度の規模に配置されているため、どこで、だれが、どのような仕事をしているかを正確に把握でき、そして face to face で、意見交換できる場が持てるという大きなメリット）を活かし、分野融合と産学官連携を念頭に置いた活動を展開した。

近畿経済産業局をはじめ、企業、大学、公的研究機関、自治体および企業団体やベンチャー支援団体などとの連絡、連携を推進している。産総研関西研究成果ビジネス化検討委員会や技術シーズ発表会を開催した。連携業務の平成15年度実績（共同研究>234件、技術研修200件、受託研究63件、特許出願>259件）は活発な産学官連携の実態を表しており、研究所公開（8月1日、参加人数>1897名）、研究講演会（11月12日、参加人数>380名、12月12日、参加人数>250名）、関西センターHP（61000件のアクセス数）なども関西センターに寄せられている期待の大きさを示している。

機構図 (3/31現在)



- [活断層研究センター]
- [ティッシュエンジニアリング研究センター]
- [ヒューマンストレスシグナル研究センター]
- [ダイヤモンド研究センター]
- [計測標準研究部門]
- [地圏資源環境研究部門]
- [システム検証研究ラボ]
- [光技術研究部門]
- [地球科学情報研究部門]
- [人間系特別研究体]
- [生活環境系特別研究体]
- [ライフエレクトロニクス研究ラボ]
- [システム検証研究ラボ]

関西地質調査連携研究体

(Kansai Collaborative Research Team of Geological Survey)

連携研究体長：寒川 旭

(関西センター、大阪大手前サイト)

概要：地元の大学・自治体・企業と綿密な連携を保ちながら、関西圏における活断層の活動史・地盤災害・地下地質に関する研究、および、地質資源の活用に関する研究を行うことによって、市民生活の向上と保全を目指している。

大阪平野北縁の有馬-高槻構造線活断層系や琵琶湖西縁の琵琶湖西岸断層系、さらには、近い将来の発生が懸念されている南海地震を中心にして資料収集を行った。考古遺跡などから得られた地震痕跡に基づいて南海地震

の発生が規則的であることを検証した。上記断層系については最近数10万年間の活動史をさらに詳しく把握した。非金属・骨材などの未利用資源については、近隣の岡山県などの試料の性状材料試験を実施した。関西産学官連携センターにおける活動の一環として、研究成果の市民への普及にも力を注いでいるが、地質相談・普及講演の他、サイエンスフェスタなどにも出展している。一方、各自治体の活断層調査に関する委員会委員として調査の指導にも貢献している。

溶融炭酸塩形燃料電池連携研究体

(Collaborative Research team of Molten Carbonate Fuel Cell)

連携研究体長：谷本 一美

(関西センター、柳田昌宏、小島敏勝)

概要：MCFC 発電技術プロジェクトは、経済省から新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）を経て、溶融炭酸塩型燃料電池発電システム技術研究組合（以下研究組合）に委託され実施されている。平成12年に当時の大阪工業技術研究所と研究組合とによる MCFC プロジェクト研究体を形成しプロジェクトの効率的な推進を行ってきた。現在、産総研の MCFC 研究の担当部署として MCFC 連携研究体が実施内容を継続して行っている。

MCFC 連携研究体では、発電圧力の高圧化に対応した電池材料の耐久性向上の研究を行っている。この中で、性能に関わる電解質である溶融炭酸塩の酸素ガス溶解度の計測に取り組むとともに、炭酸カルシウム、炭酸バリウムを添加した炭酸塩組成の電解質としての優位性について検討し、寿命として1.2倍の耐久性の向上が認められた。

また研究組合の組合員でプロジェクト実施者となる電力中央研究所、石川島播磨重工業、日本ファインセラミックスセンター及び東北大学、横浜国立大学などに呼びかけて MCFC 連携研究体を中心となり、上記メンバーの参加による MCFC の材料耐久性向上のための情報検討会をプロジェクト開始の2000年度から開催しており、本年度も継続して実施し15年度は5回開催した。

(8) 中国センター (AIST Chugoku)

所在地：〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2
 代表窓口：電話：0823-72-1111、FAX：0823-73-3284、
 E-mail：c-renkei@m.aist.go.jp

人員：85 () 名

概要：独立行政法人産業技術総合研究所中国センターは、中国地域における中核的な研究機関として、基礎から応用に到る連続的な研究フェーズを有する「本格研究」の確立を目指しつつ、積極的な産学官連携と、基礎研究の成果を産業技術へ橋渡しする「第二種基礎研究」の推進に鋭意取り組んでいる。

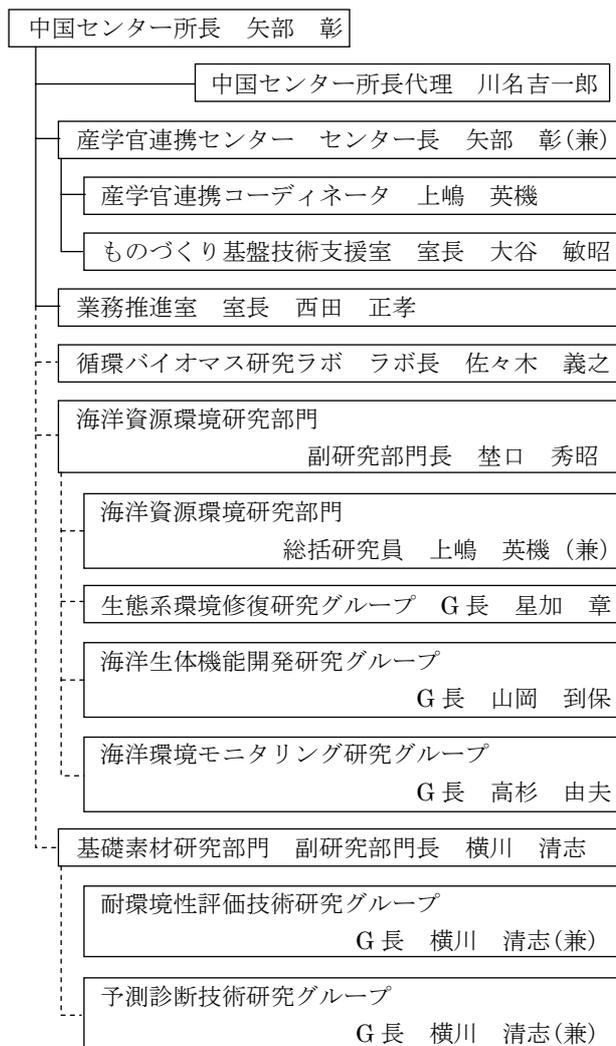
中国センターには、「循環バイオマス研究ラボ」が設置されており、中国地域が有しているポテンシャルを基に、循環型バイオマス技術に関する世界的研究拠点としての確立と、未利用バイオマス資源のエネルギー等への有効利用技術の確立による化石資源消費量の削減を目指している。

また、沿岸海洋研究分野においては、瀬戸内海沿岸環境技術連携体を設置し、環境修復産業の創出を目指して、環境エンジニアリングの研究開発に努めている。

さらに、ものづくり技術分野・計測フロンティア研究分野においては、ものづくり基盤技術の支援及び予測診断技術、耐環境性評価技術の研究を推進している。

産学官連携センターは、「中国地域産総研技術セミナー」等を通して研究開発の成果を中国地域に紹介するとともに、産学官連携の技術開発をコーディネートするべく、努力している。

組織図 (3/31現在)



(9) 四国センター (AIST Shikoku)

所在地：〒761-0395 高松市林町2217番地14号

人員：73 (33) 名

概要：独立行政法人産業技術総合研究所の四国における拠点としての四国センターは、四国で唯一の工業系公的研究所であり、'94.7月に香川県が技術・情報・文化の複合拠点として旧高松空港跡地を開発・整備して出来た先端技術・ソフトウェア開発などを行う県内外有力企業9社の民間研究所、国立香川大学工学部、香川県立図書館、県内一の総合コンベンション施設のサンメッセ香川など55の産業支援機関や試験研究機関が集積している「香川インテリジェントパーク」に新築移転した。

四国センターにおける産学官連携等においては、研究開発や新規産業創出拠点に立地している環境を活かし、同パーク交流推進協議会等を通じて、四国における民間企業などとの産学官連携活動を推進し、技術開発やコーディネート等の支援活動を活発に行い、地域の産業振興・社会ニーズへ貢献できるよう奮闘しているところである。

研究拠点としての四国センターでは、四国経済産業局の四国テクノブリッジ（産業クラスター）計画の重点課題である健康関連産業及び環境関連産業の育成・振興に向けた取組を強化するなど特定の領域で、世界的に高いポテンシャルを有する先端融合研究を推進している。

また、産総研では「持続可能な循環型社会の実現に向けて」を旗印に、研究所全体において ISO14001の認証取得を目指しており、工技院時代に取得している東事業所、2003年10月に取得した中部センターに続き、2004.1.23に当四国センターが産総研で3番目に認証取得した。

平成15年度における四国センターの主な業務実績等は次のとおりである。

(1) 単一分子生体ナノ計測研究ラボ

平成14年10月に、健康で長寿命の社会の実現のための予防診断技術創生を目指した「単一分子生体ナノ計測研究ラボ」を設立し、四国経済産業局と連携した産業クラスター計画の推進を図り（15年度地域コンソ提案は2件）、或いはナノデバイスを用いた生体分子計測技術について、徳島大学、香川大学、医療計測機器関係企業との連携を通して、研究をリードしてきた。その結果、細胞診断、及び生体機能評価に不可欠な量子ドットの低温合成法を開発。今後はこれを活用した細胞診断技術の研究へ展開していく予定である。

なお、15年度は論文15件（インパクトファクター50）、招待講演31件、特許出願11件を数え、さらに、極微量分析技術の発表で「Innovative Analytical Research, FACSS 2003（米国）」を受賞した。

(2) 海洋資源環境研究部門

平成13年4月産総研発足時に設立され、中国センタ

ーでは沿岸海域環境の修復・整備、つくばセンターでは地質情報基盤の構築・整備、当四国センターでは海洋の無機・有機資源の利用技術、と三つの拠点が役割分担して拠点間の融合的研究を実施することにより、部門ミッションの遂行を図り、高い研究成果を上げてきた。その内、四国センターでは海洋の諸機能（海洋生物機能、海洋分離機能、海洋界面機能）に着目し、微視的な観点から現象を解明すると共に、新たな産業技術としての応用を図ってきた。

H15年度における主な成果は次の通りである。

○研究開発成果

- ・超高純度（99.9999%）の医療用食塩の製造技術
- ・世界最長の銀ナノワイヤ、新規な水系抗菌剤の開発
- ・多糖類と高分子との新たなメカノケミカル結合反応の発見
- ・溶接現象の高速度画像情報のデータベース化
- ・短パルス光を利用したフジツボ幼生の付着防止法にお開発

(3) 四国産学官連携センター

H15年度の連携拠点としての取組と実績は次の通りである。

① 産学官連携プロジェクトの発掘・立案・実施

- ・四国経済産業局と連携したテクノキャラバンを実施（23カ所で相談件数140件）
- ・健康関連企業を中心に企業訪問：64件実施
- ・地域コンソーシアムに採択2件、実施中4件（四国管内では5件採択）：アドバイザー及び事業化委員会委員等としての活動
- ・共同研究25件（四国内32%、資金提供型7件）、受託研究7件、技術指導18件

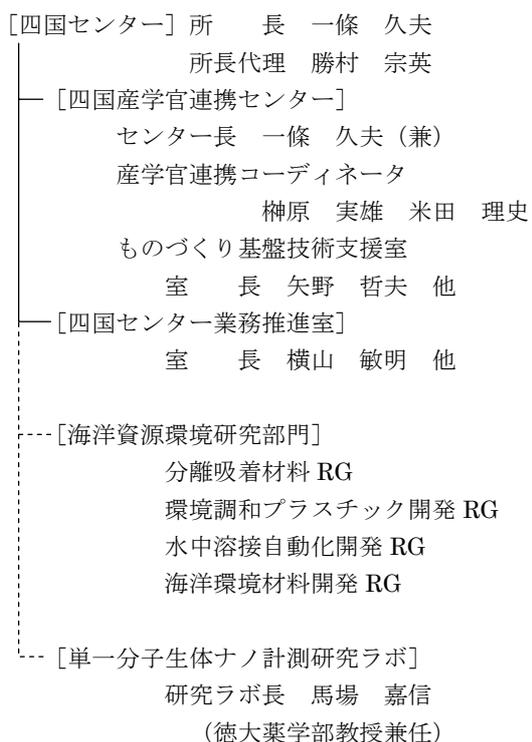
② 県域を越えたコーディネート

H14年度～H15年度中小企業技術開発産学官連携促進事業（中小企業庁）「プラズマを利用した高性能複合硬質皮膜の製造に関する研究」における産総研、九工大、山口県産技センター、W 産業㈱の連携を構築した。

③ 広報活動

- ・地域への技術シーズの提供として、研究講演会（健康産業シリーズ、産総研研究紹介シリーズ）6回、四国センターシンポジウム・国際シンポジウム・学会との共催講演会等7回実施。
- ・四国経済産業局、経済団体等と連携した技術シーズ紹介イベントで成果紹介3件。
- ・四国センター一般公開（303名）、見学者受け入れ7団体（延べ219名）を実施。

機構図 (3/31現在)



(10) 九州センター (AIST Kyushu)

所在地：〒841-0052佐賀県鳥栖市宿町807-1
 代表窓口：TEL：0942-81-3600 FAX：0942-81-3690
 サイト：

福岡サイト：〒810-0022福岡市中央区薬院4-4-20
 TEL：092-524-9047 FAX：092-524-9010
 大分サイト：〒870-1117大分市高江西1-4361-10
 TEL：097-596-7175 FAX：097-596-7179

人 員：124名 (65名)

概 要：産業技術総合研究所九州センターは、鳥栖サイト (旧九州工業技術研究所)、大分サイト (旧九州工業技術研究所大分分室) および福岡サイトをまとめた研究拠点の総称である。

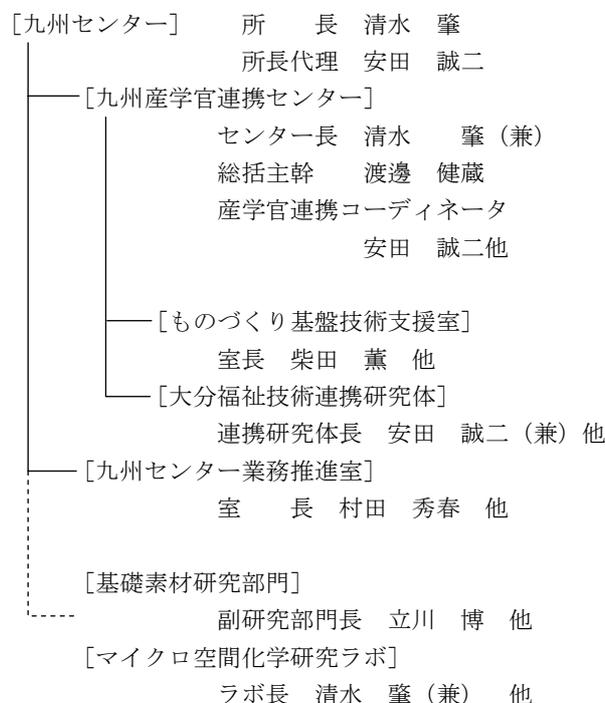
平成15年8月1日に、地域の青少年への科学技術の啓蒙を目的とした当センターの一般公開を鳥栖サイトで行った。つくばセンターチームによる「体験型サイエンス実験ショー」、「移動地質標本館コーナー」、「つくば出展コーナー」をはじめとして九州センターから7つのテーマを公開し、わかりやすい理科実験・展示等を行い活気ある公開となり、入場者数は402名に上った。

福岡ナノテク NOW2003 (7月25日)、北九州学研都市産学連携フェア (10月8日～10日)、特許流通フェア2003in 九州 (11月12～14日)、特許流通フェア2003in 中部 (10月8日～10日)、特許流通フェア2003in 関東 (11月19日～21日)、近畿特許流通フェア in2003 (11月25日～26日)、国際光触媒技術展 (10月15日～17日)、国際新技術フェア (11月19日～21日)、北陸技術交流テクノフェア (10月22日～24日)、新潟ものづくり技術展 (11月27日、28日)、中小企業ビジネスフェア in 東北 (11月26、27日) 等の各イベントにパネル等の出展を行った。

平成16年2月6日に、「産総研九州センターの新分野への挑戦～マイクロ・ナノテクノロジー&実環境フロンティア計測～」をメインテーマとした平成15年度九州センター研究講演会を福岡市で開催した。当センターにおける研究成果の発表、および関連分野から講師を招いた特別講演を催した。参加人数は162名であった。

九州センター産学官連携推進事業 (講演会・ミニシンポジウム等) として、平成15年5月21日に第5回マイクロリアクター技術研究会@九州研究講演会 (参加者70名)、平成16年3月16日に第6回マイクロリアクター技術研究会@九州研究講演会 (参加者55名)、1月9日に第6回佐賀大学連携大学院産学官交流セミナー、3月2日に産学官連携講演会「ナノ材料・セラミックスと新しい産業」 (参加者112名) 等を開催した。

機構図 (3/31現在)



産業技術総合研究所

九州センター独自事業

NO.	事業題名	実施時期	実施場所	特別講演講師所属	講師名	参加者	備考
1	産総研九州センター研究講演会	2004年2月	福岡市内、博多サンヒルズホテル	九州大学大学院 農学研究院 教授	久原 哲	162	
2	第5回マイクロリアクター技術研究会@九州研究講演会	2003年5月	福岡県中小企業振興センター			70	
3	第6回マイクロリアクター技術研究会@九州研究講演会	2004年3月	福岡県中小企業振興センター			55	

平成15年度九州センター産学官連携推進事業（講演会・ミニシンポジウム）

NO.	事業題名	実施時期	実施場所	講師所属	講師名	参加者	目的、概要
1	九州材料加工合同研究会第7回研究講演会	2003/9/12	九州地域産学官交流センター	三菱重工業(株) 長崎研究所	林 慎之 広松 一男	41	九州材料加工合同研究会は、九州内の8大学、7県の工業技術センター、40の企業から構成されており、産学官の連携を進めていく上で、重要な研究会
2	天然素材複合化技術研究グループ講演会	2003/12/11	九州センター	広島大学大学院	松村 幸彦	13	バイオマスの加圧熱水処理の研究に関し産学官連携の強化、発展に資することを目的とした講演会
3	多機能材料技術研究グループ講演会	2003/12/16	九州センター	九州大学産学連携センター	桑野 範之	12	ナノ構造制御技術を用いた各種窒化アルミニウム薄膜センサの開発に関し産学官連携の強化、発展に資することを目的とした講演会
4	無機・有機複合化材料研究グループ講演会	2003/12/18	九州センター	長崎大学大学院	中嶋 直敏	13	無機・有機ハイブリッド材料、カーボンナノチューブに関し、産学官連携の強化、発展に資することを目的とした講演会
5	九州材料加工合同研究会第8回研究講演会	2004/3/24	九州地域産学官交流センター	旭エンジニアリング(株)次世代メンテナンス研究所 日立金属株式会社 素材研究所	今中 拓一 五十嵐芳夫	21	九州材料加工合同研究会は、九州内の8大学、7県の工業技術センター、40の企業から構成されており、産学官の連携を進めていく上で、重要な研究会

第6回連携大学院産学官交流セミナー

NO.	事業題名	実施時期	実施場所	講師所属	講師名	参加者	目的、概要
1	第6回連携大学院産学官交流セミナー	2004/1/9	九州センター	ベンチャー開発戦略研究センター	藤井 昭弘	80	佐賀大学との連携大学院制度の中で取り組んでいる共同研究や、教官と学生の研究成果の紹介並びに、講師による企業人の立場から見た技術開発のあり方についての講演等により産学官連携を推進する

産学官連携講演会「ナノ材料・セラミックスと新しい産業」

NO.	事業題名	実施時期	実施場所	講師所属	講師名	参加者	目的、概要
1	産学官連携講演会「ナノ材料・セラミックスと新しい産業」	2004/3/2	ホテルステーションプラザ	大阪大学 産業科学研究所 産総研 セラミックス研究部門 日本ガイシ(株)研究開発本部 物質・材料研究機構材料研究所 産総研 基礎素材研究部門 東陶機器(株)総合研究所 九州大学大学院	新原 皓一 亀山 哲也 阪井 博明 目 義雄 立山 博 清原 正勝 北條 純一	112	ナノ材料, ファインセラミックスを中心に、産学官連携により新産業創出を促進することを目的として、産総研と九州ファインセラミックス・テクノフォーラム(KFC)が共同企画した講演会

産学官連携交流研究会

NO.	事業題名	実施時期	実施場所	講師所属	講師名	参加者	目的、概要
1	第12回産学官交流研究会「産学官連携による事業化への取り組み～熊本県における事例紹介～」	2003/4/11	九州地域産学官交流センター	(株)ユージーン	井出 博之	40	九州経済産業局と連携し、毎月多方面の有識者を招聘して企業等との交流・連携強化を目的とした研究会
2	第13回産学官交流研究会「産学連携の可能性を探る」	2003/5/9	九州地域産学官交流センター	九州大学大学院経済学研究院	高田 仁	35	
3	第14回産学官交流研究会「経営者に求められる知的財産権戦略」	2003/6/13	九州地域産学官交流センター	(株)西部技研	川上由基人	40	
4	第15回産学官交流研究会「海洋温度差発電に学ぶ新産業創出」	2003/7/11	九州地域産学官交流センター	佐賀大学海洋エネルギー研究センター	池上 康之	40	
5	第16回産学官交流研究会「九州半導体関連企業の生きる道」	2003/8/8	九州地域産学官交流センター	福岡大学工学部	友景 肇	55	
6	第17回産学官交流研究会「九州の中小企業から見た韓国との連携」、「韓国FTAが経済関係に及ぼす影響について」	2003/9/12	九州地域産学官交流センター	第一施設工業(株) 韓国貿易センター 福岡	篠原 統 朴 基植	80	
7	第18回産学官交流研究会「日本ナノテクの事業化戦略」	2003/10/3	九州地域産学官交流センター	日本ナノテク(株)	大林 和生	45	
8	第19回産学官交流研究会「納豆は地球を救う」、「事業として成功する産学共同研究とは～3つの事例紹介～」	2003/11/14	九州地域産学官交流センター	九州大学大学院農学研究院 九州工業大学地域共同研究センター	原 敏夫 田中 洋征	40	

産業技術総合研究所

NO.	事業題名	実施時期	実施場所	講師所属	講師名	参加者	目的、概要
9	第20回産学官交流研究会「新聞社とは」	2003/12/12	九州地域産学官交流センター	読売新聞西部本社編集局	沢田 孝雄	45	
10	第21回産学官交流研究会「世界に羽ばたくベンチャー創出を目指して～九州地域ベンチャーファンドの設立～」	2004/1/9	九州地域産学官交流センター	九州ベンチャーパートナーズ(株)	水口 敬司	70	
11	第22回産学官交流研究会「九州地域の活性化と平成16年度施策」、「西から風を」を目指して～マイクロ空間科学への期待～」	2004/2/13	九州地域産学官交流センター	九州経済産業局長産業技術総合研究所九州センター	鈴木 正徳 清水 肇	50	
12	第23回産学官交流研究会「サンガクモデル失敗から学ぶ12の工夫～財務・マーケティングを中心に～」	2004/3/12	九州地域産学官交流センター	中央青山監査法人福岡事務所	山口 徹也	50	

(注) 上記は、平成14年6月より九州経済産業局と連携して、毎月1回企業等との交流・連携強化のための「産学官交流研究会」として開催している。

4. 地質調査総合センター
地質調査総合センター
(Geological Survey of Japan)

所在地：〒305-8567 つくば市東1-1-1 中央第7 他
概要 産業技術総合研究所地質調査総合センターは、産総研内の地質の調査に関連する組織の総称で、具体的にはあとで示す機構図に含まれる研究ユニット・関連部署・連携研究体及び関連研究コーディネーターからなる。この組織はほぼ旧地質調査所を引き継いでおり、対外的には Geological Survey of Japan を名乗って、各国地質調査所に対して我が国を代表する窓口となっている。

地質の調査は、産総研のミッションの一つとして位置付けられている。地球科学及び関連科学の幅広い分野にわたる研究者を有している地質調査総合センターは、学際的・境界領域的研究分野の積極的開拓を目指した連携体制を構築し、国の知的基盤整備の一翼をになうとともに、地震・火山噴火等の突発的地質災害発生時の緊急調査・観測体制に対応する仕組みとしての機能を持っている。また、地質調査総合センターは、参加する研究ユニットの地球科学分野における研究成果を一つの出口としてまとめ、旧地質調査所の出版物刊行を引き継いだ出版活動及び成果普及活動を実施する仕組みともなっている。更に、産学官連携活動の一環として、経済産業省知的基盤課との定期懇談会、関連業界団体である(社)全国地質調査業協会連合会との定期懇談会の実施も、地質調査総合センターとして行っている。

地質調査総合センターでは、各ユニット及び関連部署間の意思の疎通を計るために、隔週の連絡会議を開催し、情報交換・意見交換等をおこなっているが、研究ユニット間の関係がフラットであることを保証するため、地質調査総合センター内各組織の関係はあくまでも対等であり、従って代表者を置かず、連絡会議の議長及び事務局(地質調査情報部)のみが存在する。

関連組織 (3/31現在)

[地質調査総合センター]

研究コーディネータ 佃 栄吉

[研究ユニット]

[深部地質環境研究センター]

センター長 笹田 政克他

[活断層研究センター]

センター長 杉山 雄一 他

[地球科学情報研究部門]

部門長 富樫 茂子 他

[地圏資源環境研究部門]

部門長 野田 徹郎 他

[海洋資源環境研究部門]

部門長 宮崎 光旗 他

[関連部署]

[成果普及部門 地質調査情報部]

部長 湯浅 真人 他

[成果普及部門 地質標本館]

館長 青木 正博 他

[国際部門 国際地質協力室]

室長 石原 丈実 他

{連携研究体}

[産学官連携部門 北海道地質調査連携研究体]

中川 充 他

{地域拠点等}

[産学官連携部門 関西地質調査連携研究体]

寒川 旭 他

事務局

[成果普及部門 地質調査情報部]

業務報告データ

日付	地質調査総合センター行事
H15. 5. 26	地球惑星科学関連学会(幕張メッセ) (ブース出展) ~29日
H15. 6. 30	国際測地学地球物理学連合2003年総会 (ブース出展) ~7月11日
H15. 7. 15	測量・地図技術フェア in 沖縄 (ブース出展) ~17日
H15. 7. 29	経済産業省知的基盤課との第9回 定期懇談会
H15. 8. 2	ハットンシンポジウム~6日
H15. 8. 7	ゴールドシュミット国際会議 倉敷大会~12日
H15. 9. 19	地質情報展しずおか開催~21日
H15. 9. 25	全地連技術 e-フォーラムさいたま (ブース出展) ~26日
H15. 10. 6	日本地震学会2003年秋季大会 (ブース出展) ~8日
H15. 11. 19	経済産業省知的基盤課との第10回 定期懇談会
H15. 12. 19	地質図の利用普及に関する懇談会準備会
H15. 1. 7	富士川楽座(東名富士川 SA)における 体験型イベント「海一駿河湾」に展示 協力~4月5日
H16. 1. 29	震災対策技術展(神戸会場) (ブース出展) ~30日
H16. 2. 5	震災対策技術展(横浜会場) (ブース出展) ~6日
H16. 2. 12	第3回全地連/地質調査総合センター 懇談会

5. 計量標準総合センター

計量標準総合センター

(National Metrology Institute of Japan)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1中央第3

人員：405 (272) 名

概要：産業技術総合研究所内の計測標準研究部門、成果普及部門計量研修センター及び計量標準管理部、国際部門国際標準協力室の4つの部署を一括して、計量標準総合センター（National Metrology Institute of Japan：NMIJ）と総称している。計量標準総合センターは、この4部署が互いに連携を取りながら、経済産業省が企画立案する政策のもと、計量標準や計測分析技術に関する先導的な研究開発を行っていくとともに、質の高い標準供給を行い、我が国のトレーサビリティ制度と法定計量制度の発展に貢献をしている。また、計量標準総合センターは、外部からは産総研の計量に関わる活動の中核的な組織として位置付けられ、国際的にはメートル条約などにおいて日本の代表機関として位置付けられている。

計量に関わる活動を円滑に進めるために、企画本部も交えて毎週1回の定期的な連絡会を開催しており、その事務局を計量標準管理部が担っている。

具体的な、主な活動は以下の通りである。

- 1) 標準整備計画に基づく、既存の計量標準の維持・改善と新しい標準の研究・開発
- 2) 高品質な標準の供給、共同研究・技術指導、広報活動等による成果の普及
- 3) 計量標準の需要動向の調査と、それに基づく標準整備計画や研究課題への反映
- 4) メートル条約、OIML 条約などの国際条約に基づく活動（計量標準の国際相互承認 [MRA]、各国の国家計量機関 [NMI] との研究協力・技術協力など）
- 5) 計量や計測に関する人材の育成
- 6) 計量法に基づく計量器の型式承認試験、基準器検査等

 関連組織 (3/31現在)

[計量標準総合センター] 代表 田中 充

[計測標準研究部門]

部門長 田中 充 他

[成果普及部門計量標準管理部]

部長 中野 英俊 他

[計量行政調査室]

室長 井原 俊英 他

[標準供給保証室]

室長 小池 昌義 (併) 他

[成果普及部門計量研修センター]

センター長 秦 勝一郎 他

[国際部門国際標準協力室]

室長 岡路 正博 他

 業務報告データ

- ・計量標準総合センター全体会合 2回
(7月15日、1月5日)
- ・知的基盤課・計量標準総合センター連絡会 3回
(4月15日、7月8日、1月27日)

・計量標準総合センター連絡会 37回

・2003年度供給開始標準項目

物理標準 27、 標準物質 34

・ピアレビュー

標準16品目に対して技術審査を7回実施

・品質システムの新たな認定件数

新たに26種類、52の計量標準について認定取得
 国際比較

時間	長さ	質量	振動・音響	温度	
4	1	9	1	3	
物質	測光放射	放射線	電磁気	合計	
3	0	5	0	26	

・講演会等 10回

1. NMIJ セミナー「計測・試験器の遠隔校正 (e-trace) の提案」4月10日 東京ビッグサイト
2. NMIJ セミナー「ASEAN 地域におけるトレーサビリティの現状」4月10日 東京ビッグサイト
3. 計量標準100周年記念講演会・記念式典・祝賀会
5月20日 経団連会館
4. 計量標準100周年記念計量標準セミナー
5月21日 3-9棟会議室
5. 第8回 NMIJ セミナー「新規 NMIJ 標準物質と高精度分析法」9月12日 幕張メッセ
6. 計測展2003TOKYO 基調講演・コンファレンス
11月5日・6日・7日 東京ビッグサイト
7. パイオ計量標準シンポジウム
「パイオテクノロジーにおける計測の国際標準化にむけて」11月14日 都市センターホテル
8. 計測標準フォーラム NMIJ-日本 NCSLI 第1回合同講演会 11月21日 大田区産業プラザ PiO
9. 計測標準研究部門第4回成果発表会
11月11日・12日 3-9棟会議室
10. 計測標準研究部門第5回成果発表会
1月23日 3-9棟会議室

・イベント参加 3回

1. TEST2003
第7回総合試験機器展 (4月9-11日)
2. 2003分析展 幕張メッセ (9月10-12日)
3. 計測展2003TOKYO 東京ビッグサイト

(11月5-7日)

- ・産総研計量標準報告 Vol.2 No.1 発刊 (2003.4)
- ・産総研計量標準報告 Vol.2 No.2 発刊 (2003.7)
- ・産総研計量標準報告 Vol.2 No.3 発刊 (2003.12)
- ・産総研計量標準報告 Vol.2 No.4 発刊 (2004.1)
- ・産総研計量標準モノグラフ 第3号発刊 (2004.3)
「[NMIJ CRM 7301-a 海底質 (ブチルスズ分析用)]の開発」
- ・「世界をひとつに結ぶ計量標準」ビデオ (日本語版・英語版作成)
- ・「法定計量」ビデオ (日本語版・英語版作成)

Ⅲ. 資 料

Ⅲ. 資 料

従来の工業技術院年報では大部分を占めていた研究発表、特許登録などのデータは、産業技術総合研究所年報からは、単に研究ユニット別の発表数等を記載している。これらのデータは、産業技術総合研究所公式ホームページ (<http://www.aist.go.jp/>) からデータベースの形で提供されている。検索等が自由に行えるため、是非、公式ホームページにアクセスしていただきたい。

資料

1. 研究発表

ユニット名称	論文発表		口頭発表		著書刊行物	地球科学情報				計量技術情報						
	(査読付)	(全て)	(国際学会)	(全て)	(全て)	地球科学研究成果論文誌	地質基本図幅	地質図類・地球科学図	計	プロトコル	計量に係わる告示など	計量関係JIS、TR	特定要求事項	内 部マニュアル	法人発行の計量技術論文	計
深部地質環境研究センター	27	30	36	129	18	3	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
活断層研究センター	30	35	68	142	33	18	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
化学物質リスク管理研究センター	25	26	18	45	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	16	17	9	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ライフサイクルアセスメント研究センター	24	32	35	123	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
パワーエレクトロニクス研究センター	24	25	20	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生命情報科学研究センター	41	52	27	102	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生物情報解析研究センター	36	38	30	157	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ティッシュエンジニアリング研究センター	21	25	15	92	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒューマンストレスシグナル研究センター	34	40	15	96	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強相関電子技術研究センター	43	44	68	140	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
次世代半導体研究センター	48	55	63	160	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
サイバーアシスト研究センター	16	25	1	25	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	14	14	6	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ものづくり先端技術研究センター	16	19	7	42	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高分子基盤技術研究センター	31	34	31	105	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
光反応制御研究センター	43	44	49	146	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新炭素系材料開発研究センター	28	38	30	81	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
シナジーマテリアル研究センター	57	58	53	83	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
超臨界流体研究センター	28	40	17	64	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スマートストラクチャー研究センター	57	69	38	92	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
界面ナノアーキテクニクス研究センター	63	68	54	244	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
グリッド研究センター	15	18	31	105	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
爆発安全研究センター	22	25	18	98	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
糖鎖工学研究センター	54	56	11	137	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
年齢軸生命工学研究センター	12	14	15	49	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
技術と社会研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
デジタルヒューマン研究センター	30	35	28	72	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
近接場光応用工学研究センター	19	21	26	41	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ダイヤモンド研究センター	6	6	18	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
バイオニクス研究センター	16	16	10	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ジーンファンクション研究センター	26	35	31	99	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計測標準研究部門	182	237	155	618	38	0	0	0	0	14	49	6	7	132	15	223
地球科学情報研究部門	107	138	189	448	102	17	34	7	58	0	0	0	0	0	0	0
地圏資源環境研究部門	93	120	108	272	84	4	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0
海洋資源環境研究部門	125	157	113	408	30	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
エネルギー利用研究部門	192	218	172	505	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電力エネルギー研究部門	145	159	181	476	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
環境管理研究部門	115	140	114	327	31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
環境調和技術研究部門	116	149	95	336	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
情報処理研究部門	32	36	24	75	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
知能システム研究部門	119	132	75	237	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
エレクトロニクス研究部門	171	191	114	285	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
光技術研究部門	202	227	194	498	27	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	7
人間福祉医学工学研究部門	116	126	81	320	48	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
脳神経情報研究部門	74	91	41	140	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
物質プロセス研究部門	79	80	55	237	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
セラミックス研究部門	152	161	149	410	17	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
基礎素材研究部門	188	228	157	425	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
機械システム研究部門	113	130	102	298	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ナノテクノロジー研究部門	101	107	115	327	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計算科学研究部門	39	44	54	153	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生物機能工学研究部門	111	133	82	379	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
人間系特別研究体	48	50	52	196	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生活環境系特別研究体	122	123	82	286	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	6	8	24	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ライフエレクトロニクス研究ラボ	77	82	34	105	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

産業技術総合研究所

ユニット名称	論文発表		口頭発表		著書刊行物 (全て)	地球科学情報				計量技術情報						
	(査読付)	(全て)	(国際 学会)	(全て)		地球科学 研究成果 論文誌	地質基本 図幅	地質図 類・地球 科学図	計	プロトコル	計量に係 わる告示 など	計量関係 JIS、TR	特定要求 事項	内 部 マニュアル	法人発行 の計量 技術論文	計
メンブレン化学研究ラボ	23	25	9	45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
マイクロ空間化学研究ラボ	18	19	11	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
極微プロファイル計測研究ラ ボ	3	4	11	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
単一分子生体ナノ計測研究ラ ボ	20	23	23	62	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
循環バイオマス研究ラボ	3	3	6	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
システム検証研究ラボ	2	11	8	33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
先端情報計算センター	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
特許生物寄託センター	7	7	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
バンチャー開発戦略研究セン ター	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェロー	6	6	15	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北海道地質調査連携研究体	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
連携融合研究体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
関西地質調査連携研究体	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溶融炭酸塩形燃料電池連携研 究体	4	6	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大分福祉技術連携研究体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
先端 SoC 連携研究体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
環境調和型ディーゼルシステ ム連携研究体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
次世代モバイル用表示材料連 携研究体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大型 FPD 連携研究体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合 計	3,834	4,427	3,529	11,019	782	46	34	11	91	14	49	18	7	136	18	242

資料

2. 兼 業

平成15年度兼業一覧

所属 \ 依頼先	大 学	官 庁	民 間	公的法人	その他	計
活断層研究センター	1					1
化学物質リスク管理研究センター		1		3		4
ライフサイクルアセスメント研究センター	2			4		6
パワーエレクトロニクス研究センター				1		1
生命情報科学研究センター	1	1	2	3		7
生物情報解析研究センター			1 (1)	1		2 (1)
ティッシュエンジニアリング研究センター	1	2	1	8	1	13
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2		1 (1)	2		5 (1)
次世代半導体研究センター			4 (2)	6		10 (2)
サイバーアシスト研究センター	2	1	4 (3)	5		12 (3)
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター				3		3
ものづくり先端技術研究センター	1		1 (1)	1		3 (1)
高分子基盤技術研究センター				3		3
光反応制御研究センター	1			1		2
新炭素系材料開発研究センター	1			2		3
シナジーマテリアル研究センター	1			1		2
超臨界流体研究センター				1		1
界面ナノアーキテクニクス研究センター	1			2		3
グリッド研究センター	1	1	3	4		9
爆発安全研究センター	1			3		4
糖鎖工学研究センター			2 (1)	3		5 (1)
年齢軸生命工学研究センター			3	5		8
技術と社会研究センター				1		1
デジタルヒューマン研究センター (H15・4・1ラボから変更)				6		6
ダイヤモンド研究センター	1					1
ジーンファンクション研究センター (H15・9・1ラボから変更)				1		1
計測標準研究部門	7	1	1	11		20
地球科学情報研究部門	4		1 (1)			5 (1)
地圏資源環境研究部門	1			5		6
海洋資源環境研究部門	1		1			2
エネルギー利用研究部門	1	1		20		22
電力エネルギー研究部門	1		4 (1)	5		10 (1)
環境管理研究部門	2			13		15
環境調和技術研究部門	11	2	1	14		28
情報処理研究部門	2		6	10		18
知能システム研究部門	3		6 (1)	17		26 (1)
エレクトロニクス研究部門	2	1		5		8
光技術研究部門	2			14		16
人間福祉医工学研究部門	8	3	2 (1)	12		25 (1)
脳神経情報研究部門	2	1		6	1	10
物質プロセス研究部門	4			16		20
セラミックス研究部門	5		10 (4)	1		16 (4)
基礎素材研究部門	2	2	1 (1)	5		10 (1)
機械システム研究部門	2	2		6		10
ナノテクノロジー研究部門	4	1	1	13		19
計算科学研究部門	1			3		4
生物機能工学研究部門	4	2	4 (1)	13		23 (1)
人間系特別研究体	1	1	2 (1)	7		11 (1)
生活環境特別研究体		1	1			2
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ				2		2
デジタルヒューマン研究ラボ (H15・4・1センターへ変更)	1					1
ライフエレクトロニクス研究ラボ	1			3		4
マイクロ空間化学研究ラボ				1		1
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ	1					1
極微プロファイル計測研究ラボ				1		1
ジーンファンクション研究ラボ (H15・9・1センターへ変更)	1		1			2
循環バイオマス研究ラボ				2		2
システム検証研究ラボ				1		1
フェロー			1 (1)	1		2 (1)
研究関連・管理部門・その他	4	34	5 (1)	28		71 (1)
合 計	95	58	70 (22)	305	2	530 (22)

※カッコの数字は、国公法第103条兼業（役員兼業）を内数で表記してある。

3. 委員委嘱

平成15年度委員委嘱データ

ユニット名称	件数
深部地質環境研究センター	29
活断層研究センター	45
化学物質リスク管理研究センター	47
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター	12
ライフサイクルアセスメント研究センター	51
パワーエレクトロニクス研究センター	8
生命情報科学研究センター	3
生物情報解析研究センター	19
ティッシュエンジニアリング研究センター	34
ヒューマンストレスシグナル研究センター	26
強相関電子技術研究センター	1
次世代半導体研究センター	24
サイバーアシスト研究センター	23
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター	10
ものづくり先端技術研究センター	30
高分子基盤技術研究センター	21
光反応制御研究センター	15
新炭素系材料開発研究センター	27
シナジーマテリアル研究センター	128
超臨界流体研究センター	13
スマートストラクチャー研究センター	26
界面ナノアーキテクニクス研究センター	7
グリッド研究センター	24
爆発安全研究センター	65
糖鎖工学研究センター	9
年齢軸生命工学研究センター	7
技術と社会研究センター	1
デジタルヒューマン研究センター	24
近接場光応用工学研究センター	3
ダイヤモンド研究センター	18
バイオニクス研究センター	1
ジーンファンクション研究センター	2
計測標準研究部門	550
地球科学情報研究部門	190
地圏資源環境研究部門	193
海洋資源環境研究部門	129
エネルギー利用研究部門	272
電力エネルギー研究部門	219
環境管理研究部門	126
環境調和技術研究部門	116
情報処理研究部門	82
知能システム研究部門	129
エレクトロニクス研究部門	40
光技術研究部門	102
人間福祉医工学研究部門	134
脳神経情報研究部門	23
物質プロセス研究部門	50
セラミックス研究部門	142
基礎素材研究部門	191
機械システム研究部門	116

資 料

ユニット名称	件 数
ナノテクノロジー研究部門	25
計算科学研究部門	24
生物機能工学研究部門	56
人間系特別研究体	55
生活環境系特別研究体	121
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ	3
ライフエレクトロニクス研究ラボ	15
メンブレン化学研究ラボ	4
マイクロ空間化学研究ラボ	12
極微プロファイル計測研究ラボ	4
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	7
循環バイオマス研究ラボ	10
システム検証研究ラボ	4
先端情報計算センター	1
特許生物寄託センター	4
ベンチャー開発戦略研究センター	3
フェロー	21
その他部門等	715
合 計	4641

4. 中期目標

独立行政法人産業技術総合研究所は、3200人余の職員を擁する我が国最大規模の公的研究機関である。経済産業省傘下の独立行政法人として期待する役割は、多岐にわたる分野の研究者集団の融合と創造性の発揮による研究活動を通じた新たな技術シーズの創出、機動性・開放性を駆使した産学官ポテンシャルの結集による産業技術力の向上や新規産業の創出への取組みであり、さらには、地質の調査や計量標準の普及・供給に代表される国家的視点に立った信頼性と継続性の要求される業務の遂行を通じた産業社会にとっての知的基盤等の充実への貢献である。そしてこれらを通じた我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与していくことが期待される。

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

1. 中期目標の期間

独立行政法人産業技術総合研究所の平成13年度から始まる第1期における中期目標の期間は、4年（平成13年4月～平成17年3月）とする。

2. 業務運営の効率化に関する事項

平成13年度から始まる第1期は、研究業務（独立行政法人産業技術総合研究所法（以下個別法）第11条第1項第1号から第3号に規定された業務）、研究関連業務（同条同項第4号に規定された業務）、管理業務（同条同項第5号に規定された業務）の遂行における費用対効果の抜本的向上を図るため、以下の目標を実現するものとする。

1) 【組織運営】

工業技術院に属する試験研究機関15所及び計量教育習所を統合して産業技術総合研究所を発足させたことに鑑み、下記の各業務について、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い研究組織、制度を確立するものとする。また、地域における産業競争力の強化、新規産業の創出に貢献するため、地域の産業界、大学、地方公共団体等と連携を図りつつ、地域展開を図るものとする。

- ・研究業務においては、多重構造を排除したフラットな研究組織を構築すること。
- ・関連業務においては、集中と分散による効率的な運営を行うこと。
- ・管理業務においては、重複業務を整理するとともに、施設・スペース管理を徹底し、有効活用すること。

2) 【戦略的企画】

研究課題の適切な選択および重点化を行うために、科学技術基本計画（閣議決定、2001年3月）、国家産業技術戦略（国家産業技術戦略検討会、2000年4月）、産業技術戦略（産業技術審議会、2000年4月）等に沿った重点研究課題を選び出し、研究資源の集中投資により研究開発を効果的に進めるなど、戦略的に企画するものとする。また、研究課題の評価を定期的に行い、外部ニーズ等の的確な反映により研究展開の柔軟性を保つものとする。

3) 【機動的な研究組織】

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

4) 【研究の連携・協力】

他省庁研究機関、大学、民間企業等、様々な外部ポテンシャルとの連携・協力を強化し、研究推進の効率化を図るとともに、積極的に外部機関等における研究開発の発展に貢献するものとする。

5) 【評価と自己改革】

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

6) 【職員の意欲向上と能力啓発】

定期的に個人の業績を様々な観点から評価し、その結果を具体的な処遇・人員配置として適切に反映させ、勤労意欲の向上を図るとともに、業務を行う上で必要な研修の機会を与え、職員の能力の啓発に努めるものとする。

7) 【研究員の流動性の確保】

若手研究員の自主性、自立性を高める等、国内外の研究者コミュニティにおける人材の流動性の向上を図るとともに、蓄積された高いキャリアを様々な業務において有機的に活用するものとする。

8) 【業務の情報化の推進】

管理業務においては、先進的に電子化を導入し、ネットワークを活用した事務処理の効率化を進め、処理の効率化・ペーパーレス化・迅速化を図るものとする。

9) 【外部能力の活用】

各業務を精査し、業務内容の見直し、外部専門家の活用を検討し、適当と考えられる業務については外部委託を推進するものとする。

10) 【省エネルギーの推進】

研究開発においても、環境に調和して持続的に発展可能な社会に適応するため、エネルギーの有効利用に努めるものとする。

11) 【環境影響への配慮】

研究活動の環境影響への配慮の観点から、関係規格への対応を進めるものとする。

12) 【事業運営全体の効率化】

運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、中期目標の期間中、毎年度、平均で前年度比1%の業務経費の効率化を行う。

3. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

個別法に記載されたミッションに鑑み、産業界、学界等との役割分担を図りつつ、下記1) から3) に該当する各研究開発目標を遂行して、産業技術の高度化、新産業の創出及び知的基盤の構築に貢献し、我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与するものとする。

1) 【鉱工業の科学技術】《別表1》

2) 【地質の調査】《別表2》

3) 【計量の標準】《別表3》

1) ～3) の共通事項

ア) [政策的要請への機動的対応と萌芽的課題の発掘]

各分野における社会的政策的要請等に機動的に対応するために、最新の技術開発動向の把握に努め、重要性の高い研究課題や萌芽的な研究課題の発掘、発信を行うとともに、研究体制の構築等の必要な措置を講じ、研究開発を実施し、産業競争力の強化、新規産業の創出に貢献する。

イ) [研究活動の質的向上]

研究活動の質的向上を担保するため、以下の方策をとるものとする。

- ・外部意見を取り入れた研究ユニット評価と運営を行うこと。
- ・競争的研究環境を醸成すること。
- ・優れた業績をあげた個人について積極的に評価する。

ウ) [成果の発信]

研究所の概要、研究の計画、研究の成果等について、印刷物、データベース、インターネットのホームページ等の様々な形態により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行うものとする。研究活動の遂行により得られた成果が、産業界、学界等において、大きな波及効果を及ぼすことを目的として、特許、論文発表を初めとし、研究所の特徴を最大限に発揮できる、様々な方法によって積極的に発信するものとする。

エ) [産学官一体となった研究活動への貢献]

産業界、大学と一体になったプロジェクトなど、産学官の研究資源を最大限に活用できる体制の下で

の研究活動の展開へ貢献するものとする。

4) 【技術指導、成果の普及等】

ア) [産業界との連携]

産業界等との役割分担を図りつつ研究開発活動を推進するとともに、研究所で醸成された研究成果が、産業界等で広く活用されることを目指し、産業界等と積極的に以下のような研究協力・連携を推進するものとする。

- ・日本全国に配置された研究拠点を活用して、広く研究開発ニーズや産学官の連携に対するニーズの発掘、収集に努めるとともに、ベンチャーも含めた産業界への技術移転等に努めること。
- ・技術相談等に的確に対応するとともに、これに伴う新たな展開として共同研究への発展を図る等、積極的に技術移転に努めること。特に外部ニーズに積極的に対応するために、受託研究制度を抜本的に見直し、研究受託件数の大幅な増加に努めること。
- ・産業界を支える人材の育成と産業技術力向上への貢献を目指し、企業等研修生、共同研究等に伴う共同研究者等を積極的に受け入れること。

イ) [大学への協力]

大学への協力として連携大学院制度等への積極的な協力を行うものとする。

- ・将来の産業界を支える人材の育成への貢献を目的として、学生の受け入れ、連携大学院制度への積極的な参画をすること。

ウ) [知的貢献]

学界、産業界への知的貢献として、内部研究人材・研究ポテンシャルを外部へ提供・活用するものとする。

- ・研究所の人的ポテンシャルの提供を積極的に進め、大学、大学院等の高等教育機関、学会、委員会、民間企業等へ、職員を派遣すること。

エ) [政策立案等への貢献]

産業技術に係る政策立案への貢献を積極的に推進するものとする。

- ・産業技術に係る研究所の持てる研究ポテンシャルを結集して、経済産業省、総合科学技術会議等における産業技術に関する政策立案に技術的側面から貢献すること。

オ) [標準化・規格化等、知的基盤への貢献]

国内外から要請の高い各種の標準化、規格化等、知的基盤構築に対して積極的に貢献するものとする。

- ・計量標準、工業標準、化学物質標準、地質図等、知的基盤の整備に貢献すること。
- ・国内外での標準化を目的とした技術開発を実施し、また標準の策定を支援する体制を整備すること。
- ・アジア諸国との標準化協力関係を構築すること。

カ) [国際活動]

科学技術に関する国際的な研究展開、成果の国際

普及、途上国技術支援を行うものとする。

- ・国際協力、国際貢献の観点から、国際協力プロジェクトの発掘・実施を積極的に進める等、国際的な研究展開を行うとともに、国際シンポジウムを開催し研究成果の公開普及、研究者の交流を図ること。
- ・発展途上国への技術協力・技術支援の観点から、国際協力プロジェクト等へ参画し、海外研修生の受け入れ等を積極的に推進すること。

5) 【情報の公開】

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国民の信頼を確保するという観点から、情報の公開に適正に対応するものとする。

6) 【その他の業務】

[特許生物の寄託業務]

- ・特許にかかる寄託制度の運営に関わることによる産業界への貢献を目的に、特許庁委託による生物株の寄託・分譲の業務を適切かつ円滑に遂行するものとする。

[独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業]

- ・標準化関係業務等に関する共同事業を行うものとする。

4. 財務内容の改善に関する事項

- 1) 運営費交付金を充當して行う事業については、「2. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項について配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を行う。

- 2) 積極的に外部資金の増加に努め、総予算に対する固定的経費の割合の縮減等の経営努力を行う。

- ・自己収入の増加

外部資金、特許実施料等、自己収入の増加に努めるものとする。

- ・固定的経費の割合の縮減

大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合を縮減するものとする。

5. その他業務運営に関する重要な事項

- 1) 業務の実施に必要な施設・設備の適切な整備に努めるものとする。

- 2) 管理業務に関わる支出額（人件費）の総事業費に対する割合を抑制するものとする。

別表1 鈹工業の科学技術

鈹工業の科学技術の研究開発については、研究課題を科学技術基本計画、国家産業技術戦略、産業技術戦略等に基づき重点化することとし、学界活動を先導して科学技術水準の向上に寄与するか、経済産業省の政策立案・実施に貢献するか、産業界の発展に貢献するか、国民生活の向上に寄与するか等の観点から決定するものとし、また、科学技術の進歩、社会・経済情勢の変化は絶え間ないことから、これら外部要因に基づいて研究課題を柔

軟に見直すよう努めるものとする。併せて、新たな産業技術の開拓に資する研究開発課題・研究分野の開拓を目指し、経済産業省、総合科学技術会議等における産業技術に関する戦略等の検討に反映させるものとする。

(1) 社会ニーズへの対応

1. 高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現

1-1. バイオテクノロジー分野

高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現及びバイオテクノロジー分野における産業創成をめざして、ポストゲノム時代におけるゲノム情報の応用、生命機能の理解とその人間生活向上への利活用、高度な情報処理機構を利用した脳科学・細胞生物学、環境計測・浄化・保全や廃棄物処理等のバイオテクノロジー技術及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

① ゲノム情報利活用技術及び有用蛋白質機能解析

- ・ゲノム情報に基づく生物情報の取得・解析・整理統合化に関して、発現頻度情報の取得とデータベースの作成を行う。また、最高レベルの構造解析システム及びモデリング技術を開発する。

- ・物質転換プロセスに役立つ遺伝子の抽出と利用技術、生体分子の観測に役立つ基盤技術を開発する。

② 有用生物遺伝子資源探索と機能性生体分子創製・利用

- ・核酸及び蛋白質の構造・機能を解析し、革新的な機能遺伝子の創製及び改良のための基盤技術を開発する。

- ・複合生物系、海洋生物、低温適応生物等からの有用遺伝子、分子の探索、生物の環境への適応機構の解析及びその解析・利用技術を開発する。また、細胞操作のための新技術を開発する。

- ・生物遺伝子資源を原料とした環境保全型材料の開発のための基盤技術を開発する。また、生物機能を利用した環境中の有害物質等のモニタリング及び除去のための基盤技術を開発する。

- ・遺伝子操作微生物の環境安全性を科学的に評価するために必要な基盤技術を開発する。

③ 脳科学技術（脳機能解析・脳型コンピュータ）

- ・脳機能を理解し、これを安心・安全で質の高い生活の実現に向けて利用することを目的に、脳や知覚・感覚器官の分子細胞レベルでの構造と仕組み、情報処理機構を解明する。

④ 分野融合的課題

- ・バイオ分野と他分野の融合的な研究により、筋肉活動等の修復を支援するために必要な神経細胞への電子デバイスの直接接合技術及び人工筋肉の開発に必要な基盤技術を開発する。

1-2. 医工学・福祉分野

高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現のために、医工学・福祉分野では、生体機能代替技術、医療診断・治療支援機器開発技術、福祉機器開発技術、生体ストレス・人間特性計測応用技術、及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

① 生体機能代替技術

臓器移植に代わる新たな治療技術を実現するため、細胞培養技術を用いた代替組織・代替臓器の構築技術及び長期間使用可能な人工臓器を開発するものとする。

- ・臓器移植に代わる新たな治療技術を実現するため、細胞培養技術を用いて、代替組織・代替臓器として機能する埋込み型細胞組織デバイスを開発する。
- ・在宅医療を実現するために、長期間連続使用可能な体内埋め込み型人工臓器を開発する。また、人工機能代替材料の生体適合性の評価手法を確立する。

② 医療診断・治療支援機器開発技術

診断・治療に伴う患者と医師の身体的負担を軽減するために、無侵襲・低侵襲の診断機器及び治療支援機器の開発に貢献するものとする。

- ・手術に伴う患者の身体的負担を軽減するために、低侵襲での診断と治療ができる画像誘導型の手術支援システムを開発する。
- ・医療診断における診断画像の取得の高速化・高精密度のために、次世代型高次生体機能計測装置に必要な基盤技術を開発する。

③ 福祉機器開発技術

高齢者・障害者の活発な社会参加と自立を実現するために、高度情報技術及びメカトロニクス技術を利用した新しい福祉機器を開発する。また、福祉用具の人体適合性の評価手法を確立するものとする。

- ・高齢者・障害者の社会参加を促し、介護者の負担を軽減するために、日常生活を支援するリハビリ訓練機器等の自立支援福祉機器を開発する。
- ・適切な福祉機器の提供を行うために、高齢者・障害者向け福祉機器・用具の人体適合性を的確に評価できる手法を開発する。

④ 生体ストレス・人間特性計測応用技術

多様な生活者ニーズに対応したユニバーサルな製品・環境を創出するため、生体ストレスの解明、人間・生活特性の計測手法を開発するとともに、人間特性データに基づく製品・環境の設計支援技術を開発するものとする。

- ・人間生活における様々なストレスの軽減を目指し、環境ストレスが人間に及ぼす影響の解明に基づき、環境ストレス物質等の計測手法を開発する。
- ・多様な生活者ニーズに対応した生活環境を実現するために、生活行動特性の客観的な計測技術を開発し、人間特性データベースを構築し、人間適合性の高い

製品・環境の設計支援技術を開発する。

2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現
高性能化する情報通信環境を活用して、時間や場所の制約を受けずに、必要とする情報・知識を誰もが自由自在に創造、流通、共有できる高度な情報通信社会の実現を目指して、ヒューマンインターフェース技術、ネットワーク関連技術、高度コンピューティング技術、情報化基盤技術の研究項目について、以下のような研究開発を推進するものとする。

