

AIST

平成21年度

産業技術総合研究所年報



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

目 次

I. 総 説	1
1. 概 要	1
2. 動 向	3
3. 幹部名簿	14
4. 組 織 図	15
5. 組織編成	16
II. 業 務	19
1. 研 究	19
(1) 研究ユニット	21
1) 研究センター	21
①活断層・地震研究センター	21
②年齢軸生命工学研究センター	26
③デジタルヒューマン研究センター	32
④近接場光応用工学研究センター	40
⑤ダイヤモンド研究センター	42
⑥太陽光発電研究センター	45
⑦システム検証研究センター	50
⑧健康工学研究センター	53
⑨情報セキュリティ研究センター	61
⑩固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	68
⑪コンパクト化学プロセス研究センター	73
⑫バイオマス研究センター	79
⑬デジタルものづくり研究センター	83
⑭水素材料先端科学研究センター	86
⑮糖鎖医工学研究センター	90
⑯新燃料自動車技術研究センター	98
⑰生命情報工学研究センター	105
⑱生産計測技術研究センター	113
⑲バイオメディシナル情報研究センター	118
⑳ナノ電子デバイス研究センター	122
㉑ナノチューブ応用研究センター	130
㉒ネットワークフォトンクス研究センター	136
㉓メタンハイドレート研究センター	139
㉔サービス工学研究センター	142
2) 研究部門	145
①計測標準研究部門	145
②地圏資源環境研究部門	168
③知能システム研究部門	175
④エレクトロニクス研究部門	182
⑤光技術研究部門	194
⑥人間福祉医工学研究部門	201
⑦脳神経情報研究部門	213
⑧ナノテクノロジー研究部門	219
⑨計算科学研究部門	230
⑩生物機能工学研究部門	239

⑪計測フロンティア研究部門	255
⑫ユビキタスエネルギー研究部門	264
⑬セルエンジニアリング研究部門	267
⑭ゲノムファクトリー研究部門	281
⑮先進製造プロセス研究部門	285
⑯サステナブルマテリアル研究部門	306
⑰地質情報研究部門	314
⑱環境管理技術研究部門	321
⑲環境化学技術研究部門	335
⑳エネルギー技術研究部門	343
㉑情報技術研究部門	358
㉒安全科学研究部門	366
3) 研究ラボ	377
①器官発生工学研究ラボ	377
②エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	383
③社会知能技術研究ラボ	388
4) 研究コア	389
①爆発安全研究コア	389
②深部地質環境研究コア	389
③強相関電子科学技術研究コア	391
5) フェロー	392
(2) 内部資金	393
(3) 外部資金	409
1) 国からの外部資金	411
①経済産業省	411
②文部科学省	464
③環境省	483
④その他省庁	495
2) 国以外からの外部資金	499
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	499
3) その他の収入	570
2. 研究関連・管理業務	813
(1) コンプライアンス推進本部	815
(2) 研究コーディネータ	816
(3) 産業技術アーキテクト	816
(4) 企画本部	817
(5) 評価部	817
(6) 環境安全管理部	818
(7) 業務推進本部	819
(8) 男女共同参画室	820
(9) イノベーション推進室	821
(10) 情報化統括責任者	822
(11) 次期情報システム研究開発推進室	822
(12) 先端情報計算センター	823
(13) 広報部	823
(14) 特許生物寄託センター	845
(15) ベンチャー開発センター	846
(16) 地質調査情報センター	849

(17) 計量標準管理センター	853
(18) 産学官連携推進部門	855
(19) 知的財産部門	876
(20) 国際部門	879
(21) 研究業務推進部門	895
(22) 能力開発部門	898
(23) 財務会計部門	898
(24) 研究環境整備部門	900
(25) イノベーションスクール	905
3. 地域拠点	906
(1) 東京本部・つくば本部	906
(2) 北海道センター	906
(3) 東北センター	907
(4) つくばセンター	908
(5) 臨海副都心センター	909
(6) 中部センター	910
(7) 関西センター	911
(8) 中国センター	913
(9) 四国センター	914
(10) 九州センター	915
4. 総合センター	
(1) 地質調査総合センター	917
(2) 計量標準総合センター	918
III. 資料	941
1. 研究発表	942
2. 兼業	944
3. 中期目標	945
4. 中期計画・年度計画	957
5. 職員	1063

I . 総 説

I. 総 説

1. 概 要

任 務：

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

組 織：

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

総 説

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

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

平成22年3月31日現在、常勤役員13名、研究職員2,369名、事務職員688名の合計3,070名である。

沿 革：

① 平成13年1月

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

② 平成13年4月

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

③ 平成17年4月

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

産業技術総合研究所の業務の根拠法：

- ① 独立行政法人通則法 (平成11年7月16日法律第103号)
(最終改正：平成21年5月29日 (平成21年法律第41号))
- ② 独立行政法人産業技術総合研究所法 (平成11年12月22日法律第203号)
(最終改正：平成19年5月11日 (平成19年法律第36号))
- ③ 独立行政法人通則法等の施行に伴う関係政令の整備及び経過措置に関する政令
(平成12年6月7日政令第326号)
- ④ 独立行政法人産業技術総合研究所の業務運営並びに財務及び会計に関する省令
(平成13年3月29日経済産業省令第108号)

主務大臣：

経済産業大臣

主管課：

経済産業省産業技術環境局技術振興課

産業技術総合研究所の事業所の所在地 (平成22年3月31日現在)：

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

2. 動 向

産総研の分野別年間研究動向の要約

I. ライフサイエンス分野

1. 分野の目標

ライフサイエンス分野では、健康で安心して暮らすことができる健康長寿社会の実現および環境負荷を抑えた持続可能な社会の実現を目指し、ポストゲノム研究等による医薬・診断薬の新規シーズ開拓、個々の人の状態に適合した精密医療を実現する医工学技術の開発、脳神経・人間科学研究における人間生活向上技術の開発、生物機能を利用した効率的物質生産技術の開発を目標に研究開発を進めている。

これに加えて、医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化を図るため、医療機器開発ガイドラインの作成、生体由来物質の計測の国際標準化の課題にも取り組んでいる。

2. 分野の組織構成

当分野は5つの研究センター（生命情報工学研究センター、バイオメディシナル情報研究センター、年齢軸生命工学研究センター、健康工学研究センター、糖鎖医工学研究センター）、5つの研究部門（人間福祉医工学研究部門、脳神経情報研究部門、生物機能工学研究部門、セルエンジニアリング研究部門、ゲノムファクトリー研究部門）、1つの研究ラボ（器官発生工学研究ラボ）から構成され、バイオテクノロジーから医工学・人間工学までの幅広い研究分野の研究開発を実施している。また、分野を跨る融合研究を推進することにより、新領域の技術開発にも積極的に取り組んでいる。

3. 主な研究動向

以下に平成21年度の主な研究動向を示す。

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

- ・ヒトとマウス間で3塩基の違いがある GAPDH 遺伝子の19塩基の配列を標的とした分子ビーコンを設計し、これを修飾したナノ針をヒト細胞 HeLa、マウス細胞 C3H10T1/2にそれぞれ挿入し、細胞を識別して mRNA を検出することに成功した。
- ・それぞれ100～130万人、150～200万人と推定される B 型肝炎、C 型肝炎感染者では、肝炎ウイルスの持続感染に伴い、数年単位で変化してゆく肝臓の線維化が生じるが、この病態変化を血液検査によって、定性的かつ定量的に測定できる検査システムの開発に成功した。
- ・糖転移酵素、レクチン、質量分析計による糖鎖構造解析、糖タンパク質に関するデータを、それぞれ GGDB、LfDB、GMDB、GlycoProtDB として、ユーザーが使いやすい形にして公開した。ポータルサイトをつくり、キーワード及び糖鎖構造で、糖鎖関連データベースを横断的に検索できる糖鎖統合データベースを構築した。
- ・加速進化型の生理活性ペプチドの分子骨格を利用した新たな試験管内分子進化技術開発を行った。これにより、創薬や診断に重要な受容体やイオンチャネルなどの膜タンパク質を標的として、それを特異的に認識するペプチドを作り出すことに成功した。さらにこのペプチドの分子改変により、ペプチドサイズをさらに小さくすることに成功した。
- ・動物実験による血中ストレスマーカーの探索から、うつ病関連のストレスマーカー候補遺伝子を871種同定した。脳からは、うつ病・統合失調症・発達障害関連ストレスマーカー候補遺伝子を135種同定しており、脳と血液の両方で変化するストレスマーカー候補を43種同定した。
- ・mRNA に特異的に結合し、mRNA の運命（安定性、分解、翻訳制御）を決定するタンパク質を、質量分析によりシステムティックに同定する手法を確立した。それにより、約50個の mRNA の運命を決定するタンパク質を同定することに成功した。これらのタンパク質はシグナル依存的に、細胞の増殖・分化、あるいは癌化や免疫反応において重要な役割を果たしていることを明らかにした。
- ・電子顕微鏡技術と半導体加工技術を融合させることで液中の細胞を観察する大気圧走査型電子顕微鏡 (ASEM)（分解能8nm）を開発した。
- ・インドの伝統的民間療法で用いられている植物の抽出物から得られた成分が抗老化、及び抗癌活性を有することを明らかにした。
- ・インビトロメモリーダイ法やインビトロスプリットルシフェラーゼ法によるタンパク質相互作用の検証を可能にし、相互作用阻害物質のハイスループットなスクリーニング系を確立した。NEDO ケモバイオプロジェクトにおいて、本法により年間10種類の創薬スクリーニング（プロジェクトの主力スクリーニング系となる）を実施し、新規タンパク質阻害化合物を発見した。

- ・統合データベースチームとの連携による H-inv DB と HYPD とリンクの拡充のデータ作成、RIO-DB との共同開発を進め、HYPD データベースを一般公開した。さらに CBRC と共同で発現タンパク質の可溶性等を予測するプログラムを作成した。
- ・ウェットと連携して実施した RNA 分解因子の核内ノックダウンにより、300個の予測候補について新たに発現が確認できた。従来の候補と併せて、発現が確認された新規機能性 RNA 候補は1600個となった。また機能性 RNA 候補を予測する際に独自開発手法である γ セントロイド推定技術を基盤にして、世界的にも最も精度の高い RNA 配列情報解析ツール：CentroidHomFold、CentroidAlign を開発した。
- ・タンパク質凝集・アミロイド化は、アルツハイマー病などの原因となる。その凝集分解のメカニズムをシミュレーションで分子レベルで解明することに成功した。

(2) 精密診断および再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

- ・ヒト骨髄からの間葉系幹細胞の増殖技術を確立し、この間葉系幹細胞から再生培養骨を作製することに成功した。培養間葉系幹細胞の *in vitro* での骨基質定量法を確立し、間葉系幹細胞の種々生体材料内での骨形成の評価方法の規格案を ASTM International や ISO TC150へ提案した。
- ・間葉系幹細胞が血管内皮や心筋細胞へ分化することを見いだした。心不全等の患者自身の骨髄由来の間葉系幹細胞を同一患者に移植する臨床応用を進めている。また、体性幹細胞の能力を高めるべく、単一遺伝子導入による間葉系幹細胞の賦活化ならびに複数遺伝子導入による iPS 細胞創製に成功した。
- ・カーボンナノチューブとイオン液体およびベースポリマーからなるアクチュエータに導電性微粒子を添加して、変形量、変形力を飛躍的に向上させることに成功した。
- ・格子結合表面プラズモン共鳴を利用したより高 S/N の高感度蛍光顕微鏡の開発を進め、従来の120倍以上の増強蛍光検出に成功した。
- ・マイクロ流路上で微細化インクジェットを用いて血中バイオマーカーの抗体を固定し、サンドイッチ ELISA 系を構築した。これにより血中 PICP、アディポネクチンのほか各種炎症サイトカインを含め計6種類のマーカーの定量的検出が可能になった。また同一流路上で3種類のマーカーの同時検出系も構築した。マラリア感染診断用細胞チップの構築では検出感度0.0001%、操作時間15分の、迅速・超高感度診断用チップを構築した。
- ・心筋に分化しやすい幹細胞を選別するための細胞表面マーカーの解析および ES 細胞や iPS 細胞のガン化抑制に利用可能な細胞表面マーカーの特定を終了した。また作成した iPS 細胞の中から良質な幹細胞を選別するためのマーカーを同定した。

(3) 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

- ・脳波・脳磁界 (MEG) データと機能的 MRI (fMRI) データを統合解析して得られる高精度脳活動マップをもとに、高次脳機能の評価で重要となる脳領域間の相互作用を定量的に解析する技術を開発した。また、発達性言語障害者および健常者の MEG および fMRI 計測データを蓄積し、発達性障害児では左半球高次視覚野の神経活動が健常児と異なる可能性を示唆する結果を得た。また、注意と遂行機能障害に関わる認知実験データを蓄積し、これらに関わる脳部位を特定した。
- ・単一試行活動の解析においては多次元的意思決定を予測するアルゴリズムを考案した。さらに、脳波ベースの脳内意思解釈技術、および頭部動作の直観インターフェースを用いた、実用的福祉機器モデルの開発に成功した。

(4) 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

- ・独自に開発した転写制御機能を利用した遺伝子の働きを抑制する技術を用いて、バイオ燃料の原料に適した植物、塩害、乾燥などの環境ストレスに強い植物の作出に成功した。
- ・細胞保護効果の高い不凍タンパク質の製造方法の研究を行い、培養細胞及びウシ受精卵を低温にて保存した際の生存率を飛躍的に向上させる細胞保存液の成分を発見した。
- ・真正細菌由来の CCA 付加酵素、ポリ A 付加酵素の単体、およびヌクレオチドとの複合体の構造を決定した。また、生化学的、遺伝学的な解析も行い、これらの鋳型を用いない RNA 合成酵素の基質特異性の違いのメカニズムを提唱した。
- ・プロテイン A をフレームとしたリガンドライブラリーの変異体について、中性 pH における抗体 (IgG1) との結合特性と、弱酸性 pH における抗体との解離特性を測定した結果、両方の特性が改良されたリガンドを見出した。また、プロテイン G リガンドライブラリーの変異体について、中性 pH における抗体との結合特性を明らかにした。

- ・非標識の DNA 塩基の電気化学検出に関しては、電極面積と表面状態の最適化を行い、24mer の比較的長いオリゴヌクレオチドに関してもシトシン塩基のメチル化の検出に成功した。酵素反応を組み合わせ数倍の感度向上に成功した。また、遺伝子関連のマーカに関して、従来の電極に比べて1桁近い検出限界の向上と再現性向上を実現した。また、走査型電気化学顕微鏡により、電極表面の局所酸素官能基の分布をマイクロメートルレベルでイメージングすることに成功した。
- ・スツパッタ法および金微粒子を用いて、凹凸のあるナノ構造金電極を作製し、表面を疎水性物質によってコーティング後、ヒト P450を固定化した。その結果、高密度の凹凸の場合においてのみ、電極から酵素への電子移動が確認できた。このことから、密な凹凸のナノ構造体を有する電極が、酵素の電極上駆動には重要であることを明らかにした。
- ・閉鎖型遺伝子組換え植物工場施設においてイヌインターフェロンイチゴの GLP 試験に供試可能な水耕栽培プロトコルを確立、実生産を行い、治験を開始した。また、ワクチン発現ジャガイモの水耕栽培の技術開発により安定生産技術、同収穫量での栽培期間の20%短縮にも成功した。さらに、抗体遺伝子を発現するタバコの作出に成功し、植物発現抗体の糖鎖修飾様式の解析を開始した。

(5) 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

- ・新しい医療機器の開発促進および迅速な承認審査に活用できるガイドラインの策定を目標として、「医療機器開発ガイドライン策定事業」に取り組んだ。
- ・硝酸イオンで汚染された井戸水について、硝酸イオン分離用繊維成形体が、硝酸イオンで汚染された井戸水の飲料水化(10mg-N/L 以下)を高速で達成できること、亜硝酸イオン単独系に於いても同等の性能を有することを実証した。

II. 情報通信・エレクトロニクス分野

1. 分野の目標

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

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

2. 分野の組織構成

当分野の研究組織は、異分野融合領域も含めると、6つの研究センター（ネットワークフォトンクス研究センター、ナノ電子デバイス研究センター、デジタルヒューマン研究センター、近接場光応用工学研究センター、システム検証研究センター、情報セキュリティ研究センター）、4つの研究部門（知能システム研究部門、エレクトロニクス研究部門、光技術研究部門、情報技術研究部門）、1つの研究ラボ（2010年2月発足の社会知能技術研究ラボ）で構成されている。

3. 主な研究動向

平成21年度の主な研究動向は以下の通りである。

(1) 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

- ・情報技術研究部門では、地球科学の環境、資源、防災などへの応用を題材とし、計算機利用やデータベースアクセスなどの必要なサービスを動的に組み合わせて仮想組織を構成し、ユーザに研究環境を提供するミドルウェアを開発している。本年度は、昨年度までにプロトタイプ実装した三つの要素技術「仮想計算機システム」、「仮想クラスタ構築システム」、「運用決定モジュール」を単一サイト内で運用する仮想クラスタ構築システムに統合した。このシステムでは、複数の計算機上でアプリケーションを動作させつつ CPU 負荷を監視し、計算機全体が消費する電力を最小化させるようアプリケーションを再配置することが可能となった。
- ・デジタルヒューマン研究センターでは、人間機能を計測してモデル化し、人間特性データベースとして蓄積するとともに、それをもとにコンピュータ上で人間機能を模擬するソフトウェア「Dhaiba」を開発し、企業向けに公開している。本年度は、人間の形状、運動、変形を非接触で1mmの精度で計測する技術を開発し、子どもと成人の形状と運動、成人の運動中変形特性を計測した。人体形状データベースに50名、運動変形データベース

に50名×5動作=250例のデータを新たに追加した。また、人体特性データベースの統合検索技術の開発、人体形状データの品質管理手法の標準化活動も行った。

- ・情報技術研究部門では、屋外での使用も可能なキロヘルツ帯 PLC を新たに設計し、頑健かつ従来よりも遥かに高速な通信方式を開発した。本年度は、HEMS などの実応用を想定した通信環境においても、開発したキロヘルツ帯 PLC が頑健に通信ができることを実証した。また通信方式の物理層のみならず MAC 層まで方式設計が完了し、実用化を視野にモデム試作にも着手した。
- ・社会知能技術研究ラボでは、意味に基づいてコンテンツやサービスを利用者自らが創造し共有する技術の応用として、医療サービスのモデル化の方法を整備し、医療情報システムの導入方法論を具体化し、その有効性を確認した。

(2) ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

- ・知能システム研究部門では、ロボット技術の共有と蓄積を可能とするために、標準仕様に準拠した共通ミドルウェアと開発支援ツールをオープンソースとして公開している。本年度は、先行公開したロボット用 RT ミドルウェア OpenRTM-aist-1.0RC の利用者からのフィードバックを受けて、完成度の向上と機能拡張を進め、正式安定版をリリースした。
- ・知能システム研究部門では、3種のプロトタイプロボットについて開発・実証評価を行った。1) 産業用ロボットについては、複数台のダンプ積み込みを想定した無人自律型ホイールローダーによる総合的な作業を実行する手法を開発した。2) 対人サービスロボットは、環境マップ生成機能、走行軌道生成機能、自己位置同定機能、軌道追従制御機能、障害物回避機能、危険検知及び回避機能等を移動ロボット上に統合的に実装した。屋外実環境での実証実験により、1km 以上の自律走行を10回以上実現した。3) ヒューマノイドロボットでは、体重が一方の足に偏っている場合でも、意図的な滑りを利用して望みの角度に方向転換する手法を確立し、実際のヒューマノイドロボットの動作を確認した。
- ・エレクトロニクス研究部門では、情報処理デバイス技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究開発を行っている。本年度は、新規に開発した垂直磁化薄膜を用いて垂直磁化 MTJ 素子を作製し、応用上重要な低トンネル抵抗領域において室温で100%を越える巨大な MR 比を実現した。また、ゲートに埋め込んだ強誘電体の保持する分極によって不揮発動作する FeFET の開発においては、ゲート加工プロセスとして高密度反応性イオンエッチング技術を研究し、微細化に成功した。
- ・光技術研究部門では、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムおよびセンサなど実世界とのインタフェースの高度化に資する技術の研究開発を行っている。本年度は、プリンタブル有機光エレクトロニクスの研究に関しては、180°C以下の加工温度で、移動度 $4\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上を示す酸化物半導体の印刷形成技術の開発に成功した。さらに、大画面ディスプレイの製造技術における電極、封止膜作製上の損傷解析技術として、新たに「蛍光ダメージ解析法」を開発した。これにより、5nm 以下の有機膜の損傷解析が可能となった。
- ・ナノ電子デバイス研究センターでは、半導体素子の微細化・高性能化の極限追求と、微細化限界を超える新コンセプト技術の創出を目的としている。本年度は、次世代半導体集積回路用の極微細トランジスタ開発において、トランジスタの Si チャネル界面ラフネス散乱の抑制に成功し、これまで Si チャネルトランジスタの限界値と考えられていたユニバーサル移動度を越える、電子移動度を達成した。
- ・ナノ電子デバイス研究センターでは、ナノテク研究拠点 TIA の整備を進めた。SCR の省エネ化を進め、産学官共同でグリーンナノエレクトロニクスの研究を行える体制を整えた。

(3) 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

- ・システム検証研究センターでは、大規模な主メモリを実装することで大きな状態空間の記述が可能なクラスタコンピュータからなる検証施設さつきを設け、検証技術の研究と産業移転を促進した。また組込み適塾を閉経連組込みソフト産業推進会議と共催で実施し、システム検証技術人材の育成を行った。
- ・光技術研究部門では、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムおよびセンサなど実世界とのインタフェースの高度化に資する技術の研究開発を行っている。本年度は、大容量光通信技術の開発において、光電子発振器による光クロック抽出と、半導体光増幅器による光位相変調を組み合わせて、10Gb/s オンオフ変調信号から2値位相変調信号へのフォーマット変換を実現した。4光子偏光もつれによる量子交換実験において成功率55%を達成した。
- ・ネットワークフォトンクス研究センターでは、高精細映像情報などの巨大情報を超低消費電力で送受信できる新しい光パスネットワークを目指し、これに必要な基盤技術の研究開発を進めている。本年度は、次世代超高速光通信ネットワークにおける光デバイス技術開発について、超高速サブバンド間遷移素子を用いた超高速光干渉計型スイッチ、半導体光増幅器のディスクリートデバイスを用いて160Gb/s の光時間多重送受装置を開発して、

無エラーの動作を実証した。

- ・情報セキュリティ研究センターでは、情報漏えいに堅牢なパスワード認証方式を提案/実装し、産業応用および国際標準化活動を進めた他、複数の主要メーカーと IC カード安全性評価で共同研究を開始し、つくばに拠点を形成した。

(4) 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

- ・近接場光応用工学研究センターでは、光による情報記録を波長の数分の一程度の微細領域で可能にするため近接場光を応用した微小光学素子の研究開発を行っている。本年度は曲面転写技術や量産化技術等について検討し、実用レベルの段階まで技術を完成させた。さらに、ナノ構造を制御することで親水性の高い表面処理化技術を新たに開発した。
- ・エレクトロニクス研究部門では、情報処理デバイス技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究開発を行っている。本年度では、新超伝導体の開発において、鉄系新超伝導体について、超伝導転移温度(T_c)の同位体効果が通常とは逆になるという現象を観測し、理論的な解釈を与えた。

Ⅲ. ナノテクノロジー・材料・製造分野

1. 分野の目標

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

2. 分野の組織構成

当該分野は平成21年度末において3つの研究センター（ダイヤモンド研究センター、デジタルものづくり研究センター、ナノチューブ応用研究センター）、4つの研究部門（ナノテクノロジー研究部門、計算科学研究部門、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門）、1つの研究コア（強相関電子科学技術研究コア）の計8研究ユニットで構成されている。

3. 主な研究動向

当該研究分野の先端研究の代表例を以下に示す。

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

平成21年度の主な研究動向は以下の通りである。

(1) 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

- ・オンデマンドナノマニファクチャリング技術の研究では、基板上に金属インクと超微細インクジェット（スーパーインクジェット）技術を用いて立体構造体を形成し、その場で電気化学反応を起こすことで、目的電極材料をオンサイトで合成し、マイクロ2次電池の印刷形成と動作確認を行った。また、インクジェット描画技術において、レーザー援用法を行うことにより、世界初の成果として線幅10 μm 以下、アスペクト比1以上の微細 Ag 配線パターン形成に成功した。
- ・セラミックス高度化のための省エネルギープロセス技術開発では、従来の固相反応プロセスと同等以上の発光強度を有する $\text{Eu}^{2+}:\beta\text{-SiAlON}$ 蛍光体の合成に成功した。ケイ素粉末成形体を窒化後、高温で焼結を行う反応焼結・ポスト焼結手法において、これまでのプロセスに比べて処理時間を1/10以下、消費電力を1/4以下に低減することが可能な高効率プロセス技術を開発した。シリカと炭素の混合粉末を出発原料とし、マイクロ波加熱下で熱炭素還元反応を行うことにより、極めて短時間（全行程時間約30分）で高純度炭化ケイ素微粉末（粒子径1 μm 以下）を合成することに成功した。
- ・超低消費電力型のデジタル（圧電）加速度センサ、デジタル温度センサのコンセプトを実証するプロトタイプデバ

イスを搭載した平均消費電力5 μW 程度のイベントドリブン型無線センサ端末を実現した。安全安心応用としての動物健康管理システムへの適用については、100台レベルの翼章型無線センサ端末で構成した鶏健康モニタリングネットワークシステムを構築し、養鶏施設において実施された2か月の暑熱ストレスモニタリング実験の結果から、端末の形状・装着方法やシステムレベルの課題抽出を行った。

(2) ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

- ・カーボンナノチューブ (CNT) の大量合成技術開発では、連続合成検討システム (連続炉) を立ち上げ、実験条件を最適化することにより、従来法と同等の品質を有する単層 CNT の合成に成功した。
- ・有機ナノチューブの大量合成・高度化研究開発では、種々の添加物により合成収率が向上することを見出した。また、有機ナノチューブの複合化技術の開発では、有機ナノチューブの内径とタンパク質のサイズが近い場合、タンパク質は有機ナノチューブ内において変性が著しく抑制され、加熱や変性剤の添加によっても高い活性を保持することを明らかにした。
- ・ダイヤモンドパワーデバイスの開発では、Ru を電極に用いたショットキーダイオードについて、小型電極、250°C 動作で4500A/cm²の電流密度を達成、また、超耐熱性の擬似縦型構造ダイヤモンドショットキーダイオードにおいて、250°Cで3000A/cm² (100 $\mu\text{m}\phi$) の動作を実現し、高温で高電流密度動作が同時実現可能なことを実証した。また、ショットキーダイオードで10kVの耐圧を実証した。
- ・ゲルを用いた CNT の金属・半導体分離の原理解析を進め、ゲルビーズカラムを用いた簡便、高速、安価でスケールアップ可能な新たな分離法を開発し、半導体95%、金属90%という極めて高い分離純度を達成した。一方、密度勾配遠心分離法では、繰り返し分離法を採用する事により、99%以上の高純度が達成された。

(3) 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生する CO₂の削減

- ・マグネシウム合金圧延材に関する研究では、固相線温度直下での高温圧延により、市販 AZ31B 合金の異周速圧延材で Al 合金並みの冷間成形性を得た。また、Ce 含有開発合金で Ce の Y による代替により Al 合金並みの成形性を有し、Ce 含有開発合金より強度の高い合金を開発した。
- ・木質サッシの研究について、形状付与加工技術を中心として研究を進め、流動現象発現には細胞間層の選択的軟化が重要であることを見出し、その制御に有効な手法を考案した。

(4) ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

- ・レアメタルを使用しない熱電変換材料の開発について、酸化チタン粉末を還元雰囲気中で固化成形することで酸素欠損を大量に含む焼結体を作製できるプロセスを確立した。酸素欠損の発生により焼結体の電気抵抗は小さくなり、導電性を示した。また、酸素欠損したこの材料に窒素をドーピングすることで熱電特性を示すことが明らかとなった。本材料は高温で使用できる熱電素子として期待され、レアメタルを含まないことから安定供給に適した素材と考えられる。
- ・加工技術のデータベース化については、鋳造・鍛造・めっき・熱処理の各加工法の技能、細径ドリル穴加工の特性把握研究、ヘール加工における加工面残留応力の研究、また微細パイプの細径化加工について、データの抽出および活用手法の検討を行い、各地の公設試験研究機関、各種研究会、産総研産学官連携推進部門等との協力により、日本各地で普及セミナーの開催や展示会出展を行い、ユーザーの拡大に努めた。また、中小企業による新規な機構に基づく緩み止めナットの開発における信頼性の向上に関する研究を支援した。MZ Platform の成果普及活動として、平成21年度には、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携部門等との協力により、各地における普及セミナーや講習会の開催、技術研修による IT 人材の育成、また、中小製造業への導入と業務アプリケーション開発を実施した。一方、民間ソフトウェアベンダーへの技術移転も進め、新たに2社と技術移転契約を締結した。

(5) ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

- ・第一原理電子状態計算および古典分子動力学計算について、高精度な祖視化モデル (MPD_{dyn}) の開発に成功するとともに、適用計算において分子動力学法により低温における水分子クラスターの構造相転移を見出した。FMO 法により、糖鎖とレクチンの分子間相互作用を解析した。また、Ab initio QM/MM 法により、自由エネルギーに基づいて糖鎖とレクチンの分子認識様式を明らかにした。光合成に関わる2万原子のタンパク質の励起状態を平成20年度に開発した FMO-TDDFT を用いて計算し、その機能を解析した。燃料電池、Li 電池についてその電極反応をこれまで開発してきた ESM 法を用い、電解質膜については開発中の高並列プログラム FEMTECK を用いてシミュレーションし、材料開発に資した。

IV. 環境・エネルギー分野

1. 分野の目標

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

- (1) 「環境・安全対策の最適ソリューションの提供」においては、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る観点から、産総研が高いポテンシャルを有する化学物質リスク評価技術、ライフサイクルアセスメント技術、地球環境影響評価技術、爆発安全評価技術に加え、極微量の環境負荷物質が検出可能な環境計測・モニタリング技術、広く拡散した環境負荷物質にも対処可能な環境浄化・修復技術のシーズ確立に努めている。また、これらの要素技術をさらに発展させ、計測・評価・対策技術が三位一体となった新しい予測・対策技術の開発を実施している。
- (2) 「低環境負荷型化学産業の創出」では、第1期における環境負荷の低い原料、反応系、分離プロセス研究の成果を基に、エネルギーと資源を効率的に利用することにより、化学産業の省エネルギー化・省資源化を実現しようとするものである。具体的な戦略課題としては、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術、副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術、省エネルギー型の気体製造プロセス技術の開発等を実施している。
- (3) 「分散型エネルギーネットワークの開発」については、CO₂排出削減とエネルギーの安定供給確保を図る観点から、今後大幅な伸びが見込まれる燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワーク構築にかかわる研究開発を進めることによって、再生可能エネルギーの大規模導入と高効率燃料電池やシステムマネジメントによる省エネルギー化を目指す。具体的な戦略課題として、分散型エネルギーの効率的な運用技術、小型高性能燃料電池技術、太陽光発電の大量導入促進に寄与する技術、水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術、等の開発を実施している。
- (4) 「バイオマスエネルギーの開発」では、再生可能エネルギーであるバイオマスの利用を拡大し、CO₂削減や地球温暖化防止に貢献するための技術開発を進める。戦略課題として、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術、バイオマス利用最適化のための評価技術の開発等を実施している。

2. 分野の組織構成

環境・エネルギー分野では、7つの研究センター(太陽光発電研究センター、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、コンパクト化学プロセス研究センター、バイオマス研究センター、水素材料先端科学研究センター、新燃料自動車技術研究センター、メタンハイドレート研究センター)、5つの研究部門(ユビキタスエネルギー研究部門、環境管理技術研究部門、環境化学技術研究部門、エネルギー技術研究部門、安全科学研究部門)、1つの研究ラボ(エネルギー半導体エレクトロニクスラボ)を中心に研究開発を行っている。本年度はこのうち、メタンハイドレート研究センターが設立された。このほか、ナノテク・材料・製造分野および情報通信・エレクトロニクス分野、ライフサイエンス分野に属する研究ユニットにおいても、本分野と関連の深い、省エネルギー・物質循環に関わる研究開発を実施している。

3. 主な研究動向

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

- ・ 環境安心イノベーションプログラム：革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト、化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発、ナノ粒子特性評価手法の研究開発
- ・ エネルギーイノベーションプログラム：エネルギー使用合理化技術戦略の開発、燃料電池先端科学研究、固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発、水素貯蔵材料先端基盤研究事業、水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発、次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発、系統連系円滑化蓄電システム技術開発
- ・ 新エネルギー技術開発プログラム：革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト、次世代風力発電技術研究開発、バイオマスエネルギー高効率転換技術開発、革新的太陽光発電技術研究開発、太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

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

また、平成21年度の主な成果としては以下が挙げられる。

- (1) 予測・評価・保全技術の融合により、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する
 - ・ ナノ材料のリスク評価書の公開
 - ・ 1800種類以上のカーボンフットプリントデータベースの作成

- ・ 小型電気電子製品を対象とする分散型リサイクルプロセスの開発
- ・ 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価
- (2) 環境効率最大の化学技術により高い国際競争力を持つ低環境負荷型化学産業を創出する
 - ・ アスベスト代替となる耐熱ガスケット材料の実用化
 - ・ 高性能な中空糸炭素膜モジュールの開発
 - ・ 重金属代替の代替として過酸化水素を用いる選択酸化反応技術の開発
 - ・ 軽油の超低硫黄化用脱硫触媒の製品化
- (3) 分散型エネルギーネットワーク技術により、CO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上に資する
 - ・ 高効率 CIGS 太陽電池の開発
 - ・ 革新的な高性能「リチウム-空気電池」ならびに「リチウム-銅電池」を開発
 - ・ 安全性に優れたリチウム二次電池用電解質を開発
 - ・ 住宅用熱電気統合型エネルギーネットワーク技術の確立
- (4) バイオマスエネルギーの開発により、地球温暖化防止へ貢献する
 - ・ 木質系バイオマスからのワンバッチ式バイオエタノール製造技術を開発
 - ・ バイオディーゼル燃料の品質確保技術を開発

V. 地質分野

1. 分野の目標

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

2. 分野の組織構成

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

3. 主な研究動向

平成21年度の主な研究動向は以下の通りである。

(1) 地質情報の統合化と共有化・国土及び周辺域の高度利活用

- ・ 最新の地球科学的知識に基づき、5万分の1地質図幅（陸域）、20万分の1地質図（陸域・海域）、地球物理図、地球化学図、火山関連図、地震関連図など各種地球科学基本図、地球科学主題図等の網羅的・系統的な整備を行い、知的基盤として整備・公表している。本年度は、20万分の1地質図幅5件、5万分の1地質図幅7件、火山地質図2件、海洋地質図1件、重力図1件、水文環境図1件、数値地質図3件の地球科学図を編集・発行した。このうち、1954年に調査研究を開始した20万分の1地質図幅は全国124区画の完備が達成した。
- ・ 政策予算「沿岸域の地質・活断層調査」では、地質図や地下構造図が未整備である沿岸域において、陸域-沿岸域-海域を繋ぐシームレスな地質情報整備の取り組みを地質調査総合センターのユニットが連携協力して行っている。本年度は、能登半島北部沿岸域等における地質・活断層の調査研究成果を取りまとめた報告書を出版するとともに、海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」として DVD 出版し、新潟沿岸域においては、マルチチャンネル音波探査、海底表層堆積物採取、海域から陸域まで連続した地震探査、沖積平野のボーリングデータ収集・解析とボーリング掘削等の総合的な地質調査を実施した。
- ・ 国連に提出する大陸棚画定のための科学的根拠に関する調査研究を、国の要請に基づき進めている。本年度は大陸棚画定調査の一環として実施した海域で採取した岩石試料等の分析を継続して進め、調査データをとりまとめた。また、平成21年8月に国連の「大陸棚の限界に関する委員会」の下に日本の申請を審査する小委員会が設置された事を受け、当該小委員会に向けた詳細な説明資料の作成等を行い、平成21年9月に日本代表団へ参加し、これらの説明を実施した。

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

- ・ 地質分野では、地質学、地球化学、地球物理学等の地球科学的手法を駆使し、地圏・水圏循環システムの理解に

- 基づく国土有効利用実現のため、1) 水資源等の環境保全及び地熱や鉱物資源探査、2) 土壌汚染リスク評価、3) 地層処分環境評価、4) メタンハイドレート等天然ガス資源の調査、5) CO₂地中貯留に関する技術、6) 地圏・水圏環境にかかわる知的基盤情報の整備・提供等の研究を実施している。
- ・ 鉱物資源探査では、南アフリカ、モンゴルに分布する新規希土類鉱床の現地調査を実施し、希土類品位が高く有望な鉱床を抽出した。また、カナダ、米国の既存希土類鉱床では、希土類鉱物、特に含水ジルコンの産状と性質を明らかにし、東南アジアではミャンマーに分布する風化帯の希土類ポテンシャル調査を実施した。これら各鉱床のデータの一部を、民間企業、JOGMEC、経済産業省などに提供している。
 - ・ 土壌汚染リスク評価では、複合成分に起因した健康リスクの時空間分布の定量化を可能とした「地圏環境リスク評価システム」の詳細型モデル（GERAS-3）を完成させた。年度末の時点で既に300を超える自治体や事業所等で利用されている。
 - ・ 地層処分環境評価では、地下水調査において550mまでのボーリング調査を実施し、周辺の水理地質調査、深部地下水環境を勘案したモデリングと海水準が変動した場合の地下水流動解析を実施した。この結果、地下水の流動は旧河道に影響され、塩淡水境界は海側に押し出されていて複雑な形態を呈すること等が判明した。
 - ・ CO₂地中貯留に関する技術では、安全性評価ならびにリスク評価のためのフレームワークを検討し、産総研型CO₂地中貯留リスク評価システムのプロトタイプ構築を進めた。CO₂海底地層貯留の海洋環境への漏洩に関わる基礎的研究では、CO₂を高濃度を含む塩水地下水が堆積物中を漏出してくる場合の岩石等による高CO₂含有塩水の中和作用を定量的に評価することを目的として、室内実験を実施した。
- (3) 地質現象の将来予測と評価技術の開発による災害リスクの最小化と安全・安心な社会の構築
- ・ 国土の安全を目指した自然災害に関する研究では、地震及び火山に関する研究を重点的に実施している。日本の地震・火山に関する研究については、災害軽減のための国の各施策（地震に関する観測・測量・調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策、地震及び火山噴火予知のための観測研究計画）に基づいて、関連機関が相互に連携を取りつつ分担・実施する体制が取られている。地質分野では主要活断層調査、地震地下水の観測、活断層データベース、平野地下構造データベースの整備、短期的・長期的火山噴火推移予測の研究のほか、地震発生及び火山噴火メカニズム等にかかわる基礎的研究を実施している。
 - ・ 高レベル放射性廃棄物地層処分の安全基準を策定していくために必要となる調査研究を実施している。安全規制を所管する原子力安全・保安院への協力として、深部地質環境研究コアを設置して対応しており、総合資源エネルギー調査会廃棄物安全小委員会のワーキンググループに加わり、国の地層処分の規制支援研究計画の策定作業を、原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構と共同で支援した。またこれらの機関と「幌延深地層研究計画における安全評価手法の適応性に関する研究」、「深部地質環境における水—岩石—微生物相互作用に関する調査技術開発」の共同研究を実施した。
- (4) 緊急地質調査・研究の実施
- ・ 大規模な自然災害が発生しなかったため、緊急調査を実施しなかった。平成21年8月の駿河湾地震時には、東南海—南海地震予測のために観測している地下水・地殻変動データを地震の判定委員打合せ及び臨時地震調査委員会に提供し、東海地震の発生可能性の議論材料として用いられた。この地震関連の正確な地質情報を経済産業省及び社会に発信した。
- (5) グローバルな地質情報ネットワークにおけるイニシアティブの発揮
- ・ 東アジア地域における地質情報の標準化と数値化の作業を各国の関係機関と協力して進め、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）では地下水資源、沿岸域環境、GEO Grid（地球観測グリッド）に関するワークショップ、セミナーを開催し、アジア地域での日本のリーダーシップを発揮した。
 - ・ 国際地質科学連合（IUGS）とユネスコが主催する国際惑星地球年（2007 - 2009年）の最終年度にあたり、終了記念イベントを開催した。そして継続事業として、地域の地球環境意識を高めるアウトリーチ活動である JST 地域ネットワーク支援事業「ジオネットワークつくばの構築」を、連携自治体であるつくば市ならびに市内9機関と開始した。
 - ・ ユネスコが支援するジオパーク活動では、3回の日本ジオパーク委員会を事務局として推進し、日本初の世界ジオパークとして洞爺湖有珠山、糸魚川、島原半島が誕生した。また新たに日本ジオパーク4地域を認定し、世界ジオパークに1地域を申請した。

VI. 標準・計測分野

計量標準と計測技術及びその標準化は、あらゆる科学技術活動、財・サービスの生産等の経済活動、さらには社会生活全般において最も基本となる基盤技術である。私たちが客観的・科学的な根拠に基づいて適正な試験データを取

得できるように、標準・計測分野では、国が一元的・組織的・効率的に提供することを要請されている計量標準と標準物質の整備、および我が国の産業技術競争力の向上に必要な計測技術とその標準化の研究を行っている。これらを通して主として次の3点の効果が期待される。①わが国の基準認証制度が円滑に運用され、その試験データが国際的に認知されて、技術的障壁のない自由な国際通商が促進されること。②我が国オリジナルでレベルの高い製品や技術が適正に評価されて、国内外の市場で円滑に受け入れられること。③環境の汚染や変動の正しい評価を促進し、これに基づいて環境が適切に保全され、さらに医療検査の妥当性や食品等の安全性が適正に認識され、これらの結果国民生活・社会の安心・安全を高めること。

当分野の研究組織は、2つの研究部門（計測標準研究部門、計測フロンティア研究部門）、1つの研究センター（生産計測技術研究センター）の計3つの研究ユニットで構成されている。平成21年度の主な研究動向は以下の通りである。

1. 計量標準

計量標準整備については、計測標準研究部門がわが国の中核としてそれを担い開発・供給を行っている。第2期当初は、整備計画に対する産業界からの強い要請に基づいて、その数値目標を140種類と広範に設定したうえで、第2期4年目（平成20年度）終了の時点において153種類の新規供給を実現し、成果を着実に挙げる事ができた。平成21年度の実績としては、物理系校正サービス17種類、化学系標準物質13種類、計30種類の標準供給を開始した。また特定二次標準器の校正300件、特定副標準器の校正は13件、依頼試験は1,103件であった。認証標準物質の頒布数は780件であった。特定計量器の型式承認は182件、基準器検査は3,031件、比較検査18件、検定6件、各種計量教習はのべ664人を行った。同時に国家計量標準の相互承認を目的とし、計量標準の国際比較、国際基準に準拠した標準供給のための品質システムの整備と ISO/IEC 17025および ISO ガイド34認定（ASNITE-NMI）取得、他国の専門家による技術審査（Peer review）受入等を進めた。国際関係ではメートル条約と国際法定計量条約における調整活動への参加を通して我が国の計量技術を代表した責務を果たすと同時に、アジア太平洋地域では計量組織における調整活動や各国の計量技術者に対する教習等を通して計量先進国としてのプレゼンスを発揮した。

研究開発面での成果例としては、以下のようなものが挙げられる。

- (1) 基本的な計量標準を世界最高水準で整備することにより、わが国の国際通商、生産・品質管理、基準認証制度の発展を支援する
 - ・秒の再定義に向けて、次世代原子時計である光格子時計の開発を行い、 ^{171}Yb （イッテルビウム）光格子時計の実現に世界で初めて成功した。 ^{171}Yb 原子の遷移周波数を決定し、国際度量衡委員会により、 ^{171}Yb 光格子時計が周波数標準として採択された。
 - ・量子化ホール抵抗を基準とした100 μF までのキャパシタンス標準を世界最高水準で整備し、産業界への標準供給を開始した。
 - ・半導体やフラットパネルディスプレイ等の製造に不可欠な露光技術において重要な要素であるフォトマスクの信頼性向上のため、長さ標準にトレーサブルなフォトマスク線幅寸法の校正サービスを開始した。
 - ・石油用流量計の校正のため、石油小流量の標準供給を0.01 kg/h～0.04 kg/h の範囲で開始した。これにより石油流量をより高度に管理することが可能となった。
- (2) ニーズに即応した計量標準を開発・供給することにより、我が国産業の競争力強化と国民の安心・安全の確保を支援する
 - ・LED 測光量の校正範囲拡張に対応するため、高強度 LED 光束評価用の標準 LED を開発した。また、産総研が確立した LED 測光量校正技術を公設試験機関に移転し、国内の LED 測光量の校正サービスの拡充を実現した。
 - ・PCB 標準物質が環境省の公定分析法における校正/精度管理用標準物質として引用された。分析精度管理、簡易分析法確立への寄与により PCB 廃棄物の適切・迅速な処分の遂行に貢献した。
 - ・欧州 RoHS 指令の規制に対応するため、重金属分析用プラスチックをマトリックスとする認証標準物質の開発を継続し、本年度は Pb 濃度などが認証された鉛フリーはんだチップ標準物質を開発した。

2. 計測技術

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

平成21年度の2ユニットにおける計測・評価技術の主な研究成果として以下が挙げられる。

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

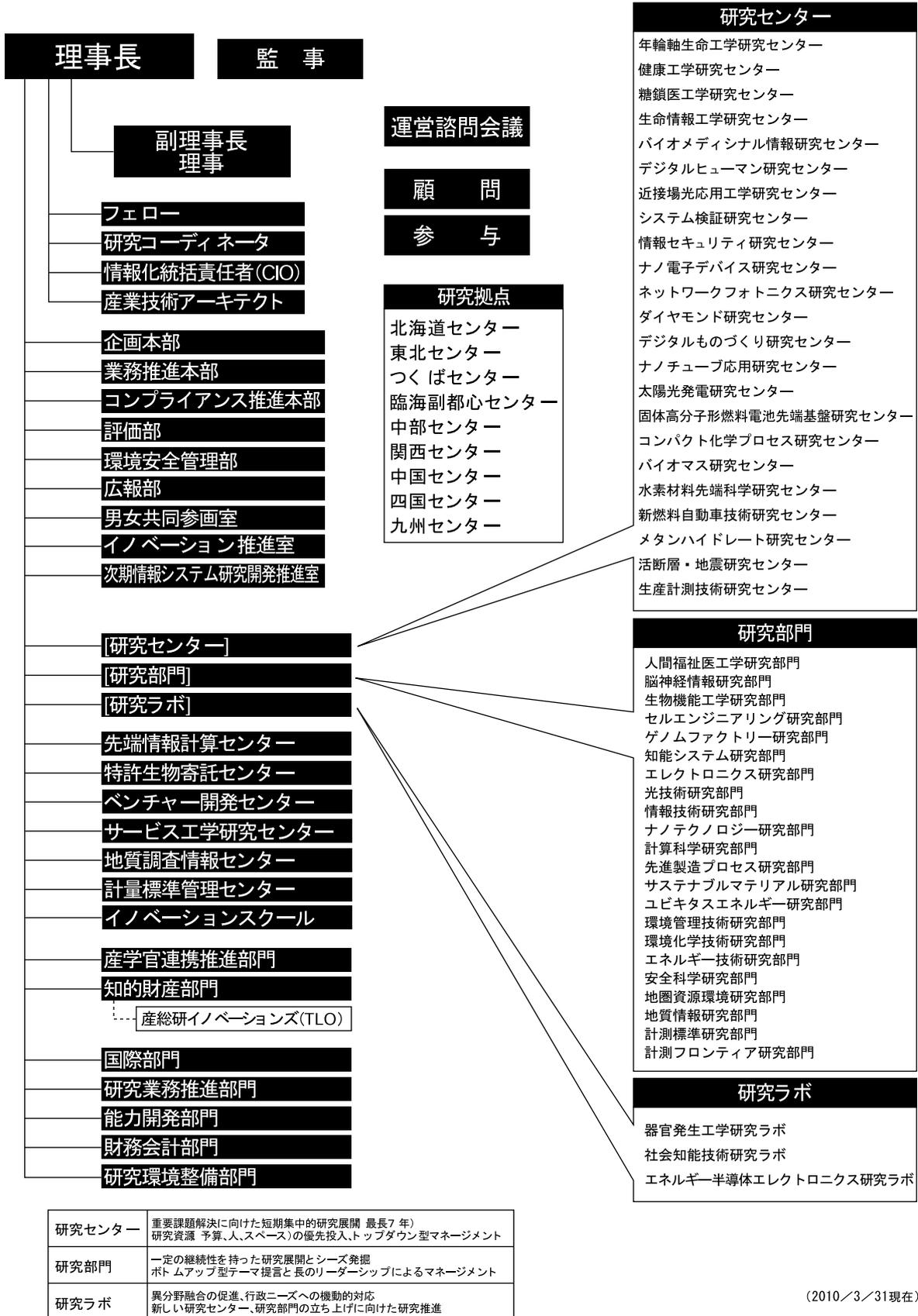
- ・レーザーを利用して実構造物を伝わる超音波をその場で動画映像化し、損傷による映像の変化から傷の有無を即座に判定できるレーザー超音波映像化探傷技術を開発した。
- ・針葉樹型のカーボンナノ構造体電子源を用いて、ヒーターやフィラメント不要で単三乾電池でも駆動可能な実用的な X 線源を開発した。
- ・応力発光塗膜センサの発光データベースを構築し、橋梁における亀裂の形状と挙動の可視化に成功した。発光強度などの情報から、構造物に発生する歪みを定量的に逆解析できることが可能となった。
- ・これまで検出困難だったシリコン・ウェハ内部の微小欠陥について、新規光計測技術を適用した装置を試作し、200 mm ウェハを1枚/数分で検査できることを確認した。本試作機で検出したウェハクラックの検出箇所（エッチング処理後）を AFM で詳細に調べた結果、80 nm 程度の欠陥まで検出できることを確認した。

3. 幹部名簿

役職（本務）	役 職（兼務）	氏 名	就任期間	就任年月日	備 考
理事長		野間口 有	1年	平成21年4月1日	
副理事長	つくばセンター所長 コンプライアンス推進本部長 サービス工学研究センター長 イノベーションスクール長	小野 晃	2年	平成20年4月1日	※H18. 4. 1～H20. 3. 31 までは理事
理事	西事業所長	山崎 正和	4年	平成18年4月1日	
理事	次期情報システム研究開発推 進室長 情報化統括責任者	一村 信吾	3年1ヶ月	平成19年2月16日	
理事	産業技術アーキテクト イノベーションスクール副ス クール長	伊藤 順司	3年	平成19年4月1日	
理事	企画本部長	脇本 眞也	2年8ヶ月	平成19年7月31日	
理事（非常勤）		田中 信義	2年	平成20年4月1日	
理事	東事業所長	矢部 彰	2年	平成20年4月1日	
理事	特許生物寄託センター長	湯元 昇	2年	平成20年4月1日	
理事	評価部長	上田 完次	1年	平成21年4月1日	
理事	業務推進本部長 広報部長 企画本部副本部長	瀬戸 政宏	1年	平成21年4月1日	
理事	コンプライアンス推進本部副 本部長	井内 撰男	0年8ヶ月	平成21年7月15日	
監事		石野 秀世	2年8ヶ月	平成19年7月31日	
監事		内田 修	1年	平成21年4月1日	

（平成22年3月31日現在）

4. 組織図



5. 組織編成

年月日	組 織 規 程	組 織 規 則
平成21年4月1日		<p>活断層研究センターを廃止 バイオニクス研究センターを廃止 水素材料先端科学研究センターに水素高分子材料研究チームを設置 ナノ電子デバイス研究センターに先進ナノ界面デバイス研究チームを設置 活断層・地震研究センターを設置し、同センターに活断層評価研究チーム、地震発生機構研究チーム、地震素過程研究チーム、地震地下水研究チーム、海溝型地震履歴研究チーム及び地震災害予測研究チームを設置 メタンハイドレート研究センターを設置し、同センターに生産技術開発チーム、貯留層特性解析チーム、生産モデル開発チーム及び物理特性解析チームを設置 地圏資源環境研究部門に地圏環境リスク研究グループを設置 知能システム研究部門の自律行動制御研究グループ、タスク・インテリジェンス研究グループ、3次元視覚システム研究グループ、フィールドシステム研究グループ、安全知能研究グループ、分散システムデザイン研究グループ及び空間機能研究グループを廃止し、同研究部門に統合知能研究グループ、タスクビジョン研究グループ、インタラクションモデリング研究グループ、ディペンダブルシステム研究グループ、サービスロボティクス研究グループ及びフィールドロボティクス研究グループを設置 先進製造プロセス研究部門の先進焼結技術研究グループを廃止し、同研究部門に無機複合プラスチック研究グループを設置 サステナブルマテリアル研究部門の高耐久性コーティング研究グループ、金属間化合物材料研究グループ及び電子セラミックス粉体研究グループを廃止し、同研究部門に高耐久性材料研究グループを設置 地質情報研究部門の島弧堆積盆研究グループ、島弧複合地質研究グループ、統合地質情報研究グループ、地質リモートセンシング研究グループ、地震地下水研究グループ、地震発生機構研究グループ及び沿岸都市地質研究グループを廃止し、同研究部門に平野地質研究グループ、層序構造地質研究グループ、地殻岩石研究グループ、シームレス地質情報研究グループ、情報地質研究グループ及び沿岸堆積研究グループを設置 環境管理技術研究部門の融合浄化研究グループを廃止 環境化学技術研究部門のバイオベースポリマーグループを廃止し、同研究部門に精密有機反応制御第2グループを設置 情報技術研究部門のグローバル IT システムグループ、メディアインタラクショングループ、自由ソフトウェア武門グループ、音声情報処理グループ、インタラクティブビジョングループ、実世界指向インタラクショングループ、マルチエージェントグループ及び適応型システム研究グループを廃止し、同研究部門に情報戦略グループ、センサーコミュニケーション研究グループ、知的メディア研究グループ、マルチエージェント研究グループ、ミドルウェア基礎研究グループ及びメディアインタラクション研究グループを設置 メタンハイドレート研究ラボを廃止 創薬シーズ探索研究ラボを廃止 バイオセラピューティック研究ラボを廃止</p>

産業技術総合研究所

		光・電子 SI 連携研究体を廃止 連携研究体バイオ技術産業化センターを設置 バイオベースポリマー連携研究体を設置
平成21年5月1日		情報セキュリティ研究センターに ICSS 技術チームを設置 地質調査情報センターの地質情報整備室の名称を地質情報出版室に、及び地質資料管理室の名称を地質情報管理室に変更
平成21年6月1日		サステナブルマテリアル研究部門に金属系構造材料設計研究グループを設置
平成21年7月1日		コンプライアンス推進本部の危機管理室の名称をリスク管理室に変更 生物機能工学研究部門の生物共生相互作用研究グループを廃止 ゲノムファクトリー研究部門に生物共生進化機構研究グループを設置
平成21年8月1日		業務推進本部に業務効率化推進室を設置
平成21年9月1日	イノベーションスクールを設置 イノベーションスクールの設置に伴い、イノベーションスクール長の職制を設置	イノベーションスクールに企画運営室を設置 イノベーションスクールに副スクール長の職制を設置
平成21年10月1日		ナノテクノロジー研究部門の先進ナノ構造グループ及び高温量子エレクトロニクスグループを廃止
平成22年1月1日		地質情報研究部門の海底系地球科学研究グループ及びマagma熱水系研究グループを廃止し、同研究部門にマagma熱水鉱床研究グループを設置
平成22年2月1日		社会知能技術研究ラボを設置 サービス工学研究センターの最適化研究チーム及びサービスプロセス研究チームを廃止し、同センターにサービスプロセス最適化研究チームを設置
平成22年2月26日	関西センターの大阪扇町サイトを廃止	
平成22年2月28日	東京本部の大田サイトを廃止	

II. 業 務

Ⅱ．業 務

1. 研 究

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

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

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

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

1. 鉱工業の科学技術

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

2. 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

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

3. 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

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

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

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

研 究

<凡 例>

研究ユニット名 (English Name)

研究ユニット長：〇〇 〇〇 (存続期間：発足日～終了日)

副研究ユニット長：〇〇 〇〇

総括研究員：〇〇 〇〇、〇〇 〇〇

所在地：つくば中央第×、△△センター (主な所在地)

人 員：常勤職員数 (研究職員数)

経 費：執行総額 千円 (運営交付金 千円)

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

外部資金：

テーマ名 (制度名/提供元)

テーマ名 (制度名/提供元)

発 表：誌上発表〇件 (総件数)、口頭発表〇件 (総件数)

その他〇件 (刊行物等)

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

研究グループ長：氏 名 (所在地)

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

研究グループ長：氏 名 (所在地)

概要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

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

連携研究体長：〇〇 〇〇 (つくば中央第△、研究職数名)

概要：研究目的、研究手段、方法論

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

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

[研究代表者] 氏 名 (〇〇研究部門△△研究グループ)

[研究担当者] 〇〇、△△、××、(常勤職員〇名、他〇名)

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

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

[研究代表者] 氏 名 (〇〇研究部門△△研究グループ)

[研究担当者] 〇〇、△△、××、(常勤職員〇名、他〇名)

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

(1) 研究ユニット

1) 研究センター

①【活断層・地震研究センター】

(Active Fault and Earthquake Research Center)

(存続期間：2009.4～)

研究センター長：岡村 行信

副研究センター長：桑原 保人

主幹研究員：杉山 雄一

主幹研究員：栗田 泰夫

所在地：つくば中央第7

人員：27名(26名)

経費：1,411,089千円(370,982千円)

概要：

活断層・地震研究センターは、旧活断層研究センターの終了後も引き続き活断層と地震に関する研究を推進するため、2009年4月に5年間の設置期限を持つ研究センターとしてスタートした。当センターは、活断層評価の高度化、海溝型地震評価の高度化、地震災害評価の高度化をミッションに掲げ、従来の地形・地質学に重点を置いた活断層調査研究だけでなく、地球物理学的な地震調査研究も合わせて実施し、両者を融合させつつ、内陸地震と海溝型地震の予測精度の向上及び地震災害の軽減を目指す研究を推進する。

活断層評価の高度化では、従来から実施してきた活断層の履歴解明を主目的とする地形・地質学的調査を推進すると共に、活断層の活動時期を合理的に説明できる物理モデルの構築を進める。両者の知見を融合させ、互いに検証し合うことにより、地表付近の活動履歴だけでなく、地下深部の地殻構造や岩石変形メカニズムまでを考慮した、将来の断層活動予測手法の開発を目指した研究を進める。また、海溝型地震評価の高度化については、東海・東南海・南海地震の前兆現象に関連していると考えられている深部すべりを検出するための地下水等総合観測施設の整備と観測データの解析手法の開発を進める。更に、歴史記録だけでは解明できない巨大津波を伴う連動型地震の発生間隔と規模を地形・地質学的な調査及び地球物理学的なモデリングを組み合わせて解明する。地震災害評価の高度化では、断層活動に伴う地表変形を地質学的調査解析に基づいた過去の変形構造の解明とそれを再現できる数値シミュレーションの開発を進める。同時に、地質条件と地球物理条件とを組み合わせた地震動予測手法の高度化を目指す。

さらに、地質分野の政策課題として実施されている「沿岸域地質・活断層調査」の一環として、海陸のシームレスな地質情報を整備するため、新潟県の沿岸海域における構造探査と海域のデータベースの整備を実

施した。

本研究センターの初年度に当たる平成21年度は、地形・地質学と地球物理学的との連携を促進するため、異分野間の融合研究をセンター内で公募し、糸魚川-静岡構造線の断層モデルの構築と、地表付近の断層活動のばらつきを研究対象とする課題をスタートさせた。一方で、地質調査総合センター(Geological Survey of Japan)の一員として、関連研究ユニット・組織と連携を図り、効率的に研究を進めた。また、下に列挙する経済産業省、文部科学省、原子力安全基盤機構、応用地質株式会社、東京大学、東北大学、日本学術振興会等からの20件の外部資金による研究・調査を実施した。

研究及び調査の成果は学会及び学術雑誌上で積極的に公表したほか、産総研のウェブページ、ニュースをはじめ、各種の媒体を通して速やかに発信した。また、「活断層・古地震研究報告」第9号を編集・刊行するとともに、当センターの研究活動の広報のため、ウェブページの運営、センターニュースの発行・配布を行った。

外部資金：

文部科学省受託研究費「沿岸海域における活断層調査」

文部科学省受託研究費「活断層の追加・補完調査」

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

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

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

財団等受託研究費「より詳しい地震活動履歴解明のための地質学および史料地震学的研究」(東京大学地震研究所)

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

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

文部科学省科学研究費補助金「高精度で定量的な海水準変動を行うための微化石データベースの構築」

文部科学省科学研究費補助金「大陸地殻の脆性-塑性遷

移と細粒長石の塑性変形」

文部科学省科学研究費補助金「広帯域観測データの精密解析に基づくゆっくり地震の物理過程解明」

文部科学省科学研究費補助金「室内実験を用いたデータ同化手法の開発ー地震発生予測を目指してー」

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

文部科学省科学研究費補助金「活断層モデルに基づく大地震連鎖可能性評価手法の開発と適用」

文部科学省科学研究費補助金「余震の精密解析に基づく地震発生前の絶対応力場復元に関する研究」

文部科学省科学研究費補助金「地下構造推定のための微動アレイ探査法の実用性向上」

文部科学省科学研究費補助金「中央構造線の連続コアによる断層帯内部構造解析」

文部科学省科学研究費補助金「地震サイクルを考慮した想定地震シナリオの予測方法の研究」

文部科学省科学研究費補助金「巨大地震断層の力学的・水理学的特性の解明」

日本学術振興会 サマー・プログラム制度調査研究費「ボアホール検層による破砕帯のキャラクタリゼーションの研究」

発 表：誌上発表35件、口頭発表139件、その他37件

活断層評価研究チーム

(Active Fault Evaluation Team)

研究チーム長：吉岡 敏和

(つくば中央第7)

概 要：

活断層の過去の活動を把握し、将来の活動を予測するための調査・研究を行う。国の地震調査研究推進本部が選定した「基盤的調査観測の対象活断層」等の重要活断層について、位置・形状、活動度、最新活動時期、活動間隔などを明らかにするための調査・研究を行った。調査の方法は、地形地質調査、トレンチ調査、ボーリング調査、反射法探査などで、調査結果は、既存の文献資料とともに活断層データベースとして整理し、インターネット上で公開した。また、活断層の評価手法の高度化のため、最近の地震断層に関する詳細

な研究や、活動性が低い活断層の研究も併せて行った。
研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

地震発生機構チーム

(Seismogenic Process Research Team)

研究チーム長：桑原 保人

(つくば中央第7)

概 要：

本研究チームは、地質学的調査を主体とした履歴情報に加え、地殻活動のモニタリング、モデリングといった地球物理学的な研究から得られる地下の深部構造、応力情報等を融合させることにより、物理モデルに基づく内陸地震および海溝型地震の予測技術の開発を目指す。活断層や南海トラフの深部構造・応力状態解明のための地球物理学的調査観測と、地震発生や地震破壊の連動を予測するためのコンピュータシミュレーション技術の開発・改良を行った。

研究テーマ：テーマ題目3

地震素過程研究チーム

(Laboratory Seismology Research Team)

研究チーム長：増田 幸治

(つくば中央第7)

概 要：

シミュレーションによる地震発生予測精度の向上に重要な情報となる、断層深部における塑性変形から摩擦滑りに遷移する構成則の解明を目指す。断層破砕帯の変形過程解明のための詳細な構造地質学的調査、地殻深部の高温高压環境を実現できる世界有数の実験装置を使用した変形・破壊実験等を行った。過去に地下深部にあつて現在地表に露出している岩石を地質学的に調べて、地下深部における岩石の変形機構の証拠を集め、さらに、実験室で高温高压の地下深部環境を作り出して、地下深部で起こっているすべり現象を再現することで、地震発生の際の断層や岩石の変形様式の解明に取り組んだ。

研究テーマ：テーマ題目4

地震地下水研究チーム

(Tectono-Hydrology Research Team)

研究チーム長：小泉 尚嗣

(つくば中央第7)

概 要：

国の東海地震予知事業および地震調査研究業務を分担し、地殻活動と地下水変動の関係を解明するために、地下水等の観測・研究業務を行っており、地震に関連する地下水変化における日本の中核的研究チームである。東海・近畿・四国地域を中心に、全国に50以上の観測点を展開し、地下水の水位・自噴量・水温・水質・ラドン濃度等の観測とともに、一部の観測点では、

歪・GPS・傾斜計等による地殻変動や地震の同時観測も行っている。これは、地震予知研究のための地下水観測網としては質・量において世界有数のものである。観測データは電話回線や携帯電話等を通じて当チームに送信され（一部重要データは気象庁にもリアルタイムで送られて東海地震予知のための監視データとなっていて）、地下水等の変動メカニズム解明のための研究が行われている。観測結果は、解析手法とともにホームページを通じてデータベースとして公開しており（<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/gxwell/GSJ/index.shtml>）、地震防災対策強化地域判定会（東海地震の予知判定を行う気象庁長官の諮問機関）・地震予知連絡会・地震調査委員会（地震調査研究推進本部）にデータを報告・説明している。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7

海溝型地震履歴研究チーム

(Subduction Zone Paleoearthquake Research Team)

研究チーム長：岡村 行信

(つくば中央第7)

概要：

海溝型地震の中でもまれに発生する異常に大きな津波を伴う地震は、2004年スマトラ沖地震のように甚大な被害を発生させる。このような異常に規模の大きな海溝型地震は、津波堆積物や地殻変動の痕跡を地層や地形に残すことが知られていることから、沿岸域で湿地堆積物の調査研究、古生物学的手法を用いた古環境の復元、海岸段丘と岩石に付着した生物の調査を実施し、過去の巨大地震の履歴を解明している。さらに、明らかになった津波堆積物の分布域や地殻変動量などの観察事実を定量的に説明できる断層・津波波源モデルを構築し、津波及び地殻変動シミュレーションを実施することによって、過去に発生した巨大な海溝型地震像を明らかにするとともに、将来の巨大津波を予測するための研究を実施した。さらに、沿岸海域のシームレス地質情報整備も実施した。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目10、テーマ題目11

地震災害予測研究チーム

(Earthquake Hazard Assessment Team)

研究チーム長：堀川 晴央

(つくば中央第7)

概要：

地震による被害軽減に資することを目指して、地震動予測手法の高度化に関する研究と断層変位による表層地盤の変形の予測に関する研究を行った。地震動予測の高度化に関する研究においては、海溝沿いで発生する巨大地震の震源モデルや我が国の主要平野の地盤

構造モデルの作成を行いながら、過去に起こった巨大地震に伴う地震動の再現や将来発生すると考えられる巨大地震に伴う長周期地震動の評価に関する研究を進めた。また、作成した地盤構造モデルを電子ファイルとして公開し、広く一般の使用に供することに努めた。地盤変形の予測に関する研究においては、地質情報、活断層情報に基づく断層変位による表層地盤の変位・変形量を数値シミュレーションによって予測する手法の開発を行うとともに、フィールドでのデータ取得を行った。

研究テーマ：テーマ題目9

[テーマ題目1] 活断層評価の研究

[研究代表者] 吉岡 敏和

[研究担当者] 吉岡 敏和、近藤 久雄 (JSPS 特別研究員)、吾妻 崇、宮下 由香里、丸山 正、楮原 京子、林 舟、谷口 薫、宮本 富士香 (常勤職員5名、他4名)

[研究内容]

活断層評価の高精度化および評価手法の高度化を図るため、日本およびトルコ共和国において、野外調査を主とする調査研究を実施した。具体的には、トルコ、北アナトリア断層において、地震時変位量の計測と古地震調査を行うとともに、横手盆地東縁断層帯北部において、セグメント区分手法を検討するための垂直変位量分布を調査した。また、調査結果の普及と有効活用の目的ですでに公開中の活断層データベースについて、調査地点をGoogle Maps上で直接検索できる機能を開発したほか、地下構造可視化システムと連携するシステムを構築した。さらに、新規公表データの追加入力を行うとともに、他のGISシステムとの連携・統合を図るための断層位置データのデジタル化入力を行った。

[分野名] 地質

[キーワード] 活断層、古地震、活動履歴、変位量、データベース

[テーマ題目2] 活断層および地震に関する融合研究

[研究代表者] 桑原 保人

[研究担当者] 近藤 久雄 (JSPS 特別研究員)、桑原 保人、長 郁夫、木口 努、多田 卓、丸山 正、安藤 亮輔 (常勤職員5名、他2名)

[研究内容]

本研究は、地震の発生・災害の予測に有効な研究の中で、特に、専門の異なる研究者が融合する事で研究の著しい進展が期待できる研究テーマとして、活断層の深部形状推定手法の開発と、地震時の地表すべりの多様性の原因解明を目標に、1)糸静活断層系・深部形状の解明、2)内陸逆断層の地表すべりの多様性とそのメカニズムの

研究、の2テーマを開始した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕糸魚川-静岡構造線、小谷-中山断層、
数値地形モデル、地表すべり、多様性、
浅部地殻応力場、地盤物性、有限要素法

〔テーマ題目3〕地震発生の物理モデルに関する研究

〔研究代表者〕桑原保人

〔研究担当者〕桑原 保人、長 郁夫、多田 卓、
加瀬 祐子、今西 和俊、木口 努、
武田 直人（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

本研究では、大地震の発生予測精度の向上のため、モニタリングと物理モデルに基づいた予測手法を開発することを目的とする。活断層で発生する大地震については、糸魚川-静岡構造線（以下、糸静線）をターゲットに、断層の深部構造や応力状態のモニタリング結果を取り入れ、地震の発生時期と破壊の連動性の予測を行う。本年度は、1)糸静線の深部構造モデルの構築、2)糸静線の応力状態の把握、3)複雑な断層形状での3次元動的断層破壊のシミュレーション技術の開発、等を行った。

海溝型巨大地震については、東南海・南海地震の発生予測精度の向上のために、沈み込み帯の深部低周波地震発生域の応力状態モニタリング手法を開発する。研究開発要素は、広い帯域の地震計3次元アレイ観測システムの展開と解析による、深部低周波地震の物理モデルの構築、それによる応力状態推定手法の開発である。本年度は、広帯域地震計による紀伊半島でのアレイ観測を開始した。また鉛直ボアホールアレイデータを用いた深部低周波微動の高精度検出システムを開発した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震発生予測、物理モデル、地殻応力、
糸魚川-静岡構造線、東南海・南海地震、
数値シミュレーション

〔テーマ題目4〕地震素過程に関する研究

〔研究責任者〕増田 幸治

〔研究担当者〕増田 幸治、佐藤 隆司、重松 紀生、
高橋 美紀、上原 真一、溝口 一生
（防災科学技術研究所）
（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

シミュレーションによる地震発生予測精度の向上に重要な情報となる、断層深部における塑性変形から摩擦滑りに遷移する構成則の解明を目指した。運営費交付金によって実施。かつての断層深部が地表に露出している三重県中央構造線沿いの応力履歴を検討し、北北東-南南西の一軸圧縮左横ずれ応力場において脆性-塑性遷移を経験したのち、温度 150-200°Cにおいて南北の一軸圧縮場、上下方向の一軸圧縮場と応力場が大きく変化した時

期があったことを明らかにした。脆性-塑性遷移領域では蛇紋岩の摩擦-流動則の変遷が系統的な変形メカニズムの変化によって制御されていることが判明し定式化した。封圧の擾乱が微小破壊に及ぼす影響を実験的に調べ、発生する微小破壊は封圧が減少した時に活発になることを明らかにした。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕脆性-塑性遷移、高温高压実験、中央構造線、蛇紋岩、AE（アコースティック・エミッション）

〔テーマ題目5〕地下水等総合観測による地震予測精度向上に関する研究

〔研究代表者〕小泉 尚嗣

〔研究担当者〕小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、
大谷 竜、北川 有一、板場 智史、
武田 直人、梅田 康弘、佐藤 努（地質情報研究部門、兼任）、加納 靖之
（京都大学）、中村 衛（琉球大学）、
板寺 一洋（神奈川県温泉地学研究所）、棚田 俊收（神奈川県温泉地学研究所）、角森 史昭（東京大学）、
豊島 剛志（新潟大学）、渡部 直喜
（新潟大学）、浅井 康広（東濃地震科学研究所）、
田阪 茂樹（岐阜大学）、鈴木 貞臣
（東濃地震科学研究所）
（常勤職員6名、他13名）

〔研究内容〕

本研究は、東海地震予知事業における地下水観測分野及び、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について（建議）」（文科省測地学学科会）の地下水等総合観測による研究に相当している。平成21年度の主な成果は以下の通りである。

国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆的地下水位変化検出システムを運用した。平成21年8月の駿河湾地震時には、地下水観測データを提供し、東海地震発生可能性の議論の材料として用いられた。平成21年12月の伊豆半島東方沖群発地震では、地下水位の変動を検出して気象庁に提供し活動予測を行った。また、観測データを説明するマグマ貫入モデルを提示した。台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的、地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、台湾における第8回ワークショップを共催し連携を深めた。台湾の地震地下水研究のために整備した観測点の地震や地殻歪に対する感度の評価を行った。地震後の変化においては、歪変化より地震動の寄与の方が大きいことが示された。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震予知、地震予測、地下水、活断層、

地殻変動、歪、地震、東海地震、東南海地震、南海地震

〔テーマ題目6〕地震に関する地下水観測データベース

〔研究代表者〕松本 則夫

〔研究担当者〕松本 則夫、小泉 尚嗣、高橋 誠、武田 直人（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

産業技術総合研究所は、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について（建議）」（文科省測地学分科会、平成20年8月）において、「地震に伴う地下水変化について・・・データベースの充実を図る。」とされており本データベースがそれに相当する。本データベースは、産総研の観測網によって観測された地下水・地殻変動・地震に関する最新の観測データを表示する。平成21年度には、最新の観測データの公開を継続し、深部低周波微動の震源表示解析システムのプロトタイプを公開に向けて改良した。また、メンテナンス情報・各種委員会資料・地震前後における地下水変化事例データベースの入力を継続した。本データベースに対する平成21年度のアクセスは22万件弱であった。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震、地下水、データベース、地殻変動、歪、深部低周波微動

〔テーマ題目7〕東南海、南海地震予測のための地下水等観測施設整備

〔研究代表者〕小泉 尚嗣

〔研究担当者〕小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、大谷 竜、北川 有一、梅田 康弘、今西 和俊、木口 努、佐藤 隆司、板場 智史、佐藤 努（地質情報研究部門、兼任）、山口 和雄（地質情報研究部門）、風早 康平（地質情報研究部門）、塚本 斉（地質情報研究部門）、高橋 正明（地質情報研究部門）、高橋 浩（地質情報研究部門）、森川 徳敏（地質情報研究部門）、石井 紘（東濃地震科学研究所）、大久保 慎人（東濃地震科学研究所）、浅井 康広（東濃地震科学研究所）（常勤職員15名、他5名）

〔研究内容〕

東南海、南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備を行った。平成21年度は、三重県津市と高知県須崎市にそれぞれ1点、合計2点の観測点を構築し観測を開始した。これによって、前年度までの12点と合わせて合計14点となった。これらのデータは産総研だけでなく、気象庁にもリアルタイムで送られていて東海地震予知のための参考データとなっている。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震予測、地下水、地殻変動、地震、東南海地震、南海地震、歪

〔テーマ題目8〕海溝型地震の履歴と被害予測の研究

〔研究代表者〕岡村 行信

〔研究担当者〕岡村 行信、澤井 祐紀、藤原 治、行谷 佑一、藤野 滋弘、松本 弾（地質情報研究部門）越村 俊一（東北大学）、西村 裕一（北海道大学）、中村 有吾（北海道大学）、Gerard Fryer (PTWC)、Akapo Akapo (NWS, NOAA)、Laura S. L. Kong (ITIC, UNESCO/IOC-NOAA)（常勤職員4名、他8名）

〔研究内容〕

海溝型地震は内陸型の地震に比較して発生頻度が高く、規模も大きい。さらに同じ場所で発生する地震の規模は一定でなく、まれに異常に規模の大きな地震となり、巨大津波を発生させる。2004年のスマトラ沖地震はその例であるが、日本周辺海域でも同じような巨大津波が過去に発生したことが明らかになっている。このような海溝型地震の多様性を明らかにし、その津波や地殻変動の規模と今後の発生時期を予測するため、外部予算も獲得しつつ日本の沿岸域、及び世界各地の沈み込み帯の調査を進めている。本年度の調査研究は、北海道東部、常磐海岸、相模トラフ、南海トラフで行い、また緊急調査として2009年サモア諸島沖地震津波の調査も行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海溝型地震、津波堆積物、地殻変動、巨大津波、連動型地震、津波シミュレーション

〔テーマ題目9〕地震災害予測の研究

〔研究代表者〕堀川 晴央

〔研究担当者〕堀川 晴央、吉見 雅行、安藤 亮輔、木村 治夫、関口 春子（京都大学）、吉田 邦一（地域地盤環境研究所）（常勤職員3名、他3名）

〔研究内容〕

本研究では、地震被害軽減に資するよう地震動予測および断層運動に伴う地表変形に関する調査・研究を実施している。

地震動予測に関する研究では、予測手法の高度化に関する研究と日本全国の堆積盆地における長周期地震動評価研究を進めている。今年度は、関東地震の再現計算を論文として発表するとともに長周期地震動評価におけるばらつきの成因と特徴を昨年度に引き続き調べた。緊急調査として、フランス地質調査所による余震観測と被害調査に参加した。

断層変位に伴う表層地盤の変位・変形予測の研究では、綾瀬川断層帯において地震波探査と地中レーダー探査を実施した。また、地中レーダーを用いた探査は、糸魚川-静岡構造線活断層系においても実施した。

【分野名】地質

【キーワード】強震動、長周期地震動、地表変形、数値シミュレーション、物理探査

【テーマ題目10】「沿岸域地質・活断層調査」海陸シームレス地質調査

【研究代表者】岡村 行信

【研究担当者】井上 卓彦（地質情報研究部門）、村上 文敏（地質情報研究部門）
（常勤職員2名）

【研究内容】

ブーマーを音源とする12チャンネルの音波探査システムを用いて、新潟県北部の沿岸海域で測線長約720kmの調査を実施した。その結果、調査域全域にわたって、最終氷期の浸食面とそれを覆う完新統の分布が確認された。完新統は、海進期堆積体、高海水準期堆積体に区分できる。陸上の角田山東縁断層帯の海域延長部には、完新統に変形を与える南北方向の長さ25kmの撓曲帯が発達することが確認できた。それ以外の調査域では、確実な活断層は確認できなかった。

【分野名】地質

【キーワード】沿岸地質、新潟、音波探査、活断層、完新統

【テーマ題目11】「沿岸域地質・活断層調査」海陸統合データベースの構築

【研究代表者】岡村 行信

【研究担当者】佐藤 智之（地質情報研究部門）、辻野 匠（地質情報研究部門）、荒井 晃作（地質情報研究部門）、井上 卓彦（地質情報研究部門）（常勤職員4名）

【研究内容】

日本周辺海域で過去33年間に海洋地質図を作成するために得られた5,643測線の反射断面をデータベース化した。データは55のグループに分けて登録され、データベースシステムの画面上で、各海域の測線図を表示し、必要な反射断面を測線図から選択して表示できるようになっている。登録したデータには位置情報に関していくつかの間違ひがあるので、それらの修正を行っていく必要がある。一方、陸域については、新潟県の褶曲帯の3次元地質構造を、5万分の1の地質図の情報に基づいて作成した。

【分野名】地質

【キーワード】音波探査、日本周辺海域、データベース、褶曲

②【年齢軸生命工学研究センター】

(Age Dimension Research Center)

(存続期間：2002.7.1～2010.3.31)

研究センター長：倉地 幸徳

副研究センター長：西川 論

所在地：つくば中央第6

人 員：7名（6名）

経 費：155,035千円（130,078千円）

概 要：

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

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

当センターは、生命の統合的理解にとって必須でありながら漸くその研究の幕が揚がったばかりの段階にある年齢軸恒常性の機序と年齢依存性疾患のより深化した理解を目指すと共に、新知見の応用開発に向けた研究を進めている。我々は先に、世界に先駆け最初の年齢軸恒常性分子機構である ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構を発見した。更に最近、この機構がヒト疾患において作動している事を証明した。これは、新しい研究分野、年齢軸恒常性とその機序の解明と応用（年齢軸生命工学）の基盤を確立するものであった。この背景に立って、我々は更に年齢軸恒常性の調節を精査し、新たな年齢軸恒常性調節分子機構の同定と解明を目指すとともに、年齢軸恒常性の統合的理解に向けて、マウス肝臓の遺伝子とタンパク質の年齢軸に沿った発現変動プロファイルの網羅的解析を進め、統合

データベースの構築を達成したところである。このデータベースは、加齢・老化現象や年齢依存性疾患の基礎研究に加え、創薬や疾患マーカー探索などに有用で、貢献するものであり、その管理および更新も重要な業務である。

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

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

なお、本研究センターは平成21年度をもって終了となった。終了に際して、本センターが中心になり立ち上げた年齢軸生体恒常性研究会の第2回シンポジウムを開催した。外部機関からの講演も多数頂き、我々がこれまでに進めてきた研究が新規学術分野創出へと繋がる可能性を実感できた。

外部資金：

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

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「induced folding 機構の獲得を抗体の親和性成熟に学ぶ」

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

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的イノベーション創出推進事業「高感度 NMR システムの生体分子への応用測定法の確立」

発表：誌上発表12件、口頭発表30件、その他2件

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

研究チーム長：倉地 須美子

(つくば中央第6)

概要：

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

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

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

構造生物学チーム (Structural Biology Team)

研究チーム長：山崎 和彦

(つくば中央第6)

概要：

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

エクト発展に貢献する。
研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8

エージディメンジョンチーム

(Age Dimension Team)

研究チーム長：西川 諭

(つくば中央第6)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10

免疫恒常性チーム

(Immune Homeostasis Team)

研究チーム長：古川 功治

(つくば中央第6)

概要：

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

もに、応用技術開発も視野に入れた研究展開を行う。

研究テーマ：テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16

〔テーマ題目1〕年齢軸遺伝子調節分子機構のキー遺伝子エレメント ASE と AIE の結合タンパク質の同定と機能解析

〔研究代表者〕 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、エミリン・ドゥボゼ

(招聘1名、他1名)

〔研究内容〕

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

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目2〕マウス肝臓タンパク質の年齢軸に沿った網羅的プロテオミクス解析

〔研究代表者〕 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

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

〔研究内容〕

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

〔分野名〕 ライフサイエンス

マウス

〔キーワード〕 網羅的肝タンパク質解析、プロテオミクス、年齢軸発現変動、2次元電気泳動

〔テーマ題目3〕 マウス肝臓遺伝子発現の年齢軸に沿った網羅的解析

〔研究代表者〕 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、タチアーナ・ポロトバ
(招聘1名、他1名)

〔研究内容〕

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

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目4〕 年齢軸生命工学開発

〔研究代表者〕 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、エミリン・ドウボゼ
(招聘1名、他1名)

〔研究内容〕

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

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目5〕 膜プロテアーゼ・ヘプシンの機能と前立腺癌における役割の研究

〔研究代表者〕 倉地 幸徳

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 幸徳、鹿本 泰生
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

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

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヘプシン、膜プロテアーゼ、前立腺癌、早期診断マーカー

〔テーマ題目6〕 遺伝子発現制御因子及び免疫系タンパク質の構造生物学的解析

〔研究代表者〕 山崎 和彦 (構造生物学チーム)

〔研究内容〕 山崎 和彦、山崎 智子、竹本 理、
舘野 賢

(常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

遺伝子発現の年齢軸制御機構の原子レベルでの解明及び加齢性疾患の治療への応用を目的とし、関連する因子の立体構造解析を軸に、分子認識機構、機能調節機構の解明を目指す。今年度は、年齢軸恒常性分子機構に関与している遺伝子エレメント AIE に結合する調節因子と核酸の相互作用機構の解明へ向けて、核酸結合領域とそのN末端ドメイン、C末端ドメインを調製し、構造決定に必要な多次元NMR測定と解析を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目7〕 CUT-homeodomain 転写因子のDNA結合におけるドメイン間相違と協同性

〔研究代表者〕 山崎 和彦 (構造生物学チーム)

〔研究担当者〕 山崎 和彦、山崎 智子
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

DNA 結合ドメインとして CUT ドメインとホメオドメインをもつ転写因子である SATB1 タンパク質と Cut/Cux/CDP タンパク質は、翻訳後修飾やプロテオシスによる部分切断の結果、DNA 結合活性や認識配列が変化する。本研究はその仕組みについて、構造生物学的手法によって詳細に解明することを目指す。今年度は、SATB1 のホメオドメインの立体構造精密化を行うと同時に、CUT ドメインとホメオドメインの融合タンパク質による DNA への結合に関して、タンパク質ドメイン間の連結部分の長さや DNA 配列に対する依存性について精査を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目8〕 高感度NMRシステムの生体分子の応用測定法の開発

〔研究代表者〕 山崎 和彦 (構造生物学チーム)

〔研究担当者〕 山崎 和彦、山崎 智子
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

NMR 分光法の適用範囲拡大を目指し、タンパク質など生体高分子の関与する反応や立体構造の動的変化について詳細に解析するための測定法の開発を行う。今年度は、タンパク質の変性・巻き戻り過程で生ずる準安定状態の構造解析へ向け、実験が可能となる適切なタンパク質試料の探索を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 NMR 分光法、タンパク質、動的構造変化、変性

〔テーマ題目9〕 年齢軸による神経可塑性変化の分子機構に関する研究

〔研究代表者〕 池本 光志
(エージディメンジョンチーム)

〔研究担当者〕 池本 光志、興水 洋平、荒野 拓
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

「薬物依存」等の現象は、脳に於いて長期的な神経可塑性維持機構が成立することにより発現し、年齢に依存して変動する。本研究では、モルヒネ耐性依存現象に関与する因子として独自に同定した神経型グルタミン酸輸送体 EAAC1制御因子アディクシンならびに抗接着因子 Secreted Protein Acidic and Rich Cysteine (SPARC) の恒常性機能の変化機構の解析を通じて「脳神経機能障害」の発症機構の解明を目指す。

昨年度までの解析により、アディクシンは多様な分子

複合体を形成する可能性が示唆されていたことから、本年度は、Yeast Two-hybrid 法を用いてアディクシン結合タンパク質の精査ならびに同定を行った。その結果、新たに17種類のアディクシン結合候補蛋白質を同定し、アディクシンが多彩な分子複合体ネットワークを介して細胞内シグナル調節に関与することが明らかとなった。また、アディクシン結合候補蛋白質の一つである BMP シグナル阻害因子 Tomoregulin-1 に関して解析を進め、アディクシン結合蛋白質として機能することを明らかにした。

また、SPARC が成熟脳内で長期的神経可塑性維持因子として機能する仮説を立証するために、カイニン酸誘発性てんかん現象への関与を検討した。その結果、SPARC は、てんかん重責状態時の海馬 Carletinin 陽性抑制性神経細胞において4週間以上発現が亢進し、海馬神経細胞の形態的变化を引き起こすことを見出した。また、SPARC を海馬放線層へ脳内微量投与したマウスでは、正常マウスと比較し、低用量のカイニン酸投与によりてんかん重責状態が誘発されることが明らかとなった。従って、SPARC は成熟脳内で長期的神経可塑性維持因子として機能する可能性が示唆された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 アディクシン、アディクシン結合蛋白質、SPARC、てんかん現象、長期的神経可塑性維持因子

〔テーマ題目10〕 新機能性核酸の創製とその利用系の開発に関する研究

〔研究代表者〕 西川 諭
(エージディメンジョンチーム)

〔研究担当者〕 西川 諭、西川 富美子
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

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

前年度までに、ウシプリオン蛋白質に対する RNA アプタマーとして (GGA) 4 の繰り返し配列を特徴的にもつ新規アプタマーを獲得し、その要素配列の各種変異体を作成し、生化学的ならびに CD や NMR による物理化学的解析から (GGA) 4 の繰り返し配列は「平行型の G の4本鎖構造」をとることを明らかに見出ししてきた。またマイクロチップ電気泳動によるアプタマー相互作用解析システムにより、このアプタマーはダイマー構造を形成してウシプリオン蛋白質に結合することを見出した。最終年度ではこの詳細な立体構造を横浜国立大との共同

研究により明らかにした。またプリオン蛋白質の全領域をカバーするペプチドシリースとアプタマーの結合スキニング実験からアプタマーとの相互作用部位を同定することができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アプタマー、プリオン蛋白質、インビトロ選択法、RNA 構造

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

【研究代表者】 辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】 辻 典子、閻 会敏、山崎 元美、福島 千賀子（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

消化管免疫研究の成果を医薬品や機能性食品の開発、予防医学や疾病の治療に活かすためには、各年齢層の人々に対して適切な効果が得られるよう、健康の維持に必要な消化管環境の理解とその環境整備による免疫機能制御技術の開発が重要である。

消化管免疫修飾剤としてのサイトカイン IL-10の効果解析した。炎症性疾患モデル動物を用い、IL-10の補充による免疫制御性細胞と抗炎症機能の増進が、疾病症状の軽減と免疫恒常性維持に寄与することを示した。

また、経口免疫寛容のメカニズムを理解し、炎症性疾患予防法の開発に役立てるため、抗原特異的 IgE 抗体依存性に発症する I 型アレルギーモデルマウスの実験系を構築した。

これらは高齢者等における免疫応答能と炎症制御機能の維持増進技術に結びつくこと期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 消化管免疫、消化管環境、経口免疫寛容、免疫制御性細胞、IL-10

【テーマ題目12】 免疫レパートリー変化の年齢軸依存性解明

【研究代表者】 古川 功治（免疫恒常性チーム）

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

【研究内容】

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

バクテリオファージの表面に各種物理化学パラメータ既知の抗体フラグメント (Fab) を発現させ、抗原親和性を反映した選択が可能か精査した。ただし用いた Fab は抗原親和性が高いほど構造安定性が低い。一般

的なファージライブラリー作製法では抗体の構造安定性に依存した偏りのあるライブラリーとなる。このライブラリーをプレートによるバイオパニングに供しても抗原親和性に依存したクローン選択はできなかった。我々はファージライブラリー作製法を最適化し、ライブラリー内の偏りを改善した。これによりプレートによるバイオパニングで構造安定性が高い低親和性クローンが選択されにくくなったが、高親和性クローンの選別はできなかった。そこでビーズを用いたバイオパニングを行ったところ抗原親和性に準拠した抗原選択が可能になった (Protein Expr. Purif. 2009)。

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

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗体、人工ライブラリー、親和性成熟

【テーマ題目13】 生体恒常性の維持に寄与する免疫修飾物質の開発

【研究代表者】 辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】 辻 典子、閻 会敏、川島 忠臣（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

加齢に伴う免疫機能（環境因子の認識機構）の減弱により、Th1型および炎症制御性機構が低下する。この研究では、Th1誘導に促進的に作用する消化管環境因子（微生物菌体成分等）を特定し、その免疫調節メカニズムを解明することを目的とした。乳酸菌は小腸の腸内共生細菌であるが、乳酸菌由来二重鎖 RNA が抗原提示細胞のエンドソーム内 TLR3を介して認識され、IFN- β の産生を増強することにより IL-12の高産生と Th1型 T 細胞応答 (IFN- γ 産生の増強) の連鎖を促進することを示した。さらにこのメカニズムが *in vivo* でも働くこと、常在腸内フローラを介した IFN- β 産生が TLR3依存性であることを、遺伝子欠損マウスなどを用いて明らかにした。プロバイオティクスを経口摂取する意義の一面を分子レベルで明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目14】 消化管免疫細胞の活性化と機能成熟機構の解明

【研究代表者】 辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】 辻 典子、閻 会敏、山崎 元美、鈴木たえ子（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

多糖類は C-タイプレクチンなどの自然免疫シグナル受容体を介して免疫細胞を活性化し、生体防御能および免疫恒常性の維持に寄与していることが示唆されている。パイエル板では、多糖類を認識する C-タイプレクチンのうち dectin-1 の発現が高く、そのリガンドである β -グルカンを経口摂取することにより、樹状細胞上 dectin-1 の活性化を介して IL-10 および IFN- γ を産生する抗炎症性細胞が効率よく誘導されることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目15】 induced folding 機構の獲得を抗体の親和性成熟に学ぶ

【研究代表者】 古川 功治 (免疫恒常性チーム)

【研究担当者】 古川 功治、古川 安津子
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

C57BL/6マウスのハプテン、NP、に対する免疫応答で起こる抗体の親和性成熟を我々は精査してきた。最近我々はこの抗体の親和性成熟の過程で induced folding 機構を新たに獲得する成熟経路を見出した。この経路では抗原結合に伴う induced folding により得られた構造安定化エネルギーを抗原結合に活かし、高親和性を獲得していると考えられた。本研究では生体内で行われたこのような親和性成熟について経路に沿って分子基盤を精査していく。具体的には出発点のクローンから最終点のクローンへ到達するまでに導入された10個の変異導入のすべての組み合わせ (1,024通り) の変異体を作製しファージディスプレイによりスクリーニングすることで、induced folding のデザインを変異導入の順番を含めて議論できると考えた。21年度は変異体の作製を行った。H 鎖の変異6個と L 鎖の変異4個、それぞれすべての組み合わせ (それぞれ64通りと16通り) について変異体作製が完了した。次年度以降これらを組み合わせることで1024通りすべての変異体を作製し、スクリーニングおよび必要なクローンについては熱力学測定を行うこととする。なお、21年度に作製した変異体の中で興味深いものについては既に滴定型熱量測定計を用いて抗原抗体反応を解析した。H 鎖との界面に位置する L 鎖上の変異導入が、親和性上昇をもたらす H 鎖の変異を活かすために必須であることが示唆された。今後 induced folding との関連にも興味を持たれる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗体、蛋白質フォールディング、親和性成熟、安定性

【テーマ題目16】 血清アルブミンによる老化・疾患診断に関する研究 (共同研究)

【研究代表者】 古川 功治 (免疫恒常性チーム)

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

【研究内容】

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

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

前年度に得た pH 依存的な高次構造変化を認識する抗ヒト SA 抗体の抗原抗体反応の熱力学パラメータを詳細に検討し、この構造変化が複数のドメインからなる高次構造変化に起因する (それぞれのドメインの構造は変化しない) ことを見出した。また、この抗体は糖化 SA に結合する際、特にエンタルピー変化の項が特徴的に変わることを見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 老化マーカー、疾患マーカー、血清アルブミン、糖化

③【デジタルヒューマン研究センター】

(Digital Human Research Center)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：金出 武雄

副研究センター長：持丸 正明

副研究センター長：加賀美 聡

上 席 研 究 員：河内 まき子

所在地：臨海副都心センター

人 員：19名 (18名)

経 費：542,264千円 (256,788千円)

概 要：

「人間」はほとんどの産業システムおよび製品にとって、それを利用する対象として設計され、あるいはまたその性能を定める根本的な部品として、もっとも重要な要素である。例えば車は人を運び、人に運転される。しかし「人間」はこのようなシステムにおいてもっとも理解の進んでいない対象である。人工的に設計・生産された部品では、その形状・構成・機能について最先端の数学的・計算機的なモデルが開発されている。しかるに遙かに複雑で洗練された人間の機能と

その行動に関するモデルはほとんど存在していない。このような意味で人間はシステムの中で“もっとも弱いリンク”であると言える。デジタルヒューマン研究センターの目的はこのギャップを埋めることにある。ここでは計算機上に人間の機能を実現し、それを利用して人間の機能と行動を記述・分析・シミュレート・予測することを目的として、人間の計算機モデルを開発していく。このような技術は人間に係わるありとあらゆるシステムを設計し運用する上で、より個人に適合させ、より簡単に使えるようになり、より調和的にするために、重要になると考えている。

デジタルヒューマンの三つのモデリング軸：人間は多くの機能を持っている。デジタルヒューマン研究センターではこれらを三つの軸として分類している。最初の軸は生理・解剖学的な機能である。生物として人間の体は多くの構成要素・器官・循環器を制御している。生理・解剖学的な人間のモデルは形状・物質的特性・生理学的パラメータとそれらと内部的・外部的な刺激との関係から記述されよう。次の軸は運動・機械的な機能である。人間は歩いたり走ったり、移動したり物を扱ったりする。運動・機械的な人間のモデルは人間の運動の機構的、動力学的、行動学的な分析により記述される。最後は人間の感じ・考え・反応し・対話する機能である。認知・心理的な人間のモデルは人間が外界の事象、他の人間、環境などに対する認知的・心理的な行動を取り扱う。これらの三つの軸は当然のことながら独立ではない。人間のデジタルヒューマンモデルはこれら三つの軸を統合することにより達成される。ただいかに深く関係があるとはいえ、人間の構成と機能を研究するのに、例えば細胞や神経、遺伝子やタンパク質と言ったもっとも細かい構成要素から積み上げなければならないわけではない。デジタルヒューマン研究センターの焦点は人間の機能そのもの、すなわち機能がどうなっていて、どのような時に発現し、どのように係わるか、という点にある。

デジタルヒューマンの三つの構成要素：計算機モデルは人間の機能を記述する。これ以外に二つの技術がデジタルヒューマン研究とその応用に必要と考えている。人間を実環境の場において、可能な限り人間を妨げずに精密に計測する手法である。心理的な計測・モーションキャプチャによる運動計測・形状計測・表情分析などがこれに相当する。デジタルヒューマンモデルを利用する応用分野においては、このような観測技術は計算機モデルを駆動するための入力となる。計算機上の仮想人間が実世界の人間と対話する際には、人間の表情やジェスチャーを理解する観測技術が必要になる。反対に仮想人間の出力は音声や視覚的、力覚提示装置などの提示技術が重要になる。われわれは三次元音場、三次元グラフィック技術、力覚提示装置からヒューマノイドロボットを提示技術の対象として研究

している。これら観測、モデリング、提示技術の三つがデジタルヒューマン研究の三つの構成要素となる。

デジタルヒューマンの五つの研究分野：人間の機能は個人や状態、文脈に依存し、その発現メカニズムの多くは複雑かつ深遠で、科学的に解明されていない。ただし、産業応用を想定した場合、必要な人間機能が十分な精度で再現できれば有用なデジタルヒューマンとなる。必ずしも、人間機能が完璧かつ精緻に再現できなくても良い。そこで、デジタルヒューマン研究センターでは、具体的な産業応用シナリオを設定し、それを解決しながら、徐々に統合的なデジタルヒューマンモデルを構成していくアプローチを取る五つの応用シナリオを描いている。第一は、人に合わせるデジタルヒューマンで、人間の形状、運動、感覚、感性の個人差、状態差、時間変化をモデル化し、それに適合するように製品の形状や機能を設計する研究である。人体形状モデルに基づく着用品の設計、手のモデルに基づく製品設計、全身動作モデルに基づく自動車設計などの研究を進めてきた。第二は、人を見守るデジタルヒューマンである。家庭やオフィス、病院などで活動する人間の状態を、可能な限り人間にセンサを装着せずに見守り、理解する研究である。超音波センサを天井や壁面に取り付け、発信器を身体や製品に取り付けて人間の行動を観測する技術を開発した。これを用いて屋内外での子どもの行動を観測し、事故予防につながる研究を展開した。第三は、人を支えるデジタルヒューマンである。音声や力覚提示技術を介して、人間の行動、状態に即したサービスを提供し、人間の行動を支える技術である。ヒューマノイドロボットや三次元音場提示などの研究がこれにあたる。第四は、人間の心理認知機能をモデル化し、人間の生理変化や行動変化などから心理認知的な状態を知る研究＝人を知るデジタルヒューマン研究である。ウェアラブルセンサから得られる加速度・熱流速などの情報から、人間の心理状態変化を検出しうつ病予防に役立てる研究、ヒューマンエラーを低減する研究などを進めた。第五はデジタルヒューマンモデルを可視化して、適合製品情報を効果的に提示して販売支援に役立てたり、事故情報を提示して安全教育に役立てるといったシナリオに基づく人に見せるデジタルヒューマン研究である。人間の形態、運動、感覚、行動などの諸機能を可視化するためのコンピュータグラフィックス基盤技術を研究する。特に、人体運動データベースに基づいて多様な人体運動を簡便に合成し、販売支援コンテンツや教育コンテンツを自在に制作するための研究に焦点を絞って進めた。

センターの最終年度ある平成21年度では、特に、第一の合わせるデジタルヒューマン、第五の可視化の総合的成果物として人体形状から動作モデルまでを統合した人体シミュレータ「Dhaiba」を整備し、外部に

公開した。また、第二の見守るデジタルヒューマンで推進した子どもの傷害予防工学について、実生活場面での観測技術と病院などでの事故・傷害データ収集、デジタルヒューマンモデルによる傷害シミュレーションとリスク評価、さらにはそのリスクコミュニケーションに至るまでの一連の技術を整備し、専用の Web サイトから消費者と企業向けに公開した。

外部資金：

経済産業省 中小企業支援調査「安全知識循環型社会構築事業」

経済産業省 中小企業支援調査「人間特性データベース検索システム構築検証に係る調査研究」

経済産業省 産業技術開発委託費「特徴点抽出機能を装備した普及型3D ボディースキャナーの開発と性能検証」

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

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

文部科学省 科学研究費補助金「音地図作成による移動ロボットの空間的聴覚とその利用法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「デジタルハンドを用いた情報機器製品に対する仮想エルゴノミック評価システムの開発」

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

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

文部科学省 科学研究費補助金「金融市場分析のための経済情報抽出と意思決定支援に関する研究」

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

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

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

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「人間適合性に関わる設計向上に貢献する面圧測定システムの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「集団としての人間の行動軌跡解析と場のデザイン」

発 表：誌上発表110件、口頭発表157件、その他5件

人間モデリングチーム

(Human Modeling Team)

研究チーム長：中田 亨

(臨海副都心センター)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目1

人間適合設計チーム

(Human Centered Design Team)

研究チーム長：持丸 正明

(臨海副都心センター)

概 要：

人間に適合する機器・装着品を設計・製造・販売する計算機援用技術の確立を目的とし、生理解剖因子ー運動機械因子ー心理認知因子の三つの軸を相互に絡めながら、人間の機能を計算機上の数学モデルとして再現する研究を行う。人間の解剖構造・形態・運動・力・感覚の計測技術とデータベース、それらをモデル化して機器や装着品の CAD モデルとの相互作用を、計算機上で仮想評価する技術、モデル化した人体形態や運動を CG や実体模型として提示する技術を一貫して研究する。研究スタイルは、Application Driven とし、企業との共同研究を中心とした具体的な問題解決を例に、科学的・工学的立脚点からデジタルヒュー

マンの研究を進めていく。研究成果を社会的にインパクトのある形で発信するまでに至る、完結したストーリー性のある研究を目指す。

研究テーマ： テーマ題目2、テーマ題目3

人間行動理解チーム

(Human Activity Understanding Team)

研究チーム長：西田 佳史

(臨海副都心センター)

概要：

ユビキタス技術を用いた全空間的物理現象センシング技術と、インターネット技術を用いた世界的社会現象センシング技術、という全く新しいタイプの二つのセンシング技術が利用可能になっている。こうしたセンシング技術を背景として、新しい人間情報処理科学が始まりつつある。人間行動理解チームの大きな目的は、ユビキタス型・インターネット型センシング技術を人間活動の観察技術へと応用することで、これまで困難であった人間行動の定量化技術、得られた定量的データによって可能となる人間行動のメゾスコピックな計算論(脳還元主義的計算論に比して)の構築技術、安心で安全な日常生活を支援する技術の3技術の基盤技術を創出することにある。人間行動理解チームは、究極目標を実現するための短期・中期的目標として、日常生活環境において無拘束に人の行動を観察する技術、観察された行動データから人の行動モデル(デジタルヒューマン)を用いてその人の状態を解析・推定する行動理解技術、推定結果に基づいて日常生活環境を制御することで、危険防止、事故の早期発見、生活向上支援などを行う行動活用技術を開発する。また、これら開発した人間行動観察・解析・活用技術の3技術を、医療/福祉分野・育児分野・金融分野・サービス分野・教育分野などの分野へ、要素モジュールとして、統合システムとして、または、社会システムとして応用することを通じて「人を見守るデジタルヒューマン技術」を具体的に構築・検証し、新しい産業の創出を行なう。

研究テーマ：テーマ題目4

ヒューマノイドインタラクションチーム

(Humanoid Interaction Team)

研究チーム長：加賀美 聡

(臨海副都心センター)

概要：

将来ロボットが人間の身近で作業することを可能にする要素技術として、ロボットの自律性と対人機能の向上を目指して研究を進めている。どちらの要素もモーションメカニカルなデジタルヒューマンモデルが重要となる。このために、1) ヒューマノイドロボットの動力学モデルに基づく歩行制御の研究、2) ロボッ

トの自律計画機能、車輪型ロボットでの移動のための自律機能、3) ヒューマノイドの実時間分散情報処理、4) 人の二足歩行のデジタルヒューマンモデル、5) 視覚と聴覚による対人インタラクション機能、6) 自律ロボットのための Mixed-Reality を利用した開発環境。の研究を行っている。これらの各項目の研究を通じて、「人を支えるデジタルヒューマン技術」を実証的に研究開発してゆく。

研究テーマ：テーマ題目5

人間情報可視化チーム

(Human Data Visualization Team)

研究チーム長：栗山 繁

(臨海副都心センター)

概要：

人間情報可視化チームの使命は、人間の形状、運動、および行動などを、様々な条件下で直観的に把握するための、コンピュータグラフィックスおよびコンピュータビジョンを中心とする技術を開発することにある。これは、人間が生来的に有する特徴やパターンなどを観察者が把握・理解しやすくするためのデータ変換としての「ビジュアルデータマイニング」の技術を洗練し、適用させていくことである。

研究の内容としては、他の研究チームや研究分野との連携を重視し、ユーザの視点に立った可視化システムを構築する。さらには、デジタルコンテンツへの応用を見据えた計測技術、データ変換技術、プログラム開発基盤技術などを手がけ、人間に関わる映像表現の新たな地平を開拓する。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7

【テーマ題目1】人間ボディリングル-生理量と行動から心理と認知を読み取る

【研究代表者】中田 亨(人間モデリングチーム)

【研究担当者】中田 亨、三輪 洋靖、

Edwardo Arata Y. Murakami、

中島 正人、山田 孝介

(常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

人間は言葉以外にも、多くの情報を発信している。血圧や脈拍などの生理量や、人体の動作や判断などの行動的要素は、人間の内面をうかがわせる情報と言える。このような人間の身体的な情報を観察することで、その比との心理状態や認知状態を推定する技術を「人間ボディリングル」と名付けて研究を進めた。

具体的には、①事務書式のヒューマンエラー要因：ヒューマンエラーを誘発する事務の書式を、実際の企業でのフィールドワークを通じて明らかにした。②頸部体内音センサの開発：聴診器と小型マイクを組み合わせた体内音センサを開発し、頸部体内音に対してウェーブレッ

ト変換による時間周波数を解析し、拍動由来の信号と呼吸由来の信号を抽出する同時計測手法を開発した。③操縦作業のマルチモーダルモデル：操作の分析では、注視点の移動が認知状況を表す指標として重要である。そこで機械の操作行動における人間の注視点移動と手の運動の関係を伝達関数として同定した。④心理社会的ストレスに対する心臓血管反応の分析：ストレスに対する心臓血管反応のパターンはストレスの種類やそのときの状況に影響を受ける。そこで暗算と鏡映描写という二つの課題の下で心臓血管反応パターンが計測し、ストレスとの関係を調べた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

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

【テーマ題目2】人体形状・変形モデリングと産業応用の研究

【研究代表者】持丸 正明

(人間適合設計チーム)

【研究担当者】持丸 正明、河内 まき子、木村 誠、森田 孝男、土肥 麻佐子

(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

店舗などで個人の人間特性を計測し、それに適合する着用品を設計する、あるいは、既存製品の中から適合するものを推奨するサービスを支援するための、人間計測技術・人間機能モデル化技術・適合商品推奨技術の研究を行う。また、このようなサービスを通じて人間機能データを大量に蓄積し、再利用するための統計処理技術、検索技術、製品設計応用研究を行う。更に人体表面形状、運動中の変形特性、触覚や圧迫感の感覚特性、感性特性に着目し、これらの機能の個人差を再現しうる計算論的モデルの研究を行った。

(1) 人体形状モデル：体形の相同モデリング・統計処理技術を国内のみならず、海外の企業・大学へライセンスし、着用品設計などへの応用を実現するとともに、海外の人体形状データ獲得も進めた。

(2) 動的変形計測：カメラ・プロジェクターシステムによる多視点計測で運動中の足の全体形状の変形を200 Hz、精度0.5mmで計測する技術を確立し、40名以上の走行データを収集、分析して、走行時の足変形を明らかにした。この成果はシューズ設計に適用された。

(3) 感性モデル：体形変化シミュレーションの結果から体形の印象得点を計算する技術を開発した。これを用いた健康増進サービスビジネスがスタートした。

(4) 人体特性データベース：研究機関で集中計測するデータだけでなく、サービスを通じて実社会で持続・分散的に蓄積される人体特性データベースの信頼性検証・検索互換性確保に関する研究を行った。

特に同センターの競争力が強い人体寸法・形状データ

について、信頼性（計測精度・再現性）評価技術を開発し、ISO や国際的なフォーラムを通じて標準的な方法として提案した。特に、形状精度の検証に用いる基準物体をISO各国に送り、持ち回り試験を実施した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人体形状、人間計測、感性工学

【テーマ題目3】製品設計用ヒューマンシミュレータの研究

【研究代表者】持丸 正明

(人間適合設計チーム)

【研究担当者】持丸 正明、河内 まき子、宮田 なつき、多田 充徳、川地 克明、青木 慶（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

製品をコンピュータ上で設計するだけでなく、設計時に強度計算やコスト予測、あるいは部品の調達予測などを、実物の試作をできるだけ作らずに行う「デジタルモックアップ」というコンピュータ支援技術が進んでいる。ところが、実際にユーザの使い勝手を評価しようとする、デジタル化された製品モデルを実体のモックアップにして、それを実際の人間に使わせ、人間特性を実測・評価するステップが必要になる。そこで、人間機能をデジタル化して、コンピュータの中に再現し、人間適合性を仮想評価するデジタルヒューマンソフトウェアが開発され、企業で使われている。これを越える次世代のデジタルヒューマンソフトウェア実現のために、自動車会社・住宅会社・ソフトウェア会社12社からなるコンソーシアムを立ち上げて、技術課題を検討し、機能寸法再現、動作生成、詳細な手の機能再現の三つの課題に集中的に取り組んできた。

平成21年度では、特に、動作生成と手の機能再現の要素研究を進めるとともに、いままで開発してきた要素技術を統合したデジタルヒューマンソフトウェア「Dhaiba」を整備した。(1) 運動の自動生成：独自に計測したリーチ動作データを運動類似度に基づいてマッピングし、それを参照・補間することで任意の位置にリーチする姿勢を生成する手法を開発した。(2) 詳細な手の機能再現：特定個人の包装容器把持姿勢やステアリングスイッチ操作姿勢を生成する技術を研究し、製品設計に適用した。また、物理シミュレーションを用いてカメラのグリップなどを自動的に把持する技術、そのときの手のひら内部の形状変形を再現する技術を開発した。指先については、さらに詳細な有限要素モデルを構築し、指先の摩擦と変形挙動を再現した。50名の指先医用画像から有限要素モデルを生成して統計処理することで、指先の代表寸法のみから指先有限要素モデルを構成する技術を開発し、子どもの指モデルを構成した。このモデルは、子どもの傷害予防工学研究を通じ、コイン返却口の指挟みリスク評価などに活用された。(3) Dhaiba SDK

の整備：デジタルヒューマン研究センターで整備してきた機能寸法を再現する関節位置、動作生成技術、体形変形技術を統合化したソフトウェア「Dhaiba」を開発した。また、この可視化ソフトウェアのモジュールを個別に利用できるようなライブラリを整備し、全体として「Dhaiba SDK」として企業向けに公開した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

【テーマ題目4】人間行動センシングとモデル化の研究

【研究代表者】西田 佳史（人間行動理解チーム）

【研究担当者】西田 佳史、堀 俊夫、本村 陽一、
和泉 潔、北村 光司、奈良 温、
掛札 逸美、山中 龍宏
（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

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

人間行動観察技術に関して、以下の成果を得た。

- (1) 人間行動のユビキタス型センシング技術の開発：子供の遊び行動を計測する遊具型センサを開発し、700人以上の小学生の行動データを収集し、行動予測モデルを構築した。複数人の子供の行動データや、遊具の子どものインタラクション科学を目的に、実時間で複数人の遊具や子どもの動きや発話を記録する無線同期式加速度/音声/力センシングシステムを開発した。司法解剖時死亡原因鑑定支援技術として、解剖時に生体組織特性データを計測するシステムを開発し、千葉大学 法医学教室における生体組織特性データの力学検査支援を行った。
- (2) 集団活動のユビキタス型センシング技術の開発：実際に複数の人間が移動する室内で、作業者の高精度の位置情報を計測し蓄積するシステムの構築を行った。移動行動データやワークフローの分類や基本パターン抽出により、作業上の重要点検出を行うアルゴリズムを開発し、現場の活動支援のためのシステムを試作した。
- (3) 経済活動支援のための経済活動データを収集・分析・モデリング技術：経済現場に関わる機関の協力のもとに、インターネット上の現実世界に流通するテキスト情報から、社会的な意思決定を支援する重要情報を抽出す

る新たなアルゴリズムとして、従来の数値情報を用いたデータマイニング手法と比較して推定誤差を最大で50%以上改善できるアルゴリズムを開発し、アルゴリズムを実装したシステムを試作した。経済的な意思決定を行う場面での人間の認知プロセスのモデル化し、モデル間の相互作用によりどのような集団行動が起こりうるかを推定するシミュレーションモデルを構築する手法を開発した。

(4) インターネットを用いて傷害・行動の疫学的データを収集・共有する技術：病院の電子カルテシステムと連携することで、現場の医師・看護師が記録できる身体地図機能を有する傷害サーベイランスシステムを開発し、病院に導入し、2,000件以上の傷害データ収集を行った。また、身体地図情報システム(BIS)を改良し、発達段階、年齢、傷害状況などの検索条件に合致する身体傷害情報を提示する機能と、状況の詳細データを検索・提示する機能を追加した。BISと地図情報システムを組み合わせた新たな事故状況記録システムを開発し、保育園に導入することで、病院以外の場での事故データの収集を開始した。また、新しい身体空間統計処理技術（傷害発生部位の条件付き確率密度分布の可視化法、身体空間統計的検定法、身体空間極致統計分析法、外部条件からの傷害発生部位推定法、目的志向型身体空間クラスタリング法）を開発した。

(5) 大規模な傷害データの分析技術・再利用技術：テキストマイニング技術を用いることで、正規表現に基づいて事故状況の条件付き類型化を行う手法を開発し、この事故状況の条件付き類型化に基づいて、行動別・製品別コスト分析を行う手法や、事故パターンを個別施設に適合させ提示する手法を開発した。日本スポーツ振興センターとの共同研究を行い5,000件以上の傷害状況データに対して開発手法を適用し有効性を検証した。

(6) 人間行動のデータ表現技術と時空間行動データモデリング技術：日常生活行動を再利用可能な計算モデルとしてモデル化するためには、状況依存性、逐次モデル修正可能性、他の場面や環境にも適合できるような標準化・正規化の可能性が重要である。本年度はこれまで状況依存性、逐次モデル修正可能性を考慮した構造的モデルであるベイジアンネットの正規化可能性を考慮して実データから自動構築する手法を開発した。

(7) リスクコミュニケーションのための意識変容モデリング技術：事故再現CGを用いたリスクコミュニケーション技術に関して、事故CGによる意識変容の効果を、意識変容に関わる要素（結果の重大性、事故の身近さ、予防の実行可能感、予防の効果実感など）に分解して、それらの要素についてアンケート調査を用いて定量評価した。また、これらの意識変容に関わる要素を用いて、効果的な事故再現CGを作成するための意識変容モデルを構築した。

(8) 新たな展開（生活機能構成学）：本年度の新たな展開としては、2009年9月に、人間機能の理解に基づく生活

支援システムの構成法に関する研究会「生活機能構成学に関する研究専門委員会」を、日本ロボット学会の研究専門委員会制度を活用して発足した。この研究会の目的は、人の生活の全体像を、心身機能・構造、生活活動機能、そして社会参加機能の側面から捉え、生活機能の構造を明らかにする研究、社会システムや知能メカトロニクス（IRT）コンポーネントを用いて生活機能を再構成可能にする工学の研究、さらに、どのような生活機能デザインが望ましいかという規範や考え方の整理を通じて、人間中心化技術に基づく生活支援システム開発の方法論やあり方を明らかにすること、また、それらを明らかにするための研究課題を整理することにある。

これまでに、国立長寿医療センター、産業技術総合研究所知能システム部門と共同研究を開始し、WHOの生活機能分類を用いた日常生活の記述法・分析法の検討、生活支援ロボットの開発プロセスの調査研究を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

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

【テーマ題目5】ロボットの自律性向上と対人インタラクション性向上の研究

【研究代表者】加賀美 聡

(ヒューマノイドインタラクションチーム)

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

【研究内容】

ヒューマノイドロボットが人のように安定して移動し、物体を把持し、人間を認識してインタラクションを行う機能を統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットの研究を行うことが本チームの目的である。

主に二つの方法で研究を行う。

- ロボットの自律性向上の研究：対人サービスアプリケーションを目的に、人間の環境を自律的に移動し、人間を意識した動作が可能なロボットを目指し、移動、把持などのための認識、計画、制御の各機能と、これらを統合するシステム化技術、実験を行うための開発環境の研究を行う。またロボットの運動を効率化、高速化、安定化、安全化する研究を行う。
- 人間のモデル化と対人インタラクション機能の研究：人間の動きを予測・解析可能な運動モデルの獲得と、人間の動きに学んだロボットの動作の改良、人間を観察する手法の研究を行う。

対人サービス可能なデジタルヒューマン技術の確立のために平成21年度は六つのサブテーマの研究を行った。

- ヒューマノイドロボットの動力学モデルに基づく歩行制御の研究、2) サービスロボットの自律機能、3) ヒ

ューマノイドの実時間ディペンダブル OS、4) 人の二足歩行のデジタルヒューマンモデル、5) 視覚と聴覚による対人インタラクション機能、6) 自律ロボットのための Mixed-Reality を利用した開発環境。それぞれの項目では下記の研究を行った。

- 1) ヒューマノイドの動力学モデルに基づく歩行制御の研究

オンラインで動力学モデルを用いて、搭載したセンサから観測した姿勢や力などの外界情報を用いて、安定歩行継続する手法を用いた安定歩行システムを開発した。具体的には姿勢角センサの情報を用いて足部インピーダンス制御の制御中心周りの目標力・トルクを変更することにより、段差・傾斜地でのぬい接地と直立を両立する手法を開発した。接地領域形状、両足位置関係、歩行相を考慮した目標力制御により、ぐらぐらするような不整地であっても、時々刻々足裏を剥がさず「ふんばる」ことを実現した。

- 2) サービスロボットの自律機能の研究

スイングするレーザー距離センサから段差を発見し、インテリジェントジョイスティックや歩行計画に基づいて立ち止まらずに段差環境を自律移動する機能を開発した。

複雑な段差地の歩容計画をオンラインで行うシステムの構築を行い、複雑な段差地踏破のために、足部運動計画に基づき、適応的に腰部高さを変更する方法を開発した。

移動ロボットのための位置認識・地図作成・経路計画・動作制御を行う自律移動機能の開発を進め、屋内、屋外での自律走行の実証実験を行った。屋外では数百メートル角の領域の三次元地図作成手法を確立した。また作成した地図を用いて、5fpsで精度約10cmの位置認識を実現し、pure pursuit方式の経路追従制御と合わせて、屋外での自律移動を確立し、高低差が5m、長さ約400mの経路に置いて 1m/sでの自律移動を実現するシステムを構築した。

- 3) ヒューマノイドの実時間ディペンダブルOS

ART-Linux の開発を継続し、Linux 2.6.18～2.6.32に対応する実時間機能、AMP機能、実時間通信機能を持つOSを開発した。本OSは他のLinuxベースの実時間OSよりも実時間処理のジッターが数倍から数十倍少ないという特徴がある。開発したOSをSourceforge より一般公開し、これまでに約4,000件のダウンロードがあった。開発したOSをヒューマノイドロボット HRP2, HRP3, HRP4 や移動ロボット Pen2, Segway RMPなどで利用し、実証実験を行った。

- 4) 人の二足歩行のデジタルヒューマンモデル

MOCAPを用いて障害物の存在する環境での人間の歩行のデータベースを構築した。静止したレーザー距離センサを用いて人間を追跡するシステムを構築し、7m以内で5人程度が同時に歩行していても、人間の歩

行が追跡可能となった。しかし移動中のロボットからの人間追跡においては精度が大幅に低下する問題がある。人間をなめらかに避けるための、人間の行動モデリングとこれを利用した推定手法を実現した。実際の人間の挙動と比較した結果、正答率は約70%であった。

5) 視覚と音声による対人インタラクション機能の研究

三次元視覚・レーザー距離計を用いたシーンからの人間発見・姿勢推定について研究した。また SIFT 特徴の三次元配置モデルから既知の物体を発見し、位置姿勢を求めるシステムを開発した。

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

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

6) 自律ロボットのための Mixed-Reality を利用した開発環境

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

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

[分野名] 情報通信

[キーワード] ヒューマノイドロボット、二足歩行、3次元視覚、地図作成、位置認識、経路計画、実時間 OS、ディペンダビリティ

[テーマ題目6] 複雑な形状物体の精細な形状獲得

[研究代表者] 栗山 繁 (人間情報可視化チーム)

[研究担当者] 栗山 繁、山崎 俊太郎

(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

日常生活のさまざまな場面で、人間は外界と幾何学的なインタラクションをしている。とくに手や足のような部位は明確な意図を持って作業を行う行動主体である。このような人体機能を解析して理解することは、より良

い製品設計やサービスを提供するために重要な課題である。したがって本研究では、指等の遮蔽の多い物体形状、頭髮などの微細な3次元構造、足などの大変形をする物体の高速変形を対象として、これらの形状を精度良く獲得するための基盤技術を開発する。

実物体の形状計測は、人体に限らず幅広い産業応用の期待できる基礎的な技術である。ステレオ視、構造化光投射、レーザー計測などの計測技術は、人体の様に複雑な表面反射、入り組んだ微細構造、および高速な変形移動を含む対象物を計測することを想定しておらず、正確な形状が得ることが難しい。

本研究では、カメラやプロジェクタ、スクリーン等の装置を通常とは異なる光学系で用いる、コンピュータシヨナルフォトグラフィの方法論を適用して、高速度、高精度の3次元形状計測を、入手の容易な機器の組み合わせによって実現する。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 3次元形状計測、コンピュータシヨナルフォトグラフィ

[テーマ題目7] 事故シーン・シミュレーション映像の生成基盤

[研究代表者] 栗山 繁 (人間情報可視化チーム)

[研究担当者] 栗山 繁、赤澤 由章

(非常勤職員2名)

[研究内容]

3次元 CG 映像を用いて事故シーンを再現することにより、事故の予防に関する知識を視覚的に教育する教材として用いる事ができる。しかしながら、事故シーンの作成において人間の振る舞いを再現するためには、動作データや可視化に関する知識が必要になる。ゆえに、これらの知識を持たない者にでも簡単に事故映像が再現できる、3次元 CG 映像の生成技術が求められている。

本研究では、モーションキャプチャ装置で計測した事故発生等の際に人間が振舞う突発的な反応動作を、事故現場の環境を再現する物体データ等と関連付けて管理する手法を導入し、技術課題の解決を目指す。具体的には、環境を構成する物体データに、その物体によって引き起こされる事故動作のアニメーションデータを対応付ける事により、事故に伴う人間の動作や行動を環境と結びつけて管理する。すなわち、物体データの配置から自動的に発生しうる事故動作と一連の事故シーンの CG 映像が半自動的に生成される。シミュレーションで生成された歩行等の移動動作から自然に動きを遷移させるために、物体の位置に対する事故動作データの分布を最適化する機構と動作合成法を開発する。また、物体の位置が動的に変化する場合に対しても、最適な遷移動作を生成するための高速な計算法を確立する。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 事故・事件シーン、映像コンテンツ制作、

環境駆動型アニメーション

④【近接場光応用工学研究センター】

(Center for Applied Near-Field Optics Research)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：富永 淳二

上 席 研 究 員：コロボフ アレキサンダー

所在地：つくば中央第4

人 員：9名 (8名)

経 費：214, 787千円 (87, 486千円)

概 要：

産業技術総合研究所中期目標に掲載されている、「鉱工業の科学技術分野」の「(1)社会ニーズへの対応」において、「2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現—情報化基盤技術の第4項」である、「大容量・高速記憶装置技術の新たな応用の開拓と新規産業の創出を目的として、光による情報記録を波長の数分の1程度の微細領域で可能とする技術を確立する」を実現するため、「近接場光応用工学研究センター」のミッションは、産総研独自技術「スーパーレンズ」方式を利用し、真にサブ TB から1TB の記憶容量を有する大容量光ディスク・システムの研究開発と、その派生技術として研究が進められている貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いた局在プラズモン光型高感度光センシング技術の開発に重点を置くとともに、局在光 (近接場光、表面プラズモン光) の産業利用を促進する上で重要となる基礎原理の解明にある。

特に「スーパーレンズ」技術を用いた大容量光ディスク・システムにおいては、企業との共同研究を通じて実用化技術と成りうるか否かを判断するための実証試験を行い、7年間の研究テーマを完了する。また、ナノ構造大面積形成技術等のスーパーレンズ応用技術を早急に事業化できるよう、共同企業を推進してゆく。

 経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) 「熔融材料の光学・電気特性測定のための高温炉」

文部科学省 原子力試験研究費「高レベル放射線廃棄物の燃料電池への応用に関する研究」

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業 (折紙付き)) 補正予算 「手術室で使用する麻酔ガスの分解装置開発」

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業 (折紙付き)) 補正予算 「糖鎖ポリマーブラシによる光導波モードバイオセンサーの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代相変化メモリ技術の研究開発」

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

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費「ゲルマニウムアンチモンテル系材料の超格子構造を用いたデータストレージデバイス」

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費「不揮発性メモリへの応用のため、静的および動的 EXAFS 法を用いた相変化材料の研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金「新型インフルエンザウイルスの高感度その場分析装置の開発」

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

独立行政法人科学技術振興機構 先端計測分析技術・機器開発事業 「ラベル不要の高機能性バイオセンサシステムの開発」

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

発 表：誌上発表34件、口頭発表59件、その他6件

スーパーレンズテクノロジー研究チーム
 (Advanced Super-RENS Technology Research Team)
 研究チーム長：中野 隆志

(つくば中央第4)

概 要：

これまで産総研が推進してきた、光学非線形薄膜を利用した光超解像技術「スーパーレンズ」を応用した超高密度光ディスクは、既存の光学システムを利用しながらも50～100 GB/layer の記録容量を実現可能とする基本特性を有することが確認されている。

センター最終年の今年度は、スーパーレンズディスクの実用性デモンストレーションを行うため、民間企

業と共同で、映像コンテンツ入りの50GB（最短ピット75nm）のスーパーレンズ ROM ディスクを作製し、HDTV 仕様のコンテンツを転送速度72Mbps で、通常の信号処理を用いてノイズなしにシームレスに再生することに世界で始めて成功した。このスーパーレンズ ROM の bER は通常の信号処理では 10^{-4} オーダーであるが、アダプティブ信号処理で、 10^{-5} オーダーとなることも確認した。また、このメディアは透過率が高く、2層構造を前提とした反射率等のディスク設計の条件で超解像再生が可能であることや、280nm のトラックピッチで超解像再生が可能であることから、100GB 実現の道筋があることを確認した。

熱リソグラフィ法や金属ナノ微粒子によるナノ構造金型作製技術は、民間企業への技術移転が進み、ナノ構造を利用した機能性光学素子（反射防止）の産業化を進めている。さらに、ナノ構造による親水性機能デバイスの開発にも成功した。

研究テーマ：テーマ題目 1

表面プラズモン光応用デバイス研究チーム

(Applied Surface Plasmon Device Research Team)

研究チーム長：栗津 浩一

(つくば中央第4)

概要：

貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発

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

研究テーマ：テーマ題目 2

近接場光基礎研究チーム

(Nano-Optics Research Team)

研究チーム長：Paul J Fons

(つくば中央第4)

概要：

近接場光基礎研究

新規近接場光応用システム・デバイスの提案及びセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規

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

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

[研究代表者] 中野 隆志

(近接場光応用工学研究センター)

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

[研究内容]

サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスクを実現するため、「スーパーレンズ」と名付けた産総研の独自の超解像技術を用いた光ディスク・システム開発を、運営交付金とマッチングファンドを利用した、企業との開発型共同研究によって進めている。平成21年度は、スーパーレンズディスクの実用性デモンストレーションを行うため、映像コンテンツ入りの50GB（最短ピット75nm）のスーパーレンズ ROM ディスクを作製し、HDTV 仕様のコンテンツを転送速度72Mbps で、通常の信号処理を用いてノイズなしにシームレスに再生することに世界で始めて成功した。このROM ディスクの作製では、スタンパー等の作製段階から超解像読み出し評価を行い、高密度光ディスク用のマスタリングの評価基準の検討も進めた。また、このスーパーレンズ ROM の bER は通常の信号処理では 10^{-4} オーダーであるが、アダプティブ信号処理で、 10^{-5} オーダーとなることも確認した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] データストレージ、先進光技術、光ディスク

[テーマ題目 2] 貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発

[研究代表者] 栗津 浩一

(表面プラズモン光応用デバイス研究チーム)

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

[研究内容]

平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開

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

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス、バイオ応用

【テーマ題目3】 近接場光基礎研究

【研究代表者】 Paul Fons

(近接場光基礎研究チーム)

【研究担当者】 Alexander Kolobov、桑原 正史

(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

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

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス

⑤【ダイヤモンド研究センター】

(Diamond Research Center)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：藤森 直治

副研究センター長：鹿田 真一

所在地：つくば中央第2、関西センター

人 員：11名 (10名)

経 費：297, 030千円 (206, 516千円)

概 要：

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

ダイヤモンドの気相合成法が確立され、形態や純度などの制御が可能となったことで、上記の様々な優れた特性を利用するための製品開発が行われてきた。しかし、現状では限定された製品への展開に留まっており、産業としてのインパクトのある製品の開発が期待されている。この為には素材作製技術から製品化技術までの様々な段階を総合的に研究開発することが必要であり、当センターは本格研究を実践することでこの目的を達成することを期した。特に、エレクトロニクス材料としてダイヤモンドを捉えることで、素材からデバイス化までの幅広い技術開発を推進した。

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

①パワーデバイス：高耐電圧や高温動作などを生かした電力用ショットキーバリアダイオード (SBD) の開発を中心に、将来の省エネ電力変換素子への発展を期した様々な技術開発を行った。

②電子放出デバイス：ダイヤモンドは負性電子親和力を持ち、電子放出が容易である。この特性を生かして実用的なデバイスとするには、長、短期の安定性や大電流化が必要である。表面状態の最適化を含めた電子源への適用技術の開発を行った。

③バイオセンサー：ダイヤモンドは DNA の固定強度が強く、電気化学的ポテンシャル窓が広いなどの特性があり、これらを利用したバイオ応用が期待されている。DNA 等の生体物質の微量、高速検出を中心としたセンサー開発を行うとともに、将来のダイヤモンドの生体内利用につながる様々なデバイス開

発を進めた。

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

- ①大型単結晶基板の製造技術：インチサイズ以上の大型単結晶基板はデバイス応用には必須の素材であり、これを実現すべく高速成長技術、大面積合成装置技術や加工技術などに総合的に取り組んだ。
- ②エピタキシャル成長やドーピング等の半導体製造に必要な合成技術：半導体ダイヤモンドの利用には高品質の結晶や不純物ドーピングの制御が必須であり、現在の技術を高度化する必要がある。ダイヤモンドの気相合成技術の改良や、同位体半導体材料の研究、カソードルミネッセンス等の評価手法研究を中心に、これらの課題に取り組んだ。
- ③表面修飾技術：ダイヤモンドの表面物性は、吸着原子や分子によって大きく変化し、その利用は非常に多角的になると考えられる。上記のバイオセンサーや電子源としての応用以外でもその利用は重要であり、応用に合致した特性評価とともに表面構造の原子レベルの評価を進め、実用特性の改善と安定な形成技術の確立を目指した。

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

ダイヤモンド研究センターは平成22年3月31日で活動の期限を迎え、その活動を終了した。

外部資金：

文部科学省 原子力試験研究費

「ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基礎的研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「省エネルギー革新技術開発事業／挑戦研究／

冷却フリー・大出力ダイヤモンドパワーデバイスの研究開発」

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

「高品質半導体ダイヤモンドによる耐環境低損失パワーデバイスの開発」

戦略的基盤技術高度化支援事業 近畿経済産業局

「高精度加工用大型ダイヤモンド切削工具の開発」

文部科学省／科学研究費補助金

巨大同位体効果にもとづくダイヤモンド半導体中のフォノンと電子物性に関する研究

当方は外部協力にて割愛ください

発表：誌上発表17件、口頭発表47件、その他4件

デバイス開発チーム

(Device R&D Team)

研究チーム長：鹿田 真一

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンドの優れた半導体特性並びに熱伝導率等を活かした各種デバイスの研究開発を行う。高温動作・大電流・高耐圧といった特徴を持つ将来の省エネ型パワーデバイス、大電流・低しきい値電圧の電子放出デバイスを中心に開発する。これらを実現する上で必要な各々の応用に必要な材料技術、プロセス技術、デバイス要素技術、シミュレーション技術などを最適化し、応用分野の要求を踏まえたデバイス設計、またダイヤモンドデバイスの特徴を活かすための実装技術など、将来の広い展開を見据えたデバイス基礎研究を行う。またこれらを支えるエピタキシャル成長技術や、同位体半導体材料も含めて研究する。

研究テーマ：テーマ題目1

表面デバイスチーム

(Surface Functionalized Device Team)

研究チーム長：藤森 直治

(つくば中央第2)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目2

単結晶基板開発チーム

(Diamond Wafer Team)

研究チーム長：茶谷原 昭義

(関西センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目3

〔テーマ題目1〕電子デバイス開発

〔研究代表者〕鹿田 真一（デバイス開発チーム）

〔研究担当者〕梅澤 仁、山田 貴壽、(渡邊 幸志)、Ashraf Omer（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

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

パワーデバイスに向けた研究では、Ru を電極として使ったショットキーダイオードで、小型電極で250℃動作で4,500A/cm²の電流密度を達成、500μmYの超耐熱性の擬似縦型構造ダイヤモンドショットキーダイオードにより、250℃で3,000A/cm²（100μmφ）動作を実現し、高温で高電流密度動作が同時実現可能なことを実証した。また、ショットキーダイオードで10kV の耐圧を実証した。以上により、ダイヤモンドが高耐圧、高温で高電流密度可能であり、次世代の低損失デバイスとしてのアドバンテージを持つことを実証した。

電子源応用開発では、本年度は、チップ化加工、実装に関する実用的諸問題の解決に関する開発を行い、高輝度電子源を開発し、電子線描画装置実機により4nmの描画に成功した。

同位体半導体に関する基盤研究では、¹²C、¹³Cによる超格子構造を作成し、電子ホール対が¹²C層にのみ閉じこもる効果を見出し、世界で初めてホモ接合半導体のバンドエンジニアリングの可能性を示すことに成功した。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

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

〔テーマ題目2〕バイオ機能デバイス開発

〔研究代表者〕藤森 直治

(表面デバイスチーム)

〔研究担当者〕渡邊 幸志、上塚 洋

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

昨年までに、表面にナノサイズの凸凹を付けた B ドープダイヤモンドを電極材料とする電気化学的 DNA センサーを開発し、2pMM の超高感度を確認し、100回の繰り返し使用が可能であることを示した。本年度はセンサーサイズの微小化によって、更なる感度向上を検討した。

本年度はこの DNA センサーの微小化によって、感度向上が可能かを検討した。センサーサイズ5μmまで縮小するとシグモイド型の電圧・電流曲線となり、電流密度でプロットすると大型の電極に比べて SN 比が向上することを確認した。

このような微小センサーでは、固定される DNA の数が限定されることで、その個数を実測できる可能性がある。作製したセンサーの DNA 密度と、測定された電流変化を勘案し、0.5μmの電極では200個程度の DNA をセンシング出来ることが分かった。様々な分野で生体物質の分子数を計測することが求められているが、0.5μm程度の電極によって、100個台の DNA を計測できることが予測され、非常に有力なセンサーであることを示すことが出来た。今後は実際に0.5μmで動作するセンサーの開発が待たれる。

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

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕ダイヤモンド、表面修飾、電気化学、バイオセンサー

〔テーマ題目3〕単結晶基板開発

〔研究代表者〕茶谷原 昭義（単結晶基板開発チーム）

〔研究担当者〕李野 由明、坪内 信輝、山田 英明、Z.B.Feng

(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

ダイヤモンドウェハのさらなる大型化と量産技術の進展をめざして、マイクロ波 CVD による複数枚同時合成の開発を行った。各種結晶の温度を同一にする必要性から、各種結晶（単結晶片）を接合して一体化し種結晶として用いる方法が有用であった。さらに、同一種結晶から複製した単結晶片を結合させると、その接合部に異常粒子を含まない接合が可能であることが見い出され、任意の単結晶片を結合させる場合に比べ高品質なモザイク

ウェハが作製できた。最大1インチサイズのモザイクウェハを実証し、それを用いて複製することにより同サイズの単結晶ウェハの量産が可能であることを示した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、結晶成長、ダイヤモンドウェハ

⑥【太陽光発電研究センター】

(Research center for photovoltaics)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究ユニット長：近藤 道雄

副研究センター長：仁木 栄

主幹研究員：松原 浩司

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

人員：32名(31名)

経費：2,278,639千円(349,824千円)

概要：

21世紀は環境の時代と言われているが、人類の持続的発展のためには環境に配慮したエネルギーの確保が最重要課題であり、そのために自然エネルギー、とりわけ太陽光発電への期待が世界的に高まりつつある。このような背景の中、産総研が太陽光発電研究に対して戦略的に取り組む拠点として当センターは設置された。当センターでは材料デバイスにとどまらず、国の中立機関として求められる太陽電池の標準の供給、ユーザサイドに立ったシステム研究に至るまで総合的に太陽光発電研究に取り組み、2030年には発電コストを現在の1/7にまで低減し、2050年には国内一次エネルギー需要の5～10%を太陽光発電で賄うことを目標としたロードマップを実現するための研究開発を行うことをミッションとしている。

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

太陽光発電普及を加速させるための研究の方向性として、下記課題を四つの柱として、研究活動を行っている。

- (1) 新規太陽電池材料及びデバイスの開発
- (2) 太陽電池の標準化技術、評価技術の開発
- (3) 太陽光発電システム運用技術、評価技術の開発、維持及び規格化
- (4) 太陽光発電を通じた国際協力

外部資金：

新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成 「高性能

の凝固体型有機色素太陽電池の開発」

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

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

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

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

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

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

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

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

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

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／革新的太陽光発電技術研究開発(革新型太陽電池国際研究拠点整備事業)／高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発」

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

発表：誌上発表106件、口頭発表203件、その他22件

シリコン新材料チーム

(Novel Silicon Material Team)

研究チーム長：近藤 道雄

(つくば中央第2)

概要：

薄膜 Si 太陽電池は、市場拡大による大量導入が期待されている次世代型の太陽電池であり、この太陽電池の本格普及を推進するため、高効率化が可能な多接合型薄膜 Si 太陽電池のデバイス化要素技術を重点的に開発する。さらに、薄膜 Si 太陽電池の高電流化に必要な不可欠な光マネージメント技術をより高度化し、これを太陽電池に導入することにより変換効率の向上を目指す。

年度進歩：

1) 高効率なアモルファスシリコン太陽電池を実現するために、光劣化の度合いが小さい光吸収材料の開発を行った。具体的には、プラズマ CVD によるアモルファスシリコンの製膜過程において、膜成長に必要なラジカル (SiH_3) を選択的に基板へ輸送し、光劣化の主要因となる高次ラジカル (Si_nH_m) を取り除く製膜法を用いて太陽電池を作製した。その結果、単接合構造で光劣化後の性能として9.4%の安定化効率を達成した。この太陽電池の性能は、これまでに報告されている世界最高効率のアモルファスシリコン太陽電池と同水準で、光劣化率が従来に比べて約4%低いことが特徴であり、光閉じ込め構造の改良によりさらに高い安定化効率が得られるものと見込まれる。

2) 多接合型太陽電池のボトムセルに適用できる新規ナローギャップ材料として微結晶 SiGe 合金を開発し、Ge組成10%、厚さ1ミクロンの単接合太陽電池において短絡電流密度 (J_{sc}) 26.5mA/cm^2 と変換効率8.8%を達成した。同じ膜厚の微結晶 Si 太陽電池と比較すると、近赤外領域の量子効率の増大により J_{sc} は2-3 mA/cm^2 大きく、また、厚さ2.2ミクロンの微結晶 SiGe 太陽電池では $J_{sc}=28.5\text{mA/cm}^2$ を得るとともに負バイアスを印加した状態で30 mA/cm^2 以上の光電流密度が確認された。微結晶 SiGe を三接合型太陽電池のボトムセルに適用した結果、これまでに初期変換効率11.6%が得られた。

3) 太陽電池の高電流化に必須である光閉じ込め構造の更なる高度化に向けて、表面(光入射側)及び裏面のテクスチャ(凹凸)構造を独立に制御することを試みた。薄膜微結晶 Si 太陽電池に化学機械研磨(CMP)を適用し、表面・裏面の一方のみにテクスチャ構造を持つ太陽電池を開発した。これらデバイスの分光感度や光吸収特性を調べた結果、裏面側テクスチャは光電流の向上に大きく寄与する一方、発

電に寄与しない光吸収損失を同時に増加させる負の効果もあることを実験的に明らかにした。以上の成果は今後の光閉じ込めテクスチャ構造開発に重要な指針を与えるものである。

研究テーマ：

1. 薄膜シリコン多接合太陽電池の高効率低コスト化
2. 革新的太陽電池研究開発

化合物薄膜チーム

(Thin Film Compound Semiconductor Team)

研究チーム長：仁木 栄

(つくば中央第2)

概要：

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

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

年度進歩：

- 大面積高品質製膜技術の開発：集積型モジュールを作製するためのプロセスを改良し、10cm 角の集積型サブモジュールで変換効率 16.6%を達成した。また、インライン CIGS 製膜において、製膜プロセスの高度化を図ることで、10cm 角の集積型サブモジュールで変換効率 15.8%を達成した。
- フレキシブル太陽電池の開発：フレキシブル基板用に開発した新しい Na 制御法と、ガラス基板の集積型サブモジュール用に開発した集積化技術を最適化することで、セラミクス基板上の集積型サブモジュールで変換効率 15.9%という高効率を実現した。これまで報告されている集積型サブモジュールは変換効率が 10%以下であり、顕著な性能向上を実現した。
- 省資源型 CIGS 太陽電池の開発：CIGS 薄膜化技術については、通常の CIGS 光吸収層よりも遙かに薄い CIGS 光吸収層を用いた太陽電池の高効率化を図った。CIGS 光吸収層の膜厚 750nm で変換効率 15.0% (反射防止膜無) という世界最高レベルの

高効率を実現した。

結晶シリコンチーム

(Advanced Crystalline Silicon Team)

研究チーム長：坂田 功

(つくば中央第2)

概要：

次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の高効率化に向け、結晶シリコン太陽電池の作製プロセスの高度化、新規プロセスを取り入れた結晶太陽電池の作製を、試作ラインを活用しながら継続して行う。

高効率多接合薄膜太陽電池の要素技術として、結晶系ナローギャップ太陽電池の研究開発を行い、SiGe 薄膜の作成・評価の検討を行う。

シリコン基板への格子整合系である III-V 稀薄窒化物系(GaPN系)について、ドーピング技術の検討を継続する。

年度進歩：

次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の実現に向け、作成プロセスの検討と最適化を通じて、厚さ80 μm の単結晶シリコンセル(2cm角)で、変換効率16.0%を達成した。超薄型結晶シリコン太陽電池において特に重要な要素技術である、表面テクスチャ形成技術について詳細な検討を行い、多結晶シリコン表面のテクスチャ形成に酸系エッチングが有効であることを見出した。この手法は、as sliced 基板のダメージ層を利用し、室温で、ステイン層の形成を伴わずにテクスチャ構造の形成が可能である。電気的な特性低下の原因となるダメージ層を除去しながら、表面反射率の低減を実現する最適なエッチング条件が存在することを見出した。超薄型基板において有用と考えられる塗布拡散による n^+ 層形成においては、拡散の前に酸素雰囲気において低温(550 $^{\circ}\text{C}$)アニールにより、ウエハー中の炭素濃度が低減し、太陽電池の変換効率が向上することを明らかにした。

結晶系ナローギャップ太陽電池の研究開発においては、SiGe 膜の成長条件と膜中の歪の関係を明らかにした。また、SiGe 膜の品質評価手法として少数キャリア寿命に注目し、正確なキャリア寿命測定に必要な表面不活性化手法を確立した。

III-V 稀薄窒化物系(GaPN系)材料の研究において、 CBr_4 を炭素源として GaPN への炭素導入を行い、 10^{19}cm^{-3} 台の高濃度ドーピングが可能であることを確認するとともに、キャリア輸送特性の詳細を明らかにした。また、n型ドーピングに着手した。

産業化戦略チーム

(Strategic Industrialization Team)

研究チーム長：増田 淳

(つくば中央第2)

概要：

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

年度進歩：

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

設立から4年目を迎えた「フレキシブル太陽電池基材コンソーシアム」では、参加企業である有沢製作所、きもと、住友ベークライト、帝人デュポンフィルム、東芝機械、日本合成化学工業、三菱瓦斯化学とともに、太陽電池部材に用いることを目的に、ポリマー基材上にテクスチャ構造を形成する技術開発に取り組んだ。住友ベークライトが開発した有機-無機ハイブリッドフィルム上に、紫外光硬化性樹脂を用いて旭硝子製フッ素添加酸化錫(Asahi-U)のテクスチャ形状を転写した基材を開発した。この基材を用いて作製したスーパーストレート型アモルファスシリコン太陽電池では、ガラス基板を用いて作製した場合と同等の特性が得られた。平成20年度には、サブストレート型アモルファスシリコン太陽電池で同等の成果が得られたが、スーパーストレート型にも展開できたことで、太陽電池作製工程の自由度が広がることが期待される。

平成21年10月1日には、民間企業33社(2社は平成22年1月1日から参画)、太陽光発電技術研究組合、協力機関9団体と、「高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム」を設立した。このコンソーシアムは、産総研と参加企業が協力し、太陽光発電コストの大幅低減のために必須の太陽電池モジュールの信頼性向上・長寿命化に関する基盤技術をボトムアップさせることにより、わが国太陽光発電産業の国際競争力を強化することを目的に設立した。太陽電池モジュールの試作・評価に関するプラットフォームを産総研に構築し、当該プラットフォームを用いて、充填材、バ

ックシート、配線材、シール材等の新規部材あるいは新規構造を適用した太陽電池モジュールを作製し、当該部材・構造の有用性を実証する。つくばセンターには、様々な部材に対して臨機応変に試験可能な50cm以下のサイズに対応したプラットフォームを整備した。九州センターには、国内の大学・研究機関で唯一となる1.5m程度の実用サイズに対応したプラットフォームを整備中である。さらに、加速劣化試験と屋外長期曝露試験の結果を比較検討し、モジュールの劣化要因を明確化するとともに、モジュールの信頼性を可視化可能な新規信頼性試験法を開発し、国際規格への反映にも努める。現時点では、これらの目標に従って研究開発を進めている状況であるが、急速加速試験による加速劣化の検討等、成果が得られ始めたものもある。

NEDOの委託研究では、前年度に引き続き、フッ素ガスを用いたプラズマクリーニング技術の開発に取り組んだ。膜中の不純物濃度について詳細な検証を行ったところ、窒素ならびに酸素に関しては、フッ素プラズマクリーニングを施した場合に比べて、三フッ化窒素プラズマクリーニングを施した場合に若干濃度が高くなるものの、フッ素ならびに炭素に関しては両方で明瞭な差異は観測されないことが明らかとなった。また、いずれの不純物元素も太陽電池の動作に影響を与える量ではないことが結論付けられた。さらに、微結晶シリコン太陽電池に関して、チャンバークリーニングの再現性試験を行った。その結果、フッ素、三フッ化窒素の別、プリデポの有無によらず、太陽電池パラメータならびに分光感度特性に大差はなかった。これらのことより、フッ素プラズマによるクリーニングが太陽電池特性に影響を与えることはないことが明らかとなり、フッ素プラズマクリーニングは、現行の三フッ化窒素プラズマクリーニングの代替技術となり得ることが示された。

この他、民間企業や大学との個別の共同研究も推進した。関東電化工業、日本エア・リキードとの共同研究では、薄膜シリコン太陽電池製造用チャンバークリーニングに関して、地球温暖化係数の小さいフッ化カルボンルガスの有効性について検証した。また、岩手大学、アルバックとはアモルファスシリコン太陽電池-リチウムイオン二次電池一体型複合電池の研究を行った。さらに、研究課題抽出のために、各種太陽電池のコスト試算を実施した。

評価・システムチーム

(Characterization, Testing and System Team)

研究チーム長：菱川 善博

(つくば中央第2)

概要：

1. 太陽電池評価に関する研究

日本における太陽電池評価技術およびその基となる

基準太陽電池のトレーサビリティ確立と維持、高度化を図る。また国際比較等を通してその国際的整合を確立、推進することで太陽電池システム輸出入の促進にも重要な貢献を行う。新型太陽電池の測定技術の確立や規格化においても中心的な役割を果たす。さらに、長期寿命を保証するための加速劣化試験手法の開発やリサイクル手法に関する研究など、太陽電池のより広範な普及に欠かせない共通基盤的研究を遂行する。

1) 太陽電池性能評価の基本となる一次基準太陽電池セル、二次基準太陽電池セル・モジュールの校正を実施するとともに、その技術の高度化を目指す。世界の主要な研究所・機関が参画する基幹国際比較における **Qualified Lab** たる高い技術レベルを示すとともにその維持・向上を図る。

2) 結晶 Si・薄膜 Si・化合物半導体・多接合・有機等、各種新型太陽電池の高精度な評価を可能にするために、各種太陽電池に特有なデバイス構造・分光感度特性・電気的時定数・光照射効果・温度照度依存性等を正確に考慮した性能評価技術を開発し、実施する。

3) 寿命の長い太陽電池モジュールの信頼性を短期間で評価するための複合加速劣化試験技術を開発する。

年度進歩：

1) ソーラシミュレータ法による二次基準太陽電池セルの校正の不確かさを定量し、産総研におけるその最高校正能力が0.90%(U95k=2)であることを明らかにした。一次基準太陽電池セルの校正に加え、二次基準太陽電池セルの校正の ISO/IEC17025に対する国際相互承認された適合性認定を取得した。成果普及の一環として、鉱工業分野の依頼試験として、一次基準太陽電池セル並びに二次基準太陽電池セルの校正を開始した。

2) 太陽電池メーカー等で研究・開発された各種新型太陽電池セル・モジュールの測定技術開発および測定を行った。大型太陽電池モジュール内の任意のセルの分光感度を高精度に測定するモジュール分光感度評価の技術により、モジュール内の太陽電池性能分布の実測を可能とした。アジア地域の太陽電池評価技術の国際的整合性の検証高度化のために、6カ国の中立機関における太陽電池国際比較測定を産総研の主催により開始した。

3) 市販構造の太陽電池モジュールの屋外における出力電流変化に対する温度、照度の影響に関する定量的検討を行った。デラミネーションや裏面ふくらみといった屋外の主要な劣化症状に対する加速試験の検討を実施した。セル-インターコネクタ間へストレスを与える劣化試験の結果、直列抵抗増加に有効な加速試験方法と示唆される結果が得られた。

2. 太陽光発電システムに関する研究

(つくば中央第5)

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

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

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

年度進歩：

TDRによる不具合箇所特定の測定条件を精査し、可搬型計測器に実装する際の仕様を決定した。太陽電池屋外測定試験の国際比較研究に関して、高温気候（タイ）と高温・高湿度差気候（インド）、および温暖気候（日本）で複数種類の太陽電池の屋外曝露比較試験を行うために、新たにインドと九州に屋外測定拠点を整備し、計測を開始した。発電量定格技術については、国内7箇所屋外測定ラウンドロビン測定を実施して、国内9箇所の気象における発電量を比較検証している。これらの結果をもとにアルゴリズム開発、基礎データ取得、計測方式を検証し、国際標準委員会（IEC TC82 WG2）での審議に反映させる。太陽光・風力・ディーゼル等を含めたハイブリッド太陽光発電システムの設計支援ツール開発を行っている。将来の大規模なPVシステムの導入にあたり、系統連系技術における大量導入可能技術に関する検討を行った。大量導入時には、発電量予測技術が重要になることから、天気予報等のデータを利用した翌日の発電量予測技術の検討を行った。特に広域エリアにおける予測誤差低減効果について検討を行った。

有機新材料チーム

(Advanced Organic Material Team)

研究チーム長：吉田 郵司

概要：

次世代の太陽電池として期待されている有機太陽電池の研究開発を、材料合成から太陽電池作製・測定まで一貫して行っている。有機太陽電池には、有機半導体の薄膜を基本とした有機薄膜太陽電池、色素および金属酸化電極を基本とした色素増感太陽電池があるが、双方の研究開発を行っている。