① ヒューマンインターフェース技術

高度情報化社会の恩恵を誰もが受けられるように、情報システムが人間の表現を読みとり人間に合わせる技術、知的な次世代個人通信システム技術等を開発するものとする。

- ・人々の様々な知的活動や作業を支援あるいは代行する情報システムを、生活支援、公共システム支援、社会安全、産業強化の視点から開発して、産業・生活両面において、人の行動・生活を支援する対人親和性の高い知能システムの実現に貢献する。
- ・個人の情報利用を支援し、情報弱者にも使いやすい知的情報サービスシステムを提供する、位置と状況に基づく次世代個人通信システムの実現を目的として、位置情報を通信に用いたデバイスの研究を行い、ネットワーク上での知的情報サービスシステムのプロトタイプを開発する。

② ネットワーク関連技術

ネットワークを用いて行政機関へのアクセス、高度コンピュータシステムの利用、広く普及した計算機資源の有効利用が安全かつ高速で実現される手法を開発するものとする。

- ・電子政府の実現と維持に必要なセキュリティ技術を開発する。

③ 高度コンピューティング技術

膨大な情報を高速に分析、処理、蓄積、検索することができることを目的として、高度コンピューティング技術を開発するものとする。

- ・大規模計算技術と情報数理論を用いた、分子構造予測、ゲノム配列解析、細胞シミュレーションなどのバイオインフォマティクス研究を推進し、生命機構に関する知識を計算機で詳細かつ高速に発見する情報技術を開発する。
- ・産業基盤に資する並列・分散環境での高性能計算機システム利用技術を普及し、この分野の中核的研究拠点となることを目的として、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術との融合を図った情報インフラを構築し、世界的な標準化構築のための技術を開発する。

④ 情報化基盤技術

今後ますます増大する情報通信技術の高度化のニーズに対応していくため、次世代半導体技術、デバ

イス技術、ソフトウェア技術等の共通基盤技術を開発するものとする。

- ・強相関電子の概念を中核とした革新的な電子技術における独創的成果を挙げることを目的として、強相関電子系相制御技術、超格子物質・接合作製技術、極限スピン計測技術、強相関デバイスプロセス要素技術、強相関フォトニクス物質、量子位相制御理論、などの強相関電子技術の基礎を確立する。
- ・2010年以降の超高速・大容量情報通信環境を実現するために必要な超高集積・低消費電力集積回路技術の基盤を確立する。
- ・情報通信における一層の多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にする要素技術を確立する。
- ・大容量・高速記憶装置技術の新たな応用の開拓と新規産業の創出を目的として、光による情報記録を波長の数分の1程度の微細領域で可能とする技術を確立する。
- ・情報技術を人類社会の持つ多様性に対応可能にすることを目的として、公共性と中立性の高いソフトウェアを開発し、言語や文化の多様性や、ソフトウェアの利用形態や開発体制の多様性に対応できる情報処理技術を確立する。

3. 環境と調和した経済社会システムの構築

環境の保全と経済社会活動とが調和した持続的な循環型経済社会システムの構築に向けて、化学物質安全管理技術、資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開発を含む）、オゾン層破壊・地球温暖化対策技術、ライフサイクルアセスメント技術、グリーンケミストリー技術（低環境負荷型化学プロセス技術）、及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

① 化学物質安全管理技術

製造過程や製品、廃棄物等に含まれ、人間や環境に悪影響を及ぼす化学物質のリスクを極小化・管理する経済社会を実現するものとする。

- ・化学物質の安全性の評価・管理に係る技術基盤の整備・確立を目的として、環境汚染物質に係る排出・移動登録（PRTR）対象物質を10程度にグループ化し、各グループについて、化学物質の有害性の定量的評価技術、化学物質の曝露評価のための要素技術、及び地圏汚染評価のための地盤調査法とリスク解析手法を開発する。また、生態リスク評価手法を開発する。
- ・火薬類の新しい規制技術基準を構築するための基盤を確立する。
- ・化学物質の適正管理に係る技術基盤の整備・確立を目的として、コンパクトで簡便な分析システムのための要素技術を開発する。

② 資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開

発を含む）

金属資源や有機系資源の有効利用と廃棄物の減量化、並びに低環境負荷型材料開発による資源循環型の経済社会を実現するものとする。

- ・廃棄物・副産物の原材料化とエネルギーとしての再生利用を目的として、製品粉碎粒子を対象としたカラム型風力選別機による乾式選別及び微小脈動流を利用した湿式比重選別の要素技術を開発する。
- ・プラスチックのリサイクル性と環境適合性を高める目的で、熱硬化性樹脂等のリサイクルが困難なプラスチック廃棄物のモノマーリサイクル技術を開発する。

③ オゾン層破壊・地球温暖化対策技術

フッ素系化合物によるオゾン層の破壊と二酸化炭素等による地球温暖化を抑制する経済社会を実現するものとする。

- ・温室効果ガス排出の最小化を目的として、フッ素系温室効果ガスの代替物の開発指標を確立する。
- ・二酸化炭素の貯留・固定を目的として、二酸化炭素と海水との相互作用の評価技術、海洋隔離による局所的な環境影響評価技術、海洋環境の将来予測手法、及び海洋／大気／植生間の二酸化炭素交換量および化石燃料消費による放出量の地域分布の評価手法を開発する。
- ・二酸化炭素等の低反応性小分子の固定化・有効利用を目的として、光触媒による新規な固定化技術、炭化水素の脱水素反応との組み合わせによる有効利用技術を開発する。

④ 環境負荷評価技術

製品の製造、輸送、廃棄等ライフサイクル全体での環境負荷の低減を図る経済社会を実現するものとする。

- ・ライフサイクルアセスメントによる製品や製造プロセス等の最適化を目的として、国際標準準拠型及び製品設計のためのソフトウェアを開発する。

⑤ 低環境負荷型化学プロセス技術

環境負荷の大きい原材料、製品、あるいは製造プロセスを代替する化学技術による持続可能な経済社会を実現するものとする。

- ・製造過程で酸塩化物やホスゲン等のハロゲン化合物を用いないファインケミカルスや高分子の合成法を開発する。
- ・水素や過酸化水素等の製造、輸送プロセスのグリーン化を目的として、水素透過金属膜、ゼオライト系等の二元機能触媒、及び金属担持薄膜触媒を用いる反応プロセスを開発する。

4. エネルギー・資源の安定供給確保

経済性と供給安定性を考慮した環境調和型エネルギー・資源供給構造の構築という社会的要請に対応するため、電力技術、省エネルギー技術、新エネルギー技

術、資源技術等及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

① 電力技術

国際的に遜色のない低廉な電力供給の実現、エネルギーセキュリティ確保及び地球環境問題への対応という社会的要請に応えるため、その一翼を担うべく、革新的電力デバイスと電力ネットワークの基盤技術の開発、超電導技術による高効率電力輸送技術の基盤技術を開発するものとする。

- ・革新的電力デバイスと電力ネットワークの基盤技術を開発する。
- ・超電導技術による高効率電力輸送技術の基盤技術を開発する。

② 省エネルギー技術

CO₂排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するために、エネルギー高効率利用技術、動力等への変換合理化利用技術、エネルギー回収・蓄エネルギー技術、省エネルギーネットワーク技術に関する研究開発を行うものとする。

- ・ガスタービン発電システムの直接的な燃料となるクリーンコール製造技術、作動ガス循環型動力システムにおける燃焼制御技術を開発する。
- ・省エネルギー化の基盤技術確立に資するために、高出力密度電源の開発、二次電池のための新規材料開発、省エネルギーネットワーク技術の設計・評価法を確立する。

③ 新エネルギー技術

エネルギー安定供給と環境負荷の低減という社会的要請の同時解決を図るため、化石燃料の環境調和利用を図りつつ、環境負荷を小さくするクリーンエネルギーの基盤技術を開発するものとする。

- ・太陽光発電の大量導入に向けて、高性能低価格の太陽電池技術、及び太陽光発電システム・評価技術を開発する。
- ・燃料電池の高効率化技術、適用性拡大技術、燃料多様化技術などを開発する。
- ・風力タービンの安定出力を保証するための基盤技術、クリーン燃料製造のための基盤技術を開発する。
- ・太陽光を利用した革新的新エネルギー技術の基盤技術を開発する。

④ 資源技術

地下資源の探査手法、国土の地下資源量評価、資源開発・利用に伴う安全・監視・環境に関する基盤技術を開発するとともに、海外での資源開発研究協力・技術協力に貢献するものとする。

- ・地熱貯留層評価管理技術の開発と燃料資源、潜頭性金属鉱床等のポテンシャル評価技術の開発を行う。
- ・資源の開発・利用に係わる安全管理技術を開発する。
- ・アジア地域において地熱資源と鉱物資源調査に関す

る資源開発研究協力を果たす。

(2) 革新的・基盤的技術の涵養

1. 分野横断・革新的技術

ナノバイオテクノロジー、ナノデバイス、ナノ材料など、各分野の研究開発の推進の基盤となる、分野横断的なナノテクノロジー技術及び多分野にまたがる共通基盤技術である光技術、計算科学、人間のモデル化技術、計測分析技術について、先導的、先進的に研究開発を進めるものとする。

① ナノテクノロジー

ナノメートル制御材料、デバイス、システムの創製技術、材料・機器のマクロ性能の飛躍的向上をはかる技術を開発するものとする。

- ・ナノ構造における新規物理現象の開拓を行い、ナノメートルスケールで従来の材料・デバイスとは異なる構造・動作原理に基づくデバイス開発を行う。
- ・ナノメートル・オーダーの計測技術としての走査プローブ顕微鏡の分解能の高度化を行い、単一分子を含めたナノ構造の計測のための評価技術を開発するとともに、次世代半導体におけるプロセス診断技術へ応用するための実用技術を開発する。
- ・情報通信、化学、材料等の革新的・基盤的技術開発として、ナノメーターオーダーのサイズにおいて機能を発現する原子・分子集合体を創製する。

② 光技術

- ・情報、エネルギー、物質、生命等に関わる多様な物理現象において本質的な役割を果たしている「光」に対し、光の持つ可干渉性、超高速性、大容量性、高輝度性等のポテンシャルの極限的追求とその利用のための技術開発を行うことで、高度情報化社会、安全で安心な社会、および持続可能社会の構築に貢献する。また、誰でもが情報通信社会の恩恵を受けられるようにするために、人に優しく使いやすいマン・マシーン・インターフェース技術、およびもっとも身近で扱いやすい量子としての光の可能性を利用するため、横断的な分野の研究者の融合および有機的研究展開を目指すものとする。

③ 計算科学

現象発現の仕組みがより複雑化し、物理的にもコスト的にも実験・実証が困難化している状況の打破を目的として、構造と機能の解析・予測のシミュレーションをコンピュータで行うことによる現代科学技術の発展の基盤となる技術を開発するものとする。

- ・化学反応シミュレーションで扱われる原子の数を、大幅に増加することにより、現実の問題におけるより広範囲な対象（不均一触媒、溶液反応など）を扱えるようにすることを目的として、化学反応解析・設計シミュレーション技術および反応経路予測技術を開発する。
- ・1ナノメータから100ナノメータのスケールにわたる

ナノスケール材料（無機材料、高分子材料、生体高分子材料、およびそれらからなる複合材料）の構造の制御、発現される機能の解析を可能とするシミュレーション手法の開発を通して、ナノスケール系の持つ特徴の系統的な研究を行い、複合系の機能予測が可能なシミュレーション技術を開発する。

④ 人間のモデル化技術

・靴、衣服などが個人の体型によりよく適合するようにするために足、体型などを計測しそのモデルをコンピュータ内に形成する。そのモデルが人の動きに追従できる機能を付加するものとする。

⑤ 計測・分析技術

・産業技術分野に対して定量的理解と共通の尺度を提供するため、計測分析技術の開発を行う。
 ・次世代電気標準並びにエレクトロニクス産業の基盤を支える計測技術を実現するため、超伝導およびそれに付随する量子現象を利用する電子計測デバイスを開発する。
 ・産業・科学技術の効率的な開発を分野横断的に支援するため、化学物質スペクトルデータベースを拡充する。また、物質・材料の熱物性データベースを整備し、公開する。

2. 材料・化学プロセス技術

日本経済の持続的成長を維持するための市場創出につながる革新的技術の確立を目的として、ナノ物質・材料技術、機能共生材料技術、特異反応場利用プロセス技術、高信頼性材料システム技術及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

① ナノ物質・材料技術

ナノメートルサイズの物質の構造制御を利用して、超高速・大容量情報処理技術の基盤となる複合機能原料や新炭素材料、持続的な経済社会発展の基盤となる精密制御高分子材料、軽量金属材料、先進構造材料を開発するものとする。

・超高速・大容量の情報処理・通信技術の基盤材料の提供を目的として、半導体プロセスと整合性の良い電子材料用液体原料や機能複合粉体原料の開発、室温で作動する紫外線発光機能を持つダイヤモンド材料の開発、及び新炭素材料の開発を行う。
 ・炭素系材料によるナノスペースを利用した水素貯蔵、ガス分離材料等の開発とその量産化のための基盤研究を行う。また、超低摩擦機能を有する炭素系材料によるトライボマテリアル・スーパーハードマテリアル等の創製を行う。
 ・材料のリサイクル性向上に向けて、 casting・加工プロセスにおいて結晶粒径を微細化し高強度な単純組成軽量金属材料、及びリサイクルによる特性低下を生じないリサイクル技術を開発する。また、金属材料の耐食性向上を目的として高純度金属へのコーティ

ング技術を開発する。

・環境浄化材料への適用、分離プロセスや触媒反応の省資源・省エネルギー化を目的として、規則的に微細空孔が配置された材料の創製、改良とその低エネルギー製造プロセス技術を確立する。
 ・高分子材料の性能・機能の飛躍的高度化を目指し、高分子の任意かつ精密な構造制御を実現する重合反応制御技術および高次構造制御技術を開発する。

② 機能共生材料技術

材料の組織を原子・分子からナノ、マイクロ、マクロにわたり制御する技術を開発し、複数の機能が共生した材料を創製することで、複合材料に変わる新たな多機能材料のコンセプトを確立するものとする。
 ・セラミックスの高次にわたる構造を制御するプロセス技術を開発し、複数の機能が共生したセラミックス材料を創製するとともに、開発技術の産業技術としての有効性を実証する。

③ 高信頼性材料システム技術

構造材料の信頼性向上、長寿命化を図るため、使用環境下での損傷形成過程を支配する主要因子の定量化を行うとともに、損傷位置の検出や損傷制御機能を持つ修復材料、ならびに長寿命複合材料、低摩擦摩耗材料を開発するものとする。
 ・高温構造用セラミックス部材の信頼性向上をめざし材料設計指針の確立に向けて、損傷形成過程を支配する主要因子の定量化手法を開発する。
 ・構造部材の信頼性向上を目的として、コンクリート、橋梁用鉄骨、車体機体用金属材料等の損傷位置を精度よく標定し損傷を抑制する材料を開発する。
 ・構造材料の長寿命化を目的として、種々の使用環境において高信頼性を保持できるセラミックス繊維強化複合材料や、構造材料に高耐食性・高耐摩耗性を付与する表面処理技術、低摩擦・超低摩擦炭素系材料を開発する。

④ 特異反応場利用プロセス技術

材料製造に関わる環境や、エネルギー、製造コスト等の制約要因を克服し、材料の国際的な競争力を強化し新産業の創出に資するために、特異な反応場を利用した新たな材料製造プロセス技術を開発するものとする。
 ・高性能センサー材料等への応用が期待されるものの製造が困難な高品質結晶材料を、微小重力環境を利用して容易に製造できる技術を開発する。
 ・セラミックス製造工程におけるエネルギーや資源の消費量削減を目指し、電磁波等の効率的利用により選択的なエネルギー投入を行う焼結・反応プロセス技術や、生体組織の形成メカニズムを模倣した3次元規則構造形成プロセス技術を確立する。
 ・環境負荷の少ない化学合成プロセス技術の確立を目的として、超臨界流体を利用した新規物質の創製・

利用技術を開発するとともに、高温・高圧制御とその場計測技術の開発により化学プロセス技術の基盤を整備する。

3. 機械・製造技術

経済社会の持続的発展を支えるための技術の緻密化と融合化による産業競争力の強化とともに、環境と調和した経済社会における資源の円滑な循環、高度情報通信社会及び高齢化社会、少子化社会への対応のために、ものづくり支援技術、マイクロナノ加工組立製造技術、循環型生産システム技術、信頼性工学技術（安全対応技術）及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

① ものづくり支援技術

ものづくり産業の競争力強化と新たな展開に貢献することを目的に、加工やその設計における技能の技術化を製造技術と情報通信技術の融合により実現し、高信頼性、高精度な技術情報を、ものづくり現場で利用可能なシステムとして開発するものとする。

- ・中小製造業の技術者が必要とする加工データのセンシング技術や加工データベースシステムの開発、加工技能の分析・解明による加工デジタルモデルを、利用目的に応じた確・理解しやすい形式で提供する加工支援システムを開発する。
- ・加工デジタルモデル情報を、ネットワークを通じてものづくり現場における有効利用を可能とするためのシステム構築技術、様々なものづくり支援ソフトウェアシステムの柔軟・融合を可能にする設計製作支援共通プラットフォームシステム技術を開発する。

② マイクロナノ加工組立製造技術

情報通信、医療福祉分野等、様々な分野に適応した、高付加価値製造技術の基盤技術の確立を目的として、マイクロナノ加工技術を開発するとともに、その基礎となる各種加工現象を解明するものとする。

- ・マイクロ機械部品等を加工可能なマイクロファブリケーション技術の提供を目的として、精密形状転写加工のマイクロスケール解析評価技術、加工点付近の微小領域での現象の解明、ナノトライボロジーの解明、微細固体駆動素子技術等を高度化するとともに、ダウンサイジングに適した工作原理を示し、高精度な小型加工機構、IT 技術や医療技術のための高集積機械システムを実現する。
- ・ナノスケール極微細加工を種々の部材に対して可能とするレーザー加工装置開発の要素技術である、レーザーダイオードの高コヒーレンス化に不可欠な温度安定化技術、超解像技術による微小加工技術の基盤を構築する。
- ・ナノスケールの構造により機能を発現する機能構造体の創製を目的として、この構成要素となる均一で汚染のないナノサイズの超微粒子の作製プロセス技

術、ナノスケールの機能付加工技術の基盤を確立する。

- ・マイクロメートルオーダーの微細形状を持つ光学部品等の成形過程において成形材料の硬化の過程の解析技術と非接触計測技術を確立する。

③ 環境負荷低減生産技術

- ・機械とエネルギー・環境との調和を目的として、省エネルギー、低エミッション生産技術を実現するための製品ライフサイクル管理手法を確立するとともに、エコマテリアル、エコトライボロジー技術を高度化し、IT 技術との融合による循環型生産システム技術の構築に貢献する。

④ 信頼性工学技術（安全対応技術）

- ・機械システムを構成する機械要素の破壊を事前に予知し、システム全体の破壊を未然に防ぐ等、機械システムの信頼性・安全性の向上を目的として、機械要素の高信頼性異常予知診断システム等を開発するとともに、寿命・材料評価に関するデータベースの構築や、破壊メカニズムの解明を行い、規格制定等に貢献する。

別表2 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

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

①【地質情報の組織化と体系的集積・発信】

日本の地質の調査研究を実施するとともに、地質の調査に係わる探査・分析技術、情報解析技術、情報提供技術の高度化を進める。それらの成果を地質図・地球科学図及び各種のデータベース等の知的基盤として整備し、社会に公表するものとする。

[地質図・地球科学図の作成]

- ・国土の地質情報基盤である1/5万地質図幅及び1/20万地質編さん図については、長期的な計画に基づいて着実な整備を進め、それぞれ新たに30図幅と8図幅を作成するとともに、特定観測地域の1/20万総括図の調査を行う。
- ・我が国周辺海域の1/20万海洋地質図については、北海道東方海域の海洋地質調査を継続するとともに、過去の調査成果を含めた14図を新たに作成する。
- ・九州地域の重力基本図の整備を行い、全国6地域中4地域の整備を完了するとともに、全国をカバーする地球化学図を新規に作成する。
- ・国内および周辺諸国における社会ニーズに対応した各種主題図を作成し、大都市圏国土利用、都市防災、資源安定供給等に必須な地球科学情報基盤の構築を進める。

[情報の数値化・標準化・データベース整備]

- ・地質図、各種地球科学図の数値化を進め、社会からの容易なアクセスと利便性の向上を図る。
- ・地質の調査に係わる地球科学情報の高精度化と標準化を進めるとともに、地質標本の整備を推進する。
- ・地質の調査の調査研究成果、ならびに各種地球科学情報、地質文献資料等の系統的収集・集積を行い、データベースとして整備公表する。

[地質情報の提供]

- ・地質の調査に係わる成果を、地質図類・報告書等の出版、オンデマンド印刷及びウェブ情報発信により提供するとともに、ウェブ総合情報検索システムを構築する。これらをさらに普及させるため、地質関連イベントへの参加、地質情報展の開催、地質標準的試料・標本の頒布等の活動を行う。
- ・地質の調査への理解を広げるため、地質の調査の成果の効果的な普及に努めるとともに、国民・企業等からの地質に関する相談に確実に対応する。

[地質の調査のための基盤的基礎的研究]

- ・地質の調査に係わる研究手法・技術の高度化を進めるとともに、新たな地球科学的理論・モデルを提出する。

②【深部地質環境の調査・研究】

- ・地層処分システムの安全性評価に関する国の施策に資すために、評価手法・基準に関する地質の知見・データを整備し、評価モデルを構築するとともに、地質特性長期変化のメカニズム等の技術資料の整備を図る。また、地質環境図類の作成などによって深部地質の情報を社会に提供する。

③【地震・活断層及び火山の調査・研究】

- 地震・活断層及び火山の研究については、地震防災対策特別措置法、大規模地震対策特別措置法、第6次噴火予知計画等の法律および省庁横断的な研究推進計画に基づいた研究項目を分担実施するものとする。

[地震・活断層]

- ・政府の地震調査研究推進本部によって決定された全国主要98活断層の地震発生危険度調査を分担実施し、地震発生確率評価を行うとともに、12活断層に関する調査報告書を出版し、活断層ストリップマップを公表する。
- ・地震前兆現象の把握に資する地下水等の変化観測システムの整備、観測・解析手法の高度化、地震発生のモデル化と予測精度向上を図るとともに、強震動評価のための地下構造探査を行い、それらの情報を国・社会に提供する。
- ・日本周辺海域における海域活断層の分布把握や活動評価手法の開発等を進める。

[火山]

- ・測地学審議会による活火山のうち、最も活動的な火

山である三宅島および岩手山の火山地質図を作成し、合計13火山の整備を完了する。さらに、火山噴火予知及び火山防災に資する研究を行い、火山地域地球物理総合図、新たな火山科学図の作成手法を開発するとともに、火山関連情報のデータベース化を図る。

④【緊急地質調査・研究】

- ・地質調査分野における社会的要請等への機動的な対応に努めるとともに、地震、火山噴火を初めとする地質災害発生時には緊急の調査・研究を実施し、必要な関連情報の発信を行う。

⑤【国際地質協力・研究】

- ・地質の調査業務として実施すべき国際共同研究・国際プロジェクトについて、国の基本施策に基づきその長期戦略や実施内容等を策定するとともに、国際的に我が国のプレゼンスの維持向上が達成されるよう、地質の調査に関する我が国を代表する責務を果たす。
- ・海外、特にアジア太平洋地域の地下資源全般、地球規模環境問題及び沿岸域の持続的開発に関する研究協力・技術移転を進めるとともに、資源情報・地質環境情報の収集整備を行うとともに、地質情報の信頼性の向上と国際標準化の推進を実施し、知的基盤整備を行う。

別表3 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

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

① 国家計量標準の開発・維持・供給

- 経済構造の変革と創造のための行動計画（閣議決定、2000.12）、科学技術基本計画について、知的基盤整備特別委員会中間報告（産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議1999.12）の目標・方針に基づいて計量標準（標準物質を含む。）の開発・維持・供給を行い、また国際基準に適合した計量標準の供給体制を構築して運営するものとする。
- ・平成16年度までに既存の計量標準について140種類の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展並びに計量法に基づく計量証明事業の信頼性の確保に必要とされる新たな計量標準について155種類の開発に着手し、既着手分と合わせて269種類の開発を進め、そのうち158種類の供給を開始する。
 - ・計量標準の供給に関連する部署に、国際基準に適合した管理に係る品質システムを構築して運営し、また設定した151種類の計量標準に対して技術に係る品質システムを構築して運営する。
 - ・メートル条約のもと国家計量標準と国家計量標準機

関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（グローバル MRA）の枠組みの中で、基幹比較、補完比較、多国間比較、二国間比較など110件の国際比較に参加し、それらのうちから107種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む。）を行う。

- ・計量法に基づく校正事業者認定制度の円滑な運用のため、高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る技術審査を行う。
- ・計量法認定計量管理事業者制度に基づく極微量物質の分析を行う事業者の認定に係る技術審査を行う。
- ・計量標準の供給分野を拡大するため、物質・材料に関する標準データを取得し、産業界・学界に広く提供する。

② 特定計量器の基準適合性評価

計量法に基づき経済産業大臣から産業技術総合研究所に委任された法定計量業務を適切に遂行するとともに、経済産業省に対して法定計量システムの企画・立案の支援を行うものとする。

- ・我が国の法定計量システムの国際統合を進めるため、特定計量器の技術基準を国際基準に整合させるとともに、型式承認試験の国際比較に参加し国際相互承認を進める。
- ・法定計量システムの国際統合を進めるため、法定計量の実施に関連する部署に国際基準（ISO/IEC 17025）に適合した管理・運営体制を構築して運営する。
- ・計量法技術基準の整理・統合を進めて、法定計量システムの運用の合理化を図るため、特定計量器に係る任意規格（工業規格）の原案を作成する。

③ 次世代計量標準の開発

次世代の計量標準を世界に先駆けて開発し、国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮するために、計量標準に関する先導的な技術開発を行うものとする。

④ 国際計量システムの構築

計量標準、法定計量等に関連する国際活動に主導的に参画して、我が国の技術を反映した計量システムを諸外国に積極的に普及するとともに、メートル条約と国際法定計量機関を設立する条約（以下、国際法定計量条約と略す。）のもとメンバー国と協調して国際計量システムの発展に努めるものとする。

- ・アジアを中心とした開発途上国への技術協力として、相手国の計量システムの確立と向上のために技術支援を行う。
- ・メートル条約のもと国際度量衡委員会（CIPM）の活動やアジア太平洋計量計画（APMP）の活動に積極的に参画する。特に APMP では議長国と事務局の役割を引き続き果たすとともに、国際比較では幹事国を積極的に引き受ける。
- ・国際法定計量条約のもと国際法定計量機関

（OIML）の活動やアジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）の活動に積極的に参画し、APLMF では議長国と事務局を引き受ける。

⑤ 計量の教習と人材の育成

計量に関する国内外の人材育成を通じて、我が国及びアジアを中心とした開発途上国の国家計量システムの発展を支援するものとする。

- ・計量法に基づき計量士の資格取得希望者並びに計量公務員に対して、法定計量の技術と法規に関する教習を行う。
- ・高度の計量技術をもった民間の人材を育成するため、校正事業者、環境計量証明事業者に係る技術研修を行い、また専門技術書の作成を行う。
- ・校正事業者、計量証明事業者に対する適合性評価を行うための審査員研修を行う。
- ・アジアを中心とした開発途上国の技術者に対して、法定計量と計量標準に関する技術研修を企画・実施する。

5. 中期計画

独立行政法人通則法第31条第1項に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所の平成15年度の事業運営に関する計画（以下、年度計画）を次のように定める。

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するために取るべき措置

1) 【組織運営】

- ・研究ユニットに加えて、各管理・関連部門においても責任体制を明確にした組織運営を行う。
- ・引き続き、分野別研究ユニット長会議、若手研究者との懇談等の機会を設置し、研究所の隅々。
- ・引き続き、東京及び、つくばの2本部体制の機能を活かしつつ、より緊密な連絡を可能とするためのシステムを構築する。また、地域経済局との連携を強化しながら、地域拠点を核とする産学官連携のさらなる発展を図る。
- ・引き続き、つくばに集中させた研究関連・管理部門が有機的連携の下、効果的に研究実施部門の運営の支援が行えるよう、研究管理・関連部門内の業務効率化推進体制の強化を図る。
- ・一方、地域センターの研究関連・管理業務について、平成14年度に実施した地域センターの業務効率化調査の結果を踏まえ、業務フロー等の改善を行う。
- ・また、研究関連・管理業務のアウトソーシングの可能性調査の結果を踏まえ、その実効性について精査した上で、必要な改善を速やかに行う。
- ・引き続きスペース課金制度の適切な運用に努める。また、返却されたスペース等については、適切な施設維持に努める。さらに、研究ユニットの集約化、新棟のスペースの有効活用の推進。
- ・平成14年度に立案した大型設備、高額な機器等の有効活用を促進する研究支援プロジェクト、具体的には動物飼育および電子顕微鏡について有効活用を図る。

2) 【戦略的企画】

- ・引き続き、企画本部に企画調整機能を置き、研究所全体の経営戦略案等の策定を進める。
- ・研究戦略については研究コーディネータの充実により、より俯瞰的な戦略の立案を図る。
- ・外部との連携、内外産業技術情報の収集に加え、社会科学系調査への取り組みも加えシンクタンク化を推進する。
- ・ニュースレターの発行により調査結果（経過）の迅速・効果的な発信を図る。
- ・第2種基礎研究の浸透を図り、その成果の積極的な発信を推進する。
- ・引き続き、技術政策・研究開発動向調査を行い、最新の科学技術情報を提供する。

3) 【機動的な研究組織】

- ・研究ユニットの見直しと新たなニーズにこたえるた

めの設立基準に基づいた新ユニット設立等、研究ユニットの改廃を実施する。特に2年目を迎えた研究ラボについては産総研で定めた存続審査を実施する。また、3年目の研究センターについては、その中間評価に基づき、研究体制の検討を行う。さらに各分野の研究戦略に基づき、それを実現するための研究ユニット体制の見直しを図る。

4) 【研究の連携・協力】

- ・企画本部と研究コーディネータとの協力によって分野別戦略的重点研究テーマ、融合研究テーマを設定して実施し、本格研究の推進を図る。
- ・産学官の連携の更なる強化を図るため、ベンチャー開発戦略研究センタービジネスクリエータとも連携し、産学官連携コーディネータ活動を充実させる。
- ・他省庁研究機関等との連携強化のため、国立研究機関長協議会、筑波研究学園都市研究機関等連絡協議会等との連携を一層充実させる。
- ・中小企業者等に対する利便性の向上、他機関との連携の強化を目指し、都心部にある既存施設を利用した産学官連携センターのサテライト機能の強化を行う。
- ・引き続き、分野別連絡会等により内部連携を促進するとともに連携研究体、研究コンソーシアム等の制度を活用し、連携研究体制の強化を行う。

5) 【評価と自己改革】

- ・平成15年5月に運営諮問会議を行い、平成14年度の実績、ベンチャー創出・実践などについて助言を得る。また平成14年度でまとめた議長サマリーについて議論を行い、産総研の今後の運営方針に資する。
- ・研究ユニット毎に、外部専門家からなるレビューボード及び産総研内部評価者による研究ユニットの実績評価を行う。また、研究ユニットのこれまでの実績評価を踏まえた中間評価を実施する。
- ・平成14年度の評価結果及び「産総研研究評価検討委員会」での検討等を踏まえ、必要に応じ評価方法の見直しを含めた、より適切な研究ユニットの評価方法の検討を行う。
- ・研究ユニット毎の評価は、評価方法の見直し結果に沿って研究課題の目標、研究課題の進捗状況、研究ユニットのマネジメント等について評価を実施する。その評価結果をもとに研究ユニット毎の研究内容の改善等に反映させる。
- ・研究費の配分にあたっては、上記評価結果とともに、新規に立ち上げる研究ユニットも含め、研究の必要性や、研究計画の妥当性を勘案して行う。
- ・研究ユニットについては全て成果ヒアリングを実施し、その評価に基づき、研究資源の配分、組織体制の見直しを図る。特に2年目を向かえる研究ラボについては、存続審査を厳正に行う。
- ・研究ユニットの新設に応じスタートアップ評価を実

- 施する。その結果を研究内容の改善等に反映させる。
- ・引き続き、平成14年度に抽出した業務効率化課題の改善を着実に遂行していくとともに、総括担当者会議等から新たに提案される業務効率化課題を加え改善していく。
 - ・また、民間企業等の業務効率化策の先進事例調査を行い、産総研との比較検討の結果をもとに職員全員の業務効率化に対する意識が高められるよう自己改革のための能力開発研修を行う。
 - ・研究ユニットが推進する本格研究に関して、その評価軸および成果の定義等について検討するとともに、職員への周知を図る。
- 6) 【職員の意欲向上と能力啓発】
- ・個人評価に関しては、当該制度に対する職員の意見等の把握に努めるとともに、更なる制度の信頼性・安定性を高めるため、適宜、制度のレビューを行い、必要があれば制度の変更等を行う。
 - ・短期評価制度に係る評価及び業績手当査定については各ユニットに運用の裁量を委ねるが、制度の理念を逸脱していないかどうかについて運用の実態を適宜モニターする。第2種基礎研究、本格研究への取組について、その取組への職員の意識向上を図るための個人評価方法について検討する。
 - ・長期評価に関しては、人事評価委員会において、実質的で厳格な審査ができるよう適切な運営を図る。また、不服申立についても適切な対応を図る。
 - ・短期評価について、アンケート等を通じて運用の実態をモニターし、適正な運用に努める。
 - ・平成14年度の研修内容をレビューし、研修プログラムの拡充・充実を図る。特に研究職員向け専門研修の充実を図る。
 - ・本格研究の浸透を図り、かつ推進するために、研究ユニットのポリシーおよびマネージメントを整備し、職員への周知を図る。
- 7) 【研究員の流動性の確保】
- ・研究職員の新規採用については、引き続き若手育成型任期付研究員を中心とし、研究員の流動性の確保に努める。また国内外の優れた研究員の招へいによって研究活動をより活発化させる。採用にあたっては広く国内外への公募に努めるとともに、透明性のある厳正な審査を実施し優秀な人材を効率的に確保する。博士研究員については、外部の制度および産総研特別研究員制度のもと、引き続き博士研究員の受け入れ拡大を図る。
 - ・研究現場において必要な人材の資質と人数に関するニーズを把握するとともに、諸制度を通じて研究職員の産総研内部における流動性を確保し、自立的、機動的な組織設計を更に推進する。
 - ・長期評価制度や任期付き職員のパーマネント化審査による人材配置を通じて、研究員個人に蓄積された
- キャリアや適性、能力に応じて、組織のなかで、個人が最も能力を発揮できる多様なキャリアパスを実現し、効果的、効率的組織運営を可能とする。
- ・研究関連・管理部門等においては、技術情報の収集解析や、産学官連携、成果普及、国際連携等、より高度化した業務に対応するために、研究キャリアの豊富な専門的人材を配置する。
- 8) 【業務の情報化の推進】
- ・イントラ及び各基幹業務システムについては、ユーザ意見・要望等を取り入れてより使い易いシステムへの改善と、基幹業務システム間の連携・調整を図る。
 - ・引き続き電子決済システムの統一化に向けた検討を行い、電子決裁や電子認証による業務効率化をさらに推進する。
 - ・情報セキュリティポリシーに基き、職員などに対する啓蒙、研修を行うと共に、国際標準レベルの情報セキュリティの実施を目指す。
 - ・情報システムの長期的な可用性、信頼性、安全性、拡張性の確保を目指した管理・運用の実施体制を充実させる。
 - ・所内にオープンソースソフトウェアによる業務クライアントシステムを導入し検証する。職員のPCにLinuxOSを導入、環境を構築、業務への適用を実証する。
 - ・購入雑誌の利便性向上のため、オンラインジャーナル化を推進するとともに、Web上で利用しやすい環境を設定する。また、講習会の開催を通し、利用者が検索方法や各種機能に習熟する機会を設定する。
 - ・蔵書検索の迅速化・効率化を進めるとともに、閲覧サービスの向上に努める。
 - ・共通洋雑誌に加え、継続叢書類等の調査を行い、購入図書の見直しを図る。
- 9) 【外部能力の活用】
- ・引き続き、平成14年度に行った外部委託を継続して行うとともに、外部能力の活用が効率的と考えられる業務について積極的に追加していく。
 - ・また、研究関連・管理部門の業務の外部委託の可能性調査の結果を踏まえ、その実効性について精査した上で、必要な改善を速やかに行う。
 - ・引き続き産総研イノベーションズへの委託を実施し、技術移転に取り組み、国内企業、外国企業のニーズを収集すると共に、侵害発見、企業との交渉を促進させる。
- 10) 【省エネルギーの推進】
- ・研究の遂行を適切に実施しつつも地球環境への配慮も行う観点から、光熱水量費の更なる抑制を図るため、新たにテーマ毎の研究予算から直接電気料を差し引くシステムを構築・運用する。これにより、研究者の節電意識の一層の向上を図る。

11) 【環境影響への配慮】

- ・国際環境規格 ISO14001適合の産総研第3番目の拠点として四国センターの審査登録を目指す。新たに、地域センター1拠点で EMS（環境管理システム）の策定を行い審査準備を行う。さらに、つくばセンターの EMS 策定を開始し、産総研全体の審査登録計画の再検討を行う。

12) 【事業運営全体の効率化】

- ・1) から11) のような取り組みを通じ、運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、前年度比1%の業務の効率化に努める。

2. 国民に対して提供すべきサービスその他の業務の質の向上を達成するため取るべき措置

研究所のミッションの遂行を通して我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与するため、産業界、学界等との役割分担を図りつつ、将来の我が国の技術シーズの開拓、共通基盤的技術の開発等を始めとした公的機関に期待される各研究開発課題を着実に達成するため、中期計画を年度展開する。平成15年度の研究計画を下記1) から3) に示す。この際、新たな科学技術のブレークスルーの実現を通じた新産業の創出や社会ニーズへの対応、および公的機関としての中立性、公正性、信頼性を背景とした知的基盤の整備とともに、産業界、学界等に大きなインパクトを与える成果を積極的に発信する。

1) 【鉱工業の科学技術】《別表1》

2) 【地質の調査】《別表2》

3) 【計量の標準】《別表3》

1) ～3) の共通事項

ア) [政策的要請への機動的対応と萌芽的課題の発掘]

- ・技術政策策定・実施に係わる要請や新たな研究課題発掘へ向け、技術政策・研究開発動向の調査と結果の発信を推進する。
- ・社会的、政策的要請によって新たに実施する課題については、研究体制、支援体制について検討し、その実施に向けて機動的に対応する。
- ・引き続き、委託研究については、産総研の研究ポテンシャルを活用し積極的に受託に努める。
- ・引き続き、公募型の研究課題に積極的に応募する。募集情報の収集・提供に努めるとともに、内部予算による予備的な研究制度の充実を図る。

イ) [研究活動の質的向上]

- ・研究ユニット毎に外部専門家等を含めたレビューボード及び産総研内部評価者による成果ヒアリングによる評価を行う。評価結果を踏まえ次年度の研究資源の配分、研究内容の改善等に反映させる。また、評価結果は公表する。
- ・内部グラント、本格研究を実現するための制度、ベ

ンチャー創出、特許獲得、民間からの受託研究、共同研究等を促進するための制度を新設、拡充し、競争的環境を提供する。

- ・引き続きフェロー制度を活用するとともに、優れた業績（受賞）を挙げたものに対して個人の業績評価に反映させる。

ウ) [成果の発信]

- ・産総研の研究成果に加えて、主な行事などを、トピックス、お知らせ等の最新記事として掲載する。
- ・繰り返しアクセスされる魅力あるホームページを目ざし、インパクトあるイラスト・写真を掲載するとともに、トップページの配置や構成などの見直しを3ヶ月に1度行う。
- ・研究成果発表データベースについては、インパクトファクターなど、研究者が引用・アクセスの容易なシステムへと改善する。また、外部ユーザおよび所内各部門が容易に使用できるよう、検索の利便性を高める。
- ・平成14年度作成した研究者データベースのデータ更新の自動化を行う。すなわち、産学官システム、研究成果発表データベース、知的財産権システムなどで個別に更新されているデータを一定期間毎に取得することにより、連携して検索できるシステムとして完成させる。また、研究計画などを中心にデータベース化の推進を図る。
- ・プレス発表や取材への対応等による報道機関への発信を通じて、研究所の社会的認知度を高める。見学への対応や研究所公開、研究講演会等の開催により、広く産業界への関心を向上させるよう努める。このため、研究成果をより分かりやすく、かつ広く発信するため研究成果物の展示品やビデオ、DVD 等の充実を行うとともに、広報活動の効果を念頭に置いた効率的な活用を図る。
- ・産総研の様々な研究成果の普及・活用をはかるために、産総研ホームページの主たる掲載記事を収集したメールマガジンを発行し、登録ユーザー（所内外）に2週間に1回配布・紹介する。
- ・産学官連携の機会の増大を目ざし、ホームページの更新をメールマガジンに掲載して外部ユーザとの接点を密にする。
- ・特許出願を戦略的かつ積極的に行うため、引き続き研究予算支援、種々の研修会等の実施、出願戦略委員会の開催を行う。また、前年度導入した特許情報サービスの啓蒙活動により利用の拡大を図るとともに、引き続き研究者に対し先行（周辺）特許調査結果のフィードバックを行うなど、研究ユニットにおける特許戦略を考慮した研究開発のための支援を行う。
- ・引き続き特許の実用的価値を高め、産業界等で有効に活用されるよう、戦略的かつ適切な権利取得、質

的向上のために組織的に対応するとともに、先の出願から1年以内の追加研究や試作品作製等に基づく国内優先権主張出願を推進し、実施化に結びつく骨太特許出願の創出に努める。

- ・論文の発表、インパクトファクター（IF）等については、平成16年度における研究所全体の年間発表総数として5000報、及びインパクトファクター（IF）上位2000報のIF総数（IF×論文数の合計）で5000以上という中期計画の指標を達成すべく、発表件数、IF値等の推移を随時把握するとともに、その着実な増加を図り、必要に応じて支援を行う。
 - ・研究情報公開データベース（RIO-DB）の逐次更新とシステム環境の改善を進め、インターネットを媒介として、国内外に公開する。
 - ・情報化社会の発展に資する公共性の高いプログラム及びその改良版の頒布・公開を進める。
 - ・地質の調査については冠山・五條・青森西部・北川を始めとする25地域の調査を継続し、須原・身延など6地域の地質図幅を完成する。
 - ・計画見直しにより、第一期中期期間末までに新たに200種類の供給を開始することを目標としている。これをできるだけ早期に達成するため、今年度は物理標準24種類以上、標準物質33種類以上、合計57種類以上の新たな標準の供給開始を目指す。
- エ）[産学官一体となった研究活動への貢献]
- ・産学官連携コーディネータ、研究コーディネータが協力して産業ニーズ、大学のシーズを把握し、産総研も含めた産学官連携プロジェクトの企画、立案を行うと共に、マッチングファンド制度を活用し、外部資金確保に努める。
 - ・地域産学官連携センターにおいて、地域経済産業局が推進する産業クラスター制度、文部科学省が推進する知的クラスター制度に積極的に対応すると共に、地域技術情報の収集・整備を行う。
- 4) 【技術指導、成果の普及等】
- ア) [産業界との連携]
- ・技術シーズと産業ニーズのマッチングを図るためのマッチングファンドを活用し、産業界との共同研究等のより一層の拡大を目指す。
 - ・オープンスペースラボの竣工に併せて、運営・体制等を整備し、「AISTベンチャー企業」に対して支援措置を実施する。ベンチャー支援ファクトリーの施設・設備を活用して、ベンチャー企業、中小企業の起業化・事業化の推進を図る。
 - ・引き続き成果普及部門を中心として、技術情報部門、産学官連携部門、国際部門等と情報交換などを行い、成果普及を推進する。
 - ・産総研特許の実施化の一層の促進を目指し、特許実用化共同研究を拡大する。
 - ・産学官連携部門とTLOとの連携によって、特許実

施による技術移転に積極的に取り組むとともに、米国や欧州への技術移転のための体制をさらに整備をする。

- ・ベンチャー支援任用制度により、若干名の嘱託職員を採用し、ベンチャーライセンシング型共同研究については、10件程度の採択を行う。ベンチャー支援制度により、「AISTベンチャー企業」の認定と支援措置を実施する。各地域センターに複数名のインキュベーション・マネージャー（起業家支援業務に従事する者）を配置するために職員を3ヶ月の研修に参加させる。法務・経営・財務・金融・販路開拓・特許の専門家との顧問契約の更新や新規契約を行い、助言やコンサルタントの支援を行う。HPの内容を充実し、内外への情報提供を強化する。
 - ・中小企業への技術支援を業務としている者を主たる利用者と想定して、コンテンツを整備する。ものづくり中小企業の研究開発について技術的支援を一元的にできるように整備を進める。
 - ・産学官連携コーディネータによる活動、マッチングファンドの活用により、平成15年度において1300件以上の共同研究契約、受託研究契約等を締結する。特に民間等からの資金提供の増加を推進するため、連携研究体の設立や関連規程の整備等環境の充実を図り、受託契約件数や資金提供付き共同研究契約件数の増加に努める。
 - ・法人が持つ研究能力、研究設備、研究施設を活用して、企業からの研究者の受け入れ、学生への技術研修等を実施し、文献や特許明細書等では得られないノウハウ等の技術を移転し、技術指導を実効あるものとする。
- イ) [大学への協力]
- ・連携大学院制度を有効に活用するために、連携大学院生等の受け入れを促進させる。また、連携大学院以外にも、組織として連携協力を支援する制度を確立する。
 - ・産総研の人材ポテンシャルを活用して、併任教授、非常勤講師等として、積極的に大学等の教育、研究に協力する。
- ウ) [知的貢献]
- ・各種学協会活動への協力と各種委員会等への委員委嘱を前年同様積極的に受ける。
- エ) [政策立案等への貢献]
- ・引き続き研究開発動向・技術政策動向調査をもとに、経済産業省の政策立案に資する情報提供を行う。
 - ・欧米諸国における産業科学技術戦略・政策形成について関連情報の収集と分析を実施し、産業技術総合研究所の戦略形成、経済産業省、総合科学技術会議等における関連政策の支援を目指す。また、研究システムの改革のための政策分析、提言を行う。さらに、スピノフの育成（ベンチャー開発）、産学官

連携、中小企業育成など技術ベースのベンチャー育成に関わる問題の研究を事例研究、海外調査などを通じて進め、日本的技術経営の理論化を目指すとともに、産業技術総合研究所の技術移転促進のための支援、経済産業省、総合科学技術会議等における関連政策の支援を目指す。

オ) [標準化・規格化等、知的基盤への貢献]

- ・大規模（研究ユニットが10年程度の長期的・戦略的計画に基づいて構築するデータベース。1000万円/年程度）、地質（地質関係のデータベースで、その構築を戦略的に行うもの。予算・期間は戦略的判断）、小規模（比較的小規模なデータベース。3年程度で見直し。200万円/年程度）の3つのカテゴリで募集を行い、特色有るデータベースを整備し、研究情報公開データベース（RIO-DB）の一層の普及を図る。
- ・特に「大規模データベース」および「地質関連データベース」については引き続き重点データベースとして、研究過程で蓄積された成果のデータベース化を促進する。
- ・平成14年度に策定した「産総研・工業標準化戦略」に基づいて、社会的ニーズや行政からの要請に対応すべく、標準化すべきテーマを体系的に検討する。特に、重点分野として定めたエネルギー・環境分野の標準基盤研究を重点的に進める。ISO/TC159（人間工学）等の国際標準化活動への積極的な参画を図る。また、研究開発の成果をJIS、ISO等の規格案にとりまとめ、国内外の標準関連会議での提案等を通じて積極的な規格化を図る。所内の標準化関係者のデータベースやイントラネットでの活用を通じた人材の一元管理を行いつつ、工業標準化のための体制整備を図る。
- ・近隣諸国をはじめとする関係諸国と標準化に関して協力関係を構築し、ISO等の国際標準化活動を円滑化するため、工業標準専門家の招聘、派遣を企画、調整、実施する。これにより、ISO等の国際標準の策定を目的とした人的ネットワーク形成を支援するとともに、国際会議出席報告書、海外調査報告書を一元的に管理し、海外の標準化動向をとりまとめる。
- ・アジア太平洋計量計画（APMP）事務局を継続するとともに、議長の交代を円滑に行う。APMPホームページは技術指針等の充実や、オンライン業務での活用を図っていく。シンガポールで開催される19回総会を支援し、その成功につくす。
- ・アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）の事務局では、定期刊行物、情報ブックレット発行体制を継続し、ホームページ更新と改良をおこなう。また、作業グループの改廃やその活性化等、必要な組織変更を実施する。トレーニングの組織を行うと

もに穀物水分計の技術基準に続く、独自の情報発信を追求する。

カ) [国際活動]

- ・前年に引き続き、海外研究機関との連携強化を図る。特に、研究開発能力の著しい向上が見られる、アジア地域の研究機関との研究交流のあるべき姿（アジア戦略等）を念頭に置きつつ、産総研の研究開発を加速させる視点に立って、中国、韓国等の主要研究機関との協力関係を構築する。また、欧米の研究機関との協力関係では、研究者交流の促進や連携ラボの構築等、より一層の発展を図る。
- ・国際的産学官の研究交流、成果普及を加速することを目的に、これまでに構築してきた海外研究機関や在日外国大使館とのネットワークを活用し、また、他部門（産学官連携部門、成果普及部門）と協力しつつ、国際シンポジウムの開催や、研究ユニットが主体となって出展する海外ショーケース等への参加を支援する（国際コーディネーター機能）。
- ・引き続き、アジア地域を中心に、研究機関との連携強化を図る。また、産総研の人材（研究者）を活用して、JICA等が行う技術協力プロジェクトに積極的に参画し、同時に研修生の受け入れを通じ発展途上国の人材育成にも貢献する。例えば、タイ国の標準研究所の設立に引き続き協力を行うとともに、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）の主要なメンバーとして協力プロジェクトの推進に寄与する。

5) 【情報の公開】

- ・文書管理や保存等について、各部門等における優れた工夫などを評価した結果を、研究所全体に反映すること等により、法人文書の管理・保存等をより効率的かつ的確に行うものとする。
- ・所内システムについて、法人文書の更新に対応すると共に、法人文書ファイルだけでなく、法人文書単位での所内検索を可能にするシステムを稼動すること等により、情報公開により的確かつ迅速に対応できるものとする。
- ・全国10箇所を設置している情報公開窓口の円滑な運用をひきつづき行う。また、ホームページ等で公開する事項をより充実することにより、さらに情報提供を推進する。一方、オンライン化手続法に対応するシステムの整備を図り、その運用を開始する。

6) 【その他の業務】

[特許生物の寄託業務]

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、継続して国内外からの特許生物を受託するとともに、求めに応じて分譲業務を適切に行う。
- ・特許生物寄託センターに導入したデータベースシステムの充実、補完を推進し、本システムの完成を図

る。寄託された生物種に関する情報のカタログ化を継続的に推進する。

- ・寄託生物種の生存試験、汚染検査試験を行うとともに、汚染検査技術の高度化を図る検査手法を確立し、日常業務への導入を図る。

[独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業]

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と JIS、ISO 等の標準整備を目的とした共同事業を継続して実施する。標準化を目的とする研究開発を協力して実施し、研究成果を JIS、ISO 等の具体的な規格案にとりまとめ、経済産業省関係部局に対して提案する。

3. 予算、収支計画及び資金計画

1) 予算《別表4》

2) 収支計画 《別表5》

業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図る。外部資金、特許実施料、教習料、校正・検定手数料等、自己収入の増加に努める。高額のランニングコストを必要とする施設・大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合の縮減に努める。

3) 資金計画 《別表6》

4. 短期借入金の限度額

- ・23,818,000,000円
- ・想定される理由：年度当初における、国からの運営費交付金の受け入れ等が最大3ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

5. 重要な財産の譲渡・担保計画

なし。

6. 剰余金の使途

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・研究用地の取得
- ・研究用施設の新営・増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

7. その他主務省令で定める事項

1) 施設及び設備に関する計画

- ・平成13年度補正事業、平成14年度補正事業を継続して、産学官連携を推進するために必要となる地域産学官連携施設をはじめ、共同研究施設、産学官が共同して研究開発を行うために必要な研究施設の整備、拡充等を実施する。また、空調関連設備改修、廃水処理関連設備改修、排水関連設備改修、高圧ガス供給設備改修等の現有施設の老朽化対策及び高度化対策を行う。
- ・空調関連設備改修、電力関連設備改修、給排水関連

設備改修等により施設の老朽化対策及び高度化対策を行う。○地域の産学官連携、ベンチャー企業等の活性化を促すために必要な5地域の産学官連携施設（研究者が集中研究できるオープンスペースラボ）の整備を平成13年度より継続的に実施する。

[13年度第1次補正予算（施設整備費補助金）]

- ・中部産学官連携研究施設整備事業 延べ面積：4,817m² 事業額：20億円

[13年度第2次補正予算（無利子貸付金）]

- ・北海道産学官連携オープンスペースラボ整備事業 延べ面積：3,179m² 事業額：21億円
- ・東北産学官連携オープンスペースラボ整備事業 延べ面積：4,656m² 事業額：21億円
- ・産学官連携情報技術共同研究施設整備事業 延べ面積：32,983m² 事業額：170億円
- ・関西産学官連携オープンスペースラボ整備事業 延べ面積：5,600m² 事業額：29億円

○民間企業による研究開発を中心とした産学官共同研究を実施するための共同研究施設の整備を平成13年度より継続的に実施する。

[13年度第2次補正予算（無利子貸付金）]

- ・低消費電力次世代ディスプレイ製造技術共同研究施設整備事業 延べ面積：9,716m² 事業額：153億円
- ・次世代モバイル用表示材料技術共同研究施設整備事業 延べ面積：2,789m² 事業額：34億円

○国際研究交流の拠点である臨海副都心センターに、バイオとIT等の異分野技術を融合し、産学官共同研究を加速的に推進するためのオープンスペースラボの拡充整備を平成14年度より継続的に実施する。

[14年度補正予算（施設整備費補助金）]

- ・バイオ・IT融合研究施設整備事業 延べ面積：20,400m² 事業額：250億円

○新規産業を創出するために産学官が共同して研究開発を行うための研究施設整備を平成14年度より継続的に実施する。

[14年度補正予算（施設整備費補助金）]

先端的研究加速化のための研究施設の高度化改修整備事業等

- ・革新的MEMS（微小電気機械システム）ビジネス支援施設整備 事業額：9億円
- ・半導体アプリケーションチップ実用化技術開発（MRAM）施設整備 事業額：9億円
- ・臨床インフォマティクス研究センター施設整備 事業額：26億円
- ・精密部材ナノ加工プロセス技術共同研究施設整備 事業額：4億円
- ・治験支援産業創生先端技術センター施設整備 事業額：3億円
- ・分散型エネルギー供給システム実証プラント導入の

ための施設整備 事業額：50億円

- ・重点4分野における研究加速化のための施設整備事業額：25.1億円

○施設の老朽化対策及び高度化改修が必要な空調関連施設改修、電力関連施設整備改修、給排水関連施設改修等を実施する。

[15年度予算（施設整備費補助金）]

- ・老朽化対策つくば 事業額：43.85億円
- ・平成15年度に追加現物出資を受ける予定の施設及び整備は、次のとおり。平成15年度現物出資案件をもって、引き続き国において整備される施設及び設備は完了する。

施設・設備の内容

[追加出資施設]

- ・特定高圧ガス実験棟の整備
- ・糖鎖遺伝子工学研究棟の整備
- ・低温バイオ研究センター研究棟（B棟）の整備
- ・平成14年度に確立した新体制において、設備等維持管理業務の適切な管理及び良好な研究環境を維持する。

2) 人事に関する計画について

- ・研究職員の新規採用については、引き続き若手育成型任期付研究員や招へい型任期付の採用を進め、産総研の核となる人材の確保に努める。
- ・管理部門については、引き続き電子化等により職務遂行の効率化を進め、人材の適正配置及び研修等により職員能力の向上を図ることによって、人材の抑制に努めることとする。
- ・受託業務の拡大に応じて、任期付き職員を若干名追加する。
- ・職員の評価制度による評価等を勘案し、効果的な配置を図るとともに、平成14年度に引き続き職員のキャリアアップのための研修の実施により、人材の養成を図る。

3) 積立金の処分に関する事項

なし。

別表1 鉱工業の科学技術

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

(1) 社会ニーズへの対応

1. 高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現

1-1. バイオテクノロジー分野

高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現及びバイオテクノロジー分野における産業創成への貢献を目的として、ポストゲノム時代におけるゲノム情報の本格的産業応用に対応するためのゲノム科学、加齢機構、糖鎖工学等に代表される生命機能を理解しそれを人間生活向上に役立てるとともに、高度な情報処理機構を利用した脳型コンピュータ等の開発に資するための脳科学を含む細胞生物学、環境計測・浄化・保全や廃棄物処理といった社会的要請に対応するための環境バイオを中心にバイオテクノロジー技術の発信基地となることを目指し、各項目の中期計画に対して、平成15年度は以下の研究開発を行う。

(1) ゲノム情報活用技術及び有用蛋白質機能解析

【中期計画（参考）】

- ・遺伝子の発現頻度情報の取得・解析を目的として、ヒト cDNA 1.5万個以上の多目的発現解析の基盤構築、蛋白質遺伝子の4割以上に相当する2万個以上の遺伝子の発現頻度情報の取得とデータベースの作成及び多重遺伝子の自動注入システム及び細胞変化の自動解析技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・ヒト cDNA をもつ12,000個の Gateway 導入クローンを作成し、多目的発現解析の基盤を整備する。5,000個の Gateway 発現ベクターを用い、蛋白質発現条件を検討する。
- ・発現頻度解析では、iAFLP 法を用いて、500万データポイントの発現情報を取得すると共に、「ヒト遺伝子発現頻度データベース」の医薬関連の産業等への活用を図る。
- ・蛋白質ネットワーク解析では、500種類の遺伝子導入による細胞内発現の蛋白質複合体を質量分析計で解析し、50種以上の新規な複合体を見出す。その主な複合体については再構成系を構築し、複合体形成過程を解明する。
- ・細胞ゲノム解析では、浮遊細胞の形態変化を及ぼす遺伝子を同定する。蛋白質細胞内局在判定システムを用い、2,000個の未知遺伝子由来蛋白質の局在情報を得る。また、付着細胞の形態変化画像自動解析の高速化を図る。
- ・応用研究として、確立された技術を用いて肥満や糖尿病に関連する遺伝子の探索研究を行う。また既存の解析技術を改良し、新しい解析技術の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・膜蛋白質等に関して、分解能2.5Å程度の電子顕微鏡による構造解析システムを開発する。溶媒分子等の存在下での2Å以内の高精度で解析できる高速モ

デリング技術を開発する。また、蛋白質の構造形成機構を解明し、有用な機能を有する人工蛋白質等を設計・創製する技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・極低温電子顕微鏡を用いて膜蛋白質の立体構造を解析すると共に、単粒子解析法を用いてチャンネルや受容体の構造を解析する。X線結晶解析では、診断や治療への応用が期待されるヒト cDNA 由来膜蛋白質等の構造解析に向け、結晶化方法の開発、並びに大腸菌系での大量発現と結晶化を行う。
- ・膜蛋白質のモデリング、ダイナミクス解析手法の開発を更に進め、蛋白質・低分子ドッキング手法による *in silico* 薬物スクリーニングに向けた応用を図る。
- ・リガンド及び受容体蛋白質の発現と精製法を確立するとともに、NMR 交差飽和法を改良し、様々な蛋白質複合体系における相互作用界面同定を試みる。また、NMR を用い、MHC クラス I 等の膜関連蛋白質の立体構造と相互作用の解析を行う。
- ・培養細胞系の発現ロドプシン及び変異体の高分解能構造解析へ向けた最適化を行い、結晶構造を決定する。
- ・超高熱菌由来の産業上有用な膜蛋白質等の大量発現、精製、機能解析を行う。
- ・平成14年度に引き続き、配列空間探索によるタンパク質デザインのコンセプトの実現とその生体外での利活用に関して以下の研究を進める。
 - 1) ジヒドロ葉酸還元酵素について、一アミノ酸置換変異体の系統的且つ網羅的作製を進め、全ての部位についての一アミノ酸置換変異体遺伝子の作製を完了する。作製できた変異体遺伝子について大腸菌での発現解析を行い、宿主である大腸菌において安定に蓄積が認められる変異体の50%以上を大量培養・分離精製均一化を行い、特性を調べる。作製した特性データを利用し、組み合わせ変異を行い新たな改良に関する事例を示す。
 - 2) p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼに関し、全てのシステイン残基およびメチオニン残基部位の網羅的一アミノ酸置換変異体の特性データを利用し、熱安定性と触媒効率の両方面での改良に向けた配列空間探索を行う。
 - 3) レポータータンパク質の配列制御固定化の条件を更に精査し、固定化に係る問題点をピックアップし、問題点解消のために必要な要素解析に基づくタンパク質の改良の指針を得る。さらに、蛍光タンパク質以外のレポータータンパク質に関しても検討を行う。
- ・コイルドコイル構造に加えて、ヘリックススターナーヘリックス型構造の構造核の検討を始める。βバレル構造については、合成フラグメントの構造のみでなく溶解性との関係を解析する。インフォマティ

クス面では、タンパク質立体構造データベースに登録されている大規模データを対象とした高速クラスタリング手法を開発し、局所構造の多様性、局所構造と局所配列の相関を解析する。FMO-MD 法のソフトのテストと改良を進め、真空中のタンパク質と核酸の量子分子動力学シミュレーションを行う。

- ・光制御ペプチドを用いて構造形成反応を追跡し、構造形成機構を解析する。細胞活性化ペプチドや運動蛋白質の制御ペプチドなどに光感応基を導入し、細胞・蛋白質機能を制御する技術を確立する。また、機能蛋白質の繊維状化制御手法を構築する。品質管理機構スクリーニングにより、抗体などの有用蛋白質の安定化を行い、S-S 結合に置き換え可能な汎用的アミノ酸ペアを探索する。1つ以上の高度好熱菌由来有用蛋白質の X 線構造解析を完成させ、耐熱化機構を構造面から明らかにする。結晶化には新規な浮遊無容器状態を用い、結晶品質の向上を図る。

【中期計画（参考）】

- ・国内外の有用なバイオインフォマテクスデータベースの統合化、データベースの検索・解析技術の開発・高度化を行い、独自のアノテーション（注釈機能）等の付加により、生物情報を広く実利用できる環境を整備する。

《平成15年度計画》

- ・統合データベース解析では、「H-Invitational」成果のデータベース公開を行うと共に、産業上の応用に向け、ヒト疾患と遺伝子多様性を主体とするデータベースを構築する。また、ヒト完全長 cDNA の追加アノテーションを国際共同研究で継続する。更に、生物進化解析に向けたヒト以外の動物遺伝子アノテーションと比較ゲノム研究を行う。
- ・遺伝子多様性解析では、慢性関節リュウマチと尋常性乾癬の感受性遺伝子の候補領域を特定し、感受性 SNP の発見する。
- ・平成14年度に引き続き、都市再生緊急整備地域であり、国際研究交流の拠点である東京臨海地域において、バイオと IT 等の異分野技術を融合し、新しい網羅的な大量実験系や測定装置の技術開発に係る重要研究課題について、異業種、異分野の産学官共同研究を加速的に推進するためのオープンスペースラボを拡充整備する。（バイオ・IT 融合研究施設整備事業）

【中期計画（参考）】

- ・網羅的クローニングにより分離したヒト由来糖鎖合成関連遺伝子等の機能解析を行い、それらを利用して、新規な糖鎖合成法を開発する。

《平成15年度計画》

- ・細胞壁合成阻害剤など新規な医薬品開発の標的として有効な細胞壁マンナン糖蛋白質の合成に関与する酵素蛋白質およびこれをコードする遺伝子を探索し

その機能を解析する。また、有用糖鎖の自動合成システムに利用可能な糖転移酵素を安定かつ多量供給するため、酵母の細胞表層または細胞外にヒトの有用糖転移酵素を活性型で多量生産するシステムを構築する。残された糖鎖遺伝子を本年限りですべてクローニングする。残された遺伝子の特徴は、その発現がきわめて組織特異的であるために発見が遅れていたが、リコンビナント酵素としてその基質特異性解析を行う。癌細胞の特性と糖鎖遺伝子発現変化、それをキャリアーするタンパク質の同定、かつそのタンパク質の機能変化、を解析し、その結果おこる癌細胞の特性の変化を解析する。ヒト疾患の原因と想定される糖鎖遺伝子を探索し、それを証明する。現在、3つの重要な疾患の原因遺伝子としての候補遺伝子を解析中である。糖転移酵素を用いて IgA 腎症の診断・治療を目指した研究を開始する。糖鎖合成関連遺伝子産物の高効率導入調製系を開発し、糖鎖合成関連遺伝子の機能解析とバイオ技術応用のための基礎研究を進める。糖鎖付加位置のみならず、糖鎖構造情報をも取得可能とするグライコーム型戦略の網羅的解析法の開発を行う。糖鎖構造の解析手法として、FAC の自動化装置の開発をはじめ、他の原理による糖鎖プロファイリング技術の開発、質量分析法等の組み合わせを種々検討する。糖鎖自動合成装置（ゴルジ）の実用化研究に関して、より汎用性に富む合成用プライマーを設計・調製する。合成用糖転移酵素を大量発現しシステムに活用する。生物活性の期待される新規糖ペプチドなどを合成する。グリーンケミカルプロセスを指向した糖鎖の新規化学合成手法を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・蛋白質等の整列化技術の開発により、プローブ顕微鏡を用いて整列蛋白質等の配向・機能を評価する技術を開発する。また、細胞の特性の解析に必要なバイオイメージング技術、細胞の操作技術の高度化を行う。

《平成15年度計画》

- ・ミクロンサイズのセンサをプローブとする電気化学顕微鏡システムを構築し、局所計測の技術開発に着手する。新規な自己組織化単分子膜修飾材料（セレンノール類等）を開発するとともに、電位変化等による自己組織化単分子膜の配向変化等の動的挙動を、走査型プローブ顕微鏡、表面分光等の技術を駆使して解明する。さらに、チオール等の自己組織化膜形成過程を基板電極上への濃縮過程と捉えることにより、チオール等の超高感度分析用の新規センサ構築が可能となると期待される。このセンサを用いて ppt レベルのペプチドホルモンの免疫測定を可能にする。
- ・細胞内における膜タンパク質の分布変化を解析する

ため、高解像度の電子顕微鏡画像から膜タンパク質の分子形状の情報を取得するコンピュータ画像処理・解析の方法を開発する。これを用いて、膜タンパク質の膜内での会合状態、オルガネラ上での分布や、細胞分化などの動的過程における細胞内分布変化の解析を行う。運動中の細胞は、細胞形態を決定し維持するために細胞から出る仮足の伸長の程度に勾配を付けるなどの制御を行っている。そのメカニズム解明のために、平成14年度に開発した細胞動態高精度解析法をアメーバ運動の中でも最も基本的なモードを示す魚類表皮細胞に適用し、各種薬剤処理に対する細胞形態や細胞運動の応答を解析する。より複雑なモードのアメーバ運動の解析には細胞性粘菌の遺伝子操作による変異株作製が有用であり、そのような高度な運動解析にも細胞動態高精度解析法を適用可能とするために、同方法の改良を行う。細胞集団の形態形成過程には個々の細胞の運動能力、特に細胞骨格系の機能が関与している。その役割を明らかにするために、平成14年度に構築した細胞性粘菌集合体内における個別細胞の動態解析を利用した実験を行う。細胞骨格系に変異があり運動能力が損なわれている細胞が発生過程の細胞集合体内で示す動態を解析し、形態形成にもたらす異常との関係を明らかにする。

- ・五感のセンシング・情報変換部分を基本に担当するグループと、五感の情報伝達・通信分野に基本をおく研究グループを編成し、前者は遺伝子レベル、細胞・分子レベルから五感のセンシング原理を探索し、神経ネットワーク系に伝達される情報通信の視点から、後者は、脳の中樞制御系のような複雑系の基本原理解明から、五感の大容量高速情報通信を具体的な暮らしや医療・福祉に適用するための技術開発を行う。
- ・嗅覚におけるニオイ識別機構を理解するために、特定のニオイへの応答性に注目して嗅覚レセプタの機能同定ライブラリーの構築を推進する。さらに、ニオイ識別機構の仮説実証のための関連研究を推進する。このため、嗅覚レセプタ機能発現系の構築を推進し、遺伝子組み替えレセプタを含む嗅覚レセプタの機能と構造との関係を明らかにする。
- ・マグネト・リポソームの研究においては、複合微粒子としてのマグネト・リポソーム作製法の高精度化、及びリポソーム微粒子膜の電場による物質の透過性高度化を行う。電場による膜透過のメカニズムについては基礎研究を続けるが、エレクトロ・ケモセラピーは研究が進んでいるので、我々はこれらの2方向の研究を結びつけ、より良い医療が可能となる新しいツールの開発を行う。利用現場の状況を踏まえて、ホルマリン固定されたオーシストを用い微量の試料で X 顕微鏡像を得ることが出来る方法開発す

る。

- ・従来の量子ドットでは発光のランダムな点滅現象がしばしば観測される。点滅現象が現れないような量子ドットを開発する。さらに、合成した量子ドットを用いて生体分子の種類を区別するために標識する。

(2) 有用遺伝子探索と機能性生体分子創製

【中期計画（参考）】

- ・高機能・高活性なハイブリッド・リボザイム等を作製し、それによる革新的な機能遺伝子探索技術を開発する。また、膜融合、核移行シグナル等を介した細胞内、核内への特定遺伝子の導入技術を開発する。《平成15年度計画》
- ・リボザイム系、RNAi 系の改良を行うとともに、次世代アプタマーの構築を行う。さらにこれらのテクノロジーを用いて高度に有効な新機能遺伝子の同定を様々なターゲットに対して行う。
- ・さらに効率のよい DNA の標的化を目指して、新規シグナルの探索・構造解析を行う。DNA・RNA をベースにした安定な遺伝子発現系の開発を進める。癌特異的自殺遺伝子や RNAi を使った癌遺伝子治療用デバイスを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・加齢、増殖分化、生体リズム等に関与する遺伝子及びその産物を同定し、これを用いて増殖・分化・脳神経機能等の評価・調節技術を開発する。《平成15年度計画》
- ・最初の年齢軸調節分子機構の汎普遍性証明と精査、プロトンピン遺伝子調節機構の解析、成長ホルモン作用の思春期/年齢軸遺伝子発現網羅的解析、ヘプシン機能と癌との関係解析、AAV 遺伝子導入ベクター構築とテスト、同定した神経可塑性制御因子群の生理機能、年齢軸調節機構解析、年齢軸制御に関与する遺伝子発現/細胞/増殖制御因子の構造と機能解析、新規開発の解析法による、加齢と共に変化する自己免疫応答現象の評価と機構解析、自然免疫関連因子群の年齢依存性発現制御機構解析と臨床応用開拓、加齢と骨代謝および加齢に伴う骨疾患治療法開発（間葉系幹細胞から骨芽細胞への分化機構の加齢変化解析と組織工学的治療法開発）、を目指す。
- ・肝臓や皮膚の再生・恒常性維持や細胞の増殖・分化・超越分化などの機能を制御する遺伝子・分子群の同定と機能解析を行い、それらの制御による細胞の分化増殖の操作を図る。特に増殖因子の関与する現象に関して年齢軸・時間軸機構について検討する。
- ・新たに開発した転写抑制因子を用いた遺伝子調節発現機構システムを用いて、ゲノムの全塩基配列が決定されているシロイヌナズナ植物体にコードされている転写因子の機能解析をゲノムベースで解析する。
- ・新機能性核酸の分子認識機構の解明に関しては、

HutP 蛋白質と RNA の認識機構については種々変異体の生化学的解析ならびに立体構造学的解析を進め、ヒスチジン分子の結合部位や RNA との結合様式に関して構造学的解明を目指す。NS3ヘリカーゼに対するアプタマーを創出し、その機能ならびに構造の特徴を精査し、ヘリカーゼと HCV-3' 非翻訳領域との相互作用様式を演繹する。

- ・新機能性核酸の創製に関しては、プリオン蛋白に対するアプタマーを創出し、アプタマーによりタンパク質の構造変換を識別の可能性を検討する。
- ・新機能性核酸の生体外での利用に関しては、ウイルスサブタイプを識別するより高機能なアプタマーを創製し、機能構造解析を進め、さらに応用法を開発する。
- ・新機能性核酸の細胞内での利用に関しては、植物における RNAi を解析・評価するために植物プロトプラストの安定性、dsRNA の導入効率、核、細胞質での dsRNA の発現部位、RNAi の評価方法等の改良を行う。NS3プロテアーゼ、ヘリカーゼ両方に対する bifunctional アプタマーを作成し機能の評価する。
- ・ゲノム全体としての遺伝子ネットワークに基づく遺伝子機能情報を得ることを目的として、クロマチン構造による環境設定を基礎とした発現制御機構と得られた成果を用いた組織特異的な環境ホルモン検出系の構築を継続して行う。さらに、ゲノムサブトラクション法を用いて腎癌の変異部位より得られた新規遺伝子の機能解明により治療や創薬に利用できるシグナル伝達系の情報を取得するとともに、ホルモン作用に関係する遺伝子の発現プロファイル解析により環境ホルモンや癌の評価・診断のための基準データベースを作成する。簡便かつ高精度な染色体コピー数異常解析法として、マイクロアレイ CGH 法を確立する。また、新規蛍光標識技術を用いた高感度蛍光イメージング技術の開発を行う。
- ・機能ゲノム科学に重要な網羅的解析技術を開発し、ゲノム中より研究開発や臨床診断に有用なタンパク質を探索する。マルチカラー磁気ビーズなどを用いて、自動解析技術を開発する。超好熱古細菌ゲノム中の有用遺伝子について、発現に成功した耐熱性タンパク質の酵素活性を確認し、基質に関する特徴や逆反応を進める活性等応用の可能性を中心として、発現タンパク質の性質を解析する。また、相同性解析だけでは見出されてこない有用遺伝子を検索するための情報科学的手法の開発を行う。
- ・酵母の転写因子遺伝子 GCR1 の発現制御における Gcr1p の役割と生物学的意義を更に解析する。酵母のゲノム全体での遺伝子発現頻度情報を DNA chip などにより解析することにより、解糖系代謝経路を中心とした遺伝子の発現の制御と発酵能などの関

係を解析する。また、分裂酵母における糖代謝の制御に関与する制御遺伝子の探索・解析を行う。植物の統括的な遺伝子発現制御機能の解析を開始し、モデル植物シロイヌナズナ転写因子遺伝子の配列情報の解析、転写因子遺伝子の cDNA の収集と整備、転写因子遺伝子群の詳細な発現プロファイリングのための解析技術の検討を行う。環境応答を制御する制御因子の探索・同定を継続し、形質転換植物を利用して転写因子の機能を解析する。タバコの完全長 cDNA クローンに関してライブラリーの構築と整備を行う。

- ・生物の示す多くの基礎的生物現象の根幹にある生物学的繰り返し時間（バイオロジカルタイミング）の背後にある分子的基礎を、分子生物学、神経科学、生理学、遺伝学、行動学、形態学などの基礎的研究手法により総合的に研究しこれを広く産業社会へ利用する。具体的には、以下に示す3課題に関して検討する。
 - 1) 生物時計遺伝子産物 *per2* の核内移行阻害型分子を発現するトランスジェニックマウスの作成に成功したので、このマウスの日周行動に与える影響を評価する。さらに生物時計遺伝子産物のリン酸化等修飾機構について検討する。
 - 2) 雌のショウジョウバエ *Timeless* 変異株が特定の時間帯で生殖活動を抑制することを見出した。この生殖行動抑制に関わる分子を探索する目的で網羅的遺伝子解析を行う。
 - 3) 平成14年度までに、末梢時計のリズム形機構が中枢とは異なることを見出した。そこで末梢時計のリズム形成に関わる遺伝子群を網羅的に解析する。
- ・細胞の老化及び不死化におけるモータリンの役割についての研究を引き続き行う。モータリンをハンマーヘッドリボザイム及び RNAi 用いてターゲティングし、細胞の正常及び癌の表現型における機能的な重要性を解明するために用いる。モータリンの過剰発現は、連続的に増殖させる細胞でなく正常細胞を得るために、テロメラーゼとの組み合わせで用いる。ARF の新規結合パートナーである CARF についての研究を引き続き行う。独立した ARF 経路における CARF の役割及び DNA 損傷剤に対する反応について解明する。細胞の癌化・不死化に関する分子ネットワーク解析の研究開発については、GFP、mRFP のような蛍光標識付きモータリン及び p53 を含むモータリンの結合パートナーを、高解像度顕微鏡下で細胞内局在を解析するために用いる。これらのタンパク質の相互作用が細胞周期に関連するかについても検討する。
- ・シスプラチン耐性癌細胞に対し有効な白金錯体と DNA 複合体に関して、修飾複合ナノ微粒子を用いて結合タンパク質の違いを比較検討する。アミロイ

D-β-タンパク質会合の分子レベルでの解明をさらに進めると共に、概念を拡張した分子レベルの挙動の解析を目指し、新規実験系を開発する。先行導入型新規セレンリリンカーを用いた固相合成手法による高活性デヒドロアミノ酸ペプチドの合成を進めるとともに、新規異常アミノ酸ペプチドの合成に発展させる。同時にコンビナトリアル化学を指向した反応デバイスの開発を行う。生体内に癌細胞を投与した際に、破骨細胞の分化誘導が起こるかについて解析する。さらに、内皮細胞上の ODF と破骨細胞前駆細胞上のリセプターとの相互作用の遮断が、破骨細胞の分化誘導へ与える影響を解析する。

- ・平成14年度に引き続き、臨床インフォマティクス研究センターについて、共同研究施設の整備を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・未利用生物遺伝子資源の探索を行い、新規微生物を500株以上分離解析する。複合生物系・生態系の解析を行い生物遺伝子資源の賦存状況を明らかにし、得られた生物遺伝子資源の保存とデータベース化を行う。

《平成15年度計画》

- ・環境中や動物体内中に存在する微生物の多様性解析と新規微生物の探索収集に関しては、地下深層、水田土壌、各種昆虫の体細胞共生体などを標的とした多様性解析および微生物分離を試みる。特に嫌気性微生物については地下圏に生息する特異な微生物、難分離性の化学物質分解微生物群、メタン生成古細菌の分類や分子生態学的解析を行う。また、昆虫共生微生物体については、昨年度得た宿主転位体の詳細な解析、宿主昆虫の生殖を制御する共生体の制御機構などを検討する。さらに、得られた生物遺伝子資源の保存とデータベース化、既存の文献情報に基づく微生物化学分類データベースの構築を行う。
- ・環境微生物の物質循環・代謝に果たす役割の解明と環境浄化技術への応用を目指し、昨年度に引き続きダイオキシン、ジクロロフェノキシ酢酸などの汚染物質を取り上げ、その分解微生物の汚染物質分解特性を解明する。また、メタン発酵リアクター内で重要な役割を担うメタン生成古細菌のメタン生成遺伝子の発現制御系に関する知見を深める。また、組み換え体微生物の追跡手法の確立および環境微生物群集を計測するための DNA マイクロアレイ技術の開発を行う。
- ・昆虫-微生物共生系においては、内部共生に関与する宿主昆虫側の遺伝子の同定と解析を進める。宿主昆虫の染色体上に水平転移した共生微生物ゲノム断片については、その全構造を決定する。
- ・分子遺伝学的手法や顕微鏡画像解析手法を用いた特定および全微生物系統群の定量・視覚化技術の開発、

改良を行うとともに、両手法間で定量値の比較を行う。沿岸環境微生物の多様性データ収集をさらに進め、有効な遺伝子マーカーの開発を図る。環境汚染物質分解菌等を対象に、特定微生物の検出マーカーや手法を検討する。

- 前年度までと対象海域や用いる調査船、潜水艇等が異なることから、海底熱水活動域での微生物・遺伝子試料の効率的な獲得を促す装置の開発、改良を継続する。具体的には、熱水中微生物試料採取を目的とした水深3000mでも使用可能な採水・ろ過システムや現場培養器システムを構築する。これまでに水曜海山等で採取した微生物遺伝子試料のさらなる解析を進め、地下を含めた海底熱水微生物生態系のモデル化やその成因、影響等の解明を図る。また、採取した貴重な試料の有効利用を図るため、内外機関と協力し、新規微生物や環境遺伝情報等の獲得を図る。
- 近年、アラスカには、*Tishikariensis* は存在しないとの報告がなされたが、アラスカ海岸部では本菌株分布の可能性があるので、平成15年度はアラスカにて調査を行う。
- インジゴ還元能を有する好アルカリ性微生物の最終的な分離、生理生化学的性質の検討を行う。
- 新しい機能をもった新規好アルカリ性微生物の分離および分類を行う。
- 複合微生物系における特定微生物の高感度・高精度検出方法の開発と、精度の高い菌相解析の手法の開発を行う。また、当所で開発した蛍光消光を利用したDNA/RNA解析・定量方法について、遺伝子組換え作物定量への応用など、この方法の用途の拡大と普及をはかる。DNA計測の標準化にも協力する。

【中期計画（参考）】

- 有用酵素、高機能糖質材料、各種生理活性物質の探索と利用技術の開発を行う。また、それら有用分子の高効率生産技術の開発を行う。

《平成15年度計画》

- 有用な低分子生理活性化合物の開発については、平成14年度に見出された脂肪蓄積促進活性成分や抗菌物質等の精製・構造・機能解析を進める。また、新規抗菌活性・アポトーシス制御活性等の探索を継続する。
- 新規生理活性ペプチドの開発と応用については、各種生物資源を材料に血圧降下や血管系細胞の機能制御を行なう新規ペプチドの検索を続けるとともに、平成14年度までに多種見出されたX-Pro型ペプチドの吸収安定性、血圧降下作用等についてin vivoでの解析を進める。特に一回の経口投与で効果が24時間持続する血圧降下ペプチドを開発し、特定保健用食品としての早期実用化を目指す。
- 科学的・生物学的因子による遺伝子発現変動の解析

については、平成14年度までにDNAチップにより取得した発現プロファイルを精密に解析し、特徴的な発現変化をした遺伝子群を見出す。これらの中で特に注目すべき遺伝子数個について発現変動を定量PCR等で確認するとともに、その変動に影響する要因を明らかにする。

- 新規な作用様式を示すキシログルカン分解酵素の生産菌KM21株について、キシログルカン分解酵素の遺伝子クローニングを行い、発現系を構築する。前年度までに遺伝子のクローニングと発現系の構築を終了したキシログルカン関連酵素を、オリゴ糖の調製に適用する。前年度に取得した新規なラクターゼ蛋白質のアミノ酸配列をもとに遺伝子クローニングを試みる。さらにエンドヌクレアーゼVを用いたDNAシャフリング法の有効性を検討する。
- モルティエラ属糸状菌のリピッドボディで既に同定したリン酸化蛋白質、蛋白質リン酸化酵素のリピッドボディ形成における役割の検討、他のリピッドボディ形成に関わる蛋白質、酵素の同定、これら蛋白質の遺伝子レベルの解析及びリピッドボディ形成過程に関わる変異株の変異遺伝子の解析を行う。さらに、モルティエラ属糸状菌とはリピッドボディの形態が異なる脂質蓄積性酵母のリピッドボディ形成も検討する。また、ラビリンチュラ類海生菌で、n-3ドコサペンタエン酸とイコサペンタエン酸の高生産株の取得を目差す。またラビリンチュラ類海生菌の油脂添加培地における増殖促進機構を明らかにすることにより、その新規な培養方法を検討する。
- 平成15年度は、「細胞内プロテアーゼネットワークの解析」と「組換えタンパク質生産技術の研究開発」の2テーマを研究の柱として進める。

細胞内プロテアーゼネットワークの解析においては、真正細菌、古細菌、真核細胞を用いて細胞内タンパク質分解系に関与する酵素群の機能解析をこれまでと同様、生化学的・遺伝学的手法を用いて進めると共に、真核細胞内のユビキチン化タンパク質の精製と同定技術を行う。

組換えタンパク質生産技術の研究開発においては、引き続き*Rhodococcus*細胞を宿主とした発現ベクターの改良と細胞の機能改変を中心に、組換えタンパク質生産技術の高機能化を計る。同時に、新たな研究計画として、10度以下の低温環境下でも機能する無細胞組換えタンパク質生産システムの開発を進め、組換えタンパク質生産技術の多様化を図ると共にタンパク質生産の効率化に重要な因子の検索など試験管内での再構成実験を進める。発現ベクターの改良と低温特異的タンパク質の検索に関しては、細胞増殖阻害効果を示すタンパク質について、低温環境下で生産可能なタンパク質の検索を行う。

- 動物等由来機能的遺伝子の植物における発現に関する

- る研究：新たに有用物質の遺伝子（血液因子、抗体等）を導入した植物の作出を試みるとともに、既に作出してきた組み換え植物の動物投与試験を行う。一方、植物固有の糖鎖修飾を抑制する組み換え植物の作出に着手する。
- ・経口ワクチンおよび診断・検出試薬生産系の開発：作出したワクチン成分発現形質転換植物の解析と評価を行う（含動物投与試験）。
 - ・植物脂質の糖鎖修飾改変技術の開発に関して、作出された糖転移酵素遺伝子導入植物の糖脂質を解析する。また、糖脂質の生合成に関与する別の糖転移酵素遺伝子を単離し、植物発現用遺伝子の構築・形質転換植物作出を行う。
 - ・引き続き市販のシランカップリング剤を用いてまたエリブソメトリー、AFM 観察の精度を上げながら単分子層の形成条件について検討し、単分子層形成条件を確立する。新たに入手（合成）した末端基がアミノ基とアミノ基以外の2種類のシランカップリング剤混合単分子膜を形成し、単分子膜上へのビオチン、アビチン結合能と単分子層の組成、配列状態の関係について調べる。光反応を利用して得たアビチンの位置選択的配列（パターンニング）を行う。この手法の有用性がアピールできるような具体的な応用について調査を開始する。
 - ・引き続きテフロンシートの微細加工について検討を行う。
 - ・液体中でのアブレーションによる銀ナノ粒子の合成条件とその粒径、性状との関係について明らかにし、バイオセンシング等への新規な応用について検討する。そのための表面修飾をチオール化合物等により行う。銀以外の金属、半導体ナノ粒子の液体中レーザーアブレーションによる合成について検討する。
 - ・これまでに開発した高感度糖組成分析方法を用いて、海藻胞子付着基の糖組成を分析する。また、生物付着促進に適した基盤材料を検討する。
 - ・海藻由来糖鎖認識物質の糖鎖認識機構解明を目的に、関連する数種類の単一糖鎖について、それぞれマトリックスに最適に化学的固定化する方法を明らかにする。また、超臨界二酸化炭素条件等を用いて、直鎖状及び環状オリゴ糖への低分子の挿入を行い、それらの構造を固体 NMR 法、小角 X 線散乱法によって解明する。
 - ・いくつかの試験管内タンパク質合成系が販売されはじめたので、これらの性質を比較検討し、タンパク質のより効率的な合成技術を開発する。
- 【中期計画（参考）】
- ・細胞の環境認識応答機構を遺伝子レベル、蛋白質レベルで解明し、優れた環境適応能をもつ細胞の創出及び機能制御技術を開発する。
- 《平成15年度計画》
- ・DNA マイクロアレイによる網羅的解析とパイオインフォマティクス解析により酵母の環境応答機構について、さまざまな発現調節に関わるプロモーター50種以上を見いだす。また、優れた発現系を構築するために、ゲノム情報を利用したアプローチによる新規プロモーターの開発と、それを利用した新規発現系の構築を行う。昨年度構築した低温誘導発現系について、プラスミドおよびホストの検討を行い、発現量を5倍以上増加させる。
 - ・新規海洋性低温好アルカリ性細菌 *Pseudomonas alcaliphila* AL15-21の最も主要な可溶性チトクロム c を精製しその諸性質を検討し、機能を解析する。
 - ・絶対好アルカリ性細菌 *Bacillus clarkii* K241U の膜結合性チトクロム c の一次構造を決定する。
 - ・高活性カタラーゼ細菌 T-2-2株のカタラーゼ基質取り込み部位のアミノ酸を部位特異的変異をかけることによって、高活性と構造の機能相関について明らかにする。
 - ・高度不飽和脂肪酸の効率的生産については、EPA 合成遺伝子群の完全単離を行う。未利用水産資源による高度不飽和脂肪酸生産微生物の大量培養法については、培地組成の検討およびジャーファーメンター培養によりフラスコを用いた培養方法に対して5倍以上の菌体収量増加を目指す。
 - ・優れた酵母レポーター系を構築するために、ルシフェラーゼを用いたレポーター系を開発する。このレポーターを用いて遺伝子発現の変化を数時間以内に検出する簡易アッセイ系を開発する。
 - ・不凍蛋白質の探索・3次元分子構造解明・高機能型分子設計に関しては、抗体を用いたスクリーニング法を導入して探索効率を上げる。性能が目される複数の新規不凍蛋白質をコードする遺伝子をクローニングし微生物を用いた大量発現系を構築する。これらの詳細な活性メカニズムの評価と生化学的性質の解明をおこなう。NMR と X 線を併用した3次元構造決定と不凍活性メカニズムの解明を開始する。人工不凍蛋白質に対する改良を加える。グラム単位で精製できる不凍蛋白質をさまざまな物質に混入し、その凍結保存性能等を評価し、不凍蛋白質の産業利用を検討する。
 - ・産業用酵素の結晶化と X 線構造解析に関しては、新規糖分解酵素の結晶化および立体構造解析を行う。また低温活性型に設計し、実際に酵素活性が向上したリパーゼ変異体の構造解析を原子分解能で行い高機能型リパーゼを設計するための指針を得る。また、酵素と阻害剤の複合体の構造解析を行い酵素の反応機構に関する知見を得る。また、完全新規の不凍タンパク質に関しても結晶化および X 線結晶構造解析について検討する。
- 【中期計画（参考）】

- ・未利用バイオマス等から生分解型環境低負荷バイオ材料等の開発及び、環境影響評価技術の開発を行う。また、各種難分解性化学物質、有機スズなどの有害物質の生物的モニタリング技術及び分解技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・パルプ等の純度の高いセルロース資源から無水糖を10%以上の収率で生産することを目指す。
- ・糖含有高分子としてブロックコポリマーなどを3種類以上調製して、両親媒性などを検討する。
- ・ジオール、ヘミアミナルに関するこれまでの知見を活用して、4種類以上のアミノアルコールの生体触媒による光学活性体の合成法について検討する。
- ・糖鎖型高分子の高機能化を図るため、糖の分岐を持つ高分子にエステル結合を導入する。また、立体規則性ポリ乳酸の合成についても検討する。
- ・系統的類縁関係の明確な種々の微生物を用いて、ポリエステル分解菌の分布状態を詳細に検討する。環境中に於けるタイヤゴムの分解特性を把握するため、タイヤゴム中に含まれる合成ゴムの分解の可能性について検討する。
- ・ポリ乳酸の微生物または酵素処理技術を開発するため、ポリ乳酸分解に関与する因子について、属レベルで異なる微生物を用いて検討する。タイヤゴムの生物処理技術を開発するため、*Nocardia* 属以外に新たに見いだしたゴム分解菌を用いて、タイヤゴムの処理技術について検討する。
- ・化学物質の毒性評価を、継続して行う。具体的には、不溶性化学物質について、少なくとも30種類の化学物質の毒性評価を終了する。ヒト細胞を用いたマイクロアレイ解析についても検討を継続する。これに加え平成15年度からは、放射線の影響評価を開始する。放射線としては、産総研で使用可能なラジオアイソトープ等の放射性物質等の影響評価を行う。
- ・メカノケミカル法により海洋性多糖含有量が60重量%以上の熱可塑性ポリマーアロイの製造法を開発するため、混合粉碎法によって多糖系ポリマーアロイを種々の条件で合成し、多糖微粒子の分散性、ポリマーアロイ自体の流動性に効く合成要因を解明する。また、多糖系ポリマーアロイの引っ張り強度特性および熱流動性を検討する。
- ・シデロフォア、細菌などの分解機能を利用して有害物質の分解特性を解析し、効率的な汚染物質の低減化技術を開発する。また、海綿の元素（ケイ素、ヒ素など）濃縮に係わるミネラルイゼーションや海洋での物質循環に関わる機能を明らかにし、生物を模倣した生態機能材料やラビリントラなど（新規生物群）の機能利用の開発に資する。
- ・干潟の底質と生物の定期的観測、実験干潟水槽による生物種・個体数の計測、沿岸域の海底面や岩礁帯

に付着している微細藻類の生産・消費過程の定量化を実施する。また、海水中の乱れ、プランクトン、水温、塩分等の鉛直微細構造を測定し、鉛直混合強度と植物プランクトン量等との関係について検討する。生物作用を利用した流失抑止機能を有するアマモ種子播種体の作成法を確立し流失抑止効果を検証する。

- ・水域における化学物質の影響評価および複合生態系については、引き続き研究を進め、各地域から取得した試料の分析と全体のとりまとめを行う。
- ・生分解型環境低負荷バイオ材料等の開発の観点から、前年に引き続き土壌の基礎特性の解明、プラスチック分解菌分離、など全国規模分解菌データを収集する。未利用バイオマス活用の観点から、キチン由来N-アセチルグルコサミン生産のための高活性酵素群生産技術と生成物分離方法を確立する。また、未利用非木質繊維である竹繊維と生分解性プラスチックとの複合材料製造のために、界面接着を強化する添加剤の効果について解明する。
- ・有害化学物質と窒素成分を同時に除去する有効な方法の膜分離一槽式硝化脱窒技術の実用化に向けた検討を継続し、無機窒素（硝酸、アンモニア性窒素）を高濃度を含む廃水に対応した脱窒のための有機物の選択法と、一槽で硝化と脱窒とを安定して行わせる条件および活性制御方法を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・遺伝子操作生物の環境安全性評価に資するため、環境中における特定微生物及び微生物相の定量解析技術、特定微生物の環境影響評価試験手法の開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・特定微生物の定量解析技術の開発に関しては、*gfp* 遺伝子の挿入部位として全ての微生物が持っている16S-RNA 遺伝子内に導入する方法について検討する。微生物相の定量解析技術の開発に関しては、複数の微生物群を同時に FISH で解析する手法についてさらに検討を進めるとともに、定量 PCR 方を基本とした手法についても検討する。特定微生物の環境影響評価試験手法の開発に関しては、モデル微生物生態系として選定した活性汚泥を、試験法で使用される環境で培養し、その安定性について検討する。

(3) 脳科学技術（脳機能解析・脳型コンピュータ）

脳の機能を理解し、それに基づく技術基盤を確立することを目的として、脳神経組織の構造と機能の理解からは、精神神経疾患の診断治療技術の開発や神経組織の修復再生技術の開発などによるバイオ・医療福祉産業の振興に、また脳における情報表現と情報処理の理解からは、これからの情報化社会に求められる、人間と相性のいい脳型の情報技術の開発

に貢献することを目指して、平成15年度は以下の研究開発を進める。

【中期計画（参考）】

- ・脳機能を理解し、これを安心・安全で質の高い生活の実現に利用することを目的に、脳の柔軟な情報処理及び神経細胞の発生・再生機構を分子生物学的、細胞生化学的及び生理学的アプローチで解析し、それを利用した非同期型コンピュータの設計原理を開発する。また、脳活動のリアルタイム計測のための機器の高度化を行う。

《平成15年度計画》

- ・脳神経細胞・遺伝子の機能解析とその利用について以下の研究を行う。

- 1) 発生・分化に関する幹細胞の培養、関連遺伝子 Pax6や XGB について機能解析、ホヤを用いたシグナル伝達の解析を行う。筋神経系について逆行性シナプス伝達の解析、LMCD1/dyxin の解析を行う。線虫神経回路網の活動の可視化に着手。げっ歯類の単離脳標本を用い、海馬周辺回路における興奮性神経応答の統合機構を解析。体性感覚野における触覚ワーキングメモリの解明を、行動実験と光計測を組み合わせて行う。
 - 2) 取得した新規生理活性ペプチドの特性解析及びカルモデュリンキナーゼに結合する分子、プロテアーゼ阻害剤遺伝子を探索する。δ-catenin の AMPA 受容体の trafficking に関するメカニズムの解析および成熟神経細胞での RNAi を用いた解析系の確立する。生体に近い環境下でのシナプス動態の観察及びカルシウムチャネル分子の機能を解析する。培養細胞を用いたより簡便なスクリーニング系の開発する。
 - 3) 単粒子解析法を動的な分子構造変化に適応できるように開発・改良を行う。改良 X 線溶液散乱による散乱曲線から、タンパク質分子の形状データを推定するため、逆散乱問題を制約条件下で解くアルゴリズムを研究する。新型偏光顕微鏡を用いた成長円錐の運動機構の解析を成長円錐のアクチン関連タンパク質の動態解析で行う。超解像光学顕微鏡試作機の性能評価、改良を進める。脳活動の非侵襲的計測法を改良する。
 - 4) ヒト22番染色体の配列を対象にヒトゲノム配列中の特定の区画が遺伝子である可能性の検定及び遺伝子同定のための方法の開発を行う。原始紅藻の葉緑体ゲノム DNA の全配列を決定し、記録されている遺伝子配列等の情報を解析する。FFRP の立体構造を解析し、これをもとに、DNA 認識機構を解析する。
- ・脳における情報処理機構の解明について以下の研究を行う。
- 1) 運動学習中に、ニューロン活動を記録し、運動の

変化と活動との関係について検討する。

- 2) 脳損傷回復モデル動物を使って、可塑性関連分子の機能発現を調べる。
 - 3) 刺激のもつ複数の物理情報の統合や刺激情報への意味付け（期待や報酬）プロセスを神経科学実験で検証する。
 - 4) 脳の時間順序判断を知る研究では、サルに時間順序判断を訓練し、判断を行動で表現できるようになったら、脳内からニューロン活動を記録する。
 - 5) 脳の MRI データベースを引き続き整備する。開発した運動検出方法の企業での利用を進める。
- ・高次認知行動機能の研究について以下の研究を行う。
- 1) 短期記憶・対連合・推論など認知機能に対する計算論的モデルの妥当性を検証する。記憶に関わる脳活動を fMRI によって計測し、特に海馬と記憶との関わり合いについての研究を継続する。異種感覚間相互作用の研究のため、光と音に対する、呈示時間順序及び呈示場所に対して応答するように訓練したサルの第1次視覚野と第1次聴覚野から単一細胞活動を記録する。視覚情報処理の研究のため、色彩弁別あるいは運動速度の弁別課題を訓練したサルの第1次視覚野と第5(4)次視覚野から単一細胞活動の同時記録を試みる。時間文脈情報を総合的に検討するための課題を作成し、記憶における時間情報処理の神経基盤を fMRI や PET などの非侵襲的脳機能計測法を用いて同定する。
 - 2) 人の主観的味覚特性と脳活動の相関の解明、臭気の順応過程およびその脳活動の解析や視覚情報処理のダイナミクス解明のため、14年度に引き続き心理実験と非侵襲計測実験を行う。知覚-運動反応の MEG 計測を行い、空間情報の運動変換過程の解明を目指す。複数色知覚時の色覚量のモデル化を目指し、計算機実験による検証を行う。嗅覚検査法の実用化研究及び嗅覚同定能力 DB の構築する。
- ・脳情報工学について以下の研究を行う。
- 1) 学習過程の数理的理解のために、複素ニューラルネットや混合分布モデルに関して特異解に起因した学習アルゴリズムの収束性や汎化に関する性質を調べる。また、幾何学的な手法を用いて、学習アルゴリズムを統一的に扱う枠組みを構築し、汎化能力や収束性のよいアルゴリズムを提案する。さらに、因子分解法や3次元自己回帰モデルを用いて、よりロバストな3次元復元や不変特徴抽出に関する検討を行う。
 - 2) 自己組織化におけるトップダウン情報の利用法として、組み合わせ構造を持つ確率モデルの隠れ変数に着目した構築法と近似手法に関する研究を行う。また、クラスタ例からの学習の枠組みを発展させるとともに、順序構造をもつデータに対する学習手法の構築を行う。

- 3) 部分的に隠れを含む画像に対してもロバストな認識手法を画像中の顔の検出に応用し、画像中からサングラスなどで一部が隠された顔も検出可能な顔検出手法を開発する。また、多項ロジットモデルをベースにした手法を画像中の人の検出に応用し、汎化性能を評価する。
- 4) 独立成分分析を用いた「見え」からの拡散／鏡面反射の分離について、ハーフミラープリズムを用いた二台のカメラによる同時観測システムを完成させる。これにより、準実時間的な分離システムの実現を目指す。また、カラー画像の分離システムについても、試作する。
- 5) ロボットの見えの情報と位置の情報を統合した場所細胞のモデルを用いて、場所細胞の見えの情報から自分の位置を同定し、自律移動ロボットをナビゲーションする方法を開発する。
- 6) プロンプター状の手話会話記録装置を用いて、ネイティブの手話会話を記録し、データベース化する。顔領域と顔部品の検出追跡手法としてテンプレートマッチング、オプティカルフロー、各種フィルター等の最適化を検討する。また、WWW サイト「手話認識研究ポータルサイト」について、最新の情報発信を維持継続する。
- 7) 触覚などの感覚チャンネルについて、言語の発達ダイナミクスとの比較を行なう。幼児歩行器による自由度の制限を用いて、ヒューマノイドロボットの **bouncing behavior** についての研究を行う。また、ロボットの頭部や、記憶モデル、CG による頭部を含む、読唇学習の最初のプロトタイプを提案する。

(4) 分野融合的課題

【中期計画(参考)】

- ・神経突起伸長因子等を用いて神経回路を再接続する技術を開発する。また、神経電極、人工筋肉等に必須なモノリシックデバイスの実現に資することを目的として情報認識変換分子システムを開発する。
《平成15年度計画》
- ・神経回路再接続技術を開発する観点から、ニューロクレシン等の蛋白質の活性部位を従来蛋白質の3分の1以下に低分子化し応用可能性を拡大する。また、これらの蛋白質が生理的にも重要な分子であることを分泌機構や発現制御機構の観点から明らかにする。シナプス機能を制御する観点から長期増強誘導因子などの機能制御因子の発見とその解析に注力する。双方向の回路接続技術を確認するため筋知覚神経の成長因子を同定する。また、生きた動物個体での神経機能因子を解析するシステムを開発する。
- ・神経再接続技術に資する細胞機能操作技術を確認する観点から、神経機能可視化技術の開発を目指して、神経栄養因子やプロスタグランジン等の複数の神経機能関連蛋白質に関するマルチ動態解析を行う。特

に長時間に渡る転写活性の変化などを生きた細胞のまま解析する技術を確認する。また、翻訳後修飾等の細胞内情報を可視的に捉える細胞機能解析用発光・蛍光融合型光分子プローブを実用化する。

- ・前年度に引き続きカラムナー液晶における液晶分子動態や構造と液晶性との相関を解明するとともに、電荷移動度の検討を行う。また、光など外部刺激に応答して電子物性をスイッチ可能な材料の検討も行う。フレキシブルデバイス技術に関連したモノリシック機能実装技術として赤外レーザ光による液晶配向制御技術を他の液晶材料系にも展開、かつ、簡単な100ミクロンサイズの配向構造を持つ光重合フィルムを作製する。
- ・人工筋肉開発においては、高機能高分子アクチュエーターの応用範囲を広げるため、ロボット歩行系の制御や微細加工アクチュエーターの開発に関わる研究を進める。コントロールリリース機能を有するスマートカプセルを多種開発し、平成14年度開発したものに比べて10倍以上大きな分子を包含できる新規材料を開発する。パターン化脂質2重膜システムの安定化を進め生体分子を導入する技術的基盤を確認する。表面プラズモン蛍光装置の細胞機能測定システムへの応用を図る。クラウン環を有するデンドリマーの外部環境による協同的構造制御システムを開発する。

1-2. 医工学・福祉分野

高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現のために、医工学・福祉分野では、臓器移植に代わる新たな治療技術としての生体機能代替技術、診断・治療に伴う患者の身体的負担の軽減をめざした医療診断・治療支援機器開発技術、高齢者・障害者の活発な社会参加と自立を実現する福祉機器開発技術、多様な生活者ニーズに対応したユニバーサルな製品・環境を創出するための生体ストレス・人間特性計測応用技術、及びこれらに共通的な技術課題の研究開発を推進するため、各項目の中期計画に対して、平成15年度は以下の研究開発を行う。

(1) 生体機能代替技術

【中期計画(参考)】

- ・細胞の三次元培養技術を用いて、軟骨・靭帯、骨、血管等の組織を再構築する再生技術を開発し、これらデバイスを用いた臨床治験を行う。また、動物実験代替用等の検査用組織デバイスを開発する。
《平成15年度計画》
- ・ヒト骨細胞の培養と臨床応用の技術開発を進める。骨と軟骨の同時再生の基礎検討に着手する。間葉系幹細胞の組織培養に関するバリデーション技術の確立を目指す。神経幹細胞については、長期培養を行い、効率よく大量に取得する技術の基盤を確認する。

幹細胞の取得と各種組織への分化誘導技術の開発のため、分化誘導に関わる遺伝子群の同定とその相関関係の解明を目指す。ナノテクノロジーの応用を図り、1分子の遺伝子操作を細胞内で行う技術の開発も進める。臭覚細胞のレセプタ・細胞機能の計測・制御技術について検討する。

【中期計画（参考）】

- 品質管理に優れた人工物を用いた体内埋込み型の生体機能代替システムとして、動物実験において3ヶ月以上連続使用可能な遠心型人工心臓、埋込型インスリン注入システム等を実現するための要素技術を開発する。また、共通基盤の技術として、生体適合材料に関する適合性評価試験法に資する標準情報を提供する。

《平成15年度計画》

- 人工心臓の機構の研究では、一点接触型遠心ポンプに関して、体外式の補助循環ポンプとしての製品化を進める。非接触駆動の動圧浮上遠心ポンプに関して、数値解析を活用して改良設計を重ね、動物実験における血栓形成の問題を解決する。また、小型を特長とする磁気浮上ポンプに対し、遠心式と軸流式を性能比較し選別する。
- 血液適合性評価の研究では、溶血模擬血液の粒子径の精密調整を行い、感度を上げるとともに、新材料の導入も検討する。またチタン製人工臓器の抗血栓性を向上させる表面処理と細胞接着因子の検討を行う。また、インスリン注入システムの研究では光学式血糖値センサに特化し、生体に近いファントムモデルを作成し、温度および散乱変化を補正するアルゴリズムを適用した場合の実用的なグルコース濃度推定精度を検討する。また、実際に人体皮膚を対象とした測定を行うための試作機の作成を開始する。
- クラスタ中心の追跡によりスパイク分離精度が向上することを、実データを用いた情報量解析によって立証する。運動野損傷による前肢運動障害及びその回復と大脳皮質機能再編成の関係を明らかにする。また、このような関係を、脳虚血モデルと選択反応時間タスクを用いて、定量的に解明する。さらに、加齢やストレスが影響するワーキングメモリーや情動記憶の基本的な神経特性について、辺縁系-前頭前野-錐体外路を対象として研究する。前頭前野での海馬情報の統合機構と、前頭前野の錐体外路系機能への調節様式を、神経と行動レベルで解析する。

(2) 医療診断・治療支援機器開発技術

【中期計画（参考）】

- 画像誘導型の低侵襲手術支援システムの要素技術を確立し、医学系機関との連携して画像誘導型の低侵襲医療システムを開発し、臨床試験に供する。

《平成15年度計画》

- 内視鏡の高度化の研究として、MRI 対応内視鏡を

MRI 手術室で臨床試験する。さらに、ロボット装着に適した MRI 対応内視鏡として、回転自由度を必要とする斜視鏡を試作し、光軸方向の内視鏡本体による隠蔽部分低減を目指す。

- MRI 画像誘導ロボットシステムの研究として、6軸パラレルリンク機構によるロボットシステムの MRI 対応性を検証する。また、斜視鏡に対応した MRI 対応内視鏡把持ロボット試作機を完成させ、試運転する。さらに、MRI 画像から内視鏡位置指示を行うソフトウェアの開発、およびネット対応の手術情報ログシステムの構築する。
- 軟組織の変形解明に関する研究として、複数層の針通過時の検知、手で持って穿刺した場合も検出可能か実験的に明らかにする。
- 複合脳内計測プローブの要素技術のさらなる高度化、複合化を進めると共に、その有効性の検証を行う。また、熱弾性応力測定法を用いた実験では、表面応力のデータ収集を継続すると共に、内部の力学的条件および臨床成績との関連についてもさらなる考察を進める。脳へらプローブについては、各種手術器具への適用を目指し、微小測定面での計測方法を検討する。近赤外光 CT 用ファントムの作製、検討を行い、TR 案を作成する。また、近赤外光計測に使用可能な、光学特性可変ファントムの開発を行う。前年度に開発した3次元型アルゴリズムを使い、実際のファントム測定データを利用した画像再構成を行い、アルゴリズムの妥当性の検討と改良を行う。
- 3次元拡散強調撮像法の実用化を目指し、動物実験により疾患検出、脳機能計測を行い、医用計測における有用性を評価する。また、3次元超高速撮像法の開発としては、本提案手法を基本原理とする2次元超高速撮像法の実用化を推進する。さらに、超偏極 MRI 技術を実験動物へ適用し、組織機能の描出能や検出感度に関して評価する。
- 前年度に作製した鼻内手術操作訓練用模型システムの二次試作を行い、操作実験を行う。また、顕微内視鏡により繊毛波動と繊毛輸送能を同時に記録した画像を解析し、繊毛機能判定画像処理アルゴリズムを開発する。さらに、両眼立体視の有無に伴う操作パフォーマンスと疲労の影響を評価し、内視鏡操作の評価実験プロトコルの設計指針を得る。

【中期計画（参考）】

- 分子レベルの機能を画像化及びスペクトル分析するための次世代型高次生体機能計測装置の要素技術、及び生体組織の構造と機能を評価するための解析手法を開発する。

《平成15年度計画》

- リアルタイム fMRI の開発では、体動による画像ドリフトの補正、各種操作用インターフェイスの改良、データの標準化、動態解析ツールの追加などを行な

うと共に、認知運動課題実行中において、特に、高次機能をつかさどる領域がどのような時間的重みを持って活動するかを検証する。リアルタイム fMRI 計測システムのパッケージとして高度医療の現場でのテストを開始する。グリッド技術を導入し、システムを WAN のレベルで運用可能にする。言語（コミュニケーション）・運動機能の脳内過程の研究においては、日本語の文字の産出機構における視覚情報の役割をさらに詳細に解明する。また、音韻処理の中枢の活動を調べ、言語の聴覚理解における右前頭葉の役割を解明する。

- MEG 計測技術等で蓄積してきた五感計測の技術を一層発展させ、「五感情報通信」を基本原理とするバイオメディカル・コミュニケーション研究の方向に大きく展開させる基盤を整える。このため、五感のセンシング・情報変換部分を基本に担当するグループと、五感の情報伝達・通信分野に基本をおくグループを編成する。前者では遺伝子レベル、細胞・分子レベルから五感のセンシング原理を探索し、神経ネットワーク系に伝達される情報通信部分を明らかにし、後者では、脳の中枢制御系のような複雑系の基本原理解明を行い、五感の大容量高速情報通信を具体化して暮らしや医療・ヘルスケアに適用する技術までも視野においた研究開発を目指す。
- 引き続き、臨床におけるデータ収集・解析を行う。特に、平成14年度に試作した超音波プローブによる加圧装置は、肝炎、肝硬変などの組織の繊維化を伴う疾患の定量診断に有効であることが期待されるが、装置評価に必要な十分な症例数の収集を図る。
- $1\text{H}/129\text{Xe}$ 2チャンネルの同期システムを完成させるとともに、偏極ガス供給回路およびガス混合条件の改良を行なう。連続フローガスを用いたイメージングを実現するためのパルスシーケンスを開発し、偏極ガスによる連続イメージングを実現する。また、マイクロイメージング用のファントムを作成し、測定対象物における偏極ガスの拡散過程における問題点を検討する。
- 神経細胞間の情報伝達の分子メカニズムの機能イメージング技術確立を基に、平成15年度はその集合体としての神経回路システム全体の機能調節を画像化し、分子・細胞レベルでの機能イメージングとオーバーラップさせながら個体レベルでの機能評価に展開させる。
- 平成14年度に引き続き、治験支援産業創生先端技術センターについて、共同研究施設の整備を実施する。

(3) 福祉機器開発技術

【中期計画（参考）】

- 情報技術及びメカトロニクス技術を用いて在宅用多自由度下肢リハビリ訓練機器を開発し、生活場面における妥当性を検証する。また、高度難聴者を対象

とした超音波補聴器等の開発を進める。

《平成15年度計画》

- 前年度に試作した6自由度関節訓練機構について、健常な被験者を用いて足関節底屈・背屈動作実験を行い、動作精度等の検証を行う。高齢者の下肢機能障害の原因となる疾病等およびそれによって発生しうる症状を列挙し、6自由度関節訓練機構で実現された訓練動作により改善が期待されるものを抽出する。ここから在宅用機構がターゲットとすべき自由度を絞り込む。6自由度関節訓練機構をベースに、抽出された自由度を実現する在宅用機構の設計、試作を行う。
- 生体信号を利用したインタフェース技術を、障害者用の環境制御装置、ポインティングデバイス、食事支援システムなどへ展開し、それぞれのシステムで95%以上の操作精度を実現する。
- 音声信号処理機能の最適化を進める。音声信号処理回路はデジタル方式で、その処理パラメータが容易に可変可能になるように設計する。また、携帯が可能になるように、骨導振動子およびその駆動回路の最適化を行い、小型化を図る。また、骨導超音波振動子の固定具（ヘッドギア）の人間工学的観点からの最適化を進める。これらの音声信号処理方式や振動子固定具の特許申請、骨導超音波補聴器に関連した技術移転についての検討を行う。

【中期計画（参考）】

- 福祉用具使用時の動作負担について計測技術を確立し、動作負担データベースを構築する。さらに、運動機能回復訓練機器等の福祉用具の人体適合性評価手法を提案する。

《平成15年度計画》

- システム全体を整備し、ユーザーインターフェース部分の使い勝手を向上させるなど、システムの実用化へ向けてのプロトタイプシステムの構築を行う。
- 寝たきり予防訓練装置プロトタイプについて健常人を対象に使用し、長期的な訓練効果を検討するとともに、運動機能評価装置としての性能を評価する。
- 空間評価のための行動モデル化と行動評価技術としては、バーチャルヒューマン用動作時系列データをデータベース化するとともに、リーチング動作に関してバーチャルヒューマンによる動作生成の精度を数値化する。

(4) 生体ストレス・人間特性計測応用技術

【中期計画（参考）】

- 環境ストレスに対する生体防御メカニズムを分子・細胞レベルから個体レベルで解明するとともに、ストレス物質をオンチップで検出する技術及び生体ストレス傷害の計測技術を開発する。

《平成15年度計画》

- 多種多様なストレスに対する生体の応答の解明、お

よびストレスによる傷害を防御する方法の開発に向けてさらに研究を進展させる。特に培養細胞、実験動物を用いた研究を進める。

- ・ストレス計測・評価については、最適化できた各種デバイスを用いて実試料による実証評価を行う。技術課題を抽出し、現場計測を可能にする LabChip 研究戦略の構築を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・日常生活行動を計測するためのウェアラブル・センシング技術を開発する。高齢者等の動作特性及び感覚特性に関する計測法を開発し、外部関連機関と連携して人間特性データベースの構築を行うとともに、情報環境における人間の注意・認知機構の解明を通じて人間の認知行動モデルを構築する。さらに、人間特性に基づく製品適合性評価方法を開発し、環境設計等に資する標準情報を提案する。