有機薄膜太陽電池では、高効率化を目指した有機半導体材料の探索、薄膜構造制御およびタンデムセル等のセル構造の検討を、また高耐久化を目指した劣化機構の解明などに取り組んでいる。一方で、実用化に向けた大面積サブモジュール化に向けた研究開発、ロール・ツー・ロール製造に向けた塗布技術の検討などにも積極的に取り組んでいる。

色素増感太陽電池では、非ルテニウム系材料の新規有機色素の開発、ナノ結晶金属酸化半導体電極の開発、イオン性液体またはイオンゲルから成る電解液の導入など、省資源・低環境負荷な新規色素増感太陽電池の開発を行っている。また、有機太陽電池に関する光化学、電気化学、電子物性、構造などの基盤的な評価技術の開発も行っている。

年度進歩：

(有機薄膜太陽電池)

高効率化に向けた検討として、交互積層法による低分子蒸着系太陽電池の研究開発を行った。これは従来の単純な共蒸着によるバルクヘテロ接合とは異なり、数ナノメートルの分子レベルでp型有機半導体とn型有機半導体を交互に多層化することで、人工的にp-n合界面を増やし電荷輸送効率を向上させるものである。実際に、高電圧材料として期待されるDBPのバルクヘテロ接合太陽電池では、開放電圧0.6V短絡電流密度2.8mA/cm²と低い。一方で、交互積層法で作製した太陽電池では、開放電圧0.8V、短絡電流密度4.4mA/cm²と構造制御の効果が明らかに見られた。

高耐久化に向けた検討として、有機薄膜太陽電池の劣化機構の解明に取り組んでいる。例えば、大気中暗所で保存した高分子塗布系太陽電池P3HT:PCBMでは、時間の経過とともにエネルギー変換効率が急速に低下してくるが、主として短絡電流密度の低下が著しい。この原因を調べる為にレーザー光励起電流（LBIC）測定により短絡電流の2次元分布を調べた。性能の低下に伴って短絡電流分布において局所的な性能低下（スポット状）が見出された。このスポットは時間の経過と共に大きくなり、結果として短絡電流密度の著しい低下に繋がることが明らかになった。更に、新たな劣化の可視化法として、電界発光（EL）による太陽電池の劣化評価を導入した。本手法は太陽電池にバイアス電圧

を掛けて、EL 発光像やリーク発光像を観察するものである。その結果、EL 発光像中にダークスポットが観察され LBIC 像との良い一致を見た。特に、EL 法は空間分解能が比較的高く、ダークスポットをマーキング出来るため、劣化部位の局所構造解析が可能である。ダークスポットの断面 TEM 観察の結果、劣化部位の中心部に太陽電池作製時に導入された異常点（バッファ層の塊）が観察され、これが劣化の起点となっていることが明らかとなった。

有機薄膜太陽電池の実用化に向けて、大面積化、即ちサブモジュール化技術を企業との共同研究で実施した。本年度は、レーザースクライブ法を有機薄膜太陽電池に初めて導入し、高集積型サブモジュールの試作を行った。透明電極、フタロシアニン/フラーレン有機薄膜太陽電池層、アルミニウム電極をそれぞれフェムト秒レーザーで10 μm 幅で分離して、直列接続サブモジュールを形成した。従来のマスクを介して蒸着して作製した有機薄膜太陽電池よりも開口率の高い有機薄膜太陽電池サブモジュールの作製に成功した。

更に、次世代の有機太陽電池の研究として、単結晶有機半導体を用いた太陽電池の開発を行った。昇華精製法により数mm角の薄片状ブレンド単結晶を作製し、その太陽電池化を試みた。エネルギー変換効率は0.002%と低いながら、単結晶による電荷移動度の向上など高性能化の可能性を示す結果が得られている。

（色素増感太陽電池）

高性能ならびに高耐久性を目指した、有機色素増感太陽電池の開発においては、これまでに開発したカルバゾール系色素（MK 色素）の改良を中心に行った。例えば、ドナー部位であるカルバゾール骨格に、ドナー性を向上させるためのアルキルオキシフェニル骨格を導入した有機色素 MK-20において、従来の MK-2 と同等の8.3%の高いエネルギー変換効率を達成した（AM1.5G、アパーチャマスクあり、反射防止膜なしの条件下、有機溶媒系電解液を使用）。さらには、カルバゾール骨格の代わりに、よりドナー性が高いマリリン、インドリン、チエノインドールなどの骨格を導入した新規有機色素を分子設計、合成し、吸収波長の長波長化やモル吸光係数の改善に成功した。これらの結果により、今後の新規の分子設計の方向性を示すことができた。

さらに、酸化チタン表面上に吸着するためのアンカー基の改良も行った。例えば、酸化チタン中の電子と色素との再結合を抑制するために、色素の共役系を分断する分子設計を行った。そこで、これまで用いていたシアノアクリル酸基に代わりアミド骨格をアンカー基とする新規の有機色素を合成した。その結果、酸化チタン電極中の電子寿命が向上し、高い開放電圧が得

られることがわかった（最高で8.0%を達成）。しかし、共役系を長い距離で分断すると電子注入効率が大幅に低下し、さらには、酸化チタン中の電子と色素カチオンとの比較的速い再結合がおこることがわかった。

上記の新規有機色素を太陽電池に用いて高性能を実現するための要素技術の開発も並行して行っている。例えば、再結合を抑制するための電極表面処理技術、色素吸着状態の制御、新規の電解質などである。その結果、有機色素のみに高性能を示す新規のヨウ化物電解質を見出すことに成功した。

加えて、省資源化として、カーボンナノチューブやカーボンブラックを対極に用いた有機色素増感太陽電池の検討を行った（脱白金対極）。その結果、最高で6.3%の変換効率を達成することに成功した（有機溶媒系電解液）。これは、非ルテニウムならびに非白金の省資源型の色素増感太陽電池の一つの方向性を示す結果として意義があるものと考えられる。

⑦【システム検証研究センター】

（Research Center for Verification and Semantics）

（存続期間：2004.4.1～2010.3.31）

研究センター長：木下 佳樹

副研究センター長：渡邊 宏

所在地：関西センター尼崎事業所

人員：9名（8名）

経費：164,464千円

概要：

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

現状では、実機を稼働させて動作を観察し、バグを発見する、動作テストによる方法が今なお主流だが、すべての場合を尽くせないための見落とし、再現困難なバグへの対処などの信頼性に関する問題と、上流工程では適用できない、実機の稼働後でないと適用できないなどのシステム開発の生産性に関する問題があり、もっと強力な検証法が求められている。

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

伝統的な意味での科学研究と、研究者の能力と知識による社会貢献を意図したフィールドワークの二本立てで研究を推進し、コアメンバーが両方の仕事に携わることによって最新の科学研究の成果をフィールドワークを通して社会に移転し、かつ社会の現状を観察し

た上で科学研究のテーマを選ぶ、という双方向のインタラクションを生むべく活動している。

フィールドワークは、企業や産総研内の先端情報計算センターなど、実際に情報処理システムを開発している場所をフィールドとして、そこで抱えている問題を、システム検証の科学技術によって解決するべく試みる活動である。必ずしも我々自身が生んだ科学研究上の成果を応用することにはこだわらず、問題解決にとって適切な成果を選んで用いる。研究員が持ち合わせる、この分野に関する能力と深い専門的知識を、フィールドにおける問題解決に利用する。フィールドワークでは、科学上の価値観よりもフィールドにおける価値観を優先させるのである。

本年度は具体的には、Q社との交通運賃計算算法の検証などの共同研究を相手先企業の資金提供を得て行い、数理モデルに基づくテストデータ自動生成に関するL社と共同での予備研究を行った。また、計量標準へのソフトウェア認証導入、規格化に関して、計測標準研究部門に協力した。さらに、連携検証施設設けが稼動開始し、これに関する組込みシステム技術連携研究体の業務に当研究センターも積極的に貢献した。

理論研究のために用いる手法は、構成的型理論、数理論理学、圏論（特にLawvereによる函手意味論）、関係代数、計算論（特に項書換系）などで、現在の研究対象は一階様相 μ 計算、余代数、不動点付様相論理の函手意味論、Kleene代数の一般化、等式付木構造オートマトン、不動点付様相論理の充足可能性算法などである。また、Chalmers工科大学（瑞）が開発したMartin-Löfの構成的型理論に基づくプログラム言語Agdaについて、Java/Eclipseベースの処理系開発を開始した。Agdaをシステム検証に応用する実験をいくつか行なった。

外部資金：

1. (独) 科学技術振興機構
制度名：戦略的創造研究推進事業（CREST）
「利用者指向ディペンダビリティの研究」（木下 佳樹）
2. (独) 科学技術振興機構
制度名：A-STEP 本格研究開発 ハイリスク挑戦タイプ
「モデル化技術によるMCU仕様検証と機能検証の自動化」（木下 佳樹）
3. 経済産業省
制度名：地域イノベーション創出研究開発事業
「仕様書の統一様式の策定と仕様整合性検証システムの研究開発」（木下 佳樹）

4. 独立行政法人 日本学術振興会
制度名：科学研究費補助金 若手研究（スタートアップ）
「テストに基づく補題発見法を用いた安全性自動検証器の開発」（中野 昌弘）
5. 独立行政法人 日本学術振興会
制度名：科学研究費補助金（萌芽研究→挑戦的萌芽研究）
「多値モデル検査法を用いたモデリング・エラーの発見」（木下 佳樹）
6. 独立行政法人 日本学術振興会
制度名：科学研究費補助金（若手B）
「等式付ツリーオートマトンの算術制約翻訳可能性と自動検証技術への応用に関する研究」（大崎 人士）
7. British Council
制度名 Prime Minister's Initiative 2
「Denotational Semantics for the Evaluation Behaviour of Computer Programs」（Joint with Bath University）

資金提供型共同研究 2件

発表：誌上発表17件、口頭発表14件、その他2件

研究チームについて。科学研究のテーマによって、算譜科学、自動検証法、対話型検証法の3研究チームを設けているが、実際の研究活動は、プロジェクトごとに班を構成し、必要なメンバーがプロジェクト毎に離合集散する、という形をとった。研究チームは、管理業務のためにだけ用いられ、研究のためのグループ化は、もっぱら班によった。従って、研究チームについては、チーム名とチーム長名の羅列にとどめ、研究活動紹介は、各班について行う。

自動検証研究チーム

(Automatic Verification Research Team)

研究チーム長：高井 利憲

算譜意味論研究チーム

(Programming Semantics Research Team)

研究チーム長：岡本 圭史

対話型検証研究チーム

(Interactive Verification Research Team)

研究チーム長：大崎 人士

[テーマ題目1] システム検証の科学研究（運営費交付金）

[研究代表者] 加藤 紀夫

[研究担当者] 加藤 紀夫、中野 昌弘、武山 誠、

木下 佳樹

(常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

システム検証研究センター（CVS）では、数理的技法に基づく種々の検証技術の普及と発展を目的とし、統合検証環境の研究開発を行ってきた。本年度は、統合検証環境の基幹部分となる依存型理論に基づく検証環境の技術の普及を目指し、システムの記述および検証のための新しい処理系 **Agda-A** の開発を開始した。本研究には二つの目的がある。一つは、研究用プロトタイプであった従来の **Agda** 処理系の仕様を安定化し、言語仕様の策定を行うことである。もう一つは、策定仕様に基づいて処理系を新しく実装することによって **Agda** 処理系を抜本的に高速化することである。以上により、**Agda** ならびに統合検証環境を用いた継続的な技術移転活動が行えるようにすることを目指す。

CVS では、依存型理論を基礎として数理的技法のうち定理証明を支援する **Agda** 処理系について、平成16年度からスウェーデンのシャルマース工科大学と研究協力してきた。また、企業との共同研究では、**Agda** を用いた複数の検証事例の作成を行ってきた。しかしこれら活動を進めるうちに、本検証技術の普及には、処理系の流動性に起因するいくつかの障壁があることが明らかになってきた。

本研究の開始時点において利用できる **Agda** 処理系は、研究者が検証技術の実証用に作成したプロトタイプ版のみであり、処理系の仕様がこの目的のために刻々と変化してきた。このため、検証成果物である検査済み文書の有効性が短期間で失われるという問題、ならびに処理系の使用方法に関するドキュメントや使用例などの文書類がすぐ旧式化し、蓄積できないといった問題が繰り返し発生してきた。技術の普及にあたっては、長期にわたり使用できる仕様とドキュメント類の蓄積が必要である。また、既存の版はテストベッドとしての性格を持つように実装されている影響により大規模なデータが現実的な時間で扱えないため、より多くの種類の実問題に適用するためには処理系の抜本的な高速化が必要であることも分かってきた。

本年度は、上述した問題の解決を図るため、実用版 **Agda** の開発を開始した。実用版 **Agda** は、安定した仕様をもつ処理系として、新たに **Java** 言語によって実装を行うこととした。仕様の安定により、文書等の蓄積が可能にすることが開発の主な目的である。このため、実装に先立って、処理系の安定した仕様を明文化する作業に着手した。この作業は、主として既存の **Agda** 処理系ならびに関連文書をもとにして行った。また、今年度実装を開始する初版では、従来と同様にテキストエディタ **Emacs** を処理系のユーザインタフェースとするものとした。これにより従来の利用者の実用版処理系への移行の利便性を図るとともに、開発に必要なコストを削減し

た。

実用版 **Agda** 処理系は、基本的な機能の一部が動作する程度まで実装が進んだ。技術的には、**Agda** の型検査規則を柔軟に追加できる枠組みを開発し、その上に処理系の基幹部分を実装した。これにより、将来において、処理系から外部の自動検証ツールに柔軟に接続できるようにした。実装では、型やコメントを活用することにより、処理系の多くの部分に関して仕様を明示的に記述し管理している。処理系を **Java** により実装していることにより、今後 **Eclipse** プラットフォームを処理系のユーザインタフェースとして利用可能にすることを容易にした。このように利用者に馴染みやすい利用環境を整備する技術集団を保つことは、本検証技術の普及を目指すにあたって決定的に効果があると期待される。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 数理的技法、対話型証明、実用化

[テーマ題目2] フィールドワーク成果の知財化（運営費交付金）

[研究代表者] 高井 利憲

[研究担当者] 高井 利憲、木下 佳樹、大崎 人士、尾崎 弘幸（常勤職員4名）

[研究内容]

本研究の目標は、数理的技法の産業界への普及である。その目標を達成する手段として、次の二つを設定した。

- 数理的技法を用いた検証工程を標準化して知財とする。
- 国内外の数理的技法を用いた検証事例を集めたデータベースを整備する。

検証工程の標準化

フィールドワークで得られた知見を一般化および技術の抽出を行い、検証工程の標準化を行う。まず、検証対象に依存しない検証工程のガイドライン（規格）を作成する。次に、作成したガイドラインに基づく標準検証工程を領域ごとに修整（Tailoring）したもの、その適用方法等を産総研ノウハウとして蓄積する。ガイドラインは企業・技術者が参照できるよう公開するとともに、ノウハウを活用した技術移転も実施する。

検証事例実証データベースの開発・整備・運用

まず、既に公開している CVS 内の事例を集めたデータベースを拡張する。次に、CVS の事例だけでなく、国内外の外部事例を収集・公開ソフトウェアの開発者が、類似の開発事例を検索できるような環境を整備する。また、ソフトウェア工学の研究者へ向けた実証データ提供という役割も期待する。

成果としては、次の二つがある。

- 開発現場への数理的技法導入のための方法論（臨床情報学の提案）
- 事例データベースの整備

CVS が実施してきたフィールドワーク活動から、数理的技法が情報システム開発の現場で普通の技術になっていない理由がいくつか浮かび上がってきた。そのもっとも大きな理由として、現場の技術者と数理的技法の研究者とでは、その背景となる文化から違うことが挙げられる。通常の技術移転であれば、技術者教育やツール化などが考えられるが、数理的技法に関しては、そのどちらも適切ではなかったため、新たに技術移転のモデルを構築する必要に迫られた。そこで、本重点課題内で、これまでの CVS で実施してきたフィールドワーク活動から個別の事情を取り除くなど洗練、抽象化を行い、数理的技法の技術移転の方法についての一般論として臨床情報学としてまとめた。臨床情報学そのものは、情報処理に関するリスクを、情報学の研究成果を用いて軽減する活動に固有の学問と定義したが、技術移転の方法論はその一部である。「臨床」という医学用語を借用しているが、医学のための情報学という意味では全くない。通常の医学が人を対象にしているのに対し、情報システムを治す臨床医学に相当するものが必要ではないか、という意図からの造語である。具体的には、典型的なシナリオの提示や技術移転を実施する際中心的な活動となる適用実験の分類とその特徴付けなどを行った。この成果については、*Synthesiology* 誌において出版されている。

事例データベースの整備

今年度は、組込みシステムのための仕様書処理システムのフィージビリティ研究のための事例に関する情報を一件追加し、Web ページ上で公開した。これで、計29件の事例を公開している。

まとめると、検証工程の標準化については、当初目標としていたガイドラインの標準化までは到達できなかったが、ガイドライン策定のための方針を決定する考え方を提案した論文を執筆し、出版することができた。また、個別のフィールドワーク活動の成果の洗練と抽出による知財化へ向けた活動は、論文の執筆という形で進めている。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 数理的技法、臨床情報学、モデル検査、フィールドワーク

⑧【健康工学研究センター】

(Health Technology Research Center)

(存続期間：2005. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：国分 友邦

副研究センター長：馬場 嘉信、岩橋 均

主幹研究員：廣津 孝弘、茂里 康

所在地：四国センター、関西センター

人員：31名 (30名)

経費：694,256千円 (510,400千円)

概要：

1. ミッション

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

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

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

2. 研究内容

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

1) 生体機能解析に基づく健康維持のための予知診断技術・デバイス開発の研究

[極微量の生体試料で迅速に病変を予知診断する技術の開発]

● 単一細胞診断技術

マルチ細胞ソータの自動化されたプロトタイプ機を製作し、実用化の観点から、動物細胞や微粒子を用いて性能評価並びに実用化に必要な装置・チップ・ソフトウェア制御の機能の統合を目指す。

● ナノバイオデバイス診断技術

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

● 1 分子 DNA 解析技術

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

2) 生体機能評価技術の研究

〔鎖糖質など疾患に関連する生体物質の機能解析〕

疾患等により細胞膜の構造が変化することからこれを知るための糖脂質などの生体分子の機能を解析し、有効なバイオマーカーとして疾患の診断や治療等への利用を目指す。また、生体の酸化ストレスによって生じる疾患や神経・精神ストレス疾患を評価するため、計測法の改良を進めるとともに関連バイオマーカーの分子生理学的な探索・同定を行い、バイオマーカーデータの蓄積を進めストレスの診断に利用する。

3) 健康リスク削減技術の研究

〔健康阻害要因物質の分離除去・無害化技術〕

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

外部資金：

文部科学省受託費 安全・安心科学技術プロジェクト
「生物剤検知用バイオセンサーシステムの開発」

経済産業省受託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き））補正予算「化学物質推定機能を有する酵母プロモーターアッセイ環境毒性評価システムの開発」

経済産業省受託費 平成21年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「バイオマーカー測定による生活習慣病早期診断装置の商品化研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼー

ション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）
「光一分子強結合場におけるプラズモン増強非線形光学応答・光化学反応の定量評価法開発」

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

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）
「種間の小胞輸送による熱帯熱マラリア原虫の赤血球内寄生維持機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「超高分解能携帯型マイクロチップ電気泳動システム」

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

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

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

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究 C）
「抗菌ペプチドの細菌外膜への結合機構の単一分子感度解析に基づく高活性抗菌剤の開発」

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

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究 C）
「固液界面ナノ反応解析のための単一分子感度・ナノメーター空間分解能のラマン分光法」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究 C）
「顕微イメージング・エリプソメーターの開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手研究（スタートアップ）「酸化型 DJ-1 特異的な抗体を用いたパーキンソン病簡易診断キットの開発」

NEDO 平成21年度産業技術研究助成事業
「ヒト型糖鎖を均一に有する組換え糖タンパク質を高効

率に生産する代替宿主としての酵母株の開発」

NEDO 平成21年度産業技術研究助成事業

「DNA 伸長合成反応のリアルタイム1分子検出による高速 DNA1分子シーケンス技術の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 地域イノベーション創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラム平成21年度「表面薄膜における反射干渉の位相検出に基づく高感度非標識検出技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 地域イノベーション創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラム平成21年度「シーズ発掘試験」「耐塩性・耐アルカリ性を有する銀系無機抗菌剤の開発と持続性向上に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 地域イノベーション創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラム平成21年度「シーズ発掘試験」「抗菌ペプチドの膜結合性評価に基づく高活性化技術の開発」

経済産業省 平成21年度地域イノベーション創出研究開発事業「配向性板状チタン酸バリウム粒子を用いた鉛フリー圧電材料の開発」

財団法人かがわ産業支援財団 平成21年度地域科学技術振興事業委託事業 (都市エリア産学官連携促進事業「発展型」)「特徴のある糖質の機能を生かした健康[®] 産業の創出」

財団法人とくしま産業振興機構 平成21年度地域イノベーション創出研究開発事業「溶接現象リアルタイム可視化技術による品質保証システムの開発」

民間受託研究費「高付加価値医工学用ミニブタの創成と効率的生産システムの開発」

民間受託研究費「オリーブ果実濃縮エキスの機能性評価試験」

民間受託研究費「微高圧炭酸ガス処理技術を用いた南高梅の梅干加工技術の研究開発」

民間受託研究費「自然エネルギー利用型冷水・温水大量製造システムの実用化及び食糧生産への適用実証」

発表：誌上発表106件、口頭発表185件、その他24件

生体ナノ計測チーム

(Nano-bioanalysis Team)

研究チーム長：石川 満

(四国センター)

概要：

当研究チームでは、生体分子分析化学をナノテクノロジー化するという趣旨で、以下の三つの課題に取り組んでいる。(i) 疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てることを目的とした、単一細胞及び単一細胞内外の生体分子を一分子レベルで実時間イメージングするための技術の研究開発 (単一細胞診断)、(ii) 極微量の血液から生活習慣病のマーカー分子を数分以内に解析できるバイオデバイスを開発して、在宅診断に寄与することを目的とした、バイオデバイス技術の研究開発 (POCT デバイス)、(iii) 個人ゲノム解析に基づくテーラーメイド医療の実現を目的とした、1分子 DNA 解析技術及びその要素技術の研究開発 (1分子 DNA 解析と要素技術)。

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

バイオデバイスチーム

(Bio-device Team)

研究チーム長：大家 利彦

(四国センター)

概要：

バイオデバイスに向けた「精密微細加工技術」の研究・開発を行い、これを用いて「極微量の血液から各種バイオマーカーを数分以内で解析できるデバイス」、など、バイオナノデバイスを基盤とした「新規バイオデバイス」を実現することを目的とする。具体的には、レーザ等を用いた加工技術、圧電素子やレーザを駆動力とする極微量サンプル操作技術により、独自のインクジェットユニット、マイクロ流路型抗体固定化チップ、マルチマーカー解析チップ等を開発している。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

ストレス計測評価研究チーム
(Stress Measurement Team)

研究チーム長：脇田 慎一

(関西センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目5

バイオマーカー解析チーム
(Biomarker Analysis Team)

研究チーム長：片岡 正俊

(四国センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8

生体機能評価チーム
(Glicolipid Function Analysis Team)

研究チーム長：仲山 賢一

(四国センター)

概要：

糖脂質などにより形成されるマイクロドメインによる細胞の制御機構の解明を行い、病気の診断・治療に

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目9、テーマ題目10

ストレス応答研究チーム
(Stress Response Team)

研究チーム長：岩橋 均

(関西センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目11

精神ストレス研究チーム
(Mental Stress Team)

研究チーム長：増尾 好則

(つくば西センター)

概要：

ストレスが行動や脳に及ぼす影響を解明する。ストレスによる中枢神経系の応答、反応、障害の状況を詳細に把握し、ストレスから精神障害に至る経路を明らかにすることにより、精神障害の予防・治療技術の確立へつなげることを目的とする。平成20年度は、各種ストレス負荷動物を作製し、脳緒部位および血液における遺伝子・蛋白質の網羅的解析を行った。①ストレスによる脳の発達障害の解析を行った。②ストレスによる鬱病モデル動物の解析を行った。③日内リズム攪乱が脳に及ぼす影響の解析を行った。④運動が脳に及ぼす影響を解析した。⑤慢性的な日本酒の摂取が脳と肝臓に及ぼす影響を解析した。⑥ガンマナイフによる放射線ストレスが脳に及ぼす影響を解析した。⑦企業との共同研究で、超微細振動が実験動物の行動や脳機能に及ぼす影響の解析を開始した。

研究テーマ：テーマ題目12

健康リスク削減技術チーム

(Health Hazards Reduction Team)

研究チーム長：苑田 晃成

(四国センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15

【テーマ題目1】単一細胞診断技術

【研究代表者】石川 満（生体ナノ計測チーム）
仲山 賢一（生体機能評価チーム）

【研究担当者】石川 満、福岡 聡、田中 芳夫、
伊藤 民武、平野 研、Vasudevan Pillai BIJU、井上 文枝
仲山 賢一（常勤職員6名、他5名）

【研究内容】

細胞膜上の増殖因子受容体（EGFR）の存在状態の違いに着目して、がん細胞と正常細胞を区別することが本題目の目的である。

抗菌性等の機能を有するペプチド修飾量子ドットが細胞内小胞へ移行する効率を、いくつかの阻害アッセイ法を用いて定量的に調べた。その結果、クラスリンと呼ばれるタンパク質形成を経て細胞質内に取り込まれる機構の寄与が最も高く（～57%）、次いで、何らかの受容体が関与する過程（～45%）、およびペプチドが有する正電荷が寄与する過程（～30%）の寄与が高いという結果

を得た。量子ドットが細胞内小胞から脱出する機能が期待される数種のペプチドを用いて脱出効率を評価して、有意な差がないことを見出した。

マルチ細胞ソータの自動制御システムの、実用的な試作機を開発するための企業との共同研究を開始した。特に細胞を弁別するための光源部分の設計では、第1段階としてコストの削減を優先させて、低出力レーザを選定し、選別できる細胞を2種類に絞った。

【分野名】ライフサイエンス

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

【テーマ題目2】バイオナノ技術を用いた診断デバイスの開発

【研究代表者】石川 満（生体ナノ計測チーム）

大家 利彦（バイオデバイスチーム）

【研究担当者】石川 満、片岡 正俊、大槻 莊一、田中 芳夫、伊藤 民武、亀井 利浩、大家利彦、田中 正人、内海 明博、党 福全、長田 英也、吉田 健一（常勤職員8名、他12名）

【研究内容】

POCT 用途に開発されたポリメチルメタクリレート（PMMA）等、ポリマー製のバイオデバイスに対するタンパク質等の非特異吸着を防止するための新しいダイナミックコーティング法を開発して、疾病等のマーカー生体分子を蛍光標識型の電気泳動法を用いて解析すること、および数10個以上の遺伝子またはマーカー生体分子を非標識で計測できるマイクロアレイ創製することが本題目の目的である。本題目に含まれる各項目の今年度の目標は以下の通りである。非特異吸着防止の研究では、現状では非特異吸着なしで良好な分離特性が得られるタンパク質の種類が限られているので、この種類を拡張するために、新しく合成した疎水性のヒドロキシエチルセルロース（HEC）誘導体を基本としてそれと既存のセルロース誘導体を組み合わせた新しいハイブリッド・コーティング法を開発する。イメージングエリプソメトリーの開発では、数10個以上の遺伝子または生体マーカーを非標識で計測するため、プロトタイプマイクロアレイを作製するとともに、表面プラズモン共鳴（SPR）およびエリプソメトリーに基づくマイクロアレイ計測システムを構築する。

表面赤外分光法を用いた得られた情報、すなわちコーティング表面のセルロース誘導体の官能基と PMMA 表面の官能基が形成する水素結合の程度が、分離特性を特異的に支配しているという知見を指針として、すでに合成した数種のセルロース誘導体から、糖鎖で修飾されたタンパク質の分離性能を評価して、性能が優れたものをスクリーニングしてそれを用いた分離分析を実施した。

表面膜の厚さを高解像度で測定する基本光学系を設計した。対物レンズの後焦点面の位置および大きさを評価し、後焦点面内における収束点の位置と光の入射角との関係を調べた。対物レンズに光を入射し、試料の表面で反射した光を再び対物レンズで集光し、CCD に結像する光学系を構築した。また、水溶液中で生成する表面膜を非標識で観察するため、基板上に設けた多数のスポットにビオチンを固定したアレイを作製し、10個のスポットにおけるアビジンの特異的な結合を2秒間隔で基板表面1mm²あたり5pgの感度で検出した。

【分野名】 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電気泳動、タンパク質マーカー、血液、疾病リスク、健康

【テーマ題目3】 個人のゲノム情報に基づく診断技術の要素技術開発

【研究代表者】 石川 満 (生体ナノ計測チーム)

【研究担当者】 石川 満、伊藤 民武、平野 研、長田 英也、KIRAN SYAMALA MANIKANTAN、井上 文枝、石堂 智美、吉田 健一、北濱 康孝 (常勤職員4名、他6名)

【研究内容】

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

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

それぞれ異なる色素で蛍光標識された4種類のヌクレオチドを連続的に取り込むこ DNA ポリメラーゼを探索して、当該酵素および標識に最適な蛍光色素を選別した。新型超高感度カメラを導入して検出感度を改良した全反射顕微鏡を開発した。これを用いて3種類の蛍光標識ヌクレオチドの合成反応を実時間で可視化することに成功し、読取可能なシーケンス長を拡張するための基盤技術を整備した。以上の成果を基礎として、1分子 DNA から高速に1塩基多型 (SNPs) を解析する新しい技術の実現に必要な要素技術の手掛りを得た。

2段階電磁場増強モデルに基づき、走査電子顕微鏡 (SEM) 観察で実測したた銀ナノ粒子凝集体構造を境

界条件として、有限要素法を用いて表面増強ラマン散乱 (SERS)、表面増強ハイパーラマン散乱 (SEHRS)、およびレーザ散乱の強度およびスペクトルを空間分布と励起波長依存性を含め計算して、実験結果と比較した。その結果、両者で良好な一致が得られた。この結果により、2段階電磁場増強モデルを検証することに成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目4】 集積型診断デバイスに向けたレーザ微細加工技術の開発

【研究代表者】 大家 利彦 (バイオデバイスチーム)

【研究担当者】 大家 利彦、内海 明博、田中 正人、小川 洋司、山瓶子 勇次、中原 伴徳、松原 さゆり (常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

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

今年度は、マルチ抗原検出チップにおける吐出条件、表面処理方法、サンプルの調整等を実施するとともに、流路カバーフィルムの改良を行い、インクジェット法によるマルチ抗原検出チップの高感度化が実現した。また、ディスプレイ化に適した独自のインジェクターについて、駆動用レーザ加熱による抗原検出感度低下を15%以下に抑えることができた。あわせて、幅300 μ m、深さ100 μ mの流路内への抗体固定化も実現した。さらに、今後の同インジェクターとチップ型電気泳動との一体化に向けて、インジェクターと同じ流路幅・間隔をする同時10流路電気泳動チップの試作と泳動実験を実施した。

【分野名】 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

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

【テーマ題目5】 ストレス物質計測評価デバイスの開発

【研究代表者】 脇田 慎一

(ストレス計測評価研究チーム)

【研究担当者】 脇田 慎一、田中 喜秀、永井 秀典、宮道 隆、瀧脇 雄介、鳴石 奈穂子、植田 真由美、井口 稚菜、東 哲司 (常勤職員3名、他6名)

【研究内容】

遠心力送液型ラボディスクの実用化を、企業との共同研究で行い、試作したオンチップ唾液タンパク定量用の

原理プロト装置を展示会に出展し、産業技術化を着実に進めた。電気泳動型ラボチップへの色素レーザー光源の集積化研究を大学と共同研究で進めた。さらに、超小型FET センサによる携帯型チェッカの原理プロト開発を行い、生体適合性材料の利用により、ヒト唾液を一滴垂らすだけで、10秒以内に NO 代謝物含量を定量可能なことを実証した。

【分野名】 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

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

【テーマ題目6】生活習慣病診断用バイオチップの開発

【研究代表者】 片岡 正俊、大家 利彦
(バイオマーカー解析チーム)
(バイオデバイスチーム)

【研究担当者】 片岡 正俊、八代 聖基、山村 昌平、大家 利彦、田中 正人、北村 慎一、阿部 佳織、山口 裕加、赤峰 理恵
(常勤職員5名、他4名)

【研究内容】

幅300 μ m、深さ100 μ mのマイクロ流路上で微細化インクジェットを用いて血中バイオマーカーの抗体を固定し、サンドイッチ ELISA 系を構築した。この ELISA 系を用いることで血中 PICP、アディポネクチンのほか各種炎症サイトカインを含め計6種類のマーカーの定量的検出が可能になった。また同一流路上で3種類のマーカーの同時検出系も構築した。現在の試作チップは最大50種類の抗体の固定化と検出に対応可能である。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目7】熱帯マラリアの赤血球寄生様式の機構解明

【研究代表者】 片岡 正俊
(バイオマーカー解析チーム)

【研究分担者】 片岡 正俊、八代 聖基、山村 昌平、北村 慎一、阿部 佳織、山口 裕加、赤峰 理恵
(常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

熱帯マラリア原虫の膜輸送タンパク質の同定と機能解析を目標に、ヒト・マラリア原虫の赤血球内寄生時における原虫外膜系の形成機構と赤血球膜へのタンパク質輸送機構をタンパク質レベルで解明するものである。

本年度はマラリアの感染赤血球の高度検出系に好適な細胞チップを応用し、感染種の特異性も可能な診断チップ

の構築を進め、検出感度0.0001%、診断操作時間15分間で完了する、迅速・超高感度診断用チップの作製に成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 熱帯マラリア原虫、小胞輸送、膜融合タンパク質、赤血球、抗体

【テーマ題目8】マイクロチップの生物学的解析への応用

【研究代表者】 片岡 正俊
(バイオマーカー解析チーム)

【研究分担者】 片岡 正俊、八代 聖基、山村 昌平、北村 慎一、阿部 佳織、山口 裕加、赤峰 理恵
(常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

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

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目9】免疫系に作用する複合糖質の解析

【研究代表者】 仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

【研究担当者】 仲山 賢一、安部 博子、奥田 徹哉、川島 永子、藤田 康子
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

細胞内のリソソームに蓄積した GM2は、直接 Src が活性化しており糖脂質の異常の蓄積が増殖シグナルの増強を引き起こしていることが明らかとなった。この結果、GM2ガングリオシドーシスにより形成されたリソソームでの糖脂質によるマイクロドメインは通常のマイクロドメインと大きく性質の異なるものであることが判明した。また、マイクロドメインの異常によるシグナルの異常が明らかとなり、従来の酵素補充療法以外にも細胞内シグナルの抑制により、リソソーム病の治療が可能であることも示すことができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 免疫、糖脂質

【テーマ題目10】環境耐性酵母を用いた糖鎖工学技術の開発

【研究代表者】 仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

【研究担当者】 仲山 賢一、安部 博子、富本 和也
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

食品中の糖脂質については、高松地区都市エリア事業(文部科学省)とも連動させてオリーブや海産物など地域食品中の成分を分離しその作用について実験動物レベルで解析し、四国地域イノベーション創出共同体形成事業(四国経済産業局)とも連動して機能成分分析法マニュアル作りを完成させて機能性食品開発の基礎とした。また、GM2異常蓄積による細胞内増殖シグナル機構の解明については、GM2の異常蓄積により細胞増殖シグナルが増大していることが明らかとなったが、同時にGM3の増大も引き起こしており細胞外因子のレセプターの遮断が起きていることも明らかとなった。この細胞外因子のレセプターの遮断は細胞外因子による増殖制御の遮断も結果的に引き起こすことも明らかとなった。Gb3の発現制御の解析の結果、炎症性サイトカインによりGb3合成酵素の発現は上昇し、その結果Gb4が増大するとともにセラミドの脂質の長さも変化していることが判明した。この結果、炎症のマーカーとして糖脂質Gb4が使用できる可能性を示すことができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境耐性、糖タンパク質

【テーマ題目11】 ストレスマーカーの検証試験と製品化研究

【研究代表者】 岩橋 均(ストレス応答研究チーム)

【研究担当者】 岩橋 均、茂里 康、吉田 康一、堀江 祐範、高橋 淳子、七里 元督、西尾 敬子、小川 陽子、福井 浩子、地頭所 眞美子、石田 規子
(常勤職員5名、他6名)

【研究内容】

ストレスバイオマーカーの科学的根拠を提示するために、疾病患者、健常者の血液、組織を用いたストレスバイオマーカーの検証試験を継続して実施した。これにより、当該バイオマーカーの信頼性向上を図ることができた。さらに、脂質由来バイオマーカーに対する汎用的分析法であるELISAシステムの開発を進め、従来法と同オーダー程度の感度が達成された。また、AIST-東大先端研包括協定に基づく研究で、酸化DJ1のパーキンソン病早期診断マーカーとしての有用性を確認した。

メタボロミクス技術とゲノミクス技術との融合性について、その融合例を蓄積した。さらに、融合例である重金属ストレスに関しては、融合性を確認するための遺伝子破壊株などを用いた証明実験を行い、融合性を確認することができた。以上のことから、メタボロミクス技術とゲノミクス技術を並列させることが、ストレスマーカー探索に有効であり、科学的根拠をも示せる技術で有ることを示せた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオマーカー、酸化ストレス、抗酸化物質、細胞

【テーマ題目12】 ストレスが脳機能に及ぼす影響の解析

【研究代表者】 増尾 好則(精神ストレス研究チーム)

【研究担当者】 増尾 好則、平野 美里、柴藤 淳、Randeep Rakwal、土屋かおる
(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

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

動物実験による血中ストレスマーカーの探索から、うつ病関連のストレスマーカー候補遺伝子を871種同定した。脳からは、うつ病・統合失調症・発達障害関連ストレスマーカー候補遺伝子を135種同定しており、脳と血液の両方で変化するストレスマーカー候補を43種同定した。ヒト末梢血におけるストレスマーカー候補遺伝子群を測定し、問診票による精神的ストレスおよび心拍数との相関を調べた。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目13】 微量で健康に有害な化学物質の除去・無害化技術

【研究代表者】 苑田 晃成(健康工学研究センター)

【研究担当者】 廣津 孝弘、苑田 晃成、榎田 洋二、Chitrakar Ramesh、細川 純嗣、溝渕 恵輔、佃 聡子、森下 菜々
(常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

水系で健康に有害な硝酸イオン等のオキソ酸陰イオンを水質基準以下に低減できる実用的な新規イオン交換体の開発を目標とする。さらに、微量の有害有機分子を酸化無害化するための新規材料を設計・開発する。

臭素酸イオンの選択的イオン交換体として、焼成ハイドロタルサイト、非晶質水酸化アルミニウムが有効であった。硝酸イオンで汚染された井戸水について、硝酸イオン分離用繊維成形体が、硝酸イオンで汚染された井戸水の飲料水化(10mg-N/L以下)を高速で達成できること、亜硝酸イオン単独系に於いても同等の性能を有することを実証した。

カーボンナノシート上にアナタース型チタニアナノロッドを二次元配列した新規複合体の開発に成功し、実用的な簡易循環型システムで繰り返し使用が可能であることを確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目14〕 水系微生物の無害化に関する研究

〔研究代表者〕 廣津 孝弘

(健康リスク削減技術チーム)

〔研究担当者〕 廣津 孝弘、小比賀 秀樹、
榎田 洋二、都 英次郎、吉原 一年、
梅野 彩

(常勤職員5名、他1名)

〔研究内容〕

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

銀ヒスチジン錯体担持層状ニオブ酸化物の表面をシランカップリングした疎水化物は、従来困難であった10mmol/LのNaCl濃度、pH9.5の水系において、少なくとも40日以上、抗菌効果が持続した。

ナノカーボン材料をジクロロメタン、クロロホルム、トルエン、酢酸エチル等有機溶媒中に分散化できること、及びレーザ光の照射による高速・高精度の温度制御できることを示した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目15〕 生物学的手法を統合した浄化システムの構築

〔研究代表者〕 垣田 浩孝

(健康リスク削減技術チーム)

〔研究担当者〕 垣田 浩孝、小比賀 秀樹、坂根 幸治、川西日都美、佃 聡子

(常勤職員2名、他3名)

〔研究内容〕

魚類により富栄養化された海水中の窒素、リンを環境基準値(全窒素:1ppm以下、全リン:0.09ppm以下)にまで低減し、それを海域に戻すための「洋上半閉鎖型魚類養殖システム」のモデルを設計する。

オゴノリ属海藻の栄養生長体(湿重量51mg、生長速度0.68mg/d)の窒素及びリン吸収速度は、幼体(6.7mg、0.50mg/d)の約50%を維持しており、両増殖時期の藻体とも栄養塩吸収に活用できることを明らかにした。含有蛋白質量は約30%と同等であった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

⑨【情報セキュリティ研究センター】

(Research Center for Information Security)

(存続期間:2005.4.1~2012.3.31)

研究センター長:今井 秀樹

副研究センター長:川村 信一、米澤 明憲、渡邊 創

主幹研究員:古原 和邦

所在地:東京本部・秋葉原事業所、つくば中央第2

人員:35名(34名)

経費:855,142千円(380,002千円)

概要:

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

情報セキュリティに関係する諸問題の現状を鑑み、(ア)~(オ)の4つのサブテーマを中核的課題として設定し研究を行った。(オ)のICSS技術チームは本年度5月より、産官連携による研究活動を推進するために発足したチームである。また今後も、社会の要求に即座に対応できるよう柔軟な体制を保持するため、ネットワークや社会科学との融合領域を研究するチームを創設することも検討する。

(ア)セキュリティ基盤技術研究チーム

(イ)物理解析研究チーム

(ウ)ソフトウェアセキュリティ研究チーム

(エ)ハードウェアセキュリティ研究チーム

(オ)ICSS技術チーム

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

- 産業界に役立つ研究開発人材の育成：
学術的シーズと産業界・利用者ニーズに精通した人材を、産学官連携による研究活動を通して育成する。
- インシデントに対応できる専門家及びチームの育成：
関係機関に出向するなど、実務を通じた専門家を育成する。
- 裏づけのあるセキュリティ情報の発信源：
高いレベルの研究成果を出し続けることで、専門家及び専門研究により裏付けられた、信頼できる情報の発信地としての役割を果たす。
- 重要インフラ等の安全性評価：
新たな手法の研究、及び最先端の手法を用いた重要インフラの評価を、公的研究機関の立場を活かして行う。脆弱性を発見した場合には、IPA 等適切な伝達ルートを通して関係者へ脆弱性情報及び対処法を周知する。
内外の機関との連携を通じ、研究成果を社会へ還元していく。民間企業、大学、公的研究所等とは、共同で研究プロジェクトを立ち上げ、日本の情報セキュリティ分野のレベルアップ、世界をリードする産業分野の育成、新産業の創出を目指す。経済産業省、内閣官房情報セキュリティセンター、IPA をはじめとする政府およびその関連機関に対しては、情報セキュリティ研究センターで開発した最先端の研究に基づく情報の提供、問題の解析、対処法の提案など、技術的なバックアップを行い、緊密な連携を取っていくことで、より安全性の高い製品を流通させることを目指す。NICT 等の他研究機関とは、担当する研究分野を効率的に分担し、また融合的な分野については共同で研究するなど、より効果的な成果を生み出す協力関係づくりを目指す。

外部資金：

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費 平成21年度新世代情報セキュリティ研究開発事業 「組込システムに対するセキュリティ評価技術の研究開発」

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費 平成21年度新世代情報セキュリティ研究開発事業 「証明可能な安全性をもつキャンセラブル・バイオメトリクス認証技術の構築とそれを利用した個人認証インフラストラクチャ実現に向けた研究開発」

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費 平成21年度新世代情報セキュリティ研究開発事業 「既存 OS に挿入可能な仮想マシンモニタによる異常挙動解析とデバイス制御の研究開発」

経済産業省 低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業 平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）

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

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「分離理論による現実的なプログラムの形式的証明」

文部科学省 科学研究費補助金 若手スタートアップ 「情報漏洩に強く実用的な検索可能公開鍵暗号方式に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C 「暗号ソフトウェアの実装に対するセキュリティ検証」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 「サイドチャネル攻撃への安全性評価手法の確立と PUF デバイスによるセキュリティシステムの構築」

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

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

財団法人日本情報処理開発協会 平成21年度情報大航海プロジェクト（基盤共通技術の開発）事業 「パーソナル情報保護・解析基盤の開発・改良と検証」

慶應義塾大学 平成21年度基準認証研究開発委託費（プローブ情報システムの匿名性・セキュリティ評価基準等に関する標準化） 「匿名認証方式を用いたセキュアなプローブ情報システムの検討」

発 表：誌上発表131件、口頭発表137件、その他15件

セキュリティ基盤技術研究チーム

(Research Team for Security Fundamentals)

研究チーム長：大塚 玲

(東京本部・秋葉原事業所)

概 要：

インターネットを介したサービスが広く普及した現在、その便利さの一方で、不正アクセスによる情報漏えいや、なりすましによるネット詐欺など、これまで

存在しなかった問題が、数多く起きるようになってきた。セキュリティ基盤技術研究チームでは、このような不正を防止し安心して利用できる IT 社会を実現することを目的とし、それを実現するための情報セキュリティ基盤技術に関する研究を行っている。基盤を構成する要素技術の例としては、ネット上を流れる情報の盗聴を防止したり改ざんを検出したりする「暗号技術」や、ネット上の利用者や端末などを特定・認証する「認証技術」などがある。我々は、それらをより使いやすく、また、より高い機能を実現するための研究や、新たな機能の実現、並びに安全性の評価を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4、テーマ題目 5

物理解析研究チーム

(Research Team for Physical Analysis)

研究チーム長：今福 健太郎

(東京本部・秋葉原事業所)

概要：

情報セキュリティ技術は、さまざまな形で周辺科学技術の影響を受けその発展を続けている。特に、情報システムを実装するベースである物理層については、その技術的発展が情報セキュリティ技術に与える影響は大きい。物理層における技術の発展は、単に、既存の情報セキュリティ技術を効率よく達成するだけでなく、新しいタイプの情報セキュリティやそれに対する脅威の源泉となっている場合がある。このような状況を背景とし、物理解析研究チームでは、より安全な情報社会の実現に向け、根源的な貢献を行うことを目的としている。主な研究内容としては、(1)量子情報セキュリティ、(2)現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ、(3)実用的仮定に基づく暗号の研究、などが挙げられる。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8

ソフトウェアセキュリティ研究チーム

(Research Team for Software Security)

研究チーム長：柴山 悦哉

(東京本部・秋葉原事業所)

概要：

情報のデジタル化が進み、情報の蓄積・管理・利用のためにコンピュータシステムが必須となった今日、システムのセキュリティを抜きに情報のセキュリティを考えることはできない。しかし、コンピュータシステムの挙動を制御するソフトウェアは、依然として多くの脆弱性を抱えたまま稼働を続けている。ソフトウェアセキュリティ研究チームでは、このような現状を改善するために、ソフトウェアのセキュアな設計・実

装・運用を行うための各種技術の研究・開発に取り組んでいる。今年度の主な研究内容としては、(1) 低レベル言語で実装された暗号アルゴリズムの暗号論的安全性を形式的に検証するための基礎理論の構築とツールの開発、(2) メモリ安全性と言語仕様への完全準拠を同時に満たす C コンパイラの開発、(3) HTTP プロトコルを用いたパスワード漏洩に強い相互認証方式の提案などがある。

研究テーマ：テーマ題目 9、テーマ題目 10、テーマ題目 11

ハードウェアセキュリティ研究チーム

(Research Team for Hardware Security)

研究チーム長：佐藤 証

(東京本部・秋葉原事業所)

概要：

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

また、指紋や網膜パターンなどの生体情報が一人一人異なることを利用して個人認証を行うバイオメトリクス技術のように、人工物においても一つ一つ異なる物理特性を見分けることによる偽造防止技術 PUF (Physically Unclonable Function) が注目されている。当チームでは、LSI の製造のばらつきによって個体毎に微妙に異なる配線遅延やトランジスタゲートのスイッチング遅延などを利用し、その特性の違いをデータビット列として出力する回路方式と、それを検出する技術の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 12、テーマ題目 13

ICSS 技術チーム

(ICSS Technology Team)

研究チーム長：佐々木 實

(つくば中央第2)

概要：

銀行カード、電子定期券、住基カードなど、金融や交通、公共 ID カードの分野で IC チップの利用により利便性と安全性の向上が実現されている。その安全性は、IC チップそのものの偽造、複製、解析の困難さに大きく依存しており、IC チップの客観的な安全性評価が重要な課題である。日本は優れた IC チップを開発しているものの、安全性の評価技術と制度の運用では欧州が先行している。日々の生活や社会インフラの安全性を確保するには、我が国の評価技術と制度を確立することが強く求められる。このような背景から、経済産業省の支援を戴き平成21年度末までに、つくばに IC チップの安全性評価を行える施設の整備を完了した。IC システムセキュリティ協会の分科会である CC 認証評価部会 (ICSS-JC) に参画し、先行する欧州の業界団体へ技術アピールをすると共に、企業との共同研究を開始した。引き続き日本における IC チップ評価技術力の向上と評価制度の立ち上げに公的研究機関の立場から貢献する。

研究テーマ：テーマ題目 1 4

[テーマ題目 1] 情報漏えいに堅牢な暗号・認証方式

[研究代表者] 古原 和邦

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

[研究内容]

従来、多くのセキュリティシステムは、そこで利用されている鍵や認証用データは漏えいしないとの仮定の基で構築されてきた。本研究では、この仮定を見直し、鍵や認証用データは漏えいするとした上で、それらが漏えいしたとしても大きな被害を引き起こさない、あるいは被害を局所化できる方法の研究を行っている。具体的に、鍵漏えいに堅牢な暗号化方式、電子署名方式、認証鍵共有方式、鍵の効率的な更新方法などの研究に取り組んでおり、これらの成果を応用することで、サーバやクライアントに保存している機密情報をより高度かつ効率的に保護したり、データベースに保存している個人情報情報を情報漏えいや不正アクセスから保護したりすることが期待できる。本年度の主な成果は以下のとおりである。(1) 情報漏えいのみならず認証情報を自由に書き換える攻撃に対しても安全性を確保できる方式を提案し特許出願を行った。(2) より計算量の小さな PAKE/LR-AKE プロトコルを提案し特許出願を行った。PAKE プロトコルについては IETF への提案も行った。(3) 任意の既存認証方式に情報漏洩耐性を付加する一般化研究を行った。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 認証、情報漏えい、暗号化

[テーマ題目 2] 代替暗号・認証技術に関する研究

[研究代表者] 大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

[研究担当者] 大塚 玲、古原 和邦、花岡 悟一郎、ナッタボン・アッタラパドゥン (常勤職員4名)

[研究内容]

従来の暗号技術の多くは、安全性を素因数分解の困難性等の計算量的な仮定に依拠している。しかし、これらの仮定が将来にわたって成り立つかどうかについては不明であるため、長期的な安全性が要求されるアプリケーションに対しては、必ずしも適用することができない。本研究においては、このような問題を回避するために(1) 新技術及び新解析技術の研究、及び(2) 新技術を円滑に適用するための研究を行なっている。本年度は、従来技術に比べより弱い数学的仮定で安全性を証明可能な公開鍵暗号および情報理論的に安全な暗号技術に関する研究を行い、国際会議などにおいて発表を行った。

また、公開鍵暗号の問題点を克服し、さらに高機能な暗号技術の実現を可能にする技術の研究として、今年度は柔軟なアクセスコントロールが可能な公開鍵暗号の理論および実現方式の研究を進めた。その結果、実用レベルのアクセス制御条件を暗号技術だけで実現可能な「述語暗号」と「ベクトル空間に基づく暗号」に関して、効率が良くかつ最強の安全性を満たす方式の開発に成功した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 情報量的安全性、計算量的安全性、公開鍵暗号、属性ベース暗号

[テーマ題目 3] プライバシ保護技術に関する研究

[研究代表者] 大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

[研究担当者] 大塚 玲、渡邊 創、古原 和邦、山口 利恵、辛 星漢、ナッタボン・アッタラパドゥン (常勤職員6名)

[研究内容]

情報技術の発達に伴い、情報システム内に大量に蓄えられたプライバシ情報の漏洩が深刻な社会問題になっており、またネットワーク上の個人の尊厳を守ることはきわめて重要な課題になりつつある。本テーマではプライバシ情報漏洩問題を抜本的に解決するため、プライバシ情報を一切取得しなくても適切に情報処理が行える基盤技術の確立を目指して研究を行っている。今年度は特に暗号および認証システムにおける強いプライバシ概念の理論構築と、実用的なプライバシ保護技術の二つに注目して研究を進めた。暗号および認証システムのプライバシに関しては、内部攻撃者を想定した強い安全性モデルの構築とそのモデルに基づく匿名パスワード認証方式を提案した他、不正利用者を追跡可能な ID ベース放送型暗号を提案した。また、実用的なプライバシ保護技術に

関しては、情報大航海プロジェクト参画企業と連携して、企業が取得したプライバシー情報を流通させる際の基準として k-匿名性概念に注目し、多様かつ大量のプライバシー情報への適用方法および効率的な処理方法に関する検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】匿名認証、k-匿名性、IDベース放送型暗号

【テーマ題目4】バイオメトリクスセキュリティに関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

【研究担当者】大塚 玲、井沼 学

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

簡便で高精度な本人認証は現在及び今後の情報化社会にとって重要な課題である。本研究では、バイオメトリクス技術のセキュリティ評価基準の開発を目指して研究を行っている。本年度は、我々が提案した安全性指標であるウルフ攻撃確率 (WAP: Wolf Attack Probability) をより実践的な評価技術に高めることを目的として、ウルフ攻撃概念に基づいた人工指の合成を試みると共に実験的な安全性評価手法の検討を行った。また、生体情報が漏洩しても安全性を維持できるキャンセラブル・バイオメトリクスについて、安全性モデルの理論構築と実現技術の検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バイオメトリクス、個人認証、キャンセラブル・バイオメトリクス

【テーマ題目5】情報セキュリティ管理に関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

【研究担当者】大塚 玲、田沼 均 (常勤職員2名)

【研究内容】

本研究の目的は、不正者の攻撃インセンティブと利用者の情報セキュリティ対策インセンティブを経済学的アプローチにより解析し、理解を深めることで、効果的な情報セキュリティ対策や制度設計に資する理論を構築することにある。本年度は、情報セキュリティにおける不法行為法的な責任についての経済分析と、ソフトウェアの脆弱性対策として日常的に用いられているパッチの配布と適用に関するパッチマネジメントについて、攻撃側の攻撃手法開発インセンティブの経済分析モデルを構築して解析を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ管理、情報セキュリティ ROI

【テーマ題目6】量子情報セキュリティ技術

【研究代表者】今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

【研究担当者】今福 健太郎、木村 元、縫田 光司、宮寺 隆之

(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

情報理論は、「情報の記述」あるいは「情報の伝達や取得の際の原理的境界」について考察するための体系である。一方量子論は、「物理系の記述」あるいは「物理系の振舞いや測定の際の原理的境界」を考察するための体系である。全ての情報が物理系によって伝播すること、および、全ての情報の取得が測定を通じて行われることの2点を考えれば、情報理論と量子論の結びつきは必然である。しかしながら、量子論で記述されるミクロ系の不思議な振る舞いにより、両理論の融合には、単なる結びつきだけで終わらない面白さも存在する。量子性の高い物理系をリソースとして利用し、従来の情報システムでは達成することができなかった情報論的タスクを実現する応用として、量子暗号や量子計算が知られており、これらは21世紀の科学として大きな発展が期待されている分野である。

今年度は、情報処理を記述する枠組みとして基本的に備えるべき要請に基づいて拡張された確率論の、情報セキュリティにおける理論的アプローチ (安全性証明、推定理論など) への応用について考察を行った。この確率論は一般確率論と呼ばれ、量子論や古典論など従来の理論体系を含みつつ、かつ、人為的あるいは技術的な理由による操作の制限等も議論しやすい形で取り込んだ理論展開ができる新しい確率論として注目されている。今年度の大きな成果としては、暗号の安全性の議論における最も基礎的な概念である状態識別を、一般確率論のフレームの中で扱うことを試み、これまでの純力学的視点による限界(Helstrom 限界)が自然に拡張され、(一般確率論の特色であるところの、人為的あるいは技術的な理由による操作の制限の取入れた、より実効性のある形での) 安全性の定義が可能であることを示したことが挙げられる。また、これとは別に、物理法則を力学的な視点ではなく、より代数的な視点より捉える、量子論理 (orthoalgebra, effect algebra) アプローチも検討し、情報理論的安全性の要件である no-cloning 定理が、このアプローチによっても導出できることを、世界で始めて示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子暗号、情報理論、統計推定

【テーマ題目7】現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ

【研究代表者】今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

〔研究担当者〕 今福 健太郎、張 鋭（常勤職員2名）

〔研究内容〕

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

今年度は、暗号学的対策シナリオとして、サービス（暗号化や認証など）を静的な秘密情報のみに依存してしか行えない場合、および、アップデート可能な秘密情報にも依存して実行できる場合の、二つのケースについて、安全性証明が議論できる程度に詳細なモデルを提唱し、それぞれについて解析を行った。ハードウェア実装に由来する攻撃による部分的な情報漏えいをはじめから想定し解析を行い、それぞれの場合について、それぞれの場合について、達成可能なことと不可能なものの論理的セパレーションが存在すること、さらに、両方のケースで達成可能なものに関する効率の比較を行った。これらの詳細な議論が可能になったのは、上記モデル化によるものである。従来ややアドホックに行われていた安全性の議論が暗号学的な定義を持った議論に移行できる意義は大きい。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 耐タンパー、情報漏えい

〔テーマ題目8〕 実用的仮定に基づく暗号の研究

〔研究代表者〕 今福 健太郎（物理解析研究チーム）

〔研究担当者〕 今福 健太郎、萩原 学、縫田 光司、Kirill Morozov、張 鋭（常勤職員5名）

〔研究内容〕

現在実用化されている多くの暗号は、計算量的仮定に基づいたものであるが、現実的と思える状況を仮定（例えばある程度コントロールすることができない雑音を含む通信路など）することにより、情報理論的に安全な暗号を構成できることが知られている。このような立場から現実的な仮定のもとで情報論的な安全性を満たす（攻撃者の計算資源に依らない）暗号を構成する幾つかの研究が行われている。

今年度は、結託耐性符号の構成について、ノイズ付加や攻撃者数の増加といった種々の現実的要因を考慮した効率的な方式の具体的な方式を複数提案した。さらに、ノイズ付加攻撃への耐性がない、もしくは低い既存の結託耐性符号にノイズ付加攻撃への高い耐性を付与する統一

的な変換方法を世界で初めて構成・提案した。さらに、符号理論の応用研究として、二次元コードの一部を任意の情報に設定する技術をもとに、情報アイデンティティ技術への応用、改ざん防止を目的とした情報セキュリティ技術への応用、親和性の高い情報技術の構築を行った。また、ノイズベースの鍵配送プロトコルについて、対話的ハッシュ関数を用いて、従来提案を効率化することに成功した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 情報理論、雑音通信路、暗号理論

〔テーマ題目9〕 ソフトウェアセキュリティのための形式的検証

〔研究代表者〕 Affeldt Reynald

（ソフトウェアセキュリティ研究チーム）

〔研究担当者〕 Affeldt Reynald、Nowak David、山田 聖、田中 三貴（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

人々が安心して暮らせる社会を築くためには、個人情報や知的財産等を扱う政府、企業等により運用される情報システムの安全性を保障しなければならない。しかし、基幹的なものを含め、ソフトウェアの実装は多くの誤りを含んでいるのが現状である。とりわけ高い安全性が必要とされる暗号ソフトウェアの場合、実装だけでなく、理論的なレベルの安全性証明の信頼性さえも近年では失われつつある。現代の大規模で複雑な情報システムを、人間の力だけで正確に把握することはもはや不可能である。本研究の目的は、形式的検証への支援を提供することで、ソフトウェア実装の誤りを撲滅し、安全性の高い情報システムを実現することにある。

基盤的ソフトウェアは低レベル言語で記述されることが多いことを考慮し、低レベル言語の検証に関する研究を行った。低レベル言語ではポインタを用いてメモリの操作を行うため、ちょっとした記述ミスにより多くの致命的な誤りが生じやすい。低レベル言語で記述したプログラムの形式的検証のために、以前に開発したライブラリの拡張を行い、さらにより大規模なプログラムを対象とするために、形式的検証済みのコンパイラを開発した。このコンパイラを用いると、抽象的なレベルの検証から低レベルの証明を得ることができる。また、事例研究として、スマートカード用のアセンブリ言語で記述した疑似乱数生成器の形式的検証に取り組み、これに成功した。そのほかに、適用可能なアーキテクチャの拡大を念頭におき、コンピュータ上での整数表現を扱う一般的なライブラリ等も開発した。

暗号ソフトウェアに対して、実装の正しさだけでなく、暗号論的安全性証明も統一的に扱うための研究を行った。具体的には、上で述べた低レベル言語用のライブラリと昨年度開発した安全性証明のライブラリを形式的に組み

合わせる方法論を考案し、これを疑似乱数生成器に適用した。この結果は国際学会で発表した。また、以上のアプローチを、整数論に基づく暗号だけでなく、符号理論に基づく暗号にも拡張するための形式化に関する研究も開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報システムの安全性、形式手法、システムソフトウェア、暗号ソフトウェア、疑似乱数生成器、コンパイラ

【テーマ題目10】安全性を保証するC言語処理系の実用的実装の開発

【研究代表者】大岩 寛（ソフトウェアセキュリティ研究チーム）

【研究担当者】大岩 寛（常勤職員1名）

【研究内容】

プログラミング言語の一つであるC言語は、現在においても最も主要なシステム記述言語として用いられており、インターネット上で現在利用されているサーバソフトウェア（メールサーバ、DNSサーバ等）の殆どがC言語で記述されている。しかし、C言語の設計はプログラムの誤り、特にメモリ上のデータの操作の誤りに対して非常に脆弱で、小さなプログラムの誤りがしばしばサーバ乗っ取り等の重大なセキュリティ脅威に繋がる。

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

今年度は、特に近年急速に普及し今後事実上の標準になると思われる64ビット環境（x86-64）への対応を行い、また併せて他の広範な環境へ移植するためのシステムの改良を行った。また、性能面でもいくつかの改善を行い、プログラムによっては10%程度の性能向上を得ることができた。今後は、実用化や新たな応用の獲得を目指し、利便性の向上のための新たな既存プラットフォームへの統合手法などの研究を行ってゆく。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ソフトウェア安全性、C言語、言語処理系（コンパイラ）

【テーマ題目11】HTTPアクセス認証法を拡張した相互認証方式の提案

【研究代表者】渡邊 創（副研究センター長）

【研究担当者】渡邊 創、大岩 寛、高木 浩光
（常勤職員3名）

【研究内容】

近年、インターネット上であるサービスの利用者を偽のサーバに誘導し、そのサービスのIDやパスワード、さらにはクレジットカード情報や個人情報などを詐取る「フィッシング詐欺」が大きな問題になっている。これまでに、さまざまな解決法が提案されてきているが、それぞれ、新たにソフトウェアをインストールする必要がある場合、特定の利用者への絞って攻撃された場合に対処が難しい場合、偽サーバが利用者と本物のサーバの間に入って通信を巧妙に中継した場合に無力である場合、などの欠点が存在し、抜本的な解決法となるものは存在していなかった。本研究では、各種セキュリティ技術を用いた新たな通信プロトコルの開発だけでなく、Webブラウザのユーザインターフェイスの改良までを行うことで、このような犯罪を未然に防ぐことができる方式を開発することを目標とする。これまでに、誤って偽サーバと通信してもパスワードが詐取されない、HTTPアクセス認証法を拡張した新たな相互認証方式を、そのユーザインターフェイスの設計とともに開発し、現在インターネット標準の規格化団体IETF（Internet Engineering Task Force）に標準規格案を提案している。

本年度は、昨年度末の同団体会合（IETF74、サンフランシスコ）での提案技術の発表を踏まえ、さらに標準案の改定と実装の拡充を行った。具体的には、規格案の改良を行い、特に既存のWebアプリケーションとの親和性の向上を目指した新しい認証制御機構を追加し、標準規格案第5版および第6版をIETFに提出した。また、本年度中2回の同団体会合（広島、アナハイム）へ参加し、同団体のアプリケーション技術領域の標準化関係者および同領域の複数のソフトウェアベンダ関係者に提案の説明と標準化への参画の要請を行った。また、技術標準案の理解を助けるための新たな参照実装を作成した。

今後は、引き続き標準化活動を進めるとともに、さらなる技術の普及を目指して活動領域の拡大や一般のWebブラウザへの搭載の働きかけを行うなど、積極的に研究を展開してゆく。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、HTTPアクセス認証法、Webアプリケーション、フィッシング詐欺

【テーマ題目12】サイドチャネル攻撃に対する安全性評価手法に関する研究

【研究代表者】佐藤 証

（ハードウェアセキュリティ研究チーム）

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

〔研究内容〕

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

本年度は、ISO/IEC 標準規格化も予定されている米国連邦標準 FIPS140-3の策定において、サイドチャンネル攻撃評価の章の執筆を担当し、ドラフトの公開を行った。IC カード評価ツールのベンダーと連携し、標準評価ボード SASEBO をツールに組み込むとともに、評価に必要なツールやインタフェース回路、そしてドキュメントの整備を行った。サイドチャンネル攻撃に対する評価技術の蓄積を目的とした国際的な活動である DPA コンテストでも SASEBO が標準ボードとして採用された。さらにサイドチャンネル攻撃に加えて、LSI のパッケージを開封して、内部を直接解析・攻撃する侵襲攻撃もターゲットとした暗号 LSI を先端の65nm プロセスを用いて設計した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 サイドチャンネル攻撃、侵襲攻撃、標準評価プラットフォーム、国際標準規格

〔テーマ題目13〕 偽造防止技術 PUF の研究

〔研究代表者〕 佐藤 証

（ハードウェアセキュリティ研究チーム）

〔研究担当者〕 佐藤 証、片下 敏宏、堀 洋平（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

IC カードの攻撃に、無尽蔵のコストをかけることができれば、内部の秘密情報を盗み出すことは不可能ではない。しかし、情報を取り出すことができたとして、それを物理的にコピーすることができなければ、安全性は担保される。このような目的で、LSI の製造過程において偶然に生じ人為的に制御不可能なデバイスの物理的なばらつきを、固有の ID や認証データとして利用する PUF (Physically Unclonable Function) の研究を行っている。

本年は、同じように設計した複数のセレクトタに対して偶然に生じる遅延時間の差を利用するアービター-PUF の回路を複数の FPGA ボードに実装し、ID とし利用するための安定性などについて実験を行った。また、PUF は再現性と複製不可能性を高めるために回路方式が複雑化する一方であるが、サイドチャンネル攻撃の電力解析技術等を応用して回路を単純化する手法の提案を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 PUF、物理 ID、複製防止、偽造防止

〔テーマ題目14〕 チップセキュリティ技術開発

〔研究代表者〕 山梨 晃

（ICSS 技術チーム）

〔研究担当者〕 山梨 晃、高橋 慎二、塚本 研一、並木 孝一、大木戸 秀基、成吉 誠一郎、藤原 充、諸藤 力（常勤職員8名）

〔研究内容〕

IC チップの脆弱性を評価する最先端のシステムを開発することを目的として、平成21年度は(1)電流リーク解析装置、(2)電源ノイズ注入による誤動作解析装置、(3)レーザー光注入による誤動作解析装置を設置した。導入に当たっては、当該分野で先行した技術を有する株式会社ルネサステクノロジ（現在、ルネサスエレクトロニクス株式会社）と共同研究契約を締結し、同社の有する解析ツールを用いて、導入した装置により既知の攻撃に対する評価が可能であることを確認した。これと並行して新たな攻撃手法の糸口を見出すための基礎的な IC チップの評価実験を進めている。また、国内の評価部会 ICSS-JC に参加し、当該分野で先行する欧州の評価技術の調査や、最近発見された脆弱性のチップ評価への影響を検討し部会に報告した。今後もチップ評価技術と評価制度の立ち上げに向けて、技術開発と支援を継続してゆく。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 チップセキュリティ、脆弱性評価、認証

⑩【固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター】

(Polymer Electrolyte Fuel Cell

Cutting-Edge Research Center 【FC-Cubic】)

(存続期間：2005. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：長谷川 弘

副研究センター長：関口 伸太郎

副研究センター長：山本 義明

所在地：臨海副都心センター、つくば西

人員：10名(9名)

経 費：766,674千円（126,299千円）

概 要：

（社会的背景）

燃料電池は、『三つの E』すなわち、地球環境の保全（Environmental Protection）、エネルギーの安定供給（Energy Security）、持続的な経済成長（Economic Growth）を同時に達成する上で最も期待がかかる重要技術であり、世界各国が熱心に開発を進めている。とりわけ固体高分子形燃料電池（以下、燃料電池と記す）は、小型で起動時間が短いという特徴を持ち、家庭用コージェネ発電システム（定置用燃料電池・エネファーム）や、自動車など移動体での使用に適していることから開発の中心をなしている。

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

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

（研究センターのミッション）

燃料電池実用化推進協議会（FCCJ）をはじめとする産業界からの強い要請と、資源エネルギー庁・燃料電池推進室の力強い後押しを受け、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センターは2005年に設立された。定置用燃料電池や燃料電池自動車の本格的普及のために解決しなければならない課題に向けて、サイエンスに基づく革新的技術の研究開発と、次世代の燃料電池を担う人材育成が、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センターの設立時からのミッションである。

（研究センターの活動方針）

－中期課題－

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

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

－計画を達成するための方策－

独創的な研究の成否は全て人的資質が握っていると言っても過言では無く、本研究センターは、産総研あるいは国内に限らず広く世界に門戸を拡げ、燃料電池

に熱意を持った科学者の結集に努めてきた。また、限られたリソースを有効に活用するためには、国内外の研究機関並びに企業との連携を積極的に進めている。

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

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

外部資金：

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

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

発 表：誌上発表14件、口頭発表44件、その他1件

触媒研究チーム

（Catalyst Team）

研究チーム長：八木 一三

（臨海副都心センター）

概 要：

- 電極触媒界面における電気化学反応の速度論的解析手法の開発

空気極カソードにおける電極触媒反応場で生じる電気化学ならびにその他の反応に関する速度論的解析手法を開発する。

具体的には、ラマン分光や赤外分光などの振動分光法をプローブとし、さらに反応物質の供給をトリガーとする時間分解測定を可能にする手法を開発している。一方で、電極触媒反応場のスケールを最小限まで絞り、反応過程をノイズスペクトルのかつ頭微分光的に計測する手法についても併せて研究を進めている。

- 諸電気化学反応の触媒構造依存性等の解明

触媒近傍で起こる反応の速度論に及ぼす反応場の影響を明らかにする。触媒の構造および電子状態の効果

に加えて、反応種の拡散に由来する濃度分極の影響や、触媒周辺に存在する水の構造・電子状態の影響についても精緻に解析する。

● 現状技術打破に向けての触媒設計指針提案

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

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 4

界面物質移動研究チーム

(Material Transfer at Interface Team)

研究チーム長：山本 義明

(臨海副都心センター)

概 要：

- ミクロな多相界面、あるいはマクロな多層界面を経由する物質移動現象の精緻な速度論的計測手法の開発

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

- 物質移動現象の触媒層及びガス拡散層の構造依存性などの解明

正確な測定技術を駆使し、触媒層並びにガス拡散層の構造や構成材料の物性がどのような影響を及ぼすのかを明らかにする。このような解析を通じて現状技術における理想状態でのパフォーマンス限界を明らかにする。

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

研究テーマ：テーマ題目 2

電解質研究チーム

(Electrolyte Membrane Team)

研究チーム長：大平 昭博

(臨海副都心センター)

概 要：

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

電解質材料 (電解質膜、触媒層電解質) 中におけるプロトン、水、各種ガス (水素、酸素、窒素等)、更

には反応生成物等の移動速度を正確に計測する手法を開発する。これらの化学種の移動は相互拡散や競合拡散であり、実状態に即した精緻な測定は困難とされてきた事項に挑戦する。

- 移動速度の電解質構造依存性等の解明

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

- 現状技術打破に向けての電解質材料設計指針提案

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

研究テーマ：テーマ題目 3

[テーマ題目 1] チップセキュリティ技術開発燃料電池の基幹要素材料である電極触媒の革新的性能向上とコストポテンシャル向上

[研究代表者] 八木 一三 (触媒研究チーム)

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

[研究内容]

概 要：

燃料電池電極触媒の性能評価は、従来、定常的な電気化学計測に基づき行われている。例えば、カソード電極触媒の評価で得られるのは、酸素還元反応の最終生成物と反応過電圧、反応電流 (反応の総体的速度定数) である。つまり電極触媒表面における各素過程の反応速度や中間体の吸脱着が反応に及ぼす影響はブラックボックスとなっている。本研究では、第一に、そのブラックボックスの中身を明らかにする電極触媒の動的評価手段を確立し、構造・電子状態などを予め制御した電極触媒試料について、この動的評価を行い、データを蓄積することを目指す。これは、現在様々な材料を網羅的に評価するコンビナトリアル化学とは対照的なアプローチであるが、同時に性能向上機構の解明に資するという点では相補的である。第二に、触媒ならびに担体のナノ構造やメソ構造、あるいは電子構造を制御したモデル電極触媒を開発するアプローチを開始した。調製したモデル触媒の理想反応条件下での性能を極限まで高めた後に、実用レベル触媒へのコストダウン・効率化を図るスキームである。上記の「その場計測法」と「モデル触媒開発」がお互いにフィードバックを行うことで、現状技術打破につながる触媒設計指針を将来的に確立できると想定している。

当該研究チームでは、以上の研究を実施するため、

以下の研究テーマに取り組んだ。

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

年度進捗：

平成21年度は、前年度に引き続き、時間分解振動分光測定を実現するための表面増強特性の最適化と時間分解反応トリガリングの手法開発を実施した。表面増強赤外反射吸収分光（SEIRAS）については、開発した高耐久性 Au/Ti ナノ構造化薄膜を電極として、酸性溶液中における Au 表面での酸素還元反応中間体が超酸化物種であることを明らかにした他、同じ電極上に市販の Pt/CB 触媒を固定することで、Pt 表面で起こる電極反応を観測できることも見出した。また、時間分解測定のためのマイクロ流路との組合せについては、電位印加による反応種生成・輸送による反応トリガリング実験とシミュレーションによる反応種濃度の時空間分布の予測を実現することができた。ただし、現状では Pt 電極を反応種生成極として用いると、次第に溶解が進行してしまうことがわかり、新たな課題となった。Pt 単粒子担持カーボン探針電極の調製については、電析条件により立方体型白金粒子の密度とサイズをある程度制御できるようになった。電極触媒周辺に存在する水の動的挙動については、可視・赤外和周波発生分光システムによりマクロ系でスペクトルを取得したほか、SPring-8にて軟 X 線吸収/発光スペクトルの計測による電子状態観測も併用し、進めている。メソ構造を導入したメソポーラスカーボン担体については、メソ細孔に特有な電気化学的選択性が存在することを見出した。これは、疎水性メソ細孔壁と内部に導入したナフィオンの主鎖の疎水性によって、メソ細孔内部の水の活量が低く保持されているからと推察される。一方、粒子間細孔径をメソスケールで制御可能なカーボンエアロゲル自立膜におけるメソ細孔内へのナフィオン浸透挙動を観測することにも成功した。触媒-担体間の相互作用を利用する SMSI (Strong metal-support interaction) 電極触媒の開発においては、メソポーラス構造を導入した Nb ドープ TiO_x 担体の調製とさらに光照射による高分散な白金ナノ粒子の担持にも成功した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 電極触媒、*in situ* 振動分光、速度論、

モデル電極、メソポーラス担体

[テーマ題目2] チップセキュリティ技術開発セル構成要素と物質移動との相互作用

[研究代表者] 山本 義明 (界面物質移動研究チーム)

[研究担当者] 山本 義明、宮本 淳一、横山 浩司、安達 誠、新井 麻里、工藤 慶一、大山 淳平、渡部 那美 (常勤職員2名、他6名)

[研究内容]

概要：

多相界面を経てのプロトン及び水関連物質の移動現象を解明する。特にガス拡散層 (GDL) の表面性状や集合組織が水関連物質の移動現象及び電池性能に与える影響を調べることが本研究の目的である。固体高分子形燃料電池における電圧低下の原因の一つとして燃料電池内、特に膜電極接合体とガス拡散層 (MEGA) 内の水分管理が挙げられる。具体的には空気極触媒層で化学反応の結果生じる生成水により反応ガスの物質移動が阻害されると発電性能は極端に低下する。この生成水-反応ガスの物質移動、いわゆる競合拡散が滞る現象は近年 GDL にマイクロポーラス層 (MPL) を付与することで飛躍的に改善され、発電性能が安定するという技術の進展が見られた。しかし、MPL による燃料電池内の物質移動特性が改善される科学的根拠は未だ解明されていない。これら空気極における物質移動現象を解析するためには MEGA を構成する各基幹材料の表面性状・表面構造の解析、バルク集合組織が有する性状や構造の詳細な解析だけでなく、燃料電池作動環境下での動的現象を評価していく必要がある。

上記を鑑み、以下の研究テーマに取り組んだ。

- ①発電環境 (温度、湿度、締結圧) における水蒸気・水の透過挙動の把握
- ②熱伝導特性・電気伝導特性の測定
- ③触媒層の観察
- ④上記計測値を用いた熱・物質移動シミュレーション

年度進捗：

平成21年度は、昨年度に引き続き、発電環境相当条件下におけるガス拡散層を中心とした物質移動に関する挙動把握と物性測定を行った。液体水の挙動の把握に関して、ガス拡散層内部の液体水移動を想定して、より小さい液滴径の水を測定対象とする装置を開発し、直径10 μ m の微小液滴における接触角の測定を行った。結果として、液滴径によって接触角は変化し、微小径では小さくなることが判明した。また、熱伝導に関しては、100 $^{\circ}$ C以上における測定を行い、温度依存性に関しては100 $^{\circ}$ C以下と同様な傾向を示すことを把握した。電気伝導については、温度及び湿度の影響は少ないが、締結圧の影響は大きく、

さらに厚み方向に比較して面内方向がほぼ1桁高い結果が得られた。これらは熱伝導と同様の傾向といえる。走査プローブ顕微鏡 (SPM) を用いて、電解質膜および触媒層の断面観察を実施した。ケルビンフォースモードによる観察では、高分子膜と他の部分との表面電位の違いにより、アイオノマーの分布を把握することができた。

以上の測定結果を反映した熱・物質シミュレーションを行った。セルの大きさは従来と同一であるが、実際の商用スタックの設計条件を考慮して流路構成を改良した。1.5A/cm²までの運転を確保しシミュレーションを行った結果、セパレータリブ下の触媒層において、反応酸素濃度が低下し、逆に水蒸気濃度が高くなる領域が存在することが分かった。電流密度を上げた場合に、この領域において物質移動の律速が生じるものと思われる。今後、触媒層内をフォーカスしたモデリングにより、更に物質移動の限界について明確化を行う。また、温度分布の解析により、触媒層内部で水が蒸発し、リブ近傍のガス拡散層で凝縮する、いわゆる潜熱移動が確かめられた。厚み方向の温度差により物質移動が助長されていると言える。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 膜電極ガス拡散層接合体、ガス拡散層、触媒層、物質移動、熱伝道

[テーマ題目3] チップセキュリティ技術開発燃料電池の基幹要素材料である電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上

[研究代表者] 大平 昭博 (電解質研究チーム)

[研究担当者] 大平 昭博、貴傳名 甲、滝本 直彦、大窪 貴洋、Hamdy F.M. Mohamed、Barique M. A.、大平 佳代、黒田 カルロス 清一、Seesukphronrarak Surasak、Tavernier Bruno (常勤職員3名、他7名)

[研究内容]

概要:

固体高分子形燃料電池の基幹材料である電解質 (電解質膜、触媒層電解質) においては、廉価で高いパフォーマンスを示す材料の開発が求められている。耐久性に加え、幅広い温度域 (-40℃~120℃) かつ低湿度で高プロトン伝導性を実現し、さらに電解質膜ではガス遮断性、触媒層電解質ではガス透過性という相反する性質も要求される。これらの難題をクリアするためには、プロトン、水、各種ガス (水素、酸素等)、更には触媒層で生成する反応物等の移動現象を実作動環境に即した環境で正確にとらえ、電解質の構造 (化学構造・高次構造・界面構

造) との関係性を明らかにすることが鍵となる。よって電解質研究チームでは、電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上をテーマに掲げ、実作動環境に即した精緻な解析による結果とシミュレーション、モデルサンプルによる検証試験により、現状技術の限界を把握し、限界打破に向けた材料設計指針の提案を目標とする。

具体的には以下の研究テーマに取り組んだ。

年度進捗:

①原子間力顕微鏡による電解質膜のプロトン伝導領域の直接観察

これまでに、原子間力顕微鏡 (AFM) と電気化学的な手法の組み合わせにより電解質膜表面のプロトン伝導チャンネルを直接観察する技術 (electrochemical atomic force microscopy: e-AFM) を開発し、電解質膜表面のアクティブなプロトン伝導チャンネルの観察を行ってきた。平成21年度に於いては、さらに条件の見直しにより露点75℃までの加湿ガスを供給できるようにし、これまで常温に限定されていた観察が、世界に先駆けて90℃、55%RHの環境まで観察できるようになった。このような高温雰囲気にする事で、フッ素系と炭化水素系電解質膜の含水に伴う構造変化の相違が新たに判明するとともに、Nafion®の場合ではより広範囲かつ急激に表面の構造変化が起きるが、炭化水素系材料である SPES では高温条件下でも構造変化が見られない等の知見が得られた。

さらに、プロトン電流の分布解析からプロトン伝導性に寄与する電解質膜内部の親水領域の連続性と均一性を評価することが可能であることを見出した。通常、電解質膜の膜厚方向プロトン伝導性を正確に評価することは困難であるが、本技術を適用することで、極めて小面積のサンプルでも、プロトン伝導性すなわちプロトン伝導チャンネル形成の優劣を容易に評価する技術を世界に先駆けて確立した。

電解質膜に要求されている、高温・低加湿での高プロトン伝導性の確保という課題に対して、本手法を適応することで、プロトン伝導性向上のための大きなフィードバックツールとなっており、数社の素材企業との連携に至った。

②電解質膜の水挙動と高次構造解析

これまでは磁場勾配パルス (PFG) を用いた核磁気共鳴 (NMR) による電解質膜中の水の拡散係数評価法を確立し、膜物性として重要な種々の温湿度制御下における水・プロトンの拡散挙動の異方性について明らかにしてきた。昨年度より、拡散係数から時間依存性を検討し、Nafion®において超小角散乱で確認されているサブ・mスケールの長周期の構造を確認した。現在開発されているブロックコポリマーは周期構造がサブ・mスケールと大きく、本手法は開発

膜のスケールの大きい高次構造解析法として有用である。また、電解質膜中の水分分布を評価するために、緩和時間分布測定を改良・適用し、Nafion®と SPES において含水に伴う水の分布挙動変化の相違を確認した。また、緩和時間測定を補完する狙いで分子動力学計算を行った結果、SPES ではスルホン酸基周辺以外の場所にも水分子が存在していることを示唆する結果が得られた。本手法がプロトン伝導に関与する水と寄与度の低い水（孤立あるいは連続性の低い空隙に存在）を識別できることを示しており、今後、種々の電解質膜に NMR による拡散係数測定、緩和測定を適用し、また分子動力学計算により補完することで、水分子の運動性とプロトン伝導性の関係解明が期待される。

③ガス透過挙動と構造との相関性解明

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

[分野名] 環境エネルギー

[キーワード] 高分子電解質材料、原子間力顕微鏡、NMR、陽電子消滅法

[テーマ題目 4] チップセキュリティ技術開発界面反応計測に最適なプラズモニック結晶型基板の開発と赤外領域への拡張

[研究代表者] 八木 一三（触媒研究チーム）

[研究担当者] 八木 一三（常勤職員1名）

[研究内容]

概要：

本研究では、電極表面で起こる多電子移動反応機構を明らかにするため、表面に生じる反応中間体の濃度を追跡することが可能な分光計測ツールを開発することを目的としている。そのため、高感度・高

速で、かつ表面構造が規定された反応場で利用できる必要がある。今年度は、分子検出に用いる分光信号を増強するために、試料電極表面を電気化学処理することでナノ構造が誘起され高感度化が可能であることを実証した。

年度進捗：

電極触媒表面における *in situ* 振動分光計測を実現するために、表面増強ラマン散乱 (SERS) 分光以外にも、表面増強赤外反射吸収分光 (SEIRAS) を用いた手法の開発にも注力した。今年度は、Si 半円筒ブリズムの底面にスパッタリングで調製した非常に平坦な Au/Ti 膜では、調製直後に SEIRAS による表面吸着種の振動バンドをほとんど検出できないが、電気化学的な処理を適切に行うことで、サブモノレイヤー量の吸着アニオンや吸着水の振動吸収バンドを明確に検出できるようになった。従来の無電解メッキによる成膜法と比較して、表面構造が (111) 面に近い単結晶類似面を構築することができ、より構造の規制された表面での反応計測が可能になった。

また、同じく従来利用されてきた Au 直接蒸着と比較すると、Ti 層の存在により電極表面の安定性が格段に向上し、長時間・多数回電位サイクルでの計測が必要な時間分解分光計測にも応用できる。一方、SERS 計測に関しては、現状ではバルク Pt からの信号を計測できてはいない。逆ピラミッドピット構造では、光に誘起される表面プラズモン定在波のモードが限られているので、バルク Pt および Pd からの SERS が既に報告されている球状セグメントボイド (SSV) 型のプラズモニック結晶構造よりも増強度が低いことが想定される。そこで、SSV 型プラズモニック結晶の調製に取り組み始め、既に数枚の基板調製を済ませている。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

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

⑪【コンパクト化学プロセス研究センター】

(Research Center for Compact Chemical Process)

(存続期間：2005. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：水上 富士夫

副研究センター長：花岡 隆昌

副研究センター長：鈴木 敏重

所在地：東北センター、つくば中央第 5

人員：34名 (32名)

経費：680,276千円 (438,007千円)

概要：

本研究センターでは、エネルギー使用を最小にし、しかも不要物の生産と有害物の発生・放出を最少にするグリーン・サステナブル化学（GSC）技術の研究開発を、超臨界流体利用プロセスと無機系膜、ナノ空孔材料利用プロセスならびにこれら技術の融合により実現していく。研究の重点として、1) 分散型プロセス技術ならびに、プロセス技術を円滑に進めるための2) 工程管理技術を開発目標としてきた。

より具体的には、超臨界水や高温高压環境下におけるコンパクトなプロセスの実現のため、高温高压対応のデバイスを開発する。これらを用いたプラントの構築により、環境負荷の少ない水、二酸化炭素を反応媒体とした新規な脱有機溶媒プロセスと、その実現に向けたエンジニアリング技術を確立していく。また、無機膜やナノサイズの空孔が提供する特異構造の場を利用した反応・分離プロセスについて、素材、材料の開発から反応・分離までを一貫して研究する。

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

上記目標を達成するため、本研究センターでは次の重点研究を実施した。

1) 分散型プロセス技術の開発

a) 超臨界流体利用技術：超臨界水中での連続合成プロセスを遂行する上で重要なデバイスをマイクロ化し、秒速混合、ミリ秒加熱性能を実現した。これにより目標超臨界条件への迅速投入を可能とし、コンパクトな高温高压反応システムを完成させた。また、希釈溶剤を少量の二酸化炭素で代替しうる革新的塗装技術の工業化への道を拓いた。超臨界水利用マイクロプロセスにより、水媒体での新規合成プロセスを見出した。リグニンなどのバイオマスの超臨界水ガス化により、水素、メタンなどへの変換に成功した。また、粒子径のそろった無機酸化物（ Al_2O_3 , YSZ）、貴金属、複合酸化物ナノ粒子の連続合成に成功し、機能性ナノ粒子の連続合成プロセスの実用化に道を拓いた。

b) 無機膜利用反応・分離プロセス：新規8員環、新規層状ケイ酸塩からの All-Silica ゼオライトの合成に成功した。耐酸性で親水性のゼオライト膜を開発し、カルボン酸のエステル化反応に適用し、最高98%の転化率を達成した。無機多孔体のナノ空孔内に酵素を固定化し、酵素の高密度集積化、耐環境性の向上に成功し、熱的、機械的な耐久性を有するセンサ素子を民間と共同開発した。混合導電性セラミックスのナノサイ

ズ化による薄膜形成に成功し、酸素の高効率分離を達成した。シングルモードマイクロ波照射技術を利用し、攪拌なしに対象物を均一に加熱する技術を達成した。気相反応に利用できる汎用的な流通型マイクロ波化学反応評価装置を民間と共同開発した。

2) 分散型プロセスの工程管理技術

粘土を主成分とした耐熱シール材クレーストの開発と、化学プラント配管で用いる耐熱ガスケット（アスベスト代替）への展開をはかり、実用化を達成した。これらは、企業において生産され、実際の化学プラントにおいて利用されている。電子デバイスの保護膜として、クレースト原料により耐熱防水フィルムを開発した。また、超臨界流体場やナノサイズ空間場が提供する特異な反応場における諸物性の計測技術を開発し、特異場における基礎物性の蓄積とデータベースを構築し、プロセス工程の制御や管理に利用できる体制を整備した。有害金属イオン及びハロゲンイオンの簡易計測手法を開発し、民間との共同で実用化を進めた。

外部資金：

文部科学省 原子力試験研究費「超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究」

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

文部科学省 科学研究費補助金「アルキルフェノール類の立体選択的水素化法の開発」

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

文部科学省 科学研究費補助金「分離プロセスにおけるゼオライト膜劣化機構のマルチスケール解明」

文部科学省 科学研究費補助金「膜型反応器とマイクロ波照射の融合による化学反応の高効率化」

文部科学省 科学研究費補助金「リサイクルプロセス構築のための高温水中でのモノマー類の熱安定性評価と基礎物性測定」

文部科学省 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「高効率フレキシブル色素増感太陽電池の作製と評価」

文部科学省 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「選択溶解と陽極酸化による自己組織化チタニアナノチューブの形状制御」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「ゼオライトを用いたタンパク質リフォールディング法の確立」

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

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発/触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「形状制御されたアルミナナノ粒子ゾルの実生産のための基盤技術の確立と用途開発」

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

独立行政法人科学技術振興機構 平成21年度先端計測技術・機器開発事業「高次ナノ構造・酵素を利用した迅速・高感度な農薬センサの開発」

国立大学法人東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 平成21年度原子力基礎基盤研究委託事業「R-BTP 吸着剤の性能評価研究」

国立大学法人東北大学原子分子材料科学高等研究機構 エネルギー使用合理化戦略的開発「低転位・極低曲率窒化物単結晶基板の創成による飛躍的省エネルギー化支援研究—対流におけるシミュレーション解析業務」

発 表：誌上発表109件、口頭発表200件、その他31件

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

(Compact System Engineering Team)

研究チーム長：鈴木 明

(東北センター)

概 要：

コンパクトシステムエンジニアリングチームは、超臨界流体を利用した低環境負荷、シンプル、コンパクト

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

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

研究テーマ：高温高圧エンジニアリング技術の開発、水、CO₂を媒体とした脱有機溶媒製造プロセスの開発

触媒反応チーム

(Catalysis Team)

研究チーム長：白井 誠之

(東北センター、つくば中央第5)

概 要：

触媒反応チームでは、超高真空から高温高圧場まで固体触媒表面上での反応挙動を、その場観察する基礎的研究から、新規な触媒や反応器の開発、そして化学プロセス開発といった製品化研究までを行っている。

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

置化研究も行っている。

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

ナノ空間設計チーム

(Nano-porous Material Design Team)

研究チーム長：花岡 隆昌

(東北センター)

概 要：

「低環境負荷型化学品製造のためのミニ・マイクロプラントの提示」に必要な、高度の分子認識機能、触媒機能、分離機能等を持つ新規材料の合成・開発と解析、膜や機能性分子担体などの部材化、モジュール化の技術開発を行っている。特にナノメートルサイズの空間や規則構造を持つ材料の創製、元素の特性を生かした機能化、複合化により目標達成を目指している。

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

研究テーマ：多孔質無機材料の開発、マイクロ・ナノ構造や材料物性の解明技術の開発、高度複合化機能性材料の開発、機能化多孔質材料の部材化と応用分野開拓

材料プロセッシングチーム

(Material Processing Team)

研究チーム長：蛭名 武雄

(東北センター)

概 要：

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

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

低環境負荷プロセス技術の開発を志向し、原子力発

電所の環境負荷低減技術、水素エネルギー関連技術、太陽電池材料製造技術等を研究している。また、原料の選択においても天然鉱物資源、バイオマスなどの低環境負荷資源の利用を重視している。

材料機能の応用例として、1)パラジウム系薄膜を用いたクリーンエネルギーである水素の高純度分離、2)粘土素材を利用した水素シール材、3)原子力発電所からの廃棄物の減容を可能にする高選択性イオン分離材の合成、4)太陽電池の長寿命化に寄与する水蒸気バリア膜の開発などを試みている。

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

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

特異場制御計測チーム

(Specific-Field Analysis Team)

研究チーム長：南條 弘

(東北センター)

概 要：

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

1) 環境汚染の原因となる VOC（揮発性有機化合物）の排出量を、従来技術に対して大幅に削減する二酸化炭素塗装技術や有機微粒子製造技術の開発と、それに必須の膨張液体の物性データの提供とそれを用いた理論的・数値的解析を行う。

2) 分子性流体やイオン液体などの流動物性および液体構造の解析技術を高度化する。また、それらの物性と構造特性を活かして、ガス吸収、分離など低圧から高圧に及ぶ二酸化炭素等を利用した新たな化学プロセスのデザインを行う。

3) コンパクト化学プロセスに清浄環境を提供するため、大電場を短時間制御してナノスケールの薄膜を原子レベルで構造緩和制御させて、高環境バリア性（高耐食性）を有する薄膜や多孔質機能膜を開発する。

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

ヘテロ界面チーム

(Hetero Interface Team)

研究チーム長：角田 達朗

(つくば中央第5)

概要：

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

1) 生体高分子と無機材料との複合化による新規機能創出とその利用

タンパク質や DNA などの生体高分子と多孔質構造を有する無機材料との組み合わせにより、酵素の高度利用、タンパク質の精製・分離・結晶化など、新規機能の創出とその利用を展開している。併せて、新規多孔質材料、無機生体高分子ハイブリッド材料の開発も行っている。

2) 無機多孔質材料の特異空間利用

無機多孔質材料が有するマイクロ、メソ、マクロな細孔空間の特異性を積極的に利用し、電磁気的な機能など、新規機能の創出とその利用を開発している。生体高分子との組み合わせには一例として、酵素と無機多孔質体との異種材料の融合による新規機能の高度利用と実用化を目指し、酵素リアクターの開発を行っている。

3) 超臨界水プロセスによる無機材料合成

高温高压プロセスを利用して、複合金属酸化物ナノ粒子合成と部材化を検討している。合成材料として、電子デバイス材料や触媒を主たる対象とし、新規無機多孔質材料の合成も検討し、上記2課題との融合も図っている。

研究テーマ：無機多孔質材料の生体高分子材料への高度利用技術の開発、酵素利用反応プロセスの開発、ナノ構造における特異機能の開発、ナノ粒子合成と部材化の開発

[テーマ題目1] 分散型プロセス技術の開発

[研究代表者] 水上 富士夫 (コンパクト化学プロセス研究センター長)

[研究担当者] 水上 富士夫、花岡 隆昌、鈴木 敏重、鈴木 明、米谷 道夫、濱川 聡、川波 肇、増田 善雄、川崎 慎一郎、石坂 孝之、白井 誠之、阪東 恭子、佐藤 剛一、西岡 将輝、井上 朋也、佐藤 修、日吉 範人、山口 有朋、清住 嘉道、長瀬 多加子、石井 亮、池田 拓史、伊藤 徹二、長谷川 泰久、松浦 俊一、角田 達朗、川合 章子、小平 哲也、伯田 幸也、畑田 清隆、川崎 千春、佐藤 正大、Chatterjee Maya、根元 秀実、伊藤 香蘭、Shervani Zameer、大川原 竜人、石垣

厚、工藤 貴浩、Javaid Rahat、Jin Ding-feng、野口 多紀郎、佐藤 恭子、葛西 真琴、吉田 沙恵、台野 洋平、村上 由香、守屋 智美、夏井 真由美、東 英生、坂井 孝徳、水口 純子、阿部 千枝、志村 瑞己、鈴木 智子、外門 恵美子、富樫 秀彰、奈良 貴幸、小野 世吾、塩見 徹、鈴木 洋平、関川 千里、樫村 睦美、眞子 洋子、坂口 謙吾、岩端 一樹、小林 聡 (常勤職員29名、他37名)

[研究内容]

①高温高压エンジニアリング技術の開発

超臨界水中での連続合成システムを完成させるため、プロセス上重要な高速温度操作デバイスをマイクロ化し、直接混合加熱方式や直接通電加熱方式などにより数万 K/s 以上の急速加熱性能を実現した。これにより、超臨界水中での合成反応におけるキープポイントである目標超臨界条件への迅速到達を可能とした。さらに、超臨界水反応における課題である腐食対策も合わせて実施し、コンパクトな高温高压反応システムを完成させた。また、超臨界水や超高温高压環境下におけるコンパクトなプロセス実現のため、マイクロリアクター、マイクロ熱交換器などの高温高压マイクロデバイスを開発してきた。ナンバリングアップ第1段階 (10~25 kg/h) を経て第2段階 (モジュール並列化：50~100kg/h) を実施した。この超臨界水小型リアクターの制御性、安定運転性などを検討し同装置を合成反応、微粒子製造などに適用した。

②水、二酸化炭素を媒体とした脱有機溶媒プロセスの開発

マイクロ反応場と高温高压水との協奏により、希硝酸を窒素源とする水媒体中での安全で新規なニトロ化法を開発した。また、超臨界水利用マイクロプロセスへの適用反応を探索した結果、有機化学合成、有用生理活性物質合成などの、水媒体での新規合成プロセスを見出し高い学術的評価を受けると同時に、糖からの有用生理活性物質ヒドロキシメチルフルフラール HMF の合成に成功し、高温高压水利用プロセスの実用化への方向を示した。また、粒子径のそろった無機ナノ粒子 (Al_2O_3 , YSZ) の他、貴金属ナノ粒子や複合酸化物ナノ粒子ならびにポリマーナノ粒子の連続合成に成功し、電子機能、光機能、触媒などの機能性ナノ粒子の連続合成プロセスの実用化に道を拓いた。PET (ポリエチレンテレフタレート) を300℃の熱水で処理することにより原料モノマーであるテレフタル酸とエチレングリコールに定量的に変換することに成功し、さらに水媒体・触媒プロセスとして、リグニン、セルロースなどのバイオマスを高温高压水媒体でガス化し、水素、メタンなどの燃料ガスへの変換の高効率化をすすめた。

有機溶剤に代わる分散媒体として、超臨界 CO₂ 塗装技術を提案し、VOC の大幅削減に寄与する技術として着目された。本成果は第3回ものづくり日本大賞特別賞(平成21年度)を受賞した。また、CO₂などの酸性ガス成分を圧力操作だけで分離・回収可能なイオン液体物理吸収プロセスを設計した。イオン液体を吸収液として用いた多成分系混合ガスからの CO₂分離・回収プロセスは、開発従来法に比べて CO₂の回収効率を著しく向上できることを明らかにした。

③膜利用によるコンパクトプロセスの開発

ゼオライトの新規合成方法として、層状化合物の層間 Si-OH 基を脱水縮合させることによりマイクロ多孔体とする方法を開発し、新規層状ケイ酸塩 PLS-1から新規8員環の All-Silica ゼオライト CDS-1を合成、さらに固相反応を用いた新規層状ケイ酸塩 PLS-3および PLS-4の合成とゼオライトへの相変換にも成功した。この手法を拡張し、粘土鉱物 (magadiite) を原料とした Topotactic なマイクロ多孔体の開発にも成功した。また、固相変換法による無機多孔体材料創製の機構解明と新規材料設計のために、独自に開発した透過型高温 XRD システムにより、微量試料でのその場観察技術を確認した。本測定法をゼオライトの固相・固相相転移や Pd 金属膜等の高温安定性の評価に適用し、高温での新たな構造物性的挙動を見出した。

ムライト中空管の外表面に PLS-1を種晶として塗布し、二次成長法によるゼオライト膜 CDS-1膜の製膜に成功してきた。CDS-1膜は、焼成温度により、水選択透過膜(水分離係数=40)とアルコール選択透過膜(エタノール分離係数=52)の両方の性質を示す。耐酸性で親水性のゼオライト膜を開発し、カルボン酸のエステル化反応に適用した。生成する水をゼオライト膜により除くことで化学平衡が生成系にシフトし、直鎖カルボン酸のエチルエステル化において、90%以上(最高98%)の転化率を達成した。

無機ナノ空間細孔への酵素の安定化技術、酵素固定技術に取り組み、今後、酵素の耐熱性の向上、反応環境の多様化により、新しい酵素利用反応プロセスとして展開する基盤を固めた。ナノ多孔体粒子への酵素固定の状況を直接蛍光顕微鏡によって観察する技術を提案した。またナノ空孔内に固定化した酵素を利用したセンサ素子を民間企業と開発した。酵素(タンパク質)の触媒機能回復法として、ゼオライトを吸着担体として用いたタンパク質の巻き戻しによる立体的高次構造のリフォールディング技術を提案した。

メタンやプロパンの改質により高純度水素を製造する過程で用いる、パラジウム膜の開発を進めた。常温から 600℃(改質ガス温度)までの広い温度領域で水素、窒素の交互透過試験において>2,000時間の安定性を持つパラジウム系薄膜を開発した。無電解メッキ法と適切な基材の選択が重要であることを見出した。

Pd-Ag, Pd-Ag-Au の合金薄膜やパラジウムナノ粒子を多孔質支持体の粒子間に充填したポアフィル構造のパラジウム膜の作製を改善した。パラジウム膜による水素分子の活性化を利用し、芳香族化合物への一段階水酸基導入反応を10%以上の転化率、芳香族基準90%以上の選択率で達成した。

シングルモードとよばれるマイクロ波照射技術を利用することで、攪拌なしに対象物を均一に加熱する技術を開発した。この技術を発展させ、気相反応に利用できる汎用的な流通型マイクロ波化学反応評価装置を民間と共同開発した。有機 EL 用錯体を従来よりも速い反応時間(10秒)で連続合成できることを見出した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 高温高圧、マイクロリアクター、マイクロデバイス、超臨界水、超臨界二酸化炭素、脱有機溶媒、流体特性、反応場観測、反応場制御、有機合成、固体触媒、無機膜、水熱合成、パラジウム膜、マイクロ波、ゼオライト膜、メンブレンリアクター、膜反応、分離機能、膜透過機能、層状珪酸塩、構造解析

[テーマ題目2] 分散型プロセスの工程管理技術の開発

[研究代表者] 水上 富士夫(コンパクト化学プロセス研究センター長)

[研究担当者] 水上 富士夫、花岡 隆昌、鈴木 敏重、蛭名 武雄、林 拓道、和久井 喜人、南條 弘、金久保 光央、相澤 崇史、Nam Hyun jeong、川崎 加瑞範、星 靖、鈴木 麻美、上田 昭子、増田 和美、富樫 哲、関川 秀雄、庄司 絵梨子、丹野 秀一、岩田 伸一、Bayoumi Hassan Fathy、手島 暢彦、相田 努、生出 作治、山崎 ふじみ、新妻 依利子、神位 りえ子(常勤職員9名、他18名)

[研究内容]

①機能性粘土膜の開発と実用展開に関する研究

粘土を主成分とする柔軟な耐熱ガスバリア膜の作製に成功し、企業との共同で様々な応用展開を図ってきた。長尺フィルムの製造法および製造条件を明らかにし、「クレースト®」として製品化に到達した。このうち、固体酸化物型燃料電池対応シールフィルムは800℃の耐熱と水素バリア性を有する。また、粘土膜をシール材として用いた燃料電池を自動車メーカーと共同開発した。アスベスト製品の全廃目標に対応する代替品の開発において、従来からガasketに用いられてきた膨張黒鉛製品に、耐熱粘土膜を複合化させ、耐熱性、耐久性、耐薬品性、取扱い性に優れたガasket製品を開発し、企業と共に生産体制に入り、2008

年より販売を開始した。東北地方の発電所、製紙所を含め40以上の事業所で採用され、その中から、アスベストフリーを実現した事業所が複数あらわれた。

粘土膜「クレースト®」と炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を積層することにより、水素ガスバリア性および耐久性に優れた水素タンク用複合材料を開発した。従来の樹脂材料と比較して飛躍的な水素バリア性と耐久性を示し、水素輸送用タンク、車搭載の水素タンクへの応用に展開した。また、膜の透明度を実用透明フィルムレベル(全光線透過率90%以上)に高めることに成功し、ディスプレイ用フィルムなど、新しい用途に道を拓いた。さらに、粘土とポリイミドを複合化し、350℃の耐熱性と太陽電池バックシートとして利用可能な水蒸気バリア性を有する膜材料を開発した。

② 特異場の基礎物性解明に関する研究

超臨界流体場、ナノ空間場における物質の基礎物性を明らかにしてきた。ナノ空間におけるイオン性液体の融点が異常低下すること、イオン性液体は無秩序な分子性液体ではなく、緩い規則性を持ったガラス液体的流動物性を示すこと、また二酸化炭素を選択的に溶解すること等を明らかにした。これらの基礎物性の知見から、水素に微量含まれる二酸化炭素の除去の新規なプロセスの可能性を見出した。

③ 有害イオンの簡易計測法の研究

規制値レベルの有害イオンを簡易迅速に計測する方法を検討した。有害物として排出規制されているフッ化物イオン(規制値:8ppm)を、0.1~50ppmの範囲で迅速かつ簡易に測定しうる蛍光測定法ならびに測定装置を開発し、市販品としての製造販売を開始した。種々の疎水性分析試薬をナノ粒子化し、メンブレンフィルターに保持させる新規製膜法に成功し、汎用性の高い簡易計測法に利用するため、企業と共同でキット製品化を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高温シール材、ガスバリア、水素タンク、粘土膜、耐熱性、難燃性、イオン性流体、二酸化炭素分離、高圧容器、有害金属イオン、簡易計測、高感度計測、検出膜

⑫【バイオマス研究センター】

(Biomass Technology Research Center)

(存続期間:2005.10~)

研究センター長:坂西 欣也

副研究センター長:平田 悟史

所在地:中国センター、つくば、九州

人員:25名(24名)

経費:570,000千円(366,000千円)

概要:

京都議定書における炭酸ガス排出量の低減目標に貢献するため、また、それに引き続く地球温暖化の防止を推進するため、再生可能エネルギー源であるバイオマス資源を積極的に活用することは極めて重要である。特に、バイオマス資源の中でも炭素固定量の最も多い森林等の木質系バイオマスに対して経済性を有する利用技術を確立することができれば、未利用樹、製剤残材、建築廃材等の多量の木質バイオマスが利用可能になり、再生可能エネルギー源として重要な貢献をすることができる。

バイオマス研究センターでは、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーの経済性のある高付加価値利用技術を研究開発し、人間活動による化石資源使用量の低減を推進し、循環型エネルギー社会の構築に貢献することを目的とする。

また、国内外におけるバイオマス利活用研究開発の実証を通して、アジア・世界におけるバイオマス利活用研究をリードすることを目指す。

バイオマス研究センターでは、上記の目的を達成するため、以下の4課題を中核的研究課題として、研究開発を精力的に実施する。

- (1) 木質系バイオマスから非硫酸法・酵素糖化法を連結して最適化することによりバイオエタノール及びETBE(エチルターシャルブチルエーテル)を高効率で製造する技術を開発することを目指す。特に、環境性・経済性を有する可能性の高い前処理技術である水熱メカノケミカル糖化法の実証を目指す。
- (2) 木質系バイオマスから、ディーゼル機関用軽油であるBTL(バイオマスツーリキッド)を、ガス化経由で経済性を有して製造する技術を研究開発する。特に、タールやチャー、バイオマスに含まれる微量物質を除去するクリーンガス化技術とBTL燃料合成技術をミニベンチプラント運転を通じて研究開発し、実証することを目指す。
- (3) 製材残渣等の木質系バイオマス利用システム評価により、経済性があり、環境への負荷が小さいバイオマス利活用トータルシステムの研究開発、及びその実証に貢献する。特に、上記技術開発を支援するバイオマスエネルギーシステムの経済性・環境性をシミュレーションするシステム評価技術を開発し、最適なシステム構築を行う。さらに、バイオマスエネルギー変換の経済性を向上させるための革新的バイオマス変換技術を研究開発する。
- (4) 上記の研究開発技術を活用し、地球規模の温暖化対策に貢献するため、バイオマス資源貯存量の多いアジア地域を中心に、バイオマス資源の有効活用を図る技術研究開発を、バイオマス資源の豊富なアジア諸国との連携を強化し、アジアのみならず世界のバイオマスエネルギー利用技術の促進に貢献する。

さらに、上記研究課題に関して、積極的に産総研内の関連研究ユニットや農水省等の関連研究機関、及び広島大との包括連携協定を通じて平成22年度の東広島移転に伴うアジアバイオマスセンター構想の実現に向けて、アジアバイオマスエネルギー研究コアとしての役割を果たすことを目指す。

発 表：誌上発表64件、口頭発表96件、その他11件

水熱・成分分離チーム

(Biomass Refining Technology Team)

研究チーム長：遠藤 貴士

(中国センター、九州センター)

概 要：

木質系バイオマスから硫酸を用いない酵素糖化・発酵法による低環境負荷でかつ経済的なバイオエタノール製造技術を確認するためには、木質等の酵素糖化性を向上させるための前処理技術が重要となる。当チームでは水熱処理およびメカノケミカル処理を基盤技術として、効率的・効果的な前処理技術の開発を目標としている。

水熱処理では、100℃以上の加圧熱水を用いて、温度条件を変えることによって木質の主要構成成分であるセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンを選択的に加水分解することができる。メカノケミカル処理では粉碎技術を基盤として、強固な木材組織を構成しているセルロース成分等をナノサイズにまで微細にすることにより、木質を活性化させる。現在、これら基盤技術を最適に組み合わせることにより、効率的に酵素糖化性を向上させる前処理技術の構築を進めている。

また、バイオエタノール製造の際の副産物や残渣となるセルロースやリグニン成分を原料として、バイオエタノール製造のトータルコスト削減に貢献できる高付加価値化技術として機能性材料や複合材料等への変換技術の開発も進める。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

エタノール・バイオ変換チーム

(Ethanol Bioconversion Team)

研究チーム長：澤山 茂樹

(中国センター)

概 要：

エタノール・バイオ変換チームでは、微生物を用いて木質系バイオマスからバイオエタノールを環境性・経済性良く製造する技術の実現を目指して研究開発を行う。上記目標を達成するため、木質バイオマス前処理物の酵素糖化とエタノール発酵を中核的研究課題として研究開発を精力的に実施した。

「酵素糖化」に関しては、水熱-メカノケミカル前処理法に最適な酵素糖化技術の確立を目指して研究を

行った。高セルラーゼ生産糸状菌アクレモニウムについて、遺伝子レベルの解析を進めた。さらに、糖化酵素に関する分子育種を行うために、アクレモニウムについて形質転換系の開発を進め、抗生物質耐性をマーカーとした転換系を確立し、異種糸状菌ヘミセルラーゼ遺伝子形質転換を行った。新規ヘミセルラーゼ生産糸状菌の研究も実施しており、産業変革イニシアティブバイオエタノールミニプラントを使用した経済性の高いオンサイト型糖化酵素生産技術の研究を継続する。「エタノール発酵」に関しては、開発に成功したキシロースとグルコースを同時にエタノールに変換できる2倍体実用酵母株について、さらなる分子育種を目的として転写解析など遺伝子レベルの研究を実施した。また、エタノール発酵液については、バイオガス化の検討を行った。

バイオマス資源が豊富なマレーシア・タイ・ブラジルにおける農産廃棄物等を原料としたバイオエタノール生産の実用化に向けて、資源量の把握や上記糖化・エタノール発酵技術の適用可能性について国際共同研究を実施した。

研究テーマ：テーマ題目1

BTL トータルシステムチーム

(BTL Total System Team)

研究チーム長：坂西 欣也

(中国センター、九州センター)

概 要：

BTL 技術は、ガス化、ガスクリーニング、ガス組成調整、触媒合成、分離精製等の工程からなるため、多岐にわたる技術分野を融合して一気通貫のプロセスを開発する。さらに、18年度に建設した BTL ベンチプラントにより中間目標である0.01BPD を達成し、さらに BTL トータルプロセスの最適化による0.1BPD（最終目標）の実現を目指す。前段のガス化～ガスクリーニングにおいて触媒合成に適した組成の合成ガスをバイオマスから製造する技術を開発するとともに、後段の触媒合成においてバイオマス由来合成ガスの特徴に適した触媒の検討を行う。特に現在課題となっているガスクリーニングに関してはタールの高温乾式除去法の確立を目指す。また、木質バイオマスからのエタノール製造におけるリグニンあるいは樹皮（バーク）等のガス化反応性の比較検討を行う。ラボスケールでの FT 合成触媒反応及び生成ワックス成分の水素化分解、異性化触媒反応の設計を行い、BTL トータルプロセスの最適化を検討する。

研究テーマ：テーマ題目4

BTL 触媒チーム

(BTL Catalyst Team)

研究チーム長：村田 和久

(つくば中央第5、つくば西)

概要：

循環型資源利用とエネルギーセキュリティに貢献するため、バイオマス原料からの輸送用燃料製造のための統合化技術構築を目的として、ガス化技術ならびに得られる合成ガス液化のための触媒技術の高度化を中心とした開発を行う。ガス化(ガス化率向上及びガス組成調整)ーガス精製ーFTー水素化分解・異性化からなるプロセスの内、BTL 触媒チームでは、ガス化と FT 触媒開発を中心とする研究を行う。

この内ガス化では、製材残渣や間伐材等の木質系バイオマスで95%以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90%以上のガス化率で、合成ガス(一酸化炭素+水素等)を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるバイオガスから軽油やエタノール等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目3

バイオマスシステム技術チーム

(Biomass System Technology Team)

研究チーム長：美濃輪 智朗

(中国センター)

概要：

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけでなく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施すると共に、経済的なバイオマスタータルシステムを提案する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5

[テーマ題目1] NEDO 委託研究「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発/バイオマスエネルギー先導技術研究開発/ワンバッチ式バイオエタノール製造技術の研究開発」

[研究代表者] 坂西 欣也

[研究担当者] 澤山 茂樹、遠藤 貴士、

美濃輪 智朗、矢野 伸一、

村上 克治、滝村 修、

井上 宏之、李 承桓、藤本 真司、

松鹿 昭則

(常勤職員11名、他9名)

[研究内容]

木質系バイオマスからの次世代型エタノール製造プロセスとして、前処理した木質を成分分離することなくそのままワンバッチ式で糖化・発酵できるシンプルで高効

率なエタノール生産技術の開発を目標に、木質バイオマスの糖化発酵のためのナノ空間形成前処理技術の開発及び木質バイオマス原料に適した並行複発酵微生物の開発を行った。前処理による原料の糖化性向上と遺伝子組み換え技術を用いた並行複発酵微生物の開発により、最適条件での発酵と同時に酵素糖化を実現することで、エタノール発酵速度・収率の向上を目指す。

平成20年度は、粉碎技術を基盤としたナノ空間形成による木質の酵素糖化前処理技術の開発として、ディスクミルを用いた微細繊維化処理により、酵素糖化性を大きく向上できることを明らかにした。さらに、ディスクミル処理を効率化するための予備処理として湿式カッターミル処理および150℃程度の比較的低温の水熱処理を組み合わせた複合湿式メカノケミカル処理技術を開発した。この方法では、単純なディスクミル処理と比較して、組織が強固な広葉樹においても4倍以上に酵素糖化性を向上することができた。酵素糖化性が向上する機構は次のように考えられた。初段の湿式カッターミル処理により、強固な木質組織の層構造を部分的に破壊されて、水の浸透性が向上し、次の水熱処理により主にヘミセルロース成分が部分的に加水分解される。これらの工程を経ることにより木材組織は大きく脆弱化されているため、最終段階のディスクミルにより、ナノサイズまでの微細繊維化が効果的に進行し、酵素糖化性も大きく向上した。

酵素糖化技術の開発としては、β-グルコシダーゼ活性の高い糸状菌アクレモニウム セルロリイティカスによる糖化酵素生産と、酵母サッカロミセス セレピシエによるキシロース代謝について分子育種研究を進めた。アクレモニウムについては、ヘミセルロース糖化能向上を目指して抗生物質耐性をマーカーとした形質転換系を確立し、異種糸状菌のマンノシダーゼ遺伝子形質転換を行った。発酵技術では、遺伝子組み換え技術を駆使して酵母における補酵素(酸化還元)のアンバランスを改善することにより、発酵性の向上に成功した。また、キシロース代謝能を付与した実用酵母では、C5糖とC6糖が混在する実糖化液(糖濃度7.5%(含1.5%キシロース))において、32時間以内に90%以上の収率でエタノール発酵させることに成功した。経済性の検討としては、プロセスフローをシミュレーター上に構築し、感度解析を実施した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] バイオマス、エタノール、酵素糖化、微細繊維化、ナノ空間形成、エタノール発酵、遺伝子操作、システムシミュレーション、経済性評価

[テーマ題目2] 木質成分の高付加価値化技術

[研究代表者] 遠藤 貴士

[研究担当者] 亀川 克美、李 承桓

(常勤職員3名、他5名)

〔研究内容〕

木質系バイオマスからバイオエタノール製造では、副産物や残渣を高付加価値化して有効利用することは、バイオエタノール製造のプロセス全体の経済性を向上させるために重要である。そこで、糖化・発酵の残渣となるリグニンを中空炭素微粒子として利用する技術、前処理工程で得られる微細繊維を他の高分子との複合化することによる複合材料への応用技術について研究を進めた。

中空炭素微粒子の原料となるリグニンおよび無機塩の種類とそれらの濃度、更には熱処理温度が炭素微粒子の物理的強度に及ぼす影響について調べた。その結果、無機塩の種類や濃度の影響は強度への影響が大きい、リグニンの種類による影響は少ないことがわかった。また、リグニンから製造されたナノサイズの中空炭素微粒子である炭素ナノシェルを用いてゴムの補強特性について検討した結果、補強特性ではカーボンブラックには及ばないものの、コンポジットの軽量化、引張り応力の増加、転がり抵抗性の改善などでは優れた特性のあることが確認された。更には、産総研法によるバイオエタノール製造工程で排出される固形物残渣について、中空炭素微粒子の原料としての評価を行うため、元素分析や細孔構造を調べた。その結果、残渣はリグニンに近い組成を有しており、また20ナノメートル程度の細孔を持った素材であることが確認された。

水溶性リグニンと無機塩を水溶液とし、スプレーや超音波霧化によって小さな液滴にした後、乾燥させると、リグニンと無機塩の複合微粒子が得られた。この複合微粒子を600~800°Cで熱分解した後、洗浄乾燥することにより、サブマイクロメートルから数十マイクロメートルの中空炭素微粒子を作製する技術を開発した。無機塩の種類によっては、その添加量が増加するにつれて製造される中空炭素微粒子の殻が薄くなる傾向があり、無機塩の添加量を制御することで、嵩(かさ)密度が10g/L以下の非常に軽量の微粒子も作製できた。また、作製条件によっては、4200kg/cm²(およそ4200気圧)の圧力で押しつぶした後も、常圧に戻したときには元の形状をほぼ復元するような弾力性をもつ中空炭素微粒子を作製できた。この素材は、カーボンブラックの代替などとして、ゴムやプラスチックなどと複合化することで、大幅な軽量化や特性の改善が期待される。

また、酵素糖化前処理では、ナノサイズの微細繊維が生成する。このナノ繊維は、セルロースナノファイバーとよばれ、機械的物性が極めて高く、プラスチックと複合化することにより、高強度材料を開発することができる。170°Cで水熱処理した木材を、高分解能走査型電子顕微鏡や原子間力顕微鏡で観察したところ、ヘミセルロースの加水分解脱離によると考えられる細孔が多数観察された。この処理物を、ディスクミルあるいは高圧ホモジナイザーを用いて機械的に解繊処理することにより、幅約20nmの均一なセルロースナノファイバーを製造す

ることができた。このナノファイバーは、光の波長より十分小さく均一なため、水系でポリウレタン樹脂と10%複合化してえられた複合体は、透明でかつ強度もポリウレタン樹脂単独より2.5倍以上になることが分かった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕リグニン、セルロース、中空炭素微粒子、活性炭、接着剤、微細繊維、セルロースナノファイバー、複合体

〔テーマ題目3〕木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発(運営費交付金、NEDOバイオマスエネルギー転換要素技術開発、NEDOバイオマス先導技術開発)

〔研究代表者〕村田 和久(バイオマス研究センターBTL触媒チーム)

〔研究担当者〕岡部 清美、小木 知子(併)、中西 正和(併)、高原 功、稲葉 仁(常勤職員6名、他3名)

〔研究内容〕

- (1) 安価なアルカリ金属系触媒を用いて木材をガス化し、ガス化率98%かつFT合成に適した組成のガス生成($H_2/CO=2$)を達成する事ができた。(2) スチーム中でのバイオガス改質により水素及びCO濃度の増加とメタン濃度の減少を観察した(560°C以上)。改質効果は硫黄により被毒され、数時間で効果が消失した。
- (2) 脱硫触媒の存在により、硫黄不純物濃度の低下が認められた。
- (3) 各種バイオマスの反応挙動解析と、特に低温域における熱特性や生成物を分析し、ガス化装置設計に資する結果を得た。
- (4) フィッシュヤートロブシュ(FT)反应用ルテニウム系触媒を用いて1MPa、固定床またはスラリー床にて反応を行った。その結果固定床では、低圧ほど以下の現象が起こりやすく、触媒安定性の維持が難しいことが分かった。1) 活性種である金属ルテニウムの酸化、2) ルテニウム粒子の凝集(シタリング)、3) 炭素析出、4) ワックス生成物の触媒表面への沈着。またスラリー床では、高価なアルコキシドの使用量を軽減した上で、高く安定した触媒活性を示した。触媒の細孔径の増大に伴って、メタン選択率が減少し、高級炭化水素への選択率が増加することが認められた。これら選択率の細孔径依存性は、細孔内におけるスラリー溶媒および反応生成物の拡散速度、ならびに触媒細孔径に依存するRu粒子径の違いによって説明された。

バイオ合成ガスからのエタノール等の混合アルコール合成については、CsCu/Ce_{1-x}Zr_xO₂触媒(Cs: 1wt%; Cu: 20wt%)を用い、300°C、P = 3MPa、H₂/CO = 2/1、GHSV = 2400h⁻¹の反応条件において、CeO₂系化合物は還元性を有するため、工業触媒CsCu/ZnOより高いCO転化率を示した。さらに、CeO₂系化合

物は酸素貯蔵能力を持つため、CsCu/CeO₂はCsCu/ZnOに比べて高級アルコール(C₂+OH)を多く生成した。Zr⁴⁺イオンをCeO₂格子に導入することによって、セリア系化合物は還元性と酸素貯蔵能力が向上したため、CsCu/Ce_{0.8}Zr_{0.2}O₂はCsCu/CeO₂より高い高級アルコールのSTY(空時収率)と選択率を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマスガス化、FT触媒

【テーマ題目4】木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

【研究代表者】坂西 欣也

(BTLトータルシステムチーム)

【研究担当者】花岡 寿明、宮澤 朋久

(常勤職員2名、他5名)

【研究内容】

BTLベンチプラントを定常運転させ、FT合成装置を含めた一貫通貫でのバイオマスからのBTL液体燃料製造を行った。前年度までの結果を拡張し、より高度な反応条件での運転を行う事により、従来と比べて不活性ガスである窒素の組成をさらに低減し、ガス中のCOおよびH₂の割合が90%にまで達する合成ガスの製造を可能にし、安定した定常運転の実行により後段の各種合成プロセスの実施に十分な量のガスの貯蔵を可能にした。このような有望なバイオマス由来の合成ガスとラボスケールで効果を確認した高機能触媒を実プラントへの適応を組み合わせた一貫運転の可能な実証プラントを用いることにより、後段でのFT合成反応やジメチルエーテル(DME)合成反応といった液体燃料への変換プロセスの効率が大きく上昇した。特にDME合成反応では低温低圧という平衡上の制約の強いプロセスながら、最終的に1Kgを越えるバイオDMEの製造に成功した。また、FT合成プロセスに関しては、液体燃料換算で13L/day(約0.08BPD)を達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマスガス化、ガスクリーニング、FT触媒反応、ジメチルエーテル

【テーマ題目5】バイオマスシステム研究

【研究代表者】美濃輪 智朗(バイオマス研究センターバイオマスシステム技術チーム)

【研究担当者】三島 康史、柳下 立夫、藤本 真司
(常勤職員4名、他9名)

【研究内容】

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけでなく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレ

ータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施すると共に、経済的なバイオマストータルシステムを提案する。

平成21年度は、非食用バイオマス由来合成ガスからのエタノール製造技術の開発において、糖化発酵経由エタノール製造、合成ガス-触媒合成経由エタノール製造、合成ガス-生物変換経由エタノール製造の3プロセスに関してプロセス設計を行った。バイオリファイナリー構築に向けた全体システムに関する研究においては、マリンバイオマスのポテンシャル(成長量、エタノール発酵性)のデータベース化を行うとともにバイオリファイナリーで提唱されている12基幹物質の反応経路の整理を行った。さらにバイオマス利活用を推進するツールとして、PDCAサイクルのチェックに利用するバイオマス会計表を開発した。

【分野名】環境エネルギー

【キーワード】バイオマス、システム、経済性、環境性、社会性

⑬【デジタルものづくり研究センター】

(Digital Manufacturing Research Center)

(存続期間：2006.4.1~2010.3.31)

研究センター長：松木 則夫

副センター長：花田 康行

所在地：つくば東

人員：17名(16名)

経費：355,334千円(262,018千円)

概要：

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

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

このため、企業現場において、製造技術の計測・分

析を実施し、製造現象の解明とともに、作業者の持つ暗黙的な知識と形式的な知識の構造の解明に取り組み、解明された知識の体系化を試み、その有効性を企業における利用（実験）により検証する、という手順を繰り返すことで製造技術の本質に迫ることが、本研究センターの「ものづくりの科学」の方法である。また、それらを製造現場で生かすためには簡便性、効率性と安全性を兼ね備えた、高度な利用技術が不可欠である。このための情報技術の研究開発も並行して実施した。製造技術に関する知識の体系化に関する研究課題として「技能継承技術」を、新たな支援技術の確立を目指して「対話的支援技術」の研究開発を実施した。また、旧・ものづくり先端技術研究センターの成果の普及に努めた。

技能継承技術の研究開発項目として平成18年度から平成20年度まで、鍛造、鋳造、めっき、熱処理などの基盤的な加工技術について、熟練技術者の持つ競争力のある暗黙的な知識を、事例に基づいて整理体系化することと、それらの蓄積・活用に関する利用技術の研究開発を実施した（中小企業基盤技術継承支援事業）。対話的支援技術の研究開発項目としては、熱変形現象等を例題に、作業中にタイムリーに加工情報を提供する技術の研究開発についても実施した。

外部資金：

経済産業省 産業技術研究開発事業委託費
「機上原点測定器における高速度測定を可能にする研究開発」

経済産業省 産業技術研究開発事業委託費
「ウェジコナットの緩み止め効果の検証と信頼性向上支援」

文部科学省 科学研究費補助金
「視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発」

財団法人埼玉県中小企業振興公社 財団等受託研究費
「微小振れツール製作システム開発」

財団法人栃木県産業振興センター 財団等受託研究費
「任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発」

財団法人埼玉県中小企業振興公社 財団等受託研究費
「高度難削材・複雑形状の先進ファブ리케이션技術体系構築」

財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費
「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開

発」

学校法人早稲田大学 財団等受託研究費
「自動車車体駆動系&家電用中空 AI 合金 LPD 鋳物の開発」

発 表：誌上発表34件、口頭発表65件、その他8件

加工情報構造研究チーム
(Process Engineering Team)

研究チーム長：岡根 利光

(つくば東)

概 要：

鋳造、鍛造、熱処理、溶接、表面処理加工の各加工技術を対象に、加工評価実験・加工現象のモニタリング手法やシミュレータ開発を通して、加工メカニズムの解明と高度化を進めている。また、IT を活用した技能継承技術の開発を目標に、ものづくり製造分野における熟練作業者の高いレベルの技能を分析・モデル化して表現する技術の開発を行っている。鋳造・鍛造・めっき・熱処理の各加工法の技能について、抽出および活用の手法の検討を行い、技能継承を支援するツールの開発と普及を行った。さらにIT を利用した中小企業への技術の普及・技術支援を目的に現在 web で公開している加工技術データベースについても当チームの対象加工分野についてメンテナンスと拡充を進めた。

研究テーマ：重点課題「製造・加工技術のデジタル化による技能継承・人材育成」、学校法人早稲田大学 財団等受託研究費「自動車車体駆動系&家電用中空 AI 合金 LPD 鋳物の開発」

計測分析技術研究チーム
(Measurement and Analysis Team)

研究チーム長：石川 純

(つくば中央第3)

概 要：

当チームは、熟練技能の継承支援を目的とした熟練技能者の計測分析技術の開発を目標とする。熟練技能者の計測分析は、技能者の判断や運動の計測分析といった人間工学的手法と、作業中のワークの振動や温度や完成品の精度といった物理的計測手法の両面から行い、両方を併せて技能の本質を追究する。また、技能計測は現場で行うことを基本とし、現場で用いることのできる計測装置開発を研究の一環として実施する。

本年度は、実体顕微鏡下で行う微細組立作業のデジタル化、自動化を目標に、協力企業の製造事業所において予備の計測を行った。その結果、組み立て作業をデジタル化する際のポイント解明の方針が定まり、協

力企業との共同研究実施の検討を進めた。

また、熟練者による外部色識別自動化の研究では、熟練者と同等の作業を未熟練者でも可能性とする外部色判別装置（照明・観測光学系および資料固定装置）を試作し、未熟練者でも識別可能であることを確認した。

光学式形状測定装置評価の研究では、被測定物を既知量移動・回転させることによる新しい評価法を提案し、評価装置を開発・試作した。

研究テーマ：重点課題「光学式測定技術に基づく製品形状および外部色の評価手法の開発」

システム技術研究チーム

(Systems Engineering Team)

研究チーム長：澤田 浩之

(つくば東)

概要：

中小企業の IT 化支援を目的として、コンピュータやプログラムの専門家ではない中小製造業の技術者が、自社の業務で利用するソフトウェアを自分で作れるようにするための研究開発を行っている。その一環として、プログラムのソースコードを書くことなく、あらかじめ用意されたソフトウェア部品（コンポーネント）を組み合わせることによって IT システムを構築するソフトウェア作成ツール MZ Platform を開発し、産総研コンソーシアム「MZ プラットフォーム研究会」を通じて公開している。さらに、IT 知識を必要とせずに業務知識のみに基づいて社内システムを構築するためのシステム設計&構築技術の研究開発を行っている。

MZ Platform の成果普及活動として、平成21年度には、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携部門等との協力により、各地における普及セミナーや講習会の開催、技術研修による IT 人材の育成、また、中小製造業への導入と業務アプリケーション開発を実施した。一方、民間ソフトウェアベンダーへの技術移転も進め、新たに2社と技術移転契約を締結した。

研究テーマ：重点課題「製造・加工技術のデジタル化による技能継承・人材育成」、文部科学省科学研究費補助金「視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発」

対話的支援技術研究チーム

(Interactive Support Technology Team)

研究チーム長：山内 真

(つくば東)

概要：

製造業における国際競争力強化のためには、製造現場に情報技術を用いた支援を導入することが効果的と

考えられる。そこで本研究チームでは、作業が必要とする情報を、作業中にタイムリーに提供する対話的な作業支援技術を研究開発する。具体的には、船体外板の鉄板曲げ作業に用いられる線状加熱作業等を例題として、作業支援に必要な要素技術開発及び作業支援装置のプロトタイプシステム技術開発を行っている。本年度は、ヘッドマウントディスプレイを用いた拡張現実感技術により、線状加熱作業時の鉄板の温度分布をリアルタイムに計測して作業者に提供する技術を研究開発した。また新たな例題として手研磨作業を取り上げ、作業時に作業者が研磨プレートに与える力の大きさ、及び重心位置を計測し、計測結果を作業者にフィードバックするシステムを研究開発した。

研究テーマ：運営費交付金 対話的加工支援技術の研究開発

加工基盤技術研究チーム

(Machining Science Team)

研究チーム長：尾崎 浩一

(つくば東)

概要：

切削加工において、加工現象の解明に基づく加工技術の高度化を目指す研究を推進するとともに、旧ものづくり先端技術センターで開発しインターネット上に公開している加工技術データベースを他チームとの協力により発展させ、普及する活動を実施している。加工研究においては、細径ドリル穴加工の特性把握研究、ヘール加工における加工面残留応力の研究、また微細パイプの細径化加工の研究を実施した。加工技術データベースの普及活動としては、各地の公設試験研究機関、各種研究会、産総研産学官連携推進部門等との協力により、日本各地で普及セミナーの開催や展示会出展を行い、ユーザーの拡大に努めた。また、中小企業による新規な機構に基づく緩み止めナットの開発における信頼性の向上に関する研究を支援した。

研究テーマ：運営費交付金「加工基盤技術の研究」、経済産業省 産業技術研究開発事業委託費「機上原点測定器における高速度測定を可能にする研究開発」、経済産業省 産業技術研究開発事業委託費「ウェジコナットの緩み止め効果の検証と信頼性向上支援」、財団法人埼玉県中小企業振興公社 財団等受託研究費「微小振れツール製作システム開発」、財団法人栃木県産業振興センター 財団等受託研究費「任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発」、財団法人埼玉県中小企業振興公社 財団等受託研究費「高度難削材・複雑形状の先進ファブ리케이션技術体系構築」、財団法人飯塚研究開発

機構 財団等受託研究費「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発」

連携推進統括チーム

(Industrial Collaboration Team)

研究チーム長：花田 康行

概 要：

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

「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発（FY13～FY17）」で開発された「加工技術データベース」、「MZ プラットフォーム」の成果普及策の立案、普及活動を行った。また、「中小企業基盤技術継承支援事業（FY18～FY20）」で開発された「加工テンプレート」についても、成果普及策の立案、普及活動を行った。

公設試験研究機関、産業支援機関、商工会議所、工業会等との連携を深め、積極的な普及活動を行なった。また、センター共通の課題であるリスク管理、コンプライアンス管理について中核的役割を担った。

研究テーマ：重点課題「製造・加工技術のデジタル化による技能継承・人材育成」

⑭【水素材料先端科学研究センター】

(Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage)

(存続期間：2006. 7. 1～2013. 3. 31)

研究センター長：村上 敬直

副研究センター長：佐々木 一成、牧原 正記
光山 準一

所在地：福岡西事業所、つくば西事業所

人 員：9名 (6名)

経 費：1,353,979千円 (237,220千円)

概 要：

水素エネルギーは、わが国のエネルギー安定供給に大きく寄与し、地球温暖化や都市域の環境問題を解決する切り札として期待されています。しかしながら、水素エネルギーを利用するためには、高圧状態や液化状態における水素の物性解明や、水素により材料の強度が低下する水素脆化現象のメカニズム解明など、解決しなければならない課題が少なくありません。本研究センターは、水素エネルギー利用社会の実現を技術的に支援するため、水素と材料に関わる種々の現象を

科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することをミッションとしています。これにより、わが国の新エネルギー技術開発プログラムのキーテクノロジーである燃料電池とそれに関連する安全な水素インフラの開発・普及を図り、産総研第2期中期計画として掲げた「燃料電池自動車の70MPa級高圧水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う。」を達成するため、水素脆化の科学的原理の解明とその材料強度設計への応用及び安全なものづくりへの指針提供について研究開発を実施する。

外部資金：

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素先端科学基礎研究事業」
- ・財団法人金属系材料研究開発センター 水素社会構築共通基盤整備事業「水素特性試験装置の開発及びそれをを用いた水素用材料基礎物性評価」
- ・経済産業省 原子力安全・保安院 「平成20年度石油精製業保安対策事業（水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究）」
- ・文部科学省 科学技術試験研究委託事業「圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生」

発 表：誌上発表84件、口頭発表116件、その他1件

水素物性研究チーム

(Hydrogen Thermophysical Properties Team)

研究チーム長：高田 保之

(福岡西)

概 要：

水素エネルギー利用を実用化するためには、実際に使用する機器の信頼性や安全性が保障された設計をすることが重要です。このような設計を行う上で、高圧・高温状態の水素がどのような物理的性質をもっているかを正確に計測し、そのデータを蓄積する必要があります。しかし、高圧・高温状態の水素の PVT 性質 (圧力・比体積・温度)、熱伝導率、粘性係数、比熱、溶解度といった物性値のデータ蓄積は十分ではありません。そこで広範な水素の物性値を正確に計測する装置を開発し、測定データをデータベース化して提供していくことを目指します。

研究テーマ：テーマ題目 1

水素材料強度特性研究チーム

(Hydrogen Fatigue and Fracture Team)

研究チーム長：松岡 三郎

(福岡西)

概要：

水素が、実際の使用環境におかれた機械の材料強度にどのような原理でどのような影響を与えるのかを科学的に解明し、水素利用機械システムの設計・保守技術の確立を目指します。具体的には、金属材料の水素脆化の基本原理の解明を基礎研究、金属、非金属材料の長時間使用と加工の影響を応用研究と位置づけ、高圧水素環境下で金属に対して、長時間の連続疲労強度試験を行うなど、材料強度に関するデータを整備するとともに、こうした環境下で使用される機械の設計・製造における信頼性を確保するための解決策を確立します。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

水素トライボロジー研究チーム

(Hydrogen Tribology Team)

研究チーム長：杉村 丈一

(福岡西)

概要：

軸受・バルブなど機械の可動部では、必ずトライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑）の問題が発生します。水素を利用する機器においてもそれは例外ではありません。しかし、水素がこうしたトライボロジーにどのような影響を及ぼすのかについては、世界的にもほとんど明らかになっていません。こうしたことから、トライボロジーにおける水素の影響を解明し、実際に使用される機器類の信頼性評価の方法を確立するとともに、機械システム設計の指針を提案することを目指します。

研究テーマ：テーマ題目4

水素シミュレーション研究チーム

(Hydrogen Simulation Team)

研究チーム長：村上 敬宜

(福岡西)

概要：

本研究センターにおける高圧水素の研究では、圧力や温度など様々な条件が絡むことになり、単純に実験を繰り返すだけでは、多くの時間とコストがかかります。そこで、九州大学が開発したシミュレータを高圧水素関連の機械システム設計に利用できるものへと改良を加え、研究・開発のコスト削減と期間短縮に貢献します。また、他の研究チームと連携しつつ、様々なシミュレーションを実施し、水素関連技術における信頼性のある計算科学技術と、シミュレータを開発します。

研究テーマ：テーマ題目5

水素脆化評価研究チーム

(Hydrogen Dynamics in Metals Research Team)

研究チーム長：福山 誠司

(つくば西)

概要：

水素エネルギーの実用化にあたっては、実際に水素環境下で使用する機器類に対する水素脆化の度合いや進展状況を正確に計測し、評価することが必要になります。そこで、水素脆化の機構解明のための原子・分子レベルでの観察等を通じて、水素と金属の相互作用を微視的に明らかにするとともに、水素脆化評価技術を体系化し、評価手法の標準化を図ります。また、金属系材料の水素脆化評価のための試験装置を開発します。さらに、開放型の水素脆化評価ステーションを用いて民間企業の水素利用機器開発の技術支援を行います。

研究テーマ：テーマ題目6

水素高分子研究チーム

(Hydrogen Polymers Team)

研究チーム長：西村 伸

(福岡西)

概要：

水素エネルギーシステムの実用化のためには、水素の製造、利用技術の開発とともに輸送、貯蔵技術の確立も重要です。水素を貯蔵するための蓄圧器や高圧ボンベ、輸送のための配管材料やバルブなどの水素利用機器・インフラは主に金属材料から作られた部材により構成されていますが、これらの水素利用機器・インフラは主にゴム・樹脂製の部材を用いて水素がシールされています。高圧水素ガス中で実際の使用環境におかれたゴム・樹脂製シール部材が機器の強度や寿命にどのような原理でどのような影響を与えるのかを科学的に解明し、水素利用機器・インフラの設計指針の確立を目指します。

これらの水素利用機器・インフラにおいて、高圧水素ガス環境下で用いられるゴム・樹脂などの非金属材料は、高圧水素ガスに曝されることにより水素が溶解します。高圧水素ガス環境下で水素が溶解し、劣化・破壊した材料の物性評価、化学分析を行い、現象の基本原理を解明します。これらの成果に基づき、燃料電池自動車や水素ステーション等、水素利用機器・インフラに用いられるシール材料およびシール構造の技術指針を確立します。

研究テーマ：テーマ題目7

【テーマ題目1】高圧水素物性の基礎研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】高田 保之（水素物性研究チーム）

〔研究担当者〕 藤井 丕夫、藤井 賢一、新里 寛英、Peter L. Woodfield、城田 農、Elin Yusibani、赤坂 亮、小川 邦康、深井 潤、伊藤 衡平、河野 正道、久保田 裕巳、迫田 直也、日高 彩子、滝田 千夏、桃木 悟、山口 朝彦、Jambal Odgerel、小清水 孝夫、門出 政則、光武 雄一、石田 賢治（他23名）

〔研究内容〕

高い圧力状態や高温状態にある水素の基本的な挙動を解明します。圧力100 MPa、温度500℃までの PVT 性質、粘性係数、熱伝導率などの基礎物性値を測定し、水素の熱物性データベースを構築します。これらの物性値情報は、水素熱流動系の機器設計や各種のシミュレーションに活用することができます。

今年度はバーネット式 PVT 測定装置、水素粘性係数測定装置、溶解度測定装置を用いて高圧域の物性値データの取得を行いました。PVT では200℃、100MPa までの測定に成功し、220～473K、100 MPa まで使用可能なビリアル状態方程式を作成しました。非定常短細線式熱伝導率測定装置により、低圧域で113～353K の水素の熱伝導率を測定し、オルソ・パラ構成比の影響を確認しました。また、熱伝導率と粘性係数の推算式を開発しました。2種類の水素物性データベース（All in 1 CD と Excel 用ライブラリ）の開発を継続し、関数や機能の追加を行いました。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素、熱物性、PVT、粘性係数、熱伝導率、溶解度、状態方程式、推算式、データベース

〔テーマ題目2〕 高圧／液化による金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び対策検討（運営費交付金、外部資金）

〔研究代表者〕 野口 博司
（水素材料強度特性研究チーム）

〔研究担当者〕 村上 敬宜、松岡 三郎、東田 賢二、濱田 繁、井藤賀 久岳、高橋 可昌、尾田 安司、青野 雄太、田中 将己、齋藤 翼（他12名）

〔研究内容〕

高圧状態や、液体状態にある水素が、その環境下にある材料の水素が与える影響を解明しています。たとえば、材料の相転移などの構造変化（マルテンサイト転移）や材料中の異種介在物の関与、材料中の水素拡散の影響などを明らかにして、水素脆化による材料の劣化メカニズムを解析します。これにより、水素インフラなどに利用できる新規材料の設計方針に寄与する提案を行います。

今年度は、高圧水素ガス環境下における疲労き裂発生・進展試験や分析等による疲労き裂先端での転位状態

の映像化、マイクロ破面観察を行い、高圧水素ガス環境下における水素脆化は、水素によるき裂先端でのすべり局在化による延性破壊であることを実証しました。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素脆化、疲労き裂、水素可視化

〔テーマ題目3〕 高圧／液化状態における長期使用及び（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（運営費交付金、外部資金）

〔研究代表者〕 松岡 三郎
（水素材料強度特性研究チーム）

〔研究担当者〕 村上 敬宜、堤 紀子、近藤 良之、高木 節雄、土山 聡宏、福島 良博、峯洋二、久保田 祐信、Jean-Marc Olive、Sergiy M. Stepanyuk、Gary B. Marquis、Niclas Saintier、水口 健吾、安永 幸司、野尻 千佳、谷口 隆夫、泉 義徳、高井 健一、早川 正夫、松永 久生、徳光 英之、中山 純一、古賀 敦、大塚 雅也、Brian Somerday、Petros Sofronis、Robert O.Ritchie、Richard P.Gangloff、Ian M.Robertson、Roderick A. Smith、Ali Erdemir、John S. Vetrano、堀田 敏弘、畠山 和久、有永 伸行、高津 須嘉生（他43名）

〔研究内容〕

目的・研究内容

燃料電池自動車や水素インフラで実使用する材料は、長年に使用され、水素環境下にあります。また、実際に材料が利用される時は、加工（成形、溶接、表面修飾）が成されてから利用されます。そこで、材料に施される加工の水素脆化に与える影響を解明する基礎研究を実施します。さらに、材料の劣化を短期間で評価できる加速試験方法を提案します。これらの成果は、燃料電池自動車や水素ステーション等、水素利用機器・インフラに用いられる材料の技術指針に反映されます。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・特殊熱処理で水素を除去すると、疲労き裂進展が減速することを明らかにしていくとともに、フレットイング疲労、切欠き材・溶接継手の疲労等部品・接合部材に関する研究を実施しました。得られた基礎研究成果をトラブル解析や実証済み部品の調査に活用しました。

〔テーマ題目4〕 高圧水素トライボロジーの研究（運営費交付金、外部資金）

〔研究代表者〕 杉村 丈一
（水素トライボロジー研究チーム）

〔研究担当者〕 間野 大樹、村上 敬、三室 日朗、金

田 克夫、斉藤 慶子、宮越 栄一、
Carlos Morillo (カルロス・モリジョ)、
村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、
森田 健敬、田中 宏昌、中嶋 和弘、
坂井 伸朗、福田 応夫、八木 和行、
黒野 好恵、佐々木 信也、奥村 哲也
(常勤職員2名、他18名)

【研究内容】

燃料電池自動車や水素インフラでは、水素環境下で作動する機器が不可欠であるが、水素環境下で作動する機器の摩擦摺動部では、材料表面で起こる諸現象が気中とは異なり、摩擦係数、摩耗量、転がり疲れ寿命などに大きく影響する場合があります。水素環境下で作動する機器の確実な動作を確保するためには、水素環境下でのトライボロジーのメカニズムの解明が必要不可欠です。

今年度は、高圧水素中の試験、高圧水素曝露の影響の分析、水素ガス中の不純物の影響に重点を置いて軸受・バルブ・シール等の摺動材料の試験を実施し、以下の成果を得ました。1) ガス圧力40 MPa での摩擦力測定技術を確立し、鋼及び PTFE の摩擦特性がガス圧と温度の影響を受けることを明らかにしました。2) 40 MPa 高圧水素に曝露された鋼表面を分析し、表面酸化の抑制、表面硬度の上昇、炭素の析出などの知見を得ました。3) 試験ガスの純度を制御した常圧水素中の滑り摩擦試験、往復動摩擦試験を行って基礎データの蓄積を行いました。4) 摩擦にともなう酸素と水の反応と生成が材料によって異なることを明らかにしました。また、データの有効活用のためにデータベースの構築を開始しました。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】トライボロジー、摩擦試験、高圧水素、(ガス純度)

【テーマ題目5】材料等内の水素拡散、漏洩などの水素挙動シミュレーション研究(運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】村上 敬宜

(水素シミュレーション研究チーム)

【研究担当者】金山 寛、柿本 浩一、荻野 正雄、
Mao WEN、野津 裕史、宮崎 則幸、
松本 龍介、武富 紳也、塩谷 隆二
(他10名)

【研究内容】

水素環境下で長期に使用される材料中の水素拡散をシミュレーションすることにより、他の研究チームによる材料や機器の設計方針作成の支援を行います。

今年度はき裂先端応力場と水素拡散の連成現象に関するシミュレーションモデルを用い、繰り返し負荷条件がき裂先端応力場に与える影響を調べました。特に負荷周波数がき裂先端への水素集中に与える影響を調べました。また、内圧負荷円筒モデルでは高圧水素になるほど、き

裂表面の欠陥配位水素濃度が高くなり、濃度勾配が大きくなることが示されました。また第一原理計算を用いて、水素ガス環境下におけるアルミニウム中の格子欠陥近傍トラップサイトの水素占有率を調べ、格子欠陥を含むアルミニウムにおいても高いガスバリア性が示されました。

水素デバイス等の安全設計シミュレーションについては、水素用高圧タンクの高耐圧化、軽量化を目的として、FRP 層の複雑な巻付手法と材料異方性を考慮した、3次元複雑形状のアセンブリモデリングによる応力解析を継続的に行っています。今後、有明ステーション等の実際に使用された材料の検証等に活用していく予定です。

さらに平板上に2種類の拡散係数および飽和度を与えることでマルテンサイトとオーステナイトを表現し、水素拡散の様子を観察しました。これは有限要素解析ソルバーZeBuLoN との結晶単位での連成解析や、水素侵入が原因となるオーステナイト→マルテンサイト変態を考慮したフェーズフィールド法による解析に繋がっていません。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】シミュレーション、分子動力学法、有限要素法

【テーマ題目6】水素脆化現象の計測と評価に関する研究(運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】福山 誠司(水素脆化評価研究チーム)

【研究担当者】飯島 高志、今出 政明、安 白、
文 矛、張 林、島 宏美、
柏木 悠太、河内 直人、甲斐 絢也、
横川 清志(計測フロンティア研究部門)
(常勤職員5名、他6名)

【研究内容】

安全な水素エネルギー社会構築のため、高圧水素脆化試験装置開発と金属材料の高圧水素脆化評価、水素利用機器開発の技術支援、水素脆化防止技術開発及び水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究を実施しています。また、当研究チームで保有している水素脆化評価ステーションを用いて民間企業の水素利用機器の技術支援のために「バネ材の水素脆化に関する研究」と「超高圧機器の研究開発」等の資金提供型共同研究を実施しました。

今年度は、低温70MPa 水素雰囲気中材料試験装置を用いて SUS316L および12%Ni-316オーステナイト系ステンレス鋼の200K、70MPa の高圧水素ガス中およびヘリウムガス中で低歪み速度(SSRT)試験による低温高圧水素脆化挙動を調べました。以前行った、1MPa 水素中での SSRT 試験では水素の影響は小さかったですが、水素圧力の増加と共に著しい水素脆化を示すことが分かりました。高圧水素ガス中でのオーステナイト系ステンレス鋼の破面は主にマルテンサイトラスに沿った破面であるため、オーステナイト系ステンレス鋼の高圧水素脆

化挙動は、主に材料中のマルテンサイト量に関係するものと考えられます。

分子・原子レベルでの水素の挙動については、磁気力顕微鏡(MFM)を用いてオーステナイトステンレス鋼の亀裂生成・成長のメカニズムの観察を行いました。その結果、水素チャージ材の亀裂は α' 加工誘起マルテンサイトとオーステナイトのゾーン境界に沿って生成・成長することを見出しました。

【テーマ題目7】「高圧/液化状態における長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（高分子材料）」（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 西村 伸（水素高分子研究チーム）

【研究担当者】 山辺 純一郎、藤原 広匡、綾香 りつこ、泉 義徳、松本 隆志、田中 史浩、工藤 正嗣、中山 純一、古賀 敦、大塚 雅也、佐藤 博幸（他12名）

【研究内容】

目的・研究内容

燃料電池自動車や水素ステーションなど水素利用機器・インフラで実際に使用する材料は、長期間水素環境下で使用されます。水素機器に使用される樹脂・ゴム材料、特に高圧水素ガスシールに用いられる O リング用ゴム材料について、高圧水素曝露により劣化・破壊する現象の基本原則を明らかにします。これらの成果に基づき、燃料電池自動車や水素ステーション等、水素利用機器・インフラに用いられるシール材料の技術指針を確立します。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・高圧水素ガス容器の実機で使用され、破壊が発生した O リングの調査および実機を模擬した条件での加減圧実験により、O リングの破壊現象を把握しました。O リングの破壊現象はゴム材料中に溶解した水素による気泡発生からき裂進展に至るブリスタ破壊、ゴム材料中への水素の溶解に伴う体積増加によるはみ出し破壊および座屈破壊の3種の破壊が起こることを見いだしました。
- ・ブリスタ破壊現象をより実機に近い形状の気泡によりモデル化し、発生した気泡からき裂が発生する際の気泡内圧を、ブリスタ発生限界内圧として高精度で定量化し、材料設計に反映しました。
- ・高圧水素ガスシール用ゴム材料の設計指針としてブリスタ発生限界内圧が高く、水素溶解量が低いゴム組成が望ましいことが判明しています。これに加え、実機使用中の O リングの有限要素法解析の結果から、水素の溶解による体積増加量が小さいことが必要であることを見いだしました。
- ・高圧ガスシール用 O リングに使用するゴム材料の候

補材としてエチレンプロピレンゴム (EPDM)、水素化アクリロニトリルブタジエンゴム (HNBR)、シリコンゴム (VMQ) を選定しました。O リング試作の上、品質工学の手法を用いた高圧水素加減圧試験により、O リングの破壊現象に対する O リング設計パラメータや環境条件の影響を解析しました。その結果、材料種、温度、O リング充てん率、減圧速度の影響が顕著であることを見いだしました。これらの結果に基づき、O リング溝設計を含めた高圧ガスシールの最適設計について検討を進めました。