《平成15年度計画》

- ・開発したヒヤリ・ハット計測手法を実現するウェアラブル計測装置を開発し、実場面に近い環境での評価を行う。
- ・ストレス状態や疲労状態を、日常生活行動の長期蓄積情報を用いて評価する手法の開発を行う。
- ・開発した経路選択モデルの改良を進め、実場面に近い環境で予測性能を評価する。
- ・時間制約などの心的ストレスが、認知特性に与える影響および年齢効果について検討する。
- ・動物実験を開始し、驚愕や拘束などのストレス下における心臓循環器系・自律神経系の活動を調べ、ストレス応答モデルの開発を試みる。
- ・ストレスと睡眠の関連性を明らかにするために、温熱条件・年齢などが睡眠へ与える影響を明らかにする。
- ・高齢者感覚特性の知的基盤の確立と環境評価設計手法の開発を目指し、知的基盤の確立については、有効視野計測システムの整備、高周波領域の最小可聴閾と不快度のデータ収集、低周波音の不快度・許容度のデータベース化、温冷覚、痛覚等の局所温熱特性のデータ収集を行う。さらに、それぞれ国内外の標準化に向けた活動を行う。
- ・環境評価設計手法の開発に関して、安全性、快適性の評価手法の開発とその統合としてのセンサーバーチャルヒューマンの開発に着手する。その要素として、オブチカルフローによる空間把握の定量化、高齢者の冷暖房環境の評価法、視覚障害者のための聴覚による障害物知覚の訓練技術等を開発する。
- ・住生活における製品適合性の向上を目指し、前年度に試作した計測装置を用いて生活行動や触知覚特性を計測し、製品環境のユーザビリティ評価のための基礎的なデータを収集する。
- ・データベースの利用性を向上させるために、物理的

な計測データから意味が理解しやすい状態表現に変換するなどのデータ加工方法を開発する。また、運転者の内部モードの推定を目的とした運転行動のモデリングを行う。具体的には、動的ベイジアンネットワークに運転者の内的モードを表す潜在変数を含めることによって、詳細な確率モデルを構成する。

- ・高齢者を含むユーザの視環境中の視覚情報を認知する際の注意の働きを、選択意図による制御と経験に基づく制御の側面から高齢者の特性を明らかにし、得られた知見をガイドラインの基本特性として整理する。さらに、行動指標と生理的な反応指標から注意状態を推定する技術を確立する。
- ・情報発信型ウェブサイト（数万ページ）にウェブ認知ウォークスルーを適用し、ユーザビリティにおける問題点の発見、問題の解決を行う方法を開発する。語彙データベースに基づいてウェブコンテンツを評価するための評価関数の改善を行い、実在するウェブページに対してより適切な指標を得るための技術を開発する。
- ・入力系としては把持力をインタフェースとして利用するための特徴抽出を行う。出力系としては、力覚形状呈示における視覚の影響を実験的に計測する。対話系としては、仮想対話行動における視線理解の変化に自己像表示が及ぼす影響を測定する。

2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現
高性能化する情報通信環境を活用して、時間や場所の制約を受けずに、必要とする情報・知識を誰もが自由自在に創造、流通、共有できる高度な情報通信社会の実現を目指しヒューマンインタフェース技術、どこでも安全に繋がる情報ネットワーク技術を追求するネットワーク関連技術、膨大な情報の処理を容易に行う高度コンピューティング技術、またそれらの元となる情報化基盤技術を中心に、さらに人間にとってそれらが使い易いものになるように、以下の研究開発を行う。

(1) ヒューマンインタフェース技術

高度情報化社会の恩恵を誰もが受けられるように、情報システムが人間の表現を読みとり人間に合わせる技術、知能情報技術と実世界に働きかけるシステムとの融合技術、位置と状況に基づく次世代個人通信システム技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・人が生活する空間で人と安全に共存し、人に物理的サービスおよび心理的サービスを提供する知能システムの実現を目的として、人間共存ロボット技術と自律化技術の開発を行う。また、ウェアラブルコンピュータ等、最新の IT 技術を駆使した情報システムにアクセスする方法を、視覚、音声等を用いて容易にする次世代のヒューマンインタフェース技術を

開発する。

《平成15年度計画》

- ・ユビキタスステレオビジョンの処理速度、精度向上を引き続き行うとともに、より具体的なアプリケーション上での実験と、学習・認識手法の開発を行う。Weavy については、パーソナルポジショニングシステム、ハンドジェスチャシステム等の機能の実用化と改良を進め、同時にセンサの高度化を図る。複数のメンタルコミットロボットを製作し、医療機関、高齢者向け施設、個人などを対象として、長期間の共生実験を始める。没入型3次元ディスプレイの高精細化と3次元コンテンツ操作ツールの改良、およびコンテンツ開発のための形状計測技術の開発を行う。音声聴覚及び分類学習に関する研究では、これまで蓄積した基礎的な成果の実応用への適用を開始する。
- ・産総研コンソーシアム「ALTAC」を引き続き運営し、先進飛行船の応用分野の開拓を図る。NEDO プロジェクトにおいて、無人動力気球による世界初の成層圏定点滞空飛行を目指す。
- ・地域新生コンソーシアムにおいて参加各社の開発したデバイスを試作車に搭載し、総合実験を行って各デバイスおよびシステムとしての評価を行う。NEDO プロジェクトにおいて車車間通信を活用した高齢者の運転支援に関する手法の開発を実車実験により進める。
- ・屋外不定形物体操作技術についてはこれまでに開発した環境計測手法が天候などの変化によらず有効に利用できることを検証する。パケット動作の性能をモデルに基づいて解析する。人道的対人地雷撤去技術においては、低圧タイヤを用いた時の接地圧分布を計測し、またタイヤの半径程度の凹凸地走行性能を目指す。自律型無人ヘリコプターに関連しては姿勢制御システムを開発して飛行の基盤を確立し、野外飛行、定点ホバリングを安定に実現する。
- ・屋外作業で必要とされるロボラスト性を持った技術についてシーズ・ニーズの探索を行う。
- ・蛋白質結晶の操作システムの自動化を進める。透明結晶体に適合した全焦点画像システムの出力を処理して立体情報を生成し、これに基づいてマイクロハンドの駆動、把持を計画するアルゴリズムを開発する。光ファイバーを加工し、10nN 以下の分解能を持つマイクロハンド用力センサを製作する。
- ・自己組織型ロボットのモジュールにセンサ機能を追加してセンサモジュールを製作する。センサモジュールを利用した構造生成手法、運動制御手法を開発する。モジュールの通信機能を改良して運動機能のロボラスト性の向上を図る。
- ・生物の持つ構造、機能、スキルなどを人工物へ応用する観点から幅広い探索を行う。
- ・ハンズフリー音声インターフェースについては、音響・画像情報統合の枠組みをさらに発展させ、リアルタイムシステムの構築、他のモダリティの情報の利用、動的環境への対応などについての研究を行う。また、音韻モデルの環境適応などにより、音声認識の実環境ロボラスト性の向上に努める。非言語情報を用いた音声インターフェース支援についても検討を進め、音声補完以外の機能を開発する。上述のマルチメディアインターフェースのロボットへの応用について検討し、実環境におけるロボットとのインターフェースの改善、及びこれを用いたロボットの制御について検討する。音楽の構造理解に関する研究を進め、音楽情景記述システム及びこれを用いたインターフェースを発展させる。

【中期計画（参考）】

- ・人間型ロボットの性能向上と新応用分野発掘に関わる研究を行い、ヒューマノイドロボット技術を開発する。また、人の作業知能を情報システムにインプリメントし、より知的な作業システムを構築するためのタスクインテリジェンス技術を確立する。さらに、3次元視覚システムの高度化の研究を行い、各種産業における実用化技術を確立する。

《平成15年度計画》

- ・RT ミドルウェア研究開発に関しては、前年度の検討に基づき、具体的な RT 要素モジュールの開発に着手する。プラント点検ロボットシステムに関しては、最終年度として総合評価実験を行う。プラント保守ロボットシステムに関しては、目標とする作業ベンチマークの検討ならびに作業技能の蓄積・再利用統合システムの設計に着手する。これら作業技能に共通する技術として、対人親和性の高い作業教示手法の研究を進める。3次元視覚機能に関しては、マルチカメラシステムによる3次元形状計測を人体形状および動作の獲得に適用し、精度の評価を行う。また、移動撮影における遠方物体を対象とした距離計測の誤差評価を行い、高精度な手法を開発する。
- ・滑り易い路面上の歩行、エネルギー効率の良い歩行、転倒制御などのヒューマノイドの機能を高度化するための研究を行う。また、耐環境性向上を目指し、防塵防滴処理が施されバッテリーで長時間稼動するヒューマノイドの研究を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・誰でもどこでも高度な情報支援が受けられるという社会において、情報弱者のサポート、プライバシーの保護、情報洪水の解消を実現する知的情報サービスシステムの実現を目的として、状況依存通信ソフトウェア技術と位置による通信を用いた携帯端末・インフラ技術と、電子データを構造化し有用な情報をユーザの状況に応じて提供する技術を用いた、次世代個人通信システムを開発する。

《平成15年度計画》

- ・平成15年度より「位置に基づく通信技術の研究」として個人用携帯デバイスと通信するためのインフラ（ハード並びにソフトウェアシステム）の研究開発を行う。光通信ならびに電波による位置に基づく通信技術を平行開発する。また、従来のアドレスに基づく通信方式に代わり、位置を鍵としプライバシーの維持できる手法を開発する。
- ・「個人用携帯デバイスの研究開発」では誰にでも訓練なしに使える端末の研究開発を続行する。また、この端末上でのユーザインタフェースの開発に着手する。
- ・意味に基づく情報検索については、一般公開による実証実験を行ない、事業化の見通しを付ける。また、トランスコーディングプロキシを通じて、この検索サービスを産総研から恒常的に公開する。これらの検索のログから具体的な市場動向等をマイニングする技術を開発する。携帯端末上の音声等のインタフェースによる意味的検索や人ナビゲーションに関する研究を行なう。意味構造化をオーサリングに組み込むことによってオーサリングのコストを低減しコンテンツの品質を向上させるセマンティックオーサリングの技術を開発する。左記 GSK を通じてインテリジェントコンテンツを配布する体制を整えるとともに、MPEG-7における国際標準化を達成する。
- ・平成15年度から、「サービスコーディネーションアーキテクチャの研究」に着手する。これは、様々なサービスを有機的に統合しユーザのおかれた状況に応じて適切なサービスを提供するためのアーキテクチャである。技術的には、1) 位置情報などを利用してエージェント群を物理世界にグラウンディングし、2) 時空間資源を認知的に再構成し、3) マルチエージェントの分散処理により柔軟なシステム構成を可能とするものである。具体的には、CONSORTS アーキテクチャをさらに発展させ、サービス提供の枠組み（インターフェイス、オントロジー）を用意し様々なサービスエージェントが柔軟に接続可能なアーキテクチャの提案・実装を行う。また、ユーザ群のマクロな属性を利用した群ユーザ支援について、テーマパーク・デマンドバス等を例題に理論的解析を進める。

(2) ネットワーク関連技術

【中期計画（参考）】

- ・情報システムを活用した行政情報へのアクセスが安全かつ容易に行えるよう電子政府の実現に必要なとされる情報セキュリティ技術を研究する。そのために組織運営とソフトウェア技術のバランスの取れた方法を開発する。また、セキュリティホール（脆弱性）の主要原因となりつつある、http を用いた不正アクセスを防止する方法を研究し、モバイルコー

ドに対するセキュリティ技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・電子政府のセキュリティレベル向上のため、政府が提供を本格化させる Web 上のサービスの安全性検証を引き続き実施する。前年度に設計、開発したアクセス制御機能の機能不全を検出・検証するシステムを、電子政府や民間の Web アプリケーションに対して使用し、この検出・検証システムの有効性を評価する。
- ・平成14年度に引き続き、内閣官房情報セキュリティ対策推進室と連携しつつ、電子政府の情報セキュリティレベルの向上について貢献を行う。この活動を通じて得られた一般的な知見を整理して、とりまとめを行う。暗号強度評価では、暗号技術を用いたプロトコルの安全性評価の活動に積極的に寄与していく。暗号プロトコルの安全性評価において、具体的には証明可能安全性の定式化、および安全性評価法の確立を目指す。セキュリティ情報集約技術では、セキュリティ情報サービスを利用したセキュア・オープンソースシステム開発環境基盤の開発に着手する。暗号応用技術の電子透かし向け ID 符号化法、復号法に関する研究では、安全な ID 符合化法、復号法の結果をまとめる。
- ・システム検証の数理的技法に関する事例研究と学術研究を引き続き進め、この分野の総合的な研究活動を展開する。事例研究に関しては、
 - 1) 数理的技法を用いた電力メータ組込ソフトウェア開発の生産性向上、
 - 2) 法定計量へのソフトウェア検定の導入、
 - 3) 数理的技法を用いた車載ソフトウェア開発の生産性向上、
 - 4) 鉄道信号システムの検証、
 - 5) 衛星制御ソフトウェアの検証などを展開する。
 学術研究に関しては

- 1) 刺激応答型システムに関する抽象化の数理モデル構築、
- 2) 抽象化算法の開発、
- 3) AC 木構造オートマトンの検証への応用などに取り組む。
- (3) 高度コンピューティング技術

膨大な情報を高速に分析、処理して、それを蓄積し、さらに検索する技術の実現を目的として、高度コンピューティング技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・統計情報と物理計算の融合により、100残基級のタンパク質立体構造について、サブマイクロ秒の挙動を分子動力学法計算で、またサブミリ秒の挙動を知識情報処理との融合による推定で、解析可能なシステムを開発する。大規模ゲノム配列からの遺伝子領域と機能の予測を目的として、100Mb 級の配列の

高精度な注釈付けが行える高速な配列情報解析システムを開発する。タンパク質構造予測、ゲノム配列解析については現状の100倍以上高速化する。細胞内での遺伝子制御ネットワークや代謝ネットワークなどの高速なモデリングを可能とするため、1000要素級の細胞シミュレータ・システムを開発する。

《平成15年度計画》

- 遺伝子予測システムを進展させ、選択的スプライシングの網羅的発見を目指す。タンパク質配列空間の適合地形を調べ、高速に有用性を高める手法を開発する。
- 確率モデル上のカーネル法を含む様々な数理的手法を研究し、生命情報科学の様々な分野に応用する。確率モデルを用いた遺伝子領域予測法を様々なゲノムデータに適用し、特定の機能を持つ遺伝子を発見するための改良を加える。代謝及びシグナル伝達パスウェイのデータベースの整備を行う。
- GPCR プロジェクト：リガンド-GPCR-G 蛋白質の相関性から、G 蛋白質の結合選択性を予測するプログラムを作成する。機能発現機構を理解するため、GPCR に特化した立体構造モデリングも考慮する。SEVENS は上記情報に加え実験情報を取り入れ整備する。
- 膜タンパク質構造、機能予測に関しては、膜タンパク質の立体構造のデータベースを独自に再整理し、βシート型の膜タンパク質に関する判別法等の研究につなげる。
- 細胞内局在性予測に関して、小器官ごとの膜の特徴量を利用し、局在性予測の方法を確立する。応用として糖転移酵素などをヒトゲノム配列から網羅的に発見する。
- 選択的スプライスに関連して、前年度収集したデータを基にスプライス機構の知見を得る。また、選択的スプライス産物と膜蛋白質の関係を明らかにする。
- ゲノムワイドな立体構造帰属に関して、MISS 法をヒトゲノムの ORF 領域に適用し GeniusII に組み込む。また、膜タンパク質構造の帰属も考慮する。
- 前年度までの成果を活かしつつ、スレディング法と相同性モデリング法に関して2つの手法の統合的な処理システムを完成させる。またアブイニシオ予測との融合利用についてもある程度の指針をまとめる。酵素活性部位データベースへの入力件数を増やし、試験的公開を目指す。
- S-system を用いた遺伝子制御ネットワーク推定技術をブーリアンネットワークモデルまたはベイジアンネットワークなどの大規模ネットワークモデルと組み合わせて mRNA 発現データから大規模な遺伝子発現ネットワーク構造の推定を行う手法を開発する。
- 2D-PAGE に基づいたプロテオーム解析を総合的に

サポートするコンピュータシステムの完成度を高め、公的サービスとして本格運用する。

- 細胞・組織内物質分布を網羅的にイメージングするデバイスの開発を行い、基本アイデアの実証を行う。
- DNA メチル化の網羅的アッセイに必要な DNA チップデザイン方法を確立するべく、情報科学的な研究を実施する。またゲノム DNA 上のさまざま箇所を同時に増幅するためのプライマー設計、合成に関する基礎的な研究を実施する。
- 立体構造からの機能予測に関しても引き続きシステム化を進め、酵素活性部位データベースの構築し、公開を目指す。さらに機能部位の立体構造データベース、相同タンパク質の立体構造変化部位データベースの構築を目指す。また、分子動力学法計算を利用した機能解析シミュレーションを行う。タンパク質立体構造予測については、分子動力学法計算を用いたアブイニシオ予測の開発、スレディング法では、公開中の FOREST WWW を通じて国内外技術の相互比較を行う。
- タンパク質立体構造予測を目的とした構造認識法プログラム FORTE の GUI を整備した Web システムを公開する。更に、ベンチマークサーバ LiveBench に参加し、予測精度の評価および競合プログラムとの比較を通じてプログラムの改善を行う。これに並行して、FORTE を中心モジュールとしたハイスループットモデリングシステム FORTE-SUITE の完全自動化、および、これを用いた応用研究（神経栄養因子タンパク質、セリンプロテアーゼの立体構造予測）を遂行する。また、膜タンパク質に関しては、GPCR を対象とした比較モデリングシステムの開発とドーパミン受容体、嗅覚受容体モデリングへの応用、リガンド結合予測のための多重リガンド結合解析システムの開発を行う。既に開発が進んでいる、埋没ループモチーフ同定に基づいた、チャンネルおよび輸送型膜タンパク質予測システム CLAMP については、Web サーバー公開を目標とする。
- 多くの配列データから共通する部分配列モチーフを発見するための効率的手法の開発を行う。また配列データと、発現データや文献情報などを融合することにより臨床的な判断を診断に結びつけるシステムのプロトタイプについて検討する。

【中期計画（参考）】

- 科学・工学・社会において飛躍的に増大した情報量を処理できる情報インフラの実現と、実際の産業活動における大規模科学技術計算として生産・加工・設計・製造等の産業基盤での利用に向けて、並列・分散環境での高性能計算機システム利用技術の普及、新たなビジネスモデルの創成、世界的な中核研究拠

点となることを目的として、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術との融合を図るための技術を開発し、世界的な標準化構築のための技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・GridRPC システムの開発では、Ninf-G で顕在化した低い通信性能の効率化、オーバーヘッド削減など目標に、システム全体の見直しを行い、複数のサーバを利用したアプリケーション実行機能を追加した Ninf-G2の開発を行うとともに、GridRPC の API の国際標準化を進める。また、グリッド上のデータ並列処理に対応するため、通信遅延を考慮した高性能通信およびインターオペラブル通信を実現するために TCP/IP レベル、MPI ライブラリレベルでの通信ライブラリ (GridMPI) を開発する。さらに、開発したミドルウェアを実証するために、産総研内のアプリケーションに展開を図るとともに、ApGrid のテストベッドの運用を通して、ミドルウェアの改良を進める。
- ・並列分散・組込・実時間 Java の開発については、ART-Linux 上での動作と実時間性能の検証改善を行う。実時間 Linux 向き組込用並列分散計算システムの実現に関して、リアルタイムイーサネットは、プロトコルを完成し性能向上の改善を行う。リアルタイム MPI は、リアルタイム機能の詳細指定を実装すると共に、ヒューマノイドロボットのコントローラでの実証実験を行う。

(4) 情報化基盤技術

今後ますます増大する情報通信技術の高度化のニーズに対応し、技術の発展を維持していくため、次世代半導体技術、デバイス技術、ソフトウェア技術等の共通基盤技術を開発すると同時に、萌芽的な研究課題の発掘、発信を行う。

【中期計画 (参考)】

- ・強相関電子の概念を中核とした、革新的な電子技術を創成し、新科学技術分野創成をするような独創的成果を挙げることを目的に、強相関電子系相制御技術、超格子物質・接合作製技術、極限スピン計測技術、強相関デバイスプロセス要素技術、強相関フォトニクス物質、量子位相制御理論、などの強相関電子技術の基礎を解明する。これによって、世界の学界・産業界に向けて強相関電子技術の学理的成果の発信を行うとともに、強相関電子技術開発における現実的課題を解明する。

《平成15年度計画》

- ・秩序化したペロブスカイト型マンガン酸化物 $\text{LnBaMn}_2\text{O}_6$ のおいて電荷・軌道秩序と強磁性金属相の競合に基づいた相制御を実現し、特に室温近傍での電場・磁場・光による相スイッチング機能を探索する。

- ・ペロブスカイト型マンガン酸化物での臨界相制御において、マイクロ相分離相としての電荷・軌道・スピンガラス状態から、強磁性金属相あるいは長距離電荷・軌道秩序相への、電子の「融解」あるいは「結晶化」過程を、高圧下・磁場下での交流磁化測定、X線散乱、ラマン散乱測定によって明らかにする。
- ・電荷移動と電子格子相互作用に基づく強誘電性を示す有機パイ電子系錯体結晶 (中性-イオン性転移系など) について、臨界相制御の観点から、高圧化での X 線構造解析や誘電特性の測定を行い、また、化学修飾、キャリア注入、不純物導入による電子伝導の機能化とリラクサー特性の発現・機能解明を果たす。
- ・有機薄膜電界効果トランジスタ (FET) 素子において光・磁場に応答する伝導機能を探索する。また有機モット絶縁体単結晶を用いた電界効果トランジスタ (FET) の構築を試みる。
- ・軌道放射光を用いた、高圧 (15GPa) 低温 (10K 以下) での構造解析が可能な測定系の構築 (フォトンファクトリー-BL1A において) を行い、臨界相制御研究の強力な実験手段を提供する。
- ・他チームとの協力関係のもと、整備した圧力装置群を用いて物質横断的に量子臨界相を創成し、新規な量子物性を開拓する努力をさらに継続する。同時に量子臨界相の基礎学理を究明する。
- ・平成14年度に発見した新規現象である乱れを含む量子スピン液体の磁場誘起相転移の全貌を解明するための検討を行う。
- ・プロセス・デバイス構造の検討をさらに進め、エキゾチック電子材料を用いた FET 構成技術の向上を図る。同時に、これまでの技術的蓄積をフルに活用して、物質横断的に酸化物・硫化物・分子性結晶などをベースとした FET デバイス構造を作製し、動作させる。その過程で、電界誘起モット転移 (絶縁体-金属転移)、超伝導、強磁性ごとのプロトタイプについて現象発見について検討する。
- ・様々なモット絶縁体において、光キャリアドーピングによって誘起される絶縁体?金属転移の探索を進める。
- ・電荷整列相と強磁性金属相の相境界にあるマンガン酸化物において、光誘起絶縁体?金属転移を探索する。
- ・モット絶縁体に関して光励起状態の緩和のダイナミクスをバンド絶縁体のそれと比較し、超高速緩和に対するスピン系の寄与を明らかにする。
- ・様々な強磁性体についてフェムト秒光磁気カー効果の測定を行い、強磁性体における超高速スピンドダイナミクスの機構の解明を目指す。
- ・有機電荷移動錯体において観測された、電子-格子結合系の集団的コヒーレント振動現象を、パルス列

- 励起によって、増幅、抑制するなどの制御（コヒーレントコントロール）を試みる。また、二次転移の振る舞いを示す系など、TTF-CAの誘導体へ対象を広げ、新たな動的現象の探索を開始する。
- ・強磁性体と絶縁体の原子平坦界面における空間反転対象性の破れに起因する非線形磁気光学効果を用いて、様々な材料の組み合わせで界面における磁化を選択的に観測し、界面磁性プローブとしての手法を確立する。本手法を用いて、界面における強磁性秩序の擾乱を引き起こす要因を明らかにし、スピントネル接合などに好適な材料の選択指針を示すと共に、強靱な界面磁性をデモンストレーションする。
 - ・K₂NiF₄型層状ペロブスカイト型酸化物について、同一結晶構造の基板との界面におけるエピタキシャル安定化を活用し、通常条件ではバルク試料の合成不可能な化合物を単結晶薄膜として具現化する研究をさらに発展させる。具体的には、Bサイトをすでに成功したCu、Ti、VからCrやMnへと系を拡張し、低次元モット絶縁体の電子構造を系統的に明らかにするとともに、金属・絶縁体転移、超伝導や強磁性などの物性開拓を試みる。
 - ・超構造チームで開発した界面電子状態制御技術を活用し、デバイスチームや物性チームと協力して強相関トンネル接合や強相関電界効果デバイスを構築する。
 - ・強相関デバイスプロセス要素技術に関し、以下の研究開発を進める。
 - 1) 標準プロセス技術では、新たに遷移金属酸化物系ランブエッジ構造プロセス技術を開発する。アドバンスドプロセス技術では、電子ビーム直接描画技術による遷移金属酸化物系サブミクロンデバイスのプロセス技術を開発する。
 - 2) 強相関デバイスの研究については、トンネルデバイスでは界面制御技術の高度化によりスピントネル接合特性の高品質化を進め、トンネルスペクトロスコピーの確立を目指す。電界効果デバイスでは、遷移金属酸化物系スピンFET素子構造の設計・試作を行うとともに、新たに強相関FET相制御デバイスの試作を行う。さらに、スピン注入デバイスでは、金属系電極をもつスピン注入型有機デバイスの作製を行い、基本動作の評価・動作原理の解明を図るとともに、遷移金属酸化物系電極をもつスピン注入型有機デバイスを試作する。
 - ・磁性と電気伝導の結合を用いた新規な機能を理論的に開拓する。例えば、電流による磁化反転、電場によるスピン分別器、巨大電気・磁気効果の設計、磁気カイラル効果の第一原理バンド計算、などについて検討する。
 - ・t₂g電子系における軌道自由度の研究を進め、ヤーン・テラー効果の定量的評価、複素軌道秩序や量子軌道液体の探索を行う。
- ・マンガン酸化物における電荷秩序(CO)とCMRに関して、層間にフラストレーションが発生する2-1-4系におけるCOの2次元および3次元秩序の研究、及び多重臨界現象の動的性質とランダムネスの効果について検討する。
- 【中期計画(参考)】
- ・特性寸法70nm以下の極微細トランジスタおよびその集積化に必要な新材料(高、低誘電率絶縁膜、電極)・プロセス技術、それらの計測解析技術、要素デバイス構造ならびに回路構成技術等について、関連する基礎現象の解明も含めて開発する。
- 《平成15年度計画》
- ・High-kトランジスタのレファレンスとして、短チャンネル(ゲート長100nm)のpoly-SiゲートMOSFETの作製・評価を行う。
 - ・HfO₂をベースにAl、Nを添加したHigh-kゲート絶縁膜材料とその形成プロセスを開発し、耐熱性向上と信頼性向上を図る。メタルゲート電極による仕事関数制御を行い、短チャンネルCMOSゲートスタックの特性解析により、移動度劣化機構を明らかにして、その解決策を示す。
 - ・ポーラス材料の開発と構造・化学結合状態の評価技術の開発により、比誘電率k=2.0、リーク電流10⁻⁸A/cm²以下のLow-k材料を開発する。エッチングやCVD時の空孔内への分子の拡散や空孔壁との相互作用など、プロセスインテグレーション上、問題となる現象を解明し、制御法を開発して配線モジュールプロセス開発へ展開を図る。Low-k膜の密度や空孔径分布、膜の密着性並びに機械強度など、ポーラス材料やLow-kインテグレーションプロセスの新しい分析技術を確立し、材料開発やプロセスインテグレーション開発に適用する。材料の機械強度や摩擦力計測とCMPプロセス耐性との関係を定量的に解明し、CMP技術を高度化する。
 - ・300mmウェーハ対応の顕微EUPS分析を可能にする磁気ボトル構造と、長時間連続運転できるEUPSプラズマ光源を開発する。
 - ・プラズマ光源の高い変換効率とデブリフリーを同時に実現するため、プラズマ源となる錫微粒子群の発生・輸送手法を開発し、イオンを含む汚染源の数桁以上の抑制法を開発する。
 - ・平成14年度に開発したCD-AFM装置により、パターン寸法計測精度0.8nmを達成する。
 - ・インプリント法については、平成14年度に開発したステップアンドリピート装置により300ミリウェーハ全面へのパターン形成を行い、パターン精度や欠陥発生、モールドの耐久性や精度劣化機構を明らかにし、実用化のメドを立てる。
 - ・DUVレーザ光出力100mWを達成し、装置メーカー

等と共同で65nm ノード対応のマスク検査試作機に適用する。また、センサーも、専用ドライブ回路で基本動作を確認し、上記検査試作機に適用して性能評価を行なう。

- ・不純物原子を含む Si クラスターを Si 表面へ供給し、表面後処理を行うことによって、安定な極浅接合形成が可能であることを実証する。クラスターの熱的安定性についても、明らかにする。
- ・走査トンネル顕微鏡を用いた不純物分布計測技術および走査型近接場光学ラマン測定による応力分布計測技術の、高分解能半導体計測技術としての実用可能性を明らかにする。
- ・SGOI (SiGe on Insulator) 基板の高 Ge 濃度化とシリコン (110) 結晶面の利用などにより、ひずみ SOI の移動度を更に向上させると共に、30nm 以下の超薄膜かつ高移動度のひずみ SOI で完全空乏型の素子動作を実現し、ひずみ SOI 技術が次世代微細 CMOS 技術としてのポテンシャルを持つことを実証する。
- ・デジタル回路については、開発したクロックタイミング調整技術を基に、3GHz 動作デジタル信号処理チップおよび動作周波数5GHz の FPGA チップの設計・開発を行い、実用規模の LSI で有効性を実証する。数 GHz 以上の高速データ転送技術を実証する。イメージリジエクションミキサーなど高周波回路で、アナログ適応回路技術の有効性を実証する。また、画像処理回路でのアナログ調整技術の考案と実証を行う。
- ・新デバイス技術の研究に関しては、前年度までに開発した XMOS を利用して、しきい値電圧をダイナミックに制御する新しい原理の回路を試作し評価する。また、XMOS ベースの革新的な情報処理チップを目指して、消費電力と回路構成の両方を制御可能な新型回路の開発に着手する。
- ・新ゲート電極／絶縁材料の研究開発に関しては、超臨界流体を用いた新規成膜法の改良・高度化を図ると共に、半導体プロセスへの適用範囲の拡大をはかる。また、高導電性金属酸化物材料については、実デバイスを想定した MOS 構造に適用して電気特性および膜界面構造などを評価する。
- ・ナノスケール評価技術の研究開発に関しては、走査プローブ技術による極微細ドーピングプロファイル解析手法を確立し、デバイス構造・特性の評価に適用する。

【中期計画 (参考)】

- ・画像表示デバイス (自発光型、画素数16x16以上) と制御回路をシリコン基板上に一体集積化する技術、ならびにチップレベルの高密度実装に関する要素技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・多機能自発光型オンチップ・ディスプレイの研究に関しては、画像データ走査ドライバを一体集積した16×16MOSFET 型シリコンエミッタを試作するとともに、HfC 被覆エミッタによる真空封止管での寿命評価を行う。
- ・3次元多層配線技術の研究に関しては、前年度に開発した配線とポリイミド絶縁膜からなる3層インターポーザを用いて実際に LSI チップの実装を行い、20GHz レベルの高速信号伝送特性の評価を行う。

【中期計画 (参考)】

- ・従来、光学で不可能であった10nm オーダに至る高解像度の実現とその工学的な応用、新規産業の創出を目的として、近接場光を用いて情報記録を微細領域で可能とする技術を確立する。

《平成15年度計画》

- ・赤色レーザーを用いたスーパーレンズ実用化に向けた基盤技術の完成。青色レーザーを用いたスーパーレンズの高度化。目標値：解像度60nm で30dB 以上の信号特性を目指す (平成14年時点で10dB 程度)。さらに、評価委員会において指摘された、スーパーレンズと超解像度信号読み出しに関する、物理現象の解明を行う。
- ・ライン&スペース描画の最終技術検討を実施する。

【中期計画 (参考)】

- ・人類社会が地球規模で情報技術を活用し、その恩恵に浴するため必要不可欠な情報技術の実現のためには、情報技術が人類社会の持つ多様性に対応できなければならない。そのために、公共性と中立性の高いソフトウェアを開発し、多言語情報処理技術では、言語文化の多様性に対応する技術、グローバルソフトウェア技術では、ソフトウェアの利用形態や開発体制の多様性に対応する技術を確立する。

《平成15年度計画》

- ・オープンソースソフトウェアに関連して、産業技術総合研究所の業務部門をテストベッドとして、自由公開ソフトウェアでデスクトップやその機能を実装する計画に着手する。ソフトウェアの改修サイクルを支援するセキュア・オープンソースシステム開発環境基盤の開発に着手する。オープンソースソフトウェア技術では、日本におけるオープンソースソフトウェアアクティビティの活性化を推進する。多言語情報処理技術では、m17n ライブラリのうち、平成14年度までに開発した C ライブラリ、X ライブラリ相当部分の公開およびメンテナンスを行う。Gnome/GTK+から m17n ライブラリを利用できるようにする機能を開発する。OpenI18N (Open Internationalization Initiative) での活動により m17n ライブラリの普及を図る。拡張可能システム技術では、これまでに開発した言語処理系フレームワーク EPP 及び MixJuice 言語の有用性を実証す

る為に、実用レベルのアプリケーションを構築する。具体的には、XML 処理支援ツール、ソースコード理解支援ツール、リファクタリング支援ツール等について検討する。

- DeleGate については、実用ソフトとしての拡張や修正を継続し普及を進めるとともに、汎用プロトコルインタプリタとしての新たな構成方法を試みる。HORB については組込み用途に利用可能な水準に到達することを目標とする。今年度方式の検討を行ったロングライフ技術、Web Services の高速化技術、リアルタイム拡張は実装を行う。NTC および KNOPIX について、CPU コアに基づいたハードウェアプラットフォームについて検討する。これに付随する周辺機器の VerilogHDL をフリーソフトとして開発することで、自由にデバイス選択ができ、ユーザに適するハードウェアの作製ができるようにする。また、この上の OS やアプリケーションソフトウェアもフリーソースコミュニティと連携して作製する。
- 低消費電力次世代ディスプレイ製造技術研究について、引き続き共同研究施設の整備を行う。

3. 環境と調和した経済社会システムの構築

環境の保全と経済社会活動とが調和した持続的な循環型経済社会システムの構築に向けて、化学物質のリスクを極小化・管理するための化学物質リスク対策技術、資源の有効利用と廃棄物の減量化・資源循環を目指した資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開発を含む）、オゾン層破壊・地球温暖化対策技術、製品のライフサイクル全体を考えた環境負荷評価技術、持続可能な経済社会を実現するための低環境負荷型化学プロセス技術の研究開発を推進するため、各項目の中期計画に対して平成15年度は以下の研究開発を行う。

(1) 化学物質安全管理技術

化学物質のリスクを極小化・管理する経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ヒト有害性の定量的評価と生態系有害性の定量的評価手法に関して、既存の毒性試験および疫学的調査の結果を元に、PRTR 対象物質のリスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。また、水系排出の大きい農薬について、既存の毒性試験および疫学調査の結果を元に、リスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。

《平成15年度計画》

- 化学物質暴露評価手法の開発に関しては、AIST-ADMER 全国版の試作品を仮公開し、さらに要望を反映させて完成版の整備を行う。また、METI-LIS の大幅改良版 (ver.2) を公開し、流布・活用を図る。

- 評価手法の開発に関しては、大気汚染物質の個人暴露量の解析手法を確立するため、一般人を対象に暴露量の個人差に係るパラメータの解析を行う。WTP、QOL の結果を一部、リスク評価に適用し、社会経済分析法を体系化する。

- カドミウム、トルエン、co-PCB、ノニルフェノール、p-ジクロロベンゼン、鉛、トリブチルスズについての詳細リスク評価書の策定を行う。

- 産業科学技術の社会的側面について総合的に論点の整理、提示を行う。その中でも産業科学技術活動や産業活動に伴うリスクと社会的セキュリティの観点から、環境・エネルギー分野について個別的、詳細な検討に着手する。また、横断的・制度的問題としてレギュラトリ・サイエンスについて取り上げ、その定着の方策について検討する。

【中期計画（参考）】

- 火薬類の新しい規制技術基準に対応するため、爆発影響評価システムと、化学産業における爆発被害影響の総合リスクマネジメント体系を構築するための基盤を確立する。

《平成15年度計画》

- 引き続きピクリン酸・ピクリン酸金属塩の感度特性・爆発特性についてデータを集積し、極めて小さい爆発リスクを同定する手法の検討を行う。また、ピクリン酸関係を含め、種々の爆発性物質を迅速同定するための手法の開発を行うとともに、これら爆発性物質の劣化物を簡便に処理するための技術について検討する。

- さまざまな形状の地中式火薬庫からの爆風伝播について三次元並列化計算を行い、地中式火薬庫の保安距離に関する技術基準確立のための計算データを集積するとともに大規模実験を行い、技術基準を提案する。レーザー衝撃波については飛翔体加速実験を行う。

- 高安全性火工品の開発には、高性能バインダーを含めて原材料の物質評価が重要であることが判明したため、新規原材料の探索を含め物性評価を行う。

- 強酸化性ガスの他に、可燃性ガスについての検討も進め、代表的なガスとして、水素及びジメチルエーテルの燃焼性、発火性、爆発性に関するデータの整備と爆ごう危険性の検討を行う。

【中期計画（参考）】

- 省資源・ダウンサイズ環境分析システムのための新規な分子認識能を有する機能性材料及びマルチセンサチップを開発し、分析前処理に要する時間と経費を低減するとともに分析感度を5倍以上向上させる。また、実用的な ppt レベルの有害イオンの予備分離・濃縮材料を開発する。

《平成15年度計画》

- 高感度分析装置に関しては、炭素によるバックグラ

ウンドを低減する方法を開発する。また、加熱気化/GC-ICP-MS法による固体試料中の金属化合物や有機塩素化合物（PCB等）の最適な分析条件の検討と試料採取装置の開発する。

- ・前処理法に関しては、触媒の探索を継続するとともに、全リン・全窒素のオンライン前処理装置を試作する。また、ヒ素の環境動態の解明で重要な化合物であるアルセノベタインを分析する方法を開発する。
- ・センサに関してはビスフェノール A の鑄型分子膜の高機能を図ることにより、その吸着能力を制御する方法を開発する。間接検出法を利用したベンゼンセンサでは、現場適応試験等を行い、実用性を評価する。また、ダイオキシンの QCM センサでは、ELISA 法及び GC/MS 法で測定した結果との関係を明らかにする。さらに、オンサイト測定用のセンサシステムの試作を行う。
- ・マイクロフロー分析システムに関しては、油水界面を利用する電気化学検出チップの増幅効率に関する理論的な解析を行うとともに増幅効率の向上を図る。また、濃縮型電気化学酵素イムノアッセイ法によるダイオキシンの簡易分析の実用性を評価する。前年度開発した顕微分光システムを用いて、微生物のマイクロ流路内での挙動を支配する因子を明らかにする。
- ・ベロ毒素検出チップについては実用性を検討する。さらに他の毒素タンパク質について糖鎖リガンドの分子設計と大量合成法の確立、センシングシステムの構築を目指す。プロテインシステムチップについては、多種類のコーティング材料を駆使して作製したチップを用い、多次元電気泳動を行い、高分離能を示すチップの開発を目指す。
- ・DNA 分析用マイクロフローチップに関し、より高精度化を目指すと共に、一塩基変位（SNP）検出用マイクロチップの開発を推進する。また、DNA 以外の細胞や微生物フロー式のマイクロチップ開発を行い、環境中の毒物検出や薬剤効能の迅速スクリーニングへの応用展開について検討する。

(2) 資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開発を含む）

資源の有効利用と廃棄物の減量化をしつつ資源循環を図る経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・製品から各種構成素材を固体のままの状態 で分離・濃縮できる省エネルギー分離技術に関して、固体粒子の風力選別及び湿式比重選別について限界粒径を下げる技術を開発する。具体的には、風力選別については現状の限界粒径2~1mm を0.3mm に、湿式比重選別については、50 μ m を10 μ m に下げる。

《平成15年度計画》

- ・風力選別については、モデル粒子を用いて分離限界に関する諸条件を確認するとともに、連続式選別装置の検討を行う。湿式分離については、高加速度加振機の10 μ m 粒子の分離効果を検証するとともに、粒子形状の影響について明らかにする。感温性表面については、前年度開発した油水分離材を用いてバッチ式の油水分離プロセスを試作し、その油水分離性能を確認する。

【中期計画（参考）】

- ・フェノール樹脂、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂から液体生成物を80%以上かつモノマーを40%以上回収できる液相分解法を開発し、既存のプロセスに対して40%以上の省エネルギーを達成する。

《平成15年度計画》

- ・フェノール樹脂については、最適なモノマリーサイクル条件を検討する。また家電製品の液相分解で固定化されたハロゲンを含む固体生成物からの金属の精製方法を検討する。臭素系難燃剤の熱分解および液相分解条件における脱臭素・分解挙動の解析および残留臭素濃度の測定法を確立する。

(3) オゾン層破壊・地球温暖化対策技術

オゾン層の破壊と地球温暖化を抑制する経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・代替化合物の分子設計とその合成に必要な計算化学的な解析手法ならびにフッ素化手法を開発する。また、代替化合物の大気寿命予測に基づく長期的環境影響評価法を開発する。

《平成15年度計画》

- ・大気寿命測定、二次環境影響評価、燃焼性指針等の要素技術、独自触媒技術による高選択的反応の開拓、大型冷凍機器用冷媒の分子設計・評価による絞込み、データベースの2成分系への拡充等の研究成果の蓄積を踏まえて、最重点課題として、IWE（積算温暖化効果）、ITWE（積算総量温暖化効果）をベースに持続可能社会の構築に適したフロン代替物の総合選択指針の基本コンセプトを提案する。

【中期計画（参考）】

- ・海洋/大気間の二酸化炭素交換量の観測結果の解析をもとに、太平洋における交換量を評価するとともに、森林吸収量の観測と評価手法の開発に関して、アジアの二酸化炭素吸収量を評価する。また、海洋中に注入された二酸化炭素と海水との相互作用を明らかにするとともに、発生源での二酸化炭素の回収から海洋隔離に至るシステムの評価を行う。

《平成15年度計画》

- ・平成14年度に構築したデータベースのうち、繰り返し観測が実施された観測点のデータを用いて、この海域での二酸化炭素の吸収量、蓄積量を求める。人為的な二酸化炭素の放流を実施した場合の、海洋中

深層での物質循環に与える影響を調べるために、二酸化炭素分圧と炭酸カルシウムの溶解速度との関係を求める実験に着手する。また、二酸化炭素、栄養塩の濃度レベルの変化が与える生物への影響を調べるために、「深層水の汲み上げ実験」に参加し、炭素を中心とした化学成分の変化過程を解析する。

- ・ボトムアップ（微気象・生態学的）アプローチによる陸域生態系の炭素収支解析に関する研究では、中心的メンバーとして諸機関と協力して研究を推進する。フラックス観測・炭素収支調査データと産総研の既存収集データを総合的に解析して、東アジアでの主要な植生生態系での炭素収支機能モデルを構築する。
- ・落葉広葉樹林観測サイト（岐阜県高山市）の大気中CO₂濃度の連続観測及び大気中・土壌空气中CO₂の安定同位体観測結果と渦相関法によるフラックス観測とあわせて解析し、林内及び森林直上におけるCO₂収支に対する土壌呼吸、植物呼吸、樹木・林床ササの光合成活動の役割を解明する。
- ・地球観測衛星によるNPP（純一生産量）、LAI（葉面積指数）の従来の推定手法を改良して、高山、苫小牧におけるNPP、LAIの時間・季節変動を求める。炭素収支の機能的モデルによるNPP時空間変動と比較し、相互検証を行う。
- ・既存データのデータベース化に引き続き、データセンター機能の強化と共に、本研究での新規データの整備、データベース化を推進し、陸域炭素循環モデルの検証・改良に供用する。また、AsiaFlux、FLUXNETなどの国際的フラックス観測ネットワークに貢献する。
- ・引き続き二酸化炭素発生源・吸収量の推定のために、大気輸送の変動と、大気中濃度の関係を調査する。宇宙開発事業団と環境省が平成14年度から開始した温室効果気体観測衛星プロジェクトに関し提案中の予備調査予算が認められた場合、提案された軌道・センサが二酸化炭素発生量推定に関する有用性について検討する。OHラジカルに関しては、引き続きメチルクロロフォルムを用いた調査を継続し木材の燃焼に伴う発生と海洋による吸収・放出の効果を考慮して発生量の再検討を行う。これに加えて、代替フロン工業統計値を用いた計算を試み観測値と比較する。高分解能モデルの大気境界層部分の改良を試みる。
- ・地球化学的手法を用いて西太平洋高緯度域で、沈降粒子の特徴を明らかにし、海洋環境の支配因子を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・二酸化炭素の固定化を目的として、可視光応答性光触媒、2段法光触媒水分解プロセス、及び新規の可視光応答性酸化半導体光触媒を開発する。また、

二酸化炭素共存下でのエチルベンゼンの脱水素によるスチレンの製造技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・太陽光触媒による水の完全分解反応については平成14年度に引き続き、新規の可視光応答性半導体光触媒の探索と活性向上を目指す。光触媒電極の開発に取り組み、水素発生的大幅な発生効率の向上を目指す。
- ・エチルベンゼンのCO₂による脱水素プロセスについて、これまでの触媒開発や反応条件の影響などの結果を踏まえて、既存のスチーム法との比較を行いながら総合プロセス的評価を行う。また、必要とされる触媒の改良を行う。さらに、CO₂が果たす役割を明らかにするため、低級炭化水素の脱水素についても基礎的検討を継続する。

(4) 環境負荷評価技術

製品のライフサイクル全体での環境負荷の低減を図る経済社会を実現するためのツールを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・国際標準規格準拠型（ISO）-LCAの実施可能な手法としてLCAソフトウェアを開発する。また、日本での実効的環境影響評価手法を開発するとともに、LCAソフトウェアに組み込み、普及を図る。さらに、LCA手法を活用した製品設計のための標準型LCAの開発に関して、環境調和型製品開発（DfE）マニュアルを作成する。

《平成15年度計画》

- ・平成14年度に開発した被害算定型影響評価手法の精度向上と不確実性に関する情報開示のために、被害指標、統合化指標の不確実性分析を行う。また、対象外であった重金属暴露による慢性影響と、室内大気汚染の暴露評価を評価するための手法開発を行う。DfEマニュアルについては、企業の全部署が係わる製品開発手法を実用可能性を検討する。さらに、ライフサイクルインベントリデータ拡充と情報発信として、バイオマス系の廃棄にかかわるデータを中心に整理を行う。また、アジアを中心とする各国とのインベントリデータの共有に向けた情報交換を一層推進する。
- ・中期計画の実施を支え、さらにLCAの普及と実施者を拡大するために、平成14年度までに実施して来たエネルギー技術の評価並びに地域エネルギーシステムに関する研究を「地域環境研究」に再編する。また、LCA手法を企業の環境活動評価に応用する手法開発並びにLCAの結果を社会で活用する手法の開発を「環境効率研究」として取りまとめる。地域環境研究については、大都市でのエネルギー利用と熱環境に関する今までの研究を集大成し、開発して来たモデルのソフトウェア化を図る。また、地方自治体の環境政策へのLCA手法の応用を検討する。

環境効率指標の研究に関しては、平成14年度に開発した企業の二酸化炭素排出量と付加価値生産に関する指標を、多種の商品を製造する企業等の評価に適用した場合の特性を明らかにし、適用性を高める検討を行う。さらに、環境調和型製品の社会への受容性を研究する「持続可能な消費」について、消費者の受容性を定量的に評価する手法を提案する。

(5) 低環境負荷型化学プロセス技術

環境と調和した化学技術による持続可能な経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

・化成品や高分子合成のハロゲンフリー化を目的として、製造過程で塩素、酸塩化物、ホスゲン等のハロゲン化合物を用いない複素環化合物、ポリカーボネート等の合成および固相重合の反応機構を解明する。
《平成15年度計画》

・環境調和型のグリーン化学プロセスとしては、アジピン酸合成触媒の高活性化の検討を継続し、デセンのオリゴマー化とインダノン・テトラロン合成触媒の高活性化及び触媒固定化を図る。イオン性流体を用いる反応では、触媒のリサイクルを検討する。また、多官能性の金属抽出剤を合成する。ハロゲンフリー化学としては、窒素-イオウ結合生成のために用いる脱離基の高性能化を行う。綿布の還元漂白では、ホウ素より低毒性のケイ素系化合物の検討、水素化ホウ素ナトリウム漂白の機構検証を行う。さらに、ケイ素-リン系や新機構に基づく難燃剤を創製する。

・酸化的カルボニル化反応についてフェノールのカルボニル化反応及びポリカーボネート合成を粘土・無機物担持系の検討等を進め、固相重合について熱・マイクロ波による重合を進める。

【中期計画（参考）】

・二元機能触媒材料としてのメンブレンリアクターの開発を目的として、脱平衡反応を利用する水素製造プロセス、特異場反応を利用する含酸素化合物合成、形状選択反応・分離膜を利用する合成ガス等の製造プロセスを開発する。

《平成15年度計画》

・膜触媒担持反応実験では、反応開始2週間での活性低下（メタン転化率85→75%）の原因が触媒担体と透過膜の固相反応による酸素透過速度の減少に起因すると推測されることから、触媒担体の組成を調整することでそれを防止して触媒の長寿命化を図ると共に、触媒金属の担持量を低下させる方策について検討する。

・安定化ビスマス-銀複合材料系については、銀の体積分率および酸化ビスマスの安定化剤の最適化により、900℃以下で1cc (STP) /min/cm²以上の酸素透過性能を有する材料を開発する。酸素選択分離能

を有する混合導電性材料の多孔質基板上への緻密薄膜の積層化手法や、酸素選択透過性能の評価、スケールアップや複雑形状化への対応を検討する。

- ・Pd 触媒膜の作製に関しては、CVD 法やエキシマレーザーを用いた光化学反応法によって多孔質基板上に耐久性を有する Pd 成膜方法の最適条件の探索と水素透過性能の評価、さらにはその向上を図る。
- ・Pd 触媒膜の長寿命化のため、Pd-Ag 等合金薄膜の形成を無電解メッキ法により検討する。Pd、Ag のナノ粒子を担持した触媒膜を調製する。これらの触媒膜による酸化、水酸化反応の適用範囲の拡大と実用化に向けた検討を行う。
- ・フェノール合成に関しては、反応機構に関する更に詳細なシミュレーションを行い、置換原子による反応機構の違いを明らかにすると共に、ベンゼン以外の反応物について、選択酸化反応の可能性を計算化学的に検討する。合成実験については、反応温度の影響を調べ、最適温度を探索する。
- ・固定化酵素膜反応器膜では、水分制御が可能な反応器を開発する。
- ・Co を硝酸塩等の従来の金属塩水溶液の含浸ではなく、Co カルボニル等を用いたメソポーラス金属シリケートへの高分散担持法を試み、F-T 合成触媒として使用して、従来法で担持した触媒との触媒性能の違いを比較・検討し、Co の分散状態が触媒性能に及ぼす影響について知見を得る。
- ・マイクロリアクターを用いたヒドロホルミル化反応の検討を行うとともに、既に開発した手法に関してヒドロホルミル化以外の反応への応用を図る。
- ・造粒法の最適化を含めてメカノケミカル活性化硫化モリブデンのさらなる高性能化について検討する。また、硫化モリブデン微粉末エッジへのイオウの吸着と触媒活性因子との関連を計算化学的手法により検討する。

4. エネルギー・資源の安定供給確保

経済性と供給安定性を考慮した環境調和型エネルギー・資源供給構造の構築という社会的要請に対応するため、低廉かつエネルギーセキュリティ、環境に配慮した電力技術、CO₂排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するための省エネルギー技術、エネルギー安定供給と環境負荷の低減を目指す新エネルギー技術、地下資源の確保等のための資源技術等の研究開発を推進するため、各項目の中期計画に対して、平成15年度は以下の研究開発を行う。

(1) 電力技術

国際的に遜色のない低廉な電力供給の実現を図りつつ、エネルギーセキュリティ確保及び地球環境問題への対応という社会的要請に応えるため、その一翼を担うべく、革新的電力デバイス、電力ネットワ

ーク、超電導技術による高効率電力輸送技術の基盤技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- 炭化珪素等を使用した革新的電力デバイスによる超低損失電力素子の基盤技術を、素子構造、パッケージデザインの検討を通じて開発する。

《平成15年度計画》

- 3～4インチの大口徑基板の品質向上を図る。
- マイクロパイプ以外の結晶欠陥・転位に着目し、その発生原因を明らかにするとともに、密度低減をはかり、より高品質な SiC 単結晶成長を実証する。
- 開発した要素技術を用いて、(11-20) 面、(000-1) 面でパワー-MOSFET を試作し、酸化・酸化後処理手法の最適手法を明らかにし、Si-IGBT と同等のオン抵抗のパワーデバイスを実現する。一方、実用化に必要なゲート酸化膜の信頼性については、高温信頼性の要因を追求し、最適酸化膜形成手法を明らかにする。
- SiC 高速成長エピ膜の更なる品質向上と均一化を図ると共に、高品質高速エピ技術が生かされる超低損失電力デバイス構造の機能実現を目指す。
- 今までに開発された SiC プロセス技術を集約して、pn ダイオード、MOSFET 等の各種 SiC デバイス試作を行い、その放射線耐性を調べる。
- 立方晶 SiC に関して、ホモ及びヘテロエピタキシャル技術を集約して更なる結晶性改善を図り、そのエピ膜を用いた SB ダイオード、MOSFET 等のデバイス試作を進めてその特性向上を目指す。
- III 族窒化物半導体 MBE ヘテロエピタキシャル成長技術を高度化すると共に、MOCVD 結晶成長装置を整備し、それぞれの利点を生かして高品質ヘテロ構造ウエハーを各種基板上に作製する。これらのエピタキシャル成長技術、各種の特性評価技術をもとに HFET 構造の設計・試作を進め、高出力高周波素子、高耐圧大電流素子実現のため課題を明らかにする。
- InGaN エピタキシャル膜の品質向上、及び数10A 程度の AlN 極薄膜の品質向上を行うと共に、In 系 HFET 構造の試作を試み、それら III 族窒化物半導体の巨大バンド不連続に基づく顕著な量子効果の可能性を探る。
- SiCSBD や試作 SiC スイッチングデバイスの回路特性の評価を進める。一方、スーパーデザインのコンセプトをより明確にするために、シリコンパワーデバイスをもちいたアナログシミュレータの解析を進め、重要要素技術を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- スーパーノードネットワークの概念設計について、社会インパクトを明らかにし、設計指針を明確化する。

《平成15年度計画》

- 分散電源や電力貯蔵と電力系統との接続点に用いられる電力変換器に超低損失電力素子を適用した場合の効果について、分散電源や電力貯蔵装置の種別に応じた効果を定量的に明らかにする。

【中期計画（参考）】

- 超電導ケーブル長尺冷却技術の研究を行い、比例縮小冷却モデル試験による長尺冷却技術を確立する。また、限流器用大面積超電導薄膜作製技術の高度化を行う。

《平成15年度計画》

- 500m 長冷却モデルの冷却不安定性の条件を導出し、5km 長実規模ケーブルでの冷却不安定性を判別する。
- 10kV/200A 級空心交流超伝導マグネットの設計とマグネット試作の一部を行う。これらにより得られた設計基礎データから、6.6kV/500A 級配電用及び66kV/1kA 級変電用実用限流器の概念設計に着手する。
- プロジェクトで開発した大容量導体を用いて、浸漬冷却、回転条件で高負荷率（臨界電流の50%以上）の安定性評価を行う。また、超音波監視技術による安定性評価のためのデータ集積を行い、超音波発生と安定性の関連を明らかにする。
- 超電導素線（ITER 用12T、250A）と同等の Ta 繊維強化型 Nb₃Sn 線材を開発して、撚線導体における圧縮特性を評価する。また、km 級長尺線材による高磁界超電導マグネットの評価試験を行う。
- 平成14年度に導入した大出力レーザーを用いて、大面積基板上の YBCO 薄膜の作製・評価を進める。中間層の選択や熱処理を工夫して、サファイア基板上 YBCO 薄膜で、Jc およびシート電流密度の目標値 3MA/cm²、200A/cm の達成を目指す。
- YBCO 薄膜の c 軸に平行な刃状転位・らせん転位の濃度を測定し、磁束ピン止め特性との関連を明確にする。その結果に従って、理論的なモデルを提案する。サファイア基板上 YBCO 薄膜へのピン止め点導入の研究を進める。
- 超電導薄膜、バルク材における第3高調波誘導電圧 V₃の振舞と臨界電流密度 Jc の評価に関して、未解決の問題（端部効果等）について、数値解析を含めた理論解析を行う。その解析と実験データとの比較検討を行い、Jc を精密に評価する方法について検討する。

(2) 省エネルギー技術

CO₂排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するために、エネルギー高効率利用技術、動力等への変換合理化利用技術、エネルギー回収・蓄エネルギー技術、省エネルギーネットワーク技術に関する研究開発を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・ガスタービンに供給可能な灰分200ppm以下の無灰炭製造技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・抽出率60%以上、ハイパーコール中の灰分量200ppm以下という2つの技術課題をクリアするための前処理と溶剤脱灰条件を探索する。また、ハイパーコール中に微量に含まれる金属種の定性・定量分析手法を確立し、前処理、溶剤脱灰処理と残存金属種、その量との関連を明らかにする。また、熱時抽出機構を解明する目的で、石炭と各種溶剤との相互作用の研究を、分子シミュレーション技術並びにNMRを応用して行う。さらには、抽出物と残渣炭の性状を有機蒸気吸着測定、ガス吸着測定、示差走査熱量測定などから評価する。

【中期計画（参考）】

- ・作動ガス循環型動力システムにおける燃焼制御技術の開発によって、CO₂回収対応型タービンの熱効率60%以上、水素燃焼ディーゼルエンジンの熱効率45%以上の達成に貢献する。

《平成15年度計画》

- ・本課題は中期計画の目標を達成したので平成14年度をもって終了する。

【中期計画（参考）】

- ・高効率熱電材料を開発するための基盤技術としての量子効果材料やかご型構造材料について構造と物性の研究を行い、作動温度が広く高効率（6%以上）の素子の開発及び関連システムの研究を行う。

《平成15年度計画》

- ・複数のPN一体型セグメント素子対を作製し、高い発電効率を持つモジュールを試作、その発電出力特性、効率を評価する。量子ドット構造を有する薄膜型熱電材料をパターンニングし、微小部分発電/冷却デバイスを試作する。様々な組成のスクッテルダイト単結晶育成と、スクッテルダイトの高い熱電性能の発現機構解明のための精密な構造解析を行う。
- ・600℃級発電モジュール評価装置を開発する。また、300℃級モジュールの評価については、同一の入出力エネルギーを複数の手法で計測し、精度の向上を図る。

【中期計画（参考）】

- ・民生部門の電力負荷平準化を目的として、キャパシタ容量10Wh/L達成のための炭素電極材料を開発する。

《平成15年度計画》

- ・出力、寿命、容量の3点において高性能かつバランスのとれた実用性のあるキャパシタ電極を開発するため、ナノレベルで多孔構造制御した新規ナノカーボン材料を調製し、さらに炭素組織の最適構造設計と疑似容量導入を行うことにより、大容量キャパシ

タ用高性能カーボン電極を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・次世代高性能二次電池の開発に貢献するため、新規合成プロセスと構造解析に基づき電気化学特性に優れた新規電極材料及び新規電解質を開発する。

《平成15年度計画》

- ・鉄含有Li₂MnO₃正極の60℃での充放電サイクル試験における充放電特性の変化を調べるとともに充放電サイクル劣化抑制のための方策検討を行う。また新規ベースメタル系正極材料について、前年度見いだした物質系の組成最適化を続けるとともに、他の結晶構造を有する新規材料探索を行う。
- ・イオン導伝特性及び電池部材・電極材料との反応性、並びに熱的特性に基づき、モデル系としての常温溶融塩と支持塩の組成を決定するとともに、電池部材と電極組成の候補の選定を行い、半電池での性能評価を開始する。PGSE-NMR法を用いた電解質材料のイオン種ごとの導伝率と輸率の評価を引き続き行い、固化された複合電解質の材料設計指針の提供を行う。
- ・合金系負極材料の電極特性向上のための組成最適化の指針を提供する。
- ・解体試験によって、電池構成材の劣化因子を確定するとともに、車載型実電池による検証を開始する。電池特性評価技術の精度向上のため、電池材料について検出された構造変化・物性変化と熱的变化、電池特性劣化の因果関係について検討する。また、劣化状態の電池の熱安定性を評価し、劣化反応速度の評価法を検討する。
- ・加速劣化試験のモードを拡張するとともに、劣化した電池を随時解体し、電極や電解液の構造的、および物性的な劣化状態を解析する。また電池構成材料の熱安定性に着目し、劣化反応速度の評価法を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・自立分散ネットワーク技術の開発を行い、高速制御ソフトウェアと多数モジュール制御技術、分散エネルギーに関する広域情報を組み合わせ全体エネルギーシステムを運用する技術の基礎と評価手法を確立する。

《平成15年度計画》

- ・自律分散ネットワーク技術について、コジェネレーションを複数台連携して制御するモデルの動作解析を行うとともに、実験設備を構築する。またこのモデルを、一定のエリアに拡張して適用する手法を検討する。エネルギー環境分析モデルの研究では、アジア地域のエネルギー・環境統合分析モデルの構築に着手する。
- ・北海道地区で集合住宅内の個別家庭におけるエネルギー需要を計測し、戸数による負荷の平滑効果を評

価する。また、北九州地区の集合住宅における一年間のエネルギー需要データを計測しモデル化を行い、実測データをもとに寒冷地域用の小型分散システムの機器構成を決定し、システム運用コスト、CO₂排出削減効果を明らかにする。

(3) 新エネルギー技術

エネルギー安定供給と環境負荷の低減という社会的要請の同時解決を図るため、化石燃料の環境調和利用を図りつつ、環境負荷を小さくするクリーンエネルギーの基盤技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- 低コスト高性能の太陽電池生産に向けて、高効率積層型薄膜シリコン系太陽電池の製造技術、光閉じ込め型極薄膜結晶シリコン太陽電池技術、CIS系太陽電池の高信頼プロセス技術、超高効率の化合物太陽電池の低コスト製造技術、安価で高性能な色素増感太陽電池技術などを開発する。

《平成15年度計画》

- 気相・膜成長表面反応診断技術の精緻化により、微結晶 p 層上への膜堆積時における界面構造決定機構を解明し、欠陥密度の制御を行う。
- 膜中 Si-H₂構造低減法やナノ構造制御法の適用により高性能アモルファスシリコンの高光安定化を図り、この膜を活性層に用いたアモルファスシリコン太陽電池において安定化後変換効率10%以上を実現する。
- 新しい高密度プラズマ生成法による微結晶シリコンの高速堆積法の提案を行い、毎秒30Å以上の製膜速度において作製された微結晶シリコンの欠陥密度を1x10¹⁶/cm³以下まで低減する。また、微結晶シリコンを活性層に用いた太陽電池において変換効率10%以上を実現する。
- 上記高光安定化されたアモルファスシリコン、高速高性能化された微結晶シリコンをタンデム型太陽電池に適用する。
- 光閉じ込め型 BSF セル及び低温エピタキシャル接合セルの試作成果を踏まえて、高 Voc の極薄膜結晶シリコン太陽電池のセル構造設計の検討を進める。同時に、低温エピタキシャル接合技術を適用して光閉じ込め型セルの高 Voc 化を図る。
- 過渡電流測定による高感度欠陥評価を薄膜材料の安定性・劣化の解析に用い、長時間の光照射に伴う欠陥のエネルギー分布の変化を検討する。過渡電流測定による欠陥評価法を種々の条件で作成した薄膜材料に適用する。
- Si 基板上 GaAs 膜の高品質化を更に推し進めるとともに、Si 基板上2接合太陽電池のトップ側太陽電池のために、GaAs 膜被覆 Si 基板上への InGaP 膜の形成に着手する。
- CIGS 系太陽電池の高効率化のための技術的指針を明らかにするために、正・逆光電子分光法による新

しい評価技術を開発する。真空封入での試料移送技術を開発する。

- ZnO 透明導電膜の大面积化（10cm 角）技術を確立し、抵抗率2x10⁻⁴Ωcm 以下の透明導電膜を作製する。
- 変換効率19%以上の CIGS 太陽電池を実現できるプロセスを確立する。
- 1.3eV 以上のワイドギャップカルコゲナイド系太陽電池の高効率化技術を開発する。
- 平成14年度に引き続き、色素増感太陽電池の高性能化に関する検討を、(1)酸化物半導体光電極の最適化、(2)新規高性能 Ru 錯体色素の開発、(3)高性能有機色素の開発、(4)電解質溶液系の最適化、(5)セルの耐久性・封止・集積化技術等の項目について行なう。また、太陽エネルギー変換効率8%の新しい色素増感太陽電池の開発にむけて要素技術の成果の集大成を行う。

【中期計画（参考）】

- 太陽光発電システムの大量導入に向けて、多数の太陽電池パワーモジュールの高機能並列動作技術を開発すると共に、太陽電池モジュールの設計・監視・診断などの総合支援技術、性能・信頼性評価技術、リサイクル技術などを確立する。

《平成15年度計画》

- モデルの改良、サイト情報入力手段の提供により、設計支援技術として完成する。モニター端末に履歴保存機能を付加し、発電性能診断ネットワークを拡充するとともに、施工検査、性能診断への応用を図る。電気的相互作用を用いたアレイ中の故障・劣化モジュール検出・特定技術の開発する。
- 二重封止型リサイクラブルモジュールの構造、組立手法、フィルム材料等を確定する。回収作業の均一性確保・効率化を行う。9セルモジュールの電気的特性・耐候性評価試験等を行う。フィルムセル間の機械的密着と光学的接触性との関係を解析し、特性改善を図る。
- 化合物系・多接合を含めた太陽電池セル・モジュールの評価手法の誤差解析を行う。国際比較（WPVS）による評価精度確認をドイツ PTB にて行う。複合加速試験装置による実験により、温度・光強度依存性等の基本となる加速係数を明らかにする。基準モジュールの校正技術の研究を開始する。

【中期計画（参考）】

- 次世代型燃料電池の開発に貢献するため、燃料の多様化技術、起動停止特性の改善技術などを開発し適用用途の拡大を図るとともに、新規電解質及び新規電極触媒技術を開発する。

《平成15年度計画》

- 白金への金属酸化物の添加方法を最適化することにより Ru を含まず CO 耐性を示す電極触媒を開発す

る。また、空気極白金量低減のための電極触媒担体の研究開発や、新規電解質の探索を行う。PEFCの劣化に影響を及ぼす因子について検討する。

- ・メタノール酸化電極触媒および電解質膜について新材料開発を行うと共に、メタノール以外の燃料の可能性についても探索する。
- ・電極面積 250cm^2 の URFC 単セルを設計・製作するとともに、当所で開発してきた水電解スタック技術を応用したスタック化を検討する。
- ・種々の炭化水素系燃料の直接導入による高効率化の実現に向け、炭素析出などによる燃料極性能劣化の解析、金属材料の炭化水素燃料による浸炭現象・水蒸気酸化現象を解明、低コスト製造技術の検討を行う。高性能 SOFC 製作に必要な材料特性データベースを構築共通基盤化する。
- ・急速昇降温が可能で燃料ガスを精密に計測制御できる試験システムを製作し、セルの動特性等の解析を行う。この際、小型 SOFC システムに適した軽量小型・低温動作のセルを試作し、小型システムの性能予測を行う。ガス流量・組成の高速高精度計測技術を中心に発電効率の規格・標準化手法を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・変動風荷重に対して風力タービンの出力変動50%低減低減を実現する技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・本課題は中期計画の目標を達成したので、平成14年度をもって終了する。

【中期計画（参考）】

- ・化石資源・廃棄物等から水素濃度80%以上の高純度水素を二酸化炭素濃度1%以下で製造するための基盤技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・連携している企業が製作する 50kg/day 連続反応装置製作・運転支援に関わるデータ取得（反応速度、粒子径の影響、粒子混合等）を行う。また、平成14年度の経済性試算で明らかになったコストに占める割合の大きな部分でのコスト削減に関わる検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・樹木系バイオマスをガス化率90%以上でガス化する技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・引き続き小型噴流床型ガス化装置を用いてバイオマスのガス化を行い、ガス化最適条件の検討、特に後段に続く間接液化に適した組成 ($\text{H}_2/\text{CO}=2\sim 1$) のガス製造のための条件検討を行う。草本系バイオマス1種、樹木系バイオマス1種で反応条件の最適化の検討を行うと共に、各種バイオマスのガス化を行い、バイオマス原料組成とガス化特性の相関関係を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・酸化物を中心とした微粉末半導体光触媒を用いた太陽光による効率的な水の直接分解プロセスを開発するための基盤技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・太陽光触媒による水からの水素の直接製造については、引き続き、新規の可視光応答性半導体光触媒の探索を行うと共に開発した光触媒系の性能向上をねらう。

【中期計画（参考）】

- ・水と炭酸ガスと太陽光から高効率で高エネルギー化合物を製造する人工光合成プロセスの確立のための基盤技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・炭酸ガスの光還元固定に関して、今までの研究成果についてまとめを行う。

【中期計画（参考）】

- ・将来のエネルギー供給の基幹部分を担う原子力について、より安全で環境負荷の小さい核融合方式に関する基盤技術の研究開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・逆磁場ピンチ方式について、中性粒子パワービーム入射装置2号機の開発を完了すると共に、ひねりの強い磁力線配位の長時間維持と計測系の整備等による閉じ込め向上とプラズマ挙動の解明を図る。

- ・慣性閉じ込め方式では、紫外光の相対論的照射パワー密度における高速点火関連の基礎過程を調べる。また、原型増幅器の動作頻度を 2Hz へ上昇させるため電源その他の改造を行う。

(4) 資源技術

地下資源の探査手法、資源量の評価手法、資源開発・利用に伴う安全技術、環境保全技術に関する研究開発を行うとともに、アジアを中心に資源開発研究協力を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・ヒストリーマッチングに地球物理学的なモニタリング手法を適用した地熱貯留層評価管理技術の開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・システム統合化の2年次目の共同研究として、奥会津地域では、前年度取得した重力・SP の同時モニタリングのデータを使った統合ヒストリーマッチングを実施する。大霧地域では、前年度に白水越地域の噴気試験に際して取得したデータを用いて貯留層モデルの構築を行う。また、小規模な複数手法同時モニタリングを行い、そのデータを用いた統合ヒストリーマッチングを実施する。これら一連のモデリングを通して地球物理学的ポストプロセッサ等解析ツールについて問題点を抽出し改良を進めるとともに、室内実験の結果から関連パラメータについ

での体系的設定法を構築する。

- ・仙台平野・濃尾平野の結果を比較し、地質構造、熱構造や水理構造等と環境影響について検討し、地中熱利用の最適化のための地下水水理予測手法を提案する。

【中期計画（参考）】

- ・石炭起源天然ガス資源、ガスハイドレート、潜頭性大規模熱水性鉱床等に関して、鉱床の成因・形成機構を解明、資源ポテンシャルの評価技術の開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・南海トラフにおけるハイドレート探査を目的とした基礎調査の位置選定、調査作業に協力し南海トラフ海域のガスハイドレート探鉱を進め、本海域の燃料資源地質特性を明らかにし、ハイドレート資源化のための地質学的課題を抽出し、ハイドレートの効率的な探査法を提案する。
- ・南海トラフ海底堆積物中のメタン生成・消費関連分子指標の測定、ハイドレート生成に伴うガス分別の実験的・理論的検討を進め、ハイドレート鉱床の成因に関する地化学的検討を行う。
- ・水溶性天然ガス等のガス成分や付随水の化学・同位体組成の測定・解析を進め、メタンの起源や鉱床成因及び環境保全に関する地質・地化学的検討を行う。秋田・新潟・千葉県、北海道等我が国の油ガス田地帯において野外地質調査を実施し、鉱床形成におけるテクトニクス及び堆積学的条件を解明するための研究を進める。
- ・メタンハイドレートを孔隙に含む砂質堆積層から高い生産性と経済性を有した天然ガスの生産技術確立することを目標として、MH 堆積層中のメタンハイドレートの分解・採取技術の研究開発を行う。このため、既存の数値シミュレータに、メタンハイドレート堆積層の変形係数等の温度依存性や、浸透流解析に必要なメタンガスと水が同時に存在する混相流条件における相対浸透率の計測と解析手法の開発を行う。
- ・国内炭田の野外調査と既存地質データの収集・評価を進め、堆積盆内の炭層と炭質の空間的分布をより高い精度で把握するとともに、石炭の炭質分析、バイオマーカー分析等を行い、ガス生成ポテンシャルの評価法やその支配因子を検討する。炭層ガスを採取・分析し、その発生機構を明らかにする。
- ・メタンハイドレート堆積層の基礎物性であるガス密度の評価手法開発及び熱物性などの物性値整備を引き続き進めるとともに、メタンハイドレート資源の生産手法開発にとって重要な堆積層の浸透率特性、力学特性等に関する研究に重点化する。また、メタンハイドレートの分解過程をモデル化するために、メタンハイドレート堆積物の分解実験において、X

線 CT による分解フロント移動の可視化及び精度の高い熱流の制御手法などを併用して検討を行う。さらに、ガス産出手法の開発に資する室内実験設備の基本計画を検討する。

- ・北海道無意根―豊羽熱水系の研究成果を総合報告書として出版し、若い火山に伴う大規模潜頭性熱水鉱床の探査指針の提案を行う。
- ・平成13-14年度に作成された鉱床モデルに基づいて、潜頭性熱水鉱床の効率的探査指針を整理する。平成14年度に開始された、トルコ MTA、ロシア科学アカデミーIGEM、IV との共同研究をさらに進展させ、熱水鉱床の資源評価、開発の環境影響評価手法について、広範な知見の収集と解析を進める。効率的鉱床探査のポイントを明確にし、探査現場や学会への提案を行う。
- ・日本のタルク鉱床についての総括を進める。

【中期計画（参考）】

- ・資源の開発・利用及び放射性廃棄物等の地層処分を安全かつ低環境負荷で実施するための地下計測・監視技術確立のために、長期地下モニタリング技術の開発を行う。また、リスクアセスメントの高度化等による安全管理手法の開発、安全基準、検定、爆薬及び液化石油ガスの安全利用等に係る基準の策定に関する研究を実施する。

《平成15年度計画》

- ・反射法データ処理用に開発した散乱重合法を微小地震探査データへ適用できるようにアルゴリズムを変更する。地震波トモグラフィについて、震源波形推定アルゴリズムの改良を行い、実フィールドデータに適用する。パーカッションドリリングを震源とした SWD について、数値実験によってその可能性を検討する。ランダム不均質な地質特性が地震波に及ぼす影響を明らかにし、実際的な地震波形解析法の基礎的研究を継続する。
- ・人工信号源電磁法2.5次元逆解析手法を実データに適用する研究を継続し、ソフトウェアを一般に公開する。有限要素法による3次元モデリング手法の改良を継続し、人工送信源の組込みを行う。差分法による MT 法3次元逆解析法の計算精度向上を図る。電磁探査法による地下水塩淡境界面調査データの解析を行い、その有効性を検討する。地層処分場等に関連した岩盤評価手法として、高分解能の人工信号源電磁探査システムの開発に着手する。
- ・シンクロトロン X 線画像データの解析を基にした NMR 検層の浸透率推定方法を開発する。平成14年度に取得した NMR 検層実験データを解析し、坑井内亀裂検出の可能性を評価する。可搬型 NMR 測定装置を完成し、浸水ビーズ等の地質モデル物質を用いた適用実験を行う。NMR 計測データと他の物性データを合わせた総合的な解釈に資するため、岩

石・粘土等の含水多孔質媒体の NMR 物性計測実験を行う。

- ・地下水観測井における観測の継続と成果の公表、地下水センサー試作品の改良と現場への適応実験などを行う。
- ・応力測定孔を深度750m まで増掘し、岩盤調査と水圧破砕法による応力測定を実施する。加えて、コアによる岩盤初期応力推定法の一つである ASR 測定を実施する。
- ・高温下及び封圧下での堆積岩の長期クリープ試験手法の検討及び試験を実施し、長期変形挙動解析に資する基礎データを蓄積する。
- ・複数のサイトからの原位置ボーリング掘削音データの詳細な反射波解析を行い、地質条件と反射体検出能力の関係を明らかにする。また模擬掘削実験により、掘削条件の違いに対応した反射波解析法を検討する。
- ・軟岩試料を用いた原位置地下応力測定を実施し、試験マニュアル作成の基礎データの収集を行う。岩石コアの封圧下での AE 挙動について調べ、地下主応力との関係について検討する。
- ・平成14年度試作の測定装置を用いて、室内においては地下環境模擬試験装置を用いて温度・湿度をコントロールした環境下での熱物性量及びインピーダンスの測定を実施する。屋外・坑内においては、センサーの埋設及び模擬試験体を仮定した加熱実験を行う。
- ・マネジメントの相違による保安システムのリスク低減効果の相違を検討するとともに、成果の普及に努める。

【中期計画（参考）】

- ・インドネシアでの地熱資源調査とベトナムでの鉱物資源探査・評価についての資源開発研究協力を行う。
- 《平成15年度計画》

- ・本課題は中期計画の目標を達成したので、平成14年度をもって終了する。

(2) 革新的・基盤的技術の涵養

1. 分野横断・革新的技術

福祉高齢化社会においても安全・安心な生活、高度情報化社会および環境と調和した社会システムの実現のためのフロンティア技術の開拓を目指し、新現象の解明、革新的物質・デバイスの創製のために、ナノバイオテクノロジー、ナノデバイス、ナノ材料など、各分野の研究開発の推進の基盤となる、分野横断的なナノテクノロジー技術及び多分野にまたがる共通基盤技術である光技術、計算科学、人間のモデル化技術、計測分析技術について、先導的、先進的に研究開発を進める。

(1) ナノテクノロジー

ナノメートルにおける物質の制御による有用な材

料、デバイス、システムの創製技術とともに、材料・機器のマクロ性能の飛躍的向上をはかる技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・量子構造における新規物理現象の探索・解析を行い、単一電子検出デバイス、スピンドバイス、超伝導デバイス等へ応用するための要素技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・高い識別能のホストゲスト相互作用を示すカリックスアレーンおよびメタロセンとホトクロミック分子の複合体を中心として、イオン捕捉能制御、光応答性触媒による立体規則性重合制御などの、分子内・分子間相互作用の積極的利用による分子認識をトリガーとする機能制御を実現する。
- ・サイズと組成から構造を決めるために、光解離分光と質量分析との併用および化学反応プローブ法の開発を行う。
- ・ヘリウム気流中で気相熱処理を行うことにより、3-18nm のサイズの金ナノクラスターが構造を変換し制御するための条件を明らかにする。さらに磁性金属ナノクラスターの酸化過程を詳細に調べるとともに生成物の内部構造を観察することにより磁性粒子の作製条件と構造との関係を明らかにする。
- ・光誘起相転移の分子動力学シミュレーションを進めるとともに、共役分子のスピン整列に関する理論計算をさらに進め、光やキャリアによるナノスケールのスピン制御の具体的可能性について検討する。分子やナノチューブの伝導に関わる新しい機能を探索する。量子状態の制御理論を発展させる。
- ・新スピン機能素子の研究に関しては、前年度に発見したスピン依存電子波干渉効果を動作原理とする革新的な MRAM 接合素子を試作する。また、新発見の Cr 系室温強磁性半導体について、電子伝導キャリアの制御性を実証するとともに、スピン機能半導体磁気光学導波路を利用した新素子の提案を行う。
- ・酸化物の多様な電気伝導機構の解明と応用に関する研究に関しては、10の⁻²⁴乗気圧以下の極低酸素分圧結晶育成法により遷移金属酸化物、無酸素 Si 結晶等を作成し、従来法との定量的比較を行うとともに、T_c=100K 以上の Tl 系、Hg 系、頂点 F 系酸化物超伝導体単結晶を用いて T_c 決定要因の系統的研究を行う。また、量子コンピュータ素子等への応用を目指して磁性と超伝導を融合した新しい接合素子の試作を行う。Tl (Cu) 系超伝導薄膜の研究では、1インチ基板への両面成長と R_s=5mW @ 100K @ 38GHz の特性を実現する。さらに p-CuAlO₂ を用いた pn 透明半導体ダイオードを低温・一貫成膜プロセスにより形成し、発現する光起電力効果の定量的評価および薄膜評価を行う。
- ・前年度考案した強磁性体を用いた単一電子トランジ

スタ構造の最適化を行い、磁場ヒステリシスの再現性を向上すると共に、ゲートによる素子特性制御を試みる。超伝導体/絶縁体超格子発振素子と検出素子を同一チップ上に作製し、発振素子からの THz 電磁波放射を測定評価する。

- 平成14年度に引き続き、半導体アプリケーションチップ実用化技術開発 (MRAM) について、共同研究施設の整備を実施する。

【中期計画 (参考)】

- 単一分子の導電特性、力学特性等の物性を計測するために、多針の多機能走査トンネル顕微鏡を開発する。さらに、生体分子間の相互作用が計測可能なプローブの開発のための要素技術を確立する。

《平成15年度計画》

- 数100種類の新規ナノ粒子を合成し、モデル系における分子認識能、および担癌マウス体内での動態を調べる。これにより、新規 DDS ナノ材料の構造対機能の相関データを蓄積し、治療用及び診断用利用できる標的指向性ナノ粒子開発の基盤を確立する。
- オリゴチオフェン、オリゴシランなどの液晶的な秩序を持つ、導電機能性材料に焦点をあて、光電子特性と分子集合状態との相互関連と機能制御の実現を目指す。
- サーモトロピックキュービック液晶を中心に、高圧下での相挙動をさらに系統的に追究することで、特異な分子集合状態の成因を明らかにする。
- π 共役系分子複合体をベースとした分子ワイヤーを合成し、官能基との複合体を構成することで、超高感度な電氣的な分子センサー機能の実現する。
- 高感度検出器を利用して単一分子 SERS 信号強度の測定時間を現状の1s から10ms に向上させる。併せてデータ転送用の高速ソフト開発を行う。
- 分子を一個ずつ順番に運搬・配列するための条件を決めるために、電気泳動チップ技術を応用してマイクロ・ナノチャンネル内で色素分子を移動させる。このとき、ビデオ顕微法を用いて、1個の分子の蛍光輝点が孤立して観察されるように色素の濃度と移動速度を調節して検討する。

【中期計画 (参考)】

- 走査トンネル顕微鏡等の高度化により、次世代半導体における10nm オーダーの形態観察、局所元素分析および作製プロセス評価のための in-situ 機能解析技術を開発する。

《平成15年度計画》

- 走査プローブ酸化技術を用いたナノ導波路の作製技術を更に高度化し、導波長の向上を図るとともに、金属表面のプラズモンを利用する新しい極微小光デバイスの構築を目指す。
- 水面上単分子膜、LB 膜、自己組織化膜などの界面分子集合体を対象として、強誘電性、高伝導性、高

絶縁性、光誘起構造転移などの機能的構造を実現する新規分子を開拓する。また、これらの構造を詳細に明らかにすることで、機能発現の物理・化学機構を明らかにし、分子デバイス等の実現への基盤を構築する。

- 光プローブにおいては低温測定における走査範囲の拡大と、2探針測定、ナノ光導波路の実用化に向けての検討を行う。
- 低電圧における駆動を目指すために、素子作製プロセス条件の再検討を行う。また高い磁場感度を持つ新規材料の探索を再開する。半導体におけるスピン緩和機構を詳細に調べることにより、更に高いスピン注入を実現するための基礎的な知見を集積する。プローブ陽極酸化のメカニズムの解明と安定性の良い加工を行うための条件抽出を行う。

【中期計画 (参考)】

- 極限機能分子としてのカーボンナノチューブを応用するための要素技術 (大量生産、高分解能、高再現性、長寿命化等) を開発する。

《平成15年度計画》

- カーボンナノチューブ単一電子計測システムの誤動作を回避する回路の検討、およびカーボンナノチューブへ規則的に欠陥を導入する手法の検討を行う。ナノチューブへの電極形成について、低融点金属の種類等を変えオーミック接合の向上を図る。単層カーボンナノチューブの可飽和吸収効果等、非線形光学特性とその応用開発に関する研究を進める。単層カーボンナノチューブ LB 膜について、電気伝導性・光伝導性等の評価を行う他、LB 膜への官能基導入の手法を検討する。カーボンナノチューブの STM/STS に対する基板の影響を調べる他、STM/STS により MoS₂ チューブ等の新規チューブ状物質における微視的構造と電気特性との相関を調べる。
 - 特性改善のため電子分光器の改造を行う。とくに検出器部分を改善し検出効率の10-20倍の向上を目指す。
 - 触媒の改善、プロセスの最適化を行うとともに、得られた単層ナノチューブサンプルの基礎特性を検討する。
 - ナノチューブの径、層数などを触媒技術により精密に成長制御する方法について検討する。
 - 得られた薄膜の導電性、光透過性等の評価を行うと共に、機能性高分子との混合による新たな機能の創出を目指す。
 - 触媒、炭素源供給法、合成プロセス、生成物分離などの各要素過程において、磁場効果を詳細に検討する。
- #### 【中期計画 (参考)】
- 自己集積性分子の高効率精密合成により、10-100nm の有機ナノチューブ、ナノワイヤー等の材

料創製を行うとともに、構造制御および任意の固体表面に固定化する技術を開発することで、機能集積素子の実現に資する。

《平成15年度計画》

- 種々の三次元形態が制御された有機系の高軸比ナノ構造を鋳型に用いて、各種の金属酸化物を構成成分に持つナノ構造（例えば、ナノチューブ）へ複製する技術を検討する。さらには、脂質ナノチューブやその転写物を利用した微小流路への適用を図るため、ナノチューブが提供するナノメータサイズ（10～100nm）の中空シリンダー環境の特性を明らかにする。シリカナノチューブ系が有する各種特性の解析と、カーボンナノチューブ系と比較検討した場合のその優位性や特徴を抽出する。
- 分子スケールデバイスの構築を目標に、外部刺激応答性を有するロタキサンや複核金属錯体を創製し、基板への導入を図るとともに、基板上で機能評価を行なう。また刺激応答性を導電性の変化として読み取る単分子素子の開発に向けて、導電性分子の中心にゲート部位を持つ分子を創製し、刺激応答性をSPM等で観察する。さらに特徴的な基板の開発や機能性分子素子間の配線にも挑戦し、分子スケールデバイスの構築に向けた基盤技術の確立を目指す。

【中期計画（参考）】

- ナノ機能構造体の生産性及び制御性に優れた加工法及びそれを実現する加工装置技術の基盤技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ナノ加工を実現する上で必要な加工装置システムの温度均一性を可能にするための要素技術として、凝固の相変化を伴う流動性二相流による除熱方法を活用し、冷却部の温度均一化効果の実証を行う。また、超解像技術を用いるレーザー微細加工技術に関しては、加工痕径の更なる微小径化の実験検討を進めるとともに、エネルギー効率向上の手法を提案する。さらに、加工のための基盤技術として、液体中に発生させることの出来るナノバブルに関して、洗浄機能を実験的に検証する。

(2) 光技術

【中期計画（参考）】

- 次世代光情報通信における高精度な光計測、光の発生・制御のため、光機能材料、超高速動作光制御デバイス、高精度光計測・制御技術、量子暗号通信等を開発し、超高速・超高密度情報通信の実現に貢献する。

《平成15年度計画》

- 繰り返し160GHzのOTDMパルスに対するタイミング雑音低減技術を開発する。量子暗号鍵配布における誤り率の改善、および鍵生成率の向上を図る。時間信号を空間信号に展開する光学システムを作成

し、時系列パケット信号の認識実験を行う。

- EOサンプリング素子により、量子細線FETの100GHzレベルの超高速応答特性を調べる。3次元フォトニック結晶導波路に関して、多層積層によるロスの低減、パルス伝播特性の測定、モード変換素子の設計を行う。Low-kポリイミドを組み込んだOEO光スイッチング素子の試作と評価を行う。量子ナノ構造を用いた超高速光制御素子及び量子情報素子の試作および、光制御実験を行う。
- 超高速サブバンド間遷移利用光スイッチデバイス実現に向けて、低エネルギー化のためのリッジ型光導波路構造の作製プロセスに着手する。反射型近接場顕微鏡のプロープ制御機構のコンパクト化を進める。結合光学素子の改良により、微小球への光結合効率を向上させる。10GHzを目指した新励起方式による通信波長帯域光パラメトリック発振器の高繰返し化を行う。

【中期計画（参考）】

- 光情報通信・情報処理等に必要な化合物半導体、酸化物半導体等の高品質薄膜結晶成長、界面制御、微細構造形成技術による高性能光デバイス実現のための要素技術を確立する。

《平成15年度計画》

- 均一性の向上した量子細線中の電子のバリスティックな伝導やキャリアオーバーシュートを極低温顕微電気光学サンプリングにより評価する。波長域の拡大を目指し、量子細線光ディテクタや量子細線レーザの開発を行う。
- p型ZnOの作製を中心に研究を進める。p型ZnO実現のために必要なオーミック電極作製技術、p型ZnOの同定技術の開発、さらにアクセプター不純物の電気的な活性化技術の開発を目指す。
- MgZnO/ZnO量子井戸の高品質化を図り、励起子発光の高効率化を図る。
- ZnOの透明導電膜についてはイオンプレーティング装置等のダメージの少ない成長法を用いて200C以下で $2 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以下の製膜技術の開発を行う。新しいドーパントの探索やプラスチック基板等への低温製膜技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- 光通信における高性能光集積回路の開発を目指し、ファイバーや導波路用のガラス系材料開発とデバイス化技術開発を行う。

《平成15年度計画》

- 大きさ数mm角で4ch以上の超小型分波器および電子チップ間インターコネクションとその周辺のマイクロ光学部品を開発する。また、量子サイズ効果などを利用した高輝度発光ガラスの応用展開を進める。

【中期計画（参考）】

- ・超高速大容量光情報をリアルタイムで処理するため、有機・高分子系材料による高輝度発光素子、フレキシブルな光導波路、ペーパライクカラー記録表示等の開発を行う。またナノ構造を制御した光デバイスや高密度光メモリーを実現するために必要な、近接場計測・制御技術の開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・有機トランジスタに於ける電荷注入効率改善のため、電極修飾技術の開発を行うとともに、フレキシブル塗布型絶縁層の開発のため、有機無機複合材料の開発を行い、電界効果移動度 $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、オフ電流 10^{-11}A 台を示す有機トランジスタを開発する。
- ・極性配向高分子を用いた電気光学光スイッチ特性を評価する。その結果を分子設計にフィードバックして、フレキシブルディスプレイに適用可能な電気光学定数 100pm/V を目指す。また、カーボンナノチューブ(CNT)の光応用のため、CNTの高分子中への分散化技術の検討と可飽和吸収とスイッチング特性の制御法を確立する。
- ・光波閉じこめ構造を利用してポラリトンを制御し、光集積回路に必要な機能の実現を目指す。また、共役高分子においてエキシトンとポラリトンの強結合による有機ポラリトンレーザー発振の可能性を探索する。
- ・近接場光技術に関しては、マルチプローブ技術を開発する。また磁気共鳴技術も含め、バイオセンサー等への応用展開を検討する。光導波路等光デバイスについては実用に近づけるため、より幅広い材料系への応用を図るとともに、光分流、光スイッチなどの機能の付与を検討する。また性能向上のための色素拡散のメカニズムを検討する。
- ・銀粒子・ワイヤー以外の金属にも応用し、白金等のナノ構造を形成すると共に、ラマン増強分子センサーの実用化技術を開発する。また、ナノ構造を応用した光デバイスを考案し、試作する。
- ・フルカラー記録表示材料では、引き続き高い光応答性を目指して新規アゾベンゼンを合成する。熱モードフルカラー記録材料の実用化研究としては民間企業と共同で、引き続き感熱層の膜厚保持性と易塗膜性の向上について検討する。
- ・有機フォトリソグロフィック材料のさらなる応用を検討すべく、フォトリソグラフィなどの微細露光光学系の簡便な調整などに寄与する新規薄膜材料の開発を行う。当面は、従来その調整に膨大な手間と時間を要している半導体 stepper での使用を想定し、stepper 照射光の波長域で露光でき、繰り返し使用(100回以上)が可能な薄膜(層厚 $2\mu\text{m}$ 以下)を開発する。
- ・機能分子合成の基礎研究のうち光重合性有機ゲルでは、引き続き電場や液晶場や添加物を利用したゲル

の成長方向、成長速度および形状の制御を試みる。光応答性高分子では、光濡れ性変化が可逆的に起こる膜を目指して表面グラフトの手法を試みる。

- ・バイオ(BT)、情報(IT)およびナノ(NT)テクノロジーを融合させたバイオフォトンクス分野の開拓を目指し、金表面の単分子膜および金属微粒子表面における蛋白の固定化および基板表面のマイクロパターンニング化を行う。

【中期計画(参考)】

- ・省エネルギー・省環境負荷を実現するために、自然光等を有効利用して光る表示素子や三次元表示が可能な書き換え可能なホログラムの開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・省エネ発光素子において、ディスプレイへの応用のためのRGB三原色の発光素子(ディスプレイ・モジュール)の試作を行う。また、p型またはn型半導体分子の分散、構造制御および有機半導体/電極界面の接合形成についての研究開発を行い、有機薄膜太陽電池として1%以上の変換効率を目指す。
- ・PSRを用いた多値記録方式の検討および20[GB/inch²]の書き換え可能記録方式を検証する。

【中期計画(参考)】

- ・光を利用した新材料創出、環境調和型プロセスのための技術として(1)光合成における電子移動の理論的研究、(2)色素・半導体表面等における超高速電子移動反応の素過程の解明、(3)光エネルギー変換技術の設計指針の確立、(4)レーザー等による量子反応制御実現のための要素技術の確立、(5)高密度パルス光によるレーザー精密プロセスによる高機能材料の作成、レーザー応用表面改質技術、薄膜、微粒子作成技術、極低温場レーザー反応による新規活性化化学種クラスター等の構造特異化合物の作成技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・平成14年度に立ち上げたフェムト秒レーザーシステムを用いて、単純な分子を対象とした位相制御、選択的分解反応の反応制御実験を行う。201nmのレーザー光を用いる1+3光子同時励起に関して種々の分子系の光分解反応を探索することにより、分解生成物の収量を選択的に制御できるかどうかの評価を行う。特殊反応場を用いた反応制御に関しては、一層の選択率の向上を図り、さらに、表面でも振動モード選択性が現れるかどうかの確認を行う。ヨウ化メチルクラスターの光分解の実験に関しては、220nm程度まで使用可能な波長可変紫外光源を作製し、選択的励起の可能性について検討する。
- ・酸化チタン中に生成した電子のスペクトルの表面構造依存性を詳細に検討する。また、電子注入効率の励起波長依存性を測定し、デバイス出力との比較を行う。半導体の表面状態や伝導帯の状態密度が電子

移動のダイナミクスに与える影響について詳細に検討する。合成したポルフィリン二量体から、包摂したフラーレンへの超高速電子移動反応を検討する。また、ポルフィリン二量体の空間的配置のコントロールも行う。

- 平成14年度に確立した理論を用いて、酸化チタンナノ微粒子における励起に伴う光電流の時間変化を解析的に求め、それを用いて実験データの解析を行う。ポリマー中の移動度については、高電場領域での実験と理論の不一致を解消するため、分子振動の効果をさらに精密に取り入れるとともに、色素の分散を考慮した検討を行う。
- 平成14年度に引き続き、光増感太陽電池の高性能化の検討を、(1)酸化物半導体光電極の最適化、(2)新規高性能 Ru 錯体色素の開発、(3)高性能有機色素の開発、(4)電解質溶液系の最適化、(5)セルの耐久性・封止・集積化技術等の項目について行う。目標である太陽エネルギー変換効率8%の新しい色素増感太陽電池の開発にむけて要素技術の成果の集大成を行う。
- 太陽光触媒による水の完全分解反応については平成14年度に引き続き、新規の可視光応答性半導体光触媒の探索と活性向上をねらう。また平成16年度の評価を前に、過去3カ年の研究成果の総括を行うとともに、本格的に光触媒電極の開発に取り組み、水素発生的大幅な発生効率の向上をねらう。
- 平滑性に優れた高品位な窒化炭素薄膜が得られるように作製手法の最適化を行い、薄膜の光学特性を評価する。また、レーザーアブレーションによる β -鉄シリサイド薄膜および超微粒子の新規作製手法の産業応用を目指し、近赤外発光素子の試作を行う。
- 当研究チームにおいて独自に開発されたレーザー誘起背面湿式加工法による石英ガラス等の微細加工法を用い、産業技術への応用を目指して微細パターン構造を利用した表面機能化素子や光学素子の試作を行う。

【中期計画（参考）】

- 次世代光情報通信技術や高精度計測技術の基盤的研究整備のため、フェムト秒、アト秒レーザーパルス等の可視から近赤外域での発生制御、圧縮、増幅技術や極端紫外コヒーレント光の高効率発生技術の開発を行う。

《平成15年度計画》

- 異なった2波長（800nm、1200nm）のフェムト秒パルスのフーリエ合成に必要なレベルの高精度位相制御の実現を目指す。増幅器におけるパルス内光波位相揺らぎの測定方式の開発と揺らぎ評価を行う。オクターブバンドの広帯域分散補償法の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 次世代高度物質プロセス・計測技術開発を目指して、

赤外から X・ γ 線に至る高輝度広帯域光源としての多機能放射光・自由電子レーザー、及び高機能量子放射源としての低速陽電子ビーム、プラズマ X 線技術の発生制御の高度化とその微細プロセス・精密計測への利用技術開発を行う。

《平成15年度計画》

- FEL の190nm 以下での発振実験を行う。改良型光クライストロンから発生する赤外アンジュレータ光の各種特性を評価する。遠紫外 FEL の光電子放出顕微鏡への利用実験を開始する。エネルギー可変 γ 線による CT システムを用いた工業製品の非破壊検査を行う。多層膜 FZP における縦横の収差をなくす技術の開発と、硬 X 線顕微鏡への応用を進める。ガスターゲットからのレーザープラズマ X 線の特性測定を進めるとともに、軟 X 線の成膜技術への応用実験を行う。
- 光電子放出顕微鏡をシステムアップし表面ナノ構造形成のダイナミクスの研究に着手する。同時に偏光変調分光法を用いたアミノ酸ナノ微結晶のキララ識別法の開発を進める。放射光とイオンビームによる微細加工技術で作製したフォトニック結晶の光学物性の測定に着手し、フォトニック結晶の微細構造の表面精度（平滑度）の nm オーダーへの向上を図る。斜入射ゾンプレートを用いた水の窓の領域での走査型生体 X 線顕微鏡の設計・製作に着手する。鉄シリサイド光機能材料の開発のため Fe/Si 多層膜のイオンビーム・ミキシングに着手する。
- 陽電子寿命・ γ 線エネルギー二次元測定によるポラス膜の空孔連結性についての定量的評価法を確立する。AMOC（寿命運動量相関）測定 of the 最小自乗解析法を開発する。XPS との比較測定により PAES（陽電子消滅励起オージェ電子分光）の表面感度を明らかにする。低速陽電子ビームを用いた材料評価測定を電子材料・光学材料へ適用しサブナノ～ナノ構造を調べプロセスへフィードバックする。C バンドマイクロ波を用いた小型電子リニアック加速器のための高パルスレート（1000pps 以上）用大電力マイクロ波大電力増幅器の開発を行う。
- 超伝導検出器の性能を左右する空間分布（光子吸収位置依存性）の網羅的特性評価を行い、空間分布の光子エネルギー依存性、検出器構造依存性等を明らかにする。この特性評価をもとに、2keV 以下と 2keV-10keV のエネルギー領域に分け、蛍光 X 線吸収分光、蛍光 X 線材料分析に適した、検出器構造を決定する。

【中期計画（参考）】

- 光を利用した有用で新たな計測制御操作技術開発のため、光学部品等の形状を高精度で計測する技術および広帯域光センシング技術、光の位相やコヒーレンスを制御する技術、微粒子配列の光デバイスへの

応用を目指した光ピンセット技術の研究を行う。超高精度計測、光制御、および光ピンセット技術の高度化等の研究開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・波長走査干渉計等の新しい形状計測技術において各種系統誤差要因を詳細に分析する。光波のゆらぎを制御する方法を理論的に検討し、より安定した波面制御を実現するシステムの構築を目指す。光ピンセット技術で、従来困難とされている吸収体・磁性体の位置及び回転の制御技術を新しく開発する。
- ・次世代モバイル用表示材料技術研究について、引き続き共同利用研究施設の整備を行う。

(3) 計算科学

現象発現の仕組みがより複雑化し、物理的にもコスト的にも実験・実証が困難化している状況の打破を目的として、構造と機能の解析・予測のシミュレーションをコンピュータで行うことによる現代科学技術の発展の基盤となる技術を先端情報計算センターの計算資源を活用して開発する。

【中期計画（参考）】

- ・化学反応解析技術における表面反応、生体反応など大規模反応系の高精度計算および反応経路予測技術を可能にするため、(1)第一原理分子動力学法の高速度・高精度化手法、(2)高速分子軌道法／密度汎関数法と高速分子動力学法の結合方法、(3)フラグメント法、レプリカ法に基づいた新しいコンビナトリアル法と複雑な遷移状態の構造を広範囲にかつ高速に検索できる新しい統計力学理論に基づいた拡張アンサンブル法、および(4)大気中の化学物質の化学反応、触媒反応、超臨界流体中の化学反応、表面反応へ応用するための方法を開発する。

《平成15年度計画》

- ・有限要素基底や局在基底を用いる第一原理分子動力学法の機能拡張を行い、化学反応解析への適用を図る。反応経路を効率的に探索する方法について、現実系への適用を考慮しつつ研究開発する。時間依存密度汎関数法により電子状態の時間依存を取り入れた方法による化学反応解析を試みる。適用研究としては、電極反応、超臨界水中の反応などの研究を継続して行う。
- ・FMO法の機能拡張を継続して行う。具体的には、酵素反応など化学反応機構の解析に適用できるように、開殻系をはじめ多様な電子状態計算が可能となる拡張を行う。また、動的性質の解析が行えるように、FMO法を用いた分子動力学法のプログラムを開発する。さらに、FMO法を標準的な電子状態計算プログラムであるGAMESSに組み込み公開する。適用研究として、カルシウムイオンポンプタンパク質の構造と機能の解析を継続する。また、構造に基づいた論理的創薬 (Structure based drug design)

へFMO法を適用する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ物質解析・設計シミュレーション技術については、1ナノメートルから100ナノメートルのスケールにわたる複雑系であるナノ物質に対して、従来のシミュレーション技術を越えた新たな解析・設計技術を確立することを目的として、産業界での応用研究上重要な複合ナノ物質系の構造・機能を予測し、物質設計を実現することを目指す研究を行い、所定の機能を発現する複合系の設計指針を得ることが可能なシミュレーション技術を開発する。具体的には、固体表面や、微細孔物質 (FSM-16など) における分子の自己組織化を利用した分子デバイスなどを研究対象とする。

《平成15年度計画》

- ・第一原理リカージョン法の整備と機能拡張を継続し、量子計算と古典分子動力学法との融合法などを開発し適用範囲を広げる。自己組織化現象を解明するための新しい分子動力学法を開発する。前年度に開発した粗視化法を汎用化して広範なナノ物質系に適用可能とし、ナノ構造体の形成過程の解明を行う。連続体力学と分子動力学の融合法を開発し、ナノからメゾ領域の複合ナノ物質系の構造・機能の解析・予測を可能とする手法を開発する。
- ・公開したソフトウェア「離散化数値解析法のための並列計算プラットフォーム」について引き続き新機能を付加したバージョンアップを行い、共同開発企業との連携により適宜講習会などを開催し、種々の技術情報、ニーズが集まる仕組みを作る。解析手法の開発では、解析 (メッシュ・粒子) モデル構築手法を内蔵した高精度解析手法を中心に研究開発を行う。具体的には、流体解析については多相流解析、構造解析については均質化法などマルチスケール解析、最適設計においてはマルチフィジックス、トポロジー最適化技術、これらの共通基盤として並列解析と適応型解析モデリング技術を位置づけて、実問題の解決に役立つ研究を展開する。転炉二相流解析に関する共同研究を更に発展させ、二相流解析のナノテクノロジー分野への応用について検討する。
- ・電子励起状態理論の開発・改良では、TDDFTの非局所交換相関項の研究を進め、汎用性の高い汎関数を探索する。強相関電子系の理論として、量子モンテカルロ法と第一原理電子状態計算法を結びつける種々の理論手法を研究する。ナノ構造系の研究では、電極に挟まれた分子のコンダクタンスの計算や生体分子、超分子の電気伝導の理論について検討する。固体電子材料の研究では、有機導体、金属化合物の電子物性を第一原理計算と物性理論により研究する。電子状態計算の高精度化・高速化の研究を継続して行う。

(4) 人間のモデル化技術

【中期計画（参考）】

- ・ビジョン技術を適用することで、足や体型の静的形状、動的変形を非接触計測する手法を研究する。静立位時の形状データ、歩行、走行などの運動に伴う関節変位や形状変形データを収集し、これをコンピュータ上でモデル化することで、個人差や運動による状態差を定式化する。また、このデジタルヒューマンモデルに基づくウェアラブル製品の設計・製造・販売システムの基盤技術について、企業との共同研究を通じて具体的に研究する。

《平成15年度計画》

- ・着製品のより高度なシミュレーションと評価のために、3次元プラス時間軸で人間のモーションを計測する4次元計測手法を開発する。モーションプリントから心理状態を自動的に推測する方法を研究する。人間は、多くの操作を「手」で行っていることに着目し、リモコンなどの製品設計やユーザーインタフェースに適用可能なハンドのモデル化（デジタルハンド）に着手する。
- ・引き続き、人体・頭部・足部のデータを整備し、TLOを通じたデータの提供方法を準備する。
- ・歩行について、人間とロボットを比較し、ヒューマノイドの自然、安全、効率的な歩行を実現する。
- ・超音波タグを動作による会話認識に適用し、視覚障害者の生活支援や語学学習への応用を図る。

(5) 計測・分析技術

【中期計画（参考）】

- ・計測分析結果の定量的理解と共通の尺度を提供し、先端技術開発、環境保全技術等へ貢献するため、計測分析技術の開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・既に製作した薄膜製作装置と金属薄膜蒸着制御装置を用いて二種類の金属試料について膜厚の異なる数種類の薄膜試料を製作し、調整整備した光電子分光装置を用いて、放射光励起光電子分光法を用いた非弾性散乱平均自由行程の高精度測定を行う。そのデータを元に薄膜試料の作製条件について、標準化のための最適条件を決定する。熔融塩中の化学種に定量分析精度を向上させるための解析法の開発と、シミュレーション計算による化学種モデルの構築を行う。水溶液中のモリブデンイオンについて XAFS による定量分析のための予備実験を行い、解析法を開発し、元素別定量と組み合わせ、酸化数、配位構造等の違いによる XAFS スペクトルの違いを利用した状態別定量を試みる。
- ・国際比較、国内共同研究を通じ MALDI-TOFMS の定量性についてのガイドライン作りを行う。また、光散乱と NMR を用いた液体中の拡散係数による粒径測定の高精度化を行う。

- ・低温プラズマ中の化学種の定量的な質量分析のための方法を検討する。新型向流クロマトグラフ装置について、幾つかの2相液系を用いて分離性能に関する試験を進めながら装置の改良に取り組む。また、環境ホルモン基準物質の精製の程度をモニターする為の分析 HPLC による微量不純物分析法を確立する。
- ・応用計測技術について、引き続き、フェムト秒コム距離計、及びパルス列干渉計の高度化に必要な、光ビートの純度向上を行うとともに、その技術の2次元化の基礎実験を試みる。
- ・核共鳴回析格子による核共鳴励起放射の測定及び他の核種試料について核共鳴励起放射波長の測定を行う。
- ・二次元走査を目的とした光ファイバーによる光超音波の励起と検出技術について検討を開始する。また、検出感度を向上させるため、等価的に光源強度を高める装置改良を行う。
- ・フィードバック制御通電加熱により温度一定に保持した試料表面に、1ms 以下のパルス幅のパルスレーザーを照射し、その後の試料裏面の温度変化を高速放射温度計により測定する技術を開発する。また既存のパルス通電加熱装置において試料を流れる電流、試料での電圧降下の計測、及びパルス通電装置に既設の放射温度計に関して計測の不確かさ評価を行う。さらに可視域エリプソメータによる分光放射率計測の不確かさを評価する。
- ・砒素イオンを低エネルギーで注入した単結晶 Si 試料について、注入イオンの深さ分布測定を行い、イオン注入条件によるドーパントの深さ分布に対する影響を調べる。耐環境性高分子の劣化挙動を陽電子消滅法により調べる。普及型陽電子寿命測定装置の動作試験を行う。
- ・多様な金属多層膜をピコ秒サーモリフレクタンス法薄膜熱拡散率計測技術により測定し、金属多層膜の熱拡散率計測技術を確立する。放射測温の波長域及び温度域の拡大に取り組むとともに、赤外光学系評価技術の高度化を図る。示差方式レーザフラッシュ法によりコーティングの熱拡散率を計測する技術を開発する。また熱電デバイスを用いた光学精密計測用温槽を高度化するとともに、レーザ干渉式変位検出装置を試作する。
- ・熱膨張計のレーザ干渉計部分の一体化による改良を施し高精度化を図る。また熱反射法による熱浸透率計測装置に、試料用恒温槽を導入し測定温度域の拡張を図る。
- ・平成14年度での水の三重点の結果の広い温度域へのユニバーサルな適用を検証するため、アルゴン点温度の近傍における磁場中評価を行い、ユニバーサルな定式化が可能か検証する。

- ・SRG（スピニングローター真空計とIG（電離真空計）の特性評価を継続して行い、この結果を基に平成14年度に洗い出した規格化項目のないよう検討を進め、SRGと真空計を用いた真空圧力の測定法の規格草案を作成する。比較校正装置の改造と試験を行い、この試験結果などを基にJIS Z8750「真空計の比較校正法」の規格改正草案の作成を進める。
- ・半導体検出器では困難な、ZnOの蛍光X線吸収分光が可能な超伝導検出器を開発する。ZnOで重要な酸素（524.9eV）、窒素（392.4eV）の蛍光ピークの分離が可能なエネルギー分解能50eV以下を達成する。

【中期計画（参考）】

- ・超伝導効果を利用した次世代電圧標準デバイスを開発するとともに、HTS-SQUIDを利用した非破壊計測技術、及び広帯域超伝導ADコンバータを開発する。

《平成15年度計画》

- ・約13万個のNbN/TiN/NbNジョセフソン接合、マイクロ波分配回路、dcブロック、終端抵抗等から成る出力電圧5Vのプログラマブル電圧標準素子を作製し、小型冷凍機による卓上冷却システムによって動作させる。
- ・単一磁束量子回路を用いた高精度デジタル/アナログ変換器(RSFQ-DA)の開発に関しては、前年度に引き続き10ビットRSFQ-DAの開発を継続し、キーブロックとなる10ビット電圧増倍回路部の完全動作を実証する。

【中期計画（参考）】

- ・スペクトルデータベースに関して、データの質と量を充実させ、インターネットでの公開を継続する。熱物性データベースに関しては、学協会と協力してインターネットを通じて公開する。

《平成15年度計画》

- ・分散型熱物性データベースに関しては、固体の熱物性データに対して有効な相関式、推算式を提示する。また主要流体の熱物性データを中心に1000件以上のデータをデータベースに登録する。
- ・スペクトルデータベースでは、引き続きNMR、MSデータの収集を継続するとともに、IRデータ収集の再開、新規公開システムの開発・公開を行う。また、ユーザーサービスの本格開始を行う。

2. 材料・化学プロセス技術

日本経済の持続的成長を維持するための市場創出につながる革新的技術の確立を目的として、高度情報化社会の実現や環境と調和した循環型社会システムの構築に資するナノ物質・材料技術、機能共生材料技術、特異反応場利用プロセス技術を開発する。また、工業製品の信頼性を支える基盤技術の涵養を目的として、

高信頼性材料システム技術を開発するため、各項目の中期計画に対して、平成15年度は以下の研究開発を行う。

(1) ナノ物質・材料技術

ナノメートルサイズの物質の構造制御を利用して、超高速・大容量情報処理技術の基盤となる複合機能原料や新炭素材料、持続的な経済社会発展の基盤となる精密制御高分子材料、軽量金属材料、先進構造材料の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ペロブスカイト化合物誘電体、及び酸化物導電体等の半導体プロセスと整合性の良い650℃以下の温度で材料化が可能なテーラードリキッドソースや機能複合粉体ソースを開発する。

《平成15年度計画》

- ・強誘電体薄膜、非鉛系圧電体膜、多孔質酸化物絶縁体膜等の集積化セラミックスの高品質化と基本特性の向上のため、有機金属化合物や有機高分子等の反応性を利用することにより、溶液原料の分子構造の最適化する。これらの溶液原料から合成した集積化セラミックスの特性を評価することにより、次世代強誘電体メモリ、圧電デバイス、FET型センサーへの適用性を検討する。
- ・強誘電体薄膜、非鉛系圧電体膜、多孔質酸化物絶縁体膜等の集積化セラミックスの高品質化と基本特性の向上のため、スピコーティング法・ディップコーティング法・ミストデポジション法等の溶液原料を用いた膜化プロセスについて、プロセス因子の検討と諸条件の最適化を実施する。合成した集積化セラミックスの特性を評価することにより、次世代強誘電体メモリ、圧電デバイス、FET型センサーへの適用性を検討する。
- ・フラックス法により合成した球状窒化アルミニウムの粉体特性（粒径、粒度分布等）が流動性（充填性）に及ぼす影響を明らかにし、その最適化を行う。また、窒化アルミニウム粉体の耐水性向上のための表面処理技術について検討を行う。
- ・非鉛系圧電体の探索において、BNT-BT-ST系について、圧電d33定数の観点から圧電特性の評価を行い、添加物効果について検討する。

【中期計画（参考）】

- ・塗布熱分解法を改良し、77Kにおいて $J_c > 1\text{MA}/\text{cm}^2$ のYBCO交流限流素子および2GHz用超電導マイクロ波フィルター（YBCO膜の表面抵抗 $0.5\text{m}\Omega$ ）を開発する。

《平成15年度計画》

- ・大面積膜YBCO作製技術を進展させ、 $10\text{cm} \times 30\text{cm}$ サイズの蒸着 CeO_2 /サファイア上矩形基板への製膜と特性評価を行い、誘導法 $J_c > 1\text{MA}/\text{cm}^2$ 実現を目指す。また、マイクロ波デバイス商用化に