- ・水素配管やガスシール材など水素利用機器・インフラで使用される代表的な樹脂材料について、高圧水素曝露による材料特性への影響を検討しました。現段階ではポリエチレン (PE)、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) について水素溶解量、水素透過量の測定、高圧水素曝露による材料特性への影響評価を実施した結果、水素溶解量はゴム材料に比べて小さく、ゴム材料で見られた高圧水素曝露によるブリスタ破壊などの破壊現象は起こらないことが判明しています。
- ・ゴム材料の高圧水素による劣化を把握するため、高圧水素曝露材料の固体高分解能核磁気共鳴スペクトルを測定しました。その結果、計測したゴム材料 (NBR) は高圧水素曝露による化学的な変化は検出されませんでした。さらに、高圧水素曝露直後の測定を行った結果、ゴム材料中に溶解している水素分子を定量的に検出しました。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ガスシール、ゴム、樹脂、O リング、材料強度、破壊、劣化、核磁気共鳴、品質工学

⑮【糖鎖医工学研究センター】

(Research Center for Medical Glycoscience)

(存続期間：2006.12.1～2012.3.31)

研究センター長：成松 久

副研究センター長：平林 淳

所在地：つくば中央第2、つくば中央第6

人員：15名 (14名)

経費：580,804千円 (238,317千円)

概要：

「研究目的」

糖鎖遺伝子の網羅的発見、糖鎖合成技術、糖鎖構造解析技術の3大基盤技術を開発し、糖鎖科学の幅広い分野において、さらなる基礎的発見・発明を積み重ねるとともに、それらを産業化へ応用する努力を行い、世界的な糖鎖科学研究中核としての基盤をさらに強固なものとする。

ポストゲノム研究としてプロテオーム研究が隆盛を極める中、タンパク質機能の発揮には翻訳後修飾が重要であることにより多く多くの研究者が気づき始めた。タンパク質は、リン酸化、メチル化、硫酸化、そして糖鎖付加などの翻訳後修飾を受けて初めて成熟した機能を持つようになる。その中でも最も複雑な過程が糖鎖修飾である。ゲノム配列が解明され、生命の神秘に迫ったとされたが、かえって新たな謎の存在をクローズアップさせることになった。それが糖鎖である。生体内の多くのタンパク質は糖鎖修飾を受けているが、糖鎖はタンパク質の機能を制御する重要な要素である。生体内で働いているタンパク質の機能を解明し、利用するため、糖鎖とタンパク質を一体として解析するグライコプロテオームにより明らかにされる、すなわち、タンパク質部分は同一であっても付加する糖鎖構造が異なる分子「糖鎖修飾異性体」の概念を基本として研究全体を推進する。

糖鎖科学は、ポストゲノム研究において我が国が優位に立っている数少ない分野の一つであることから、当研究センターはこれまでの糖鎖研究資産を生かして、産業化に繋がる糖鎖工学研究を実施することで、国際的な糖鎖研究のネットワークにおける中核的拠点として研究開発の推進に貢献することを目指している。

「研究手段」

既に終了した NEDO 糖鎖関連遺伝子ライブラリー構築プロジェクト（以下 GG プロジェクト）及び糖鎖エンジニアリングプロジェクト（以下 SG プロジェクト）において中核的研究機関としての役割を果たし、外部からも高く評価される実績を上げてきた。これらの基盤技術を応用面で活用するため、平成18年度より5年間の糖鎖機能活用プロジェクト（以下 MG プロジェクト）を遂行している。特に、医学研究機関との連携を深め、糖鎖疾患バイオマーカーの探索に必須である臨床試料の入手の努力を行った。産総研の第2期中期目標の中では、ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発における貢献を目指しているが、具体的な研究課題は以下に掲げる。

「生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定」は、MG プロジェクトの中心課題として、糖鎖関連の主要な疾患である、がん、免疫、再生医療、感染症、生殖医療の五つを中心に、産業上有用なバイオマーカーの発見を目指して以下の研究を推進している。

- 1) がんの悪性度の指標となる糖鎖構造及びその糖鎖の担体となる糖タンパク質を探索し同定する。糖鎖構造、糖タンパク質を鋭敏に検出する技術を開発し、癌の早期診断、癌の治療方針を可能にする技術を開発している。
- 2) 免疫異常の原因となる糖鎖構造、糖タンパク質を

探索し同定する。特に IgA 腎症は全腎臓病の約半数を占める患者数の多い重篤な疾患であるが、糖鎖不全との関係が示唆されている。病気の原因究明、診断法の確立、有効な治療法の開発を目指している。

3) 再生医療では、幹細胞に特異的な糖鎖構造を探索し同定する。血液幹細胞、神経幹細胞、間葉系幹細胞などを対象とする。

4) 感染症では、病原微生物の結合する糖鎖構造及びその担体となる糖タンパク質・糖脂質を探索し同定する。この結合を阻害する活性などを指標に、将来的には、阻害剤の候補化合物や抗体の開発が期待される。

5) 生殖医療では、精子、卵子の成熟に糖鎖が関与していると考えられ、糖鎖機能不全により不妊が起きると推測している。その原因究明、バイオマーカーの発見、最終的には不妊診断、治療への道をつける。

上記の疾患別研究開発を推進するために必要な技術開発項目を以下に掲げる。

1) 産業上有用な機能を有する糖鎖を生体試料から高効率に分画、同定する技術を確認し、糖鎖マーカーを開発している。

2) これに付随して糖鎖マーカーの精製や診断用糖鎖構造解析等に供される新たな装置を開発している。

3) 疾患の進行に伴い構造変化する糖鎖マーカーは生体内の重要な機能と結びついている可能性が高いため、発見された糖鎖マーカーの生物学的機能を解析することは、疾患の治療手段の開発に繋がる。

4) 質量分析計、レクチンアレイによる構造解析技術の改良に加え、より鋭敏で簡便な基盤技術を開発している。

5) 糖鎖合成技術について、微生物の糖鎖合成機能を再開発している。N 結合型だけでなく、O 結合型糖鎖についても、酵母をヒト型糖鎖合成のためのツールとする。

6) 糖鎖研究のためのデータベース開発は、最重要課題である。糖転移酵素データ (GGDB)、MS スペクトルデータ (GMDB)、レクチン結合データ (LfDB)、糖タンパク質データ (GlycoProtDB)、糖鎖合成データ、糖鎖構造などの糖鎖データベース化を進め、ユーザーに利用されやすいように、他研究機関の糖鎖関連データベースを含め、糖鎖統合データベース (JCGGDB) の構築および公開を行なっている。

「方法論等」

研究センター内での全チームの共同研究体制を最重要視している。チーム間の壁がほとんどない「研究センター全体が一つのチーム」体制により、一丸となって研究を推進している。

本研究センターの特徴として連携戦略班を設置している。本格研究を推進するためには、今まで蓄えた知財・研究リソース（遺伝子、細胞、モデル動物、解析装置、データベース等）は既に膨大な存在となってお

り、それを無駄なく有効に活用する新たな仕組みが必要であり、プロジェクトを推進すると同時に、成果普及を別のマネジメントで行っている。特に、独立行政法人工業所有権情報・研修館との連携で知財プロデューサーを派遣してもらい、出願支援、使用許諾及び共同研究など企業等との契約支援、知財マップ作成など、プロジェクト成果の知財の戦略的な管理、運用を行なっている。また、糖鎖産業技術フォーラム（GLIT）を、産総研-バイオインダストリー協会の包括協定の一環として共催で設立し、100社以上の糖鎖関連企業・団体を集め、成果普及に努めている。一方で、良好な研究環境を構築するためにリスク管理は重要であり、安全講習として、RI 実験実施要領、ヒト由来試料実験倫理、組み換え DNA 実験取り扱い要領、微生物実験取り扱い要領について、さらに知的財産と特許、論文/学会発表における承認基準、産学官連携と各種事業、研究者行動規範など、連携戦略班により研究センター内での独自の教育を行っている。コンプライアンス管理活動として、研究センターは、社会の中で活動している存在であり、研究者以外にさまざまな人々が周囲にいて、それぞれ異なった価値観をもって見られていることを理解することに努めている。研究資金は、MG プロジェクトを中心としており、MG プロジェクトを一致団結して成功させることが本研究センターの最重要ミッションである。しがたって、MG プロジェクトとは別テーマについては、その成果が MG プロジェクトに貢献するような外部資金を推奨している。真に生命科学や糖鎖科学の進展に貢献するかを厳しく吟味し、研究者が情熱を持って取り組んでいる課題や萌芽的研究は、その実施を積極的に支援している。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心イノベーションプログラム/糖鎖機能活用技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「iPS 細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発/iPS 細胞等幹細胞の選別・評価・製造技術等の開発」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「糖鎖修飾情報とその構造解析データの統合（糖鎖科学統合データベースの構築）」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業「病原性原虫による Th1 免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B「細胞機能における糖鎖認識の役割」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 C「糖鎖バイオマーカー探索を目的とした新規シアロ糖ペプチドエンリッチメント法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 C「シアル化糖鎖を介した癌の免疫抑制メカニズムの解明と利用技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 B「新規ヒト内在性レクチン探索と機能解析」

独立行政法人医薬基盤研究所 基礎研究推進事業「プロサポシンによるファブリー病に対する酵素増強薬の開発」

国立大学法人九州大学 戦略的技術開発委託費「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発/植物利用高付加価値植物質製造基盤技術開発」「植物型糖鎖修飾を抑制した植物作出技術開発」

文部科学省 科学研究費補助金 特定領域 「微少転移を標的とする新しい胃癌の再発予防戦略

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究C 「特異的な糖結合活性を持つR型レクチンの糖鎖結合メカニズムの構造生物学的解析」

発 表：誌上発表29件、口頭発表126件、その他4件

糖鎖遺伝子機能解析チーム
(Glycogene Function Team)

研究チーム長：成松 久

(つくば中央第2、第6)

概 要：

1) 糖鎖関連バイオマーカーの開発

これまでの二つの NEDO プロジェクト・糖鎖遺伝子プロジェクトでは、生体内で糖鎖合成の担い手である糖転移酵素など糖鎖遺伝子の全体像が明らかになり、糖鎖構造解析プロジェクトでは、質量分析装置とレクチンを用いて糖鎖の構造解析が可能になりつつある。それらの基盤技術を背景に、糖鎖機能活用プロジェクトでは糖鎖関連バイオマーカーの開発と生体内での糖鎖機能の解明を目指している。糖鎖関連バイオマーカーの基本となる考え方は、「修飾異性体」の検出である。細胞の分化やがん化に伴い糖鎖構造が大きく変化することは以前より知られていた。疾患においては、同じタンパク質であって

も、産生する細胞の状態によってその糖鎖構造が異なることが予想される。我々はこのような根元のタンパク質部分は同じであるが、糖鎖構造が異なる糖タンパク質を修飾異性体と呼んでいる。糖鎖関連バイオマーカーの開発では、グライコプロテオームの概念に基づき、疾患に関連して変化した糖鎖構造をキャリーしているタンパク質を同定し、その糖鎖構造とタンパク質の両方を特定した検出システムを構築することで、特異性の高い疾患マーカーの開発を目指している。肝臓がん・肺がん・大腸がん・膵臓がん・卵巣がんなど数十種類の各種がん由来培養細胞や患者由来生体材料を用いて、がんに関連した糖鎖構造変化を同定し、それら糖鎖のキャリアータンパク質を生化学的手法・レクチンマイクロアレイ・質量分析・IGOT法、糖鎖遺伝子発現プロファイル解析を用いて数多く同定した。その中から様々な知見を基に絞り込みを行い、候補タンパク質に対する抗体と、がん関連糖鎖を認識する抗体あるいはレクチンを用いたサンドイッチ ELISA 測定系を構築し、患者血清を用いた検証試験を始めている。その結果、バイオマーカーとしての応用が期待される修飾異性体を複数同定し、その有用性についての検討を始めている。

2) 糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの作製と解析

これまでの糖鎖の機能解析の多くは、糖鎖改変細胞を用いた細胞生物学的な解析である。糖鎖の担う重要な生体機能の1つは細胞間コミュニケーションであり、生体内でそれを解析するためには糖鎖合成に関連する糖鎖遺伝子を改変した糖鎖改変モデル動物を作製することが必要である。現在までに186個の糖鎖遺伝子が報告されているが、糖鎖機能活用プロジェクトではその中から、糖鎖遺伝子プロジェクトで新規に見出された遺伝子の中で、がん化により遺伝子発現が変化するもの、組織特異的に発現するもの、*in vitro* で機能性糖鎖を合成する糖転移酵素をターゲットにしてノックアウトマウスを作製した。具体的には Le^x (SSEA-1) を合成する FUT9、正常大腸に発現し、がん化により消失するコア3合成酵素、糖タンパク質ホルモン特異的な糖鎖の合成酵素、グリコサミノグリカン合成酵素、ポリラクトサミン合成酵素などである。これらのノックアウトマウスは個体数が確保できたのから順次、生化学的解析、病理解析などの機能解析に移っており、いくつかのマウスではがんの発生する頻度が高いなどの表現型が見出されている。これらのマウスを用いて、疾患において糖鎖が関連する分子メカニズムの解明を進めている。

3) ポリラクトサミン(PLN)合成酵素遺伝子ノックアウトマウスの解析

糖鎖医工学研究センターにて作製された糖鎖遺伝

子ノックアウトマウスの1つである、糖脂質上の PLN の合成に関与する、B1, 3-*N*-アセチルグルコサミン転移酵素5 (*B3gnt5*) ノックアウト(T5KO)マウスを用いて免疫系の表現型を中心にスクリーニング解析を行った。T5KO マウスではラクト/ネオラクト系列糖脂質が欠損しており、この酵素が糖脂質上の PLN 糖鎖の合成を担っていることが明らかにした。T5KO マウス由来のB細胞を解析すると、コレラトキシン毒素 (糖脂質ラフト/Glycosphingolipid-Enriched Microdomain: GEM、のマーカーとして利用) などによる染色性が変化していることから、GEM 構造の何らかの変化が示唆された。BCR や CD19分子は、そのシグナルの伝達の間として、細胞膜上の GEM 構造との関与が示唆されている。そこで、GEM 構造を含めた BCR 関連分子ならびにシグナル伝達などの関連について解析を進めた。抗 IgM 抗体による BCR 刺激を行った後に、GEM 画分を分離して、刺激後の関連分子の挙動についての検討を行った結果、GEM への分子移入に差が見られた。また、刺激時のリン酸化シグナルや細胞増殖応答も亢進することが明らかとなった。T5KO マウスでは野生型マウスに比較して免疫反応性が亢進している事が確認された。以上より、PLN 糖鎖が過剰な免疫反応に抑制的に働いていることが示唆され、PLN 糖鎖が免疫機能において重要な機能を担っていることが明らかとなった。

4) IgA ヒンジペプチドの NMR による構造解析

抗体の一種である IgA1に結合している O-結合型糖鎖が抗体の構造に大きな影響を及ぼしていることを NMR により解析した。IgA1には、分子内の Fab ドメインと Fc ドメインをつなぐヒンジ部に抗体としては珍しいムチン型 O-結合型糖鎖が結合している。今回、そのヒンジ部について安定同位体で標識した19残基のポリペプチド鎖 (ヒンジペプチド) を化学合成し、さらに糖鎖を糖転移酵素により付加、NMR 法により構造解析した。その結果、糖鎖付加によりヒンジ部のプロリン残基のシス/トランス異性化の動的な平衡がトランス型へ顕著に傾き、分子全体として、より均一化した構造になることがわかった。IgA1は、抗体の一種であるが、同時に、IgA 腎症という疾患においては腎糸球体に沈着する主な分子で、ヒンジ部の糖鎖の異常と IgA 腎症の関連が示唆されている。その前提に立てば、本研究の「糖鎖と構造」の解析が IgA 腎症における IgA 沈着のメカニズム解明につながることを期待される。

5) B3GT モチーフを有する複数の糖転移酵素の結晶化と予備的な X 線解析実験

B3GT モチーフを有する糖転移酵素のうち、ガンで発現の更新が認められる G34、B3GnT8および B3GnT2/8ヘテロダイマーの立体構造を決定するた

め、大量精製と結晶化、X線結晶構造解析（高エネルギー加速器研究機構、放射光施設、共同利用実験課題2008G547）を行っている。これらの酵素の基質認識機構の解明さらにはドラッグデザインによる特異的阻害開発を目指す。

6) 酵母を利用した糖鎖及び糖タンパク質合成

出芽酵母によるムチン型糖鎖を有する糖タンパク質の発現系を構築し、MUC1やMUC2ペプチドの生産を行なった。またさらに分子量の大きいムチン型糖ペプチドの生産も可能とした。

糖鎖の大量合成に必要な糖転移酵素を供給するため、酵母による可溶性ヒト糖転移酵素の発現系のブラッシュアップを行なった。特にN-結合型糖鎖の生産に関与する糖転移酵素の大量発現を検討し、実際に天然物からの生産が難しいN-結合型糖鎖の合成を行なった。さらにシアル酸転移酵素の生産系を構築し、非還元末端にシアル酸を付加した糖鎖の生産系を構築した。

7) ヒト糖鎖合成関連遺伝子転写産物の比較相対定量系の開発

19年度までに開発した糖鎖合成関連189遺伝子の転写産物量を同時測定するシステムを用いて、ヒト由来培養細胞などcDNA試料230件について糖鎖遺伝子発現プロファイル測定を実施した。測定作業と並行して、多検体測定データにおける解析手法の開発に着手した。

多検体間比較を実現するためには、検体間での標準化が必要であり、その指標として糖鎖遺伝子発現レベルの平均値を用いることが有用であることを見出した。標準化した発現プロファイルの検体間比較には階層的クラスタリング解析法を導入した。19年度までに開発した糖鎖合成経路上で遺伝子発現レベルを可視化する表示法と組み合わせることで、糖鎖遺伝子発現プロファイルの生物学的解釈への支援を可能にした。

分子医用技術開発チーム

(Molecular Medicine Team)

研究チーム長：池原 譲

(つくば中央第2)

概要：

疾患の発症と進展に関連して、糖鎖構造変化が生じる事が知られている。例えばがん細胞では、カタブラジアを反映したと思われる糖鎖構造が出現するし、腫瘍の発生源となる組織・細胞の分化成熟や化生で出現する糖鎖構造が観察される。この糖鎖構造変化の探索には、レクチンや抗体を用いた組織細胞化学的手法は有用であるが、糖鎖変化の意義を捉えるには不十分である。

我々はグライコプロテオミクスによって明らかとな

る「タンパク部分は同一であっても付加する糖鎖構造が変化した分子」を疾患毎に個々系統的に捉え、同定される当該分子を「糖鎖修飾異性体」と呼ぶことを提唱している。事実、腫瘍化や組織局所の環境を反映して出現・消退する修飾異性体の検出を軸とした臨床検査を構築することで、これまで難しかった「発がんの高リスク群の囲い込みや、肝臓の線維化に代表される慢性進行性疾患の進行度評価」が可能となっている。

分子医用技術開発チームでバイオマーカー探索の他、遺伝子改変マウスを用いた疾患モデルの作成と解析等、糖鎖機能を活用する技術開発を進めている。具体的な実施内容は、A) 糖鎖 NEDO プロジェクトと、B) それ以外にわけられる。B) それ以外では、これまでに確立した糖鎖活用技術をトランスレーションすることを目的として、文科省科学研究費、生研センター受託研究費等の競合的研究資金を獲得して、ドラッグデリバリーや細胞性免疫誘導型ワクチン技術基盤の確立をめざした研究開発の他、大気圧プラズマを活用した治療器具の開発を進めている。

A) 糖鎖 NEDO プロジェクト

1) 臨床検体の収集と病態病理解析システムの構築

分子医用技術開発チームでは、19年度から病態病理解析を担当し、NEDO プロジェクトで収集される臨床検体の保管管理と利用を、適切かつ効果的におこなえる体制で運営を行なっている。臨床研究における倫理指針に従い、コンプライアンスを保って研究開発臨床検体を活用した開発を進めている他、KO マウス等を用いて作成した疾患モデル実験の検体の解析を実施している。

キーワード：病理検査、臨床検体ライブラリー

2) 疾患マーカーの探索とその展開

マーカー探索はセンター横断的に設置された腫瘍マーカー特命班を中心に実施しており、その中から関わりの深い肝疾患マーカーについて、意義と概要を紹介する。

現在の臨床検査は、「生体内物質の量的変動」の検出を基本とする。故に臨床検査は、「量的変動」が顕著に生じる疾病、例えばホルモン産生性腫瘍や大量の細胞が壊れる急性炎症等で、「疾病の診断、治療薬(法)の選択、治療効果判定」に十分な情報をもたらしてくれる。しかし、高齢化社会で問題となる「肝臓や肺の線維化、アルツハイマー病、アスベスト関連疾患、アテローム性血管障害(動脈硬化)等」では、そうではない。実際、これら疾患では、「組織構築の緩やかな消失・置換」を特徴とし、量的変動に帰結する要素は乏しい。病変部ではむしろ、タンパク質の翻訳後修飾(脂質、リン酸、アセチル基等の付加、糖鎖構造変化等)に変化が見られるので、「質的变化」に着目する方が病態の検出には適していると思われる。この点、糖鎖等の翻

訳後修飾の検出や解析技術の発達によって、これに関連したバイオマーカー開発が加速されると、加齢関連疾患の診断や治療指針を大きく変えるような臨床検査が、創出されるであろうと予想される。

我々は最初に、「肝炎に伴って進行する線維化」を測定できる技術開発を実施した。肝炎では治療上、線維化の程度を把握する事が必要となるため、侵襲性の高い生検が施行されている。将来、我々の開発した新規マーカーが実用化されれば、これに代わって、血液検査による評価が主流になると予想される。日本には150~200万人に及ぶ C 型肝炎感染者が存在し、地域の基幹病院で利用できる事も求められるので、汎用器機でもマーカー測定が可能となるように、さらなる開発を進めている。

キーワード：肝炎、線維化

3) 各種疾患における糖鎖病理の解明

胃がんの糖鎖がんマーカーである CA72.4は、がんの産生するシアリル Tn(STn)を測定するものであり、その合成酵素遺伝子はかつて、池原と成松センター長らによって初めて単離同定され、報告されたものである(Ikehara Y. et al Glycobiology 1999)。胃がん患者における STn 抗原検出系の高感度化を目的として、そのキャリア分子の同定をすすめて複数の候補蛋白を決定し、腹腔洗浄液を材料とする腹腔胃がん転移検出システムの構築をおこなった。さらには、他臓器に発生する腫瘍についてもキャリア分子の同定を進め、肺がんの検出に有用である事を見いだしている。また、卵巣腫瘍においても STn 抗原が特定のタンパク上に見いだされることから、その検出システムの開発を進めて、新規な卵巣がん検査法を確立した。

キーワード：胃がん、肺がん、シアリ酸
機能解析チームとの共同実施)

項目 B

4) 糖鎖機能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓

本研究は、NEDO の行う産業技術研究助成事業から池原が助成を得てスタートしたものである。さらに得られた成果を発展させるため、生物系特定産業技術研究支援センターの行う新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業より助成を得て、病原性原虫感染症の克服を目指した、「糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」を実施している。

糖鎖機能を活用するドラッグデリバリーシステムは、リポソームをオリゴマンノースで被覆する事によって作製したリポソーム (OML) を用いて、がん腹腔内転移を標的として抗がん剤を送達できる。さらにはがんワクチン療法に用いると、封入抗

原特異的な細胞性と液性の抗腫瘍免疫を誘導できる。そこでウシの原虫感染症に対するワクチン技術として有用であるかどうかを明らかにするため、まずウシにおける細胞性免疫応答を評価できるシステムを構築した。このシステムは、細胞性免疫が排除エフェクターとなっているウシの各種感染症の病態評価も可能とするもので、標準検査法になりうるものであった。そしてさらに、このシステムを用いる事で、OML を接種した場合も、マウスと同様に封入抗原特異的な細胞性免疫誘導を確認する事に成功している。ウシを用いて得られた一連の結果は、OML 技術を人の治療へトランスレーションできる可能性をさらに強く示唆するものであると考察された。

キーワード：ドラッグデリバリー、ワクチン、評価技術

5) 大気圧プラズマを活用した止血器具の開発

現在、医療用途で発生させるプラズマ (アーク型のアルゴンプラズマ凝固装置) には、使用および安全性のガイドラインが策定されないまま開発がすすみ、診療に用いられている状況があり、医療用プラズマ発生装置開発のガイドラインを制定する必要がある状況にある。またアーク型プラズマを搭載した内視鏡治療では、事故のリスクが広く認識されているため、より安全性の高いグロー型プラズマ発生方式の開発と実用化が期待されている。

エネルギー技術研究部門の榊田創主任研究員と、グロー型プラズマ発生技術をベースとした、安全性の高い新しいタイプの血液止血器具の開発を実施した。開発した発生装置は、高周波凝固装置による止血に比べて組織障害が低く抑える事ができる一方で、静脈性の出血を数秒以内に止血する事ができる。この事は即ち、癒着等の術後合併症のリスクを低く抑える事ができる可能性を有するので、開発した器機は腹腔手術の際に、広く使用される様になると考えている。

キーワード:低侵襲手術、プラズマ、止血

糖鎖分子情報解析チーム

(Glyco-Biomarker Discovery Team)

研究チーム長：亀山 昭彦

(つくば中央第2)

概要：

当チームでは、社会及び臨床ニーズに基づいた糖鎖科学の医療応用を目的として、糖鎖分子に刻まれた癌をはじめとする疾患関連情報の質量分析計による解析を進めている。また、糖鎖の機能や構造を解析するためのユニバーサルなリファレンスとしてヒト型糖鎖ライブラリーの開発を推進し、癌や感染症における機能

糖鎖の発見に挑んでいる。そして、他チームや外部との積極的な連携のもと、センターにおける糖鎖の合成、構造解析、相互作用解析の機能を担うとともに、糖鎖産業の創出を睨んだこれらのイノベーション開発に努めている。

1) 硫酸化糖タンパク質バイオマーカーの探索

腫瘍マーカー候補として期待されながら解析が難しいためにマーカー探索研究から取り残されていた硫酸化糖タンパク質について研究を進めた。昨年度に開発した硫酸基の負電荷を強調するための化学処理法 (SE 法) を利用して、複雑な混合物から硫酸化糖ペプチドを濃縮し、さらに硫酸化糖鎖とペプチド部分に分解した後、それぞれを質量分析計によって解析する方法を開発した。ペプチド部分は SE 法により修飾されているため質量分析での感度が低い。そのため、糖鎖を酵素で外した部分のアミノ酸残基に生じるカルボン酸に 4 級アンモニウムを含む残基を導入し感度を 10 倍向上させた。これを LC-MS/MS で解析することによりタンパク質を同定できた。一方、糖鎖部分は負イオンモードにおける多段階タンデム質量分析により硫酸化部位の同定も可能となった。この手法を肺小細胞がんと非小細胞がんを区別するマーカー探索に応用し、肺小細胞がん細胞株の培養上澄から 3 種の硫酸化糖タンパク質を見出した。また、これらの硫酸化糖鎖の構造、硫酸化糖鎖結合部位をも明らかにした。

2) ムチンバイオマーカーの探索

昨年度開発した分子マトリクス電気泳動法に関する世界初の論文を *Anal.Chem* 誌に発表した。これを活用して、福島医科大学に加えて鹿児島大学医学部とも膵胆肝疾患のマーカー探索を目的とした膵液・胆汁の分析を開始した。さらに、創価大学との共同研究では前立腺がんマーカー候補を見出した。また、分子マトリクス電気泳動を技術的に発展させたアフィニティ分子マトリクス電気泳動法を開発し、特許出願した。

3) 糖鎖の高感度検出法の開発

昨年までに開発した完全メチル化と増感ラベルを組み合わせた高感度検出法では、ナノグラムの試料からスタートすると分析できない。この問題に関する影響要因分析を行い、温度、pH、時間、容量、塩類などの各種反応条件、容器、試薬、吸着に関し、徹底的に最適化を進めた。その結果、1ナノグラム相当のトランスフェリンを原料として、その糖鎖を検出できるレベルまで向上させた。さらに、増感剤の糖鎖結合基をヒドラジドからオキシルアミンに変えた物質を有機化学的に合成した。

4) ヒト型糖鎖ライブラリーの構築と活用

ライブラリー構築については、解析に必要と考えられる糖鎖構造と実際にサンプルの解析を行って行

く上で必要となった N-、O-グリカン、糖脂質糖鎖構造 (300 種程度) について合成及びデータの拡充を行った。また合成した糖鎖を活用した糖鎖アレイ作成について検討した。数種類のモデル糖鎖にて誘導体化・固定化検討を行い、レクチンや抗体を用いて評価した。

レクチン応用開発チーム

(Lectin Application and Analysis Team)

研究チーム長：平林 淳

(つくば中央第2)

概要：

本チームでは、先の NEDO 糖鎖エンジニアリングプロジェクト (SG) で開発したフロントル・アフィニティクロマトグラフィー (FAC) やエバネッセン波励起蛍光検出法に基づくレクチンマイクロアレイなどの糖鎖プロファイリング技術を、産業的に有用なバイオマーカー開発に向け様々な応用展開 (NEDO 「糖鎖機能活用技術開発」プロジェクト) を担っていく役割をもつ。これらの基本戦略に付随して、レクチン製造販売を行なっている企業との共同研究による、新規レクチン探索を含むレクチンライブラリー開発、バイオインフォマティクスに基づくヒト内在性レクチンの新規探索にも挑む。チーム長を除く常勤職員 2 名はそれぞれ、上記レクチン応用開発研究における活用側面 (マーカー開発が主体)、新規レクチン開発を担当するほか、平成 21 年度より新たにスタートした NEDO 「iPS 細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発」において、レクチンマイクロアレイを活用した iPS 細胞等幹細胞の選別・評価技術の開発を、器官発生工学研究ラボ、生命情報工学研究センターとのユニット間連携のもと推進した。さらに、前年に引き続き、イノベーション推進の立場から、上記糖鎖プロファイリング技術の成果普及、社会還元に取り組んだ。主たる平成 21 年度成果として、以下を挙げる。

1) バイオマーカー開発関連研究：マーカー探索と検証におけるレクチンマイクロアレイ周辺技術のブラッシュアップ

NEDO 「糖鎖機能活用技術開発」プロジェクトで主テーマとなる癌などの糖鎖関連バイオマーカー開発に関する集中研業務の一環として、前年に引き続き、各臨床機関から送られてくる組織切片、血清などの臨床検体を、エンリッチ操作によって適宜前処理し、レクチンアレイによる比較解析を行った。エンリッチメント装置の開発は前年度におけるプロタイプ機作製に引き続き、プロジェクト参画企業との連携のもと、これを徹底評価、検証の上、生体試料を用いた作業工程 (プロトコール) の最適化を行った。これまで、糖鎖選別に有効なレクチンや標的タンパク質に対する抗体に着目したエンリッチプロ

トコールを疾患対象ごとに複数種開発している。これに合わせ、多検体処理、装置自動化に向けた改良等も適宜行った。実際に、開発したエンリッチメント技術、抗体オーバーレイ法などのレクチンアレイの応用技術、改良されたデータ解析手法を用いることで、いくつかのがん関連疾患についてバイオマーカー候補分子複数種を採し出した。すでに、一部については学術論文にて公表され、中でも肝細胞がん進行の指標となる肝線維化マーカーについては、癌学会においてセンター長を中心とする研究開発チーム（産総研集中研、ならびに共同研究者）の主要メンバーがプレスリリースを行い、記者会見を行った。

2) 糖鎖プロファイリングによる iPS 細胞等幹細胞選別評価技術開発

上述のレクチンマイクロアレイは疾患バイオマーカー開発ばかりでなく、細胞を標的とする糖鎖プロファイリングにも優位性があることは、20年度末まで行われた NEDO プロジェクト「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発：糖鎖プロファイリングによる幹細胞品質管理、安全評価システムの研究開発（先導研究）」においてすでに示されていた。平成21年度からは、新たに細胞評価技術の対象を iPS 細胞に焦点化した NEDO「iPS 細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発」プロジェクトが発進し、これに糖鎖プロファイリング技術を用いる提案が採択された。本提案は産総研の他のユニットである、器官発生工学研究ラボ（当時、現幹細胞工学研究センター）や生命情報工学研究センター（お台場）とのユニット間連携を含む共同提案であり、iPS 細胞の評価技術の開発から、幹細胞の標準化や未分化メカニズムの解明に挑む。すでに、iPS 細胞の調製や規格化が糖鎖によってより簡便、精密に評価できる可能性が示されており、現時点で実用化にはまだ課題が多いとされる iPS 細胞の産業応用の促進が今後一層進むことが期待される。

3) 内在性レクチン開発関連研究：糖鎖複合体アレイによる簡便・迅速・高感度な糖結合活性検出法の開発と応用

従来レクチン（糖結合タンパク質）の探索には背血球凝集やゲノム情報からの機能予測などが用いられてきた。本研究開発ではヒトゲノムから予想される各種レクチン遺伝子の機能解析の一環として、近年開発した糖鎖複合体アレイを活用し、ヒト新規レクチン開発をハイスループット化することを試みる。その結果、カルシウム要求性（C型）レクチンに属するレクチン候補遺伝子、ないし厳密な糖特異性解析が行われていなかった複数の分子について、これらの活性確認を行うとともに、より詳細な解析をフロントル・アフィニティ分析によって行った。研究成果については、生化学実験データとともに学会、

論文にて発表した（投稿中含む）。上記アレイ技術の有効性が確認されるとともに、今後のレクチン開発の加速化が一層確信され、上記1や2の研究開発につなげる可能性が見えてきた。

グライコプロテオーム解析チーム

(Glycoproteomics Team)

研究チーム長：梶 裕之

(つくば中央第2)

概要：

タンパク質の糖鎖修飾（Glycosylation）は最も広範に生じる翻訳後修飾の1つであり、タンパク質の機能発現に重要な役割を持つことが明らかとなっているが、糖鎖構造は多様かつ不均一なため、タンパク質糖鎖修飾の実態解明や、特定の構造を持つ糖鎖の機能解析などは未だ極めて困難である。糖鎖構造の複雑性は、糖鎖が多数の糖鎖生成関連酵素の協動的ならびに競争的作用により、鋳型非依存的に合成されるために生じる。また未知の機構により、タンパク質ごと、さらには糖鎖付加部位ごとに糖鎖分布が異なる。その結果、糖タンパク質（グライコプロテオーム）は極めて複雑な集団となっている。最近の技術開発によって、主要糖鎖構造の大規模解析（グライコム解析）や、糖タンパク質の網羅的な同定が可能になりつつあるが、糖タンパク質/部位ごとの糖鎖バラエティーやその変化を解析することは難しい。そこで本研究チームでは液体クロマトグラフィー/質量分析法（LC/MS）を基礎としたグライコプロテオーム解析法の開発と現在までに可能となっている解析技術を応用した以下の研究を進めている。

1) 疾患糖鎖バイオマーカーの大規模候補探索

NEDO「糖鎖機能活用技術開発」プロジェクト研究の一環として、がんの糖鎖バイオマーカー候補を大規模に探索することを目的とした研究を進めている。

現在、糖鎖医工学研究センターでは、分泌タンパク質及び膜タンパク質上の糖鎖構造が、産生する細胞の種類によって異なり、また細胞の分化（がん化）に応じて変化する事実を基礎に、新たなマーカー探索法を考案し、チーム横断的に開発を進めている。この戦略は、がん化に伴って出現あるいは顕著に増加する糖鎖（がん性糖鎖）を持つ、組織（細胞）特異的な糖タンパク質を標的とし、タンパク質の質的变化を指標としたものである。

がん性糖鎖構造の情報は、糖鎖遺伝子機能解析チームおよびレクチン応用開発チームとの連携、すなわち、がん細胞における糖鎖合成遺伝子の発現プロファイルと分泌タンパク質の糖鎖プロファイルによって与えられる。これに加え、当チームで実施した代謝標識糖鎖のマルチレクチンクロマトグラフィー分析による糖鎖プロファイルから、がん性糖鎖捕集レクチンを選択する。これを利用し標的がん細胞培養上清より、糖ペプチドを捕集し、IGOT-LC/MS 法でコアペプチド部分

を同定する。各種細胞から候補糖タンパク質リストを作成し、プロファイルと比較することによって、候補タンパク質を絞り込む。

今年度、肺がん鑑別マーカー探索では、6種の細胞株について、3種のレクチンをプローブとして分析し、約650種の糖タンパク質を同定した。プロファイルの比較により、数十の候補を絞り込んだ。この情報を当センター内に設置されたマーカー開発班に提供し、同班において現在確認実験が進められている。同様に、卵巣がん/胃がん/大腸がん鑑別、及び卵巣がん組織型鑑別マーカーの探索においては、細胞株培養上清及び各がん種の患者腹腔洗浄液を試料として分析を進め、これまでに約350種の糖タンパク質を同定し、プロファイル比較による候補選別を進めている。

2) 糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの糖タンパク質解析

タンパク質に結合した糖鎖の構造機能相関を分析することは非常に困難であるが、注目する糖鎖構造の合成を担う糖転移酵素遺伝子をノックアウト(KO)し、その表現型の解析から糖鎖機能を明らかにする、いわゆる逆遺伝学的な手法が一つの有効な手段と考えられている。糖鎖構造と表現型を関連付けるためには、糖転移酵素欠損に伴って生じる糖鎖構造変化の詳細や、その変化がどのタンパク質上で生じているのかを知る必要がある。そこで我々は、糖鎖機能解析法の確立を目的に、個々のタンパク質、個々の部位で生じる糖鎖変化を分析する方法論を開発している。

はじめに野生型(WT)マウスの組織(肝臓)より標的糖転移酵素が合成する糖鎖モチーフを持つ糖ペプチドを、対応する糖鎖に親和性を示すレクチンの固定化カラムを用いて網羅的に捕集し、そのコアタンパク質及び結合部位をIGOT-LC/MS法により同定した。ついでKOマウスの組織より同様に同定された糖タンパク質(部位)と比較し、この酵素がターゲットとしているタンパク質(部位)を決定した。また基質タンパク質の性状などから、糖転移酵素の作用機構について考察した。さらにそれらのタンパク質部位ごとの糖鎖変化を分析するLC/MSを基礎としたグリコフォーム解析法を開発し、代表例を数個、個別解析した。

3) 糖ペプチド糖鎖不均一性解析法の開発

がんやその発症に関連する前がん病変に伴う糖鎖構造変化(質的变化)に注目したバイオマーカー探索が進められている。この過程で、マーカー候補糖タンパク質上の糖鎖構造が、病態に伴って変化していることを確認しなければならない。そこで、特定のタンパク質上の糖鎖構造の変化を簡便に検出する手法の開発を目的に以下の実験を行っている。ペプチド部分は同一であるが、結合している糖鎖構造が不均一な糖ペプチド群を逆相LC/MS法で分析すると、糖鎖を構成する単糖の組成を反映した階段状のスペクトルが得られ、ペプチド部分の構造が既知あるいは推測可能であれば、ペプチドとその糖鎖組成の情報が判明し、このスペクトルパターンを比較すれば、タンパク質上のどの部位の糖鎖組成がどう変

わったかを検出することができる。今年度は、1分子中に5カ所の糖鎖付加部位を持ち、二つの配列アイソマーが共存するモデル糖タンパク質混合物をトリプシン消化し、LC/MS分析した。この複雑なスペクトルパターンより糖ペプチドのシグナルを選択的に抽出し、それらのコアペプチドと糖鎖組成を自動的に検出するプログラムセットの条件を至適化し、両アイソマーについて糖鎖付加部位ごとの糖鎖組成情報を得た。このモデル糖タンパク質について、さらにこのタンパク質分析の微量化条件の至適化を進めた。

⑩【新燃料自動車技術研究センター】

(Research Center for New Fuels and Vehicle Technology)

(存続期間：2007.4.1～2014.3.31)

研究センター長：後藤 新一

副研究センター長：濱田 秀昭

所在地：つくば東、つくば中央第5、つくば西

人員：15名(14名)

経費：397,734千円(224,448千円)

概要：

1. ミッション

本研究センターは、新燃料及び新燃料を使用する自動車技術を普及させ運輸部門の石油依存度の低減に貢献すること、及びクリーンな排出ガスとCO₂削減を目指した自動車燃費の大幅な向上を目的とする。そのため、2009年のポスト新長期排出ガス規制、次いで2015年を目標とする新燃費規制、さらには2030年の運輸部門の石油依存度を80%に下げる国家戦略目標達成に向け、自動車業界との連携のもとに、社会ニーズ対応の本格研究を実施している。本研究センターの具体的なミッションは以下の3項目である。

- 1) 新燃料及び自動車に関する先端的技術として、新燃料製造技術、新燃料燃焼技術、新燃料燃費・排出ガス対策技術、新燃料計測評価技術の革新的技術を開発する。
- 2) 新燃料及び排出ガス評価・計測方法の規格化・標準化を支援する。
- 3) 我が国とアジアなどの諸外国の研究人材・技術者の育成を目指し、国際共同研究等を実施し、人材の受け入れや派遣による人材育成ネットワークの構築を行う。

2. 運営・体制

上記ミッションを遂行するため、ユニット内の各基盤技術(燃料製造技術、エンジン・燃焼技術、新燃料燃費・排出ガス対策技術、計測評価技術)を進化させるとともに、その技術を実用化に繋げる本格研究を実施しており、特に、企業との共同により、

新燃料製造技術と新燃料利用自動車技術の双方の実用化・製品化に重点を置いている。この際、燃料製造から、エンジン燃焼、排出ガス処理及び計測までの流れを研究の柱として、有機的に各チームの協力を推進している。

さらに、本研究センターは、業界及び行政的ニーズを的確に把握するため、産業界・政策当局等から構成されるアドバイザリーボードをセンター内に設置し、センター活動の方針を策定・修正しつつ研究経営を行っている。また、共通の社会ニーズを有している海外国立研究機関とも連携を図り、先導的課題に係る国際共同研究や新燃料規格化等の基盤整備支援を実施している。

新燃料自動車技術は多くの技術分野の統合技術であることから、他ユニットの活動とも密接な連携が必須であり、関連他ユニットとの協力（バイオマス研究センター、エネルギー技術研究部門等）を推進している。また、ディーゼルシステム連携研究体のシャシダイナモを中心とした大型設備はメーカへも開放しており、自動車工業会とも連携を進めている。

3. 主要研究項目

本研究センターでは、新燃料製造技術と新燃料を利用する自動車技術の双方の実用化を目指すとともに、研究成果を総合し、新燃料の普及の前提となる国内外の規格作りに貢献している。主要研究項目は下記の通りである。

1) 新燃料製造技術

低燃費化（省石油化）が期待できる石油系燃料の高品質化、および、輸送用燃料の石油代替が期待できるバイオ燃料などの新燃料製造の核心技術となる触媒技術の研究開発を行う。

2) 新燃料燃焼技術

従来の燃焼技術の新燃料への適応化技術、燃料設計と新燃焼技術を合わせた革新的次世代低公害エンジン技術、新着火技術について研究開発を行う。

3) 新燃料燃費・排出ガス対策技術

多機能型触媒コンバータの研究開発、NO_xなどの有害物質に対する高性能後処理触媒の研究開発、さらに、後処理触媒の白金族金属の代替や使用量低減を目指す研究開発に取り組む。

4) 新燃料計測評価技術

導入が予定されている各規制に対応して、軽油等従来燃料を対象に確立されてきた計測評価技術に及ぼす新燃料の影響評価と対応策の検討を行う。

5) 新燃料規格化支援

製造技術、燃焼技術及び燃費・排出ガス対策技術それぞれの基盤研究成果を基に、新燃料の規格化に必要な情報の整理、国際規格やアジア地域の規格、国内規格を含めた、規格化に関する支援を

行う。

4. 人材育成

ミッションのひとつとして、我が国と諸外国の研究人材・技術者の育成を掲げており、そのため、国際共同研究、人材育成プログラム、燃料規格の国際調和などを通じて人材育成を実施している。具体的には、タイの研究機関とのバイオ燃料の国際共同研究、フランスの研究機関との燃料製造や排出ガス処理触媒に関する国際共同研究、JICA プログラムによる人材受入、東アジアサミットの決議によるアジア各国の専門家とのバイオ燃料の標準化ワーキングを実施している。

外部資金：

・沖縄県宮古島市 平成21年度地域経営推進事業調査図書情報システム及びバイオコミュニティバス導入による地域中継機能強化事業

・経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き））補正予算 液化ガス用加熱気化装置の研究開発

・経済産業省 基準認証研究開発委託費 平成21年度基準認証研究開発委託費（国際標準共同研究開発事業：ジメチルエーテル（DME）燃料に関する標準化）

・環境省 地球環境保全等試験研究費
平成21・04・01財産第124号 CO₂排出低減に資するバイオディーゼル燃料の高品質化技術

・環境省 地球環境保全等試験研究費
平成21・04・01財産第124号 ディーゼル特殊自動車排出ガス浄化のための多機能一体型コンバータに関する研究

・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
バイオマスエネルギー先導技術開発 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）／バイオ燃料の品質規格及び計量標準に関する研究開発

・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発 希少金属代替材料開発プロジェクト（対象鉱種追加分／⑥排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発／ディーゼル排ガス浄化触媒の白金族使用量低減化技術の開発

・独立行政法人科学技術振興機構 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 ジャトロファからの高品質輸送用燃料製造・利用技術（非食糧系バイオマスの輸送用燃料

化基盤技術)

・ERIA「東アジア・アセアン経済研究センター (ERIA)」 東アジアにおけるバイオディーゼル燃料の基準調和

・環境省 平成21年度循環型社会形成推進科学研究事業 (廃棄物処理等科学研究費) 廃油脂類を原料とした動脈静脈連携型の次世代バイオディーゼル燃料製造技術の開発と評価

発 表：誌上発表42件、口頭発表65件、その他7件

新燃料燃焼チーム

(Combustion and Engine Research Team)

研究チーム長：後藤 新一

(つくば東)

概 要：

エネルギーの多様化と環境保全の観点から、(1)新燃料エンジンシステム技術、(2)次世代大型ディーゼルエンジンの高効率化と排気ガス低減技術に関する研究開発を実施し、民生・運輸分野における動力利用システムの石油依存度軽減、高効率化並びにクリーン化技術の実現を目指している。また、得られた成果や各種検証試験データの蓄積により(3)新燃料の標準化を推進する。具体的には、(1)新燃料利用システムの実用化研究開発では、バイオ燃料、DME、GTL などの高効率低公害なエンジンシステムの研究開発として、DME 自動車の走行試験や CO₂低減に資する DME ディーゼルエンジン試験研究、産業機械分野におけるバイオディーゼル燃料 (FAME) 混合利用の検討などを実施している。(2)エンジン等燃焼技術に関する基盤研究では、高精度バーチャルエンジンシステムの研究や液化ガス対応潤滑性評価方法の検討、CNG-軽油デュアルフューエル等燃焼技術開発、アフターパーツ DPF の研究開発などの共同研究を推進し、萌芽的技術の発掘による新たなエンジンシステム開発の可能性を追求している。(3)新燃料標準化研究開発では、自動車用 DME 燃料の国内外標準化や東アジア地域におけるバイオディーゼル燃料の基準調和、バイオ燃料の品質及び計量標準など、国内外標準化を推進している。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 5、テーマ題目

6

新燃料製造チーム

(Hydrotreating Catalysis Team)

研究チーム長：葭村 雄二

(つくば中央第5)

概 要：

燃料製造チームでは、輸送用燃料の石油依存度低減

に貢献するため、燃焼改善や排出ガス処理装置への負荷低減等により低燃費化 (省石油化) が期待できる既存石油系燃料の高品質化技術、並びにバイオディーゼル等の導入・普及により直接的に輸送用燃料の石油代替が期待できる新燃料製造技術の研究開発を行っている。前者の石油系燃料の超クリーン化用触媒技術では、サルファーフリー (硫黄<10ppm) 燃料製造触媒の実用化・普及を目指すとともに、環境適合性が高く将来燃料として期待されている低芳香族燃料やゼロサルファー (硫黄量<2ppm) 燃料を製造可能な革新的石油精製触媒の開発を行っている。後者の新燃料の製造技術並びに環境適合化技術では、各種油糧作物等を原料とし酸化安定性や熱安定性向上等に優れたバイオディーゼル燃料を製造・高品質化する触媒技術を開発すると共に、非食糧系バイオマス等を原料とし環境適合性の高い高品質新燃料を製造する触媒技術を構築している。更に、得られた燃料のエンジン評価や排出ガス特性評価等を通して、新燃料の普及に不可欠な規格化を支援している。これらの研究に加え、国際共同研究を通して、我が国とアジア諸国などの諸外国の研究人材・技術者の育成にも貢献している。

研究テーマ：テーマ題目 1

省エネルギーシステムチーム

(Energy-saving System Team)

研究チーム長：小淵 存

(つくば西)

概 要：

本チームは、触媒性能向上および触媒反応工学的な技術により、自動車に係わる省エネルギー性、省資源性に優れた触媒反応プロセス及びシステムの開発を目指している。このため、1)触媒反応と自己熱交換 (熱回収) 機能を備えたコンパクトな自己熱交換式触媒リアクタ技術、さらにはフィルタ機能をはじめとする他の機能を併せ持つ多機能複合型の触媒リアクタ技術の開発、2)資源的に稀少な白金族金属を使用する触媒について、その性能向上による白金族金属の使用量低減技術の開発、に取り組んでいる。今年度は、1)について、石油系を含む多様な新燃料を燃焼させた際の排出ガスの高度浄化を可能とするため、コンバータ温度を浄化プロセスに最適な値に制御するための自己熱交換式コンバータの開発に取り組んだ。特に、ディーゼルエンジンから排出される窒素酸化物 (NO_x) の選択還元プロセス、および粒子状物質 (PM) を捕集、焼却するためのディーゼルパティキュレートフィルタ (DPF) システムへの応用の可能性を検討した。2)については、バイオマス燃料に対する白金族触媒の酸化活性を調べるとともに、新たにディーゼル酸化触媒および DPF 用触媒における白金族金属低減に関するプロジェクトに取り組ん

だ。

研究テーマ：テーマ題目 3

排出ガス浄化チーム

(Emission Control and Catalysis Team)

研究チーム長：佐々木 基

(つくば中央第5)

概要：

本チームは、自動車等移動排出源からの排出ガスの後処理浄化を目標に、排出ガス浄化触媒の高機能化・高性能化に取り組んでいる。近年の排出ガスに対する厳しい規制に対応する必要がある自動車排出ガス触媒については、触媒の性能を維持しつつ活性種貴金属付近の高度設計に基づき白金族金属使用量を低減した触媒を開発することを目指している。ガソリン車用の排出ガス浄化触媒（三元触媒）としては、資源量・コストの面から有効利用が期待されるパラジウムに着目し、その触媒活性に対する担体や添加物の効果などの詳細な検討を行っている。ディーゼル車用の排出ガス浄化触媒については、白金族金属使用量を低減した酸化触媒の開発を目指して、NOの酸化機能向上を中心に検討を行っている。また、近い将来排出ガスの規制が予定されている特殊自動車からの排出ガスについては、スペース・エンジン制御に厳しい制限がある特殊自動車の特性を考慮した排出ガス浄化触媒の開発を目指し、燃料由来成分を還元剤とする NO 選択還元触媒（燃料由来 SCR 触媒）を探索し、それを利用した触媒システムの開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4

計測評価チーム

(Measurement and Evaluation Team)

研究チーム長：古谷 博秀

(つくば東)

概要：

計測評価チームでは、ディーゼル車両から排出される粒子状物質の評価技術について、これまで計測標準研究部門と連携し、エアロゾル粒子質量分析器 (Aerosol Particle Mass Analyzer; APM) を用いて PM 粒子質量を直接かつ実用的に測定する手法について研究開発を実施してきた。平成21年度においては、バイオ燃料利用時にこの技術を応用する場合の課題抽出を目的として、コモンレール式の小型ディーゼルエンジンにジェットロファ BDF を燃料として利用し、この時の粒子状物質の計測、評価を粒子状物質計測プログラム：PMP が推奨する粒子状物質個数計測装置と組み合わせで実施した。更に、新しい着火燃焼技術としてレーザ着火の研究開発を三井造船（株）と共同実施し、小型のディーゼルエンジンを改造したガスエンジンにレーザ着火を応用し、希薄限界が

拡大され NO_x の排出が低減することを示した。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 5、テーマ題目 6

[テーマ題目 1] 新燃料製造技術の研究

[研究代表者] 葭村 雄二（新燃料製造チーム）

[研究担当者] 葭村 雄二、鳥羽 誠、望月 剛久、阿部 容子、佐藤 浩代、松元 雄介（常勤職員2名、他4名）

[研究内容]

既存の石油系輸送用燃料のクリーン化、特に低硫黄化は、自動車排出ガス処理装置に用いられている貴金属触媒や NO_x 吸蔵還元触媒の長寿命化に有効であり、触媒酸化再生時の燃料使用による燃費悪化の改善が期待できる。このため、我が国ではサルファーフリー (S<10ppm) ガソリンや軽油が供給されているが、製油所でのサルファーフリー化処理をより温和な条件下で達成できる長寿命脱硫触媒に対するニーズは依然として高い。また、将来の更なる燃料高品質化技術、例えばゼロサルファー化 (S<2ppm) や低芳香族化を温和な反応条件下で可能にする触媒技術の事前構築に対する期待も高い。一方、運輸部門からの CO₂ 低減対策として、バイオマス由来輸送用燃料の導入へのニーズが急速に高まっており、食糧と競合しない未利用非食糧系バイオマス資源からの高品質輸送用燃料の製造を可能にする技術構築が求められている。このため、新燃料製造技術の研究では、高品質石油系燃料の製造技術、並びにバイオ系新燃料の製造・高品質化技術のキーテクノロジーである触媒技術に着目し、その基盤技術構築と本格研究を通して、最終的には都市環境と地球環境に優しい輸送用燃料の社会への提供・普及に貢献することを目的とする。

本年度は、高品質石油系燃料の製造技術中で軽油のサルファーフリー化用脱硫触媒の実用化開発を企業との共同研究の中でを行い、サルファーフリー軽油 (S<10ppm) 製造用に開発した CoMo 系脱硫触媒の長期寿命試験を行なった。この結果、同開発触媒（日揮触媒化製株式会社商品名：LX-NC10）が5000時間以上にわたり安定した脱硫性能を発揮し、活性安定域の活性低下速度が約1.2℃/月であり、また従来型触媒に比べ約10℃以上の低温活性を有することが実証された。更に、反応使用済み脱硫触媒の詳細解析を行った結果、使用済み触媒上では、新触媒と同様に、担体上に担持された MoS₂ 微粒子相が低積層かつ高分散状態に維持されていることが確認された。開発触媒を用いた場合、反応条件の過酷化（反応温度増加）により、更なる硫黄分の低減 (S<2ppm) も可能であることを見出した。従来型石油系燃料の高品質化改質の研究の中で、サルファーフリー軽油中の硫黄分や芳香族分の更なる低減化研究を行い、産総研開発の PdPt/Yb-USY ゼオライト系触媒を用いれば、硫黄分<1ppm、芳香族分<1wt%の高水素/炭素原子比

(H/C)の燃料油を製造できることを見出した。高 H/C 比の燃料油は、エンジン排出ガス中の PM 低減や燃焼触媒の負荷低減に有効であり、今後の高品質燃料油製造に向けた触媒設計指針を取得できた。

一方、バイオ系新燃料の製造・高品質化技術の中で、油糧作物のトランスメチルエステル化から得られる脂肪酸メチルエステル (FAME) 型バイオディーゼル燃料 (BDF) の高品質化技術の開発を行った。FAME 型バイオディーゼルでは含有される多価不飽和脂肪酸メチルが酸化され易く、腐食性の有る低級有機酸や重合体であるスラッジ等を生成しやすい欠点がある。このため、東アジアサミット推奨の BDF 品質 ((EEBS):2008) や日米欧の自動車工業会が提案する世界燃料憲章(WWFC)の BDF 品質では、BDF の酸化安定性が強化されている (ランシマツ法による酸化安定性誘導時間が従来の6時間から10時間に強化)。この酸化安定性強化に対応すべく検討を行った結果、高水素化能を有する貴金属系触媒を用いることにより、高圧ガス保安法適用外の低水素圧条件下、温和な反応温度条件下で BDF の部分水素化が可能となり、東アジアサミット推奨の BDF 酸化安定性を確保できることが分かった。実機による部分水素化を想定して、多量に水素化処理しうる反応方式として、攪拌槽型流通式反応装置による廃食用油 FAME の水素化処理を検討した。バッチ式と同様の触媒量では十分水素化を行うことができず、Rancimat 試験による酸化安定性も5.0時間と欧州規格 (6時間以上) をクリアできなかったが、触媒量を2倍量に増やすことにより、東アジアサミット推奨品質 (10時間以上) をクリアする酸化安定性13時間以上の生成油を定常的に得ることができた。一方、資源の多様化の観点から、多不飽和脂肪酸を高濃度に含む魚油バイオディーゼルの熱安定性および水素化処理による高品質化を検討した。窒素中、250℃で魚油バイオディーゼルの熱劣化試験を行ったところ、3価以上の多不飽和脂肪酸エステルで劣化挙動が見られた。魚油バイオディーゼルの水素化処理により、多不飽和脂肪酸エステルは選択的に水素化されたが、植物油系のバイオディーゼルの水素化と同じ条件では反応が遅く、反応条件の最適化が必要であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】輸送用燃料、バイオ系新燃料、高品質化触媒、脱硫触媒、サルファーフリー、低芳香族、バイオディーゼル、燃料品質確保

【テーマ題目2】新燃料燃焼技術の研究

【研究代表者】後藤 新一 (新燃料燃焼チーム)

【研究担当者】後藤 新一、小熊 光晴、辻村 拓、広津 敏博、古谷 博秀、日暮 一昭、田中 亜紀子、高岡 丈士、野内 忠則、貝塚 昌芳、

阿久津 将之、佐々木 利幸、喜多 郭二、河野 義善、葛田 公仁、菅野 健、岩品 智也、島田 亮、村松 雄也、青柳 賢司、松丸 陽子 (常勤職員4名、他17名)

【研究内容】

バイオ燃料やジメチルエーテル (DME) など新燃料の物理的・化学的特性は、軽油やガソリンなど従来の化石燃料のそれと相違することが多く、新燃料の持つポテンシャルや特性を最大限引き出し低公害性と高効率性を同時に達成するためには、それぞれの新燃料に対して適切な燃焼技術及び利用システム技術が必要である。本テーマでは、各種新燃料に対する燃焼技術開発及び利用システム技術の最適化と共に、燃料設計と新燃焼技術を融合した革新的次世代低公害エンジン技術やレーザ着火を中心とした新着火技術などに関する研究開発を行い、実用化を目指す。

1) 新燃料利用システム技術

いすゞ中央研究所の開発した小型 DME トラックの走行試験を継続し、耐久性に関する大きなトラブル無く総走行距離10万 km を達成した。また、10万 km 走行後の排出ガス性能評価を行い、DME 自動車の車両構造基準制定に貢献した。

将来的に需要が見込まれる非食用系のバイオディーゼル燃料 (ジャトロファ油メチルエステル) について、産業用エンジンに高圧噴射が可能な蓄圧式燃料噴射系を装備し、国内軽油及び高濃度バイオディーゼル燃料の排出ガス特性を把握した。特に排出ガス中の粒子状物質について、次期規制に向けて導入検討されている粒子数濃度の計測も実施した。

自動車用 DME 燃料標準化を目標に、不純物が DME の潤滑性に及ぼす影響を評価した。その結果、蒸留が不十分な製造工程や、流通過程で混入する可能性のある水分は、DME の潤滑性を低下させる可能性が大きいことを明確にした。

2) エンジン等燃焼技術に関する基盤研究

EGR による NOx 低減作用を単気筒試験エンジンで検討した。その結果、酸素濃度を変更した窒素/酸素をエンジンへ供給した場合、NOx 排出量は吸気中の酸素濃度に対して一義的に変化することが分かった。また過給による燃焼改良策を検討した結果、過給によりスモーク抑制、静音化、高出力化が得られることが明らかになった。

3) 新燃料着火技術

新しい着火燃焼制御技術として、レーザによる着火技術について研究開発を行っている。レーザによる着火は非接触であるだけでなく、高圧中や希薄な予混合気中で安定して着火を制御できる可能性を持つことが分かっており、将来の高効率エンジンの着火デバイスとして注目されている。平成21年度においては、三井造船 (株)

との共同研究において、小型のディーゼルエンジンを改造してガスエンジンの試作機を製造し、このエンジンに実際にレーザで着火を制御する手法を応用した。この試験の結果、プラグと比較して安定して着火を制御可能であること、希薄限界が拡大され、希薄化による燃焼の悪化が顕著になる前でも NOx の排出を低減させることが出来ることを示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 予混合圧縮着火燃焼、PCI 燃焼、
バイオ燃料、バイオディーゼル燃料、
ジメチルエーテル、DME、レーザ着火

〔テーマ題目3〕 燃費対策技術の研究

〔研究代表者〕 小渕 存
(省エネルギーシステムチーム)

〔研究担当者〕 小渕 存、内澤 潤子、難波 哲哉、
大井 明彦、益川 章一、飯島 広子、
飯島 則夫
(常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

本研究は、自動車排ガスコンバータあるいは低濃度の揮発性有機化合物 (VOC) 分解のための触媒燃焼処理装置などにおいて、触媒反応と自己熱交換 (熱回収) 機能を備えた、コンパクトな自己熱交換式触媒リアクタを創出することを目標としている。今年度は、前年度から検討を始めた熱交換部一触媒部分離形の熱回収型コンバータについて、熱回収性能と圧力損失のトレードオフを考慮した最適化や熱交換部の流路改良に関する検討を行った。

排気量 2~3L のガソリン車およびディーゼル車の排ガスを浄化処理できるスケールの自己熱交換式コンバータ (総体積約 13L) を 2 種類試作した。ともに触媒室として同寸法の往路ダクト 2 ヶ所 (左右)、復路ダクト 1 ヶ所を有する。両試作器の違いは熱交換部の内部構造にある。一方は、これまで検討したのと同様に、触媒室と 1:1 に対応した熱交換部の往路出口部と復路入り口部を持つ形態 (従来型) である。他方は、熱交換流路内での流れをより完全対向流に近くするように工夫されている (新型、特許申請中)。これら試作器の性能試験として、復路ダクトに Pt/Al₂O₃ をウォッシュコートした直方体ハニカムを収納して、室温空気あるいはディーゼルエンジン排ガスで希釈した H₂ の触媒燃焼による自己熱交換性能および圧力損失データの取得を行った。その結果、従来型試作器では、室温空気希釈した H₂ の触媒燃焼において、流量 500L/min で、熱回収率 75%、圧力損失 44mmAq の性能が得られた。一方、新型試作器についても同様の性能試験を行った結果、熱回収率 74%、圧力損失 37mmAq の性能が得られた。すなわち、新型により、熱回収性能をそれほど損なうことなく圧力損失を改善することができた。新型試作器については、

さらに排気量 2.2L のディーゼル車排ガス全量に希釈した H₂ の触媒燃焼による性能試験を行った。排ガス流量約 1400L/min の条件で、熱回収率は 71%となった。また、これをもとに熱交換部の熱通過率を試算した結果、78W/K と見積もられた。設計の理論値 135W/K には及ばないものの、実用的に効果を発揮できる高い熱回収性能が得られたと言える。さらに、試験ディーゼル車の燃料消費率と補助加熱に必要なエネルギーを比較した結果、処理排ガス温度が 127°C というかなりの低温の場合でも、コンバータ内部の触媒室を各種の排ガス浄化反応を容易に行うことが可能な 300°C まで上昇させるのに要する燃費悪化率は、3%程度にとどまるものと見積もられた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 自動車、排出ガス浄化、コンバータ、
触媒、熱回収、省エネルギー、燃費

〔テーマ題目4〕 排出ガス対策技術の研究

〔研究代表者〕 濱田 秀昭
(副研究センター長)

〔研究担当者〕 濱田 秀昭、佐々木 基、鈴木 邦夫、
Asima Sultana、佐藤 直子、
千葉 晃嗣、青木 直也、羽田 政明、
金田一 嘉昭
(常勤職員4名、他5名)

〔研究内容〕

自動車の窒素酸化物 (NOx) 等に対する排出ガス規制は、近年段階的に厳しくなっており、対策である NOx 浄化触媒の性能向上のため、資源制約の大きい白金やロジウム等白金族金属の使用量が増加していることが問題となっている。今後自動車の発展途上国への普及を考えると、持続的な発展のためには、浄化性能を維持しつつ白金族金属の使用量を大幅に低減する必要がある。本研究開発では、将来需給の逼迫が予想される白金族金属の低減を目指し、排出ガス処理触媒に使用される白金族金属の使用量を低減した触媒の開発を行う。具体的にはガソリン車用三元触媒におけるパラジウム使用量低減技術の開発およびディーゼル車用酸化触媒における白金使用量低減技術の開発を行う。また、近い将来規制が予定されている特殊自動車からの排出ガスへの適用を目的として、未燃成分や燃料由来の還元剤を利用する高効率 NOx 除去触媒 (燃料由来 SCR 触媒) を開発する。

1) 白金族金属低減・代替触媒技術の開発

三元触媒において特に低温酸化における必須金属成分であるパラジウムの使用量を低減した触媒を開発するため、実用的に重要なエージング処理後の触媒特性に着目し、性能評価と活性制御因子を明らかにするための検討を行った。具体的には 1000°C でのエージング処理後の Pd/CeO₂ 系触媒の触媒反応特性を、担体組成・担体の表面修飾および構造化という側面から検討した。担体の組成はエージング後の触媒活性に大きく影響し、担体表面

積・分散度等がそれに伴って変化し、活性との間に相関が認められた。また、添加物については、エージング処理によって飛散してしまい効果のない成分が多いが、検討した触媒の中ではアルカリ土類金属を添加した場合に活性の改善がみられ、Mg の添加で最も高い NO 還元活性を示し、活性成分である Pd イオン種の安定化と関連していることを見出した。構造化については担体調製時にかさ高い有機物を含有させ細孔の形成を図ったが、調製は成功したもののエージング処理によってほとんどの細孔が閉塞したため大きな改善は認められなかった。

ディーゼル酸化触媒については、酸化触媒中の白金の使用量を低減するために、種々の担体に白金を含浸した触媒を調製し、分散度・表面積等の基礎物性やエージング処理に対する影響などについて検討した。ZrO₂、Al₂O₃ を担体とした場合調製時の白金分散度が高いが、エージング処理により大きく分散度は低下した。一方、CeO₂ を担体とした触媒は調製時の分散度はそれほど高くないが、エージング処理後の分散度にあまり低下が認められず、耐久性をもった白金の微粒子担持には CeO₂ を担体とすることが有望であることが予想された。しかし、これらの触媒について NO 酸化特性を中心に触媒反応評価を行ったところ、白金分散度・担体表面積などの因子と触媒活性に明確な相関がなく、必ずしも白金が微粒子分散できれば活性を有するわけではないことが見出された。引き続き、エージング処理後に高い酸化活性を有する触媒を探索するとともに、反応の支配因子を検討しているところである。

2) 燃料由来還元剤を用いた NO_x 還元(燃料由来 SCR)触媒の開発

燃料に由来する還元成分(燃料の一部、CO など)を NO_x の還元剤として利用する反応(燃料由来 SCR)プロセスおよびそのための触媒を検討した。軽油のモデル物質であるデカンを還元剤として用い、NO_x 選択還元触媒の探索を行ったところ、銀/アルミナ触媒(Ag/Al₂O₃)と銅 ZSM-5触媒(Cu/HZSM-5)が比較的高い NO 転化率を示すことを見出した。これら二つの触媒は、副生物の生成挙動が異なっており異なる触媒作用を持っていることが推定された。2種類の触媒を混合して用いたところ、最高47%の NO 転化率が得られることを見出した。また、尿素水を用いる選択還元(NH₃-SCR)と燃料由来 SCR の両方に活性な触媒、あるいはそれぞれの反応に活性なものを複合した触媒の開発を行っている。本システムに用いる尿素 SCR 触媒として有望な Cu/ZSM-5 について活性発現の要因を検討し、Cu イオン種を安定化することが活性発現に重要であることを見出し、ナトリウムイオンを共存させることで Cu イオン種を安定化できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】炭化水素、酸化、窒素酸化物、触媒システム、三元触媒、酸化触媒、

貴金属

【テーマ題目5】新燃料計測評価技術の研究

【研究代表者】古谷 博秀

(計測評価チーム)

【研究担当者】古谷 博秀、篠崎 修、笠木 久美子、
小熊 光晴、辻村 拓

(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

近年自動車に対する排出ガス規制は非常に厳しく、さらに、ポスト新長期規制(平成21年)においては、ディーゼル自動車においてもガソリン自動車並みのクリーンさが求められている。特に、これまでディーゼル自動車の粒子状物質の排出を評価する手法としては、フィルタ捕集による粒子状物質の重量計測で評価を行ってきたが、最新のヨーロッパの規制では、粒子の個数による規制が導入され、日本においても粒子状物質の個数で規制することが検討されている。しかしながら、PM 粒子の個数濃度計測については、これまでの重量法に対するキログラム原器のような絶対的な基準がなく、環境基準などは、やはり重量を基準としていることから、その校正技術、および、重量との関連性を明確にすることが急務となっている。また、新燃料の市場導入に際しては、軽油等従来燃料を対象に確立されてきた従来の計測評価技術の新燃料評価への適合性を検証し確立することが極めて重要である。

計測評価チームでは、ディーゼル車両から排出される粒子状物質の評価技術について、これまで計測標準研究部門と連携し、エアロゾル粒子質量分析器(Aerosol Particle Mass Analyzer: APM)を用いて PM 粒子質量を直接かつ実用的に測定する手法について研究開発を実施してきた。

平成21年度においては、バイオ燃料利用時にこの技術を応用する場合の課題抽出を目的として、コモンレール式の小型ディーゼルエンジンにジャトロファ BDF を燃料として利用し、この時の粒子状物質の計測、評価を粒子状物質計測プログラム:PMP が推奨する粒子状物質個数計測装置と組み合わせで実施した。実験では、粒子状物質個数計測装置の CPC (粒子カウンター) に並列に SMPS (粒子径分布測定装置) や APM (粒子質量測定装置) を取り付けその変化を見た。粒子状物質個数計測装置のエバポレータ(揮発成分蒸発装置)の温度の影響を調べるため、その温度を120℃、300℃、400℃として測定を行った。エンジン条件は1200rpm、25%負荷でとした。

ジャトロファ BDF 利用時の PM の粒径分布は、軽油と比較すると小さい側となり、エバポレータ温度の上昇と共に PM 個数濃度は僅かに減少したが、ピーク粒子径の移行変化は余り見られない。PM 有効密度計測では、ジャトロファ BDF 使用時に、エバポレータ温度が

120℃ときのみ違いが見られ、他の温度条件下ではほぼ同様な有効密度の値を示す結果となった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 自動車、排出ガス、燃費

〔テーマ題目6〕 新燃料規格化支援

〔研究代表者〕 後藤 新一（新燃料燃焼チーム）

〔研究担当者〕 後藤 新一、小熊 光晴、古谷 博秀、
広津 敏博、日暮 一昭、
佐々木 利幸、喜多 郭二、
河野 義善、田中 亜紀子、
高岡 丈士、野内 忠則、貝塚 昌芳
（常勤職員3名、他9名）

〔研究内容〕

テーマ項目1～5で実施する製造技術、燃焼技術及び燃費・排出ガス対策技術それぞれの基盤研究成果や各種検証試験データの蓄積により、新燃料の規格化に必要な情報を整理し、ISO や東アジア地域における基準調和などの国際規格や、JIS 等国内規格の策定を推進する。規格策定にあたっては業界団体と密に連携し、必要に応じて国内外の標準化に関わるワーキンググループ（WG）や委員会の設置あるいは委員派遣を行う。

1) 東アジア地域におけるバイオディーゼル燃料品質のベンチマーク策定

東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）事業のワーキンググループ運営を継続した。平成20年度までの成果や非食用系バイオディーゼル原料の可能性調査、実市場でのバイオディーゼル燃料品質の管理方法などの議論を重ね、「Biodiesel Fuel Trade Handbook (1st Edition)」を作成した。この成果が東アジアサミットエネルギー大臣会合（平成21年7月、マダレーイ）の共同声明文に明記された。

2) DME 燃料の国内外標準化

ISO29945：2009（DME 燃料のマニュアルサンプリング方法）の発行に貢献した。浸漬試験や潤滑性評価試験により、DME 燃料中の不純物や添加剤が及ぼすエンジンデバイス部材の耐性或摩耗に及ぼす影響のデータを蓄積し、ISO/TC28/SC4/WG13における燃料用 DME 品質の標準化に向けた議論に貢献した。

3) バイオ燃料の ISO および JIS 化対応支援

ガソリン混合用エタノールの規格は、自動車技術会の JASO 規格（JASO M361:2006）の項目について検討を実施し、特に pHe（エタノール中の水素イオン濃度）の測定方法について課題があることを把握し、これに代わる測定方法として、純水とエタノールを混合することによって測定値を安定させることが出来ることを見出した。石油連盟が主催するガソリン混合用エタノールの JIS 化を検討する会合に測定データを提供すると共に測定方法を提案している。また、ポルトガルで開催された ISO の委員会においても本測定

方法を紹介し、一般の pH 用測定器が利用できる本手法に多くの国から賛同意見があった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 標準化、国際標準、基準調和、
ベンチマーク、東アジア、
バイオディーゼル燃料、
ジメチルエーテル、DME、ISO、
バイオエタノール

⑩【生命情報工学研究センター】

（Computational Biology Research Center）

（存続期間：2007.4.1～）

研究センター長：浅井 潔

副研究センター長：野口 保

主幹 研究 員：諏訪 牧子

所在地：臨海副都心センター

人 員：19名（18名）

経 費：623,636千円（356,988千円）

概 要：

バイオインフォマティクスの中核拠点として、複雑な生命現象を情報学の立場から総合的に解析し、ゲノム配列、タンパク質、細胞などの生体情報に基づく診断・創薬支援、バイオプロセス利用など産業技術の創出に向けた研究開発に取り組んでいる。

ライフサイエンス分野における計測・実験技術の発展は著しく、特に近年、超高速シーケンサーの登場により、ゲノム配列、発現転写物に関する圧倒的な量の情報が得られる状況において、大規模かつ高速な情報処理が強く必要とされている。当センターでは独自の大規模計算機環境を駆使してゲノム情報、生体高分子の構造と機能、細胞ネットワークなど膨大なデータに対応し、工学的視点に基づく実用的なシステムの開発を行っている。また、センター内外のソフトウェア・データベースを統合し、創薬支援など実用的な応用環境と知的基盤の構築を目指している。

さらに、産学官連携を重視し、民間企業や大学との共同研究、研究員受け入れなど、次世代の生命情報工学を支える研究人材の育成も重要なミッションである。

重要研究課題としては、下記項目を掲げている。

- (1) ゲノム情報解析
- (2) 分子情報解析
- (3) 細胞情報解析
- (4) 情報基盤統合

内部資金：（平成21年度）

研究情報の公開データベース化事業 (RIO-DB)「細胞分化・転換情報を含む網羅的ヒト細胞データベースの開発」

分野イノベーション推進予算 国際連携推進費「インド DBT との連携」

分野イノベーション推進予算 生物情報解析技術開発加速経費

産業変革研究イニシアチブ

外部資金：(平成21年度)

文部科学省 科学技術振興調整費 (新興分野人材養成)「生命情報科学技術者養成コース」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業「ライフサイエンス分野の統合データベース整備事業「ライフサイエンス統合データベース開発運用」(統合データベース開発：ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境構築)

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「機能性 RNA プロジェクト」

文部科学省 科学研究費補助金「空間統計学を用いた生体情報システムを解析する手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「グラフィカル・モデルに基づく生命情報からの因果・関連性解析」

文部科学省 科学研究費補助金「In-silico 創薬のための機械学習を用いた生理活性配座予測」

日本学術振興会 科学研究費補助金「G タンパク質共役型受容体の網羅的データベース (SEVENS)」

日本学術振興会 科学研究費補助金「細胞内ネットワークモデルと分子計測データとの整合性評価法の開発」

日本学術振興会 科学研究費補助金「遺伝子発現の周辺確率分布モデル構築」

日本学術振興会 科学研究費補助金「嗅覚システムの統合的理解を目指した研究」

日本学術振興会 科学研究費補助金「細胞分化の人工誘導経路を短時間で最適化する方法の研究」

日本学術振興会 科学研究費補助金「C 型慢性肝炎インターフェロン療法の応答・不応答に関わる宿主遺伝子の

探索」

日本学術振興会 科学研究費補助金「ステムの比較による RNA 配列の構造アライメントアルゴリズム」

独立行政法人科学技術振興機構「グリッドコンピューティング環境による生体高分子複合体の認識メカニズム研究」

独立行政法人科学技術振興機構「RLCP 分類の拡張、相同反応解析システム及び酵素反応予測システムの開発、類似反応解析システムの構築」

独立行政法人科学技術振興機構「確率的プロファイル比較法の実用化」

独立行政法人科学技術振興機構「ミトコンドリア β バレル型外膜タンパク質の輸送と膜組み込み機構及びタンパク質相互作用の解明」

独立行政法人科学技術振興機構「クラウドコンピューティングによるタンパク質間相互作用解析プラットフォームの開発」

厚生労働省 科学研究費補助金 肝炎等克服緊急対策研究事業「ジェノミクス技術を用いたウイルス性肝炎に対する新規診断・治療法の開発」

厚生労働省 科学研究費補助金 肝炎等克服緊急対策研究事業「確率推論型アルゴリズムに対するヒト胚性幹細胞試験データ適用法の標準化」

発 表：誌上発表69件、口頭発表124件、その他6件

RNA 情報工学チーム

(RNA Informatics Team)

研究チーム長：光山 統泰

(臨海副都心センター)

概 要：

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の研究開発に取り組んでいる。

新規機能性 RNA の発見と、機能推定のための情報処理技術の確立を目標として、基盤技術の開発から応用研究まで、幅広い研究テーマを掲げて活動している。

RNA 二次構造予測技術では世界最高精度の基盤技術、長鎖 RNA の二次構造予測技術でも世界唯一の基盤技術、二次構造を考慮した高速な配列アラインメントでは世界最高速の基盤技術の開発に成功した世界的に見ても高い水準の研究チームと自負している。さらに、RNA に特化したデータベースとしては世界最大規

模の機能性 RNA データベースを開発し、ウェット研究者との連携に活用し多数の成果を出している。

研究テーマ：テーマ題目 1

配列解析チーム

(Sequence Analysis Team)

研究チーム長：ポール ホートン (Paul Horton)

(臨海副都心センター)

概要：

次世代シーケンサーの普及を見越した研究を行う。その基盤技術であるゲノムアラインメント法を改良し、シーケンサーデータの誤読を修正するプログラムを開発する。また、ゲノム転写制御領域の情報解析、タンパク質アミノ酸配列からの立体構造・細胞内局在予測での優れた技術的蓄積を生かし、配列に基づいた遺伝子機能解析を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

創薬分子設計チーム

(Molecular Modeling & Drug Design Team)

研究チーム長：広川 貴次

(臨海副都心センター)

概要：

計算機を用いたタンパク質立体構造の理論的研究と創薬研究への応用に取り組んでいる。

具体的には、創薬標的タンパク質分子モデリング法の開発、分子動力学 計算法によるフォールディング解析、タンパク質立体構造に基づくリガンド結合予測やケモインフォマティクス技術を融合したバーチャルスクリーニングを展開している。

また、生命情報科学技術者養成コースを通じて、創薬インフォマティクスの人材養成にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

分子機能計算チーム

(Molecular Function Team)

研究チーム長：福井 一彦

(臨海副都心センター)

概要：

大規模計算応用技術を核に、タンパク質同士やタンパク質と他生体分子 (RNA・糖鎖等) の複合体計算や GPCR のインターフェイス予測に基づく生体高分子の機能予測技術の開発を実施している。

また、AIST スーパークラスタ、BlueProtein システム、新規に導入した GPU クラスタなど、これまで世界水準のコンピュータを用いてバイオインフォマティクス研究を推進してきた技術的蓄積を生かし、大規模並列計算機を有効活用し応用技術へと繋がる開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 2

細胞機能設計チーム

(Cell Function Design Team)

研究チーム長：藤渕 航

(臨海副都心センター)

概要：

細胞のシステムをターゲットとする新しいバイオインフォマティクス技術の開発を行っている。

細胞情報統合データベース構築のため、細胞や細胞の部品をカタログ化し、そこから細胞の機能情報を抽出するデータマイニング手法や生体モデルの機械学習・予測をする手法を開発している。また、外部資金等により、細胞分化を効率化する因子探索のインフォマティクス技術の開発および ES 細胞を利用した化学物質毒性の検証システムの標準化に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 3

生体ネットワークチーム

(Biological Network Team)

研究チーム長：堀本 勝久

(臨海副都心センター)

概要：

創薬支援、副作用予測等に応用可能な生体ネットワーク解析技術を開発している。

ネットワーク構造推定・動態解析技術を融合させ、計測データからのハイスループットなネットワーク構造推定・動態解析を行う総合的な技術を開発している。特に、時間や環境に応じて変化するネットワーク構造の追跡が可能な解析技術を開発し、近年急速に進歩している実験計測技術が生産するデータの解像度に応じた解析を実行できるように努めている。

研究テーマ：テーマ題目 3

[テーマ題目 1] ゲノム情報解析 (機能性 RNA 情報解析 転写制御の情報解析)

[研究代表者] 光山 統泰 (RNA 情報工学チーム)

ポール ホートン (配列解析チーム)

[研究担当者] 光山 統泰、津田 宏治、木立 尚孝、

ポール ホートン、富井 健太郎、

マーティン フリス、大里 直樹、

今井 賢一郎、エドワード ウィジャヤ

(常勤職員5名、他21名)

[研究内容]

研究目的：

新規機能性 RNA の発見と機能予測

配列情報に基づいた、遺伝子発現と産物の機能解析

研究内容：

二次構造を考慮した高速・高精度な RNA 配列情報解析とゲノムアラインメント、タンパク質の局在化シグナル解析、次世代シーケンサーのデータ処理技術等を開発すると共に、転写制御機構の解析、新規機能性 RNA 発

見等、ゲノムとプロテオーム情報を工学的制御の観点からの解析を行う。

RNA 情報工学チーム

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の開発、ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測、機能性 RNA データベースの構築バイオインフォマティクス技術によって機能性 RNA を解析し、ゲノム情報制御機構の工学的視点からの解明によって産業技術開発に貢献する。

革新的な RNA 情報解析技術の開発、新規 RNA 遺伝子の発見と機能予測、および機能性 RNA 情報基盤の構築に取り組む実施項目として、NEDO「機能性 RNA プロジェクト」(実施期間：H17年度～H21年度)を中心に研究開発を展開している。プロジェクト担当テーマは以下の通り：

- ・機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の開発
- ・ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測
- ・機能性 RNA データベースの構築

配列解析チーム

次世代シーケンサーの普及を見越した研究を行う。その基盤技術であるゲノムアラインメント法を改良し、シーケンサーデータの誤読を修正するプログラムを開発する。また、ゲノム転写制御領域の情報解析、タンパク質アミノ酸配列からの立体構造・細胞内局在予測での優れた技術的蓄積を生かし、配列に基づいた遺伝子機能解析を行う。

平成21年度進捗状況は以下の通り。

RNA 情報工学チーム

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術として、次のような新規アルゴリズムの開発に成功した。RNA の二次構造を考慮した配列アラインメントアルゴリズムとして、処理速度、精度ともに世界最高水準の技術を開発し、実証プログラム **CentroidAlign** の開発に成功した (Hamada et al.)。プログラムはフリーソフトウェアとして一般に配布している。

新規機能性 RNA の探索方法として、偽遺伝子から機能性 RNA を見つける方法を検討したところ、癌特異的に発現する新規遺伝子を発見することができ、国内特許として出願するに至った (特願 2010-054924)。また、この際開発した偽遺伝子発見プログラム **TSDScan** について、査読付国際誌に論文発表した (Terai et al.)。

機能性 RNA データベースを利用したウェット研究者との共同研究では、昨年度に引き続き、さらなる成果を示すことができた (Nishida et al., Saito et al.)、機能性 RNA プロジェクト終了後の現在も複数進行中である。

Hamada, M., Sato, K., Kiryu, H., Mituyama, T., Asai, K. "CentroidAlign: Fast and Accurate Aligner for Structured RNAs by Maximizing Expected Sum-of-pairs Score", *Bioinformatics* 25(24), pp.3236-3243 (2009)

Terai, G., Yoshizawa, A., Okida, H., Asai, K., Mituyama, T. "Discovery of short pseudogenes derived from messenger RNAs", *Nucleic Acids Res.* 38(4), pp.1163-1171 (2010).

Nishida, K.M., Okada, T.N., Kawamura, T., Mituyama, T., Kawamura, Y., Inagaki, S., Huang, H., Chen, D., Kodama, T., Siomi, H., Siomi, M.C., "Functional involvement of Tudor and dPRMT5 in the piRNA processing pathway in *Drosophila* germlines", *EMBO J.* 28(24), pp.3820-3831 (2009).

Saito, K., Inagaki, S., Mituyama, T., Kawamura, Y., Ono, Y., Sakota, E., Kotani, H., Asai, K., Siomi, H., Siomi, M.C. „A regulatory circuit for piwi by the large Maf gene traffic jam in *Drosophila*”, *Nature* 461(7268), pp.1296-1299 (2009).

配列解析チーム

従来のプログラムより優れた性能を持つゲノムアラインメントツール **LAST** の改良を行った (Frith et al. 投稿中)。それに関連し、ゲノム・アラインメントに有効な局所アラインメント・パラメータの最適化 (Frith et al. *BMC Bioinf.* 2010)、シーケンサー誤差と進化による変異を両方考慮したアラインメント手法の確立 (Frith et al. *NAR* 2010)、シーケンサー誤読を修正する手法の提案 (Wijaya et al., *Gen. Inf.* 2009) を行った。遺伝子発現データ解析では、ヒストン翻訳修飾を考慮した転写因子の予測法を提案し (Sato et al. *IEEE CIBCB2010*)、可視化ソフトウェアを公開 (Wan et al., *SCMB* 2009) した。タンパク質の解析では、ミトコンドリア外膜 β バレル・タンパク質の網羅的プロテオーム解析を行った (Imai et al. 投稿中)。

"Parameters for accurate genome alignment",
Martin C. Frith, Michiaki Hamada & Paul Horton
BMC Bioinformatics 11:80, Feb 9 2010.

"Incorporating sequence quality data into alignment improves DNA read mapping",
Martin C. Frith, Raymond Wan & Paul Horton
Nucleic Acids Research, 38(7):e100, 2010.

"RECOUNT: Next Generation Sequencing Error

Correction Tool",
Edward Wijaya, Martin C. Frith, Yutaka Suzuki &
Paul Horton
Genome Informatics, 23(1):189-201, 2009.

"Improved Prediction of Transcription Binding Sites
from Chromatin Modification Data",
Kengo Sato, Tom Whittington, Tim Bailey & Paul
Horton
Proceedings 2010 IEEE Symposium on Computational
Intelligence in Bioinformatics and Computational
Biology, 2010.

"HAMSTER: Visualizing microarray experiments as a
set of minimum spanning trees",
Raymond Wan, Larisa Kiseleva, Hajime Harada,
Hiroshi Mamitsuka & Paul Horton
Source Code for Biology and Medicine, 4:8, 2009.

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 機能性 RNA、次世代シーケンサー、配
列解析

[テーマ題目2] 分子情報解析

(複合体立体構造予測 化合物バーチャ
ルスクリーニング (VS))

[研究代表者] 広川 貴次 (創薬分子設計チーム)
福井 一彦 (分子機能計算チーム)

[研究担当者] 広川 貴次、本野 千恵、亀田 倫史、
福井 一彦、マイケル グロミハ、
関嶋 政和、清水 佳奈、根本 航、
横田 恭宣、山田 真介、廣瀬 修一、
佐藤 大介、北山 健
(常勤職員6名、他30名)

[研究内容]

研究目的:

構造変化を含む複合体構造予測技術の開発
化合物 VS フォーカスライブラリ構築

研究内容:

これまでに開発してきたタンパク質構造・機能予測技
術、分子シミュレーション技術等に分子設計技術を融合
させ、創薬標的タンパク質・変性疾患関連ペプチド・糖
鎖に特化した高精度な創薬支援技術を開発する。そのた
め、大規模計算技術によるタンパク質同士やタンパク質
と他生体分子(核酸・化合物・糖鎖等)との複合体立体
構造予測法を開発する。

創薬分子設計チーム

タンパク質構造・機能予測システム、分子シミュレ
ーション技術等の基盤技術に分子設計技術を融合させ、創
薬標的タンパク質・変性疾患関連ペプチドに特化した高
精度な創薬支援技術の開発と実用を目標とする。創薬標

的は、X線結晶解析が困難なものを中心に、タンパク質
単体標的からタンパク質-タンパク質複合体標的へと年
次発展させる。また、立体構造情報に基づいてタンパク
質単体・複合体の機能を制御する化合物を計算機上でス
クリーニングフォーカスライブラリとしてデータベ
ース化する。

NEDO「化合物等を活用した生物システム制御基盤
技術開発」(実施期間: H18年度~H22年度)を中心に
研究開発を展開する。NEDO プロジェクトでの担当テ
ーマは以下の通り。

- ・タンパク質複合体構造予測
- ・化合物バーチャルスクリーニング技術開発および実
用化
- ・フォーカスライブラリおよび構造データベース構
築

分子機能計算チーム

大規模計算応用技術を核に、立体構造の計算・予測
に基づく生体高分子の機能予測技術を開発する。PC
クラスターで世界最高性能(2001年導入当時)を示し
た magi cluster、AIST Super Cluster (2004年導入)、
Blue Protein (2005年導入)など、常に世界最高水準
のコンピュータを用いてバイオインフォマティクス研
究を推進してきた技術的蓄積を生かし、現有する大規
模並列計算機を有効活用するための応用技術開発を行
う。

平成21年度進捗状況は以下の通り。

創薬分子設計チーム

(1) ケミカルバイオロジーPJにおけるインシリコスク
リーニング

本年度の代表的な成果として、インシリコ解析によ
る新型インフルエンザに対する治療薬開発を東京都臨
床研、感染研、筑波大学との協力により実施し、活性
の期待できる化合物を同定することに成功した。

(2) インシリコスクリーニング基盤技術の開発

分子動力学計算に基づく新しいドッキング法の評価
法について企業との共同研究を論文として成果発表し
た (Tagami, U. et al., 2009)。また本手法をインシ
リコスクリーニングに拡張する新しい手法も提案し、
日中韓創薬ワークショップにて発表した。

(3) 実験グループとの連携による創薬標的タンパク質を
対象としたインシリコ解析の実施と検証

外部研究機関との共同研究において、これまで成熟
させてきたモデリング構造技術を用いてタンパク質と
化合物の作用機序解析に貢献し、論文成果として発表
した (Kawajiri, K. et al., 2009; Tashiro, T. et al.,
2009; Koshimizu, H. et al., 2009; Toshida, T. et al.,
2009; Iida, K. et al., 2009)。

- ・ Tagami U, Shimba N, Nakamura M, Yokoyama K, Suzuki E, Hirokawa T: "Substrate specificity of microbial transglutaminase as revealed by three-dimensional docking simulation and mutagenesis", *Protein Eng. Des. Sel.*, **22**(12), pp.747-752 (2009).
- ・ Kawajiri K, Kobayashi Y, Ohtake F, Ikuta T, Matsushima Y, Mimura J, Pettersson S, Pollenz RS, Sakaki T, Hirokawa T, Akiyama T, Kurosumi M, Poellinger L, Kato S, Fujii-Kuriyama Y: "Aryl hydrocarbon receptor suppresses intestinal carcinogenesis in ApcMin/+ mice with natural ligands", *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.*, **106**(32), pp.13481-13486 (2009).
- ・ Tashiro T, Nakagawa R, Hirokawa T, Inoue S, Watarai H, Taniguchi M, Mori K: "RCAI-37, 56, 59, 60, 92, 101, and 102, cyclitol and carbasugar analogs of KRN7000: their synthesis and bioactivity for mouse lymphocytes to produce Th1-biased cytokines", *Bioorg. Med. Chem.*, **17**(17), pp.6360-6373 (2009).
- ・ Koshimizu H, Kiyosue K, Hara T, Hazama S, Suzuki S, Uegaki K, Nagappan G, Zaitsev E, Hirokawa T, Tatsu Y, Ogura A, Lu B, Kojima M: "Multiple functions of precursor BDNF to CNS neurons: negative regulation of neurite growth, spine formation and cell survival", *Mol Brain*. **2**(1):27, 2009.
- ・ Yoshida T, Kadota Y, Hitaoka S, Kori E, Horikawa Y, Taguchi M, Tsuji D, Hirokawa T, Chuman H, Itoh K: "Expression and molecular dynamics studies on effect of amino acid substitutions at Arg344 in human cathepsin A on the protein local conformation", *Biochim. Biophys. Acta.*, **1794**(11), pp.1693-1699 (2009).

Iida K, Tera M, Hirokawa T, Shin-ya K, Nagasawa K.: "G-quadruplex recognition by macrocyclic hexaoxazole (6OTD) dimer: greater selectivity than monomer", *Chem. Commun. (Camb.)*, **14**(42), pp.6481-6483 (2009).

分子機能計算チーム

大規模計算機やアクセラレータを用いたハイブリッド型クラスタ計算機による、タンパク質-タンパク質間の大規模ドッキング計算を実施し解析を行った (Gromiha, M.M., et al.)。またタンパク質のホールデ

ィング・レートに関する研究を行った (Gromiha, M.M., et al.)。

この他に機能予測技術開発とし、アミノ酸配列と立体構造の双方の情報を駆使し、G タンパク質共役型受容体(GPCR) が複合体を形成する際のインターフェイス予測サーバ構築 (Nemoto, W., et al.) や汎用性がありタンパク質全般に適用可能な機能部位予測手法の開発を実施している。

M. Michael Gromiha, Kiyonobu Yokota and Kazuhiko Fukui: "Identification and analysis of binding site residues in protein-protein complexes", *Proc. World Academy of Science and Technology*, **57**, pp.127-132(2009).

M. Michael Gromiha, Kiyonobu Yokota and Kazuhiko Fukui, "Energy based approach for understanding the recognition mechanism in protein-protein complexes." *Mol. BioSyst.*, **5**, 1779-1786 (2009)

M. Michael Gromiha, Kiyonobu Yokota and Kazuhiko Fukui: "Sequence and structural analysis of binding site residues in protein-protein complexes", *INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES*, **46**, pp.187-192, 2010/02
Multiple Contact Network is a Key Determinant to Protein Folding Rates, Michael Gromiha, *Journal of Chemical Information and Modeling*, **49**-4, pp.1130-1135, 2009

Wataru Nemoto, Kazuhiko Fukui, Hiroyuki Toh, "GRIP: A server for predicting interfaces for GPCR oligomerization." *Journal of Receptors and Signal Transduction*, **29**, 312-317 (2009)

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] 分子モデリング、分子動力学計算、バーチャルスクリーニング、分子設計タンパク質相互作用、タンパク質ディスオーダー、糖鎖

[テーマ題目3] 細胞情報解析 (遺伝子現情報解析 生体ネットワーク情報解析)

[研究代表者] 藤渕 航 (細胞機能設計チーム)

堀本 勝久 (生体ネットワークチーム)

[研究担当者] 藤渕 航、長野 希美、Jean-Francois Kenichi Pessiot、千葉 啓和、幡野 晶子、Harry Amri Moesa、杉原 稔、中条 裕子、大澤 文、Song YiXuan 堀本 勝久、富永 大介、福田 賢一郎、油谷 幸代、

中津井 雅彦、森岡 涼子、孫 富艶
(常勤職員6名、他23名)

【研究内容】

研究目的:

細胞情報統合データベースに基づいた細胞の構造と機能予測法の開発

生体ネットワーク構造変化の多面的予測と表現型変化の分子メカニズム解明

研究内容:

遺伝子発現・代謝・シグナル伝達等の細胞内ネットワークを工学的な技術に基づいて解析する。網羅的なヒト細胞データベースを構築し、細胞の形態、機能、分化転換に関する情報を遺伝子発現情報と融合させた統合的、包括的な細胞情報解析環境を開発する。機能未知の生体分子を含む細胞内ネットワークを推定し、新規な創薬標的の発見、副作用予測を支援する技術を開発する。

細胞機能設計チーム

細胞の違いを統合的、系統的に整理・分類したデータベースを開発する。そのために必要となる細胞・遺伝子発現データ・代謝データ統合化技術、細胞画像解析技術開発から、遺伝子発現モジュール探索技術、細胞種依存型遺伝子発現ネットワーク推定技術、細胞挙動・分化解析技術などの基礎的解析技術を開発する。

要素技術から実用技術の開発を中心に以下の研究開発を展開する。

- ・ヒト細胞情報統合データベースの開発
- ・酵素反応データベースの開発
- ・細胞挙動・分化に関わる遺伝子発現モジュールの動態解析技術の開発
- ・細胞依存型疾患遺伝子ネットワーク探索技術

生体ネットワークチーム

創薬支援、副作用予測等に利用できる生体ネットワーク解析技術を開発する。

特に、細胞レベルの多様かつ大量な生命情報が計測可能な状況において、それら情報をシステム論的な立場から解析する技術の開発が求められている。具体的に開発を目指す技術は、以下の通りである。

- ・細胞状態の変化に応じて、活性化する分子間相互作用(ネットワーク)を捉える技術(ネットワークスクリーニング)の開発
- ・分子間相互作用の強度を高精度で定量的に推定する技術の開発

方法論:

グラフィカルモデル、グラフィカル連鎖モデル、経路整合性アルゴリズム、記号計算、微分方程式系、代数方程式系、数値最適化

平成21年度進捗状況は以下の通り。

細胞機能設計チーム

ヒト正常細胞情報データベース CELLPEDIA を拡張し、幹細胞データにおいても細胞分類、遺伝子発現、細胞画像、論文データなどを統合したシステムを開発した。既存の細胞内酵素反応データベースの登録データ数の拡張を行った。厚生労働科研費プロジェクトによる環境化学物質毒性解析ページを国立環境研究所と共同開発した。文科省科研費プロジェクトによる細胞分化を促進する因子を予測し同定した(未発表)。また、シカゴでの国際大量データ解析コンテストに参戦し、3位の成績を得た。

Fujibuchi, W., kim, H., Okada, Y., Taniguchi, T., Sone, H.: "High-performance gene expression module analysis tool and its application to chemical toxicity data", *Methods in Molecular Biology* 2009.

Karasawa H, Miura K, Fujibuchi W, Ishida K, Kaneko N, Kinouchi M, Okabe M, Ando T, Murata Y, Sasaki H, Takami K, Yamamura A, Shibata C, Sasaki I.: Down-regulation of cIAP2 enhances 5-FU sensitivity through the apoptotic pathway in human colon cancer cells. *Cancer Sci.* 2009.

Sone H, Okura M, Zaha H, Fujibuchi W, Taniguchi T, Akanuma H, Nagano R, Ohsako S, Yonemoto J.: Profiles of Chemical Effects on Cells (pCEC): a toxicogenomics database with a toxicoinformatics system for risk evaluation and toxicity prediction of environmental chemicals. *J Toxicol Sci.* 2010;35(1):115-23.

Pessiot JFK, Chiba H, Hyakkoku H, Taniguchi T, Fujibuchi W.: PeakRegressor identifies composite sequence motifs responsible for STAT1 binding sites and their potential rSNPs, *Proceedings of Critical Assessment of Massive Data Analysis 2009 (Chicago)*.

生体ネットワークチーム

細胞レベルの多様かつ大量な生命情報が計測可能な状況において、それら情報をシステム論的な立場から解析する技術の開発が求められている。本年度は、1) 細胞状態の変化に応じて、活性化する分子間相互作用(ネットワーク)を捉える技術(ネットワークスクリーニング)を開発すること、2) 分子間相互作用の強度を高精度で定量的に推定する技術を開発すること、によって、標的分子探索などパスウェイ創薬に適用することを目的とする。その結果、具体的に以下の成果を得た。

1. 既知パスウェイ情報から、特異的な条件下で計測された細胞内分子データと整合性を示すパスウェイ

イ構造を数理的に推定することで、活性化パスウェイ候補を絞り込み、特定化合物に反応して活性化するパスウェイの推定を行うことが可能となった。この技術は、iPS 細胞など特徴的な細胞について、表現型を規定する分子ネットワーク候補を推定し、信頼性の高い細胞評価基準を策定することに利用されることが、期待される。

2. 微分方程式系において記号計算により算出された等号制約を、パラメータ最適化における評価関数に導入することで、パラメータ推定精度の向上を図り、主要パスの定量的推定を行うことが可能になった。この技術を利用することで、分子間相互作用について高精度定量評価を行うことができ、併用剤効果や副作用予測などのシミュレーション精度の向上に寄与することが期待される。

”Period-Phase Map: Two-dimensional Selection of Circadian Rhythm-Related Genes”, Morioka, R., Arita, M., Sakamoto, K., Kawaguchi, S., Tei, H. and Horimoto, K., *IET Sys. Biol.*, **3**, 487-495, 2009.

”TRAIL inhibited the cyclic AMP responsible element mediated gene expression”, Tokumoto, Y., Horimoto, K. and Miyake, J., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **381**, 533- 536, 2009.

”Differential miRNA expression between hepatitis B and hepatitis C leading disease progression to HCC”, Ura, S., Honda, M., Yamashita, T., Ueda, T., Takatori, H., Nishino, R., Sunagozaka, H., Sakai, Y., Horimoto, K. and Kaneko, S., *Hepatology*, **49**, 1098-1112, 2009

”Detection of network structure changes by graphical chain modeling: a case study of hepatitis C virus-related hepatocellular carcinoma”, Saito, S., Honda, M., Kaneko, S., and Horimoto, K., *Proceedings of 48th IEEE Conference on Decision and Control*, pp. 5624-5630, 2009.

”Co-Expressed Gene Assessment Based on the Path Consistency Algorithm: Operon Detention in *Escherichia coli*”, Saito, S. and Horimoto, K., *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp. 4280-4286, 2009.

”Parameter Optimization in the network dynamics including unmeasured variables by the symbolic-numeric approach”, Nakatsui, M. and Horimoto, K., *Proceedings of the Third International Symposium on Optimization and Systems Biology (OSB'09)*, pp.

245- 253, 2009.

” Complementing Networks Using Observed Data” , Akutsu, T., Tamura, T. and Horimoto, K., *Lecture Notes in Artificial Intelligence 5809*, pp. 126-140, 2009.

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] データベース、データマイニング、遺伝子モジュール、酵素、ネットワーク、文献情報、遺伝子発現、パスウェイ解析、時系列解析、記号計算

[テーマ題目 4] 情報基盤統合

[研究代表者] 浅井 潔 (研究センター長)

[研究担当者] 浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、
光山 統泰、ポール ホートン、
広川 貴次、福井 一彦、藤渕 航、
堀本 勝久、田代 俊行
(常勤職員8名、他2名)

[研究内容]

研究目的:

センター内部のソフトウェア、データベース (DB) を最新の情報技術で統合化

バイオインフォマティクスの要素技術を結合したパイプライン (PL) を構築、外部 DB を含む知的基盤を統合化して安全にシームレスに利用できる環境を実現する。

研究手段:

研究センター内、産総研内、国内、海外に存在するバイオインフォマティクス関連の有用データベース・解析ソフトウェアを、グリッド技術を用いてシームレスに結合させた「生命情報統合システム」の開発に、センターをあげて取り組む。最新の情報技術と大規模計算手法を駆使し、関連する情報同士を単にリンクでつなげた情報網ではなく、利用者が求める情報をダイレクトに提供する、診断、創業支援、バイオプロセス開発に直接応用できるシステムを目指す。本システムに必要な新規なデータベース・ソフトウェアの開発は各研究チームが並行して行い、順次統合する。

交付金と文科省「ライフサイエンス分野の統合データベース整備事業」(実施期間: H17年度~H22年度)の予算による技術開発を中心に研究開発を展開する。

方法論:

平成19年度にグリッドを採用して構築した産総研内のシステム環境において「生命情報統合システム」のプロトタイプを開発した。平成20年度は、プロトタイプを拡張し、国内外のDBと連携して動作する3つのWEBワークフローの開発を行った。平成21年度は、ワークフローの柔軟性を加味したプラットフォーム上で動作するア

クティブ・ワークフロー開発に向け、開発環境を整備し、解析ツールのノード化を実施する。またライフサイエンス統合データベースセンター（DBCLS）との連携を行う。

平成21年度進捗は以下の通り。

(1) タンパク質モデリングワークフロー
(Protein Modelling Workflow)

本ワークフローは、立体構造未知のタンパク質に関する、立体構造のモデリングを行う。ユーザからアミノ酸配列を受取り、BLAST等を用いテンプレートに分割し、分割したテンプレート毎にモデリングプログラムを実行しモデルを作成し、また、各テンプレート間の配列に対して構造認識を行い、モデル化を可能とする。付加情報としてディスオーダー予測、膜タンパク質予測、二次構造予測も実行し結果表示できる。2009年11月より一般公開。

(2) ASIANアクティブ・ワークフロー
(ASIAN Active Workflow)

ASIAN (Automatic System for Inferring A Network) は、CBRC(生体ネットワークチーム 堀本チーム長)で開発された遺伝子ネットワーク推定システムであり、このシステムは、階層クラスタリングとグラフィカル・ガウシアン・モデリング (GGM) を組み合わせたネットワーク推定ツールである。GGM はグラフィカル・モデルの一つで、最も単純な数学的な構造を持つ統計的関連推定法の一つである。ただし、解析データ中に属性に関して類似のパターンを示す変数が含まれる場合計算不能となる。そのため、独自のストップ・ルールを階層クラスタリングに適用して、クラスター間のネットワーク推定を行うことで計算不能を回避している。このシステムをプラットフォーム環境下 (KNIME) で動作するように解析ステップをノード化することで、これまで開発された様々なクラスタリングアルゴリズム等を組み合わせ、統合的な解析が可能なアクティブ・ワークフローを開発した。また、このワークフローは4種のデータに関する7種の階層型クラスタリング法、独自のストップ・ルールによるクラスター数推定、GGM 単独の解析も装備して、統計解析ツールとしても利用できる。2010年1月より一般公開。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ワークフロー、統合DB、Webサービス、プラットフォーム

⑩【生産計測技術研究センター】

(Measurement Solution Research Center)

(存続期間：2007. 8. 1～2015. 3. 31)

研究センター長：五十嵐 一男

副研究センター長：小柳 正男

副研究センター長：平井 寿敏

所在地：九州センター

人員：25名 (24名)

経費：525, 767千円 (398, 932千円)

概要：

計測技術は、製品開発、生産、市場化、使用（及び廃棄）の各局面で利用され、それぞれの評価の基盤となっている。中でもわが国のものづくりでは生産局面の計測が重要な役割を果たしており、その高機能化・効率化・迅速化などが常に求められている。本研究センターは、高度な計測技術の開発に基づく安全・安心の確立の視点に立って、現場計測課題を体現・発信する企業の計測技術の専門家（マイスターと呼び、マイスターを活用するシステムをマイスター制度と呼ぶ）との連携（タスクフォース）を通して生産現場の多様な計測課題を的確に分析し、産総研の技術ポテンシャルをオンタイムで適用していくことを目指す新しいタイプの研究開発を実施している。

そのため本研究センターでは、先端材料技術に支えられたセンサ開発およびセンシング技術を核とした上で、産総研全体の計測技術ポテンシャルをもベースとし、それらを発展・統合化させることにより生み出される新たな計測技術を生産現場（＝製造プロセス、製品検査、及び設備メンテナンス等）へ適用することで産業界における課題解決に取り組み生産現場の生産性向上と安全・安心に貢献することをミッションとしている。

本研究センターで実施する研究開発は、第2種の基礎研究を中核として第1種の基礎研究を含みつつ製品化研究へ展開される本格研究であり、課題解決に向けて以下の3項目を主題として取り組む。

- ① 新たな計測技術開発をベースとした問題解決。
- ② マイスターと連携し、これまで醸成してきた研究ポテンシャルの具体的な取り組みと技術基盤情報を生産現場に提供することによる問題解決。
- ③ 問題解決事例を蓄積して、必要となる種々の計測分析技術や計測機器のデータベースの形成。

本研究センターでは、生産現場の個々の問題から抽出された共通的な課題に対する計測技術開発をベースとして問題解決を図るシステム開発グループ（応力発光技術、アダプトロニクス2チーム）と計測技術の統合化及びデータベースなどの基盤情報の提供をベースとしてマイスターと連携し個別問題に対する最適な問題解決を図るシステム基盤グループ（表面構造計測、光計測ソリューション、プロセス計測、環境計測、計測基盤情報の5チーム）とに大別し、計測技術の立場からそれぞれの特徴を活かして生産現場での解決が困難となっている種々の問題に取り組んでいる。

(1) システム開発（センシング技術およびシステム化技術の高度化）

システム開発 G は応力発光体などの力・光・電気のセンシング技術の開発と、それらの多様な現場への適用技術開発を担い、産業構造物全体の危険箇所を応力発光体を用いたセンサによって包括的にセンシングし、それらの異常・危険を的確に早期予知する革新的な安全管理システムの開発、及びそれを支える基盤技術を含めてセンシング技術の高度化及びシステム技術の高度化などの研究を実施する。

(2) システム基盤技術（マイスター制度対応ソリューション技術開発）

システム基盤 G は、生産計測に必要となる「対象物の類型化」、「対象物の前処理」などの各技術を養成しながらマイスターと連携し、半導体製造ラインで問題となっている、プラズマ異常放電の検知技術をはじめ、各種製造現場における欠陥・異物類の検出・低減・防止など、生産計測技術の開発・適用に関わる研究を実施する。さらに、生産活動における製品・サービスの質及びそのリスク評価の信頼性を限られたコスト・時間の中で最大限に高めるための計測技術基盤の構築とそのデータベース化や関連する基盤的知識の蓄積を図る。

センターとしての成果目標は、以下の通りである。

- ① 各種構造物の安全管理システムの創出に向けたリアルタイム応力異常検出デバイスや応力履歴記録デバイス化およびそれらのセンサノード化の実現と実証。
- ② マイスター企業契約を2社以上と締結し、製造ラインにおける技術的課題の解決事例の1件以上の実証。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 「運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 「ソリューションプラズマ中ナノ微粒子析出のその場計測」

独立行政法人科学技術振興機構 研究成果最適展開支援事業「筋電位信号による空気圧ハンドの動作研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「ナノ・マイクロ領域における動的応力診断ツールを目指した応力発光微粒子

の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「生体信号制御型義肢エージェントの開発と強化学習による動作獲得」

文部科学省 科学研究費補助金 「スラブ光導波路分光法を用いたタンパク質の電子移動反応のその場測定」

財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 IST 産学官事業 「フルメタル水素配管接合システムの研究開発」

財団法人九州産業技術センター 平成21年度地域イノベーション創出研究開発事業 「高品質自動車めっき鋼板用、世界初大型セラミックスロールの開発」

発表：誌上発表53件、口頭発表107件、その他15件

応力発光技術チーム

(Advanced Integrated Sensing Team)

研究チーム長：徐 超男

(九州センター)

概要：

圧光計測・診断の基盤技術として、応力発光体の高効率化、プロセッシング、塗料化、薄膜化、ハイブリッド化、デバイス化などの基盤的研究の推進と共に、応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化を行い、応力発光技術の普及、利用拡大を図る。具体的に以下の技術を行う。

高効率化を目指した短波長応力発光体の開発については、発光波長は青色、さらに紫外領域まで発光する応力発光体を開発し、発光効率の向上を実現する。また、短波長応力発光体の光エネルギーを化学的に利用するシステムの構築を検討し、応力履歴の記録システムを創出するとともに、光触媒とのハイブリッド化などによる利用拡大を図る。

圧光計測のデバイス化を目指して、オールセラミックス応力発光薄膜の合成技術、数十 nm の応力発光微粒子の製造技術、応力発光体超微粒子の表面処理技術、有機・無機ハイブリッド化技術、コーティング技術を検討し、新規な圧光デバイスを開発する。

応力発光の計測技術については、2次元画像解析、リモート光検出技術、応力発光の定量法を開発し、応力発光計測システム技術の構築を行う。さらに実環境フィールドへの展開の中で、応力モニタリング安全管理ネットワークシステム、および製品設計を支援するための設計支援モデリングシステムの実現を目指す。

応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化については、応力発光体の発光挙動並びに発光機構の解明と平行して、種々の応力印加形式に対する発光強度の関係をデータベース化すると共に、単一

応力発光粒子に極めて微小な負荷応力と発光強度との関係を定量的に把握することができる微小応力計測法の開発を行う。これらの結果を元にして、応力発光材料の規格化と応力発光計測の標準化を進め、新規な自立応答型応力計測技術を確立する。

研究テーマ：応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出、運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製、ナノ・マイクロ領域における動的応力診断ツールを目指した応力発光微粒子の研究、電磁環境適合性を有する圧力検知用自立応答型センサ素子の創製、高感度・高密度バイオ素子、応力発光超微粒子に関する研究、応力発光体の高効率化、センサの高度化、応力可視化システム

アダプトロニクスチーム

(Adaptronics Technology Team)

研究チーム長：上野 直広

(九州センター)

概要：

当研究チームが提唱する「アダプトロニクス」とは、材料、センサ、アクチュエータ、ネットワーク、信号処理、制御技術などの IT 技術を含めた要素技術を集積・結合し、環境・対象への高度な適応能力を有するシステムを構築する技術である。「機械の知能化」を目指す「メカトロニクス」と対比して、「アダプトロニクス」は「システムの適応化」を目指すものである。

具体的には、応力発光センサや超音波センサなどの各種センシングデバイスと、ネットワーク、適応的信号処理技術などの各要素技術の研究開発とインテグレーションによってシステムを構築し、第一次から第三次産業に至るまでの幅広い産業におけるセンシング課題等への適用・対応を行う。

さらに当研究チームは、各種の産学官連携活動に加え、地域における複数の企業や大学及び公的研究機関との共同研究を積極的に展開し、地域社会の活性化を念頭に研究を加速する。

研究テーマ：応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出、超音波エコーによる柔軟構造物内部の粘弾性分布センシング、高度適応型ニューラルネットワークの研究開発とその応用展開、生体意思抽出、ステンレスパッキン技術の解析・評価・水素適用

表面構造計測チーム

(In-situ Sensing and On-site Monitoring Team)

研究チーム長：松田 直樹

(九州センター)

概要：

マイスター制度における食品製造、醸造関連企業等との共同研究の可能性を検討し、我々が有しているその場計測方法、表面修飾等の技術を利用し課題解決に当たる。従来から行っているスラブ光導波路分光法、蛍光性ナノ粒子等の光利用その場計測技術に関して原理から理解し世界に先駆けた研究を行うことでより一層の高機能化、並びに高感度化を行う。特に表面、界面、ナノ物性を積極的に利用した計測技術の確立に努めると共に、これらのシーズを利用した新規なセンサ開発を行う。また、ソリューションプラズマを利用した新規なナノ微粒子作製に関する研究も引き続き行う。これらの測定法を利用し、食品製造加工プロセスにおける有害菌類検査方法等の構築の可能性を明らかにする。

研究テーマ：マイスター制度に関わる研究・開発、スラブ光導波路分光法を用いた固液界面における高感度その場測定法の開発、蛍光性ナノ粒子を用いた有害菌類高感度測定法の開発、ソリューションプラズマを用いたナノ微粒子製造、水素ガス検知システムの開発

プロセス計測チーム

(Process Measurement Team)

研究チーム長：秋山 守人

(九州センター)

概要：

複合窒化物圧電体薄膜を検知材料に使用した、高温用アコースティックエミッション (AE) センサおよび燃焼圧センサの試作を行い、それぞれのセンサの基本性能を明らかにし、実証 (模擬) 試験などを通して、実用化に向けた材料選択、構造設計および課題抽出を行う。また、電子顕微鏡や走査型プローブ顕微鏡などを用いた断面や分極分布状態観察などを行い、複合窒化物薄膜の高圧電化メカニズムの解明を行う。更に、二元同時スパッタリング法や化学溶液法によって、高い圧電性を示す複合窒化物・酸化物などの材料探索、ナノレベルでの構造制御技術の研究なども同時に行っていく。

研究テーマ：圧電体薄膜を用いた燃焼圧センサの研究、圧電体薄膜を用いた AE センサの研究、スパッタリング法および化学溶液法を用いた圧電体薄膜の研究

環境計測チーム

(Environmental Measurement Team)

研究チーム長：谷 英治

(九州センター)

概要：

九州センターで開発した多孔質3次元微細セル構造 Si/SiC 材料を環境改善に適用するために、粉塵除去

装置の開発や、多孔質材に光触媒を担持した光触媒フィルターを用いた浄化処理装置の開発について検討する。

高温用粉塵除去フィルターの開発については、段ボール形状を利用した SiC 系フィルターを考案し、特許出願した。またスポンジ形状の Si/SiC フィルターを用いた新規の排気浄化装置を開発する。光触媒を用いた海水中の殺菌効果の研究は、当チームが開発した装置を用いて、プランクトン死滅の予備実験を行い、良好な結果を得た。今後、海水の大量処理が可能な装置開発を行う。また、光触媒を用いた臭気ガス除去システムの開発は、マイスター課題としてクリンルームの VOC 除去装置のプロトタイプの開発を行った。浄化能力は高いが、圧力損失が大きいので今後、改良が必要。

研究テーマ：光触媒による環境浄化装置の開発、排気ガス浄化フィルターの開発

計測基盤情報チーム

(Information Base Team for Sensor System)

研究チーム長：菖蒲 一久

(九州センター)

概要：

本研究チームでは、マイスター制度に関わるソリューション技術開発を促進するために、産総研の計測技術など、先端的な計測技術情報に関する総合的な技術情報データベースシステムを開発する。また、プロセスや材料の設計、研究開発の効率化に貢献することを目的として、熱力学平衡計算ソフト開発やデータベース構築を行い、熱力学に関する国内知的基盤の整備を行う。

具体的には、1) 計測技術データベースの設計、産総研内の研究者、研究テーマ、機器情報などの情報収集と検索表示システムの構築、外部情報の表示システムの構築を行い、計測技術情報システムのプロトタイプを構築する。また、2) 熱力学平衡計算ソフトウェアの開発、熱力学データベースの開発を行うとともに、WEB オンライン平衡計算システムのプロトタイプを開発する。

研究テーマ：マイスター制度対応ソリューション技術

光計測ソリューションチーム

(Optical Measurement Solution Team)

研究チーム長：野中 一洋

(九州センター)

概要：

本研究チームでは、マイスター制度に基づく企業との共同研究として、半導体、および電子素材の各製造現場から抽出した課題を中心に業務に取り組む。光を用いた種々の計測技術（光散乱、偏光解析、吸収・蛍

光分光等）を駆使し、従来困難であった製品の各種欠陥・異常等の検出のため、新規計測法の確立とその検査装置のプロトタイピングを行う。さらに、製品製造プロセスにおける異常発生防止・予知に関する計測課題に取り組む。他の基盤グループチームと協力しながら、マイスター課題の拡大を図りつつ、次の段階として、検査法の標準化に向けた検査装置の汎用性の向上や、情報収集に取り組む。

なお、九州地域の企業群や公設研、大学等との地域連携については、半導体外観検査技術を中心に、計測技術開発および装置試作を行う。さらに、地域イノベーション創出共同体形成事業を通じて地域中小企業へ向けた成果普及に取り組む。

研究テーマ：マイスター制度対応ソリューション、半導体外観検査技術の高度化、水の光計測評価法の開発

【テーマ題目1】センシング技術及びシステム化技術の高度化

【研究代表者】徐 超男

(研究チーム長)

【研究担当者】徐 超男、上野 直広、今井 祐介、山田 浩志、寺崎 正、福田 修、ト 楠、安達 芳雄、西久保 桂子、李 承周、Zhang Hongwu、小野 大輔、Li Chenshu、Fu Xiaoyan、川崎 悦子、古澤 フクミ、河原 弘美、久保 正義、佐野 しのぶ、末成 幸二、津山 美紀、野上 由美、林 玲子、三戸田 由佳里、松尾 修身、百田 理恵、山口 ふじ子、椿井 正義、古賀 義人、金 宗煥、鍋岡 奈津子、河野 陽子

(常勤職員9名、他30名)

【研究内容】

本重点課題は、ニーズの詳細な調査とシーズのマッチング精査を基に課題設定を行い、個別課題から抽出された共通的な課題として、外部の評価によって多数の提案から厳正に選抜された課題を中核課題とし、センシング技術の高度化（応力発光技術）からシステム化技術の高度化（アダプトロニクス）に至る新しい計測技術開発を、材料技術を基盤とするチームと情報技術を基盤とするチームの緊密な連携の下に遂行するものである。1) 応力発光技術では、応力発光現象の機構解明など、基礎・基盤的な技術開発を行い、応力発光センサ素子の特性向上とデバイス化を経て、リアルタイム応力異常検出システムや応力履歴記録システムなどの各種応力センシングデバイスを構築する。各種応力センシングデバイスの機能の最適化を行い、デバイスベースでの評価によって応力発光センシングのデータベースへ向けたデータ蓄積を行う。2) アダプトロニクスでは、構造体のセンシングシ

システム構築に向けたセンシングデバイス・ノードの開発、適用構造体の挙動解析、適応型信号処理の高機能化等によって基盤技術を構築し、センシングノードの高機能化と多目的化、センサネットワークの駆動ソフトウェア開発を行い、構成したシステムのパフォーマンス評価とデータ蓄積を行う。

平成21年度の進捗状況

今年度は、応力発光塗膜センサについて、種々の応力条件、ひずみ、ひずみ速度領域、温度での応力発光データを蓄積した。その結果発光強度から構造物に発生するひずみを定量的に逆解析することが可能になった。また、応力発光センサを用いた構造物全体の監視・診断ネットワークシステムの構築に向けて、実システムの接続と改良を行い、有線型及び無線型センサノードの低ノイズ化と高感度化に成功した。さらに、応力履歴記録システムの高感度化と最適化を行い、カメラ計測を必要としない亀裂進展履歴の記録に成功した。さらに、1.2mm厚のステンレス配管内部における異物蓄積の有無を、配管外部表面に設置した箔状フレキシブルセンサによって診断することができる、非接触型内部状態推定技術の開発に成功した。また、厚さ40 μ mの箔状フレキシブルセンサを体表に設置し、得られた信号から筋肉の厚み変化（動き）を推定できるマン・マシンインターフェイスを開発し、これで検出した筋肉の動きが超音波エコー画像で観察した動作のタイミングと一致することを確認した。

〔分野名〕 標準・計測分野

〔キーワード〕 応力発光、アダプトロニクス、可視化、センシング、材料技術、デバイス化、システム化、超音波、ニューラルネットワーク、配管、水素

〔テーマ題目2〕 マイスター制度対応ソリューション技術

〔研究代表者〕 五十嵐 一男
(センター長)

〔研究担当者〕 小柳 正男、上杉 文彦、松田 直樹、大庭 英樹、綾戸 勇輔、中島 達朗、綾戸 照美、岡部 浩隆、野中 一洋、古賀 淑哲、坂井 一文、蒲原 敏浩、平川 智恵子、笠嶋 悠司、菊永 和也、鳥取 和代、遠坂 啓太、秋山 守人、岸 和司、長瀬 智美、田原 竜夫、筒井 美寿江、大石 康宣、三好 規子、上野 多津子、深町 悟、井上 太、田中 亜紀、谷 英治、山田 則行、中田 正夫、濱崎 恭子、菖蒲 一久、安達 芳雄、西久保 桂子、野間 弘昭、前田 英司、岡本 悦子
(常勤職員19名、他19名)

〔研究内容〕

半導体製造ラインなどの各種生産製造現場においては、製品の様々な欠陥、異物類の検出、更にはそれらの低減・防止のための技術開発が常に必要とされる。本重点研究課題では、生産現場に常駐するマイスターと緊密に連携し、必要な計測技術などの研究開発、及び、その適用技術の開発に取り組む。具体的には、特に半導体製造現場に共通な、非接触、非破壊、および高スループットの検査ニーズに対応するために、光計測技術を中心に研究開発に取り組んでいる。さらに、高温過酷環境下で動作する圧電薄膜センサを用いたアコースティック・エミッション (AE) 計測技術、および独自開発の高性能セラミックフィルタを用いた有害物の除去・分解に関する環境計測技術に取り組んでいる。これらの生産現場への早期の適用を目指して、技術の確立とインラインプロトタイプ検査装置の開発を進めている。また、検査技術としては、まだ人間の感性による部分が多く残されており、製品品質の向上と省力化等のためにその自動化が望まれているが、これらの官能検査の自動化を進めるとともに、検査技術の社内基準化、将来的には業界全体へ向けた標準化・規格化を目標とする。さらに、共通課題として、各種計測基盤技術の構築とデータベース整備などのソリューション関連技術開発を進めている。

平成21年度の進捗状況：

① マイスター制度対応課題

マイスター企業から提案された課題のうちの4件の技術課題について詳細な検討を行った。まず、半導体生産計測課題の内、半導体ウェハの微小欠陥検出に関しては、昨年度試作した光検査装置について検査速度の高速化と検出限界の向上のために光学系の改善・改良をおこなうとともに、実証試験をおこなった。プラズマ異常放電検出については、異常放電の検出能力改善のため、前年度試作した AE センサの改良ならびに実装技術の検討を行った。また、半導体生産現場内の臭気ガス除去のために、独自フィルタを用いた装置を考案し、装置試作を行い、性能測定を行った。半導体製品の外觀検査に関しては、昨年度考案した光学的な検査技術を基に、不良製品のより簡便な判別技術を開発した。

② ソリューション関連技術

各種光学的計測手法のマイスター課題への適用を検討した。色情報を用いて高さ情報を得る2D-3D 外觀検査法として、分光位相差検出法による高さ計測装置を試作し、昨年度製品化した多焦点撮像ユニットとともに、生産現場への応用を検討した。計測技術に関するデータベース構築では、昨年度構築したシステムに、当ユニット独自の技術情報として、Si Wafer 酸化膜内クラックに関するデータベースを追加した。さらに、熱力学平衡計算技術を使って、プラズマ耐食性材料の検討を行った。

〔分野名〕 標準・計測分野

[キーワード] マイスター、計測技術、ソリューション、データベース、その場計測、生産現場、微少欠陥、外観検査

めの次世代微量サンプル導入システム」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）先端計測分析技術・機器開発事業「質量分析計（MS）による多項目同時臨床検査技術の包括的開発」

⑱【バイオメディシナル情報研究センター】

(Biomedicinal Information Research Center)

研究ユニット長：嶋田 一夫

存続期間：2008. 4. 1～2013. 3. 31

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

副研究部門長：上田 太郎、須貝 潤一

研究顧問：五條堀 孝

所在地：臨海副都心センター、つくば中央第6

科学研究費補助金「イオンチャネル詳細構造解明に向けた単粒子解析技術の開発と複合体の構造解明（特定）」

人 員：16名（15名）

経 費：535,887千円（289,461千円）

科学研究費補助金「HIRA-ヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明（特定）」

概 要：

バイオメディシナル情報研究センターは、前身の生物情報解析研究センターの成果の上にたち、ポストゲノム研究の中核として、タンパク質や RNA など遺伝子産物の構造と機能を解析し、その機能を制御する物質を提供する一連の創薬基盤技術を開発するために、2008年（平成20年）4月に設立された。

科学研究費補助金「物理化学的解析に適した高分子量型クロマチン因子群の大量発現系の開発（挑戦的萌芽研究）」

科学研究費補助金「FACT-ヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明（基盤 B）」

具体的には、ポストゲノムシーケンズ研究に重点をおき、わが国が世界に対して優位性を持つヒト完全長 cDNA を用いた疾患関連タンパク質相互作用解析および創薬の標的タンパク質として重要な膜タンパク質などの構造解析を行う。さらにそれらの機能を正や負に制御する化合物を、ラショナルな計算科学やわが国が得意とする微生物産物に求め、医療、医療、診断薬に繋げる一連の創薬基盤技術を開発する。また新たな研究分野として登場した多数の非翻訳 RNA（タンパク質を作らない RNA）についてもその機能解析を行い、創薬の新たなパラダイムを拓く。これらの研究を産業界のニーズを反映させた課題解決型共同研究として産学官の連携で進めてゆく。ヒト全遺伝子のアノテーションつき統合データベースは前述の研究に資するとともに、独自のヒト完全長 cDNA、発現情報・相互作用データなども取り入れ、世界に対し公開し、広くライフサイエンスの振興に寄与する。

科学研究費補助金「プロテアソームの単粒子解析による構造研究（基盤 B）」

科学研究費補助金「核内低分子 RNA による遺伝子発現の多様性獲得機構の解明（基盤 B）」

科学研究費補助金「遺伝子修復、組み換え、スプライシングをターゲットとする新規抗癌剤の探索研究（基盤 B）」

科学研究費補助金「動物の進化におけるミトコンドリアの遺伝暗号と tRNA の共進化の分子機構（基盤 C）」

科学研究費補助金「ヒストンシャペロンおよびその複合体の X 線結晶構造解析(特別研究員奨励費)」

発表：誌上発表92件、口頭発表141件、その他8件

外部資金：

財団法人木原記念横浜生命科学振興財団 平成21年度地域イノベーション創出研究開発事業「自己抗体を活用した効率的な特定のがんの総合診断システムの開発」

細胞システム制御解析チーム

(Biological Systems Control Team)

研究チーム長：夏目 徹

(臨海副都心センター)

独立行政法人科学技術振興機構（JST） 先端計測分析技術・機器開発事業「タンパク質超高感度質量分析のた

概 要：

抗腫瘍剤や抗糖尿病薬等のリード化合物を見出すことを目的に、8個のスクリーニング系を構築し、各

系約5万～33万サンプルをアッセイした。その結果、10数個の化合物を見出し、現在生物活性の検討を行っている。さらに、細胞毒性、レポーターアッセイや酵素アッセイなどのスクリーニング系により30数個の新規化合物を見出し、生物活性を評価すると共に、一部の化合物に関しては動物レベルでの評価を行った。これまで計33万程度のスクリーニングライブラリーを構築した。

微量タンパク質質量分析システムについては、精密電鍍流路を活用した次世代のサンプル導入システムを開発し、実質感度を200倍以上に向上させ、またサンプル前処理を多軸ロボットに置き換え、極めて高い再現性を実現した。さらに、環境由来の夾雑ノイズ源を排除する事によりこれまで不可能であった酵素-基質の反応を捉え、その機能解析にも成功した。その結果、糖尿病の原因遺伝子の機能や、DNA損傷におけるユビキチン化の仕組みも明らかにした。

ヒトプロテオーム発現リソース (HuPEX) 構築の拡充、ハイスループットタンパク質発現技術の改良、プロテインアレイ (アクティブアレイ) の開発と利用、細胞システム制御因子の探索を実施し、以下の成果を得た。1) インビトロメモリーダイ法によって化合物スクリーニング系を構築した (8種類)、2) 新規な高効率 iPS 細胞作製方法を開発した (米国仮出願)、3) 血清中の自己抗体の網羅的解析システムを開発した、4) 新規ショート ORF 遺伝子を見出した、5) 新規のタンパク質精製用タグを見出しその利用法を開発した。

研究テーマ：テーマ題目1

タンパク質構造情報解析チーム

(Protein Structural Information Analysis Team)

研究チーム長：光岡 薫

(臨海副都心センター、つくば中央第6)

概要：

我々のチームでは、「タンパク質立体構造に指南された創薬戦略 (SGDD: Structure Guided Drug Development)」の実現を目指し、タンパク質の立体構造に基づく創薬標的タンパク質の機能解析および新規薬物の探索を行う基盤技術の開発を行う。膜タンパク質や複合体の構造解明は、生物機能の解明や産業への応用にも重要であるにも関わらず、その困難さ故に非常に遅れている。電子顕微鏡や X 線結晶解析などの手法を用いて、それらの原子レベルの立体構造を解析し、NMR 等によってリガンド-タンパク質、タンパク質間相互作用を高精度かつ効率良く解析する。そのための、大量発現系の構築、構造解析技術の改良を行うとともに、その分子機能を解析する。それらの情報を用いて、高精度のモデリング技術やシミュレーション技術の開発・改良を行うこ

とで、SGDD の実現を目指す。世界的に見ても特色がある、電子顕微鏡、NMR、計算機シミュレーションの研究グループが共同することで、学術的にも高い成果を得ることを目指す。

研究テーマ：テーマ題目2

機能性 RNA 工学チーム

(Functional RNomics Team)

研究チーム長：廣瀬 哲郎

(臨海副都心センター)

概要：

ヒトゲノムから産生される蛋白質をコードしないノンコーディング RNA (ncRNA) が有する新しい機能と作用機構の解明を目指して研究を行った。細胞核内構造体の構築能をもつ ncRNA と RNA 結合タンパク質との共同作業によって構造体構築が行われることを明らかにし、その作用機序の概要を示した。また新たに核内構造体に局在する複数の疾患関連タンパク質を同定して、これらが ncRNA の発現を制御することを見出した。

独自開発した核内 RNA ノックダウン系を駆使して、核内 U7 snRNA の新機能を発見した。通常 DNA 複製時にヒストン遺伝子発現を促進する機能に加えて、新たに DNA 複製阻害時に負に制御する機能を見出した。この制御に関係する U7 snRNA 相互作用タンパク質を同定した。

組織特異的な ncRNA として、T 細胞に特異的な Thy-ncR1 の解析をすすめ、細胞質において細胞増殖因子 mRNA の特異的な分解に関わることを見出した。この他に肝臓特異的な Hep-ncRNA が、肝細胞癌の初期に発現抑制されることを明らかにした。

この他に、tRNA の機能獲得に必須な RNA 修飾の中で、硫黄化修飾経路について原核生物をモデルとして研究を行った。組換え生合成因子のみによる硫黄化反応の試験管内再構成に成功するとともに、生合成因子が翻訳後修飾因子としても働くことを見出した。

研究テーマ：テーマ題目3

分子システム情報統合チーム

(Integrated Database and Systems Biology Team)

研究グループ長：今西 規

(臨海副都心センター)

概要：

ヒトの全遺伝子と転写産物を対象として高精度なアノテーション情報を格納した統合データベース H-InvDB の更新を行い、約30万件の転写産物の情報を含む新しいリリース7.0を公開した。ここでは、タンパク質に関する豊富なアノテーションをまとめた protein view や、ウェブサービスを利用して糖鎖や機

能性 RNA に関する情報を表示するページを新たに公開した。また、遺伝子構造・機能・発現・多様性・進化などのさまざまなアノテーションを使った知識発見支援ツールとして、HEAT という enrichment analysis の解析サービスを公開した。世界の主要なデータベースのデータ ID による統合化を行うリンク自動管理システムおよび ID 一括変換システムについては、対象をタンパク質の立体構造のデータや実験動物として有用なマウスの分子情報へと拡張し、機能拡充を図った。さらに、経済産業省統合データベースプロジェクトでは、ポータルサイト MEDALS におけるデータベース閲覧やソフトウェア閲覧を充実させたほか、キーワードによる横断検索サービスを公開した。

研究テーマ：テーマ題目4

〔テーマ題目1〕機能ゲノム解析：タンパク質機能解析に関する研究

〔研究代表者〕 夏目 徹

(細胞システム制御解析チーム)

〔研究担当者〕 夏目 徹、五島 直樹、新家 一男、

家村 俊一郎 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

我が国が優位性を保持する3万個のヒト完全長 cDNA から構築されたヒトプロテオーム発現リソースとその情報等を利用して、ヒト遺伝子機能解析の基盤を完成させた。それらを基に効率的かつ統一的なタンパク質生産系を確立した。また蛍光イメージング技術を活用した細胞内局在情報、超高感度質量分析システムによるタンパク質相互作用ネットワーク情報等の取得を行う。それらの活用により、タンパク質の様々な機能を明らかにすると共に創薬のための新規なターゲットを発見し、高効率で統一的な化合物スクリーニング系を開発し、創薬加速のための基盤開発と化合物プローブ主導のケミカルバイオロジーを展開している。50,000~100,000サンプル/週の高スループットで、タンパク質の相互作用を指標とする統一的なスクリーニングプラットフォームを構築することに成功した。これにより、タンパク質相互作用を制御するユニークで新規な化合物を天然物ライブラリーより数個取得している。今後、個体レベルでの生理活性の評価を行っていく。また、ヒトプロテオーム発現リソースを活用し、自己抗体の網羅的解析による疾患マーカー探索、細胞システム制御因子の探索も進めてゆく。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質、プロテオーム、ケミカルバイオ、完全長 cDNA

〔テーマ題目2〕構造ゲノム解析：創薬加速を目指した構造解析基盤技術開発とその応用

〔研究代表者〕 光岡 薫

(タンパク質構造情報解析チーム)

〔研究担当者〕 嶋田 一夫、中村 春木、光岡 薫、
 藤吉 好則、金澤 健治、根本 直、
 三尾 和弘、高橋 栄夫、千田 俊哉、
 福西 快文 (常勤職員9名)

〔研究内容〕

本プロジェクトでは、タンパク質立体構造に指南された創薬戦略の実現を目指し、創薬の標的として今後より重要と考えられる膜タンパク質や複合体について、その構造解析技術を改良するとともに、相互作用情報が得られる技術を開発し、それらを有効に利用できる計算機シミュレーション技術を確立する。そのため、構造解析技術としては、極低温電子顕微鏡と X 線結晶構造解析を利用するとともに、相互作用解析などに NMR を活用する。そして、計算機シミュレーションでは、開発された技術が応用されるように、ソフトウェアなどを公開する。

極低温電子顕微鏡を用いた研究では、電子線結晶構造解析による構造決定を目指して、Band3の二次元結晶化を行った。Band3は分子量約10万の赤血球膜に存在する膜貫通タンパク質で、陰イオンの透過を媒介する輸送体として知られている。特に赤血球膜では、塩素イオンと炭酸イオンの交換反応を行い、炭酸ガスの輸送・排出に重要な役割をしていると考えられている。この膜貫通部分の透析法による結晶化により、そのチューブ状の結晶を得たので、らせん対称性を持つ試料に単粒子解析法を応用する IHRSR 法を用いて、その18Å分解能の立体構造解析を行い、輸送メカニズムと関連するドメイン構成を明らかにする論文を発表した。また負染色電子顕微鏡を用いた構造解析では Ca²⁺放出活性化 Ca²⁺ (CRAC) チャネルの本体として近年同定された Orai1陽イオンチャネルと、酸化ストレスセンサーKeap1の3次元構造を単粒子構造解析法で解明し、それらの機能発現に関する考察と共に報告した。更に光架橋と金粒子ラベルを組み合わせて TRPC3チャネルを特異的に抑制するピラゾール誘導体の結合可視化に成功し、細胞膜直下部を標的としていることを証明した。また試験管内で構築させた T4 ファージ尾部基盤を電子顕微鏡解析することにより、ウェッジの逐次的結合は前駆構造体が次のサブユニット蛋白質の結合によって誘起される一連のコンホメーション変化であり、最終分子は感染時の拡張した構造に類似していることを証明した。

X 線結晶構造解析を用いた研究では、転写、複製など種々の核内反応に関わる高分子量型のヒストンシャペロンに関する構造研究を開始するために、FACT および HIRA という2種類の高分子量型のヒストンシャペロンの大量発現・精製系の確立を行なった。その結果、いずれにおいても mg オーダーの精製蛋白質を得る事に成功した。これにより立体構造に基づいた構造・機能解析を進めるための基盤を確立することができた。また、電子伝達反応に関わるフェレドキシン還元酵素を種々の pH 条件下で解析することで、フラビンの構造が酸化状態の

みならず pH にも影響を受ける事を見いだした。これは、pH 変化によるフラビンの構造変化を系統的に示した最初の例である。

NMR を用いた研究では、セラミド輸送タンパク質 PH ドメインの NMR 解析により、その立体構造を決定するとともに、セラミド輸送に関わるゴルジ体認識様式を解明した。また、インスリン-インスリン受容体の NMR 相互作用解析の結果、従来の研究において不明瞭であったインスリンの第2受容体結合部位を明らかにするとともに、その界面構造情報に基づくインシリコ・スクリーニングにより、受容体結合活性を有する低分子を得ることに成功した。

免疫系膜タンパク質シグレックスについて、リガンドとの相互作用解析を進めており、現在 BIAcore を用いた相互作用解析を実施している。また、関連技術として、混合物溶液の直接計測解析（メタボリック・プロファイリング）法を食品、医療・健康産業への応用に展開し、大学、製薬・化学、バイオベンチャーに加え食品企業との共同研究を開始した。

計算機シミュレーションを利用した研究では、Fragment-based drug development に向けた手法を開発した。分子量の小さいフラグメントの計算機スクリーニングは一般には困難だが、我々の新規手法では、フラグメントに人工的に仮想側鎖を連結して分子を大きくしてからスクリーニング計算をすることで、小さな活性フラグメント分子でも検出できる。生理活性ペプチドと同等の機能を持つ合成低分子を発見する方法として、MD-MVO 法を開発した。これは分子動力学シミュレーションを用いて体積と電荷分布の双方を考慮して分子の重ね合わせを行い、似た分子を検出する方法である。企業での実証実験でも、海外で開発されている類似分子探索ソフトに比べ、はるかに優れた予測精度を発揮することが示された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】低温電子顕微鏡、核磁気共鳴装置 (NMR)、X 線結晶解析、計算科学、構造解析、構造生物学

【テーマ題目3】機能性 RNA 解析：機能性 RNA 解析に関する研究

【研究代表者】廣瀬 哲郎（機能性 RNA 工学チーム）

【研究担当者】廣瀬 哲郎、渡辺 公綱、佐々木 保典、嶋 直樹（常勤職員4名）

【研究内容】

近年、ポストゲノム研究の成果として発見されたノンコーディング RNA (ncRNA) は、ゲノム (DNA) からタンパク質合成を仲介する役割以外の全く新しい RNA 機能を担っていることが期待されている。そこで ncRNA 群の中から、基本的な生命現象に関わる重要な機能性 ncRNA や疾患に関わる機能性 ncRNA を発見し、

その作用機序を明らかにし、さらには医療技術開発の基盤形成に寄与する事を目的としている。今年度は、ncRNA 独自の機能解明のために、細胞核内に局在する ncRNA と、ヒトの特定組織で特異的に発現する ncRNA の機能解析を重点的に進めた。

ヒト完全長 cDNA データベース (H-InvDB) から選別した単独転写単位として合成される ncRNA 群の中から、前年度までに未熟な T 細胞分化段階に限定して発現する Thy-ncR1 ncRNA を同定した。この ncRNA は細胞質のポリソーム画分に存在し、細胞増殖因子様タンパク質の特殊な mRNA 分解経路の発現制御に関わっていることを示し論文投稿した。この他に、肝臓特異的に発現する Hep-ncR1 ncRNA が、肝細胞癌のごく初期段階に特異的にサイレンシングされることを見出し、この発現変化が近傍の脂肪酸合成酵素遺伝子の発現抑制を引き起こしている可能性が浮上した。

これまでの細胞内局在の解析によって、ncRNA の多くは核内に局在するという特徴的な細胞内挙動を発見し、その核内 RNA をターゲットにした新規な RNA ノックダウン法を開発した。さらにこの技術を用いて、細胞核内構造の構築を行う MENε/βncRNA や、新しい細胞周期依存的な遺伝子発現制御を行う U7 snRNA 機能を発見した。本年度は、それらの核内 ncRNA の作用機構を詳細に解明するために、特に ncRNA に相互作用するタンパク質因子の作用機構について研究を行った。MENε/βncRNA のプロセッシングや安定性を制御する因子、核内構造体を介した mRNA の発現制御に関わる因子、U7 snRNA に結合し転写制御に関わる因子などを同定することに成功した。核の中では、クロマチンのエピジェネティック制御や、それらに関わるタンパク質因子の会合など生命活動の根幹を担う様々な現象が行われており、ncRNA 群はタンパク質因子と共同して、核内現象を精密にコントロールしている可能性が浮上した。革新的な機能解析技術による新規な ncRNA 機能の解明によって、新しい創薬基盤となる産業技術の確立に結びつくことが期待できる。

この他に、好熱菌をモデルとして tRNA の硫黄化修飾の生合成系を解析し、組換え生合成因子のみによる、高効率の硫黄化反応の試験管内再構成に成功した。これにより硫黄化修飾系の1つの代表的な系の全体像を明らかにできた。また生合成因子の1つが好熱菌細胞内で多数の標的タンパク質に結合していることを見出した。これは原核生物における新規なタンパク質機能制御機構であるとともに真核生物ユビキチン系の祖先系であると考えられ非常に興味深い。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】核酸、RNA、遺伝子発現制御、エピジェネティクス、RNA 修飾

【テーマ題目4】ヒト遺伝子の統合データベース構築と

経済産業省統合データベースプロジェクト

【研究代表者】今西 規

(分子システム情報統合チーム)

【研究担当者】今西 規、五條堀 孝(常勤職員2名)

【研究内容】

ヒト全遺伝子と転写産物を対象として高精度なアノテーション情報を格納した統合データベース H-InvDB について、最新のヒトの転写産物の配列データを集めて大規模な計算機解析を行うことによりメジャー更新を行い、約30万件の転写産物の情報を含む新しいリリース7.0を公開した。ここでは、タンパク質に関する豊富なアノテーションをまとめた **protein view** や、ウェブサービスを利用して糖鎖や機能性 RNA に関する情報を表示するページを新たに公開した。また、遺伝子構造・機能・発現・多様性・進化などのさまざまなアノテーションを使った知識発見支援ツールとして、**HEAT** という **enrichment analysis** の解析サービスを公開した。

次に、ひとつの遺伝子から複数の転写産物およびタンパク質が作られる選択的スプライシングに関して、主な哺乳類の生物における比較研究を行った。ヒトとマウス、ラット等の転写産物のデータを用いて選択的スプライシングの構造と機能の多様化を明らかにし、さらに種間で対応する転写産物を同定して保存性の高い選択的スプライシングを明らかにしつつある。この解析から、ゲノム配列の比較解析だけではわからないトランスクリプトームの多様化の機構を明らかにすることをめざしている。世界の主要なデータベースのデータ ID による統合化を行うリンク自動管理システムおよび ID 一括変換システムについては、対象をタンパク質の立体構造のデータや実験動物として有用なマウスの分子情報へと拡張し、機能拡充を図った。本システムは現在、ヒトで28種類、マウスで13種類のデータベースを対象に、合計410万件以上のデータ ID について、合計6500万件以上のデータの対応関係を取り扱っている。これらの情報は毎日自動で更新しており、常に最新のリンク情報を維持・公開している。

さらに、経済産業省統合データベースプロジェクトを実施した。これは、経済産業省の関わるライフサイエンス分野の研究開発プロジェクトで産み出されたデータベース等に関する情報提供サイトを作成し、さらにヒト遺伝子の統合データベース H-InvDB と連携して経済産業省関連の研究成果を利用できるシステムを構築することを目的としている。本年度は、ポータルサイト **MEDALS** におけるデータベース便覧やソフトウェア便覧を充実させたほか、キーワードによる横断検索サービスを新規に公開した。データベース便覧には61件、解析ツール便覧には45件を記載したことに加え、新たにプロジェクト便覧も作成し45件の情報を提供している。データベースの利用促進をはかるための講習会も、4回開催

した。

以上の成果は研究開発者や一般利用者の利便性を高め、データベースからの知識の取得を促進・効率化すると期待される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオインフォマティクス、統合データベース、H-InvDB

⑩【ナノ電子デバイス研究センター】

(Nanodevice Innovation Research Center)

(存続期間：2008. 4. 1～2015. 3. 31)

研究センター長：金山 敏彦

副研究センター長：秋永 広幸、古谷 紳次

主幹研究員：秦 信宏

所在地：つくば西7、つくば西5E、つくば中央第4、つくば中央第2

人員：23名(20名)

経費：6,399,394千円(747,286千円)

概要：

1. ミッション

半導体集積システムは、高度情報社会を支える基幹技術である。産業競争力の向上と環境負荷の低減を図り、社会の持続的な発展を実現するために、半導体技術の継続的な進展は、欠かすことができない。

これまで半導体技術の高度化を担ってきたシリコン CMOS トランジスタの微細化は物理的・技術的な限界に近づいており、今後の技術発展のためには、ナノレベルの微細化と同時に、新規な材料・構造・作製プロセスの導入が求められている。さらに、今後10年以上に亘って発展を継続するには、CMOS 微細化に代わる新しい指導原理を構築しなければならない。

本研究センターは、CMOS の微細化・高性能化の極限追求を推進すると共に、これに代わる発展軸となりうる革新技術の探索と実証を、CMOS 技術をベースとして行う。そのために、ナノスケールのトランジスタの構造、材料、作製、計測、解析技術を研究し、特性バラツキを最小化しながら、低消費電力で信頼性の高い CMOS トランジスタを構成し集積化するための基盤技術を研究開発する。さらに半導体以外の様々な材料や、メモリおよびフォトリソデバイスを含む新動作原理のデバイスに向けた研究開発を展開する。この過程で蓄積したナノ電子デバイスの作製、計測、解析技術を体系化すると共に、広く外部に提供して、イノベーションハブとして機能する。これによって将来の電子デバイス技術の発展方向を明確な科学的根拠を以て産業界に提示

する。

2. 運営体制

当センターは、CMOS や不揮発メモリを始めとするナノ電子デバイスの高性能化・低消費電力化を自ら追究すると共に、つくばイノベーションアリーナ(TIA)の一環として、新たな発展軸となりうる革新技术の探索と実証を行うためのイノベーションハブを整備し、産総研の他ユニットや、大学・産業界や他の研究機関と連携して基礎技術をデバイス実証に結びつける場として運用する。そこでは、当センターに蓄積されたナノ電子デバイスの作製技術・計測解析技術を基に新材料・新構造デバイスを効率的に試作し、データが体系的に蓄積されるような知識マネジメントを目指す。また、ナノプロセッシング施設(AIST-NPF)や IBEC イノベーションプラットフォームと一体的な運用を行うことにより、広範な目的に応える。

また、大学や産業界などから若手研究者を積極的に受け入れ、最先端の電子デバイス技術に関わる研究開発に従事させることにより、実用化のための技術課題を把握し、かつ基盤的な知識と科学的考え方を身につけた人材の育成を行う。

3. 研究開発の方針

本年度は、次の点に重点を置いた。

- (1) CMOS の極限追究を目的とする研究開発プロジェクトとして、NEDO 半導体 MIRAI プロジェクトの研究開発を発進させた。また、ナノエレクトロニクスプロジェクトの研究開発を行った。
- (2) 上記以外の、より探索的な研究テーマや実用化目的の明確な課題については、それぞれ個別の研究プログラムを推進した。特に、CMOS の限界を超える超低消費電力化を可能にする技術シーズについて、エレクトロニクス研究部門などの他ユニットと協働で、有望技術の絞り込みを行った。
- (3) 当センターの保有するプロセス装置群を再組織し、微細 CMOS トランジスタを始めとするデバイス試作を軌道に乗せた。これを基に、産総研内外の研究グループと共同研究を開始した。

外部資金：

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

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

術開発 (平成20年度補正予算分)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造ナノ電子デバイス技術開発／シリコンナノワイヤトランジスタの知識統合研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造ナノ電子デバイス技術開発／シリコンプラットフォーム上Ⅲ-V族半導体チャンネルトランジスタ技術の研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー革新技术開発事業／先導研究／第2世代超薄膜ゲート絶縁膜材料の研究開発

独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイノベーション化事業 テーラーメイドクラスターイオン源の研究開発

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 機能性酸化物を用いたナノ界面相転移デバイス開発
1. 金属／遷移金属酸化物界面の電子状態制御 2. 界面における強相関相転移デバイス開発

文部科学省 産学官連携支援事業委託事業 ナノプロセッシング・パートナーシップ・プラットフォーム

文部科学省 科学研究費補助金 特定 シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B シリコン表面上での原子層シリサイド半導体形成

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 単一電子回路網形成へ向けてのカーボンナノチューブ単電子トランジスタの開発

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 高性能ナノコンポジット希土類永久磁石薄膜の開発

文部科学省 科学研究費補助金 特定 配列ナノ空間物質を利用した次世代半導体デバイス

独立行政法人科学技術振興機構 国際科学技術協力基盤整備事業 高性能薄膜トランジスタおよびそれを用いた不揮発メモリ

発表：誌上発表53件、口頭発表95件、その他3件

極限構造トランジスタ研究チーム

(Nanostructured CMOS Research Team)

研究チーム長：太田 裕之

(つくば西7、つくば西5E、つくば中央第4)

概要：

概要：現在の情報化社会を支えているのは大規模集積回路（LSI）である。今後の情報化社会の高度化及びその持続的発展のためには、LSIの基本要素であるトランジスタのさらなる集積規模の拡大と低消費電力化を両立する必要がある。我々の目標は、2015年以降の技術世代における低消費電力 LSI に要求されるトランジスタの各技術課題を克服するための基盤技術を提供することにある。この目標達成のため、当研究チームでは以下の3テーマを主要研究開発テーマとしている。それらは、1) トランジスタの極限的な微細化に対応し得る構造を持つと期待されるシリコンナノワイヤトランジスタの開発、2) 極限的に微細化されたトランジスタで期待される準バリスティック効果を最大化し、高駆動力トランジスタを実現するためのデバイス技術の開発、3) 今後のグリーン-IT による低炭素社会の実現にむけて、従来 CMOS の1/10 -1/100の低消費電力を目指す新原理 CMOS の研究開発である。第1のテーマに向けては、自己組織化を含む、原子レベルのナノプロセッシング技術を開発し、高精度なトランジスタプロセス技術を開発している。第2のテーマについては、バリスティック輸送効率の向上及び低消費電力化のための、ゲートスタック技術開発やメタルソース・ドレイン技術開発などを行っている。また、第3のテーマに関しては、トランジスタのスイッチング消費電力が電源電圧の2乗に比例することに鑑み、量子力学的なトンネル効果等の従来 CMOS の動作原理とは異なった新たな動作原理に基づく CMOS の開発を行い、従来 CMOS では到達しえない圧倒的な低電圧で動作する CMOS の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