向け、等方性 MgO あるいは低コスト・サファイア基板上 YBCO 膜の高 Jc 化と低 Rs 化について検討する。

- ・実用材料であるリチウムマンガン酸化物や5V 級正極材料として注目されているその置換体について、新規に考案した単結晶の合成方法を複数適用し、良質な単結晶合成を目指すとともに、高電位発現と結晶構造、電子構造との相関の解明を目指す。さらに、ベースメタル元素を主成分とする新規正極材料の開発を目指す。
- ・La_{1-x}Sr_xMnO₃膜の作製では、金属組成制御や異種金属のドーピングによる Tp や TCR の依存性を明らかにし、特性の向上や低温化を図る。また、複合酸化物 PZT 膜や SnO₂、In₂O₃等の単結晶多結晶および配向膜の作製を行い、塗布光分解法による酸化物膜の生成機構を明らかにする。
- ・量子スピン梯子格子系複合結晶の母構造物質の電荷分布を調べ、超伝導に関連する物性の発現機構を解明する。CuO₂鎖を含む最も単純な複合結晶を用いて、スピン梯子格子の物性をコントロールしている CuO₂鎖の一般的な性質を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンド発光ダイオードの開発を目的として、高圧法、CVD 法等による低欠陥密度ダイヤモンドの合成と、イオン注入法による高品質ダイヤモンド半導体作製技術を開発し、ダイヤモンドエキシトン発光を用いた室温で動作する紫外線（235nm）発光デバイスを作製する。

《平成15年度計画》

- ・前年度に引き続き、エピタキシャル成長の高度化を計りながら、表面伝導層の機構や金属/ダイヤモンド界面の伝導機構を解明して、ダイヤモンド半導体の基礎技術を確立する。
- ・ダイヤモンドエキシトン発光による非線形光学効果を解明し、これによる光発光素子を実験室レベルで実現する。
- ・pn 制御技術を中心にダイヤモンドの電子デバイス化プロセスの基盤技術開発を行う。
- ・pn 接合を中心とするデバイスプロセスにイオン注入技術を適用し、光発光素子等への応用を計る。

【中期計画（参考）】

- ・炭素系材料によるナノスペースを制御し、水素貯蔵及びガス分離等の機能発現とその材料化を行うと共に、単層ナノチューブ合成のための触媒開発も行う。さらに、極限環境下で優れたトライボロジー機能等を発揮する新材料を開発することを目的として複合 PVD 法や新焼結技術を用いたトライボマテリアル、スーパーハードマテリアル等の創製と評価を行う。

《平成15年度計画》

- ・平成14年度に引き続き、ハイブリッド構造体合成の

ために、ダイヤモンド基板上にフッ素置換基をつけ、その表面機能特性に関して検討する。

- ・平成14年度に引き続き、厚膜化の検討する。
- ・平成14年度に引き続き、大面積で透明なナノクリスタルダイヤモンドの成膜速度の向上とその表面特性について明らかにする。
- ・水環境や水素環境等の環境での使用および複雑形状基板に適する DLC 系被膜の試作を行い、それらの構造・組成解析やトライボロジー特性等の諸特性評価を行う。さらにそれらの機能発現機構の検討を行う。また、DLC 膜やカーボンナノチューブを対象として撥水性や電気伝導性等の新機能発現のための研究を継続する。
- ・プラスチックとダイヤモンドの複合材料の試作を継続するほか、新炭素系材料を用いた複合材料の試作を行い、これらのトライボロジー特性等の評価を行う。また、新炭素系材料（グラファイトボール等）のトライボロジー特性を評価し、トライボマテリアルとしての可能性評価を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・実用省成分軽量合金を対象に、マイクロエクスプローションプロセスとセミソリッドプロセスを統合し、市販鑄造材より結晶粒径が1/10以下で50%以上高い強度を持つ鑄造加工プロセス技術を開発する。また、マグネシウム合金にあっては、リサイクル材の強度をバージン（鑄放し）材の1.5倍以上（300Mpa）に高めるリサイクル技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・電磁振動力を利用した組織微細化技術をさらに他の材料に応用すると共に、金属ガラスの創製条件を、マグネシウム合金やジルコニウム合金について調べる。また、セミソリッドプロセスによる高強度化のための成形加工条件を明らかにする。
- ・強加工法である FSP 法や回転式 ECAP 法のプロセス条件と、得られた材料の微細組織および材料の機械的特性等の関係を調べることで、目的とする機能を材料に付与するためのプロセス条件を明確化する。
- ・固体リサイクル技術の応用範囲の拡大を目的に、マグネシウムにおいて得られた固体リサイクル技術をアルミニウムや鉄に応用する。

【中期計画（参考）】

- ・イオン・プラズマプロセス技術による材料の超高純度化プロセス技術を確立するとともに、超高純度材料の耐高温酸化性、耐腐食性評価試験を行う。

《平成15年度計画》

- ・本研究課題は中期計画の目標を達成したので、平成14年度をもって終了する。

【中期計画（参考）】

- ・200°C以下の温度でナノポアセラミックス材料が合

成できる低エネルギー製造プロセス技術を開発し、室内アルデヒド濃度を厚生労働省基準以下にする内装材料を開発する。

《平成15年度計画》

- ・無機ナノカプセルで成功した手法を、無機ナノチューブ合成にも応用し、新規合成経路の探索を行う予定である。多孔質アパタイトの物質吸着機能等の評価を行うとともに多機能化を図り、環境浄化材料としての応用を目指す。
- ・有機分子集合体を利用してメソポーラスセラミックス材料を室温で合成する際の構造、組成制御に関する探索的研究を引き続き行うとともに、遷移金属ユニットの導入技術等を合わせて検討することで、有害化学物質除去機能の付与に向けた低エネルギー製造プロセス技術の開発を目指す。また、チタニア等修飾物質のエアロゲル中（あるいは表面）での結晶性の制御について検討を行う。
- ・チタニア等で修飾されたシリカエアロゲル中に金クラスターを担持した構造の材料について、触媒その他の機能性の特性向上のための各種パラメーターのマッチングを行う。
- ・平成14年度に引き続き、精密部材ナノ加工プロセス技術について、共同研究施設の整備を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノポア材料の新規合成法（固相合成法、有機・無機添加剤、水熱合成法）等確立し、固体酸触媒、分離材料、電気粘性流体、センサー等の新機能材料を開発する。

《平成15年度計画》

- ・redox サイクルに弱く、カーボン析出も引き起こしやすいニッケル燃料極と置換可能な新しい燃料極、もしくは燃料極を必要としない燃料電池の可能性を検討する。さらに、金属置換したマイエナイトを合成し、その有する活性酸素について酸素種、酸素濃度、移動速度等を詳細に検討する。また、ヨウ素固定化ハイドロソーダライトからのヨウ素溶出試験を行い、固定化能力を確認する。
- ・採取リチウムの高付加価値化の観点から、同位体の分離技術に関する研究を進める。一段カラムを用いて同位体分離条件を検討し、同位体分離効率に及ぼす要因を明らかにする。リチウム採取装置の海洋エネルギーシステムへの併設可能性を検討し、事業化に向けた検討を行う。また、本テーマで蓄積したナノポア材料開発のポテンシャルを活用し、海水再生・再利用のための選択的多孔材料（吸着剤、殺菌剤）の開発研究への展開を図る。
- ・システム基盤技術に関しては、従来、経験的・感覚的にしか把握しにくい実際のアーク溶接現象を、定量的に解析し、海中で自動化するために必要な基礎情報を明らかにするとともに、データベースで公開

する。

- ・層状グラファイト酸化物、層状ポリケイ酸を出発原料に、ピラー化反応・選択溶出反応による多孔化を詳細に検討する。ナノポア構造の精密制御を可能とし、メタン吸蔵量の目標値120mg/gの達成を目指す。
- ・高水素透過性アモルファス合金膜の面積化を試み、現在（1ml/min オーダー）の10倍以上の純水素製造能力を有する透過モジュールを作製する。
- ・規則性微空間材料の表面特性の制御方法について検討しその知見を集積するとともに、得られた材料の物性、触媒特性について検討する。
- ・規則性微空間材料において触媒機能に重要な役割を担う酸性質の定量法を確立するために、リン原子を含むプローブ分子の導入と P-31 固体 NMR によるプローブ分子の観測を行い、P-31 化学シフトと酸強度との相関を明らかにする。
- ・新規ゼオライトの精密構造解析と反応性などの物性を追求する。ポアを制御したゼオライトの製膜化をはかり、反応・分離に適用する。
- ・規則性微空間材料の分離機能に関する基礎的なデータを取得するために、様々な形状の微空間における小分子の挙動（吸着サイト、拡散挙動）を固体 NMR 等で解析し、微空間の形状が小分子の挙動に与える影響を明らかにする。
- ・規則微空間膜材料の極性や孔径を制御し、水とアルコールの分離や分子認識に基づく異性体の分離を試みる。
- ・e-カプロラクタムなどのラクタム類やアミン類をポリエステルに共重合したポリエステルアミドの合成を検討する。リグニン及び糖類を原料とする生分解エポキシ樹脂の性能向上を図るとともに植物固形分を組み合わせた複合材料を作製する。
- ・イットリウム以外の数種類の希土類化合物について、カプロラクトン、ペンタデカラクトン開環重合の触媒活性を検討する。生分解性プラスチックに親水性、疎水性など種々の特性の表面を形成し、分解速度への影響について検討する。
- ・水溶媒下で効率的に作用するマイクロカプセル化触媒やポリエチレングリコール担持試薬等、水中反応を達成させるポリマー固定化触媒、試薬を設計合成する。大気圧下におけるグロープラズマ処理による処理効果を従来の低圧グロー放電処理と比較し、最適な処理条件を探索する。
- ・レーザーアブレーション法などの利用によりナノ構造の調製・安定化技術の確立とその物性や機能の測定を行うとともに、さまざまなナノ構造部品の接合・融合化・システム化などに必要とされる要素技術に関する検討を行う。調製・安定化技術に関しては気相・液相中でのレーザーアブレーション法を利

用した合成法の精緻化を図るとともに、機能特性評価に関してはナノ微粒子のサイズ均一性を向上させることによりセンサ機能や光電極機能といった界面機能の高性能化を目指す。また、ナノフォレスト構造などを利用した新しいデバイス構造の可能性を探る。さらに、マイクロプラズマ技術を利用した低温プロセッシング技術を確立してカーボンナノチューブの低温合成について検討する。

【中期計画（参考）】

- ・高分子の分子量、立体規則性、共重合性、ヘテロ元素の規則的な導入による有機・無機ハイブリッド化、多分岐高分子の新規合成法等の一次構造制御における重合機構の解明並びに多成分・多相系高分子の配向構造制御、メゾ秩序構造、ネットワーク構造等の高次構造形成プロセスの機構を解明する。
- 《平成15年度計画》
- ・極性ビニルモノマー重合触媒の開発について、オレフィン類及び極性基含有モノマー重合系の展開を図る。
 - ・官能基含有モノマーとオレフィン類の共重合について、オレフィンとアリルアルコールとの共重合系のマスク剤、添加剤、ジルコセン触媒の構造、重合条件等の検討を進める。
 - ・大環状オリゴカーボネートの合成法のさらなる高効率化（高選択性、高収率）を進めると共に、平成15年度からは、上記の酸化的カルボニル化反応において、この大環状オリゴカーボネートを原料として固相重合により高分子量ポリマーの合成を行う。
 - ・機能性基導入のための反応試剤・条件等の検討、末端構造・分子量制御に向けてのモデル反応検討、基本物性の測定等を行う。
 - ・結晶性高分子を含むブレンド系の結晶配向化について結晶化条件の検討と構造解析・物性評価を進め、結晶性ブロック共重合体について予備調査を経て配向方法・結晶化条件の検討や構造形成過程の分析を行う。
 - ・極性基表面が規則的に配列した構造の自己組織化を利用した構造構築の検討、近接場光リソグラフィーによる金属ナノ粒子のナノ描画の検討等を行う。
 - ・電子分光結像法による高分子界面厚み測定の高精度化、光機能材料の接合界面構造の解析を行う。
 - ・高せん断と高圧とを同時に付与する装置の改造等を通して PPS/ナイロン系の構造形成過程の解析、またそれを利用した成形装置の開発を行い、成形条件について検討する。
 - ・固体 NMR を用いたダイナミクス手法の高度化を図ると共にブレンドやコンプレックスの相構造の解析等を行う。
 - ・核形成のシミュレーション、より大きな系へのシミュレーションの適用、OCTA プログラムのナノスケールへの適用の問題点抽出等を行う。
 - ・ラマン散乱分光解析による結晶・配向過程のその場観察を行う。
 - ・超臨界二酸化炭素からの環状カーボネート合成に関して、触媒活性向上、および均一系触媒の回収効率向上を図る。
 - ・二酸化炭素からのウレタン合成に関して高活性触媒の開発を行う。金属としては安価で毒性の低い卑金属類（Ti、Fe、Co、Ni 等）を中心に検討する。一方、配位子としては、窒素系二座配位子やカルベン配位子について検討する。
 - ・超臨界二酸化炭素を媒体とする効率的酸素酸化反応開発を目標として、酸化剤や触媒の検討を行う。
 - ・二酸化炭素からの炭酸ジメチル合成に関して高活性触媒の開発及び効率的脱水法の開発を行う。金属としては安価で毒性の低い卑金属類（Ti、Fe、Co、Ni 等）を中心に検討する。一方、配位子としては、窒素系二座配位子やカルベン配位子を検討する。
 - ・二酸化炭素からの炭酸ジフェニル合成に関して、脱ハロゲン化水素型カップリング反応の開発、及び脱水型カップリング反応を開発する。
 - ・アレンと二酸化炭素からの6員環ラクトン合成に関して、異性体構造を決定するとともに、触媒活性の向上、選択率の向上をはかる。フェノールの酸化的カルボニル化反応に関しては、オキサゾリン系配位子などに関して立体障害による反応加速の実現をはかる。また、媒体としてのイオン性流体の効果について検討する。
 - ・細胞を選択的に接着させ、かつ特定の機能を誘導する為に必要な材料表面特性（機能性官能基）について検討し、scaffold の高機能化を図る。
 - ・血液中から血管内皮細胞前駆細胞を分離できるデバイスを開発すると共に、分離性能をより向上させる為に、さらに2つの異なったスキーム（アイデア）に基づいて作製された機能性高分子材料表面について検討する。
 - ・フッ素化人工脂質の合成法の確立を図る。さら脂質ナノ構造体の顕微鏡観察から明らかにされた環状脂質の構造とナノ構造体との関係を人工脂質の分子設計にフィードバックし、新たな構造を持つ環状脂質を合成する。
 - ・異性体分離膜については、前年度作製した無機膜を基膜として、イオン性官能基の導入、シクロデキストリン含有ポリイオンコンプレックスの形成等を行い、異性体識別輸送の発現を図るとともに、分子認識化合物としてシクロファンについても検討する。また、光制御膜については、得られた基礎的知見を基に、光によって局所的な細胞接着性を変化させられる細胞培養キュベットを開発する。
 - ・複合膜の表面特性について更に明確にするるとともに、

生体系物質との相互作用や吸着について検討し、用途展開のための基礎資料とする。

- ・脱硫酸化反応を利用して合成した核酸類似体や N-グリコシドなどの糖質物質についてその機能を検討し、同合成反応が機能性糖質分子創製に有望な反応であることを示す。また、脂質分子については合成糖脂質と糖認識性タンパク（レクチン）との相互作用を単分子膜法、水晶振動子マイクロバランス法等により評価し、構造と機能の相関を検討する。さらにアミノリン酸系脂質について引き続き類縁体等の合成を行う。
- ・前年度に行った検討から得られたポリ（アリルビグアニド）の合成条件、推定反応機構に基づき他の機能性高分子への応用を図る。また、ポリ（アリルビグアニド）を用いた機能性ゲルへの展開を図る。

(2) 機能共生材料技術

材料の組織を原子・分子からナノ、マイクロ、マクロにわたり制御する技術を開発し、複数の機能が共生した材料を創製する技術の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・高次構造制御により、800℃以上の腐食性雰囲気下において50 μ m以下の粉じんが捕集可能なフィルター材料、高荷重・無潤滑環境下で比摩耗量が従来材料の1/10以下の材料、400℃以上酸素共存雰囲気下においても連続的に窒素酸化物の還元除去が可能な材料、腐食性環境下でジルコニアセンサーと同等の10msecの応答速度を持つ高温用酸素センサー材料が創製できることを実証する。

≪平成15年度計画≫

- ・高温集塵フィルター及び高温ガスタービン部材を模擬したモデル部材において、それぞれ流体透過機能（圧力損失：<1kPa）と耐熱・耐食性（>800℃ SOx ガス暴露後強度劣化：<10%）、耐熱衝撃性（ ΔT ：>1200℃）の発現を実証する。
- ・異種材料分散材の配向構造化や多層構造材料の部材化を可能とする成形技術を開発する。また、前年度までに達成した材料特性を、反応焼結や常圧焼結などの低コスト・簡便プロセスでの実現を目指す。
- ・実用レベルの大型セルにおいて、3%酸素共存下でNOxを50%浄化するために必要な電力を10W以下にする。また、出力レベル10W以上の熱電変換材料を実現し、NOx浄化セルと組み合わせ、デバイスシステムとして連続動作が可能なことを実証する。
- ・酸素センサについては、粒子径を100nmより更に小さくすることにより、応答速度20msec以下を目指す。水素センサについては、モジュール化を行うとともに、被毒試験により耐久性の見極めを行う。

(3) 高信頼性材料システム技術

構造材料の信頼性向上、長寿命化を図るため、使

用環境下での損傷形成過程を支配する主要因子の定量化を行うとともに、損傷位置の検出や損傷制御機能を持つ修復材料の開発、及び長寿命複合材料、低摩擦摩耗材料の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・破壊理論に基づいた精緻な実験的解析により損傷形成過程のモデル化を図り、部材特性の高精度な解析手法を開発する。

≪平成15年度計画≫

- ・粘弾性・弾塑性特性評価に有効な圧子圧入試験法について、生体セラミックスおよび構造用セラミックスの時間依存型変形機構における温度効果に焦点を当て、それぞれの材料に適した室温域および高温域用試験装置を開発する。
- ・加工損傷評価手法の標準化について、産学の研究者による検討会を組織し、本年度作成する詳細案をもとに JIS 素案を完成させる予定である。表面損傷をプラズマエッチングにより可視化する手法については、可視化手順の標準化に向けた基礎データ整備を行うとともに、新たに転動疲労損傷評価への応用を図るため、ベアリングメーカーとの共同研究に着手する。

【中期計画（参考）】

- ・センシング機能の高度化と逆問題解析技術を確立し、コンクリートや金属構造体の亀裂発生部位に接着修理可能な損傷位置評定機能や損傷制御機能を持つスマートパッチを開発する。

≪平成15年度計画≫

- ・センシング網の開発に関しては、チューナブルフィルターを用いて、ひずみ変化が生じても AE 検出ができるような光ファイバセンシングシステムを構築する（AE 測定可能なひずみ範囲 $\pm 0.5\%$ 以内）。また、幅0.5mm以下のスリットき裂を検出できる CFRP リペアパッチを開発する。
- ・健全性評価技術の開発に関しては、CFRP 擬似等方材の衝撃層間剥離を短時間でかつ高精度に検出する技術を開発し、実用化に向けた計測システムの最適化を図る。また、疲労き裂長さを定量的に検出できるアクティブセンシング法を開発する。さらに、複合材料に含まれる異物や水分を測定できる電氣的計測法を開発する。
- ・モデルベースト振動制御法と波動制御法を振動抑制に適用して弾性体の損傷抑制制御を行う。さらに、制御アルゴリズムの実用面での応用拡大を図るため輸送機器（自動車など）の室内静粛化を目的とした構造振動制御を行う。
- ・高性能アクチュエータの試作・評価および噴射弁への適用を実施する：Sr_{2-x}CaxNaNb₅O₁₅系材料における粒子の配向を制御する技術を加えた選択粒成

長法で、粉末からの焼結プロセスを最適化し、圧電特性を目標値（200pC/N）に近づける。また、本材料を用いてアクチュエータを試作後、噴射弁に用いて噴射性能を計測する。

- **NaNbO₃-KNbO₃-PbTiO₃**系ペロブスカイト固溶体が高い圧電性を示したことから、NaNbO₃-KNbO₃系をベースとした圧電セラミックスの可能性をさらに追求する。まず、その圧電性の原因について結晶化学的観点から精査するとともに、PbTiO₃の代わりとしての BaTiO₃及び SrTiO₃の添加効果について検討し、完全に非鉛系で高変位特性を示す圧電セラミックスの開発を目指す。
- **SMA** 利用技術に関する研究課題の中で平成15年度は、前年度に開発した「有害物質取扱環境用防護服システム」の耐久性等の実用性能向上を図り、より高完成度化商品とする。また、新たに企業と連携してコンクリート二次製品成形用の高機能型枠（スマートモールドと名づける）の試作機を開発して実用性評価を行い、企業への技術移転（オプション契約締結）を行う。さらに、再生シリコンゴムを母材とし、SMA をアクチュエータとする、金属芯棒からの取外し可能な OA 機器用ゴムロール（スマートロールと名づける）を考案・試作して機能試験を行い、企業への技術移転を目指す。
- 圧電特性の評価結果をもとに、スマートパッチ用センサ・アクチュエータの設計ならびに作製プロセスの検討を行う。さらに、圧電体厚膜デバイスを設計するための基礎技術の確立と、さらなる応用展開を図るために、企業との共同研究を積極的に進める。
- 金属コア入り **PZT** 圧電ファイバのより高度なスマート応用を目指し、CFRP ボードに埋め込む際のファイバの配列の仕方を検討することによって、衝撃位置検出用センサ及び振動制御用アクチュエータとして効率的に機能しうるスマートボードを設計する。さらに、センサ及びアクチュエータを内蔵したスマートボードを一般に理解できる形で示すことを考え、そのデモンストラータの開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 強化材と母材との界面結合力をコントロールする技術を開発し、セラミックス基複合材料においては、弾性率が110~160GPa の複合材料を2週間以内に製造できる技術を、金属基複合材料においては、500℃での耐食性を2倍以上高めた材料及び800℃での耐摩耗性を2倍以上高めた材料を開発する。

《平成15年度計画》

- **Fe-Cr-Ni-Mo-C** 系材料を基にして高温耐食材料の設計及び組織制御を行う。摩擦被覆技術を多相合金や粒子分散材等の複相材料へ拡張し、実用的な耐環境性被膜を形成するための複相被膜形成技術を確立する。安定で高性能な Mo (Si, Al) 2系コーティ

ング膜形成技術を確立するとともに、当該コーティングの健全性評価技術を開発する。遮熱層内欠陥の赤外線熱画像解析法による検出する。

- セラミックス基複合材料の開発では、マトリックスを均一にする最適な組成及び方法を調べる。また大型化のために、複合材の接合法についても検討を加える。SiC 系多孔質材の用途開発を行う。
- 耐環境性評価技術の開発では、予測技術として水素脆化の微視的なシミュレーションを引き続いて実施すると共に、新たな耐環境性評価装置の開発とそれを用いた金属材料の耐環境性について検討する。

【中期計画（参考）】

- 複雑形状の構造部材表面にダイヤモンド質薄膜やオキシカーバイド薄膜等の耐久性、耐食性に優れた皮膜を形成する技術を開発する。また、極限的環境下で使用できる BCN ダイヤモンドの焼結体等から成る低摩擦・超低摩耗材料を開発する。

《平成15年度計画》

- 種々の金属部材に DLC 被膜および金属オキシカーバイドを形成し、物性ならびに被膜の母材との密着性を評価し、工業部材への応用の研究を行う。新規の金属オキシカーバイドの合成も行う。耐食性に関しては、テラス拡張に及ぼす溶液処理温度の影響について調べる。中性用有機防食剤の構造観測とその評価を行う。
- 引き続き、BCN 三元系の各種の構造、形態を有する材料を作成し、その創製条件、構造と硬度、耐食性などの特性との関係を明らかにする。

(4) 特異反応場利用プロセス技術

材料製造に関わる環境や、エネルギー、製造コスト等の制約要因を克服し、材料の国際的な競争力を強化するために、特異な反応場を利用した新たな新たな材料製造プロセス技術の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 微小重力環境を利用して、融液の凝固過程の制御を行うことにより、従来技術で作製される2倍以上（20mm φ）の大きさの高感度赤外線センサー用化合物半導体材料が作製できることを実証する。

《平成15年度計画》

- 本研究課題は中期計画の目標を達成したので、平成14年度をもって終了する。

【中期計画（参考）】

- マイクロ波やプラズマ等を利用して、従来の焼結技術と比べ、焼結温度を200℃低く、焼結時間を2分の1とするセラミックス焼結技術を開発する。また、生体構造・機能を模倣したテンプレート、自己組織化等の分子制御技術を用いた3次元規則配列構造を形成する技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・遠心焼結炉の加熱部を急速加熱方式に改造し、省エネプロセスについて検討を開始する。また、開発した自己バインダを使用したアルミナ基焼結体の組織制御（特に気孔形状等）と焼結体特性の評価を行い、開発した自己バインダの高性能化を検討する。さらに、ナノ粒子の鑄込成形技術について検討し、ナノ反応場としての有機分子系の選択・構造制御によって、セラミックス・ナノ粒子の粒径の制御を試みる。
- ・生体構造の様な高次構造を再構築するため、自己組織化、積層技術による階層構造形成技術を確立するとともに、微構造の最適化、構造体としての力学的特性の向上、生体組織との複合化などにより、骨充填材、関節部材、細胞・組織担体、薬物担体等セラミックス生体材料等機能性セラミックスへの適用について検討する。
- ・ナノレベルの微細構造を持つ様々な形態のセラミックスを作製するテンプレートング技術開発、光を用いたパターンング技術開発を進める。光干渉による発色システムを微量有害化学物質センサへの応用において、研究会を開始し実用化に向けての検討を行う。
- ・生物の機能を取り込み、生物機能を活用できるバイオ有機-セラミックスハイブリッド材料開発を行う。生物機能発現評価、メカニズムの解明とともに、環境ホルモン分解、センサー、汚染物質濃縮システムへの応用を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・超臨界水反応場を利用したプロトン利用有機合成法を確立する。

《平成15年度計画》

- ・超臨界水の酸触媒機能を利用した Heck アルキル化反応、フリーデルクラフツ反応等の有機合成反応について検討し、その体系化を図る。また、超臨界水の塩基触媒機能を用いた不均化反応について、操作因子と反応性との関係を明らかにし、効率的な有機合成技術を開発する。更に、超臨界水の流通系 *in-situ* 測定技術の高感度化を行い、溶媒特性や反応過程の解明を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・超臨界二酸化炭素を反応媒体及び基質とするウレタン、エステル化合物等の合成技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・触媒等を利用した二酸化炭素固定化反応による経済的かつ環境調和型のエステル化合物の合成技術開拓を目指す。また超臨界二酸化炭素を反応場とする不飽和化合物等の選択的水素化反応について、触媒のスクリーニング等を検討し、高選択的合成技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・高温・高圧の反応制御技術を開発し、アセチレン等

の固相重合によるポリマー機構の温度・圧力反応条件依存性を明らかにする。

《平成15年度計画》

- ・アセチレン類等の高温高圧反応の圧力範囲を拡大して網羅的に温度・圧力による反応条件を調べ、生成物の物性・構造との関係を調べる。オレフィン等を加えた二成分系の高温高圧反応も行い屈折率等において優れた物性を有するポリマー合成を目指す。
- ・高温高圧 X 線回折測定システムの整備を行う。固体硫酸等の分子固体中の高温高圧下におけるプロトン拡散過程で、X 線回折、赤外分光、ラマン散乱実験を行い、拡散速度と結晶構造の相関を明らかにする。

3. 機械・製造技術

経済社会の持続的発展を支えるための技術の緻密化と融合化による産業競争力の強化とともに、環境と調和した経済社会における資源の円滑な循環、高度情報通信社会及び高齢化社会、少子化社会への対応のために、製造技術と基盤となる情報基盤技術に関するものづくり支援技術、各種産業へ影響する機械製造技術の微細化、精密化のためにマイクロナノ加工組立製造技術、環境との調和を実現する循環型社会構築のための IT 技術と融合化した循環型生産システム技術、機械システムの信頼性・安全性の向上を目的とした信頼性工学技術の研究開発を推進するため、各項目の中期計画に対して、平成15年度は以下の研究開発を行う。

(1) ものづくり支援技術

加工技能の技術化に関する研究を、製造技術とその情報通信技術に関するアプローチで集中的、先導的に進め、産学官連携体制の中で、成果を随時産業界へ提供する速効波及型研究を行い、テクノナレッジネットワーク上で評価する。

【中期計画（参考）】

- ・ニーズや重要性の見地から選定した加工分野に関して、センシング技術、加工データベースシステムと加工条件決定などの技術コンサルテーションが可能な加工支援プロトタイプシステムを開発し、加工条件設定などに必要な時間が短縮されることを示す。

《平成15年度計画》

- ・加工情報集積については、成形加工100件以上、除去加工100件以上、付加加工200件以上、改質加工50件以上の加工事例、加工条件データ、アプリケーションを収集し、加工全般に関する加工データシート集として実現する。
- ・ネットワーク上に蓄積されている加工技術文書等加工データシートを対象とし、加工現場ユーザが加工横断的な技術内容を検索する機能の強化を図り、加工全般の技能の技術化を支援するシステムとして開発し、システム構築機能や運用機能と共にとりまと

める。

【中期計画（参考）】

- ・ものづくり支援に統合的に運用可能な、プログラム単位の結合、自由な組合せにより、設計製作現場で必要となる情報を、既存のシステム等が管理する利用者権限に応じて使用可能とする設計製作支援共通プラットフォームシステムを開発し、有効性検証を目的としたプロトタイプシステムの開発と評価を行う。

《平成15年度計画》

- ・プラットフォーム機能として、XML 連携機能およびアプリケーションビルダー機能改善版を開発する。
- ・「3次元形状情報の品質確認の基本機能」の企業での評価を継続し、その評価に基づき機能強化する。新規に「製品データの管理機能」を開発する。

(2) マイクロナノ加工組立製造技術

各種産業へ影響する機械製造技術の微細化、精密化のために、ナノ加工技術、マイクロファブリケーション技術等の研究開発と、その一層の高度化のため、基礎となる各種現象の解明、原理・手法の確立、計測、評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・精密形状転写加工や、ビーム加工等における加工点付近での微小な加工現象を解明し、それを応用して、微細構造、超精密形状等のマイクロ構造材料に適用できるマイクロファブリケーション・解析評価技術を開発する。ダウンサイジングに適した工作原理を示すため、体系的なマイクロ機構力学の解明と設計技術に基づいて、実用性の高いハードウェア/ソフトウェアを市場および学会に発信する。さらにナノトライボロジーの解明、微細固体駆動素子技術および組立技術等を通じ、超微細加工技術と評価技術、微小流体操作システム等の高集積機械システムを実現する。

《平成15年度計画》

- ・原料粒子特性と膜特性の関連データ取得し、シミュレーション解析と併せ、微粒子ビーム成膜法のメカニズムモデルの1次検証を完了する。
- ・原料粉末特性を変えるため、真空中での微粉末状態での輸送方法を確立する。
- ・イオン結晶内部の電子励起による欠陥回復効果を利用した新しい制御技術の提案を行う。
- ・微粒子作成技術においては、平成14年度までは、金微粒子の作成に限定されていたが、平成15年度では金以外の微粒子形成技術と条件を見だし、より実用的な触媒担持技術を念頭に化学反応促進の実例を見出す。
- ・デバイス応用では、より低電圧駆動可能な光スキャナーやマイクロ流体素子などの2次試作、性能向上と製造上のメリットを明らかにする。

- ・ナノコンポジット材料としての応用展開を得るために、原料微粒子作成方法や混合方法の基礎的検討を完了する。

- ・加工メカニズムの現象解明に関しては、

- 1) エアロゾルデポジション法に最適な原料微粒子特性を明らかにする。
- 2) DLC の機械特性の微視的構造と、作成プロセスとの関係を明らかにする。
- 3) イオン結晶内部のイオン照射によって意図的に導入した欠陥と機械特性との関係を明らかにする。
- 4) 実験との対比のため、より大きなモデルを計算できる2D の有限要素法プログラムを作成する。

- ・各種エネルギー援用により、電気特性の改善、大面積化（10cm²角）、微細パターン形成（50μm 幅）の達成、積層構造形成の目処を得る。

- ・単一分子レベルのナノ機能・マクロ機能をマクロレベルに展開することを目的に、導電性分子や分子機械分子を集積して分子素子の雛形を作る。様々な分子の SAM の摩擦特性を測定し、摩擦係数を最小にする分子構造を探索する。分子による固体量子素子の実現へ向けたナノギャップ電極の作製と分子の配列技術の研究に着手する。超潤滑状態発現のための固体最表面原子の終端化に関する研究を開始する。超薄膜潤滑技術の確立を目的に、吸着層の上に流動層を効率的に塗布する方法を開発するとともに、吸着層と相性のよい流動層の解明に努める。

- ・微小荷重下のマイクロ・トライボロジー現象の解明を目的に、シリコン製微小 AFM ステージの汎用性を高めるための設計を行う。

- ・電気粘性流体のマイクロ・ナノ潤滑技術へ応用を目的に、ジャーナル軸受の動特性を数値解析により明らかにし、応答性に着目した制御性の検討を行う。

- ・ナノインデンテーション法による硬質薄膜表面の物性測定技術の高度化を目的に、BAM、NIST との間でミニラウンドロビンテストの第2回目を実施し、インデーター圧子形状の補正関数の求め方について統一した見解を出す。また、レーザーアコースティック法によるヤング率測定結果との関連についても検討する。

- ・ナノスケール機械加工およびその応用について研究を進める。また、具体的なアプリケーションを想定したナノスケール加工システムの構想を進める。

- ・実用的に使用可能な小型3次元座標測定装置用プローブを開発する。接触に伴う振動インピーダンス変化を検出する微小プローブを作製し、これをピエゾアクチュエータに取り付け、前年度の成果に基づく原理で接触検出と接触角度の同時検出を行う。プローブを校正し、プローブの達成精度を調べる。マイクロパーツを測定対象にして形状測定実験を行い3次元形状測定が可能であることを実証する。

- ・引き続きマイクロファクトリの普及のための啓蒙活動と、国内外の企業・研究機関との連携を進める。開発した卓上型超高速ミリング加工機の総合評価を行う。超小型ホットプレス加工機および射出成形機の開発と評価を行う。開発した設計支援ツールを適用して、再構成可能な小型工作機械の設計を行う。
- ・複合加工機で現在可能な単独加工、複合加工について加工精度を評価する。ドリルやエンドミル等を用いて切削加工を行った場合の剛性、振動特性、またこれらが加工物の精度に及ぼす影響等について調べる。また、その結果に基づき、マイクロ加工機の最適構造、改良法について検討する。デスクトップ複合加工機製造、使用、廃棄に伴う環境負荷評価項目を検討する。レーザを含む複合加工技術を提案し基礎加工実験を行う。
- ・表面観察では見られなかったフェムト秒レーザの加工影響層について調査する。また測定項目に残留応力、硬さなどを加えセラミックの材料除去プロセスについて考察する。セラミック微小金型を用いたガラスの成形加工技術について検討する。
- ・ピエゾ薄膜を利用した2軸のスキャナーを製作する。高周波側と低周波側を同時に駆動し、ディスプレイのデモンストレーションを行う。企業と共同で簡易型ハンドヘルドプロジェクタの試作を行う。ミラー製造の歩留まり向上策としてヒンジ部の最適設計とパターンニング精度向上を図る。同時にピエゾ電流モニタリングによる光交換素子の振れ角度自己検出を行う。
- ・引き続きガラス、金属ガラスおよびセラミックス材料のエンボス加工を検討する。ガラスについては導波路やモスアイ構造、金属ガラスについては IC プローバ、セラミックスについては化学反応チップの試作を共同研究を通じて行う。同時に本研究で開発した成形装置の実用化を図る。
- ・マイクロ流体システムの製作および機能の信頼性向上およびコストダウンに努める。具体的には検出部の微小化、バックグラウンド雑音の除去、検出部のアレー化を行う。マイクロ流体チップの接合部やマイクロリアクターメンブレンの信頼性向上を行う。具体的には接合時の環境改善、接合位置合わせ精度向上に努める。マイクロ流体の計測を行いビーズの洗浄の効率化について検討する。
- ・ツーリングの最適化により、ウエハの薄片化時のチップング防止策を検討する。シリコン直接接合は接合不良を避けることが困難なため、サイトップ等の新規に開発された接着方式を検討する。これに伴って必要とされる4層ウエハのプラズマ CVD 法による低温絶縁化の検討を行う。電極作製法としては経済性の高いペースト真空吸い込みによる電極作製を行う。

- ・小型燃料電池システムの開発を目標として、イオン導電性セラミックスの自立膜形成を検討する。膜形成については、いくつかの手法を検討してデバイスに適した方法を採用する予定。また、全体システムの設計を進めプロトタイプを試作する。
- ・強誘電体素子の発電機能を用いた発電デバイスを試作し、その特性を評価する。素子特性がデバイスの特性として発現される機構を明らかにする。力学的特性と電気的特性の発現機構の解明を進める。
- ・平成14年度に引き続き、革新的 MEMS (微小電気機械システム) ビジネス支援について、共同研究施設の整備を実施する。

【中期計画 (参考)】

- ・ナノメートルオーダーの構造を制御して量子機能を発現する構造体の基盤となる、均一 (標準偏差1.2以下) 無汚染の1~50nm の超微粒子の作製・制御技術を開発するとともに、プロセス場の計測・解析及び制御技術と、ナノ粒子操作技術の応用展開によりナノスケールの機能付加工技術を開発する。

≪平成15年度計画≫

- ・高コヒーレンス固体レーザー実現のための要素技術である高熱流束除熱技術に関して、金属の仕事関数の差による熱電冷却を活用する方法の最大冷却効果を、実験と理論により推定する。レーザー微細加工技術については、高集光長焦点深度ビームを用いた同時多点加工のための光学系を設計・検討し、複数点同時加工の可能性を実験的に検証する。

【中期計画 (参考)】

- ・ナノメートルオーダーの構造を制御して量子機能を発現する構造体の基盤となる、均一 (標準偏差1.2以下) 無汚染の1~50nm の超微粒子の作製・制御技術を開発するとともに、プロセス場の計測・解析及び制御技術と、ナノ粒子操作技術の応用展開によりナノスケールの機能付加工技術を開発する。

≪平成15年度計画≫

- ・レーザーアブレーションで作製した粒子の複合構造化プロセス技術の高度化を図る。具体的には、単分散均一金属粒子の表面を酸化膜等により修飾した後、分級法を適用する装置を設計・試作し、コア/シェル比の制御された複合構造粒子の作製システムの構築を目指す。また、多元系半導体粒子の作成手法を構築する。更に、粒子集積構造制御について、制御手法を検討し、プロセスを基本設計する。

【中期計画 (参考)】

- ・マイクロスケールオーダーの微細形状の成形加工プロセスの最適化に向けて、プロセス条件とミクロな環境の構造、組織、形状及びその機能が性能特性との関連について検討し、成型材料の硬化の過程の解析技術とホログラムを用いた非接触計測技術を開発する。

《平成15年度計画》

- ・ 実用的な観点からは、より大きな効果を発現することが重要であるので、ケモメカニカル効果の発現に影響を及ぼすと考えられる添加物等の組成を変えた硬脆性材料で、硬さ試験を行う。
- ・ 光干渉計を用いて、非球面レンズ形状を加工機上で計測可能な技術を目指して、計測する形状の基準となる計算機プログラムを作製し、また、実用化に向けて、計測可能範囲を拡大する技術を開発する。

(3) 環境負荷低減生産技術

【中期計画（参考）】

- ・ 環境との調和を実現する循環型社会構築のためのIT技術と融合化した循環型生産システム技術の確立を目指し、設計・製造・使用（メンテナンス含む）・廃棄（リサイクル含む）といったライフサイクルシナリオを製品特徴に応じて最適化し、製品ライフサイクル管理手法を確立するとともに、各種エコマテリアルプロセス等、省エネルギー型のプロセスの開発を行う。また、次世代のエコトライボロジーシステム構築のための基礎研究を推進する。

《平成15年度計画》

- ・ 使用済み製品の排出量予測モデルを新たに収集するデータによって検証するとともに、より精度を高めるために必要なデータの検討、収集を行う。エミッションフリーマニュファクチャリング関連のプロジェクト化を目指す。
- ・ 金属ガラスの製造を確立するために金型を開発を行わない、応用可能な形状の金属ガラスバルク材の製造を行う。また、板、棒材などのスケールアップのための金型の検討を行う。
- ・ 金属ガラスやマグネシウムなどの難加工材の成形法として、加熱機構を付与した電磁成形プロセスや多軸プレス加工を行い、成形の高速化と低温化を目指す。また、環境負荷低減と低コスト化を目指したマグネシウム板材の直接製造プロセスの開発を行う。
- ・ 高性能金型の開発を目的に、高速噴射法、衝撃法を利用した超微粒ダイヤモンド等の炭素成膜技術を開発し、最適成膜条件等の検討を行うとともに、素形材加工用金型への応用展開を図る。
- ・ 低環境負荷材料の開発を目的として、製品評価技術基盤機構筑波技術センターと共同で金属材料の腐食疲労試験方法の素案をまとめる。また、整形外科インプラントの長期寿命等の性能を実験室的において予測できる力学的加速試験法の開発を工業標準部成果普及部門およびNEDO、製品評価技術基盤機構筑波技術センターと共同で行う。具体的には、臨床系および工学系で構成される生体親和性材料のテクノロジーアセスメント技術開発委員会を開催し、性能評価技術を開発する。
- ・ 高速超塑性を発現し、かつ、高強度であるナノ結晶

SUS304の高速超塑性ガスバルジ成形用板材の試作に向けて、製造工程を決定する。超塑性ガスバルジ成形によれば、複雑形状で一体のステンレス板成型品（化学プラント内の部品など）を1成形工程で製造可能となる。本年度は最終目標である直径120mmの円板素材を製造するための加工熱処理工程を決定する。

- ・ Mg合金AZ91Dの噴射成形法の適用条件を、更に具体化するとともに、結晶粒の異方性が強度および高温延性に与える影響を把握することにより、家電機器・情報機器、特にデジタルカメラ、PDA、ノートパソコン、携帯電話、MDなどの筐体への利用を図る。
- ・ 大気中1773Kでの耐久性に優れる耐酸化コーティングの開発と同時に、放電プラズマ焼結法による高温摺動材料の開発を行う。Al₂O₃あるいはTiO₂などのセラミックススペースの複合材料について、組織制御および各相の体積率を変化させることにより、室温～1073Kで低摩擦係数かつ低摩擦を示す作製条件を明らかにする。
- ・ エコ・トライボマテリアルの基本トライボロジー特性DBの完成とデータの充実を図る。
- ・ 水、アルコール等の大気中のCO₂バランスを崩さない流体で潤滑するための材料開発を行う。環境分解性潤滑油の開発とこれを用いたトライボシステム構築のための調査研究を行う。
- ・ サステイナブル・トライボロジー技術の確立を目標に、100%植物油による潤滑システムの実現に向けた技術課題の抽出と基礎データの収集を図る。

(4) 信頼性工学技術（安全対応技術）

【中期計画（参考）】

- ・ 診断アルゴリズムの開発、AEや振動など複数の情報を解析するマルチモニタリングによる高信頼性異常予知診断システムや電磁現象を応用した高精度損傷評価技術の開発を行い、実機への適用性を検証する。また、機械要素の寿命・材料評価に関するデータベースを構築するとともに機械要素の精度保証システムを提案し、国内案を作成、ISOの規格制定・改定に貢献する。

《平成15年度計画》

- ・ 融液成長複合材料（MGC）等の超耐熱構造材料について、超高温・高圧水蒸気環境下におけるクリープ試験を継続し、高圧水蒸気による加速現象の発現メカニズムを明らかにする。また、第一原理計算を用いて材料中での各種イオン・分子等の安定性を調べ、超高温・高圧水蒸気環境下における各種イオンの拡散挙動を理論的に解明する。
- ・ ハイブリッド・ナノキャラクターゼーションにより強磁性形状記憶合金等の機能発現メカニズム、機能劣化メカニズムの解明に関する研究を継続する。ま

- た、シミュレーション手法を援用することにより、MEMS の信頼性確保、耐久性向上のための設計指針の策定を図る。さらに、MEMS や NEMS の構成微小材料のメカニクスに関する研究を継続する。
- 先進複合材料を中心とした損傷許容性の評価研究を継続しその研究成果をデータベース化して ACMDS をさらに充実化させる。また、材料データベースのみならず製造プロセス、設計データベースを包含するシステムデータベースの構築・整備の在り方等について提言としてまとめる。
 - 歯形測定機校正技術の開発、実証試験および測定不確かさの評価を行い、ISO 規格化に必要な資料を得る。
 - 軸受損傷に特化して、メンテナンストライボロジーの技術課題抽出を目的とした調査を継続する。
 - 風力発電システムやコジェネレーションシステムに組み込まれた転がり軸受などの機械要素を対象として、AE をはじめとする各種損傷診断技術の高度化・複合化とネットワークを利用したリモート診断に関する実証試験を行う。
 - 地電流観測ステーションによる地中電荷変動計測、電磁波観測を継続して行い、異常信号と地震発生との関連を調べる。電磁気異常発生条件や、従来知られている圧電電気に起因する現象との強度関係について実験的に調べる。

別表2 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

我が国の産業の発展、国民生活の安寧はもとより広く人類の持続的発展に貢献するため、国土の利用や資源開発・環境保全に必要な地質の調査、国土の地質学的・地球科学的実態の正確な把握、地球科学に関する基礎的・先導的・応用的研究、ならびに地震・火山等の地質災害の軽減研究を実施するとともに、海外地質調査、国際研究協力及び技術協力を推進し、これらの地質学的・地球科学的情報を広く国民に提供するために、各項目の中期計画に対して平成15年度は以下の研究開発等を行う。

(1) 【地質情報の組織化と体系的集積・発信】

〔地質図・地球科学図の作成〕

【中期計画(参考)】

- 地震予知・防災に関する緊急性の高い特定観測地域1/5万地質図幅13図幅、社会的及び地球科学的重要地域の1/5万地質図幅17図幅を作成する。1/20万地質編さん図の全国完備を目指して、未出版8地域を作成する。さらに特定観測地域の1/20万総括図8地域の調査を実施する。
- 《平成15年度計画》
- 5万分の1地質図幅に関しては、冠山・五條を始めとする25地域の地質調査を実施し、須原・身延など6地域の図幅を完成する。20万分の1地質編さん図に

ついては、白河、山口を始めとする6地域の地質調査を行い、開聞岳地域と甌島地域の2地域の図幅、豊橋及び伊良湖岬地域の1図幅の改訂版を完成する。

【中期計画(参考)】

- 主要四島沿岸海域のうち未調査である北海道東方5海域の調査を行うとともに、1/20万海洋地質図を14図作成する。

《平成15年度計画》

- 第2白嶺丸を用いて、北海道太平洋側沖「釧路・根室沖海域」の海洋地質調査を行い、得られた資試料等の解析・分析等の実施や地球物理データを処理する等、海洋地質図作成の準備を行う。また、すでに調査の終わっている海域データの解析を進め、日向灘海底地質図、枝幸沖海底地質図、金華山沖表層堆積図、見島沖海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾海底地質図、石狩湾表層堆積図の作成、および重力・地磁気異常図の作成を行う。

【中期計画(参考)】

- 重力基本図4図と50元素の全国1/200万地球化学図を作成し、中国・四国地域における重力調査を実施する。さらに、人為汚染地域の1/20万精密地球化学図作成手法の開発を進める。

《平成15年度計画》

- 重力基本図については、平成14年度までに測定した九州地域の重力データの編集を行うとともに、中国・四国地域の調査を継続する。これらの結果に基づき、九州地域の重力基本図1枚を完成する。
- 空中磁気図については、平成14年度までに測定したデータの編集により、地殻活動域の高分解能空中磁気異常図1枚を完成する。
- 地球化学図については、集積されたデータのデータベースへの登録とともに、地球化学図情報システムにより地球化学図を作成する。また、有害元素の広域分布とバックグラウンド値の評価を行う地球化学図解析・評価システムを構築する。
- 地球化学サイクルにおける風送ダストの研究では、中国東縁部ならびに日本国内の観測ネットワークにおいてハイボリュームエアサンプラーを稼働させてダストの沈着量を観測し、東アジア風送ダスト沈着域での風送ダスト沈着量を定量的に評価・解析する。

【中期計画(参考)】

- 大都市圏精密基盤構造図および衛星地盤変動図作成手法を開発する。

《平成15年度計画》

- 大都市圏精密基盤構造図作成に必要な要素・収集すべきデータ等の検討と、京都盆地南部の精密基盤構造図プロトタイプ作成に向けたデータ収集を行う。首都圏をモデル地域として、基盤構造解明のための反射法調査を追加実施し、自治体等が所有する基盤構造既存情報を収集するほか、基盤の3次元

的構造の解明に着手する。また、衛星レーダー干渉測定法による地殻変動量の比較・検討を通じ、システム特有の問題点を抽出し、データ解析手法の最適化を図る。都市域極浅部の地盤構造・物性を高分解能・高効率で把握する物理探査手法の確立とその普及をめざし、共同研究を推進する。

- ・定量評価を終えた地盤沈下地域を対象に地盤変動図のプロトタイプ作成を行い、CD-ROM版を公開する。
- ・平成14年度に開発した複合ボーリング調査・反射法探査・重力探査の総合的な探査手法を用いて、首都圏北東部を中心に、第四系基本層序確立と埋没谷の形状評価の調査を進め、それらの技術的課題と層序標準確立に関する問題点を整理する。一方、広域にわたる面的な地下地盤構造・層序の評価を行うために新旧のボーリング試資料の収集・整理を行い、第四系の地質層序構造モデルの精密化を図る。また、首都圏平野部地下の第三系について、地表の第三系標準層序・構造の研究と、既存の深層ボーリングの岩相解析・微化石分析による堆積環境と地質年代の解析を進め、標準層序とグラーパーン構造の地質構造モデルの精密化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・未利用地熱資源量評価のために、地熱資源評価システムの設計及び数値地熱資源量分布図の作成を行う。《平成15年度計画》
- ・基盤岩貯留層については噴気データ、コア断裂データを用いて、また貫入岩体周辺貯留層については流体包有物データ等を用いて、それぞれ透水性分布モデルを作成する。カルデラ地熱系については、基礎データの蓄積と熱構造モデルの作成を行う。平野部熱水系では多変量解析で流体特性を明らかにする。地理情報システムを利用した数値地熱資源量分布図の作成では、地熱開発有望地域レベルについて解析・表示法等の検討を行う。その一表現形式として温泉放熱量分布図についても試験的に検討する。

【中期計画（参考）】

- ・1/200万鉱物資源図2図、燃料資源地質図2図、1/50万鉱物資源図2図、水文環境図4図、大都市圏の地質汚染評価図2図を作成する。《平成15年度計画》
- ・50万分の1鉱物資源図「南西諸島」を完成させる。200万分の1鉱物資源図「珪石・長石」の編集を行う。また、数値化を進めてきた鉱物資源情報の発信を開始する。
- ・中国地方の真砂資源の評価法についてとりまとめを行う。「島根県」に続いて骨材資源総合評価を中四国・九州地区の5-6県程度で進める。
- ・燃料資源地質図（三陸沖周辺燃料資源図、日本周辺ハイドレート分布図、筑豊炭田図）作成作業を行う。

- ・「八ヶ岳水文環境図」を印刷・公表する。また、「仙台平野水文環境図」の原稿をとりまとめる。山形県及び新潟県における地下水調査は現地調査と採取した水試料の水質分析等を継続する。地質汚染評価図の作成では、「姉崎」図幅地域内の調査研究のとりまとめ、成果の普及・公開を行う。

[情報の数値化・標準化・データベース整備]

【中期計画（参考）】

- ・1/5万地質図幅315図、出版済1/20万地質編さん図全99図をベクトル化し、数値地質図として整備する。《平成15年度計画》
- ・1/20万地質編さん図のうち、平成13年度までに実施したベクトル化26図を校正して東北及び関東甲信越地域のCD-ROM出版のための数値地質図整備を行う。また、特殊地質図類等5図のベクトル化を進め、新たに出版すべき数値地質図の整備を行う。
- ・1/5万地質図幅60地域及び1/20万地質編さん図のうち新規出版図幅のベクトル化を行い、それによる高度利用の研究を引き続き実施する。
- ・1/20万日本数値地質図のうち、東北地域の編集に着手する。

【中期計画（参考）】

- ・新第三紀標準複合年代スケール及びデータベースならびに1/20万地質図の共通凡例を作成し、地質表示基準を完成する。これを用いて1/20万精度の暫定版全国地質図を編さんし、大都市地域の1/20万地質図を再編する。《平成15年度計画》
- ・微化石層序、古地磁気層序など各種年代層序のさらなる精度の向上と複合を進め、暫定版地質年代尺度を作成・公開する。
- ・20万分の1数値地質図（シームレス地質図）のうち、大阪及び周辺地域の編集を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地球化学標準試料を新たに4個作成し、標準値を設定する。《平成15年度計画》
- ・地球化学標準試料の研究では、現在枯渇して使用制限のある玄武岩の標準試料を作成し、標準値を設定するために高精度な分析技術の開発を行う。また、岩石標準試料の各種情報をデータベースとして登録し、インターネット上で公開する。

【中期計画（参考）】

- ・地質標本を2万点追加登録するとともに、岩石鉱物・化石の分類・系統・標準研究高度化の第1フェーズとして日本の岩石鉱物カタログを作成する。《平成15年度計画》
- ・日本産鉱石属性データのデータベース化のために基礎データ照合後のデータの訂正等編集を行うとともに、新規地質標本の受入・登録・収納・管理を行う。

地質標本館資料報告第7号「南部鉍石標本カタログ」作成のため、1,500点の標本のデータベース化し、出版の準備を進める。標本情報の高度化のため、標本の薄片・研磨片作成を行う。

- ・日本産変成岩カタログ作成のため、登録岩石標本データから変成岩の全データを抽出する。新種の角閃石を発見した岐阜県産接触変成岩を含め、接触変成岩類についての造岩鉱物学的データの充実を図る。動物化石グラフィックデータ集作成に向け化石画像データを集積し、化石に関する地質標本DBを拡張する。また、第四紀火山灰層カタログ作成のための試料分析を行う。

【中期計画（参考）】

- ・石炭起源ガス、ガスハイドレート等の天然ガスを中心とする燃料資源、大規模潜頭性鉍床等の鉍物資源及び西太平洋の海底鉍物資源情報を体系的に収集する。

《平成15年度計画》

- ・基礎調査、ガスハイドレート関連情報の収集、DB化を進める。天然ガス地化学DB作成作業、油田ガス田情報のDB化を進める。
- ・CD-ROM 日本鉍床図鑑の英語化を終了し、日本鉍床図鑑（国際DVD版）を出版する。
- ・北西太平洋域海底鉍物資源データベースに関して情報の収集と更新を継続するとともに、新たな数値データに基づく内容の充実を図る。

【中期計画（参考）】

- ・日本地質図データベース、日本全国空中磁気データベース、日本周辺海域の海洋地質データベース、水文地質データベース及び日本地層名検索データベースの構築と、日本地質文献データベース、日本及び世界地質図索引図データベース、地球化学情報データベース、地質標本管理用データベース、ならびに地質標本館登録標本画像データベースの継続的な更新を行い、ウェブ上に公開する。

《平成15年度計画》

- ・日本地質図文献データベースについては、5万分の1地質図幅未刊地域に係わるデータベースのデータ蓄積を継続して進める。
- ・日本全国空中磁気データベースについては、平成14年度に処理したデータを編集し、データベースの本格的な構築に着手する。
- ・日本列島基盤岩類岩石物性データベースについては、中部地域のデータを整備し、公開する。
- ・海洋地質データベース構築の一環として、海底堆積物データベースについては粒度及び写真データの作成する。地球物理データベースについては、メタデータの作成と測地系変換及び標準磁場等の検討し、海域地質構造データベースについては地質構造解析手法の解説と代表的イメージの登録を行う。また、

海底音響画像のデータ処理技術を高度化する。マリアナトラフにおけるデータ空白域の地球物理マッピングを行い、トラフ全体のテクトニクスを解明する。

- ・水文地質データベースの拡充を行い、開示可能なデータをウェブ公開する。
- ・地層名検索データベースについては、地層名新規登録・更新の継続、第四紀火山及び火成岩体の検索データベースの継続的更新、変成岩体検索データベースの作成を行う。
- ・日本地質図データベースについては、G-XML プロトコルを使用した web 上での数値地質図データ利用の高度化を図るため、1/100万・1/20万・1/5万地質図のDLGデータの修正・作成を継続する。データベースの整備については、新たに「100万分の1日本地質図（第3版）ベクトルデータベース」及び「地質標本科学データベース」の整備を支援し、RIO-DBを通じて順次公開していく。
- ・地球化学情報データベースについては、堆積物試料を中心として分析データのデータベースへの登録を進める。
- ・岩石、鉍物、化石標本について、登録番号、標本名、産地、採集者等に関する検索項目を標本管理用データベースとして、岩石10,000点、鉍物2,000点、化石500点の入力を実施し、データの不備に関して、チェック・訂正を行い新たなデータ項目を追加し、データの整備を行う。また、標本の画像情報化（電子標本館）のために、岩石標本のデジタル画像化を試験的に実施し、植物化石・標準鉍物の標本画像情報化及び代表的な鉍石標本の画像情報化を行う。
- ・地震に関連する地下水観測データベースについては、地震予知研究のための地下水総合観測網のデータをデータベース化して公開する。さらに、地震前後における地下水変化の過去の事例をデータベース化する。