新材料インテグレーション研究チーム

(New Materials Integration Research Team)

研究チーム長：安田 哲二

(つくば中央第4)

概要：

集積回路技術は微細化を推し進めることにより発展してきたが、ゲート長（回路を構成するトランジスタの大きさを表す寸法）は既に30 nm 程度まで小さくなっており、微細化は物理的な限界を迎えつつある。そのような中で、微細化以外の手法によって微細化と同等な性能向上を実現する技術、すなわち「等価スケールリング技術」が求められており、その有力なアプローチの一つが「新材料」の導入である。従来、相補型の金属-酸化物-半導体（CMOS）構造の電界効果

トランジスタは、シリコンとその酸化物を主たる材料としてきたが、これらをキャリア移動度や誘電率などにおいて優れた物性をもつ新材料によって置き換えることができれば、電流駆動力を向上したり、消費電力を低減することが可能となる。これらの新材料は、従来は CMOS に用いることが難しかった材料であり、その特性を生かすためには、CMOS の技術体系の中にうまく統合（インテグレート）することが鍵となる。当研究チームは、得意とする表面・界面のナノスケール評価・制御技術を用いて、高移動度チャネル技術や高誘電率ゲート絶縁膜技術等を開発するとともに、大幅な低消費電力化を可能にする新原理デバイス実現に向けて、これらの技術を展開していくことを目的とした研究開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目3

原子スケール計測・制御技術研究チーム

(Atomic-scale Characterization and Processing Research Team)

研究チーム長：多田 哲也

(つくば中央第2、つくば中央第4)

概要：

デバイスサイズが微細になると、様々なデバイス特性が、原子スケールの構造揺らぎに敏感に影響されるようになり、設計や作製が困難になる。この問題を解決するには、デバイス構造の局所的な物性を原子スケールで計測・制御することが必要不可欠である。特に、ドーパント不純物原子の分布や機械的歪みがデバイス特性に大きな影響を与えるため、当研究チームは、走査トンネル顕微鏡（STM）を用いた不純物分布、ポテンシャル分布の計測・評価技術、紫外線ラマン散乱分光法による局所ひずみの評価解析技術の研究開発を行う。さらに、原子スケールで物質構造を制御することにより、ナノデバイスを実現する新たな材料の研究開発に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

先進デバイスプロセス研究チーム

(Nanodevice Processing Research Team)

研究チーム長：堀川 剛

(つくば西7)

概要：

当研究チームでは、当センターが展開している高性能の極限 CMOS デバイス開発において、我々が保有する CMOS プロセス技術、デバイス試作技術を提供することで試作検証を支えるとともに、デバイス性能向上の実証に向けた微細トランジスタ作製プロセス技術の確立を目標にバリスティック効果発現に必須となるゲート微細化などの要素プロセス開発を展開して

いる。

CMOS の微細化が物理的な限界に達しようとしている中では、開発された微細 CMOS 技術を他のナノテクノロジーと融合させて新たなナノ電子デバイスを創生していく取り組みも大変重要である。当研究チームでは、産総研が提案するナノ電子デバイス開発のイノベーションハブであるナノエレクトロニクスイノベーションプラットフォーム (NeIP) の一環として、CMOS 先端技術の研究を通じて確立したデバイス・プロセス・材料技術や内部光電子分光、低周波雑音、ランダムテレグラフ雑音等の評価解析技術を提供することで、シリコンフォトニクスや半導体メモリーなどを含めた幅広い技術分野における独創的なナノ電子デバイスの試作・評価を通じた機能実証のための共同研究を展開している。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9

先進ナノ界面デバイス研究チーム

(Superior Nano-interface Device Research Team)

研究チーム長：秋永 広幸

(つくば中央第2)

概要：

物質をナノ構造化、あるいは異種材料の界面を原子レベルで精密に接合することによって、合目的に設計されたデバイス機能の発現と制御を可能とし、「先進」と呼ぶに相応しいナノ界面デバイスの開発成功例を積み上げていくことが本チームの活動指針である。その過程において、新しい研究分野あるいは研究概念を創造し、将来の電子デバイス技術の発展方向を明確な科学的根拠を以て社会に提示することが本チームの研究目標となっている。また、産総研が社会と共有するイノベーション創造の場として、そして、産総研による研究支援・技術移転・人材育成実施の駆動力として、当チームでは AIST 先端機器共用イノベーションプラットフォーム (IBEC-IP) を産学官の研究者に公開している。ナノエレクトロニクスイノベーションプラットフォーム (NeIP) におけるオープンラボとしての機能を果たすことにより、ナノテクノロジー、ナノエレクトロニクスを共通基盤とした全世界的なオープンイノベーション拠点形成を目指す。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目10

【テーマ題目1】次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト 新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発

【研究代表者】金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】太田 裕之、森田 行則、右田 真司、水林 亘 (常勤職員4名)

【研究内容】

本研究センターでは、高機能 LSI の実現に不可欠な半導体デバイスの微細化を進めるためのデバイス・プロセス基盤技術の研究開発を行っている。本研究では、2007年版の国際半導体技術ロードマップ (ITRS 2007) で示されている hp32nm を超える極微細な半導体デバイスを実現するために必要な、新構造極限 CMOS トランジスタに関連する革新的な基盤技術を開発することを目的とする。具体的には、MIRAI 第3期前半までに既に開発済みの高移動度チャネル材料技術やひずみ導入による高移動度化技術の利用に加えて、「バリスティック効率」を向上することを主な開発目標とする。本目標の達成のため、シリコン MOS トランジスタのソース・ドレインの材料・構造、チャネル材料・構造を制御してバリスティック効率を向上させオン電流を増大させることを目指す。

そこで、本研究では、hp32nm を越える技術領域でゲートの静電支配力を確保し、短チャネル効果を低減するために必要となると予想される薄膜 SOI トランジスタやマルチゲートトランジスタを対象に、① 原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発、② 高駆動力ゲートスタック形成技術開発、③ 計測・解析技術開発、の3つの研究課題に取り組んでいる。

① 原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発

メタルソース・ドレイン構造はバリスティック輸送特性が顕在化するような極微細 CMOS プロセス技術に適した技術である。本研究開発では、メタルソース・ドレインとチャネル間の界面揺らぎに伴うトランジスタの性能劣化を抑え、かつソース・ドレイン端における適切なバリアハイト調整による、高駆動力、低オフリーク電流を達成するための技術開発を行う。平成21年度はメタルソース・ドレイン技術を用いてゲート長 70nm 以下の SOI MOSFET を試作し、NMOS, PMOS の良好な動作に成功した。ショットキーバリアの調整はリン(P)およびボロン(B)を接合界面に偏析させて行った。いずれも5桁以上の電流 ON/OFF が得られており、バリアハイトの調整技術がうまく機能していることが確認できた。また、ゲートエッジに対する、NiSi₂メタルソース・ドレインの接合位置制御についても検討を行った。その結果、熱処理における、NiSi₂の Si<100>方位および Si<110>への成長異方性を活用することにより、nm オーダーの制御が可能であることを見出した。

② 高駆動力ゲートスタック形成技術開発

hp 32 nm を超える極微細 CMOS において、低電源電圧、低消費電力、高電流駆動力を実現するためのチャネル表面の原子レベル平坦化技術、および、メタルゲート電極、高誘電率ゲート絶縁膜材料技術の開発を行う。

平成21年度は、熱酸化時の酸素濃度と処理温度を精密に調整することで、清浄 Si 表面上を一分子層の酸素で終端する技術の開発に成功した（酸素終端 Si 表面）。さらにこの酸素終端 Si 表面が親水性を示すことを見出した。このようにして作製した酸素終端表面上に、有機金属原料による原子層成長(ALD)法により、高誘電率ゲート絶縁膜である HfO_2 を堆積したところ、等価酸化膜厚 0.6nm を実現した。

③ 計測・解析技術開発

本技術開発では、準バリスティック輸送特性の電気評価解析技術および、物理計測解析技術開発を行う。電気評価解析技術に関連して、平成21年度は、①で開発した微細 CMOS においてバリスティックパラメータの抽出法の開発を行い、ショットキーバリアハイトに伴う寄生抵抗にゲート電圧依存性があることを明らかにするとともにソース端でのキャリア注入速度の抽出を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体、シリコン、ゲルマニウム、高電流駆動力 CMOS、移動度、バリスティック輸送、メタルソース・ドレイン、高誘電率ゲート絶縁膜、ゲート電極

【テーマ題目2】シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発

【研究代表者】金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】太田 裕之、森田 行則、右田 真司、水林 亘(常勤職員4名)

【研究内容】

ゲート長が10 nm を下回るシングルナノ領域では、CMOS トランジスタの動作が、種々の本質的な限界に遭遇する。本研究開発の目的は、2016~2020 年以降に必要なとされる、シングルナノ領域で高い機能を発揮するシリコンベースの CMOS を、構成し製造する新しい指導原理と基盤技術を提供することである。

シングルナノ領域、即ちゲート長がサブ10 nm に到達すると、ゲートのチャネルに対する制御能力を最大化するために、直径が nm レベルのナノワイヤ構造のチャネルをゲート電極が取り囲む構造を採用することが必須になる。この領域では、準バリスティック効果や量子効果など、キャリア輸送に本質的な影響を与える物理現象が顕在化する。そのため、これらの効果の利点を活かしたシングルナノワイヤトランジスタの設計原理の確立が求められる。そこで、本研究開発テーマでは、シリコンナノワイヤチャネル構造制御技術の研究開発やメタルソース・ドレイン自己組織的形成技術など行っている。これらの研究開発を通じて、シングルナノメータのゲート長およびチャネル径のナノワイヤトランジスタの特性を予測し、バラツキを最小化しながら特性を最大化するための構造・材料設計とプロセス制御を行える基盤的知

識体系を、科学的な裏付けを以て構築することに貢献する。

平成21年度は低 pH HF 処理と水素アニール、酸素エッチングより、10nm 以下の極細シリコンナノワイヤの形成に成功するとともに、これらのナノワイヤ表面上に高誘電率ゲート絶縁膜の均一な堆積に成功した。また単結晶 NiSi_2 メタルソース・ドレインをナノワイヤトランジスタに適用するためのプロセス開発を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体、シリコン、ナノワイヤ、Gate-All-Around、CMOS、メタルソース・ドレイン、高誘電率ゲート絶縁膜

【テーマ題目3】極低電圧デバイスのための革新的動作原理・材料・プロセス研究技術の研究開発

【研究代表者】金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】秋永 広幸、安田 哲二、宮田 典幸、島 久、森 貴洋

(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

極低電圧で動作する革新的なロジックデバイスおよびメモリデバイスの開発を目的として、次の二つのテーマを推進した。

- ① 低消費電力で動作する集積回路は、低炭素社会の実現に向けた「IT の省エネ」と「IT による省エネ」を推進するための鍵となる基盤技術である。集積回路に搭載されている CMOS の消費電力は動作電圧の2乗に比例するので、集積回路の低消費電力化のためには低電圧化が有効な手段である。しかし、CMOS 構成する電界効果トランジスタ(FET)をオン/オフ動作させる場合、電流を1桁増減するためのゲート電圧変化(この値はサブスレッショルド・スロープと呼ばれる)を60 mV よりも小さくすることはできないという、理論限界が存在する。そのため、従来の FET を使う限りは、集積回路の動作電圧を0.5 V より小さくすることは大変難しい。動作電圧をさらに低減させるためには、新しい動作原理に基づいたデバイスを、集積化可能な形で開発していくことが求められている。本研究は、従来の動作限界を超えた極低電圧で動作するデバイスの実現を目的としている。例えば、0.1 V で動作する集積回路がもし実現できれば、消費電力が2桁近く削減されるのみならず、広範な機器を集積回路を活用して制御できるようになり、エネルギー消費をきめ細かく制御できると期待される。

平成21年度は、まず、サブスレッショルド・スロープを60 mV にするための動作原理の探索を

行った。その中で候補として挙げたデバイスの中で、バンド間トンネリング現象を利用するトンネル FET は、サブスレッショルド・スロープ、オン電流、オフ電流といった観点から詳しい検討を加えるに値すると考えられたことから、シミュレーションによる性能予測を行うとともに、デバイス試作のための基本プロセスの検討を行った。まず、シミュレーションにおいて必要となるトンネル電流を見積もるためのモデルについて検討を行った。トンネル電流のモデルは複数提案されており、その中でも有力な三つのモデルについて検討した。その結果、モデルによってシミュレーション結果が大きく異なり、どのモデルが妥当であるかの判断は、実験との比較によって行うべきであることがわかった。これを受けて、デバイス試作のためのプロセス検討を開始した。トンネル FET と従来型 CMOSFET とのプロセス上の違いは、ソース領域とドレイン領域とでドーピング極性 (p 型、n 型) が異なることにある。この構造を作製するためのハードマスクプロセスやサイドウォール導入など、プロセス要素技術の検討を行い、トンネル FET の作製に必要なプロセス要素技術を確認した。

- ② 機能性酸化物を用いた極低消費電力デバイスの開発を行っている。具体的には、抵抗変化型不揮発性メモリ、酸素欠陥分布の電界制御により整流特性を変えられるダイオードの開発を行った。不揮発性メモリに関しては、平成20年度までに高速・低消費電力動作を実証した抵抗変化型不揮発性メモリの成膜・エッチング技術などを民間企業に技術移転し、TEG プロセス開発を実施した。また、ダイオードに関しては、整流特性を変化させることが可能な Pt / TiO₂ / Pt 素子を研究対象とし、酸化雰囲気でのアニールや素子への電界印加によって O-K 端の EELS スペクトルの形状が変化し、素子中で Ti の酸化状態が影響を受けることを実験的に検出した。また、素子作製プロセス技術開発も併せて実施し、i 線ステッパーを用いた素子の集積化を行った。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 電界効果トランジスタ、低消費電力化技術、シミュレーション、不揮発性メモリ

[テーマ題目4] ナノデバイスの原子分解能計測・評価技術の研究開発

[研究代表者] 多田 哲也 (原子スケール計測・制御技術研究チーム)

[研究担当者] 多田 哲也、有本 宏、福留 秀暢、Bolotov Leonid、西澤 正泰 (常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

本テーマでは、走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いることにより、ナノデバイスの電子状態、ポテンシャル分布、ドーパント原子の位置を原子分解能で計測する技術を開発することを目標としている。

ナノワイヤデバイスは、個々のデバイス同士の電気的絶縁を確保するために周囲を絶縁体で囲む必要がある。デバイス領域が絶縁体で囲まれていると、STM は、絶縁体の上ではトンネル電流が流れないため、探針の制御ができず、探針が試料に衝突してクラッシュしてしまい、測定不能になってしまう。したがって、デバイス領域の測定を行うためには、安全に探針をデバイス領域まで移送する必要がある。

本年度は主に、導電性 AFM 探針を用いることにより、AFM モードで絶縁膜に囲まれたデバイス領域を探し出し、デバイス領域上で STM 測定を行う手法の開発を進めた。特に、ノンコンタクトモードの原子間力顕微鏡 (NC-AFM) と STM を組み合わせた NC-AFM/STM 装置の整備を行った。クォーツニードルセンサー (QNT) にタンゲステン探針を FIB 加工して装着することにより、NC-AFM モードで探針位置を制御しながらトンネル電流マップを測定し、Si の p-n 接合を明瞭に見分けることに成功した。

また、STM 計測においては、測定時にバイアス電圧を印加するため、測定すること自身が試料のポテンシャル分布に影響を与えてしまう。従って、その影響を取り除き、バイアス電圧がかかっていない時のポテンシャル分布を求めるためには、シミュレーションによる解析が不可欠である。そのため、我々は、これまで、STM シミュレータの開発を行ってきた。

今年度、我々は、走査探針と試料のギャップ長を変調した時のトンネル電流の変化分を測定する真空ギャップ変調法 (VGM 法) により、pn 接合のソース/ドレインの見かけ上の接合深さがバイアス電圧によって変化する現象を、STM シミュレータによって解析することにより、接合の急峻性を定量的に評価することに成功した。このように、シミュレーションによる解析が、デバイス構造のポテンシャル計測に有効であることが示された。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 走査トンネル顕微鏡、ポテンシャル分布、ドーパント分布、STM シミュレーション

[テーマ題目5] ナノデバイス構造のフォノン特性評価解析技術の研究開発

[研究代表者] 多田 哲也 (原子スケール計測・制御技術研究チーム)

[研究担当者] 多田 哲也、有本 宏、佐藤 章、Pobortchi Vladimir (常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

本テーマでは、ラマン散乱法を用いて、ナノデバイス構造における局所応力分布、フォノン特性評価を行うことを目的としている。

本年度は、紫外光励起共焦点顕微ラマン測定装置を用い、タングステン (W) ゲートを持つ Si MOSFET 構造の応力測定を行なった。測定に用いた試料は、浅いトレンチによる素子分離 (STI) 構造を有する Si 基板上に、SiN/W/TiN (10nm) /HfSiON/SiO₂ のゲートスタックを形成したものである。ラマン・スペクトルは、励起光、検出光の偏光方向が、共にゲート側壁に垂直な配置と、共に平行な2種類の光学配置で測定した。Si 基板上をゲートに向かって励起光を走査した時のラマンピーク位置の変化を測定したところ、垂直偏光での測定時は、ゲートに近づくにつれてピーク位置が大きく高波数側にシフトし、W がゲートエッジ外側の S/D 領域に圧縮応力を印加していることがわかった。ところが、平行偏光で測定した時は、エッジ近傍でのピーク位置は、ほとんど変化しない。FDTD による電磁場解析を行ったところ、平行偏光では、励起光の強度がゲートエッジ近傍50 nm 以下の領域で、垂直偏光の場合に比べかなり小さく、ラマン信号があまり励起されないことが分かった。従って、この二つの偏光配置の結果の比較により、W ゲートの誘起する応力はエッジから50 nm 以内の距離に局在していることがわかる。

すなわち、励起光の電磁場解析の結果とラマン計測結果を比較することにより、測定光の回折限界以下の空間分解能で応力分布の解析を行うことができた。

また、ラマン散乱測定の結果を用いて、プロセスシミュレータの較正を行いシミュレーションの精度を上げ、デバイス中の応力分布のレイアウト依存性を再現することに成功した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 共焦点顕微ラマン分光法、局所応力分布、Si デバイス、メタルゲート、偏光

〔テーマ題目6〕 遷移金属内包 Si クラスタを用いたデバイス材料の研究開発

〔研究代表者〕 金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

〔研究担当者〕 金山 敏彦、多田 哲也、内田 紀行

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

本研究は、遷移金属内包 Si クラスタ ($M@Si_n$: $n=7-16$, $M=Zr, Mo, Nb, Hf, W$) を用いて、新たなデバイス材料を開発することを目的としている。

前年度の研究では、モノシラン (SiH₄) ガス中で遷移金属をレーザアブレーションする方法で $M@Si_n$ を合成し、基板上に堆積することで、アモルファス半導体薄膜を形成し、 $M@Si_n$ を単位構造とした局所電子状態の

揺らぎを抑えることができ、水素化アモルファス Si よりも、p 型で3000倍、n 型で10倍程度という高いキャリア移動度が得られることを実証した。水素化アモルファス Si 膜は薄膜トランジスタ (TFT) のチャネル材料として用いられており、結晶化によるキャリア移動度の向上など高品質化が図られている。そこで、 $M@Si_n$ 膜をチャネルに用いることで、その高いキャリア移動度を活かした新規高性能 TFT の開発を開始した。

今年度は、Hall 測定の結果、高いキャリア移動度が観測されている $Mo@Si_n$ 膜を選択し、 $Mo@Si_{10}$ 膜チャネル TFT を作製し評価を行った。その結果、p-チャネル・エンハンスメント型の電界効果特性が得られ、 $Mo@Si_{10}$ 膜がチャネルとして動作することを実証することができた。

〔キーワード〕 遷移金属原子内包シリコンクラスター、シリサイド半導体

〔テーマ題目7〕 微細トランジスタ作製プロセス技術開発

〔研究代表者〕 金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

〔研究担当者〕 堀川 剛、糸賀 賢郎、野尻 真士、

高野 美和子、木曾 修

(常勤職員1名、他4名)

〔研究内容〕

本テーマは、次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクトの新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発の一環として、極微細なゲート長のトランジスタ作製に関わる基盤プロセス技術を総合的に開発すること、さらにメタルソース・ドレイン形成技術及びメタルゲート電極/高誘電率ゲート絶縁膜からなるゲートスタック形成技術と組み合わせることで準バリスティックトランジスタ製造プロセスを総合的に実証することを目標としている。

極微細なゲート長のトランジスタ作製に関わる基盤プロセス技術としては、ラインエッジラフネスの少ない線幅20 nm 程度以下のゲート細線の形成プロセス、低抵抗のソース・ドレイン配線形成プロセスなどの開発を実施している。平成21年度においては、EB 直描技術をベースに新たにマスクスリミング技術を開発することにより線幅10 nm 程度のポリシリコンゲート細線が安定に形成できるようになった。現在、上記プロセス技術を用い極細細線ゲートトランジスタのプロセス構築に取り込んでいる。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 微細 MOSFET、金属ソース・ドレイン、高誘電率膜、MIM キャパシタ、シリコン導波路

〔テーマ題目8〕 新規ナノ電子デバイス創出に向けた新

規材料・プロセスの基礎的研究

〔研究代表者〕 堀川 剛

(先進デバイスプロセス研究チーム)

〔研究担当者〕 堀川 剛、小川 有人、糸賀 賢郎、
野尻 真士、高野 美和子、木曾 修、
成井 敏男、田村 裕一

(常勤職員1名、他7名)

〔研究内容〕

本研究は、ナノエレクトロニクスイノベーションプラットフォーム (NeIP) の一環として、デバイスメーカー、装置メーカーなどの他機関との共同研究などにより、新規ナノ電子デバイスに向けた新規材料・プロセスの基礎的研究開発を実施すること、さらにこれらの研究の展開により新規ナノ電子デバイスや新規デバイスプロセスの提案・実証に結びつけることを目標としている。

上記の NeIP のスキームによる共同研究として、平成20年度より継続して、ダイナミックランダムアクセスメモリ (DRAM) の信号電荷保持に用いられるメモリーセルキャパシタに向けた新規誘電体薄膜材料や新規金属電極薄膜材料の基礎的評価などを実施している。平成21年度においては、キャパシタのリーク電流の低減に向けて必要となる高仕事関数の金属電極の開発に当たって、従来の金属電極の仕事関数の評価手法では、容量絶縁膜内部に形成されるダイポールによる内部電界の影響を除去できず、結果として正しい仕事関数が得られない場合があることを明らかにするとともに、内部ダイポールに影響されない仕事関数の評価手法を提案した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ダイナミックランダムアクセスメモリ、
高誘電率膜、キャパシタ

〔テーマ題目9〕 シリコンフォトニクスに向けた導波路形成プロセスの開発

〔研究代表者〕 堀川 剛

(先進デバイスプロセス研究チーム)

〔研究担当者〕 堀川 剛、徳島 正敏、儲 涛、
亀井 明夫、糸賀 賢郎、野尻 真士、
高野 美和子、木曾 修、成井 敏男、
田村 裕一 (常勤職員4名、他6名)

〔研究内容〕

本研究は、ナノエレクトロニクスイノベーションプラットフォーム (NeIP) の一環として、極微細 CMOS プロセス開発で確立したリソグラフィ技術や加工技術をベースにシリコンフォトニクスの要素プロセス技術を構築し、フォトニクスデバイスの高品位化を図ることを目標としている。さらに、これらのフォトニクスデバイスと CMOS 回路の融合により高速ネットワークに適用可能な新規フォトニクスデバイスの開発につなげることを企図する。

我々が保有するラインエッジラフネスの少ない細線パ

ターン形成技術を基にして、シリコンフォトニクスにおいて基本デバイスとなる低側面ラフネスのシリコン導波路デバイス形成プロセスの構築に取り組んでいる。平成21年度は、CMOS 用の電子ビーム露光技術を適用することで側面ラフネスの少ない加工形状を実現し、結果として1 μ m 幅のリブ型導波路、及び440nm 幅の細線導波路について、それぞれ0.5dB/cm、4dB/cm 程度の低伝播損失を実証した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 シリコンフォトニクス、リブ型導波路、
細線導波路、電子ビーム露光

〔テーマ題目10〕 先端機器共用イノベーションプラットフォーム

〔研究代表者〕 秋永 広幸

(先進ナノ界面デバイス研究チーム)

〔研究担当者〕 秋永 広幸 高野 史好

(常勤職員2名、他13名)

〔研究内容〕

研究目的：産総研では様々な研究開発が行われており、その実験機器・設備は基盤技術から先端技術まで幅広い研究分野と領域にわたるものとなっている。先端機器共用イノベーションプラットフォーム (IBEC Innovation Platform, IBEC-IP) は、これらの機器・設備を社会と共有することで、産総研内外のノウハウを必要に応じて有機的に連携させるとともに、(1) 異分野融合の促進、(2) 新規研究分野への参入障壁の低減、(3) 研究開発支援や技術移転によるソリューションの提供、そして、(4) 開かれた場であるからこそ可能となる人材の育成、を通じて、協創の場としてのオープン・イノベーション・プラットフォームの構築を目指す。

進捗状況：

(1) IBEC ポータルサイトの整備と稼働開始：2009年6月より下記のサイトを公開し、IBEC-IP を本格稼働させることが出来た。

IBEC ポータルサイト

<http://www.open-innovation.jp/ibec/>

(2) 新規課金制度の運用開始：2009年6月より、上記サイトの公開とあわせて、課金制度の運用を開始した。また、当初予定通り、「連携千社の会」登録企業へのインセンティブ、トライアルユースを試みる民間企業、中小企業へのインセンティブ (1以下の所定の係数を課金額に掛ける) を実現した。

(3) 実証装置開発受け入れ制度整備：IBEC-IP の主たる機能として、研究装置等提供型共同研究を実施した。

(4) つくば半導体コンソーシアム (TSC) との人材育成事業実施：ナノテク製造中核人材の養成プログラムにおいてナノエレクトロニクス (デバイス・プロセス専門研修) を実施した。該当ホームページは以下の通り。

<http://www.seed-nt.jp/>

(5) 米国 DOE 傘下の研究機関との連携推進：2009年5月に米国 DOE 傘下の Center for Integrated Nanotechnologies (CINT) と MOU が締結され、その後、MOU の記載に従って、NPF ユーザーの CINT ユーザーミーティング参加などの交流を行った。

(6) ナノテク・アリーナ構想への積極的な参画と貢献：ナノテク・アリーナにおけるコアインフラとして、当該構想の Kick-off 国際ワークショップなどに参加し、情報発信に努めた。

(7) 先端機器共用施設ネットワーク「イノベーションつくば」の推進：「ナノテクノロジー・ネットワーク」参画機関である物質・材料研究機構(NIMS)の超高压電子顕微鏡ステーションなど、つくば地区4機関(NIMS、産総研、筑波大、高エネ研)の合同で「イノベーションつくば」ワークショップを、2010年1月23日に開催した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] ナノプロセス、先端機器共用施設、人材育成

[テーマ題目11] 最表面原子の分析を可能にする EUV 励起光電子分光技術の開発

[研究代表者] 富江 敏尚

(ナノ電子デバイス研究センター)

[研究担当者] 富江 敏尚、松嶋功(光技術研究部門)、葛西 彪、石塚 知明

(常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

1992年に考案した、レーザー生成プラズマ(LPP)をEUV光源とし飛行時間法(TOF)で電子分光を行うことを特徴とする、EUV励起光電子分光法(EUPS)を実用化すべく装置化技術の開発を進めてきた。EUPSにより、物性に直結する知見が得られることが期待でき、原子の価数評価に止まっていた光電子分光法が、物性評価法に大きく転換する期待がある。種々のナノ材料・デバイスを測定し、物性との比較を行いながら、物性に直結する知見を得るための新分析法を開拓することを目的として研究を推進している。

EUPSによって初めて可能になる分析法として、深さ0.5nmの極最表面の情報が得られること、酸化金属上の一分子層吸着が検出できること、半導体のバンド曲がり評価できること、絶縁材料の大きな抵抗率が評価できること、を明らかにしてきた。試料ホルダーにバイアスが印加出来る装置改良で二次電子測定を可能にし、真空準位評価を可能にした。光電子信号の試料傾斜角依存から、最表面原子の電子雲の傾斜角が評価できることを示した。

本年度は、以下の成果を得た。

1) 電子雲の傾斜角と触媒活性の相関

企業との共同研究で、排気ガス浄化用粉末触媒の評価を行ってきた。7種類の、水性ガスシフト反応触媒試料の光電子強度の試料傾斜角依存を測定したところ、試料毎

に触媒母材のd電子の電子雲の傾斜角が異なること、傾斜角が触媒活性と非常に良い相関を持つこと、を見出した。内部の結晶方位がランダムである粉末試料で試料傾斜角依存性が観測されること自体が興味深い。それが触媒活性と良い相関にあることは、分子の吸着・脱離が最表面原子の電子雲の角度分布に影響されることを示唆し、今後、触媒の重要な評価法になるだろう。

2) 実デバイス絶縁材料の評価

前年度考案の帯電を抑制する実験配置で、PDP電極の良好な光電子スペクトルを得た。光電子捕集効率が高いEUPSが、実デバイス絶縁材料の評価に威力を発揮することが実証できた。

3) nm薄膜の金属性の評価

トランジスタの微細化に伴い顕著になるSiゲート電極の空乏化の抑制のため、メタル材料が用いられる。二次電子強度が絶縁体で大きく金属で小さいことを利用して、メタルゲートTa₂N₅とTiNの金属性の膜厚依存が評価できる。測定の結果、二次電子強度が1nmで大きく、2nmでその半分、5nmではさらに6割になり、10nmとほぼ同じだった。これから、5nm以上で金属性が1nmは半導体様である、と判断した。Ta4fとTi3pの結合エネルギーは、厚さ1nmで他の膜厚より0.5eV大きくなった。これらからも、1nmは半導体様であると判断できる。これらから、二次電子測定がnm薄膜の金属性の評価に威力を発揮することを示せた。

4) メタルゲートW,TaNの仕事関数の評価

最先端トランジスタのゲートには、仕事関数制御のため種々のメタル材料が用いられるが、C-V測定から評価される仕事関数は従来文献値とは異なった値になり、“実効仕事関数”と言う概念が導入されている。例えば、Pt, TaN, Wの仕事関数は、過去のある文献ではそれぞれ5.65, 5.41, 4.52eVとされているが、“実効仕事関数”は、それぞれ4.9, 4.4, 4.7 eV程度との報告がある。大きさだけでなく、材料の順番すら異なる。この理由を明らかにするため、TaN, Wの二次電子測定を行い、スペクトルの下端位置から仕事関数を評価した。測定された仕事関数は、C-V測定で報告されている仕事関数と良い相関があった。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 光電子分光、パルス EUV 光源、最表面原子、バンド曲がり、電子雲の傾斜角、二次電子、金属性、実デバイスの絶縁材料、仕事関数

②【ナノチューブ応用研究センター】

(Nanotube Research Center)

(存続期間：2008.4.1～)

研究センター長：飯島 澄男

副センター長：湯村 守雄

副センター長：清水 敏美

所在地：つくば市東1-1-1 つくば中央第5

人員：27名(26名)

経費：1,070,016千円(555,563千円)

概要：

本研究センターでは、新産業創生で期待されるナノ構造体の代表であるナノチューブ構造体に着目し、これまで産総研において開発してきたカーボンナノチューブと有機ナノチューブを主軸とし、高機能性を付加しそれらの用途開発を進め、我が国の新たな産業育成に貢献する。また、ナノチューブ材料の国際標準化にも貢献する。さらに、ナノチューブ材料を含むナノ構造体の最高性能計測・分析技術の開発を独自に発展させ、世界をリードするナノチューブ材料の総合研究センターへの発展を目指すものである。

これまでの成果をもとに、企業と連携し実用化・産業化を進める。また、カーボンナノチューブと有機ナノチューブの融合を図り、新物質の開発を目指す。すなわち、カーボンナノチューブの実用化・産業化・標準化、有機ナノチューブの実用化・産業化・標準化、ナノチューブ複合材料の創製・実用化、世界最高性能計測・分析技術、ナノチューブ物質の実用化・産業化の研究開発を推進する。

具体的には、以下の研究開発を実施する。

- 1) ナノチューブ材料の実用化・産業化
ナノチューブ大量合成技術のさらなる高度化をベースとして、カーボンナノチューブでは電子材料、高強度構造材料等に向けた用途開発を有機ナノチューブでは薬剤包接材料等に向けた用途開発を進める。
- 2) ナノチューブ複合材料の創製・実用化
カーボンナノチューブ、有機ナノチューブ、両材料の接点として、ナノチューブの化学加工や複合化をもとに、バイオ応用等を目指した高機能性ナノチューブの開発を進める。
- 3) 世界最高性能計測・分析技術の確立
超高性能電子顕微鏡や光学的評価技術をベースとしたナノチューブ材料の計測・分析技術を確立する。
- 4) グラフェン系ナノ材料の開発
ポストシリコンの有望な新素材グラフェンを用いたデバイスを実現するために、MWプラズマCVD法による高品質のグラフェンの大量合成法を確立する。
- 5) ナノチューブ材料の標準化・リスク評価
本研究センターの高純度・高品質ナノチューブおよび高性能計測・分析技術を用いて、ナノ物質の国際標準化におけるイニシアティブを発揮する。また、リスク評価においては産総研内外と連携して取り組む。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「短尺カーボンナノチューブの創製とCNTトランジスタへの展開」

独立行政法人科学技術振興機構「低加速高感度電子顕微鏡の開発とソフトマターの分子・原子レベル観察実験への応用」

独立行政法人科学技術振興機構「カーボンナノ材料の欠陥構造研究」

独立行政法人科学技術振興機構「自己組織プロセスにより創製された機能性・複合CNT素子による柔らかいナノMEMSデバイス」

独立行政法人科学技術振興機構「超分子ナノチューブアーキテクニクスとナノバイオ応用」

独立行政法人科学技術振興機構「SWNT量産用自動直径制御合成システムの構築とSWNT加工プロセス基礎技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構「ナノ結晶ダイヤモンド薄膜コーティングによる新材料創出」

発表：誌上発表60件、口頭発表195件、その他14件

スーパーグロースCNTチーム
(Super Growth CNT Team)

研究チーム長：畠 賢治

(つくば中央第5)

概要：

画期的なカーボンナノチューブの合成法、スーパーグロース法(水添加化学気相成長法)を開発し、基板から垂直配向した単層カーボンナノチューブを高効率に高純度で成長させることに成功している。このスーパーグロース法の基本技術をもとにして、大面積化による基板から垂直配向した単層カーボンナノチューブの量産技術の開発、それらの高エネルギー密度キャパシタへの応用、カーボンナノチューブ導電性ゴム、そして極めて広い波長域にわたって高い吸収率を持つ光吸収体であるカーボンナノチューブ黒体と多岐にわたる研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

流動気相成長 CNT チーム

(Direct Injection Pyrolytic Synthesis Team)

研究チーム長：斎藤 毅

(つくば中央第5)

概 要：

直噴熱分解合成法 (DIPS 法) を用いた単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の量産的合成技術および直径制御合成技術を高度化し、SWCNT をそれぞれの産業応用に適した構造 (直径、長さ、カイラリティ) に合成・分離する技術を確立する。加えて、薄膜化・紡糸といったそれぞれの応用に適した形態に加工する基盤技術を開発し、企業との共同研究を積極的に推進することを通して高機能構造材料やエレクトロニクス、医療等の多方面に及ぶ実用化・産業化のための研究を行う。さらに、ナノチューブの国際標準化が進められている中、産総研の成果である超高純度・高品質ナノチューブを用いて行政ニーズであるナノチューブ関連の国際標準化に寄与し、イニシアティブを確保する。

研究テーマ：テーマ題目 2

有機ナノチューブチーム

(Organic Nanotube Team)

研究チーム長：浅川 真澄

(つくば中央第5)

概 要：

集合様式のプログラムが書き込まれたある分子は水や有機溶媒中で自己集合してナノメートルサイズのチューブをはじめとする種々ナノ構造体を形成する。このボトムアップ型有機ナノ構造形成手法を使うと、これまで半導体産業を支えてきたトップダウン型微細加工技術と比較して、少ないエネルギーで容易に複雑な3次元ナノ構造体を作ることができる。当研究チームでは、有機ナノチューブを代表とするこれらナノ構造体の大量合成・高度化研究開発を行うとともに、幅広い業界、業種の民間企業と共同し、安心・安全なボトムアップ型有機ナノ材料としての DDS 素材 (医療)、機能性食品 (食品・健康)、機能性肥料 (環境・農業) などを目指した用途開発研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 3

バイオナノチューブチーム

(Bio-nanotube team)

研究チーム長：増田 光俊

(つくば中央第5)

概 要：

親水部と疎水部を有する両親媒性分子は、自己集合によって中空のナノチューブ、繊維状のナノファイバーなどのナノ材料を形成する。この自己集合などのボトムアップ手法は、シンプルかつ省エネルギーな製造

プロセスであるため、今後の新規ナノ材料の形成手法として期待されている。本手法で生み出される有機ナノチューブ材料は中空ナノ空間を有し、生体適合性の高い脂質分子から構成されているため、分析・医療・ナノバイオ分野での応用等のライフイノベーションへの貢献が期待されている。当チームでは、これらの有機ナノチューブ材料の応用・実用化に必要な基盤技術である形態制御技術や合目的に種々の機能性材料で修飾・複合化する技術 (テーラーメイド化技術) の確立を目指している。また、これらの技術を駆使して得られるバイオナノチューブの創成とこれらをコア材料とした分野横断的な応用研究に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 4

機能性ナノチューブチーム

(Functional Nanotube Team)

研究チーム長：湯田坂 雅子

(つくば中央第5)

概 要：

カーボンナノチューブの化学加工は、未だに基礎的段階が確立されていない。そこで、ナノチューブが持つ官能基の種類と数を制御する方法を見出すとともに、官能基の適切な評価法を探索し、化学修飾カーボンナノチューブを用いて高品質な高分子分散系を作製し、透明電極やフレキシブルトランジスターの製作に役立つようにする。

また、カーボンナノチューブやナノホーンの化学加工では、多目的加工が容易であり、カーボンナノチューブの応用範囲が広がる利点を活かして、カーボンナノチューブを用いたドラッグデリバリーシステムを作成する。例えば、カーボンナノチューブ内外に薬剤分子を担持させ、さらに、カーボンナノチューブに標的分子、水溶性分子、可視化分子などを付加することで、より良いドラッグデリバリーシステムの作製を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 5

カーボン計測評価チーム

(Nano-Scale Characterization Team)

研究チーム長：末永 和知

(つくば中央第5)

概 要：

カーボンナノチューブやフラーレン、グラフェンなどのナノカーボン物質の多様な構造を正確に把握し、そこで生じる特異な物理・化学現象の実験的検証を進めることは、ナノカーボンの科学の探求と画期的な応用法の確立の両面において、極めて重要な課題である。

超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であったナノカーボン材料における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それとともに、これ

ら評価技術を駆使した新たなナノカーボン材料のナノスペース科学の構築とその応用を目指した研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 6

ナノ物質コーティングチーム

(Nano-coating Team)

研究チーム長：長谷川 雅考

(つくば中央第5)

概要：

ナノ結晶ダイヤモンド薄膜（ナノダイヤ薄膜）およびナノチューブ/ナノダイヤのハイブリッド材料を中心としたナノ材料コーティング技術の開発および構造、物性、機能等の評価解析を行うことにより、機械的機能あるいは化学的・電気的機能に優れ、環境に適合するコーティング製品を開発することを目的としている。

ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイヤモンドの成膜技術を開発するとともに、さらにナノカーボン材料/ナノ結晶ダイヤモンド機能性材料の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 7

[テーマ題目 1] ナノテクノロジープログラム/カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト

[研究代表者] 飯島 澄男

(ナノチューブ応用研究センター)

[研究担当者] 飯島 澄男、湯村 守雄、畠 賢治、Futaba Don、山田 健郎、羽鳥 浩章、棚池 修、岡崎 俊也、保田 諭、徐 鳴、佐藤 潤一、山田 真保、何 金萍、鄭 淳吉、木村 寛恵
(常勤職員9名、他6名)

[研究内容]

本プロジェクトは、従来の活性炭を電極に用いたキャパシタの代わりに、カーボンナノチューブを用いた高性能キャパシタを開発するために、スーパーグロース合成手法を用いてカーボンナノチューブ量産化技術およびキャパシタ製造技術を確立することが目的である。この目標を達成するため、カーボンナノチューブ量産化技術に関する基礎的研究を行い、以下の五つの開発項目を行った。

① 触媒・助触媒・基板の研究

基板再利用プロセスの開発に成功した。塗布液の改良で単層カーボンナノチューブ(SWCNT)成長の安定性の改善に成功した。湿潤触媒塗布、SWCNT 合成、SWCNT 回収、基板クリーニングを連続でかつ全自動で行える、基板長期耐久試験システムを導入・立ち挙げた。

② 大面積化カーボンナノチューブ合成技術の研究

A4サイズサンプルの品質評価を行い、品質の不均一性が新しい課題として判明した。また、スーパーグロース大面積 CVD 合成装置検討システムにおいて、A4サイズサンプルの合成の再現性が取れない状況が続いていたが、原因解明のための対策・実験を継続した結果、再現性の実現の可能性を見出すことに成功した。

流体シミュレーションによって、連続合成検討システム(連続炉)に搭載する各種要素技術について、CNT 合成に最適なガス給排気系を設計した。連続合成検討システム(連続炉)を立ち上げ、実験条件を最適化することにより、従来法で合成した SWCNT と同等の SWCNT を連続合成検討システム(連続炉)で合成することに成功した。

③ 長尺化・高効率カーボンナノチューブ合成技術の研究

水分以外の触媒賦活物質と高効率成長の可能性を探索し、下記の一般則に従う限り、超高効率成長が可能であることを見出した。1. 炭素源には、“酸素”を含んではいけない。2. 賦活剤は、“酸素”を含まなければならない。炭素源、賦活剤は独立に制御できなくてはならない。新しい賦活剤により生産速度 $0.1 \text{ g} \cdot \text{h} \cdot \text{cm}^2$ を達成し、最終目標の生産速度 $0.06 \text{ g/h} \cdot \text{cm}^2$ 以上を達成した。スーパーグロースの成長のカイネティクスを調べ、水分のゼロ次反応を発見し、スーパーグロース法の化学反応モデルを構築した。

④ 最適カーボンナノチューブ探索及び合成技術の研究
FAST-CVD 法で合成したカーボンナノチューブを用いたキャパシタを試作し、基本性能を評価した。

⑤ 単層カーボンナノチューブ標準化のための計測評価技術の開発

SWCNT 標準化のために UV 吸収、蛍光発光法及びラマン分光法を用いた SWCNT の純度評価技術を開発し、得られた結果を ISO 標準化に向けたワーキングドラフトに反映させた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] カーボンナノチューブ、スーパーグロース、カーボンナノチューブ状構造体、キャパシタ

[テーマ題目 2] DISP 法による超高品質単層カーボンナノチューブの量産技術と材料加工技術開発およびその応用探索

[研究代表者] 斎藤 毅 (流動気相成長 CNT チーム)

[研究担当者] 斎藤 毅、大森 滋和、浅田 有紀、ビカウ シュクラ、小林 明美、大和田貴子、橋本 裕
(常勤職員1名、他6名)

[研究内容]

本研究では単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を高効率低コストで大量に製造可能なプロセスである直噴

熱分解合成法（DIPS 法）の開発と、この合成プロセスで得られる超高品質 SWCNT の直径を制御する技術、短尺化あるいは長さ分級等で長さを制御する技術、金属型・半導体型に分離精製する技術、薄膜・インク・線材などに加工するための基盤技術および SWCNT の産業応用探索を行っている。さらに、上記研究技術開発的な課題に加えて、SWCNT のような新材料の実用化のためには材料評価方法に関する戦略的な国際標準化活動も必須の課題であり、産総研ミッションのひとつの柱である標準化事業活動を主導的に進めナノテクノロジー分野における我が国の優位性の維持・拡充に貢献している。平成21年度における進捗を以下に述べる。

SWCNT を用いた電子デバイス作製の鍵となる SWCNT の長さ制御技術の確立を目指して、クロスフローろ過を用いた連続処理が可能で分離収率の高い長さ分級法の新規開発に成功した。適用可能範囲が従来より広く、本法によって初めて従来では難しかった0.6 μ m以上の SWCNT も分級可能となった。また、安全安心な短尺化 SWCNT の創成を目指して、電気化学酸化によるカーボンナノチューブの切断法を開発した。本法は従来法とは異なり、強力な酸化剤を必要とせず純水と電気のみでカーボンナノチューブを直径選択的に切断できる非常にクリーン且つ制御性の高いことが特徴である。

さらに、SWCNT の半導体・金属含有比率の評価方法として、従来より極めて簡便な光吸収分光法を用いた新しい手法として超遠心過渡スペクトル差分（IC-DS）法の開発を行い、従来法である蛍光マッピング法との比較からその妥当性を確認した。本法はこれまでデータ解析の上で問題であったバックグラウンド吸収を実験的に取り除くことに成功し、カイラリティごとの吸収強度を精密に決定できるようになったため、サンプル中のカイラリティ分布及び金属・半導体割合を正確に求めることが可能となった。この成果は将来的に ISO の TC229で現在行われている SWCNT の光吸収スペクトルによる評価方法の標準化への寄与が期待される。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、CVD

【テーマ題目3】 有機ナノチューブの大量合成・高度化
研究開発

【研究代表者】 浅川 真澄（有機ナノチューブチーム）

【研究担当者】 浅川 真澄、青柳 将、小木曾 真樹、飯嶋 鮎子、荒沢 弘子、蘆 公晃、巽 かおり、于 麗娟、韓 淵圭
（常勤職員3名、他6名）

【研究内容】

有機ナノチューブ大量合成技術をさらに高度化し、幅広い業界、業種の民間企業と共同し、安心・安全なボトムアップ型有機ナノ材料として DDS 素材（医療）、機能性食品（食品・健康）、機能性肥料（環境・農業）な

どの実用化とカーボンナノチューブ、有機ナノチューブ両材料の接点として、ナノチューブの化学加工や複合化をもとにバイオ応用等を目指した高機能性ナノチューブの開発を目的とする。

平成21年度は、有機ナノチューブの実用化を実現するために、大量製造方法の高度化と新たな大量製造可能な化合物の探索、高機能性ナノチューブの開発、並びに有機ナノチューブを用いたタンパク質をはじめとする種々のゲスト物質の包接および徐放特性評価を実施した。グルコースタイプ有機ナノチューブ、ペプチドタイプ有機ナノチューブ、金属錯体タイプ有機ナノチューブの3種類の大量製造可能な有機ナノチューブを用いて研究を行った。グルコースタイプ有機ナノチューブを自己集合化させる際に、飽和脂肪酸誘導体を添加すると合成収率が向上することを見出した。ペプチドタイプ有機ナノチューブは、有機溶媒を用いた合成の際に塩基性化合物を添加すると効率良くナノチューブ構造形成が進むことを見出した。有機ナノチューブに無電解メッキ法を施すことで、遷移金属で被覆されたナノチューブを得ることに成功した。金属錯体タイプ有機ナノチューブは、内外表面および膜中に存在する金属イオンを利用することで、比表面積の大きな触媒や、DNA やタンパク質などの機能性物質を分離する材料として期待される。銅錯体有機ナノチューブを用いて、酸化触媒反応を検討したところ、ペルオキシ錯体が安定化されることを見出すとともに、酸化触媒活性を有することがわかった。有機ナノチューブによるゲスト包接特性を評価したところ、有機ナノチューブとゲストの溶液中における表面電位が重要な役割を果たしていることを見出した。また、ゲストによっては被包接速度が遅く、長時間溶液状態で放置することによってチューブ内に一次元に配列したゲストが観察されるようになることを見出した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己集合、有機ナノチューブ、金属錯体、包接・徐放、触媒

【テーマ題目4】 有機ナノチューブ、ナノファイバーの
テイラーメイド化技術の確立

【研究代表者】 増田 光俊

（バイオナノチューブチーム）

【研究担当者】 増田 光俊、南川 博之、亀田 直弘、Lee Soo Jin、丁 武孝、田中 明日香、和田 百代
（常勤職員3名、他5名）

【研究内容】

分子の自己集合[M1]で得られる有機ナノチューブ・ナノファイバー・ナノカプセルをコア材料として用い、診断、創薬等での課題解決、革新的手法の提供に貢献し、医療・ナノバイオ分野での応用・実用化を実現することを目的とする。このための基盤となる以下の技術やナノ

材料群を創製する。すなわち、合目的に有機ナノチューブの表面をデザイン・修飾する技術（テイラーモード化技術）に加え、薬剤、DNA、タンパク質等との複合化技術（ハイブリッド化技術）や階層的な構造制御技術を確認する。また、これらの技術を駆使して生み出される均一な形態、サイズ、新しい機能を持つバイオナノチューブ群の創成とそのナノ空間特性の解明によって、有機ナノチューブ系材料のナノバイオ分野等への実用化に資することを旨とする。

平成21年度は、有機ナノチューブ（以降「ナノチューブ」と呼ぶ）の内空間特性とその放出機能についてチューブ内径を変化させながら系統的に検討した。すなわち、異なる内外表面を有し、内径がそれぞれ10nm、20nm、80nmであるナノチューブ内に、緑色蛍光タンパク質（GFP、3-4nm）を内包化させ、その熱や変性剤に対する安定性を検討した。その結果、GFPのサイズに最も近い10nmのチューブ内ではGFPの変性が著しく抑制され、約90℃以上の加熱でもその活性を90%以上保持していることが明らかとなった。さらに、尿素などの変性剤を添加してもチューブ内ではGFPの変性が起こらないことも解明した。逆に、20nmのチューブではGFPをむしろ不安定化することがわかった。また、80nmのチューブ内では、このような変性の変化は示さず、バルクの溶液と同じ特性を示した。

以上のようにチューブへの内包化によるタンパク質の安定化効果はチューブ内径とタンパク質のサイズ比が重要であることが明らかとなった。今後の生体材料のカプセル化とその応用に向けて重要な知見である。

チューブに内包化したGFPの放出については、その速度はチューブ内径の大きさとともに増大し、内径変化による徐放速度の制御の可能性を示せた。また、内径が20nmのチューブは、お互いが網目状のネットワーク構造を形成しながらヒドロゲルを与えることが明らかとなった。このヒドロゲルはナノチューブの持つシリンダー状ナノ空間とナノチューブの網目状構造によって形成されるマイクロ空間の二つ空間を有する新しい材料であり、薬剤の徐放性材料やバイオチップ用マトリクスとして有用である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ボトムアッププロセス、ナノ材料、ナノチューブ、ナノファイバー、医療用材料、バイオチップ

【テーマ題目5】 ナノホーンのドラッグデリバリー応用

【研究代表者】 湯田坂 雅子

（機能性ナノチューブチーム）

【研究担当者】 湯田坂 雅子、張 民芳、田原 善夫、中村 真紀、入江 路子、Mei Yang、Xin Zhoh
（常勤職員1名、他6名）

【研究内容】

ナノホーンのドラッグデリバリー応用のための基礎研究が進んだ。ナノホーンの室温酸化法を開発し、新たな分散剤を開発したことにより、ナノホーンの血中滞留時間を長くし、体外排出を可能にすることができた。毒性に関しては、動物実験により血液検査やサイトカイン測定を行い、低毒性を確認した。また、抗がん剤以外に抗炎症剤もナノホーンに内包して使うことにより、抗炎症剤の効果が改善されることを確認した。これらの結果により、ナノホーンのドラッグデリバリーの実用化への可能性が高くなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、ドラッグデリバリー

【テーマ題目6】 カーボン計測制御技術の開発

【研究代表者】 末永 和知（カーボン計測評価チーム）

【研究担当者】 末永 和知、佐藤 雄太、劉 崢、越野 雅至、小林 慶太、廣瀬 香里、Jin Chuanhong、新見 佳子、鈴木 浩紀、宮本 真里、小林 春花
（常勤職員4名、他7名）

【研究内容】

カーボンナノチューブ応用のための要素技術開発として、超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であった新炭素系物質における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それとともに、これら評価技術を駆使した新炭素系物質のナノスペース科学の構築とそれを制御した新機能発現とその応用を目指した研究開発を行う。

また、化学反応の素過程の観察や単分子の構造解析など化学・生物分野への電子顕微鏡解析手法の展開を図る。新しい収差補正技術の確立や試料作製技術などの発展にも貢献する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電子顕微鏡、ピーポッド、内包フラレーン、光学測定

【テーマ題目7】 ナノ物質コーティング応用研究開発

【研究代表者】 長谷川 雅考

（ナノ物質コーティングチーム）

【研究担当者】 長谷川 雅考、石原 正統、金 載浩、津川 和夫、川木 俊輔
（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

①ナノダイヤモンドコーティングのシリコン・オン・ダイヤモンド（SOD）応用

ナノ結晶ダイヤモンド薄膜の高い表面平坦性と熱伝導特性を利用した応用例として、ウェハの直接貼り合わせによるシリコン・オン・ダイヤモンド（SOD）基板の試作に世界で初めて成功した。この基板を用いて熱放散

方 MOS-FET の試作を行い、従来の SOI デバイス並みの優れたデバイス特性を確認した。

さらに、この構造の熱特性の評価を行い、埋め込みナノ結晶ダイヤモンド層は熱的に透明であり、SOI をはるかに凌ぐ期待通りの理想的な熱マネージメント特性を確認した。

② ナノダイヤモンド膜の熱伝導特性の測定法

本課題では従来測定がたいへん困難であったダイヤモンド薄膜の高精度な熱伝導特性の評価法の確立を行った。従来の課題であった基材とナノ結晶ダイヤモンド薄膜界面の熱抵抗を膜自身の熱伝導性の分離を行う手法を見出し、信頼性の高い熱伝導特性評価法の確立に結びつけた。

③ 鉄系基材へのナノダイヤモンドコーティングによる摺動応用への適用

鉄系基材の表面保護と摺動性向上のため実機レベルで必要なナノ結晶ダイヤモンド薄膜コーティングの密着強度を達成するため、ほぼ理想的な界面構造制御法を確立した。これにより保護膜の基材への密着強度を飛躍的に向上することに成功し、機械摺動部品に対する非常にハードな試験に耐えるようになり、高い摺動特性を確認することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ結晶ダイヤモンド薄膜、マイクロ波プラズマ CVD、シリコン・オン・ダイヤモンド、熱伝導特性、摺動特性、カーボンナノチューブ／ナノ結晶ダイヤモンド複合材料

② 【ネットワークフォトンクス研究センター】

(Network Photonics Research Center)

(存続期間：2008.10.1～)

研究センター長：石川 浩

副研究センター長：挾間 壽文

所在地：つくば中央第2

人員：14名 (13名)

経費：490,940千円 (運営費交付金 222,870千円)

概要：

インターネットの普及で映像情報を中心として通信トラフィックが大きく増加している。これに対応してネットワークの消費電力が急激に増大している。今後、ネットワークを活用して、より効率的で安全、安心な社会を形成していくためには、低消費電力で、大量の情報を扱うことの出来るネットワークインフラを構築して行く必要がある。このために、我々は IP をベースとした従来のネットワークに加えて、大幅な低消費電力化が期待できる光の回線交換を用いた光パズネットワークを提案しており、これに向けた研究開発を科

学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション拠点」の課題「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」で推進している。また、今後増大していく、高精細画像情報を中心とした、巨大情報に対応するために、160 Gb/s の超高速の光伝送装置の研究開発を NEDO プロジェクト「次世代高効率ネットワークデバイス技術」で進めている。

先端融合領域イノベーション拠点では、光パズネットワークでの経路切り替え用のスイッチとして、小型・大規模化が可能なシリコンフォトニクを用いたスイッチの開発を進めた。これまでに熱光学効果を用いた干渉計型スイッチの動作を確認さら、新規の導波路の交差構造を採用した、2x2のノンブロッキングのスイッチを開発、-30dB 以下の低漏話特性を実現した。今後具体的な集積スイッチに向けて研究を進める。また、ファイバの分散補償技術では、ファイバの非線形性を用いた4光波混合による波長変換と、逆分散のファイバを組み合わせた、パラメトリック分散補償技術を開発している。これまでに40Gb/s の高速信号に対する分散補償を実証しており、分散補償措置の小型モジュール化に向けて研究を進めている。

今後増大していく画像情報については、NEDO プロジェクトで、実時間で高精細の映像情報を伝送するための160 Gb/s の超高速の送受技術の研究開発を進めている。光時分割多重方式を採用して、必須になる160 Gb/s 以上の超高速で動作する全光スイッチやその他の必要なデバイスをハイブリッド集積した、160 Gb/s 光トランシーバの研究開発を進めている。応用として、放送局舎内でスーパーハイビジョンなどの高精細映像を配信する光 LAN に適用することを目指している。具体的には、InGaAs/AlAsSb 半導体量子井戸の伝導体での離散的な準位間の電子の遷移 (サブバンド間遷移) による超高速全光位相変調効果を用いた干渉計型の全光スイッチを開発、これをシリコン微細導波路とハイブリッド集積した、小型の160 Gb/s の光時間多重ネットワークインターフェースカード (NIC) の開発を進めている。21年度には NEDO の中間評価で、NHK と連携して、NHK 技研内で、デュアルグリーン方式のスーパーハイビジョン2チャンネルを86Gb/s で送受するシステムのデモ実験に成功している。

以上の研究開発に加えて、InGaAs 系のサブバンド間遷移素子やII-VI族のサブバンド間遷移素子の開発で培った高度の量子井戸の結晶成長技術を新しいデバイスに展開する研究、シリコンフォトニクスと有機材料を組み合わせた相転移方のデバイスの開発、磁気光学効果を用いた新規の光スイッチの可能性についても基礎的検討を行った。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点」「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」

総務省 「超低消費電力光ノード実現に向けた超小型高速相変化光スイッチの研究開発」

発表：誌上発表58件、口頭発表58件、その他1件

超高速光デバイス研究チーム

(Ultrafast Optical Device Research Team)

研究チーム長：鋤塚 治彦

(つくば中央第2)

概要：

160 Gbit/s 以上の超高速光通信に資する光デバイスの研究を進めている。励起電子の超高速緩和が可能な化合物半導体の量子井戸のサブバンド間遷移(ISBT)を利用した、超高速光スイッチの実現を目指し、ISBT 素子の高効率化・集積化と、新たな応用に向けた検討を行った。InGaAs/AlAsSb 系量子井戸の ISBT 素子の光位相変調効果を、量子井戸構造の改良(超薄膜 AlGaAs バリア層の導入)により大幅な向上し、高精細映像信号の172Gbps 超高速光伝送実験の成功に寄与した。さらに、光スイッチの応用に向けた超高速光波長変換について実証するとともに、光スイッチのモノリシック集積に向け、イオン注入を用いた新しい集積方法の提案を行い、イオン注入による ISBT 吸収の活性化に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 1

ナノフォトニクス集積研究チーム

(Nanophotonics Integration Research Team)

研究チーム長：河島 整

(つくば中央第2)

概要：

光通信機器が、今後も、トラフィック拡大の要求に答えていくためには、光スイッチや光源、受光器などの個別デバイス、更には論理回路を組み合わせ、より高度な処理機能を備えたモジュールにすること、そのための次世代集積技術が求められている。これまで石英平面光回路(Planar Light Circuit, PLC)が、集積化のプラットフォームとなる導波路系として利用されてきたが、SOI を基に作製されるシリコン光導波路は、石英系を凌駕する集積密度を実現するプラットフォームとして注目を集めている。当チームでは、シリコン光導波路や分・合波器など基本素子の低損失化、光入出力効率の改善といった基盤技術の開発に取り組

むとともに、シリコン光導波路系に化合物半導体のアクティブデバイスを組み込むハイブリッド集積技術、光パス網の実現に必要な大規模光クロスコネク(マトリックススイッチ)の研究開発を進めている。

高い消光比、広帯域、低損失を設計時から優先的に重視している。

研究テーマ：テーマ題目 2

光信号処理システム研究チーム

(Optical Signal Processing System Research Team)

研究チーム長：並木 周

(つくば中央第2)

概要：

将来のネットワーク像を模索し、システムにおける光の役割を検討・提案しながら、光ネットワークの実現を目指す研究を進めている。光機能性材料・デバイスを活用した光信号処理システム、特に、非線形光学現象を用いる新しい光信号処理の提案を行い、システムレベルでの検証を行う。光ネットワークの要素技術として、波長変換、可変分散補償、遅延制御、光信号再生などを優先的な課題としている。非線形光学材料として、高非線形ファイバ、ニオブ酸リチウム、シリコン導波路、化合物半導体などを用いている。このチームでは材料開発は行わないため、ネットワークフォトリソ研究センターや光技術研究部門など産総研内の関連部門だけでなく、国内外の先端研究グループとの材料に関連した連携・シナジーを積極的に追及している。ネットワークレベルなど上位レイヤーでの検討評価についても、内外の関連研究グループとの連携を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 3

[テーマ題目 1] 超高速全光スイッチ(運営交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト)

[研究代表者] 鋤塚 治彦

(超高速光デバイス研究チーム)

[研究担当者] 秋本 良一、小笠原 剛、永瀬 成範、挾間 壽文、物集 照夫、秋田 一路、牛頭信一郎、Cong Guangwei、

Lim Cheng Guan

(常勤職員5名、他5名)

[研究内容]

当研究チームでは、今後の高精細動画を中心とした通信需要と消費エネルギーの増大に対処するために、160Gbps 以上の全光信号処理実現を目的に、半導体量子井戸のサブバンド遷移(ISBT)を用いた ISBT 素子を中心に研究を進めてきた。ISBT 素子は、低損失超高速全光スイッチ、強度・位相変調信号変換素子、波長変換素子等の新しい応用が期待できる。実用化には、この素

子の高効率化と動作エネルギーの低減を進めるとともに、光信号処理用光集積回路への適用が必要である。以上の観点から、ISBT 素子の高性能化・省電力化・集積化適応性を課題として研究を進めた。

量子井戸を、歪による結晶性の劣化とバンド間遷移波長のトレードオフを考慮して最適化することにより、ISBT 素子の位相変調効率の特性改善を試みた。新規結合層を原子層オーダー(10^{-10} m 台)の膜厚で制御することにより、サブバンド、バンド間遷移波長とも1550nm 帯へ制御にすることに成功した。この量子井戸を用いた ISBT 素子の位相変調効率の評価を行い、昨年比1.6倍(従来比5倍)以上の効率改善を確認した。ISBT 素子の160Gbps での光スイッチ動作に必要な高効率化(1rad/pJ)に実現にほぼ目途を付けた。この結果は、高精細映像信号の172Gbps 超高速光伝送実験の成功に寄与した。

改良された ISBT 素子を用い、干渉計型光スイッチを構成し、160Gbps の超高速信号を1559nm の波長から、1545nm の波長に移し替えることに成功した。良好な eye 開口と 10^{-10} のエラーフリー動作が得られた。また、集積化に向け、ISBT モノリシック技術の提案を行った。量子井戸に ISBT 素子として動作させたい領域のみ n 型不純物を注入し活性化させると、ISBT 吸収を生じるようになり、ISBT 素子として動作するようになる。非注入部分は、ISBT 吸収を生じず、光導波路として動作する。実現のためのウェハプロセスの検討を行った。アニール温度を制御し、注入した Si を活性化させることにより、ISBT 吸収を確認した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、位相変調

[テーマ題目2] ハイブリッド集積技術(運営交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト、科学技術振興調整費・先端融合イノベーション創出拠点、総務省「超低消費電力光ノード実現に向けた超小型高速相変化光スイッチの研究開発」)

[研究代表者] 河島 整

(ナノフォトニクス研究チーム)

[研究担当者] 金高 健二、須田 悟史、上塚 尚登、庄司 雄哉 (常勤職員5名、他3名)

[研究内容]

ハイブリッド集積によるサブバンド間遷移素子を用いた超小型干渉計型のスイッチ、半導体デバイスとシリコン導波路とのハイブリッド集積による小型の超高速光トランシーバを目指した研究開発を行った。また、光パズネットワークの回線切り替え用にスイッチとして小型で大規模集積化が可能なシリコン細線導波路を用いた熱光

学効果の光スイッチの開発を行った。

ハイブリッド集積では、サブバンド間遷移スイッチとシリコン細線導波路を用いた、マイケルソン干渉計とをハイブリッドに集積する構造の素子の開発を進め基礎的な動作の実証に成功した。これにより、従来10cm x 14cm 程度の大きさであった超高速の全光スイッチを数 mm サイズにまで小型化できる可能性を示すことができた。回線交換用の光スイッチでは、200 μ m 角のスイッチで、20mW の低電力動作を実証、さらに細線導波路の交差に方向性結合器を用いるという手法で、30dB 以上の低漏話特性の2x2のノンブロッキングスイッチを実現した。さらに、外部ファンダリを利用した、4x4のスイッチの試作とこれらマトリックススイッチの駆動回路系の開発も進めた。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] キーワード：超高速光スイッチ、ハイブリッド集積、シリコン細線導波路、PLC

[テーマ題目3] 光信号処理システム(運営交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト、科学技術振興調整費・先端融合イノベーション創出拠点)

[研究代表者] 並木 周

(光信号処理システム研究チーム)

[研究担当者] 黒須 隆行、来見田 淳也、Petit Stephane、谷澤 巽、Gao Mingyi

(常勤職員3名、非常勤職員3名)

[研究内容]

共通基盤技術としては、160 Gbps 伝送システムの評価技術、超短光パルス整形・伝送技術、高性能光波形観測技術などの構築を進めた。特に、21年度は、NEDO プロジェクトの中間評価で、NHK、富士通と連携して、NHK 技研内でのスーパーハイビジョンの86Gb/s の光時間多重方式による映像接続伝送共同実験を行い、スーパーハイビジョン2チャンネルの送受実験に成功した。この中では、光信号処理にテーマ題目1で開発した、集積型量子井戸のサブバンド間遷移を用いた全光スイッチを活用した。

光パズネットワークの主要技術の一つである、光ファイバの非線形を活用したパラメトリック可変分散補償技術の研究では、40Gb/s の信号に対して、パラメトリック分散補償を実証することが出来た。

科振費拠点活動の一環で、光パズネットワークのあり方を議論するネットワーク・アーキテクチャ・スタディ・グループの運営を行い、同テーマに関する調査・検討を内外関連部門との連携をしながら進め、光ネットワークアーキテクチャの将来像を示すことができた。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 超高速光 LAN、高非線形ファイバ、可変分散補償、可変光遅延、超短光パルス伝送

⑳【メタンハイドレート研究センター】

(Methane Hydrate Research Center)

(存続期間：2009. 4. 1～2016. 3. 31)

研究センター長：成田 英夫

副研究センター長：海老沼 孝郎、天満 則夫

所在地：北海道センター、つくば西事業所

人員：13名 (12名)

経費：1, 277, 778千円 (交付金104, 967千円)

概要：

メタンハイドレート研究センターは、天然ガスの役割が増大するエネルギー社会の到来をわが国の中期的未来の姿としてとらえ、その長期的安定確保、自給率の向上ならびに輸送・貯蔵等技術の省エネルギー化の実現に向けた研究技術開発を行うことによってグリーンイノベーションの実現に貢献することを目的としている。

このため、わが国周辺海域を始め世界各地に賦存するメタンハイドレート資源から天然ガスを安定かつ経済的に採取する生産技術の研究開発（生産手法開発に関する研究）及びガスハイドレートの物理的特性を活用した革新的な省エネ技術の開発（機能活用技術）を推進している。また、産総研の第二期中期計画の中心軸であるイノベーションバブ機能として、両技術開発分野における産業界及び大学との相乗的連携の中核的役割を果たすことにより、新産業の創出と係る研究開発分野を担う人材の育成を目指している。

重点課題として、メタンハイドレート資源の生産手法に関する研究開発およびガスハイドレート機能活用技術の開発を設定している。生産手法に関する研究開発においては、以下の課題を設定し、相互の研究成果を共有しながら商業的産出のための技術整備を進めている。

① メタンハイドレート資源から天然ガスを効率的かつ大量に生産するための「生産技術の開発」

② 生産時の生産挙動や生産性を評価するために不可欠な貯留層パラメータを解析し貯留層モデルを構築する「貯留層特性の評価」

③ 信頼性が高くかつ実践的な生産性や生産に伴う地層挙動を評価するシミュレータ開発のための「生産モデルの開発」

④ 生産時のメタンハイドレート再生成や坑井内の流動状態を解析し生産障害を回避するための「物

理特性の解析」

また、後述の機能活用技術分野を含め当センターがメタンハイドレート研究の中核的組織となることを目指した以下の事業を実施している。

⑤ 外部連携の促進、人材育成、技術移転、啓蒙、サイエンスコミュニケーション、講演会開催などを活動内容とする「メタンハイドレート研究アライアンス事業」

さらに、ゲノムファクトリー研究部門、地圏資源環境研究部門との密接な連携による以下の分野融合的課題に取り組んでいる。

⑥ 大水深海底下の地層における高圧条件下でのメタン生成システムを解明するための「メタンハイドレート成因解明の研究」

①「生産技術の開発」においては、強減圧法、通電加熱法、増進回収法など生産手法のエネルギー効率向上、回収率の向上のための研究、生産時の細粒砂移流・蓄積、氷やメタンハイドレート再生成による浸透率低下、出砂障害などの生産障害因子を解析し生産障害対策技術の開発を実施する。②「貯留層特性の評価」においては、生産シミュレータによる生産性評価や地層変形シミュレータによる地層変形評価に不可欠なメタンハイドレート濃集域の貯留層モデルを構築するためのメタンハイドレート層分析、断層のパラメータ評価、地層の不均質性の評価を行い、貯留層モデルを開発する。③「生産モデルの開発」においては、メタンハイドレート層の力学パラメータを実験的に取得すると共に、メタンハイドレート貯留層の圧密変形・強度特性、生産時の地層内応力分布などを扱うことが可能な地層圧密変形予測シミュレータを高速化する。同シミュレータを用いて生産時の坑井壁に負荷される応力を解析し、坑井の健全性評価を行うと共に、実践的な生産性評価を行うための生産シミュレータのアップスケーリング手法の開発を行う。④「物理特性の解析」においては、高圧・低温環境下にある坑井内での気液二相流の流動特性の解析を行うと共に、実環境条件におけるメタンハイドレートの再生成について解析を実施する。また、地層内でのメタンハイドレート再生成の評価に必要なメタンハイドレート層の熱特性の評価を行う。⑤「メタンハイドレート研究アライアンス事業」においては、研修生受け入れによる若手研究者の育成、企業の研究・技術者に対する技術移転、啓蒙のための講演会開催、総合シンポジウム開催、サイエンスコミュニケーションの開催、外部連携組織の運営を行うほか、ニュースレターを発行する。⑥「メタンハイドレート成因解明の研究」においては、メタンハイドレート資源量の評価や貯留層内のメタンハイドレートの産状評価に資するため、高圧条件下でメタン生成菌のメタン生成能を評価す

る。

ガスハイドレートの物理的特性を活用した機能活用技術においては、天然ガスの省エネルギー輸送・貯蔵プロセスを開発するため、天然ガスハイドレート (NGH) ペレットの自己保存効果について実験室的に解析・評価を行い、経済的な輸送環境条件を検討すると共に、ヒートポンプ用の実用化レベルの新規冷熱媒体を開発するために混合ガスハイドレートの生成・解離条件に関する実験的探索を行う。さらに、メタンハイドレート研究アライアンス事業の一環として、工業化に関心の高い企業と大学を結集した「ガスハイドレート産業創出イノベーション」を運営し、研究開発成果を産業界に移転し工業化を促進する。

外部資金

経済産業省 資源エネルギー庁

平成21年度メタンハイドレート開発促進事業（生産手法開発に関する研究開発）

発表：誌上発表46件、口頭発表50件、その他4件

生産技術開発チーム

(Production Technology Team)

研究チーム長：長尾 二郎

(北海道センター)

概要：

新たな天然ガス資源として期待されているメタンハイドレート資源からの天然ガス生産において、高い生産性と回収率を確保するための生産手法、生産増進法の開発を実施している。また、生産性の低下要因である出砂、細粒砂蓄積、圧密による浸透性低下、メタンハイドレート再生成による流動障害など、ハイドレート貯留層からの天然ガス生産の安定性を阻害する生産障害因子の定量的解析や数値化モデルの開発を通して、生産障害対策技術、抑制技術の開発を行っている。さらに、液化天然ガスに代わる新たな省エネルギー的天然ガス輸送・貯蔵媒体としてのガスハイドレート利用促進を目的に、自己保存性と呼ばれるガスハイドレート特有の現象の発現機構の解明や新たな分解制御技術開発など、ハイドレートの機能を活用する研究開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

貯留層特性解析チーム

(Reservoir Modeling Team)

研究チーム長：皆川 秀紀

(北海道センター)

概要：

貯留層特性解析チームは、メタンハイドレート資

源開発における生産シミュレータによる生産性評価や地層変形シミュレータによる地層変形評価に不可欠なメタンハイドレート濃集域の貯留層モデルを構築するためのメタンハイドレート胚胎層の分析、断層パラメータの評価、地層の不均質性の評価を行い、三次元貯留層モデルの開発を行っている。研究内容は、力学特性・浸透率特性等の構成式の構築、採取された天然堆積物コアのコア分析結果に関するデータベース作成、地層中に内在する不均質性と断層等による不連続性を考慮した三次元貯留層モデルの開発、メタンハイドレート貯留層への異種ガス圧入などによる増進回収法の開発および高圧条件下でメタン生成菌のメタン生成能の評価である。これらの研究を産総研内外の研究機関と連携しながら進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

生産モデル解析チーム

(Reservoir Simulator Team)

研究チーム長：天満 則夫

(つくば西)

概要：

メタンハイドレート資源からの天然ガス生産においては、生産性や貯留層内の温度・圧力分布を評価する解析手法が必要なほか、安全で安定な生産を継続させるための地層変形や応力分布を数値的に解析する手法が不可欠である。メタンハイドレート貯留層からのメタンガス生産に伴う地層変形・圧密挙動を解析するために、メタンハイドレート層に係る強度等の力学パラメータを取得して、これまでに開発してきた地層圧密変形予測シミュレータの解析精度の向上を図るとともに、坑井周辺の地層応力や地層変形等に関する評価を行っている。また、生産挙動を高い精度で予測・解析する生産性・生産挙動評価技術の開発では、詳細な現場データに基づく数値解析モデルと等価な解析結果が得られるようなアップスケーリング手法の開発を行い、計算負荷を低減する生産シミュレータの機能強化に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目1

物理特性解析チーム

(Physical Property Analyses Team)

研究チーム長：山本 佳孝

(つくば西)

概要：

メタンハイドレートの資源開発における生産性低下要因である坑井内など流動場のメタンハイドレート再生成挙動について、その生産障害予知・予防・対策のため、メタンハイドレート再生成挙動の実験的検証、坑井内の流動特性計測技術、生分解性イン

ヒビタの開発、坑井内閉塞時のメタンハイドレート分解シミュレーション、熱物質移動特性解析などの研究を行っている。また、「メタンハイドレートの機能活用技術」として、ハイドレートの物理特性を活かした天然ガスハイドレート（NGH）輸送・貯蔵技術の実用化推進のため、NGH 生成速度向上、生成条件の低圧化、効率化、低コスト化、高ガス密度化等、生成技術の向上に関する研究を行っている。さらに、燃焼排ガス中の炭酸ガスの分離・回収等を目的とした低温・低圧下でのハイドレート生成技術の研究を行っているほか、新規ガスハイドレート物理特性の探索と応用分野の開拓、研究アライアンス事業としてのハイドレートの物理特性解析技術を生かした企業・大学との連携強化・共同研究、技術指導、研修生受入等を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

【テーマ題目1】メタンハイドレート資源の生産手法開発に関する研究開発

【研究代表者】 成田 英夫

(メタンハイドレート研究センター)

【研究担当者】 海老沼 孝郎、天満 則夫、長尾 二郎、
 神 裕介、今野 義浩、皆川 秀紀、
 羽田 博憲、鈴木 清史、宮崎 晋行、
 山本 佳孝、川村 太郎、
 緒方 雄二（兼務）、清野 文雄（兼務）、
 小笠原 啓一（兼務）
 （常勤職員15名、他29名）

【研究内容】

メタンハイドレート資源から天然ガスを安定かつ経済的に採取する効率的な生産手法を開発するための生産技術の開発、貯留層特性の評価、生産モデルの開発および物理特性の解析を実施すると共に、イノベーションハブとしての役割を果たすためのメタンハイドレートアライアンス事業および分野融合領域であるメタンハイドレート成因解明の研究を行った。

生産技術の開発では、強減圧時のガス生産挙動を生産シミュレータによって計算し、氷・メタンハイドレートの生成が及ぼす影響を解析した。坑底圧力を4 MPa、3 MPa、2 MPa、1 MPa と変化させた結果、坑底圧力が低いほどガス生産レートは増加するものの、2 MPa 以下では、坑井周辺で生成した氷・メタンハイドレートに起因する浸透率低下によって、ガス生産レートに変動が生じることを明らかにした。また、通電加熱法に関しては減圧法と併用することでメタンハイドレートの再生成が回避されるほか、分解生成水が地層内に拡散・滞留し、通電領域が拡大するため、高効率の通電加熱が可能となることを見いだした。生産障害の解析については、氷生成による生産障害をモデル化するため、孔隙に生成する氷の成長速度を赤外スペクトル測定から導出し、減圧速

度と氷の成長速度の関係式を生産シミュレータに組み込み、その精度向上を果たした。

貯留層特性の評価では、基礎試錐コア試料から採取した試料を用い、東部南海トラフのメタンハイドレート胚胎層の粒度、鉱物組成、孔隙率および浸透率について取得データの信頼性評価を行ない、データベースとしたほか、連携研究機関へ情報発信した。砂泥互層地域で観察されるローブの堆積物とチャンネルの堆積物の堆積状況について整理し、モデル化の検討を行った。また、単一の砂層内部に粒径や鉱物組成に変化があるタービダイトの力学的な特徴を明らかにするため、基礎試錐コア試料と模擬堆積物コア試料を用いた力学試験（一面せん断試験）を行ない、同じ圧密圧力でも下位の砂卓越部と上位の泥質含有部では大きく残留強度が異なること、砂卓越部でも葉理の部分では泥質含有部程度の応力しか発揮しないことを明らかにした。これらから、せん断される方向により強度変化が生じる異方性の存在が明確に示された。

生産モデルの開発では、メタンハイドレート層からのメタンガス生産に伴う地層変形・圧密挙動を解析するための強度などの力学パラメータを実験的に取得した。また、メタンハイドレートの含有量や深度、砂の粒径などの要因が力学パラメータに与える影響を評価し、数値シミュレータに導入するためのモデル式を構築した。さらに、地層の圧密による浸透率低下を考慮した解析を行い、地層圧密変形予測シミュレータの妥当性が示された。さらに、生産期間中における坑井の健全性評価を行い、生産区間長の違いにより坑井に加わる応力分布が大きく異なることなどを明らかにした。生産性・生産挙動評価においては、アップスケール手法の開発を行い、シミュレーション実行時の計算負荷を低減することが確認された。

物理特性の解析では、生産障害対策、抑制技術として、生産障害因子の定量的解析、数値モデルの開発等の研究に着手した。メタンハイドレート再生成による管内流動障害解析の一環として、管内流動障害の発生条件と閉塞過程の解析、NaCl やベントナイトを含む流体中での生成分解条件の変化、活量変化等に関する研究を実施し、メタンハイドレート再生成因子を評価したほか、坑井内流動解析シミュレータの開発に着手した。生産時熱伝導モデルの開発においては、水・メタンガス・ハイドレート・堆積砂の4成分よりなる系の熱伝導率の実測及びモデル化を行った。

メタンハイドレート研究アライアンス事業では、企業、大学が参加する生産手法開発グループおよびガスハイドレート産業創出イノベーションの各組織を運営し、意見交換、プロジェクト発掘などを図った。また、大学からの研修生の受け入れ、企業への技術移転などの人材育成を行った。さらに、ジュニアサイエンスカフェ、依頼講演、総説・解説執筆、見学、取材などを通じ、メタンハ

イドレートに関する研究開発の必要性を啓蒙した。加えて、メタンハイドレートに関する講演会、国内のメタンハイドレート関連研究者が一同に会した総合シンポジウムを開催すると共に、地盤工学会誌にメタンハイドレート特集号を半年にわたり企画掲載した。

メタンハイドレート成因解明の研究では、ゲノムファクトリー研究部門、地圏資源環境研究部門との連携によって、メタン生成に係わる微生物群の探索と高压条件下でのメタン生成に関して実験と解析を行った。その結果、ギ酸資化性メタン生成反応では、生成圧力とメタン生成速度には相関があることを見いだしたほか、酢酸分解反応と水素資化性メタン生成反応を組み合わせた反応系における自由エネルギー変化を求めた。また、各反応における生成物の同位体比を測定し、生物起源の炭素同位体比および水素同位体比を評価した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】メタンハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、地層変形シミュレータ、エネルギー効率、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、相対浸透率、流動障害

【テーマ題目2】ガスハイドレート機能活用技術の開発

【研究代表者】成田 英夫

(メタンハイドレート研究センター)

【研究担当者】海老沼 孝郎、天満 則夫、

長尾 二郎、皆川 秀紀、羽田 博憲、
山本 佳孝、清野 文雄 (兼務)、
小笠原 啓一 (兼務)

(常勤職員9名、他2名)

【研究内容】

ガスハイドレートは、水分子がカゴ構造をつくりガス分子を包みこんだ低温・高压下で安定な固体物質であり、①ガス密度が水1 cm³ あたり170 cm³ と高いガス包蔵性が有り、②単位質量あたり水の1.3倍の潜熱が有るなど生成・解離熱が大きく、③生成・解離の差圧が0℃で350 kPa/K と大きく、④ガスによって相平衡が大きく変化し高い反応選択性を有する、などの機能的特徴を持っている。これらの物理的な性質を活用し、工業化するために、ガスハイドレートの生成圧力・温度条件、生成・分解速度を制御する技術の開発を行った。ガスハイドレートが持つ高いガス包蔵性に着目した液化天然ガスに代わる新たな省エネルギー的天然ガス輸送・貯蔵技術においては、より高温でかつより低圧でガスハイドレートの分解を抑制する技術の開発に取り組み、新しいガスハイドレートの分解抑制技術として、ガスハイドレート表面をクラスレートおよびセミクラスレートで被覆することによる分解抑制法を開発した。また、分解挙動の解明からガスハイドレート結晶の安定性を明らかにするため、NMR法および粉末X線回折法による混合ガスハイ

ドレートの分解過程その場観察を行い、温度によって特定のケージが選択的に崩壊することを明らかにした。生成速度を増加させるための超音波霧化法の開発では、ベンチスケール装置を用い、生成温度及び反応時間とCO₂ハイドレート生成率の関係を測定し、最適条件の探索・取りまとめを行った。また、熱交換媒体としてのTHF混合系(メタン、CO₂、プロパン)ハイドレートの熱力学的特性に関する研究を実施した。ハイドレートは生成分解時の相転移潜熱が大きく、かつ生成分解温度が圧力に依存するため、この特性を活用した新規の冷熱媒体の開発を実施した。ガスハイドレートの結晶格子に包接される各種ゲスト分子の組成を調整し、ヒートポンプシステムにおいて利用しやすい物性のハイドレートを探索した。その結果、THFを混合することにより生成の圧力が大幅に下がることを実験的に明らかにし、プロパン、CO₂の液化を防ぎつつ使用温度を高温側へ伸ばすことに成功した。また、これまで整備されていなかった、相転移潜熱などの熱物性を取得した。プロパンについては、THF分子とプロパン分子がハイドレート結晶中に共存する可能性が見いだされた。さらに、メタンハイドレート研究アライアンス事業の一部として、工業化に関心の高い企業と大学を結集した「ガスハイドレート産業創出イノベーション」を運営し、総会のほか3回の意見交換会、2回の講演会を開催し、産総研成果の発信、調査情報の共有などを行い、連携を促進した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、位相変調ガスハイドレート、天然ガス輸送、天然ガス貯蔵、自己保存効果、炭酸ガス分離、冷凍システム、ヒートポンプ、NMR、THF

④【サービス工学研究センター】

(Center for Service Research)

(存続期間：2009.4.1～)

研究ユニット長：小野 晃
次 長：内藤 耕
主 幹 研 究 員：北島 宗雄

所在地：臨海副都心センター、つくば中央第二
事業所

人 員：9名 (8名兼務)

経 費：613,382千円

概 要：

サービスはGDPにおいても雇用においても日本経済の7割を占めるようになってきた。特に、今後の少子高齢化などの社会構造変化や、企業の業務効率化の

ためのアウトソーシングなどによりサービスへの需要は拡大しており、製造業と並んで日本の経済成長の牽引役となることが期待されている。しかし、経済や産業におけるこのような重要性にもかかわらず、近年、サービス産業の生産性の伸び率が低いと言われている。例えば米国では製造業、サービス業の労働生産性上昇率（1995～2003年）はそれぞれ3.3%、2.3%であったが、日本ではそれぞれ4.1%、0.8%となり、製造業に比べてサービス業の伸びが小さい（OECD compendium of Productivity Indicator 2005）。このような意味でサービスの生産性の向上は急務となっている。こうした状況を背景として、政府レベルの政策においても、サービスの生産性向上は重要課題と位置づけられるようになってきた。

本研究センターは、これを受け、研究開発を通じてサービス生産性向上のための科学的・工学的アプローチである「サービス工学」を確立することをミッションとする。

そして、これを推進する体制として、

- ・大規模データモデリングの研究
- ・サービスプロセス最適化の研究

というテーマの各々に対応する研究チームを設け、これらが連携して生産性の高いサービスを実現するための研究を進める。

このミッションを効率的に実現するためにするために、サービス企業等との連携を通じて幅広いサービス産業に横断的に展開可能なサービス工学研究の方法論の確立、研究者・技術者の裾野の拡大個別産業の問題解決と成果普及を図る。

また、実際の研究活動を機動的に遂行していくために、様々なフィールド研究プロジェクトが互いにフィールドを共有しつつ、他の研究ユニット、大学等の研究機関、産業界等から研究者や技術者が幅広く参画することによって横断的な研究プロジェクトチームを編成する。そして、各研究プロジェクトで得られる成果を速やかに共有し、サービス工学の理論の構築、一般化された方法論の確立を効果的に進めるために、公開ワークショップ等を開催する。特に、サービス科学・工学の理論的な枠組の整備は、サービスに対する科学的・工学的アプローチを普及させる上で必須である。

外部資金

経済産業省「平成21年度 IT とサービスの融合による新市場創出促進事業（サービス工学研究開発事業）」

厚生労働省「障害者保健福祉推進事業（障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト）：画像・GPS等のセンサ統合による日常利用可能な屋内外視覚障害者歩行支援システムの開発」

三洋電気「デッドレコニング技術を用いたハンドヘルド型歩行者ナビゲーションシステムに関する研究」

株式会社旬材「取引への「融通予約」技術の適用」

発表：誌上発表97件、口頭発表114件、その他9件

大規模データモデリング研究チーム

(Large-scale Data-based Research Team)

研究チーム長：本村 陽一

(臨海副都心センター)

概要：

サービスの現場で行われているサービス提供者とサービス受容者の活動を、客観的に観測可能な大規模データに基づいて、観測・分析し、計算モデル化を行う。この計算モデルを用いることで、生活者にとってのサービスの需要や提供者のコストや負担を推定することで、現状の評価と改善を可能にし、生産性の向上を達成する技術の研究開発を進める。具体的には、人間行動を観測する情報工学的技術、心理学的特性を推定する認知・行動科学的技術、大規模データから潜在的な意味カテゴリを抽出する数理的手法や計算技術、計算モデルを構築する確率的情報処理技術、計算モデルを用いた統計的制御やシミュレーション技術、これらの技術をサービス現場に実装し、社会化を促進する応用開発技術の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

サービスプロセス最適化研究チーム

(Service Process Optimization Research Team)

研究チーム長：北島 宗雄

(つくば中央第2)

概要：

よいサービスを設計するための科学的・工学的手法について研究を行っている。具体的には、公共性の高いサービスを対象として、その質と効率の向上が、社会レベルでの課題解決や富の増大につながるようサービスを設計する手法について研究している。まず、社会的に最適なサービスというものは、一度に実現できるものではなく、さまざまな改善の繰り返しにより達成されるということに留意し、サービス改善のための仮説を検証する仕組みそのものを組み込んだサービスの設計に取り組んでいる。また、再利用可能な部品の組み合わせでサービスを実現することは、コスト低減と信頼性向上に大いに寄与することから、サービスの部品化とその再利用についての研究にも取り組んでいる。得られた知見を設計原理として一般化するには、サービスを記号システムとして捉えて異なるサービスの分析および比較を可能にした上で、社会サービスに共通な設計原理を明らかにしなければならない。こう

した分析を可能にするツールの開発にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目2

〔テーマ題目1〕社会化技術の研究

〔研究代表者〕本村 陽一

(大規模データモデリング研究チーム)

〔研究担当者〕本村 陽一、蔵田 武志、竹中 毅、興
梶 正克、松本 光崇、石川 智也、羽
渕 由子、石垣 司、宮本 亜希、新佐
絵吏、陳 希、Thangamani Kalaiivani、
西田 佳史、小高 泰

(常勤職員7名、他7名)

〔研究内容〕

サービス工学とは、社会における実際のサービスに踏み込んで、これを科学的・工学的研究の対象とする企てである。現実社会の中で行われるサービスに対する観測・分析・設計・適用を可能にするために、サービスを通じて得られる大規模データや新規に獲得可能な情報の収集、モデル化、活用技術を開発する。具体的には、小売、外食、医療、介護、展示、リサイクルなどの各サービス現場に関与し、新規技術の開発、導入、評価を行う。こうしたサービス現場の中に研究者が踏み込み研究活動を行う方法論はある種のアクションリサーチとも見なせる。そこでは、目的や開発する技術やそれによってもたらされる結果が現実社会に受け入れられることが必然的に求められる。社会の中に受け入れられていくプロセスは社会学の中では社会化 (socialize) と呼ばれている。本チームでは、我々が目指す研究や技術や結果がどのように社会化され得るのか、ということを常に念頭におき、それらが社会化される条件や、サービス工学が研究コミュニティにおいて社会化される条件、さらにサービス活動や生活者自体が社会化していくことを支援するような技術の要件などを明らかにすることで、サービス工学の理論体系の構築に貢献することも目標とする。具体的には、i) 安価で実用性の高い (商用化の実績もある) 独自のセンサ技術、位置・姿勢計測技術、仮想現実化技術、ベイズ推定技術などを適宜組み合わせることで実現する高度な行動分析を実サービスの中で活用する研究、ii) 社会心理学、行動科学、行動分析学的技法を駆使しながら、実サービスの中に現れる人間の心理学的特性を分析する手法の研究、iii) 人間の行動と心理学的特性の間の関係を共通の意味として対応づけるために、観測された大規模データに基づいてカテゴリ化する技術として「確率的潜在的意味解析」と呼ぶ数理的手法と効率の良い計算方法の研究を行う。i) ~ iii) の技術を組み合わせることで、サービス現場に新たな価値をもたらす観測・分析・最適化システムを導入し、実社会で観測・分析・設計・適用のループを継続的に実行することが可能となる。成果としては、i) 各要素技術や手法そのもの、ii) 副

産物としてのソフトウェアや再利用可能な知識、iii) 要素技術を社会に導入するための知見 (成果の社会化の方法論) に分類できる。i) は研究発表論文や特許、ii) は企業へのライセンスや、大学や他の研究者への公開情報として顕在化できる。ただし、サービス工学の研究は既存学問領域や分野の枠組みに収まらない新たな試みにこそその特色があり、そのアウトプットは顕在化すること自体が困難であることも多いと考えられる。そこで、「社会化」の方法を常に意識し、既存学問領域や分野へのアウトプットでなくとも、成果を実フィールドに対して「社会化」できることを重要視する。つまり、成果の出口や形式については幅広くとらえ、実証的研究を機動的に実行することで、本格研究として早期の社会実装を可能にするメタな研究を課題として意識しながら研究を進めている。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕サービス工学、本格研究

〔テーマ題目2〕サービス設計手法の研究

〔研究代表者〕北島 宗雄

(サービスプロセス最適化研究チーム)

〔研究担当者〕北島 宗雄、宮下 和雄、山本 吉
伸、吉野 公三、林田 伸一

(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

さまざまな要求や状況に応じたサービスを実現するためには、基本的な機能を備えたサービス部品を構築し、それらの組み合わせにより、多機能なサービスを構成することが望ましい。本テーマでは、公共性の高い社会サービスを対象として、サービスの部品化と部品統合のための情報基盤についての研究を行っている。具体的には、すでに研究開発が進められている、動的資源割当基盤、ユーザー行動解析基盤、ユーザー生理解析基盤といったサービス部品を医療や観光における具体サービスに組み込むことを念頭に、サービス設計、部品汎用化、プロトタイプ開発、実証評価、知識循環評価、といった作業を行うことで、社会サービスに共通して適用可能な設計手法の解明に取り組んできた。

本年度は、水産物予約相対取引システムや宿泊ポータルサイトなど、現実のサービス事業で検証可能システム開発に着手し、一部実証実験まで実施することができた。また、観光ビジネスの現場においては、サービス工学の出発点として客観データの蓄積技術を目指していたところ、実証実験を通じてその蓄積技術が実用に耐えうるものが示された。次年度以降、サービスの本格実装と運用をすすめていく予定である。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕サービス設計、サービス構成論

2) 研究部門

①【計測標準研究部門】

(Metrology Institute of Japan)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：岡路 正博

副研究部門長：千葉 光一、檜野 良徳、新井 優、
高辻 利之

上席研究員：馬場 哲也、榎原 研正

主幹研究員：小島 勇夫、中村 安宏

所在地：つくば中央第3、第2、第5、つくば北、関西センター

人員：250名 (248名)

経費：4,052,064千円 (2,231,414千円)

概要：

計量標準及び法定計量

第二期の目標：

計量の標準

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

- (1) 国家計量標準システムの開発・整備
- (2) 特定計量器の基準適合性の評価
- (3) 次世代計量標準の開発
- (4) 国際計量システムの構築
- (5) 計量の教習と人材の育成

○研究業務の方向付け

- (A) 標準整備計画にもとづき、信頼される計量標準を早期に供給開始する。
- (B) 計量標準及び法定計量の確実かつ継続的な供給体制を構築し的確に運用する。
- (C) 計量標準・法定計量の国際相互承認を進める。
- (D) 計量標準と計測分析技術において世界トップクラスの研究成果を挙げる。

外部資金：

文部科学省 原子力試験研究費 原子燃料融点の高精度測定に関する研究

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事

業) 高効率試料導入インターフェースの開発及び高度化

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業) 精密高周波信号レベル検出装置の製品化

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

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) ICP-OES および ICP-MS のためのスパイラルフローICP トーチおよびオンライン自動標準液添加装置の開発および性能評価

文部科学省 科学研究費補助金 若手B バイアル抽出法の開発及び微量分析への応用

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) ポータブルな高感度治療用放射線量絶対計測器

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 新たな放射能絶対測定法を用いたPET装置の定量性向上に関する研究

経済産業省 中小企業知的基盤整備事業 低周波帯電磁界強度標準及びミリ波帯ホーンアンテナ標準の研究開発

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 XFEL 光と先端レーザー光による原子・分子・クラスターのポンプ・プローブ計測

文部科学省 科学研究費補助金 若手B インコヒーレントヘテロダイン検出法による熱力学温度の決定

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 分子特異的要素を指標としたタンパク質・核酸の高感度分析法の開発

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) ICP プラズマ分析における分析感度の化学形態依存性機構の解明と環境分析への適用

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム/超ハイブリッド材料技術開発 (ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開

発)

国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 先端計測分析技術・機器開発事業 「光コムを用いた空間絶対位置超精密計測装置の開発」の一部「大気揺らぎ補正法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 光コムを用いたカスケード型コヒーレントリンクによるサブ波長精度の絶対距離計の研究

独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイノベーション化事業 プリズムペア干渉法による光学ガラス屈折率と光源波長の精密同時校正技術の開発

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 高速クラスターイオン照射による非線形的2次イオン強度増大効果の解明

独立行政法人情報通信研究機構 非ガウス型量子情報処理の実現に向けた、超低雑音・高感度光子数識別器とその量子効率評価方法の研究開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手A 超伝導ナノ細線構造による超高速単一光子検出技術の研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 放射線源を利用した高性能微弱光源による発光溶液の新領域応用に関する研究

経済産業省 基準認証研究開発委託費 平成21年度基準認証研究開発委託費 (国際標準共同研究開発事業：ナノ材料規格等に関する標準化)

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 液体中の分子を右へ左へ自在に動かす技術～ソーレー・マストライバーの開発

農林水産省 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業 輸出農産物・食品中残留農薬検査の分析精度確保のための認証標準物質開発

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 高安定原子時計のための冷却原子とイオンの相互作用の研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 インターナショナル分野 レーザフラッシュ法による固体材料のインヒレントな熱拡散率測定方法の確立および国際的ガイドラインの提案

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) ガス中微量水分分析装置

経済産業省 基準認証研究開発委託費 平成21年度基準認証研究開発委託費 (1対多型校正技術の研究開発)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを用いた光周波数計の開発

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業 (折紙付き)) 補正予算 次世代ハイエンド電気計測器とその周辺装置・基準組み込み部品群の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 A 光コムを用いた広帯域光学特性計測技術の開発

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 強力水中超音波音場計測技術開発に関する研究

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) 原子ステップを用いた超精密高さ基準ゲージの実証研究

経済産業省 低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業 平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業 (省エネルギー基盤技術国際標準化研究)

文部科学省 原子力基礎基盤研究委託事業 白色中性子源を用いた中性子線量計の革新的校正法に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 熱中性子ビームを利用した中性子線量計の2次元微分校正法の開発

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 Yb 光格子時計の構築と精度評価・高精度周波数計測ネットワークの研究

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業 (折紙付き)) 補正予算 微粒子サイズ/モル質量計測装置の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 冷却原子ビー

ム打ち上げ方式による原子泉型一次周波数標準器の開発
 経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業） コンパクトな超高清浄度空間の性能実証

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 補正予算 安定同位元素標識ひ素化合物の品質評価および応用同位体希釈質量分析法開発による実用化に関する研究

独立行政法人科学技術振興機構 研究成果最適展開支援事業 可能性発掘タイプ（起業検証） 次世代計測標準基盤構築に向けた時間周波数遠隔校正用端末装置の開発

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業） 超高精度歯車測定機およびベベル&ハイポイドギヤ歯面形状測定機の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 エンジンの潤滑油粘性モニタリングや流体プラントの多点プロセス粘性計測を実現する超小型粘性MEMSセンサの開発

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 補正予算 微量重金属分離分析用固相抽出全自動前処理システムの開発

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型） 委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業） 高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置

独立行政法人科学技術振興機構 先端計測分析技術・機器開発事業 材料創成に資する動的その場解析のためのX線吸収測定装置

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型） 委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業） 大ストローク高真空対応精密ピエゾステージの実証研究

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業） パーミエーションチューブ法で調製したホルムアルデヒド標準ガスの濃度決定法に関する研究

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 補正予算 高機能集

積型試料導入ネブライザーの開発及び高度化
 経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 補正予算 サブミクロン・ナノ粒子用連続精密遠心分離装置の開発

経済産業省 基準認証研究開発委託費 平成21年度基準認証研究開発委託費（国際標準共同研究開発事業：小型ジャイロ MEMS デバイスの性能評価方法に関する標準化）

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業） リアルタイムデジタル復調式高精度レーザドップラ振動計の開発及び性能実証

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型） 委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業） 高精度・高速・同時多点温度計測システムの開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 多層薄膜の有効熱拡散率測定方法に関する標準化事業

経済産業省 基準認証研究開発委託費 平成21年度基準認証研究開発委託費（リアルタイム・キャリブレーション技術の研究開発

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 補正予算 高精度非接触エアサーボ測長器の開発

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 補正予算 超小型可搬汎用高分解能質量分析装置の開発と評価

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 補正予算 絶対計測が可能なマンモグラフィ用線量計の実用化に向けた性能実証

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 インターナショナル分野 ASEAN 諸国における角度標準技術の高度化を国際比較の確率に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 光通電ハイブリッド・パルス加熱法による高速多重物性測定装置の実用化開発

国立大学法人東京大学 HFO1234yf 混合冷媒の熱物性の測定

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) MEMS 技術を用いた粘性センサ (η -MEMS) の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) 波長可変温度波伝搬法に基づく多用途材料計測分析評価装置の開発

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) 粒子数濃度標準エアロゾル発生器の開発

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) 次世代 ϕ 450mm ウェーハ光学式非接触微細形状測定装置の開発

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業 (折紙付き)) 補正予算 量産化を目指した高性能ミリ波部品の製品化

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 インターナショナル分野 ミリ波・サブミリ波領域の S パラメータ測定の国際標準化に向けた評価技術研究開発

文部科学省 原子力試験研究費 放射能表面密度測定法の確立に関する研究

文部科学省 原子力試験研究費 放射線防護ならびに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射能標準の確立と高度化に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 線量絶対測定による医療用密封小線源からの放射線量の方向依存性の研究

国立大学法人大阪大学 先端計測分析技術・機器開発事業 電子顕微鏡制御共通ソフトウェアの開発に関する予備調査

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) エンジン排ガス中の粒子数計測装置の実証評価

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業 (折紙付き)) 補正予算 常時モニタ可能な制御機器組込用窒化物半導体紫外線センサ・モジュールの実証性評価

発表: 誌上発表402件、口頭発表651件、その他460件

時間周波数科

(Metrology Institute of Japan, Time and Frequency Division)

研究科長: 今江 理人

(つくば中央第3)

概要:

時間周波数標準及び光周波数波長標準は、基本単位の中でも最も高精度な計量標準であり、他の組立量の決定にも必要とされる計量標準体系の基盤を形成する物理標準である。当該標準の研究・開発及びその産業界への供給・普及を持続・発展させることは、我が国の産業技術や科学技術を高度化する上で極めて重要である。時間周波数科ではこのような目標を達成するために、標準器や関連技術の研究開発、それらに立脚した信頼性並びに利便性の高い標準供給を行っている。研究テーマ: テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

長さ計測科

(Metrology Institute of Japan, Lengths and Dimensions Division)

研究科長: 高辻 利之

(つくば中央第3)

概要:

長さ・幾何学量の標準供給は、産業・科学技術の要であり、その安定的供給には大きな期待が寄せられている。この分野では、高精度な上位の標準から、現場で用いられる下位の標準まで、幅広い標準が求められる。これらに応えるためには、信頼性の高い長さ測定技術の開発が不可欠である。当科では、平成18年度までに産業界から求められ、また国際比較などが求められている長さや幾何学量に関して27量の標準の確立とそれらの供給体制の整備を行った。民間との連携によって、階層構造に基づく我が国のトレーサビリティ体系を構築している。

研究テーマ: テーマ題目4、テーマ題目5

力学計測科

(Metrology Institute of Japan, Mechanical

Metrology Division)

研究科長：大岩 彰

(つくば中央第3)

概要：

当力学計測科の活動は、質量、力、トルク、重力加速度、圧力、真空の各量にわたる。各量において、標準から現場計測までのトレーサビリティの道筋を確保し、また取引証明に使われる質量計量器の信頼性の確保に関する業務を果たすことが主たるミッションである。質量においては、標準分銅から質量計へ、力・トルクにおいては、力・トルク標準機/力・トルク計から各種試験機へ、圧力/真空においては圧力/真空標準器から圧力計/真空計へと現場計測器に繋がるトレーサビリティを実現する。当科においては既に、質量(分銅の校正)、質量計、力(力計の校正)、圧力(圧力標準器の校正)、圧力計、トルクメータ・トルクレンチ、真空計、標準リーク、分圧計については JCSS 校正事業者や産業界への流れが整備され、供給が実施されている。更に高度化と効率化を進め、遠隔校正などの新手法も開始した。また、非自動はかり及び質量計用ロードセルの性能試験に関する品質管理体制を整備運用し、新規の大容量ロードセルを含む OIML-MAA に則った試験サービスを確実に実施した。これらの供給・試験業務に加え、技術開発については、キログラムの新定義のための安定な質量 artifact の開発、高安定な力計の研究開発、気体高圧力標準の開発を進めている。外部協力としては、JCSS 認定制度に対して、標準供給及び認定(登録)審査への技術アドバイザー派遣、JCSS 技術分科会の下で質量、力、圧力(圧力・真空各 WG)、トルクの各量毎の分科会の運営などの協力を行った。また、JIS を始め ISO、OIML 等の技術規格文書の作成への積極的な協力を行った。国際協力では計量標準相互承認 BIPM-MRA への協力では、基幹比較への積極的な参加貢献、ピアレビューへの専門家の派遣などに努め、また、国際法定計量機構の相互承認 OIML-MAA への協力では、専門家の派遣、研修生の受け入れなどを行った。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8

音響振動科 (Metrology Institute of Japan, Acoustics and Vibration Metrology Division)

研究科長：菊池 恒男

(つくば中央第3)

概要：

音響、超音波、振動、強度の標準は、環境、医療、機械診断、材料評価など広い分野にわたってニーズがあり、近年、その重要性も高まっている。音響標準、振動加速度標準、及び硬さ標準については、国際比較結果などにより、世界的なレベルに到達していることが既に示されているが、さらに標準供給体制の充実を図るため、供給

範囲、供給品目の拡大、不確かさの低減の他、新規の計量標準技術開発等をめざす。超音波標準も昨今の医用超音波技術の進歩に対応するため、校正範囲拡大に必要な研究開発を継続するとともに、国際比較に参加する。材料強度の標準、固体材料の特性評価を、従来のバルク材料から薄膜などの微小なレベルで行うための研究開発を継続する。また、産業技術の高度化に応じて、先進的な計測標準開発を推進する。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13

温度湿度科

(Metrology Institute of Japan, Temperature and Humidity Division)

研究科長：新井 優

(つくば中央第3)

概要：

温度・湿度の計測とその標準は、科学技術や産業において、あらゆる場面で必要とされており、当科では、これらに必要な標準供給体制の整備を進めている。国際的同等性を確保しつつ標準供給の種類、範囲を拡大するために、設備や体制を整え、標準の維持・供給に必要な研究開発及び関連の計測技術の研究を行った。先進的な取り組みである、熱電対に対するパラジウム-炭素共晶点(1492℃)校正については、4カ国間の国際比較を行った。また、放射温度では、WC-C包晶点(2750℃)技術の開発を進め、実用的な標準器となることを検証した。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目20

流量計測科

(Metrology Institute of Japan, Fluid Flow Division)

研究科長：高本 正樹

(つくば中央第3)

概要：

流量計を用いた石油や天然ガス等の取引は、経済産業活動の中でも最も大きな取引であり、また、水道メータ、ガソリン計量器等の流量計は国民生活に最も密接している計量器の一つである。さらに、最新の半導体製造技術、公害計測技術、医療技術等の先端技術分野や環境・医療技術分野においてもより困難な状況下での高精度の流量計測技術が求められている。当科では、これらの広範な分野に必要な流量の標準を開発し、その供給体制の整備を進める。既に JCSS が整備されている気体小流量、気体中流量、液体大流量、液体中流量、石油大流量、気体中流速、微風速、および依頼試験による標準供給を行っている体積に加え、新たに液体小流量、石油中流量について特定標準器の整備

を完了し、石油小流量の依頼試験を開始した。また、気体流量に関しては、微小流量域の標準の範囲拡大を完了した。

さらに、計量法に基づき法定計量業務を適切に遂行すると共に、実施する試験業務に関する品質システムを整備した。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目22、テーマ題目23、テーマ題目24

物性統計科

(Metrology Institute of Japan, Material Properties and Metrological Statistics Division)

研究科長：馬場 哲也

(つくば中央第3)

概 要：

エネルギー、石油化学産業等で求められる密度、粘度の標準、エネルギー分野、エレクトロニクス産業、素材産業等で求められる熱物性の計測技術と標準物質、半導体産業、素材産業、環境評価等で求められる微粒子や粉体の計測技術と標準物質の開発、供給を行う。開発された熱物性計測技術と標準物質を礎として得られる信頼性の高い熱物性データを分散型熱物性データベースに収録し、インターネットを介して広く供給する。計測標準研究部門の標準供給に不可欠である不確かさ評価について、統計的問題の解決や事例の体系化を行うとともに、内外における不確かさ評価を支援する。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目28、テーマ題目29

電磁気計測科

(Metrology Institute of Japan, Electricity and Magnetism Division)

研究科長：中村 安宏

(つくば中央第3)

概 要：

我が国の電気電子情報産業を含む広い産業界に電気標準（直流・低周波）を供給するために、標準の維持、供給、研究開発を行っている。特に、直流電圧標準、直流抵抗標準、キャパシタンス標準、インダクタンス標準、交流抵抗標準、誘導分圧器標準、変流器標準、高調波電圧電流標準、交直（AC/DC）変換標準、交流シャント標準等の研究開発と供給を行っている。

研究テーマ：テーマ題目30、テーマ題目31

電磁波計測科

(Metrology Institute of Japan, Electromagnetic Waves Division)

研究科長：小見山 耕司

(つくば中央第3)

概 要：

高周波・電磁界標準の電波領域の電磁波を対象とし、高周波電力、減衰量、インピーダンス、雑音、各種アンテナ、電界・磁界等の標準に関し、精密計測と校正技術の研究・開発を進め、標準供給システムの構築と供給体制の維持、校正業務により標準供給を行った。研究・開発の進展は、回路標準としては標準供給周波数範囲の拡大に努め、高周波インピーダンスでは下限周波数を9 kHz に、電力と減衰量標準では最小周波数を下げて100 kHz 以上の周波数帯の標準を整備した。電波に関連する空間量の標準としては、開発を周波数帯とアンテナの種類により分担して進めてきたが、GHz 以上の周波数における標準アンテナのSIトレーサビリティを内部で確保できる見通しを得て部分的に最長波長のバンドから供給を開始し、ミリ波アンテナ標準についても確実に次年度供給の見通しを得た。EMC 用途に欠かせない広帯域アンテナ標準を30-1000 MHz の周波数帯域において標準供給を開始し、次の段階の開発対象として電界と低周波磁界標準の研究を進めた。また、これらの標準供給にともなう技術開発を基に産業界への技術支援を実施した。

研究テーマ：テーマ題目32、テーマ題目33

光放射計測科

(Metrology Institute of Japan, Photometry and Radiometry Division)

研究科長：齊藤 一朗

(つくば中央第3)

概 要：

光関連産業における基盤技術となる、レーザ及び測光・放射に関する諸量の精密計測と校正技術の研究・開発を実施し、標準とトレーサビリティの整備の推進、並びに標準の維持・供給を行う。今年度は、照度応答度の依頼試験による供給を開始し、レーザエネルギー、ファイバ系レーザ光減衰量、分光応答度（近赤外、InGaAs）の校正範囲拡張を行った。404 nm 波長帯レーザパワー、基幹波長帯ファイバ系レーザパワー・光減衰量、100 W までのレーザパワー、分光拡散反射率（紫外）、LED（高強度）の標準開発を進めた。品質システムを5品目構築した。3量目の新規ピアレビュー、3量目の不確かさ低減を伴う継続ピアレビュー及び2量目のカテゴリー変更に伴う継続ピアレビューを受審し、8量目の国際相互承認に関わる CMC 登録申請を行った。LED（光度・全光束・色度、APMP.PR-S3a、-S3b、-S3c）の国際比較を実施し、波長1550 nm 高パワー域の光ファイバ減衰量（APMP.PR-S4）、可視域レーザパワー（APMP.PR-S5、Pilot）、光度（APMP、CCPR-k3.a リンク）、分光応答度（APMP、CCPR-k2.b リンク）については幹事研究所として国際比較

実施を主導した。

研究テーマ：テーマ題目34、テーマ題目35

量子放射科

(Metrology Institute of Japan, Quantum Radiation Division)

研究科長：檜野 良穂

(つくば中央第2)

概要：

放射線、放射能および中性子標準に関連し、MRA対応の国際基幹比較、CMC追加登録を実施するとともに、標準の立ち上げおよび高度化等の研究開発を行った。放射線標準研究室では、 γ 線水吸収線量標準、マンモグラフィ X線診断用線量標準および極紫外自由電子レーザーパルスエネルギー標準について国際比較を行った。 γ 線水吸収線量標準については校正業務開始準備がほぼ整った。放射能中性子標準研究室では、計量法に基づく放射能標準の供給について、遠隔校正法による供給を開始した。放射性ガス標準及び I-125 密封小線源の線量標準の立ち上げに向け開発を進めた。また、I-131放射能校正に関する APMP 域内国際基幹比較を実施した。中性子標準に関しては、高エネルギー領域への拡大と加速器のパルス化に着手するとともに、重水素減速 Cf-252 中性子フルエンス標準の開発を開始した。

研究テーマ：テーマ題目36、テーマ題目37

無機分析科

(Metrology Institute of Japan, Inorganic Analytical Chemistry Division)

研究科長：千葉 光一

(つくば中央第3)

概要：

標準物質は研究開発・生活の安全安心および産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科では JCSS の標準物質となる新規無機標準物質、RoHS 指令規制対応標準物質など工業材料標準物質、微量元素・ひ素化合物・メチル水銀分析用の環境・食品関連組成標準物質を開発して、化学分析あるいは化学計量を支える標準を供給するとともに、併せて、関連する CCQM、APMP 国際比較に参加している。また、電量滴定法等の基本分析手法の高度化、同位体希釈質量分析法などの高感度元素分析法の高精度化を行い標準物質の値付け、環境・生体計測の高度化等に使用するとともに、我が国の分析技術向上の支援、産業の高度化及び科学技術のテクノインフラに寄与している。

研究テーマ：テーマ題目38、テーマ題目39、テーマ題目

40

有機分析科

(Metrology Institute of Japan, Organic Analytical Chemistry Division)

研究科長：加藤 健次

(つくば中央第3)

概要：

標準ガス、有機標準、環境標準、バイオメディカル標準の分野において社会ニーズに即した標準物質を供給して行くことを目標として、基盤となる技術面での整備を行いつつ、高度な分析技術の開発にも取り組んだ。また、当該標準分野における国際相互承認を実効あるものとするべく、グローバル MRA に基づく国際比較に積極的に参加するとともに、ISO ガイド34 に基づく品質システムの整備を行った。これらの活動を通して、標準物質値付け能力 (CMC) の国際度量衡局において登録される相互認証 (MRA) の付属文書 (Appendix C) への登録を行い、我が国の CMC が国際的に高いレベルで承認されることを目指した。21 年度も、先に挙げた分野における標準物質開発および供給と、関連する技術文書類作成などの品質システム整備を行った。

研究テーマ：テーマ題目41、テーマ題目42、テーマ題目43、テーマ題目44、テーマ題目45

先端材料科

(Metrology Institute of Japan, Materials Characterization Division)

研究科長：小島 勇夫

(つくば中央第5)

概要：

標準の開発・維持・供給においては、EPMA 分析用 42%Ni-Fe 合金および高ニッケル合金、および低エネルギーひ素イオン注入ケイ素 (レベル： 3×10^{15} atoms/cm²) および臭素系難燃剤含有ポリスチレンの第二ロット、ポリエチレングリコールノニルフェニルエーテル2種類の認証標準物質を開発した。また、粒径分布標準物質、および高分子分子量標準物質 (低分子量) について候補標準物質の選定や値付け技術の開発を進め、多層膜認証標準物質については認証有効期限の延長を行った。国際比較においては、鉄-ニッケル合金薄膜の組成計測 (CCQM-K67)、および IRMM が主催するシリカ粒子の粒径計測に参加した。さらに、X線反射率法による精密評価技術、透過電子顕微鏡による3次元計測の自動化、光電子分光および X線吸収分光の基礎技術、MALDI-TOFMS の定量法、新しい遠心分離法を用いた微粒子分級技術、2次イオン質量分析、高分子特性解析技術において基礎データを蓄積した。

研究テーマ：テーマ題目46、テーマ題目47、テーマ題目48、テーマ題目49、テーマ題目50、テーマ

題目51

計量標準システム科

(Metrology Institute of Japan, Measurement standards system division)

研究科長：前田 恒昭

(つくば中央第3)

概要：

計量情報システム研究グループは、情報系の研究者から構成され、法定計量技術科の非自動はかりを含む特定計量器の型式承認に伴うソフトウェア試験での審査・試験技法の開発およびその情報発信、遠隔校正システムの検証およびソフトウェアの妥当性を評価する技術の研究・開発、機能安全の安全性分析の研究などを行っている。

一方、標準物質開発・供給システム研究グループは、化学分野での計量トレーサビリティを普及し分析値の信頼性を確保する仕組み作りを行っている。種類が多い有機標準物質の開発、供給、使用の実態を明らかにし、要求不確かさに見合った標準物質を迅速に開発・供給するシステムを研究している。また、計量標準管理センター標準物質認証管理室と協力して、分析値の信頼性を向上させるために他機関の供給する標準物質についてトレーサビリティ・ソースとしての妥当性を評価し公表するシステムを構築・試験運用し、メタボリックシンドロームのための特定健診に必要な標準物質8項目に適用してこれを公表した。さらに、トレーサビリティの普及のために計量標準管理センター計量研修センターと協力し不確かさ研修プログラムを策定している。

研究テーマ：テーマ題目52、テーマ題目53、テーマ題目54、テーマ題目55

法定計量技術科

(Metrology Institute of Japan, Legal Metrology Division)

研究科長：根田 和朗

(つくば中央第3)

概要：

- 1) 経済産業大臣から委任される計量法に基づく型式承認及び試験並びに基準器検査（力学計測科、流量計測科及び計量標準技術科で実施されるものを除く。）を適切に実施する。
- 2) 特定計量器の型式承認では、要素型式承認の導入や試験所認定制度の活用による外部試験制度の導入を踏まえた調査研究を行い、制度の合理化を図る。
- 3) 計量法に規定する特定計量器の検定・検査に係る技術基準の JIS 引用を行うため、特定計量器 JIS 原案の作成を行う。
- 4) 検定・検査業務を機能的に運用するためのガイド

ライン（技術的補完文書）の策定を行う。

- 5) 我が国の法定計量システム整備計画案を策定し、経済産業省に対して企画・立案の支援を行う。
- 6) 型式承認実施機関として、ISO/IEC 17025及びガイド65に適合した品質システムにより認証・試験業務を実施し、透明性を保ずる。
- 7) 国際法定計量機関（OIML）が推奨する、試験・検定に使用する標準設備に対するトレーサビリティを確立するための制度について調査研究を行う。
- 8) OIML 適合証明書発行、二国間相互承認及び OIML MAA を推進し、国内計量器産業の国際活動に貢献する。
- 9) OIML の TC 活動に積極的に参加し、国際勧告の策定に貢献する。
- 10) アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）及び JICA 集団研修に対する支援を行う。
- 11) 法定計量クラブを活用した技術情報の提供、情報交換及びニーズ調査を行い、円滑な法定計量業務の実施に寄与する。

計量標準技術科

(Metrology Institute of Japan, Dissemination Technology Division Dissemination Technology Division)

研究科長：堀田 正美

(関西センター)

概要：

当科の主要業務は、経済産業大臣から委任された計量法に基づく法定計量業務の適切な遂行である。法定計量業務は、国内の様々な分野における商取引及び客観的かつ適正な計量証明行為に不可欠な業務であり、具体的には、型式承認、型式承認試験、基準器検査、検定、比較検査である。

これらの業務の他、リングゲージ、プラグゲージ、ガラス製体積計、ガラス製温度計、密度浮ひょうの校正技術の開発と改善、校正における不確かさの低減を目標とし、それらの標準供給体制の維持を行い、信頼性のある校正結果を提供することにより、産業界のトレーサビリティ体系の構築に寄与する。並びに、国際比較、OIML 等の国際活動に貢献する。なお、当科は、平成21年度6月に大阪扇町サイトより関西センターに移転を行った。

研究テーマ：テーマ題目56、テーマ題目57、テーマ題目58

[テーマ題目1] 時間・周波数標準の高度化に関する研究

[研究代表者] 池上 健

(時間周波数科 時間標準研究室長)

[研究担当者] 萩本 憲、渡部 謙一、柳町 真也、

高見澤 昭文、白川 裕介
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

原子泉方式周波数標準器においては、操作性の向上を図りつつ標準器の維持を行い、前年度に引き続き、今年度も4度にわたり、国際原子時 (TAI) の校正を行った。また、不確かさをより小さくするための2号機製作を行い、原子の打ち上げを確認した。位相雑音が最も小さい低温サファイアマイクロ波発振器を用いた10 MHz の位相雑音標準器を開発し、位相雑音供給の品質システムを整備した。また、低温サファイア発振器の維持を行い、前年度に引き続き、1GHz の低雑音な基準信号を光格子時計用超高安定レーザーの周波数安定度評価用に供給した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 時間周波数、原子時計、セシウム一次周波数標準器、原子泉、低温サファイアマイクロ波発振器、位相雑音

【テーマ題目2】 光周波数 (波長) 標準の開発と光周波数計測技術の研究

【研究代表者】 洪 鋒雷

(時間周波数科 波長標準研究室長)

【研究担当者】 稲場 肇、保坂 一元、平野 育、安田 正美、赤松 大輔、石川 純、大苗 敦、今江 理人、河野 託也、中嶋 善晶、川崎 和彦、岩國 加奈
(常勤職員9名、他4名)

【研究内容】

次世代の周波数標準を目指した光周波数標準については、 ^{171}Yb フェルミ同位体を用いた光格子時計の不確かさの低減に向けて、観測時の原子数規格化を行い、時計遷移スペクトルの SN 比を向上させた。これにより、時計レーザー周波数の1回の掃引で、時計遷移スペクトルを取得することに成功した。また、Sr 光格子時計の開発に着手した。Sr 原子の第一次冷却のために、導波路型非線形素子を用いた光源を開発し、Sr 原子の磁気光学トラップに成功した。また、同一真空チャンバー内での Yb 原子磁気光学トラップにも成功し、Sr/Yb 同時磁気光学トラップにも成功した。Yb 光格子時計の時計遷移励起用レーザー評価のために、Nd:YAG レーザを用いた1064nm の狭線幅化レーザーを開発した。高速光周波数コムを介して、二つの狭線幅化レーザーの比較を行い、数100Hz の線幅がある事が分かった。この線幅は、音響雑音などによるジッターに起因すると考えられている。光周波数コムに関しては、1) 経済産業省により長さの国家標準 (特定標準器) として告示を受け、JCSS 校正サービスを開始した。2) Yb 光格子時計絶対周波数決定、3) 高速制御型光周波数コム装置によるミリヘルツ級相対線幅の実現、などの成果が得られた。マイクロ波源の開発に関しては、5 GHz エキサイターの追従度が平

均化時間1秒で、 7.7×10^{-15} に達した。PLL 回路に自作した FPGA デジタル制御回路を使用し、デジタル制御を実現した。長さの特定標準器である「光周波数コム装置」については、依頼試験1件および所内校正1件を行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 光格子時計、光周波数コム、光周波数測定、ヨウ素安定化 He-Ne レーザ、ヨウ素安定化 Nd:YAG レーザ、光通信帯

【テーマ題目3】 時系・時刻比較の高度化に関する研究

【研究代表者】 今江 理人

(時間周波数科 周波数システム研究室長 (兼務))

【研究担当者】 雨宮 正樹、鈴木 智也、藤井 靖久、奥田 敦子、宮本 祐介
(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

当所の時間周波数国家標準であり、標準供給の基準である UTC (NMIJ) の安定運用に努めた。また、原子時計間の時刻差を高精度に測定し、UTC (NMIJ) の安定度をより改善するため、高精度時刻差測定装置の開発を継続して実施した。その結果、UTC (NMIJ) の維持は、平成21年度後半では UTC に対して ± 10 ns 以内を連続して実現した。

原子時の国際比較では、国際原子時 (TAI) や協定世界時 (UTC) への貢献のため GPS 衛星搬送波位相方式 (BIPM が実施する GPS 搬送波位相方式高精度時間周波数比較方式 (TAI-PPP)) や衛星双方向方式による国際時間周波数比較を継続的に実施している。また、超高精度時間周波数比較法として光ファイバー心双方向方式や衛星双方向搬送波位相法の基礎研究を継続して実施した。

標準供給については JCSS や依頼試験による持込校正サービス (校正件数 JCSS 校正 5件、依頼試験 7件) を行い、また、GPS 衛星を仲介とした周波数遠隔校正は、依頼試験で海外進出日系企業2社を含む13件 (JCSS10件、依頼試験3件：2010年3月末現在) を実施した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 時間周波数標準、時系、標準供給、GPS、衛星双方向時間周波数比較、遠隔校正

【テーマ題目4】 光波干渉による長さ標準の開発に関する研究

【研究代表者】 美濃島 薫

(長さ計測科 長さ標準研究室長)

【研究担当者】 平井 亜紀子、尾藤 洋一、寺田 聡一、鍛島 麻理子、堀 泰明、吉森 秀

明、向井 誠二

(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

短尺ブロックゲージ(長さ-4番)、長尺ブロックゲージ(長さ-5番)、標準尺(長さ-8番)、光波距離計(長さ-10番)などに関して、標準供給と高度化を実施した。ブロックゲージ、標準尺の技能試験において、参照値を付与した。また、固体屈折率(長さ-15番)については高度化を行うと共に、技能試験参照値を付与し、JCSS 制度の立ち上げについて協力した。段差高さゲージの標準供給を開始した。マイクロデジタルスケール(長さ-12番)の標準供給開始のための技術開発を実施した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 ブロックゲージ、段差高さ、標準尺、距離計、干渉測長器、固体屈折率、光コム、長さ標準

【テーマ題目5】 幾何学量の高精度化に関する研究

【研究代表者】 高辻 利之

(長さ計測科 幾何標準研究室長(兼務))

【研究担当者】 渡部 司、土井 琢磨、藤本 弘之、権太 聡、直井 一也、大澤 尊光、三隅 伊知子、佐藤 理、菅原 健太郎、佐藤 浩志、福島 博之、堀口 美央、増田 眞文、木下 和人、呂 明子(常勤職員11名、他5名)

【研究内容】

線幅(フォトマスク)の依頼試験を開始した。二次元回折格子の校正範囲を50 nm から23 nm に拡大した。ステップゲージ、ボールバー、ボールプレート、ホールプレートの校正対象のサイズを拡大した。JCSS 校正及び依頼試験校正については、「CMM による幾何形状測定」11件、「表面性状」:1件、「ステップゲージ」2件、「ボールプレート・ホールプレート」3件、「ロータリエンコーダ」:2件、「多面鏡」:2件、「オートコロメータ」:2件、「平面度」:6件、「真円度」:5件の計34件を実施した。これまで標準供給を宣言した19項目に対して円滑に標準供給できるように設備及び測定環境を整備した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 幾何寸法・幾何形状、微小寸法・微細形状、角度標準、表面性状

【テーマ題目6】 質量力関連標準の開発と供給

【研究代表者】 上田 和永

(力学計測科 質量力標準研究室長)

【研究担当者】 山口 幸夫、孫 建新、植木 正明、前島 弘、大串 浩司、水島 茂喜、林 敏行、西野 敦洋(常勤職員9名)

【研究内容】

質量標準に関しては、国際相互承認協約の附属書 C に校正測定能力が登録された1 mg~5200 kg の範囲で標準を安定的に供給すると共に、分銅校正の更なる高精度化と効率化のために100 g 質量比較器を高精度化し、また大量ひょう量質量比較器の改良を進めた。

力標準に関しては、国際相互承認された10 N~20 MN の範囲における標準供給を着実に実施すると共に、54 kN 力標準機改修のうち機構部の改修を完了させた。高安定な音叉式力計を実機に装着するための研究に一定の成果を得て発表した。当所で開発した力計校正の不確かさ評価方法を ISO 規格に反映させるべく ISO 技術委員会分科会に継続して参加し討議を進めた。

トルク標準に関しては、校正依頼の増加に対応し国際相互承認された5 N・m~20 kN・m の範囲における標準供給を着実に実施すると共に、参照用トルクレンチの校正範囲を従来の1 kN・m から5 kN・m に拡張した。また、開発中の小容量トルク標準機の性能評価を進めた。

重力加速度標準に関しては、国際基幹比較に参加し測定を完了させたほか、国土地理院などとの定期的な共同観測を行い、重力加速度計測の国際整合性確保に協力した。

JCSS トレーサビリティ制度に関しては、質量・力・トルクの各技術分科会に参加し技術基準の作成や改定並びに技術的諸問題の解決に協力すると共に、分銅の JCSS 技能試験への技術的支援や、校正事業者の登録審査や定期検査で技術アドバイザーを務めるなど多方面から JCSS 認定機関に協力した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 質量、力、トルク、重力加速度

【テーマ題目7】 圧力真空標準の開発と供給

【研究代表者】 秋道 斉

(力学計測科 圧力真空標準研究室長)

【研究担当者】 大岩 彰、小島 時彦、杉沼 茂実、城 真範、新井 健太、小島 桃子、吉田 肇、梶川 宏明(常勤職員9名)

【研究内容】

圧力標準、真空標準(全圧/分圧)およびリーク標準によって、JCSS 認定事業者の特定二次標準器の校正と依頼試験による校正を進めると共に、校正装置の高効率化と高精度化を目指した。圧力遠隔校正(大気圧)の標準供給サービスを立ち上げた。幹事所として実施した液体圧力国際比較の APMP.M.P-K7.1の最終報告書を作成し結果を KCDB に登録した。APMP.M.P-K8の Draft B レポートを作成した。リーク標準の国際比較(CCM.P-K12)の持ち回り校正が終了し、Draft A レポートの作成に協力した。圧力真空標準に関して、次世代計量標準(遠隔校正、液体高圧力標準、ピストンシリンダの有効断面積評価、気体高圧力標準、気体低圧力標準、中真空

発生法、真空計の比較校正方法、分圧発生方法)の開発を進めた。JCSS 認定制度に関する協力として、圧力分科会での委員会の取り纏め、認定審査への技術アドバイザーの派遣、技能試験への参照値の提供や報告書作成への協力、などを行った。「真空計比較校正方法における校正値の不確かさ評価」の原案作成、「重錘形圧力天びん」の JIS 改訂準備および「漏れ」関連の JIS 規格整備等への協力を進めた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】圧力標準、真空標準、重錘形圧力天びん、高精度圧力計、真空計、リーク標準、分圧標準

【テーマ題目8】質量計の試験検査

【研究代表者】根本 一

(力学計測科 質量計試験技術室長)

【研究担当者】福田 健一、長野 智宏、藤本 安亮、高橋 豊

(常勤職員5名)

【研究内容】

質量計に関する法定計量業務(基準適合性の評価:型式承認試験及び基準器検査)を計量法技術基準に基づき実施した。国際勧告(OIML-MAA)に従い非自動はかり及び質量計用ロードセルの性能評価試験を円滑に実施し、OIML 適合証明書、テストレポートの発行をすると共に試験・検査の信頼性の確保を図った。これらについて品質管理を整備すると共に、非自動はかりの性能評価試験を円滑かつ効率的に行うためのモジュール試験(指示計及びロードセル)に関する技術開発を行い、品質管理も整備した。また、試験に使用する設備の整備及び OIML 勧告に従った試験において、品質システム ISO/IEC ガイド65、ISO/IEC17025に基づき実施した。さらに非自動はかりに対応するロードセルの供給範囲の拡大を行い、それに併せて、試験設備の整備を行った。

OIML 等が主催する国内外の会議、技術委員会へ積極的に参加及び関連する研修に取り組み、常に WTO/TBT 協定に従い国際基準・規格に対応するように技術基準の確保に努めた。JCSS 認定については、認定機関・産業界との連携のもと技術的な協力を行った。また、法定計量クラブはかり研究会を開催し、産業界との連携を図った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】法定計量、型式承認、非自動はかり、OIML、基準器検査、天びん、分銅、NMIJ クラブ、法定計量クラブ

【テーマ題目9】音響標準の開発と供給

【研究代表者】菊池 恒男

(音響振動科 音響超音波標準研究室長(兼務))

【研究担当者】堀内 竜三、高橋 弘宜、藤森 威、米畠 和香子

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

音響測定器の JCSS 等校正サービスについて、品質システムの継続的運用の下、JCSS 10件、基準器検査13件を実施した。JCSS 登録申請事業者に対し、5件の登録審査(新規2件、更新3件、うち1件は審査継続中)を行うとともに、測定監査に必要な技能試験参照値を提供した。国際的には音響校正器の音圧レベル基幹比較 APMP.AUV.A-S1に参加し、仲介器の校正を行った。またアジア各国の国立標準研究所の技術レベル向上のため、音響標準の専門家としてピアレビュー1件、書面審査1件を実施した。音響標準の校正周波数範囲拡大に関しては、空中超音波領域(20 kHz 以上)専用開発した校正技術を品質システムとして体系化し、校正サービスを開始した。超低周波領域(20 Hz 以下)については、基礎データを効率的に収集するため、自動測定プログラムを構築した。また騒音源から放射される音響パワーレベルの測定の信頼性を確保するため、新たな標準の開発に着手し、校正対象である基準音源の周囲に多数のマイクロホンを精密に配置する機構を設計・試作した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】音圧レベル、標準マイクロホン、空中超音波、超低周波音、音響パワーレベル

【テーマ題目10】超音波標準の開発と供給

【研究代表者】菊池 恒男

(音響振動科 音響超音波標準研究室長(兼務))

【研究担当者】松田 洋一、吉岡 正裕、内田 武吉
(常勤職員4名)

【研究内容】

“天秤法”による超音波パワー校正、光干渉法によるハイドロホン感度校正の一次校正、及び比較校正、超音波音場パラメータの各標準の維持に努めた。特にハイドロホン感度校正については、28件の依頼試験を実施した。更に、これら3種の標準について、品質マニュアルを完成させ、品質システムの構築を完了した。超音波治療機器等の校正に必要な15 W~100 W の超音波パワー標準を開発するため、カロリメトリ法による超音波パワー標準開発を継続し、再現性を向上させると共に、周波数1 MHz において70 W までのパワー測定を実証した。次世代の医用超音波のニーズに対応するため、校正周波数範囲の上限を40 MHz に拡大する研究開発を継続した。広帯域振動子を用いて発生させた20 MHz から55 MHz の遠距離音場超音波を、光干渉計を用いて検出できることを実証した。また40 MHz の超音波波形を、従来の2倍以上の S/N 比で計測できることを実証した。以上により、高周波での校正が実現できる可能性を実証した。

医用超音波やソノケミストリで要求される、低周波数領域の hidroホン感度校正を実現するため、相互校正法を用いた100 kHz～1 MHz 帯の校正装置の構築を継続し、100 kHz について感度校正を実証した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超音波パワー、天秤法、カロリメトリ法、超音波振動子、超音波音圧、 hidroホン、超音波音場パラメータ、水熱合成法、キャピテーション

【テーマ題目11】振動加速度標準の開発と供給

【研究代表者】大田 明博

(音響振動科 強度振動標準研究室長)

【研究担当者】石神 民雄、野里 英明

(常勤職員3名)

【研究内容】

振動測定は航空宇宙、自動車、建設、プラント、地震等、広範囲で行われ、その測定に用いられる振動加速度計はレーザ干渉計と加振器による校正装置により校正サービスが行われている。校正サービス供給済みの振動数領域 (0.1 Hz～10 kHz) に関しては、品質システムに即した維持・管理を実施した。また、40 Hz～5 kHz までの振動加速度について、幹事所として国際比較 (APMP.AUV-V-K1.1) を実施した。200 m/s²～5000 m/s²の加速度範囲の衝撃加速度校正装置の開発、及び、その不確かさ評価を完了し、衝撃加速度標準の供給を開始した。研究開発に関しては、衝撃加速度校正装置と振動加速度校正装置の間での感度測定の整合性の検証、振動加速度校正の加振器に起因する不確かさの解析を行うと共に、これらの成果を国際会議で報告し、振動加速度標準の普及に努めた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】振動加速度、地震計、振動試験、レーザ干渉計

【テーマ題目12】硬さ標準の開発と供給

【研究代表者】大田 明博

(音響振動科 強度振動標準研究室長)

【研究担当者】清野 豊、高木 智史、服部 浩一郎、石田 一、大高 俊男

(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

硬さ試験は機械部品等の強度特性を簡便に評価できる工業試験法であり、鉄鋼・自動車・航空を始め、幅広い産業分野で利用されている。現在、硬さの国家標準としてロックウェル硬さとビッカース硬さを維持・供給しているが、平成21年度は特定二次標準器1件の供給を行った。また、硬さ校正事業者の認定にかかわる技術アドバイザー業務を行うと共に、新たな認定制度立ち上げのための技術文書を起案し、製品評価技術基盤機構主催の

JCSS 技術分科会に提出した。硬さ供給範囲拡大のためのロックウェル B スケール硬さについては、試験機工業会と協力し予備巡回測定を行うと共に、結果取りまとめのための種々の予備実験を行った。微小硬さについては、校正に必要な干渉計の開発を進め、不確かさ評価を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】金属材料、材料試験、ロックウェル硬さ、ビッカース硬さ、極微小硬さ、ナノインデンテーション

【テーマ題目13】シャルピー衝撃値標準維持供給

【研究代表者】大田 明博

(音響振動科 強度振動標準研究室長)

【研究担当者】山口 幸夫、高木 智史

(常勤職員3名)

【研究内容】

シャルピー衝撃試験は材料の特性である延性－脆性遷移という材料評価で他に類をみない簡便さと有用性を持つ試験法であり、破壊強度を測定する材料試験法として、産業界で広く用いられているものである。金属材料のシャルピー衝撃試験の標準は当研究室で維持されており、依頼試験を通じて産業界に供給されている。平成21年度は、標準として維持する500 J 衝撃試験機1台のアンビルの材質を変え測定誤差の軽減化を図ると共に、標準値維持のための比較測定を行い標準機3台の整合性確認を行った。また、JIS B7740基準試験機の依頼試験を1件実施した。さらに、シャルピー衝撃値として ASNITE 認定審査を受け、校正事業者として登録認定された。

【分野名】標準・計測

【キーワード】衝撃値、シャルピー衝撃試験、吸収エネルギー、脆性、材料試験

【テーマ題目14】抵抗温度計標準の維持供給及び高度化効率化

【研究代表者】丹波 純

(温度湿度科 高温標準研究室長)

【研究担当者】山澤 一彰、Januarius V. Widiatmo、佐藤 公一、原田 克彦、坂井 宗雄、安曾 清

(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

供給中の抵抗温度計の温度範囲-40～420℃については特定副標準器等、660℃アルミニウム点および962℃銀点においては特定二次標準器の校正を行った。水の三重点の実現温度の不確かさを半減させ、0.16 mK とする標準供給を開始した。亜鉛点について、不純物の与える影響を高精度に評価する装置を製作し、不確かさ低減のための評価を行った。水の三重点の国際比較 (APMP. T-K7) の副幹事国を務めた。次世代温度目盛の開発のため

め、962°Cから1040°C付近までの高温域で放射温度計と白金抵抗温度計の比較測定を行い、両者が0.3°C以内で一致することを示した。校正業務効率化のための定点装置の整備を行った。JCSS 認定制度を支援するため、技術アドバイザーの派遣を行った。計量技術の普及、向上のため計量教習に講師派遣を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準、温度、抵抗温度計、温度定点、校正技術

〔テーマ題目15〕 熱電対標準の技術開発

〔研究代表者〕 丹波 純

(温度湿度科 高温標準研究室長)

〔研究担当者〕 井土 正也、小倉 秀樹、増山 茂治、黄 毅

(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

熱電対校正用温度定点の銀点(962°C)、銅点(1085°C)、パラジウム点(1554°C)において特定二次標準器等の校正を行った。パラジウム-炭素共晶点(1492°C)のセル開発を行い、国際比較(E785)に参加して4カ国間の比較を行った。金/白金熱電対の国際比較(APMP T-S5)のための測定を行い、解析結果をパイロットラボに送付した。タングステン-レニウム熱電対について、高温使用時の保護管および絶縁管の材質の影響を評価し、また、0-1500°Cにおいて熱起電力特性等の評価を開始した。不均質評価装置を開発し、白金/パラジウム熱電対、R熱電対の効率的な評価を可能にした。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準、温度、熱電対、共晶点、校正技術

〔テーマ題目16〕 低温度標準の開発・維持・供給

〔研究代表者〕 田村 収

(温度湿度科 低温標準研究室長)

〔研究担当者〕 中野 享、島崎 毅、中川 久司、櫻井 弘久、鷹巣 幸子、豊田 恵嗣

(常勤職員4名、他3名)

〔研究内容〕

14 K~30°Cでカプセル型白金抵抗温度計の標準供給とアルゴン三重点(84 K)で特定二次標準器(ロングシステム型白金抵抗温度計)の校正を行い、これらの品質システムについてASNITE 審査及びPeer Reviewを受け、認定を取得した。JCSS の下限温度の77 Kへの拡大に伴う校正事業者審査を技術アドバイザーとして支援した。0.65 K~24 Kのロジウム鉄抵抗温度計標準供給の品質システムを構築し、白金コバルト抵抗温度計へ校正対象拡大のため特性試験を開始した。3 K~24 Kで³He 気体温度計により熱力学温度と1990年国際温度目盛を測定した結果が、*Mise en pratique for the definition of the kelvin*に記載される両者の差の合意値算出に寄

与した。ネオンの三重点(24 K)の同位体依存性測定の国際比較及びCCT-K1.1(0.65 K~24 K)とAPMP-T-K3.3(84 K)の基幹比較を継続した。0.9 mK~1 Kの暫定低温度目盛(PLTS-2000)実現のため、第一段冷凍部の希釈冷凍機と定義計器の³He融解圧温度計を製作・試験し、第二段冷凍部の核断熱消磁冷凍機的主要部分を製作した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 1990年国際温度目盛、PLTS-2000、熱力学温度、白金抵抗温度計、気体温度計、温度定点、蒸気圧温度計

〔テーマ題目17〕 放射温度標準の開発と供給

〔研究代表者〕 石井 順太郎

(温度湿度科 放射温度標準研究室長)

〔研究担当者〕 佐久間 史洋、山田 善郎、笹嶋 尚彦、

清水 祐公子、福崎 知子、金子 由香、王 云芬、皆広 潔美

(常勤職員6名、他3名)

〔研究内容〕

高温域においては、標準供給として、特定副標準器の定点黒体およびシリコン単色放射温度計の校正を行ったほか、前年度から継続していた技能試験の結果をまとめて報告した。定点黒体校正に関しては不確かさ評価を見直し不確かさを低減した。また、放射温度計のAPMP基幹比較の結果登録を完了した。中温域(160°C~420°C)においては、標準供給として放射温度計の所内校正を行った。また、波長依存性の低い比較黒体炉の開発および性能評価を行い、熱赤外域への波長拡大にむけた要素技術開発を進めた。常温域においては、大口径黒体炉の開発を行い、新たに赤外放射温度計の校正サービスを開始した。これらと併せ、JCSS 制度の運営に関し、技術アドバイザー等による支援を行った。国際的には放射温度のCMCレビュープロトコルの改訂版を作成し、登録が完了した基幹比較等の結果を審査に活用できるようにした。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 放射温度標準、標準供給、JCSS、依頼試験、標準放射温度計

〔テーマ題目18〕 金属-炭素共晶点による高温目盛の高度化

〔研究代表者〕 石井 順太郎

(温度湿度科 放射温度標準研究室長)

〔研究担当者〕 山田 善郎、笹嶋 尚彦、阿羅 千里

(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

1999年に世界に先駆けて金属(炭化物)-炭素共晶を用いた1100°C以上の高温標準を提案し、実用化に取り

組んできた。標準供給に向けて WC-C 包晶点セルの長期安定性を評価し、1日の繰り返し性が約10 mK で64回の融点の再現性が72 mK であり、70回以上の定点実現でも金属が漏れず、実用的な標準器として使用可能であることを実証した。Cr₃C₂-C 包晶点セルの鑄込み技術を確立し、長期安定性を評価し、実用性が高い温度定点であることを実証した。

国際的には国際度量衡委員会のものとのワーキンググループ活動として高温域温度目盛の実現方法に関するガイド (Miscellaneous for the definition of the Kelvin in high temperature) の作成委員として文書執筆に参加し、共晶点を用いた補間目盛に関する文書を完成させた。また中国 NIM から研究員を受入れ、WC-C 包晶点セルの鑄込み技術やナガノ炉のメンテナンス方法などの技術指導を行い、NIM における高温定点業務の効率化と包晶点セルの国際的な普及に貢献した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 高温標準、金属-炭素共晶、高温定点、不純物、放射温度計、熱電対

[テーマ題目19] 湿度標準の開発と供給

[研究代表者] 北野 寛

(温度湿度科 湿度標準研究室長)

[研究担当者] 越智 信昭、丹羽 民夫、堂山 友己子

(常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

湿度標準供給の範囲拡大と効率化の研究を進めている。露点-70℃から-10℃の低湿度については作業手順の見直しを実施し、効率化を進めた。露点-10℃から95℃の高湿度については安定な標準供給を実施した。100℃を超える高湿度については測定装置を整備し、発生湿度評価の準備を進めた。校正業務は21件。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 湿度、高湿度、低湿度、露点

[テーマ題目20] 微量水分領域の標準

[研究代表者] 北野 寛

(温度湿度科 湿度標準研究室長)

[研究担当者] 阿部 恒

(常勤職員2名)

[研究内容]

半導体製造をはじめとする先端技術分野で必要とされる、気体中微量水分の標準発生技術の開発を進めている。校正作業の効率化を図り安定した標準供給体制を確立するために、拡散管方式の微量水分発生装置について計測制御ソフトウェアを開発し、被校正器を接続するためのサンプリングシステムを開発した。高精度流量測定・制御システムにより流量測定の不確かさを向上させた。校正業務は1件。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 微量水分、拡散管、低湿度

[テーマ題目21] 気体流量・気体流速標準の研究開発・維持・供給

[研究代表者] 石橋 雅裕

(流量計測科 気体流量標準研究室長)

[研究担当者] 栗原 昇、森岡 敏博、船木 達也、

櫻井 真佐江

(常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

平成20年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザーとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

気体流量に関しては、APMP.M.FF-K6のパイロットラボとして、基幹比較の持ち回り測定を完了した。

気体流速に関しては、APMP.M.FF-K3のパイロットラボとして、基幹比較の持ち回り測定を完了した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 気体流量・気体流速標準

[テーマ題目22] 液体流量体積標準の研究開発・維持・供給

[研究代表者] 寺尾 吉哉

(流量計測科 液体流量標準研究室長)

[研究担当者] 古市 紀之、Cheong KarHooi、

長島 豊 (常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

平成20年度に引き続き特定標準器 (液体流量校正設備) により0.005~3000 m³/h の範囲で校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。さらに、体積標準を維持した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 液体流量標準、体積標準

[テーマ題目23] 石油流量標準の研究開発・維持・供給

[研究代表者] 寺尾 吉哉

(流量計測科 液体流量標準研究室長)

[研究担当者] 嶋田 隆司、土井原 良次、武田 一英、

浦井 章、渡部 理夫、沼口 昌美

(常勤職員3名、他4名)

[研究内容]

平成20年度に引き続き0.1~300 m³/h の範囲に対して標準供給を継続した。また、石油小流量標準を開発し、2.8×10⁻³~11×10⁻³ kg/s の範囲に対して標準供給を開始した。また、技術アドバイザーとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 石油流量標準

[テーマ題目24] 特定計量器の適合性評価に関する研究

開発・試験検査

[研究代表者] 森中 泰章

(流量計測科 流量計試験技術室長)

[研究担当者] 小谷野 康宏、島田 正樹、安藤 弘二、西川 一夫、大谷 怜志、薊 裕彦、

高橋 豊、武内 昭雄、飯島 紀子

(常勤職員8名、他2名)

[研究内容]

平成20年度に引き続いて型式承認試験及び基準器検査を実施し、これらの試験のための設備維持を行った。自動車等給油メータの OIML 証明書を発行した。さらに、OIML に関連する燃料油メータ及びスマートメーター等の海外調査を行った。また、流量計試験技術室が実施する依頼試験のうち、3品目について品質システムの運用を開始した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 特定計量器の適合性評価

[テーマ題目25] 固体熱物性標準の整備

[研究代表者] 馬場 哲也

(物性統計科長、熱物性標準研究室長)

[研究担当者] 山田 修史、竹歳 尚之、渡辺 博道、阿子島 めぐみ、八木 貴志、

阿部 陽香、山下 雄一郎、水野 耕平

(常勤職員9名)

[研究内容]

固体熱物性標準として熱膨張率、熱拡散率、比熱容量、薄膜熱物性に関する供給中の標準項目についての業務を行いつつ、標準整備計画通り新規項目として整備番号246番比熱容量(依頼試験; 300 K-900 K)、244番熱伝導率(標準物質; 300 K-900 K) および237-1番熱膨張率(標準物質; 293 K-1600 K)の整備を完了した。また、標準物質(成果普及品)について ISO Guide 34に対応した認証標準物質(CRM)への移行を進めた。引き続き各標準供給項目に関して研究開発による校正技術の高度化、不確かさの検証・低減化を進めるとともに、NMIJの品質システムに基づいた技術マニュアルの整備、内部監査等による品質の維持管理を行った。また、2009年8月に ITCC2009(Pittsburgh, USA)で開催された測温諮問委員会熱物性作業部会(CCT-WG9)においてレーザーフラッシュ法による熱拡散率の国際比較の進捗状況を報告した。

[研究分野名] 標準・計測

[キーワード] 熱物性標準、固体材料、標準物質

[テーマ題目26] 密度・屈折率標準の開発と供給に関する研究

[研究代表者] 藤井 賢一

(物性統計科 流体標準研究室長)

[研究担当者] 早稲田 篤、竹中 正美、倉本 直樹、粥川 洋平、狩野 祐也、藤本 弘之、清水 忠雄

(常勤職員7名、他1名)

[研究内容]

平成21年度は、シリコン固体密度の JCSS 標準供給、密度標準液と屈折率標準液の技能試験参照値、圧力浮遊法による固体密度差の校正、流体の PVT 性質の校正などを行った。国際度量衡委員会に関連する活動としては、質量関連量諮問委員会(CCM)密度作業部会(WGD)を国際度量衡局(BIPM)で開催し密度標準の MRA を加速させるための校正能力(CMC)評価方法などについて検討した。また、単位諮問委員会(CCU)と科学技術データ委員会(CODATA)基礎定数作業部会(TGFC)に出席し、SI基本単位の再定義とそのため基礎物理定数の推奨値を決定するためのデータについて検討した。次世代計量標準の開発としてアボガドロ国際プロジェクトを運営し、5 kgのシリコン28同位体濃縮結晶から研磨した1 kgの球体2個の密度測定を行い、シリコン球体の体積と密度の測定精度を0.03 ppmまで向上させた。また、NMIJ(産総研計量標準総合センター)、PTB(ドイツ物理工学研究所)、NMIA(オーストラリア連邦計量研究所)の3機関による直径測定の国際比較を行い、約1 nm以内で測定結果が一致することが確かめられた。高エネルギー研究所との共同研究によりシリコン結晶の格子定数の2次元分布を評価した結果、渦巻状の格子分布が存在することが確かめられた。NMIJと国際度量衡局(BIPM)でアボガドロ国際プロジェクト運営委員会を開催し、EUの標準物質計測研究所(IRMM)による自然同位体比のシリコンのモル質量の測定結果が約1 ppmシフトした原因などについて検討した。同位体濃縮シリコンについてはPTBの希釈同位体分析により0.01 ppmの精度でモル質量を測定できることが確かめられた。これにより、目標精度の0.02 ppmでアボガドロ定数を決定できる見通しが得られた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 密度標準、固体密度、シリコン結晶、密度標準液、PVT性質、屈折率、国際比較、キログラムの再定義、アボガドロ定数、格子定数、モル質量

[テーマ題目27] 粘度標準の開発と供給に関する研究

[研究代表者] 藤井 賢一

(物性統計科 流体標準研究室長)

[研究担当者] 菜嶋 健司、藤田 佳孝、倉本 直樹、山本 泰之

(常勤職員5名)

[研究内容]

平成21年度は、細管式粘度計による粘度標準液の依頼

試験業務を継続するとともに、校正システムの自動化を行った。非ニュートン流体のための粘度計測技術の開発を継続し、依頼試験による非ニュートン粘度の校正業務を開始した。MEMS 技術を応用した粘度センサの開発に着手しプロトタイプ製作などを行った。回転粘度計については不確かさの評価を継続するとともに、標準物質となる非ニュートン流体の特性評価などを行った。現在の粘度の国際的基準となっている水の粘度の絶対値を見直し次世代の粘度標準を確立することを目標として、落球法による液体粘度の絶対測定を継続し、CCD カメラと追尾システムによる落下速度の絶対測定システムによる計測を行った。また、落球の質量(約10 mg)を精密計測するための質量校正システムを開発した。JIS Z 8803(液体の粘度-測定方法)と JIS Z 8809(粘度計校正用標準液)の原案作成委員会の活動に協力し改定作業を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】粘度、粘度標準、粘度標準液、細管粘度計、回転粘度計、国際比較、非ニュートン流体、落球法、粘度の絶対測定

【テーマ題目28】不確かさ評価及び同等性確認における統計的問題の研究と技術支援

【研究代表者】榎原 研正

(物性統計科 応用統計研究室長)

【研究担当者】田中 秀幸、城野 克広

(常勤職員3名)

【研究内容】

不確かさ評価に関わる統計的手法の開発・応用を行うとともに、産総研内外での不確かさ評価の技術支援・普及啓蒙活動を行うことを目標としている。今年度は、計測における不確かさの表現のガイド(GUM)補足文書1の数値的方法による分布の伝播則において不確かさの合成方法の妥当性の検証を行うとともに、国際比較における同等性確認法の問題点を整理しその解決策を提案した。また、空気清浄度評価を例にポアソン分布を対象とする逐次検定法へのベイズ統計の利用方法を提案した。さらに、中上級者対象を対象とした2日間にわたる不確かさ講習会の開催、校正・計測に関わる不確かさ評価の技術相談、不確かさクラブにおける講習会・講演会の開催などの普及活動を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】不確かさ評価、同等性評価、測定のかたより、管理限界、分布の伝播

【テーマ題目29】粒径標準の開発と供給

【研究代表者】榎原 研正

(物性統計科 応用統計研究室長)

【研究担当者】坂口 孝幸、櫻井 博、高畑 圭二、

飯田 健次郎

(常勤職員5名)

【研究内容】

粒径及び気中と液中各々における粒子数濃度の標準について、依頼試験業務に対応するとともに標準の高度化を行うことを目標としている。今年度は、10-20 μm 粒径域での液中粒子数濃度について、 $10^3 - 10^6$ 個/cm³の濃度範囲での一次標準を確立し、これにもとづく依頼試験を開始した。また、IRMM が実施した粒径測定、及び EURAMET で行われた気中粒子粒径分布・粒子数濃度の試験所間比較に参加した。さらに、計数ミリカン法による粒径絶対測定の効率化を目的に流体回路部分を自動化するとともに、粒径及び気中粒子数濃度に対する依頼試験に対応した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】粒径標準、電気移動度分析、粒径分布パラメータ、液中粒子数濃度標準、気中粒子数濃度標準

【テーマ題目30】実用電気標準の開発、供給と研究

【研究代表者】中村 安宏

(電磁気計測科 電気標準第1研究室長)

【研究担当者】西中 英文、岩佐 章夫、藤木 弘之、

山田 達司、坂本 憲彦、昆 盛太郎、

天谷 康孝、木藤 量隆、林 誠二郎

(常勤職員8名、他2名)

【研究内容】

(1) 直流電圧標準

DC プログラマブルジョセフソン電圧標準の開発を完了し、デジタルマルチメータの直流電圧レンジを校正対象として標準供給を開始した。

(2) 誘導分圧器標準、変流器標準、高調波電圧電流標準、交流シャント標準

誘導分圧器標準について、8件の特定二次標準器等の校正、変流器標準について3件の依頼試験を行った。また、高調波電圧電流標準、交流シャント標準について、校正システムを開発し、標準供給を開始した。さらに、次年度以降の供給範囲の拡大に向け、研究開発を進めた。

(3) AC/DC 標準、交流電圧標準

AC/DC 標準について、1件の特定副標準器の校正を行った。また、AC/DC 標準について、校正範囲の拡張を行った。交流電圧標準について、デジタルマルチメータの交流電圧レンジを校正対象として標準供給を開始した。さらに次年度以降の供給範囲の拡大に向けて研究開発を進めた。

(4) 中容量キャパシタンス標準、インダクタンス標準

中容量キャパシタンス標準について、供給範囲の拡張を行った。インダクタンス標準について、2件の依頼試験を行った。また、次年度以降の供給範囲の拡大に向け、中容量キャパシタンス標準の研究開

発を進めた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 実用電気標準、直流電圧、誘導分圧器、変流器、交流電圧、中容量、インダクタンス

[テーマ題目31] 量子電気標準の開発、供給と研究

[研究代表者] 金子 晋久

(電磁気計測科 電気標準第2研究室長)

[研究担当者] 坂本 泰彦、福山 康弘、浦野 千春、堂前 篤志、丸山 道隆、大江 武彦、松廣 健二郎、嶋本 親資
(常勤職員7名、他2名)

[研究内容]

(1) 直流抵抗標準

直流抵抗標準について16件の特定二次標準器等の校正を行った。また、次年度の供給範囲の拡大に向け、研究開発を進めた。次世代2次標準器として利用できる超安定小型100 Ω標準抵抗器の開発を行い、基礎特性のデータ取得・整理を行った。さらに、次世代量子ホール効果抵抗標準として、量子ホール抵抗アレイデバイスの作製を作製し、基礎特性の評価を行った。グラフェンの標準への応用に向け、電子線描画装置を導入し基礎研究を行った。

(2) 交流抵抗標準、キャパシタンス標準

キャパシタンス標準について4件の特定二次標準器の校正、交流抵抗標準について4件の特定二次標準器等の校正を行った。さらに、次世代交流抵抗標準として交流量子ホール効果抵抗標準の研究開発を行っており、冷凍機の製作・運転試験、ヘリウム再凝縮デュアの導入、ダブルシールド型サンプルホルダの開発、素子設計、ブリッジ等の設計開発をおこなった。

(3) 交流ジョセフソン電圧標準

次世代交流ジョセフソン電圧標準として、パルス駆動ジョセフソン電圧標準について研究開発を進め、商用周波数からキロヘルツレベルにわたる周波数の各種信号発生に成功した。これには擬似ノイズの発生も含まれ、今後、ジョンソンノイズの定量化、つまり、ボルツマン定数の測定・熱力学温度の測定などの研究につながる。プログラマブルジョセフソン電圧標準を用いた交流発生について研究開発も行った。

(4) 直流電圧標準

直流電圧標準について、6件の特定二次標準器等の校正を行った。システムの近代化に向け検討を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 量子電気標準、直流抵抗、キャパシタンス、量子ホール効果、ジョセフソン効果

[テーマ題目32] 高周波計測標準に関する研究

[研究代表者] 小見山 耕司

(電磁波計測科 高周波標準研究室長)

[研究担当者] 島岡 一博、Widarta P Anton、飯田 仁志、堀部 雅弘、木下 基、島田 洋蔵、井上 武海、信太 正明、猪野 欽也、遠藤 道幸、長津 樹理、吉本 礼子、岡本 佳子、見口 由紀、川上 友暉
(常勤職員7名、他9名)

[研究内容]

新規の標準供給として、低域周波数領域での標準供給を開始した。電力標準は100 kHz ~ 1MHz の周波数範囲で1mW を、減衰量標準は100 kHz ~ 10 MHz において100 dB までの同軸線路減衰量を供給開始した。それ以外に、インピーダンス標準は N 型75Ω系同軸コネクタにおける同軸伝送線路の S パラメータを40 MHz ~ 3 GHz の範囲で新規に供給開始した。拡張としては、これまで30 kHz ~ 1 GHz までを他 NMI トレーサブルとして供給してきた PC7型コネクタの反射係数があったが、独自標準の開発を行って9 kHz~40 MHz の S パラメータ標準を開発し、高域周波数領域につなげて連続して9 kHz ~ 18 GHz の範囲でのインピーダンス標準を S パラメータとして供給できるようになった。また、新設計による高周波雑音源のプロトタイプを実現した。タイの国立標準機関 NIMT へ高周波電力と減衰量の標準技術の指導により技術支援を行っていたが、最終審査を終了してこれを完了した。オープンラボの実験室公開に参加し、基本量である4項目の電力標準、減衰量標準、インピーダンス標準、雑音標準の校正設備を公開した。高周波クラブを2回開催し、計測技術の普及のために昨年に引き続いてネットワークアナライザ (VNA) をテーマに参加3機関による講演と2回目の開催では高周波雑音を課題として講演を主体とする会合を開催した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 高周波、マイクロ波、ミリ波、電波、信号伝送線路、電力計、減衰器、雑音源

[テーマ題目33] 電磁界・アンテナ計測標準に関する研究

[研究代表者] 島田 洋蔵

(電磁波計測科 電磁界標準研究室長)

[研究担当者] 廣瀬 雅信、森岡 健浩、黒川 悟、石居 正典、飴谷 充隆
(常勤職員6名)

[研究内容]

ダイポールアンテナについて30 MHz ~ 2 GHz の周波数範囲におけるアンテナ係数の校正サービスを行った。ループアンテナについて20 Hz ~ 30 MHz の周波数範囲

圏における磁界アンテナ係数の校正サービスを行った。マイクロ波ホーンアンテナ利得は新方式により内部のSIトレーサビリティを確立して1.7 GHz ~ 2.6 GHzの周波数の限定を解除し供給を開始した。バイコニカルアンテナは30 MHz ~ 300 MHzで標準を開発し、標準供給を開始した。ミリ波帯ホーンアンテナはアンテナ利得標準の新規供給開始に向けて校正システムの研究開発を進めた。TEMセルを用いた電界標準および低周波帯磁界標準は新規供給開始に向けて校正システムの研究開発を行った。ループアンテナとホーンアンテナ利得については品質システムを整備して新規にピアレビューと品質システム認定審査を受けた。ログペリアンテナでは品質システムを整備し運用を開始した。また、電磁界クラブ活動としてアンテナ計測技術普及のための講演会を実施した。新しいアンテナ計測技術として光電界センサを用いた測定システムの研究開発を推進した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】マイクロ波、ミリ波、アンテナ、アンテナ係数、アンテナ利得、電界、磁界

【テーマ題目34】レーザ標準に関する研究

【研究代表者】座間 達也

(光放射計測科 レーザ標準研究室長)

【研究担当者】福田 大治、雨宮 邦招、沼田 孝之
(常勤職員4名)

【研究内容】

50 μ W~200 mW レベルのレーザパワーについてはJCSS 特定二次標準器の校正を4件、依頼試験の校正を1件、ファイバ系レーザ光減衰量についてはJCSS 特定二次標準器の校正を1件、依頼試験の校正を1件、ファイバ系レーザパワーについては依頼試験、依頼試験特殊の校正をそれぞれ1件、1 W~10 W レベルのレーザパワーについては依頼試験の校正1件をそれぞれ実施した。レーザエネルギーの波長範囲の拡大 (532 nm、355 nm)、光ファイバ減衰量の波長範囲の拡大 (850 nm) を行い依頼試験による供給を開始した。既存品質システムの見直しを行い、2量目の新規ピアレビュー及び2品目の不確かさ低減を伴う継続ピアレビューを受審し、4量目の国際相互承認に関わる CMC 登録申請を行った。波長 1550 nm 高パワー域の光ファイバ減衰量 (APMP.PR-S4)、可視域レーザパワー (APMP.PR-S5、Pilot) については幹事研究所として仲介器の校正・巡回等の責任を負い、国際比較実施を主導した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】レーザパワー、光ファイバ

【テーマ題目35】光放射標準の開発と供給

【研究代表者】齋藤 一朗

(光放射計測科 光放射標準研究室長)

【研究担当者】齋藤 輝文、座間 達也、市野 善朗、

薮 洋司、神門 賢二、木下 健一、
丹羽 一樹 (常勤職員8名)

【研究内容】

分光放射照度 (紫外) の依頼試験での校正を1件実施した。分光応答度の JCSS 特定二次標準器の校正を2件、依頼試験での校正を17件実施した。分光拡散反射率の依頼試験を6件実施した。照度応答度の標準を新規に確立し依頼試験による供給を開始した。分光応答度 (近赤外、InGaAs) の対象範囲拡張を行った。分光放射照度の不確かさ低減を行った。分光拡散反射率 (紫外)、LED (高強度) に対応した標準開発を進めた。分光放射照度 (紫外) の JCSS 化を実施した。5量目の品質システムの新規構築及び既存品質システムの見直しを行い、依頼試験、JCSS 校正サービスが行われている主要量目の品質システムを構築した。1量目の新規ピアレビュー、1量目の不確かさ低減を伴う継続ピアレビュー及び2量目のカテゴリ変更に伴う継続ピアレビューを受審し、4量目の国際相互承認に関わる CMC 登録申請を行った。及び LED (光度・全光束・色度、APMP.PR-S3a、-S3b、-S3c) の国際比較を実施した。光度 (APMP、CCPR-k3.a リンク)、分光応答度 (APMP、CCPR-k2.b リンク) については幹事研究所として国際比較実施を主導した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】測光、光放射

【テーマ題目36】線量標準の開発、設定、供給

【研究代表者】齋藤 則生

(量子放射科 放射線標準研究室長)

【研究担当者】黒澤 忠弘、森下 雄一郎、加藤 昌弘、
田中 隆宏、高田 信久、能田 理恵子、
今須 淳子、鈴木 功
(常勤職員5名、他4名)

【研究内容】

Co-60 γ 線の水吸収線量標準に関して、新しい手法による補正方法を用いて導出し標準の信頼性を高め、校正業務開始準備がほぼ整った。また、BIPM および APMP の2つの国際比較に参加した。また、高精度なグラフイトカロリメータの設計を行った。マンモグラフィ X 線診断用の線量標準に関して、BIPM との国際比較を行うとともに、トレーサビリティを構築するために (株) 千代田テクノと共同してガラスバッジの特性評価を行った。軟 X 線標準に関しては、APMP 内での持ち回り国際比較の幹事国としての業務を滞りなく行った。X 線線量標準に関しては JCSS の範囲拡大を行った。極紫外線自由電子レーザのパルスエネルギーの測定に成功し、PTB との国際比較で良好な結果が得られた。放射光単色 X 線フルエンス標準に関しては、フォトダイオードの応答度に関する国際比較の結果が得られた。放射線線量計の校正に関して、JCSS12件 (γ 線11件、中

硬 X 線1件)、依頼試験36件 (γ 線29件、X 線5件、β 線2件) 行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 線量標準、軟 X 線、中硬 X 線、γ 線、β 線、放射光

[テーマ題目37] 放射能特定標準器群の維持・向上、および中性子標準の開発・供給

[研究代表者] 柚木 彰

(量子放射科 放射能中性子標準研究室長)

[研究担当者] 原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、
海野 泰裕、増田 明彦、西山 潤、
瓜谷 章、河田 燕、山田 崇裕
(常勤職員6名、他4名)

[研究内容]

放射能標準に関して、表面汚染測定用放射線測定器の放射線特性試験装置を開発した。放射性ガス標準 (190-1) の立ち上げ、及び I-125密封小線源の線量標準 (188) 立ち上げに係わる作業を行った。国際比較では、I-131放射能校正に関する APMP 域内国際基幹比較 (APMP.RI(II) -K2.I-131) を実施し、放射能同時計数法のデータ処理に関する国際基幹比較に参加した。校正サービスについて、計量法に基づく特定二次標準器の校正6件を実施した。

中性子標準に関して、19 MeV 中性子フルエンス率 (200) の開発のため、1次標準器の開発および試験を行った。また、重水素減速 Cf-252中性子フルエンス (201) の開発のための準備を行った。速中性子フルエンス標準 (197-200) に用いているペレット加速器によって中性子飛行時間法が適用できるように、パルス化装置の作製をし、ビーム発生に向けた作業を行った。校正サービスについては、依頼試験22件を実施した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 放射能、特定二次標準器、速中性子フルエンス、中性子フルエンス標準、国際比較

[テーマ題目38] 無機標準物質に関する研究

[研究代表者] 日置 昭治

(無機分析科 無機標準研究室長)

[研究担当者] 野々瀬 菜穂子、三浦 勉、鈴木 俊宏、
大畑 昌輝、加藤 千香子、朝海 敏昭、
山内 喜通、西 緑、桜井 文子、
児玉 弘美、城所 敏浩、倉橋 正保
(常勤職員7名、他6名)

[研究内容]

平成21年度には、10種類以上の金属標準液を認証標準物質として供給するとともに、Au、Si、Ge、Zr、W の各標準液の開発のために原料物質の純度決定および各標

準液の調製法および濃度測定法の開発を継続した。また、欧州 RoHS 指令の規制に対応した鉛フリーはんだ標準物質1種類のチップについて同位体希釈質量分析法等による値付けを行い、認証標準物質として供給を開始したほか、ロット更新の1種類を含む3種類の高純度無機標準物質を開発した。他部門の研究グループとも協力してアルミナ微粉末標準物質2種類を開発した。複数の CCQM 国際比較に参加し、特に PP 樹脂ペレットと鉛フリーはんだのパイロット研究の幹事ラボを継続して務めた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 無機標準物質

[テーマ題目39] pH および電気伝導度の標準確立

[研究代表者] 日置 昭治

(無機分析科 無機標準研究室長)

[研究担当者] 大畑 昌輝、Maksimov Igor、
大沼 佐智子
(常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

Harned セル法による pH 測定システムの改良を引き続き進めた。このシステムを用いて6種類の pH 緩衝液に対するの保存安定性の測定を継続し、保存期間の延長が可能であることを確認した。6種類を認証標準物質として供給した。電気伝導度セルの設計試作を行い、基礎検討を開始した。関連の CCQM 国際比較 (ほう酸塩緩衝液) に参加し、速報の段階では良好な結果であったと思われる。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] pH 標準

[テーマ題目40] 環境分析用組成標準物質および微量分析技術に関する研究

[研究代表者] 千葉 光一

(無機分析科 環境標準研究室長)

[研究担当者] 黒岩 貴芳、稲垣 和三、成川 知弘、
朱 彦北、成島 いずみ、小口 昌枝、
(常勤職員5名、他2名)

[研究内容]

平成21年度は、ひじき粉末標準物質 (微量元素・ひ素化合物分析用) の開発を終了した。これらの標準物質は、一次標準測定法である同位体希釈 ICP 質量分析法を中心として高分解能 ICP 質量分析、ICP 発光分析法、電気加熱原子吸光分析法などの複数の分析法により値付けを実施して、トレーサビリティと国際整合性が確保された標準物質として供給している。その他、開発済みの標準物質の安定性を評価し、有効期限の延長を行った。また、分析手法の高度化として、高精度、高感度な新規分析手法の開発を行っており、化学形態別分析手法の開発、極微量での高感度分析手法や高精度分析のためのマトリックス除去法を開発を行っており、今後の標準物質開

発に應用していく。一方、国際的な標準化の活動の一環として CCQM 国際比較に参加し、藻類中の有害金属分析 (CCQM-K75) では良好な結果を示すとともに、メカジキ魚肉粉末中のひ素、水銀、セレン、メチル水銀分析 (CCQM-K43.1) 基幹比較とメカジキ中のアルセノベタイン分析 (CCQM-P96) パイロット研究の幹事ラボを務めた。CCQM-K43.1は最終結果の BIPM の KCDB への登録が終了した。CCQM-P96は引き続き CCQM-P96.1としてパイロット研究が進行している。さらには、現場分析者の技能向上支援、トレーサビリティや不確かさの普及を目的とした技能向上支援プログラムを立ち上げ、次期開発候補試料として調製した、茶葉粉末標準物質を用いた全国技能試験と技能講習会を実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】環境分析用組成標準物質

【テーマ題目41】有機化学標準の開発・供給

【研究代表者】加藤 健次

(有機分析科 有機標準第1研究室長)

【研究担当者】下坂 琢哉、松本 信洋、渡邊 卓朗、清水 由隆、青木 伸行、山崎 太一、北牧 祐子、鮑 新努、大手 洋子、中村 哲枝、中田 千里、加藤 薫
(常勤職員8名、他5名)

【研究内容】

新規高純度有機標準物質4種 (四塩化炭素、1、2-ジクロロプロパン、アセトアルデヒド、17b-エストロジオール) と新規標準ガス (CF₄、C₂F₆、SF₆混合標準ガス) の開発および標準物質の第2ロット3種 (アクリロニトリル、メタン、二酸化硫黄) の生産を行った。また、ゼロガス、温暖化ガス標準ガス、2種ステロイド類の開発の準備を行なった。新規標準物質に対しては、ISO ガイド34に基づく品質システム整備等を進め、生産手順、分析手順等に関する文書の作成・登録を行った。国際比較に関しては、1件の比較 (CCQM-P110) に参加するとともに、結果のとりまとめ (CCQM-K66) を幹事所として行った。この他、すでに技術開発を終えている認証標準物質、JCSS 標準ガスおよび標準液の基準物質の安定性試験、期限延長 (物質)、を行った。また、今後開発予定の、ホルムアルデヒド等について、純度分析法の検討、設備の整備を行った。研究開発では、ガス中微量水分分析法、多成分一斉定量法、高感度ガス分析法についての高度化を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】標準ガス、高純度物質、有機標準液

【テーマ題目42】有機標準液の開発・供給に関する研究

【研究代表者】鎗田 孝、沼田 雅彦

(有機分析科 有機標準第2研究室長)

【研究担当者】石川 啓一郎、羽成 修康、大塚 聡子、岩澤 良子、藤木 直美
(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

高純度有機標準物質4種 (シマジン、チウラム、チオベンカルブ、2、4-ジクロロフェノール) と有機標準液1種類 (ペルフルオロオクタン酸カリウム/メタノール溶液) を開発した。その値付けには、ガスクロマトグラフィーや高速液体クロマトグラフィー、カールフィシャー滴定等によって含有不純物を定量することにより主成分純度を算出する差数法、また可能な場合には示差走査熱量計を用いた凝固点降下法や定量 NMR 法を適用した。さらに、関連する品質システムを整備するとともに、来年度以降に開発完了予定のペルフルオロオクタン酸標準物質等の含有不純物定量法の検討、既存の標準物質や JCSS 基準物質の安定性試験を実施した。また、標準物質値付け能力 (CMC) の登録に向けた作業を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】有機標準液、高純度有機標準物質

【テーマ題目43】環境分析用組成型有機標準物質に関する研究

【研究代表者】鎗田 孝/沼田 雅彦

(有機分析科 有機標準第2研究室長)

【研究担当者】伊藤 信靖、大竹 貴光、青柳 嘉枝、松尾 真由美

(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

有機汚染物質分析用スズキ魚肉粉末標準物質を認証した。その際、ホモジナイズ抽出法、アルカリ分解抽出法、ソックスレー抽出法及び加圧液体抽出法と、ガスクロマトグラフ/質量分析計を用いた同位体希釈質量分析法とを組み合わせた高精度な PCB および有機塩素系農薬類の定量法を開発し、値付け分析に適用した。また、ハクサイ中の農薬分析に関する APEC 基準認証プロジェクト比較試験に参加し、他国の計量標準機関と同等のデータを報告した。一方、来年度以降に認証予定の多環芳香族炭化水素類分析用粉塵標準物質などについて、値付けに適用可能な高精度な分析法を検討した。さらに、関連する品質システムを整備するとともに、既存の標準物質の安定性試験を実施した。また、CMC 登録に向けた作業を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】組成型標準物質、環境標準物質、食品標準物質、国際比較

【テーマ題目44】バイオメディカル計測標準の先導開発

【研究代表者】高津 章子

(有機分析科 バイオメディカル標準研究室長)

[研究担当者] 加藤 尚志、加藤 愛、絹見 朋也、
藤井 紳一郎、川口 研、柴山 祥枝、
恵山 栄、吉岡 真理子、後藤 麻里、
奥村 寿子、中尾 麻里乃
(常勤職員7名、他5名)

[研究内容]

臨床検査医学分野において、測定結果の互換性や国際整合性の向上が求められている。そのために必要となる標準物質のうち、計量学的トレーサビリティ上位の標準物質開発を行うことを目標に、生体成分を高精度かつ高感度に測定する分析手法の開発を中心に研究を進めた。4種類のアミノ酸（イソロイシン、バリン、フェニルアラニン、プロリン）および尿酸について、純度決定法となる滴定法、窒素定量法および不純物の測定法を確立し、認証標準物質の開発を行った。ステロイドホルモンの一つであるコルチゾールについては、同位体希釈質量分析法を用いた血清中コルチゾール測定法を用いて血清標準物質の開発を行った。品質文書の整備を行うとともに、これまでに開発した標準物質の安定性評価を継続して行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 標準物質、臨床検査医学、トレーサビリティ

[テーマ題目45] 次世代 DNA 定量法の開発と標準化

[研究代表者] 高津 章子

(有機分析科 バイオメディカル標準研究室長)

[研究担当者] 藤井 紳一郎、柴山 祥枝、絹見 朋也、川原崎 守 (併任)
(常勤職員5名)

[研究内容]

バイオアナリシス分野の計測のトレーサビリティを確保することによる同分野の発展のため、計量学的トレーサビリティ上位の標準物質開発を行うことを目標に、核酸を精確に測定する分析手法開発を中心に研究を進めた。DNA 定量分析法の開発のため、DNA の酵素消化に関する検討を行った。RNA の定量およびメチル化 DNA 測定に関する国際比較に参加した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 標準物質、バイオアナリシス

[テーマ題目46] 薄膜・超格子標準物質の開発

[研究代表者] 藤本 俊幸、小島 勇夫

(先端材料科 材料評価研究室長)

[研究担当者] 寺内 信哉、張 ルウルウ、林田 美咲、東 康史、内田 みどり
(常勤職員6名、他1名)

[研究内容]

薄膜・超格子標準物質の開発および膜厚計測の校正サ

ービスの立ち上げを目指して、X線反射率法による精密評価技術についての基礎的実験を継続して行うと併に、また、これまでに供給している標準物質の維持のために安定性評価を継続的にを行い、期限切れを迎える標準物質については、これまでの安定性評価を基に期限延長の手続きを行った。また、安定性評価によって不確かさを超える膜厚の変動が示唆された極薄シリコン酸化膜標準物質の供給を停止し、その原因を究明しつつある。さらに、鉄-ニッケル合金薄膜の組成計測の国際比較 (CCQM-K67) に参加し、測定値を報告した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 表面分析、薄膜計測

[テーマ題目47] マイクロビームによる材料局所分析と標準物質開発に関する研究

[研究代表者] 藤本 俊幸、小島 勇夫

(先端材料科 材料評価研究室長)

[研究担当者] 寺内 信哉、張 ルウルウ、林田 美咲、伊藤 美香
(常勤職員5名、他1名)

[研究内容]

マイクロ偏析の少ない鉄合金作製技術を基に EPMA 分析用認証標準物質の開発するためマクロおよびミクロの均質性評価、および不確かさの評価を行い、42%Ni-Fe合金および高ニッケル合金の認証標準物質を開発した。微粒子分散薄膜標準の実現に向けて、透過電子顕微鏡 (TEM) 装置の高機能化を行い、3D-TEM 像自動取得システムを高度化した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] マイクロビーム、材料局所分析

[テーマ題目48] 光電子分光およびX線吸収分光による材料評価技術の開発

[研究代表者] 松林 信行

(先端材料科 材料評価研究室 主任研究員)

[研究担当者] 城 昌利、福本 夏生、今村 元泰
(常勤職員4名)

[研究内容]

ナノ計測基盤技術で開発した技術を将来の標準開発に向けてさらに発展させ、光電子分光および X 線吸収分光の基本技術の研究を継続して行った。電子分光スペクトルにおける新しいバックグラウンド解析法の研究を継続して行い、インターネット上で公開し、更新を行った。公開中の標準スペクトルデータベースの維持管理、改良を行った。放射光を用いた励起エネルギー可変 X 線光電子分光による薄膜評価技術の開発を進め、シリコン酸化膜における電子の有効減衰長についてこれまでの結果をまとめた。X 線吸収分光スペクトルによる吸収端ジャンプ係数を用いた定量およびクロムの価数別解析手法の

開発研究を行った。2次元検出器を用いた吸収スペクトル測定システムの開発にも取り組み、試験測定を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 表面分析、放射光、定量分析

〔テーマ題目49〕 材料分析標準の研究、開発、維持

〔研究代表者〕 小林 慶規

(先端材料科 材料分析研究室長)

〔研究担当者〕 富樫 寿、平田 浩一、伊藤 賢志、高塚 登志子

(常勤職員5名)

〔研究内容〕

2次イオン質量分析法 (SIMS) およびラザフォード後方散乱分析におけるひ素元素量校正用の認証標準物質「低エネルギーひ素イオン注入ケイ素 (レベル: $3 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$)」(CRM5603-a) を開発した。認証値の決定には、中性子放射化分析および ICP 質量分析法を用いた。本標準物質は平成22年度に供給が開始される。その他、マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析法、イオンクラスター励起2次イオン質量分析により有機分子の測定を行い、これらの分析法の感度や再現性に関するデータを取得した。さらに、クロム含有高分子系認証標準物質の陽電子寿命測定を行い、クロムの安定性と高分子マトリックスに含まれる空孔に関連があることを示した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 材料分析、イオン注入標準物質、微細空孔標準物質、質量分析

〔テーマ題目50〕 新しい微粒子分級技術の開発

〔研究代表者〕 小林 慶規

(先端材料科 材料分析研究室長)

〔研究担当者〕 川原 順一

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

微粒子連続精密分級システムについて、これまでの理論的検討を踏まえ、実証実験のための装置を試作した。また、実証実験結果を精密評価出来るよう、非対称流型 FFF 装置を導入するとともに、同装置による分析結果の信頼性を高めるための諸条件を検討した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 単分散微粒子、遠心分離、沈降速度法、連続処理、非対称流型 FFF

〔テーマ題目51〕 高分子標準物質の開発供給

〔研究代表者〕 衣笠 晋一

(先端材料科 高分子標準研究室長)

〔研究担当者〕 松山 重倫、高橋 かより、加藤 晴久、山路 俊樹、折原 由佳利、川崎 文子

(常勤職員5名、他2名)

〔研究内容〕

ナノ・高分子関連標準物質の研究開発については、臭素系難燃剤含有ポリスチレン第二ロットとポリエチレングリコールノニルフェニルエーテルの2種を開発した。既供給の添加剤含有標準物質に対しては安定性評価を継続した。粒径分布候補標準物質 (ポリスチレンラテックス $100 \text{ nm} \pm 30 \text{ nm}$) の原料の調達と AFFFFF による評価、さらに高分子分子量標準物質の原料を調達し MALDI-TOFMS による特性解析技術の検討を開始した。高分子特性解析技術においては MALDI-TOFMS の定量性に関する研究と CNLS 検出器の応答に関する研究とを、添加剤標準物質については RoHS 規制物質のテスト試料作製と分析を、粒径計測については IRMM の主催する共同測定への参加を行った。また、サイズ排除クロマトグラフィー/多角度光散乱検出器法の ISO・DIS 化などの標準化活動を実施した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高分子標準、微粒子標準、高分子添加剤、MALDI-TOFMS、FFF

〔テーマ題目52〕 計量情報システムの研究・計量器ソフトウェアの評価基盤の整備

〔研究代表者〕 松岡 聡

(計量標準システム科)

〔研究担当者〕 水口 大知、渡邊 宏

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本年度から JIS B 7611-2 2009年度版に基づく非自動はかりソフトウェアの依頼試験が開始されたことから、今後予想される計量器ソフトウェア試験の申請数の急激な増加にあらかじめ対処するため、所内法定計量技術科関係者に対して5回に渡ってセミナーを開きソフトウェア試験の背景となる知識と試験の具体的な方法について教育・訓練を行った。また、数社のはかり製造事業者と打ち合わせを行い、その際の議論を踏まえて、昨年度作成した「非自動はかり及びそのモジュールに関連する装置のソフトウェアについての提出書類の様式」を修正して、質問を明瞭にし、事業者がより記入しやすくなるように改善した。また、OIML D31 “General requirements for software controlled measuring instruments”の訳語の検討、内容の協議を行い、その成果として翻訳を完成させた。

さらに、JICA 研修の一環として、法定計量の先端の一つを紹介することを目的として、フィリピンやインドネシアからの研修生に対してソフトウェア試験の講義を行い、また、韓国 MPI (Korea machinery-meter and petrochemical testing & research institute) からの研修生にもソフトウェア試験についての講義を2日にわたって行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 計量器ソフトウェア評価基盤、ソフトウ

エア認証、機能安全

[テーマ題目53] 計量情報システムの研究・遠隔校正システムの品質保証基盤の整備

[研究代表者] 渡邊 宏

(計量標準システム科)

[研究担当者] 松岡 聡、水口 大知

(常勤職員3名)

[研究内容]

遠隔校正技術の普及には、試験所・校正機関の認定制度を利用した遠隔校正システムの信頼性確保が不可欠である。ところが、インターネットを利用した校正・測定データの伝送、校正作業のソフトウェア制御、支援要員の介入、セキュリティなど、遠隔校正は従来の持ち込み校正ではなかった新たな課題をとまなうため、校正機関の認定についての国際的なコンセンサスはまだできていない。国内でも、「遠隔校正を行う場合の特定要求事項 (ASNITE 試験所認定の一般要求事項 附属書4)」に基づく認定の際、ソフトウェアに係る要求事項の明確な評価基準はなく、開発者が考慮すべき事項および取るべき対策をまとめた指針もない。そこで本研究は附属書4のソフトウェアに係る要求事項を明確にし、適合性評価の基準を与えることを目指す。具体的には、既に開発された圧力遠隔校正システムの事例調査を行い、適合性評価の基準を研究開発して、模擬認証を実施し開発した技術の評価するとともに、他の量への展開および認証機関への提案を図り、基盤整備に寄与する。

平成21年度は20年度に行った事例調査にもとづき、圧力遠隔校正システムのソフトウェアの適合性評価基準の開発に取り組み、附属書4のソフトウェアに係る4つの要求事項について、評価側が評価に用いるソフトウェアのチェックリスト、評価を依頼する開発者が証拠として提出する提出様式を作成した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 計量器ソフトウェア評価基盤、ソフトウェア認証、機能安全、遠隔校正

[テーマ題目54] 化学標準のトレーサビリティ普及・標準物質を迅速に供給するシステムの研究

[研究代表者] 前田 恒昭

(計量標準システム科)

[研究担当者] 井原 俊英、齋藤 剛、飯島 由美子、三浦 亨、鈴木彰子、高橋 賢

(常勤職員3名、他4名)

[研究内容]

環境・食品等の分野における法改正に伴う規制対象物質の増加に迅速に対応べく、産総研が特性値の付与を国際単位系にトレーサブルな方法で行い、標準物質の調製、均質性評価、安定性評価などを標準物質生産者が行う分業による標準物質の生産・供給システムを構築中で

ある。特性値の付与に関しては、最高精度ではなく実用的に十分な不確かさ(これまでの10倍程度)を目標とすることで、1/5~1/10のコストと時間で分析が可能な定量 NMR (核磁気共鳴)による校正技術を導入し、その実証実験を行っている。平成18年度からは残留農薬試験用標準物質に適用し、これまでに50物質の値付けに成功、産総研トレーサブルな標準物質を市場に供給した。その結果、信頼性の証である不確かさが明記され計量トレーサビリティが表明できる新たな農薬標準物質を開発することができた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 標準物質、トレーサビリティ

[テーマ題目55] 定量 NMR の標準化に関する研究

[研究代表者] 前田 恒昭

(計量標準システム科)

[研究担当者] 井原 俊英、齋藤 剛、三浦 亨

(常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

定量 NMR 技術による計量トレーサビリティ体系の高度化に関する研究として、化学物質毎の国家標準を整備することなく末端の標準物質までのトレーサビリティを確保することを目指して、核磁気共鳴 (NMR) 装置を用い、水素原子核等の比較による校正技術を開発、当該技術を産業界等に普及するためのインフラ整備を行い、定量 NMR の標準化を目指すものである。

平成21年度は、核磁気共鳴 (NMR) 法を用いることにより、1つの国家標準物質から多種類の標準物質の値付けを可能とする校正技術を確立すべく、¹H NMR における当該技術のインフラ整備を継続し、高純度物質の SOP を発行した。また、本技術の一次標準比率法としての国際的地位を確保すべく、CCQM OAWG (物質質量諮問委員会有機分析ワーキンググループ会議)において、定量 NMR 技術における当所の活動を報告した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 標準物質、トレーサビリティ

[テーマ題目56] 特定計量器の基準適合性評価に関する業務

[研究代表者] 上田 升三

(計量標準技術科 型式承認技術室長)

[研究担当者] 木村 守男、池上 裕雄、分領 信一、三倉 伸介 (常勤職員5名)

[研究内容]

型式承認業務は、当科が担当するアネロイド型血圧計 (電気式、機械式)、体温計 (抵抗、ガラス製)、環境計量器に当たる振動レベル計、濃度計 (大気) 及び濃度計 (pH) 等の特定計量器について、90型式について国内法に規定する技術基準への適合性を評価し、型式の承認をするとともに、承認型式軽微変更届出117件の審査業

務を実施した。これらは、計量標準総合センターの認証システム（ISO/IEC ガイド65）に則って、当科が実施する特定計量器の型式の承認に関わる認証マニュアルに従って業務を実施しているものである。また、つくばで承認行為を実施する特定計量器の事前相談・審査73件を処理した。

その他、OIML（国際法定計量機関）の活動による、国際文書、勧告文書の発行に関する国内の各テーマにおける作業委員会に、室に係るテーマ等について委員会メンバーとなり、その役割も担っている。

また、特定計量器に対する電磁環境試験に関する JIS 開発調査研究事業を主導し、その試験方法の標準化作業のための調査を実施した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 特定計量器の基準適合性評価

【テーマ題目57】 法定計量業務及び計量標準供給業務

【研究代表者】 堀田 正美

（計量標準技術科 校正試験技術室長
（併任））

【研究担当者】 田中 彰二、田中 洋、上田 雅司、
西川 賢二、戸田 邦彦、浜川 剛、
（常勤職員7名）

【研究内容】

当科が担当する基準器検査（特級基準分銅、基準はかり、長さ計、ガラス製温度計、圧力計、浮ひょう、ガラス製体積計）1772件及び計量器の型式承認試験（抵抗体温計、ガラス製体温計、機械式血圧計、電子血圧計）86件、比較検査（酒精度浮ひょう）22件、検定（バックマン温度計）6件及び依頼試験（ガラス製温度計、ガラス製体積計、浮ひょう）4件を実施した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 法定計量、計量標準供給

【テーマ題目58】 長さゲージへの標準供給に関する研究

【研究代表者】 堀田 正美

（計量標準技術科 校正試験技術室長
（併任））

【研究担当者】 浜川 剛
（常勤職員2名）

【研究内容】

リングゲージ及びプラグゲージ校正について産業界が要求する0.1 μm 以下の不確かさ実現のために不確かさ向上作業を進めた。三次元測定機の標準球への標準供給を開始した。依頼試験実績は8件（リングゲージ・プラグゲージ7件、標準球1件）であった。また、APMP 内での国際基幹比較の持ちまわり測定に協力した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 長さゲージ

②【地圏資源環境研究部門】

（Institute for Geo-Resources and Environment）

（存続期間：2001.4.1～）

研究部門長：矢野 雄策

副研究部門長：棚橋 学、駒井 武

主幹研究員：楠瀬 勤一郎、當舎利行

所在地：つくば中央第7、つくば西

人員：81名（79名）

経費：1,098,578千円（562,891千円）

概要：

現代社会の営みは、多くの天然資源の消費の上で成り立っている。しかし、20世紀後半からの我々人類の生産及び消費活動の活発化は著しく、21世紀の近い将来においては天然資源の枯渇が現実的な問題になりつつある。また、化石燃料資源の大量消費による地球温暖化を始めとして、資源と環境の分野は密接に関連しており、それらの関係を見据えた対応が差し迫った課題となっている。このような状況を背景に、地圏資源環境研究部門は、持続発展可能な社会の構築に向けて、環境への負荷を最小化しつつ資源の開発や地圏の利用を行うための研究及び技術開発を行うことをミッションとする。

ミッション達成のための具体的な研究及び技術開発として、以下の課題に取り組む。

地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土有効利用の実現のため、1) 地圏流体挙動の解明による水資源等の環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発、2) 土壤汚染リスク評価手法の開発、3) 地層処分環境評価技術の開発を進める。4) CO₂の削減とエネルギー自給率の向上を可能とするメタンハイドレート等天然ガス資源の調査と資源量評価、5) CO₂地中貯留に関する地下モニタリング技術及び安全評価技術の開発を行う。6) 1)～5)に係わる地球科学情報に関する知的基盤情報の整備・提供を進める。さらに深部地質環境研究コアの分担テーマとして、7) 地層処分安全規制に資する研究を行う。

これらの研究の推進にあたっては、独立行政法人の位置づけを十分に意識し、基礎研究、戦略基礎研究、応用研究、企業化研究とつながる研究発展の流れの中で、戦略基礎研究（第2種基礎研究）を中心に据え、我が国の経済産業が順調に推移するための資源及び環境分野における研究貢献を果たしていく。また、社会ニーズを把握しながら、重点研究課題とともに、資源の安定供給や地圏環境の保全に必要な萌芽的・基盤的研究にバランスよく取り組む。

【重点研究課題】

I. 地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱

物資源探査技術の開発

II. 土壌汚染リスク評価手法の開発

III. 地層処分環境評価手法の開発

IV. 低環境負荷天然ガス資源の調査・評価技術

V. 二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発

VI. 物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究

VII. 地層処分安全規制支援の研究

外部資金

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 「深部（1000m級）高品質ボーリングシステムの開発」

環境省 地球環境保全等試験研究費 「外部振動源による家屋内環境振動の人体感覚評価・予測に関する研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費 「健康リスク解析のための騒音曝露の長期観測データ収集システムの開発と住民参加型データベース構築手法の研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費 「電子機器用ガラス廃棄時における有害元素の長期浸出評価」

環境省 地球環境保全等試験研究費 「公共用水域・地下水中窒素を低減するための畜産排水からの窒素除去技術の開発」

環境省 循環型社会形成推進科学研究費 「製鋼スラグと腐植物質による生態系修復技術の受容性と環境リスクの総合評価」

経済産業省 地下水賦存量調査「平成21年度地下水賦存量調査」

文部科学省 原子力試験研究費「断層内水理モデルの確立に関する実験的研究」

文部科学省 原子力試験研究費「放射性廃棄物地層処分における長期空洞安定性評価技術の研究」

経済産業省 地層処分技術調査等委託費 「地層処分共通技術調査：沿岸域塩淡境界・断層評価技術高度化開発」

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き）） 「地質調査における可視化情報取得を画期的に向上するためのポアホールカメラの実証研究」

文部科学省 科学研究費補助金若手 B 「陸上・海底堆積物における細胞外 DNA の分布とその重要性の解明」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究(A) 「重希土類元素およびインジウムの濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究 (C) 「急激な気候変動に対する海底扇状地の発達と二酸化炭素固定能力の応答の評価」

財団法人地球環境産業技術研究機構 METI 補助金平成21年度二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業（二酸化炭素貯留隔離技術研究開発） 「長期挙動予測シミュレーションモデルの高精度化等の研究」

独立行政法人原子力安全基盤機構 平成21～22年度原子力安全基盤調査研究(その1)「震源断層評価に係る地質構造調査の高度化に関する研究」

日本鉱業協会 受託研究費「坑内精密電気探査技術の研究」

財団法人日本鉱業振興会 日本鉱業協会試験研究助成「花崗岩成因研究に基づく希土類資源評価と希土類元素濃集機構の解明」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 メタンハイドレート開発促進事業「日本周辺海域における砂層充填型メタンハイドレート濃集帯以外のメタンハイドレート賦存層に関する予備検討」

（以下2件は深部地質環境研究コアが受託および請負し、当部門と地質情報研究部門で分担実施した。）

経済産業省 原子力安全・保安院 平成20年度核燃料サイクル施設安全対策技術調査「放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備」
独立行政法人原子力安全基盤機構「平成21-22年度地下水流動解析モデルの総合的検証手法の検討」

発 表：誌上発表192件、口頭発表350件、その他96件

地下水研究グループ

(Groundwater Research Group)

研究グループ長：丸井 敦尚

(つくば中央第7)

概 要：

地球の水循環系を構成する地下水について、その流域規模での量・質・流れ・変動・温度分布等を明らかに

にする調査研究を実施するとともに、地下水の開発・利用・管理・環境改善に関わる評価手法の開発やモデリングの高度化を行う。また、地下水を主題とする知的基盤情報を水文環境図等により公開するほか、水文・地下温度場データベースを更新する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目6

地圏環境評価研究グループ

(Geo-Analysis Research Group)

研究グループ長：今泉 博之

(つくば西)

概要：

地下環境下の多孔質媒体内における物理、化学、生物現象の把握とその評価・制御に関する基礎研究をベースにして、土壌・地下水汚染等の環境問題を解決するための基盤技術の開発を行い、また音環境の予測・影響評価手法ならびに地圏の計測技術に関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目6

地圏環境リスク研究グループ

(Geo-Environmental Risk Research Group)

研究グループ長：駒井 武

(つくば西)

概要：

土壌・地下水・堆積物・帯水層・貯留層・鉱床などの地質媒体内の物理、化学、生物現象の把握とその制御に関する基礎研究をベースにして、土壌汚染、二酸化炭素地中貯留、核廃棄物地層処分、鉱山廃水、スモールスケールマイニング、生態系や地域社会への影響等の多様な環境リスク問題を解決するための基盤技術やリスク評価手法の開発、研究成果の製品化と普及を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6

CO₂地中貯留研究グループ

(CO₂ Geological Storage Research Group)

研究グループ長：中尾 信典

(つくば中央第7)

概要：

環境に調和した地下の有効利用を促進するために必要な技術開発を行う。特に、地球温暖化対策としての二酸化炭素地中貯留に関わる技術の開発を行うとともに、高レベル放射性廃棄物地層処分や環境に負荷を与えない地下利用・資源開発のための技術、環境を保全し安全を評価する技術などについて研究を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目6

地圏環境システム研究グループ

(Geo-Environmental System Research Group)

研究グループ長：高倉 伸一

(つくば西)

概要：

岩石・岩盤力学、物理探査、地圏流体シミュレーションなど主として物理学的実験およびフィールドワークの手法を用いて、地層処分安全研究、CO₂地中貯留研究、地熱等資源研究、地下利用技術研究に取り組み、地圏環境との調和を考えた地下の有効利用および資源開発に必要な技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目6

物理探査研究グループ

(Exploration Geophysics Research Group)

研究グループ長：内田 利弘

(つくば中央第7)

概要：

地圏の利用や環境保全、資源開発等のための基盤技術として、各種物理探査手法の高度化と統合的解析手法の研究を行うとともに、地層処分等における岩盤評価、地下水環境・地質汚染等における浅部地質環境評価・監視、地熱・炭化水素資源探査などの分野へ物理探査法を適用し、対象に即した効果的な探査法の研究を行う。

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

地圏微生物研究グループ

(Geomicrobiology Research Group)

研究グループ長：坂田 将

(つくば中央第7)

概要：

地圏における微生物の分布と多様性、機能、活性を評価することにより、元素の生物地球化学的循環に関する基盤的情報を提供するとともに、天然ガス等の資源開発、地圏の環境保全や利用に資する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6

地圏化学研究グループ

(Resource Geochemistry Research Group)

研究グループ長：佐脇 貴幸

(つくば中央第7)

概要：

地圏における化学物質の分布と挙動、特にメタン等有用物質の生成・集積プロセスに関する地球化学的解析を通じて、地球システムにおける物質循環に関する基盤的情報を提供するとともに、資源の成因解明、開発、環境保全に資する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目6

燃料資源地質研究グループ

(Fuel Resource Geology Research Group)

研究グループ長：鈴木 祐一郎

(つくば中央第7)

概要：

メタンハイドレート等天然ガス資源を初めとする燃料地下資源の探査技術高度化を目指し、燃料資源探査法、燃料鉱床形成機構及び燃料資源ポテンシャル評価法の研究を行うとともに、我が国土及び周辺海域の3次元的地質調査情報に基づく燃料資源ポテンシャル把握の精度向上のための基盤的研究を進める。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6

地熱資源研究グループ

(Geothermal Resources Research Group)

研究グループ長：村岡 洋文

(つくば中央第7)

概要：

中小地熱資源開発等、国内外の地熱資源の開発を目指して、地熱資源の分布、成因、探査、評価、モデル化、データベース化、利用技術、開発技術等に関わる総合的な研究業務を行う。また、これらの研究をベースに、地下空間利用や地圏環境問題等に関わる応用的な研究業務を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6

鉱物資源研究グループ

(Mineral Resources Research Group)

研究グループ長：高木 哲一

(つくば中央第7)

概要：

国民生活、日本の産業にとって不可欠な各種の鉱物資源、特に産業界からの要請の強い銅及びレアアース等の希少金属資源の探査手法の開発を行う。また鉱物資源に関する基礎的情報を提供するとともに、鉱物資源のポテンシャル評価を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6

地質特性研究グループ

(Integrated Geology Research Group)

研究グループ長：関 陽児

(つくば中央第7)

概要：

高レベル放射性廃棄物地層処分安全規制に資するため、地質環境のベースラインと呼ばれる自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

研究テーマ：テーマ題目7

地下環境機能研究グループ

(Experimental Geoscience Research Group)

研究グループ長：伊藤 一誠

(つくば中央第7)

概要：

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全規制を支援する研究として、性能評価やセーフティケースに求められる地質学的知見を整備し、技術情報として提供し、社会の安全に役立てる。また、地質環境に備わる機能をさまざまな素材として利用する技術についても研究し、社会や産業の発展に役立てる。

研究テーマ：テーマ題目7

[テーマ題目1] 地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発

[研究代表者] 棚橋 学

[研究担当者] 丸井 敦尚、村岡 洋文、高木 哲一
ほか(常勤職員14名、他5名)

[研究内容]

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の流体循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。石狩平野において水文環境調査を中心に沿岸域特有の地質・水理地質調査を実施し、海岸堆積平野の地質・水理地質構造を把握するため、先ずボーリングデータを収集し、帯水層モデリングを行い、水質・同位体調査を中心とした各帯水層内の地下水の流れ解析を実施した。東京都市圏を対象に地下水・地下熱環境評価手法の確立を目的として地下水・地下温度分布とその変化の解明に取り組み、現在でも揚水の影響が認められる埼玉県平野部を対象として、観測井において地下水データを取得すると共に、埼玉県内4地点ならびに産総研臨海副都心センターにおいて地下水位・地下水温のモニタリングを実施した結果、都市化の影響に起因していると考えられる継続的な温度上昇が都市地下浅部に認められ、その分布には地下水流動の影響が反映されていることを明らかにした。地中熱冷房利用の実証試験をタイ国において実施した。採熱効率向上のため水平式と鉛直式の2種類の方式を組み合わせただけでなく、水を循環させるパイプ径を変化させて流量を上げ、地表設備での熱交換率を上げる実験等を実施し、結果を地質調査研究報告特集号としてまとめた。また、都内のオフィスビルに導入された地中熱利用システムの熱交換井内において、温度モニタリングを開始した。CCOP 活動を中心に国際貢献として各国の地下水・地中熱に関する共同研究を開始した。地熱資源については、19年度出版の「日本の熱水系アトラス」の熱水系データベースと重力基盤深度図

をもとに求められた地熱開発ポテンシャル分布が、環境省の「平成21年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」に取り入れられ再生可能エネルギー導入の指針作成に貢献した。北海道の石狩低地帯南部の「深層熱水」型地熱資源を中心に、地熱系の実態把握・モデル化の再解析を進め、この間構築した電子地理・地球科学情報の簡易統合的な表示・解析手法を用いて、より広域的に北海道、特に石狩低地帯とその周辺域について最近公開された多様な電子情報の処理を進めて総合的な検討・取りまとめを行なった。鉱物資源については、重希土類元素の濃集機構と資源ポテンシャル評価を行うために、南アフリカ共和国地質調査所および独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構と共同して、南アフリカ共和国の螢石鉱床の現地調査および採取試料の詳細な分析を実施した。特に昨年度の現地調査で確認した重希土類元素に富む螢石選鉱残渣については、重点的に調査・試料分析を実施し、希土類鉱物は主に細粒なゼノタイムとして含まれることが明らかになった。さらに3年間に渡る希土類資源ポテンシャル評価の最終報告会を南ア地質調査所で実施した。また、カナダ・トアレイク鉱床、米国マウンテンパス鉱床、モンゴル・ムシュガイハダック鉱床、ミャンマーの花崗岩風化殻鉱床を予察的に調査し、それらの希土類元素濃度や希土類鉱物の産状を把握した。

【分野名】地質

【キーワード】地下水資源環境、地熱資源、鉱物資源

【テーマ題目2】土壤汚染リスク評価手法の開発

【研究代表者】駒井 武

【研究担当者】駒井 武、内田 利弘、坂田 将ほか
(常勤職員12名、他8名)

【研究内容】

わが国の地圏環境における環境リスクを評価するための解析手法として、地圏環境リスク評価システム GERAS の開発を行うとともに、日本国内の特定地域における土壤・地質環境の詳細調査により土壤特性等の解析を実施した。今年度は、鉱物油や揮発性有機化合物、重金属等に起因する複合的な土壤・地下水汚染を対象として、多相・多成分系流動に関する数値モデルを構築し、複合成分に起因した健康リスクの時空間分布の定量化を可能とし、「地圏環境リスク評価システム」の詳細型モデル (GERAS-3) を完成させた。年度末の時点で既に300を超える自治体や事業所等で利用されている。スクリーニングモデル (GERAS-1) およびサイトモデル (GERAS-2) に関して、バージョンアップおよび英語バージョンの配布を行った。地下微生物を活用した資源・環境対応技術の開発として、油田微生物が原油を分解して天然ガスを生成する活動の実態とその支配要因を明らかにすることにより、枯渇油田の天然ガス再生技術開発の可能性を評価するとともに、バイオレメディエーションに有用な炭化水素分解微生物を探索した。地圏環

境評価の研究として、土壤多孔体中の土壤水分への気体吸収を伴う気体移動特性の測定及び解析方法について、測定系に含まれる遅れ要素を除去するために新たな解析手法を導入した。地質環境に関する研究として、天然鉱物を触媒として用いた残留性有機塩素系化合物浄化手法の開発および自然減衰能評価の研究を実施した。本年度は、土壤環境中、特に腐植物質が浄化機構に及ぼす影響について、実験および化学工学的的手法による検討を行い、実土壤での天然鉱物の触媒効果を明らかにした。スモールスケールマイニングについて、産業、環境および社会的リスクの観点から、世界の動向をレビューした。環境リスク研究では、大型環境試料用の非真空 PIXE 分析法の開発を進め、特にスモールスケールマイニングが塩害を引き起こしたタイの具体的事例について、BIOTEC および岩手医科大学と予備的研究を行った。石油系炭化水素や重金属類に関して、土壤汚染リスク評価に必要な物性パラメータ、移動パラメータ等を取得し、汚染物質の移動性を予測する数値解析手法を開発した。山形県における有機塩素化合物汚染の地下水データについて年変動や季節変動などから自然減衰の挙動や減衰パターンを解析し、有機塩素化合物以外の地下水の水質特性や各種成分およびサイトに棲息する微生物について分解特性を検討した。地質媒体における物質移行と遅延特性の測定・評価技術の高精度化に関する研究を行い、試験・評価精度に関する体系的とりまとめを行った。

【分野名】環境・エネルギー、地質

【キーワード】土壤汚染、地下水汚染、リスク評価

【テーマ題目3】地層処分環境評価手法の開発

【研究代表者】楠瀬 勤一郎

【研究担当者】丸井 敦尚、當舎 利行、内田 利弘
ほか (常勤職員13名、他10名)

【研究内容】

本研究では、特に沿岸域における調査評価技術を対象として、ボーリング調査や物理探査並びに地下水等のデータベースや解析評価技術といった要素技術の高度化開発及びこれら技術の適切な組合せによる体系的適用試験を行い、塩淡境界及び断層評価を中心とした沿岸域の地質環境の総合評価手法を構築することを目的としている。沿岸域において、「原子力政策大綱という地上からの調査」を想定したボーリングによって地質・地下水環境を調査・観測しながら、段階的かつ繰り返しによる地下水流動解析を行い、沿岸域における塩淡境界の形状把握を行い、地下水の長期的な流動・滞留状況を評価する手法を開発し、ボーリング調査と物理探査との組合せ、関連データベースの活用等を含めた沿岸域における塩淡境界や断層等の把握及びその長期的な変遷の評価に係る総合的な調査評価手法として構築することを目的としている。本年度は、地下水調査においては550mまでのボーリング調査を実施し、地質試料や地下水試料を得て分析を実

施した。さらに、周辺の水理地質調査、深部地下水環境を勘案したモデリングと海水準が変動した場合の地下水流動解析を実施した。この結果、沿岸域の地形や地質は海岸線にほぼ平行な単調な構造であるが、地下水の流動は旧河道に影響され、塩淡境界は海側に押し出されていて複雑な形態を呈すること等が判明した。沿岸域塩淡境界・断層評価技術高度化開発においては、浅海用海底電磁探査法の機器開発と幌延浅海域でのデータ取得試験、陸域での反射法地震探査ならびに電磁探査法補足調査を実施した。また、物理探査結果（地震波速度、比抵抗など）から地層の水理特性、工学的特性を解釈する手法の検討を行った。浅海用海底電磁探査法については、開発中の測定装置を一部改良して強度や気密性を向上させ、幌延町沿岸海域において自然電磁場ならびに人工電磁場による電磁応答の測定実験を実施した。陸域での電磁探査（MT法）については、3次元解析が適用できるように、20測点で新規測定を実施し、陸域MT測点と海域での実験測定結果を合わせて海陸接合の2次元解析を実施し、また、陸域データについては3次元解析を行い、当該地域の地下数kmまでの比抵抗構造を求めた。海域の測定データを加えたことにより、海岸に近い陸域の比抵抗構造の解析精度が向上し、海域についても、海底下の浅部に比抵抗のやや高いゾーンがあることが推定された。陸域での反射法地震探査については、深部（深さ約2kmまで）を対象とするP波反射法探査と極浅部（深さ約100mまで）を対象とするS波浅層反射法探査を実施した。当該地域における既存の反射法地震探査結果と比較して高分解能な記録断面を得ることができた。既存反射法断面では良くイメージングされていなかった、200m以浅の地下構造についても詳細に求めることができた。物理探査結果の解釈手法の研究では、幌延町における既存坑井の検層データを用い、地震波速度と比抵抗の値を用いて間隙率や粘土含有率等を推定し、間隙水の比抵抗、塩分濃度等を推定する手法の検討を行った。

【分野名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】地圏流体、資源、環境

【テーマ題目4】低環境負荷天然ガス資源の調査・評価技術

【研究代表者】棚橋 学

【研究担当者】駒井 武、坂田 将、佐脇 貴幸、鈴木 祐一郎ほか

（常勤職員16名、他5名）

【研究内容】

メタンハイドレート資源の有効利用を目指し、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行うため、東部南海トラフ、上越沖等ハイドレート賦存域の地質地化学的研究、ハイドレートの地質学的性質の研究を進めている。ガスハイドレートの地化学的成因評価研究として、溶存成分がガスハイドレート相平衡条

件に及ぼす影響を実験的に測定した結果、メタノール、エタノールはガスハイドレート生成阻害効果があるのに対し、プロパノールにはメタンに対し生成促進効果もあることがわかり、生成阻害・促進効果はガス種や水溶液濃度に依存することが判明した。海底深部地下環境を模擬する高温高压条件下でメタン生成菌を培養し、生成するメタンと培地の炭素源、水素源の同位体比の関係を、海洋ガスハイドレートの同位体データと比較することにより、海洋ガスハイドレートのメタンの生成経路を実験的に解明する研究を開始し、水素資化性メタン生成菌を単独で蟻酸を基質として培養し同位体分別を測定することに成功した。東部南海トラフの海底表層から採取された柱状堆積物の脂質成分と間隙水中の溶存成分を測定し、間隙水中のメタンの炭素同位体比は深度変化が顕著であり、嫌氣的メタン酸化（AOM）の痕跡が脂質成分に明瞭に認められ、メタンの炭素同位体比の深度変化が大きい理由はメタンの消費率が深度によって異なるためと解釈できた。陸域の沖積層の粘土層には嫌氣的メタン酸化を行っている古細菌（ANME）グループが存在しており、安定同位体を用いた活性測定や脂質同位体組成分析を行った結果、AOMの潜在活性が検出され、沖積層においてAOMが行われていること、ANMEはメタン酸化だけでなくメタン生成も行っている可能性が示唆された。南海トラフのメタンバイトレート分布域で震探データ解析と地形の復元を行い、メタンハイドレート分布域における地層水の組成境界を示唆する反射面を確認した。震探記録の海底擬似反射面（BSR）深度から熱流量を推定し、東海沖南海トラフ沈み込み帯の温度構造モデルを構築し、また圧力減少に伴うメタンハイドレートの分解過程の数値モデリングをおこなった。IODP掘削で発見された熊野海盆下部のメタン集積についてベースンモデリングにより熱分解起源の可能性が非常に低いことを示した。上越沖海域海底表層に発達するメタンハイドレートの集積機構、資源量推定に必要な調査手法の検討を行った。南関東ガス田分布域における温泉関係のガス爆発事故が続いたことを踏まえ、今後の燃料資源の安定供給、安全な温泉掘削の指針策定等のため、南関東ガス田における正確な天然ガスの賦存状況の把握、地下の地質情報の再整備等が必要と考えられ、南関東ガス田における水溶性天然ガス資源の賦存状況の解明、地質学的情報の更新等を実施している。本年度は文献調査・関係機関への聞き取り調査を行った。南関東ガス田分布域以外の、当初想定していたよりも広範な地域にも天然ガスが賦存し、またそれらがさまざまな層準に存在していることがより明確となった。

【分野名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】天然ガス、資源

【テーマ題目5】二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発

〔研究代表者〕 當舎 利行

〔研究担当者〕 當舎 利行、中尾 信典、楠瀬 勤一郎、
内田 利弘ほか
(常勤職員30名、他5名)

〔研究内容〕

大気中の CO₂削減のため、大規模発生源に近い沿岸域において CO₂を地下1,000 m 程度の深部に圧入する地中貯留技術が期待されている。そのため、地下に圧入された CO₂の挙動を解明して、深部の帯水層の CO₂貯留、貯留技術の開発、及び CO₂の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO₂を帯水層に圧入した際の環境影響評価のための岩石試験による長期安定性の研究から安全性を監視するためのモニタリング技術や長期挙動予測を行うためのシミュレーション技術など、萌芽的研究を含み多岐にわたった研究を行っている。沿岸域データベースの拡張では、CO₂地中貯留の地域選定と漏洩リスク等に係る沿岸域地質構造解析による安全性評価に資するため、様々な機関に分散して存在する各種沿岸域データのメタデータを構築し、データ位置をグラフィカルに表現する事で検索を容易とする沿岸域メタデータ・システムを構築するためシステム内容を GIS 上で修正・更新した。モニタリングのための地球物理学的観測として、日本では未実施の大規模 CO₂地中貯留実験である2007年11月から開始した米国ユタ州 Aneth テスト・サイトにおいて自然電位モニタリングを継続し、CO₂ 圧入に起因すると考えられる圧入井近傍の緩やかな電位増加のほか、いくつかの地下水変化を反映したと考えられるイベントを検知した。CO₂貯留域の比抵抗探査における坑井利用の基礎的な実験を、釜石鉱山で行った。地表（坑壁）及び孔内に電極を配置し、孔内に空気を圧入した際に生じる比抵抗変化を地表（坑壁）からの繰り返し電気探査及び孔内電極間の比抵抗変化として測定した。将来の CO₂地中貯留プロジェクトの国内実施を想定しシール層として期待される泥岩等の帯水層周りの岩石試料を用いて、長期間の力学的変形挙動に及ぼす CO₂圧入の影響を実験的に調べた。毛細管圧平衡過程の不均質なガス分布の時間変化に関する実験研究として、室内岩石実験と数値シミュレーションを行い、ガスの再分布による顕著な速度減少と振幅減衰が観測された。鉱物固定に関するナチュラル・アナログ研究では、地化学シミュレーション結果の対照事例と考えられる天然ドーソン石の研究に着手し、亀裂充填性の産状をなし、外部より地層中への CO₂流体の侵入により沈殿した可能性が高いことが判明した。リスク評価に関する基礎的研究では、平成21年度は、CO₂地中貯留の安全性評価ならびにリスク評価のためのフレームワークを検討し CO₂地中貯留リスク評価システムの概念設計を行った。同時に、産総研型 CO₂地中貯留リスク評価システムのプロトタイプ構築を進めた。CO₂海底地層貯留の海洋環境への漏洩に関わる基礎的研究で

は、CO₂を高濃度に含む塩水地下水が堆積物中をじわじわと漏出してくる場合の岩石等による高 CO₂含有塩水の中和作用を定量的に評価することを目的として、室内実験を実施した。石灰岩、ドロマイト、サンゴなどは大きな中和作用を示すことが分かった。

〔分野名〕 地質、環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、地中貯留、環境

〔テーマ題目6〕 物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究

〔研究代表者〕 當舎 利行

〔研究担当者〕 丸井 敦尚、駒井 武、内田 利弘、
坂田 将、佐脇 貴幸、鈴木 祐一郎
村岡 洋文、高木 哲一ほか
(常勤職員20名、他5名)

〔研究内容〕

地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えると同時に、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境や物質の集積メカニズムの解明を行っている。さらに土壌汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベース構築、地圏資源環境に関する地球科学図を作成する。平成21年度は、以下の研究を行った。

土壌汚染環境評価に必要な基本情報を知的基盤として整備するため、国内の代表的な数地域における土壌・地質環境の詳細調査を実施した。本年度は、昨年度調査した鳥取県西部に位置する日野川上流のクロム鉱床の下流域に分布する土壌および土壌間隙水中クロムの動態について解析をすすめるとともに、かつて鉱山廃水による公害事例の報告のある富山県地域を対象に調査を行った。

2007年から進めてきたプレートスラブ斜め沈み込みの簡易モデル化—シミュレーション手法とその日本列島への適用研究について、従来簡略化や看過していた問題に再検討を加えることによりさらに進展を図った。九州・近畿地域の火山・地熱活動の異常分布について、フィリピン海プレートスラブのセグメント化・急傾斜化を原因として検討し論文を投稿した。

東海沖から熊野灘にかけての東部南海トラフにおける既存の反射法地震探査記録を解析し、海底擬似反射面の深度から熱流量を推定し温度構造モデリングを行い海底地質構造、熱流量、掘削結果等の既存情報と統合し燃料資源地質図「東部南海トラフ」としてまとめ、出版した。筑豊炭田図の編集を進め、基本図を完成し、引き続き断面図、炭層柱状図や説明書などを作成中である。

20万分の1地質図「伊勢」「八代及び野母崎の一部」「与論島および那覇」「新潟」の鉱物資源情報をとりまとめ、原稿を提出した。また、中央アジア地域の鉱物資源データのコンパイルを進め、300万分の1中央アジア鉱

物資資源図、500万分の1アジア地質図の編集作業を進めた。50万分の1国内鉱物資源図を元に、データコンパイル作業を進めた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地質調査、知的基盤、地球科学図

〔テーマ題目7〕地層処分安全規制支援の研究

〔研究代表者〕伊藤 一誠

(地下環境機能研究グループ)

〔研究担当者〕伊藤 一誠、関 陽児、金井 豊、
上岡 晃、富島 康夫、鈴木 正哉、
鈴木 庸平、杉原 光彦、西 祐司、
高倉 伸一ほか

(常勤職員15名、他5名)

〔研究内容〕

地質環境の隔離性能に関する研究として、我が国の高レベル放射性廃棄物地層処分場を対象とした産総研独自の隔離性能評価コードの開発を米国 SwRI と共同して行っている。本コードは廃棄物容器からの放射性核種の漏出に始まり、天然バリア内の核種移行、評価対象となる生物圏における最終的な核種別の漏出量にいたるまでの処分システム全体を評価するためのコードである。要素計算モジュールの組み合わせにより構成されており、それらが作る中間データファイルにより処分場システムを要素別に評価する機能を持つ。現時点では処分場候補地が決まっていないため、本コードは汎用性の高い設計となっており、さまざまな地質条件に対応し、候補地の予備的な処分場としての適正評価にも対応できるよう開発を進めている。地質環境のベースライン特性に関する研究として、栃木県那須烏山市内の KR-1井掘削サイトとその周辺をモデルフィールドとして、堆積岩地域の地下水環境の変動把握に有効な物理探査手法の評価を行っている。当サイトでは、平成18年度から気象観測や土壌水分・温度の連続観測、GPS 測位と自然電位の連続観測、重力と比抵抗の繰り返し測定が実施され、地下水環境と物理探査データとの比較検討が行われている。自然電位については、降雨や地温、土壌水分の変動との関連を捉えるため、連続観測を継続した。重力の繰り返し調査では、4月下旬から7月中旬まで絶対重力計測を連続的に行うとともに、周辺に設定した測線で繰り返し相対重力測定を行った。そして、これまでの3年間の測定結果をまとめた。今後、降雨に伴う短期的な変化、季節変化、経年変化を抽出し、その原因などについて考察する予定である。比抵抗の繰り返し測定は約1ヶ月ごとに実施し、その変化を土壌水分・温度のデータと比較した。比抵抗の季節変化は地温の変化と関連し、局所的変化は降雨による土壌水分の変化と関係することが確認された。表層近くの比抵抗は過去2年間の変化と比較すると、ゆるやかに上昇する傾向が認められる。この変化は浅部の土壌水分が低下する傾向と調和的であることから、比抵抗の

長期的変化は地下の水分変化を反映していると判断できる。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地球化学サイクル、イオニウム法、標準試料、イモゴライト、吸着、多深度採水、微生物分析、物理探査、モニタリング、繰り返し測定、水理環境

③【知能システム研究部門】

(Intelligent Systems Research Institute)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：比留川 博久

副研究部門長：横井 一仁、大場 光太郎

所在地：つくば中央第2、東、北

人員：58名 (56名)

経費：753,882千円 (340,431千円)

概要：

1. ユニットの理念・目的

人間の行う様々な知的な運動や物理的操作を支援あるいは代行する、知能情報処理やロボティクス・メカトロニクスシステムに関わる技術を知能システム技術と位置づけ、その基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行い、かつその成果をさまざまな形で社会に普及させる努力を通じ、わが国産業社会の発展に貢献する。

2. ユニットの研究の方向性

研究の主力はいわゆるロボットであるが、形態的な意味でのロボットに拘ることなく、システムが知能化されることで新しい効果を生み出し、産業的な価値を生み出す技術に関わるものも重要な課題として取り組む。これは、そもそもロボットというものがきわめて融合的なシステムであってその実現に関わる体系は、機械技術、エレクトロニクス、情報通信技術、人工知能技術をはじめ、場合によっては材料技術なども含み、その研究成果がさまざまなレベルで応用可能性を持っているからである。その際、研究課題が発散することのないように、きちんとした出口・応用をイメージし、使える技術を意識した設定で展開することが重要であることは言うまでもない。また、市場創生の観点からは、将来の応用・市場を想定した先行用途の知恵出し、プロトタイプシステムの提示も重要な役割で、そのような成果もまた目標に含めるものとする。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト/ロボッ

ト知能ソフトウェアプラットフォームの開発/ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発」

「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト/作業知能（社会・生活分野）の開発/施設内生活支援ロボット知能の研究開発」

「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト/ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発」

「生活支援ロボット実用化プロジェクト/生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発」

「基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト」

「エネルギーITS 推進事業/協調走行（自動運転）に向けた研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業

「パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得ならびにパラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業

「切断識別モジュールの開発」

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業） 全46テーマ

「センサネットワークノードを活用した広域実環境計測システム」

独立行政法人日本学術振興会 二国間交流事業

「持続的社会的のための感性価値を創造する情報通信・ロボティクス技術」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業

「実環境のオンライン情報構造化を用いたロボットの運動計画および実行に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究

「人とかかわる共生型ロボットのためのロボットの適応的要素行動」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B

「ヒューマンエラーと向き合う次世代ロボットのためのリアルタイムの人間信頼性評価機能」

「組立作業教示のための作業特徴量の抽出と制御方策切り替え条件のモデル化」

「被介護者・介護者の会話の観察に基づき適切な作業支

援を行う介護支援ロボットの開発」

「RT ミドルウェア技術をベースとしたロボットシステム統合のためのプログラム言語」

「視覚 ID タグと物体操作知識を活用したロボット作業環境の知能化」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(B)

「多重時空間スケジュールで適応する多自由度ロボットのノンストップ運動計画」

「キャスティング作業システムを用いた器用な遠隔物体操作に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(C)

「UML モデリングによる人と共存するロボットの安全設計と評価方法の研究」

「足関節他動運動訓練機器が末梢組織の循環状態に与える影響に関する研究」

「グラフオートマトンにおける自己組織原理の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費

「インパクトを含む3次元非周期・多点接触動作の実時間生成」

「動的環境における視覚情報に適応的なパーティクル・フィルタを用いた SLAM 手法」

「人間型ロボット動作の最適化に関する研究」

「人間型ロボットのための人のような滑らかな動作計画法」

「ヒューマノイドロボットのための視覚探索と物体操作に基づく能動全身動作生成」

文部科学省 科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究

「想定状況データと現実状況データの融合による状況依存な嗜好モデリング」

厚生労働省 厚生労働省平成21年度障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト

「障害者が自立して住みやすい住環境モデルの構築」

「安全に配慮された電動いす」

発 表：誌上発表159件、口頭発表255件、その他35件

統合知能研究グループ

(RT-Synthesis Research Group)

研究グループ長：神徳 徹雄

(つくば中央第2)

概 要：

ロボットシステムに必要な知識を統合し、構成（シンセシス）するための基盤アーキテクチャを設計・実現するとともに、その手法の体系化を目指している。そのため、RT ミドルウェアを技術コアとしてロボッ

ト技術(RT)を蓄積してニーズに応じた柔軟なシステム構築を目指すと共に、作業知識を蓄積して共有するための基盤技術として集合知ロボティクスの研究開発に取り組んでいる。また、これらの基盤技術をベースに空間知能、遠隔操作、ヒューマンシステムインタフェース、作業支援等の技術を活用した生活支援・産業支援等のプロトタイプシステムの開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

タスクビジョン研究グループ

(Vision and Manipulation Research Group)

研究グループ長：河井 良浩

(つくば中央第2)

概要：

知能システムに要求される、3次元視覚情報処理、力覚・触覚情報処理、把持・作業計画といった作業知能に関する要素技術の高度化を中心に、これらをベースとした作業の体系化を図り、様々なニーズに応えるロボット技術の確立を目指した研究開発を行っている。具体的には、人間の活動を支援または代行するシステムとして、環境や対象物の認識技術(VVV)や、センシング・制御戦略を実装した作業・動作プリミティブに基づく知的マニピュレーション技術等の研究開発とともに、新たな取り組みとして視覚技術と作業技術の密な融合による高精度な作業知能技術の確立を目指している。

研究テーマ：テーマ題目2

タスク・インテリジェンス研究グループ

(Task Intelligence Research Group)

研究グループ長：神徳 徹雄

(つくば中央第2)

概要：

知能システムに要求される知的機能を「人間を含む実世界との物理的なインタラクションを行うための技術」という視点で捉え、実世界や人間とのインタラクションを行い我々が必要とする目的を達成するための知能、とりわけ作業実行のための知能の研究を進めている。また、その人間代替作業ロボットへの応用を目指し、知的センシングや知的制御、柔軟物ハンドリング問題等に取り組み、従来自動化が困難であった産業アプリケーション分野やオフィス・家庭などの分野へのロボットの応用を追求している。

また、新しいロボットシステム構築のためのソフトウェア(RTミドルウェア)の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

ヒューマノイド研究グループ

(Humanoid Research Group)

研究グループ長：横井 一仁

(つくば中央第2)

概要：

ヒューマノイドロボットの实用化を目標とし、ヒューマノイドロボティクスに関する基盤研究・工学的研究を行っている。人間と共存して働くヒューマノイドロボットを実現するため、新たなヒューマノイドロボットを開発し、人間の通常的生活空間内を自由に移動する機能および基本的な作業機能の実現、それらの容易な教示・指示方法を確立すべく活動している。

さらに、これまで研究開発してきた技術を発展させることにより、誰でも気軽に使えるヒューマノイドロボットを実現し、エンターテインメント、研究開発支援等への応用を進めている。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6

インタラクションモデリング研究グループ

(Interaction Modeling Research Group)

研究グループ長：浅野 太

(つくば中央第2)

概要：

音響・画像等のセンサから得た情報を文脈依存的に理解し、ユーザの心的状態、意図、要求タスク、環境の状況などの推定を行い、状況に応じた支援をするための基盤技術を開発している。また、これらの基盤技術を実装し、実環境での評価を行っている。

具体的な研究課題には次のようなものがある。

- (a) ロボットのための仮想音環境技術に関する研究、
- (b) ユーザの意図を推定し、マルチメディア会議支援を行うシステムの開発
- (c) インタラクション理解に基づく対話システムの開発と生活支援タスクへの応用
- (d) ロボット用ソフトウェアプラットフォームの開発

研究テーマ：テーマ題目5

ディペンダブルシステム研究グループ

(Dependable Systems Research Group)

研究グループ長：大場 光太郎

(つくば中央第2)

概要：

次世代ロボット普及のため、システムを高信頼かつ安全(ディペンダブル)に構成するための技術についての長期的な体系化を図っている。応用システムとしては、福祉システム、車椅子、対人アーム、ディペンダブル・モビリティなどを想定し、高信頼、機能安全、リスクアセスメント、ヒューマンファクターズ、Physical Human-Robot Interaction (pHRI)、人間中心設計、安全認証試験・国際規格などの技術課題についての研究、開発、普及などを行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4

サービスロボティクス研究グループ
(Service Robotics Research Group)

研究グループ長：松本 吉央

(つくば中央第2)

概 要：

日常生活（家庭やオフィスなど、人と共存する実環境）において移動支援、作業支援など生活支援を行うロボットの研究開発を通して、超高齢化社会に向けた次世代ロボットの実用化を目指している。高信頼の実用レベルのシステム構築を行うだけでなく、企業との連携や実証実験を通して、実用化による社会への成果還元を目指している。この目標へ向けて以下のような技術課題を設定し研究開発を行っている。

- (a) 屋内移動技術（高信頼なナビゲーション技術）
- (b) 対人アーム技術（安全なハードウェアと使いやすいインタフェース）
- (c) システム統合技術（移動支援・作業支援ロボットのシステム構築と実証実験）

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4

フィールドロボティクス研究グループ
(Field Robotics Research Group)

研究グループ長：松本 治

(つくば中央第2)

概 要：

人の移動を支援したり、人の代わりに自律的に移動し作業したりする、いわゆる移動支援・移動作業型システムは、少子高齢化社会において、移動手手段の確保や重労働・危険作業者の減少対策として、特に屋外環境への適用が期待され、実用にあたっては環境変動に対応する高い頑健性や安全性などが要求されている。フィールドロボティクス研究グループでは、安心・安全な屋外実環境移動支援・移動作業型システムの実現を目指して、搭乗型・不整地走行型移動支援システム（自律走行車いす等のパーソナルモビリティ、自律走行ホイールローダ、移動検査ロボット、ITS、飛行ロボット、自己組織化ロボット、フレキシブル・パーソナル・ロボットなど）を対象に、環境認識技術、ナビゲーション技術、ヒューマンインターフェース技術、空間移動制御技術、分散協調制御技術、移動体通信技術、動的ネットワーク構成技術など、屋外環境で使えるシステム技術や要素技術に関する研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目3

AIST-CNRS ロボット工学連携研究体
(CNRS-AIST JRL (Joint Robotics Laboratory) 、
UMI3218/CRT)

連携研究体長：吉田 英一

(つくば中央第2)

概 要：

フランス国立科学研究センター（CNRS）と産業技術総合研究所により設立された国際共同研究組織で、つくば事業所の知能システム研究部門内に設置されている。ロボットの自律性の高めるための研究を、主にヒューマンノイドロボットをプラットフォームに使用して両国からの研究者の密な協力によって進めている。主な研究テーマは、作業や動作の計画と制御、知覚を通じた人間や周囲の環境とのインタラクション、認知ロボティクスなどである。フランス CNRS の他の研究機関、またヨーロッパを中心とした他の研究機関とも EU プロジェクトなどへの参加により国際共同研究を行っている。

本連携研究体は、CNRS では Unite Mixte Internationale (UMI、国際混成研究所)として、産総研では連携研究体 (CRT) という正式な組織として位置づけられてる。

研究テーマ：テーマ題目4

【テーマ題目1】ディペンダブルなロボットシステム技術に関する研究

【研究代表者】 大場 光太郎
(ディペンダブルシステム研究グループ)

【研究担当者】 大場 光太郎、本間 敬子、
中坊 嘉宏、尾暮 拓也、水口 大知、
松本吉央、角 保志、脇田 優仁、
尹 祐根、金 奉根
(常勤職員10名)

【研究内容】

【研究目的】 ロボット事業化に耐える、高信頼なロボットシステム構築のためのシステム化技術を体系化するため、機能安全認証を目指し複数のロボットプラットフォーム構築しながら SysML による設計技術とシステム実装技術の研究開発を行う。

1. SysML によるシステム設計技術【マネージメント技術、機能安全技術】
2. ディペンダブルなシステム実装技術【高信頼通信技術、センサ技術、環境構造化技術、自律移動制御・環境マッピング技術】

【研究手段】

1. SysML によるシステム設計技術
安全要求仕様への記載案の検討について、認証基準が公開されている英国の機能安全規格認証スキーム CASS で規定されている安全要求仕様を検討し、SysML で表現される設計情報と要求仕様の表現の対応について検討を行った。この結果、SysML のブロック定義図の一種であるコンテキスト図、およびユースケース図、ブロック定義図、内部ブロック図は、

ライフサイクルフェーズ1の「設計の前提条件確認」の表現のために利用でき、EAST-ADL2の仕様を援用したブロック定義図は、ライフサイクルフェーズ3の「潜在危険およびリスク分析結果」の表現のために利用を確認した。

2. ディペンダブルなシステム実装技術

高信頼通信技術としては、サービスロボットの市場化を可能にするために、国際安全規格適合確認済みのプラットフォームを提供することにより、安全に関する非競争領域の開発を肩代わりして、ロボットメーカーなどの開発者の開発にかかる負担を軽減させる目的でD3プラットフォームを開発した。D3プラットフォームは、決定論的動作により、高信頼な、分散制御システムを構築するための基盤技術で、分散型のロボット制御系においてセンサやサーボモータのようなデバイスの入出力信号をホストコントローラと接続する、通信、制御、安全機能をFPGAなどのチップ上を実現した分散制御プラットフォームである。

共通モバイルプラットフォームの開発として、電動セニアカーと電動車いすをベースとした2種類の共通移動プラットフォームを開発した。ハードウェア技術、環境マッピング技術、環境構造化技術等について、異なる移動ロボットで共通に利用できる機能とリスクの分析SysMを用いて行い、再利用可能なモバイル機能モジュール群を開発した。

【年度進捗】

今年度の重点課題ディペンダブルにおいて、ロボットシステムの記述方法としてSysMLを採用し、複数の既存のロボットシステムの記述を試み、それによる高信頼設計手法の検討と、国際規格への認証の可能性について検討を行った。

次年度からは特に高信頼ソフト構築手法の研究開発を行う予定である。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ロボット、ディペンダブル、SysML

【テーマ題目2】 集合知ロボティクス

【研究代表者】 河井 良浩

(タスクビジョン研究グループ)、

神徳 徹雄 (統合知能研究グループ)

【研究担当者】 河井 良浩、神徳 徹雄、安藤 慶昭、

小島 一浩、永田 和之、

山野辺 夏樹、谷川 民生、

北垣 高成、音田 弘、

中村 晃、吉見 隆、長久保 晶彦、

丸山 健一

(常勤職員13名、他5名)

【研究内容】

居住空間における生活支援を行うサービスシステム・

ロボットの実現に向けて、膨大な作業・環境情報から、対象物の認識やマニピュレーションのために必要な情報を抽出・再構築して集合知を獲得し、システム・ロボットの設計、運用に活かすための研究開発を行う。

生活支援を行うRTシステム、及び、サービスロボットの実現を目的として、以下の3項目を研究開発課題として設定する。

- ・居住空間におけるネットワークの高信頼性を実現するためのRTミドルウェアによるネットワーク環境の安定性向上を目指し、機能改善と標準化活動の実施。

- ・検索システムでの膨大なデータベースのように、ロボットサービスにおける環境情報、ロボットが作業する際の作業情報を自動的に収集する技術の確立。

- ・膨大な環境情報・作業情報から、対象物の認識、作業スキル情報として抽出した集合知を構築し、居住空間のロボットサービスを例に実作業実験で評価。

進捗状況：

RTミドルウェアの信頼性向上として、システム統合の鍵となるモジュール化と高信頼な通信を実現するために、利用者からの技術フィードバックをもとにRTミドルウェア機能改善を行い、RTミドルウェアの新しいバージョンとしてOpenRTM-aist-1.0をリリースした。

集合知のフレームワークを検討するために、すでに活発な研究開発が進められているWeb技術における集合知に関して調査し、集合知フレームワークのための中核技術要素を抽出した。

集合知のコンセプトを明確化するために、居住空間における代表的なロボットサービスである、指示された物体を把持して取ってくるという作業を対象とし、集合知を獲得するために必要な、ユーザ指示、作業・環境に関するデータを保存・抽出・再構築するためのプロトタイプシステムの構築を行い、実作業を通して環境情報、ユーザの意図情報などを含む集合知を得られるようになった。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 集合知、RTミドルウェア、ユーザ指示、OpenRTM、物体把持

【テーマ題目3】 安全な屋外移動支援システムに関する研究

【研究代表者】 松本 治

(フィールドロボティクス研究グループ)

【研究担当者】 松本 治、皿田 滋、小谷内 範穂、

堀内 英一、加藤 晋、橋本 尚久

(常勤職員6名、他6名)

【研究内容】

人の移動を支援したり、人の代わりに自律的に移動し作業する、いわゆる移動支援システムは、少子高齢社会において、移動手段的確保や重労働・危険作業者の減少

対策として、特に屋外環境への適用が期待され、実用にあたっては環境変動に対応する高い頑健性や安全性が要求されている。本研究では産総研がこれまで蓄積してきた移動支援システム関連技術をベースとし、搭乗型・不整地走行型移動支援システムを対象に、実用に耐えうる頑健かつ安全なシステム構築と要素技術の高度化等を行うことを目的としている。

簡易型電動車いすの自律走行技術に関しては、レーザレンジセンサにより作成された環境マップにより、屋内外を自律的に目的地まで移動するシステムを構築した。木や植え込み、建物の壁などが混在する不定型環境の地図を用いることで、屋外環境での1km以上の自律走行を実現し、構成したシステムの頑強性や信頼性を確認することができた。さらには、産総研第2事業所と本部情報棟間の屋外走行、本部情報棟1階および周辺の屋内外シームレス走行など、見学対応等においても本ロボットは自律走行デモを行い、高い信頼性を示すことができた。

簡易型電動車いすの危険回避技術に関しては、ミラー付きレーザレンジセンサにより検出した下り段差までの距離と車いすの走行速度から段差への衝突時間を算出し、走行速度の減速・回避、停止等を自動的に行う、転落回避システムを構築し、簡易型電動車いすに実装した。歩道・車道間の約15cmの下り段差を対象に実験を行い、転落回避動作が行えることを確認した。

前輪操舵型屋外自律移動ロボットに関しては、GPSの精度低下時にロボットの絶対位置の推定を、ビジョンシステムやレーザレンジセンサといった外界センサから得た相対的な走路情報を用いて算出することで、累積誤差が少なく、ロバスト性の高い走路地図の作成と、走行時においても環境変動に対応した高い精度での自律移動を実現した。具体的には、建物や木立の近辺を通るつくば東事業所外周路(約1.6km)の完全自律走行を実現した。さらに、開発した要素技術と機能等を搭載した自律移動ロボットの応用例として、駐車場の巡回管理を想定した移動ロボットを構築した。

自律移動・作業ホイールローダについては、ステレオビジョンとGPSを実装した「山祇4号」を用いて、土砂堆積のすくい取り、運搬、トラックへの積載をすべて自律的に実現した。トラックの荷台中心から前後左右に70cmずらした4地点への4回の積込みを1サイクルとし、この積み込み作業をトラックの位置を変えて連続的に行うことに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】自律移動制御、電動車いす、危険回避、ホイールローダ

【テーマ題目4】ロボット技術(RT)に関する国際研究開発・国際標準化の推進

【研究代表者】横井 一仁(副研究部門長)

【研究担当者】比留川 博久、横井 一仁、

吉田 英一、神徳 徹雄、松本 吉央、
原 功、金広 文男、中坊 嘉宏
(常勤職員8名、他3名)

【研究内容】

知能システム研究部門では、ロボット用ミドルウェア(OpenRTM)の国際標準化活動、AIST-CNRS ロボット工学連携研究体(JRL)の設立、ロボットソフトウェアプラットフォーム(OpenRTP)の国際的な普及、経済省からの要請によるIARPへの日本代表として参加等、RTの国際的な展開を進めてきた。本重点課題では、これらの国際連携を、さらに促進させることを目的とした。

ロボットソフトウェアプラットフォーム(OpenRT Platform)の国際的な普及を目指し、IEEE ICRA 2009においてWorkshop on Open Source Software in Roboticsを主催した。このWorkshopではロボットシステム開発において共通のミドルウェアや開発環境でシステム開発することの重要性について議論した。その結果ミュンヘン工科大学や、韓国 ETRI 等と連携し、OpenRT Platformの国際的な普及を目指すことに合意し、ミュンヘン工科大を中心にOpenRTMのミラーサイトの運用を開始した。また、韓国のETRIと協力協定を締結した。調印式には、来賓として韓国知識経済省振興経済部 Director General Kyung Huh氏、韓国ロボット工業会会長 Yong Hoon Lee氏が参加し、韓国国内の関心の高さを感じた。

経産省要請によりIARP日本代表としてJCF(10月末、北京)に参加した。今年、米国、英国、韓国、ドイツ、日本、EU、ベルギー、ロシア、中国、フランス、ポーランド、スペインが参加した。IARPにおいても、サービスロボットの国際安全規格の制定が重要だと各国の共通認識であった。各国の報告の中では、中国がロボット関連国家プロジェクトに3.4億元(45億円)以上の投資を行い、EUもFP7の初めの3年間(2007~2009年)でロボット関連プロジェクトに200億ユーロ(244億円)以上の投資を行っていること、韓国が仁川ロボットランドに2007年から2013年で500億円以上の投資を行うことが目立ったところであった。

中国北京市で開催された日中韓ロボット研究者交流ワークショップ(CKJ2009)の開催に協力した。日中韓ロボット研究者交流ワークショップは、2007年から日中韓の3カ国の持ち回りで毎年開催しており、今年の幹事国は中国であり、中国科技部 高新司が主催者となって、150名を超える中国のロボット研究者が集結していた。それに伴い、韓国サイドも知識経済省(MKE)のWeon氏が参加していたのに対し、日本は中国大使館公使に挨拶をいただいた。例年のように、国家プロジェクトの紹介と企業活動の紹介とをそれぞれの3カ国が行い、今年のテーマとして教育をテーマに3カ国が活動紹介を行った。今回は、3カ国の企業展示も併設されてお

り、韓国同様に中国企業のロボット産業への強い意欲が感じられる展示であった。

ロボット技術の標準化活動を推進するために、米国フロリダ州オーランドで開催された ISO/TC/184/SC2会議に、OMG Robotics-DTF のリエゾンとして参加した。今回の WG7 (Personal Care Safety) 会議では、CD (Committee Draft) 採択後の13482文書のコメント処理作業がテーマであったためか、韓国、英国、日本、ドイツ、米国の積極的な参加により活気のある会議となっていた。また、日本からのトヨタ、本田技研、ドイツの KUKA、SICK など、これまでになく企業からの参加者が多く、積極的な発言がされていた。

AIST-CNRS ロボット工学連携研究体 (CNRS-AIST JRL, UMI3218/CRT) における CNRS との協力を中心に、ロボットの自律性・適応性・双方向性を向上させることにより、実世界において人間と協調しつつ高度な作業を行えるロボットの実現に向けた研究活動を行った。主な活動として、JRL director の Kheddar 氏がリーダーを務める EU FP6プロジェクト「Robot@CWE」に産総研も参加した。同プロジェクトでは、ヨーロッパの複数の研究機関や企業と国際共同研究を行い、グループ作業環境 (Collaborative Working Environment) に物理的作用を伴うロボットを統合するための要素技術を開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット技術、国際研究協力、国際標準化

【テーマ題目5】マルチセンサを用いたインタラクション・モデリングの研究

【研究代表者】浅野 太

(インタラクションモデリング研究グループ)

【研究担当者】浅野 太、麻生 英樹、原 功、松坂 要佐

(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

ユーザの意図・心的状態の推定やコンテキスト推移の把握など、インタラクションの構造理解をも含む、より高度なコミュニケーション支援技術へのニーズが高い。この中核となる技術として、人-人、及び、人-機械-環境間のインタラクションのモデリング技術の研究開発が求められている。例えば、生活支援ロボットを考えた場合、ユーザはロボットの専門知識を持たない一般のユーザである。そのようなユーザの指示を理解する手段として、対話によるユーザの意図の推定は必要不可欠である。今年度は、対話を通じたインタラクションの研究の基礎となるロボット用対話エンジンを開発し、その評価を行った。

本研究で開発した対話エンジンは、以下の特徴を持

つ：

- インタラクションのモデル化を支援する開発環境を備える

- 文脈的な知識を用いた発話の頑健な認識を実現する

- OpenRTM に準拠したミドルウェアである

開発環境は、開発された対話スクリプトを Web 上でリアルタイムに視覚化する機能を持ち、アプリケーション開発 (生活支援タスク) に必要なインタラクションパターンを検証しながら開発を進めていくことができる。オートマトンの融合可能性判定アルゴリズムを新たに開発することで、過去に開発された対話スクリプトの再利用を促進するとともに、不足するインタラクションパターンの補充を自動的に行うことで、対話スクリプトの網羅性を向上させるとともに開発の負荷を低減させることが可能になる。対話エンジンは、音声認識器と密な接続を持ち、文脈的な知識を積極的に使いながらユーザ発話の認識を頑健に行うことができる。また、OpenRTM に準拠したミドルウェアであり、他のロボットにも容易に組み込み可能である。

開発した対話エンジンおよびインタラクションのモデル化機能を持った開発環境の有用性を評価するために、2つの実験を行った。実験1では、開発環境を評価した。HRP-2を用いた生活支援タスク、「たいぞう」を用いた介護予防運動タスク、アーム付き台車ロボットを用いたオフィス案内タスクのそれぞれの実現に必要なとされるインタラクション機能の開発を本環境を用いて行った。開発環境のもつ視覚化機能や再利用支援機能の効果を定性的に評価するとともに、従来の開発環境と比較してどれだけ開発効率が向上するか、アプリケーション開発に必要なコード量の減少の観点から定量的な評価を行った。この結果、視覚化機能がモデル化に有効に働く事を確認するとともに、定量的な評価として30%のコード量を削減できることが確認できた。

実験2では、対話エンジン自身の性能を評価した。この実験では、アプリケーションの一つとして「たいぞう」を用いた。たいぞうは高齢者の生活における QOL 向上を目的として介護予防運動の支援を行うために開発されたロボットである。本ロボットを用いて以下の条件と手順で実験を行った。

1. 60～70歳の健康な高齢者を対象とする。
2. 実験対象者はロボットを操作する役 (体操指導士役) とその操作に従って指導を受ける役に分かれる。
3. 役を入れ替えることで各実験対象者が体操指導士役を行う。
4. 上記実験をキーボードによる操作と音声対話を用いた操作の2条件で行う。

上記実験には、体操指導士としてロボットを操作した場合において、17種類の体操の中から意図した体操を呼び出すことができた比率 (タスク達成率) と、指導を受ける役の場合において、指導が効果的であったか、

ロボットを補助に用いた指導は効果的であると思ったかの主観評定（タスク満足度、ロボット受容度）の計3つの尺度を用いた。この結果、タスク達成率は81.3%を達成した。興味深い点としてキーボード条件におけるタスク達成率が90.2%と予想より低い値であることが挙げられる（通常は100%が予想される）。これは、キー操作に不慣れである高齢者が操作したこと、身体を用いる活動中にキー操作をする必要があったことなどが原因として考えられる。この操作環境は、生活支援ロボットの操作ではよく当てはまる状況であり、音声によるインタラクションの有用性を補強する結果となった。タスク満足度に関しては両条件とも高く、本システムが実現した81.3%のタスク達成率がユーザにとって十分に満足できる値であることが示された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】インタラクション、音声対話、生活支援

【テーマ題目6】ヒューマノイドプラットフォームの運用容易化の研究

【研究代表者】横井 一仁

(ヒューマノイド研究グループ)

【研究担当者】横井 一仁、梶田 秀司、金子 健二、有隅 仁、金広 文男、森澤 光晴、原田 研介、中岡 慎一郎、三浦 郁奈子

(常勤職員9名、他2名)

【研究内容】

第2期において、ヒューマノイドロボット HRP-3、サイバネティックヒューマン HRP-4C 等によりヒューマノイドの高性能化を実現し、中期計画のミッションはほぼ達成できた。本研究では、第2期中に生じた新たな安定化制御に関する知見等を活用することにより、平面歩行を掲げた中期計画より高い目標である段差と斜面を含む未知不整地の歩行、ドア通過を伴う移動を実現することを目的とした。

レーザーレンジファインダやステレオビジョン等でロボット前方1~2mの路面形状を計測した場合、現状技術では最低でも数cmの誤差が発生する。そこで、この程度の路面凹凸に実時間で適応し安定した歩行を継続するため、新しい状態空間ベースの線形倒立振子の安定化制御技術を開発した。新しい安定化制御技術の基本原則を以下に示す。ロボットの最下位の制御則としてまず、胴体の姿勢制御および足部の力制御を施す。ここで、足部の力制御は目標 ZMP が実現されるように目標値が設定されるものとする。この制御を施すことによって、ロボット全体はあたかも単純な倒立振子であるかのように振る。これを「線形倒立振子モード」と呼び、これに対して線形制御則を加えることで、ロボットを目標どおり歩行させることが可能となる。この方法では足部が力制御されるために、路面凹凸や傾きが未知な場合や、路面

が変形する場合でも安定歩行が実現可能であるという特長をもつ。その上で、ロボット全体を制御する制御則を現代制御理論に基づいて設計した。提案する安定化制御技術の有効性を検証するために、ヒューマノイドロボット HRP-4C を用いて屋外の歩道上の歩行未知不整地（最大傾斜5%、一步の最大高低差0.8cm）の歩行を実現した。

スイングドアに設置されたドアクローザ部をクローザの関節周りのバネ・ダンパ系でモデル化した四節リンク機構で表現し、ドア運動に関する理論値と実験値との比較を通して復元力を伴うドアの動特性を同定し、ドアモデルを構築した。このドアモデルにより導出される復元力を考慮して、安定にドアを操作できるロボットの位置・姿勢領域を、環境との接触に関する幾何学的制約条件ならびにロボットの安定性に関する力学的制約条件を満足するように求めた。なお、ドアからの反力に負けて転倒することを回避するために、反力によって ZMP がずれた量だけロボットの重心を適切な加減速を行って移動させ、ずれを補正することを行う。求めた領域に内接する円の中心点を繋げて得られる経路を用いてヒューマノイドロボットの歩行軌道計画を行い、ヒューマノイドロボット HRP-2を用いて、ロボットの自重の80%以上の重さを持ち、かつ最大復元力が33Nmであるドア通過動作実験に成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマノイド、安定化制御、不整地歩行、ドア通過

④【エレクトロニクス研究部門】

(Nanoelectronics Research Institute)

(存続期間：2001.4.1~)

研究部門長：金丸 正剛
副研究部門長：安藤 功兒
主幹研究員：坂本 邦博、青柳 昌宏

所在地：つくば中央第2

人員：73名(71名)

経費：2,285,580千円(615,054千円)

概要：

1. ミッション

我が国の産業競争力強化や新産業の創出に向けて革新的な電子技術を創出し、知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービス創出に資することを旨とし、主に以下の研究開発を実施している。

- ・低消費電力性と高速性・高機能性を併せ持つデバイス・集積回路技術の研究開発
- ・情報機器とユーザ間或いは情報機器とネットワーク間のインターフェースデバイスの小型化・低消費

費電力化・多機能化技術の研究開発

- ・新機能材料及び新物理現象を用いた革新的デバイス技術および超伝導現象を利用した電子計測技術の研究開発

2. 研究の方向性

当研究部門においては、新規電子現象の解明、電子材料開発、プロセス・デバイス開発、集積化技術の開発、評価・計測技術の高度化など広範なエレクトロニクス分野で様々な研究フェーズの活動を行っている。いわゆる「第1種基礎研究」、「第2種基礎研究」、「製品化研究」の3種類の研究フェーズでは研究手法や成果が質的に異なるため、当部門では以下に述べる方針でそれぞれの研究を遂行している。

第1種基礎研究は、電子現象に関する革新的シーズの創出につながる新発見、新発明、新物質創成などに関する研究を行うものであり、研究成果として学術的に非常に質の高い研究論文発表が中心となる知の創造を目指している。第2種基礎研究は、産業ニーズに答えるための研究である。当部門に關係の深いエレクトロニクス産業は成熟した産業ではあるものの、現在でも極めて技術進展の早い分野であるということを常に意識し、同一分野の内外の研究機関、競合技術、代替技術と比較したベンチマークによる自己評価とともに、積極的に外部に向けて質の高い成果を発信し、産業界からのフィードバックを得ながら研究開発の方向性を見極めている。製品化研究は、技術移転のための共同研究や産総研ベンチャーにおける製品につながる研究に加え、イノベーションハブとしての役割を担う連携研究体やコンソーシアムでの研究活動も製品化研究として捉えており、デバイス計測コンソーシアムおよびファブシステム研究会を運営している。

3. 研究課題

当部門は15研究グループで構成され、個々の研究課題は下記の5つの研究開発領域に技術的に分類して研究を実施している。

(1) シリコンナノエレクトロニクス

従来の微細化技術のみでは実現困難な低消費電力性と高速性・高機能性を併せ持つシリコン集積回路の実現を目指し、ダブルゲート構造等を利用したシリコンデバイスのプロセス・デバイス技術、回路・設計技術、デバイス評価技術を開発する。

(2) 不揮発エレクトロニクス

電子スピンや誘電分極を不揮発メモリ機能として利用した新しい情報処理デバイスを開発し、不揮発エレクトロニクスという新分野を開拓する。

(3) システムインテグレーション技術の開発

情報機器とユーザとのインターフェースデバイスあるいは情報機器とネットワークとのインターフェースデバイスの小型化、低消費電力化及び多

機能化を両立させるために低消費電力ディスプレイ技術や3次元実装・評価技術を開発する。

- (4) 新機能材料及新物理現象に基づく革新的電子デバイス技術の開発

量子効果や超伝導効果を示す新しい電子材料の開発、コンピュータの演算速度及び消費電力を飛躍的に改善できる革新的な情報処理ハードウェア応用のための要素技術を開発する。

- (5) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

絶対的な高精度性を必要とする先端計測及び標準化に関する技術の実現に資するために、超伝導現象の特性を活用した電子計測デバイス及びそれを用いた標準システムの確立と普及を行う。

内部資金

ハイテクものづくりプロジェクト/プラスチック基材上への可視光透過・熱線反射コーティングの実証

ハイテクものづくりプロジェクト/ジーンズをはいてIC製造を可能にする密閉化搬送システムの開発

外部資金

受託/経済産業省/平成21年度産業技術開発委託費(中小企業等製品性能評価事業)/レーザープリンター方式の印刷による銅配線形成と極低酸素分圧を用いた導電性付与

NEDO/助成金/酸化物交流電界発光原理の探求と素子開発

受託/独立行政法人科学技術振興機構/CREST/強磁性絶縁体超薄膜を用いた新規スピントロニクスデバイスの創製

受託/独立行政法人科学技術振興機構/CREST/強磁性金属/半導体界面制御によるスピントランジスタの創製

受託/独立行政法人科学技術振興機構/CREST/鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子の解明と物質設計への適用

受託/独立行政法人科学技術振興機構/CREST/Flex Power FPGA チップのアーキテクチャ設計、回路設計、試作チップ設計、周辺ソフトウェアの開発

受託/独立行政法人科学技術振興機構/CREST/超高压NMR/NQR 実験技術の開発

受託/独立行政法人科学技術振興機構/戦略的国際科学

技術協力推進事業／多重秩序材料の情報通信技術への応用探索

受託／独立行政法人情報通信研究機構／ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発

受託／国立大学法人大阪大学／平成20年度研究拠点形成費等補助金委託事業／大阪大学博士課程学生および若手教員の教育研究支援

受託／経済産業省／産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）／MEMS 技術を応用した微細ピッチ高周波プローブを用いた誘電特性計測装置

受託／経済産業省／産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）／積層 LSI チップ検査装置

受託／経済産業省／産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）／ソケット不要の半導体 LSI デバイスバーンイン試験装置の研究開発

受託／経済産業省／産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）／高精度電圧増幅装置の開発

受託／経済産業省／平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き））補正予算／10Gbps 情報通信用高熱伝導システムボードの開発

受託／経済産業省／平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き））補正予算／マイクロレンズの光学特性検査装置の開発

受託／文部科学省／科学技術試験研究委託事業／自己整合型四極子収差補正光学システムの開発

文部科学省／革新的技術推進費補助金／不揮発性メモリの高度化に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／新型 FinFET による SRAM 回路技術の研究開発（新構造

FinFET による SRAM 技術の研究開発)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／省エネルギー革新技术開発事業／先導研究／強誘電体フラッシュメモリ基盤技術の研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／省エネルギー革新技术開発事業／先導研究／ナノ積層型高熱伝導膜によるホットスポットフリーLSI の研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／省エネルギー革新技术開発事業／先導研究／省エネ情報機器のための超並列バスによるヘテロジニアス・マルチチップ積層 Cool System の研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／ナノテク・先端部材実用化研究開発／水素拡散を制御した高信頼性絶縁膜の開発とフラッシュメモリーへの応用

文部科学省／科学研究費補助金／特定／酸化ガリウム障壁層を用いた半導体へのスピン注入

文部科学省／科学研究費補助金／若手 B／銅酸化物超伝導体の磁束量子ビットにおける量子コヒーレンスの研究

文部科学省／科学研究費補助金／若手 B／nano-SQUID を用いた3次元磁気センサーの開発

文部科学省／科学研究費補助金／若手 B／スピン3重項超伝導の新奇量子輸送現象

文部科学省／科学研究費補助金／若手 B／新しい電気磁気デバイスのための強相関ナノ界面磁性相の構築と制御

文部科学省／科学研究費補助金／若手 B／界面スピン顕微分析技術の開発と界面強磁性の直接解析

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究 A)／磁束量子を利用した量子交流電圧標準の研究

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／高温超伝導体の電子状態における酸素同位体効果に関する角度分解光電子分光研究

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／磁気円二色性分光法による強磁性半導体の電子構造の解明

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／マイクロレンズ一体型フィールドエミッタの構造最適化

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(C)／量子モ

ンテカルロ法および第一原理計算による2次元強相関係の研究

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(C)／p波超伝導体における半整数磁束量子状態の観察

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(C)／圧力反応場を利用した超伝導体をはじめとする新規機能性材料の物質設計と実験的検証

受託／独立行政法人日本学術振興会／二国間交流事業／酸化物界面での電子相転移の制御を用いた新概念の酸化物エレクトロニクスの研究

NEDO／助成金／しきい値可変型 FinFET による極低消費電力アナログ回路の開発

受託／独立行政法人科学技術振興機構／CREST／2次元強相関係への超並列シミュレーションによるアプローチ

受託／独立行政法人科学技術振興機構／CREST／鉄系超伝導体の低エネルギー放射光電子分光

受託／独立行政法人科学技術振興機構／CREST／革新的プロセスによる金属／機能性酸化物複合デバイスの開発

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(C)／強相関係酸化物強磁性トンネル接合の低電流スピン注入磁化反応機能の開拓

発表：誌上発表229件、口頭発表410件、その他22件

先端シリコンデバイスグループ

(Silicon Nanoscale Devices Group)

研究グループ長：昌原 明植

(つくば中央第2)

概要：

微細化限界を打破できる MOS デバイスとして世界で認知されている、産総研提案のダブルゲート MOS (XMOS) FET (代表的には FinFET)、および、しきい値電圧制御可能な新機能を持った4端子駆動型 XOSFET (4T-XMOSFET) を主体とした XMOS LSI 基盤技術を確立して産業界での実用化を可能とするために、独自性の高い微細 XMOS デバイスならびに回路技術の開発を進めている。

XMOS プロセス技術では、金属ゲート XMOSFET の特性ばらつきを包括的に調査し、金属ゲート XMOSFET では、金属ゲート材料の仕事関数ばらつきが、 V_{th} 変動の主たる要因であることを明らかにし

た。また、実効ゲート長20nm 級 XMOSFET 作製プロセスを構築した。

XMOS 回路技術においては、20年度に開発に成功した Flex-Pass-Gate-SRAM の研究開発をさらに推進し、大規模 SRAM セル群を試作・評価を行った。その結果、通常 SRAM に比べ、新方式 SRAM では読み出し動作余裕統計ばらつき標準偏差はほぼ不変で、平均値が1.5倍以上向上することを実証した。また、0.5V 電源電圧動作時においても、新方式 SRAM では十分な動作余裕が確保できることも確認した。

デバイス評価計測グループ

(Analysis and Instrumentation Research Group)

研究グループ長：川手 悦男

(つくば中央第2)

概要：

研究開発の基本姿勢は、既開発技術を“深化”・発展させる中で新技術を生み出し、これら既存・新技術を社会的ニーズへマッチングさせ、共同研究・受託研究・ベンチャー企業への研究協力等を通じて各種実評価に供すると同時に、達成された成果を論文ばかりでなく、産業界へ技術移転をしてきた。走査型プローブ顕微鏡をベースとする測定では、これまでに蓄積した自己検出型ナノプローブ技術をさらに深化させ、デバイス評価手法の新たな応用先として、次世代トランジスタ用チャネル材料として有望視されているナノカーボン材料の評価技術研究に着手した。その結果、グラフェン伝導度の膜厚依存性などについての知見が得られた。反射や透過スペクトル測定では、当グループで開発した STAR GEM 光学系を分光器の試料室へセットし、試料をこの光学系の試料台に取り付けければ、絶対正反射率と絶対正透過率を同時に独立に同じ精度で測定できる。この特長を利用して『スペクトルの自己診断機能』を開発した。この機能による測定精度と、従来型の標準試料を用いた測定精度を比較検討した。さらに、ユビキタス情報ネットワーク世代電子デバイス用評価計測技術の開発では、共同研究先の企業による新技術実用化のためにフォローアップをおこなった。

機能集積システムグループ

(Microsystems Group)

研究グループ長：清水 貴思

(つくば中央第2)

概要：

情報通信・エレクトロニクス技術の一層の多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にするデバイス技術を確立するため、シリコンを中心とする半導体技術を基盤として、新たな材料技術やデバイスプロセス技術を付加す

ることにより、これまでにない機能を有するデバイスを開発する。具体的には、高機能フィールドエミッションディスプレイの開発を目指す。今年度は、大面積化と量産化に適した、プロセスマージンが広く低イオン照射量でナノ薄膜を立体化する技術を開発し、それを用いたフィールドエミッタアレイの作製に成功した。TFT とのシステム化技術の開発にも成功し、大面積・均一エミッション FED の見通しが得られた。また、非晶質シリコンフォトダイオードと光学干渉フィルターを集積した高感度蛍光検出モジュールを開発し、チップ上でバイオ化学分析を可能にするラボ・オン・チップの実現を目指す。検出限界をフルオレシニン濃度で240pM にまで高感度化することに成功した。

高密度 SI 研究グループ

(High Density Interconnection Research Group)

研究グループ長：青柳 昌宏

(つくば中央第2)

概要：

多種類の機能を有する複数の集積回路チップを積層実装し、チップ間において50 Gbps 以上の超高速で相互に信号伝送可能なシステム機能を実現するため、システムインパッケージ対応の3次元実装技術を開発する。3次元実装技術のコア技術として、ポリイミド多層配線、微細線路設計、実装構造特性評価、微細ピッチバンプ接合などの研究開発に取り組む。平成21年度は、3次元実装技術に関するシステムレベルの研究として、電源供給系のインピーダンス特性と信号伝送系の信号伝送特性の統合測定評価技術の開発を進めた。特に、DC から40GHz までの広帯域インピーダンス測定技術の高度化、低温・低加重対応の高密度フリップチップ接続技術の高度化、アクティブプローブによる高速伝送特性の計測評価技術、めっきプロセスによる高機能インターポーザ作製プロセス技術などに取り組む、これらの要素技術を総合した実用レベル応用として、積層チップ対応の半導体 LSI 検査評価システム、ヘテロジニアスマルチコア用バス伝送技術、熱拡散構造構築技術などの開発を進めた。

超伝導計測デバイスグループ

(Superconducting Devices Group)

研究グループ長：神代 暁

(つくば中央第2)

概要：

半導体や磁性体では実現が困難な高精度・高分解能・高感度計測を可能とする超伝導計測デバイスを開発し、さらにこれらのデバイスを中核とする計測システムの構築により、「電圧標準」などの産業の発展に不可欠な基盤技術の整備や「微量有害ガスの検出」など国民の安全・安心に寄与する技術開発をグループの

最大目標にしている。三か国（日、豪、インドネシア）の国立標準研究所への導入実績を持つ液体ヘリウム不要・安価・コンパクトなプログラマブル・ジョセフソン電圧標準を、産業現場における複数電流量校正器（二次標準器）に応用する経産省プロジェクトの基で、小型冷凍機が十分な冷凍能力を有する温度12 K でジョセフソン素子を動作させるための指針を得るとともに、システム制御回路を容積比で従来型の1/2以下に縮小した。煙・煤・炎等により人が近づき難かつ赤外光・可視光での検出が困難な状況における有害ガス濃度の遠隔計測を目的としたテラヘルツ波分光計の開発を、総務省プロジェクトの基で進めている。昨年度までに開発した液体ヘリウム冷却200~500 GHz 帯受信器を、小型の機械式冷凍方式に変更するための基礎実験を行い、熱負荷量を100 mW 以下に低減するとともに、受信器安定動作を阻害する温度振動の抑制に成功した。

磁束量子デバイスグループ

(Flux-Quantum Devices Group)

研究グループ長：前澤 正明

(つくば中央第2)

概要：

単一磁束量子を用いた D/A 変換器を設計、試作、評価し、次世代交流電圧標準に応用可能な高い精度を有することを示した。また、外部機関との連携により超伝導集積回路試作ラインを整備した。さらに、超伝導集積回路の新規応用として精密電気計測のための集積型極低温電流比較器を新たに提案した。

スピントロニクス研究グループ

(Spintronics Research Group)

研究グループ長：湯浅 新治

(つくば中央第2)

概要：

高性能 MgO トンネル障壁の磁気トンネル接合 (MTJ) 素子とスピン注入型書き込み技術を用いた次世代の大容量 MRAM (スピン RAM) や次世代 HDD 磁気ヘッド (MgO-TMR ヘッド)、マイクロ波デバイスなどを実現するため、MTJ 素子の更なる高性能化とスピン注入磁化反転の低電流化・高信頼性化のための研究開発を行う。また、スピントランジスタの重要な構成要素である、強磁性金属と磁性半導体を組み合わせた強磁性トンネルダイオード素子の高性能化のための研究を行う。さらに、不揮発性スピン光機能素子の実現を目指した強磁性体/半導体ハイブリッド光素子の開発を行う。

量子凝縮物性グループ

(Condensed Matter Physics Group)

研究グループ長：柳澤 孝

(つくば中央第2)

概要：

世界的に最高レベルにある極限環境下における単結晶育成技術および高精度測定技術により、新量子現象の発見および解明を行うと共にそれら基礎科学の成果を最先端の革新的デバイス技術まで持ち上げることを目標とした研究を行った。これらの高い技術を基にして、極低温高精度測定機器や高純度結晶育成装置を開発した。これらは、製品として共同研究先企業より販売されている。10のマイナス30乗の酸素分圧まで動作可能な極低酸素分圧下单結晶育成装置を大流量化し、性能を飛躍的に向上させた。

当グループのオリジナル装置である単結晶育成炉の技術を応用することにより、アスベスト等廃棄物加熱処理技術の開発を開始した。また、第一原理計算、量子モンテカルロシミュレーションを含む高度シミュレーション技術により新機能材料、新超伝導材料の開発、高伝導メカニズムの解明およびエレクトロニクス技術への応用をめざした研究を行った。鉄ヒ素系の新超伝導体のバンド構造を計算し、結晶構造の歪みと状態密度の関係を明らかにし、超伝導転移温度を上昇させるための指針を示した。モンテカルロ法による計算等により世界最大サイズの格子において数値計算を行い、高温超伝導体の相図を明らかにした。

超伝導材料グループ

(Superconducting Materials Group)

研究グループ長：伊豫 彰

(つくば中央第2)

概要：

超伝導材料グループでは、超伝導材料の基礎と応用に関する研究を推進している。近年は、超伝導転移温度(T_c)の向上を目指した新超伝導材料の探索と多バンド超伝導体における新現象の開拓とその応用について集中的に研究を行っている。平成21年度に得られた主な研究成果を下記に示す。

1. 新鉄系超伝導材料関連の研究

2008年に日本で発見された鉄系新超伝導体について、さらなる T_c の向上とその超伝導メカニズムの解明が緊急の課題となっている。超伝導の同位体効果、つまり超伝導体に含まれる元素を質量の異なる同位体に置換したとき T_c がどのように変化するかを調べることは、超伝導の起源に電子—格子相互作用がどの程度寄与しているかを探る有力な手段である。我々は、代表的な鉄系超伝導体の一つである (Ba, K) Fe_2As_2 ($T_c = 38K$) について、 T_c の Fe 同位体効果の実験を試みた。高圧合成の長所を生かして、異なる同位体を含む2個の試料を同時に合成し、その T_c を超伝導

磁束量子計により精密に測定した。

その結果、質量が大きい鉄同位体を含む試料の方がより T_c が高くなるという、通常の同位体効果とは逆の現象を発見した。明瞭な逆同位体効果の観測は高温超伝導体で初めてのことであり、Physical Review Letter 誌の編集者による注目論文となった。

また、この逆同位体効果に理論的な解釈を行い、鉄系の超伝導メカニズムが電子-格子相互作用起源ではない可能性を示した。

2. 多バンド超伝導体における新現象の開拓とその応用

逆同位体効果と元素置換効果の関係を多バンド超伝導の概念で考察した結果、 $T_c=30K$ となる組成の (Ba, K) Fe_2As_2 で、多バンド超伝導特有の現象である量子ドメイン構造が出現する可能性を見出した。量子ドメイン構造の生成機構は、宇宙創成期における物質創成機構として提案されている有名な Kibble 機構と同じ物理現象であるとともに、量子ドメインのドメイン壁を使うソリトンデバイス開発に直結する重要な機構である。 $T_c=30K$ となる組成で、従来の超伝導科学の枠組みでは説明が困難である T_c 直下の比熱の跳びと、マイスナー効果の同時消失という実験事実を発見したが、多バンド超伝導における Kibble 機構で、いずれも自然に説明できることを提案した。これらの結果は、鉄系超伝導材料がソリトンデバイス材料として有望であることを示唆している。

低温物理グループ

(Low-temperature Physics Research Group)

研究グループ長：柏谷 聡

(つくば中央第2)

概要：

銅酸化物超伝導を含む新超伝導体に関する結晶成長技術を高度発展させ、高度物性測定技術と連携を取ることにより新超伝導体の物性を明らかにし、超伝導発現機構や応用可能性を明らかにする。

(1) 鉄ヒ素系高温超伝導体 $LnFeAsO_{1-y}$ (Ln:希土類イオン)、Ba (Fe, Co) $2Fe_2$ 、(Ba, K) Fe_2As_2 の単結晶育成を行い、その基礎物性を評価した。その結果、本系の超伝導出現には電荷キャリアの強い散乱が必須であること、および、本系が層状構造を有するにもかかわらず、その超伝導特性は比較的等方的であること等が明らかとなった。また結晶構造および水素添加効果について X 線回折、X 線吸収分光によって評価した。

(2) 高性能な透明導電膜を開発するために酸化物系半導体の研究を行い、局所結晶構造解析および混晶効果の実験によって、有益な材料設計指針を得る事ができた。また高性能な太陽電池を開発するために、カルコパイライト型と呼ばれる半導体材料のバルク結晶育成の研究を行い、単結晶を育成する事に成功した。

(3) 1層系超伝導 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_6+\delta$ 系の単結晶を用いて高品質な固有ジョセフソン接合を作成し、MQT 温度領域での接合間の相互作用に起因すると考えられる協力的スイッチング現象を観察し、スイッチング接合間の相互作用の影響を明らかにした。

(4) またカイラル p 波超伝導体 Sr_2RuO_4 の微小デバイスの開発を行い、新規なジョセフソンスイッチング効果の観察に成功した。

機能性酸化物グループ

(Oxide Electronics Group)

研究グループ長：阪東 寛

(つくば中央第2)

概 要：

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化半導体の薄膜、接合を形成する技術の開発と共に、高導電性酸化物、透明酸化半導体、非鉛系圧電体など、機能性酸化物の物質開発をすすめた。薄膜接合形成にはレーザーアブレーション法等を、物質開発における単結晶育成にはフローティングゾーン法、物性発現機構の解析には角度分解光電子分光法をはじめとする研究手段を用いた。透明酸化半導体薄膜を用いた省エネ高機能ガラスについて、日射熱反射と光触媒機能を兼備する機能膜実現のため、銀系を基に材料を探索し合金化により大気中160℃の耐熱性を持つ日射熱反射膜の作製に成功した。角度分解光電子分光測定により銅酸化高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8+$ の電子構造に対する酸素同位体置換効果を調べ、この効果が超伝導転移温度や擬ギャップでなく超伝導ギャップに直接関与していることを示した。環境に優しく高性能な非鉛圧電セラミックスの開発を進め、(Na, K) NbO_3 に添加物を導入した系において、圧電特性最適化への鍵となる、結晶構造相境界の実現条件を明らかにした。

フロンティアデバイスグループ

(Novel Electron Devices Group)

研究グループ長：酒井 滋樹

(つくば中央第2)

概 要：

当該年度は、引き続きフロンティアデバイス化技術の研究を行った。固有ジョセフソン接合 (IJJ) 用の BSCCO 薄膜の作製技術を従来の MBE 法から PLD (パルスレーザー堆積) 法に根本的に変える研究を行った。BSCCO 薄膜の元素組成の制御が重要であり MBE 法はこの制御に優れていたが製膜の速度が遅いため必ずしも素子作製に適さないという課題があった。化学量論組成の $\text{Bi}_2\text{212}$ ターゲットを用いて PLD 法により薄膜を堆積した。その後、熱処理を行なうことにより薄膜の結晶化を図った。PLD 法による成膜レー

トは以前の MBE 法に比べ30倍程度であった。熱処理により $\text{Bi}_2\text{212}$ の結晶グレインは数十 μm に大きく成長した。また高温での熱処理行なったにもかかわらず、得られた薄膜はターゲットと同様の化学量論組成であった。この $\text{Bi}_2\text{212}$ 薄膜を用いてメサ型の IJJ を作製した。この IJJ を測定したところ、IJJ に特有な多数の電圧分岐を有する電流-電圧特性を示した。PLD 法により作製した $\text{Bi}_2\text{212}$ 薄膜において明瞭な固有ジョセフソン特性を有する IJJ の作製に成功した。

エレクトロインフォマティクスグループ

(Electroinformatics Group)

研究グループ長：小池 帆平

(つくば中央第2)

概 要：

エレクトロインフォマティクスグループは、エレクトロニクス技術の提供するシーズと情報処理技術からのニーズとを垂直統合的に分野融合させ、新たな付加価値を有し、新規市場開拓が可能な未知の電子情報技術の創出を目指して設立された研究グループである。

現在の研究テーマとして、産総研で開発された XMOS トランジスタを軸として、関連した様々な技術階層の研究開発を統合的に進めている。

具体的な研究テーマとして：

- (1) XMOS トランジスタの回路シミュレーション用デバイスモデルの研究、
 - (2) XDXMOS (Cross Drive XMOS) などの XMOS トランジスタの特長を効果的に活用した回路技術の研究、
 - (3) XMOS トランジスタのキラーアプリケーションとなる Flex Power FPGA について、外部資金を獲得してのチップ開発/設計ツール開発を中心とした研究、
- が現在進行している。

強相関界面機能グループ

(Correlated Electron Heterointerfaces Group)

研究グループ長：澤 彰仁

(つくば中央第4)

概 要：

シリコンテクノロジーの微細化限界が近づく中、新材料の導入により性能を高めることで微細化と等価な効果を得ることが検討されている。当グループは、新材料の候補の一つである強相関酸化物を用いた先端機能デバイスの開発を目標に、強相関酸化物ヘテロ界面における新機能の開発と、デバイス化のための要素技術の開発を行っている。具体的には、(1)異なるスピン、電子軌道の自由度を持つ物質を原子平坦面でつなぎ合わせた超格子やヘテロ界面の作製、(2)電荷移動やスピン・電荷交差相関現象などの強相関界面特性の

解明、(3)強相関界面の電界スピン反転、磁気分極反転、電界誘起抵抗変化メモリ現象などを利用した先端機能デバイスの開発、(4)高性能スピン偏極走査型電子顕微鏡を活用した表面・界面磁気相の直接解析技術の開発などを行っている。当該年度は、これらの研究テーマについて下記のような成果が得られた。(1) 強相関界面の電子相競合現象を利用することで、巨大磁気抵抗効果を示す新しい機能性強相関界面構造を創製した。(2) (Pr, Ca) MnO₃の抵抗変化メモリ効果について、酸素欠陥生成が (Pr, Ca) MnO₃のバンドギャップを広げ、金属電極との界面形成された障壁のポテンシャル形状を変化させることを明らかにし、抵抗変化メモリ効果の動作機構として、酸素欠陥の生成により障壁が変化するモデルを提案した。(3)微細加工した磁性材料、スピン素子の磁区構造をスピン偏極電子顕微鏡で再現性良く観察する手法を確立し、ナノスピン素子の磁性電極の磁区構造を定量的に解析することに成功した。

強相関物性制御研究グループ

(Correlated Electron Engineering Research Group)

研究グループ長：伊藤 利充

(つくば中央第4)

概要：

強相関電子系は電子間に強い相互作用が働くために、集団で状態を変えることにより多彩な電子状態（電子相）が出現する。そこでは、スピン-電荷-軌道の自由度に起因する特徴的な物性が現われる。その多彩な相競合を活用して、電子相の間に機能的に重要な臨界状態を生成するとともに、それを制御する手法を開発する。試料作製技術に基づく強相関物質の開拓、相制御技術・極限環境生成技術に基づく新しい電子相や量子臨界異常の探索・原理探究の研究を行う。強相関エレクトロニクスの基盤となる相制御材料を開発するとともに、それらの物性制御による電子機能を開拓し、巨大応答などの革新的シーズを創出することを目指す。鉄を含む新規超伝導体の原理探究、RRAM（抵抗スイッチング効果）の原理探究、マルチフェロイクス（電気磁気効果）の原理探究、新規強相関材料の開拓、実験技術の開発などを主な研究対象とする。

[テーマ題目1] スピン流を用いた新機能デバイス技術の研究

[研究代表者] 湯浅 新治

(スピントロニクス研究グループ)

[研究担当者] 齋藤 秀和、福島 章雄、薬師寺 啓、

久保田 均、V. Zayets

(常勤職員6名、他5名)

[研究内容]

(研究目的) ナノサイズ MgO-MTJ 素子におけるスピ

ン流を用いた物理現象としては、スピン注入磁化反転とマイクロ波発振、マイクロ波検波作用がある。スピン注入磁化反転は、大容量磁気ランダムアクセスメモリの実現（スピン注入磁化反転をデータ書き込みに利用するメモリは Spin-RAM と呼ばれる）に必要な不可欠な技術であり、昨今、研究開発が精力的に行われている。一方、マイクロ波発振、マイクロ波検波は、スピン流による磁化自由層の共鳴歳差運動を動的に利用するものであり、特にナノサイズ MgO-MTJ 素子を利用したマイクロ発振については、小形・高性能なマイクロ波発振源としての可能性から注目が集まっている。我々は、ナノサイズ MgO-MTJ 素子の中でも、磁気渦構造を持つ MgO-MTJ 素子に着目し、その発振機構の解明と、大きな発振出力、高い Q 値の両立を目指して研究を進めている。なお、本研究においては、低抵抗・高 MR の MgO-MTJ 素子の開発は当研究グループが、発振特性に関するマイクロ波領域での測定についてはフランス・CNRS・Fert 教授のグループとの共同研究によって行われた。

(研究方法) 最初に、通常の MgO-MTJ 素子（磁化自由層 CoFeB 2nm）を用い、その発振特性を評価した¹⁾。MgO-MTJ 素子におけるマイクロ波発振については、我々の先行研究²⁾により1つの素子から0.4μW の出力が得られることが報告されている。しかしながら MgO-MTJ 素子における発振ではその Q 値が期待されるよりも小さいという問題点があった。本研究では、外部磁場、バイアス電流、温度を正確にコントロールし、発振振幅、発振ピーク周波数及び Q 値の測定を行った。

Q 値を高めるためには、複数の微小な磁区の歳差運動をお互いに Phase lock させるという手法が提案されている。逆に、MgO-MTJ 素子において、共鳴周波数からどのくらいの範囲まで Phase lock が起こるかを明らかにすることは非常に重要である。そこで、通常の MgO-MTJ 素子（磁化自由層 CoFeB 2nm）を用いて、共鳴周波数から少しずれたマイクロ波を外部から照射し、その共鳴周波数のずれ（周波数のミキシング効果）を測定した³⁾。

最後に、さらに Q 値を高めるため、磁気渦を利用して集団励起運動で発振を起こす試みを行った。磁化自由層内に磁気渦構造を持たせるため、パーマロイ (NiFe) を用いた MgO-MTJ 素子を作成し、その特性を評価した。

(進捗状況) 最初の実験¹⁾においては、発振ピーク値、発振 Q 値の詳細な測定から、発振ノイズが熱ノイズではなくスピントルクによる共鳴歳差運動を基にした磁区のカオティックな運動で決まっていることを明らかにした。さらなる発振強度の向上のためには、それぞれの磁区間での相互作用が重要であることが明らかとなった。

外部マイクロ波と共鳴周波数との相互作用の実験³⁾では、非常に興味深いことに外部周波数が共鳴周波数の

1/4程度であるとき、元の共鳴周波数に対して±外部周波数の位置に新たな共鳴ピークが観測できた。この現象は MgO-MTJ 素子が周波数変調器として利用できる可能性を示したものである。

最後の実験⁴⁾においては、磁化自由層の中に磁化渦を生成するという困難がある。磁化自由層が薄すぎると単磁区化し、厚すぎると多磁区化するという傾向がある。また、マイクロ波の測定のためには、サンプルの実抵抗を50Ω程度に整合させる必要がある。まず、我々は厚み15nmのパーマロイ(NiFe)薄膜を、サブミクロンサイズのディスク状に加工し、磁化渦の安定条件を探索した。

その後、パーマロイを磁化自由層とする MgO-MTJ 素子を作成し、磁気渦の共鳴モードによる発振特性を測定することが出来た。

本研究から、ナノサイズ MgO-MTJ 素子でのスピン流によるマイクロ波発振のメカニズム、問題点を明らかにすることが出来た。パーマロイを磁化自由層に用いることで磁気渦構造を持つ MgO-TMR 素子を作成、それにより大きな発振出力と高い Q 値の両立に世界で初めて成功した。

- 1) B. Geroges et al., Phys. Rev. B 80, 060404 (2009).
- 2) A. M. Deac et al., Nature Physics 4, 803 (2008).
- 3) B. Geroges et al., Appl. Phys. Exp 2, 123003 (2009).
- 4) J. Groller et al., "Spin-transfer induced vortex oscillations", International Conference on Magnetism 2009, We-FW7-01

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、TMR 効果、MRAM、HDD

【テーマ題目2】超低消費電力型サーバのための強誘電体ゲート FET の微細化研究

【研究代表者】酒井 滋樹

(フロンティアデバイスグループ)

【研究担当者】酒井 滋樹、高橋 光恵、齊藤 大輔
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

研究目的

本研究の目的は、強誘電体ゲート電界効果トランジスタ(FeFET)をメモリセルに用いた NAND フラッシュメモリ(Fe-NAND)の早期実用化のため開発計画線図を5年前倒しすることを目指し、FeFET 微細化のための要素技術の開発を行うことである。このため、H21年度は強誘電体層を薄膜化しても FeFET のメモリウィンドウを確保できるような強誘電体組成比の適正化を行い、FeFET の高さ方向の微細化を進める。また、電子ビーム露光装置によるゲートパターンの描画と、適切な条件を用いた有磁場 ICP 高密度プラズマエッチング法によ

る自己整合ゲート構造のエッチングによって、サブミクロンゲート長 FeFET を実現し FeFET の横方向の微細化を進める。Fe-NAND が実用化されれば、従来困難だった高書換耐性のサーバ用 SSD が実現し、データセンタの低消費電力化が可能になる。

研究手段

(1) 強誘電体組成比の適正化

ソース・ドレイン領域があらかじめ形成された Si 基板を用意し、Si 犠牲酸化膜をバッファードフッ酸で除去した後、パルスレーザー堆積(PLD)法によって膜厚7nmの(HfO₂)_{0.75}(Al₂O₃)_{0.25}(HfAlO)と200nmのSrBi_xTa₂O₉(SB_xT)を続けて製膜し、電子ビーム蒸着法によって250nmのPtを製膜した。SBT製膜にはBi組成比XがX=2.2、2.45、2.7、3.0の4種類のPLDターゲットを使用した。ゲートおよびソース・ドレイン-コンタクトホールを光学露光法とイオンミリング法で形成し、Pt/SB_xT/HfAlO/Si-金属/強誘電体/絶縁体/半導体型ゲート積層構造を持つ非自己整合ゲート FeFET を、Xを変えて多種類作製し、ドレイン電流-ゲート電圧(I_d-V_g)特性とゲートリーク電流(I_g-V_g)特性を評価した。

(2) サブミクロンゲート長 FeFET の作製

Si 基板を用意し、Si 犠牲酸化膜をバッファードフッ酸で除去した後、PLD 法によって膜厚7nmのHfAlOと200nmのSrBi₂Ta₂O₉(SBT)を続けて製膜し、電子ビーム蒸着法によって250nmのPtを製膜した。電子ビーム露光法によりレジスト膜上に描画ゲート長0.3μmのパターンを描画・現像後、Tiを電子ビーム蒸着法で製膜してリフトオフし、Pt上にTiハードマスクを形成した。有磁場ICP高密度プラズマエッチング法によりゲート構造を形成した後イオン注入装置でソース・ドレイン領域をゲート自己整合的に形成した。側壁保護膜、素子間絶縁膜を兼ねてスパッタ蒸着法でSiO₂を200nm製膜した。ゲート、ソース・ドレインのコンタクトホールを有磁場ICP高密度プラズマエッチング法により形成してI_d-V_g特性、データ保持特性を評価した。

方法論

(1) 強誘電体組成比の適正化

Bi 組成比 X が X=2.2、2.45、2.7、3.0の4種類のSB_xTターゲットを用いて作製されたPt/SB_xT/HfAlO/Si FeFETのI_d-V_gおよびI_g-V_g特性を測定した。その結果、しきい値電圧の差分(メモリウィンドウ)がX=3.0の場合に最も大きくなる傾向が得られた。ゲートリーク電流密度もX=3.0の場合に最も大きくなったが、データ保持特性を大きく損なわない程度であることが別の実験から確かめられている。

(2) サブミクロンゲート長 FeFET の作製

電子ビーム露光による描画ゲート長を0.3μmとして作製した自己整合ゲートPt/SBT/HfAlO/Si FeFETの断面SEM像を観察した結果、実効的なゲート長はL=0.56μmであった。ゲート構造をエッチングする際

の反応性ガスおよびプラズマ条件を適正化した結果、従来のイオンミリング法では70°と緩かったゲート構造の側壁傾斜角を76°まで鋭くすることが出来た。実効ゲート長 $L=0.56\mu\text{m}$ の FeFET の I_d-V_g 特性を測定し、大きなメモリウィンドウ0.84Vを得た。また、同 FeFET のデータ保持特性も安定して良いことが分かった。

年度進捗

Bi 組成比 X の異なる4種類の SBT 材料を PLD ターゲットに用い強誘電体 SBT の Bi 組成比の適正化を行った結果、X=3.0の場合に最もメモリウィンドウが大きくなり、今後の SBT 薄膜化に適した有望な材料であることが分かった。また、電子ビーム露光で描画したネガパターンからリフトオフにより形成した Ti ハードマスクを用い、反応性ガスとプラズマ条件を適正化した有磁場 ICP 高密度プラズマエッチング法でゲート構造を形成することにより、実効ゲート長 $L=0.56\mu\text{m}$ の FeFET 作製を行い、側壁傾斜角76°、メモリウィンドウ0.84V、安定なデータ保持特性を得ることが出来た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】強誘電体不揮発メモリ

【テーマ題目3】ナノ薄膜立体化技術を利用した省エネルギー FED 技術の開発

【研究代表者】清水 貴思

(機能集積システムグループ)

【研究担当者】吉田 知也、長尾 昌善

(常勤職員3名)

【研究内容】

大型化の一途をたどっているディスプレイの低消費電力化は必須である。フィールドエミッションディスプレイ(FED)は有機 EL とともに省エネディスプレイの有力候補である。電流駆動の有機 EL とは異なり電圧駆動であるため、大面積でも低消費電力を維持できる点が有利であるが、大面積、均一かつ安価に電子源を作製する技術の開発が必要不可欠の課題となっている。本研究の目的は、10~20nm の薄膜にイオン照射を行うだけで1 μm 以上の立体構造を作製できる独自技術「ナノ薄膜立体化」技術を基盤技術とし、その高度化、最適化、システム化によって、FED の唯一の弱点ともいえる大面積化と低コスト化を可能ならしめる要素技術を開発することである。独自の「ナノ薄膜立体化」技術は、片持ち梁構造の薄膜材料にイオン照射を行うことによって、どんな薄膜材料でも立体化することができる技術であり、従来の FED 用電子源の作製方法と比して、省資源プロセス技術としても有望である。本研究では、量産性に適した低イオン照射量を実現するために、「ナノ薄膜立体化」現象のメカニズムを考慮した、新技術を提案/開発/実証することを試みるとともに、大面積フィールドエミッションアレイ (FEA) のプロセス技術を新たに開発することを目的とした。また均一エミッションを可能とする

独自技術である「TFT 搭載 FEA 技術」と複合化・システム化を行うことにより、トータルプロセスとしての省エネルギー FED プロセス技術を開発することを目的とする。

一般的な半導体微細加工プロセス(スパッタ薄膜堆積、フォトリソグラフィ、エッチング)を用いて片持ち梁構造の形成を行ない、一般的な半導体プロセス用イオン注入装置を用いて片持ち梁を形成した基板全面にイオン照射した。イオン照射後のナノ薄膜を走査電子顕微鏡(SEM)によって観察して変形角度を求めるとともに、イオン注入過程のシミュレーションをモンテカルロ法によって計算し、イオンエネルギーやイオン照射量の最適化を図った。「TFT 搭載 FEA 技術」と複合化・システム化を行う際には、既に開発済みの技術と同様のプロセスでマルチゲートポリシリコン TFT を作製した。TFT のドレイン電極上に金属薄膜の片持ち梁構造を形成し、「ナノ薄膜立体化技術」によってエミッターチップ状に成形した。「ナノ薄膜立体化技術」では、薄膜材料、膜厚、イオン種、イオンエネルギー、イオン照射量等のパラメータによって、折れ曲がる方向や角度が変化することが明らかとなり、モンテカルロ法によるイオン注入過程のシミュレーションに基づく注意深い考察の結果、イオンによる薄膜材料の反跳分布のピーク位置が片持ち梁の折れ曲がる方向と相関があることが明らかとなった。この結果を基に、片持ち梁を二層膜構造とすることによって、上部に大きく折れ曲がった立体構造を低イオン照射量で実現することに成功した。同時に折れ曲がり角度のエネルギー依存性・照射量依存性に対するプロセスマージンも大きく向上し、プロセスの大面積化に対する見通しをつけることにも成功した。この技術によって10¹⁵ions/cm²オーダーで FEA を作製することが可能となった。また TFT 搭載技術との複合化にも成功した。これらの結果により、スタンダードな TFT 製造装置によって均一 FED を実現できる可能性を示すことに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】フィールドエミッションディスプレイ、薄膜トランジスタ、ナノ薄膜立体化技術

【テーマ題目4】グリーンアナログの開発に関する研究

【研究代表者】昌原 明植

(先端シリコンデバイスグループ)

【研究担当者】昌原 明植、大内 真一、柳 永勲、

松川 貴、遠藤 和彦(常勤職員5名)

【研究内容】

CO₂削減に寄与する集積回路の消費電力削減は、デジタル部分のみならず、アナログ・高周波部分でも実現されなければならない。しかしながら、現状では、アナログ部分の低電圧化はデジタル部分に比べて進んでいない。将来的にも、アナログ・高周波回路は、信号処理

のフロントエンド・バックエンドに必須であり、問題が益々顕在化する。このため、次世代超微細 CMOS デバイスを前提とした、新規の低電圧アナログ・高周波回路が必要となる。本研究では、低待機電力デジタル回路用途と互換性を持つ、次世代のトランジスタ作製プロセスを用いて、電源電圧1.0V 以下で性能向上を実現できるアナログ・高周波回路を考案し、試作する。また、これに必要なデバイス要素技術の開発に取り組む。より具体的には、素子微細化の進んだ場合に導入が進むと想定される、FinFET を用いたアナログ回路を設計・試作する。4端子型 FinFET を同回路に導入し、そのしきい値電圧を入力信号に応じて自動的に調整する適応型しきい値調整回路によって、動作電圧1V 以下で従来技術を上回る機能性が実現されることを実証する。

本年度設計検討を行った回路は、0.7V 動作差動増幅器、並びにこれを用いた比較器であり、センサフロントエンドや A/D 変換器を低電圧化するために必須の基本回路である。同回路設計は、産総研で独自に作成した FinFET コンパクトモデルを用いた回路シミュレータ SPICE によって行い、さらにその結果をもとにマスク設計を行った。

まず、FinFET コンパクトモデルについて、実際に試作した FinFET の測定データに対して校正を行った。校正を行った結果、試作に使用するデバイスの単体特性を正確に再現することが可能となった。

差動増幅器については、独自方式の基本回路を採用した。さらに、4端子 FinFET のしきい値調整機能によって動作領域を大幅に拡大することが可能なソースフォロア増幅器を新たに発明した。これを差動対における同相帰還に用いることによって、0.7V 動作可能な差動増幅器を構成することが可能となった。同回路を初段に用いた2段構成の演算増幅器について、実際に試作検討を行うゲート長120nm プロセスの単体デバイスに即して詳細設計を行った結果、初段において、0V から動作電圧の0.7V までの全領域において、20dB 以上の利得が達成された。また、同様の差動増幅器を用いた比較器においても、0V から0.7V で100MHz 程度の動作が同様に可能となった。

以上の結果を踏まえ、0.7V で動作可能な差動増幅器および比較器に加え、性能比較対象として、従来型の差動増幅器を FinFET で構成したものなどのマスク設計を行い、レチクル作成を行った。さらに、トランジスタ部は電子ビーム直接描画によって作製を行うため、その描画・現像条件出しと、レイアウト最適化も行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】FinFET、アナログ回路、差動増幅器、CMOS

【テーマ題目5】強相関酸化物超格子の新しい電気・磁気効果に関する研究

【研究代表者】澤 彰仁

(強相関界面機能グループ)

【研究担当者】澤 彰仁、伊藤 利充、富岡 泰秀、井上 公、竹下 直、佐藤 弘、山田 浩之、甲野藤 真
(常勤職員8名)

【研究内容】

本研究テーマでは、強相関電子系に特有な現象の一つである電気・磁気効果を利用して、従来の半導体では実現できない革新機能を有した省エネデバイスを開発することを目的として、スピント分極の結合現象であるマルチフェロイックの機構解明と新材料の開発、デバイス機能発現の舞台である界面の電子状態の解明と界面新機能の開拓を行う。マルチフェロイックの機構解明には、材料の正確な物性データに基づく解析が必要である。そのため、本研究では、物性測定に不可欠なマルチフェロイック材料の大型単結晶を作製し、その詳細な構造・物性測定により、機構解明に必要な詳細な物性データを取得する。界面の電子状態の解明については、対象となる界面構造を多く含む超格子が測定対象として適していることから、良質の強相関超格子を作製し、その界面構造と物性の関係を明らかにする。これらの研究を総合的に推進し、そこから得られた知見を統合することにより、界面新機能を開拓する。

本年度は (1) マルチフェロイックの機構解明に必要な不可欠な BiFeO₃ の良質単結晶の作製と、(2) LaMnO₃ と SrMnO₃ の接合界面における電子相競合を利用し、巨大磁気抵抗効果を示す新しい機能性強相関界面を創製した。その成果の概要を下記に示す。

(1) 現在、室温で電気・磁気効果を示す唯一の材料である BiFeO₃ (BFO) は、絶縁性の高い良質単結晶試料の合成が困難であることが知られており、合成方法を確立することが急務となっている。良質な単結晶試料が得られるようになれば、信頼性の高い物性データが得られ、機構解明とその先の応用へ道筋を立てることが可能になる。従来から用いられてきたランプ集光型の単結晶育成炉において、原料の揮発性の高い BFO 単結晶を作製する際に問題となっていた集光の不均一性を解決するため、新しくレーザー集光型の炉を開発した。集光の不均一性が解消されたことにより、安定した単結晶育成が可能となり、詳細な物性測定が可能な高い絶縁性を有する BFO の大型単結晶の作製に成功した。

(2) 強相関界面の特異な電子状態の理解には、その形成に関与している電荷移動と電子相競合現象の詳細を明らかにする必要がある。特異な界面電子状態が形成される典型的な強相関 p 型および n 型絶縁体である LaMnO₃ (LMO) と SrMnO₃ (SMO) からなる強相関超格子界面を作製し、その界面特性の詳細な測定から、界面輸送・磁気特性は界面の平坦性に強く依存することを明らかにした。また、電子相の競合現象を利用するこ

とで、原子レベルで平坦な界面をもつ LMO/SMO 超格子において、超格子の構成材料である LMO、SMO、そしてその固溶体である (La, Sr) MnO₃では発現しない、巨大磁気抵抗効果を誘起することに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】強相関酸化物、電気磁気効果、マルチフェロイック、超格子

【テーマ題目6】新高温超伝導材料の高度化と実用化に関する基礎研究

【研究代表者】伊豫 彰（超伝導材料グループ）、
柏谷 聡（低温物理グループ）、
菊地 直人（機能性酸化物グループ）

【研究担当者】伊豫 彰、鬼頭 聖、田中 康資、
柏谷 聡、柏谷 裕美、永崎 洋、
菊地 直人（常勤職員 7名）

【研究内容】

1. 研究目的

2008年2月に日本（東京工業大学 細野グループ）で発見された鉄系新超伝導体は、超伝導転移温度(Tc)が、発見当初の26K から55K まで急激に上昇したことから、銅酸化物に次ぐ高温超伝導物質群として認識され、現在世界中でより高い Tc を持つ関連物質の探索が盛んに行われている。本研究課題では、鉄系関連物質における Tc 向上のための処方箋の確立およびそれを元にした新物質の探索、さらには鉄系などの新材料を用いた従来の金属超伝導では実現できない新機能開発を目指して研究を行っている。平成21年度は、以下の3つの項目について重点的に研究を行った。

1) 新材料合成：新物質の発見および、Tc の向上を目的として、鉄ヒ素系超伝導体の構成元素依存性の解明、圧力効果や同位体効果などの物性測定を通じて、鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子を割り出し、物質設計への適用を行う。

2) 新機能素子開発：鉄系など新規超伝導体について、その特性を評価し応用可能性を検証することを目的として、微細加工技術を用いて、ジョセフソン接合（標準電圧素子）、SQUID、量子ビット等の超伝導材料機能素子を作製する。

3) 薄膜技術の開発：新材料を用いた標準電子デバイス、新機能でバイス応用の実現のために避けて通ることができない薄膜化のための環境を整備する。

以下に、3つの項目に関して得られた主な成果について、それぞれ、実験方法、結果と考察、結論を述べる。

2. 研究手段

1) 鉄系超伝導体の超伝導メカニズムの解明は Tc 向上のための処方箋を得るための手がかりとなる。同位体効果は、超伝導メカニズムへの電子・格子相互作用の度合いを測る直接的な手法である。超伝導体 (Ba, K) Fe₂As₂の鉄同位体効果を検証するために、3種類の鉄同

位体を用いて超高压合成法で試料を合成し、その Tc を精密測定して同位体効果を評価した。

2) 超高压合成法により育成された PrFeAsO_{1-y} 単結晶を微小素子化するプロセスを構築した。具体的には結晶サイズを制御した単結晶を SrTiO₃基板上に固定し、スパッタ法により Au の4子電極を形成した。その後 FIB により3元加工を施し、単結晶を2-3ミクロン程度のサイズまで微細加工した。サンプルとしては面内のみ電流が流れるネッキングサンプルと、面間にドミナントに電圧がかかる s 字接合を作製し、おのおのの輸送特性の温度依存性の評価を行った。

3) 薄膜化の手段として高品質な膜作製に実績の高いパルスレーザー堆積 (PLD) 法を選択した。PLD 法は蒸発源（ターゲット材料）にパルスレーザーを照射することによって、蒸発源の一部が瞬間的に蒸発し、対向する基板上に堆積する成膜方法である。スパッタリング法のように堆積中の膜に高エネルギー粒子が衝突して膜にダメージを与え、加熱蒸発法のように多成分の蒸気圧差による組成ズレが生じにくい特徴がある。

3. 年度進捗

1) (Ba, K) Fe₂As₂鉄系新超伝導体の Tc が最も高くなる組成 (K 濃度40%、Tc = 38 K) において、鉄の原子量が大きくなる程、Tc が高くなることを見いだした。電子-格子相互作用を起源とする超伝導体とは逆の同位体効果であり、高温超伝導で初めて明瞭に観測された。さらに、この逆同位体効果について理論的な解釈を行い、鉄系の超伝導メカニズムが電子-格子相互作用起源ではない可能性を示した。

2) 本手法による異方性の評価は、2-3ミクロン程度の局所輸送特性の評価が可能であり、不均一性やクラックの影響を最小限にできる。さらに同一部分における面内、面間方向の輸送特性の評価が可能であり、精度の高い測定になっている。得られたデータは面内方向に関してはメタリック、面間方向に関しては弱い絶縁体的な特性を示し、異方性は50 K で120程度であることがわかった。同じく強い異方性を有する銅酸化物超伝導体 Bi₂212と比較すると、面内の温度依存性は前温度領域で金属的であることなど顕著に異なり、さらに面間方向の抵抗の低温での増大も弱いことがわかる。

3) FeAs 系超伝導材料の薄膜化を想定し PLD 装置部品の組み立てを行った。真空系の接続を行った後、ターボポンプによる排気を行い、10-5Pa 台の到達圧力であることを確認した。排気ガス中に含まれる可能性がある As を含む化合物の大気中への飛散を防ぐため、成膜室と予備室の各ターボポンプ下流にそれぞれ半導体真空排ガス用フィルター設置した。レーザーは KrF 光源 (248 nm) のエキシマレーザーとし、設計・製作した専用設置用架台上に設置した。

4. 今後の展開

1) 逆同位体効果の発見により、鉄系超伝導体の超伝導メ

カニズムが電子-格子相互作用起源ではない可能性が高くなった。今後は、それを考慮に入れながら物質設計を行い、新物質発見及びTc向上に繋げる。

2) 超高压合成法により作製された PrFeAsO_{1-y} 単結晶による微小素子の作製プロセスの構築を行い、輸送特性の異方性を評価した。今後このプロセスを用い超伝導素子の作製を行う予定である。

3) 薄膜を作製するための環境が整いつつある。試料を大気中に取り出す際に飛散が予想される As 化合物に対して、HEPA フィルターをつかった排気システム、および装置を取り囲むビニールカーテンの設置を予定している。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超伝導、高温超伝導、鉄系超伝導体、銅酸化物超伝導体、単結晶、同位体効果、輸送特性、異方性、FIB、微細加工、パルスレーザー堆積 (PLD) 法

⑤【光技術研究部門】

(Photonics Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：渡辺 正信

副研究部門長：八瀬 清志、鳥塚 健二

上席研究員：土田 英実

主幹研究員：大柳 宏之、西井 準治

所在地：つくば中央第 2、つくば中央第 4、つくば中央第 5、つくば東、関西センター

人員：75名 (73名)

経費：1,194,042 千円 (519,641 千円)

概要：

(1) 当部門のミッション

21 世紀を安全・安心で快適な社会とするに必要な高度情報化の推進と新産業創出に寄与するため、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムの高度化、および情報・通信システムと実世界との情報の授受の高度化に資する技術の研究開発を推進する。

(2) 研究開発の概要

情報通信、ディスプレイ、入出力、情報記録、センシング・計測・イメージング等の各産業分野において光技術の貢献が期待されている。一方、光技術研究部門のコア技術としては、超高速光技術、光計測・制御技術、化合物半導体や有機半導体およびガラス材料のデバイス化技術等が挙げられる。これらの内外のニーズとシーズを鑑み、光技術研