【中期計画（参考）】

- ・地下構造3次元データベースと国内モデル5地域の1/20万統合地球科学データベースの試作を行う。

《平成15年度計画》

- ・統合地球科学データベースでは、5地域のモデル地域について既存データの収集を行い、統合解析機能を汎用化して組み込むための研究を行う。
- ・地球物理データ（地形・重力など）と地質データの統合解析処理を高度化する研究を行い、簡易GISビューアーにインターネット機能を付加する研究を行う。また、三次元ビューアーの高度化を行う。

【中期計画（参考）】

- ・これらのデータベース構築に必要な技術開発と標準化を行う。

《平成15年度計画》

- ・標準情報（TR）化研究として、「地質図凡例コード

標準情報化」方針の検討を行い、TR 原案を作成する。

- ・G-XML/GML 対応の地質図データベースのための標準変換ソフトウェア等の拡充を図る。
- ・地質情報クリアリングハウス・システムを公開するとともに、地質情報の標準フォーマットとして採用した G-XML (JIS X 7199) の適用範囲を広げ、その検索のためのシステムを開発する。

[地質情報の提供]

【中期計画 (参考)】

- ・地質の調査に係わる地質図類、報告書、研究報告誌等の出版を継続するとともに、オンデマンド印刷・CD-ROM 等電子媒体による頒布体制を整備する。

《平成15年度計画》

- ・地質図類と関連報告書、及び研究報告誌等の出版については、年度出版計画に基づき原稿を検査し、印刷の仕様書作成と発注を行う。オンデマンド印刷については有料頒布している地質図類全てを受注する体制を整える。

【中期計画 (参考)】

- ・新たに地質の調査に関連するメタデータ及び総合的な検索システムをウェブ上に構築する。

《平成15年度計画》

- ・新規に発行される地質図類のメタデータを作成する。東・東南アジア地質図メタデータ構築のため、既存地質図類の英文によるメタデータを作成し、順次公式ノードサーバー上に構築・公開する。
- ・日本地質文献データベース・日本地質図索引図データベースの統合入力システムを試行し、完全統合化に向けて調整・整備を行い、ウェブでの公開を目指さず。世界地質図索引図データベースではグラフィカルなプレビュー画像データを追加し、ユーザに提供する。

【中期計画 (参考)】

- ・各種イベントへの参加協力および独自の地域地質情報展などを毎年開催するとともに、地球化学標準試料を含む標準的試料・標本や成果普及物の頒布と野外見学会や普及講演会の実施を行う。

《平成15年度計画》

- ・各種イベントの機会をとらえ、「地質の調査」関連分野の研究成果を目に見える形で一般に公表する。平成15年度は静岡市において地質情報展を実施し、成果普及活動を展開する。また、地域に密着した国土データである各種地質図類についての一般の理解を広げるために、地質図をより分かりやすく再編集した一般向けの地質図製品を考案する。
- ・地質標本館の展示の改修・新設を実行する。展示標本の見直しと展示方法を改良し、見やすく理解しやすい展示に努める。科学技術週間に合わせて新設展示を一般に公開する。産総研一般公開では、特別展

を企画・実施する。その他「最新地質図展」「地域地質情報展」を再展示する。「移動標本館」として、地域センター、外部博物館等施設へ積極的に参加する。ミュージアムショップにおける頒布品目を検討し、グラフィックシリーズを新たに企画する。平成15年度実施予定の特別展に関連した普及講演を実施する。普及イベントとして「化石レプリカ作り」「化石クリーニング」「鉱物に名前をつけよう」「地球何でも相談」を行う。第2回野外地質見学会、第2回地質写真コンテストを計画・実施する。

【中期計画 (参考)】

- ・資源・地質災害等の重点研究分野における産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化推進するとともに、地学に関する内外からの相談に積極的に応える地質相談を行う。

《平成15年度計画》

- ・北海道地質調査連携研究体では、資源・地質災害等の重点研究分野において産業界・学界・地方自治体等との交流・連携を強化推進する。平成14年度までに蓄積された企業や大学との人的ネットワークと、地質情報のデジタルコンテンツ化に関するノウハウを生かし、IT と地質の融合分野を意識しつつ企業・大学・公設試との連携や成果の普及に努める。産総研における GIS アプリケーション開発の拠点の1つとして、GIS 関連企業との連携に特に重点を置く。
- ・関西地質調査連携研究体では、つくばの地質調査総合センターおよび地元大学・自治体・企業との連携のもとで、近畿圏における活断層の活動史・地盤災害・地下地質などの研究を推進し、未利用採石資源に関する物性試験や適材地の絞り込みを行う。さらに、関西産学官連携センターの一員として、地質に関する最新の成果を普及するための活動を行う。
- ・「地質の調査」及び関連研究分野の広報誌でありかつ、地質学の普及雑誌でもある「地質ニュース」を編集するとともに、資料としての有用性を高めるためにバックナンバーのデータベース化をさらに推進する。
- ・引き続き相談用資料の充実を図るとともに、イントラ入力体制の元での相談業務の変化に対応する。

[地質の調査のための基盤的基礎的研究]

【中期計画 (参考)】

- ・島弧地域における地史未詳地質体の研究を行い、北部フォッサマグナ構造図の作成等による島弧地質現象モデルの高度化、地質調査技術の高精度化を行う。
- 《平成15年度計画》

- ・島弧地質の研究では、地史未詳地質体の研究を行うため、北海道における火山噴火特性の研究と近畿地域の第四紀テクトニクスの研究を継続して進捗させる。また、新たに北部フォッサマグナ地域の後期新

生代テクトニクスと棚倉マイロナイト帯の構造岩石学的研究を実施する。

- ・西南日本領家帯の形成史を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・地殻深部の不均質構造探査手法の研究を行うとともに、古地磁気／岩石磁気手法の高度化と海底付近での物質循環や海底環境把握手法の開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・地殻深部～マン托ルの不均質構造探査手法の研究を行い、微小地震・速度・比抵抗・温度・地殻内流体などに関連する不均質構造を解明する。特にこれら分布の相互関係について検討する。内核外核境界の地震波速度構造の解析を終了させる。マン托ル遷移層内に滞留するスラブ内で起こった珍しい地震の震源過程の解析を開始する。従来モデルに採り入れられることのなかった物理法則を導入して微小地震発生のメカニズムを明らかにし、地殻深部の不均質性の解明を目指す。
- ・平成14年度までに得られた結果をもとに、抽出された問題点の解決を図り、海底熱水系から放出される熱水の流量と、それにより運ばれる熱／物質の変動を定量的かつ長期的にとらえる。
- ・過去数万年間の古地磁気強度変動について、火山岩と堆積物のデータを組み合わせて高分解能変動曲線を確立する。また、約20万年前の地磁気エクスカージョンの実態を明らかにする。長周期地磁気永年変動については、過去300万年間の相対強度標準曲線を完成させるとともに、強度と伏角の相関解析を太平洋域の堆積物について行う。さらに、グローバルな変動像の確立へ向けて、インド洋・北太平洋等からの堆積物の採取と、変動メカニズムの推定を行う。古環境研究への応用に関しては、北海道沖太平洋等の堆積物を対象とする。
- ・海底熱水系における金属鉱化作用の実体把握、海底下の資源量評価、物質移動の定量モデル構築、開発技術の検討を重点的に実施するとともに、北西太平洋域の堆積起源重金属鉱床の形成場、形成史の解明を目標とした研究を継続する。外国機関との共同研究、人的交流を促進する。
- ・石垣島および沖縄本島において、サンゴ礁生態系に影響を与えると考えられる有機系環境ホルモンについて分析を行い、その影響を評価する。
- ・海草藻場評価のための海域調査手法に関する研究は平成14年度で終了した。汽水域に関する調査手法については、汽水域環境計測システムの統合化および計測データのテレメータリング手法の実用化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・アジアの金資源の開発・利用におけるリスク要因の研究とリスクアセスメントの高度化を国内外で行う。
- 《平成15年度計画》

- ・アジア太平洋地区における資源開発とそのリスクについて情報を収集し、リスクコミュニケーションの手法を用いて情報を解析し、資源行政や東南アジア諸国に対して資源開発におけるリスク管理のあり方を提言する。

【中期計画（参考）】

- ・二次イオン質量分析法による精密同位体分析法の開発を進め、地質不均質系成因モデルを構築する。

《平成15年度計画》

- ・二次イオン質量分析法（SIMS）やレーザープローブ法、赤外線顕微鏡を用いた微小領域における同位体分析法等の開発を進め、Si 同位体の挙動に関する制約条件の提示、珪酸塩の酸素同位体分別測定、サンゴ試料分析等を行い、隕石コンドルールの年代・同位体分析から初期太陽系の固体物質の変遷を考察する。また、地球惑星で発生するマグマの起源や温度・圧力条件等に制約条件を与えるため、メルト包有物の硫黄同位体比・揮発性成分濃度の測定や、火星起源隕石等の輝石中の微量元素分析を行うほか、北東アジアの地質構造と鉱物資源に関する国際研究の成果図類を完成する。

(2) 【深部地質環境の調査・研究】

【中期計画（参考）】

- ・地層処分システムに関係する地球科学的知見・データの取りまとめと分析を行い、安全性評価のための論理モデルを構築するとともに、地下水流動モデルや長期的な物質の挙動のナチュラルアナログ等の研究を行う。

《平成15年度計画》

- ・放射性核種移行の数値解析を目的として、三次元地質モデルの研究、化学反応の研究、岩石物性の研究、数値モデリングの研究を実施する。三次元地質モデルの研究では、新潟県東部において1辺が100m ほどの河川流域において、ボーリングによる地下水流動調査や地化学調査を行う。化学反応の研究では、同新潟県東部のウラン濃集部におけるウランの沈殿形態の解析や鉄鉱物の溶解実験を実施する。岩石物性の研究では、応力測定装置の現位置試験、高温下における変形・透水同時実験、地層変形および浸透流の大型模型試験、岩石の変形・破壊における間隙水の移動に関する2次元シミュレーションを実施する。核種移行の数値モデリングでは、並列化有限要素法プラットフォームにのせる H-T モジュールとその上にのせる C モジュールのインターフェースの仕様について検討し、tough2のための要素分割コードを作成する。

【中期計画（参考）】

- ・東北南部の列島横断地帯及び地質項目毎の代表的地域において、総合的な広域地質調査・解析を実施するとともに、長期変化プロセスとメカニズムの抽

出・検証、及び定量的な影響評価解析・予測手法等の研究を行い、技術資料等を整備する。

《平成15年度計画》

- ・放射性廃棄物の処分サイトの成立性を評価するための研究として、火山マグマの研究、隆起沈降の研究、地震断層の研究、熱水活動の研究を行う。火山マグマの研究では、東北区南部の吾妻・肘折・沼沢火山の噴出物の地質学的調査と岩石学的検討、九州北部の単成火山活動の時空分布とその地球化学的特性の解明を実施する。隆起沈降の研究では、福島県会津盆地から新潟県津川盆地にかけての段丘の編年を行い、第四紀後半の地殻変動量と浸食・堆積量の定量化を行う。地震断層の研究では、会津盆地西縁部の活断層周辺の精密重力探査による地下構造の把握、鳥取県西部地震周辺地域の見落とし活断層のトレンチ調査を実施する。熱水活動の研究では、東京湾沿いの井戸や温泉井の水質調査、近畿地方・東海地方の深部水のマルチアイソトープ調査を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・既存公表資料を対象とした地質の隔離性に関する全国データベースシステム、及び地質構造解析システム等のデータ処理システムを構築する。

《平成15年度計画》

- ・平成13年4月から平成15年4月の間の新規公表資料のデータベース化を追加するとともに、それぞれの要素データベースの整備を進め、データベース整備の第1段階を完了する。また、これらのデータベースの統合を進め、公開を前提とした統合データベースシステムの試作と公開試行を行う。

【中期計画（参考）】

- ・深部地質の災害や環境保全に関する要素や指標を抽出し、それらの地域分布に関する各種の地質環境図類を作成し、分かり易い形での情報発信を行う。

《平成15年度計画》

- ・神戸市域に隣接する芦屋市と西宮市における地下水採取調査を実施し、同地域の地下水の性状、起源、滞留時間、涵養域、河川水との交流関係を明らかにする。また、神戸市および周辺地域の環境地質図類の作成に着手する（平成16年度に出版予定）。阿武隈地域や仙台地域等の追加調査も実施予定である。これらの調査結果公開の一環として、山形市周辺地域の地質環境アトラスの出版物とインターネットでの公開を同時に実施する。

(3) 【地震・活断層及び火山の調査・研究】

【地震・活断層】

【中期計画（参考）】

- ・全国主要活断層の第一次調査、及び第一次評価を完了し100年以内の地震発生確率を明らかにするとともに、平成16年度末までに活断層12件の調査報告書を発表する。

《平成15年度計画》

- ・揖斐川断層、関谷断層、伊予灘 MTL、深谷断層、及び琵琶湖西岸断層系の5断層について、評価のための調査報告書を取りまとめ、公表する。また、セグメント単位での活動時期と規模の評価手法を開発し、全国主要活断層について第一次評価の作業を進めて全国主要活断層評価の試案を作成する。
- ・これまでの上町断層系と木曾山脈西縁断層帯の調査成果を取りまとめるとともに、邑知湯断層帯については、最新活動時期を特定するための補完調査を実施する。
- ・牛首断層、境峠・神谷断層帯、黒松内断層帯、及び長町-利府線断層帯について、成果の一部を取りまとめるとともに、活動時期や1回の変位量を絞り込むための補完調査を実施する。また、新たに深谷-綾瀬川断層帯の調査に着手する。
- ・C級活断層の実態を明らかにするため、鳥取県西部地震断層について、これまでの調査成果を取りまとめるとともに、大原湖断層帯について、活動履歴調査を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・活断層ストリップマップ3図、1/50万活構造図3図、地震発生危険度マップ1図を刊行する。

《平成15年度計画》

- ・活断層データベースの整備に関しては、全国98主要活断層について、データ整備を完了し、一部について暫定版を web で公開する。整備されたデータをもとに、活断層評価のためのパラメータ抽出と、調査地点ごとのパラメータ評価手法の検討を行う。
- ・1/2.5万伊那谷断層帯ストリップマップを刊行する。その他国内の活断層に関するストリップマップの編纂作業については、活断層データベース（GIS マップ）へ統合して作業を進める。トルコ・北アナトリア断層1999年地震断層（イズミット湾及びサパンジャ湖）ストリップマップ（仮称）を出版する。
- ・1/50万活構造図「新潟」を刊行するとともに、1/50万活構造図「金沢」および「秋田」の編纂を進める。
- ・活断層データベースで整備されたデータに基づいて、地震発生危険度マップの編纂作業を行う。
- ・活断層・古地震研究報告 No. 3を編纂・刊行する。
- ・活断層研究センターニュースを毎月刊行する。

【中期計画（参考）】

- ・2つの活断層系を対象として、セグメンテーション及びセグメントの連動を解明する。

《平成15年度計画》

- ・北アナトリア断層系1944年地震断層において過去4回の単位変異量を解明し、1967年地震断層については詳細なセグメント構造を明らかにする。さらに、国際ワークショップを開催し、北アナトリア断層と断層活動モデルに関する調査成果の解析を推進する。

- ・平成13年崑崙山地震断層、平成14年 Denal 地震断層について予備的な共同研究を実施する。
- ・活動セグメント単位の活断層評価手法を開発し、その適用をはかる。またセグメントの相互作用について統計的・動力学的な検討を行う。
- ・北海道東部の太平洋岸について、津波波高浸水図を作成・出版する。千島海溝の地震について古地震調査を継続するとともに、相模トラフ・南海トラフで発生する海溝型大地震についても、地殻変動・津波堆積物などの古地震調査を開始する。南米チリにおいて海溝型地震の共同研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・京阪神2地域の震源断層モデルと地下構造モデルを完成し、被害予測図を作成する。
《平成15年度計画》
- ・平成16年度に出版する予定の地震動被害予測図の準備として、以下を行う。大阪湾におけるデータも含めて、大阪堆積盆地の3次元地盤モデルを作成し、最近の地震記録を用いて検証する。生駒・上町断層について、地下構造・変動地形データに基づく詳細な断層モデルを構築し、応力の不均質を導入したより現実的な破壊シナリオのシミュレーションを行う。これらの活断層及びプレート間地震について、強震動のシミュレーションを行う。
- ・北海道東部の太平洋岸について、津波波高浸水図を作成・出版する。千島海溝の地震について古地震調査を継続するとともに、相模トラフ・南海トラフで発生する海溝型大地震についても、地殻変動・津波堆積物などの古地震調査を開始する。南米チリにおいて海溝型地震の共同研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・地下水等の変動観測システムと前兆的地下水位変化検出システムを構築する。
《平成15年度計画》
- ・東海地震の前兆的地下水位変化を算出する6観測点において、東海地震想定断層面の任意の位置で前駆すべりがあった場合の地下水位変化を算出する。近畿周辺の10点程度の地下水観測点で、近傍の活断層における適当な断層モデルを仮定したときの地下水位変化を試算する。地下水観測点の1～2点で、観測した地下水・地殻歪変化が反映している空間的スケールを推定する。昭和南海地震前後の地下水位変化について、紀伊半島や四国において調査を行う。
- ・台湾との共同研究で、平成11年集集地震前後の台湾全土の地下水位変化を把握する。

【中期計画（参考）】

- ・活断層による歪蓄積過程を把握し、モデル地域における活断層深部構造物性図の作成を行う。
《平成15年度計画》
- ・断層深部のすべり過程モデル化のための地質学、地

球物理学的調査、室内高温高压実験を継続、その結果を総合し陸域断層深部のすべり・変形のモデルを作成する。また断層深部に関わるデータのデータベース改良を行う。断層深部構造探査のため、シミュレーション手法のより大規模な構造に適用可能なものへの改良、断層近傍の地震・歪等観測網の整備拡充により、断層深部の構造モデルの作成を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・室内実験および野外観測調査により断層の深部すべり過程のモデルを構築し、地震発生予測のためのシステムを設計する。

《平成15年度計画》

- ・強震動予測等に必要な基盤までの S 波速度構造の決定を目指し、P-S 変換波などを利用した、より深く構造が複雑な地域での探査手法を確立する。既存データから S 波速度情報を抽出する解析手法がほぼ完成し、モデル地域での適用と、調査仕様が不十分なデータへの適用性の検討とを行う。明瞭な活断層が現れていない地域で地下地質調査を実施し、活断層判定のための調査法の高度化と、断層周辺の構造解明を行う。福井平野の基盤の3次元起伏を解明する。必要に応じ補完測定し、重力図の本格出版を行う。平野部での地震波減衰推定のための問題点の整理、解明を目指す。
- ・高温・高压で間隙水の存在する条件における摩擦強度回復データを得る。地電流観測ステーションによる地中電荷変動計測、電磁波観測を継続して行い、異常信号と地震発生との関連を調べる。電磁気異常発生条件や、従来知られている圧電電気に起因する現象との強度との関係を明らかにする。
- ・間隙水を考慮した岩石破壊実験及び非均質断層のすべり実験を実施し、実験データを用いて数値シミュレーションによりモデルを構築する。南アフリカ金鉱山において地殻応力測定を行う。

【中期計画（参考）】

- ・日本周辺海域の地質構造・地震性堆積物の解析から、地震発生頻度の予測手法を開発する。
《平成15年度計画》
- ・北海道西方沖の活構造に関する調査をまとめ、国際誌に投稿する。また東北日本西方沖のタービダイトの発生間隔を明らかにする。潜水調査船「しんかい6500」を用いて、日本海東縁の活断層調査を実施する。

[火山]

【中期計画（参考）】

- ・薩摩硫黄島、有珠・岩手火山観測を行い、マグマ供給系の物理化学過程を明らかにする。
《平成15年度計画》
- ・薩摩硫黄島、樽前火山などで火山ガス放出量・化学組成の観測を行い、その変動実態の把握と要因の抽

出を行う。薩摩硫黄島・岩手・磐梯火山等で地殻変動・放熱量観測などを行い、火山体浅部におけるマグマ活動の検出を試みる。薩摩硫黄島・三宅島・有珠火山等の噴出物の解析を行い、噴火過程・マグマ溜まりにおける化学進化を明らかにする。一方、臨時地下水観測データを解析し、特に三宅島においては、地下水データの提供により、住民帰島の判断に役立てる。また、噴煙観測手法の新規開発・既存法の改良を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・雲仙平成新山の科学掘削を行い、マグマ上昇モデルを検証し、噴火成長史・マグマ発達史を構築する。

《平成15年度計画》

- ・マグマ発生要因を明らかにするために、微量成分元素および Pb、Sr、Nd 同位体比等をプレート内火山岩に適用する。また、火山および島原半島発達史、地球物理データを組み合わせた立体的モデル図を作成する。一方、火道掘削カッティングスの化学分析、年代測定を行い、山体内地質層序および形成史の解明を試みる。雲仙地溝の活構造と雲仙形成史との対応を行い、広域テクトニクスと火山活動の因果関係を明らかにする。島原半島及び雲仙火山の火山発達史および3次元構造の総合モデル化に着手する。また、土壌ガス広域調査を島原半島全域で実施する。

【中期計画（参考）】

- ・火山科学図および火山地域地球物理総合図の作成手法を開発するとともに、火山地質図2図を作成し、第四紀火山活動の時空分布および火山衛星画像をデータベース化する。

《平成15年度計画》

- ・三宅島・岩手火山の火山地質図および付属 CD-ROM を作成する。口永良部島の噴火履歴調査を行う。第四紀火山データベースを10程度の火山を対象に試作する。また、山陰、北関東、伊豆、東北中央部の各地方の第四紀火山活動分布を明らかにする。一方、富士火山北山腹におけるトレンチ調査を継続し、新富士後期の側噴火の噴出年代・噴火タイプを明らかにし、新富士火山の噴火様式の進化モデルを作成する。また、プレート内火山岩の微量成分元素および Pb、Sr、Nd 同位体比、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定を行いマグマ発生要因を解明する。
- ・衛星画像データベースの全体計画を基に、プロトタイプデータベースを定期的に更新するためのプログラム開発を実施する。また、プロトタイプデータベースに英文の説明文を加える。岩石などの分光特性データおよび関連情報（試料写真等）のサブデータベースについて、基本的な設計を行う。岩石指標については、ケーススタディーを積み重ねるとともに、短波長赤外域のデータを組み込んで高度化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・火山体地質環境・変質部等の脆弱部を空中物理探査から定量的に評価する手法を確立する。

《平成15年度計画》

- ・空中物理探査による火山の山体安定性評価手法開発のために、平成14年度に検証調査飛行を行い有効性を確認した高分解能空中磁気探査装置を用い、モデル火山において空中磁気探査を行う。また、火山地域地球物理総合図に必要なデータの整備を図る。
- ・富士火山山体変動観測を継続して行う。火山灰データベースを完成する。

(4) 【緊急地質調査・研究】

【中期計画（参考）】

- ・社会的要請への組織的かつ機動的な対応のために必要な調査・研究の調整を実施するとともに、地震、火山噴火、地すべり等の地質災害発生時には、直ちに情報収集の体制を組み、必要に応じて緊急調査研究を実施し、現地調査観測情報および関連情報を一元的かつ速やかに提供する。

《平成15年度計画》

- ・毎年1、2件程度発生している地震・火山噴火、地すべり、地盤沈下等の自然災害に関して、緊急調査の実施体制をとって、正確な情報を収集し、行政・社会ニーズに応える。関連分野間の連絡体である地質調査総合センターを通じて、国土基盤に関連する各種調査研究を積極的に発信するために、必要な調整を行う。
- ・三宅島火山活動の継続に対応し、引き続き緊急対策本部を維持し、噴火活動の観測を行い、随時噴火予知連絡会に報告するとともに、標本館展示、ホームページ等様々な方法での一般への普及活動を行う。産総研三宅島火山噴火緊急対策本部、地質調査総合センターの各ユニットの研究者や地質調査情報部と連携して、緊急観測班による観測研究を推進し、噴火脱ガス活動の把握とその推移の評価を実施する。
- ・地震・火山等の地質災害について引き続き、最新情報を関連ユニットと連携して、地質標本館の展示を通して普及・広報する。
- ・地震・火山等の地質災害に関する最新情報を関連ユニットと連携して、緊急展示・公開する。

(5) 【国際地質協力・研究】

【中期計画（参考）】

- ・地質の調査に係る国際協力の枠組み作り、国際地質標準の設定に向けた企画調整、および国際機関関連業務等に関する実施内容の策定を行うとともに、2国間、多国間および国際機関に係わるプロジェクトについての企画および実施の調整を行う。
- ・東・東南アジア地域を中心とした環太平洋地域等の地質・地球科学情報の信頼性の向上と国際標準化に資するため、情報収集・整備を行い、国際研究活動の促進を図るとともに、我が国唯一の「地質の調

査」に係わる公的研究機関としての責務を果たす。
また、海外の地球科学関連研究機関との研究交流を図るため、適切な研究協力協定の締結を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・CCOP（東・東南アジア沿岸・沿海地球科学計画調整委員会）、ICOGS（国際地質調査所会議）等に係わる活動に、我が国を代表する実施機関として参画する。
- ・CCOP の年次総会、運営理事会に参加し、加盟国かつ協力国としての我が国の責務を果たすとともに、CCOP を通して実施されるプロジェクト DCGM-IV の円滑な運営を図る。ICOGS、ICDP、IGCP、IODP、CASM、CPC 等の国際共同研究プロジェクト事務局へ参画し、関連機関との調整を行い国際共同研究の推進を図る。

【中期計画（参考）】

- ・東・東南アジア地域の地球科学情報収集を実施するとともに、鉱物資源データベース、地熱資源データベース、及び海洋地質環境情報デジタルデータベースを構築し、小縮尺東アジアの地質災害図を作成する。

《平成15年度計画》

- ・地質情報の標準化について世界各地の機関や委員会において検討を進める。また、東アジア自然災害図の CD-ROM 版については、日本語化と viewer の改良を進める。アジアのテレセンデータについては、化石情報の高度化を推進し、データベースの充実を図る。アジアの深成岩情報については、日本やモンゴルなどを中心に実施する。
- ・「東・東南アジア地熱データベース」及び「東アジア地下水データベース」については、プロジェクト最終年度に当たり、データの最終的な収集と数値化とを行い、ウェブ上に暫定版データベースを公開する。また、事業概要を CD-ROM 出版する。
- ・「黄河流域統合型水循環モデルに関する研究」については、黄河本流地質断面、地図・衛星画像、地下水 DB に基づいて、地下水循環初期モデルを作成する。
- ・ベトナムの地質鉱物局と共同で進めてきたメコンデルタの音波探査と江河デルタのボーリング調査のとりまとめを行い、成果発表と報告を兼ねて合同国際シンポをハノイで共催する。カンボジアにおける調査は、引き続きカンボジア鉱物資源部と事前資料収集などの調査準備を行う。IGCP-475に関して、平成16年1月にタイで第1回年会を開催する。
- ・アジアモンスーン域の赤道域海洋島より100年以上の記録を有する試料を採取し、年輪形成の基礎研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・アジア地域における地質情報の標準設定と地球科学

図類の数値化、データベース化、メタデータ構築を実施するとともに、インターネットによるアジア各国との地球科学情報交換システムを整備する。

《平成15年度計画》

- ・世界地質図索引図データベースのデータ中、英語以外の地図名の英文翻訳をさらに進め、検索可能地域を増やし、利用に供する。
- ・既存及び新規追加メタデータの英文化を拡充する。
- ・東・東南アジア各国の地質図に関する CCOP メタデータ構築プロジェクトにリーダーシップをもって実現をめざす。
- ・インターネットを活用して、アジア地域のデータ収集や更新を効率よく実施するためインフラとソフトの整備を行う。具体的にはアジア諸国政府や関係国際機関（CCOP、UNESCAP、UNESCO など）と連携しつつ地球科学情報を整備し、効率的な地球科学的調査研究の基盤整備を推進することを目的として、アジアにおけるネットワークを利用した地球科学情報交換メタデータシステムの構築を推進するために、海外関連研究機関との調整を行う。

別表3 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展を担保するため、計量標準及び法定計量に関する一貫した施策を策定し、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究及び開発並びにこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たすため、各項目の中期計画に対して、以下の研究開発等を行う。

(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

国際計量研究連絡委員会では省庁の壁を越えた協力が出来るよう協議を進めると共に、産業界との調整と協力も併せて進めるよう努力する。

【中期計画（参考）】

- ・計量標準の分野ごとに計量標準の開発・維持・供給を行い、ISO/IEC17025及びISOガイド34に適合する品質システムを構築して運営する。また、国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（以下グローバル MRA と略す。）の枠組みの中で計量標準の国際比較と国際相互承認を行う。

《平成15年度計画》

- ・計画見直しにより、第一期中期期間末までに新たに200種類の供給を開始することを目標としている。これをできるだけ早期に達成するため、今年度は物理標準24種類以上、標準物質33種類以上、合計57種類以上の新たな標準の供給開始を目指す。
- ・平成13年度の標準物質、H14年度の物理標準ニーズ調査に引き続き、医療・バイオ・食品に関する標準

にニーズ調査を開始する。

- ・法定計量分野での ISO/IEC17025に基づいた品質システムの整備を進める。
- ・計量標準の普及と供給体制整備を支援するために、計量に関わる研修を行う。
- ・グローバル MRA の AppendixC (参加研究所の校正能力リスト) について、登録可能な分野全体を網羅して100項目以上とする (この数字は電気と放射線の記載法変更で大きく変わる可能性有り)。また、各国から提出されたリストの国際評価プロセスに10名以上が協力する状態にする。
- ・継続的・安定的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性を確保するために、ISO/IEC17025及び/又は ISO ガイド34に適合した品質システムを運用する。ISO/IEC17025の適合性証明については、年度末までに新たに21種類以上の ASNITE-NMI 認定審査・認定を目指す。
- ・法定計量分野での試験・検査の品質システムの構築を進める。
 - －ブロックゲージ及び標準尺の測定の不確かさ評価の高度化を行う。また高分解能デジタルスケール、光波干渉測長機の校正装置の製作と不確かさの評価を行い、標準供給の確立を行う。固体の屈折率の測定技術の研究を継続する。距離計に関しては、依頼校正による標準供給を継続する。JCSS 認定制度に結びつく技能試験を3件程度、そして依頼試験を1件以上実行する。また、二国間比較を1量実施する。さらに、国内の認定事業者の技術審査を5件以上行う。また、長さ標準供給の高度化・効率化に重要な関連計測技術の開発を継続する。
 - －真円度の高度化と光学段差の範囲拡大に重点を置き整備を進める。引き続き標準供給を宣言した幾何学量の11項目に対して円滑に標準供給できるように設備及び測定環境の整備を行う。新たに1件以上の標準供給を開始する。品質マニュアル技術編を2件以上完成させ、ピアレビューを2件以上受ける。JCSS 制度につながる技能試験を1件以上、依頼試験を3件以上行う。また、幾何学量の高度化・効率化のための実験も継続して行う。
 - －光ポンピング方式周波数標準器を用いた国際原子時 (TAI) の校正を行う。また、さらなる不確かさの低減のため、新方式の共振器とオープン設計を行う。極低雑音マイクロ波発振器のさらなる低雑音化をすすめるとともに、セシウムの遷移周波数への同調を行う。遠隔校正の不確かさの低減を図り、システムとしての整備を進める。フェムトコムを利用した光周波数計測システムの信頼性を高め、より使いやすくなるなどの高度化を行う。将来光周波数標準の実現のため必須なダウン・コンバージョン技術の実験を行う。各波長域での波長

標準の研究・開発を引き続き行う。

- －よう素安定化 He-Ne レーザ波長標準について、所内外の校正サービスを行う。レーザ波長 (532 nm) について品質システムの整備を開始する。通信帯の波長について依頼試験開始のため通信帯での周波数計測システムの整備・評価などを行う。
- －13種類の計量標準の維持・供給を継続する。質量について、既範囲での高精度化・自動化、次年度範囲拡大の5000kg 対応技術を開発する。力について、2年間で約100基の力基準機校正を実施、高精度力計の性能評価技術を開発する。トルクについて、次年度以降範囲拡大対応の20kN・m トルク標準機性能評価を行う。重力加速度計について、校正技術高精度化研究を継続する。圧力について、現状供給の範囲拡大の対応の5kPa 以下及び500MPa 以上の標準を開発する。真空標準について、膨張法で1Pa~0.1mPa の標準供給実施、オリフィス法で0.1mPa 以下の開発整備を行う。光波干渉標準気圧計の改造と不確かさの評価を行う。
- －質量について、CCM.M-K5基幹比較幹事担当と持ち回り比較を開始する。力について、CCM.F-K4へ参加する。トルクについては、20kN・m レンジの多国間比較を計画する。液体高圧力標準について、100MPa の基幹比較と APMP 比較の幹事担当と運営を行う。真空・低圧力標準について、APMP と二国間比較を行う。力、圧力の主要範囲で校正マニュアルの整備とピアレビューを実施する。大質量分銅及びトルクメータ1kN・m 以下に対応し次年度ピアレビューに向けた校正マニュアルを整備する。
- －認定事業者へ質量、力、圧力 (約10件) の標準供給を行う。分銅、一軸試験機、圧力天びん等の技能試験を実施する。第二階層の質量計、圧力計の技能試験を開始する。主として第1階層校正事業認定審査の技術アドバイザーを務め、技術委員会、分科会に参加、技術基準整備・規格化への積極的貢献により JCSS 認定機関に協力する。MRA 実施の為に海外標準機関のピアレビューに協力する。部門内の圧力液や分銅の校正依頼に応え、他の標準の維持と立ち上げに協力する。
- －音響標準では、音圧レベル標準に関して供給の継続および Appendix C への登録を行う。また国際比較1件に参加する。音場絶対校正の周波数範囲拡大に関する検討を行い、高周波音響標準に必要な測定系構築に着手する。低周波音響標準に必要な、レーザピストンホン校正装置における振動の影響を低減させるため装置の改良を行う。
- －超音波標準では、超音波パワー校正並びにマイクロホン音場校正に関して、校正システムのプロトタイプを完成させ、評価を行う。

- －振動加速度標準では、低周波領域での不確かさ評価一次案をつくる。高周波領域用に導入した加振機の評価を継続する。また光路差倍増型のレーザ干渉計を試作する。これらにより超高周波用校正装置を試作する。事業者に対しては認定取得に向けた説明会を開催する。
- －硬さ標準は、事業者への校正を実施し国際比較を行う。また、ブリネル標準の整備に着手する。微小硬さは標準物質開発への検討を開始する。衝撃標準は国際比較と依頼試験を実施する。音速標準物質の値付けを終了する。
- －白金抵抗温度計の jcss 標準供給・参照値校正を行う。定点実現装置の不確かさ評価を行い、特定標準器の更新を準備する。CCT、APMP の国際比較に参加する。962℃抵抗温度計銀点標準供給を開始する。1085℃銅点、962℃銀点において熱電対の jcss 校正を行う。Pd 点及び0～1100℃熱電対定点の jcss 標準供給開始を目指した不確かさ評価を行う。熱電対校正用共晶点を実現し、HIMERT の国際比較に参加する。輸送仲介用白金抵抗温度計の試作を行い、輸送の実地試験を行う。移送用熱電対を試作し、熱処理法による温度分布依存性の評価を行う。
- －低温標準では、0℃～84K のカプセル型 Pt 抵抗温度計標準供給の次年度開始に必要な校正装置改良を行う。24K 以下の RhFe 抵抗温度計標準供給のため校正用冷却システム製作を開始する。Hg・Ar・O₂の三重点の再現性を評価し Ne 三重点を実現する。補間用気体温度計を Ne・平衡 H₂の三重点と4He 蒸気圧目盛により校正し4.2K～24K の目盛を実現する。0.65K～3K の3He 蒸気圧温度目盛の不確かさを解析しその低減のため装置を改造する。
- －放射温度標準では、特定副標準器の校正を行い、放射温度計の持ち回り技能試験の結果を解析する。常温域においては、校正業務の効率化・高度化を図る。耳式体温計校正技術に関しては、移送用黒体炉を仲介器とした国際比較測定を英国 NPL、及び独 PTB との間において実施する。中温域においては、垂鉛点及びインジウム点黒体炉の製作と評価を行う。
- －高温用の湿度発生装置について、試験槽の評価を行う。露点+85℃までの jcss 校正を立ち上げる。低湿度発生装置について、標準供給の効率化のために、改造を行う。国際比較 CCT-K6に参加する。微量水分発生槽の改良を行い、安定した微量水分の発生を実現する。キャピティリングダウン分光法 (CRDS) を用いて、微量水分発生装置の評価を行う。蒸発量及びゼロガス中の水分量を評価し、13ppb～10ppm の水分濃度の不確かさを総合評価する。
- －気体中・小流量について、品質システムの運用と標準供給を安定的に継続する。
- －液体大流量、体積について品質システムの運用と標準供給を安定的に継続する。液体中流量については、平成16年度中に校正サービスが開始できるように設備の整備を行う。
- －石油大流量について、平成16年度中に校正サービスが開始できるように設備の整備、不確かさの確定、校正手順の確立を行う。
- －新方式のコリオリ流量計に関して学会発表を行うと同時に、さらなる高性能化を図る。
- －気体中風速、微風速について品質システムの運用と標準供給を安定的に継続する。CCM/WGFF 基幹比較の幹事業務としてプロトコルの草案を作成、CCM-WGFF で承認後比較を推進する。APMP 基幹比較の幹事を担当し、同様な業務を担う。
- －ピアレビューでの指摘事項に対して適切に改善処置を行い、早期に ASNITE 認定を受ける。
- －各種固体熱物性の計測技術と一次標準器の開発、及び標準物質の開発を進め、0-40℃の温度範囲において熱膨張率標準を確立し、依頼試験または標準物質のかたちで標準供給を開始する。また CCL の熱膨張率国際比較にパイロットラボとして参加する。
- －密度標準に関しては、要請に応じて jcss 標準供給と JCSS 現地査察を行う。幹事所として密度の基幹比較 CCM. D-K1 (固体密度) の結果をまとめ、CCM. D-K2 (液体密度) に参加する。密度品質システムのピアレビューを受け、CMC を MRA Appendix C に登録する。CCM アボガドロ定数 WG の活動に参加し、X 線結晶密度法によるキログラム再定義のための技術開発を行う。圧力浮遊測定についてはドイツ PTB との二国間比較を実施し、薄膜の密度計測への応用を探る。粘度標準に関しては、要請に応じて依頼試験を行うとともに JCSS 告示を行い、CMC を MRA Appendix C に登録する。落球法による粘度の絶対測定のための技術開発を継続する。
- －時間応答特性の改善を図った粒子質量分析装置を設計、試作し、性能評価を行う。前年度試作した粒子発生装置の性能評価実験を行う。液中の粒子／気泡系に対し、光散乱と蛍光のコインシデンスにより、粒子／気泡を識別をした計数を行い、その不確かさを評価する。電気移動度分析と光散乱法を組合せた、多分散粒子の粒径分布測定を行える装置を組み立て、その性能評価の予備実験を行う。
- －直流電圧標準に関し7件程度の校正業務を行う。

- 電圧標準に関しては、ツェナー電圧発生器の経時変化の評価、および絶縁性の評価を行う。1V プログラマブル・ジョセフソン接合アレーに関する精密測定システムの開発を行う。ジョセフソン電圧標準、直流分圧器の分圧比標準、1V プログラマブル・ジョセフソン電圧標準の開発および装置改良を行う。
- －抵抗標準（1Ω、10kΩ）に関し6件程度の校正業務を行う。抵抗標準（1Ω～10kΩ）に関し、品質システムの整備を行う。低抵抗標準に関して測定システムを開発する（ただし、当面、標準はオーストラリア NML にトレーサブル）。QHR に関してシステムの改良を行う。直流低抵抗標準 [1, 20, 100mW] を NML からトレースして H16 年度から供給できるように校正システムを整備する。抵抗標準 [1-10kW]、高抵抗標準、QHR 抵抗標準の維持、改良、及び直流抵抗の品質システム整備を行う。
 - －キャパシタンス標準2件、誘導分圧器の分圧比標準2件程度の校正業務を予定。キャパシタンス標準については、容量範囲の拡張を行う。インダクタンス標準に関しては NML（オーストラリア）にトレースし標準供給を開始する。キャパシタンス標準（10, 100, 1000pF、@1592Hz）に関し、品質システムの整備を行う。引き続き APMP-TCCEM 議長として国際貢献を行う。
 - －交直変換（AC/DC）標準については、(1) 平成15年度は平成14年度までに構築した基本的な測定範囲について、品質システムの整備を行なう。特にピアレビューへの対応を目的とした品質マニュアルの整備を行なう。ピアレビューは、40Hz-100kHz の周波数範囲、2V-20V の電圧範囲における交直電圧変換標準について受ける予定である。一方、新たに低電圧範囲（10mV-2V）について国際比較に対応可能な体制を整えることを目標として、低電圧交直変換標準の整備を開始する。交直変換（AC/DC）標準 [2-20V、10mA、40Hz-100kHz] の品質システムを整備し、ピア・レビューを受ける。AC/DC 標準を低電圧 [10mV-2V、10Hz-100kHz] 領域に拡張に着手する。AC/DC 遠隔校正実証実験を行う。
 - －交流電力標準については、交流電力ブリッジの実証試験を実現する。
 - －交流電流比標準については、平成14年度までに整備したシステムの不確かさの評価結果を継続し平成16年度に予定している指定校正機関等で維持されている特定標準器を産業技術総合研究所へ移設し、併せて産業界への標準供給の開始に向け準備を進める。特に電流範囲の拡張について課題を整理し、より合理的なトレーサビリティ体系を検討する。
 - －交流電力標準は平成16年度に基本範囲 [45-65Hz、100V、5A] 完成を目指し、開発を行う。
 - －電力は10GHz 導波管電力標準の広帯域化の研究、18GHz 同軸電力標準の高度化および60GHz 同軸電力標準の開発を行う。雑音は18GHz 同軸標準の供給システムを開発し、40GHz 同軸雑音標準の開発研究を開始する。減衰量は10MHz-18GHz 同軸減衰量標準の広帯域化を行い、ついで40GHz までの拡張を検討する。また、10GHz 導波管減衰量標準システムを開発する。インピーダンスは2-18GHz の同軸 PC7コネクタの整合インピーダンス標準の開発を行う。レーザパワー標準に関し、高出力レーザパワー測定の基本となる10W 用カロリメータを試作する。レーザ減衰量測定システムを開発し、不確かさの評価を行う。パルスレーザエネルギー標準の開発に着手する。
 - －高周波電圧、高周波電力およびレーザパワーの特定副標準器の校正を10件程度行い、不確かさ評価を行う。通信総合研究所に対して1件の電力計校正を行う。Xバンド導波管電力標準の特定標準器を整備する。減衰量は10MHz-18GHz 同軸減衰量標準装置により JCSS 供給を開始し、雑音標準は18GHz までの標準供給のための校正システムの整備を完了する。減衰量と雑音標準は、外国 NMI からの一部供給を受ける。JQA のレーザパワー特定副標準器の校正を行う。平成16年度に JQA 指定校正機関の業務を引き継ぐため、電圧・電力・減衰量・レーザパワーに関し準備を行う。
 - －アンテナ係数の依頼試験を継続し、1GHz までのダイポールアンテナのアンテナ係数の標準を2GHz までに拡張するための研究を開始する。広帯域アンテナについてもアンテナ係数標準の研究を開始する。1GHz までの標準電磁界用設備を整備し、研究を開始する。
 - －4-26GHz の周波数帯域でアンテナ利得の依頼試験の整備を行う。外国の標準研究所からアンテナ標準の供給を受ける。30MHz 以下の低域周波数でのアンテナ係数の測定検証と校正システムを開発する。
 - －光度、光束等の標準の JCSS、依頼試験での供給を行うとともに、極低温放射計用レーザー光源の高品質化ならびに仲介用検出器の試作・性能評価を行う。分布温度標準の見直しを行い、標準の高精度化を図る。分光放射照度標準の高精度化を継続して行うとともに、引き続き国際比較に参加する。アパーチャ開口面積測定装置を開発し、測定技術を開発する。また、絶対反射率の国際比較に

参加する。紫外分光応答度校正技術の確立を図るとともに、国際比較に参加する。CIPM 国際比較を2件、APMP 国際比較を1件実施する。JCSS による特定副標準器の校正を1件行い。分光応答度、絶対反射率の依頼試験での校正を各10件行う。

—軟 X 線照射線量用の電離箱の空気減衰係数、イオン収集効率などの諸特性の定量化を計測と計算の両面より検討し、要望の多い線質について標準場の設定を行うとともに、中硬 X 線標準のエネルギー、線質の拡大を図り、BIPM との相互比較を行う。また γ 線標準のピアレビューを受け、低線量率場への拡大を図り、 β 線組織吸収線量の絶対測定に着手する。放射光 X 線イオンチェンバーでの測定の精密化を図るとともに、装置の調整を行って軟 X 線フルエンス率の比較測定を行うとともに、物性定数の精密決定に関して公表する。JCSS 校正、依頼試験校正を合わせて約20件実施するとともに、認定事業者候補を指導し技術力の向上を図る。

—放射能面密度の標準確立を図り、 β 線源の国際比較を行うとともに、面線源の一様性を評価して作成手法の改善を進め、 γ 線核種放射能標準の加圧型電離箱でのリモートキャリブレーションの高度化を図る。また、環境用の放射能試料の希釈法の確立を図る。ならびに、中性子放出率および熱中性子フルエンス率の国際比較を実施するとともに、高速中性子フルエンス標準での精密エネルギー測定を行い、多層膜型高速粒子検出器の中性子検知膜を試作して評価する。また、放射能5量、中性子4量に関する技術マニュアルを作成し、ピアレビューを受けた後、品質システムを完成する。CIPM 基幹国際比較を約5量、アジア地域における基幹国際比較を約4量実行する。さらに、二国間比較などを約4量実行し、外国の標準機関のピアレビューに協力し、JCSS 校正、依頼試験を約10件実施する他に、国内外の機関に対して、技術指導、共同研究を実施する。

—金属標準液1品目、非鉄金属系標準物質1品目、環境組成標準物質1品目（PCB および塩素系農薬標準物質（高濃度））を完成させる。また、新規金属標準液2品目の開発に着手する。同位体希釈質量分析法等の一次標準測定法の高度化を進め、セラミックス標準物質2品目、高純度標準物質ニクロム酸カリウムを開発する。pH 標準に関して、装置を整備し技術の確立を目指す。環境組成標準に関しては、有害金属分析用河川水標準物質の開発を行い、同時に、これまでに開発した環境組成標準物質の安定性試験を行うと共に、今後開発予定の標準物質に関連する計測法を開発する。また、環境中微量 PCB の簡易計測法、超高温水を利用

した分離技術など新規分析法の開発に取り組む。

—CCQM 活動に関しては、鉄鋼中の微量金属分析のパイロットラボトリーを引き続き勤め基幹比較へ向けた調整を開始するとともに、pH 測定、陰イオンの定量、底質中有機スズ、生物組織中有機汚染物質、などの国際比較に参加する。

—有機標準に関してはフタル酸エステル標準物質についてこれまでの4種に加え、新たに4種の標準物質の開発を終了する。コレステロールについては候補標準物質を選定し、高純度のものが得られれば認証標準物質として供給する。温度標準物質5種を開発する。シマジン、チウラム、チオベンカルブの農薬標準物質3種の開発に着手する。また、PCB 標準液の供給のために必要な基準物質6種の評価を終え、それら標準液の安定性試験に着手する。標準ガスについては、高純度標準ガス2種を開発を行う。また、アルデヒド類及び SF₆等の温暖化標準ガスの開発を継続する。高分子関連では、分子量標準物質1種を供給開始し、2種を開発を完了する。また、添加剤標準物質を開発するため不確かさ評価法の確立を行う。分子量計測の向上を目指し SEC における分離機構の基盤的研究を行う。標準ガス・標準液併せて2~3件の国際比較に参加する。PCB 標準物質6種類の開発を継続するとともに、引き続き PCB 簡易分析装置の評価を行う。光導波路を利用した水分センサ及び極微量物質の高感度測定法の開発を引き続き行う。有機標準物質開発に資するため、NMR あるいは LC-NMR の定量性向上を目指し、インターフェースの改良を行うとともに国際比較の提案を BAM と協議する。また、開発した標準物質については速やかに供給するため、標準ガス、有機標準液、分子量標準等の品質システムの整備を行う。

—材料のマイクロ領域評価技術、表面・薄膜の超高精度高感度計測技術の開発を継続する。標準物質では実用合金により近い組成を持つ Fe-Ni-Cr3元系合金標準物質の開発に着手する。層の厚さが20~25nm の SiO₂/Si 多層膜標準物質を確立するとともに認証を目指す。平成12年度に開発・認証した GaAs/AlAs 超格子標準物質の経時変化測定を行う。膜厚が10nm 以下の積層膜を利用した深さ方向スケール校正用の認証標準物質の開発に向けて、X 線、電子線などのビーム技術を駆使した高精度積層膜構造評価技術の開発を継続する。

—膜厚が10nm 以下の極薄膜標準物質作製に向けて、平成14年度に開発したオゾン発生装置と接続できる局所加熱型オゾン酸化炉を開発し、大面積（4インチ径以上）オゾン酸化膜の作製を行う。

—分散分析結果と分散の期待値の表式から不確かさ成分を計算する解析方法とアルゴリズムを開発し、

これを組み込んだ不確かさ評価支援プログラムを公開する。シミュレーションを用いた不確かさ解析手法を、歯形だけではなく、歯すじ、ピッチにも対応できるように拡張し、歯車形状の不確かさを算出する。

【中期計画（参考）】

- ・グローバル MRA の枠組みの中で、我が国の国際比較への参加を企画・管理し、品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察を企画・管理する。また我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画・管理する。

《平成15年度計画》

- ・計量標準国際比較を支援し、移送標準器の輸出入を滞り無く行うとともに、国際比較に必要な渡航を支援する。同時に、国際比較予定と結果の総表を更新し、グローバル MRA の AppendixB（公認された国際比較結果）への登録を推進するとともにこれを Web に掲載し、国内校正事業者等の利便を図る。
- ・グローバル MRA の AppendixC（参加研究所の校正能力リスト）について、登録可能な分野全体を網羅して100項目以上とする（この数字は電気と放射線の記載法変更で大きく変わる可能性有り）。また、各国から提出されたリストの国際評価プロセスに10名以上が協力する状態にする。
- ・各国標準研究所相互の国際 review は、現在校正や標準物質供給が可能な項目について12月までに終了、もしくは終了の予定を確定する。

【中期計画（参考）】

- ・計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）を行う。

《平成15年度計画》

- ・計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者を育成する立場から、認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査のための技術アドバイザーの派遣、及び、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）の依頼を受託し、これを実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量法認定計量管理事業者制度に基づいて極微量物質の分析を行う事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験における移送標準物質の校正（参照値の導出）を行う。

《平成15年度計画》

- ・認定審査の円滑な実施に引き続き協力する。技術審査項目を精査し、その改正を検討する作業に関与する。
- ・技能試験に使用する試料の参照値を確定し、当該試料を配布して認定事業者の技能試験を実施する。前年度不合格となった事業者、技能試験の成績が十分

でない事業者を主たる対象として技術研修を開始する。極微量有害物質の測定法の高度化とともに、国際標準規格の作成等にも貢献する。

【中期計画（参考）】

- ・開発された計量標準技術を活用して、化学物質の標準スペクトルデータ及び材料の熱物性に関する標準データを測定により取得し、その信頼性を評価して一般に公開する。

《平成15年度計画》

- ・分散型熱物性データベースに関しては、固体の熱物性データに対して有効な相関式、推算式を提示する。また、主要流体の熱物性データを中心に1000件以上のデータをデータベースに登録する。
- ・スペクトルデータベースでは、引き続き NMR、MS データの収集を継続するとともに、IR データ収集の再開、新規公開システムの開発・公開を行う。また、ユーザーサービスの本格開始を行う。

(2) 特定計量器の基準適合性評価

国内法定計量システムの刷新の一環として、計量器の適合性評価法に関する新システムの設計を終了させる。また、実施体制に関しても、民間活用を基調とした新システムの設計を行う。平成14年度に引き続き、市場調査、現状分析及び国際的な動向調査を行い、計量システムの整備に有効なデータ収集を行う報告書を作成する。また、国内技術基準の整備に必要なとされる情報提供を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較への参加を企画・管理し、品質システムの審査に関しては国際査察を企画・管理する。また、計量器の型式承認について試験データの受け入れに関してドイツ、オランダ、英国などとの国際相互承認を企画・管理する。

《平成15年度計画》

- ・法定計量分野全体での品質システム方針を確立し、国際的整合性確保に向けて具体的な取り組みに着手する。独蘭韓との相互承認 MoU については、信頼性を維持して継続していく。

【中期計画（参考）】

- ・法定計量の国際相互承認に必要な分野において品質システムを構築して運営する。

《平成15年度計画》

- ・前年度から作成している品質システム文書を完成させ、2器種について OIML 適合証明書発行機関登録の準備を行う。1回/年以上の内部監査を受検し、試験の透明性を確保するために必要な措置を講ずる。また、OIML MAA が要求する ISO/IEC 文書の整備を行う。

【中期計画（参考）】

- ・我が国の特定計量器の技術基準に関し、国際法定計量機構（OIML）の国際勧告に対応して5機種につ

いて国際整合化を行う。タクシーメーター等の計量器に対する型式承認試験の国際比較に参画する。また4機種別の型式承認に関して OIML 計量証明書の発行を行い、そのうち2機種に対して試験データの受け入れに関する国際相互承認を行う。

《平成15年度計画》

- ・(つくば) 検則 JIS 化に合わせ、技術基準の国際整合化を実現させる。国際文書との調和を達成させながらモジュール型式承認のシステム設計を行う。平成14年度に引き続いて、5機種別の特定計量器に関する技術基準を精査し、運用面での問題点を取りまとめ結果に対する報告書を作成する。また、基準器検査規則等の改定等に伴って生ずる混乱を避けるための措置を講ずる。非自動はかりに関する OIML 証明書については、年度内に2件を発行する予定である。さらに、OIML 証明書の発行可能な特定計量器の検討を行う。
- ・(関西) 検則 JIS 化に合わせ、技術基準の国際整合化を実現させる。ソフト認証に関しては、民間企業との共同研究を推進させる。

【中期計画(参考)】

- ・型式承認に係る技術審査、試験業務に関しては、非自動はかり、燃料油メーターなどを中心として要素型式承認の導入に基づき、試験及び技術審査業務を行う。また基準器検査等の検査業務に関しては、認定事業による校正を導入した新たな検査システムを構築して実施する。

《平成15年度計画》

- ・(つくば) 型式承認については、前年と同様に行う。基準器検査について、平成15年度実施計画変更(1年延長)に伴う実施体制整備を行う。新基準器検査システムに関する調査・設計を行う。検査・試験業務については、前年度もしくはそれ以上の実績を目標とする。また、基準器検査については、基準器の機器類の整備を行うとともに、検査マニュアルを整備する。
- ・(関西) 型式承認については、前年と同様に行う。基準器検査について、平成15年度実施計画変更(1年延長)に伴う実施体制整備を行う。

【中期計画(参考)】

- ・特定計量器のうち、ガスメーター、水道メーター等の4機種について日本工業規格の原案作成を行う。

《平成15年度計画》

- ・7器種全ての計量器については、JIS 原案の策定を行う。また、他の特定計量器約20器種に関する技術基準の JIS 化作業を開始する。タクシーメーターについては、JIS 原案作成委員会を設置し制定する。なお、他の4機種別の特定計量器に加え、追加特定計量器の検討を行い、JIS 化対象範囲の枠を広げる。さらに、特定計量器に関する省令総則については、

最終案を作成する。

(3) 次世代計量標準の開発

国際度量衡委員会(CIPM)の勧告を考慮しつつ先導的な計量標準の技術開発を進め、次世代の計量標準に結実させる。

【中期計画(参考)】

- ・主要な研究課題として、原子泉方式による新時間標準、光周波数計測による高精度広域波長標準、電磁気量に基づく新質量標準、共晶点を利用した超高温温度標準、高温白金抵抗温度計による新国際温度目盛、粘度の新国際標準、高速・高精度の交流電圧標準、イオンビーム堆積物質量標準、情報技術を利用した新しい標準供給方式などを考慮し、適宜柔軟な計画の見直しとチーム編成のもとに技術開発を行う。

《平成15年度計画》

- ・金属(炭化物)一炭素共晶点の不確かさ評価法を確立し、実用化の目処を立て、国際比較を実施する。非線形性評価装置の不確かさ評価及び放射温度計の安定性評価を行う。白金抵抗温度計の銅点での特性評価を行う。高絶縁白金抵抗温度計を製作する。水ヒートパイプ温度制御装置により、ノンユニークネスを測定する。Na ヒートパイプによる温度計比較装置を評価し、高温域のノンユニークネスの測定に着手する。
- ・原子泉周波数標準器の不確かさ評価を完了させ、国際原子時(TAI)の校正を開始する。「高精度な広域波長標準」を目指して、コンパクトなフェムトコムのスペクトル拡大など高度化を進める。光ファイバを利用してフェムトコムを伝送する方式の検討を行う。

(4) 国際計量システムの構築

平成15年度は国際度量衡総会が開催されるので、引き続き、現場での我が国からの発信を増やすよう努力する。国際計量システム構築では、医療・生体での対応方針を明確にしていく。

【中期計画(参考)】

- ・アジアを中心とした開発途上国へ国家標準器の校正サービスを行い、共同研究を推進する。また、技術協力プロジェクトにおける専門家の派遣、技術審査員(ピアレビューアー)の派遣等、相手国の計量システムの構築と向上を支援する。

《平成15年度計画》

- ・タイ国 NIMT 設立支援では JICA プロジェクトを進める。長期専門家の支援、NIMT スタッフ5名の JICA 研修、10名の短期専門家派遣、国内委員会事務局業務を着実に進行。APEC-TILF 基金による APMP の品質システムワークショップと APLMF の法定計量トレーサビリティシンポジウムに協力する。更に、平成16年度の APEC-TILF 資金獲得の努力を行う。ASEAN 標準化 WG へは継続的に協