究部門が重点的に取り組むべき課題として以下の 3 つを設定する。

a) 光 IT 技術

国としての基幹インフラであり、今後の情報産業発展の土台となる情報通信の大容量化のため、高速性や位相制御を利用した光通信用信号処理技術、超小型光回路、通信セキュリティー技術等を開発する。公衆通信に加え、コンピュータ間の情報伝送や放送分野等への応用も視野に入れる。

a-1) 光位相制御を利用したスペクトル利用効率向上等の、大容量化のための新しい光信号処理技術を開拓する。

a-2) 発光素子、光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイスおよび集積化のためのナノフォトニクスやシリコンフォトニクス技術による超小型光回路技術を開発する。

a-3) 量子暗号通信鍵配布等、光技術による量子情報技術開発を推進する。

b) 光インターフェース技術

将来のユビキタス高度情報化社会を支え、急速に市場が伸びているディスプレイに代表される情報家電産業の発展に資するため、フレキシブルなディスプレイや入出力素子、光回路、光波制御素子等の研究開発を行う。

b-1) 有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法によるフレキシブルなディスプレイ用薄膜トランジスタの開発を行う。

b-2) 受光・発光・表示素子、メモリー、光スイッチ、フィルタおよび光導波路等の有機・高分子を主体とする素子開発およびそれらを一体化した光回路作製技術を開発する。

b-3) サブ波長レベルの微細構造により、無反射・無収差等の高機能性を持つ光波制御素子作製技術を開発する。

c) 光フロンティア技術

次の産業創出のキーテクノロジーを生み出すため、強いシーズ技術をベースに、先端的光技術の開拓、分野融合による新技術開拓、将来を切り開く斬新なシーズ技術創出を行う。

c-1) アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導する。

c-2) レーザープロセス、加工技術の高度化により、大面積かつ微細な構造の形成技術を開発する。

c-3) ライフサイエンス分野との融合により、光計測・処理や加工・反応技術等を応用したメディカルイメージング・バイオセンシング技術等の開発を行

う。

c-4) 将来を切り開く斬新なシーズ技術を創出する。

内部資金：

国際共同研究推進資金

「カーボンナノチューブ可飽和吸収素子の高度化と超短パルス Er ファイバーレーザーへの応用」

外部資金：

経済産業省

[受託 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き））補正予算]

「スペクトル線幅測定の超狭線幅レーザーへの対応」

「印刷低温焼成技術を用いたアルミニウムフレキシブルプリント配線の実証研究」

「表面プラズモン増幅を用いた波長分割型タンパク質蛍光分析装置の実証研究」

「電子顕微鏡用新規オスミウムアパーチャプレートの開発」

「サブナ板光学素子を用いたフーリエ変換型超高感度分光光度計の実証研究」

[受託 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）]

「2,000倍のレーザー走査用 $f\theta$ レンズの開発

—高倍率 $f\theta$ レンズを用いた広視野レーザー走査顕微鏡の開発—

「高感度化希ガス NMR/MRI 多孔質材料ポア解析装置」

文部科学省[受託] 原子力試験研究費

「低エネルギー光子による物質制御に関する研究」

総務省[受託] 戦略的情報通信研究開発推進制度

「Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトリソニック結晶微少光源の集積」

「高品質量子ドットを用いた低消費電力面発光レーザーの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

[NEDO 委託]

「次世代大型有機 EL ディスプレイ基盤技術の開発（グリーン IT プロジェクト）」

「革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム 次世代光波制御材料・素子化技術」

「革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム・超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

「省エネルギー革新技術開発事業／挑戦研究（事前研究）／革新的材料（CFRP）加工技術の事前研究」

[NEDO 助成金]

「フォトリソニック結晶ならびに光細線導波路を用いた超小型光クロスコネクタスイッチの研究開発」

「フレキシブル実装のための金属インク直描パターン非熱的焼結技術の開発」

「高性能なプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタの開発と有機 CMOS への応用」

「高緻密高絶縁性を有する酸化物質薄膜のフィルム上塗布作成技術の開発」

「ピコリットル微小液滴反応場を利用した低分子系有機薄膜デバイスプロセスの開発」

「三次元ディスプレイを指向した空間発光媒体の開発」

文部科学省 科学研究費補助金

「Si/SOI 基板上への量子ドットレーザーの集積」

「電子写真法による有機半導体ナノ粒子の配列制御と素子応用」

「バイオリソグラフィ手法の開発と表面加工への展開」

「X 線吸収分光の「その場」観察と計算手法を組み合わせによるナノ物質研究」

「有機色素太陽電池の高効率化を目指した機能性有機色素分子の開発研究」

「コロナ帯電を用いた超低光損失機能素子の開発」

「応力印加後の有機電界効果トランジスタ特性に関する研究」

「構造柔軟性と安定動作を両立した有機デバイス実現に向けた半導体内回転部位密度の設計」

日本学術振興会 (JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費

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

「蛍光性半導体ナノ粒子を含有する微小ガラスビーズへの抗体分子の接着と活性の保持」

独立行政法人科学技術振興機構 (JST)

[受託 (CREST)]

「3 次元表示デバイスの高性能化・高解像度化に関する研究」

「磁性酸化物質系における遷移ダイナミクスの解明」

「偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発」

「光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測」

[受託 (戦略的創造研究推進事業)]

「テラバイト時代に向けたポリマーによる三次元ベクトル波メモリ技術の実用化研究」

「新しい高性能ポリマー半導体材料と印刷プロセスによる AM-TFT を基盤とするフレキシブルディスプレイ」

の開発」

(つくば中央第2)

[受託 (研究成果最適展開支援事業)]

「超偏極技術で高感度化した MRI 装置の研究開発」

[大学発ベンチャー]

「蛍光試薬用高輝度ナノ粒子分散ガラスビーズの開発」

[シーズ発掘試験]

「高出力光周波数コム発振器の開発」

日本学術振興会 (JSPS) [受託]

「高効率半導体量子ドット発光素子の研究」

東京理科大学 [受託]

(先端計測分析技術・機器開発事業)

「高感度・高密度バイオ光受容素子」

学校法人上智学院 [受託]

(先端計測分析技術・機器開発事業)

「万能ヒドロゲル化学センサアレイ開発のための調査研究」

社団法人新化学発展協会 [受託]

「有機フォトニクス/エレクトロニクス素材の合成、デバイス化技術の研究開発動向」

発 表 : 誌上発表 199 件、口頭発表 391 件、その他 41 件

情報通信フォトニクスグループ

(Information Photonics Group)

研究グループ長 : 土田 英実

(つくば中央第2)

概 要 :

- ・目的 : 情報通信ネットワークの大容量化・高度化に資すること目的として、光信号処理・計測技術、量子通信技術に関して、サブシステム化まで視野に入れた研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ : 全光信号処理ノードや超高速光伝送による通信ネットワークの大容量化・高機能化、および量子力学的効果の利用による通信のセキュリティ向上に寄与する。
- ・国際的な研究レベル : 半導体デバイスをベースとする光信号処理・計測技術は、将来の集積化や消費電力低減の観点で独自性、優位性がある。光通信波長帯における光子検出、および量子もつれ状態の発生・検出・伝送に関して、世界最高水準の技術を有している。

研究テーマ : テーマ題目 (a-1)、テーマ題目 (a-3)

光電子制御デバイスグループ

(Ultrafast Optoelectronic Devices Group)

研究グループ長 : 森 雅彦

概 要 :

- ・目的 : 次世代大容量情報通信用の超高速デバイスおよび革新的デバイスを開発することを目的としている。特に、新材料・新構造・デバイス (量子ナノ構造・フォトニック結晶) 作製技術と超高速光制御・計測技術を用いて、次世代情報通信への応用を目指して、ナノフォトニクス集積デバイスの研究開発を行う。また、ナノ構造化合物結晶作成技術を活かした高効率太陽電池の開発をめざす。
- ・意義、当該分野での位置づけ : 新規光電子デバイス、を用いて、通信ネットワーク・機器内インターコネクションの大容量化・高機能化、及び産業競争力強化に資する。
- ・国際的な研究レベル : ナノ構造 (量子ドット、フォトニック結晶) 作製技術、デバイス作製技術、超高速光計測・制御技術を用いた下記の研究を展開し、世界最高レベルの成果を得ている。

① ナノフォトニクス集積デバイスの研究開発

1-1) ナノ材料・デバイス技術 : 量子ドットレーザー
量子ドット太陽電池

1-2) 光集積回路技術 : フォトニック結晶集積デバイス、半導体異種材料貼合せデバイス

研究テーマ : テーマ題目 (a-2)

ハイブリッドフォトニクスグループ

(Hybrid Photonics Group)

研究グループ長 : 森 雅彦

(つくば中央第2、第5)

概 要 :

- ・目的 : 将来の光通信システムで必要とされる高機能、かつ低コストで製造可能な光通信デバイスの基盤技術、及びそれらのデバイス化、システム化技術の開発を目的とする。特に、シリコン、有機材料等のハイブリッド集積による新構造光デバイスの開発を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ : 新規デバイスを用いて、光通信ネットワーク・光インターコネクションの大容量化・高機能化、及び産業競争力強化に資する。
- ・国際的な研究レベル : アモルファスシリコンフォトニクス、有機半導体光 (物性・デバイス) の作製・プロセス技術、評価技術として世界トップレベルの技術を有している。また、カーボンナノチューブ可飽和吸収素子、カーボンナノチューブのポリマーへの分散化技術等は世界最高の技術である。

研究テーマ : テーマ題目 (a-2)

光波制御デバイスグループ

(Nano-structured Photonic Device Group)

研究グループ長：太田 浩二

(つくば中央第4)

(関西センター)

概要：

- ・目的：本グループは、ガラス、樹脂等の透明材料をベースにして、スカラー領域および共鳴・サブ波長領域に分類される周期構造素子や量子サイズ効果を駆使した発光素子の研究開発に取り組んでおり、情報家電や各種センサー用光入出力機器への応用を目指している。
- ・意義、当該分野での位置づけ：次世代光学素子の基盤技術開発に取り組み、情報家電や情報通信分野の光学入出力システムの高度化に貢献する。
- ・国際的な研究レベル

- (1) ガラスインプリント法で、周期 300 nm 以下の 2 次元錐型をガラス表面に 50 mm φ の面積で均一に形成し、可視域で反射率 0.2% 反射防止板を開発 (世界最大)。
- (2) 耐熱レンズモールドの表面に同心円状の鋸歯構造を形成し、色消し用屈折・回折ガラスレンズの成形に成功。

研究テーマ：テーマ題目 (b-3)

有機半導体デバイスグループ

(Organic Semiconductor Devices Group)

研究グループ長：鎌田 俊英

(つくば中央第4、第5)

概要：

- ・目的：次世代ディスプレイおよび次世代ヒューマンインターフェース情報端末デバイスに必須となる、大型・軽量・極薄・柔軟・低消費電力・低生産エネルギーなどの特性を有する入出力デバイスの創製技術の開発を目指し、そのためのキーテクノロジーとなる「大型・フレキシブル・プリンタブルデバイス創製技術基盤」を開発する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：従来の情報端末機器の更なる高度化に加え、新規に紙をベースとした情報端末の電子化を可能にさせるなどして、ユビキタス情報端末機器の大量普及化を促進し、IT 技術の裾野拡大・社会への浸透普及促進に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：世界初の有機 TFT 駆動カラーLCD の開発、世界初のフレキシブル印刷メモリアレイの開発、新規印刷バイオセンサ、全印刷無線タグの開発など、フレキシブル・プリンタブルデバイスを作製する技術は、世界最高レベルの評価を得、当該技術分野の牽引役を果たしている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)、テーマ題目 (b-2)

強相関フォトエレクトロニクスグループ

(Correlated Materials Photoelectronics Group)

研究グループ長：長谷川 達生

概要：

- ・目的：次世代の光インターフェースの要になると期待される先端的電子材料とそのデバイス化技術の研究開発。特に多種類の機能性半導体や、金属-絶縁体変換など顕著な電子現象の舞台になることが知られる強相関電子材料等を主な対象とし、材料開発、電子機能開拓、界面機能化技術の開発、プロセス技術の開発と、これらを用いた新型光デバイスの試作を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：新規材料開発、新機能開拓と、電子デバイス開発を統合的に研究する取り組みの中から、新物質を実用化技術に結びつけるために必要なサイエンスレベルでの課題を解決し、情報通信・エレクトロニクス・材料分野に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：スピンと光を用いた有機トランジスタの新しい微視的評価技術を世界に先駆けて開発、異なる有機分子間に生じる分子間電荷移動を用いた界面機能化・印刷プロセス化技術を独自に開発しその高度化を推進、有機強誘電体では常温・常圧で巨大誘電率を有する分子化合物・単成分分子材料群を世界に先駆けて開発、100 fs の時間分解能で広帯域と高感度を併せ持った世界最高レベルの超高速分光技術、軌道放射光ビームラインの専有的利用と極限環境下での構造解析法開発により世界最高レベルの構造解析技術を有している。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)、テーマ題目 (b-2)、
テーマ題目 (c-1)**分子スケールデバイスグループ**

(Molecular Scale Device Group)

研究グループ長：金里 雅敏

(つくば中央第4)

概要：

- ・目的：分子のスケールで設計・合成した機能性分子や金属錯体の光特性を最大限に活かし、波長変換機能を有する太陽電池、蛍光標識剤を使ったバイオマーカー測定用キット、セキュリティ関連システムの開発及び実用化を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ：機能性分子や金属錯体を波長変換材料として捉えることにより、新たなデバイスの開発や高機能化を実現して、情報通信、ライフサイエンス、ナノテクノロジー分野における新産業創出に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：独自に開発した機能性分子や金属錯体をベースに創製した波長変換材料は、国際的にも注目されている。波長変換材料の導入による太陽電池の高機能化、新たな蛍光標識剤、隠し印刷技術の開発に向けて、企業との共同研究にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)、テーマ題目 (c-3)

分子薄膜グループ

(Molecular Thin Films Group)

研究グループ長：阿澄 玲子

(つくば中央第5)

概 要：

- ・目的：有機分子・高分子が有する光電子機能を最大限に活かし、軽量、フレキシブルで耐衝撃性等に優れ、かつ低消費エネルギーで製造・駆動が可能なディスプレイ、トランジスタ、光部品等の研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：有機材料化学のバックグラウンドを軸に新規材料開発からデバイス性能評価までを行い、有機デバイスの実用化に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：有機電界発光 (EL) 素子と光電変換素子と一体化させた外光取り込み型有機 EL や、摩擦転写法を用いた偏光高分子 EL 素子など、他に例がないオリジナル高性能素子を実現している。また、溶媒に可溶な n 型および p 型有機半導体を用いた薄膜トランジスタや、貴金属を含まない色素を用いた色素増感太陽電池の性能では世界トップクラスである。さらに、複数グループによる、光非線形性を利用した 3 次元ディスプレイ研究の中核となっている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)、テーマ題目 (b-2)

レーザー精密プロセスグループ

(Laser-Induced Materials Processing Group)

研究グループ長：新納 弘之

(つくば中央第5)

概 要：

- ・目的：光の特性を最大限に生かすことによって新産業創出に寄与することを目標として、石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスなどの先端的レーザー精密プロセスを駆使した高付加価値化加工手法の開発、及び新機能デバイスプロトタイプ作製の通じて、材料加工プロセスの高度化技術の研究を推進する。これによって、情報通信・化学/医療などの先進産業分野におけるデバイス製造に寄与する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：当研究グループの実験装置である紫外レーザーアブレーション微細加工装置、アブレーション評価装置、極低温マトリックス光分解装置等を駆使し、独自技術ならびにノウハウを組み合わせることによって有用性の高い技術開発を行う。
- ・国際的な研究レベル：レーザー誘起背面湿式加工法による石英ガラス等透明材料のオンデマンド型迅速微細加工技術は、当研究チームにおいて独自に開発してきた国際的に注目される技術である。ナノスケ

ールでの高精度化を進めることで、その特性を生かしたマイクロ流体デバイスやその場分析型バイオ活性化微小球分析デバイスなどの高機能光学素子や分析デバイスの試作を推進している。

研究テーマ：テーマ題目 (c-2)

デバイス機能化技術グループ

(Photonic Device Application Group)

(関西センター)

研究グループ長：谷垣 宣孝

概 要：

- ・目的：高度な材料プロセス技術及び精密・高感度計測技術を駆使し、分子配向・ナノ構造を有する高分子材料の創製、機能化、光物性測定を行い、光デバイスの開発を目指す。また、光計測技術の実用化を目指すし、新規計測技術・装置の開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：ディスプレイなどのヒューマンインターフェイスデバイス開発に寄与する。また、新規計測技術はライフサイエンス、ナノテクノロジーへ応用される。
- ・国際的な研究レベル：摩擦転写法、蒸気輸送法、真空スプレー法などのオリジナルのプロセス技術を用いた有機 EL 等の有機デバイス開発を行っている。蛋白質と半導体の結合による高感度・高密度光受容素子の開発を行っている。また、計測技術に関しては超偏極希ガス利用の NMR・MRI 応用では世界のトップレベルであり、走査型力検出 NMR 顕微鏡など新しい方式に基づく装置開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)、テーマ題目 (c-3)

光電子プロセスグループ

(Photonic Process Group)

研究グループ長：太田 浩二

(関西センター)

概 要：

- ・目的：先進的な光計測技術を駆使することで材料内での光電子過程を理解し、また得られた光電子物性向上に関する情報を、光加工及び光デバイス応用へとつなげていくことを目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：(1) 将来的な三次元 (多層) 光ストレージメモリ等のための基盤的材料技術として、高感度二光子吸収材料の開発とその評価、及び (2) 独自の多層膜 FZP 方式による高エネルギー X 線用集光素子の開発とその X 線顕微鏡への応用展開に取り組んでいる。
- ・国際的な研究レベル：材料の二光子吸収特性の評価技術に関しては、国際的にも有数の研究機関と認識されており、国内外との共同研究を通して、将来の多層光記録に有望な化

合物の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)

超短パルスレーザーグループ

(Ultrafast Lasers Group)

研究グループ長：鳥塚 健二

(つくば中央第2)

概要：

- ・目的：パルス光波合成等の新技術を開発し、未踏領域の光パルス発生、制御、計測応用を開拓することで、超高速技術を先導する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光パルスを利用した、計測や物質プロセスに資する技術である。主な研究内容は、(1)パルス光を電界波形のレベルで制御するパルス内光波位相（キャリアエンベロープ位相；CEP）制御とパルス圧縮・増幅の技術、(2)パルス光波合成に繋がる、異波長光の精密タイミング制御と位相制御の技術、及び(3)超短パルスレーザーの普及に向けた、レーザーの高効率化とパルス利用の技術。
- ・国際的な研究レベル：超短光パルスの発生、制御技術に関するトップグループの一つ。特に、異波長パルス光間の位相制御及びタイミング制御は当所が先導して開拓してきた技術で、世界最高の時間精度を有する。また、パルス内光波位相（CEP）制御光の増幅を、再生増幅器と回折格子ストレッチャーを組合せた高出力化が可能な方式で実現した。さらに高平均出力の Yb ドープ超短パルス固体レーザーについても取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 (c-1)

光画像計測グループ

(Advanced Optical Imaging Group)

研究グループ長：白井 智宏

(つくば東)

概要：

- ・目的：産業上有用で新規な光画像計測技術を研究開発する。具体的には、補償光学等による光波面制御技術、画像分光技術、それらの医療診断（眼底カメラ）への応用、多層構造の光学部品の形状や機械部品の表面形状の計測、などを行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光の共通基盤技術の研究開発によって新産業創出や福祉高齢社会の達成に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：光波面を補償したり制御する技術、波長走査干渉計の解析アルゴリズム等において国際的に競合している。

研究テーマ：テーマ題目 (c-3)

バイオフィotonicsグループ

(Bio-Photonics Group)

研究グループ長：牛島 洋史

(つくば中央第5)

概要：

- ・目的：「光情報技術」と「ナノバイオテクノロジー」の融合により、大量の情報を並列的に短時間で処理し、高密度集積化できる「光検出型ナノバイオ素子」の開発及びその関連技術の確立を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ：バイオ関連物質の非特異吸着と、吸着による変性を防ぐため、シリコンをセンシング界面に適用可能な、光導波モードによる検出機構を開発した。具体的には、従来の表面プラズモン共鳴（SPR）センサではセンシング界面が金であるため、タンパク等の変性が避けられなかったが、金蒸着膜上に積層したシリコンをセンシング界面と導波路として用いることでタンパクの非特異吸着を防ぐとともに、従来比4倍の高感度化に成功した。
- ・国際的な研究レベル：遺伝情報の抽出による診断や創薬に必須であるマイクロアレイのような、ケミカルバイオセンサーアレイの作製において、エバネッセント場を利用した高感度化技術と光や電場による表面の微細構造を制御し機能化する技術、マイクロコンタクトプリント法やペンタイプ・リソグラフィなどのソフトリソグラフィーを用いた微細パターンング技術という、国際的にもトップクラスの水準にある当所の技術を融合することで、他には見られない特徴的な研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目 (c-3)

[テーマ題目1] 光IT技術

[研究代表者] 土田 英実

(上席研究員、情報通信フォトニクスグループ長)

[研究担当者] 大柳 宏之、森 雅彦、他

(常勤職員17名、他10名)

[研究内容]

a-1) テラビット (Tb/s) 級大容量光通信技術のための光信号制御・デバイス技術の開発

第二期中の実用化を目指して 40~160 Gb/s で動作可能な光信号処理技術、実装可能な 160 Gb/s 以上の光スイッチデバイスの開発を進める。平成 21 年度は、光変調フォーマット変換と光信号波形計測の研究、及びスペクトル線幅測定器の開発を行った。光電子発振器による光クロック抽出と、半導体光増幅器による光位相変調を組み合わせて、10Gb/s オンオフ変調から2値位相変調へのフォーマット変換を実現した。時分割ベクトル光サンプリングによる光信号電界波形計測技術を開発し、半導体光増幅器の超高速応答特性を評価した。周回型遅延自己ヘテロダイン法によるスペクト

ル線幅測定器を開発し、1kHz 以下の分解能を実現できる見通しを得た。

a-2) ナノフォトニクス技術・フォトニック結晶技術による超小型光回路開発

新しい材料や量子構造の創製技術を確立し、次世代情報通信技術に資する未踏技術領域での光電子デバイスを実現することを目的とし、高品質な新材料や量子ナノ構造の作製技術を基に、次世代の光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイス及び技術展開としての太陽電池、集積化のための、プロトタイプを試作、実証を行う。

平成21年度は、 $6 \times 10^{10} \text{cm}^2$ の高い面密度と発光半値幅28meVの高均一を同時に実現する $1.3 \mu\text{m}$ 帯量子ドット作製法を確立するとともに、7mA以下の低しきい値電流動作を実現した。また、InGaAs量子ドット太陽電池を試作し、変換効率10%以上（世界トップレベル）を実現した。フォトニック結晶光デバイスの関しては、スイッチを2個縦続接続した2x3スイッチの試作に成功し、マイクロヒーターによる制御で消費電力10mW以下、動作速度約5 μs のスイッチアレイ動作を実現した。また、実用化に適した低屈折率材料クラッド型2次元フォトニック結晶光共振器に関する理論解析を行い、Q値10万以上の実現が可能であることを明らかとした。さらに、多層光配線を可能とするアモルファスシリコン光導波路の研究を進め、スポットサイズコンバータを開発、これを利用したカーボンナノチューブ含有光非線形デバイスを実現した。

a-3) 量子暗号・情報通信技術の高度化

情報通信のセキュリティ向上に資するため、光通信波長帯における多光子量子もつれ発生・制御技術、及び多者間量子情報処理技術の開発を行う。平成21年度は、パラメトリック変換による4光子もつれ状態の発生技術の開発、ならびに量子干渉、量子もつれ交換の実験を行った。量子干渉では可干渉度75%、量子もつれ交換では忠実度55%を達成した。

[分野名] 情報通信分野

[キーワード] 超高速光信号処理、光変調フォーマット変換、光信号波形計測、フォトニック結晶、光導波路、ナノ構造デバイス、量子ドット、電界効果トランジスタ (FET)、有機レーザ、カーボンナノチューブ、光子検出、高感度光センサ、量子暗号通信

[テーマ題目2] 光インターフェース技術

[研究代表者] 八瀬 清志 (副研究部門長)

[研究担当者] 西井 準治、鎌田 俊英、長谷川達生、金里雅敏、阿澄 玲子、谷垣 宣孝、太田 浩二、他
(常勤職員40名、他37名)

[研究内容]

b-1) 有機・高分子系材料薄膜トランジスタ及び表示素子の開発

有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法による大面積・フレキシブルな薄膜トランジスタ及び表示素子等の開発を行う。ヒューマン・フレンドリーな光電子デバイスのフレキシブル、低コスト、低消費電力かつ高性能の有機デバイスの創製のため、フレキシブル・ディスプレイ、印刷法を用いて作製する有機トランジスタ、外光を取り込むことで高効率に発光する有機EL素子及び酸化ガラスへの半導体超微粒子の分散による高輝度発光体等の研究を行う。平成21年度には、塗布型n型およびp型半導体を用いた有機薄膜トランジスタの作製プロセスの改良により高性能化を行った。また、プラスチックフィルム上に、 $5 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ の低抵抗率を示すアルミニウム電極パターンの印刷形成に世界で初めて成功した。

b-2) 素子、光導波路等を一体化した光回路作製技術の開発

受光・発光・表示素子、光スイッチ、フィルタ及び光導波路等を一体化した光回路作製技術等の要素技術を研究開発するとともに、次世代光部品としての、合分波 (パッシブ) 及び光スイッチ (アクティブ) 光導波路の開発を行う。

b-3) ナノスケール加工・修飾・計測技術の開発

フレキシブル情報家電用のガラス、プラスチック等透明基板のナノスケールでの加工・修飾・計測技術を開発する。平成21年度には、ガラスインプリント法で、一次元周期構造を平板ガラスの両面に成型することに成功するとともに、反射防止機能を持つ二次元周期構造を球面ガラスレンズ上へ形成することにも成功した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野

[キーワード] 有機半導体、有機デバイス、有機TFT、有機EL

[テーマ題目3] 光フロンティア技術

[研究代表者] 鳥塚 健二

(副研究部門長、超短パルスレーザーグループ長)

[研究担当者] 新納 弘之、白井 智宏、牛島 洋史、他 (常勤職員21名、他12名)

[研究内容]

c-1) 超短光パルスの発生・制御・計測の研究開発

アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導することを目的として、光波位相や光パルスのタイミング等を精密制御し、超短光パルス光源の極限性能の追求や、新しい概念に基づく計測・物質操作技術を開発する。パルス圧縮が主流である超短光パルス発生技

術に、パルス光波合成の手法を導入して電界波形を制御することで、超短光パルス技術の新しい展開を図る。

第2期のうちに、異波長コヒーレント光の合成により、5 フェムト秒 (fs) 以下パルスの発生を行うとともに、パルス特性精密制御技術を開発し、増幅パルスでタイミング精度 3 fs、パルス内光波位相 (CEP) 精度 0.2 rad を得ること、また、光イオン化等の物理過程計測で、これらの光パルス発生制御技術の効果を確認することを目指す。

平成 21 年度には、異波長コヒーレント光 3 波長の合成実験を行い、電界強度波形の半値幅で最短 660as (アト秒) を確認した。これまでに開発した 100as のタイミング同期技術をもとに、異波長コヒーレント光に同期したパラメトリック増幅励起用 Yb ドープファイバーレーザーを開発し、700fs、50 μ J、400kHz の高パルスエネルギーを得た。

c-2) レーザー微細加工技術

レーザープロセス、加工技術の高度化により、大面積かつ微細な構造の形成技術を開発する。

平成 21 年度には、レーザー誘起背面湿式加工法を駆使し、ナノスケールでの高精度化ならびに高アスペクト比深溝構造の作成自由度を高める新しい加工手法を開発することに成功した。これにより、オンデマンド型加工技術をさらに発展させることが可能になり、散乱光による信号ノイズを 75% 減少させ分析素子を搭載する高感度マイクロ流体分光システムを試作できた。

c-3) 光計測・情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の開発

ライフサイエンス分野との融合により、光計測と情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の新しい技術創出を目指して、高機能眼底カメラ、及びケミカル・バイオセンサーデバイスの研究開発を行う。

眼底カメラの高機能化については、分解能を飛躍的に向上させるための医療用の補償光学技術、及び眼底の機能情報をマッピングするための眼底画像分光 (分光イメージング) 技術の開発を行い、眼底カメラへの実装と計測結果に関する医学評価を目指す。

平成 21 年度には、平成 20 年度に試作した走査型眼底分光装置を京都大学附属病院に持ち込み、臨床現場において装置の医学的評価を実施した。当該装置本体と同装置に組み込んだ独自開発のデータ解析ソフトウェアについて、臨床現場における適合性と性能を確認したところ、他の侵襲的方法に比較した優位性が認められた。特に、循環器疾患を診断する上で、有効に機能することが明らかとなった。

ケミカル・バイオセンサーデバイスについては、平成 20 年度までに開発したアルミニウム蒸着膜を用いたエバネッセント場により増強された蛍光による高感

度検出光学系を、長距離伝搬型表面プラズモンや導波モードを利用するシステムへと拡張し、より高感度な検出を可能とした。更に複数の試料を同時に分析可能な、分画型検出システムのプロトタイプも製作した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス分野、計測標準分野

[キーワード] 超短パルスレーザー、補償光学、画像分光、眼底イメージング、バイオセンサー、表面プラズモン

⑥【人間福祉医工学研究部門】

(Institute for Human Science and Biomedical Engineering)

(存続期間：2001.4～終了日)

研究部門長：赤松 幹之

副研究部門長：本間 一弘、関 芳明

上席研究員：佐川 賢

所在地：つくば中央第6、東事業所、関西センター

人員：64名 (61名)

経費：880,707千円 (運営交付金370,187千円)

概要：

人間福祉医工学研究部門では、健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発を推進する。生活者としての人間や生体システムとしての人間の科学的理解を深めることにより、高度情報化された生活環境の中で少子高齢化を迎えた社会に暮らす人々のためになることは何であるかを見極めたうえで、人間の科学的理解によって得られた知見を基にした製品を人々の生活に導入することをミッションとする。

このミッションを果たすために、安全・安心な生活環境を創出する機器、使いやすい製品を設計することを支援する技術、健康増進のための機器、患者にとって安全で負担の少ない医療機器技術、医療高度化の支援技術などの研究開発を進め、人間生活及び医療福祉機器関連産業の育成・活性化に貢献する。

課題1 人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発 (人間生活工学分野)：

認知計測・解析技術を基盤として、低負荷でウェアラブルな認知計測技術を開発し、そのデータを用いて認知行動モデルを構築するとともに、行動分析技術を基盤として、情報機器利用行動プロセスの評価を実施し、情報獲得行動等のモデル化を行う。また、高臨場感環境に対応するために、感覚知覚機能計測技術を基盤として、複合感覚情報による生体作用評価を実施し、そうした情報による生体作用のモデル化を行う。これらのモデルを用いて、ユビキタス情報提示環境のユー

が適合性評価技術を開発するとともに、その過程において、関連するさまざまな問題解決の手法を提案する。

課題2 高齢者・障害者のための標準化研究（人間生活工学分野）：

高齢者・障害者・消費者の、安全で快適な生活環境の実現に向けた技術開発に関する研究を遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のための標準的技術の確立を目的とする。そのため、人間の感覚知覚の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、それに基づいて、高齢者・障害者のニーズに対応した製品・環境の設計技術や、消費者の安全性を確保するための技術を開発し、その技術を国内外の規格として制定・普及させる。

課題3 身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発（健康福祉工学分野）：

活力ある高齢社会の実現に資するため、産総研独自の健康増進技術を構築することを狙いとして、動作や循環に係る身体調節機能を計測・評価する。さらに、これらの身体調節動態をモデル化するとともに、身体運動や睡眠がこれらの機能に及ぼす影響を解明することにより、機能回復・改善のための基盤技術を研究開発する。

課題4 高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発（医工学研究分野）：

より高精度で安全かつ効果的な診断を実現するため、疾病などに伴う組織構造及び代謝機能の変化を治療前後及び治療中に捉えるためのマルチモダリティ迅速計測及び微細生理機能計測技術、医師の第二の手として安全確実に病変部に到達・治療する高精度針穿刺・微細マニピュレーション技術及びそれら新規技術を安全に使いこなすための手術手技スキル評価・トレーニング手法を研究開発する。

課題5 長期生体適合性を有する代替治療機器の研究開発（医工学研究分野）：

手術だけでは対応できないまでに機能を喪失した器官に対して、その機能を人工的に代替・再生する代替治療機器が必要である。そのため長期生体適合性と耐久性を有する人工臓器及び拒絶反応無く組織接着性・組織誘導性・抗感染性を持つ高機能生体材料の研究開発を行うとともに、標準化、ガイドライン策定等の産業化支援を行う。

内部資金：

交付金 標準基盤研究 ロービジョンのための可読文字サイズの標準化

交付金 標準基盤研究 人間工学一身体到達域に関する研

究

交付金 標準基盤研究 近赤外光診断装置の性能試験方法および装置較正用ファントムの標準化

交付金 標準基盤研究 超音波パルス反射法及び圧力計測法の併用による人工血管材料及び再生血管足場材料の弾性率測定方法の標準化

交付金 標準基盤研究 公共空間に設置する移動支援用音案内の標準化

交付金 標準基盤研究 再生医療材料の *in vitro* 吸収性評価国際標準形成に関する研究

交付金 標準基盤研究 赤外線サーモグラフィを用いた整形外科デバイスの力学的適合性試験方法

交付金 標準基盤研究 映像の生体安全性に基づく安全基準の国際標準化

交付金 標準基盤研究 整形インプラントの力学試験方法の国内及び国際標準化

交付金 標準基盤研究 異なる純音オージオメータ用イヤホンによる聴覚閾値レベルの比較補正方法の標準化

外部資金：

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型）平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）血管・血液特性の同時センシング技術を搭載した新規血管機能検査装置の実証研究

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業）X線組成分析装置の開発

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業）家庭用動脈硬化度計測機器の研究開発

経済産業省 基準認証研究開発委託費 平成21年度基準認証研究開発委託費（国際標準共同研究開発事業：アクセシブルデザインの体系的技術に関する標準化）

経済産業省 低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業 平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）

経済産業省 医療機器開発ガイドライン策定事業 平成21年度医療機器開発ガイドライン策定事業（医療機器に関する開発ガイドライン作成のための支援事業）

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略的開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/生活行動応答型省エネシステム（BeHomeS）の研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化事業（平成21年度）－整形系・血管系インプラントの評価技術の標準化－

文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究 顔認知他人種効果の生起因を探る－ストラテジー、処理効率、内部ノイズによる検討－

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 日常刺激の視覚探索における記憶の働きに関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B MRI を用いた生体内超音波音場可視化技術の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 操作行動による視空間知覚の変容過程の解明

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 血液自身を潤滑液として回転浮上する長期使用可能な補助循環ポンプに関する研究開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 聴覚補助器による音声コミュニケーション能力を評価する尺度の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 長期間の日常生活での生理計測に基づく個人適合型ストレス評価手法の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 異なる感覚モダリティ間・属性間の時間比較を可能にする脳内情報処理機構の解明

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 顔情報処理における他人種効果：分類画像法と視線解析法を用いた検討

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(B) 水素吸蔵合

金アクチュエータを利用した関節可動域訓練システムに関する生体工学的研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(B) 左前頭葉における非言語的遂行機能の解明：脳外科的技術による認知科学へのアプローチ

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(B) 公共空間において場所及び方向を示す音案内の新しいデザイン方法

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(B) 変動する温熱環境が睡眠時の人体に及ぼす影響の評価技術の開発

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(C) ノイズ刺激の追加による認知成績向上と適応的メンタルセット形成に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(C) 発達障害者の療育におけるゲーム性を応用した身体制御機能訓練用補助装置に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(C) 拡散強調画像法と脳磁場計測によるヒトの第一次味覚野の同定

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 重度難聴者のための骨導超音波による音の到来方向知覚支援に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 反復接触による視覚情報処理過程の適応的変容の解明

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 輝度の時間的変動を伴う光環境の心理学的および生理学的評価に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 見落としの回避における時間・空間要因の検討-RSVP 課題と視覚探索課題を用いて

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 経皮デバイスの軟組織接着を向上させるためのセメント質様構造表面層の形成

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 長寿社会における住環境の快適性向上のための音環境の評価とアセスメント手法の開発

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 生物

学的シグナル分子を担持した癌免疫療法用複合メソポーラスアジュバンド

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金 助成金 骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 曲がり管を利用した超小型質量流量計の開発

受託 独立行政法人科学技術振興機構 研究成果活用プラザ大阪 重点地域研究開発推進プログラム（シーズ発掘試験） 重度難聴者のための新型補聴器の開発：両耳装用方式による音像定位能の付加

受託 独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションサテライト茨城 重点地域研究開発推進プログラム（シーズ発掘試験） 動物実験に代わる循環器系医療機器の血液適合性評価法確立のための試験研究

受託 社団法人日本ツーバイフォー建築協会 枠組壁工法における実需型高性能床遮音工法の開発のための「うるささ」評価法の開発

受託 茨城県 平成21年度いばらき研究開発推進事業 陽子線照射と免疫補助療法を併用する新たな肝癌治療法の開発

受託 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 平成21年度「新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業」 高度食味プロファイリングにおける脳内感覚処理の研究

受託 国立大学法人東京大学 三次元複合臓器構造体研究開発

受託 日本騒音制御工学会 平成21年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査等業務 平成21年度低周波音に係る閾値等に関する被験者実験

発 表：誌上発表309件、口頭発表409件、その他47件

アクセシブルデザイン研究グループ
(Accessible Design Group)

研究グループ長：倉片 憲治

(つくば中央第6)

概 要：

高齢社会における安全で快適な生活に関する研究を遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のために貢献することを目標とする。このため、人間の感覚知覚

の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、それに基づいて ISO/IEC ガイド71に推奨された高齢者障害者配慮の設計技術（アクセシブルデザイン）を開発する。さらに、その技術を国内外の規格として制定し、アクセシブルデザインの普及を目指す。

研究領域は、聴覚、視覚、触覚の基本的な感覚知覚特性及びこれらの感覚情報から認識レベルにいたる過程の特性(言語理解、文字認識など)を対象とする。

具体的研究課題としては、音及び音声による案内技術、低周波を含む騒音特性の評価、低視覚（ロービジョン）のための視覚表示物の設計指針、IT 機器のアクセシビリティ、視覚障害者のための触覚情報表示技術などを実施する。

研究テーマ：テーマ題目2

マルチモダリティ研究グループ

(Multimodal Integration Research Group)

研究グループ長：氏家 弘裕

(つくば中央第6)

概 要：

人間の視覚、聴覚、味嗅覚、平衡覚および運動感覚等についての情報の統合機構解明を前提として、人間の感覚知覚統合機能に適合した VR 環境等のマルチモーダル情報提示に関する技術開発を目指し、以下の研究を実施する。

(1) 情報提示効果の予測技術開発：

人間環境を取り巻くマルチモーダル情報提示の機能性と快適性の向上に資する評価手法の確立、及び評価計測器、設計指針等の開発を進める。具体的には、時空間表象の共有特性に基づく視覚と聴覚、触覚、体性感覚の統合機能の評価、仮想音源提示手法の開発とこれを用いた聴覚と他の感覚との統合機能解明、視覚と前庭の情報統合過程の解明に基づいた VR コンテンツ等のためのガイドライン作成に向けたデータ収集などを行う。さらに、口腔内での味覚、嗅覚、触覚間の相互作用を解明し、味覚・嗅覚機能の自覚的・他覚的検査法を確立する。

(2) リスク低減に資する知的基盤確立：

情報提示による生体影響に関するデータ収集とその蓄積を行い、これに基づく健康面への影響評価技術を開発し、ISO 等での規格化を行う。具体的には、マルチモーダル環境でとりわけ問題となる人工立体視による視覚疲労やサイバー酔いについて、提示情報特性による影響と人間の個人差特性による影響を明らかにして、評価技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

認知行動システム研究グループ

(Cognition and Action Research Group)

研究グループ長：熊田 孝恒

(つくば中央第6)

概要：

認知行動システム研究グループでは、人間の認知行動を1つのシステムにとらえ、外界とのインタラクションによってダイナミックに変容する認知特性を解明し、その研究成果を社会に還元することを目的とする。

実生活場面における認知特性計測に関する研究として、日常生活空間をシミュレートした視覚刺激における人間の認知特性の研究に着手する。

高齢者・障害者の認知行動特性の応用技術に関する研究として、注意機能及び遂行機能にかかわる高次脳機能の低下や障害がマルチタスク遂行に及ぼす影響を心理物理実験及び脳機能計測により明らかにする。さらに、動作の微細な調節を担う錐体外路機能と認知行動表現系との関連に関する研究を実施し、加齢や脳機能障害を評価するためのツールの開発を推進する。

また、マルチタスク遂行時の認知行動特性の計測に関する研究として、トップダウン情報とボトムアップ情報との情報統合、マルチタスク間でのタスクスイッチングや注意資源配分などに関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

ユビキタスインタラクショングループ

(Human Ubiquitous-Environment Interaction Group)

研究グループ長：宇津木 明男

(つくば中央第6)

概要：

人間生活においては生活環境における情報化及び情報と通信の融合が進み、情報技術がオフィスばかりでなく生活の場へも浸透し、ユビキタス社会が実現しつつある。すでに、携帯電話や PDA、また ITS (高度道路交通システム) などの情報支援機器や行動支援機器、ネットワーク対応した家電機器の開発などが行われているが、その支援の恩恵を誰もが享受できるユビキタス社会を実現することが、社会的な要請となっている。

この要請に応えるために、ユビキタス機器利用時の人間の認知行動特性の理解を得ること、また、それに適合した情報支援・行動支援環境を創出することを目的として、生活行動の把握技術の開発、ユビキタスインタフェースの評価技術の開発を行う。さらに、これらの認知行動特性の理解に基づいて、ユビキタス社会における人間の活動を支援することのできるユビキタスインタフェースの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

操作スキル研究グループ

(Skill Research Group)

研究グループ長：山下 樹里

(つくば中央第6)

概要：

近年の情報技術の進歩により、言葉や画像で表現された情報は非常に速く広範囲に伝達されるようになった。これに対し、身体動作や道具の操作スキルの伝達・教授方法は旧来のマンツーマンコミュニケーションに依存しており、情報化は遅れている。このため、例えば新しく高度な治療機器が開発されてもその普及速度は遅く、かつ伝達された操作スキルの質にも格差が生じるという大きな問題が生じている。

このため、身体動作・操作の行動計測及びその分析により、操作スキルレベルの客観的評価指標抽出及び効果的なトレーニング技術の開発を行うことにより動作・操作スキルの評価、伝達、教授手法の確立を目指す。

具体的には、身体動作・操作スキル教授場面として内視鏡下鼻内手術を取り上げ、精密疑似患者モデルを用いた手術操作スキル評価技術、スキルトレーニング技術の研究を医療機関と連携して行い、内視鏡下低侵襲手術の普及と安全性向上に資する。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目1

環境適応研究グループ

(Environmental Control Group)

研究グループ長：都築 和代

(つくば中央第6)

概要：

安全、健康で快適な睡眠を導く睡眠環境評価技術の確立を目指し、環境負荷低減を試みるために、不均一に温熱環境制御する評価技術に関する研究を行う。人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一環境が人体に及ぼす影響を解明する。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張する。

また、実生活環境における生活行動の計測・評価技術の確立を目指し、四季にわたって衣服量や温冷感など主観申告調査並びに人の周囲温湿度の計測を1週間程度にわたって行い、季節順化の影響について明らかにする。また、実生活場面における低侵襲・低拘束の心電図や睡眠解析のための睡眠評価技術の現場計測についても検討する。

さらに、高齢社会における環境適応のための生活環境評価技術に関する研究として、これまでに行ってきた製品の使いやすさや駅の使いやすさなどの主観評価のデータ収集に基づき製品及び生活環境のユーザビリティ

ティ指標構成を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目2

身体適応支援工学グループ

(Physical Fitness Technology Group)

研究グループ長：横井 孝志

(つくば中央第6)

概要：

少子高齢社会において安全・安心で質の高い生活を実現することを目的に、加齢等による心身機能低下の抑制、並びに心身機能が低下した高齢者にも適合した生活環境の構築という2つの観点から、以下の研究開発を進める。

(1) 身体適応に関する研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現をねらいとして、過度な利便性や加齢等に起因する心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。特に、転倒予防や巧みな身のこなしに関係する動作系の適応力、立ちくらみや身体活動状態の急激な変化に対応できる循環系の適応力に関して、運動等に対する心身の反応を計測・評価する技術の研究やこれに基づいた機能改善技術を開発する。

(2) 環境適応に関する研究開発：

高齢者にも適合した生活環境の構築をねらいとして、人間の体格や動作の特性、あるいはこれらの加齢変化に配慮した生活空間、作業空間等の設計に資する人間特性の計測を行う。さらに、計測データに基づいた人間-環境系評価の技術に関して研究開発等を進め、これらを人間工学関連の標準化あるいは設計ガイドライン策定へと展開する。

研究テーマ：テーマ題目3

くらし情報工学グループ

(Living Informatics Group)

研究グループ長：岩木 直

(関西センター)

概要：

安全で安心できる健康的な生活を実現するためには、不規則で多様化している生活そのものを理解して、生活者の身体適応能力を維持・改善する生活空間の創出、あるいは少子高齢社会の中で皆が高いQOLを実現するための生活サポート技術の開発が必要になっている。そこで、日常生活を対象に生活者の行動・生理応答・認知応答を計測する技術の開発、得られた生活情報から生活者の状態を評価・理解する技術の開発、生活者の状態理解に基づいた人間に適した生活空間や生活サポートを提供する技術の開発を行う。

一方、健康的で高いQOLを維持・向上するためには、高齢者や障害者にとっても使いやすい製品・空間をデザインすることが必要になる。同時に、疾病等で低下した認知機能を高精度で計測・評価することが、正確な診断や効果的なりハビリテーションの実現に向けて重要である。そこで、人間が持つ共通基盤的な特性であるヒトの五感（聴覚、視覚、嗅覚、味覚、体性感覚）のみならず言語・記憶等の高次機能に関わる機能メカニズムの解明を脳磁界計測、脳波計測、VRを用いた心理物理実験などの非侵襲的手法によって進める。また、このための要素技術として、脳神経活動を高精度に可視化する技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

生活支援機器グループ

(Assistive Device Technology Group)

研究グループ長：永田 可彦

(つくば東)

概要：

高齢社会においては健康長寿への欲求は高く、安全・安心な暮らしを支援し、生活の質の向上を図るための生活製品が多く利用されている。しかし、それらの生活支援機器の過度な利便性が生活生存に必要な身心適応能力の低下を引き起こすという可能性は否定できない。そのため、個々人が積極的に生活できる活力を保ちながら健康長寿を実現するには、個々人の身体能力に応じた支援機器が必要となる。

このため、人間の科学的理解によって得られた知見を基にして、生活の場面で使用できる簡易で無侵襲な体内構造・機能測定装置の開発や高齢者や障害者の身体能力に適切に対応した、斬新な駆動機構を持つ乗りやすい自転車や、手の表情が変化する能動装飾義手などの生活支援機器の開発を行う。

また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッシュアップにも積極的に取り組む。また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッシュアップにも積極的に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目3

医用計測技術グループ

(Biomedical Sensing and Imaging Group)

研究グループ長：兵藤 行志

(つくば東・つくば中央第6)

概要：

高齢社会においては等しく健康の延伸と長寿の達

成が社会的要請となっている。当研究部門の方針である「健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発」において、「精密診断による安全かつ効果的な医療の実現」や正確な診断を施すための「高次生理機能計測技術の開発」を推進する必要がある。医用計測技術グループは、医工連携を基軸として、脳神経系、心臓血管系、筋肉骨格系における疾病の迅速な診断および脳機能障害の検査法や的確なリハビリ診断を支援・実現するための関連技術の研究開発を進める。具体的には、MRI、光、超音波、微小電極、高分解能 X 線などの計測技術を高度化し、それらをマルチモダリティ化することによって創生される新しい診断情報の提供を実現する。また、これらの開発技術を、(1)無侵襲診断、術中診断等の臨床医学、(2)脳神経系の機能障害や修復過程の解明などの基礎医学、(3)高齢者の機能計測・リハビリ効果の定量測定法の開発などの人間工学における研究の推進などに活用し、医療機器の製品化や研究ツールの実用化に直結した研究開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目 4

治療支援技術グループ

(Surgical Assist Technology Group)

研究グループ長：鎮西 清行

(つくば東)

概要：

病変部位を安全確実にピンポイント同定・到達する手段の提供を目指して、微細侵襲技術に関する研究を進める。

微細侵襲技術の研究では、MRI 装置、プローブを移動する駆動部、駆動部及び対象を観察するための顕微内視鏡部、操作者が操作する操作部から構成される「MR 内分析用微小操作システム」に関して、「三次元複合臓器構造体研究開発」と補完的な部分の開発を行ない、内視鏡と駆動部のレジストレーションを行うソフトウェア及び粗動機構を実装した。また、東北大学、東京大学との共同研究により高精度赤外温度計測装置による脳神経外科手術中の脳組織の血流状態の非接触計測に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 4

高機能生体材料グループ

(Advanced Biomaterials Group)

研究グループ長：伊藤 敦夫

(つくば中央第6、つくば東)

概要：

人工骨や経皮デバイスの用途として、組織接着性に優れ骨形成促進等の生体組織修復機能や抗感染機能を付加した生体適合材料を研究開発する。また、産業界で開発される医療機器の円滑かつ迅速な開

発・製品化を促進し、安全な治療を実現するための研究を実施する。

組織再生・抗感染性を有する生体材料として、生体吸収性ポリマーを複合化した抗菌剤徐放性を有する人工骨やシグナル物質を担持した骨折固定具を製作して評価する。

再生組織や生体組織の高分解能 X 線断層撮影を行い、静的・動的力学試験を実施する。軟組織における研究では、運動時に重要な役割を果たしている膝関節十字靭帯や軟骨について損傷メカニズムを解明するために動物関節を用いて、力学試験を実施する。

生体物質の分子間相互作用解析については、医薬品であり、生体材料分野にも適応が期待されるタンパク質結晶を結晶化させる条件を検討する。また骨形成を促す人工タンパク質の開発を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 5

人工臓器グループ

(Artificial Organ Group)

研究グループ長：丸山 修

(つくば東、つくば中央第6)

概要：

再手術をなくし社会復帰を可能にする、長期の生体適合性と耐久性を有し、安心安全に使用できる人工臓器の実現を目指す。

具体的な目標としては、流体力学適合性、血液適合性、循環生理学的適合性、長期耐久性、かつ早期診断機能を有する人工臓器を実現するための、技術開発と技術評価を行う。特に流れの可視化実験法、耐久性評価法、模擬血栓試験法、循環生理計測法など広く応用できる基盤技術の確立を図りながら、最終的には、回転型の体内埋込み型人工心臓および体外循環血液ポンプについて生体適合性と高耐久性を検証し、長期に使える人工臓器を実現する。また、脳梗塞などの脳血管疾患によって失われた身体機能を回復させるための効率的なリハビリテーション手法を開発することを目指して、その脳内メカニズムを解明するのに必要な、電極技術、信号処理技術および実験動物モデルを構築する。

研究テーマ：テーマ題目 5

[テーマ題目 1] 人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発

[研究代表者] 熊田 孝恒

(認知行動システムグループ)

宇津木 明男

(ユビキタスイインタラクショングループ)

岩木 直

(くらし情報工学グループ)

氏家 弘裕

(マルチモダリティ研究グループ)

[研究担当者] 熊田 孝恒、瀧田 正寿、
河原 純一郎、武田 裕司、
永井 聖剛、渡邊 克己、
宇津木 明男、北島 宗雄、
高橋 昭彦、竹内 晴彦、佐藤 滋、
中村 則雄、横山 一也、佐藤 稔久、
熊谷 徹、森川 治、岩木 直、
浜田 隆史、渡邊 洋、添田 喜治、
梅村 浩之、中川 誠司、吉野 公三、
氏家 弘裕、蘆原 郁、遠藤 博史、
小早川 達、藤崎 和香
(常勤職員27名、他23名)

[研究内容]

1) 生活行動の把握技術：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境内における人間行動の適切な理解に基づいた行動支援が必要である。本研究では、人間の行動意図を、行動の結果として現れる操作系の時系列データを分析して得るための技術開発を行うことを目的とする。

平成21年度は、運転行動の時系列パターンの時間周波数分析により先行車追従の状況分類を行った。減速意図の推定と加速度変動の定常性の評価によって典型的な状況タイプを抽出した。状況の変化に応じて相対速度から車間距離への臨界値関数のパラメータを調整することにより、相対速度と車間距離の関係から先行車への接近警報を生成するシステムの改良を行った。

2) ユビキタスインタフェースの開発：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境への働きかけのしかたが、人間のそのときの活動状況に適合し、適切に行えるようにする必要がある。そこで、未開拓の情報コミュニケーションチャンネルである把持に着目し、把持を利用したコミュニケーション技術の開発を目指す。

平成21年度は、前年度のフィージビリティスタディおよび関連機器の現状仕様に基づき、視覚障害者による利用を考慮した力学型ナビゲーションの課題を抽出するためのプロトタイプ機的设计および制御手法の改善を行い、携帯電話での利用を実現するモバイル型錯触力覚インタフェースを開発した。

3) 空間配置によるユーザインタフェース：

ヒトも道具も単独では非力であっても、周囲との協力により能力を発揮することがある。明示的に、ヒトや道具が相互作用できる場を作り、相互作用によりどのようにして能力が発揮されるのか、そもそもどのようにして相互作用をしているのかを解明することを目指す。写真に自律性を与え相互作用する環境(HyperStage)をコンピュータ上に構築し、写真同士の協調作業により、大きさの恒常性を満たす写真閱

覧システムを作成している。

平成21年度は、写真同士の相互作用が、被写体の大きさ認知に有効であることを明らかにした。また、写真閲覧システムを用いた仮想学校訪問、仮想研究施設訪問の体験システムを構築し、中学校で授業への活用を実践した。

4) 骨導超音波補聴器の開発：

従来型補聴器すら使用できない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在する。骨導超音波を利用した、重度感音性難聴者であっても使用可能な新型補聴器(骨導超音波補聴器)の開発に取り組んだ。

平成21年度は、骨導超音波補聴器の音声知覚特性および両耳知覚特性を詳細に調べ、骨導超音波補聴器が分節音のみならず話者・発話意図といったパラ言語情報の伝達においても実用的な性能を有すること、人工内耳にくらべてより自然な聞こえを示すことを明らかにした。また、音像定位能を向上させる信号処理方式の開発し、両耳装用方式の骨導超音波補聴器を試作した。骨導超音波聴力と気導音聴力、頭部サイズとの関係を詳細に検討し、骨導超音波の知覚メカニズムの特異性を示した。また、骨導超音波重度難聴者を対象とした長期モニタリングを実施し、補聴効果および耳鳴遮蔽効果を観察した。さらに、工業標準策定を目指して、導音のラウドネス特性(周波数と主観的に知覚される音の大きさの関係)の推定に取り組む。骨導技術を応用したマイクロホンの明瞭性向上に取り組み、強大なノイズ下でも良好に動作することを示した。

5) サイバー酔い防止技術の開発：

マルチモーダル情報提示環境においては、身体運動に関わる情報の非整合性などから、いわゆるサイバー酔いの不快症状が発生しやすい。これを未然に防止し、快適なマルチモーダル情報提示環境を構築する必要があり、そのための技術開発を目指す。

平成21年度は、映像酔いに影響する要因として、等価な視覚運動速度を維持しつつ手ぶれ感と浮遊感の2種類の異なる視覚運動パターンを用いた映像よりのべ80名の実験参加者により生体影響計測を実施した。生体影響計測項目には、心理的計測については視聴前後でのシミュレータ酔いアンケート、生理計測については脈波及び心電とした。その結果、視覚速度が同一の場合、浮遊感のあるゆったりとした動きよりも手ぶれ感のある動きの方が、映像酔いの影響が大きくなる傾向が見られた。映像酔いについては、視覚運動速度が主要因であることをこれまでに示してきたが、今回の結果を盛り込んだ対策支援システムの修正を図ることができる。

6) 3次元物体知覚のモデル化と脳活動計測

ユビキタス環境における情報提示評価のためには、ユーザの行動により変容する知覚についての理解が必要である。そこで、インターフェース装置を通した操

作行動と3次元物体認知の相互作用とその変容を検討するための心理物理学の実験と脳機能計測・解析実験を行い、得られた結果に対してコンピュータ・シミュレーションを用いたモデル化と、高次視覚野における脳活動ダイナミクスの可視化を行う。

平成21年度は、3次元入力装置から受動的に与えられた力覚情報が視覚的な3次元形状知覚過程に与える影響について調べた。その結果、このような事態においては力覚情報と視覚情報の位置が一致するときのみ力覚情報が視覚的な形状知覚に変容を及ぼすことが示された。これは我々がこれまでに得てきた能動的な行為における結果とは、予測的な過程を含まないにも関わらず影響が見られた、位置が影響を及ぼした、実験開始時から影響が見られた、などの点で相違が見られるものであり、脳内における情報統合過程のモデル化に重要な知見を与えるものである。また、MEG と fMRI の両データを統合したの枠組みで扱い、MEG 逆問題解析の信頼性と空間的解像度を向上させることにより、視野内の動き情報をもとにした3次元物体の認知に関わる、後頭部・側頭部・頭頂部の神経活動ダイナミクスを高い時空間解像度で可視化できることを示した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生活行動、行動モデル、情報獲得、ユビキタスインタフェース、力感覚提示、聴覚機能、骨導超音波、サイバー酔い

[テーマ題目2] 高齢者・障害者のための標準化研究

[研究代表者] 倉片 憲治

(アクセシブルデザイン研究グループ)

氏家 弘裕

(マルチモダリティ研究グループ)

都築 和代

(環境適応研究グループ)

[研究担当者] 倉片 憲治、佐川 賢、関 喜一、伊藤 納奈、佐藤 洋、氏家 弘裕、小早川 達、渡邊 洋、都築 和代

(常勤職員9名、他12名)

[研究内容]

1) アクセシブルデザインの開発に関する研究：

聴覚、視覚、触覚の加齢特性及びロービジョン（弱視）の視覚特性を計測し、アクセシブルデザインの基盤データベース構築に必要なデータを収集した。聴覚については基本聴覚特性（閾値及び音の大きさの感覚）、騒音中の音声等の聴取能力及び反射音中の方向定位能力、並びに低周波の不快感評価、視覚に関しては色の類似性領域及びカテゴリカル領域、触覚に関しては浮き上がり図形の断面形状の影響、以上のそれぞれについて高齢者・若年者それぞれ約50名のデータを得た。ロービジョンに関しては文字の読みに関する実

験を行い、約75名のデータを得た。

これらの研究成果をもとに、アクセシブルデザイン普及のための ISO/TR 1 編の原案作成を行った。また、報知音に関する ISO 規格原案 2 編及び色の評価方法に関する ISO 規格原案 1 編の審議、並びに音声アナウンスの音量に関する ISO 規格の新規提案 1 件を行うとともに、IT 機器のアクセシビリティに関する ISO/IEC 規格 1 編を制定した。さらに、触知図形の JIS 規格原案 1 件の審議を行うとともに、ロービジョンの色の類似性能力及び高齢者の有効視野に関する JIS/TR 各 1 編を制定した。

2) 映像の生体安全性に関する研究：

映像視聴に伴う好ましくない生体影響を軽減するために、人間工学的研究開発に基づく映像ガイドラインの国際規格化を目指している。

平成21年度は、前年度までに構築した映像酔い評価システムの基本部分である映像酔い生体影響評価モデルについて改良を行い、評価システムの精度を向上させるために、映像酔いによる生体影響計測を実施した。具体的には、視覚運動の速度成分の同一性を維持しつつ動きの振幅や周波数の影響特性を明らかにしたり、両眼立体視を行うことによる影響を明らかにしたりした。これらのデータにより今後モデルの改良を図ることになる。

また、ガイドラインの国際規格化の第一弾として、光感受性発作軽減のためのガイドラインに関する NP 提案を行い、承認された。今後、IS 化に向けて議論が開始される。

3) 温熱環境における高齢者・障害者等の標準化研究：

自動車内で子どもが置き去りされ、熱中症等で亡くなる事故が多数報告されている。そこで、温熱環境の安全性評価のために、子どもの発汗など体温調節を測定する実験を実施し、皮膚温、直腸温、心拍数等の計測結果とおもに成人データと比較しまとめた。また、分析結果より、子どもの体温調節反応に基づく暑熱環境の安全性評価を実施した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 高齢者障害者、ロービジョン、聴覚特性、触覚認識、映像酔い、中等度温熱環境

[テーマ題目3] 身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発

[研究代表者] 都築 和代

(環境適応研究グループ)

横井 孝志

(身体適応支援工学グループ)

永田 可彦

(生活支援機器グループ)

[研究担当者] 都築 和代、小木 元、森 郁恵、

横井 孝志、大塚 裕光、小峰 秀彦、

菅原 順、永田 可彦、稗田 一郎、
岩月 徹、吉野 公三
(常勤職員11名、他7名)

[研究内容]

1) 温熱環境制御による睡眠改善：

人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一温熱環境が人体に及ぼす影響を解明した。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張するための研究を実施した。

平成21年度は、実生活場面における周囲温熱環境とその前の入浴状態が、高齢者の睡眠および体温調節反応に及ぼす影響について実験的検討を実施した。その結果、入眠前の皮膚温の変化は周囲気温の影響を受けるが、就寝中には寝具に覆われているため、入浴の影響はほとんど認められなかった。直腸温は入浴により一過性に上昇したため、就寝前から低下し、入眠1時間後までも低下し続けたが、その後ほぼ横ばい状態になり、明け方への大きな低下は認められなかった。つまり、入浴による影響は、直腸温の低下度には有意な影響を見せ、入浴後の方が低下度は有意に大きくなったが、皮膚温にはほとんど影響を示さなかった。主観申告では入浴後の睡眠の方が良いという評価を得た。今後、睡眠や心電図について分析を進めるとともに、実験数を増やして変動する睡眠温熱環境の研究を加速させるための知見を得ることができた。

2) 運動による身体適応支援技術の研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現を狙いとして、過度の利便性や加齢等に伴う心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。

精神ストレスやリラクゼーションについては、平成22年度にストレス時心循環応答は持久的運動習慣との関係を調べた。一過性精神ストレスは血圧、心拍数を上昇させ、内臓(腎臓)血流量を低下させることは既知であるが、これらのストレス時心循環応答は持久的運動習慣によって減弱することを明らかにした。また、運動以外のストレスマネジメントとしてコメディ視聴によるリラクゼーションの影響についても調べた。その結果、コメディムービー視聴後に、頸動脈コンプライアンスと血管内皮機能が一時的に向上するが、ドキュメンタリームービーの場合は、頸動脈コンプライアンスは変わらず、血管内皮機能は低下することを明らかにした。さらに、異なるリラクゼーション様式として、一過性フェイシャルマッサージの効果についても検討し、血圧、心拍数、動脈硬化度などの心循環動態には影響しないが、心理尺度やストレスホルモン濃度を下げることが明らかになった。

生体計測技術については、まず、血圧計を利用した簡易動脈硬化度計測装置の精度向上を図るとともに、企業と共同で開発した装置は血圧計として薬事承認された。また、掌指脈波による血管機能の指標化に関する研究を実施し、掌から同時に12chの信号を取得する装置、制御ソフトウェア、測定ソフトウェアを作成し、予備実験を行った。その結果、掌の接触圧力の変動が大きく、これによって信号が不安定になることが分かった。一方、電気・磁気を用いて生体内の誘電体・抵抗体としての特性を計測して、生体内の水分分布等を求める研究を行い、誘電体の電界への影響を明らかにした。

3) 心臓血管系の数理モデルに基づくストレス評価技術の開発：

日常生活の中でストレス、疲労、加齢が生体に与える影響を把握することは、心身の健康の維持・増進に重要である。そこでこれらの影響をヒトの生理応答から評価する手法の開発を行うため、ストレスに対する心拍血圧変動応答を説明する心臓循環器系モデルのプロトタイプを開発し、実験データからその妥当性の評価を行う。

平成21年度は、長期間(2ヶ月間)連続計測した被験者の日常生活中心拍変動、気分状態変動、生活活動度変動データを基に、各個人に適合化した緊張感を推定する数理モデルを構築した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 睡眠、体温調節、温熱環境、動作調節、循環調節、運動処方、ストレス、数理モデル、心臓血管系、気分状態

[テーマ題目4] 高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発

[研究代表者] 鎮西 清行

(治療支援技術グループ)

兵藤 行志

(医用計測技術グループ)

山下 樹里

(操作スキル研究グループ)

[研究担当者] 鎮西 清行、小関 義彦、鷲尾 利克、兵藤 行志、鈴木慎也、中谷 徹、三澤 雅樹、谷川 ゆかり、新田 尚隆、山下 樹里、森川 治、熊谷 徹
(常勤職員12名、他10名)

[研究内容]

1) 微細侵襲技術に関する研究：

MRI 対応微細操作システムを応用した「MR 内分析用微小操作システム」を構築した。試作システムによる動物組織の微小血管(直径100 μm 以下)に先端太さ50 μm の微細針を穿刺して薬液を注入する動作が可能であることを確認した。顕微内視鏡の最適焦点距離と

視野広さ、各機器配置等の使い勝手を向上させる知見を得ることができた。

2) 内視鏡下手術手技スキル評価手法の研究：

手技スキル計測に用いる精密疑似患者鼻腔モデルを開発するため、患者医用画像データを収集した（新規4例）。筑波大学の手術室とスキルラボの間に構築した遠隔手術手技指導システムにより、手術室にいる指導医（執刀医）が、ラボで手術中の患者のモデルを手術する若手医師を遠隔指導する実験を1例実施した。従来よりも医療の現場に即した手技指導が安全に実施でき、症例を蓄積すれば効率的に自習が可能なシステムを構築できる可能性がある。

3) 医用計測・診断技術：

3-1) マルチモダリティ迅速計測技術の開発と実用化

MRI における超高速撮像技術とエラストグラフィ技術の確立では、撮像対象に低周波振動を印加しその振動周期に同期したパルスシーケンスを開発することで、撮像対象の弾性率分布が定量的に求められることを示した。さらに、超音波・MRI マルチモダリティ計測技術の開発を進めた。また、超音波による血管及び血液力学特性の高精度同時計測技術の開発では、同技術を搭載したプロトタイプを企業と試作して内皮機能評価の高精度化を実現した。X線撮像システムでは、再生骨軟骨エレメントの移植時期、移植後の成熟度を評価するため、コントラスト分解能を高めたシステムを構築し、骨および軟骨基質産生量分布を求めた。X線透過像および断層像の解析結果と力学試験結果の相関から、製造プロセスの最適化に寄与した。近赤外光計測では、表面筋電計と近赤外モニタとのマルチモダリティ計測から、生体深部筋肉の活動を捉え、さらに筋活動中の生理状態を知ることができた。MR画像との対比から、筋活動に寄与する筋肉を分別できる可能性が示唆された。また、全脳代謝計測法に関する技術開発の方向性を検討した。光応力計測（赤外及び可視光）では、力学的生体適合性評価での有効性を確認した。

3-2) 微細領域生理計測技術

デジタルホログラフィ顕微鏡の開発では、レンズレス化や像修正法の要素を組み込んだ柔軟で収差のない光学系を実現した。ファイバ型フーリエ変換赤外分光計測では、再生軟骨製造プロセス評価への有用性を示した。新規微粒子によるX線機能イメージングと放射線治療の基礎技術開発では、粒子径が異なる数種類の金ナノ粒子水溶液へのX線照射によって増強的に発生する活性酸素種を検出試薬によって特定した。紫外線照射の場合と異なる種類の活性酸素種が生成され、X線治療用増感剤としての有効性が示唆された。また、脳組織病態生理解析では、大脳皮質運動野損傷が運動機能と生理的振戦に及ぼす影響とその回復過程を調べ、運動野による筋力と生理的振戦の制御様式が異なるこ

とが判明した。

3-3) 標準化とガイドラインの基盤研究

工業会や関連公共団体と連携して工業規格原案作成を行った。近赤外光診断装置では、評価用ファントムの検証実験を行い JEITA 規格原案を作成した。赤外線計測では、NDIS3427:2009赤外線サーモグラフィ試験方法通則（制定）、NDIS0604:2009赤外線サーモグラフィ試験—技術者の資格及び認証（制定）、JIS Z 2300:2009非破壊試験用語（改訂）を制定した（NDIS：日本非破壊検査協会規格）。他方、血管系の組織再生度計測方法や移植妥当性評価方法の標準化を目的に、超音波による人工血管材料及び再生血管足場材料の計測・評価基準を検討した。また、マイクロX線CTによる定量的計測評価方法では、材質を変えた既知形状のCT用ファントムを試作し評価した。国内でJIS/ISO準備委員会を設立するとともに、日本側ISO委員会（ISO/TC213/WG10）へのデータ提供を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微細マニピュレーション、針穿刺、摩擦モデル、距離画像カメラ、手術手技スキル評価、MRI、光マイクロプローブ、近赤外光、熱弾性応力測定法、X線CT、再生医療、新生骨、脳機能再構成

【テーマ題目5】 長期生体適合性を有する代替治療機器の研究開発

【研究代表者】 伊藤 敦夫（高機能生体材料グループ）
丸山 修（人工臓器グループ）

【研究担当者】 丸山 修、金子 秀和、西田 正浩、
小阪 亮、伊藤 敦夫、小沼 一雄、
十河 友、岡崎 義光、林 和彦
（常勤職員9名、他30名）

【研究内容】

1) 組織再生・抗感染性生体材料：

抗生物質徐放性人工骨は、これまでより薬剤量を10倍に高めて生分解性ポリマーPLGAを薬剤徐放担体としたところ、これまでより高い治癒率で顎骨骨髄炎を治癒できることを確認した。しかし人工骨の吸収が早まるため新生骨形成量は少なくなった。創外骨折固定具に、骨固着強度を維持しつつ抗感染性を付与するFGF付加法のSOPの改訂を行なった。また、同SOPで処理された創外骨折固定具のin vitro活性評価プロトコル案を作成し、実際に活性評価に対して有効であることを確認した。また創外骨折固定具に組織再生に有用な因子としてFGFとアスコルビン酸を複合的に付加すると、in vitroにおいて細胞の増殖・分化を促進し、in vivoにおいて抗感染効果を示すことが確認された。高機能アジュバントが、in vitroにおいてマクロファージを活性化させる事を確認した。

2) 生体材料の標準化に関する研究：

生体親和性の高いチタン材料およびオキサライドジルコニウムなどの国内での使用を活性化するための標準化を目的として、素材の試験方法を開発した。インプラント用素材の機械的試験方法に関して、生体親和性に優れたチタン合金を中心にマイクロ組織観察方法、耐食性、機械的性質及び疲労特性に関してデータを取得し、JIS T 7401-4:2009 外科インプラント用チタン材料-第4部:Ti-15Zr-4Nb-4Ta 合金展伸材を制定した。Zr-2.5Nb 合金の金属組織は、 α 相 (hcp) と β 相 (bcc) からなり、引張強度は、600 MPa、破断伸びは、25%であった。酸化物層の表面は、単斜晶ジルコニアで多結晶ジルコニアセラミックスであった。Zr-2.5Nb 合金素材の耐食性は、コバルトクロム合金と同程度であった。開発した手法は、生体適合性インプラントの開発ガイドラインの試験項目及び推奨項目としてとりまとめることで、海外依存傾向が強く、新材料を用いた製品開発が非常に困難なインプラント分野に対して進展させることができた。

3) 生体組織・生体材料の評価：

高血圧における骨への影響についてラットを用いて、力学特性と骨密度との関係を骨密度測定装置および粘弾性力学特性装置を用いて明らかにした。再生医療における再生骨軟骨複合体エレメントの接合面構造を X 線 CT で撮影し、微小剥離強度試験機(1mg~250mg)を作成して、接合強度との関係を求めた。X 線画像解析においては、ステップ状のヒト軟骨 X 線等価ファントムを作成して、pQCT(骨密度測定装置)およびマイクロ X 線 CT で平均 X 線吸収係数の比較を行い、両者の外挿性を明らかにした。

4) 生体物質の分子間相互作用解析：

医薬品創製に必要なタンパク質結晶作成を効率化するための基礎研究を行っている。H21年度は、結晶化実験に普遍的に使用される結晶化剤の効果を検証した。現在、ほとんどのタンパク質分子の結晶化に PEG が用いられている。その理由は、中性高分子である PEG がタンパク質分子の変性を伴わず結晶化を効率的に誘起すると信じられているためである。しかし、PEG 存在下でタンパク質分子間に働く相互作用を光散乱法により精密測定した結果、従来盲目的に仮定されてきた PEG による枯渇凝集引力が、特定条件下では全く作用しなくなることを見いだした。この現象は PEG 分子が形成するネットワーク構造に由来し、ネットワークの緻密な状況では枯渇凝集引力とは正反対の斥力がタンパク質分子間に作用して、結晶化を阻害することが確認された。斥力の大きさは、PEG 分子とタンパク質分子のサイズ差に強い影響を受ける。

5) 人工心臓・センサ統合システムの開発：

高揚程駆動可能なクローズドベーン式動圧浮上遠心血液ポンプに関する研究では、インペラの上下面に加

わる流体力を解析するためのソフトウェアを開発した。

そして、開発したソフトウェアによる解析結果と実測試験の結果から、インペラに加わる流体力と磁気力、自重、浮力を釣合わせ、100 μ m を超える軸受隙間を有するポンプを開発した。血液適合性試験を実施した結果、市販ポンプと同等の血液適合性を確認した(関連論文: *Artif Organs*, 33(10), 798-804, 2009)。また、市販ポンプドライバで駆動可能な動圧浮上遠心血液ポンプのプロトタイプのパーン形状を改良し、十分なポンプ性能を実現出来ることを確認した。質量流量計では、生死に関わる重要な生理情報である血流量を精度良く計測するため、性能改善と評価試験を実施した。質量流量計の性能改善を行うために、数値流体解析を行った結果、拍動流による慣性力で計測誤差が発生することがわかった。そのため、慣性力を補償するための低域通過フィルタを設計し、数値流体解析により有効性を確認した。長期計測試験では、24時間の評価試験を実施し、市販流量計との計測誤差 ± 0.5 L/min、ゼロ点のドリフト0.5L/min 以内での計測を確認した。さらに、生体内に植え込まれた再生軟骨の再生度を無侵襲で評価するため、組織内血液量の変動に基づいて評価可能な新生血管網評価装置を開発した。東大医と共同で *in vivo* の動物実験を実施し、新生血管網の増加量から、体内移植後の再生軟骨内の軟骨細胞の有無を評価することが出来た。

6) 人工臓器の高精度流れ評価および耐久性評価システムの構築：

人工臓器の血液適合性と深く関わる流れ解析方法と、人工心臓の耐久性試験を確立することを目指した。H21年度の成果として、企業と開発中のピボット軸受を有する回転型人工心臓において、軸受の改良に伴うせん断応力場と抗血栓性の向上に対する機序を明確化した論文が掲載された。また、溶血特性および抗血栓性の向上を目指した、流れ場およびせん断応力場を明らかにするための流れの数値解析において、種々解析格子形状および解析手法と、解析精度との関係を明確にした。流れの可視化計測については、高精度の市販画像解析ソフトウェアでの種々解析を試みた。また、企業が開発中の回転型人工心臓(ジャーナル軸受ポンプ)の承認申請のための数値解析も含めた流れの可視化計測データの保証については、流体力学的な検証結果として米国食品医薬品局(FDA)に提出した可視化試験レポートの理論的な根拠について回答報告書を執筆した。それを一因として、FDA よりピボタル治験の IDE 承認を企業に条件付で下りるに至った。市販画像解析ソフトウェアにより、ダイアライザー内の血液流動部の流れの可視化計測結果の信頼性の向上を検討した。回転せん断負荷装置の内筒に表面粗さを付加したときの壁近傍のせん断応力の増加分に対する解析手法の検討から、溶血成績に関わるせん断応力は、あ

る閾値以上のみの総和であるという推測は不明確であることを確認した。回転型人工心臓の拍動流中での耐久性を評価するシステムについて、目標とする動物実験の拍動流量の条件設定を長期間継続するために、構成要素の材料、計測回路、および作動流体の変更、また計測プログラムの修正などの改良を施すことで、耐久性を評価する試験の実験条件の精度を向上させることができた。また、企業が開発する回転型人工心臓の拍動流中での耐久性評価の予備試験を月単位で継続し、試験要領の概要をまとめた。

7) 人工臓器の血液適合性評価法：

体外循環用のモノピポット型遠心血液ポンプについては、平成22年度に販売予定であり、製品化最終モデルについて、抗血栓性とともに溶血試験を実施し、その血液適合性を確認した。in vitro 抗血栓性試験法については、試験血液として使用している保存血液について、その採血方法、保存期間に基づいて、新鮮血液と比較して、どの程度血栓形成能および血液凝固因子濃度に影響を与えるかを定量的に調べたところ、採血方法に違いは見られなかったが、新鮮血液と保存血液とで大きな差があった。すなわち、新鮮血液を使用した in vitro 抗血栓性試験法では、動物実験により近い結果を得ることができ、一部の血液凝固因子濃度も、実験時間が進行するに従って、濃度が増加することがわかった。表面粗さと溶血の実験においては、表面粗さに基づくせん断応力の増加傾向は認められたが、それが溶血惹起の支配的要因と決定づけるにはいたらなかった。また、せん断流れにおける溶血の進行は、流体粘度を高めたせん断応力増加ではなく、せん断速度増加にもとづく赤血球変形能に大きく依存することが示唆された。in vivo 材料抗血栓性評価法については、ウサギを使用した動物実験法を検討し、気管挿管導入麻酔および人工呼吸器の装着法を習得した。

8) 脳血管疾患によって失われた身体機能回復技術の開発：

脳梗塞などの脳血管疾患によって失われた身体機能を回復させるための効率的なリハビリテーション手法を開発することを目的として、その脳内メカニズムを解明するのに必要な、電極技術、信号処理技術、実験動物モデルを開発してきた。電極技術に関しては、電極間隔0.1mm以下のアレイ電極を作成して末梢神経線維束から活動電位波形を計測し、観測波形に信号処理を施すことによって複数の末梢神経線維から活動電位波形を同時計測できることを実証した。複数神経細胞活動電位の情報解釈技術の開発では、神経細胞活動からの情報量の算出過程で生じるバイアスを低減する方法を確立し、神経細胞活動の長時間計測と複数同時計測とで延べ細胞時間当たりの情報量を比較して神経細胞活動の複数同時計測の方が効率的であることがわかった。効率的なリハビリテーション技術の開発では、

片側大脳皮質損傷ラットを用いた逆転学習実験を実施し、学習過程の一種であるリハビリテーション過程が感覚系の学習と運動系の学習からなり、リハビリテーション過程でも感覚系の学習が運動系の学習に先行するのではないかとの知見を得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工骨、生体材料、インプラント材、人工臓器、人工心臓、血栓防止、溶血防止、生体適合性、血液適合性

⑦【脳神経情報研究部門】

(Neuroscience Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～2010. 3. 31)

研究ユニット長：久保 泰

副研究部門長：栗田 多喜夫、今村 亨

主幹研究員：梅山 伸二

所在地：つくば中央第2、第6、つくば北

人員：55名 (53名)

経費：855,187千円 (541,232千円)

概要：

脳の研究は、科学的に大きな価値を持つばかりでなく、社会的、経済的にも大きな成果が期待されている。人間のあらゆる行動の基礎となっている脳の機能と機構を解明することで人間の根本的な理解が可能となり、それに基づいて新しい産業技術基盤が確立されると期待されている。フロンティア創造型の科学技術立国を目指すわが国においては、国として積極的に推進すべき重要課題である。先進各国でも脳研究を国として支援している。この分野は学問的に極めて若い分野であり、未成熟の技術的要素も多いが、今後は急速な研究の進展が予想される。

本部門では、脳の構造と機能を理解するとともに、それに基づいて、安心・安全で質の高い生活を実現するための技術基盤の確立を目指す本格研究を展開することにより、関連産業の振興に資することをミッションとする。すなわち、脳の物質的な構造と仕組みの理解からは、脳神経系のイメージング技術の開発や疾患診断・治療技術の開発等によりバイオ産業や医療福祉産業の振興に、また、脳における情報表現と情報処理の理解からは、人間と相性のいい脳型の情報処理技術の開発等により情報関連産業の振興に貢献する。

本部門の研究分野は、対象とする脳の特殊性・複雑性から他の科学分野に比べ未だ萌芽的段階にあるため、21世紀に残されたフロンティアサイエンス研究の重要な分野の一つとされており、その推進のためには、いわゆる第1種、第2種いずれの基礎研究においても、異分野の融合がキーポイントとなっている。そこで本部

門では、ミッションの達成にあたり、既存の専門分野にとらわれず研究に取り組む若手の研究者の育成を図るとともに、グループ、ユニットの枠組みをこえた内外の先端的な研究者との積極的な交流を推進する。また、国際的な学術雑誌等における成果発信はもとより、インターネット等を利用した情報発信や民間企業との共同研究等を通じた社会への貢献を図る。

本部門は、脳の構造と機能を、DNA、タンパク等の分子のレベルから、認知行動やコミュニケーション等脳の高次機能に至るまで、それぞれのレベルでハード面からの生命科学的アプローチと、ソフト面からの情報科学的アプローチを組み合わせた研究を展開し、それに基づく技術基盤の確立を目指している。

内部資金：

ハイテクものづくりプロジェクト 「ニューロコミュニケーターの開発」

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（A））「海馬バインディングの脳認知科学研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（B））「視覚的注意の発達と発達障害に関する神経計算論的モデルの構築」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（B））「電子顕微鏡画像を用いたタンパク質構造変化の自動解析技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（B））「エストロゲン様化学物質影響評価のための膜共役経路の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「FGF受容体の変異による骨・軟骨形成不全疾患発症メカニズムの分子レベルでの解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「ナトリウムチャネルのE3領域をターゲットにしたペプチド系鎮痛剤の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「推薦システムにおけるスタートアップ問題の転移学習による解消」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「シナプス及びシナプス局在タンパクの動態解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「パ

ターン認識のための探索的モデル選択法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「ディスプレイリン欠損症の治療を目的とした骨格筋細胞膜修復機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「シナプス分子輸送の2光子吸収を用いた光標識による解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「分散・統合データ解析に対する情報幾何学的アプローチ」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「視知覚の「まとまり」を支える脳内ダイナミクス」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ホヤ幼生末梢神経の誘導メカニズム」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「扁桃体ネットワークの動作機構と投射様式の同時可視化解析～嗅覚系を中心として～」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「側頭葉における記憶形成の情報処理メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「リーマン幾何的最適化法の信号処理への応用」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「学習中の大脳-小脳システムの可塑性の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手研究（スタートアップ））「P300脳波の単一試行解析とそれにもとづく意思伝達支援システムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「視覚的注意の脳機能イメージングにおけるブートストラッピング」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「サル第一次運動野損傷後のトレーニングにより生じる神経システムの再構築」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「タンパク質の二次構造の予測法の改良に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「知的好奇心の本質と処理機構の解明ー認知神経科学的観点からー」

文部科学省 科学研究費補助金（新学術領域研究）「シナプス接続とシナプス小胞放出の可視化による機能的神経回路網の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（新学術領域研究）「顔画像の階層的情報処理の脳内メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（挑戦的萌芽研究）「再生医学研究のための、新しいタイプの対物外位相差顕微鏡の研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「電子線を用いた単粒子構造解析法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「脳損傷後の機能回復：分子からシステムまでの統合的研究」

文部科学省 原子力試験研究費 「放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術に関する研究」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業「発癌性物質や酸化ストレスに応答する生体防御系センサーの構造基盤」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「アルツハイマー病治療薬創出に向けた γ セクレターゼの構造解析と機能制御」

文部科学省 安全・安心科学技術プロジェクト「生物剤検知用バイオセンサーシステムの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「膜系1分子計測」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「脳内を縦横に結ぶ意思決定リンク」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「上肢機能の代償にともなう遺伝子発現の *in situ* hybridization による解析」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「大脳皮質への神経活動入力による機能回復促進」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業「超好熱性 *Thermococcales* 属古細菌のウイルス様脂質膜 小胞体の分子機能とその形成機構の解明」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業「電顕を用いた単粒子画像解析技術の開発による膜たんぱく質構造決定の促進」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションサテライト茨城 重点地域研究開発推進プログラム「骨髄高転移性乳癌細胞で亢進している転移マーカーの解析」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションサテライト茨城 重点地域研究開発推進プログラム「耐熱性 DNA ポリメラーゼの新規3'ホスホエステラーゼ活性を用いた遺伝子増幅法」

経済産業省 産業技術研究開発事業「マルチプローブ顕微鏡による細胞操作アプリケーションの開発」

経済産業省 産業技術研究開発事業「新規蛍光色素を用いた化学物質評価のための DNA チップ及びアッセイキットの開発」

厚生労働省 障害者保健福祉推進事業「重度運動機能障害者の意思伝達を支援する認知型 BMI 技術の開発」

発表：誌上发表148件、口頭発表189件、その他17件

脳遺伝子研究グループ

(Molecular Neurobiology Group)

研究グループ長：高島 一郎

(つくば中央第6)

概要：

脳神経系のネットワークの形成・可塑的变化の分子レベルでのメカニズムの解明を目的として、マウス、線虫などモデル動物の遺伝子操作や、培養細胞への遺伝子導入などの手法により、分子を動物個体内、生きた神経細胞内で可視化してその機能の解明を目指しています。

研究テーマ：テーマ題目2

脳機能調節因子研究グループ

(Molecular Neurophysiology Group)

研究グループ長：久保 泰

(つくば中央第6)

概要：

脳神経系の機能は、恒常性維持といった生命体にとって基本になるものから、記憶、学習、認知などの高次神経機能まで多岐にわたります。これらの機能の基本は、受容体やイオンチャネルなどを介した神経細胞間相互の情報伝達であり、その活動の精密な調節・連携により発揮されているといえます。当研究グループ

では、神経情報伝達にかかわるタンパク質の構造・機能およびその活動調節機構を分子生物学・生物工学的な手法により分子・細胞レベルで明らかにする研究を行っています。そのひとつとして、機能タンパク質に特異的に作用する生理活性ペプチドを種々の生物資源から網羅的に探索・同定し、その特性を解析しています。また生理活性ペプチドの構造や活性などに関して蓄積した知見から、さらに有用なペプチドをタンパク質工学的に創出する技術開発も行っています。さらに、神経や細胞の分化に関与する転写因子などの遺伝子やタンパク質群の探索とそれらの発現調節・制御機構に関する研究も行っています。

研究テーマ：テーマ題目1

シグナル分子研究グループ

(Signaling Molecules Research Group)

研究グループ長：今村 亨

(つくば中央第6)

概要：

当研究グループでは、質の高い健康長寿の生活を実現するために、シグナル分子を中心としたユニークな取り組みで研究を行っています。そして得られた知識を活用して、様々な生命現象を評価・制御する技術を開発しています。

シグナル分子は、人間や動物の体内で作られ、体を構成する細胞の増殖や分化を制御している重要な分子群の総称です。例えばそのうちの一群である細胞増殖因子は、胎児の脳神経系や筋肉など各種臓器の形成、成体での血管新生や障害組織の再生、皮膚再生や毛髪成長など、様々な動的恒常性を制御していることが分かってきました。さらに、代謝の調節や学習記憶など脳の高次機能などにおける役割も明らかになってきました。これら細胞増殖因子を含む各種シグナル分子とその制御因子を応用することにより、神経変性、メタボリックシンドローム、ガン、皮膚潰瘍、放射線障害、脱毛、火傷、などの問題を治療・解決する医薬となることが期待されています。そこで当研究グループでは、各種情報に基づいて、シグナル分子とその制御分子と推定される候補分子を選択し、これら分子が細胞・個体レベルで果たす生理活性とそのシグナル伝達メカニズムを解明することを基礎面での目標とし、得られた知見を活用して様々な生命現象や生理活性物質を評価・制御するテクノロジーを開発することを応用面での目標としています。

研究テーマ：テーマ題目6

DNA 情報科学研究グループ

(Information Biology Group)

研究グループ長：鈴木 理

(つくば中央第6)

概要：

脳に見られる高度な細胞ネットワークも、その起源は単細胞生物にも備わる環境適応能力にあると考えられます。環境適応は、転写ネットワークを介した細胞の自己改変により達成されます。

当研究グループは、ゲノム DNA 配列の情報科学的な解析と生体高分子（タンパク質、DNA）相互作用の分子構造学的解析を出発点として、ミクロコスモ（生体高分子）からマクロコスモ（細胞ネットワーク）が形成される原理とその起源の理解を目標として研究しています。

研究テーマ：テーマ題目1

構造生理研究グループ

(Structure Physiology Group)

研究グループ長：佐藤 主税

(つくば中央第6)

概要：

神経細胞の構造と機能の制御機構を、主に電子顕微鏡技術を利用して、分子・細胞・神経回路網レベルで研究しています。光学顕微鏡で細胞を観察する際、分解能は200nmまでが限界ですが、電子顕微鏡は2Åにも達する高い分解能を誇ります。しかし従来の方法ではタンパク質は、微かに薄い像としてしか写りません。しかし、薄い像でも膨大な数の電頭像を組み合わせれば、高分解能の3次元構造を計算できます。我々は、この単粒子解析技術を、情報学を駆使して開発し、神経興奮の発生や、Ca²⁺シグナル、痛みの伝達、アルツハイマー症などに関係する様々な膜タンパク質の構造決定に成功しました。さらに、もう少し大きな細胞内の微細構造を観察するために、半導体製造で用いるSiN薄膜越しに液体中の細胞を直接SEMで見る全く新しい電子顕微鏡を、(株)日本電子と共同開発しました。

研究テーマ：テーマ題目2

認知行動科学研究グループ

(Cognitive and Behavioral Sciences Group)

研究グループ長：杉田 陽一

(つくば中央第2)

概要：

行動科学・神経生理学・計算論的脳科学など多様な方法を用いて、表情など複雑な視覚刺激の認識、音声認識、異種感覚間相互作用、選択的注意、記憶と学習などの高次脳機能の学際研究を行っています。

研究テーマ：テーマ題目4

システム脳科学研究グループ

(Systems Neuroscience Group)

研究グループ長：高島 一郎

(つくば中央第2)

概要：

高次脳機能の神経科学的研究を行い、脳をシステムとして理解することを目的にしています。運動指令脳内メカニズムの解明と構築、学習発達における神経伸長因子の役割、視覚情報の処理機構、感覚情報の統合、脳における時間・空間表現などの脳内メカニズム解明を目指します。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4

ニューロテクノロジー研究グループ

(Neurotechnology Research Group)

研究グループ長：長谷川 良平

(つくば中央第2)

概要：

本グループでは、医療、福祉、教育、IT 産業など、様々な分野において社会貢献を行うことを目標として、脳機能の基礎的理解から応用まで幅広い研究開発を行います。特に、脳と機械を直結するブレイン-マシンインターフェース (BMI: Brain-Machine Interface) の開発が、中心的テーマの一つです。

研究テーマ：テーマ題目4

脳機能計測研究グループ

(Brain Function Measurement Research Group)

研究グループ長：梅山 伸二

(つくば中央第2)

概要：

生体の脳が、外界からの刺激を受け、どの場所でどのように反応しているかを見ることは、脳機能の解明や病気の診断、また脳機能回復訓練の効果などを判定する上で非常に重要であり、このため fMRI、fNIRS、EEG などの様々な計測手法が開発されてきました。本グループでは、特に近赤外脳機能計測技術 (fNIRS) について、その計測原理の解明やノイズやアーティファクトに強い計測手法の開発を行い、より信頼度の高い脳機能計測技術の実現を目指します。

研究テーマ：テーマ題目3

情報数理研究グループ

(Mathematical Neuroinformatics Group)

研究グループ長：赤穂 昭太郎

(つくば中央第2)

概要：

脳の神経回路は従来の情報処理技術では不可能な柔軟で複雑な情報処理を行っています。

当研究グループでは、脳の情報表現や学習・適応のアルゴリズムがどうなっているか、なぜ神経回路のような構造が情報処理をする上で有用なのか、といった問題を通じて、脳の計算原理を数理的に理解すること

を目指します。

研究テーマ：テーマ題目5

視覚情報処理研究グループ

(Visual Information Processing Research Group)

研究グループ長：市村 直幸

(つくば中央第2)

概要：

密な時空間情報を計測可能な視覚は、機械や生体における外界認識のために重要な役割を果たします。当研究グループでは、高度な状況判断が可能な情報処理機械の実現を目標とし、視覚センサや画像特徴抽出、投影モデル、物体認識等の研究を推進しています。

研究テーマ：テーマ題目5

ブラディオン医用機器開発連携研究体

(Bradeion Project Collaborative Research Team)

研究体長：田中 真奈実

(つくば中央第6)

概要：

当連携研究体は、平成9年、大学における学術研究から成果の一般還元、約束された展望を現実化する研究開発のために文科省より移籍した田中が、目的遂行型プロジェクトを完遂するために設立された。その内容は、具体的には癌マーカーを用いた早期診断法の樹立と新薬開発である。学術研究とは性質を異にするため、構成員は研究者のタマゴではなく、即戦力の専門技術者の集合体である。それぞれ得意分野を異にする専門家が結集し、実質的癌対策に挑む。

研究テーマ：テーマ題目6

[テーマ題目1] 脳神経細胞機能分子を対象とするバイオマーカーに関する研究

[研究代表者] 久保 泰

(脳機能調節因子研究グループ、DNA情報研究グループ)

[研究担当者] 鈴木 理 他 (常勤職員7名)

[研究内容]

- ・加速進化型の生理活性ペプチドの分子骨格を利用した新たな試験管内分子進化技術開発を行った。これにより、創薬や診断に重要な受容体やイオンチャネなどの膜タンパク質を標的としてそれを特異的に認識するペプチドを作り出すことに成功した。さらにこのペプチドの分子改変により、ペプチドサイズをさらに小さくすることに成功した。
- ・FFRP 転写因子が結合する DNA 配列を同定する生化学的方法 (セレックス) を改良し、これを適用して7種の FFRP の結合 DNA 配列を決定した。さらに10種のアミノ酸置換体を作製するとともに、昨年度に決定した3種の結合 DNA 配列と総合して

解析し、FFRP の標準的な DNA 結合モードを確認するとともに、そのバリエーションを明らかにした。この理解を元に転写因子の DNA 結合特性を設計・改変する方法論を確立した。

- ・中枢及び末梢神経系において重要な働きをするアセチルコリン受容体及びセロトニン受容体3のリガンドを特異的に認識し結合するタンパク質の調製方法について検討し、大腸菌及び酵母を用いた発現系でそれらのタンパク質を調製した。これを金基板やカラムに固定化して、ニコチン性リガンドのセンシング及び受容体リガンドの分離に成功した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生理活性ペプチド、神経細胞分化、cDNA ライブラリー、単粒子解析

[テーマ題目2] 可視化による神経ネットワーク構築・動作機構の研究

[研究代表者] 亀山 仁彦

(構造生理研究グループ、脳遺伝子研究グループ)

[研究担当者] 佐藤 主税 他 (常勤職員12名)

[研究内容]

- ・結晶を用いないタンパク質構造決定技術である単粒子解析法に関しては、Neural Network や Simulated Annealing を用いてその方法を改良した。その結果、80%以上の自動化とさらに高分解能化に成功した。この技術を用いて、我々の体を発癌から守っている酸化ストレスのセンサーである Keap1蛋白質の構造を解明した。負染色後に単粒子解析を行い、全体としてサクランボ状の形をしていることを解明した。また電子顕微鏡技術と半導体加工技術を融合させることで液中の細胞を観察する大気圧走査型電子顕微鏡 (ASEM) を開発した。分解能は8nm である。
- ・ヒト若年性パーキンソン疾患の原因とされる遺伝子変異を組み込んだ複数の遺伝子改変線虫を作製し、そのシナプス形成や神経変性における影響を検討した。その結果、様々な疾患遺伝子内の一塩基変異の影響を、高効率で解析可能であることを見出した。また、具体的に神経細胞死を高効率で誘因する新たな変異部位を同定した。マウス神経細胞を用いて、光刺激により細胞の興奮を数ミリ秒オーダーで制御可能な系を確立し、同時に活性化したタンパク質の細胞内動態を可視化解析させることに成功した。これにより、シナプス構造間での活動に伴う物質の流動についての新たな概念を提唱した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 神経ネットワーク、光学イメージング、単粒子解析法

[テーマ題目3] 脳機能の修復支援技術に関する研究

[研究代表者] 梅山 伸二

(システム脳科学研究グループ、脳機能計測研究グループ)

[研究担当者] 肥後 範行、山田 亨 他

(常勤職員3名)

[研究内容]

- ・脳損傷後の機能回復時に、損傷周辺の脳領域と、損傷から離れた領域の両方が機能の代償に関わっていることが明らかになった。また脊髄が損傷された後、損傷部位から離れた大脳皮質レベルで機能代償が生じていることを示す結果を得た。さらに脳損傷と脊髄損傷の両方で機能代償に関わると考えられる遺伝子を同定した。
- ・光減衰度を改良した L 字型プローブを用いて脳機能計測実験を行い、本プローブが体動アーティファクトの軽減に非常に効果的であることを確認した。また、試作計測システムの試用をファントムを用いて行い、良好な動作を確認した。さらに、3波長計測を利用した光路長比の推定手法、Crosstalk の少ない波長組決定手法などの開発に成功した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 神経幹細胞、リハビリテーション、NIRS

[テーマ題目4] BMI 技術による脳機能補償に関する研究

[研究代表者] 長谷川 良平

(システム脳科学研究グループ、認知行動科学研究グループ、ニューロテクノロジー研究グループ)

[研究担当者] 杉田 陽一、高島 一郎 他

(常勤職員14名)

[研究内容]

- ・電気刺激、熱破壊、神経活動記録などの多面的アプローチによって、上丘が特定の定位行動の発現のみならず、抑制を行っている可能性を示唆する知見を得た。また、単一試行活動の解析においては多次元的意思決定を予測するアルゴリズムを考案した。さらに、脳波ベースの脳内意思解釈技術、および頭部動作の直観インターフェースを用いた、実用的福祉機器モデルの開発に成功した。
- ・頭頂・後頭連合野の一部である大脳皮質 MST 野を不活化すると、腕運動と眼球運動の両方が影響を受けることを明らかにした。視野の大部分を動かしたときの眼球運動と MST 野の神経活動を記録し、感覚運動変換メカニズムを解析する基盤データを得た。連合学習の研究では、連合記憶の形成後に内側頭皮質の神経細胞が、記憶情報、視覚情報、報酬情報の順に、異なる種類のシグナルをダイナミックにコ

ードすることを明らかにした。また、脳画像データベースの機能拡張を行い、産総研・研究情報公開データベースにて公開した。

- 物体色の符号化は、V4野、あるいはIT野で行われると考えられてきたが、第一次視覚野において既に実現されていることを明らかにした。また、自己運動感覚および体性感覚を通じて、「顔」を見る前に、顔に应答する細胞が形成されていることを明らかにした。

[分野名] ライフサイエンス・情報通信

[キーワード] 脳科学、感覚認知、脳機能解析、BMI

[テーマ題目5] 人間の情報処理のモデル化技術に関する研究

[研究代表者] 赤穂 昭太郎

(情報数理研究グループ、視覚情報処理研究グループ)

[研究担当者] 市村 直幸 他 (常勤職員12名)

[研究内容]

- 数多くのセンサの分散統合処理において、情報幾何的ベイズ推定のアルゴリズムを非正規的に分布する手書き数字文字のクラスタリングに応用した。また、新たな学習の枠組みとして、少数の管理されたデータと大量の管理されないデータが与えられたときの、「飼い慣らし学習」と名付けた転移学習を進展させた汎化性の高い学習アルゴリズムを提案し、ソーシャルブックマーキングのタグ付け予測問題に適用した。
- 球面データ解析に関し、その応用として全方位カメラの放射対称歪曲の較正を行なう数値計算上安定な手法を提案した。固定監視カメラでの移動体検出に関して、より正確かつ高速な移動体の位置決め問題の解決手法等を開発した。また、認識性能の高い多クラス識別器を構成するために遺伝的アルゴリズムを用いた最適化手法を開発した。さらに、対象追跡問題における追跡対象の照明条件変化、および、外形変化に対応可能な、ペア特徴による追跡手法を開発し、従来追跡を難しくしていた条件下でも優れた追跡性能を示すことが出来た。また、画像の対応付けや物体認識に使用される局所不変特徴量の高速な抽出方法を開発した。GPU(Graphics Processing Units)を使用した並列処理を導入し、対CPU比で30倍以上の高速化を達成した。

[分野名] ライフサイエンス・情報通信

[キーワード] 学習アルゴリズム、画像認識

[テーマ題目6] シグナル分子に関する研究

[研究代表者] 今村 亨

(シグナル分子研究グループ)

[研究担当者] 岡 修一、鈴木 理 他

(常勤職員7名)

[研究内容]

- 細胞増殖因子 FGF 群の一因子が個体の皮膚関連組織で発揮する複雑な活性をさらに詳細に解析するため、その遺伝子をコンディショナルノックアウトした ES 細胞からトランスジェニック動物を作製した。
- 代謝制御に関わる FGF21等の FGF ファミリーリガンドについてシグナル活性化複合体形成の可能性を網羅的に評価し、受容体サブタイプ、補助受容体サブタイプに対する特異性を明らかにした。FGF シグナルの活性化に対するグリコサミノグリカン糖鎖の関与を評価し、糖鎖構造に依存した活性化調節が起きることを示唆した。また分子間結合に対するグリコサミノグリカン糖鎖の関与を評価し、FGF リガンドと補助受容体の2者間の結合に対する寄与は低いことがわかった。
- 放射線障害の主要因となる腸管障害と造血細胞障害をそれぞれ評価する実験系を構築した。細胞増殖因子をこれらの系に供したところ、放射線被曝障害の予防・治療効果が認められた。さらに、蛋白質の構造改変を通して最適化した細胞増殖因子を創製し、その投与プロトコルの最適化を実施した。

[分野名] ライフサイエンス

⑧【ナノテクノロジー研究部門】

(Nanotechnology Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：南 信次

副研究部門長：阿部 修治、水谷 亘

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば東、関西センター、九州センター

人員：81名 (79名)

経費：1,460,791千円 (640,348千円)

概要：

我々の身の回りにある日用品・器具、そして、産業界で使われる原料・装置などは、金属、セラミック、高分子等々、様々な材料から構成されており、それらはすべて原子・分子から形作られたものである。このような材料は、いずれも、目的に適した、力学的・電磁氣的・光学的・熱的・化学的な特性や機能を持ち、それらが組み合わさることによって有用な機能を発揮している。ナノテクノロジーは、これら様々な材料の、原子・分子スケールでの構造・組成等を制御することによって、新規かつ有用な材料、素子、装置を産み出し、これらを通じて、様々な産業分野への応用、人類の豊かな生活、社会の福祉に貢献することをめざす研究分野である。

ナノテクノロジーを駆使することによって産み出さ

れる機能材料・構造材料・部材・素子・装置等は、情報・エレクトロニクス、環境・エネルギー、生体・医療応用、計測・標準等々、およそ社会のあらゆる分野において活用されることが期待されている。当研究部門は、ナノテクノロジーに課せられたこのように広汎な使命を、長期的かつ柔軟な観点から果たすことを目指して、材料合成、材料プロセス、材料物性・機能、素子構築、計測技術、理論・シミュレーション等の、幅広い研究テーマに取り組んでいる。また、個々の研究課題の発展段階に応じて、基礎から応用、更には製造技術開発に及ぶ幅広いフェーズにおいて研究開発を展開している。

ナノテクノロジーは、産業技術の幅広い基盤を成すものではあるが、その研究成果が、産業界・社会で最終製品として、直接目に見える形で利用されるケースは少ない。ナノテクノロジーの研究成果が活用される産業分野は極めて多岐にわたるが、ナノテクは、いわば、それら新技術の「縁の下の力持ち」的な存在となっていることに留意すべきである。産総研は、6つの研究分野（①情報・エレクトロニクス、②環境・エネルギー、③バイオ、④地質、⑤計測・標準、⑥ナノテク・材料・製造技術）を主たる研究対象としているが、上述の留意点を考慮すれば、ナノテク研究は、他の分野と同じ平面上に位置づけるべきものではなく、それらすべての分野にまたがった土台を構成するものと捉えるべきである。

土台としてのナノテク研究の進展には、概ね二つの発展段階があり得る。それは、応用すべき産業分野が特定できる段階と、現時点では特定されないが様々な産業応用に発展する可能性が想定される段階である。これを、それぞれ、分化ナノテクと基幹ナノテクと呼ぶこととする。分化とは特定の応用分野に分岐したという意味である。例えば、LSI 製造のためのリソグラフィは、情報・エレクトロニクス分野に分化したナノテク技術である。一方、半導体ナノ粒子の研究は、情報素子、太陽電池、バイオ応用等、様々な応用展開があり得ることから、基幹ナノテクに分類できる。（但し、分化、基幹は必ずしも明確に区別できるものではなく、研究者の意識・立場にも依存している。）かかる状況にあって、当部門が主として取り組むべき研究領域は、基幹ナノテクにあるものと考えている。ナノテク研究の中には、現時点では、どの応用につながるのか未確定ではあるが、その研究が成功すれば、広範な産業への貢献が期待されるような重要な研究テーマ・フロンティアが存在する。一つの産業分野に留まらず、広い応用分野に発展する可能性を持つような材料・ナノ構造・原理・手法等を研究対象とする組織、それが当ナノテク部門であると考えている。これに対し、分化ナノテクは、情報・エレクトロニクスや環境・エネルギー等の、特定の産業分野の中に位置づけ

て推進するものである。

ナノテク研究を遂行するにあたっては、常に、目指す産業応用を強く意識し、合目的的に研究を進めることが重要である。産業応用にとって最も重要な因子（例えば、効率、安定性等）を飛躍的に高めることを重視すべきであり、そのためのナノ構造実現をこそ目指すべきである。このような目的意識を強く持って研究を推進することを、**A-Coherence** と呼ぶこととする（A は **Application** の A）。性能や機能だけでなく、産業現場で製品を作る際のコスト、製品の安全性・サステナビリティも、**A-Coherence** における重要な因子であることを忘れてはならない。

目標とする性能や機能を達成するためには、多くの困難を乗り越えて、粘り強く試行錯誤を持続する必要があるが、それは、指針のない試行錯誤ということであってはならない。これまでに確立している物質・材料の体系的な知識を最大限活用し、それらを重要な指針として、研究を推進すべきである。また、既に確立している体系を利用するだけでなく、当該研究を通じて、自らも、新たな物質・材料の体系構築に貢献すべきである。これによって、産業応用実現への貢献も、より合目的かつ堅固なものとするができる。このように、物質・材料の体系構築を強く意識して研究を推進することを、**B-Coherence**（B は **Basic** の B）と呼ぶこととする。

A、B 両 **Coherence** に同等の重きを置いて研究を展開することが、当部門の研究の進め方の基本である。すなわち、ナノ構造構築を通じて特定の産業応用実現に貢献すると共に、その過程を通じて得られる新知識を研究論文の形で世界に発信し、全人類的な価値の創造にも貢献すること、これこそがナノテク部門の使命であると考えている。世上行われている応用開発指向のプロジェクト研究は、ややもすると **A-Coherence** を重視する余り、研究の過程で得られた折角の新知識・新情報を後世に残すことなく終わってしまう傾向を無しとしない。仮に、産業応用という点ではネガティブな結果であったとしても、物質・材料に関して得られた新たな情報を体系的に位置付けて議論し、公開しておけば、今後その分野に参入する研究者にとって大きな糧となることを強調しておきたい。

A-Coherence を達成するためには、産業界におけるニーズをしっかりと把握し、それに対して自らの研究がどのような貢献を成し得るのか常に吟味する姿勢が求められる。そのためには、産業界への情報発信を行うと同時に、産業現場でのニーズを把握することが必要である。ナノテク部門は、以下のような施策によって、産業界との交流・連携を増やす努力を続けている。

第1がプレス発表である。当部門では、産業応用上意義ありと予想される研究成果が得られた場合には、研究発表と並行して、プレス発表を積極的に行ってい

る。研究発表（学会発表や論文発表）は、研究成果を広く世界に周知すると共に、成果の **priority** を確保する意味で重要な活動ではあるが、産業界への広報という観点では、極めて不十分なものといわざるを得ない。そこで、プレス発表を活用して、成果を広く社会全体に周知させることに力を入れている。実際、プレス発表を契機として、サンプル提供、ノウハウ開示、共同研究等の企業連携に発展したケースがかなり多い。

第2が民間企業を対象に実施する連携促進フォーラムである。これは、ナノテク部門が主催し、企業団体の共催も得て、当部門の研究成果を、講演及びポスター発表の形で、企業の方々へ直接 PR する催しである。本フォーラムでは、企業の方々から様々な疑問・質問・アドバイス等をいただくことができる。これにより、プレス発表のような一方通行ではない、双方向コミュニケーションが可能となり、今後の研究開発にとって大変有用な情報が得られる。また、研究者の顔や人となりを知っていただくことで、今後の連携を促進することができる。更に、部門が主体となって実施することにより、産業界におけるナノテク部門のプレゼンスを高める効果もあると考えている。

第3が、ナノテク部門内部に設置した **NRI** イノベーションオフィスによる支援活動である（**NRI** は **Nanotechnology Research Institute** の略）。その主な活動内容は、①出願前の相談による特許強化、②共同研究など企業連携の支援、③ライセンスなどによる技術移転の支援、であり、研究者のニーズに基づいて企業との連携活動を強力にサポートしている。同オフィスに駐在する知財専門家が出願前技術相談を行い、発明の肝となる技術の明確化、商品化を見据えた請求項の構築を行い、将来ライセンスが可能な特許の出願に努めている。また、企業ニーズと産総研の連携支援制度とのマッチングを図ることにより、円滑な連携活動を推進している。**NRI** イノベーションオフィスの支援によって、共同研究や特許ライセンス等、多くの企業連携が実現していることは特筆すべきである。これらの活動は、産総研全体における知財強化・企業連携活動のモデルともなっている。

以上述べたように、ナノテクノロジー研究部門は、研究者・研究グループのボトムアップ的活動と、部門としてのトップダウン的活動との相乗効果を最大限生かすことによって、ナノテクの産業応用実現を目指して積極的な活動を進めている。その際、産業・社会で期待されるナノテクの広範な応用可能性に鑑み、特定の産業技術分野に限定することなく、広範な産業応用を目指して強力な研究推進を図っている。また、個々の研究テーマの設定にあたっては、「研究は人なり」の理念を重視し、構成メンバーのバックグラウンド・専門性・強み、そして研究装備等を重要な拠り所として選択・決定を行っている。またこれら以外に、海外有

力研究機関との連携活動、国際標準機構（**ISO**）におけるナノテク標準確立への貢献、ナノテクの社会受容に関する調査、ナノ物質の安全性評価に関する研究など、ナノテクノロジーに関わる共通的・基盤的課題にも積極的に取り組んでいる。

外部資金：

経済産業省

「超稠密金属ナノギャップ不揮発性メモリの研究開発」
「局所プラズマガン実装 EDX 装置の開発」
「高輝度黄色 LED 生産用複合 MOCVD 装置」
「レーザープリンター方式の印刷による銅配線形成と極低酸素分圧を用いた導電性付与」
「冷却塔のメンテナンス技術の高度化」
「熱電材料評価用装置の高度化および性能評価」
「ナノモールディングテクノロジーによる金属／樹脂接合の信頼性向上」

文部科学省

「表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究」

文部科学省（科学研究費補助金）

「創発化学の自己組織化的デザイン」
「分子シミュレーションによる機能性有機材料溶液の非平衡自己組織化挙動の研究」
「マイクロチャンネルを用いた高温高压水溶液の全自動 pH 測定システムの開発」
「マイクロ流体中での高次構造変化と触媒なき反応速度調整効果」
「ゲルを用いた金属・半導体型カーボンナノチューブの分離原理の完全解明」
「新しい分子デバイスを目指したナノコンポジット熱起電力測定素子の開発」
「ディスコチック液晶相を示す光応答性蝶番分子の創製と液晶相の光制御」
「伸縮性と弾性を持つ高導電エラストマーナノコンポジット材料の開発」
「微小活性種場と液相の界面を利用した難生成ナノ粒子の創製」
「形状基板によるエバネッセント光の空気伝播光変換技術の研究」
「単分子膜形成技術の応用によるペロブスカイト蛍光体発光機構の解明」
「第一原理的固体光物性の提唱：分子性結晶の特徴づけとその光誘起相転移」
「ナノ粒子の高速結晶変態現象の解明とこれを利用した高感度センサ」
「低熱伝導率系熱電材料を用いた環境調和型高出力発電モジュールの開発」

「カイラリティの揃った単層カーボンナノチューブ単電荷結合デバイスの開発」
 「新規1元複合ナノ構造体の調製と熱電応用」
 「新しい多孔質金属錯体による高性能水素貯蔵材料の研究」
 「高性能窒素系化学水素貯蔵材料の研究」
 「磁性ナノ粒子材料の作成とその形態制御」
 「新しい水素貯蔵材料の研究」
 「液相レーザープロセスにより調整したナノペストを利用したマイクロパターン作製」
 「高性能水素貯蔵システムの研究」
 「量子ドットマルチカラーラベリングによる間葉系幹細胞を用いたガン治療の基礎研究」
 「分子間の特異的相互作用を有する液晶性半導体に関する研究」
 「液晶系の3次元秩序構造に関する連続体シミュレーションによる研究」
 「間葉系幹細胞への高効率量子ドット導入法と間葉系細胞・組織の分化過程に関する研究」
 「光応答性自己組織体のフォトメカニカル効果・機構解明と展開」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（受託研究）
 「革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材および連続製造プロセスの開発」
 「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／再生・細胞医療の世界標準品質を確立する治療法および培養システムの研究開発」
 「ナノテク・先端部材実用化研究開発／「自己組織化ナノパターンニング法によるナノ狭帯磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発」
 「ナノギャップ不揮発性メモリ技術の研究開発」
 「省エネルギー革新技術開発事業／挑戦研究／チップ間信号伝送用マイクロ波素子の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（助成金）
 「金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製」
 「自己組織化マイクロリンクルを利用した微小体積液体のマニピュレーション」
 「革新的な光取出し技術を利用した AlGaInP 高効率発光ダイオード」
 「カーボンナノチューブの金属・半導体型大規模分離技術の開発」
 「マイクロ流体の特殊な流れとその操作性を利用した自発的会合体の精密調製と製剤技術への展開」
 「カルコパイライト型半導体による Cd フリー蛍光標識

の開発」

独立行政法人科学技術振興機構
 「軟骨再生医療のための GMP 対応自動回転培養システムの構築」
 「第二世代カーボンナノチューブ創製とデバイス開発」
 「金属ナノギャップ電極による抵抗スイッチ効果の発生メカニズムの解明」
 「複雑系の計測評価技術—ニオイの計測—に関する調査研究」
 「構造の解析と設計及び触媒探索」
 「自然ナノ構造材料の開発とモジュール製造技術の構築」
 「マイクロ空間場によるナノ粒子の超精密合成」
 「ナノ構造を殻部分に持つシリカ中空粒子による反射防止機能の創出」
 「半導体ナノ構造を用いた量子状態転写・検出・操作の理論解析」
 「新規ホウ素中性子捕捉療法用薬剤開発に向けた炭化ホウ素ナノ粒子の大量合成技術の確立」
 「マイクロバイオ燃料電池の開発と応用」

社団法人 日本作業船協会
 「自然エネルギーを利用した船内補助電源供給システムの開発」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究所
 「放出選択的ドラッグデリバリーのための無機カプセル材料の研究開発」

国立大学法人東京工業大学
 「材料イノベーションのための教育研究拠点」
 国立大学法人奈良女子大学
 「文化財環境保護モニター開発-土壌由来のカビの検出」

独立行政法人日本学術振興会
 「液晶性半導体分子設計のためのディスコチック液晶の基礎研究」
 「メソポーラスゼオライトの触媒への応用」

発 表：誌上発表288件、口頭発表589件、その他44件

ナノ構造物性理論グループ
 (Nanomaterials Theory Group)
 研究グループ長：阿部 修治

(つくば中央第2)

概 要：
 ナノスケールの現象を人為的に制御するため、ナ

ノ構造物質の量子機能や光機能を物性理論とシミュレーションを用いて研究した。強磁性絶縁体を高温超伝導体で挟んだ構造のジョセフソン接合素子について、強磁体層の厚さを1原子層ずつ変化させると、接合素子の2つの巨視的な量子状態（0接合と π 接合）が交互に現れるという現象をシミュレーションにより見出した。このような原子スケールの積層構造を現実には作成可能な高温超伝導体と強磁性酸化物絶縁体を用いた3次元構造ジョセフソン接合素子についてもシミュレーションを行い、この現象が出現することを確認した。また、半導体人工分子（二重量子ドット）に閉じ込めた2電子スピンの量子力学的重ね合わせ状態を電気的に測定する方法を理論的に探求し、2つの量子ドット上と量子ドット間に配置されたゲート電極の電圧を断熱的に調整した後、量子ドットに滞在する電子数を測定するという方法を提案した。

研究テーマ：テーマ題目4

ナノシミュレーショングループ

(Nanosimulation Group)

研究グループ長：米谷 慎

(つくば中央第2)

概要：

先進的・実用的なナノ材料・デバイス・プロセスの実現を目指し、理論・シミュレーションを先導的な手段として用いた研究を、所内外の実験グループと連携しながら進めている。題目2「自己組織化の学理とボトムアップ型ナノ材料、デバイス、製造プロセス、システム化の開拓」に関連して、ブルー相液晶材料における位相欠陥の外部電場応答挙動を解析するシミュレーション技術を構築し、外部機関（大学等）と連携しながら、その3次元構造のフォトニック応用に関する知見を得た。また、ナノギャップ中における3次元秩序構造について、新規な欠陥構造の発見を含む新たな知見を得た。題目4「ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ構造機能シミュレーションへの展開」に関連した研究として、基板界面の物性を解析するためのソフトウェアプラットフォームを、高分子／基板界面の粗視化モデリング手法を発展させることにより開発した。得られる物性値として局所ガラス転移温度に着目して検討した結果、転移温度が分子量や膜厚によって複雑に変わることが分かった。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

ナノ機能合成グループ

(Nano-Function Materials Group)

研究グループ長：清水 洋

(関西センター)

概要：

関西地域のナノテクノロジー研究開発の尚一層の

促進と新産業創出に貢献すべく、また国際的な視野の中で新たな情報発信拠点として材料創製及び機能システム創製のための独自の研究を行う。金属酸化物による新規かつ実用性に優れた熱電材料とモジュール化技術の研究開発、ナノ細孔を持つシリカ粒子のコントロールリリースを目指した高機能化並びに多機能化の研究開発及び液晶性材料の新規なエレクトロニクス応用を目指した分子の動的秩序制御に関する研究開発による新産業の創出及びその支援という昨年度の研究目的に加えて、本年度は更に、金ナノ粒子やナノカーボンから金属酸化物に至る種々の材料系における機能性ナノ集合構造の構築と応用技術の開発、革新的水処理技術の開発を目的とした研究活動を実施している。熱電発電の研究開発では、新規な n 型高性能材料を原子配列層のナノ空間制御により開発している。ナノ細孔シリカ粒子では高機能化のために細孔中や出口付近の機能付与のため細孔内部壁の化学修飾技術の開発に取り組んでいる。また、液晶性材料の新機能開拓を目指して、電子的・イオンの電荷輸送現象の解明及びその分子配向制御法等のデバイス化技術の開発を実施している。金ナノ粒子ではセンサー実用化技術の開発、革新的水処理技術の開発では難分解性排水処理用微生物のDNAレベルの分解機構の解明、新型ナノチューブの機能発掘並びに金属酸化物の各種ナノ構造に応じた触媒等の応用技術の開発を行なっている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目6

近接場ナノ工学グループ

(Near-Field Nano-Engineering Group)

研究グループ長：時崎 高志

(つくば中央第2)

概要：

ナノメートルサイズのデバイスでは、デバイスの極近傍にのみ存在する近接場が機能の本質を決定する。本グループでは、光、電子などの作る近接場を制御して、新しい高機能デバイスの開発に結びつけることを目的としている。

高性能光電子デバイス応用に向けては、エバネッセント光の結合による光の高効率取り出し現象を探求し、リッジ表面上に半導体層より屈折率に小さいSiO₂膜を堆積させることによって光取り出し効率をSiO₂膜の無い試料の1.5倍に向上させることに成功した。また、理論シミュレーションにより、光取り出し効率がさらに向上されたのは半導体・SiO₂及びSiO₂・空気という二つの界面でのエバネッセント光の発生に起因することを明らかにした。

一方、ナノカーボンや有機分子材料を用いた次世代電子デバイスでは、精密な電極形成と高効率の電流注入の確立が必須である。本年は、カーボンナノ

チューブ電界効果トランジスタを用いた光センサーの基礎研究として、ソース、ドレイン電極を形成する金属材料を変えて光応答特性を測定した。それにより、高感度特性を実現するための条件（界面に蓄積される光電荷や電極金属の仕事関数の影響）に関する解明を進めた。

近接場光学顕微鏡（SNOM）の開発においては、上記デバイスの評価を目的として、光反射・透過・発光等の同時計測可能な高機能制御装置を開発した。また、凹凸の激しい試料に対応可能な先鋭化光プローブを開発し、リッジ試料からの発光を観測した。一方、局所的な光入射と射出光の位置相関評価が可能な2探針型 SNOM では、両プローブの信号（反射、散乱）に一定の相関関係があることを実験、及びシミュレーションにより見いだした。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目5

ナノ科学計測グループ

(Research Group for Nanoscientific Measurements)

研究グループ長：村上 純一

(つくば中央第5)

概要：

本グループでは、ナノ粒子・高分子、表面・界面等を研究対象とし、これらの物質のナノ領域での構造・物性・機能の解明、そのための種々の分光法の高度化、新規分光法の開発を目的として研究を行っている。今年度、ナノ粒子関係ではまず、担持タングステンナノクラスターによって活性化された窒素分子がクラスターに共吸着した水分子の水素と反応し、室温でヒドラジン、アンモニアに変換されることを明らかにした。金と硫黄の相互作用に関する研究については、サイズ選別した金クラスター陽イオンとメタンチオールとの反応をイオントラップ法により観測し、吸着確率のクラスターサイズ依存性を明らかにした。金ナノ粒子の構造ダイナミクスに関する研究では、液固転移を経て生成した金ナノ粒子の中で、正20面体構造(Ih)を示す3-12nm程度の粒子のTEM像詳細に解析し、蒸気から生成した場合の粒子の同構造に比べ、構造の不完全性が非常に大きいことを明らかにした。さらに、金属コロイドを高分子表面に固定化した材料が無電解メッキの優れた触媒として機能することを見出した。高分子関係では、TEMのクリーニング装置の開発を行い、エネルギーフィルターTEM法と組み合わせ、高分子鎖を分子レベルで解析することに成功した。また、SEMによる接着剥離面の高分解能観察により、界面での分子鎖絡み合いに関する情報を得ることが可能となり、ナノフラクトグラフィとして新しい高分子界面の解析手法となることを明らかにした。更に、ポリプロピレンの結晶化過程で生じる高分子鎖の折り畳み構

造が固体高次構造の構造形成過程に及ぼす影響を固体高分解能NMR法により検討し、結晶内部のパッキングの秩序構造の分率は従来に報告された値よりはるかに低量であることを明らかにし、秩序構造の程度は、より上位の階層構造、物性と密接に関連していることが示唆された。更に、分子論的な考察より局所的な秩序構造とダイナミクスのカップリングが物性、構造の安定化に密接に関連していることを明らかにした。表面・界面については、触媒活性の高い(011)表面の解明に集中して研究を行った。ペロブスカイト構造を持つチタン酸ストロンチウム表面については、これまで不明であった欠陥起因の構造を明らかにした。SFG分光法を用いた界面構造の研究においては、独自に開発したワイドレンジ2色可変SFGシステムを用いてナノチューブや有機デバイス界面について測定を行い新たな知見を得た。低振動数領域のSFG測定では昨年引き続き硫酸水溶液表面及びイオン液体表面の研究を進めた。更に有機デバイス界面の解析では、有機ELの陰極界面での電荷移動によると考えられる特異な振動を見出し、界面の電子スペクトルの変化を詳細に検討した。また、測定可能波長を紫外領域に伸張するべく装置の改良を行った。

研究テーマ：テーマ題目5

ナノ流体プロセスグループ

(Nanofluidics Research Group)

研究グループ長：古屋 武

(つくば中央第5)

概要：

ナノ材料を幅広い産業分野へ応用していくためには、ナノ材料・ナノデバイス製造のためのプロセス技術が必要となる。特にナノ材料開発から工業規模生産までのタイムラグを短くすることは、製品開発スピードを上げるうえからも非常に重要である。本研究グループでは、ナノ材料の設計指針やナノデバイス製造プロセスの最適操作条件の提示を可能とするため、広い意味での物性に基いた材料開発・プロセス開発を進めている。そのため、これまで利用されることのなかった「圧力」をプロセス操作パラメータとして導入し、さらに、マイクロ流路や超臨界流体などの非従来型プロセス技術と溶媒を利用することにより、これまでのプロセス技術の限界を超えた、新しいプロセス技術開発を目的としている。

研究テーマ：テーマ題目1

マイクロ・ナノ空間化学グループ

(Micro- & Nano-Space Chemistry Group)

研究グループ長：前田 英明

(九州センター)

概要：

本グループでは、マイクロリアクター技術を基礎とするマイクロ空間技術にナノテクノロジーを融合させ、異分野融合性の高い新規研究・技術領域を創出することを目標とするとともに、新たな機能を有する高性能の微小流体デバイスの開発及びその応用・展開技術の確立を通して、化学産業のみならず、環境、医療、製薬、バイオ関連、食品産業、化成工業等への貢献を目指している。本年度は、無機・金属・有機ナノ粒子の合成と特性制御、マイクロ空間反応場を用いた化学・生化学反応の高度制御とマイクロ分析チップの開発、並びにマイクロ流体シミュレーション技術の開発に関する検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1

分子ナノ物性グループ

(Molecular Nanophysics Group)

研究グループ長：池上 敬一

(つくば中央第2)

概要：

ナノ構造マテリアルの創製・応用によるグリーンイノベーションを目指した。具体的には以下の通り。

水分散ブルシアンブルー (PB) ナノ粒子に、顔料を混合したゲル電解質を組み合わせ、地が白色となる電子ペーパー素子を開発した。K⁺ イオンの出し入れによる色変化が少ない新規 PB ナノ粒子を開発し、既開発の顕著な色変化を起こす PB ナノ粒子との相補的なシステム化による新たな調光ガラスを可能とした。ナノギャップ電極を用いた次々世代スイッチ素子において、さらなる構造微小化による省エネルギー化を実証した。企業と共同して、発見した反応を界面に適用した特殊センシングシステムを構築し、管理濃度の1/100以下まで測定可能な感度と高選択性とを両立させた。また、ナノテクノロジーの基盤となるナノ操作・計測技術を開発した。具体的には以下の通り。

茨城県の中小企業と共同で、45nm 世代の多層配線試料にも適応可能な、局所エッチング装置を開発した。走査電子顕微鏡に組み込む独自ナノマニピュレーター操作性を改善し、ナノ計測のスループットを大幅に向上させた。

研究テーマ：テーマ題目 5、テーマ題目 6

自己組織エレクトロニクスグループ

(Self-assembled nano-electronics Group)

研究グループ長：片浦 弘道

(つくば中央第4)

概要：

カーボンナノチューブ等のナノメートルサイズ新物質の生成機構の解明、高精度精製、電子的・光学的性質を調べることにより、ナノサイズ物質特有の新たな機

能を見出し、デバイスとして応用するために必要な、基礎から応用にわたる総合的な研究を行っている。今年度は、ゲルを用いて単層カーボンナノチューブを金属型と半導体型に分離精製する技術の改良と、それらを用いた電子デバイス開発を行った。分離技術では、半導体型と金属型をアガロースゲルクロマトグラフィーで効率良く、高純度に、安価に、高速かつ連続的に分離する技術を開発した。また、ナノチューブの孤立分散過程でナノチューブに導入される欠陥を最小限度に抑えるための、新たな分散手法を開発した。さらに、ナノチューブの安全性試験に用いるため、長さを制御して分散する技術を開発し、安全性試験用に準備した試料を提供した。

研究テーマ：テーマ題目 2

ソフトナノシステムグループ

(Soft Nanosystems Research Group)

研究グループ長：山口 智彦

(つくば中央第5)

概要：

生体由来の材料が持つしなやかな構造特性や特異性、可塑性、興奮性および広義の自己組織化能を基盤とするソフト・ナノテクノロジーの研究開発を行う。本年度は分子からボトムアップ的に機能を統合化するための取り組みを行い以下の研究成果を得た。ポルフィリン1分子とシクロデキストリン2分子の形成する超分子システムを結晶化させる溶媒スクリーニング法を確立した。水を溶媒としてテトラフェニルポルフィリンを高収率で合成した（非有機溶媒系によるポルフィリン合成の最初の例）。有害ガス検出用センサー分子を複数個合成し、一定濃度下での応答を確認するとともに、評価用特殊セルの設計を行った。ジメトリダゾール原体（動物用医薬：残留農薬ポジティブリストにおいて不検出指定）の重水素化反応を検討し、約30分のマイクロ波照射で98%以上の重水素含量に達する合成法を開発した。室温下、短時間で表面アミノ修飾ガラス基板を簡便に作成できる新規シランカップラーの合成に成功した。液固界面近傍の電気浸透流は交流電場周波数が高くなるに従い急速に減衰することを見出した。電荷密度がツートンパターンを有する基板表面上の電気浸透流を観測した。細胞を連続的に判定・選別を行うために必要な顕微鏡システムの改造を行なった。力学強度に優れた高分子電解質ゲルを調製し、ヒドロキシアパタイトおよび炭酸カルシウム骨格形成の検討を試みた。コラーゲン等のロッド状高分子を液晶状態で架橋し、液晶構造を有する高強度ゲルの合成に成功した。階層構造の自己組織化過程を熱力学的に定量化するために、化学ポテンシャルについて再考した。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

分子スマートシステムグループ

(Molecular Smart System Research Group)

研究グループ長：吉田 勝

(つくば中央第5)

概要：

次世代の省エネ技術および情報技術分野においては、分子間相互作用を有効に利用する機能性分子組織体に対する期待が大きい。すなわち、分子組織体の構造を制御することで、新たな機能を発現することが可能と考えられる。また、分子組織体は自発的な構築が可能で経済的であり、得られたものはしなやかで刺激に対して劇的に応答する特徴がある。さらに、刺激によって生じる組織構造が変化した複数の状態を速度論的に安定化できる可能性がある。本研究グループでは、次世代材料として期待されている自己修復材料、ペーパーライクディスプレイ、調光材料、光機能材料等の実現を目指して、化学反応や分子間相互作用の利用による情報の感知、変換、保存、再生を行う新しい分子組織体の構築を目的とする。併せて、そのために必要な新しい分子組織体の探索と分子組織体と光、熱、電場、溶媒との相互作用に関する基礎的研究を行う。グループの研究スタンスの特徴は、有機化合物の設計・合成から、基礎物性測定、組織体構築、機能評価までを一貫して行うことである。

研究テーマ：テーマ題目2

ナノ構造制御マテリアルグループ

(Nanostructured Materials Group)

研究グループ長：清水 博

(つくば中央第5)

概要：

高分子材料が広範な産業分野に浸透し、それら材料の性能や機能に対する産業ニーズが極めて多様化している昨今、単一の高分子ではそのようなニーズに応えることが困難となり、異なる性質をもつ高分子同士や無機材料等と高分子とをナノレベルで複合化するブレンド、アロイ、コンポジット作製技術の構築が重要な課題となっている。そこで当グループでは独自に開発した高せん断成形加工技術の応用展開として「高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発」ならびにその加工技術を用いて「CNT、金属酸化物、無機粒子等フィラーの選択的・特異的性質を利用する高分子-フィラー分散系ナノコンポジット材料の開発」を行っている。一方、昨年度からCO₂由来プラスチックを複合化することにより、力学性能、耐熱性等を向上させる研究を展開している。また、多様なナノコンポジット材料を創製するには、新規ナノ粒子の開発が必至であり、昨年度から新たに「光機能等の優れた物性をもつ無機ナノ粒子の開発」をテーマとして加えた。

研究テーマ：テーマ題目6

高密度界面ナノ構造グループ

(High Interface Area Nanostructure Group)

研究グループ長：越崎 直人

(つくば中央第5・第4)

概要：

ナノ粒子・ナノコンポジット・ナノワイヤーなどから構成された高密度界面ナノ構造をもつ新規構造体を調製するためのマイクロプラズマプロセス法、液相レーザーアブレーション法、蒸着法利用配列ナノ粒子テンプレート法などいずれもプラズマ状態を利用した物理的な手法を使ったナノ構造体調製技術について取りあげた。特に、投入するエネルギーを従来の手法と比較して小さくすることにより、液体中での高温無機プロセスの実現を目指した検討に重点を置いて、その特徴を最大限に活かした技術の高度化について検討を進めた。また、このような技術を駆使したアプローチにより調製した新規ナノ構造体の電導特性・ぬれ性・センサ特性・電界放射特性・生体親和性・DDS特性などの機能の測定・評価技術の開発やその性能向上を目指して研究を進めた。

研究テーマ：テーマ題目6

ナノバイオメディカルテクノロジーグループ

(Nano-Biomedical Technology Group)

研究グループ長：植村 壽公

(つくば中央第4)

概要：研究目的、研究手段、方法論

コラーゲン、ハイドロキシアパタイト、コンドロイチン硫酸3元多孔体の軟骨分化に極めて高い分化効率を持つことを明らかにした。魚鱗由来(テラピア)のコラーゲン上で種々細胞を培養し、新しい細胞培養器材としての材料作製法の基盤を確立した。量子ドットに関して、量子ドットラベルした幹細胞をラット培養骨モデル(2ヶ月)、ラビット軟骨再生モデル(3ヶ月)に移植し、長期観察が可能なこと、ラットモデルにおいては2ヶ月のリスク評価を行い、毒性は無視できる結論を得た。生理活性物質を活用することで、神経軸索の伸張方向を人為的に制御し、積極的に多孔性膜の孔を通過させることに成功した。血清アルブミンを原料として作製したフィルムを用いてマイクロ流路内の所望の位置に複数種の細胞を配置することができた。血小板接着試験や血液凝固試験により、薬剤を担持させたアルブミンフィルムが優れた抗血栓性を有していることを見出した。

スーパーインクジェット連携研究体

(Collaborative Research Team of Super Inkjet Technology)

連携研究体長：村田 和広

(つくば中央第5)

概要:

ミニマルマニユファクチャリングコンセプトの実現のために、マイクロメートルスケールのパターンニング方法として、従来の1/1,000以下の超微細液滴を精密に基板上に配列できる超微細インクジェット(スーパーインクジェット)技術の開発を行っている。この技術は、省資源・省エネルギーの環境対応型技術であるだけでなく、従来の製造プロセスと異なり、少量多品種生産に適した技術である。

本技術の実用化のために、ベンチャーセンターの支援を受けベンチャータスクフォースによる超微細インクジェット技術の高度化・実用化を進めている。研究開発用超微細インクジェット装置の構築と周辺プロセスの整備を行い、応用用途の開拓を中心に研究を進めた。また、2005年4月にはベンチャーを設立し、同年5月には産総研技術移転ベンチャーの認定を受けた。

また、本研究の中で、手のひらサイズの超小型スーパーインクジェット装置も開発し、本技術の実用化に向けた研究開発を行っている。

研究テーマ: テーマ題目1

[テーマ題目1] オンデマンドナノマニユファクチャリング技術の研究

[研究代表者] 村田 和広

(スーパーインクジェット連携研究体)

[研究担当者] 村田 和広、前田 英明、古屋 武、中村 浩之、上原 雅人

(常勤職員5名、他15名)

[研究内容]

ナノテクノロジーは材料の究極利用技術であり、材料の配置は機能性の配置と同義であるとの観点から、高性能ナノ材料の精密合成、精密計測、精密配置など、材料の製造技術と、その配列化、デバイス化までの幅広いスペクトルの研究開発により、従来型技術のロードマップとは異なる技術体系の構築を目指す。このために、ナノ流体プロセス、マイクロ空間化学、超微細インクジェットの3つの観点からの研究を推進する。

(1) ナノ流体プロセス

従来利用されることのなかった、圧力をプロセス操作パラメータとするプロセス技術の精密化により、最終的にはナノ材料ナノデバイス製造プロセスの構築を目指す。

(2) マイクロ空間化学

粒子合成反応に最適なマイクロリアクター技術を粒子析出過程および析出反応場の精密解析ツールとして応用し、ナノ粒子の実装化における種々の制約や必要要件を満たす最適製造プロセスの確立と、高効率製造プロセス設計方法論を確立する。

(3) 超微細インクジェット

世界最小レベルの超微細インクジェット技術の実用化

と、オンサイトファブリーケーションや、ミニマルマニユファクチャリング等のコンセプトの具現化を目指す。

[研究題目2] 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

[研究代表者] 清水 洋(ナノ機能合成グループ)

吉田 勝

(分子スマートシステムグループ)

[研究担当者] 谷田部 哲夫、土原 健治、

園田 与理子、秋山 陽久、

松澤 洋子、木原 秀元、則包 恭央、

川西 祐司、井上 貴仁、西村 聡、

有村 隆志、岩坪 隆、山本 貴広、

米谷 慎、福田 順一

(常勤職員17名他)

[研究内容]

人工ロドプシンの光応答に係る散乱体誘起の機構について、液-液相分離がその起源である可能性が示唆された。また、当該材料を用いて3次元液中空間における文字の表示に成功した。また、新しい刺激応答材料として、機械応力による歪に対して自己修復性を持つゲル材料や、溶媒蒸気や張力刺激により明瞭な色変化を起こす高分子薄膜の開発に成功した。有機エレクトロニクス技術に自己組織化性を導入する技術である液晶性有機半導体の研究では、分子間の特異的相互作用を利用する分子の動的状態制御により液晶性を安定化しつつキャリア移動度向上を実現した。また表面形状を制御するマイクロな皺を形成することで、新たなラビングレス液晶配向技術の可能性を示した。

[テーマ題目3] 分子エレクトロニクス及び量子・スピニエレクトロニクスの研究

[研究代表者] 南 信次(研究部門長)

[研究担当者] 南 信次、片浦 弘道、池上 敬一、

小倉 睦郎、奥本 肇、

ハサニエン・アブドウ、田中 寿、

中村 徹、内藤 泰久、田中 丈士、

川西 祐司、清水 哲夫、谷田部 哲

夫、下位 幸弘

(常勤職員18名他)

[研究内容]

ゲルを用いたCNTの金属・半導体分離の原理解析をすすめ、ゲルビーズカラムを用いた簡便、高速、安価でスケールアップ可能な新たな分離法を開発し、半導体95%、金属90%という極めて高い分離純度を達成した。一方、密度勾配遠心分離法では、繰り返し分離法を採用する事により、99%以上の高純度が達成されたが、99%以上の純度を評価するためには、これまで開発を進めてきたラマン分光法による評価手法を始め新たな検査法の必要性が明らかとなった。透明導電膜は、金属CNTの

純度を上げて特性は向上せず、その原因は CNT 分散時に導入される欠陥にあることが明らかとなり、欠陥導入を抑えた単分散技術の開発を進めた。CNT を用いたトランジスタでは、CMOS やセンサーの基本となる CNT 薄膜のパターンニングを自己組織化膜の技術を活用して実現した。

単一分子性金属錯体の合成と構造解析を行い、酸化により分子が非平面から平面構造へと変換されることで電導度が一億倍以上になる事を見出した。プルシアンブルー型ナノ粒子材料の耐久性を検討し、100万回の繰り返し耐性を持つエレクトロクロミック素子を開発し、その多層膜構造を観察した。有機テルル分子やシラン化合物の金属表面への結合の基礎研究と類似分子による応用研究において、金表面上で±10V の高い耐電圧を示す新規テルル酸化薄膜や、金表面上におけるオリゴシランの自己組織化単結晶を見いだした。また、シリコン表面上で一分子による安定な半導体特性を観測した。無機 EL 素子を粘土膜上に形成するため有機無機ハイブリッド薄膜を開発した。ナノスケール電極のスイッチング現象の最小構造を探索し、一本の金属内包カーボンナノチューブでの動作を確認した。

[テーマ題目 4] ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ構造機能シミュレーションへの展開

[研究代表者] 阿部 修治 (副研究部門長)

[研究担当者] 阿部 修治、米谷 慎、針谷 喜久雄、
下位 幸弘、川畑 史郎、関 和彦、
今村 裕志、福田 順一、森田 裕史
(常勤職員9名、他5名)

[研究内容]

・強磁性絶縁体を高温超伝導体で挟んだ構造のジョセフソン接合素子について、強磁体層の厚さを1原子層ずつ変化させると、接合素子の2つの巨視的な量子状態 (0接合と π 接合) が交互に現れるという現象をシミュレーションにより発見した。解析には、これまでに独自に開発してきた離散格子モデルに基づくシミュレーション手法を利用した。強磁性絶縁体の膜厚が2、4、6、8原子層の場合のジョセフソン臨界電流は正の値となる、すなわち0接合であると予測された。一方、絶縁体の厚さが1、3、5、7原子層の場合で、ジョセフソン臨界電流が負の値となり、 π 接合となることが予測された。原子スケールの積層構造を現実的に作成可能な高温超伝導体と強磁性酸化物絶縁体を用いた3次元構造ジョセフソン接合素子についてもシミュレーションを行い、予測の現実性を確認した。

・ガリウムヒ素 (GaAs) を用いた半導体人工分子 (二重量子ドット) に閉じ込めた2電子スピン (一重項と三重項) の量子力学的重ね合わせ状態を電氣的に測定する方法を理論的に開発した。具体的には、2つの量子ドット上および量子ドット間に配置されたゲート電極の電圧

を断熱的に調整した後、左右の量子ドットに滞在する電子数を測定するという方法を提案した。半導体中電子のスピン軌道相互作用を考慮した量子トンネル過程を取り入れ、理論的な解析を行った。一連のゲート操作後に2つの量子ドットに滞在する電子数を測定し、電子の集団として平均を取ると、量子ドット間の電子数差は、重ね合わせ状態における相対位相の関数として振動することを見いだした。これによりスピン一重項・三重項の2つの状態の確率と2状態間の相対位相を同時に測定可能であることが示された。

・高分子の粗視化モデル (散逸分子動力学法) を用いて、半導体のリソグラフィにおけるパターンングプロセスのシミュレーション手法の開発を行い、パターン側壁荒れの生成プロセスを高分子鎖のレベルで再現、可視化する技術を開発した。高分子鎖を鎖状分子として取り扱える粗視化モデルのひとつである散逸分子動力学法を基にしたモデルを用いてフォトレジストの高分子を表すことによって、パターンングプロセスの過程での、鎖状分子の動的な変化をシミュレーションすることに成功した。実験と比較するため測長走査型電子顕微鏡像を計算し、初期構造では側壁の荒れがほとんどないのに対して、溶解過程で荒れが大きくなっていることが可視化できた。さらに、現像液に溶ける層と溶けない層の間の界面厚が薄い場合と厚い場合についてそれぞれ計算したところ、界面が薄い場合に側壁の荒れが小さいことが明らかになった。

[分野名] ナノテクノロジー・製造・材料

[キーワード] 物性理論、シミュレーション、量子状態制御、粗視化モデル

[テーマ題目 5] 高度ナノ操作・計測技術

[研究代表者] 村上 純一 (ナノ科学計測グループ)

[研究担当者] 村上 純一、堀内 伸、時崎 高志
(常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

計画:

・窒素分子を室温でアンモニアに変換しさらに脱離させるために、鉄とタングステン等2成分からなるナノクラスター上でのアンモニア生成を検討する。またバルク金属表面をクラスター擬似構造を持つように改質し、それによるマイルドな条件でのアンモニア生成が可能かを検討する。

・平成20年度までに開発されたコンタミネーションフリーTEM、エネルギー損失電子顕微鏡によるソフトマテリアル解析技術を利用し、高分子等のソフトマテリアルの加工技術と計測・分析技術の連携を強化するための複合的計測技術を開発する。

・平成20年度までに開発した走査型近接場光学顕微鏡において、極低温下での空間分解能50nm と、試料粗動機構 (移動距離0.1mm、精度100nm) の機能を確認し、

試料形状、光学特性等を極限環境下で複合的に計測できる技術を開発する。また、走査トンネル顕微鏡像の電圧依存性からナノ構造体を解析するため、新たなシミュレーション・モデリング法を開発する。

進捗：

- ・鉄とモリブデンの合金をイオンビームでスパッタすることにより、これら2種類の元素からなるナノクラスターが生成することを確認した。しかしながら生成量が少なかったため、モリブデンに近い性質を有するタングステンのナノクラスターについて、窒素分子からのアンモニアの生成と脱離を X 線光電子分光法、昇温脱離法を用いて詳細に検討した。その結果、アンモニア分子はクラスターから室温で脱離することが分かり、ナノクラスターが室温での窒素からのアンモニア製造に有用な物質であることを見出した。さらに、タングステンやバナジウムのバルク金属表面をイオンビームスパッタ法で改質し、その表面における室温での窒素と水からのアンモニア生成を検討した。これにより、これらの表面においても室温で窒素分子は水分子からの水素によって還元されアンモニアに変換されることを明らかにした。

- ・平成20年度までに開発されたコンタミネーションフリーTEM、エネルギー損失電子顕微鏡により高分子構造の解析が可能となり、高分子構造解析に本技術を適用することによって複合材料の難燃性、接着特性等との相関をナノメートルレベルで解明し、高分子等ソフトマテリアルの加工技術と計測、分析技術の連携を強化するための複合的計測技術を開発した。プラスチックなど工業材料の解析に活用し、樹脂/金属接合、材料強度、難燃性等の加工技術に不可欠な物性との相関を明らかにした。

- ・試料粗動機構（移動距離0.1mm、精度100nm）の機能、並びに空間分解能（50nm）の確認を行った。試料形状とともに、発光・反射光学特性、電気特性を同時に計測できる多次元複合計測システム技術を開発した。半経験的分子動力学法を利用し、走査トンネル顕微鏡（STM）像のシミュレーション・モデリング法を開発し、ポルフィリン誘導体の STM 像の電圧依存性を計算し、実験と一致する結果を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー

【キーワード】 ナノクラスター、エネルギー損失電子顕微鏡、走査型近接場光学顕微鏡

【テーマ題目6】 ナノ構造マテリアルの創成と応用技術の開発

【研究代表者】 清水 博（ナノ構造制御マテリアルグループ）

【研究担当者】 清水 博、李 勇進、宮内 雅浩
（ナノ構造制御マテリアルグループ）
舟橋 良次（ナノ機能合成グループ）
越崎 直人、川口 健二、桐原 和大、
佐々木 毅、清水 禎樹（高密度界面ナ

ノ構造グループ）（職員9名、他25名）

【研究内容】

研究目標：

「ナノ構造マテリアル創成技術」を広範な産業分野に浸透させることを目的として、以下の目標を設定する。

- 1) 高せん断成形加工の有用性を実証しつつ、新規概念に基づく多様なナノコンポジットを創製する。
- 2) 光触媒活性等の物性を高度化するための新規なナノ粒子を創出し、材料化を図る。
- 3) 酸化物熱電発電によるベンチャー創業を実現するための、素子及びモジュール製造技術を構築すると共に、素子機械特性、モジュール耐久性、システム搭載時の集放熱技術を構築する。また、自然ナノ構造制御により、新たな高性能酸化物熱電材料を開発する。
- 4) 新規なボトムアップオンデマンドナノプロセス技術を利用して、ナノ構造マテリアル創成技術としての応用を図る。

研究内容：

- 1) 二酸化炭素を原料とする脂肪族ポリカーボネート（APC）の複合化により、力学性能の改善を目指す。また、三元系（ポリマーブレンド/フィラー）ナノコンポジット創製において共連続構造を制御し、この構造に由来する物性の向上を目指すとともに新規なナノコンポジット材料の創製に資する。また、企業と共同して大量生産型高せん断成形機の開発を目指す。
- 2) 特異的な光機能を有する無機微粒子とその薄膜化技術を開発する。機能としては光触媒、フォトクロミック、光電変換素子等に着目し、従来のデバイスよりも高いパフォーマンスを実現する。
- 3) これまでに構築した酸化物モジュール製造、集熱技術を基に熱電発電システムを製造し、廃棄物炉などによる実証試験を行う。スピノーダル分解による相分離により高い熱電性能を有する自然ナノ構造バルク酸化物を開発する。
- 4) ナノ構造マテリアル創成技術として応用可能なボトムアップオンデマンドナノプロセス技術である液相レーザーアブレーション法などの高度化を図る。また、マイクロナノ階層構造の作製技術とその応用開拓を目指した研究を進める。

進捗：

- 1) 二酸化炭素を原料とする脂肪族ポリカーボネート（APC）はそれ自身では力学性能等が低く、三成分系樹脂として複合化することにより飛躍的に高い弾性率を実現したが、耐熱性や耐薬品性に難があった。そこで、フッ素系ポリマーを複合化することにより著しい耐熱性・耐薬品性の改善に成功した。また、骨代替材料の開発に向け、高弾性率ポリマーブレンド/マイカの三元系ナノコンポジットを高せん断加工し、この系の共連続構造サイズ制御の指針を明らかにした。さらに、企業と共同して、全自動小型高せん断成形加工装置を上市させる

とともに、その処理量を100kg@1日に拡大させることに成功した。

2) ブロックコポリマーをテンプレートとした酸化チタンナノ構造薄膜に量子ドット (CdS、CdSe) を担持して太陽電池素子を作製し、酸化チタンの微細組織と太陽電池特性の関係を明らかにした。更に、再結合抑制層 (アモルファス SiO₂層) を表面に導入することで、光電変換効率2.14%を達成した。

3) 産業廃棄物炉による実証試験で、熱電発電システムの性能と耐久性を評価した。一昼夜の発電でも出力は劣化しなかった。3.5kW/m²以上の出力密度を得ることができた。Co-Mn-O 系においてスピノーダル分解による相分離構造が熱伝導度の低減に有効であることを見つけた。

4) 液相レーザーアブレーション法をさらに発展させた液相レーザー照射法の検討を進め、球状ナノ粒子の生成効率を大幅に向上することに成功した。また、ナノ構造マテリアル創成技術としてマイクロナノ階層構造基板の作製法を確立し、その構造を制御することによりぬれ性、触媒特性などで優れた性質を示すことを実証した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ構造マテリアル創成技術、ナノファブリケーション技術、ナノフュージョン技術、高せん断成形加工法、ナノコンポジット、三元系ナノコンポジット、選択的分散、共連続構造、脂肪族ポリカーボネート (APC)、光触媒活性、フォトクロミック、光電変換素子、酸化タングステンナノチューブ、酸化物熱電発電、素子及びモジュール製造技術、自然ナノ相分離酸化物、ボトムアップオンデマンドナノプロセス技術、マイクロプラズマプロセス技術、液相レーザーアブレーション法、マイクロナノ階層構造基板

【テーマ題目7】 バイオインターフェース技術の開発

【研究代表者】 植村 壽公 (ナノバイオメディカルテクノロジーグループ)

【研究担当者】 植村 壽公、山添 泰宗、大藪 淑美、稲木 誠、神郡 玲子、井上 和貴、平井 まどか、福田 淳二、奥山 智章、田中 順三、阿出川 卓郎、三島 初、吉岡 友和 (常勤職員2名、他11名)

【研究内容】

脳梗塞周囲血流低下部位へ DDS 粒子が集積し、粒子が崩壊して内包してある薬物が血流低下部位へ放出されることを確認した。血流低下部位に発生し組織を破壊する活性酸素を処理するための薬物をこの DDS 粒子に内包して、脳梗塞ラットに全身投与した。活性酸素処理薬剤は脳梗塞部位に送り届けられ、脳梗塞部位で実際に活

性酸素を処理減少させることができ、結果として脳梗塞の程度を減じることに成功した。内包する薬剤を検討することによって血管狭窄を予防する DDS 粒子の改良を行い、企業への技術移転を図った。

アパタイト複合体による遺伝子導入システムについて、複合体のナノ構造制御により遺伝子導入の場所、効率、タイミングの制御に成功した。コラーゲン・コンドロイチン硫酸の複合多孔体を作製し、間葉系細胞の高効率導入、軟骨への高い分化効率を持つことを実証した。魚コラーゲンを用いた培養器材は従来製品に比べ長期培養を可能にする素材であることを明らかにした。Q-dot の間葉系細胞への高効率導入法を確立し、骨、軟骨、脂肪への分化過程の追跡に成功した。薬剤を担持したアルブミンフィルムを作製し、血小板接着や血液凝固試験による評価で優れた血液適合性を有している事を証明した。軸索誘引因子を利用して神経軸索の伸張方向を制御することで積極的に膜の孔を通過させることに成功した。

⑨【計算科学研究部門】

(Research Institute for Computational Sciences)

(存続期間：2001.4.1～2010.3.31)

研究部門長：池庄司 民夫

副研究部門長：三上 益弘

上席研究員：北浦 和夫 (非常勤)

主幹研究員：長嶋 雲兵

(研究顧問：寺倉 清之)

所在地：つくば中央第2

人員：28名 (27名)

経費：219,878千円 (131,898千円)

概要：

計算科学は産業技術開発に指針を与える羅針盤であり、シミュレーション及びそれに基づく予測・設計技術を用いるにより、研究開発に道筋を付け、それを安全かつ効率的にする事が出来ると期待されている。

計算科学研究部門では設立当初から計算シミュレーションによってナノテクノロジー、バイオテクノロジー、エレクトロニクス、材料開発、製造技術などの広い分野の技術開発を支援し、社会的に重要な環境問題やエネルギー問題などの解決に貢献することを目指してきた。同時に計算科学的手法の適用限界を克服し、これまで困難とされていた分野・対象に対しても、計算科学的手法を適用可能にする様なシミュレーション基盤技術の研究開発も行って来た。第2期においては、特に材料開発や創薬分野を重視し、電子・原子・分子レベルからのシミュレーションを中心に、以下のような重点課題を掲げ、研究開発に取り組んだ。

1 ナノシミュレーション技術に関する研究：

ナノシミュレーションを行う為に必要な計算プログ

ラムを開発すると同時に、ナノ構造体材料や複雑な電子構造、分子構造を持つ系に対するモデリング技術を確立し、ナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等についてのシミュレーション研究を行いデバイス設計の基盤を作る。

2 バイオシミュレーション技術に関する研究：

生体と材料表面とのバイオインターフェースに対するモデリング技術の開発を行い、創薬・診断及び治療に関わるシミュレーション技術を高度化する。また、創薬における探索的研究期間を大幅に短縮する事を目指し、タンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

3 シミュレーション基礎理論に関する研究：

ナノスケールデバイスに特徴的な動作原理をシミュレーションを用いて見出す事を目標とし、ナノ物質の構造物性相関の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論、特にナノ構造体を介した非平衡伝導現象を解明する為の新たなシミュレーション理論を構築する。

さらに、上記課題研究に共通の基盤技術を整備する為に、第一原理電子状態計算プログラムの開発、および、それらの並列化チューニングなどのソフトウェア開発も継続的に進め、プログラムの公開・普及にも努めた。

内部資金：

分野重点化予算「高予測性シミュレーション技術に関する研究」

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究「水素貯蔵材料先端基盤研究事業／計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究「次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発／次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発」／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業「機能性酸化物を用いたナノ界面相転移デバイス開発」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業「鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子の解明と物質設計への適用」

経済産業省戦略的技術開発（ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発）「シングルナノワイヤートランジスタの知識統合的研究開発 ナノシミュレーション

による構造・電子状態・物性解析技術の研究開発ナノワイヤの構造解析技術の研究」

文部科学省科学研究費補助金特定「単一分子伝導理論」

文部科学省科学研究費補助金特定「高分子電解膜中でのプロトンダイナミクスと水輸送機構の解明」

文部科学省科学研究費補助金若手 B「複合的シミュレーション手法を用いた酵素機能の理論予測」

文部科学省科学研究費補助金基盤研究 B「電子移動を伴う化学反応を追う：電極/水溶液界面での第一原理シミュレーション」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業「FMO・MDの実装とその応用」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業「高精度多体多階層物質シミュレーション」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業「DDS ナノ粒子の分子シミュレーションの技術の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業「グラファイト複合構造体の基礎物性解明」

独立行政法人科学技術振興機構重点地域研究開発推進プログラム（シーズ発掘試験）「デジタル音源のための多重アンプ PC デジタル音源装置の開発」

文部科学省最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用プロジェクト・次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発「材料における界面とナノスケール格子欠陥の構造と特性」

文部科学省科学研究費新学術領域研究「分子軌道設計による新規電子相の開拓」

発表：誌上発表85件、口頭発表224件、その他9件

量子モデリング研究グループ

(Quantum Modeling Research Group)

研究グループ長：内丸 忠文

(つくば中央第2)

概要：

分子軌道法に基づき、分子間相互作用や化学反応素過程を精度よく取り扱うモデリング手法の開発・改良に取り組む(分子軌道法、密度汎関数法)。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目

4、テーマ題目9、テーマ題目11、テーマ
題目12、テーマ題目14、テーマ題目16

粒子モデリング研究グループ

(Particle Modeling Research Group)

研究グループ長：三上 益弘

(つくば中央第2)

概要：

分子動力学法、モンテカルロ法などを用いた計算を効率的に行う為に必要なサンプリング手法等を開発し、生体高分子や自己組織化膜などの複雑な物質の構造・機能と分子間相互作用の関係を研究する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目9、テーマ題目16

第一原理シミュレーション研究グループ

(First Principles Simulation Research Group)

研究グループ長：石橋 章司

(つくば中央第2)

概要：

材料科学における実際の問題に対して、適切な理論モデル・計算手法・第一原理電子状態計算プログラムを開発し、材料シミュレーション(バンド計算等)を行うことで問題の解決を図り、産業技術の発展に寄与する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目11、テーマ題目19、テーマ題目20

基礎解析研究グループ

(Fundamental Analysis Research Group)

研究グループ長：浅井 美博

(つくば中央第2)

概要：

計算機シミュレーションの適用対象・現象を広げることが目的として、シミュレーション基礎理論の開発研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目8、テーマ題目10、テーマ題目13、テーマ題目15、テーマ題目17

----- [テーマ題目1] ナノシミュレーション技術の研究開発

[研究代表者] 三上 益弘、内丸 忠文、石橋 章司

[研究担当者] 三上 益弘、内丸 忠文、都築 誠二、橋本 保、三浦 俊明、篠田 涉、森下 徹也、手塚 明則、小川 浩、池庄司 民夫、土田 英二、崔 隆基、織田 望、片桐 秀樹、宮崎 剛英、田村 友幸、西尾 憲吾
(常勤職員18名)

[研究内容]

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行う。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範なシミュレーション研究を行い、デバイス設計の基盤を開発する。

(1) 第一原理電子状態計算および古典分子動力学計算について、以下のプログラム等に新たな機能を付加し手法開発、オーダー (N) 化を行う。

QMAS (PAW 法 DFT)、OpenMX (非直交数値基底 DFT) FEMTECK (有限要素基底 DFT)、MPDyn (高精度分子動力学)

(2) 上記コード等を用いて材料・プロセスに関するシミュレーション、およびエネルギー・環境技術に関連したシミュレーションを行う。

(3) 上記コードの統合シミュレーションシステムを構築する。

本年度は、高精度な祖視化モデル (MPDyn) の開発に成功した。また、適用計算では、分子動力学法により低温における水分子クラスターの構造転移を見出した。また、シリコンフラーレン数珠繋ぎナノワイヤにナトリウム原子とヨウ素原子を内包したモデル系の電気的性質を第一原理計算から求め、ナノワイヤは原子の内包の有無により、導体、半導体、ダイオードになることを明らかにした。また、粗視化モデルを用いた分子動力学計算からリポソームの安定性と分子種の間関係を明らかにした。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 分子軌道計算、密度汎関数法、第一原理分子動力学計算、粗視化法、分子間相互作用、自由エネルギー計算法、脂質二重膜、リポソームの安定性、糖質と蛋白質の相互作用、シリコンナノ構造体、第一原理分子状態計算、スピン軌道相互作用、ノンコリニア磁性、交差相関、ダイヤモンド/BN 超格子、電歪現象、金属/酸化物、酸化物/酸化物、窒化物半導体中、陽電子消滅パラメータ、線形独立性、オーダーN法、固体高分子形燃料電池、電解質膜、プロトン輸送、揮発性有機化合物、ヒドロフルオロエーテル、光化学オゾン、QMAS (PAW 法 DFT)、OpenMX (非直交数値基底 DFT)、FEMTECK (有限要素基底 DFT)、MPDyn (高精度分子動力学)

[テーマ題目2] バイオシミュレーション技術の研究開

発

[研究代表者] 北浦 和夫

[研究担当者] 北浦 和夫、古明地 勇人、
FEDOROV Dmitri、石田 豊和
(常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

フラグメント分子軌道 (FMO) 法等のシミュレーション手法をよりいっそう発展させ、精度と汎用性を向上させるとともに、ナノシミュレーション手法と FMO 法を融合してのシミュレータへと発展させるための研究を行う。

(1) FMO 法と有効フラグメントポテンシャル法、さらに古典力場との融合法を開発し、タンパク質とリガンド複合体の構造計算に適用し、実験構造の精密化や複合体構造の予測計算のために使えることを実証した。

(2) 電子励起状態が取り扱える FMO-TDDFT 法のエネルギー勾配を開発し、モデル系について励起状態の分子の構造最適化計算を行い、標準 TDDFT 法の結果を高い精度で再現することを示した。

(3) FMO 法を用いた分子動力学シミュレーション (FMO-MD 法) において、3体展開 FMO 法(FMO3)と動的フラグメント分割を可能とすることで、精度と汎用性を向上させた。

(4) FMO 法により、糖鎖とレクチンの分子間相互作用を解析した。また、Ab initio QM/MM 法により、自由エネルギーに基づいて糖鎖とレクチンの分子認識様式を明らかにした。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造 (バイオテクノロジーとの融合)

[キーワード] 生体分子シミュレーション、大規模系の量子化学計算、量子・古典融合法、大規模系のシミュレーション手法、タンパク質の構造・機能シミュレーション

[テーマ題目3] シミュレーション基礎理論の研究開発

[研究代表者] 浅井 美博

[研究担当者] 浅井 美博、伏木 誠、三宅 隆、
大谷実 (常勤職員4名)

[研究内容]

本年度はナノスケールデバイスの電子物性に対する電子相関・電子間相互作用の影響を解析・予測する為のシミュレーション技術とその基礎理論開発を中心に研究開発を実施した。

密度汎関数法による標準的な第一原理計算を超えて、多電子効果を考慮した高予測性シミュレーション法として、(1) 密度汎関数法のバンド構造から出発し、(2) 最局在ワニエ関数と制限 RPA 法を用いて第一原理有効モデルを構築し、(3) 多体論的手法で高精度に電子状態を解析する3段階手法の開発を進めてきた。

昨年度まで3d 遷移金属や簡単な多元系への応用を行

ったが、本年度は新材料として注目を集めている鉄系高温超伝導体へ応用した。LaFePO、LaFeAsO、BaFe₂As₂、LiFeAs、FeSe、FeTe の計6種類の母物質に対して有効パラメータ計算を行い、強いファミリー依存性があることを見出した。特に FeSe は1111系に比べて、かなり強相関であることがわかった。

表面/界面又は孤立分子を、周期境界条件を課して扱うと、周期イメージを介した静電相互作用のエラーが混入する。通常は双極子補正などを用いてエラーを補正できるが、本質的な解決になっておらず、次に示す2つの問題は解決できない。1つ目は、扱う系が大規模になると、四重極子のエラーが無視できなくなる点であり、2つ目は、動的な物理量を計算する際には補正法が存在しない点である。我々は有効遮蔽媒質法を用いると、これらの問題が自然に解決できることを示し、それぞれ実際の系への適用を行った。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 電子輸送問題、電子相関、強相関電子材料・光学材料、GW、固液界面、スラブモデル、有効遮蔽媒質法、非線形光学応答

[テーマ題目4] 高予測性シミュレーション技術に関する研究

[研究代表者] 池庄司 民夫

[研究担当者] 池庄司 民夫、内丸 忠文、三上 益弘、
石橋 章司、浅井 美博、都築 誠二、
折田 秀夫、橋本 保、三浦 俊明、
篠田 渉、森下 徹也、手塚 明則、
小川 浩、土田 英二、崔 隆基、
織田 望、片桐 秀樹、宮崎 剛英、
田村 友幸、西尾 憲吾、森下 徹也、
古明地 勇人、FEDOROV Dmitri、
石田 豊和、伏木 誠、三宅 隆、
大谷 実、長嶋 雲兵、鈴木 孝和、
北浦 和夫
(常勤職員29名 他1名)

[研究内容]

第3期においては、ナノ・バイオシミュレーションを、産業技術、環境・エネルギー技術など社会的に重要な技術開発における中心的な技術基盤とする必要があり、それによって、これまでの壁を破り、新たな技術開発が可能となる。

本研究では、シミュレーションの予測性能を高めるべく、高精度、大規模計算を推進する。例えば、以下のような種々の大型計算を AIST スーパークラスタを利用して行い、産総研内外の研究者と連携して、デバイス開発、材料開発に資する。

本年度は、

FMO: 光合成に関わる2万原子のタンパク質の励起状態を平成20年に開発した FMO-TDDFT を用いて計算し、その機能を解析した。

電池：燃料電池、Li 電池についてその電極反応をこれまで開発してきた **ESM** 法を用い、電解質膜については開発中の高並列プログラム **FEMTECK** を用いてシミュレーションし、材料開発に資した。

ナノ・エレクトロニクス：界面・ナノスケール格子欠陥に着目した新世代デバイス材料の大型シミュレーション(酸化物/酸化物界面 $\text{LaAlO}_3/\text{CaMnO}_3$ など)を行うと同時に、それに必要な交差相関、スピン軌道相互作用・ノンコリニア磁性計算機能等を改良して、開発中のプログラム **QMAS** に組み込んだ。

高精度計算：GW 法や BS 法でバンドギャップ、光吸収スペクトルの高精度化をはかり、実材料に対する機能予測性を高めた。

DDS (Drug Derivery System)：FMO を用いて特異的な反応相互作用を計算すると同時に、脂質2層膜の大型計算を実行して、DDS の各要素を詳細に解析した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 高予測性、シミュレーション、高精度計算、大規模計算

【テーマ題目5】 「水素貯蔵材料先端基盤研究事業／計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究」

【研究代表者】 小川 浩

【研究担当者】 小川 浩、手塚明則、池庄司民夫、
王 昊、金子智明、栢沼 愛
(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

計算科学的手法を用いた水素貯蔵材料の特性向上のための解析を行った。金属系材料では、前年度に引き続き NaAlH_4 、 LaNi_5 、b.c.c.金属等を対象に、第一原理計算および古典分子動力学法による解析を行った。 NaAlH_4 ではTiやScの添加によって吸放出速度が増加することが報告されており、Alの一部をTiやScで置換した系での水素空孔形成と水素拡散によるエネルギー変化を第一原理計算により解析し、実験系での水素放出との対応について議論した。 LaNi_5 については、吸蔵サイトと拡散経路におけるエネルギー変化、および八面体吸蔵サイト中での水素原子の量子論的分布について第一原理計算に基づき、実験値との対応について議論した。また古典分子動力学法を用いて、b.c.c.、f.c.c.、h.c.p.金属を対象に、水素化に伴う結晶構造変化や拡散経路、水素化ナノ粒子中の構造変化について解析した。

一方、本年度からの新規テーマとして、東北大多元研で開発されたゼオライト鋳型カーボン (ZTC) の水素貯蔵特性の解析を行った。ZTC は近年注目を集めているグラフェン (1層分のカーボンシート) を断片化、変形させたポーラスカーボン類似の構造を持ち、水素貯蔵への応用が期待されている。いくつかある ZTC の構造的特徴の中から、今年度は曲率と元素置換の効果について、

分子軌道法を用いた解析を行った。曲率に関する解析では、グラフェン断片中での水素吸着エネルギーの安定吸蔵位置と曲率との関係を明らかにした。また元素置換に関しては、炭素原子2個を窒素原子で置換した際の水素分子の解離エネルギー変化および水素原子の吸着エネルギー変化を明らかにした。これらの結果から、ZTC の局所構造と置換元素を制御することによって、水素貯蔵特性を向上させることができると期待される。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 水素貯蔵、第一原理計算、分子軌道法、分子動力学、元素置換、吸着エネルギー、拡散

【テーマ題目6】 「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 (要素技術開発) / リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

【研究代表者】 松本 一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 都築 誠二 (常勤職員1名)

【研究内容】

イオン液体の物性、なかでもイオン種の拡散を支配する粘性、実際のデバイス作動温度を支配する融点をできるだけ低下させることが実用的観点から必要である。これまでもっとも検討されてきた、TFSA、 BF_4 アニオンからなるイオン液体ではカチオン種にエーテル酸素を導入することにより粘性や融点が低下することがわかっているが、これらについてその理由について必ずしも解明されているとは言えない。またこのようなエーテル酸素の効果がアニオン種にも適用可能かどうかについての検討も必要である。そこでイオン間相互作用および、拡散に及ぼす側鎖の影響 (ねじれ角等) について高精度分子軌道計算 (MO) と分子動力学計算 (MD) を併用して検討した。

このほか、エーテル酸素の導入位置の影響、モデル化した炭素負極とイオン間の相互作用解析、昨年度見いだしたスピロ型アンモニウム塩のMO法、MD法による解析等より多角的に計算科学的手法の可能性についても検討を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 メサイド系アニオン、イオン輸送特性、イオン間相互作用、拡散、第一原理分子軌道法

【テーマ題目7】 機能的酸化物を用いたナノ界面相転移デバイス開発

【研究代表者】 秋永 広幸

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 石橋 章司、織田 望、橋本 保、
田村 友幸、塚原 宙

(常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

Pt/TiO₂系において、界面の酸素のストイキオメトリとショットキー障壁高との関連や酸素空孔形成エネルギーの界面からの距離依存性を明らかにした。その際、オンサイトクーロン相互作用 U が酸素欠陥由来の電子状態の局在性に大きな影響を与えることがわかった。酸素空孔の拡散の活性化エネルギーも評価した。さらに、現実の Pt/TiO₂系での酸素空孔検出スキーム確立に向けて、電子エネルギー損失分光 (EELS) スペクトルの計算手法を確立した。ロブスカイト酸化物系においては、CaMnO₃におけるエピタキシャルと磁気秩序の相対的安定性の関係性を評価した。さらに、LaAlO₃/SrTiO₃超格子 ([011] 積層と [001] 積層) における誘電率分布の計算を実施し、界面での非線形形の増強を確認した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 電子状態、遷移金属酸化物、界面、酸素欠陥、第一原理計算

[テーマ題目 8] 鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子の解明と物質設計への適用

[研究代表者] 永崎 洋 (エレクトロニクス研究部門)

[研究担当者] 石橋 章司、三宅 隆 (常勤職員2名)

[研究内容]

第一原理計算により、1111系において、静水圧下の結晶構造変化に対する La サイト置換・酸素空孔導入の影響を調べ、さらに対応する電子状態も求めた。また、122系 (Sr-Fe-As) において、Fe-As ボンド長とボンド角の関数として電子状態の系統的な変化を調べ、大きな磁気モーメントの発現は、Fermi 面のネスティングの有無に依らないことを確認した。鉄の 3d 状態の軌道分極の様子を調べたところ、非磁性状態での変化は大きくないが、ストライプタイプの反強磁性状態では、ボンド長・ボンド角により大きく異なることがわかった。最局在ワニエ軌道を用いて、6類の鉄系超伝導体の母物質の第一原理有効モデルを構築した。その結果、ニクトゲン/カルコゲン原子が鉄原子面に近づくにつれて擬ギャップが形成されることや、11系では他のファミリーより電子相関が強いとの結論を得た。上記で得られた LaFeAsO の第一原理有効モデルを動的平均場理論 (DMFT) で解き、強電子相関効果を議論した。その結果、フェルミ準位近傍で準粒子バンドが良く定義され、有効質量の繰り込みが 1.6 と中程度の相関をもつ物質であることがわかった。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 電子状態、鉄ヒ素系超伝導体、第一原理計算、最局在ワニエ軌道、動的平均場理論 (DMFT)

[テーマ題目 9] シングルナノワイヤートランジスタの

知識統合的研究開発 ナノシミュレーションによる構造・電子状態・物性解析技術の研究開発ナノワイヤの構造解析技術の研究

[研究代表者] 三上 益弘

[研究担当者] 三上 益弘、森下 徹也、宮崎 剛英、西尾 憲吾、美馬 俊喜

(常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

10ナノメートルサイズのシリコンナノワイヤではナノワイヤ表面の構造に起因する不純物分布のばらつきが懸念される。そこで、水素化した (001)、(111)、(110) 面を模したスラブ模型のそれぞれに対してリン (P) 及び硼素 (B) 原子のエナージェティクスを実行した。その結果、P と B 共に表面析出傾向が (110):H、(111):H、(001):H の順に強く、P よりも B の析出傾向が強いことが分かった。さらに、NiSi₂/Si (111) 界面近傍での B 原子の析出傾向を第一原理計算で調べ、B 原子は NiSi₂ よりもシリコン (Si) 側にある方が、エネルギーが低いことを明らかにした。実験的には NiSi₂/Si (111) 界面を形成した後、NiSi₂ 側から B をイオン打ち込みすると、NiSi₂ 側には B が殆ど存在しないことが分かっている。本計算の結果はこの実験事実と一致し、ナノワイヤ表面構造に起因する不純物分布を明らかにすることに成功した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] シリコンナノワイヤ、自己組織化プロセス、分子動力学シミュレーション、電子状態計算

[テーマ題目 10] 単一分子伝導理論

[研究代表者] 浅井 美博

[研究担当者] 浅井 美博 (常勤職員1名)

[研究内容]

昨年度は分子で架橋された2極系を介したフォノン熱伝導と電子伝導の自己無撞着な理論計算を行った。本年度はこの理論を用いてアルカン・ジチオール分子架橋系における計算を行った結果、実験的に見積もられている有効温度の電圧依存性を定性的に良く再現する結果が得られた。またさらに、局所発熱に対する電子相関の寄与を調べるための理論を遮断クーロン近似 (GW 近似) の範囲で導出し、いくつかの系においてフォノン効果クーロン斥力効果を併せた競合問題に対するテスト計算を行った。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 単一分子架橋系、電気伝導と熱伝導、理論・シミュレーション、電子・フォノン散乱効果、電子相関効果・GM 近似、局所熱発生、非弾性トンネル分光 (IETS)、分子エレクトロニクス

〔テーマ題目11〕 高分子電解質膜中でのプロトンダイナミクスと水輸送機構の解明

〔研究代表者〕 崔 隆基

〔研究担当者〕 崔 隆基、土田 英二（常勤職員2名）

〔研究内容〕

固体高分子型燃料電池の構成要素である電解質膜内でのプロトン伝導機構および水輸送過程の詳細を分子シミュレーションにより明らかにした。従来用いられてきたプロトン伝導のモデルでは、電気浸透係数のような物理量がうまく説明できなかった。電気浸透係数が大きいと燃料電池の性能が低下するため、この物理量の本質を理解することが性能向上のためには重要である。われわれが見出したプロトン伝導のメカニズムは高分子電解質膜中のプロトンの拡散係数、水の拡散係数、プロトンとカップリングした水輸送（電気浸透係数）の含水率依存性をうまく説明することができた。さらに、現在注目されている炭化水素系高分子電解質膜の計算を行い、この系で問題となっている低含水率でのプロトン伝導度の低下の原因を明らかにした。このような一連のシミュレーションの結果から、新しい高分子電解質膜を設計する際に、どのような官能基を選べば優れたプロトン伝導特性を付与できるかを提案した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナフィオン、プロトン伝導、固体高分子型燃料電池、電解質膜、電気浸透係数

〔テーマ題目12〕 複合的シミュレーション手法を用いた酵素機能の理論予測

〔研究代表者〕 石田 豊和

〔研究担当者〕 石田 豊和（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、大規模/高精度な量子化学計算と分子動力学計算を組合せた複合シミュレーション技術を基盤として、タンパク質の構造-機能相関を明らかにすることにある。特にタンパク質の基質認識と触媒反応に注目し、それぞれ *ab initio* QM/MM 計算を中心技術とした分子モデリングを駆使することで、原子レベルからの機能解析をめざした。

酵素反応に関して、単純な異性化反応を触媒する酵素 *Chorismate Mutase* を典型的なモデル系として選択し、自由エネルギー計算、QM/MM計算、FMO計算を組合せた系統的なモデル化手段を用いて、変異型酵素の活性低下について詳細な解析を行った。特にアミノ酸変異の効果を、1) 電子状態変化の観点と2) タンパク質ダイナミクスの観点から考察した。前者について、化学反応そのものは活性中心近傍のみで制御され、変異の導入に伴う電子状態変化に対しタンパク質環境はロバストであることが明らかとなった。後者に関しては、変異の導入に伴うタンパク質ダイナミクスの影響は活性中心遠方まで及

び、変異の影響はタンパク質ダイナミクスを介して適時調節されることが明らかとなった。

〔分野名〕 バイオサイエンス

〔キーワード〕 電子状態計算、分子動力学計算 QM/MM 法、自由エネルギー計算、酵素反応、*Chorismate Mutase*、FMO 法

〔テーマ題目13〕 電子移動を伴う化学反応を追う：電極／水溶液界面での第一原理シミュレーション

〔研究代表者〕 大谷 実

〔研究担当者〕 大谷 実、池庄司 民夫（常勤職員2名）

〔研究内容〕

本研究では、電子移動を伴う電気化学反応を第一原理計算を用いてシミュレーションを行うことを目的としている。

本年度は、水の電気分解の負極反応における反応自由エネルギーの計算と正極の反応に関する解析を行った。電気化学反応はマクロなスケールでみるとまれにしか起こらないイベントである。したがって、分子動力学シミュレーションを用いた数十ピコ秒の計算で、実験に近い環境で反応を起こすのはほぼ不可能である。このようなまれな現象をシミュレートするための方法がブルームーンアンサンブル法であり、反応の自由エネルギーや活性化障壁などを計算することが可能となる。

本研究では、ヒドロニウムイオン中の水素原子と表面に吸着した水素原子が会合し水素分子になる反応であるヘイロフスキー反応のシミュレーションをブルームーンアンサンブル法で計算、反応の活性化エネルギーは約 0.1eV と見積もることができた。実験値では0.2eV程度であり、かなり良い一致をみた。固液界面における反応の自由エネルギー計算は今までに例のない計算であり、今後もさまざまな系への適用が期待される。本年度は水素発生反応に加えてさらに正極反応である酸素発生反応のシミュレーションを開始した。シミュレーションでは、プラチナ電極上にあらかじめ陰イオンとして水酸化物イオンを配置した表面を用意して、正電荷を印加しながらシミュレーションを行った。水酸化物イオンは界面上をグロッタス機構で拡散することが明らかとなった。また、水酸化物イオンがトリガーとなり界面付近の水が分解し、新しい水酸化物イオンとヒドロニウムイオンが生成することも明らかにした。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 電気化学反応、第一原理計算、固液界面、電気二重層、分子動力学シミュレーション、有効遮断媒質法、ブルームーンアンサンブル法

[テーマ題目14] FMO-MD の実装と応用

[研究代表者] 古明地 勇人

[研究担当者] 古明地 勇人 (常勤職員1名)

[研究内容]

共同研究者らと協力して、FMO-MD 法の改良と実用計算を推進した。まず、三体効果を取り入れた FMO3 法を導入、精度を大幅に上げることに成功した。これにより、 $H^+(H_2O)_n$ のような、プロトン移動が頻繁に起こる系でも、安定に FMO-MD を実行できるようになった。さらに、電子相関効果を採り入れるため、MP2法を導入、これにより、疎水性の強い分子も研究対象にすることが可能になった。また、従来のマリケン法に加えて、Natural Population Analysis 法を導入することで、化学的直感に近い電荷解析ができるようになった。一方、実用計算としては、ホルムアルデヒドのアミノ化反応の第一原理シミュレーションを行い、この反応が、協奏的ではなく、段階的に起こることを示した。加えて、 Zn^{2+} の水和構造を計算し、実験値と対応する結果を得ることができた。このように、FMO-MD 法に新たな機能を導入しつつ、実際の化学反応や分子構造の計算を推し進めた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] FMO-MD 法、全電子反応シミュレーション

[テーマ題目15] 高精度多体多階層物質シミュレーション

[研究代表者] 三宅 隆

[研究担当者] 三宅 隆、Ferdinand ARYASETIAWAN

(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

密度汎関数理論などの大域的電子構造計算と低エネルギー有効模型に対する多体論的手法の複合的手法により相関電子系を精緻に取り扱うことを目的とする。今年度は GW 計算の改良を行った。GW 近似は、密度汎関数法と LDA を組み合わせた標準的な第一原理計算法を超える方法であり、半導体のギャップ問題などに有効であることが確立されている。通常の GW 計算では LDA 解に対して自己エネルギーを摂動項として加える(1-shot GW と呼ばれる)。しかし、昨年度調べた VO_2 のように、相関電子系では LDA が良い出発点とならないため 1-shot GW 法で正確な電子状態を記述できない。そこで、Lowdin の直交化を用いた自己無撞着 GW 法を考案し、NiO と Gd に適用した。これらの系では LDA では d-d、あるいは f-f 準位間の占有-非占有エネルギー差が過小評価されるが、自己無撞着計算で改善することが明らかとなった。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ダウンフォールディング法、GW 近似、遷移金属酸化物への応用

[テーマ題目16] DDS ナノ粒子の分子シミュレーションの研究開発

[研究代表者] 三上 益弘

[研究担当者] 三上 益弘、内丸 忠文、都築 誠二、篠田 渉、古明地 勇人、Dmitri FEDOROV、三浦 俊明、森下 徹也、石田 豊和、西尾 憲吾、中村 壮伸、澤田 敏彦、高岩 大輔 (常勤職員10名、他3名)

[研究内容]

本研究では、リポソームを用いた DDS 設計に利用できる DDS シミュレータを開発する。そのために、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発を実施する。

本年度は、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発の各研究項目について下記の研究を実施した。

(a) DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発では、粗視化モデルを開発し、脂質集合体のサイズに依存しディスク状構造体のバイセルから小胞体のリポソームに構造転移する様子を分子シミュレーションにより観測することに成功した。代表的な脂質 DMPC 分子が1512分子からなる集合体を選び、バイセル構造とリポソーム構造の間の自由エネルギー障壁の計算にも成功した。さらに同手法を用いて膜の線張力を測定したところ、脂質分子種によって大きく変化することが判明し、これはリポソームの安定性が分子種によって変化することを意味しており、半定量的な粗視化モデルがリポソーム設計において大変重要な情報を与えることを示した。

(b) 糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発では、糖分子であるフコースとフェニルアラニン、チロシン、トリプトファン残基の芳香環のモデルであるベンゼン、フェノール、インドールの相互作用を ab initio 分子軌道法で解析し、フコースの疎水面とベンゼン、フェノール、インドールの間に引力が働くことを明らかにした。また、白血球の毛管浸潤過程で重要な役割を果たす E セレクチン-シアリルルイス X 糖鎖複合体を取り上げ、系統的な分子モデリング法を開発し、溶媒和と糖鎖の配座変化を表す2次元エネルギー面上に糖鎖構造を射影することにより糖鎖結合構造を予測することに初めて成功した。

[分野名] バイオサイエンス

[キーワード] レクチンと糖鎖の分子間相互作用解析、DDS ナノ粒子の血管内における流動解析、DDS ナノ粒子設計、マルチスケールシミュレーション技術

[テーマ題目17] グラファイト複合構造体の基礎物性解明

[研究代表者] 大谷 実

[研究担当者] 大谷 実 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、次世代の超高速・低消費電力の新たなエレクトロニクスデバイスの候補であるグラファイトの基礎物性を明らかにする。

本年度は、様々な積層構造を考慮したグラファイト薄膜の電子状態を明らかにした。

グラファイトには1層目と2層目がずれた位置に積層し、3層目以降はその繰り返しで得られる AB 積層構造と、3層目も1、2層目とは異なる位置に積層し、4層目以降はその繰り返しで得られる ABC 積層構造がある。天然のグラファイトの存在比は AB:ABC=80:16と、AB 構造が安定であるが、ABC 構造も存在している。我々は ABC グラファイト薄膜に対して第一原理電子状態計算を行った。8層積層した ABC 積層型構造のグラファイト薄膜を用意したところ、薄膜の上下の表面にスピン極化があることが明らかになった。これはジグザグ端を持ったグラファイトナノリボンに現れるエッジ状態と同様の状態であり、系のネットワーク構造に起因する状態である。したがって、ネットワーク構造の異なる AB 積層型のグラファイトではこのような磁性状態は存在しない。各表面内ではアップスピンとダウンスピンの数が異なるフェリ磁性状態が実現しており、上下の表面間では反強磁性磁気相互作用が働き、系全体としては常磁性状態である。このスピン状態を何らかの方法で制御することができれば、グラファイト薄膜を利用したスピンに依存した伝導チャンネルの作成が可能であり、シリコンに代わる超高速・低消費電力の新しい機能デバイスや半導体デバイスと融合した高性能デバイスを実現する可能性を示唆している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 グラファイト、薄膜、第一原理計算、スピン、エッジ状態、スピントロヒクス

【テーマ題目18】 デジタル音源のための多重アンプ PC デジタル音源装置の開発

【研究代表者】 長嶋 雲兵

【研究担当者】 長嶋 雲兵（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、音楽の多様なデジタルフォーマットに対応し、従来スピーカとアンプの間でアナログ技術を用いて行われていたチャンネル分割処理を、音源の PC 上でデジタル技術を用いて実行し、装置によるノイズや歪みを極端に除いたデジタル音源のための高性能多重アンプ PC デジタル音響装置を試作した。性能評価のために同じ構成要素を用いて従来の高性能音響装置システムも試作した。併せて性能評価システムを構築し、従来システムと試作システム両者の性能比較を行った。

通常の高性能音響装置は、まず CD や PC などに格納されているデジタルデータをアナログに変換（DA 変換）し、それをプリアンプに伝え、そこで左右2つに分

割、その後パワーアンプに伝えて増幅し、その増幅された信号がスピーカに伝えられる。スピーカでは、その構成（3way など）に従ってスピーカ内部でアナログデータを分割（チャンネル分割処理）して、音を再生していた。この場合、最終のスピーカにおいてチャンネル分割がなされるため、ノイズや歪みのない情報を取り出すことが難しく、歪みの少ない高性能な音響装置は、おのずとシステム全体が高価なものにならざるを得なかった。

本研究では、PC 上のデジタルデータをそのまま離散フーリエ変換（DFT）技術を用いてチャンネル分割することで、アナログ分割ではどうも実現できない急峻な分割を実現した。この分割処理はスピーカの性能に合わせて自由に分割を設定できるアクティブクロスオーバー処理となっている。本装置では PC 上で分割したデータを DA 変換してアンプに伝え、それぞれ独立にスピーカを駆動する。そのため、装置によるノイズや歪みを極端に除いた音響装置を作成することが可能となった。

これにより、家庭用音響装置のみならず、映画館やコンサートホール、競技場などの大規模会場においても高品質の音響装置を安価に構築することが可能となった。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 音響、音響再生装置、マルチアンプ、チャンネル分割、アクティブクロスオーバー処理、離散フーリエ変換（DFT）

【テーマ題目19】 材料における界面とナノスケール格子欠陥の構造と特性

【研究代表者】 常行 真司（東京大学理学部）

【研究担当者】 石橋 章司、橋本 保、田村 友幸、小杉 太一（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

計算機能の拡張の点で、エネルギー・応力密度におけるゲージ依存項の消去方法の開発、非線形分極率分布計算機能の導入を行い、また、電子線/X線エネルギー損失スペクトル計算機能の整備を進めた。

スピン軌道相互作用+ノンコリニア磁性を考慮した計算機能と3次元の最大局在ワニエ関数計算機能については、汎用性を高めるための取り組みを行なった。適用研究として、金属粒界あるいは金属/酸化物界面の構造・電子状態・機械的性質の解明、ペロフスカイト酸化物超格子における非線形成分も考慮した分極率分布計算、芳香族化合物の電子状態のワニエ軌道による解析などを行った。また、半導体中の格子欠陥研究も、窒化物・Si その他の様々な物質を対象として展開した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電子状態、界面、格子欠陥、第一原理計算

【テーマ題目20】 分子軌道設計による新規電子相の開拓

〔研究代表者〕 小林 昭子（日本大学文理学部）

〔研究担当者〕 石橋 章司（常勤職員1名）

〔研究内容〕

有機強誘電体 TTF-BA と TTF-CA について、第一原理計算により電子状態を求め、自発分極を評価した。一般化勾配近似 (GGA) の範囲内では、前者は磁気的な基底状態、後者は非磁性の基底状態を示した。自発分極の大きさは、原子位置最適化後で、それぞれ $0.16\mu\text{C}/\text{cm}^2$ （既存の実験結果とよい一致）と $11.77\mu\text{C}/\text{cm}^2$ であった。また、 $\text{Cu}(\text{tmdt})_2$ の単一分子性導体の電子状態の解析を進めた。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 電子状態、有機強誘電体、有機導体、第一原理計算

⑩【生物機能工学研究部門】

(Institute for Biological Resources and Functions)

(存続期間：2002. 9. 1～)

研究部門長：織田 雅直

副研究部門長：丹羽 修

上席研究員：石田 直理雄

主幹研究員：巖倉正寛、山岡正和、矢吹聡一

所在地：つくば中央第6、つくば中央第5

人員：60名 (58名)

経費：866,889千円 (420,219千円)

※経費について：

年度途中でユニット改廃等に伴い、人の異動により経費は変更になります。研究成果は引き継がれたユニットにて記載していただいております。よって、経費については、21年度版作成も研究ユニットにて記載願います（契約済額(21年度に契約し22年度に支払を含む)+スペース課金を含まない受益者負担分（光熱水料、通信費、ガス等））。

概要：

1. ミッション

広い意味でのバイオプロセスに関連する技術体系等の整備に努め、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化等への貢献を目指し、多種多様な生物の生命活動の基本である生物機能を発見、解析、理解し、これら知見の整理、集積化、システム化を行うとともにこれら成果・情報を発信している。さらに、研究部門一般に課せられた共通のミッションであるプラットフォーム機能を果たすために、国内外のライフサイエンス、バイオテクノロジー分野の動向把握に努め、将来に向けた技術の芽を発掘・育成するとともに人材育成に取り組んでいる。

2. 研究の概要

我が国におけるバイオテクノロジー／ライフサイエンス分野における真の産業活性化においてバイオプロセス産業の本格化に対する期待感は非常に大きいといえる。そこで、「バイオプロセスにかかる技術体系を整備し社会に提供する」ことの実現を目指し、本研究部門では、バイオプロセスを構成する技術要素の分析、すなわち、技術を構成する基礎原理の理解・解明、技術レベルの現状、未来展望、社会的要請等の理解・分析により戦略的に課題を設定し研究開発を進めている。一方、本研究部門の研究活動は社会資本を活用しているため、高い倫理観と社会に対する説明責任の観点を重視すると共に種々の観点での社会貢献のあり方を常に模索し実践している。

具体的には、「Win-Win 関係構築」を常に意識しながら、以下の7つの研究開発項目について、重点的に取り組んだ。今年度の概要を記載する。

1. バイオマーカーの同定・検出・評価の研究

生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子をマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追究に供することを目的に研究を行い、時計遺伝子 *PER2* を過剰安定発現している腫瘍細胞を樹立し *in vivo* での増殖を見たところ、*PER2* 発現株では増殖抑制が認められた。細胞周期関連遺伝子の発現に対する変化はなかったが、細胞の運動性、細胞外マトリックスの発現の上昇が認められ、免疫細胞に体する感受性の増加が認められた。*PER2* 過剰安定発現の増殖抑制は腫瘍の免疫感受性が変化したためであると予想された。時計遺伝子のリズム的な発現機構において、時計タンパク質 *PERIOD2* と *CRY1* の相互作用が重要であり、*CRY1* は、*PERIOD2* の C 末端に位置する α ヘリックス構造を認識して結合していることを明らかにした。また、冬眠に関わるペプチドの上流解析系を確立し、脂質代謝制御因子 *PPAR α* が時計を制御する事を見出していたが、今年度は、*FGF21* のノックアウトを用いて、*PPAR α* リガンドによる体内時計の調節機構に、*PPAR α* の活性化によって肝臓で発現誘導される *FGF21* が関与していることを見出した。

2. 高機能化学物質・酵素・食品素材の研究

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術開発を行っている。紅花の抽出物やカルコン骨格を有するカルタミン、生姜ショウガオール類、ヤクチ *yakuchinone A* および菊成分スルフレインに、アディポネクチン産生増進作用および *PA-1* 産生抑制作用があることを見出した。沖縄亜熱帯植物（寄生植物の一種）の抽出液とそこから得られた化合物がメラニン合成抑制作用があり、美白剤として有望なことを確認した。

3. 高効率遺伝子資源開発の研究

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を行い、未知微生物資源の効率的な探索技術の開発を進め、これまでに400株を超える真菌株と細菌株の純粋分離に成功している。今年度は、環境中から高いセルロース分解活性を示す微生物や高濃度のアルコール系溶媒に耐性を示す微生物の分離を行い、生理的特性や生化学的・遺伝学的性質に関する解析を行った。遺伝子を RNA レベルで検出する環境メタトランスクリプトーム解析による有用遺伝子探索の技術開発を開始しており、セルロース分解に係わる新規な遺伝子を環境サンプルから網羅的に捕捉することに成功している。メタゲノムを活用した有用生物機能の探索については、十数種類の環境由来のメタゲノムライブラリーを整備し、探索ニーズに即応できる体制を構築した。特に、セルロース系バイオマスの糖化酵素であるセルラーゼ、 β -グルコシダーゼなどを選び、前者に関しては200個、後者については1700個程度の陽性クローンを獲得した。10%グルコースの存在下でも活性を維持する β -グルコシダーゼを数十個同定した。またメタゲノムライブラリーから新規な転写制御因子を見いだした。

4. バイオプロセス高度化の研究

有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立することを目的に、転写調節因子 SNF2の破壊と脂質合成遺伝子 DGA1及び $\Delta 6$ 不飽和化酵素遺伝子の過剰発現により構築した希少な高度不飽和脂肪酸であるステアリドン酸生産出芽酵母株において、生産効率を上げるための培養条件を検討し、高濃度の栄養要求性アミノ酸を添加することで、生産量を顕著に増大させることに成功した。プロテイン A・G をフレームとしたアフィニティリガンドに関して、網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子の作製とその発現により750以上の変異蛋白質を作製し、リガンドライブラリーの充実化を行った。ヒトポリクローナル抗体との結合特性解析を作製したすべての変異蛋白質について行った。リガンドライブラリーの特性解析の効率化を図るために、多数のリガンドを固定化基板上にアレイ化し、固定化したリガンドと IgG との結合状況をクロマトグラフィー分離条件下に測定するためのアレイ解析装置を開発した。また、プロテイン G を改良して、抗体親和性と pH 応答性の優れた改変タンパク質を開発した。中性での抗体親和性が11倍、pH 応答性(中性から酸性に変化した際の親和性の比で評価)が18倍向上していた。またヒト IgG の4つのサブクラスすべてに対して十分な親和性を維持していた。QB フェージ由来の RNA 依

存性 RNA 合成酵素 (RNA dependent RNA polymerase: RdRp) である Q・複製酵素複合体の X 線結晶構造解析、機能解析を行い3.1Åの分解能で位相の決定に成功した。

5. バイオ製品管理技術の研究

タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列-構造-機能相関の理解に基づく品質管理方法の開発及び生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を目的に以下の研究を行った。タンパク質の部分セグメントの自律性を評価する新たなアルゴリズムを考案し、これと局所構造の配列プロファイルを組み合わせることで、タンパク質分子の低リスク改変を可能とする新たな分子設計技術「自律セグメント最適化法」を開発した。開発した手法を評価・実証するため、抗体結合性タンパク質プロテイン G に適用し、抗体に対する親和性は変化しないまま、熱安定、変性剤耐性、およびプロテアーゼ耐性が野生型に比べ大きく向上した変異体の作成に成功した。中性での抗体親和性が11倍、pH 応答性(中性から酸性に変化した際の親和性の比で評価)が18倍向上していた。電気化学や電気化学発光法、表面プラズモン共鳴法を利用し、疾病マーカーの新規検出原理の開発を行った。電気化学法による疾病マーカー検出としては、薄膜ナノカーボン電極を用いたカドミウム検出とその疾病マーカー計測への応用を検討した。アノードックストリッピングボルタメトリー法によりカドミウムを検出することにより、従来のカーボン電極に比べ高い S/N 比で定量可能であり、簡便に ppb オーダーの微量カドミウムを測定可能であることを見出した。スパッタ法による各種センシング用電極の開発、酸化損傷 DNA の定量の高感度化など応用検討を行った。更に、電子サイクロトロン共鳴 (ECR) スパッタカーボン薄膜に紫外線を照射することによりナノ構造体(ワイヤ、棘状)がマスク無しで形成できることを発見した。分子認識ソフト界面を利用した生体分子(タンパク質)の高感度認識膜の開発として、レクチン(タンパク質)認識のための末端に二糖(マルトシド)を有するアルカンチオール分子と、非特異的な吸着を抑制するためのトリエチレングリコール基を有するアルカンチオール分子とでナノ相分離膜を作製し、コンカナバリン A (Con A) を、高い親和性および低い非特異吸着性の効果により高感度に認識・検出できることを確認した。

6. バイオ環境評価・リスク管理技術開発の研究

組換え微生物等の野外使用における安全性評価手法の標準化のため、グラム陽性細菌を標準微生物として利用した DNA 抽出効率の評価方法を確立した。その結果を基に、DNA 抽出法およびその評価法、微生物定量のための定量 PCR 法の標準プロトコールの改正を行った。機能性化学品の製造に重要な短鎖炭化水素の酸化反応に関わる酵素を探索した結果、従来のメタ

ン酸化酵素群に類似の酵素をエタン・エチレン資化菌が保有していることを見いだした。また、高分子分解等に係わる微生物や遺伝子の環境特性を明らかにした。日本周辺海域における環境汚染や環境変動の把握、油濁環境修復技術の開発や評価等に資するための研究を継続し、これまでの調査およびその後の微生物多様性データ等の解析により、日本沿岸海域の微生物群集の特徴や石油流出事故時に優占する可能性の高い微生物群集の特徴等を明らかにするとともに、これらの指標微生物を効率よく検出するための DNA プローブや新規性の高い炭化水素分解菌の分離ならびにその性状解析を行った。

7. バイオ計測国際標準化の研究

国際度量委員会物質諮問委員会バイオアナリシスワーキンググループおよび ACRM (認証標準物質に関するアジア地域における協力、日本、中国、韓国が参加) に参加し、バイオ計測の標準化に関する議論に参加、貢献した。DNA 計測の品質管理や互換性の向上などを目的とした核酸認証標準物質 (DNA および RNA) の作製と評価を実施し、それぞれの認証標準物質に関してその作製を完了した。また、DNA に関して必要な評価を実施し、均質かつ安定な核酸標準物質が作製されたことを示す結果を得た。細菌を簡便に検出、定量するための低コスト・ハイスループットな新規エンドポイント定量法 (ユニバーサル QP 法) を確立した。リボソーム RNA を標的とした特定微生物の定量技術 (RNase H 法) について、構築した手法を実際の複合微生物試料に適用し、その応用の可能性を検証した結果、実環境試料に対しても適用可能であるとの結果を得た。

外部資金：

- ・ (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究 新機能抗体創成技術開発/高効率な抗体分離精製技術の開発
- ・ (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究 新エネルギー技術研究開発/バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発 (先導研究開発) /酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究
- ・ (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究 知的基盤研究開発事業/DNA チップの互換性向上のための SI トレーサブルな核酸標準物質作製・評価技術の研究開発
- ・ (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム/植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発/植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発 (植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析)
- ・ 経済産業省 受託研究費 オミックス解析に対応した国産プロテオームシステムの開発

- ・ 経済産業省 受託研究費 コレステロール認識アプタマーの実用化に向けた研究開発
- ・ 経済産業省 受託研究費 機能性シリカモノリスカラムの開発と特性・機能評価
- ・ 環境省 受託研究費 (公害) 石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝学的解析・評価に関する研究
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 特定領域 巨大粒子ボルト核酸の機能解析
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 特定領域 RNA 合成における翻訳因子の役割の解明
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究 3 次元ナノ相分離膜構造と高感度分子認識能の動的解析
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究 網羅的アミノ酸置換データベースに基づく蛋白質の揺らぎ制御
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究 ウイロイド RNA の組織間トラフィッキングを可能にする多様な変異に関する研究
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 若手 A tRNA コドンの転写後修飾における酵素反応機構の分子的基盤解明
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 局在プラズモン共鳴測定用チップの開発と生体分子間相互作用解析
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 核内受容体を介した体内時計の制御機構の解明
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 抗レトロウイルス作用のあるデアミナーゼの構造基盤
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 標識や分子マーカーの不要な電気化学 SNP 検出法の開発
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 A インテグロン・ジーンカセットメタゲノム解析の基盤整備とその有効性評価
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 B ナノカーボン薄膜電極を用いたメチル化 DNA 定量デバイスの開発
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 微生物燃料電池システムの高効率化に関する研究
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 タンパク質分解経路における初期シグナル付加反応の分子機構の解明
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 メタゲノム及び進化工学的手法によるリグノセルロース系廃棄物の微生物分解
- ・ (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リスク管理への応用
- ・ (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 化学増幅を用いた携帯可能な超高感度診断チップの開発

- ・ 沖縄県 受託研究費 マリンバイオ産業創出事業
- ・ 国立大学法人東北大学 平成21年度環境技術開発等推進費 クリーン開発メカニズム適用のためのパームオイル廃液 (POME) の高効率の新規メタン発酵プロセスの創成

発表：誌上発表109件、口頭発表180件、その他30件

生物資源情報基盤研究グループ

(Microbial and Genetic Resources Research Group)

研究グループ長：織田 雅直

(つくば中央第6)

概要：

未知微生物・遺伝子資源の探索・解析

自然環境及び排水処理システムなどの人工環境中に存在する新規微生物資源の探索、並びに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析及びこれら微生物群の機能解析に関する研究を継続的に実施した。また、これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。さらに、特定環境の全ゲノムから、ゲノムライブラリーを作製し、有用遺伝子を探索するメタゲノム手法の開発を開始した。その結果これまでに知られていなかった未知化合物を要求する新規な共生微生物、分類系統的に新規な微生物群を多数純粋に培養することに成功するとともに、環境ゲノムライブラリーからの有用遺伝子探索技術の確立にも成功した。

研究テーマ：テーマ題目1

酵素開発研究グループ

(Enzyme Exploration Research Group)

研究グループ長：宮崎 健太郎

(つくば中央第6)

概要：

本グループは、循環型社会の構築に資する微生物の高度利用に関する研究開発を行う。とくに、メタゲノム手法による有用遺伝子の探索と進化分子工学によるタンパク質の機能改変を中心課題とする。当研究グループで開発された探索技術、改変技術、有用酵素を核に民間企業との共同研究などを行い、バイオプロセスのイノベーションハブ機能を果たすことを目指す。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7

機能性核酸研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：富田 耕造

(つくば中央第6)

概要：

RNAは単なるDNAのコピーではなく、生体内において多岐にわたる生命現象に関与していることが報告されてきている。したがって、RNAの合成、代謝、あるいは転写修飾の分子構造基盤研究はRNAの機能発現制御を理解するうえで非常に重要な研究となりつつある。本研究グループでは、RNA合成システム、さらにRNA合成とカップルしたRNAの3'末端プロセス装置、さらにRNAの修飾の機能構造基盤研究を生化学的および構造生物学的アプローチを通して明らかにすることを目的とする。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

蛋白質デザイン研究グループ

(Protein Design Research Group)

研究グループ長：新井 宗仁

(つくば中央第6)

概要：

蛋白質デザイン研究グループの究極の目標は、蛋白質を理解し自由自在に設計・制御できるようにすることである。これは学術的に重要であるだけでなく、医療や産業にも直結した課題であり、21世紀のライフサイエンスの根幹をなす科学技術である。具体的には、蛋白質の機能発現機構の解明と蛋白質デザイン技術の開発を行うことにより、有用な蛋白質の設計と実用化を目指す。特に、欲しい機能を有する蛋白質を確実に創成する技術としての「配列空間探索による蛋白質デザイン法」の実証研究を推進する。

研究テーマ：テーマ題目11

脂質工学研究グループ

(Lipid Engineering Research Group)

研究グループ長：山岡 正和

(つくば中央第6)

概要：

脂質は疎水性または両親媒性の生体成分であり、生体内におけるエネルギー貯蔵のみならず、生理活性物質や細胞膜の構成成分等、生体内の様々な重要な働きに関与することが知られている。脂質は機能が多岐にわたっているため、その有効利用が期待されている。一般に脂質を利用しようとする場合、生物資源に原料を求めて抽出・精製するか、化学合成する等の手段が講じられる。特に化学合成が困難な特定の脂質を入手するためには、従来は特定の脂質を生産する生物資源を探索し、利用することが多く行われてきたが、現在は関連分野における研究の進捗により、特定の脂質を生産する生物資源を自在に分子育種する方法が可能になりつつある。脂質工学

研究グループでは、様々な機能を有する脂質の有効利用を図るために、脂質の効率かつ自在な生産法の確立とその応用を目標として研究している。その中で平成21年度には、主として生物生産の鍵の一つである脂質合成関連酵素の応用と、脂質の微生物生産技術に取り組んだ。

研究テーマ：テーマ題目12、テーマ題目13

健康維持機能物質開発研究グループ

(Physiologically Active Substances Research Group)

研究グループ長：丸山 進

(つくば中央第6)

概要：

各種生活習慣病の防止や改善、皮膚の健康維持のための機能性物質を開発し、特定保健用食品、化粧品などとして実用化することを目標とする研究を行っている。以前の研究で見出した食品由来の血圧降下ペプチドを含有する飲料は「血圧が高めの方の特定保健用食品」の表示が初めて許可された食品として実用化され、最近では海外でも広く商品化されている。また、沖縄の2種類の亜熱帯植物から得た抽出物を化粧品原料として実用化している。本年度は、皮膚のメラニン合成抑制、アディポカイン産生調節などの活性物質の探索、精製、構造解析を行った。他に、アミロイド関連疾患の対策基盤技術の開発をめざして、アミロイド集積体の構造解明を進め、また、新たなスクリーニング系の開発なども行った。

研究テーマ：テーマ題目14

分子認識研究グループ

(Molecular Recognition Research Group)

研究グループ長：丹羽 修

(つくば中央第6)

概要：

新原理に基づく、高機能なセンシング素子実現を目的として、分子認識・バイオセンシングのための基盤技術となる、ナノカーボン薄膜電極、分子認識ソフト界面を形成する分子の創成と、それを利用したナノ構造単分子膜修飾基板による生体分子のセンシング、電気化学的手法を中心とした免疫センサチップの開発を行った。ナノカーボン膜では、遺伝子関連分子の直接電気化学測定、金属ナノ微粒子ハイブリッドや表面のナノ構造化とそれを利用した生体分子の検出を行った。次に分子認識ソフト界面を形成する分子としてオリゴエチレングリコールと糖鎖末端を有する膜によるガレクチンの超高感度検出を行った。また、免疫センシング素子として半導体微粒子を標識した高感度免疫測定や全血資料から血球を分離し、イムノセンシングを行うチップの開発を行った。また、融合重点テーマとし

て、健康工学センタ、光技術部門、ナノテク部門、計測標準部門などと連携し、高感度型表面プラズモン共鳴素子上での免疫センサの高感度化、メチル化 DNA 標準試料を用いた DNA メチル化率の高感度計測などを行った。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16

生物時計研究グループ

(Clock Cell Biology Research Group)

研究グループ長：大石 勝隆

(つくば中央第6)

概要：

地球上のほとんどすべての生物には体内時計が存在し、活動（睡眠覚醒）リズムのみならず、体温、血圧、糖・脂質代謝や薬物代謝などの様々な生理機能の概日リズム（サーカディアンリズム）を制御している。近年、ヒトを含む哺乳類において時計遺伝子により制御される体内時計の分子機構が解明されてきた。高等生物における体内時計のシステムは、入力系・振動体・出力系が、個体レベルで神経系や内分泌系によって複雑かつ強固に制御されている。我々は、個体としての体内時計のリズム発振機構を、分子レベルで明らかにしてゆくことを目標としている。

近年の時計遺伝子の機能解析によって、体内時計が様々な疾患の発症や症状に直接的に関与している可能性が示されている。一方、現代社会においては、社会の24時間化に伴い、睡眠障害やうつ病、不登校などの神経症が急増しており、体内時計との関連性が注目されるようになった。体内時計と様々な疾患などに起因した代謝異常との関連性を解明することにより、従来とは異なるメカニズムを介した新規な治療法の開発が可能になるものと考えられる。我々は、体内時計と様々な疾患発症との関連性を分子レベルで明らかにすることにより、時間医療・時間薬理学分野へ貢献するとともに、食を中心とした生活習慣と体内時計との関連にも着目し、予防的観点から国民の健康医療に貢献することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目17

分子細胞育種研究グループ

(Molecular and Cellular Breeding Research Group)

研究グループ長：本田 真也

(つくば中央第6)

概要：

細胞や生体分子が有する高度な機能の広範な産業利用を促すため、これらを合目的に改良する新たな基盤技術（分子細胞育種技術）の研究開発を行う。その遂行においては、細胞や生体分子が高い機能を実現する合理的な機械であるという側面とそれらが長久の進化の所産であるという側面を合わせて深く

理解することを重視し、そこに見出される物理的必然性と歴史的偶然性を有機的に統合することで、新たな「育種」技術の開拓を図ることを基本とする。また、技術開発課題の立案においては、内外のライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における技術ニーズを把握し、現実的な社会還元が期待される適切な対象と方法論を選択することに努める。

研究テーマ：テーマ題目18、テーマ題目19

バイオセンシング技術研究グループ

(Biosensing Technology Research Group)

研究グループ長：矢吹 聡一

(つくば中央第6)

概 要：

バイオセンシングのための基盤技術開発として、材料薄膜や単分子膜修飾用分子の開発、界面における分子の評価技術の開発を行った。薄膜材料の開発としては、生理活性を有する糖が結合した脂質や糖を認識するタンパク質が結合する糖脂質を合成し、金上に展開してその結合能等々を評価した。酵素等生体分子を安定に固定化する方法として、セルロース含有イオン性液体を利用して固定化する方法を確立し、生体分子の安定性を評価した。また、高分子膜中にタンパク質を固定化し電極基板と生体分子との間の電子移動能の評価を行った。さらには、タンパク質の気/液界面における吸着等々を利用し、生体分子の基板上への固定化を検討した。界面、表面の生体分子の評価技術開発として、周波数変調検出型原子間力顕微鏡を開発し、生体分子の観察を行って、生体分子評価に適用可能であるか検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目20、テーマ題目21

環境保全型物質開発・評価研究グループ

(Environmentally Degradable Polymer Research Group)

研究グループ長：相羽 誠一

(つくば中央第6)

概 要：

持続可能な循環型社会の実現に貢献するため、環境調和型高分子素材の開発及びその評価技術の確立を目標として、生分解性高分子素材の高機能化技術の開発を行うとともに、微生物や酵素等の機能を活用して、石油および高分子素材の生分解性評価及び生物学的処理に関する新規技術を開発する。

環境調和型高分子素材の評価技術の確立のため、高分子合成、高分子特性分析などの高分子化学的な観点と同時に、環境中の微生物の分離培養、微生物の機能解析、微生物酵素利用などの応用微生物学的な観点の両面を調和させながら研究を推進する。

研究テーマ：テーマ題目22

バイオメジャー研究グループ

(Bio-Measurement Research Group)

研究グループ長：関口 勇地

(つくば中央第6)

概 要：

(1) 産業や医療分野などでのバイオメジャー項目の国内及び国際的な標準化（標準プロトコールの作成、標準物質の整備など）に資する技術開発と基盤整備
バイオメジャー（生体由来物質の計測）は広く産業、医療分野等において行われているが、その計測のトレーサビリティ体系は未整備であり、国内および国際的なレベルでの計測の標準化は今後の大きな課題である。本課題では、バイオメジャー標準化の推進に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。バイオ計測の国際標準化に関して、国際度量委員会物質質量諮問委員会バイオアナリシスワーキンググループおよび ACRM（認証標準物質に関するアジア地域における協力のための会議）に参加し、バイオ計測の標準化に関する議論に参加、貢献した。また、H20年度に引き続き、核酸計測の国際比較（RNA 定量）、遺伝子組換え作物混入検査に関する国際比較に参加した。その他、遺伝子組換え微生物の環境中モニタリング技術の開発とガイドライン策定のため、土壌からの DNA 抽出技術の検討を進めた。

(2) 生体由来物質（核酸、ペプチド・タンパク質、代謝物、細胞、その他個体としての生命活動など）を検出・定性・定量するための新しい有用な基盤技術の創成

生体由来物質を対象とした計測分野のさらなる発展は、今後のバイオテクノロジー分野、医療分野等の進歩に大きく寄与する。本課題では、核酸や動物細胞を中心に、それらバイオメジャー技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。遺伝子量評価、あるいは遺伝子発現解析を念頭に、エンドポイント定量法（ユニバーサル QP 法）など、核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法の開発と、その応用を行った。また、微生物由来 DNA あるいは RNA の検出技術開発、動物細胞のバイオピリティーを評価するための新規手法の開発を行った。また、ヘリカーゼなどの核酸と相互作用する酵素の活性を迅速かつ網羅的に評価するための基盤技術開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目23、テーマ題目24

[テーマ題目1] 未知微生物・遺伝子資源の探索・収集・解析

[研究代表者] 織田 雅直

(生物資源情報基盤研究グループ)

[研究担当者] 織田 雅直、木村 信忠、宮本 恭恵、

玉木 秀幸、菅野 学
(常勤職員5、他6)

【研究内容】

メタン発酵リアクター、水処理活性汚泥、海洋地下圏、湖沼底泥、海洋熱水環境などを中心に、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離、並びに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析及び、これら微生物群の機能解析に関する研究を行った。その結果、これまでに知られていなかったメタン生成古細菌、未知生育因子を要求するような微生物などの新規微生物群を純粋に培養することに成功した。また、環境中から高いセルロース分解活性を示す微生物や高濃度のアルコール系溶媒に耐性を示す微生物の分離を行い、生理的特性や生化学的・遺伝学的性質に関する解析を行った。一方、遺伝子を RNA レベルで検出する環境メタトランスクリプトーム解析による有用遺伝子探索の技術開発を開始しており、セルロース分解に係わる新規な遺伝子を環境サンプルから網羅的に捕捉することに成功している。これらは、木質バイオマス資源の利活用に役立つ酵素として、効率的なバイオプロセス構築への応用が期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境微生物、未知微生物、難培養微生物、遺伝子資源、メタゲノム

【テーマ題目2】 バイオプロセスイノベーションハブの構築：新規スクリーニング手法の開発

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 内山 拓、宮崎 健太郎
(常勤職員2名)

【研究内容】

PIGEX (Product-Induced Gene Expression) 法とは、酵素反応生成物に特異的に応答する転写制御因子を利用した酵素スクリーニング法である。本年度は、安息香酸に対する正の転写制御因子 BenR と緑色蛍光タンパク質 (GFP) をレポーターとして微生物センサーを構築した。当該微生物センサーを用いて約96,000クローンからなるメタゲノムライブラリーを安息香酸アミド存在下でスクリーニングした。安息香酸アミドを安息香酸に変換する酵素活性が発現すれば、緑色蛍光となって現れる仕組みである。その結果、塩基配列および基質特異性の異なる11種のアミダーゼ遺伝子の獲得に成功した。またアミダーゼ遺伝子のアミノ酸配列相同性解析の結果から、8種は既知のアミダーゼファミリーに属する一方、3種は新規蛋白質であることが明らかとなった。以上の実験結果から、PIGEX 法は新たな酵素活性スクリーニング法として有効であると考えられた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、スクリーニング手法爆発性予測シミュレーション、粉

末 X 線回折

【テーマ題目3】 バイオプロセスイノベーションハブの構築：有用酵素のスクリーニング

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 内山 拓、矢追 克郎、久野 しおり、水田 志織、六谷 明子、宮崎 健太郎
(常勤職員3、他3)

【研究内容】

メタゲノムを活用した有用生物機能の探索については、十数種類の環境由来のメタゲノムライブラリーを整備し、探索ニーズに即応できる体制を構築した。具体的なターゲットとしては、セルロース系バイオマスの糖化酵素であるセルラーゼ、β-グルコシダーゼなどを選び、前者に関しては200個、後者については1700個程度の陽性クローンを獲得した。とくに β-グルコシダーゼについては、BRENDA 酵素データベース上に登録されている総数184を凌ぎ、メタゲノム手法による酵素スクリーニングとしては、類を見ない圧倒的な取得数となった。既知の β-グルコシダーゼの大半は、グルコースによる生成物阻害を受け、セルロース系バイオマスの糖化過程でのボトルネックになることが知られている。そこで、全 β-グルコシダーゼについてグルコース耐性を指標に二次スクリーニングを行い、10%グルコースの存在下でも活性を維持する β-グルコシダーゼを数十個同定した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、スクリーニング、バイオマス糖化、β-グルコシダーゼ

【テーマ題目4】 メタゲノムからの転写制御因子スクリーニング

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 内山 拓、宮崎 健太郎
(常勤職員2名)

【研究内容】

転写制御因子は、微生物が生育環境の変化に対応する際に、鍵となる蛋白質であるといえる。バイオテクノロジー分野においては、これらは蛋白質大量発現系の調節因子として、あるいは微生物センサーの主たる構成成分として利用される。我々は、転写制御因子は重要な遺伝子資源であると考え、メタゲノムライブラリーからこれらのスクリーニングを、SIGEX 法を用いることによって試みた。

地下石油備蓄基地由来の湧水から抽出したメタゲノムをもちいて、メタゲノムライブラリーを構築した。ライブラリー構築にもちいたベクターは、クローニング部位下流に *gfp* 遺伝子が配置され、誘導基質の添加に伴う遺伝子発現の有無を、GFP の蛍光により捉えることが可能である (SIGEX 法)。構築したライブラリーに対し、

様々な化合物を誘導基質として加え、GFP の発現が誘導される陽性クローンを、フローサイトメーターをもちいて回収した。実験の結果、芳香族化合物で GFP の発現の誘導が確認された陽性クローンを13種得ることに成功した。遺伝子解析の結果、11種のクローンについては、既知の転写制御因子 (LysR family 5個、AraC family 1個、2成分制御系2個) を含んでいたが、2種のクローンに関して既知の転写制御因子を含んでいなかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、転写制御因子

【テーマ題目5】 バイオプロセスイノベーションハブの構築：メタゲノム解析ソフトウェアの開発

【研究代表者】 小山 芳典 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 小山 芳典 (常勤職員1名)

【研究内容】

当研究室において構築したメタゲノムライブラリーの塩基配列データは約200万塩基にも及ぶ。本配列データベースから欲しい情報をすばやく取り出せるようにするため、各種のソフトウェア開発を行っている。多くの研究者が利用できるようにするため、昨年度までに Macintosh 用に開発したゲノム解析用プログラム13個をすべて Visual C#言語を用いて Windows 用アプリケーションに書き換え、そのユーザーインターフェースを改良した。また Blast プログラムや Database を NCBI から自動でダウンロードし、インストールするための新たな Windows アプリケーション2個も作成した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 メタゲノム、データベース、ソフトウェア

【テーマ題目6】 バイオプロセスイノベーションハブの構築：ラッカーゼの開発

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 宮崎 健太郎、水田 詩織 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

研究室のメタゲノム配列DBの検索により同定されたラッカーゼについて、活性中心近傍の銅イオンの状態について、分光学的解析を行った。また、電気化学的な特性解析を進めると同時に、陽極への酵素固定化を行い、直接電子移動が起きることが確認された。また固定化単体の種類や固定化タグ、液性や酸素濃度など、バイオ電池として利用するための種々の条件検討を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、ラッカーゼ、産業用酵素

【テーマ題目7】 有用微生物触媒の開発

【研究代表者】 望月 一哉 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 望月 一哉 (常勤職員1名)

【研究内容】

光学活性な L-ホモセリンの生産法として、安価に入手できる原料を化学的に修飾した後、生物反応を利用して立体選択的に脱修飾する方法を考案した。立体選択的な脱修飾酵素を触媒素子とする L-ホモセリン製造プロセスのプロトタイプを構築し、これを実証するとともに、知財化した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 L-ホモセリン、微生物触媒、微生物スクリーニング

【テーマ題目8】 RNA 合成における翻訳因子の役割の解明

【研究代表者】 富田 耕造 (機能性核酸研究グループ)

【研究担当者】 富田 耕造、竹下 大二郎、濱田 梓 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

Q β ファージの複製酵素は Q β ファージ自身の RNA ゲノムにコードされている β サブユニット (レプリケース) の他に宿主である大腸菌由来の翻訳伸長因子である EF-Tu、EF-Ts、リボゾーマルタンパク質 S1を含む複合体である。我々は、Q β ファージ由来の RNA 依存性 RNA 合成酵素 (RNA dependent RNA polymerase: RdRp) である Q \cdot 複製酵素複合体の X 線結晶構造解析、機能解析を通して、RNA 合成における翻訳因子の役割、そして、RNA 依存性 RNA 合成酵素の RNA 合成の動的分子基盤を明らかにすることを目的として研究を進めている。レプリケース、EF-Tu、EF-Ts 三者複合体と、レプリケース、EF-Tu、EF-Ts、S1 四者複合体を複合体として大腸菌にて大量に発現、精製するスキームを試みてきた。レプリケース、EF-Tu、EF-Ts、S1 四者複合体に関して結晶が得られたが、十分な分解能が得られる良質な結晶ではなく、また結晶化の再現性も得られなかった。そこで、レプリケース、EF-Tu、EF-Ts をアミノ酸リンカーでつないだタンパク質の精製、結晶化を試みた。この一本鎖にしたタンパク質は、通常のレプリケース、EF-Tu、EF-Ts の三者複合体と同様に、34ヌクレオチドのモデル RNA を鋳型として、それに相補的な RNA を合成できることを確認している。そこで、一本鎖にしたタンパク質を大量に発現し、精製するスキームを確立し、結晶化を行ったところ、PEG400を沈殿剤とした条件で良質な結晶を再現性よく、確実に得ることができた。つくばの放射光施設 Photon Factory のビームライン BL-17A で X 線回折実験を行い、分解能2.8Åでデータ収集を行った。空間群は C22₁であり、格子定数は $a=139.9\text{\AA}$ 、 $b=250.1\text{\AA}$ 、 $c=101.2\text{\AA}$ であった。セレノメチオニン置換体タンパク質をもちいて

結晶化を行い、得られた結晶を用いて MAD 法によって 3.1Å の分解能で位相の決定に成功した。現在、モデル構築、精密化を行っている段階である。今後、得られた構造から、Qβ レプリケースによる RNA 合成の分子基盤の一端が明らかにされると期待している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 RNA 合成酵素、翻訳因子、構造解析

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 非破壊検査、超音波、ヘルスマニタリング、損傷、爆発性予測シミュレーション、粉末 X 線回折

〔テーマ題目9〕 tRNA アンチコドンの転写後修飾における酵素反応機構の分子的基盤解明

〔研究代表者〕 沼田 倫征 (機能性核酸研究グループ)

〔研究担当者〕 沼田 倫征、大澤 拓生、沼田 英子 (常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

tRNA アンチコドン 1 文字目のヌクレオシド修飾は、コドンの揺らぎと密接に関連しており、正しいタンパク質を生合成する上で極めて重要である。グルタミン酸、リジン、グルタミン、ロイシン、アルギニンに対応する tRNA のアンチコドン 1 文字目のウリジンは、全ての生物において修飾を受ける。真正細菌ではウラシル塩基 5 位のカルボキシメチルアミノメチル化もしくはメチルアミノメチル化修飾が確認されている。ウラシル塩基 5 位の修飾には複数の酵素が関与し、まず、MnmE と GidA が共同的に働くことによって、5 位にカルボキシメチルアミノメチル基を付加する。次に、MnmC が、カルボキシメチルアミノメチル基をメチルアミノメチル基に変換することが知られている。本研究では、結晶構造解析と変異体機能解析から、ウラシル塩基 5 位の修飾メカニズムを解明することを目的としている。平成 21 年度は、MnmE の結晶構造を決定し、その立体構造に基づいた変異体解析から、活性部位近傍に位置するリジン残基がカルボキシメチルアミノメチル化修飾反応に不可欠であることを見出した。修飾反応過程において、MnmE は GidA と複合体を形成することが知られており、詳細な修飾反応メカニズムを解明するためには、MnmE-GidA 複合体の結晶構造解析が不可欠である。そこで、MnmE と GidA との複合体の結晶化条件の初期スクリーニングを行ったところ、MnmE-GidA 複合体の予備的な結晶を得ることに成功した。現在、解析中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質、酵素、核酸、RNA、結晶構造解析

〔テーマ題目10〕 ウイロイド RNA の組織間トラフィッキングを可能にする多様な変異に関する

研究

〔研究代表者〕 Penmetcha Kumar

(機能性核酸研究グループ)

〔研究担当者〕 Penmetcha Kumar (常勤職員1名)

〔研究内容〕

ウイロイドは野菜、果樹や花き類などの作物に感染し、わい化や生育不良などの病徴を引き起こす。ウイロイドは塩基数が 200~400 程度の長さをもつ環状の一本鎖 RNA のみで構成されている。我々は、これまでに、キクわい化ウイロイド (CSVd) の *in vitro* 合成系を確立し、キクを宿主とする CSVd をこの系で合成し、他の宿主であるトマトに接種して 1 か月後、感染していること、変異があることを確認した。*in vitro* で合成した CSVd が感染性をもつことがわかったので、ウイロイド研究の次のステップとして、本課題において CSVd を用いたトラフィッキング研究を開始した。ウイロイドのトラフィッキングに関わる部位の特定を行うために、ウイロイドにランダム変異を導入し、組織間トラフィッキングと変異部位との関係を明らかにする実験を行った。CSVd は 354 残基からなるので、6 個のドメイン (A、B、C、D、E、F) に分け、各ドメインのループ部分に 14~23 塩基のランダム置換を行った。従って、理論的には一つのドメインで 414~423 (109~1014 に相当) 種類の変異体がつくれるが PCR 産物は NuSieve アガロース上で確認を行った。次に各ドメインの変異体を基に全長 CSVd の PCR 産物を作製し、NuSieve アガロース上で確認した。各ドメインに変異体をもつ CSVd (計 6 サンプル) をそれぞれについて、キクに接種実験を終えたところである。今後は、4 週間後に、感染した上位にある葉より RNA を抽出して RT-PCR、クローニングの後に塩基配列を決定し、接種葉から抽出した塩基配列と比較することにより、どのドメインがトラフィッキングに関与しているかを解析する予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ウイロイド、RNA、トラフィッキング、変異体

〔テーマ題目11〕 蛋白質デザインに関する研究

〔研究代表者〕 新井 宗仁

(蛋白質デザイン研究グループ)

〔研究担当者〕 末森 明夫、広田 潔憲、石井 則行、新井 宗仁、竹縄 辰行、横田 亜紀子 (常勤職員6名、他7名)

〔研究内容〕

蛋白質デザイン研究グループの究極の目標は、蛋白質を理解し自由自在に設計・制御できるようにすることである。これは学術的に重要であるだけでなく、医療や産業にも直結した課題であり、21 世紀のライフサイエンスの根幹をなす科学技術である。具体的には、蛋白質の機能発現機構の解明と蛋白質デザイン技術の開発を行うこ

とにより、有用な蛋白質の設計と実用化を目指す。

蛋白質デザイン技術の開発に向けて、欲しい機能を有する蛋白質を確実に創成する技術としての「配列空間探索による蛋白質デザイン法」の実証研究を推進している。この研究では、ジヒドロ葉酸還元酵素と p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼを対象に変異解析を進めているが、前者に関しては、網羅的な一アミノ酸置換変異体の作製と、その特性として酵素活性、補酵素特異性、熱安定性などのデータベースの見直しと再解析を完了させ、信用性の高いデータベースの構築を行った。後者に関しては、系統的に作製した一アミノ酸置換全変異体の特性データを利用し、複数の特性を同時に改良する方法の開発を進めた。特に、特性を向上できる変異導入部位を効率的に探索するための方法の開発を進めた。

一方、蛋白質が特定の構造を形成し機能を発現するメカニズムの解明は、第二の遺伝暗号解読問題と位置づけられる。この問題を解決して蛋白質を自由自在に制御できるようにするために、蛋白質のエネルギ地形の特徴づけや、アミノ酸配列と構造・機能との対応関係の研究を行っている。近年、蛋白質の新たなカテゴリーとして天然変性蛋白質が提唱され、蛋白質科学における新たなパラダイムとなっている。そこで、癌抑制因子 p53の天然変性領域と転写コアクチベータ CBP との相互作用の解析を行い、p53のアポトーシス制御機構の解明に向けて有用な知見を得ることができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質デザイン、配列空間探索、蛋白質構造形成機構、天然変性蛋白質

【テーマ題目12】 脂質の化学合成とその応用（疾病マーカー探索・検出イノベーション）

【研究代表者】 芝上 基成（脂質工学研究グループ）

【研究担当者】 芝上 基成、神坂 泰
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

我々は、生物機能工学研究部門バイオセンシング技術研究グループおよび分子認識研究グループと共同で、部門重点テーマ「疾病マーカー探索・検出イノベーション」に取り組み、基板上に固定した膜タンパク質を解析するシステムの開発を担当した。平成21年度は膜タンパク質として中性脂質の合成酵素であるジアシルグリセロールアシルトランスフェラーゼ（DGAT）の解析を行った。まず、この酵素活性の産物であるチオール化合物検出のために、BODIPY FL L-システインを脂質膜に埋め込んだチオール化合物の測定系を構築し、その有効性を確認した。続いて BODIPY を担持させたリン脂質誘導体の合成を行い、蛍光発光能を有することおよび溶液中では自己消光をしないことを確認した。さらに、出芽酵母の SNF2破壊株に発現させていた活性化型の DGA1タンパク質を、ピアコア（Biacore）の基板上に固定化し、その

基質、相互作用タンパク質、阻害剤などの結合を表面プラズモン共鳴によって検出する系を構築した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質膜、有機合成、蛍光脂質、ジアシルグリセロールアシルトランスフェラーゼ、ピアコア

【テーマ題目13】 脂質の生物生産の高効率化

【研究代表者】 神坂 泰（脂質工学研究グループ）

【研究担当者】 神坂 泰、木村 和義、植村 浩、横地 俊弘（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

微生物によって高度不飽和脂肪酸を高効率に生産するシステムの開発を目指して研究に取り組んだ。遺伝子解析が進んでいて遺伝子改変が容易な出芽酵母を宿主とし、高度不飽和脂肪酸を合成する酵素の遺伝子を導入して、高度不飽和脂肪酸を生産するシステムを構築した。この出芽酵母の脂質生産性を向上させるために脂質含量に関与する遺伝子を解析し、また、発酵能を向上させるために解糖系などのエネルギー生産系の解析を行った。

平成21年度に得られた主な結果は以下の通りである。

1) 転写調節因子 SNF2の破壊と脂質合成遺伝子 DGA1及び $\Delta 6$ 不飽和化酵素遺伝子の過剰発現により構築した希少な高度不飽和脂肪酸であるステアリン酸生産出芽酵母株において、生産効率を上げるための培養条件を検討し、高濃度の栄養要求性アミノ酸の添加によって、生産量を顕著に増大させた。

2) 脂質蓄積性を向上させる DGA1タンパク質について、出芽酵母の snf2破壊株に発現させて、酵素活性が増大した活性型にして解析を行った。その結果、このタンパク質は、脂質蓄積部位であるリピッドボディ画分に濃縮されることを見出し、リピッドボディ画分から、活性を有した状態で DGA1タンパク質をほぼ均一に精製することができた。さらに、精製した活性型タンパク質は、その N 末端が欠失していることを見出した。

3) $\Delta 12$ 不飽和化遺伝子と $\omega 3$ 不飽和化遺伝子を導入して確立したリノール酸及び α -リノレン酸を生産する出芽酵母の系に不飽和化酵素の反応に必要な因子であるチトクローム b5 遺伝子をさらに導入したところ、それまで20°Cの培養では認められたが30°Cの培養では殆ど認められなかった酵素活性が、30°Cの培養でも認められるようになった。また、脂肪酸組成の改変によりエタノール耐性の向上が観察された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質生産、微生物、高度不飽和脂肪酸、遺伝子組換え

【テーマ題目14】 天然物由来の機能性食品素材の開発

【研究代表者】 丸山 進

（健康維持機能物質開発研究グループ）

〔研究担当者〕丸山 進、山崎 幸苗、森井 尚之、
河野 泰広、市村 年昭、小川 昌克
(常勤職員6名、他3名)

〔研究内容〕

皮膚の健康維持や糖尿病など生活習慣病の予防・改善のための機能性物質を開発し、実用化することを目標として以下の研究を行った。

沖縄亜熱帯植物（寄生植物の一種）の抽出液とそこから得られた化合物が、ヒト皮膚3次元モデルでアルブチン（既存の美白剤）と同程度のメラニン合成抑制作用があり、美白剤として有望なことを確認した（外部機関との共同研究）。

これまでにアディポカイン産生調節物質（糖尿病など生活習慣病の予防・改善のための機能性物質）としてフェルラ酸アミドやクルクミン等フェノール性化合物の活性を明らかにしてきた。今年度はアディポカインの1つである TNF- α のマクロファージ系細胞における産生は明日葉に含まれるキサントアンゲロール等のカルコンポリフェノールにより抑制されるが、この機能はフェノール性水酸基よりもフェニル基と共役したエノン構造に基づくことを明らかにした。

食用植物から PAI-1産生抑制およびアディポネクチン産生増進作用を有する抽出物および化合物を探索した結果、紅花の抽出物やカルコン骨格を有するカルタミン、生姜ショウガオール類、ヤクチ yakuchinone A および菊成分スルフレインに、アディポネクチン産生増進作用および PA-1産生抑制作用があることを見出した。

アルツハイマー病をはじめとするいくつかの神経細胞変性疾患はそれぞれ特有のタンパク質集積に起因することが知られている。これらアミロイド関連疾患に関してその対策基盤技術の開発をめざして、タンパク質のアミロイド集積体の構造解明を進めた。前年に続き、原子量13の炭素の同位体を1個のみ、アミロイドベータタンパク質中に導入して赤外分光スペクトルを測定した。二次構造の帰属の他に、同位体によって引き起こされるシグナルのシフト値の解析から、その値がタンパク質分子鎖に沿って交互に変動していることを見出した。このことは集積体中の分子構造が分子内、および分子間の相互作用で交互に構築されていることを意味している。これに加えて分子内にターン構造を含む系統の変異体の実験や、特定のアミノ酸残基のみの化学反応性を利用した集積体の表面の解析を行って、従来は未解明であった高次の分子間の配向構造を明らかにできる可能性を見いだした。

新たなスクリーニング系開発の一環として、インフルエンザウイルスの主要な膜タンパク質であるヘマグルチニンの構造と機能の相関を調べる為にヘマグルチニンのカルボキシル末端に GFP をタグとして付加したタンパク質を培養細胞に発現させて、ヘマグルチニンの機能（リガンド結合と膜融合）を測定した。ヘマグルチニンのカルボキシル末端への GFP 付加により膜融合活性が

抑制された一方で、リガンド結合に関する活性には影響しないことを見出した。この知見は、ヘマグルチニンのカルボキシル末端へ GFP 付加したタンパク質を発現する培養細胞株が、インフルエンザウイルスの標的細胞への結合を評価するスクリーニング系に適することを示唆する。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕化粧品、糖尿病、メラニン、アディポネクチン、ポリフェノール、インフルエンザウイルス、アルツハイマー病、アミロイド

〔テーマ題目15〕疾病マーカー探索・検出イノベーション

〔研究代表者〕丹羽 修（分子認識研究グループ）

〔研究担当者〕丹羽 修、田中 睦生、佐藤 縁、
吉岡 恭子、栗田 僚二、高島 正江、
佐藤 優子、上田 晃生、中元 浩平、
西村 哲矢、小森谷 真百合、
井ノ口裕朗（常勤職員5名、他7名）

〔研究内容〕

本部門重点テーマ（分子認識、脂質工学、バイオセンシング技術の3グループ担当）は、疾病マーカー分子などを高い感度と高い選択性で検出するための新規基板材料の開発、検出手法の開発、デバイスの新規作製を目指している。具体的には、(1) 電気化学バイオセンシング材料としてのナノカーボン膜電極の開発と利用、(2) 分子認識ソフト界面を利用した生体分子（タンパク質）の高感度認識膜の開発、(3) 新たな免疫センシング法の開発などを担当した。(1) では、スパッタ法による各種センシング用電極の開発、酸化損傷 DNA の定量の高感度化など応用検討を行った。更に、電子サイクロトロン共鳴（ECR）スパッタカーボン薄膜に紫外線を照射することによりナノ構造体（ワイヤ、棘状）がマスク無しで形成できることを見出した。作製したナノ構造体電極では、ビリルビン酸化酵素を修飾すると電極との直接電子移動により酸素を高効率に還元できることを見出した。ナノ構造体が形成される前の平坦な電極では、表面が親疎水性の何れでも高効率の直接電子移動が観測できなかった。この様なナノ構造表面での酵素との電子移動は、簡便な構造のバイオセンサやバイオ電池の電極などへの展開が考えられる。次に、以前発見した金属とカーボンを同時に共スパッタすると、電極触媒活性が大きい金属ナノ微粒子が分散したカーボン膜が得られる方法について、糖類の直接酸化を目的にニッケルや金ナノ微粒子の分散したカーボン膜についてその作製と電気化学特性の把握を行った。アンバランススパッタ法を利用して、膜を形成しその構造を観察すると金属ナノ微粒子が分散したカーボン膜が確かに形成できていること、粒径の制御が簡単にできる可能性があることなどを見出した。また、単糖や二糖の直接酸化による定量を目的に、アルカ

リ水溶液中での電気化学特性の把握をおこなったところ、金、ニッケル双方とも電極触媒的に酸化が起こること、酸化電位が金属により大きく異なることなどを見出した。上記の知見をもとに、金属とカーボンを出力を変えて同時にスパッタ可能な装置の開発を行った。それぞれを独立にスパッタすることにより、センサや電気化学検出器により適した構造の設計をより幅広い組成で行うことが可能となる。

(2) では、レクチン (タンパク質) 認識のための末端に二糖 (マルトシド) を有するアルカンチオール分子と、非特異的な吸着を抑制するためのトリエチレングリコール基を有するアルカンチオール分子とでナノ相分離膜を作製し、コンカナバリン A (Con A) を、高い親和性および低い非特異吸着性の効果により高感度に認識・検出できることを確認した。この認識特性は、修飾膜内において糖鎖末端 (認識部位) の位置と非特異吸着抑制分子の水酸基末端の位置との差がアルキル鎖長にして C4-6 の差がある時に、Con A の吸着量も増大し、速度論的にも吸着が早く解離が遅くなることを確認した。また糖鎖の膜内横方向の分散についても、100%糖鎖表面よりも仕込み比において10%程度の糖鎖の方が ConA の吸着量が著しく増大したが、この理由として、糖の表面濃度が高いところでは糖と Con A が1:1の結合をするのに対し表面濃度が低くなるにつれて多価結合が中心となってくることに起因することを確認できた。このような結果を元に、糖鎖の種類をラクトシドに変えて膜を作製し、疾病マーカとして期待されるガレクチンを高感度に認識することにも成功した。また、バイオセンサ開発に必要であるタンパク質の非特異吸着を抑制できる表面修飾材料として、ホスホリルコリンやオリゴエチレングリコールを導入したチオール、フェニルアジド、シラン類など、昨年度合成経路がほぼ確立できた分子を用いて、実際に次期バイオセンサー基板として有望であるカーボン膜の表面を修飾し、修飾膜の形成過程の確認、構築された膜の特性などを電気化学的手法や走査型トンネル顕微鏡等表面解析技術により追跡した。(3) では、電気化学や電気化学発光法、表面プラズモン共鳴法を利用し、疾病マーカーの新規検出原理の開発を行った。例えば、電気化学法による疾病マーカー検出としては、薄膜ナノカーボン電極を用いたカドミウム検出とその疾病マーカー計測への応用を検討した。アノードックストリッピングボルタンメトリ法によりカドミウムを検出することにより、従来のカーボン電極に比べ高い S/N 比で定量可能であり、簡便に ppb オーダーの微量カドミウムを測定可能であることを見出した。さらに、カドミウム標識した抗体を用いて、疾病マーカーの一種である腫瘍壊死因子測定の検討を行った。従来のカーボン電極では測定不可能な低濃度の腫瘍壊死因子においても高感度に測定可能であり、従来法 (蛍光測定) との応答比較をしたところ、良好な相関を得ることが出来、その有効性を示

すことも出来た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ナノカーボン薄膜、電気化学測定、表面プラズモン共鳴、免疫アッセイ、疾病マーカ、レクチン

【テーマ題目16】 融合重点化テーマ：ナノバイオに関する研究

【研究代表者】 丹羽 修 (分子認識研究グループ)

【研究担当者】 丹羽 修、田中 睦生、佐藤 縁、吉岡 恭子、栗田 僚二、加藤 大、高島 正江、後藤 圭佑 (常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

チップ電気泳動などの生体分子分離技術 (健康工学研究センター)、ナノカーボン電極材料や薄膜材料などの分子認識材料 (生物機能工学研究部門) の技術を有するライフ分野の関連グループと、ナノ光学素子やナノ微粒子技術、ダイヤモンド電極作製技術を有する光技術研究部門、ナノテク研究部門、ダイヤモンド研究センターの関連グループ、および計測標準部門の生体標準試料作製、評価技術を融合したナノバイオ素子による生体分子の新規な計測法の創成について検討した。具体的には、①メチル化 DNA を対象に、標準試料の合成、その酵素分解による前処理技術、オンチップでの分離技術、電気化学的手法による直接検出 ②極微量のウイルスの超高感度検出を行うためのプラットフォームとして高感度 SPR デバイスとベースに分子認識材料や非特異吸着抑制材料、ナノ粒子による増感による信号増幅を融合したセンシングデバイス開発の2つのテーマを推進した。その結果①では、計測標準部門より提供された DNA のメチル化率が高い CpG 配列 (60mer) のメチル化率を変化させた試料を用いて、その酵素による切断とナノカーボン膜を用いた直接定量を検討し、酵素分解がほぼ完全に起こりモノマーレベルまで分解されること、分解後、酵素を除去した試料をナノカーボンにより電気化学測定 (矩形波ボルタンメトリ法) を行うと、得られるグアニン、メチルシトシン、シトシンのピークが完全に分離し、塩基の量に比例した信号が得られることを確認した。次に、②では、インフルエンザウイルスに含まれる色素 (ヘマグルチニン HA) 検出をモデルとして、HA 色素を感度よく検出するための抗体の基板への配置方法、安定な固定化の技術を検討した。さらに、光技術部門およびナノテク研究部門との共同体制で、金微粒子や量子ドット使用等による増感検出に成功し、モデル色素検出の増感検出、さらに不活性化ウイルスの100nM オーダーレベルの検出にも成功した。金微粒子に抗体や薄膜修飾を行い、より増感に寄与できるように工夫を重ねた。今後、実サンプルを用いる測定に向けて重要な問題となる非特異的な吸着の解決に向けて、分子材料の設計と合成を検討した。

金以外の基板（シリコン基板、炭素材料等）にも緻密に安定に非特異吸着抑制分子材料を固定するための手法を検討し、実際に合成と膜修飾を行った。これらの分子材料の、基板表面への修飾膜の構築方法を確立し、膜の性質特性の評価を進めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ナノカーボン薄膜、電気化学測定、標準メチル化 DNA、酵素分解、表面プラズモン共鳴、非特異吸着抑制、免疫センサ、ナノ微粒子

【テーマ題目17】時計遺伝子とペプチドを用いた健康増進の研究

【研究代表者】大石 勝隆（生物時計研究グループ）

【研究担当者】大石 勝隆、大西 芳秋、宮崎 歴、富田 辰之介（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

1) モデル動物及び培養細胞を用いた体内時計のリズム発振機構の解明

マウスを使った時計遺伝子の発現解析や行動リズムの解析により、カロリー制限を模倣するケトン体ダイエットの負荷が、体内時計の位相を前進させる（早起きにさせる）ことが明らかとなり（*Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2009）、プレス発表を行った（産総研プレス発表 2009年7月24日「ダイエット食による早起き効果をマウス実験で発見ー炭水化物を減らすケトン体ダイエットが体内時計に影響ー」、毎日新聞朝刊 22面、化学工業日報新聞朝刊9面、東京新聞夕刊 D 版8面、科学新聞 第3259号 2面、日刊工業新聞 20面、子供の科学 2009 10月号）。

カロリー制限などによって、核内受容体 PPAR α の活性化を介して肝臓で発現が誘導される増殖因子 FGF21 の体温調節機能を明らかにする目的で、FGF21 のノックアウトを用いた解析を行った。その結果、短期的な絶食に伴う体温低下には影響が無かったものの、ケトン体ダイエットを用いた慢性的カロリー制限状態に伴う体温低下には抵抗性を示すことが判明し、FGF21 が、何らかの形で体温の調節に関与する可能性が示された（*Neuro Endocrinol Lett*, 2010）。

時計遺伝子のリズム的な発現機構において、時計タンパク質 PERIOD2 と CRY1 の相互作用が重要であり、CRY1 は、PERIOD2 の C 末端に位置する α ヘリックス構造を認識して結合していることを明らかにした（*Biochim Biophys Acta*, 2010）。

2) 体内時計の調節機能を有する機能性分子の探索

時計遺伝子 *BMAL1* のプロモーター領域をルシフェラーゼ遺伝子に結合させたレポーター遺伝子を恒常的に発現する細胞株を樹立した。この細胞を用いて、体内時計に作用する化合物のスクリーニングを行い、複数の候補分子を得ることに成功し、特許申請を行った。

3) 体内時計と代謝性疾患（肥満、糖尿病、血栓症）や神経性疾患（睡眠障害、うつ）などの疾患発症との関連性に関する研究

時計遺伝子 PER2 を過剰安定発現している腫瘍細胞を樹立し *in vivo* での増殖を見たところ、PER2 発現株では増殖抑制が認められた。しかし、*in vitro* での増殖に違いはなく、細胞周期関連遺伝子の発現に対する変化はなかったが、細胞の運動性、細胞外マトリックスの発現の上昇が認められ、免疫細胞に体する感受性の増加が認められた。よって、*in vivo* における増殖抑制は、PER2 の発現により、腫瘍の免疫感受性によるものではないかと予想された（*Genes Cells*, 2010）。

明暗サイクルの乱れが摂食行動や代謝に及ぼす影響を調べる目的で、通常明暗24時間周期と明暗6時間周期でマウスを飼育し、高脂肪食を負荷した場合の影響について比較を行った。その結果、明暗6時間周期では、活動リズムのフリーランが認められ、過食に伴う肥満が促進され、血糖値及びヘモグロビン A1c の値に有意差が認められた。この結果は、明暗サイクルの乱れが、糖尿病の危険因子となる可能性を示している（*Neuro Endocrinol Lett*, 2009）。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】体内時計、時計遺伝子、概日リズム

【テーマ題目18】タンパク質の分子育種技術の開発

【研究代表者】本田 真也

（分子細胞育種研究グループ）

【研究担当者】本田 真也、村木 三智郎、

小田原 孝行（常勤職員3名、他6名）

【研究内容】

タンパク質医薬等のバイオ製品の製造プロセスにおける低コスト・高効率生産、及びそれらの品質管理に係る技術体系の整備に資するため、タンパク質の構造安定性の解析、タンパク質の構造多様性の解析、膜タンパク質の結晶化機構の解明等を進め、これらの理解に基づく、有用タンパク質の凝集性評価技術の開発、有用タンパク質の機能改変技術の開発、進化分子工学的的手法による機能性人工タンパク質の創出等を行う。

独自に開発した分子デザインプログラム等を活用して、抗体医薬等の精製や抗体の検出に実用されているタンパク質プロテイン G を改良して、抗体親和性と pH 応答性の優れた改変タンパク質を開発した。昨年度決定した第一世代の改変プロテイン G の立体構造と、抗体である IgG1 の立体構造から、両者の複合体のモデル構造をまず推定し、このモデルについて複合体内での改変プロテイン G と IgG1 の接触界面における、静電的な反発力のシミュレーションなどによって、親和性が改善するようにアミノ酸配列を再設計した。再設計した改変プロテイン G を合成しその性質を調べた結果、中性での抗体親和性が11倍、pH 応答性（中性から酸性に変化した際

の親和性の比で評価)が18倍向上していた。認可済みの抗体医薬を対象に、この第二世代の改変プロテイン G をアフィニティーリガンドに用いてアフィニティークロマトグラフィーの挙動を調べたところ、吸着した抗体医薬が溶出するピークの pH 値が3.1から4.1へと弱酸性側にシフトできることが明らかになった。より穏やかな条件で精製処理できることは製造工程において抗体医薬が劣化してしまうリスクを低減できるため、抗体医薬の品質を保証する上で不可欠の要件である。なお、この第二世代の改変プロテイン G はヒト IgG の4つのサブクラスすべてに対して十分な親和性を維持していた。

既存のタグ配列を除去したヒト Fas リガンド細胞外ドメイン誘導体についてピキア酵母を宿主とする分泌生産、精製系を開発し、精製試料を用いた結晶化スクリーニングを行った。ヒト Fas レセプター細胞外ドメインについてはヒト IgG1-Fc ドメインとの融合タンパク質を Sf9 昆虫培養細胞ならびにカイコ幼虫を宿主とするバキュロウイルス発現系での生産について検討し、効率的な発現生産系を構築した。

数種の内在性膜蛋白質について沈殿曲線と溶解度曲線の温度依存性を調べた結果、分子間相互作用分布の多様性を反映し沈殿曲線は小さな温度依存性を示すこと、可溶化界面活性剤の極性頭部が疎水相互作用しうる基を有する時や塩析による結晶化では疎水性相互作用の寄与を反映し温度上昇に対して溶解度は小さくなることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、分子設計、立体構造、抗体、安定性、膜タンパク質結晶化

【テーマ題目19】微生物及び植物における細胞育種技術の開発

【研究代表者】鈴木 馨 (分子細胞育種研究グループ)

【研究担当者】鈴木 馨 (常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

食糧・飼料の安定的生産と共にエネルギー原料・工業原材料、生理活性物質・医薬品原料等の供給源として持続的で更新可能な植物の利用に期待が高まっている。植物の機能を利用して有用物質やバイオマス資源等を効率的に生産するためには、目的とする物質の生合成に関わる代謝系を含む物質生産系や生産性及び生産量を左右する成長・分化及び環境応答といった様々な植物機能を改良することが必要とされる。このような植物の物質生産プロセスに関係する様々な植物機能は、多数の遺伝子群の発現によって調節されており、それらの遺伝子発現は転写因子によって制御されている。そのため、バイオマスや有用物質を植物に効率的に生産させる技術を開発するためには、転写因子の機能を利用して植物の物質生産系に関係する遺伝子群の発現を統括的に操作することが有効であると考えられている。また、一般に転写因子の

基本的な構造および機能は植物種を超えて保存性が高く、モデル植物における知見や技術を実用植物に応用することが比較的容易であると考えられている。そこで、モデル植物であるシロイヌナズナにおいてゲノム情報に基づいた転写因子の同定と機能解析を進め、植物の物質生産プロセスの改良に向けた分子育種技術開発のための知的基盤・技術基盤の整備を目指すと共に植物の物質生産プロセス制御の基盤として重要なあるいは有用な機能が期待される転写因子の同定を目指す。

植物には多種多様な転写因子が多数存在しており、その多くが遺伝子ファミリーを構成している。しかし、個々の転写因子の機能について、これまでに明らかにされた例は限られていた。そこで、モデル植物として、シロイヌナズナのゲノム配列等のデータベースを基に転写因子遺伝子の *in silico* 同定、分子系統解析、種間比較解析、発現プロファイル解析等を行い、選抜した転写因子遺伝子の cDNA クローニング及び形質転換体の作成と形質変化等の解析を行った。

転写因子遺伝子過剰発現植物体の形質や遺伝子発現プロファイルの変化等の解析によって、主に次のような成果が得られた。過剰発現によって栄養生長の増大と渇水耐性の向上が期待される MYBL 及び DOF ファミリーに属する転写因子を新たに2つ見出した。そのうちの1つについては、クロロフィル含量の増大に効果があることが見出された。老化誘導が遅延及び収穫後の鮮度保持能力の向上が見られる ERF 過剰発現体において、異形葉性にも変化が見られ、成熟葉となるべき葉が幼若葉の形態を示すことを見いだした。一方、別の MYBL 過剰発現体について、個々に切除した葉の老化誘導では野生型と比べて顕著な違いは見られず、切除した地上部全体を老化誘導した場合に遅延することが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】循環産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御、バイオマス

【テーマ題目20】バイオセンシングに関する基盤技術開発

【研究代表者】矢吹 聡一

(バイオセンシング技術研究グループ)

【研究担当者】矢吹聡一、飯島誠一郎、村上悌一、澤口隆博、石井則行、平田芳樹 (常勤職員6名、他3名)

【研究内容】

生体分子の高度な機能を利用すること、これを用いより高度な計測方法を開発するとともに、界面での生体分子等の評価技術を開発することなどを目的とする。具体的には、生理活性機能を持つ脂質類の合成開発、生体分子の固定化法の開発、界面における生体分子の評価技術の開発等を行った。

生理活性物質の合成開発においては、D-グルコノラ

クトンを出発原料とする糖脂質スフィンゴファンジン類 (E、F) の合成ルートを検討し、前年以前に開発したスフィンゴファンジン B、D の合成ルートを利用することで、D-グルコノラクトンより15工程ほどで合成可能であることが確認された。今後、これらの物質の正確な生理活性機能が評価されるとともに、その利用が進むことが考えられる。

生体分子固定化法については、クロモイオノフォア展開気液界面に吸着したカタラーゼやフェリチンを基板上に移し取る方法を検討した。基板上に固定化された生体分子の量、配列、二次元結晶の度合い、膜の安定性等の検討を行った。また、異なる固定化方法として、ポリイオン複合膜中に生体分子マイクロペルオキシダーゼ (MP-11) を固定化し、基板とマイクロペルオキシダーゼ間で直接電子移動が可能であることを明らかにした。現在、この膜に固定化されたマイクロペルオキシダーゼの酵素類似反応の詳細について検討を行っている。以上の固定化方法等は、生体分子を利用した計測技術開発に展開可能であると考えられる。

また、固定化酵素電極を利用した生体分子の計測方法の開発を行った。グルコースオキシダーゼを固定化した電極をベースに、電子メディエーターにポリミキシンBと結合したフェロセンを用い、エンドトキシンであるリポポリサッカライドを系中に添加すると、電極応答が減少することから、リポポリサッカライドが計測可能であることを明らかにしている。本方式を用いることで、酵素反応とは無関係な生体分子でも高感度検出が可能になることを明らかにしている。

界面における生体分子の評価技術開発においては、まずその場で生体分子の高分解観察が可能な方法を開発することが必要である。そのため、本年度は、周波数変調検出型原子間力顕微鏡 (FM-AFM) を開発し、生体分子の観察を行って、その特性を評価した。その結果、大腸菌のシャペロン分子や、高度高塩菌のバクテリオロドプシンなどが水中で観察可能であることが分かった。今後さらに高分解能にすることで、生体分子の機能をその場で観察することが可能になると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖脂質、気液吸着、二次元結晶、固定化、高感度検出、その場観察、原子間力顕微鏡

【テーマ題目21】 疾病マーカー探索・検出イノベーション

【研究代表者】 矢吹 聡一

(バイオセンシング技術研究グループ)

【研究担当者】 矢吹 聡一、村上 悌一、澤口 隆博 (常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

部門重点テーマ「疾病マーカー探索・検出イノベーション」

の研究開発 (分子認識、バイオセンシング技術、脂質工学の3グループが担当) のうち、当該グループでは、(1) 簡便に作製可能な生体分子固定化膜、(2) ソフトインターフェースを利用したタンパク質の高感度認識膜用材料開発、(3) 検出に利用できるナノ構造分子膜の機能評価について研究を行った。

(1) 簡便に作製可能な生体分子固定化膜は、昨年度に引き続き、セルロース含有イオン性液体を用い、生体分子固定化膜を作製し、その安定性等について検討した。セルロースは化学的、物理的に安定であるが、その安定さ故、簡便な溶媒が存在しない。特に、共存した場合、生体物質の機能を損失することの無い溶媒はなかった。近年イオン性液体がセルロースの溶媒になることが発見され、セルロース溶解イオン性液体を用い、セルロースを固定化担体として利用することが可能になった。本年は、固定化時にイオン性液体により生体分子が影響を受けることがないか、および、固定化膜の安定性について検討した。イオン性液体の生体分子に対する影響評価は、作製した酵素電極中の酵素の見かけの動力学的定数を検討することで明らかにした。すなわち、見かけのミカエリス定数を測定により求めたところ、フリーの酵素のミカエリス定数とほとんど変わりが無く、固定化時、ならびに、固定化中にイオン性液体やマトリクスから影響を受けていないことが明らかになった。以上より、この固定化法は、極めて生体分子に優しい固定化法であることが明らかになった。さらに、この長期安定性を調べたところ、約4ヶ月間酵素活性が低下せずに連続利用が可能であることが明らかになった。以上より、本固定化法を用いることで、極めて簡便に生体分子を固定化でき、固定化時に機能をロスすることなく、固定化された生体分子が長期的に機能することが明らかになった。

(2) ソフトインターフェースを利用した糖結合タンパク質の高感度認識膜用材料開発では、糖結合タンパク質レクチンは、種々の疾病マーカーとなっている可能性が高く、種々のレクチン分子を識別するためには、種々の糖を有する分子を合成し、それぞれの分子のレクチンに対する結合を評価する必要がある。したがって、本年度はガラクトースアナログを結合したアルカンチオールを合成することを目的とし、合成を行った。その結合状態の解析は、分子認識研究グループが詳細を検討している。

(3) ナノ構造分子膜は、生体分子を利用あるいは測定する上で、界面上に展開するナノ構造分子膜の構造、機能が重要なパラメーターとなることがある。本研究では、膜密度、配向状態等をトンネル顕微鏡等を利用し、評価可能であることが明らかになっている。本年度は、新規に合成されたナノ構造分子膜材料 (ホスホリルコリン構造を持つアルカンチオール分子) を用い、それぞれの特性の評価を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 セルロースマトリックス、酵素固定化、

ミカエリス定数、長期安定性、レクチン、ガラクトースアナログ、アルカンチオール、ホスホリルコリン、膜構造、配向状態、膜密度

〔テーマ題目22〕 生分解性高分子素材の高機能化と評価・処理技術の開発

〔研究代表者〕 相羽 誠一
(環境保全型物質開発・評価研究グループ)

〔研究担当者〕 相羽 誠一、平栗 洋一、布施 博之
(常勤職員3名、他6名)

〔研究内容〕

最近、化石資源の枯渇や温暖化問題の観点から、循環型社会を目指した木片、稲ワラ、バガスなどの非食糧系バイオマスからのエネルギーや化学原料生産に関する技術の開発が注目されている。中でも、化石資源の代替のためにバイオマスから製造される環境調和型高分子素材には重要な役割が期待されている。そこで、バイオマス由来環境調和型高分子として、開環重合すればポリエステルとなることが予想される新規環状ケテンアセタールモノマーをバイオマス由来物質（ヘキサンジオール、グリセリン誘導体など）から合成する条件について検討した。その結果、得られたケテンアセタールは不安定であり、精製処理にさらなる検討が必要であることがわかった。一方、機能性化学品の製造に重要な短鎖炭化水素の酸化反応に関わる酵素を探索した結果、従来のメタン酸化酵素群に類似の酵素をエタン・エチレン資化菌が保有していることを見いだした。また、高分子分解等に係わる微生物や遺伝子の環境特性を明らかにした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生分解性プラスチック、ケテンアセタール、炭化水素酸化酵素、エタン、エチレン

〔テーマ題目23〕 バイオ・メディカル分野におけるバイオ計測の標準化に向けた研究

〔研究代表者〕 関口 勇地
(バイオメジャー研究グループ)

〔研究担当者〕 関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、陶山 哲志、野田 尚宏
(常勤職員5名、他3名)

〔研究内容〕

バイオメジャー標準化に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。また、国内のバイオ計測の標準化に関する窓口を統一化するため、産総研内の関連する各部門、あるいは国内の各組織間の連携体制の構築に向けた取り組みを行った。DNA 計測の品質管理や互換性の向上などを目的とした核酸認証標準物質（DNA および

RNA）の作製と評価を実施し、それぞれの認証標準物質に関してその作製を完了した。また、DNA に関して必要な評価を実施し、均質かつ安定な核酸標準物質が作製されたことを示す結果を得た。バイオ計測の国際標準化に関して、国際度量委員会物質諮問委員会バイオアナリシスワーキンググループおよび ACRM（認証標準物質に関するアジア地域における協力、日本、中国、韓国が参加）に参加し、バイオ計測の標準化に関する議論に参加、貢献した。また、H20年度に引き続き、核酸計測の国際比較（RNA 定量）、遺伝子組換え作物混入検査に関する国際比較に参加した。その他、H20年度に引き続き、組換え微生物等の野外使用における安全性評価手法の標準化のため、グラム陽性細菌を標準微生物として利用した DNA 抽出効率の評価方法を確立した。その結果を基に、DNA 抽出法およびその評価法、微生物定量のための定量 PCR 法の標準プロトコールの改正を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 標準化、遺伝子、DNA 定量、PCR、DNA 標準物質、RNA 標準物質、国際比較

〔テーマ題目24〕 バイオメジャー基盤技術の開発

〔研究代表者〕 関口 勇地
(バイオメジャー研究グループ)

〔研究担当者〕 関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、陶山 哲志、野田 尚宏
(常勤職員5名、他15名)

〔研究内容〕

核酸や動物細胞を中心に、それら生体由来物質の計測（バイオメジャー）技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。リボソーム RNA を標的とした特定微生物の定量技術（RNase H 法）に関しては、構築した手法を実際の複合微生物試料に適用し、その応用の可能性を検証した結果、実環境試料に対しても適用可能であるとの結果を得た。また、細菌を簡便に検出、定量するための低コスト・ハイスループットな新規エンドポイント定量法（ユニバーサル QP 法）を確立した。また、動物細胞のバイアビリティーを評価するための新規手法の改良を進めた。さらに、核酸との相互作用を有する酵素の活性を定量的に測定するための評価技術の開発を進め、ヘリカーゼと核酸分子の相互作用を蛍光色素によって定性的・定量的に評価する技術の改良を進めた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子、DNA 定量、PCR、マイクロチップ、細胞機能評価、動物細胞、凍結保存、バイアビリティー、バイオイメージング

⑪【計測フロンティア研究部門】

(Research Institute of Instrumentation Frontier)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：秋宗 淑雄

副研究部門長：山田 家和勝、山内 幸彦、

大久保 雅隆

主幹研究員：高坪 純治、野中 秀彦

所在地：つくば中央第2

人員：56名 (54名)

経費：920,030千円 (444,977千円)

概要：

本研究部門は、特に“遷移・変移現象”を、そしてそれが産業技術に大きく係わる“信頼性”をキーワードとして取り上げ、それに係わる計測・評価技術と、そこから派生する制御技術の開発を目指して2004年4月に設立された。この開発に向けた2つのアプローチ法として、産業や科学の発展に貢献する先進的な計測制御機器・システム開発（ツール開発）や、計測技術を高度に活用した評価・解析技術開発（知識開拓）を取り上げ、計測・評価技術のフロンティア開拓を進めている。併せて、知識開拓を基にした規格化・工業標準化への貢献や、ツール開発を基にした将来的な標準の創出に繋がる研究開発も視野に入れて展開している。

平成19年度からは部門の目標を大きく2つに整理した上で、それぞれの目標実現に向けて2つの重点課題を設定し、第3期科学技術の理念に沿った研究「国力の源泉を創る」と「健康と安全を守る」によりバーチャルに運営を行っている。

平成17年度に新たに1グループを設立後、4月に2グループを1グループに統合し、6月から1グループを新センター設立のために送り出したため、現在は8の研究グループ（以下RGと略記）体制で研究を推進している。重点目標と重点課題、担当研究グループは下記の通りである。

【目標1】新たな評価軸の開拓に向けた先端的計測ツールの開発

1-1 ナノ物質計測技術と規格化の研究（超分光システム開発 RG、活性種計測技術 RG、光・量子イメージング技術 RG、ナノ標識計測技術 RG）

半導体X線検出器の軟X線領域におけるエネルギー分解能が150eV程度であるのに対して、13eVのエネルギー分解能と、表面不感層が無い検出器構造による検出効率の向上により、1桁以上の性能向上を実現した。B、C、N、Oといった軽元素や金属タンパク質中の金属のL線のエネルギー分散分光を可能にする検出システムを構築中であり、放射光施設(KEK PF)に設置し動作試験を完了した。

既存の偏光変調素子が使用できない40nm-180nmの真空紫外領域において、生体分子の立体構造の決定が可能なS/N比 10^5 の測定精度を持つ高感度円偏光二色性測定装置を開発し、世界初の極紫外域での円二色性測定に成功した。

1-2 活性種計測制御技術の研究（活性種計測技術 RG）

多結晶シリコン上に約70℃の基板温度で $6.0 \pm 0.1\text{nm}$ の高品位均一酸化膜を作成した。また、過渡吸収分光法により、深さ10nm以内に存在する不純物を 10^{11} 個/cm²レベル（吸光度 10^{-6} の検出感度に相当）で分析することに成功した。

1-3 光・量子ビームイメージング技術の研究（光・量子イメージング技術 RG、極微欠陥評価 RG）

コンパクト（約10x10m）で3-30keVのエネルギーの単色X線発生システムを開発し、生体試料等の観察への適用に着手した。現時点におけるX線収量は、 1.8×10^7 photon/sであるが、収量の増強のためのマルチパルスX線発生法（シングルパルスから100パルスへ）の開発とリニアック電子バンチの電荷量の増加・安定化を進め、 10^9 photon/s以上のX線光子を発生させることに成功した。

ビーム径30 μm 以下の陽電子マイクロビーム源を開発し、材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布イメージングに成功した。また、高速測定による分単位の動的変化を計測するシステムを開発した。

【目標2】信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の開発と標準化展開の研究

2-1 構造体劣化診断・予測技術の研究（構造体診断技術 RG、極微欠陥評価 RG）

広帯域フィルタ利用のブラッグ波長評価法により、歪計測時の応答周波数100MHz超（GHz帯域）を実現した。並行して、FBGセンサによる歪と超音波同時検出システムを構築し、金属材料の疲労試験における疲労き裂進展を1mm以下の分解能で検出できることを確認した。光ファイバとレーザーを組み合わせた映像化超音波探傷システム技術を開発し、目標値である監視領域50m²での歪とき裂の同時監視（上記検出性能）を実現し、成果は超音波伝搬の映像化方法をJISCのTS（標準仕様書）に提案し官報に掲載された。

2-2 移動拡散現象の計測・評価と規格化の研究（ナノ移動解析 RG）

固体NMR法等を用いた無機固体酸塩のプロトン伝導機構の解明について、SO₄、PO₄四面体の回転機構を律速段階とする新しいモデルの提案と実証に初めて成功し、さらに、信頼性の高いデータを蓄積することにより、次世代燃料電池用固体電解質材料としてのプロトン伝導物質の探索・評価指針を提示

した。

2-3 材料プロセスの信頼性評価と規格化の研究（不均質性解析 RG）

球状圧子の圧入変位を正確に測定する手法を開発し、工具鋼上に形成された DLC 膜の弾性率を、圧入体積 $10\mu\text{m}^3$ で測定可能であることを明らかにし、目標を達成することができた。標準化については、担当者の異動に伴い、別ユニットで検討中である。ファインセラミックス原料粉体の化学分析手法に関する JIS 規格の新規1件、改訂2件の原案作成、3種類の窒化ケイ素国家標準物質に加えて、2種類のアルミナ国家標準物質の作製を行った。

外部資金：

経済産業省受託

- 「マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法に関する標準化」
- 「高精細な X 線透視画像を用いた全自動製品検査装置の開発」
- 「高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置」
- 「小型迅速毛髪分析装置の開発」
- 「汎用型陽電子ビーム寿命測定装置の開発」
- 「ナノ計測用単結晶ダイヤモンドカンチレバーの製品化」
- 「工業用カーボン高温物性の計測評価による製造・製品高度化の研究」
- 「超電導計測機器用極低温クライオスタットの開発」
- 「超小型可搬汎用高分解能質量分析装置の開発と評価」
- 「省エネルギー基盤技術国際標準化研究」

文部科学省受託（原子力）

- 「照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発」
- 「軟 X 線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究」
- 「コンパクト偏光変調放射光源の開発とそれを用いた分光計測技術の高度化に関する研究」

NEDO 受託研究費

- 「キャラクターゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」
- 「革新的部材産業創出プログラム／超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発）」
- 「水素貯蔵材料先端基盤研究事業／金属系水素貯蔵材料の基礎研究」

財団等受託研究費

- 「多孔質媒体中におけるガスハイドレート自己保存効果」

- 「X 線分析装置用透過型多層膜集光レンズの開発」
- 「リアルタイム発生ガス分析システムの開発」
- 「耐熱・難燃性マグネシウム合金鑄造によるパワートレイン耐熱部材の開発」
- 「実装基板検査に資する高度画像処理技術並びに検査装置の開発と最適化」
- 「「CNX 冷陰極 X 線管」特有真空環境の最適化及び X 線発生装置の開発」
- 「活性酸素を利用したディーゼルパーティキュレートセンサの開発」
- 「透過型陽電子顕微鏡」
- 「中性子捕獲実験用レーザー逆コンプトン光の研究開発」

科研費補助金

- 「イオン液体中での界面電子移動反応計測」
- 「フェムト秒分光による界面電子移動反応におけるプラズモン層強効果の機構解明」
- 「位相制御レーザーによる固体表面粒子放出現象の量子制御」
- 「超短パルス電子ビームを用いた高出力テラヘルツ時間領域分光システムの開発」
- 「溶液ジェット法による糖薄膜の製膜と真空紫外円二色性データベースの構築」
- 「レーザー法による超音波伝播映像のその場計測技術の開発と非破壊検査への応用」
- 「レーザーコンプトン準単色 X 線マルチパルスの生成と動的医用イメージングへの応用」
- 「大気陽電子顕微鏡の開発」
- 「溶存フミン物質の簡易分別定量法の開発：土壌—陸水系における DOM 動態解析への応用」
- 「逆コンプトン γ 線を用いた原子核共鳴蛍光散乱同位体イメージングに関する基礎的研究」
- 「超低エネルギーイオン注入によるシリコン半導体極浅接合形成実用化技術の開発」
- 「核共鳴散乱を用いた放射性同位元素の非破壊検出」
- 「磁気双極子遷移強度の測定によるニュートリノ非弾性散乱反応率の評価」
- 「固体 NMR を用いたナノ空間における分子のダイナミクスの研究」
- 「デュアルピーク FBG センシングシステムの開発」
- 「FT-ICRMS 分析を用いた森林皆伐地の溶存有機物動態」

研究補助金

- 「高真空中におけるイオン液体のエレクトロスプレーを用いた正負両極性を選択可能な高収束性クラスターイオンビーム源の開発ならびに二次イオン質量分析 (SIMS) への展開」

発表：誌上発表149件、口頭発表292件、その他23件

活性種計測技術研究グループ

(Active State Technology Research Group)

研究グループ長：野中 秀彦

(つくば中央第2、第4、第5)

概要：

高い反応性や短寿命などの特性を持つ活性種は、反応の促進、超高速現象の伝達・制御などの機能があるため、先端プロセス技術において重要な役割を果たしている。当グループでは、活性種の計測技術と、それに基づいた活性種の制御・利用技術の開発を目指す。特に独自性の高い計測・制御手法と装置の開発と、研究成果の実用化・規格化（工業標準化）を通じた社会基盤への貢献に資することを目標とする。具体的には、大質量イオンの生成と有機物表面などに対する活性種としての相互作用の計測・評価技術及び位相制御光やプラズマなどによる活性種の発生・計測技術の開発、パルスレーザー光を用いた半導体中の活性種及びその周辺物質との相互作用を高時空間分解能・高感度で計測する技術の開発、生体内活性種の計測に向けた電子顕微鏡やSPMなどを用いたナノ構造の計測技術と標準試料及び巨大分子の検出技術等の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目6

超分光システム開発研究グループ

(Super-Spectroscopy System Research Group)

研究グループ長：大久保 雅隆

(つくば中央第2)

概要：

急速に高度化する産業分野、科学技術分野において、従来の分光分析手法の限界を越える性能の実現が必要不可欠になっている。分光法とは、ある軸（変量）に対して物理量（測定法が規定できるもの）の変化を測定する手法で、その分光精度限界の革新的向上、新たな分光軸の追加は、我々が認知、分析できる観測対象の拡大を意味している。先端分析機器開発に必要な不可欠な要素技術として、極低温環境で動作する超高感度の超伝導分光センサーの開発を行うとともに、要素技術を統合した超分光先端分析機器開発を推進する。

生体高分子等のようなナノ粒子とX線光子といった光量子を観測対象として、二原子分子といった低分子から非共有結合タンパク質複合体のような数MDaまでの広い分子量範囲を分析対象とする。従来の質量分析の原理的制限を越える質量分析性能や、超精密な元素の分離を軟X線領域で可能とする光子分光性能を実現する。このような性能を、タンパク質凝集関連疾患の凝集メカニズム解明などに活用す

る。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目7

ナノ移動解析研究グループ

(Nano-Dynamics Analysis Research Group)

研究グループ長：後藤 義人

(つくば中央第5)

概要：

電解質膜の熱耐久性をおもな理由に、一般的には作動温度が100℃以下である固体高分子型燃料電池よりも高温における作動を目指して新たな開発が期待されている次世代の中温作動型燃料電池用の固体電解質材料として有望な無機固体酸塩のプロトン拡散現象について、原子レベルでの計測・解析技術の開発と機構解明を目的とした研究をおこなっている。具体的には、固体NMR測定・解析技術、高圧力場を用いた原子構造環境制御技術、精密X線構造解析技術等を駆使して、無機固体酸塩CsHSO₄関連物質群の拡散係数と構造との相関を明らかにし、中・低温型無機プロトン伝導材料の探索・機能向上指針の提示を目指している。また、高エネルギー化学物質の状態変化の実験的構造データから安全性を定量的に評価あるいは予測するために計算化学技術の利用開発を目指した研究では、火薬類及びエアバッグガス発生剤等の加温・加圧による構造変化を分光測定、X線回折測定等を用いて解析ならびに推定する手法の構築を進めている。

研究テーマ：テーマ題目8

構造体診断技術研究グループ

(Structural Health Monitoring Research Group)

研究グループ長：津田 浩

(つくば中央第2)

概要：

構造体に生体神経網に倣った損傷検知・診断機能を付与することを究極の目標として、超音波、またはFBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサを利用した構造体健全性評価システム技術の研究開発を進めている。

FBG センサは超音波検出における従来センサである圧電素子に替わるセンサとして期待されているが、これまで温度やひずみ変動下での超音波検出は極めて困難とされてきた。当グループではひずみや温度変化においても超音波検出が可能なシステムを新たに開発した。今後、同システムを実構造物の超音波検査に適用し、システムを改良する。また、超音波が伝わる様子を映像として観察しながら検査できる超音波可視化探傷技術の研究も進めている。レーザーは非接触で高速走査が可能なので、従来、検査が困難であった狭あい部や表面凹凸部などの検査を迅速に行うことができ

る。また、映像による分かりやすい検査であることから、欠陥エコーの見逃しや誤認の防止にもつながる。現在、超音波映像化装置を試作し、3次元任意形状物体表面を伝わる超音波を映像化できることを確認するとともに、き裂や腐食、はく離等を模擬した人工欠陥を有する試験体を伝わる超音波を映像化し、航空宇宙機器や工業プラントの欠陥検査への適用性を検討している。

不均質性解析研究グループ

(Inhomogeneity Analysis Research Group)

研究グループ長：兼松 涉

(中部センター)

概要：

当研究グループでは、材料の不均質性に由来する特性変化、機能発現機構に関する知識体系の構築と、その知識体系を基にした工業標準策定に向けた基盤的研究の推進及び工業標準策定への主体的貢献をミッションとしている。昨年度までと同様に前者については主に次の2つのテーマについて研究を行った。一つは「材料プロセスの信頼性評価と工業標準化に関する研究」で、これまでのラマン分光、固体 NMR に加えて近赤外・赤外分光を主な計測ツールとする機能発現機構解明に向けた計測・解析と計算化学によるシミュレーションを行った。計測対象は主に NO_x 分解電気化学セルに用いられる NiO/YSZ 複合酸化物と建築材料として期待されるポリ乳酸ナノコンポジットで、前者については計算化学的手法による NO_x 分解反応モデルの提案、後者については固体 NMR 測定における緩和現象から推定される分子レベルの挙動モデルを提案した。工業標準については、標準基盤研究「イットリア添加部分安定化/安定化ジルコニア中イットリアの化学分析方法の標準化」に取り組むとともに平成19年度まで実施していた基準認証研究開発事業「転動部材用ファイナセラミックスの破壊特性評価手法の標準化」の成果に基づく ISO 規格原案の審議が専門委員会で開始された。また標準物質開発についても、アルミナ原料粉体の標準物質2種類について NMIJ 認証を受け、頒布に向けての準備を完了した。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目9

光・量子イメージング技術研究グループ

(Quantum Radiation Research Group)

研究グループ長：小池 正記

(つくば中央第2)

概要：

優れた特徴を有する高輝度光・量子源を開発し、これを用いて物質の持つ様々な情報を選択的に抽出・制御するための独自のイメージングツールを開発・実用

化し、その普及を図ることにより、計測機器産業の振興と科学技術の進展に貢献する。特に小型電子加速器技術の高度化を進め、これをベースに、高性能光・量子源の開発・小型化を進める。光・量子を用いた表面化学反応の動的計測、生体原子・分子の構造解析・機能ダイナミックスの追跡等のイメージング技術の開発及び信頼性向上の研究を行い、計測システムとして確立することを目標とする。さらに次のステップとしてはこれら各種イメージング技術を産業計測技術としてユーザーに供給するとともに、計測システムの一層の小型・高性能化と信頼性向上により on-site システムとして実用化し、計測機器産業の振興に寄与する。また新たな科学技術分野を開拓するためのツールとして、更なる機能を付与し、複合化した高度なイメージングシステム開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11

極微欠陥評価研究グループ

(Advanced Defect-Characterization Research Group)

研究グループ長：鈴木 良一

(つくば中央第2)

概要：

先端デバイスや高機能材料の開発では素子や材料中の原子レベル～ナノレベルの欠陥や空隙がその特性に大きな影響を及ぼすため、これらの極微構造を詳しく分析・評価できる技術が望まれている。そこで、当研究グループでは高品質の陽電子ビームやイオンビームを発生し、これらを計測プローブとした新しい極微構造評価技術の開発を行っている。陽電子ビームを用いた材料評価技術については、電子加速器を用いた高強度短パルス陽電子ビームを用いた陽電子物性計測技術の高度化改修を行い、効率的な計測を可能にした。また、陽電子マイクロビームを用いた局所領域の測定や欠陥分布の3次元イメージングを材料研究に応用し、これらの計測法の有効性を検証した。また、陽電子発生用電子加速器の技術を応用した非破壊検査用の超小型 X 線源の開発を行い、カーボンナノ構造体を用いて200 keV 以上の高エネルギー X 線を発生できる X 線源を開発した。

研究テーマ：テーマ題目12

ナノ標識計測技術研究グループ

(Nanolabelling and Measurement Research Group)

研究グループ長：小野 泰蔵

(中部センター)

概要：

ナノテクノロジーの健全な発展を促すため、ナノ物質についての適切な計測評価技術の開発を行い、ナノ物質の生体安全性に関する基礎的データを取得することを目的としている。具体的には、産業界で

大量に使用されることが想定されるカーボンナノチューブ (CNT) 類やフラーレン類などのナノ物質を研究の中心課題としている。こうしたナノ物質は、従来の有機化合物や無機化合物の概念の中間的な性質を有しており、これまでの一般的な計測手法では生体内に取り込まれた状態で計測することは極めて難しく、有効な生体内分布計測手法が存在しない。当研究グループでは、ナノ物質を感度良く測定するためのナノ標識手法を開発し、動物へ暴露したときの生体内移行性を含めた動態解析を行うとともに主要臓器へのナノ物質の生体影響評価を行うための電子スピン共鳴 (ESR) イメージング手法の開発研究を行う。また、ナノ物質の分散化、分析、分級、標品調製などのナノ物質評価を支援する基礎技術開発も同時に進める。こうして得られた結果を総合的に検討し、ナノテクノロジーへのアレルギーや安全性への過信などが起こらないよう適切なリスク評価に資する情報を発信する。

研究テーマ：テーマ題目13

【テーマ題目1】レーザー超音波映像化新傷技術の開発

【研究代表者】 秋宗 淑雄 (研究部門長)

【研究担当者】 秋宗 淑雄、高坪 純治、宮内 秀和、
 卜部 啓、岡部 秀彦、岩下 哲雄、
 津田 浩、遠山 暢之、永井 英幹、
 (常勤職員9名、他0名)

【研究内容】

日本の産業が直面している経年化したストック (原子力発電所や架橋) の運用信頼性の確保に関する技術開発の構築が必須とされている。映像化探傷技術の開発では、第2期の目標である寸法1mm までの欠陥の広域監視 (50㎡) を可能とする技術開発を実証するため、実物構造体材料および配管を用いてレーザー超音波による映像化探傷技術による損傷評価を行い上記目標値を達成した。

工業プラント部材や航空宇宙機器部材を対象として、3次元任意形状構造物を伝わる超音波を映像化するための計測システム技術の開発と計測された映像から損傷情報を抽出するための画像診断技術を開発した。本年度はさらに、可搬型のレーザー超音波可視化装置を試作し、その性能試験を行った結果、厚さ100 mm 程度の金属管に内在する1 mm サイズの欠陥からの散乱エコーを映像化できることを確認し、進行波の中に隠された欠陥エコーを鮮明化するための信号処理手法を開発した。これにより欠陥検出分解能を従来の2倍以上向上させることができた。並行して JIS-TS の策定を実施し、官報に JIS-TS-Z0028として掲載された。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 非破壊検査、超音波、ヘルスマニタリング、損傷、爆発性予測シミュレーション、

粉末 X 線回折

【テーマ題目2】巨大分子検出用ナノデバイス開発の加速

【研究代表者】 大久保 雅隆

(超分光システム開発研究グループ)

【研究担当者】 大久保 雅隆、浮辺 雅宏、志岐 成友、高橋 勝利、黒河 明、千葉 薫、鈴木 宏治、全 信行、北爪 達也
 (常勤職員5名、他4名)

【研究内容】

超伝導検出器を装備した飛行時間型質量分析装置開発において、免疫グロブリン等の巨大分子のハイスループット分析を可能にするために、最大100素子から成る超伝導分子検出器に対応するために、信号処理系を多チャンネル化した。現在20チャンネル動作しており、免疫グロブリン G (IgG) 試料中に存在する不純物の分析を、従来の1/20の10分程度で測定可能になった。今後さらにハイスループット化を図る。この信号処理系は、従来の質量分析装置が、イオンの飛行時間を測定して質量/電荷数比 (m/z) に換算しているのに対して、 m/z に加えて電荷数を同時に処理可能である。多量体のように1量体の1価イオンと2量体の2価イオンが同じ m/z であるため分離できなかった問題を解決した。このシステムをレーザー脱離イオン化 (MALDI)、エレクトロスプレーイオン化 (ESI) と組み合わせた装置2台を組み上げ、超伝導検出器の冷却 (0.3K) を自動化し、定常的な試料測定を実現した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 質量分析、TOF-MS、MALDI、ESI、生体分子、超伝導デバイス

【テーマ題目3】多階層制御材料の多元的動的計測・解析技術に関する研究

【研究代表者】 野中 秀彦

(活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】 野中 秀彦、齋藤 直昭、鈴木 淳、藤原 幸雄、中村 健、加藤 隆二、古部 昭広、山内 幸彦、本田 一匡、後藤 義人、林 繁信、治村 圭子、兼松 渉、丸山 豊、新澤 英之、鈴木 良一、木野村 淳、小池 正記、渡辺 一寿、安本 正人、池浦 広美、小川 博嗣

(常勤職員21名、他1名)

【研究内容】

本課題では、今後、様々な産業分野における実用化が予測される有機・無機の不均質物質からなるナノ・マクロ多階層制御材料の開発に必須となる、多元的計測手法によって得られたデータを統合的に解析する技術の開

発を行う。そのために、本年度は、当部門の独自のナノ構造等計測技術の高度化を目指し、以下の要素技術の開発を進めた。1) 多階層材料の高感度な計測が可能となるエレクトロスプレーイオン化法による新型溶液クラスターイオン源の開発に着手し、巨大イオンを効率的に真空部分に導入できることを確認した。また、外環境に敏感な不均質物質の界面領域の固体 NMR 計測のために、環境(雰囲気)を制御した状態で計測を行う技術を開発し、無機固体酸塩-シリカ複合材料に適用した結果、固体酸塩相、シリカ相、界面相の水素を分離観測することに成功した。2) 量子効率の急激な低下(使用後、数十時間)が問題となっている電子加速器の電子源材料(Cs₂Te フォトカソード)に対して、光電子顕微鏡による直接観察により、量子効率が低下した材料では、仕事関数が微視的なスケールで不均一な分布になり劣化が進行することが判明した。また、陽電子ビーム計測では、陽電子ビームラインを延長し、陽電子寿命測定装置と陽電子消滅励起オージェ電子分光装置のポートを分ける改造を行い、これまで必要だった実験の切り替えの作業を不要とし、効率的な計測が可能になった。3) 振動分光スペクトルとマクロな材料特性との相関を明らかにするために多変量解析を導入し、ポリエチレンを延伸させた時の分子レベルでのスペクトル変化と引張り強度との相関の解析に適用した結果、結晶が整列することが強度特性向上に寄与することが分かった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】多元的計測、クラスターイオン源、固体 NMR、光電子顕微鏡、フォトカソード、陽電子ビーム、多変量解析

【テーマ題目 4】 イットリア添加部分安定化/安定化ジルコニア粉末中のイットリアの化学分析方法の標準化

【研究代表者】 森川 久
(不均質性解析研究グループ)

【研究担当者】 森川 久、柘植 明、兼松 涉、
大西 みよこ
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究は、日本工業標準調査会が策定した「国際標準化アクションプラン」(平成19年6月)を受けて、研究開発と標準化を一体的に推進する「標準基盤研究制度」の枠組みの中で実施されている。バイオセラミックス材料のひとつであるジルコニア中のイットリアの高精度の化学分析方法の確立は、材料の信頼性や安定性を確保する上で必須である。ジルコニア材料の供給においては我が国が世界をリードしており、国際競争力の強化や生産性向上のためにも、国際標準の獲得は戦略的に極めて重要である。ISO 規格については、現状では材料規格(化学成分)はあるが、化学分析方法の規格が整備されてお

らず、上記の理由から早急な制定が求められている。本研究は、標記の化学分析方法の確立および ISO 化を視野に入れた JIS 原案素案の作成を目的として進めており、今年度は昨年度の成果に加えて以下の成果を得た。(1) イットリアの測定方法としてフッ化物沈殿法について検討し、イットリア含量が低い領域では有効なもの、操作性の点においてシュウ酸塩沈殿法を凌ぐものではないことを確認した。(2) イットリアの測定方法として常用のシュウ酸塩沈殿法に対して、少量の HF を添加することによって分析精度の向上を試みたが、さしたる効果がないことを明らかにした。(3) イットリアの測定方法として、慣用法である ICP 発光分析法と蛍光 X 線分析法による測定を行い、沈殿法(重量分析法)による値との比較検討を行った。(4) 昨年度と今年度の成果をもとに、JIS 原案素案を作成した。(5) JIS 原案素案を参照しながら、ISO 規格案を作成中である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】試料分解法、ジルコニア、イットリア、化学分析方法

【テーマ題目 5】 活性種計測制御技術の研究

【研究代表者】 野中 秀彦
(活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】 野中 秀彦、井藤 浩志、大村 英樹、
加藤 隆二、齋藤 直昭、鈴木 淳、
永井 秀和、中永 泰介、中村 健、
藤原 幸雄、古部 昭広、山本 和弘、
渡辺 幸次
(常勤職員12名、他1名)

【研究内容】

本課題では、反応の促進、超高速現象の伝達・制御などの機能を持つ各種活性種の計測ならびに制御技術の開発を進めているが、本年度は、1) 反応活性種である高濃度オゾンを用いたシリコンの低温酸化プロセスの実用化に向けた高度化、2) レーザー過渡吸収分光法による、半導体中活性種である電荷キャリアの挙動の時間分解測定の高感度化のためのシステムの改良、および、3) 水晶振動子センサーを用いた活性種雰囲気の分圧計測技術の開発を行なった。その結果、1) においては、新型オゾン酸化炉を用いた紫外光励起オゾンの酸化条件の最適化により、40cm 級大面積シリコンの低温均一酸化技術を開発し、酸化膜の電気的特性評価により、同手法で作製した酸化膜がデバイス品質膜であることを実証した。また、2) においては、ピエゾミラーを用いた自動光路調整機構の導入によるレーザー光の光路の安定化を行い、レーザー光の照射位置揺らぎを半減以下に押さえることに成功し、過渡吸収分光測定の高感度化の目処がついた。さらに、3) においては、プラズマ中の活性種の分圧測定への影響を分離することに成功し、プラズマ発生時の成分変化やガスの分解率、およびそれらの空間分布の測定

のための基盤技術を確立した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 活性種、オゾン、レーザー、過渡吸収分光法、水晶振動子、プラズマ

〔テーマ題目6〕 有機電子材料の純度評価に関する新規計測手法の開発

〔研究代表者〕 永井 秀和
(活性種計測技術研究グループ)

〔研究担当者〕 永井 秀和、中永 泰介
(常勤職員 2名)

〔研究内容〕

有機電子材料は、発光素子としてディスプレイに応用されている他、有機電界効果トランジスタ、有機太陽電池などへの応用展開を目指して盛んに開発研究が行われている。従来のシリコン系半導体材料と同様に、有機電子材料においても純度がその機能発現に重要である。本研究では有機電子材料の純度計測手法の確立を目的として、レーザーイオン化質量スペクトルによる高感度検出法を適用した新規計測手法の開発を行った。赤外あるいは可視レーザー光によるレーザー蒸発、またアルゴンイオンビーム照射により気化させた有機電子材料を紫外あるいは真空紫外域のレーザー光でイオン化し、飛行時間型質量分析計により検出を行った。試料としてペンタセン ($C_{22}H_{12}$: 分子量278) の測定を行ったところ、赤外レーザー光や低エネルギーのアルゴンイオンビームを用いた場合には、分子の分解(解離イオンの生成)を伴うことなくペンタセンイオンの検出ができた。このことから本研究により開発された手法が、有機電子材料の純度計測に有効であることが明らかになった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 レーザーイオン化、有機電子材料、ペンタセン、飛行時間型質量分析計、赤外、真空紫外、レーザー蒸発、アルゴンイオンビーム

〔テーマ題目7〕 原子力試験研究と JST 先端計測事業の平成20年度未達備品の調達

〔研究代表者〕 大久保 雅隆
(超分光システム開発研究グループ)

〔研究担当者〕 大久保 雅隆、浮辺 雅宏、志岐 成友、全 伸幸
(常勤職員 3名、他 1名)

〔研究内容〕

信号処理系の中で、100チャンネルの超伝導素子からの微弱信号を増幅するアナログアンプの開発を行った。そのノイズ特性を評価し、増幅の初段に使用する FET を選定した。アレイ検出器をクライオスタットに実装し、液体ヘリウムを用いず電力の投入だけで超伝導検出器の

動作に必要な0.3K を達成した。アレイ検出器の基本動作を確認し、半導体技術の限界を超える性能を達成できることを確認した。100素子中の1つの素子の性能評価を行い、エネルギー分解能が55 eV と半導体検出器の100 eV を大きく上回る性能を達成した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 X線分析、特性X線、X線吸収分光、超伝導デバイス

〔テーマ題目8〕 分子プロトニクス開拓のための基盤研究

〔研究代表者〕 後藤 義人
(ナノ移動解析研究グループ)

〔研究担当者〕 後藤 義人、林 繁信、山脇 浩、藤久 裕司、竹谷 敏、本田 一匡、治村 圭子
(常勤職員6名、他1名)

〔研究内容〕

次世代の中温作動燃料電池用の固体電解質材料として期待されている無機固体酸塩のプロトン伝導機構を解明するため、以下の研究を行った。固体 NMR を用いて原子レベルでのミクロな運動を解析し、表面状態などに左右されない物質固有のプロトン拡散定数を決定するとともにプロトン伝導機構を解明した。ゼロ次元水素結合系無機固体酸塩である $[(NH_4)_{1-x}Rb_x]_3H(SO_4)_2$ は、 NH_4 塩 ($x=0$) 及び Rb 塩 ($x=1$) の室温相の構造が同形であり、 x を0から1まで連続して変えることができる。このため、この系は陽イオンの置換がプロトン伝導に及ぼす効果を調べるのに適した系である。平成20年度までに、実験室系の 1H スピナー格子緩和時間 (T_1) の測定および理論的解析の結果から、高温相(超プロトン伝導相)において NH_4 濃度の増加に伴い酸性プロトンの拡散速度が増加することを明らかにしておいたが、平成21年度では、回転系の 1H スピナー格子緩和時間 ($T_{1\rho}$) の測定を行い、室温相においても酸性プロトンが拡散していることを確認した。理論的な解析を行った結果、 NH_4 濃度の増加に伴い酸性プロトンの拡散速度が増加していることが明らかになった。 NH_4 濃度の増加に伴い水素結合が弱くなることから、水素結合が弱くなるほどプロトン拡散が速くなることを示すことができた。次に、硫酸水素セシウム ($CsHSO_4$) とシリカナノ粒子との複合材料におけるプロトン拡散について固体 NMR 法を用いて調べた。 $CsHSO_4$ では SO_4 四面体間が水素結合によって結ばれており、この水素結合を通してプロトンが拡散する。 $CsHSO_4$ をシリカナノ粒子とメカニカルミリングによって複合化することにより、水素結合状態が変化してプロトン拡散に影響を与えると期待される。 1H 固体高分解能 NMR スペクトルの測定により、複合化した試料における水素結合の変化が観測された。また、静止試料の 1H 広幅 NMR スペクトルの温度変化から、

複合化によりプロトン拡散が促進されたことがわかった。

CsHSO₄系無機固体酸塩の結晶構造は、温度-圧力の状態変化に敏感であるため構造相転移の結果、様々な結晶系をとることが知られている。この特徴を明らかにしつつ、無機固体酸塩の構造とプロトン伝導の関係をより詳しく調べるため、組成変化を伴わずに構造を変化させることができる有効な手段である高圧力を用いて構造変化にともなう伝導度の測定を行っている。平成20年度までに、プロトン伝導度の圧力依存性を調べ、無機固体酸の水素結合が特異な振る舞いを示す場合においてもイオン回転の束縛がプロトン拡散速度を支配していることを示唆する結果などを得てきている。平成21年度は、等方的な静圧場ではなく、試験用ペレット作製時に見られるような一軸的加圧（一軸応力）を受けた際の影響を調べた。CsHSO₄ や CsH₂PO₄ に最大1.5 GPa までの一軸応力を加え、X線応力測定法により調べたが常圧に回収後の残留応力はほとんど無く、プロトン伝導測定からも残留応力の影響は認められなかった。これにより、ペレット成形時に生じる応力が、残留しプロトン伝導に影響を与える心配はないことがわかった。ただし、X線回折ピークの強度比が大きく変化し一軸応力により結晶が大きく配向したことを示した。一軸応力下 *in situ* でのプロトン伝導測定も室温、0.6 GPa まで行った。おそらく試料変形の影響が大きいと推測されるが、測定ごとのデータの傾向にばらつきがあり、応力の大きさに対する伝導度の増減の傾向がつかめなかった。しかしながら、0.6 GPa までは一軸応力を受けてもプロトン伝導度はオーダーでは変わらないことが明らかになった。

この他、100 °C以上の高温下における湿潤条件下での粉末X線回折法を用いた相転移過程のその場観察手法を確立するため、昨年度の予備実験に基づき、100 °C以下の温度条件で水蒸気飽和させたガスを、100 °C以上の高温条件下に一定の流速で流すことにより、湿度制御した100 °C以上の高温高湿の実験環境を作り出すことを可能にした。この手法は、X線回折手法による中温域での作動実環境下における相転移過程のその場観察に有効である。さらに、前年度のリートベルト解析およびDFT計算の結果を併用することで決定した四硫酸三水素五セシウムの各相のプロトンを含めた結晶構造に対し、量子分子動力学シミュレーションを行った。その結果、結晶中でのプロトン拡散経路が具体的に明らかになった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】プロトン拡散、固体 NMR、ナノダイナミクス、高圧構造制御技術、結晶構造解析技術

【テーマ題目9】材料プロセスの信頼性評価と工業標準化に関する研究

【研究代表者】兼松 渉（不均質性解析研究グループ）

【研究担当者】兼松 渉、西田 雅一、深谷 治彦、

森川 久、柘植 明、新澤英之、
大西みよこ
（常勤職員5名、他2名）

【研究内容】

機能性材料およびその製造プロセスの設計指針を明らかにすることを旨とした計測評価・解析技術の開発を行うとともに、新材料の特性評価法規格化に向けた基盤的な研究を行う。当グループは、材料の不均質性を前提として、多階層・多元的な計測データと機能評価データを統合して情報科学的に処理し、機能性材料の設計支援を行う方法論「材料機能インフォマティクス」の確立を目指しているところであるが、本研究ではその解析対象の要素となる単一階層での情報の体系化を目指すものである。今年度は、NO_x 分解電気化学セルに用いることが期待される NiO/YSZ 複合酸化物と難燃性建築材料として期待されるポリ乳酸ナノコンポジットを主な研究対象とした。前者については計算化学による NO_x 分解反応モデルの精度を向上させるため処理能力の高い計算機を導入し、現在解析を進めている。後者については、難燃性を向上させるために添加する化学修飾を施した粘土鉱物（有機化クレイ）の、混練過程および反応押出過程における分子レベルでの変化を固体 NMR によりモニターし、最終的な機能（機械的特性や難燃性）と緩和時間との相関を調べることによって、ポリ乳酸ナノコンポジットの分子レベルでの挙動モデルを提案した。またその他に、計算化学的手法により超強酸性触媒やリチウムイオン電池電解質への応用が期待されている含フッ素アニオン種の気相酸性度の見積を行った。工業標準化に関する研究については、平成19年度まで実施していた基準認証研究開発事業「転動部材用ファイナセラミックスの破壊特性評価手法の標準化」の成果として、ISO の専門委員会（ISO/TC206 Fine ceramics）に提案した規格案の審議が開始された。また、標準基盤研究の成果である「ファイナセラミックス用マグネシア微粉末の化学分析方法」が JIS 規格（JIS R1688）として発行された。さらに平成20年度より開始されたアルミナ標準物質2種類については、NMIJ 認証を受け（NMIJ CRM 8006-a、8007-a）頒布に向けての準備を完了した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】無機酸化物、ナノ細孔材料、ポリ乳酸、ナノコンポジット、固体 NMR、標準物質

【テーマ題目10】先端光源開発とイメージング応用に関する研究

【研究代表者】小池 正記

（光・量子イメージング技術研究グループ）

【研究担当者】黒田 隆之助、田中 真人、

小川 博嗣、豊川 弘之、清 紀弘、

池浦 広美、安本 正人、渡辺 一寿、
小池 正記（常勤職員9名）

【研究内容】

自由電子レーザー専用の電子蓄積リング NIJI-IV に、赤外線専用の挿入光源である光クライストロン ETLOK-III と共振振幅が $0.5\mu\text{m}$ 以下の高安定光共振器を加え、波長域 $0.84\sim 2.65\mu\text{m}$ にて自由電子レーザーの発振に成功した。波長 $1.5\mu\text{m}$ での線幅は赤外自由電子レーザーとしては最も狭い 0.5nm 以下で、高精度の分光測定に利用可能である。光共振器から取り出せる最大出力は 1.5mW であるが、光共振器内には 10W 以上のレーザー光を蓄積できる。最大輝度は約 10^{15} Photons/s/mm²/mrad²/0.1%b.w. で、赤外域の蓄積リング光源としては世界最高輝度を達成した。また、上記赤外自由電子レーザー光と電子バンチとを用いた逆コンプトン散乱によって、準単色の X 線ビームの発生にも成功した。X 線ビームのエネルギーは自由電子レーザーの波長によって可変で $0.7\sim 2.1\text{MeV}$ 、最大収量は 10^6 Photons/s であった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電子線加速器、レーザーコンプトン散乱、電子バンチ長、自由電子レーザー、放射光

【テーマ題目11】 高輝度 LCS-X 線ビームを用いた標的指向性 DDS に関する研究

【研究代表者】 豊川 弘之

（光・量子イメージング技術研究グループ）

【研究担当者】 黒田 隆之助、田中 真人、
小川 博嗣、豊川 弘之、清 紀弘、
池浦 広美、安本 正人、渡辺 一寿、
小池 正記（常勤職員9名）

【研究内容】

本研究では、薬剤と放射線の相乗効果については詳細な評価を行うため、重金属を含む抗がん剤等の DDS の目的とする組織への集積効果の診断、および X 線照射による放射線効果の相互作用による治療の正確な評価を行うための基礎となる知見を得ることを目的とする。このため X 線光源の高度化としてポリキャピラリーにより X 線の集光を確認した。また、LCS-X 線の高エネルギー化、及び高収量化の整備・基礎実験を行った。また、DDS に関する基礎実験として、シスプラチンの X 線吸収スペクトルの取得し、コロニーフォーミングアッセイを用いて、金コロイドの放射線効果を調べた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電子線加速器、レーザーコンプトン散乱、X 線診断、放射線治療、DDS

【テーマ題目12】 陽電子ビームラインの高度化改修

【研究代表者】 鈴木 良一
（極微欠陥評価研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 良一、大平 俊行、木野村 淳、
大島 永康
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

当所では、電子加速器で発生した高強度陽電子ビームを用いた陽電子寿命測定法や陽電子消滅励起オージェ電子分光法などの物性計測の技術を開発し、半導体デバイス用薄膜、機能性高分子薄膜、ガス・液体分離膜等様々な材料の表面や極微構造の評価に有用であることを実証してきている。しかし、従来の陽電子ビームラインでは、陽電子消滅励起オージェ電子分光装置と陽電子寿命測定装置は同一のビームポートを用いていて、実験の切り替え毎に実験装置のセットアップを行わなければならない、効率的な実験ができなかった。そこで本年度は、陽電子ビームラインにビームの切り替え機構及びポートの増設を行った。ビームの切り替えは、空芯コイルによる磁場分布を使用するポートによって切り替える方式とし、電源の ON/OFF のみでビームの切り替えを可能にした。また、それぞれのポートにはバルブを設け、他のポートの実験状況にかかわらず真空を維持できるようにした。これによって従来よりも実験のセットアップの時間を短縮し効率的な実験が可能になっただけでなく、超高真空が要求される陽電子消滅励起オージェ電子分光法ではより良い真空環境での実験が可能になりデータの信頼性が高まった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 陽電子ビーム、電子加速器、極微欠陥評価、計測の効率化

【テーマ題目13】 CNT の分散と分級

【研究代表者】 小野 泰蔵

（ナノ標識計測技術研究グループ）

【研究担当者】 小野 泰蔵、太田 一徳、早川 由夫
（常勤職員3名）

【研究内容】

カーボンナノチューブ（CNT）の産業応用には、二つの観点から分散技術が重要である。一つは、CNT の機能を最大限発揮させる観点から、CNT の繊維が凝集した状態より分散した状態であることが望ましいこと、また、他方では、安全性評価の観点から、その存在状態が物理化学的に特定されている必要があるという科学的再現性に基づいた要請である。本年度は、主に後者の要請に答えるために、CNT が孤立分散状態にある水系のサンプルを調整するための界面活性剤の探索を行った。探索の条件は、安全性評価に影響を及ぼさない界面活性剤であること、また、分散の状態は、生体由来のコラーゲンナトリウムより優れていること等を達成することとした。吸入暴露、気管支挿管等による暴露臓器への刺激が

問題となる可能性を考慮し、非イオン性界面活性剤、特に化粧品分野で安全が保障されているものを用いて調製した CNT の水系分散液の濁度、超遠心後の近赤外スペクトル、動的光散乱などの経時的計測を行い分散性を評価した。その結果、上記条件を達成する界面活性剤とそれを用いた CNT の分散方法を見出した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 カーボンナノチューブ、分散、界面活性剤、安全性評価、ナノテクノロジー、近赤外スペクトル、

⑫【ユビキタスエネルギー研究部門】

(Research Institute for Ubiquitous Energy Devices)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：小林 哲彦

副研究部門長：谷本 一美

上席・主幹研究員：香山 正憲、宮崎 義憲

所在地：関西センター

人員：43名 (41名)

経費：1,397,132千円 (345,598千円)

概要：

情報技術の急速な発展やこれに伴うユビキタス情報社会の到来、また少子高齢化に伴う個人生活の多様化が進む中、パーソナル、ウェアラブル、モバイル、マイクロ等で形容される多様な新しいエネルギー供給形態、新電源技術(ユビキタスエネルギー技術)の開発が不可欠になってきている。また発展途上国等においては、エネルギーの供給が情報伝達を律速している場合も多い。情報通信機器のみならず、ロボットや輸送機器用のエネルギー源、医療福祉用途や生体内電源などにおいても、ユビキタスエネルギー技術の用途や需要の拡大が予想される。ユビキタスエネルギー技術は、利便性の観点から高エネルギー密度化、高出力化が進められているが、わが国の情報通信分野でのエネルギー需要拡大が予想される中、「持続的発展」や「安全・安心なくらし」という観点からも、高効率、安全性、環境適合性を満足する新技術開発が不可欠である。さらに太陽電池やニッケル水素電池、リチウムイオン電池等は、コストや寿命などの技術的ハードルが低い情報機器用パワー源(ユビキタス用途)として発展して技術が確立された結果、今や新・省エネルギー技術として重要な、家庭用および自動車用の分散電源としての地位を築こうとしている事実も見逃せない。「浪費による豊かな時代」から「持続的発展」へとパラダイムシフトが進行する時期であるからこそ、ユビキタスエネルギー技術が生活密着型の新エネルギー技術として、従来概念にとらわれない大きな変貌、すなわち

イノベーション、を遂げる可能性を秘めている。

現状のユビキタスエネルギー技術の中核をなす固体高分子形燃料電池や二次電池については、日本及び米国が世界のトップランナーである。しかしながら、世界的にもこれらの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発競争は、極めて激化している。この中で新しい技術を展開するには、新材料開発がボトルネックとなっている場合が多い。国際競争力の確保の点からも、産業界からはハイリスクで長期的な取り組みが必要な新材料探索を、大学や国立研究所で行うべきとする要望が強い。また、実用化に向けての共通技術として劣化要因解明や評価技術、標準化に関する技術などの産業基盤技術の提供と言う点でも、国立研究所への期待は大きい。

地域性の観点からは、ユビキタスエネルギー技術に関連する家電産業や電池産業が関西経済圏内に集積されている点や、また論文引用総数20傑にランクされる京大、阪大、神戸大のほか、大阪府大、同志社大、立命館大、関西大等のレベルの高いアカデミアにおける当該分野の集積を重要視すべきであり、産総研におけるユビキタスエネルギー技術の産学官連携の戦略拠点として、関西地域での活動が重要といえる。