力し、計量分野での ASEAN 技術協力の方策を考える。

【中期計画（参考）】

- ・国際計量システムの発展に資するため、中国、韓国、欧米先進諸国の研究機関と共同研究・国際比較等を行う。

《平成15年度計画》

- ・国際比較については全体として10以上の CIPM 比較、10以上の APMP 比較に参加する。また、5以上で幹事所を努める。さらに、5以上の2国間比較を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・アジア太平洋計量計画（APMP）で議長国と事務局の役割を務める。また地域計量機関と国際度量衡局（BIPM）の合同委員会（JCRB）に参画する。また、メートル条約の CIPM 諮問委員会で作業部会の議長や委員を引き受ける。

《平成15年度計画》

- ・APMP 事務局を継続するとともに、議長の交替を円滑に行う。APMP ホームページは技術指針等の充実や、オンライン業務での活用を図っていく。シンガポールで開催される19回総会を支援し、その成功につくす。計量標準国際相互承認（MRA）の為に、APMP で不足している国際比較の実施を組織する。引き続き、途上国メンバーとその政府機関に対し、メートル条約加盟と MRA への参加を呼びかけていく。世界レベルでの会議においてはアジアからの発言力の維持・強化に努める。また、各種委員会幹事等、適切な数の役職を確保して貢献する。
- ・CIPM 委員（CCM 議長）を引き続き支援する。また、国際計量機関での役職数の増加を図っていく。

【中期計画（参考）】

- ・国際法定計量機構（OIML）の枠組みの中で、OIML の国際相互承認協定の締結に関し、OIMLTS3/SC5の活動を積極的に進行。また、アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）の議長国と事務局を引き受ける。

《平成15年度計画》

- ・OIML についてはすべての技術文書について作成過程で必要な意見が提出できるよう、外部の国際化対応委員会に協力していく。また、TC/SC での貢献増をはかり、可能であれば議長職を引き受ける。さらに、技術文書についての提案も可能性のある分野で試みる。
- ・APLMF の事務局では、定期刊行物、情報ブックレット発行体制を継続し、ホームページ更新と改良をおこなう。また、作業グループの改廃やその活性化等、必要な組織変更を実施する。トレーニングの組織を行うとともに穀物水分計の技術基準に続く、独自の情報発信を追求する。

(5) 計量の教習と人材の育成

計量研修センター実習棟の環境系実習関連の整備、さくら館の講義及び実習の環境整備を進める。

【中期計画（参考）】

- ・国内向けに年間12000人・日の一般計量の教習、年間4000人・日の環境計量の教習を企画・実施する。環境計量講習に関しては、民間の求めの増大がある場合これに対応する。計量士の再教育制度が設けられる場合には、計量教習機能を強化する。

《平成15年度計画》

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量講習（濃度）、環境計量講習（騒音・振動関係）を合わせて12,000人日以上（必達目標、地方庁の公務員の研修義務の規制緩和に対応して目標の設定を変更する）の教習を企画し実施する。
- ・ダイオキシン類分析事業者のための特定計量証明事業管理者講習を引き続き実施するとともに、分析技術研修を開始する。
- ・平成16年度実施に向けて、地方庁のニーズに的確に対応するため、一般計量関連教習の見直しを行う。

【中期計画（参考）】

- ・年間200人・日の計量技術者研修を企画・実施する。

《平成15年度計画》

- ・計量技術者研修に関しては、計量標準フォーラム・人材育成 WG のアンケート調査結果への対応について検討する。

【中期計画（参考）】

- ・校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための品質システム研修を行う。

《平成15年度計画》

- ・審査員研修に関しては、認定審査員研修を NITE との共催で平成16年初めに行う予定。

【中期計画（参考）】

- ・アジア諸国を中心に JICA 技術協力等に基づき、法定計量と計測技術に関して年間500人・日の技術研修の企画・調整を行う。

《平成15年度計画》

- ・新規発足の JICA アジア太平洋法定計量システム研修（仮称）を、国際標準協力室、計量研修センターと日本計量機器工業連合会等との協力で実施する。また、タイとの二国間技術協力プロジェクトに伴う技術研修への協力を行う。

【中期計画（参考）】

- ・計量の技術分野毎に民間の計量技術者が校正業務、環境計量証明業務の遂行等に際して容易に参照できるような専門技術書（モノグラフ）を企画・編集する。

《平成15年度計画》

- ・技術者向けモノグラフの1巻発行を目指す。

資 料

《別表4》予算

平成15年度予算

(単位：百万円)

区 別	金 額
収入	
運営費交付金	68,411
施設整備費補助金	4,385
受託収入	18,144
うち国からの受託収入	10,105
うちその他からの受託収入	8,039
その他収入	1,902
計	92,842
支出	
業務経費	57,827
うち鉱工業科学技術研究開発関係経費	42,128
地質関係経費	4,897
計量関係経費	6,421
技術指導及び成果の普及関係経費	4,381
施設整備費	4,385
受託経費	16,038
うち中小企業対策関係経費受託	799
石油及びエネルギー需給構造高度化技術開発関係経費受託	2,104
電源多様化技術開発関係経費受託	1,120
特許生物寄託業務関係経費受託	475
原子力関係経費受託	820
公害防止関係経費受託	597
その他受託	10,123
間接経費	14,592
計	92,842

《別表5》収支計画

平成15年度収支計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
費用の部	89,198
經常費用	89,198
鉱工業科学技術研究開発業務費	37,504
地質業務費	4,427
計量業務費	5,651
技術指導及び成果の普及業務費	3,885
受託業務費	12,367
間接経費	12,786
減価償却費	12,573
退職手当引当金繰入	5
財務費用	0
支払利息	0
臨時損失	0
固定資産除却損	0
収益の部	91,559
運営費交付金収益	61,166
国からの受託収入	10,105
その他の受託収入	8,039
その他の収入	1,902
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	10,347
財務収益	0
受取利息	0
臨時収益	0
固定資産売却益	0
純利益	2,361
目的積立金取崩額	0
総利益	2,361

《別表6》資金計画

平成15年度資金計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
資金支出	92,842
業務活動による支出	76,625
鉱工業科学技術研究開発業務費	37,504
地質業務費	4,427
計量業務費	5,651
技術指導及び成果の普及業務費	3,885
受託業務費	12,372
その他の支出	12,786
投資活動による支出	16,217
有形固定資産の取得による支出	16,217
施設整備費の精算による返還金の支出	0
財務活動による支出	0
短期借入金の返済による支出	0
翌年度への繰越金	0
資金収入	92,842
業務活動による収入	88,457
運営費交付金による収入	68,411
国からの受託収入	10,105
その他の受託収入	8,039
その他の収入	1,902
寄付金収入	0
投資活動による収入	4,385
有形固定資産の売却による収入	0
施設整備費による収入	4,385
その他の収入	0
財務活動による収入	0
短期借り入れによる収入	0
前年度 よりの 繰越金	0

6. 職員

平成15年度形態別・機能別職員数

所属名称	役員	職員			総計	
		総数	研究職員			行政職
			(内 招へい 型任期付研 究職員)	(内 若手 型任期付 研究職員)		
理事	11				11	
監事	1				1	
監事監査室		1		3	4	
研究コーディネータ		4			4	
企画本部		61		33	94	
評価部		13		3	16	
環境安全管理部		6		8	14	
業務推進本部業務推進本部				1	1	
深部地質環境研究センター		31		(1) 2	33	
活断層研究センター		13		(2) 1	14	
化学物質リスク管理研究センター		19	(4)	(7) 2	21	
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター		14	(3)	(3) 1	15	
ライフサイクルアセスメント研究センター		9		(4) 1	10	
パワーエレクトロニクス研究センター		13	(2)	(3) 2	15	
生命情報科学研究センター		16	(5)	(10) 2	18	
生物情報解析研究センター		19	(9)	(4) 2	21	
ティッシュエンジニアリング研究センター		10	(1)	(2) 2	12	
ヒューマンストレスシグナル研究センター		12	(4)	(4) 1	13	
強相関電子技術研究センター		13	(1)	(3) 2	15	
次世代半導体研究センター		27	(3)	(3) 6	33	
サイバーアシスト研究センター		11		(5) 1	12	
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター		7	(1)	(1) 1	8	
ものづくり先端技術研究センター		17	(2)	(3) 2	19	
高分子基盤技術研究センター		19	(3)	(5) 2	21	
光反応制御研究センター		24		(6) 2	26	
新炭素系材料開発研究センター		15	(2)	(2) 2	17	
シナジーマテリアル研究センター		14		(2) 2	16	
超臨界流体研究センター		14	(2)	(2) 2	16	
スマートストラクチャー研究センター		14		(4) 1	15	
界面ナノアーキテクトニクス研究センター		19		(3) 2	21	
グリッド研究センター		19	(3)	(3) 1	20	
爆発安全研究センター		15	(1)	(5) 1	16	
糖鎖工学研究センター		24	(3)	(9) 2	26	
年齢軸生命工学研究センター		14	(5)	(2) 2	16	
技術と社会研究センター		3		(1) 1	4	
デジタルヒューマン研究センター		10	(1)	(2) 1	11	
近接場光応用工学研究センター		6		(1) 1	7	
ダイヤモンド研究センター		14	(2)	(4) 1	15	
バイオニクス研究センター		10	(1)	(1) 1	11	
ジーンファンクション研究センター		8	(2)	(1) 1	9	
計測標準研究部門		227	(1)	(13) 3	230	
地球科学情報研究部門		86		(2) 2	88	
地圏資源環境研究部門		64		(4) 2	66	
海洋資源環境研究部門		58		(3) 2	60	
エネルギー利用研究部門		101	(1)	(9) 4	105	
電力エネルギー研究部門		79		(5) 2	81	
環境管理研究部門		69		(7) 2	71	
環境調和技術研究部門		68	(1)	(10) 2	70	

産業技術総合研究所

所属名称	役員	職員				総計
		研究職員			行政職	
		総数	(内 招へい 型任期付研 究職員)	(内 若手 型任期付 研究職員)		
情報処理研究部門		32	(2)	(2)	2	34
知能システム研究部門		70		(6)	2	72
エレクトロニクス研究部門		58		(4)	2	60
光技術研究部門		84		(6)	2	86
人間福祉医工学研究部門		55		(9)	2	57
脳神経情報研究部門		53		(8)	2	55
物質プロセス研究部門		61		(8)	2	63
セラミックス研究部門		63		(6)	2	65
基礎素材研究部門		84		(7)	2	86
機械システム研究部門		51	(1)	(5)	2	53
ナノテクノロジー研究部門		49	(2)	(6)	2	51
計算科学研究部門		26	(1)	(6)	2	28
生物機能工学研究部門		92	(2)	(14)	3	95
人間系特別研究体		31	(1)	(4)	1	32
生活環境系特別研究体		46		(1)	2	48
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ		3				3
ライフエレクトロニクス研究ラボ		10				10
メンブレン化学研究ラボ		16		(2)		16
マイクロ空間化学研究ラボ		6		(1)		6
極微プロファイル計測研究ラボ		7				7
単一分子生体ナノ計測研究ラボ		6	(1)			6
循環バイオマス研究ラボ		7		(1)		7
システム検証研究ラボ		5		(2)		5
フェロー		2				2
先端情報計算センター		3			18	21
特許生物寄託センター		5			3	8
ベンチャー開発戦略研究センター		2			6	8
技術情報部門		16			7	23
産学官連携部門		56			87	143
成果普及部門		32			61	93
国際部門		16			20	36
財務会計部門					84	84
研究環境整備部門					59	59
北海道センター		2				2
東北センター		2				2
つくばセンターつくば中央第二事業所		1				1
つくばセンターつくば中央第三事業所		1				1
つくばセンターつくば中央第五事業所		1				1
つくばセンターつくば中央第六事業所		1				1
つくばセンターつくば中央第七事業所		1				1
つくばセンターつくば西事業所		1				1
臨海副都心センター					1	1
中部センター		1				1
関西センター		1				1
関西センター尼崎事業所		1				1
四国センター		2				2
九州センター		2				2
総数	12	2,377	(73)	(259)	726	3,115

資料

7. 財務諸表

貸借対照表

(平成16年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額
資産の部	
I 流動資産	
現金及び預金	34,608,051,127
研究業務未収金	2,942,170,878
たな卸資産	1,382,119,126
未収金	95,609,877
未収消費税等	3,092,018,962
前払費用	178,577,832
その他流動資産	<u>418,067,218</u>
流動資産合計	42,716,615,020
II 固定資産	
1 有形固定資産	
建物	176,670,373,792
建物減価償却累計額	<u>△18,598,704,661</u>
構築物	17,147,042,910
構築物減価償却累計額	<u>△2,459,559,328</u>
機械及び装置	34,193,183,077
機械及び装置減価償却累計額	<u>△ 3,771,093,052</u>
車両運搬具	113,632,377
車両運搬具減価償却累計額	<u>△ 62,855,354</u>
工具器具備品	128,325,148,217
工具器具備品減価償却累計額	<u>△ 47,754,622,148</u>
土地	114,545,614,731
建設仮勘定	<u>5,623,042,975</u>
有形固定資産合計	403,971,203,536
2 無形固定資産	
産業財産権	30,198,339
電話加入権	63,360,000
産業財産権仮勘定	<u>432,037,962</u>
無形固定資産合計	525,596,301
3 投資その他の資産	
敷金・保証金	77,472,955
互助会預託金	<u>35,119,000</u>
投資その他の資産合計	112,591,955
固定資産合計	<u>404,609,391,792</u>
資産合計	<u><u>447,326,006,812</u></u>

貸借対照表

(平成16年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額
負債の部	
I 流動負債	
運営費交付金債務	2,102,610,187
預り施設費	86,433,352
預り寄付金	13,100,007
一年内返済長期無利子借入金	26,410,478,000
研究業務未払金	8,139,885,534
未払金	28,168,042,473
リース債務	12,683,791
前受金	1,702,183,412
預り金	243,405,681
流動負債合計	66,878,822,437
II 固定負債	
長期リース債務	6,847,767
資産見返負債	
資産見返運営費交付金	16,964,109,216
資産見返補助金等	3,798,264
資産見返寄付金	765,371
建設仮勘定見返運営費交付金	121,090,477
建設仮勘定見返施設費	5,464,171,233
資産見返物品受贈額	11,530,762,235
長期無利子借入金	52,662,887,500
引当金	
退職給付引当金	26,760,073
固定負債合計	86,781,192,136
負債合計	153,660,014,573
資本の部	
I 資本金	
政府出資金	286,086,122,813
資本金合計	286,086,122,813
II 資本剰余金	
資本剰余金	28,549,227,793
損益外減価償却累計額 (△)	△ 34,165,990,567
資本剰余金合計	△ 5,616,762,774
III 利益剰余金	
研究施設等整備積立金	144,854,149
積立金	10,499,447,631
当期末処分利益	2,552,330,420
(うち当期総利益 2,552,330,420)	
利益剰余金合計	13,196,632,200
資本合計	293,665,992,239
負債資本合計	447,326,006,812

資料

損益計算書

(平成15年4月1日～平成16年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額	
経常費用		
研究業務費		
人件費 *1	35,725,534,943	
減価償却費	13,315,127,855	
その他の研究業務費 *2	<u>30,527,101,358</u>	79,567,764,156
一般管理費		
人件費 *3	6,402,865,208	
減価償却費	386,395,068	
その他の一般管理費 *4	<u>5,827,160,407</u>	12,616,420,683
財務費用		
支払利息	1,187,692	
その他財務費用	<u>202,084</u>	<u>1,389,776</u>
経常費用合計		92,185,574,615
経常収益		
運営費交付金収益		
運営費交付金戻入	60,644,154,538	
資産見返運営費交付金戻入	<u>3,215,678,345</u>	63,859,832,883
物品受贈収益		7,458,124,531
知的所有権収益		404,300,799
研究収益		2,099,775,127
受託収益		
国及び地方公共団体	17,383,774,503	
その他の団体	<u>1,221,162,031</u>	18,604,936,534
寄付金収益		11,145,007
補助金等収益		23,279,897
財務収益		
受取利息	284,260	
その他財務収益	<u>3,047</u>	287,307
雑益 *5		
建物及び物件貸付料	2,018,132,314	
その他雑益	<u>248,389,156</u>	<u>2,266,521,470</u>
経常収益合計		<u>94,728,203,555</u>
経常利益		2,542,628,940
臨時損失		
固定資産除却損		371,473,562
会計基準変更時差異処理額 *6		<u>7,470,629</u>
臨時損失合計		378,944,191
臨時利益		
資産見返運営費交付金戻入		8,858,147
物品受贈収益		353,673,327
その他の臨時利益		<u>26,114,197</u>
臨時利益合計		<u>388,645,671</u>
当期純利益		<u>2,552,330,420</u>
当期総利益		<u><u>2,552,330,420</u></u>

キャッシュ・フロー計算書

(平成15年4月1日～平成16年3月31日)

(単位：円)

項 目	金 額
I 業務活動によるキャッシュ・フロー	
研究業務支出	△ 34,039,998,027
人件費支出	△ 42,204,489,656
消費税等支払額	△ 606,080,000
その他の業務支出	△5,749,270,471
運営費交付金収入	68,411,330,000
受託収入	23,986,024,477
手数料収入	63,722,135
寄付金収入	14,555,319
補助金等収入	27,078,161
知的所有権収入	121,090,609
建物及び物件貸付料	2,057,603,110
その他の業務収入	2,460,548,929
小 計	14,542,114,586
利息の受取額	284,260
利息の支払額	△ 1,187,692
業務活動によるキャッシュ・フロー	14,541,211,154
II 投資活動によるキャッシュ・フロー	
有形固定資産の取得による支出	△ 81,170,410,570
無形固定資産の取得による支出	△ 477,427,306
有形固定資産の売却による収入	2,020,817
施設費による収入	21,542,261,531
その他の投資支出	△ 39,928,959
投資活動によるキャッシュ・フロー	△ 60,143,484,487
III 財務活動によるキャッシュ・フロー	
ファイナンス・リース債務の返済による支出	△ 49,065,562
無利子借入金による収入	32,782,041,500
財務活動によるキャッシュ・フロー	32,732,975,938
IV 資金に係る換算差額	—
V 資金減少額	△ 12,869,297,395
VI 資金期首残高	47,477,348,522
VII 資金期末残高	34,608,051,127

資料

利益の処分に関する書類

(平成16年10月6日)

(単位：円)

科 目	金 額	
I 当期末処分利益		
当期総利益	<u>2,552,330,420</u>	2,552,330,420
II 利益処分類		
積立金	2,461,146,935	
独立行政法人通則法第44条第3項により 主務大臣の承認を受けた額		
研究施設等整備積立金	<u>91,183,485</u>	<u>91,183,485</u>
		<u>2,552,330,420</u>

行政サービス実施コスト計算書

(平成15年4月1日～平成16年3月31日)

(単位：円)

項 目	金 額	
I 業務費用		
(1) 損益計算書上の費用		
研究業務費	79,567,764,156	
一般管理費	12,616,420,683	
財務費用	1,389,776	
臨時損失	<u>378,944,191</u>	92,564,518,806
(2) (控除) 自己収入等		
物品受贈収益	△ 1,378,560,015	
知的所有権収益	△ 404,300,799	
研究収益	△ 2,099,775,127	
受託収益	△ 18,604,936,534	
寄付金収益	△ 11,145,007	
財務収益	△ 287,307	
雑益	△ 2,266,521,470	
臨時利益	△ 29,153,299	△ 24,794,679,558
業務費用合計		67,769,839,248
II 損益外減価償却相当額		
損益外減価償却相当額	18,308,985,535	
損益外固定資産除却相当額	<u>1,795,787,341</u>	20,104,772,876
III 引当外退職給付増加見積額		6,778,357,291
IV 機会費用		
国又は地方公共団体財産の無償 又は減額された使用料による 貸借取引の機会費用	391,011,194	
政府出資又は地方公共団体出資等の 機会費用	3,945,610,386	
無利子又は通常よりも有利な条件 による融資取引の機会費用	<u>899,491,647</u>	5,236,113,227
V (控除) 法人税等及び国庫納付額		—
VI 行政サービス実施コスト		<u>99,889,082,642</u>

注 記 事 項

I. 重要な会計方針

当事業年度より、改訂後の独立行政法人会計基準を適用しております。

1. 運営費交付金収益の計上基準

費用進行基準を採用しております。

2. 減価償却の会計処理方法

(1) 有形固定資産

定額法を採用しております。

なお、主な耐用年数は以下のとおりであります。

建物 10～50年

構築物 10～50年

機械及び装置 20～30年

車両運搬具 2～6年

工具器具備品 2～15年

また、特定の償却資産（独立行政法人会計基準第86）の減価償却相当額については、損益外減価償却累計額として資本剰余金から控除して表示しております。

(2) 無形固定資産

定額法を採用しております。

なお、産業財産権については、8年で償却しております。

3. 退職給付に係る引当金及び見積額の計上基準

自己収入により退職給付を措置する場合には、当事業年度末における退職給付債務の見込額に基づき計上しております。なお、過去勤務債務及び数理計算上の差異は、発生年度において全額費用処理することとしております。

運営費交付金により退職給付の財源措置がなされる場合には引当金を計上しておりません。

また、行政サービス実施コスト計算書における引当外退職給付見積額は、事業年度末に在職する役職員について、当事業年度末の退職給付見積額から前事業年度末の退職給付見積額を控除した額から、業務費用として計上されている退職給与の額を控除して計算しております。なお、退職給付見積額のうち役員分については、事業年度末における退職手当要支給額に基づき算定しております。

4. たな卸資産の評価基準及び評価方法

共通消耗品については、移動平均法に基づく低価法により評価しております。また、仕掛品については、個別法に基づく低価法により評価しております。

5. 外貨建資産及び負債の本邦通貨への換算基準

外貨建金銭債権債務は、期末日の直物為替相場により円貨に換算し、換算差額は損益として処理しております。

6. 行政サービス実施コスト計算書における機会費用の計上方法

(1) 国又は地方公共団体財産の無償又は減額された使用料による貸借取引の機会費用の算定方法

近隣の地代や賃貸料を参考に計算しております。

(2) 政府出資又は地方公共団体出資等の機会費用の計算に使用した利率

10年もの国債の平成16年3月末利回りを参考に1.435%で計算しております。

(3) 政府又は地方公共団体から無利子又は通常よりも有利な条件による融資取引の機会費用の計算に使用した利率

10年もの国債の平成16年3月末利回りを参考に1.435%で計算しております。

7. リース取引の処理方法

リース料総額が300万円以上のファイナンス・リース取引については、通常の売買取引に係る方法に準じた会計処理によっております。

資料

リース料総額が300万円未満のファイナンス・リース取引については、通常の賃貸借取引に係る方法に準じた会計処理によっております。

8. 消費税等の会計処理

消費税等の会計処理は、税抜方式によっております。なお、資産に係る控除対象外消費税は発生年度の期間費用としております。ただし、個々の資産に対応すべき金額が合理的に算定可能なものについては、取得原価に算入してあります。

II. 重要な会計方針の変更

1. 自己創設の産業財産権の会計処理

従来、自己創設の産業財産権の取得に係る支出については支出時に費用処理しておりましたが、独立行政法人会計基準の改訂に伴い、当事業年度から資産計上する方法に変更しております。この結果、前事業年度と同一の方法によった場合に比べ、研究業務費が462,236,301円減少し、産業財産権が30,198,339円、産業財産権仮勘定が432,037,962円増加しております。なお、この変更が経常利益及び当期純利益に与える影響はありません。

2. 退職給付に係る引当金及び見積額の会計処理

従来、退職給付に係る引当金及び見積額は、事業年度末における自己都合退職手当要支給額に基づき計上しておりましたが、独立行政法人会計基準の改訂に伴い、当事業年度から退職給付債務の見込額に基づき計上しております。この結果、前事業年度と同一の方法によった場合に比べ、経常利益は5,996,202円、当期純利益は13,466,831円減少し、行政サービス実施コスト（引当外退職給付増加見積額）は10,637,835,760円増加しております。

3. 引当外退職給付増加見積額の処理

従来、行政サービス実施コスト計算書における引当外退職給付増加見積額については、各事業年度末の自己都合退職手当要支給額の差額を計上しておりましたが、独立行政法人会計基準の改訂に伴い、当事業年度から、事業年度末に在職する役職員について、当事業年度末の退職給付見積額から前事業年度末の退職給付見積額を控除した額から、業務費用として計上されている退職給与の額を控除して計算する方法に変更しております。この結果、前事業年度と同一の方法によった場合に比べ、行政サービス実施コストが3,215,110,067円減少しております。

4. 公有財産の貸借取引から生じる機会費用の処理

従来、公有財産の貸借取引から生じる機会費用については、国有財産の無償使用から生じる機会費用として計算しておりましたが、独立行政法人会計基準の改訂に伴い、当事業年度から国又は地方公共団体の財産の無償又は減額された使用料による貸借取引の機会費用として計算する方法に変更し、行政サービス実施コスト上の表示科目名も変更しております。この結果、前事業年度と同一の方法によった場合に比べ、行政サービス実施コストが155,748,264円増加しております。

5. 無利子又は通常よりも有利な条件による融資取引から生じる機会費用の処理

従来、無利子又は通常よりも有利な条件による融資取引の機会費用については、行政サービス実施コスト計算書に計上していませんでしたが、独立行政法人会計基準の改訂に伴い、当事業年度より計上する方法に変更しております。この結果、前事業年度と同一の方法によった場合に比べ、行政サービス実施コストが899,491,647円増加しております。

6. 建設仮勘定見返負債

従来、建設仮勘定見返負債の計上は行っておりませんでした。独立行政法人会計基準の改訂に伴い、当事業年度より、長期の契約により固定資産を取得する場合であって、当該契約に基づき前払金又は部分払金を支払うときは、取得財源ごとにその金額を建設仮勘定見返負債に振り替える方法に変更しております。この結果、前事業年度と同一の方法によった場合に比べ、運営費交付金債務は121,090,477円、預り施設費は5,464,171,233円減少し、建設仮勘定見返運営費交付金は121,090,477円、建設仮勘定見返施設費は5,464,171,233円増加しております。

Ⅲ. 貸借対照表

運営費交付金から充当されるべき退職給付の見積額は38,089,594,389円です。

Ⅳ. 損益計算書

*1 研究業務費 人件費の内訳

役員報酬	98,890,104円
給与及び手当	17,397,574,779円
賞与	5,961,292,985円
法定福利費	2,805,777,633円
退職金費用	2,709,798,852円
非常勤職員給与及び手当	5,721,321,496円
その他の人件費	1,030,879,094円

*2 その他の研究業務費のうち主要な費目および金額

消耗品費	9,706,549,125円
技術委託費	3,659,659,120円
ソフトウェア費	2,814,803,171円
保守費	2,621,460,006円
旅費交通費	2,015,424,286円

*3 一般管理費 人件費の内訳

役員報酬	74,537,058円
給与及び手当	3,251,683,296円
賞与	1,107,019,949円
法定福利費	480,684,124円
退職金費用	635,691,987円
非常勤職員給与及び手当	712,485,801円
その他の人件費	140,762,993円

*4 その他の一般管理費のうち主要な費目および金額

保守費	2,073,197,167円
電気料	692,447,189円
ソフトウェア費	479,562,791円

*5 記載項目の変更

「建物及び物件貸付料」は、前事業年度においては「雑益」に含めて記載しておりましたが、当事業年度において区分掲記いたしました。なお、前事業年度における「建物及び物件貸付料」の金額は757,075,669円であります。

*6 会計基準変更時差異処理額

当事業年度から退職給付に係る引当金を退職給付債務の見込額に基づき計上する方法に変更したことによるものであり、期首時点の退職給付債務見込額と前事業年度末に計上されていた退職手当引当金の差額により算定しております。

Ⅴ. キャッシュフロー計算書

1. 資金の期末残高の貸借対照表科目別の内訳

現金及び預金	<u>34,608,051,127円</u>
資金期末残高	<u>34,608,051,127円</u>

資 料

2. 重要な非資金取引

現物出資の受け入れによる資産の取得	13,203,801,450円
無償譲渡等による資産の取得	<u>3,023,858,442円</u>
	<u>16,227,659,892円</u>

VI. 退職給付関係

1. 採用している退職給付制度の概要

役員は産業技術総合研究所役員退職手当規程に、職員は国家公務員退職手当法に基づき給付します。

2. 退職給付債務に関する事項（平成16年3月31日現在）

退職給付債務	△ 26,760,073円
会計基準変更時差異の未処理額	－円
未認識数理計算上の差異	－円
未認識過去勤務債務	－円
退職給付引当金	<u>△ 26,760,073円</u>

3. 退職給付費用に関する事項（自平成15年4月1日至平成16年3月31日）

勤務費用	7,995,807円
利息費用	192,944円
会計基準変更時差異の費用処理額	7,470,629円
数理計算上の差異の費用処理額	6,512,358円
過去勤務債務の費用処理額	－円
退職給付費用	<u>22,171,738円</u>

4. 退職給付債務等の計算の基礎に関する事項

退職給付見込額の期間配分方法	期間定額基準
割引率	1.6%
過去勤務債務の額の処理年数	－
数理計算上の差異の処理年数	発生年度において費用処理することとしております。
会計基準変更時差異の処理年数	発生年度において費用処理することとしております。

VII. 重要な債務負担行為

当事業年度内に契約済（1億円以上）であるが、年度末時点において未履行のものは以下のとおりです。

	契約金額	翌期以降の支払金額
1. バイオ・IT 融合研究施設建築工事	5,145,000,000円	3,087,000,000円
2. バイオ・IT 融合研究施設機械設備（空調）工事	2,835,000,000円	1,701,000,000円
3. バイオ・IT 融合研究施設電気設備（電力）工事	1,575,000,000円	945,000,000円
4. バイオ・IT 融合研究施設機械設備（衛生）工事	1,018,500,000円	611,100,000円
5. つくば中央地区ナトリウム・硫黄電池設置工事	593,250,000円	593,250,000円
6. タンパク質翻訳後修飾分析装置	560,000,000円	560,000,000円
7. ハイブリッド型質量分析装置	560,000,000円	560,000,000円
8. バイオ・IT 融合研究施設電気設備（通信）工事	409,500,000円	245,700,000円
9. つくば中央第7事業所改修機械設備その他工事（特殊空調）	298,200,000円	298,200,000円
10. バイオ・IT 融合研究施設電気設備（特高受変電）工事	258,300,000円	154,980,000円
11. つくば中央第5事業所改修機械設備その他工事（特殊空調）	257,250,000円	257,250,000円
12. つくば中央・東地区エネルギーモニタリングシステム設置工事	237,300,000円	237,300,000円
13. バイオ・IT 融合研究施設エレベーター設備工事	221,550,000円	132,930,000円
14. レドックスフロー電池設備設置工事	201,400,000円	201,400,000円
15. A.A.P.G.Bulletin 他	164,355,232円	164,355,232円

16. 北海道センター閉鎖型組み換え温室設置工事	155,400,000円	96,400,000円
17. AATTC Review (Textile Chemist and Colorist) 他	127,329,656円	127,329,656円
18. 軽量金属連続鋳造装置	126,000,000円	126,000,000円
19. つくば中央第2事業所他特殊空調改修事業設計委託業務	115,500,000円	115,500,000円
20. バイオ・IT 融合研究施設整備事業工事監理業務	115,500,000円	115,500,000円
21. 高周波電気標準・測定装置	104,122,725円	104,122,725円

VIII. 重要な後発事項

該当事項はありません。

附属明細書

1. 固定資産の取得及び処分並びに減価償却費（「第86特定の償却資産の減価に係る会計処理」による損益外減価償却相当額を含む。）の明細

(単位：円)

資産の種類	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	減価償却累計額		差引当期末残高	摘要
					減価償却額	当期償却額		
有形固定資産	1,095,948,284	859,520,454	-	1,955,468,738	147,427,616	91,535,795	1,808,041,122	
(償却費損益内)	318,053,722	72,993,680	-	391,047,402	30,754,612	24,384,184	360,292,790	
機械及び装置	400,944,393	111,825,746	-	512,770,139	34,986,502	23,894,513	477,783,637	
車両運搬具	96,369,477	17,262,900	-	113,632,377	62,855,354	18,208,436	50,777,023	
工具器具備品	61,218,993,295	16,914,185,554	1,207,749,900	76,925,428,949	38,204,819,892	13,576,567,278	38,720,609,057	
計	63,130,309,171	17,975,788,334	1,207,749,900	79,898,347,605	38,480,843,976	13,734,590,206	41,417,503,629	
有形固定資産	132,261,025,147	44,130,776,489	1,676,896,582	174,714,905,054	18,451,277,045	7,018,892,249	156,263,628,009	
(償却費損益外)	13,670,238,526	3,303,745,778	217,988,796	16,755,995,508	2,428,804,716	867,086,730	14,327,190,792	
機械及び装置	26,968,095,769	7,081,327,455	369,010,286	33,680,412,938	3,736,106,550	1,497,765,938	29,944,306,388	
工具器具備品	33,309,958,180	18,082,861,088	-	51,392,819,268	9,549,802,256	8,925,240,618	41,843,017,012	
計	206,209,317,622	72,598,710,810	2,263,895,664	276,544,132,768	34,165,990,567	18,308,985,535	242,378,142,201	
非償却資産	6,900,000	-	-	6,900,000	-	-	6,900,000	
土地	110,061,283,669	4,484,331,062	-	114,545,614,731	-	-	114,545,614,731	
建設仮勘定	10,904,742,927	55,380,033,860	60,661,733,812	5,623,042,975	-	-	5,623,042,975	
計	120,972,926,596	59,864,364,922	60,661,733,812	120,175,557,706	-	-	120,175,557,706	
有形固定資産合計	133,356,973,431	44,990,296,943	1,676,896,582	176,670,373,792	18,598,704,661	7,110,428,044	158,071,669,131	
構築物	13,988,292,248	3,376,739,458	217,988,796	17,147,042,910	2,459,559,328	891,470,914	14,687,483,582	
機械及び装置	27,369,040,162	7,193,153,201	369,010,286	34,193,183,077	3,771,093,052	1,521,660,451	30,422,090,025	
車両運搬具	96,369,477	17,262,900	-	113,632,377	62,855,354	18,208,436	50,777,023	
工具器具備品	94,535,851,475	34,997,046,642	1,207,749,900	128,325,148,217	47,754,622,148	22,501,807,896	80,570,526,069	
土地	110,061,283,669	4,484,331,062	-	114,545,614,731	-	-	114,545,614,731	
建設仮勘定	10,904,742,927	55,380,033,860	60,661,733,812	5,623,042,975	-	-	5,623,042,975	
計	390,312,553,389	150,438,864,066	64,133,379,376	476,618,038,079	72,646,834,543	32,043,575,741	403,971,203,536	
無形固定資産	-	31,607,896	-	31,607,896	1,409,557	1,409,557	30,198,339	
産業財産権	-	-	-	-	-	-	-	
借地権	1,769,408,804	-	1,769,408,804	-	-	-	-	
電話加入権	63,360,000	-	-	63,360,000	-	-	63,360,000	
産業財産権仮勘定	-	432,037,962	-	432,037,962	-	-	432,037,962	
計	1,832,768,804	463,645,858	1,769,408,804	527,005,858	1,409,557	1,409,557	525,596,301	
投資その他の資産	46,870,996	30,601,959	-	77,472,955	-	-	77,472,955	
長期前払費用	33,343,174	-	33,343,174	-	-	-	-	
互助会預託金	25,792,000	9,327,000	-	35,119,000	-	-	35,119,000	
計	106,006,170	39,928,959	33,343,174	112,591,955	-	-	112,591,955	

2. たな卸資産の明細

(単位：円)

種 類	期首残高	当期増加額		当期減少額		期末残高	摘 要
		当期購入・製造・振替	その他	払出・振替	その他		
共通消耗品	58,687,852	34,166,473	-	40,266,020	-	52,588,305	
仕 掛 品	90,103,358	1,329,530,821	-	90,103,358	-	1,329,530,821	
合 計	148,791,210	1,363,697,294	-	130,369,378	-	1,382,119,126	

3. 有価証券の明細

該当事項はありません。

4. 長期貸付金の明細

該当事項はありません。

5. 長期借入金の明細

(単位：円)

区分	期首残高	当期増加	当期減少	期末残高	平均利率 (%)	返済期限	摘要
NTT 無利子借入金	46,291,324,000	32,782,041,500	26,410,478,000	52,662,887,500	-	平成19年3月	
計	46,291,324,000	32,782,041,500	26,410,478,000	52,662,887,500			

6. 債務の明細

該当事項は、ありません。

7. 引当金の明細

該当事項は、ありません。

8. 貸付金等に対する貸倒引当金の明細

該当事項は、ありません。

9. 退職給付引当金の明細

(単位：円)

区 分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要
退職給付債務合計額	4,588,335	22,360,498	188,760	26,760,073	
退職一時金に係る債務	4,588,335	22,360,498	188,760	26,760,073	
厚生年金基金に係る債務					
整理資源負担金に係る債務					
恩給負担金に係る債務					
未認識過去勤務債務及び未認識 数理計算上の差異					
年金資産					
退職給付引当金	4,588,335	22,360,498	188,760	26,760,073	

資 料

10. 法令に基づく引当金の明細

該当事項はありません。

11. 保証債務の明細

該当事項はありません。

12. 資本金及び資本剰余金の明細

(単位：円)

区 分		期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要
資本金	政府出資金	272,882,321,363	13,203,801,450	0	286,086,122,813	増加理由：独立行政法人産業技術総合研究所法附則第6条に規定する追加出資。
	計	272,882,321,363	13,203,801,450	0	286,086,122,813	
資 本 剰 余 金	資本剰余金					
	運営費交付金	0	77,472,955	0	77,472,955	増加理由：敷金・保証金を取得
	施設整備費補助金	10,471,154,033	16,687,715,211	0	27,158,869,244	増加理由：施設整備費補助金による資産取得。
	政府出資	△387,655,698	0	139,127,512	△526,783,210	減少理由：政府出資財産の除却。
	無償譲与	1,839,668,804	0	0	1,839,668,804	
	計	11,923,167,139	16,765,188,166	139,127,512	28,549,227,793	
	損益外減価償却累計額	16,325,113,355	18,308,985,535	468,108,323	34,165,990,567	増加理由：独立行政法人会計基準第86に特定された固定資産の減価償却費相当額。 減少理由：政府出資財産の徐却。
	差引計	△4,401,946,216	△1,543,797,369	△328,980,811	△5,616,762,774	

13. 積立金の明細

(単位：円)

区 分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要
通則法44条1項積立金	5,319,223,169	5,180,224,462	-	10,499,447,631	※注1
通則法44条3項積立金 (研究施設等整備積立金)	21,444,593	123,409,556	-	144,854,149	※注1

※注1 当期増加額は、平成14年度の利益処分によるものであります。

14. 目的積立金の取崩しの明細

該当事項はありません。

15. 運営費交付金債務及び運営費交付金収益の明細

(1) 運営費交付金債務

(単位：円)

交付年度	期首残高	交 付 金 当期交付額	当 期 振 替 額				期末残高
			運営費交付金 戻 入	資 産 見 返 運営費交付金	資本剰余金	小 計	
平成13年度	-	-	-	-	-	-	-
平成14年度	3,774,165,791	-	1,842,699,254	1,884,595,541	46,870,996	3,774,165,791	-
平成15年度	-	68,411,330,000	58,801,455,284	7,476,662,570	30,601,959	66,308,719,813	2,102,610,187
合 計	3,774,165,791	68,411,330,000	60,644,154,538	9,361,258,111	77,472,955	70,082,885,604	2,102,610,187

(2) 運営費交付金収益

業務等の区分を行っていないため、作成しておりません。

16. 運営費交付金以外の国等からの財源措置の明細

16-1 施設費の明細

(単位：円)

区 分	当期交付額	左の会計処理内訳			摘 要
		建設仮勘定 見返施設費	資本剰余金	その他	
平成13年度施設整備費補助金	1,999,662,031	-	1,999,662,031	-	
計	1,999,662,031	-	1,999,662,031	-	

16-2 補助金等の明細

(単位：円)

区 分	当期交付額	左の会計処理内訳					摘 要
		建設仮勘定 補助金等	資産見返 補助金等	資本剰余金	長期預り 補助金等	収益計上	
平成15年度研究協力事業助成 金（研究協力事業費補助金）	27,078,161	-	4,024,650	-	-	23,053,511	
計	27,078,161	-	4,024,650	-	-	23,053,511	

17. 役員及び職員の給与の明細

(単位：千円、人)

区 分	報酬又は給与		退職手当	
	支 給 額	支 給 人 員	支 給 額	支 給 人 員
役 員	(1,200) 209,254	(1) 12	(-) 8,243	(-) 1
職 員	(7,031,900) 30,368,889	(2,633) 3,114	(120,248) 3,216,998	(1,236) 114
合 計	(7,033,100) 30,578,144	(2,634) 3,126	(120,248) 3,225,242	(1,236) 115

(1) 役員に対する報酬等の支給基準

独立行政法人産業技術総合研究所役員給与規程に基づき支給しております。

(2) 職員に対する給与の支給基準

独立行政法人産業技術総合研究所職員給与規程に基づき支給しております。

また、非常勤職員については、独立行政法人産業技術総合研究所非常勤職員給与規程に基づき支給しております。

(3) 役員の期末現在の人数と上表の支給人員数に相違はありません。

(4) 役員及び職員の報酬又は給与の支給人員数は、年間平均支給人員となっております。

(5) 非常勤の役員及び職員は、外数として()で記載しております。

(6) 損益計算書上の「人件費」には福利厚生費、人材派遣人件費等1,171,642千円が含まれているため本表の支給額合計とは一致しておりません。

資 料

18. 開示すべきセグメント情報

(単位：円)

	第1号業務	第2号業務	第3号業務	第4号業務	計	法人共通	合計
事業費用	61,334,065,785	5,317,911,332	7,435,860,336	5,480,930,414	79,568,767,867	12,616,806,748	92,185,574,615
事業収益	65,846,213,265	5,424,494,538	7,567,659,165	5,966,237,438	84,804,604,406	9,923,599,149	94,728,203,555
事業損益	4,512,147,480	106,583,206	131,798,829	485,307,024	5,235,836,539	△ 2,693,207,599	2,542,628,940
総資産	35,995,788,603	1,456,639,647	4,603,734,072	1,927,536,253	43,983,698,575	403,342,308,237	447,326,006,812

(1) セグメント区分の方法

セグメントを業務に応じて1号から4号に区分しております。

(2) セグメントごとの業務内容

独立行政法人産業技術総合研究所法第11条第1項各号に掲げる下記の各業務

第1号業務：鉱工業の科学技術に関する研究及び開発並びにこれらに関連する業務を行うこと

第2号業務：地質の調査を行うこと

第3号業務：計量の標準を設定すること、計量器の検定、検査、研究及び開発並びにこれらに関連する業務を行うこと

並びに計量に関する教習を行うこと

第4号業務：前3号の業務に係る技術指導及び成果の普及を行うこと

(3) 事業費用のうち、法人共通は配賦不能の費用であり、その主なものは管理部門の経費であります。

(4) 総資産のうち、法人共通は各セグメントに配賦しなかった資産であり、その主なものは現物出資資産および現預金であります。

(5) 各セグメントにおける損益外減価償却相当額は以下のとおりとなっております。

(単位：円)

	第1号業務	第2号業務	第3号業務	第4号業務	計	法人共通	合計
損益外減価償却相当額	-	-	-	-	-	18,308,985,535	18,308,985,535

(6) 重要な会計方針の変更

① 自己創設の産業財産権の会計処理

注記事項「Ⅱ. 重要な会計方針の変更」に記載のとおり、当事業年度から自己創設の産業財産権の取得に係る支出について資産計上する方法に変更いたしました。

この変更に伴い、従来と同一の方法によった場合に比べ、当事業年度の事業費用は、第1号業務が19,233,498円、第4号業務が443,002,803円減少し、総資産は、それぞれ同額増額しております。なお、事情損益に与える影響はありません。

② 退職給付に係る引当金の会計処理

注記事項「Ⅱ. 重要な会計方針の変更」に記載のとおり、当事業年度から退職給付債務の見込額に基づき退職給付引当金を計上する方法に変更いたしました。

この変更に伴い、従来と同一の方法によった場合に比べ、当事業年度の事業費用は、第1号業務が5,748,731円、第4号業務が247,471円増加し、事業損益がそれぞれ同額減少しております。

19. 上記以外の主な資産、負債、費用及び収益の明細

該当事項はありません。

独立行政法人産業技術総合研究所

平成15年度決算報告書

(単位：円)

収入	区分	予算金額	決算金額	差額	備考	
運営費交付金 施設整備費補助金 無利子借入金 受託収入	国からの受託収入	68,411,330,000	68,411,330,000	—	(注1)	
	その他の受託収入	4,385,000,000	21,363,633,031	16,978,633,031	(注2)	
		—	32,782,041,500	32,782,041,500	(注3)	
		18,144,064,000	20,965,165,411	2,821,101,411		
その他収入		10,105,064,000	11,528,514,996	1,423,450,996		
		8,039,000,000	9,436,650,415	1,397,650,415		
		1,901,377,000	7,742,390,662	5,841,013,662	(注4)	
計		92,841,771,000	151,264,560,604	58,422,789,604		
支出	業務経費	鉱工業科学技術研究開発関係経費	57,827,081,000	64,028,084,942	6,201,003,942	(注5)
		地質関係経費	42,127,647,000	48,935,019,973	6,807,372,973	
		計量関係経費	4,896,978,000	4,380,435,247	△516,542,753	
		技術指導及び成果の普及関係経費	6,421,506,000	6,006,109,887	△415,396,113	
	施設整備費		4,380,950,000	4,706,519,835	325,569,835	
			4,385,000,000	56,726,421,896	52,341,421,896	(注6)
	受託経費	中小企業対策関係経費受託	16,037,689,000	19,054,555,679	3,016,866,679	(注7)
		石油及びエネルギー供給構造高度化技術開発関係経費受託	799,034,000	754,196,064	△44,837,936	
		電源多様化技術開発関係経費受託	2,103,972,000	1,909,114,047	△194,857,953	
		特許生物寄託業務関係経費受託	1,120,065,000	954,746,975	△165,318,025	
間接経費	原子力関係経費受託	474,883,000	447,665,176	△27,217,824		
	公害防止関係経費受託	820,243,000	759,420,766	△60,822,234		
	その他受託	596,819,000	633,582,110	36,763,110		
		10,122,673,000	13,595,830,541	3,473,157,541		
計	14,592,001,000	13,609,153,249	△982,847,751			
計	92,841,771,000	153,418,215,766	60,576,444,766			

(1) 区分は、年度計画に記載されている予算区分であります。
 (2) 予算金額は、当該年度の年度計画に記載されている予算金額であります。
 (3) 決算額は、収入については現金預金の収入額に期末の未収金等を加減したものを記載し、支出については、現金預金の支出額に期末の未払金等を加減したものを記載しております。
 (4) 予算額と決算額の差額の説明
 (注1) 施設整備費補助金の収入決算額は、13年度に交付決定を受けて当年度に概算私を受けた額並びに14年度に交付決定を受けて当年度に概算私を受けた額を含んでいるため、予算金額に比して決算金額が多額となっております。
 (注2) 無利子借入金の収入決算額は、13年度に交付決定を受けて当年度に概算私を受けた額を含んでいるため、予算金額に比して決算金額が多額となっております。
 (注3) 予算段階では予定していなかった国の各組織、特殊法人及び民間からの受託研究の獲得に努めたため予算金額に比して決算金額が多額となっております。
 (注4) 予算段階では予定していなかったその他収入により予算金額に比して決算金額が多額となっております。主なものに資金提供型共同研究による収入、選付消費税があります。
 (注5) 業務経費については、主として次の理由により、予算金額に比して決算金額が多額となっております。
 前年度の運営費交付金の繰越金が支出されたため
 収入面でのその他収入が予算金額に比して多額となったことに伴う影響
 (注6) 施設整備費については、13年度及び14年度に交付決定を受けた補助事業の実施による支出した額として支出した額を含んでおり、予算金額に比して決算金額が多額となっております。
 (注7) 受託経費については、注3に示した理由により、予算金額に比して決算金額が多額となっております。

8. 窓 口

ー総合お問い合わせー

- 総合お問い合わせメールアドレス
webmaster@aist.go.jp

メールでのお問い合わせ範囲

- ・産総研へのご意見・ご要望
- ・産総研ホームページ内容に対する質問、コメント
- ・研究内容に関する質問
- ・産総研 HP へのリンク希望の方

- 総合案内窓口 (TEL 029-861-9000)

電話番号案内・部署案内等

受付時間：月～金 8:30～17:30（祝日を除く）

東京本部	TEL:03-5501-0901
北海道センター業務室	TEL:011-857-8411
東北センター業務推進室	TEL:022-237-5211
つくばセンター	TEL:029-861-2000
臨海副都心センター業務推進室	TEL:03-3599-8001
中部センター業務室	TEL:052-736-7001
関西センター業務室	TEL:072-751-9601
尼崎事業所 尼崎業務推進室	TEL:06-6494-7854
四国センター業務推進室	TEL:087-869-3510
中国センター業務推進室	TEL:0823-72-1116
九州センター業務推進室	TEL:0942-81-3600

ー個別お問い合わせー

産総研へのお問い合わせは各窓口の事項を確認の上、
お願い致します。

情報公開に関するお問い合わせ

- 情報公開窓口

情報公開推進室	TEL:03-5501-2782 (東京)
	TEL:029-861-2177 (つくば)
	TEL:011-857-8902 (北海道)
	TEL:022-231-5123 (東北)
	TEL:03-3599-8360 (臨海副都心)
	TEL:052-736-7352 (中部)
	TEL:072-751-4700 (関西)
	TEL:0823-72-1158 (中国)
	TEL:087-869-4101 (四国)
	TEL:0942-81-4050 (九州)

- 技術相談

産学官連携部門つくばセンター

地域連携室

ものづくり基盤技術支援室

TEL:029-862-6201～6204
FAX:029-862-6146

地質標本館 地質相談所

(地質関係相談)
TEL:029-861-3540
FAX:029-861-3569

計量標準管理センター

標準供給保証室

(計量関係相談)
TEL:029-861-4346
FAX:029-861-4240

各地域の産学官連携センター

北海道産学官連携センター

ものづくり基盤技術支援室

TEL:011-857-8407

札幌大通サイト

TEL:011-857-8901

(HINT 産学官連携窓口)

TEL:011-219-3359

FAX:011-219-3351

技術相談の受付、お問い合わせ

つくば及び全国の技術カウンセラーに技術相談をすることが出来ます。

東北産学官連携センター	TEL:022-237-5206
ものづくり基盤技術支援室	FAX:022-231-1263
中部産学官連携センター	TEL:052-736-7056
ものづくり基盤技術支援室	FAX:052-736-7403
関西産学官連携センター	TEL:072-751-9688
ものづくり基盤技術支援室	FAX:072-751-9621
中国産学官連携センター	TEL:0823-72-1911
ものづくり基盤技術支援室	FAX:0823-70-0023
四国産学官連携センター	TEL:087-869-3523
ものづくり基盤技術支援室	TEL:087-869-3554
九州産学官連携センター	TEL:0942-81-3593
ものづくり基盤技術支援室	TEL:0942-81-3689

●産学官連携関係

ー外部との連携窓口ー

産学官連携部門 つくばセンター

企業・大学連携室

TEL:029-862-6147

*企業・大学関係の方の窓口です。 FAX:029-862-6148

地域連携室

*経済・産業技術に関連する公的機関の方の窓口です。

TEL:029-862-6145

FAX:029-862-6146

ものづくり基盤技術支援室

*技術相談等 依頼試験・分析 (鈦工業)

TEL:029-862-6166

FAX:029-862-6146

連携業務第一室

*連携に関する事務手続きをします。

(共同研究・受託研究・委託研究・外部研究資金獲得・連携研究体・産総研コンソーシアム設立)

TEL:029-862-6149

FAX:029-862-6150

連携業務第二室

*連携に関する事務手続きをします。

(連携大学院・外部研究者受け入れ・委員会等へ職員の派遣・受託出張・寄付受付)

TEL:029-862-6150

FAX:029-862-6151

工業標準部

*研究成果の標準化 標準化研究の実施への支援
標準化活動への支援

TEL:029-862-6221

FAX:029-862-6222

E-mail:indusstan-webmaster@m.aist.go.jp

各地域の産学官連携センター

北海道産学官連携センター

TEL:011-857-8407

FAX:011-857-8901

E-mail:hokkaido-collab@m.aist.go.jp

札幌大通サイト (HINT 産学官連携窓口)

TEL:011-219-3359

FAX:011-219-3351

E-mail:hokkaido-collab@m.aist.go.jp

東北産学官連携センター

TEL:022-237-0936

FAX:022-231-1263

E-mail:tohoku-collab@m.aist.go.jp

臨海副都心産学官連携センター

TEL:03-3599-8006

FAX:03-5530-2061

中部産学官連携センター

TEL:052-736-7370

FAX:052-736-7403

E-mail:chubu-collab@m.aist.go.jp

関西産学官連携センター TEL:072-751-9688
FAX:072-751-9621
E-mail:kansai-collab@m.aist.go.jp
中国産学官連携センター TEL:0823-72-1911
FAX:0823-70-0023
E-mail:chugoku-collab@m.aist.go.jp
四国産学官連携センター TEL:087-869-3530
FAX:087-869-3554
E-mail:shikoku-collab@m.aist.go.jp
九州産学官連携センター TEL:0942-81-3593
FAX:0942-81-3689
E-mail:kyushu-collab@m.aist.go.jp
九州産学官連携センター福岡サイト TEL:092-524-9047
FAX:092-524-9010
E-mail:kyushu-collab@m.aist.go.jp

●見学申し込み

見学に関するお問い合わせおよび申し込み

<つくばセンター>

(広報部 展示業務質)

TEL:029-862-6215

FAX:029-862-6212

E-mail : info-tou@m.aist.go.jp

<北海道産学官連携センター>

TEL:011-857-8428

FAX:011-857-8901

E-mail : h-koho@m.aist.go.jp

<東北産学官連携センター>

TEL:022-237-5218

FAX:022-231-1263

E-mail : t-koho@m.aist.go.jp

<中部産学官連携センター>

TEL:052-736-7370

FAX:052-736-7403

E-mail : chubu-kouhou@m.aist.go.jp

<関西産学官連携センター>

TEL:072-751-9606

FAX:072-751-9621

E-mail : kansai-koho@m.aist.go.jp

<中国産学官連携センター>

TEL:0823-72-1903

FAX:0823-70-0023

E-mail : c-renkei@c.aist.go.jp

<四国産学官連携センター>

TEL:087-869-3530

FAX:087-869-3554

<九州産学官連携センター>

TEL:0942-81-3606

FAX:0942-81-3689

●図書室利用

つくば地区図書室所在案内

つくば第二図書室 TEL:029-861-0936
つくば第三図書室 TEL:029-861-4195
つくば第五図書室 TEL:029-861-4472
つくば第六図書室 TEL:029-861-6105
つくば第七図書室 TEL:029-861-3604
つくば東図書室 TEL:029-861-7038
つくば西図書室 TEL:029-861-8115

図書室利用に関するお問い合わせ

地域センター図書室所在案内

北海道センター図書室 TEL:011-857-8970
東北センター図書室 TEL:022-237-5211
中部センター図書室 TEL:052-736-7375
関西センター図書室 TEL:0727-51-9607
中国センター図書室 TEL:0823-72-1903
四国センター図書室 TEL:087-869-3530
九州センター図書室 TEL:0942-81-3617

●取材窓口

広報室

TEL:029-862-6216

FAX:029-862-6212

取材に関するお問い合わせ

E-mail: info-pre@m.aist.go.jp

●プレス発表

広報室

TEL:029-862-6216

FAX:029-862-6212

プレス発表に関するお問い合わせ

E-mail: presec@m.aist.go.jp

●産総研 後援・協賛・協力名義

広報部展示業務室

TEL:029-862-6215

FAX:029-862-6212

名義の使用承認願いに関するお問い合わせ

●講演会

展示業務室

TEL:029-862-6215

FAX:029-862-6212

講演会に関するお問い合わせ

●計量標準に係る「校正」「試験」「検査」等

つくばセンター計量標準管理センター標準供給保証室

TEL:029-861-4026

FAX:029-861-4018

関西センター（大阪扇町サイト）業務推進部業務室

TEL:06-6312-0521

FAX:06-6312-0524

●刊行物関係 広報部出版室 TEL:029-862-6217 FAX:029-862-6212	当所の刊行物に関するお問い合わせ E-mail : prpub@m.aist.go.jp
--	---

●特許生物寄託センター 寄託業務係 TEL:029-861-6029 FAX:029-861-6078	特許生物寄託に関するお問い合わせ 各種申請・手続き方法
--	--------------------------------

●国際協力関係 国際部門 TEL 029-862-6243	国際研究交流に関するお問い合わせ E-mail : kokusai-soukatsu@aist.go.jp
-------------------------------------	--

●調達関係 財務会計部門調達部 TEL:029-861-2960	調達に関するお問い合わせ
--	--------------

●採用関係 能力開発部部門人事室（任用） TEL:029-862-6282	職員採用に関するお問い合わせ
---	----------------

●依頼試験・分析 産学官連携部門 地域連携室 ものづくり基盤技術支援室 TEL:029-862-6201～6204 FAX:029-862-6146	依頼試験、分析などに関するお問い合わせ
--	---------------------

●自動車試験道路の使用 業務推進部門 つくば東業務室 自動車試験道路使用受付窓口 TEL:029-861-7002 FAX:029-861-7007	自動車試験道路（試走路）の使用に関するお問い合わせ E-mail : testtrack-service@m.aist.go.jp
--	--