このような社会情勢に鑑み、また産総研のミッションである「持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、産業政策の地域展開への貢献、産業技術政策の立案等に貢献」を目標にして、ユビキタスエネルギー研究部門は2004年4月1日に設立された。究極の目的は、人類が平等かつ持続的にエネルギーを共有することであり、そのために必要な多様な小型・移動型のエネルギー変換技術およびエネルギー貯蔵技術の開発を目指している。当面は、高度に発展する情報技術や個人生活の多様化に伴う新しいユビキタスエネルギー需要等に資するため、高効率、高密度と安全性、環境適合性を満たす燃料電池、二次電池などの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発に、材料基礎研究からシステム化研究までを通して取り組んでいる。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

基礎的・共通の課題に関する技術開発

「セル劣化要因の基礎研究と MEA 耐久性の解析(劣化加速プロトコルにおける劣化状態評価と劣化メカニズムに関する基礎研究)」

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

要素技術開発

「定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤研究開発(電子

伝導性酸化物材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発)

「高濃度 CO 耐性アノード触媒」

「低白金化技術」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発
基盤技術開発

「次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発（劣化解析・抑制手法の開発）」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発
次世代技術開発

「エネルギー密度の革新を目指した金属-空気電池の二次電池化」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発
要素技術開発

「リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

「高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発」

水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発

水素製造機器要素技術に関する研究開発

「CO₂膜分離法を用いた水素製造装置改質システムの開発」

水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発

次世代技術開発・フィジビリティスタディ等革新的な次世代技術の探索・有効性に関する研究開発

「超高压水素合成法による新規水素吸蔵合金の研究開発」

水素社会構築共通基盤整備事業

定置用燃料電池システム等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発

「マイクロ燃料電池システム等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発」

革新型蓄電池先端科学基礎研究事業

「革新型蓄電池先端科学基礎研究開発」

文部科学省

科学研究費補助金（特定）

「イオン液体の電解質機能設計」

科学研究費補助金（若手 A）

「金微粒子触媒における微細構造と触媒機能に関する研究」

科学研究費補助金（若手 B）

「DNA プログラム自己組織化の触媒応用に関する研究」

特別研究員奨励費

「第一原理シュミレーションによる炭素系物質の脱水素化特性の研究」

独立行政法人科学技術振興機構

戦略的創造研究推進事業

「構造の解析と設計及び触媒探索」

「s-ブロック金属負極のデンドライト析出制御と表面観

察」

発表：誌上発表74件、口頭発表234件、その他27件

ナノ材料科学研究グループ

(Materials Science Research Group)

研究グループ長：香山 正憲

(関西センター)

概要：

ユビキタスエネルギーデバイス開発の鍵を握るのは、ナノ界面機能材料（触媒、燃料電池電極、電池材料、水素吸蔵材料等々）など優れた機能材料の開発であり、特に金属/無機ナノヘテロ界面は優れた機能が期待される。電子顕微鏡観察や走査プローブ顕微鏡観察と第一原理計算との連携は、こうした材料の構造や機能の基礎的解明に威力を発揮し、解明を通じた設計技術の確立や新規材料探索が期待される。当グループは、第一に、電子顕微鏡観察や走査プローブ顕微鏡観察、第一原理計算など、ナノ・ミクロの解析技術を用いて、金属/無機ナノヘテロ界面系をはじめとするナノ界面機能材料の原子・電子構造や機能のメカニズムの解明を行い、ナノ材料科学のフロンティアを切り拓く。第二に、ユビキタスエネルギーデバイスの新機能材料開発や蓄電池、PEFC の機能や劣化メカニズムの解明など、材料開発・デバイス開発に基礎解析からの具体的な貢献を行う。第三に、ナノ・ミクロ解析技術とコンビケム技術の連携・融合により、基礎解析を材料開発に積極的に活かして効率的に新材料を開発する新しい方法論-マテリアルミクス-の基盤技術の確立を図る。以上により、当ユニットの本格研究の一翼を担い、ユニットのコア技術の醸成を図る。

新エネルギー媒体研究グループ

(New Energy Carrier Research Group)

研究グループ長：栗山 信宏

(関西センター)

概要：

高いエネルギー密度を有し、同時に高い安全性を確保する次世代電源デバイスの提案し、燃料電池のユビキタス電源としての利用範囲を拡大するため、水素製造マイクロリアクタや新規水素吸蔵材料による持ち運び可能な水素供給技術「ポータブル水素」の開発に取り組む。そのために、従来からの水素貯蔵材料の機能向上に加えて、新コンセプトや超高压等の新条件における軽元素主体材料の探索と性能向上及び安全性評価、その利用システムの設計・提案、ならびに、低温作動化とコンパクト化に資する改質器用触媒を提案する。また、燃料電池システムに必要な電力貯蔵素子のひとつであるキャパシタへのナノ構造材料の適用を行う。さらに、内燃機関

で最も高い効率を有し、船舶等大型用途に適するディーゼルエンジンからの環境負荷物質の排出量を抑えるために、硫黄含有燃料を用いた場合でも十分な耐久性を有する窒素酸化物除去触媒の開発に取り組む。

次世代燃料電池研究グループ

(Advanced Fuel Cell Research Group)

研究グループ長：安田 和明

(関西センター)

概要：

次世代燃料電池新技術の基礎技術研究を進めると共に新たなコンセプトの萌芽的研究テーマに取り組んでいる。高い耐酸化性を有する還元チタン酸化物担体を用いた新規触媒の開発を継続し、これまでより2桁程度導電性が向上するとともに Pt/C 触媒よりも格段に高い高電位安定性をもつことを示した。また、一酸化炭素 (CO) 酸化活性の高い新規な有機錯体系電極触媒を開発し、白金ルテニウム (PtRu) 触媒と複合化させることにより PtRu 触媒の高濃度 CO 耐性が上昇することを示した。アニオン交換膜を用いる燃料電池の研究開発を進めるとともに、金属-空気電池に利用できるアニオン交換膜型可逆空気極の開発にも取り組み、可逆性の高い電極触媒の開発等を行った。この他、水素化物からの電気化学的水素発生に関する基礎的な研究や、分割セルを用いた PEFC の劣化メカニズム解明に関する研究、触媒層のイオン・電子伝導度の評価手法の研究開発等を行った。

燃料電池機能解析研究グループ

(Fuel Cell Durability Analysis Research Group)

研究グループ長：谷本 一美

(関西センター)

概要：

クリーンで高効率な電源として期待される固体高分子形燃料電池 (Polymer Electrolyte Fuel Cell: PEFC) を用いた電源デバイスについては実用的観点から、自動車用で5000時間、家庭用では40000時間の耐久性の目標が与えられている。その目標に資するため、耐久性に関しての材料計測、解析手法の検討を進めてきた。これまでに当研究部門で参加した産学官連携コンソーシアムで、カソードガスあるいはアノードガスの切替による劣化加速手法を開発してきた。この加速劣化手法の一般化のために、当グループで作製したモデルセルを用いて概ね1-2ヶ月程度で10000時間の発電を行なった状態を再現よく実現できた。劣化した電池特性の電気化学的特性を計測して、触媒層のガス拡散低下、電極触媒の表面積低下が見られた。劣化した電池材料の状態を分光的手法、分析化学的手法での性状変化の計測を検討している。劣化した電池特性とその電池材料の劣化との相関をとり劣化加速手法の

一般化に繋げる計画である。

蓄電デバイス研究グループ

(Advanced Battery Research Group)

研究グループ長：辰巳 国昭

(関西センター)

概要：

携帯型電子機器の利用拡大や電動クリーンエネルギー自動車の利便性・効率向上のためには、更なる高エネルギー密度化を図りつつ、十分な信頼性・安全性を確保した低コストの蓄電池が必須であることから、リチウム系電池を中心とする新規電極・電解質材料の創製に関する研究を行うとともに、共通基盤技術として車載用リチウム電池の劣化機構の解明及び劣化抑制手法の開発に取り組んでいる。

電池の安全性向上に資するイオン液体電解質の開発については、新規アニオン種である非対称アミドアニオンを有するイオン液体について、小型 Li/LiCoO₂電池の出力評価の結果室温でも有機溶媒を超える出力を示す材料があることを見だし、さらに新規なパーフルオロアニオンの開発を行った。正極材料については、鉄含有 Li₂MnO₃において、一部 Fe を Ni に置換して得られた Li_{1+x}(Fe_{0.2}Ni_{0.4}Mn_{0.4})_{1-x}O₂は放電平均電圧が未置換品と比較し約0.7V 高くなり、更なる高エネルギー密度化の可能性を見出した。また、高容量正極である硫黄系材料についても、負極の選択性が広がる Li₂S を炭素と複合化させ、固体電池系において80%という Li₂S の高い利用率(放電容量900mAh/g に相当)を達成した。

電池劣化機構解明の研究においては、これまでに主として明らかにしてきた出力劣化要因について定量化を行い検討を進めたところ、サイクル試験・保存試験とも正極材料最表面の層状構造の乱れが出力劣化の主要因であることが明らかとなり、さらにプラグイン・ハイブリッド車としての使用で問題となる容量劣化要因も確定と定量化を進めた。

平成21年度より革新型蓄電池先端科学基礎研究が開始され、研究拠点の形成を行った。この中でリチウムイオン電池の革新のため長寿命化等を目的とし、高電位正極/電解質界面の安定化を検討したところ効果的な正極材料表面被覆技術を見出した。

電池システム研究グループ

(Collaborative Research Group of Secondary Battery System)

研究グループ長：境 哲男

(関西センター)

概要：

本研究グループでは、企業との共同研究を中心に行い、次世代電池システムの早期の実用化を推進するとともに、

材料開発から解析評価、システム実証まで総合的に行える研究開発人材の育成を図っている。1) ニッケル水素電池；負極では、多様なコバルトフリー化 La-Mg-Ni 系積層型合金を開発して、長寿命化と高出力化を要求される産業機器用途でも利用できることを実証した。正極では、カーボンファイバー上に高容量の α 相水酸化ニッケルを電析した新電極を開発し、コバルトフリー化と長寿命化、高出力化が可能であることを実証した。2) リチウムイオン電池；負極では、シリコン系やスズ系高容量材料を開発して、ポリイミド系などの高接着性バインダーと組み合わせることで長寿命化を図りつつ、従来の黒鉛系負極の3-5倍の高容量化を実現した。正極では、水熱合成法や熔融塩合成法、結晶化ガラス合成法などを駆使して、鉄やマンガン系のポリアニオン系材料を合成して、放射光解析技術も利用しながら、高容量化と高出力化、長寿命化を実現した。セパレータでは、ナノファイバー不織布技術やセラミック複合化技術を用いて、高出力で、かつ、耐熱性に優れたセパレータを開発した。電解質においては、イオンゲル電解質材料などの開発を行い、磁場勾配 NMR 技術を用いてイオン拡散挙動などを評価解析する技術を確立した。3) 水素貯蔵・分離技術；水素貯蔵材料では、超高压水素合成技術を利用して、Li や Na などが結晶構造の欠損部分を占めた新規高容量 Mg 系水素化物 Mg₇MH(M=Ti, V, Zr など)の合成に成功して、常圧で4質量%の水素が可逆的に吸蔵放出できることを実証した。水素分離膜の開発では、金属多孔体チューブ上に緻密なパラジウム系合金薄膜をめっき形成する技術を確認し、水素分離技術の性能実証を行った。

マイクロ燃料電池連携研究体

(Collaborative Research Team of Micro Fuel Cell)

連携研究体長：宮崎 義憲

(関西センター)

概要：

携帯用燃料電池（マイクロ燃料電池）の本格的普及のために必要な標準化、規制緩和に要求される安全性評価技術、燃料電池の性能試験等について、必要な実験を行い、基盤データの取得及び試験方法の立案を行い、関係機関と連携を取りながらその成果をマイクロ燃料電池に関する安全性、性能試験方法等の標準化に反映させるとともに、国連、ICAO 等での規制緩和に資することを目的とする。

標準化については、燃料電池の国際標準化（IEC TC105）の関係する国内委員会と、また、規制緩和については、内外の関係法令を調査・検討する委員会（いずれも社団法人日本電機工業会に設置）と緊密な連携を図り、試験項目を検討、試験方法を提示、得られたデータを提供することにより、標準化、規制緩和に反映させる。この中で、時間的な優先順位を念頭に置きながら、さらには、緊急な検討を要する案件につ

いては機動的に取り組むこととしている。平成21年度は、特に、マイクロ燃料電池の安全性（排出特性）、互換性（メタノール燃料の品質規格）に関する国際標準化への対応により所期の目標を達成した。

⑬【セルエンジニアリング研究部門】

(Research Institute for Cell Engineering)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：大串 始

副研究部門長：中村 徳幸

所在地：関西センター、尼崎事業所、
臨海副都心センター、つくばセンター

人員：43名（41名）

経費：1,140,935千円（555,522千円）

概要：

(1) 当部門のミッション：ライフサイエンスと、工学諸分野で進められてきた技術要素が相互に関連する領域に特に着目し、産業応用としてより適応範囲の広い技術を抽出・形成するための研究開発を行う。当研究部門は、遺伝子、細胞、情報、ナノテクノロジーなどの研究を統合し、健康・医療に関わる知的・技術基盤の形成と応用技術を創出することをミッションとする。

ライフサイエンスは新しい産業の基盤であると考えられており、急速に発展しつつあるものの、現状では、未だ大きな産業領域となっていない。他の技術分野との連携によって、健康に関わる技術の質を高め、新たな産業領域を創出することが期待されている。

健康医療は社会全体に関わるものであり、従来型のものづくり産業の指導的な考え方であった、利便性や有効性に直接的に関わる技術だけでなく、高度で多面的な価値を持つ大きなシステムの創成が求められている。また、そこに关わる要素のデザインにいかに関与するかが研究組織にとっても重要な課題となろう。さらにヒトの機能の補完・代替技術など、未来型の産業構造の創出と貢献方法を模索することが求められる。また、そのための高度な研究人材の養成に対しても貢献することが必要と考える。

これまで当研究部門は、ライフサイエンスの基本となる諸研究を進めるとともに、ナノテクノロジー、材料、医学、情報など多くの分野との連携を進めてきた。すでに基盤技術は蓄積されてきたが、社会に有用な技術の創出を目指し、本格研究を実現するための知識基盤の整備と融合技術の開発に取り組む。

この種の技術発展を研究部門として組織的・効率

よく進めるために、新規な体制を整える。幾つかのグループをまとめ、広い視野で技術の融合を行って応用方向の基盤形成を担当する大グループ（系）を形成する。これら的大グループ（系）は地理的、人的に形成するのではなく、積極的に交流を図り、統一した方向性をもつ部門として全体が機能するように形成する。

上に記した融合分野の開拓によって、産総研が目指している「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」へ貢献し、産総研のライフサイエンスの新しい方向を示す代表としての存在感を国内外に提示する。かかる分野における主導性を確保するため、国際的なネットワークの形成や、大学との本格的な連携を積極的に進める。

本研究部門には既に次世代の技術の核となる優れた研究を行っている研究グループが幾つも存在する。社会的要請、技術評価、将来性、社会的評価等の独立研究ユニットとして必要な要件を満たすべく、その発展をサポートする。

(2) 研究項目：

「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」に貢献できる細胞機能計測・操作技術、細胞・組織利用技術に重点化するとともに、大グループで一つの重点課題を担当する。

重点課題とその目標

- 1) 組織・細胞の機能の再生・代替（組織・再生工学 RG、人工細胞 RG、バイオインターフェース RG）
 - ・ヒト細胞を遺伝的に改変して、分化能が高く、医療応用に優れた幹細胞の創成を進める。再生医療の実用化をさらに進めるため、骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。また、細胞の標準化や再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。
 - ・ヒト機能の代替および、微小領域で用いられるアクチュエータ・スイッチなどに応用できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。また、聴覚・視覚など、ヒトの高度な感覚機能や知的機能を補完したり代替するために、神経細胞の機能や、ロボットへ技術の応用を図る。
- 2) 細胞機能計測・操作技術の開発（セルダイナミクス RG、分子創製 RG、細胞分子機能 RG、細胞情報工学 RG、生体運動 RG、細胞増殖制御 RG、遺伝子応用技術 RG、ゲノムインテリジェンス RG）
 - ・生体機能の解析により同定されたバイオマーカー、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブの応用・新規探索、遺伝子機能をゲノムワイドで解析するアレイ技術の応用など、当部門が開発してきた

独自高度技術の応用をさらに進める。また、細胞創成など、細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーを利用した細胞操作技術を開発する。次世代の超高速ゲノム解析に対応する基盤形成を図る。

(3) 運営方針・体制：

・運営方針（平成21年度、特に重点化するものには下線を記した）

- 1) 産総研における細胞及び組織工学技術に軸足を置いた中核研究ユニットとしての組織の確立を目指す。また、次世代の技術の核となる技術をもつグループの研究センター／研究ラボ化を支援する。
- 2) 第3期にむけての議論を踏まえ、融合領域での研究を推進する。また、そのために 他ユニットとの研究会を開催する。
- 3) 産学官連携の中で、大学との連携を強化するとともに、プロジェクト研究などを通じて企業の橋渡しの機能を充実させる。国際的な連携・指導力を高める。
- 4) コンプライアンス、安全を重視し、パブリックアクセプタンスを考慮して研究を推進する。
- 5) 東西のサイトにまたがるメリットを生かすとともに、一体感のある運営を目指す。
- 6) ユニット内部の人事交流を進め、融合分野形成の基盤である流動化を図る。
- 7) 研究の進展状況、研究に関する考え方の把握のために、面談を重視する。

・運営体制

ユニット長／グループ長／研究員／ポスドク等の間の双方向的情報伝達、意見交換体制の構築：ユニット長、副ユニット長、上席研究員、主幹研究員、グループ長等が効率的に組織化された研究を進めるように図る。グループ長以上で構成される運営委員会（月1回以上）、常勤職員で構成される全体会議（年2回程度）を定期的に開催し、意思疎通を確実にする。また、研究部門内進捗報告会を年2回程度開催する。

(4) 成果発信、普及活動：

- 1) 研究成果を質・量ともに優れた論文として発表する。論文誌や国際的な学术交流の場において、オリジナルかつ高く評価される研究を進める。
- 2) 国際的なネットワーク作りを進め、研究の主導力を高める。海外の学術組織の委員や、研究リーダーとして招聘されるなど、国際的なリーダーシップ持つ研究者を育成する。
- 3) 技術として重要なものを吟味して特許化を目指す。関連する企業等と情報交換の機会を設けて実用化にかかわる方向性や問題意識を高める。
- 4) 研究の実用化を目指して、ユニットが主催・共催する発表の場を積極的に設け、展示会や技術交

流の機会を有効に利用する。

- 5) 本研究部門の研究成果の移転に注力し、産総研ベンチャーなど技術移転企業との連携、新規設立を進めつつ、国外・国内および地域産業の発展に貢献することを目指す。
- 6) 関西圏にはライフサイエンス分野における大きな産学官の集積があるが、その中で本研究部門は産学官連携の要として機能すると同時に、様々な面で研究成果を積極的に発信するよう努める。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「健康安心イノベーションプログラム／再生医療評価研究開発事業／再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「高機能簡易型有害性評価手法の開発／培養細胞を用いた有害性評価手法の開発／高機能毒性予試験法基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発」

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）「マルチプローブ顕微鏡による細胞操作アプリケーションの開発」

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業）「半導体検出方式による ATPase 酵素活性測定装置の開発」

文部科学省 再生医療の実現化プロジェクト「重度先天性骨代謝疾患に対する遺伝子改変間葉系幹細胞移植治療法の開発」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業研究開発施設共

用等促進費補助金（ナショナルバイオリソースプロジェクト）「細胞性粘菌リソースの整備と提供（細胞性粘菌標準株および変異株の収集、保存と提供）」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「個別化医療の実現のための技術融合バイオ診断技術開発／染色体解析技術開発／日本人 BAC を用いた革新的染色体異常解析基盤技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「前駆体 BDNF による神経回路の形成と機能に対する負の制御とその生理的役割」

文部科学省 科学研究費補助金「パターン化モデル生体膜を利用した膜タンパク質再構成技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「生物発光を活用した細胞や組織の可視化技術に関する基盤研究」

文部科学省 科学研究費補助金「生細胞におけるホスホリパーゼDの活性可視化と一分子計測による運動制御機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「オプティック・コードによる癌の悪性度を認識する新規バイオセンシング技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞内 mRNA の定量的分布解析と細胞への mRNA 導入技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「アクチンフィラメントの構造多型と機能分化」

文部科学省 科学研究費補助金「古細菌におけるチオレドキシシン系酸化システムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金「生物発光長期イメージングによる時計タンパク質の核-細胞質間シャトル機構解析」

文部科学省 科学研究費補助金「鞭毛ダイニン複合体と微小管からなる運動ナノモジュールの構築と解析」

文部科学省 科学研究費補助金「透明メダカを用いた心筋再生の定量的評価系の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「老化と腫瘍形成におけるリン酸化対応に対するモータリンの役割」

日本学術振興会（独）日本学術振興会二国間交流事業、「印日高温環境からの環境ゲノミクス手法による新規糖

代謝関連遺伝子の単離と応用」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「新規リード化合物をつくりだすコウジ菌プラットフォームの創製と応用」

独立行政法人科学技術振興機構 「ウォータージェットによるキチン系未利用バイオマスの高度有効活用」

独立行政法人科学技術振興機構 「多粒子量子ドットの合成」

独立行政法人科学技術振興機構 「BDNF 機能障害仮説に基づいた難治性うつ病の診断・治療法の創出」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 「食品の安全性評価用ナノチップの作製と P450活性測定」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 「比較ゲノミクスによる標的遺伝子領域の決定と解析」

特定非営利活動法人近畿バイオインダストリー振興会議
地域イノベーション創出研究開発事業「真空維持技術を利用したテラーメード的バイオ医薬用の保存安定化プロセスの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
バイオマスエネルギー先導技術開発「新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発
(先導研究開発)／酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究」

文部科学省 科学研究費補助金「パターン化資質二分子膜を使用したタンパク質の濃縮と2次元結晶化」

発 表：誌上発表97件、口頭発表241件、その他41件

組織・再生工学研究グループ
(Tissue Engineering Research Group)

研究グループ長：弓場 俊輔

(関西センター尼崎)

概 要：

当グループでは骨の中に存在する骨髄間葉系幹細胞の増殖並びに分化研究を行ってきた。特に、この幹細胞を用いて再生培養骨を作製し、臨床応用にまで展開した。これら骨組織再生の国際標準化も目指すとともに評価に関する計測装置の開発も企業とともに進めている。軟膏再生に関しては、間葉系細胞の3次元培養を

行い、間葉系利用の軟骨再生の実用化（臨床応用）を行ってきた。また、間葉系細胞が血管内皮や心筋細胞へ分化することを見だし、心不全等の患者自身の骨髄由来の間葉系幹細胞を同一患者に移植する臨床応用を行ってきた。骨髄以外の組織幹細胞の探索も重要である。例えば、棄却される組織である歯胚からの間葉系幹細胞の増殖を行い、この幹細胞の骨・肝臓等への分化能を検証してきている。さらに、これらの体性幹細胞の能力を高めるべく、単一遺伝子導入による間葉系幹細胞の賦活化ならびに複数遺伝子導入によるiPS細胞創製に成功している。また、平成20年度より発生過程を生きたまま観察できる脊椎動物であるメダカを用いてリンパ管新生研究を行うとともに細胞接着の研究を進めるべく細胞表面抗原の解析を行ってきた。

研究テーマ：テーマ題目1 (1)

人工細胞研究グループ
(Artificial Cell Research Group)

研究グループ長：安積 欣志

(関西センター池田)

概 要：

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同様な環境変化に対する物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量の人工材料（刺激応答材料）を開発することは重要である。組織・細胞機能の代替技術のための人工材料の役割としては、回復可能な臓器、組織等の機能回復のためのリハビリテーションの役割をするデバイスの開発等で、また、克服・支援する機器・技術等の開発においては、介護ロボット、手術デバイス等、人体に直接接する機器、デバイスの開発等において刺激応答材料の役割があると考えられる。以上の視点に立ち、外部環境の変化に自律的に応答する耐久性のある高分子材料の創製を行うことにより、我々の重点課題である「人工高分子材料をベースにした、組織・細胞の機能を代替できる新規デバイス、及びその材料の開発」を行うことを目標とする。具体的には、これまでの我々の研究実績をふまえ、人工筋肉材料の研究と、それをベースとした医療・福祉機器デバイスの開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目1 (2)

バイオインターフェース研究グループ
(Biointerface Research Group)

研究グループ長：小島 正己

(関西センター池田)

概 要：

生体情報が統御するバイオシステムの解明と工学を越える新バイオ技術の創成を目指します。新規バイオ技術を生み出すためには、バイオの論理と工学の論理

をより高い次元で融合する考え方の創造が必要になります。バイオインターフェース研究グループは、ヒト幹細胞（iPS 細胞など）からの人工神経細胞作製技術、単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術、神経科学の概念を物理学や工学を使って発展させて新しい知的情報処理を提案する神経知能工学、組織再生工学に基づいた機能再生技術などを融合し、ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）をはじめとする次世代技術の開発を目指します。将来は、自己学習する知的なロボット技術、人工の視力や聴覚など身体機能を代替するサイボーグ技術などの実現が期待されます。

研究テーマ：テーマ題目1（3）

セルダイナミクス研究グループ

（Cell Dynamics Research Group）

研究グループ長：佐藤 孝明

（関西センター池田）

概要：

「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」へ貢献するため、細胞工学に軸足を置き、生体機能の網羅的な解析により同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するための新しい細胞機能計測・操作技術、細胞利用技術を開発することを目標とする。これにより、ポストゲノム時代におけるライフサイエンスの中心課題である、生きた細胞を「知る」ことに関するブレークスルーをもたらす。具体的には、世界に先駆けて構築した細胞機能解析発光プローブの実用化をさらに進め、体内時計や化学物質有毒性評価をモデルとし、本プローブをより汎用性の高いものにする。さらには、細胞機能計測・操作技術の信頼度の向上を目指して細胞内物質群の計測・標準化のための研究開発を行う。この目標達成のため、本年度の目標は細胞を「知る」を中心に4項目の研究課題を掲げ、1) 生物発光プローブの基盤開発、2) 体内時計システムの可視化、3) 生物発光プローブを活用した化学物質有毒性評価試験法の開発、4) 細胞内物質群の計測・標準化、等の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目2（1）

分子創製研究グループ

（Biomolecular Engineering Research Group）

研究グループ長：達 吉郎

（関西センター池田）

概要：

細胞内における生体分子の動きや情報伝達の流れを分子レベルで解析、制御するためには、ナノバイオテクノロジー等、異分野と融合した新しい細胞工学技術が求められている。当グループは、物理化学や有機化

学、光化学、生物物理をベースにした研究者から構成されている。分子レベルで細胞機能の計測や制御、解析ができるシステムの開発に重点をおいて研究を行う。具体的な研究課題としては、下記5件を進める。

- 1) 基板上に固定化したモデル生体膜においてタンパク質の機能を計測する技術を開発する。特に、酸素センサーによる酵素機能計測技術を改良し、バイオセンサーの開発に取り組む。また、ポリマー脂質二分子膜を活用し膜組成の空間制御を行う技術を開発する。
- 2) 格子結合表面プラズモン共鳴を利用したより高S/Nの高感度蛍光顕微鏡およびバイオチップの開発のため光学系（照射－検出系）を最適化する。
- 3) 光で活性制御可能なケージドペプチドの体系化を進め、光によるペプチドの高次構造制御の解析を行う。
- 4) 銅イオンと選択的に錯形成して蛍光消光する配位子の金属イオン選択性の要因を検討し、他の金属イオンとも錯形成できるよう分子構造の修飾を試みる。
- 5) 電子線トモグラフィーによって細胞膜や微小繊維などの三次元構造を計測する技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目2（2）

細胞分子機能研究グループ

（Functional Protein Research Group）

研究グループ長：佐藤 孝明

（関西センター池田）

概要：

タンパク質は細胞の多彩な機能を支える最も重要な分子であり、タンパク質の諸性質を明らかにすることは、細胞を分子レベルで理解し、セルエンジニアリングをボトムアップ的に構築する上で極めて重要である。そこで当該グループは細胞機能の分子論的理解と制御を目指し、特にタンパク質の立体構造－分子機能相関の解明を中心課題に据える。対象の選択についてはアウトカムを重視し、研究成果が産業利用に結びつくよう心がけていく。また、タンパク質研究を行う上で必要とされる汎用的でかつ革新的な周辺技術の開発も並行して行い、基本特許化を目指すとともに上記の中心課題研究の加速化に利用する。当該グループはタンパク質研究に係わる、ノウハウ、技術（特に組換えタンパク質の発現と精製）を蓄積しており、これらを活かした他グループや企業との共同研究、研究サポートも併せて積極的に推進して行く。

研究テーマ：テーマ題目2（3）

細胞情報工学研究グループ

（Cell Informatics Research Group）

研究グループ長：三宅 正人

（臨海副都心センター）

概 要：

細胞は遺伝子の機能やその相互作用ネットワークなど未知の部分に支配されているところが遙かに大きいので、細胞を制御できる対象とするためには、個々の遺伝子の機能のみならず、それらの相互作用と細胞レベルの高次な性質の関係について研究する必要がある。

本グループでは、細胞内分子の相互作用を抑制・亢進したときの細胞の振舞いの変化を大規模並列に時系列で解析することを可能にするツール「トランスフェクションマイクロアレイ™」を開発し、上記命題を解決する細胞情報のハイスループット解析システムの構築を進めている。これによって、細胞内のシグナル伝達経路への理解を深めるネットワーク解析法の開発を行うことにより、新規な分子の探索、細胞診断技術、薬剤作用機序解析に応用していく。

研究テーマ：テーマ題目2（4）

生体運動研究グループ

(Bio-motility Research Group)

研究グループ長：中村 史

(つくばセンター)

概 要：

生物の有する機能あるいは細胞そのものを産業に利用することを目的として、特に機械的な運動機能に着目して研究を推進する。ミオシン、キネシンなどの分子モータータンパク質は、生物の機械的運動機能の根源的存在である。これら生体分子の構造と機能を深く理解し、生体分子の機能を工学的に応用することを目指す。近年 iPS 細胞に代表されるように細胞の機能を制御する工学に注目が集まっている。例えば、患者体内に移植することが出来る安全な細胞を提供するには、高度な細胞制御技術が必要となる。これを実現するために生きた細胞にダメージを与えずに解析、操作する手法の開発が必要となる。これらの研究は、生体分子工学、細胞工学といった新しい工学の体系とこれを利用した産業の創出に資するものである。ナノバイオデバイスの構築、幹細胞創製に向けたナノテクノロジーなど、異なる分野の技術の融合、基礎研究から実用化までの研究開発を継続的に行うことを意識した研究を進める。

研究テーマ：テーマ題目2（5）

細胞増殖制御研究グループ

(Cell Proliferation Research Group)

研究グループ長：ワダワ レヌー

(つくばセンター)

概 要：

我々の研究グループは、これまで細胞の老化や不老化、癌化などについての基礎研究を積み重ねてきた。独自に同定したモータリン (hsp70ファミリーに属す

るタンパク質) は、ヒトの癌と老化病に強い関わりがあることが明らかになってきた。我々はモータリンに対する抗体の細胞内在性を明らかにし、細胞を追跡するナノ粒子の構築に成功した。モータリンの染色は正常細胞と癌化細胞の区別にも応用できる。また、癌抑制タンパク質 p53の制御因子として同定した CARF 遺伝子が細胞老化に深く関わっていることを明らかにした。CARF 遺伝子に対する siRNA がガン治療に応用できる可能性を見出した。さらに薬剤耐性とガン転移に関わる遺伝子スクリーニングを行っている。

老化や癌化の分子メカニズムを探索するため、siRNA ライブラリーや cDNA 発現ライブラリーを用いたスクリーニング実験も行っている。我々がインドに自生する植物アシュワガンダの葉から新規に同定した薬効成分についても解析を進め、抗癌活性や抗老化活性のある成分や関連する遺伝子群を同定している。

その他にも、タンパク質を構成しないノンコーディング RNA (ncRNA) に着目し、生きたままの細胞内で ncRNA を蛍光検出する新規手法を通じて分子解析を進めている。上記のような標的因子の細胞内での挙動を制御することで、細胞の不老化や癌化を自在に操ることが出来る技術の開発を行い、「より良い医薬品の開発・提供」や「健康産業の創造」に貢献できるような研究活動を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2（6）

遺伝子応用技術研究グループ

(Applied Gene Technology Research Group)

研究グループ長：中村 史 (兼任)

(つくばセンター)

概 要：

ゲノム情報を迅速かつ効果的に創薬・医療、健康食品、環境計測、食の安全などに関する産業に利用することを目的として、遺伝子、翻訳産物および細胞の網羅的解析に関する解析技術について、高感度化、高精度化、自動化に関する技術開発を行い、測定技術、自動化技術、ナノテクノロジーを統合し、産業化のためのシステムの開発を目指す。この目的を達成するため、疾病や癌に関連する遺伝子の変異・発現調節や構造等の自動化高速解析技術、新規診断技術への展開を目指した日本人 BAC ゲノムライブラリーに基づく癌ゲノム異常解析技術の開発、遺伝子破壊や情報科学を利用した有用遺伝子の探索と利用技術の開発、タンパク質発現とその利用技術の開発、細胞の極性制御に関わる因子の探索と解析など、異なる分野の技術の融合、基礎研究から実用化までの研究開発を継続的に行うことを意識した研究を進める。

研究テーマ：テーマ題目2（7）、テーマ題目2（8）

ゲノムインテリジェンス研究グループ

(Genome Intelligence Research Group)

研究グループ長：中村 徳幸

(関西センター尼崎)

概要：

次世代シーケンサーの産出する大量データのマネージング手法、クラスターリング手法、類似性解析手法、質の評価手法、連結手法、他のデータとのマージ手法等の検討・開発を進め、次世代シーケンサーデータを用いた効率的ゲノム配列構築を可能とするシステムの開発を目指す。それらの手法を基盤に構築されるゲノム配列中に存在する特徴的な遺伝子の情報を抽出し、それらを中心とした知識・意味を見出すためのシステムの開発も進める。さらに、見出された特徴的な遺伝子が有する機能を実証するために、幾つかの異なるシステムを用いた検証系の確立を目指す。微生物の特徴的な遺伝子産物をモデルとした超好熱古細菌有用酵素・蛋白質獲得や環境中 DNA からの直接遺伝子探索、真核生物の病態モデルとしてのメダカの構築、嗅覚センサの応用等の実験的アプローチで予防医療やバイオマーカーとして利用可能な有用遺伝子探索系の確立を目指す。

研究テーマ：テーマ題目2（9）

[テーマ題目1] 組織・細胞の再生・代替（1）

[研究代表者] 大串 始

(組織・再生工学研究グループ)

[研究担当者] 大串 始、弓場 俊輔、服部 耕治、出口 友則、立花 宏一、秋葉 龍郎（兼任）、(常勤職員6名、他80名)

[研究内容]

骨関節再生に関する研究において、ヒト骨髄からの間葉系幹細胞の増殖技術を確立し、この間葉系幹細胞から再生培養骨を作製することに成功した。当初は関節症の患者の骨再生を行ってきたが、最近では大腿骨頭壊死や先天性骨疾患の患者の骨再生も行った。大腿骨頭壊死に関しては、荷重部の関節であり、壊死部を搔爬すると骨頭の変形が生じる可能性があり、培養骨移植に腓骨移植を併用した。また、この症例には、今まで用いてきたハイドロキシアパタイトセラミックでなく、リン酸三カルシウムセラミック内での培養骨を作製して用いた。これは、大腿骨頭内から非吸収性のハイドロキシアパタイトセラミックが関節内に迷入すると関節軟骨へ障害を及ぼす危険性があり、吸収性であるリン酸三カルシウムセラミックを用いた。これらの再生医療技術の臨床応用には、ヒト細胞を無菌状態で培養できる環境、すなわちセルプロセッシングセンター（CPC）の構築ならびにそのマネージメントが重要であり、そのために我々はこれらのシステムを構築した。これらの骨再生においては、標準化活動も視点に入れている。すでに、培養間葉系幹細胞の *in vitro* での骨基質定量法を確立し、本手法の規格

案を ASTM International (American Society for Testing and Materials) へドラフト提案するのみならず、間葉系幹細胞の種々生体材料内での骨形成の評価方法に関して、ISO TC150へ PWI (Preliminary Working Item) として提案した。上記の骨基質定量には計測装置を必要とする。現在、汎用型の非常に高価な装置を用いる必要があるが、この定量法を一般化するには安価な装置が必要である。このために、三洋電機（株）とともに骨基質定量に特化した計測装置の開発を開始し、プロトタイプの装置を作製した。さらに、間葉系幹細胞を臨床応用するには、その細胞の増殖能を非侵襲的に予想できることが理想である。そのため、形態観察による間葉系幹細胞の増殖活性研究を行い、幹細胞の厚みが増加することにより増殖能が高まることを見いだした。さらに、この厚みの計測に関わる装置開発をオリンパス（株）とともに進めている。以上は間葉系幹細胞を用いた骨再生の研究であるが、独自に開発したスキャホルド上で間葉系幹細胞の軟骨分化研究に着手した。ウサギを用いた実験により、関節軟骨欠損にこのスキャホルド内で間葉系幹細胞を移植して軟骨欠損が良好に修復することを見いだした。さらに、豚等の大動物での安全試験を踏まえて実際の軟骨損傷の患者に移植することに成功した。

心再生の臨床応用に関しては、心不全の患者の骨髄から間葉系幹細胞を増殖して患者約10例に移植し、重篤な副作用もなく心機能が改善したことを確認できた。この心再生のメカニズムとして、移植された間葉系幹細胞の心筋細胞への分化が生じることが期待されるが、この分化効率は高くなかった。しかし、間葉系幹細胞、特にヒト骨髄由来の間葉系幹細胞が血管新生に関わるサイトカインである VEGF や HGF を旺盛に分泌することを見いだした。また、これまでは、患者自身の自己の間葉系幹細胞を用いた治療技術開発であるが、同種の間葉系幹細胞を用いた治療技術開発を行うため、GVHD (Graft-Versus-Host Disease: 移植片対宿主病) や先天性骨代謝異常の患者さんに自己ではない同種の間葉系幹細胞を用いた臨床研究も行った。

以上のように、我々はこの数年骨髄由来の幹細胞を用いての研究を行ってきたが、骨髄以外の体性幹細胞探索研究も開始した。具体的には、棄却される組織である歯胚（親知らず）に間葉系幹細胞が存在することを検証し、その増殖に成功した。この歯胚の増殖能は骨髄由来の間葉系幹細胞と比較すると、より活発な増殖能を示した。また、歯胚間葉系幹細胞は骨への分化も生じたが、肝細胞へも分化することを確認した。肝細胞への分化は *in vitro* で可能であるが、ラットの肝不全モデルを用いて、生体内 (*in vivo*) でも歯胚由来間葉系幹細胞が肝細胞へ分化するのみならず、肝不全の肝機能を回復することも見いだした。さらに、脂肪細胞由来の間葉系幹細胞の研究にも着手し、この幹細胞から iPS 細胞の作製

にも成功した。

このように、骨髄以外の幹細胞を用いての新たな臨床応用への可能性を見いだした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 幹細胞、再生医療、骨再生、心筋再生、歯胚、標準化

〔テーマ題目1〕 組織・細胞の再生・代替 (2)

〔研究代表者〕 安積 欣志 (人工細胞研究グループ)

〔研究担当者〕 安積 欣志、清原 健司、杉野 卓司、寺澤 直弘 (常勤職員4名、他7名)

〔研究内容〕

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンデを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化に対する物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量の人工材料 (刺激応答材料) を開発することは重要である。我々は以上の視点に立ち、特に運動機能の代替材料としての人工筋肉材料の開発を進めている。具体的には、これまで、生物学的にも力学的にも生体適合性が優れていると考えられる高分子ハイドロゲルを用いた、電場駆動型のソフトアクチュエータの開発を進めてきた。この素子は低電圧で大きく変形し、様々な応用開発も進められているが、ハイドロゲルを用いることからくる使用環境の制約や、発生応力が小さい点が研究課題としてあった。我々は、これらの問題を解決するために、電解質として常温熔融塩とも称せられるイオン液体を、また電極材料として、電気化学表面積が大きく導電性も優れ、しかも機械的特性も優れて軽いという、アクチュエータ電極材料としては理想的ともいえる単層カーボンナノチューブを用いたアクチュエータ素子を開発した。すなわち、開発した素子は、イオン液体ゲルの両側を、カーボンナノチューブを分散したイオン液体ゲルからなるカーボンナノチューブゲル電極でサンドイッチした構造からなり、完全なドライ環境で、数Vで大きく変形することが可能というものである。昨年度終了した、NEDO ナノテク先端部材実用化研究開発「高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発」プロジェクトにおいて、この素子の高性能化開発に成功した。その高性能化のひとつとして、カーボンナノチューブとイオン液体およびベースポリマーからなるアクチュエータ電極中に、導電性微粒子を添加することにより変形量、変形力が飛躍的に向上することを見いだした。本年度はこの成果に基づき、厚生労働省平成21年度障害者自立支援機器等研究開発プロジェクトにおいて、薄型点字ディスプレイの開発のテーマで、企業、大学と共同で提案し採択され、厚さ3mmの点字ディスプレイプロトタイプを作製することに成功した。この開発は視覚障害者にとって、様々な日常生活の場面で用いることができる点字ディスプレイの可能性を示しており、今後さらに実用化へ向け

て開発を進めていく。また、この様なイオン分極に基づく原理のアクチュエーション現象について、電気二重層内における応力発生メカニズムを分子シミュレーションによりモデリングし、分子レベルからのモデリングを進めるとともに、電圧を加えた際の電極層内部における圧力発生メカニズムについての実験的およびモデル的な研究を進めた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 人工筋肉、高分子アクチュエータ、カーボンナノチューブ

〔テーマ題目1〕 組織・細胞の再生・代替 (3)

〔研究代表者〕 小島 正己 (バイオインターフェース研究グループ)

〔研究担当者〕 小島 正己、大石 勲、細川 千絵、北畠 真子 (常勤職員4名、他10名)

〔研究内容〕

1) 単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術の開発

神経回路網は様々な機能分子の活動に応じて細胞ネットワークを動的に変化させ、情報処理を行う生体システムである。本研究では、神経細胞内の局所領域に高強度レーザー光を導入することにより、神経細胞のレーザー操作技術の開発に取り組んでいる。フェムト秒レーザーを用いた神経回路網の局所領域の切断や、光ピンセットによる単一シナプス動態の機能制御を目指す。このレーザー操作技術により、神経回路網における分子動態から細胞ネットワークに至る階層システムに対する新しい理解と神経科学に対する新たな展開を拓く。

2) ヒト幹細胞 (iPS 細胞など) からの人工神経細胞作製技術

これまで、ヒト ES 細胞を用いた治療技術には、既存の方法を越える画期的な効果が期待されてきた。しかし、その倫理的・技術的な問題のため、実際の治療応用を加速する実用化研究の推進が必要とされていた。本研究ではヒト体細胞より作成した幹細胞 (iPS 細胞) を分化誘導してシャーレ上で機能的神経細胞ネットワークを構築する研究を進める。この研究から確立されるヒト神経細胞の均一かつ大量培養系は、パーキンソン病やうつ病などの精神神経疾患病因の解明とその治療と創薬研究の進展に貢献する。

3) 医療用有用蛋白質の高効率生産に貢献する次世代バイオリクターの開発研究

抗体医薬をはじめ医療用有用蛋白質の需要は拡大しているが、生産コストが極めて大きな問題である。この問題の解決を目指し、新たにトランスジェニックニワトリを用いた医療用有用蛋白質生産法の

開発を目指し、具体的には、卵管細胞特異的に有用蛋白質を発現できる遺伝子発現制御系の開発、疾患治療有用蛋白質を発現する始原生殖細胞株の樹立を行う。

4) こころの健康および創薬に貢献する生物学的診断技術の開発研究

精神疾患研究分野では、その多様な精神病理に対する生物学的精査診断技術および治療法の開発が重要となっている。本研究は、このような開発に有用なモデル動物およびモデル神経細胞の病態生理の研究から、新たなバイオロジカルマーカーを見いだす。これらの総合的評価の研究、表面プラズモン共鳴 (SPR) や情報工学を導入した創薬診断技術の開発を行うことにより、このような難治性疾患に関する生物学的診断基準の作成に貢献する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、神経栄養因子、ブレイン・マシン・インターフェース、モデル生物、フェムト秒レーザー、ヒト幹細胞

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (1)

【研究代表者】 佐藤 孝明

(セルダイナミクス研究グループ)

【研究担当者】 佐藤 孝明、中島 芳浩、呉 純

星野 英人(兼任)

(常勤職員4名、他4名)

【研究内容】

細胞を「知る」細胞機能計測のための基盤研究として生物発光系機能計測システムの開発を行った。具体的には、1) 生物発光プローブの基盤開発として、赤色発光ルシフェラーゼを改変し、熱安定性、発光増強を向上させて高機能化に成功した。また、この改変ルシフェラーゼが、リアルタイム発光モニタリングおよび発光イメージング計測においても有用であることを明らかにし、これらの成果について特許出願及び論文掲載した。昨年引き続き、開発を進めているウミホタルルシフェラーゼを活用した近赤外発光プローブを用い、マウス体内のがん細胞のイメージングに成功した。この成果は PNAS 誌や産総研のホームページに掲載された。実用化に向けて、国内企業、外国企業と交渉を進めた。また、ウミホタルルシフェラーゼを活用した高感度かつ簡易な発光イムノアッセイシステムを開発し、特許1件を出願した。2) 体内時計システムの可視化では、脂質代謝に関わる鍵遺伝子が概日リズム制御を受け、その遺伝子発現が日周変動を示すこと、さらにその分子機構について解明をした。この成果を特許化および論文化した。また、哺乳類細胞に発現させた ELuc が従来型の FLuc よりも10倍以上強い発光を示す原因を検討した。その結果、ELuc の発光 decay kinetics が FLuc よりも数倍遅いこと、ELuc の細胞内発現量が FLuc より数倍高いことなどを

見出した。3) 生物発光プローブを活用した化学物質毒性評価試験法として、細胞内の複数の遺伝子発現情報を解析するマルチ遺伝子発現検出システムの応用展開、簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うため化学物質評価用マルチ遺伝子発現検出システムを開発、特に今年度は、生きた細胞での発光強度が向上したルシフェラーゼ変異体及び細胞波砕後の溶液中でも安定なルシフェラーゼの変異体をそれぞれ確保することができ、特許出願を行った。次に、免疫毒性評価用に選定した従来のものに加えて、評価細胞 U937では IL-8と IL-1 β の発光活性を、また Jurkat 細胞では IL-2と IFN γ を指標とした3色発光免疫毒性評価細胞の安定発現株を確立した。さらに、Bhas 42細胞における発がん関連特異的な遺伝子評価時に用いるコントロール遺伝子として h β -actin 遺伝子を選択、2つの遺伝子発現を同時に観察する発がん性評価用多色発光細胞を製作、安定株の取得に成功し、これに特化した発光測定系を構築した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イメージング、バイオ標準、細胞機能

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (2)

【研究代表者】 達 吉郎 (分子創製研究グループ)

【研究担当者】 達 吉郎、川崎 一則、安藤 尚功、

田和 圭子、森垣 憲一

(常勤職員5名、他8名)

【研究内容】

脂質二分子膜を固体基板上に再構成するメンブレンチップ技術は、固体基板上において膜タンパク質を組み込んだパターン化脂質二分子膜をアレイ化することにより新規な計測システムを構築することを目指すものである。現在、多く開発されているプロテインチップは、対象が水溶性タンパクに限られており、膜タンパク質は脂質膜に組み込まれた状態でのみ活性を示すため、機能解明やバイオデバイスへの応用が水溶性タンパクに比較して大きく遅れている。今年度は基板上に固定化したモデル生体膜においてタンパク質の機能を計測する技術として、体内での薬物代謝に関与するシトクロム P450酵素活性を酵素センサーで計測する技術を開発した。また、ポリマー脂質二分子膜を用いて基板上に固定されたモデル生体膜でコレステロールを多く含む膜 (秩序液晶相) と含まない膜 (不秩序液晶相) を空間的に分離することに成功した。

表面プラズモン励起蛍光分光法 (SPFS) は、金薄膜表面に吸着した物質の表面プラズモン共鳴による近接場光の励起を用いることで、オングストロームレベルで吸着量 (膜厚) などの計測が可能な測定法である。表面プラズモン励起蛍光分光法は、表面プラズモンにより励起された蛍光を測定するため、表面だけを選択的に高感度で (3桁以上) 測定することができ、細胞膜近傍で

の物質動態の計測やバイオセンサーチップなどの技術に有用と考えられる。今年度は、格子結合表面プラズモン共鳴を利用したより高 S/N の高感度蛍光顕微鏡として入射角制御が可能な正倒立型蛍光顕微鏡を作製した。さらに、バイオチップにおける蛍光検出感度の最適化として、入射角を共鳴角に、検出角を蛍光とプラズモンとの結合角に光学系を調整することで120倍以上の増強蛍光検出に成功した。

ケージド化合物は、光解離性保護基を生理活性物質に結合した化合物であり、光照射で構造や機能が制御できるため、細胞や組織において生理活性物質の作用動態を高い時間空間分解能で作用動態を解明するための重要な技術と考えられており、ケージド化合物のうち、開発が遅れていたケージドペプチドの調整法の開発を先駆けて進めている。今年度は、アスパラギン酸とグルタミン酸の側鎖に光解離性保護基を効率よく導入する方法を開発した。また、ペプチドに光解離性保護基を導入し、光によってペプチドの二次構造が変化する方法を確立した。

金属イオンに対して選択的に応答するプローブ分子は、生体内の金属元素の挙動を低侵襲にモニターする技術として重要である。今年度は、銅イオンへの選択性の要因を明らかにするために、当該配位子にグリシン残基を導入した新規化合物を合成し、各種金属イオンとの相互作用について検討した。その結果、分子内の水素結合能が選択性に関与していることを明らかにした。

急速凍結レプリカ電子顕微鏡法は、化学的な固定剤や氷晶防止剤を使用せずに電子顕微鏡標本作製する技術であり、細胞の構造解析に威力を発揮する電顕観察法である。今年度は、電子線トモグラフィ法と急速凍結レプリカ法を統合して、物体の3次元構造を高コントラスト画像として把握する方法を開発した。これを利用して、細胞膜上に膜タンパク質によって構築された細胞間結合複合体や水中に分散化したセルロース微小繊維の3次元構造をナノメートル分解能で明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質二分子膜、メンブレンチップ、重合性脂質、光リソグラフィ、表面プラズモン励起蛍光分光、イメージング、高感度、ケージドペプチド、抗体、急速凍結レプリカ電子顕微鏡法、ナノバイオテクノロジー

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (3)

【研究代表者】 佐藤 孝明 (細胞分子機能研究グループ)

【研究担当者】 佐藤 孝明 (兼任)、石川 一彦、上垣 浩一、萩原 義久、中村 努、峯 昇平 (常勤職員6名、他10名)

【研究内容】

産業用酵素、特に超耐熱性を有する産業用酵素の開発を行っている。

超好熱性古細菌のゲノム情報から得られた超耐熱性糖質関連酵素の構造および基質酵素複合体の構造解析に成功した。さらに蛋白質工学的手法で、本酵素実用化のための基礎的データ収集、基質認識部位の役割およびその機能解析を行い国際雑誌で発表した。また、企業との共同研究で酵素反応とマッチしたセルロースの新規前処理技術の開発に成功、酵素の改良成果とともに3件の特許出願を行った。これらの特許はバイオマス処理の基盤技術になると期待される。また、耐熱性キチナーゼ (Pf-ChiA) の二つの触媒ドメインの内の一方 AD2 と基質複合体や変異体の立体構造から触媒ドメインへの基質結合様式を複数決定し PDB 登録(3個)し、論文化を進めた。さらに、超好熱性古細菌のゲノム情報から得られた超耐熱性アミノ酸関連酵素の酵素基質複合体の構造解析に成功し、基質認識部位の役割およびその機能解析を行い、国際雑誌へ投稿し高い評価を受けた。また、共同研究先の大学との連名で日本生物工学会主催のシンポジウムに招待され、これらの成果を発表した。

細胞の抗酸化機構を進化の観点から理解し、同時に熱に安定な抗酸化タンパク質の産業利用を目指すため、超好熱性古細菌 *Aeropyrum pernix* K1 由来の Thioredoxin Peroxidase (ApTPx) における抗酸化機構の解明を進めている。最も高温で働く Prx として注目される ApTPx の酸化状態の推移による構造変化を議論することは、酸化ストレス応答を化学的に把握する上で非常に重要なステップである。さらに、抗酸化機構の理解には、*A. pernix* の有する他の抗酸化タンパク質との化学的な比較解析を進める必要がある。本年は、ApTPx と過酸化水素の結合について明らかにし、国際誌に発表した。また、他の抗酸化タンパク質としてスーパーオキシドディスムターゼを対象とし、遺伝子取得からタンパク質精製・結晶化・構造解析へと進み、金属イオンとの結合様式を明らかにした。

受精に於ける細胞融合に関する研究では、細胞-細胞融合での α ヘリックスの利用が示唆される結果を得た。この仕組みについては既報が無く、ウイルスの感染やオルガネラ融合との共通的分離機構との比較検討を今後進める予定である。また、近年、精子側の細胞融合因子であることが発見された Izumo の N 末端側に存在するよく保存された領域 NDOM (N-terminal domain : 分子量12, 900) に注目し、精子-卵子膜融合の顕著な阻害効果との関係を検討するために、NMR 測定による Izumo-NDOM の立体構造解析を進めた。

これまでに蓄積した蛋白質発現精製技術の新たな応用として、ウイルスベクターを利用せず、精製蛋白質添加のみによる iPS 細胞作製技術開発を試みた。iPS 化に必要な3種の蛋白質の高純度発現系を作製し、種々の化学修飾を施すことで溶解度、細胞導入効率を改善すること

に成功し、特許出願した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、タンパク質立体構造、超耐熱性、産業用酵素、アーキア、古細菌、始原菌、磁場、高品質結晶、X線構造解析、NMR、構造生物、細胞の品質管理機構、抗体工学

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (4)

【研究代表者】 三宅 正人

(細胞情報工学研究グループ)

【研究担当者】 三宅 正人、藤田 聡史

(常勤職員2名、他16名)

【研究内容】

1) 創薬ターゲット同定技術開発

細胞モニタリング技術と細胞情報解析技術を活用して解析したパスイェ情報に基づき、有望な創薬ターゲットを信頼性高く、高効率に絞り込み可能な技術の開発を行った。具体的には、インテグリン抗体が固相トランスフェクションの促進剤として利用可能なことを明らかにしたことで、ユニバーサルなトランスフェクションマイクロアレイの開発に目処がついた。

大規模な遺伝子スクリーニングにおける課題は、常に、初期に設定された分子ライブラリの規模や種類に結果が依存することである。本研究においては、初期の分子ライブラリの規模や種類に関わらず、目的の分子が絞り込まれるために有用な手法の提案とその有効性の評価を行った。TFA法とは、基盤チップ上に遺伝子(DNAやRNA)をマイクロアレイ化し、その表面上から細胞に遺伝子を導入する技術である。アレイ上に播種された細胞のうち、遺伝子がスポットされたエリアに接着した細胞にのみ、その固相表面上から遺伝子が導入される。初代培養細胞を含む多くの細胞に対して遺伝子(DNA、siRNA)を高効率に導入することが可能であり、この手法を応用した新たな遺伝子機能の解析技術の開発を進めた。具体的には、トランスフェクションマイクロアレイを用いた遺伝子抽出の実証試験：神経前駆細胞から神経突起が伸長するプロセスに関わる新規に見つかった2つの遺伝子について詳細に解析した結果、神経突起伸長に特異的に関わるチロシンキナーゼであることが確認され、siRNAを用いた遺伝子の抽出がトランスフェクションマイクロアレイによって正確に行えることが実証された。

2) 細胞制御機構の解析

ガンの主たる特徴は増殖、不死化、運動、浸潤、転移、血管新生などであり、これらの抑制がガン治療において重要である。よって、これら进行评估するためのモニタリング技術は必要不可欠であるが、細胞レベルの現象のモニタリングのうちこれまで大規模なターゲット探索の手法がなかった不死化、運動、浸潤、転移

におけるモニタリング技術の開発には未熟な部分が多い。細胞及び分子レベルの時系列計測データを用いて、細胞内の化学的な反応が統率のとれた細胞運動機能に関わる遺伝子を抽出するために開発した新規なツールを用いて遺伝子のスクリーニングを行い、実用性を評価した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 トランスフェクション、一細胞解析、時系列解析、遺伝子ネットワーク、パスイェ解析、創薬標的探索

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (5)

【研究代表者】 中村 史 (生体運動研究グループ)

【研究担当者】 中村 史、広瀬 恵子、秋葉 龍郎、鍵和田 晴美、上田 太郎 (兼任)、長崎 晃 (兼任)
(常勤職員6名、他13名)

【研究内容】

細胞運動や細胞質分裂は、細胞増殖にとって必須のプロセスであり、それらの分子機構の理解は、基礎生物学的にも医学的にもきわめて重要な意義を持つ。

ナノ針を用いた細胞操作技術(セルサージェリー技術)で開発される操作技術・解析技術では、細胞を殺さないことは当然のことながら、細胞に対して目的以外の変化を与えないことを目指しており、細胞を提供する新たな産業分野の礎となる要素技術の確立を目標としている。この中で細胞の性質を生きたまま解析する手法の開発を行っている。細胞の状態を表す標的分子としてmRNAやタンパク質が挙げられる。ヒトとマウス間で3塩基の違いがあるGAPDH遺伝子の19塩基の配列を標的とした分子ビーコンを設計し、これを修飾したナノ針をヒト細胞HeLa、マウス細胞C3H10T1/2にそれぞれ挿入し、細胞を識別してmRNAを検出することに成功した。また、細胞内部のネスチン、ニューロフィラメントに対する抗体を修飾したナノ針を、神経細胞分化前後のマウス胚性癌細胞P19に挿入し、それぞれのタンパク質の有無を力学的に検出することにより、細胞を識別することに成功した。

ゲノムや構造が単純で分子遺伝学的解析に適している細胞性粘菌をモデル実験系として基礎的理解を進め、得られた知見を哺乳動物細胞にフィードバックするという方針で研究を進めている。具体的には、変異細胞性粘菌を用いた網羅的な解析により細胞運動に必要であると同定したPhospholipase D (PLD)に着目した研究を進めており、ラット膀胱癌細胞においてPLD活性を阻害すると運動機能が低下することを見出した。そこで細胞内PLD活性を可視化するためのプローブの作成と、生細胞内におけるPLDタンパク質の分子動態を明らかにするために全反射顕微鏡を用いた観察を進めている。一方、細胞質分裂機構に関しては、その制御にRhoタイ

ブの G タンパク質が紡錘体の下流で重要な働きをすることが知られていたが、我々は逆に、Rho が紡錘体微小管の動態に大きな影響を及ぼすことを発見した。これらの研究は今後、細胞質分裂の制御機構に大きなインパクトを与えるものと期待される。

我々はまた、生体運動を駆動するダイニン、キネシンなどのタンパク質分子モーターについて、その運動メカニズムの解明と関連する疾病の治療法開発、ナノアクチュエータ等への応用を目指した基盤研究を行っている。昨年度までに、微小管に結合した精子鞭毛軸糸ダイニンを低温電子顕微鏡で観察し、力発生の前後に対応する二状態で構造を比較することにより、ダイニンの力発生メカニズムを説明する新たなモデルを提案した。本年度は、実際に力を発生しているダイニン分子の構造観察を目指した研究を開始した。通常ダイニン・微小管複合体では、ダイニンの運動によって微小管が解離してしまうため、DNA をリンカーとして微小管同士を架橋した系を作成した。今後、この系を改良してその運動を観察するとともに、運動中の構造を明らかにする予定である。

一方、レールとなるタンパク質フィラメントもモーター機能に重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。そこで我々は、ミオシン分子モーターの線路となるアクチンフィラメントの構造・機能関連を明らかにするための研究も進めている。具体的には、アクチン・チモシン融合タンパク質を利用した独自の効率的組換えアクチン発現系を用いて、さまざまな変異アクチンの調製と解析を進めている。その結果、正常にミオシンと結合し、その ATP 分解活性を刺激できるにもかかわらず、運動活性を持たない G146V 変異アクチンを同定することができた。さらに分子内 FRET 解析を行い、ミオシン結合がフィラメント中のアクチンサブユニットに顕著な構造変化を起こすこと、また、運動能が低下した G146V アクチンはこの構造変化が阻害されていることを見出し、運動に必須なアクチン側の構造変化を解析するための手がかりを得ることができた。

さらに、細胞計測技術の新展開として、レンズを使わずに直接細胞からの光を撮像素子に入れ、コンピュータ上で細胞の形状の再構築を行った。すなわち物理現象としてレンズが行う作用をバーチャルに再現したということである。このことは、物理的に結像光学系を用いれば、用いた特定のレンズで得られる情報しか得られないが、任意のレンズにコンピュータ上で交換できるので、任意地点の合焦点画像をコンピュータ上に再現できることを意味する。このこと自体はすでに諸外国においても研究例のあることである。そこで複数視点からの超被写界深度顕微鏡の開発に着手した。

また、東京湾の低次生態系の構成要素の中でも重要なカラヌス目カイアシ類の *Acartia omorii* の影刺激に対する反応を発達段階ごとに調べた。ノープリウス期、コペポダイト期はそれぞれ前期と後期に分け、成体に対し

てはオスメスを区別して、逃避行動を観察したところ、それぞれ特徴的な逃避行動を示した。特にノープリウス期では視覚に依存した生活戦略をとっていることが分かった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】アメーバ運動、ガン転移、細胞質分裂、細胞増殖、走化性、分子モーター、電子顕微鏡、画像解析、組換えタンパク質発現系、ナノバイオテクノロジー、ナノアクチュエータ、DNA、張力センサー

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発 (6)

【研究代表者】ワダワ レヌー

(細胞増殖制御研究グループ)

【研究担当者】ワダワ レヌー、カウル スニル、

吉成 幸一、吉崎 慎矢、加藤 義雄、

齊田 要、大家 一典

(常勤職員7名、他11名)

【研究内容】

本研究テーマでは、細胞増殖制御に関与する様々な分子 (RNA、天然有機物、抗体、ペプチド) についての詳細な検討を行い、正常及び異常な細胞増殖条件下でどのように調節されているかを解明する。ここで言う正常な条件には生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰を含んでおり、特に細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。また異常な条件下での細胞増殖制御の研究では、ガンや様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。

まず、本研究テーマでは、細胞増殖に関するタンパク質モーターに対する抗体が直接細胞表面に作用して、増殖性の細胞内に特異的に取り込まれる現象を発見した。この内在性抗体を用い、毒性がなく、リアルタイムで細胞を可視化追跡することができるナノ粒子 (i-Quantum dots) を構築することに成功した。このナノ粒子を用いて間葉系幹細胞を生体内で追跡する技術を開発した。さらに種々のモノクローナル抗モーター抗体を作製し、それぞれの細胞内在化機能と *in vivo* における抗ガン作用を解析した。水質汚濁などの環境測定を目的としたモデル生物と特異的な抗モーター抗体を用いた評価法を見出した。モーターの機能的ホモログである *Drosophila* Hsp22 についての機能解析も行った。また、CARF が p53 の上流で作用し細胞老化、アポトーシスで重要な働きを持っていることを明らかにした。CARF に対する siRNA を用いて、アポトーシスと細胞老化の作用機序解明を行った。さらに、インドやネパールに自生するナス科の低木植物アシュワガンダ由来の新規抽出画分 (i-Extract) が新規の抗ガン剤として有用であることを明らかにした。神経細胞の分化誘導作用や抗老化作用、正常細胞の酸化ダメージ保護の作用機序の

解析を進めている。

次に、研究担当者が持つshRNAライブラリーやcDNA発現ライブラリーを用いたスクリーニングのノウハウを用いてMKT-077やi-Extractなどの薬剤の細胞内ターゲット遺伝子の同定に成功した。ガン細胞の薬剤耐性に関与する遺伝子の候補として、独自にBst2遺伝子を同定し、作用機序の解析を行った。これらの遺伝子の一部についてはさらに分子伝達経路の解析を進めており、モータリンが関与していることを明らかにした。また、モータリン染色法を用いたレポーターアッセイで抗ガン作用を示すshRNAの同定に成功し、*in vivo*における解析を進めている。

我々は細胞内に抗体ライブラリーを発現させることにより、新規細胞表現型関連遺伝子を同定するためのスクリーニング系を開発してきた。ガン転移に関わる遺伝子をスクリーニングした結果、hnRNPKを同定し、hnRNPKに対する細胞内抗体がガン抑制作用を有していることを明らかにした。現在、この抗体を用いてマウスでの分子機序解明を行っている。

さらに近年、細胞不死化やガン化および分化における、細胞のダイナミックな表現型の変化における作用因子を同定する延長線上でタンパク質に翻訳されないノンコーディングRNA (ncRNA) に着目し、ncRNAの制御に関わる遺伝子の探索法や生細胞内でのncRNA蛍光検出システムの開発に取り組んでいる。遺伝子の発現調節を司る小さなRNA (miRNA) はncRNAの一種であり、様々な疾病に関与していることが明らかとなっている。我々はmiRNAを生きた細胞内で定量化する新たな手法を開発し、実際に筋肉特異的に発現するmiR-133が、幹細胞から筋管細胞へと分化する際に、時々刻々と発現して行く様子を捉えている。また、細胞老化とガン化に関与するmiRNAを同定するため、マイクロアレイを用いた発現解析を行い、いくつかの種類のmiRNAが、ガン化や細胞老化の状況に応じて、発現変動していることを明らかにしている。

これらの研究により、老化とガンに対する効果的な治療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞増殖制御、ncRNA、老化、ガン、植物抽出物、ナノ粒子、モータリン

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (7)

【研究代表者】 中村 史

(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】 中村 史 (兼任)、小池 英明、

藤田 篤、玉野 孝一

(常勤職員4名、他16名)

【研究内容】

ゲノム解析の進展によって膨大な遺伝子塩基配列が蓄

積され、これを利用した生命科学の研究、ゲノム創薬や医療診断技術の開発、有用物質の生産技術の開発など、ライフサイエンス分野における基礎研究から医療・バイオテクノロジーなど産業利用まで、きわめて広範な利用が行われている。一方、ゲノム情報のより高度な利用には、単なる塩基配列だけでなく、DNAの修飾から遺伝子にコードされたタンパク質の性質、遺伝子やタンパク質が関与によって生産された物質、細胞の機能など、多種多様な解析を高速かつ安価に行うことが重要となっている。そこで、本研究では、分子生物学的・生化学的な技術の開発を中心とし、自動化を視野に入れた解析技術の開発を行う。また、様々な解析によって得られた情報を利用して、医療診断や有用物質生産などの産業化に利用するための技術を開発することを目的とする。

黄麹菌のゲノム解析においては、比較ゲノム解析やDNAマイクロアレイを用いた解析によって、代謝経路の解析と生産性向上の研究を行い、これまで未知であった代謝経路の解析が進みつつある。また、二次代謝系遺伝子を利用した糸状菌の安全度評価方法の開発、染色体の高次構造に依存した発現制御の兆候を見いだすことに成功した。沖縄の泡盛などの焼酎の製造に用いられる黒麹菌のゲノム解析を進め、ドラフト配列の決定に成功した。ギガシーケンサーにより近縁の生物の解析も並行して進め、黄麹菌や近縁の黒カビ等との比較ゲノム解析を進めている。これらにより、黄麹菌のゲノム情報を用いた産業への利用技術の開発が進み、比較ゲノム解析による遺伝子機能の解析のための基本的な技術が整備されつつある。ビーズアレイ技術については、これまでに開発した要素技術を基盤として、特に産業的に利用価値の高い抗原の検出について、定量性、再現性の確保、複数の抗原の多重化検出について検討を進めた。ゲノム配列に基づいて、食糧として重要な魚類の産地および系統を識別する方法を開発した。クロマグロのゲノムライブラリーを作成し、識別に重要な領域の配列を決定するとともに、産地・系統を識別することが可能な配列を特定した。遺伝子の配列に基づいて産地・系統を識別する方法は、食の安全確保につながる技術と期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、ゲノム科学、有用物質生産、ビーズアレイ

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (8)

【研究代表者】 平野 隆

(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】 平野 隆、町田 雅之 (兼任)、

玉野 孝一 (兼任)

(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

ゲノム情報を利用した診断技術は様々な方式や技術が存在するが、ゲノムDNAに基づく方法は、解析方法が

比較的容易で信頼性の高い結果が得られる特徴があると考えられる。また、細胞内のタンパク質分子の動態を時系列的に画像解析することにより、細胞機能に関する重要な情報が得られると期待される。そこで、発現メカニズムの解明やガンの性質などを高感度かつ高精度に診断するシステムを構築することを目的として、高感度かつ高信頼度で解析する技術の開発を行った。

これまで診断あるいは創薬の基本となる日本人ゲノムライブラリーの創生を行った。これまで診断、創薬はゲノムレベルで言えば欧米人の属するコーカシアンについて開発が行われ、我が国に導入されていた。しかし日本人の属する東アジアのモンゴリアンは欧米人のコーカシアンとは薬剤に対する感受性あるいは疾患のあり方が異なることが知られている。すでに近年、最も罹患率が世界的に上昇しつつある肺ガンについて、東アジアの女性の肺ガン、特に腺ガンに有効な抗ガン剤イレッサが見出されている。さらに様々な薬剤の副作用に関して日本人は異なることが報告されている。このようなゲノムレベルでのコーカシアンとの相違点を明らかにするためには日本人のゲノムライブラリーを構築し、我が国共有のヒトゲノムリソースとして公開する必要がある。このような日本人ゲノムリソースの開発は産総研が公的機関として行うべき最も基本的使命である。

当該年度においてはこれまでゲノムアレイを用いて胃ガンに関する解析を行ってきた結果から、胃ガンの悪性度を診断するミニアレイの開発を開始した。我が国において胃ガンは最も罹患率の高い疾患であるが、造影技術あるいは内視鏡診断および内視鏡手術の進展により胃ガンの治癒率は劇的に向上した。しかし浸潤性あるいは転移性の高い胃ガンの治癒率はガンの大きさによらず低い。したがって胃ガンの治癒率を向上させるには浸潤性、転移性などの悪性度を判定する疾患別アレイの開発が重要である。産総研では日本人 BAC ライブラリーを確立していることから、日本人 BAC を用いて人種差の少ない胃ガン悪性度判定用ミニアレイの開発に着手した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノムアレイ、画像解析、ヒトゲノムリソース、BAC ライブラリー

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発(9)

【研究代表者】 中村 徳幸

(ゲノムインテリジェンス研究グループ)

【研究担当者】 中村 徳幸、佐藤 孝明、川崎 隆史、
中村 真理、藤森 一浩

(常勤職員5名、他5名)

【研究内容】

近年急速に開発が進んだ次世代シーケンサーは、これまでに予想されなかったような大量の塩基配列データを

構築することが予想される。安価に大量の塩基配列を構築できる次世代シーケンサーの出現は、今まで属や種の中の代表的なものについてのみ、ゲノムレベルの塩基配列が解明されるに過ぎなかった現実を個体や個人レベルのゲノム塩基配列を比較的容易に構築できるように変革していく可能性がある。そこで本研究グループでは、次世代シーケンサーが構築する大量の生データを基礎にして、いかに効率的にゲノムレベルの塩基配列を構築するかという問題に取り組み、ブレイクスルーとなりうる技術の確立を目指している。

ゲノム解析に関しては超好熱古細菌のゲノム配列を決定した経験を生かした次世代シーケンサーデータ処理手法の開発に取り組んでいる。超好熱古細菌ゲノム情報をモデルとした有用酵素・蛋白質の探索については、糖代謝関連酵素の超好熱古細菌ゲノム情報を利用した単離を進め、これまでに性質が調べられてきた真核生物やバクテリアの酵素と異なる性質を有する酵素を幾つも単離してきた。さらに、活性中心のアミノ酸に変異を導入することで有用な酵素活性を促進させることができた。また、メダカをモデル生物として利用し、ゲノム情報と細胞機能・個体表現系の関係を明らかにする研究の一環として、まず、神経系や心臓等組織特異的な遺伝子発現調節領域の同定を行い、遺伝子発現メカニズムに関する研究の基盤を築くとともに、イメージングによる細胞・組織レベルの研究に有用なツールを整備した。また、特定遺伝子の過剰発現が原因とされる末梢ニューロパチーシャルコマリー・トウース病 type1A (CMT1A)のメダカオルソログの過剰発現により、ヒト等高等動物と同様の病態をメダカでも示すことを突き止めた。また、メダカ薬物誘導性肥大モデルにおける薬物応答遺伝子領域を探索するための実験系を試作した。これらの成果により、メダカが、病態解析、マーカー探索、創薬等で利用できる有用なモデル生物であることを示すことができた。また、高度な知的情報処理を行う神経系の機能再生/代替基盤技術の一環として、嗅覚系で複雑な入力情報から必要な情報が自動的に抽出されるアルゴリズムを明らかにする研究を進めた。具体的には、2年半を要して収集した行動実験データを繰り返し実験による確認作業を開始し、最初の実験ステップを終えた。多様な刺激を識別する嗅覚でも特殊な刺激となる二酸化炭素に対する応答細胞の鼻腔内配置と応答機構、およびその生理的な意味について、奈良県立医科大学との共同研究を開始し、応答細胞を確認し、データを収集した。また、人工の鼻センサ用培養細胞では、当所で作成したキメラ G タンパク質 α サブユニットの利用により、要素センサとなる嗅覚機能代替細胞センサの構築に成功し、論文発表した。この要素細胞センサは、炭素原子1個分の違いを認識できる嗅覚の匂い分子識別能を安定して、再現できる系であり、既存の系の応答に比べ、応答振幅が2倍程度あり、応答の立ち上がりと回復も迅速で、応答のばらつきも小さいこと

が示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 次世代シーケンサー、超好熱古細菌、ゲノム配列、メダカ、疾患マーカー、嗅覚機能代替

⑭【ゲノムファクトリー研究部門】

(Research Institute of Genome-based Biofactory)

(存続期間：2004.4～)

研究ユニット長：鎌形 洋一

副研究部門長：湯本 勲

主幹研究員：高木 優

主幹研究員：近江谷 克裕

所在地：北海道センター、つくば中央第4

人員：46名(44名)

経費：833,974千円(448,865千円)

概要：

1. ミッション

本研究部門のミッションは「バイオによるものづくり」を掲げ、遺伝子組換え植物・微生物を用いた有用物質生産技術や生物製剤等を開発するとともに、タンパク質、核酸等の高機能化及び利用に関する研究を進めることにある。そのためにはまず基礎研究を推し進めなければならないことは言うまでもない。これら基礎研究土台にゲノム情報から得られる核酸化学情報、転写情報、タンパク質情報、代謝産物情報を最大限に活用し、物質生産等に貢献する本格研究を行なっていく。

2. 研究の概要

- 1) 独自に開発した転写制御機能を利用した遺伝子の働きを抑制する技術を用いて、遺伝子発現の様式をダイナミック変化させることを可能にした。この方法により、これまでにない産業上、農業上有益な植物を開発するための基盤研究を行い、これまでにバイオ燃料の原料に適した植物、塩害、乾燥などの環境ストレスに強い植物を作出した。
- 2) 不凍タンパク質の持つ細胞保護効果を利用した応用技術を確立するために、非凍結状態の低温度領域における細胞の保存に対して効果を有する保存液の製造方法の開発を行った。保存液に配合する不凍タンパク質の種類、精製工程、濃度など様々な要素を検討したところ、培養細胞及びウシ受精卵を低温にて保存した際の生存率を飛躍的に向上させる細胞保存液の成分を見出した。
- 3) ボルバキアは宿主昆虫の生殖を操作する能力を有する寄生的共生細菌として知られる。ところが従来の常識に反し、衛生害虫として近年大きな問題とな

っているトコジラミ(南京虫)では、ボルバキアが特定の共生器官に局在して必須栄養素を供給する相利共生細菌であることを明らかにした。寄生から相利共生への進化を実証するとともに、このボルバキアが衛生害虫の新規制御標的となる可能性が示された。

外部資金：

- ・文部科学省 科学研究費補助金「ナノ構造電極界面を用いた CYP の電気化学酵素反応制御法の開発と応用」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「不安定化塩基対に選択的に結合する新規低分子リガンドの開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「細胞膜動態を解析するための新規機能性マイクロ電極の開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「ロドコッカス・エリスロポリスが生産する抗菌活性物質とその遺伝子の解析」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「木質形成過程における転写制御ネットワークの解明」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「地下圏内メタン生成・消費活動に関わる未知微生物群の分離培養と動態解析ツールの開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「新規発光プローブの探索を目指した発光生物調査」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「微生物由来不凍タンパク質の構築原理と分子進化の解明」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「DNA 架橋化試薬の開発と、その応用に関する研究」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「低温性担子菌類の環境適応と種内分化に関する研究」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「昆虫ホルモンを介した内部共生微生物の調節機構」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「陸上地価圏メタン動態に関与する新規な嫌気呼吸未培養細菌の探索と分離培養」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「マイクロ波技術を活用した糖鎖修飾反応研究と、新規創薬シーズ創製への

展開」

- ・経済産業省 技術振興課委託費 戦略的技術開発委託費「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発/植物利用高付加価値植物質製造基盤技術開発」
- ・経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費 平成21年度産業技術開発委託費（中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業）「マイクロ波照射 FISH 遺伝子検査装置の開発」
- ・経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き））補正予算「コンビナトリアルケミストリー対応型、バイオケミストリー仕様マイクロ波照射装置の性能実証研究」
- ・NEDO バイオマスエネルギー先導技術開発「新エネルギー技術研究開発/バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発）/酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究」
- ・NEDO バイオマスエネルギー先導技術開発「新エネルギー技術研究開発/バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発）/新規好アルカリ性乳酸菌を用いた乳酸の低コスト生産法の研究開発」
- ・NEDO 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム/「植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発/植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）」
- ・NEDO 健康安心プログラム/「健康安心プログラム/糖鎖機能活用技術開発」
- ・財団法人北海道科学技術総合振興センター 地域イノベーション創出研究開発事業「ジャガイモそうか病の遺伝子診断に基づく新規防除システムの開発」
- ・独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 平成20年度「イノベーション創出基礎的研究推進事業 発展型研究一般枠」「花きの形質改変に特化した転写因子制御技術の開発とデータベースシステムの構築」
- ・独立行政法人農業生物資源研究所 平成20年度新農業展開ゲノムプロジェクト「人為的変異を利用したイネ実験系統群の作出」

・独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 平成20年度「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」「リグニン合成およびストレス耐性を制御する転写因子の検索」

・国立大学法人帯広畜産大学 地域資源活用型研究開発事業「北海道産低品位石炭を活用したパーラー排水浄化システムの開発」

発表：誌上発表71件、口頭発表173件、その他29件

植物分子工学研究グループ

(Plant Molecular Technology Research Group)

研究グループ長：松村 健

(北海道センター)

概要：

植物の遺伝子組換え技術を利用して、有用物質、特に哺乳類の医薬品原材料を主に植物で高発現・高生産可能な技術開発とこれと並行して医薬品原材料生産遺伝子組換え植物を密閉、かつ完全な人工環境下で栽培・育成から製剤化までの一貫した工程を実施可能な植物工場システムの確立を目標に研究を進めている。

植物で医薬品原材料等の高付加価値有用物質を生産するには、目的遺伝子を高発現させる必要があるが、導入した遺伝子の高発現は植物側の遺伝子発現制御、すなわち、ジーンサイレンシングを引き起こし、結果として発現が抑制される場合が多い。一方、植物ウイルスには、植物側のジーンサイレンシングを抑制する機能を有するサイレンシングサプレッサーが見いだされている。これを活用して、目的遺伝子を高発現させるシステム開発の一端として、ウイルスのサイレンシングサプレッサーを恒常的に発現する組換え植物を作出、GFP 遺伝子が当該植物において高発現することを確認した。

また、遺伝子組換え植物を利用した医療用原材料生産においては、計画生産性、清浄度等々から人工照明を利用した完全人工環境下での栽培が望ましい。これまで、産総研で開発した密閉型遺伝子組換え植物工場施設を用い、完全人工環境下での栽培実施例の無かったジャガイモおよび、イネ、イチゴの栽培技術の確立に成功した。加えて、イヌの歯周病治療薬として効果のあるイヌインターフェロン発現遺伝子組換えイチゴの生産試験を行っており、GLP 試験および GCP 試験を遂行中である。さらに、新たな栽培技術の開発を目的に、赤色波長、青色波長等に特化した人工照明機器を活用し、完全人工環境下での栽培技術への応用を検討している。

研究テーマ：1. 閉鎖型植物生産施設に適した有用物質生産基盤植物の開発研究

2. 医療用原材料生産のための密閉型遺伝子組換え植物工場の開発

遺伝子転写制御研究グループ

(Gene Regulation Research Group)

研究グループ長：高木 優

(つくばセンター)

概要：

植物は、酸素、食料など生物の生存に必至な物質ばかりでなく、生活を豊かにする様々な代謝物を、自身が持つ光合成能によって我々に供給してくれる。これらの植物の機能は、ゲノムに存在する遺伝子の働きによるものであり、そのため、これらの機能をより効率的に利用するためには、関連する個々の遺伝子の機能解析が必要不可欠である。特に植物では、遺伝子発現の制御が転写レベルで行われていることから、転写因子を活用した方法が有効であることが示されている。ところが、植物のゲノムには重複遺伝子が数多く存在することから、遺伝破壊や相補的な RNA 導入等の従来の方法では、種々の代謝機能を制御する因子の探索が容易ではないことが判ってきた。そこで、我々は、転写抑制機能を利用した遺伝子サイレンシングシステム (CRES-T 法) を開発し、遺伝子発現の様式をダイナミック変化させることを可能にした。この方法によって、これまでの変異株では見られなかった乾燥ストレス、高塩、低温、高温等、の環境ストレスに対する耐性を有する植物を作出することが出来るようになった。本課題では、シロイヌナズナをモデルとして、代謝に関連する転写因子を CRES-T 法により探索し、それらに機能を活用することによって、産業上有用な機能性植物の作出のための基盤的研究を行う。また、次世代シーケンサーを駆使して、これまで解析が困難であった多様な穀物、樹木などのゲノム情報を活用し、これに当研究室の技術を合わせて、新エネルギー植物等、の開発を行っている。

研究テーマ：1. 植物転写因子機能解析研究

2. 転写因子を利用した、有用植物の作出、物質生産
3. 植物における遺伝子発現制御ネットワークの解明

遺伝子発現工学研究グループ

(Proteolysis and Protein Turnover Research Group)

研究グループ長：田村 具博

(北海道センター)

概要：

当研究グループでは、有用物質の生産や環境浄化ならびに有用タンパク質の生産など多目的用途に利用可能な高機能型細胞(プラットフォーム)の創製に向けて、

放線菌(ロドコッカス属細菌)や大腸菌を宿主とした各種技術開発を進めている。

放線菌を発現プラットフォームとして利用するため、任意の遺伝子を宿主細胞のゲノムに1から複数コピー導入するゲノム挿入型発現技術を確認した。また新たな遺伝子発現を制御するプロモーター領域を同定した。その結果、これまで開発した発現系やトランスポゾンシステムなどと組み合わせて利用することで多様な発現系の構築が可能になり、特に複数遺伝子からなる代謝や反応系を制御した物質生産系の構築が可能になった。

ロドコッカス属細菌より同定した抗菌物質の生合成遺伝子群を発現ベクターに組み込んで抗菌物質非生産菌へ導入することによって、抗菌物質非生産菌より抗菌物質を生産することに成功した。このことより、組換え微生物を利用した抗菌物質生合成系のより詳細な解析と、同物質の各種誘導体の合成を可能とする基盤情報の取得が可能になった。

アンチセンス RNA による遺伝子発現抑制法を用いて、大腸菌遺伝子の発現を必要ときにだけに抑制する実験を行った。その結果、旧来の遺伝子破壊法では困難であった、生育に必須な遺伝子 (*fabI*、*acpP*、*murA*、*ftsZ* 等) の表現型を調査することや、炭素代謝経路を必要な時にだけ改変することが可能であることが分かった。以上より、本技術が大腸菌遺伝子に対する機能解析や代謝経路改変に極めて有効であることを示すことが出来た。

研究テーマ：1. 放線菌を多目的用途に利用可能なプラットフォームに改変する技術の開発

2. 有用生体分子の探索とその構造と機能解析
3. 代謝工学的改変技術の開発と応用

分子発現制御研究グループ

(Expression and Molecular Regulation Research Group)

研究グループ長：森田 直樹

(北海道センター)

概要：

当研究グループは、有用タンパク質・有用脂質・有用糖質の新しい生産・利用システムの開発において、従来よりも優れた技術を開発し、最終的に産業応用に貢献することを目標としている。

新規分泌型ルシフェラーゼを用いた酵母ハイスループレポーターアッセイに関する研究では、内分泌攪乱作用を有する化学物質を効率的に検出するためのバイオアッセイ系のモデルを構築した。分子イメージング技術の開発では、ルシフェラーゼを用いてストレスを可視化する分子プローブを作成し、同プローブを安定発現する細胞株の樹立に成功した。

酵母におけるタンパク質発現系の研究では、2類のタンパク質を1の mRNA から発現する方法の開発に成功した。

機能性脂質の生産系の研究では、腸内乳酸菌の胆汁酸耐性機構に細胞膜リン脂質が重要な機能を果たしていること明らかにした。

機能性物質の新規合成法開発では、マイクロ波を利用した効率的な化学合成法研究を科学研究機器メーカーと共同で進め、ポリペプチドの合成が可能な「マイクロ波利用合成装置」の市販化に至った。

研究テーマ：

1. 生物発光系を活用したレポーターアッセイ系及び分子イメージング技術の開発
2. 真核微生物を用いた新規タンパク質発現系の開発
3. 機能性脂質の代謝工学的生産法の開発
4. 機能性物質の新規合成法開発と構造活性関連研究

遺伝子資源解析研究グループ

(Genomic Resources & Environmental Adaptation Research Group)

研究グループ長：星野 保

(北海道センター)

概要：

様々な特殊環境に適応する微生物が有する環境適応に関する酵素など有用物質や微生物機能そのものを対象として探索を行い、得られた物質の機能を示す仕組みと役割を検討し、分離した菌株の有用性実証することを目的とする。

南極大陸より凍結状態で生育する微生物を探索し、霜柱状の群落を形成する酵母を分離した。この群落は、多糖によるスポンジ状の構造をもち、周囲の未凍結水を毛細管現象により吸引することを見出した。

ほぼ同様な立体構造をもつ耐塩性グルタミンナーゼおよび通常酵素を NaCl 存在下に比較した。通常酵素の構造は NaCl 存在で構造は変化しないが、耐塩性酵素では活性に関与するアミノ酸残基の位置が変化を確認し、耐塩性酵素は塩環境下では通常とは異なる残基が活性に寄与することを初めて見出した。

微生物および酵素機能を応用した新規物質変換法および環境浄化法の開発

パーラー排水は、搾乳機やパイプライン洗浄時に出る汚水であり、牛乳由来の脂質が大量に存在する。これまでパーラー排水処理に関与する微生物に関する知見が無いため、乳脂肪分解菌の探索し、*Pseudomonas alcaligenes* を高頻度で分離した。本菌は本排水処理における乳脂肪分解菌としての普遍性の高い細菌とみなした。

研究テーマ：1. 機能性微生物の探索と環境適応機能解明

に関する研究

2. 極限環境微生物由来タンパク質の構造機能関連の解析
3. 微生物および酵素機能を応用した新規物質変換法および環境浄化法の開発
4. 新規遺伝子資源探索の探索およびその手法の開発

機能性タンパク質研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：津田 栄

(北海道センター)

概要：

不凍タンパク質など産業や医学の分野において広範な応用が期待される未利用機能性タンパク質群のみを研究対象として、それらの天然資源（動植物）からの探索、アミノ酸・遺伝子配列の決定、性能評価、機能解明、高機能化、及び有効活用法の検討を行う。特に、実用化研究に必須となるタンパク質大量精製技術の確立、高精度の活性評価システムの構築、多様な細胞保存効果の検証を行う。

これまでに、食品や冷熱分野での産業応用に最も適した不凍タンパク質の大量精製技術を独自に開発して特許を取得した。国内大手企業との間でその実施契約の締結に至り、現在は同タンパク質を用いた様々な技術と商品の開発がさまざまに進捗している。魚類由来不凍タンパク質やその類似ペプチドがヒト肝臓由来細胞、及びウシ受精卵の生存率を飛躍的に高めることを見出した。NMR 法と X 線法による高機能2量体型不凍タンパク質 RD3、魚類 II 型不凍タンパク質、菌類不凍タンパク質、糖加水分解酵素、抗原-抗体複合体 HyHEL-10-HEL 等の機能性タンパク質の構造機能解析結果を主要国際誌に論文発表した。オリジナル不凍活性測定システムによる不凍タンパク質-氷結晶相互作用の実験結果も国際誌に論文発表した。また、ゲルに凍結耐性を与える水溶性合成高分子を特定し不凍タンパク質との相違点や不凍タンパク質との併用による効果を解析した。不凍タンパク質固定化基板の表面特性の解析を FTIR、XPS 等を用いて行った。

研究テーマ：1. 不凍タンパク質を用いた省エネ型冷熱利用技術の開発

2. 不凍タンパク質の大量精製法の確立
3. 産業用タンパク質の医学応用及び食品応用

生物材料工学研究グループ

(Bio-material Engineering Research Group)

研究グループ長：佐々木 正秀

(北海道センター)

概要：

本研究グループは生体物質の生産、分離、センシングへの応用を目指した生体物質の2次元位置選択的配列技術、ナノ粒子の合成研究を行っている。ポリエチレングリコール鎖を持つ有機シラン層に真空紫外光を照射して表面の化学種を変化させて細胞接着性を変えることができた。この方法を利用して神経細胞のパターニングができることを明らかにした。また、神経ネットワーク解析用の市販の多点電極基板 (MED プローブ) 上に神経細胞を配列させ、神経細胞が出す自発的な電気信号の観測にも成功した。生物材料の高度利用に関して、環境負荷が少なく再生可能な生物材料の中でその大部分を占めている糖質資源の高度利用を目指してマイクロ波や水熱反応を用いた糖類からの有用物質生産について研究を行っている。木質系バイオマスの水熱反応に関して、パーコレーター型反応装置を用い温度プロファイル (昇温速度、保持温度) を制御することにより、ある特定成分 (オリゴ糖) を選択的に抽出できることが明らかになった。マイクロ波法ではピラノース型/フラノース型アンヒドロ糖の選択的合成およびこれらの分離精製法を検討した。

研究テーマ：1. 生体分子固定のための微細表面修飾技術
2. 生物材料の高度利用

生体分子工学研究グループ

(Biomolecular Engineering Research Group)

研究グループ長：小松 康雄

(北海道センター)

概要：

本研究グループでは、有機化学的手法と電気化学的手法を活用し、生体関連物質の機能解析とそれらの利用技術の開発を行っている。

2本鎖 DNA を安定に保持させることを目的に、平成21年度は相補的な DNA 間を不可逆的に架橋化する新しい試薬を合成した。また、代謝に関わる P450 を電極上に固定化し、電極からの直接電子移動により酵素を効率的に駆動するには、ナノレベルの凹凸を界面に有する電極が必要であることを明らかにした。

研究テーマ：1. 高感度遺伝子検出技術を目指した、機能性分子の開発
2. 電気化学を利用した、生体関連物質の機能解析と検出技術の開発

⑮【先進製造プロセス研究部門】

(Advanced Manufacturing Research Institute)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：村山 宣光

副研究部門長：淡野 正信、手塚 明、熊谷 俊弥

上席研究員：大司 達樹、前田 龍太郎

主幹研究員：平尾 喜代司、明渡 純

所在地：中部センター、つくば東、つくば中央第5

人員：120名 (117名)

経費：1, 286, 846千円 (748, 549千円)

概要：

環境との調和を図りつつ、高い国際競争力を有する我が国の製造産業の持続的な発展を実現するには、「最小の資源」「最小のエネルギー」「最小の廃棄物」で「最大限の機能・特性」を発揮する製品を「高効率」で作る生産プロセス技術 (ミニマルマニファクチャリング) の確立が不可欠である。このため当部門では、材料技術と製造技術とを一体化することにより、製品の機能・精度・生産性 (効率・コスト) の高度化を追求する「高付加価値技術」及び、製品のライフサイクル全体における低環境負荷性の追求と機能・生産性の両立を図る「低環境負荷技術」を開発することをミッションとする。

高付加価値技術においては、製造プロセスアルゴリズムとして、マルチスケール解析を援用した機能の最大発現を可能とするマルチスケール最適設計手法を確立するとともに、それを基に高機能付与や多様なニーズ対応等を可能とする高機能創製製造技術、プロセスの高効率化等を可能とする高生産性製造技術を開発する。マルチスケール最適設計では、材料機能や個別技術を最大発現させる製品設計、システム構築及び両者の相乗効果を図るために、材料組織等をミクロスケール、製品等をマクロスケールと捉えたマルチスケール解析技術や、微細欠陥の面積部材での効率的検知などを始めとするマルチスケール検証技術などを開発する。このマルチスケール最適設計技術を基に、高機能創製製造技術では、ミクロレベルの機能集積と内部構造の同時構築を可能とする機能集積化技術、広いスケールレベルでの形態・形状制御と機能付与に資する機能誘導構造化技術を、また高生産性製造技術の開発では、製造プロセスの簡略化・高効率化に繋がる高効率プロセス技術を開発する。

低環境負荷技術においては、製品ライフサイクルアルゴリズムとして、環境負荷性・機能性・生産性におけるライフサイクルのパフォーマンスを総合的・定量的に評価するライフサイクル設計・管理手法を確立し、それを基に製造プロセスの環境負荷の低減等を可能とするローエミッション・再生プロセス技術を開発するとともに、得られた技術を高付加価値技術の開発に順次応用することにより、ミニマルマニファクチャリングの確立を図る。ライフサイクル設計・管理では、製品のライフサイクルのパフォーマンスの極大化のために、環境負荷、機能、生産性等の視点で定量的・総合的に評価するトータルパフォーマンス評価技術、安

全確保・ライフサイクル管理のために製造プロセスのモニタリングや製品のトレースを可能とするプロセスモニタリング・製品トレース技術等を開発する。このライフサイクル設計・管理技術を基に、ローエミッション・再生プロセス技術では、加工条件・設計等の最適化による環境性・生産性の向上に資するローエミッションプロセス技術等を開発し、環境負荷性を考慮した製造・再生プロセスの構築を目指す。

これら高付加価値技術及び低環境負荷技術に加え、製造における安全・信頼性基盤技術及び人材育成等の共通基盤技術により、第3期への展開を視野に入れて第2期中期計画の達成を図る。

これらを実施する研究拠点は、無機系材料に関する研究ポテンシャルを持つ中部センター（8研究グループ）と、機械・加工技術や材料・プロセスに関する研究ポテンシャルを持つつくばセンター（13研究グループ）の2カ所にあり、計21研究グループ、1連携研究体（つくばセンター）及び1研究班（中部センター）で研究を進めた。平成21年度においては以下の課題を重点研究課題とした。

- ・ オンデマンド・サステナブル製造による MEMS デバイス開発
- ・ 次世代マイクロファクトリの要素技術
- ・ 光反応制御による機能材料集積化技術の開発
- ・ 先進製造技術のトータルパフォーマンス解析に関する研究
- ・ セラミックス高度化のための省エネルギープロセス技術開発
- ・ インプリントによる MEMS 半導体集積化技術の研究
- ・ 先端微細加工技術分野の人材育成
- ・ 製造現場における安全・安心基盤技術の開発
- ・ 機能構造部材融合プロセス技術開発～融合型革新エネルギーデバイス製造技術開発
- ・ 無機複合エンジニアリングプラスチックの高機能化に関する研究開発
- ・ バイオ・ユニット・インテグレーション：2D&3D 構造体の製造プロセス技術
- ・ 高精度損傷評価・解析に基づく信頼性診断システムの構築提案
- ・ 環境適合型トライボシステムの開発
- ・ 実験関数を許容したマルチスケール定性推論設計
- ・ システム機能予測デザインにおける設計改善ループ検証のための共通設計課題の研究

外部資金

経済産業省 戦略的技術開発委託費
・「高感度環境センサ部材開発に係るもの」

経済産業省 産学連携人材育成事業

・「マイクロナノ量産技術と応用デバイス製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成事業」

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業）

- ・「ノンコンタクト搬送パッドの吸着力と騒音に関する高品質化」
- ・低コスト耐熱性断熱材の開発
- ・「半導体製造装置用新型流量計の開発」
- ・「超軽量ピストン用マグネシウム合金の製造と耐熱性評価」
- ・「廃電被覆材を利用したプラスチック成形機用洗浄剤の開発」

経済産業省 産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費

- ・「高性能低価格セラミックス（メラミックス）ベアリングボールの動的寿命評価」
- ・「高温大気中下での高精度熱電特性計測」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

- ・「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発」
- ・「揮発性有機化合物検知器の評価法に関する標準化事業」
- ・「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／高圧合成法による次世代高容量正極材料酸化物の材料設計」
- ・SBIR 技術革新事業/物理的・化学的処理を複合した耐液状化学物質防護衣の調査研究
- ・「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」
- ・「革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」
- ・「ナノテク・先端部材実用化研究開発／高性能 AD 圧電膜とナノチューブラバーを用いたレーザー TV 用高安定光スキャナーの基盤技術開発」
- ・「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／液相マイクロ波プロセスによる次世代高容量活物質の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

NEDO 平成21年度産業技術研究助成事業

- ・「故障解析用レーザー IC 開封技術及び開封装置の開発」
- ・「ナノ結晶による低熱伝導率化を利用したシート状熱電発電モジュールの開発」
- ・「ハルミン類縁体またはアセロゲニン類縁体を担持し

た高齢者対応整形外科医療デバイスの研究開発」

発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C)

- ・「超低摩擦発現条件の解明」
- ・「超音波によるマイクロ流路中の微小物体の非接触操作技術の開発」
- ・「差分法に基づくはりのインピーダンス整合制御」
- ・「トライボケミカル反応を利用した自動車排気ガス浄化に役立つ低摩擦・低摩耗材料の開発」
- ・「光化学修飾法による硫黄官能基化ダイヤモンド粉末の作製及び生体分子固定に関する研究」
- ・「気泡核生成制御による超音波化学反応の高効率化に関する研究」
- ・「先進磁気センサを用いた複雑形状き裂の非破壊評価・解析システムの構築」

財団法人岐阜県研究開発財団 地域科学技術振興事業委託事業

- ・「環境調和型顔料・釉薬の開発及び非石膏型によるプレス・鋳込み成形量産システムの開発」

財団法人日立地区産業支援センター 平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業

- ・「圧造成形順送プレス工法による LED 用機能部品の製造技術開発」

財団法人ひろしま産業振興機構 平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業

- ・「表面改質型焼結技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費

- ・「回転する金型に金属板を押し付けて形成するスピニング加工をロボットにより行い際に、発生する振動を抑制する制御を研究し、軽量なロボットによる大サイズの加工を実現する」
- ・「超音波キャビテーション気泡の動的挙動解析とバイオ系新材料創製への展開」

財団法人マイクロマシンセンター 平成21年度基準認証研究開発委託費

- ・「MEMS における形状計測法に関する標準化」

ファインセラミックス技術研究組合

- ・「セラミックリアクター開発」

ステレオファブリック技術研究組合

- ・「革新的省エネセラミックス製造技術開発に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B

- ・「紫外光照射下における蛍光体酸化物薄膜の室温結晶成長」

財団法人中部科学技術センター 地域イノベーション創出研究開発事業

- ・「自己整合技術を用いた有機光テープモジュールの開発」

文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究

- ・「超分子単分子膜作製と刺激応答素子への応用」

独立行政法人科学技術振興機構 研究成果最適展開支援事業 A-STEP

- ・「呼気中の微量ガスを迅速に定量解析するアレイ型マイクロガスセンサ」

財団法人中部科学技術センター グレーター・ナゴヤ環境分野海外研究者招へい事業

- ・「環境負荷低減セラミックス成形用無機バインダー技術の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験)

- ・「ナノポーラス材料を酵素固定化担体として利用する新規バイオリクターの開発」

社団法人産業環境管理協会 平成21年度サプライチェーン省資源化連携促進事業

- ・「サプライチェーン型環境配慮設計手法の調査・開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業

- ・「ネットワーク MEMS デバイスの開発」
- ・「ULP ユビキタスセンサの開発」
- ・「超高速ナノインプリントリソグラフィー ー高スループットー」

発 表 : 誌上発表442件、口頭発表684件、その他60件

機能モジュール化研究グループ

(Functional Assembly Technology Group)

研究グループ長 : 藤代 芳伸

(中部センター)

国立大学法人福井大学

- ・「クリープ疲労試験に基づく劣化損傷評価技術の開

概 要 :

環境・エネルギー問題の解決を図るために、高性能

のセラミックリアクター（燃料電池等、電気化学反応を主体とした物質やエネルギーの変換機能を有するモジュール）の実現が期待される。小型高効率化や多機能化といった飛躍的な性能向上を実現するためには、従来技術では不可能であるような、優れた機能の発揮に向け、高度に集積した部材構造を造り込むモジュール化技術の開発が不可欠となる。そこで、①ナノ構造制御等によって高機能マイクロ部材を開発し、②そのマイクロ部材を3次元モジュールとして高度に集積化して、③さらにこれらのプロセスを同時・連続的な構造化技術に活用するハイブリッドコンポーネント創製に関する革新的な製造技術の確立により、社会的なニーズに応えると共に、産業競争力強化への貢献を目指す。

具体的には、高度なセラミック集積化プロセス技術の開発と適用性検証により、燃料電池等の電気化学デバイスの高性能化や低温作動化を目指し、異種材料・材質の一体化や、ナノ～マクロスケールにわたる高次構造制御を行い、高効率の電気化学反応場を有するナノ電極技術を創製する。さらに新たなコンパクト発電モジュール製造技術を実現し、その環境浄化能や発電出力等の性能について、従来を超える高効率性を実証するとともに、実用化展開を図る。

研究テーマ：9

結晶機能制御研究グループ

(Crystal Materials Engineering Group)

研究グループ長：秋本 順二

(つくば中央第5)

概要：

当研究グループは、高付加価値を有する新規機能性無機結晶材料の開発、並びに新規素材合成プロセスの開拓などの高効率製造技術の開発を担当する。具体的には、固相合成法以外に、イオン交換合成法、低温溶解融塩法、オゾン酸化法、マイクロ波加熱法などの低温溶液を用いた素材合成技術を開拓・適用し、リチウム二次電池材料等への応用を目指して、チタン酸化物、マンガン酸化物、鉄酸化物などの新規機能性無機結晶材料の合成・開発を行う。また、そのために基盤となる、結晶構造解析技術の高度化、精密結晶成長技術の確立を目指す。さらに、次世代エネルギー変換・貯蔵デバイスへの応用が期待されるタンタル酸化物などの酸化物系固体電解質材料の合成と評価を行う。

研究テーマ：3、9、15、16

機能薄膜プロセス研究グループ

(Thin Films Processing Group)

研究グループ長：真部 高明

(つくば中央第5)

概要：

当研究グループは、部門のミッションである「高付

加価値技術系」のうち、製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術の開発を担当する。すなわち、機能性無機薄膜製造技術の低温プロセス化を中心に省エネルギー化、プロセス簡略化を図るために、①高効率コーティング技術、②機能材料薄膜化技術及び③素子モジュール化・プロトタイプ化技術を開発する。

①、②では、重点課題「光反応制御による機能材料集積化技術の開発」を中心として、塗布熱分解法、塗布光照射法及びこれらと組み合わせる先駆体材料、基板表面や中間層の制御技術など、新規コーティング技術を開発するとともに、薄膜化・積層化・表面官能基化や配向制御により高機能が発現するような無機・金属材料の固体化学的手法による設計と合成プロセスおよび化学修飾プロセスの低温化・簡略化を行う。

③では、部門内外及び企業との連携・共同研究を中心として、超電導限流素子、赤外線センサ、熱伝導度センサ、リチウム二次電池等の素子モジュール・プロトタイプ作製技術への展開を図る。

研究テーマ：3、17、21

エコ設計生産研究グループ

(Environmentally Conscious Design and Manufacturing Group)

研究グループ長：三島 望

(つくば東)

概要：

当研究グループにおいては、環境配慮生産と環境配慮設計を両輪として、実際の環境配慮製造プロセス技術を提案、実証するとともに、製品・製造プロセス・生産システムなどの統合的環境配慮設計のためのツール開発を目標としている。前者については、「フィードバックレーザ加工システム技術」を中核技術として、「難削微細形状デバイス用レーザ・電解複合加工技術」に取組み、平成21年度はさらにビットマップで作成した自由形状の加工を行うことが可能となった。これにより、実際のデバイス製作に見込みがたった。その他、「超精密フライス加工用多刃工具の開発」などの研究を進めている。後者では部門内重点課題「トータルプロセス/システムの再設計手法の研究」において、これまでに提案した指標；TPI（トータルパフォーマンスインディケータ）を、請負研究「サプライチェーン型環境配慮設計手法の調査・開発」において、企業における実際の製品に適用し、設計改善指針を抽出することを試みた。その結果、おおまかではあるが、有効かつ戦略的な設計指針を示し得ることを実証した。その他、前年度までに公開した製品のトータルパフォーマンス評価のソフトウェアのメンテナンス、サポート、持続可能性に関わる社会事象の関連性分析などの業務を進め、特に後者については外部資金を得て実証

フェーズに進むことが確定した。

研究テーマ：1、4、5、15

難加工材成形研究グループ

(Low-Formability-Materials Processing Group)

研究グループ長：松崎 邦男

(つくば東)

概要：

マグネシウムやチタン、ステンレス等の難加工材の成形や難易度の高い形状への成形について、省エネ工程で環境に配慮した成形技術を金型の潤滑システムとともに開発し、最終的に部材等の形状への成形を行う。そのために、素材の製造技術とその成形技術を粉体加工と塑性加工を主としたプロセスの高度化、複合化、融合化によって開発する。素材の成形性を改善するための加工熱処理技術の確立、応力条件を制御した温間、熱間鍛造技術の開発、マグネシウム合金板材の冷間プレス成形技術の開発およびスピニング加工の高度化を行う。また、金型への固体潤滑材のコーティング技術を検討し、ドライ成形用金型の開発を行う。さらに、粉末法によりステンレスやチタン合金等の機能性材料の開発を行うとともに、マグネシウム切削粉のリサイクル化技術を開発する。これらの技術を統合することでオンデマンド成形の構築を目指す。

研究テーマ：1、4、13、15、18

無機複合プラスチック研究グループ

(Inorganic-Based Plastics Group)

研究グループ長：堀田 裕司

(中部センター)

概要：

高機能化・多機能化が要求される次世代社会基盤部材を支えるため、異種材料の融合・複合化による先進材料の創製、及びその製造プロセス技術の開発を進めている。特に、機能性に優れたセラミックスと軽量性・成形性に優れたプラスチックの異種材料を複合化するためのプロセス技術及び先進複合材料に関して研究開発を遂行し、セラミックスの特性を最大限に引出した高機能性プラスチック部材等の製造技術の確立を目指している。セラミックス粉末のプラスチックへの複合化を粒子ハンドリング技術、界面制御技術、外部場を用いた構造制御技術などの視点から構築することで、セラミックス特性を最大限引出した無機複合プラスチック部材の開発を実施し、産業技術基盤と国際競争力の強化を図る。

研究テーマ：4、9、10

超音波プロセス研究グループ

(Ultrasonic Processing Group)

研究グループ長：砥綿 篤哉

(中部センター)

概要：

超音波を用いた化学プロセスは、常温・大気圧下でマイクロな極限環境を容易に創出することが可能であることから、熱や光などを用いる従来型プロセスとは異なった、新規な低環境負荷型プロセス技術として期待されている。当研究グループでは、超音波の産業応用を目的として、その基礎となるソノプロセッシングの高度化と高効率化の研究を展開している。具体的には、キャビテーション気泡の圧壊挙動の理論的解析、光散乱法などを用いた新規な多数気泡空間分布解析法の開発等を実施する。一方、応用面では、ソノケミカル反応場の特徴を生かしたナノ構造制御機能性粒子の創製、超音波洗浄の精密化、マイクロ空間における気泡挙動観察など、多方面にわたる超音波を利用した産業プロセス技術の開発を進めている。

テーラードリキッド集積研究グループ

(Tailored Liquid Integration Group)

研究グループ長：加藤 一実

(中部センター)

概要：

21世紀の高度情報化社会・環境調和型社会の持続的発展と高齢化社会における医療福祉技術の高度化のため、高性能小型電子機器や超小型精密医療用機器の開発が緊要である。このような機器においては、複数の機能が集積した機能集積材料の適用搭載が必要であり、そのためには先進液相原料（テーラードリキッド）とその集積プロセス技術の開発が不可欠である。当研究グループでは、機能集積材料として集積化圧電デバイス、強誘電体メモリ、マイクロリアクタ、環境センサ、フレキシブル光デバイス等を具現化するため、テーラードリキッド内の機能発現ユニットの合成技術、液相を経由したナノ～マイクロ領域の構造形成技術、複雑形状あるいはフレキシブル基板上への精密構造体の集積化技術等に関する研究開発を実施し、産業技術基盤と国際競争力の強化を図る。

研究テーマ：19

トライボロジー研究グループ

(Tribology Group)

研究グループ長：安藤 泰久

(つくば東)

概要：

ナノスケールから大型のシステムまで、トライボロジー全般に係わる横断的かつ基礎・基盤的技術の向上を図ることにより、我が国の産業競争力強化に貢献することを目標としている。そのために、製造装置の効率や製品の付加価値を向上させるため、トライボロジーグループが有するポテンシャルを生かし、それを表

面機能構成技術に展開していく。具体的には、「メカニカル機能付加技術」、「ケミカル機能付加技術」、「インタフェース高度化技術」を有機的に連携させることで、「ローエミッションプロセス技術」、「高効率プロセスの開発」を進めていく。その中で、環境面への配慮も含めたシステム性能を向上させることや、表面や潤滑システムに新しい機能を発現させることを目指す。中・長期的には、マイクロ／ナノトライボロジーを主軸とした研究を進め、トライボロジーを科学的に深化させ、サステナブルトライボロジー技術へと発展させていく。また、最先端の技術情報拠点となるべく研究グループ内の研究者個々人の研究ポテンシャルを高めるとともに、産業界の根幹技術であるトライボロジー技術の向上と普及に努める。

研究テーマ：13

表面機能デザイン研究グループ

(Surface Interactive Design Group)

研究グループ長：加納 誠介

(つくば東)

概要：

部材表面への微細形状付与による摩擦・摩耗の安定化・低減化技術の開発、部材表面への微細形状付与除去加工技術の開発、表面修飾技術の開発をベースとした表面機能創成と応用を中核ミッションとし、持続発展可能な社会の実現に資する「表面機能設計技術」の開発を目指す。本研究グループでは、低摩擦表面創製技術：表面テクスチャを利用した低摩擦表面を作り出すことを目指した、金属等の表面に微細な形状変化（例えば凹凸）や表面エネルギー変化（例えば異種材料の分散）を創生・評価する技術の開発、分子吸着解析・利用技術：表面自由エネルギーをコントロールすることを目指し、界面活性剤や各種潤滑剤・加工剤等による表面修飾により、物理化学的・生物学的な機能を発現させる技術の開発、表面機能設計・改質・利用技術：表面に赤外線や紫外線などの光エネルギー照射などにより、表面近傍の組成や構造を改質し、部材表面に接する分子の吸着性を制御する技術とこれを利用する技術を開発している。

研究テーマ：7、13、14、15、20、21

集積加工研究グループ

(Integration Process Technology Group)

研究グループ長：明渡 純

(つくば東)

概要：

機能材料・ナノ材料を実用的なデバイスに繋げる革新的な低温プロセス技術や集積技術の確立と生産技術としての高度化を目指す。そのため、産総研が独自に開発した機能性材料の低温集積化コーティング（エア

ロゾルデポジション法：AD法）の高度化やこれを利用したセラミックス材料「常温衝撃固化現象」の解明、イオン・電子ビームなどを用いた表面改質技術、水熱合成法などを用いた薄膜・厚膜技術のメカニズム解明と高度化など、主に非熱平衡過程を用いたプロセス基盤技術の確立とデバイス試作、及びこれらのプロセス技術を実現するための計測・評価技術、また、これらの各要素プロセスを用い、生産システムとして省エネ、省資源に資するオンデマンド性の高いプロセス基盤技術を開発する。

研究テーマ：1、4

ネットワーク MEMS 研究グループ

(Networked MEMS Technology Group)

研究グループ長：伊藤 寿浩

(つくば東)

概要：

より多機能で、信頼性の高い機械システムを実現するために、通信機能を有した微小で高機能な電気機械素子の開発を行っている。特に安全安心や省エネルギーを目指したセンサネットワークや、工業製品のトレーサビリティを確保するためのセンサ通信機能付きタグ等の開発を目指す。これらのユビキタスデバイスの実現には、スマート材料、超高感度センサ素子、パワーマネージメント技術、実装技術及びコスト削減を目指したプロセス装置やマイクロ材料プロセス等の開発が不可欠となっている。当研究グループでは、MEMS ファウンドリをベースに、ネットワーク型ベンチャー企業群、製造企業・研究機関との共同研究を通じて、MEMS の要素技術や実装技術の開発を推進している。具体的には、パワーマネージメント技術を取り入れた低消費電力型 MEMS センサデバイスの開発、超高感度高信頼性センシングデバイスの開発、ユビキタスセンサ用パワーMEMS デバイス開発、自己組織化プロセス等を応用した異分野融合型次世代デバイス開発、及びシステムデバイスを小型化するための実装技術の開発等を行っている。

研究テーマ：7、8、22

インプリント製造技術研究グループ

(Nanoimprint Manufacturing Technology Group)

研究グループ長：高橋 正春

(つくば東)

概要：

MEMS 分野における微小光学素子やバイオ分析チップなどの流体素子、さらに画像提示素子など微小なデバイスの研究開発が盛んである。実用化の鍵は微細ナノ構造体をいかに低コストに製造するかにかかっている。近年、コストダウン効果が高いナノインプリント製造技術が注目を集めている。

光インプリントによる微細パターン転写、熱インプリントによるポリマー系材料やガラス材料（耐熱性、化学的耐久性や光学的特性の高い）のナノ製造技術を確認するとともに、デバイス応用展開を図っている。また、静電成型を応用したガラス材料へのナノメートルスケール金属パターンの転写技術や埋め込み技術などの形成技術を開発している。これらにより、フィルム積層による集積型 MEMS デバイス作製技術（基板貫通配線、高密度配線基板、ナノスケール微細電極）などの新たな応用へと展開する。

ナノインプリント成形技術の鍵となる高精度マスター型の製造技術においては、自由局面やテーパ形状を有する3次元精密型の直接製造技術や立体構造体の表面や円筒型モールドに継ぎ目なしパターンを転写する技術を確認するとともに、型の高速製造技術開発および高機能化、大面積化に取り組んでいる。また、インプリント成形装置開発では、操作性、機能性およびスループットの高いナノインプリント装置（光・熱インプリント、静電引力や超音波を援用したナノインプリントなど）の開発に取り組んでいる。

研究テーマ：6、7、8、23

高性能部材化プロセス研究グループ

(High-Performance Component Processing Group)

研究グループ長：吉澤 友一

(中部センター)

概要：

高度化・高性能化する製造システムや産業機器を支えるための中核となる先進構造部材を創製することを目的に、材料機能を合目的かつ効率的に部材構造中に配置する製造技術の開発を行っている。特に、セラミックスが本質的に有する高い硬度、耐食性、化学的安定性等を部材機能に取り込んだ高耐食性部材、高性能多孔体部材、高耐摩耗性部材等の開発を目指している。このため、気孔の大きさ、分布状態、配置・配向、傾斜化を可能とする気孔形成技術、内部と異なる表面構造を付与するためのプロセス技術等の開発に取り組んでいる。

研究テーマ：5、9、24、25、26

高温部材化プロセス研究グループ

(High-Temperature Component Processing Group)

研究グループ長：北 英紀

(中部センター)

概要：

一般にセラミックスは高度に精製された原料を使用し、高温で焼き固めて作製されており、その製造過程で多大なエネルギーを消費している。一方、その優れた特性を活かし、使用過程における環境負荷を下げることもできる。環境調和と競争力の両立を狙いとした

ミニマルマニュファクチャリングでは、各過程でのロスを少なくすると同時に、ライフサイクル全体での環境負荷バランスも考慮した開発を進めることが必要である。具体的には、原料製造、成形、焼成等のプロセス過程で生じるロスを出来るだけ小さくし、無駄を省き、効率の高いプロセスを開発すると同時に、セラミックスに合った応用を慎重に検討し、適用化に必要な技術課題を解決していくことがミニマルマニュファクチャリングへの道筋であると考えられる。

当研究グループでは、上記考えに基づき、主に窒化ケイ素等のエンジニアリングセラミックスを対象として、窒化の基礎研究を起点とした原料技術から、成形、接合、焼成といったプロセス、そして部材化とその応用、さらにライフサイクルでの資源消費性の評価に至るまでの幅広いレンジでの研究を、ミニマルマニュファクチャリングを基軸として進めている。

研究テーマ：5、12、25、26

生体機構プロセス研究グループ

(Bio-Integration Processing Group)

研究グループ長：加藤 且也

(中部センター)

概要：

高齢化社会の到来を迎え、バイオ、メディカル分野における高付加価値製品のフレキシブル製造プロセス技術開発が急務である。当研究グループでは、生物機能を発現させるために必要とされる最小の単位（ユニット）であるバイオカスタムユニットの集積により、細胞増殖・分化を活発にさせるなどの生体機能を自立的に誘導する、バイオ、メディカル分野の革新的な製造技術の確立を目指している。具体的には生体組織形成を促進する構造の構築や細胞接着を誘導する材料表面修飾などによる、生体応答性、生体親和性に優れたバイオカスタムユニットの実現とともに、これらカスタムユニットの集積によって得られる高度なバイオ機能を有する製品群の開発を実施している。さらにユニット製造における省エネルギー化を目指した「生体模倣型製造プロセス開発」も展開している。また創製された集積体の他分野（触媒担体や吸着材等）の応用展開も視野に入れている。

研究テーマ：10、11

ファインファクトリ研究グループ

(Fine Manufacturing Systems Group)

研究グループ長：岡崎 祐一

(つくば東)

概要：

マイクロファクトリとは製造対象の寸法に合わせて生産装置を小型化するという思想で、ミニマルマニュファクチャリングの中心的テーマのひとつである。マ

マイクロファクトリの世界的な普及・実用化のために、加工・計測・ハンドリング・アクチュエータ・運動制御、加工機などに関する要素技術開発のみならず、学会、企業を含む国内外各セクターとの連携と広報・啓蒙活動を通じて、技術的・産業的・社会的課題の抽出とその解決手段、さらには新たな製造シーンと産業構造を探っている。

一方、わが国の製造の根幹である精密加工技術および精密加工装置技術に関しては、超精密微細切削加工デバイスと加工技術の高度化、超微小切削現象のメカニズムに迫る加工力基準ナノ切削の研究、超高速ミリング加工機の開発と微細超高速切削現象の解明、超精密微細形状精度測定システム技術などをおこなっている。また産学セクターと協同して工作機械の各種規格制定作業に貢献している。

研究テーマ：1、2、7、15

製造プロセス数理解析研究グループ

(Process-oriented Computational Applied Mechanics Group)

研究グループ長：西郷 宗玄

(つくば東)

概 要：

計算力学（計算工学）は、機械工学、熱工学、材料工学、流体力学、バイオエンジニアリング、土木工学、航空工学など、従来の分断化された学問分野を結ぶ横糸である。現象を支配する方程式が共通であれば、同一の解析プログラムがスケール・分野を問わず有効である。当研究グループは、製造プロセスに関わるマクロ及びメソスコピックな物理現象を対象とし、有限要素法に代表される数値解析手法の開発とその応用を研究範囲とし、内外の実験部隊とのコラボレーションを有機的に遂行する。

研究テーマ：3、12、14、15

センサインテグレーション研究グループ

(Sensor Integration Group)

研究グループ長：松原 一郎

(中部センター)

概 要：

製造産業の安全性向上等を目的として、高性能ガスセンサの開発を目指している。ガスセンサの開発にあたり、「新材料のセンサ応用」と「新しいセンシング原理の提案と実証」を基本方針とし、その中で材料開発からプロトタイプの前製までトータルな研究開発を進める。ニーズに対応する課題として、人間計測へのガスセンサ利用としての呼気センサ、高速に応答するニオイセンサ等の開発を行っている。水素センサおよび VOC センサ評価法の国際標準化に向けた活動も実施している。さらにセンサや新しいデバイス開発に必

要な材料プロセス技術として、新規エネルギーデバイス製造技術、マイクロデバイス集積化用触媒の高度化技術、高分散性ナノ粒子の製造技術にも取り組み、基礎から応用までバランスのとれた研究開発を推進している。

研究テーマ：8、27

機能・構造診断研究グループ

(Functional and Structural Damage Diagnosis Group)

研究グループ長：鈴木 隆之

(つくば東)

概 要：

「高付加価値技術」及び「低環境負荷技術」の基盤となる安全・信頼性基盤技術として、機器・構造物からそれを構成する機能素子まで、さまざまな階層の健全性評価に必要な破壊、非破壊損傷評価に関する研究開発を行っている。破壊に関してはエネルギー機器の健全性評価のため、高温や高温水蒸気環境下でのエネルギー機器用構造材料の耐久性評価試験を実施している。非破壊損傷評価に関しては、微小磁場の検出が可能な先進磁気センサや磁気力顕微鏡等の走査型プローブ顕微鏡技術の適用、あるいは既存の非破壊損傷評価プローブの改良により、漏洩磁束法や渦流探傷法を用いた電磁気的な手法を中心に実験的に非破壊損傷評価を行うとともに、計測された磁気情報より逆解析を行い、高速度かつ高精度にき裂、欠陥、損傷の形状寸法を求める技術を開発している。また、構造物の固有振動解析に基づく欠陥評価法や X 線、 γ 線を用いた手法等、新たな非破壊損傷評価法の開発にも取り組んでいる。

研究テーマ：12、13、15

マイクロ熱流体研究グループ

(Microfluidics Group)

研究グループ長：松本 壮平

(つくば東)

概 要：

マイクロ熱流体システムの製品化並びに普及のための基盤技術の確立を目指し、マイクロ領域で顕在化する熱・流体现象の解明並びに制御、さらに先端 MEMS デバイスやシステムへの展開を図る。そのため、実験及び数値シミュレーションを用いた現象の解明と制御手法の開発、具体的デバイスなどへの応用、デバイスの評価などを一貫して行う。特に、ポンプやバルブ、流路や反応部、検出部などを一枚のチップに集積したマイクロ化学分析システムの実現に向けての要素・基盤技術を開発する。また、人間状態などの計測・分析システムの開発を通して、システム化のために共通基盤的に必要となる技術を確立する。

研究テーマ：1、7、8、28

Macro BEANS連携研究体

(Collaborative Research Team of Macro BEANS)

連携研究体長：伊藤 寿浩

(つくば東)

概要：

Macro BEANS連携研究体は、「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」(BEANSプロジェクト)(経済産業省・NEDO委託費)(H20～H24)の主要な研究開発項目の一つである「マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発」を産総研において産学連携の集中研方式で実施するために設置された。

本連携研究体における集中研方式による共同研究には、技術研究組合BEANS研究所に出向する4企業の研究者および同研究所契約研究員2名が参加するほか、大学研究者も参加している。

マイクロ・ナノ構造を有する高品位機能膜をメーター級の基板に真空プロセス装置を用いずに形成する製造技術と、基板の大面積化を伴うことなく、メーター級のフレキシブルシートデバイスを実現する、製織技術などを活用した新たな製造技術を創出する事を具体的な目標とする。

エンジニアリングセラミックス研究班

研究班長：平尾 喜代司

(中部センター)

概要：

半導体、非鉄、鉄鋼などの製造業さらには環境・エネルギー分野における機器、システムはますます高度化し、これらのシステムを構成する部材に求められる要求性能も高いものになってきている。セラミックスは高い弾性率、硬度、耐熱性、軽量性、耐食性など優れた特性を兼ね備えており、金属、プラスチックでは対応が困難な環境で用いられる材料・部材として重要なものとなっている。

当研究班は、このような社会的な要請に応えるため、構造用セラミックスに関する二つの研究グループ(高温部材化プロセス研究グループ及び高性能部材化プロセス研究グループ)を横断的にまとめ、エンジニアリングセラミックスに関する研究を一層加速するために、平成20年度に設置した。セラミックスの材料・プロセスに関する知見、知識を基盤技術として、NEDO プロジェクトや民間企業との共同研究等を通して、高性能セラミック部材を活用した省エネ製造技術の開発を行う。

[テーマ題目1] オンデマンド・サステナブル製造によるMEMSデバイス開発

[研究代表者] 中野 禪

(難加工材成型研究グループ)

[研究担当者] 芦田 極、松崎 邦男、荒井 裕彦、清水 透、加藤 正仁、佐藤 治道、栗田 恒雄、松本 壮平、明渡 純(常勤職員10名)

[研究内容]

オンデマンド製造技術開発では、金属プレス加工、AD法、インクジェット法等を利用して試作した小型製造システムを基に企業内での活動への指針を示し、普及展開を図っている。企業が求める技術を実現するためには高度化および高機能化が重要である。今年度はさらなる展開として、サステナビリティの向上や、多彩なデバイス製造に適用できる素形材技術部分の向上を図り、プレス加工やメタルインジェクションモールドイング法(Metal Injection Molding)等の成型技術を用いた技術開発を中心に企業への展開を図った。

本研究開発では、製造技術について、ミニマル化、見える化等を通し、試作開発レベルから製造に関わる時間を短縮し、迅速に製造を実現するオンデマンド製造技術を開発している。金型加工での工具の損傷の評価装置を開発し、微細金型工具の寿命の原因究明を進めた。製造時における製品品質の向上や金型調整等の教育に活用できる。また寿命の向上や分割順送システムを用いた段取り時間の短縮や、一品生産、多品種混流生産等も実証した。MIM技術では粉末成型において必要な資源量での生産実現に貢献すべく、MIMでしか得られないような高機能素形材の開発に着手した。粉末利用、型成型技術の利点・欠点を見極め、利点を生かした製品開発へ展開することにより、高付加価値製品を最小資源量で生産する次世代プロセス技術へ展開し普及を目指す。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ミニマルマニユファクチャリング、オンデマンド製造、MEMS、プレス加工、エアロゾルデポジション、粉末成型

[テーマ題目2] 次世代マイクロファクトリの要素技術

[研究代表者] 岡崎 祐一

(ファインファクトリ研究グループ)

[研究担当者] 岡崎 祐一、小倉 一郎、矢野 智昭(常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

研究目的：マイクロファクトリの実現には加工機械以外にも組み立てや検査工程が重要な要素としてあり、また小型システムを実現するための小型アクチュエータの開発も待たれている。そこで組み立て工程に関しては、全自動に対して作業者のもつ操作スキルや判断能力を活用した微細組み立て作業ステーション、検査工程に関しては、ミリメートルからサブミリメートルオーダー・アスペクト比10程度の穴形状を測定対象に、ナノメートル

オーダーの高精度非破壊測定装置を試作し、実験によって測定が可能であることを示す。アクチュエータに関しては、超小型化の多自由度球面モータを開発する。

平成21年度の内容と目標： マイクロ組み立てステーション用の3次元顕微提示装置とヒューマンマニピュレーション用入力装置を開発する。前年度まで開発してきた接触検出式プローブをベースに穴形状測定に適応したプローブを新規に開発する。またその予備実験として昨年度まで問題となっていた試料との吸着問題を液中測定により解決する。システムを構築し、アスペクト比10程度サブミリメートルの円筒内壁をナノメートルオーダーの精度で測定できることを実験により示す。次世代マイクロファクトリに要求される多自由度アクチュエータのスペックを明らかにする。アクチュエータ本体、支持機構、減速機、制御装置、センサの小型化について検討する。マイクロ多自由度アクチュエータのセンシング方法を検討し、センサの原理モデルを試作する。

平成21年度の進捗状況： 1) 3次元顕微提示装置は実体顕微鏡+3次元ビデオモニター式と両眼ヘッドマウント式を試作し、前者の方がストレスの小さい作業環境を与えることを確認した。これまでの多次元マウスに代わって、関節リンク式ファントムデバイスを用いたマニピュレーション入力デバイスを開発し、微細挿入作業を行うことが出来た。また、直進と回転自由度をもつ小型アクチュエータを試作した。

2) 接触式プローブで問題となる表面吸着については、液中に設置した試料に対して、前年度試作したプローブを相対的に周期接触させた結果、接触時と離脱時のプローブ出力の挙動がほぼセンサノイズレベルで一致することを確認した。前年度試作したプローブを用いてアスペクト比10の深穴に相当する擬似的な試料に対し、50 nmの接触検出精度で測定することを可能にした。

3) 新たなアプリケーションを求め、外径4 cmの球面モータを想定して自由度、寸法、位置決め精度、速度仕様を決定し、電磁場解析ソフトウェアによる最適設計を行った。また、球体とバネを組み合わせた支持機構、多面体にもとづく減速機、統合ソフトウェアによる制御装置を検討した。イメージセンサによる多自由度位置センサのプロトタイプを作製し、球面モータに換算してセンサの角度分解能0.1度、検出できるモータ速度3rpmを達成した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] マイクロファクトリ、組み立て、アクチュエータ、微細作業、プローブ

[テーマ題目3] 光反応制御による機能材料集積化技術の開発

[研究代表者] 土屋 哲男

(機能薄膜プロセス研究グループ)

[研究担当者] 土屋 哲男、熊谷 俊弥、真部 高明、

相馬 貢、山口 巖、松井 浩明、
中島 智彦、永井 秀明、間宮 幹人、
秋本 順二、木嶋 倫人、澤田 有弘、
中住 昭吾、手塚 明

(常勤職員13名、他2名)

[研究内容]

革新的なオンデマンド製造システム構築には、多種多様な機能性膜を低温・高速で製造し、かつ形状加工可能な光プロセスが有効である。本重点課題では、昨年度の重点課題の成果を基に、①フレキシブル基板への薄膜作製と積層化プロセスの開発、②厚膜プロセスの開発、及び③単結晶基板を用いない配向制御法の開発などを実験及び計算科学的手法により行い、多種多様な高性能な機能薄膜を製造する革新プロセスの確立を目的とした。

ナノ粒子光反応法による透明導電膜の作製をPET上に行い、シート抵抗300 Ω/□の目標を達成し、同方法で結晶性中間層膜を作製することで、有機基板上への透明蛍光体などの各種酸化膜を低コストで作製する新しい薄膜プロセスを確立した。また、単結晶基板を用いない配向制御法として、光MOD法により無配向ガラス基板上に完全に一軸配向したペロブスカイト型薄膜の作製と、この中間層を用いることで、様々な高品質なペロブスカイト型酸化膜配向膜の形成に成功した。更に、高温超伝導膜製造プロセスの開発では、MOD法を用いた製造法の課題であった厚膜化を検討し、紫外ランプを用いた新規プロセスにより、1 μmのエピタキシャル厚膜の作製に成功した。光照射法に関わる要素技術開発では、シミュレーションによる光照射時の膜材料と基板材料の温度分布、MODインクジェット法によるミクロンパターンニングの検討、マイクロ波を用いたCdSナノ粒子合成法の開発、及び高温電子デバイス応用のための高温において電気伝導性が長期的に安定なNiドープZr-Cu系金属ガラス材料の開発など、いずれも今後の展開が期待出来る成果が得られた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 低温製造技術、塗布照射法、ホットディスプレイ法、熱伝導度測定、ペロブスカイトマンガン酸化膜、透明導電膜、蛍光体薄膜、超電導薄膜

[テーマ題目4] 先進製造技術のトータルパフォーマンス解析に関する研究

[研究代表者] 三島 望

(エコ設計生産研究グループ)

[研究担当者] 三島 望、増井 慶次郎、近藤 伸亮、
栗田 恒雄、渡利 広司、堀田 裕司、
明渡 純、中野 禅 (常勤職員8名)

[研究内容]

本研究では、製造技術において高能率・高精度・低コストと低環境負荷の相反する要求を両立させるために、

製品設計、製造プロセス、生産システムの3要素を統合的に考慮することで、その評価／設計を統合的に行う方法を確立することを目的としている。特に平成21年度は、先進製造プロセス研究部門内の様々な先進的製造技術に関して、環境負荷の低減効果だけでなく、製造プロセスの高品質化による製品の高付加価値化の面も評価することが可能かを検討した。

評価対象としては、①反応焼結を用いた窒化ケイ素部材の製造、②デスクトップ型レーザー・電解複合加工機を用いた微細管状デバイスの製造、③オンデマンド MEMS 製造装置を用いた光スキャナ製造の3つの製造プロセスとし、製造物価値、製造プロセスと生産システムのコスト、環境負荷を全て一元的に考慮した評価式による評価を試みた。①についてはプロセスそのものの省エネ効果は限定的であるものの、使用材料をより低コスト低環境負荷のシリコンに変えられること、製造物の特性が大幅に向上することの効果により、総合的効率は大幅に向上することを示した。②についてはこれまでいかなる方法でも製作が難しかった100 μm 程度の管状デバイスの価値をおおまかに見積もった上で、本方法が圧倒的に高効率であることを示した。③については、製造装置全体のスループット、環境負荷（ライフサイクル CO₂）、コスト（機械コスト、労働コスト、消耗品コスト）を考慮することで、オンデマンド MEMS 製造装置の、既存の半導体プロセスと比較した優位性をより明確に示すことができた。総合的には、平成21年度の研究により、対象とするミニマルな製造技術においては設備（生産システム）分を考慮することにより、一層の有効性を主張できることが確認できた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境負荷、製造プロセス、生産システム、トータルパフォーマンス、オンデマンド MEMS 製造装置、反応焼結、レーザー・電解複合加工

【テーマ題目5】 セラミックス高度化のための省エネルギープロセス技術開発

【研究代表者】 平尾 喜代司（主幹研究員）

【研究担当者】 平尾 喜代司、周 游、宮崎 広行、福島 学、吉澤 友一、日向 秀樹、近藤 直樹、北 英紀、大司 達樹、近藤 伸亮、三島 望（常勤職員11名）

【研究内容】

セラミックスは高い耐熱性、耐摩耗性、耐食性など金属や有機材料にない優れた特性を有する。本研究では、高い機能を持つセラミックス部材・製品を高効率、省エネルギーで製造することを目的に、局所的なエネルギー投入や化合物合成時の生成エネルギー等を利用したプロセス基盤技術を開発する。さらに、原料から製造プロセスに至る一連の操作における投入エネルギーを評価し、

最少の投入エネルギー・資源で高機能製品を製造するプロセス技術（ミニマルマニファクチャリング）の確立を目指す。

具体的には、① 燃焼合成を用いた機能性窒化物の高速合成、② 反応焼結を用いた高機能窒化ケイ素焼結体の製造、③ マイクロ波照射等の局所的なエネルギー投入を用いた高機能セラミックスの合成に関して研究を進めている。

それぞれの課題について、本年度の成果は次の通りである。① 昨年度検討した組成をもとに、原料の充填状態および燃焼時の断熱性等のプロセスパラメータを最適化することにより、従来の固相反応プロセスと同等以上の発光強度を有する $\text{Eu}^{2+}:\text{B-SiAlON}$ 蛍光体の合成に成功した。② ケイ素粉末成形体を窒化後、高温で焼結を行う、いわゆる反応焼結・ポスト焼結手法において、これまでのプロセスに比べて処理時間を1/10以下、消費電力を1/4以下に低減することが可能な高効率プロセス技術を開発した。③ 名古屋工業大学との共同研究のもと、シリカと炭素の混合粉末を出発原料とし、マイクロ波加熱下で熱炭素還元反応を行うことにより、極めて短時間（全行程時間約30分）で高純度炭化ケイ素微粉末（粒子径1μm以下）を合成することに成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、燃焼合成、反応焼結、マイクロ波加熱、接合

【テーマ題目6】 インプリントによる MEMS 半導体集積化技術の研究

【研究代表者】 高木 秀樹

（インプリント製造技術研究グループ）

【研究担当者】 高木 秀樹、尹 成圓、高橋 正春、前田 龍太郎（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

インプリント加工は、これまで主として樹脂やガラスなどの絶縁体を対象としてきた。本研究では、インプリント技術の高密度実装技術等への適用を目指し、インプリントによる、高効率 MEMS 半導体集積化パッケージング技術を確立する。平成21年度は、インプリントプロセスにより、単層のデュアルダマシニング構造（パターンサイズ20μm、アスペクト比1）を作製し、金属の微細配線パターンを形成する技術を開発すると共に、多層積層への課題を明らかにした。具体的には、熱インプリントプロセスにより樹脂に高アスペクト微細パターン（デュアルダマシニング構造）を形成するプロセス、およびメッキとCMPにより導電体を埋め込むプロセスにより、半導体集積化パッケージング用配線パターン製作について検討を行った。成型樹脂は、これまでの熱可塑性樹脂から、紫外線で硬化する SU-8フォトレジストを採用し、光硬化と熱インプリントを併用することにより、数十μmの深いパターンを形成することを可能とした。さらに、成

型パターン内に銅を埋めこむことに成功し、電気特性を測定した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、ナノインプリント、マイクロ・ナノ成形技術、デュアルダマシ、配線、パッケージング、メッキ、CMP

【テーマ題目7】 先端微細加工技術分野の人材育成

【研究代表者】 前田 龍太郎（上席研究員）

【研究担当者】 前田 龍太郎、高橋 正春、伊藤 寿浩、高木 秀樹、廣島 洋、池原 毅、小林 健、松本 壮平、黒田 雅治、鈴木 章夫、加納 誠介、芦田 極
（常勤職員12名、他2名）

【研究内容】

微小素子を製造するための MEMS 技術については、産業界に習熟した技術者が不足していること、および技術習得の場所や機会がないことが、産業化の障害となっている。そこで MEMS 技術や実装技術（常温接合）、ナノインプリント（転写技術）に代表される先端微細加工技術についてのプロセス実習や、設計、シミュレーション解析実習および計測評価までを含んだ講習を通して人材育成事業を行い、教材のアップグレードや受講者からの要望、評価をもとに、教授法について改善を行っている。流体 MEMS に関しても教材コンテンツの整備を行い、マイクロ流体デバイス作製などの実習を中心とした講座を行った。平成21年度は特に上記に加えて熱ナノインプリント成形シミュレーション解析及び MEMS 実装関連のウェハレベル接合技術、マルチユーザ MEMS 設計についてコンテンツ整備を行った。

今後は、共用 MEMS プロセッシング施設をさらに拡充・整備し、産総研内外に公開することで、プロトタイプング（産業への橋渡し）を迅速に行うなどにより、研究者・技術者への研究開発支援を行う。また、異分野の技術者に参入の妨げとなっている MEMS 等の先端技術の敷居を下げるために、全国連携でのコンテンツ整備、実習プログラム開発を行い、微細先端加工技術の異分野へのビジネス化を図る。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、ナノインプリント、実習、実装、陽極接合、人材育成、マイクロ流体、マイクロ・ナノ微細加工技術、施設整備

【テーマ題目8】 製造現場における安全・安心基盤技術の開発

【研究代表者】 鈴木 章夫

（マイクロ熱流体研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 章夫、松本 壮平、森川 善富、伊藤 寿浩、高橋 正春、松原 一郎、申 ウソク、西堀 麻衣子
（常勤職員8名）

【研究内容】

製造産業の安全性を高めるための予防安全技術として、常時モニタリングによる時系列データの解析から現在の状態の定量化及び将来の状態を予測する技術を開発する。具体的対象として、作業を阻害しない作業者のストレス・疲労度などの計測技術を開発し、高精度予測手法と合わせることで、安全性向上に資する技術開発を行う。

平成21年度の成果は以下の通り。

呼吸による人間状態計測において、マイクロ熱電式水素センサの焼結金属キャップの濾過径とガス流速の影響を明らかにし、環境ノイズ解析を行った。これにより、10ppm 以下での測定精度を向上させた。また、大学医学部および工学部へ試料提供を行うとともに、共同研究先である医療研究機関へセンサを提供し、人間の呼吸中のガス濃度測定を実施した。

運動時の計測と快適性の向上において、昨年度試したワイヤレス脈派計の耳内センサ部の装着性・快適性を向上させるとともに、携帯型受信機を試作、受信機保持方式を確立して受信性能の改善を図り、作業時にも移動範囲に制限なく脈派等生体情報を計測できることを実証した。

心電図時系列の解析において、再構成空間における軌道重ね合わせによる解析手法を開発し、特許を出願した。従来の解析法における数分間継続する準安静状態のみという制限を緩和することができ、対象者の行動に制限を加えることなく製造現場等における生体状態を精度良く評価することが可能となった。また、心電図時系列の過渡的变化を解析することにも成功し、姿勢や環境の変化に対する生体の適応能力の評価による疲労解析の可能性を見いだした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 安全信頼性、モニタリング

【テーマ題目9】 機能構造部材融合プロセス技術開発～融合型革新エネルギーデバイス製造技術開発

【研究代表者】 藤代 芳伸

（機能モジュール化研究グループ）

【研究担当者】 藤代 芳伸、秋本 順二、堀田 裕司、吉澤 友一、福島 学、山口 十志明、鈴木 俊男、濱本 孝一（常勤職員8名）

【研究内容】

新たな蓄電技術と発電デバイスの機能性融合型エネルギー

ギーデバイス製造技術の確立を目指し、構造制御技術を活用する電極材料等の素材開発とモジュール化展開での部門内における連携研究を行い、ハイブリッドコンポーネント創製技術として、エネルギーモジュール用機能性部材の新たな製造技術構築を検討した。難燃性ハイブリッド電解質、薄膜電解質、高活性正極・負極/集電複合電極、高ガスシール性導電膜、機能融合型モジュール技術を開発ターゲットとして、電気化学機能・機械的強度の両立のための構造制御技術とナノ〜マイクロ〜マクロ階層構造の開発を進めた。

平成21年度は、低温型高効率の固体酸化物形燃料電池(SOFC)技術の開発として、ナノ構造電極制御やジルコニア電解質薄膜形成技術を検討した。湿式プロセスで1 μ mの電解質薄膜を製造する技術により、YSZ(イットリア固溶ジルコニア)系電解質セルで、600 $^{\circ}$ C以下では最高レベルの0.4 W/cm 2 級の電力密度を達成した。さらに、集積型ハニカムモジュール等での新たな接合技術を検討し、マイクロ SOFC モジュールの製造技術を開発した。さらに、新たな蓄電池電極素材の開発を目指し、ポリマー複合ペロブスカイト系酸化物イオン伝導性セラミック電極の検討を行い、熱安定性の高いエチレングリコール系高リチウム伝導性ポリマーと酸化マンガン系機能性セラミックスとのハイブリッド電極を開発した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 機能-構造部材融合化、ハイブリッドコンポーネント技術、高集積化プロセス、機能性イオン伝導セラミックス、セラミックナノ構造電極、低温型マイクロ燃料電池、ハイブリッド発電技術

【テーマ題目10】 無機複合エンジニアリングプラスチックの高機能化に関する研究開発

【研究代表者】 堀田 裕司

(無機複合プラスチック研究グループ)

【研究担当者】 堀田 裕司、佐藤 公泰、安岡 正喜、杵鞭 義明、糸 正市、加藤 且也、永田 夫久江、(常勤職員7名、他3名)

【研究内容】

次世代自動車、電子・電気及び医療等の分野において、機能特性に優れたセラミック粒子を添加した無機複合プラスチックが注目されている。軽量性を有するプラスチックは省エネや地球環境保全の観点から重要な材料であり、セラミックスとの複合化による高機能・多機能化が求められている。一般にセラミックスをプラスチックに添加し材料特性を引き出すためには、粒子の高充填化が必要である。しかし、セラミック粒子の含有量を高くすると成形性が低下するため、現状ではセラミックス機能を最大限に引き出した無機複合プラスチックの製造プロセス技術は確立されていない。本研究では特に、電氣的絶縁と高熱伝導を両立する放熱用無機複合プラスチ

ック部材開発をモデルケースとして取り上げ、粒子充填量を抑えたまま熱伝導率を向上させる指針を得ることを目標とした。

無機-有機界面でのフォノン散乱を抑える新規なセラミックス粒子表面改質の手法を検討した。表面改質なし、カップリング剤による一般的な表面改質を施した場合、新規な表面改質を施した場合の3種類の異なるアルミナ粒子を用意し、ナイロンと複合化して熱伝導率を評価した。パーコレーションの効果が見込まれない低粉体充填量において、表面改質による熱伝導率の差が顕著となり、新規な表面改質を施した試料の熱伝導率は他のそれに比べ15%程度高くなった。無機-有機界面が無機複合プラスチック全体の熱伝導率に影響を及ぼすことが示され、低粉体充填量で熱伝導を高めるためには、界面制御技術が重要であることが確認された。

さらに、セラミックス分野で利用されている粒子ハンドリング技術を活用することにより、熱伝導率の向上を実現するプロセス技術を考案した。具体的には、従来の手法で窒化ホウ素粉末を樹脂と複合化したプラスチックに比べ、開発したプロセス技術を用いることにより、その無機複合プラスチックの熱伝導率は25%程度向上した。これは、粒子ハンドリング技術を活用することにより、無機複合プラスチックの機能を向上させることが有効であることを示している。

また、「エンジニアリングプラスチックの研究開発動向と応用展開 -無機材料とプラスチックの融合化-」と題したワークショップを開催し、当研究グループの成果普及に努めた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 無機複合プラスチック、界面制御、構造制御、粒子ハンドリング、熱伝導

【テーマ題目11】 バイオ・ユニット・インテグレーション：2D&3D 構造体の製造プロセス技術

【研究代表者】 加藤 且也

(生体機構プロセス研究グループ)

【研究担当者】 加藤 且也、斎藤 隆雄、永田 夫久江、寺岡 啓、稲垣 雅彦(常勤職員5名)

【研究内容】

バイオカスタムユニットの活用により、生体機能を自立的に誘導する革新的バイオメテック製造プロセス技術の開発を行う。さらに新規プロセスを進展させ、多様なニーズに対応した高機能・高付加価値を有する部材の創製技術を開発する。本年度は、これまでに開発を行ったバイオ・ユニットの機能を発現させるために、2D&3D 積層化技術や接合技術などのユニットアセンブリー技術開発を行った。さらにすぐれた生体機能の集積されたユニット集合体の「製品」として応用(触媒担体、生体材料、食品応用など)への展開を目指した。

前年度までに開発したバイオ・ユニット3D 構造体の実用化に向けた、ユニットの大型化及び生体親和性評価について実施した。海綿骨の骨量構造をモデルにしたチタンメッシュ・ユニットの積層体の大型化を目指し、直径750 μm の貫通孔が900 μm の間隔で六方最密の状態に配置されたユニットを設計し、エッチング法により作製した。チタンメッシュ・ユニットの貫通孔が六方最密充填の ABA タイプの空間配置を取るようユニットを積層・接合することで、ユニット大型化に成功した。これらのバイオ・ユニットについては、現在、生体内で自己組織の再生を促すセルフリー型再生デバイスとしての実用化研究を展開している。別のユニットとして、精密球状モザイク人工骨を作製し、細胞複合型人工骨の実用化を目的として、ラット骨髄間葉系細胞培養後14日目の DNA 量、ALP 量、Osteocalcin 量に関して、モザイク人工骨と市販人工骨2種との比較試験を実施した。細胞試験に用いたモザイク人工骨は市販人工骨と同形状に構築した。上記試験の結果、ALP 量、Osteocalcin 量に関してモザイク人工骨が市販品を上回る結果を得た。更なるバイオ・ユニットの高機能化を目指し、ユニット表面の生体活性コーティング法について検討を加えた。コーティング法として、エアロゾルデポジション (AD) 法を取り上げ、市販リン酸カルシウム粉体7種の純チタン (JIS2種) 上での AD 成膜を実施した。市販リン酸カルシウムの内訳は、水酸アパタイト5種、 α -TCP1種、 β -TCP1種である。上記リン酸カルシウムの内、 α -TCP に関して比較的良好的な AD 成膜結果を得た。得られた α -TCP 膜には平滑・緻密部分が多く見られる一方で、衝突で平滑化しなかった小径粒子 (1 μm 程度) も見られ、それら未変形粒子が良好的な膜形成の阻害因子となっていると考えられた。成膜後のチタン基板表面は研磨痕を残しており、粒子衝突によるダメージは殆ど打痕であった (加工硬化を示唆する)。また AD 法により成膜した α -TCP 膜は水熱処理により剥がれることなく水酸アパタイト化することができた。AD 法による α -TCP 成膜は上記2点においてその他類似方法と異なっていると考えられる。

【分野名】 ナノテクテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 生体材料、アパタイト、人工骨、細胞、コーティング

【テーマ題目12】 高精度損傷評価・解析に基づく信頼性診断システムの構築提案

【研究代表者】 鈴木 隆之

(機能・構造診断研究グループ)

【研究担当者】 鈴木 隆之、西村 良弘、笹本 明、

中住 昭吾、手塚 明、北 英紀

(常勤職員6名)

【研究内容】

機器・構造物の長期的な安全性、信頼性確保技術、及

び「最小の資源」、「最小のエネルギー」で長期間に亘り品質を保証する生産プロセス技術に貢献するためには、部材や構造物中に生じるき裂や損傷を高精度で検出することが必要である。そこで、電磁気や X 線を用いた非破壊損傷評価試験と PC クラスタを用いた並列多次元 FFT 処理を組み合わせ、き裂や損傷を従来よりも高精度、高速度で検出、評価する手法開発に取り組んでいる。それとともに、大型部材や構造物中に発生することの多い複雑形状き裂を、重合メッシュ法を用いた拡張有限要素法により解析し、その伝播挙動を明らかにすることを目的としている。

平成21年度は、渦流探傷を用いた手法に関しては傷、点欠陥等の解析を引き続き行い、深さ方向の情報も評価可能であることを確認した。また、高感度磁気センサである GMR センサを用いたプローブを試作し、その評価に着手した。電磁超音波を用いた手法に関しては、内部欠陥の評価を行うとともに、プログラムを大規模化、最適化し、これまでの10倍の計測データを用いることができるようになった。FG センサを用いた手法に関しては、隣接欠陥や表面欠陥等の欠陥を対象に漏洩磁束密度計測を行い、欠陥幅や欠陥間の距離と漏洩磁束密度分布との関係を明らかにした。また、新たな非破壊損傷評価法として、構造物の固有振動解析をもとに欠陥同定を行う手法開発に着手した。本手法は互いに異なる複数の固有モードを組み合わせることで欠陥位置を同定できるため、従来法と比較して簡便に欠陥検出することが可能である。拡張有限要素法を用いてき裂位置の推定を計算機内部で逐次更新できる計算式を導出した。片持ち梁構造部材を対象に実験および解析を行った結果、その表面に生じた欠陥の位置を同定することができた。

複雑形状三次元き裂の応力拡大係数解析に関しては、積分計算で使用する関数の分布を、き裂縁方向について階段状変化から線形変化に変更した。その結果、評価位置や積分計算領域の大きさに依存しない応力拡大係数値を算出することが可能になった。

さらに、これらの成果を統合し、機器・構造物の寿命・余寿命評価に必要な欠陥形状を計測データから求めることが可能な信頼性診断システムを構築することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 非破壊検査、渦流探傷、電磁超音波、高感度磁気センサ、順・逆解析、FFT、拡張有限要素法、き裂伝播

【テーマ題目13】 環境適合型トライボシステムの開発

【研究代表者】 加納 誠介

(表面機能デザイン研究グループ)

【研究担当者】 加納 誠介、是永 敦、三宅 晃司、

中野 美紀、大花 継頼、村上 敬、

日比 裕子、間野 大樹、安藤 泰久、

鈴木 隆之、鈴木 健、久米 孝昌、
西原 潤樹（常勤職員11名、他2名）

【研究内容】

表面・界面における摩擦や摩耗現象の基本原理は未だ見出されていないため、適切なメンテナンスや部材の寿命予測が困難であり、その原理の解明はエネルギー利用の効率化に大きな影響を及ぼす重要な技術である。そこで摩擦・摩耗を制御可能な基盤技術を構築することを目的に、機械・物理・化学・材料等の異なる専門分野を持つ研究者の知見や技術を融合して、環境変化に対応した業種横断的な摩擦摩耗現象に関する課題解決に取り組んでいる。摩擦摩耗に関わる現象を3つの切り口から捉え、解決していく研究を実施している。まずは摩擦面の形状制御による潤滑領域の拡大（表面テクスチャリング技術）であるが、これは金属表面にマイクロテクスチャを形成し、局所的な動圧発生を発生させ、強制的に潤滑剤分子の配向制御を行うことを狙いとしている。また、潤滑剤に対する研究では、その分子の構造を外力場により制御し、潤滑剤全体の粘弾性を制御しようとするものである。三番目の方法として、表面コーティングを検討している。無機材料膜やSAM膜などを表面に形成し、分子吸着特性やぬれ性を制御することで、安定した潤滑を実現しようとするものである。

このように、表面・界面における摩擦や摩耗現象の基本原則を研究の対象とし、現状では困難な、適切なメンテナンスや部材の寿命予測に資する基盤技術研究を行った結果、本研究課題では特に、以下のような結果を得た。

テクスチャ効果の拡張パターン探索では、混合潤滑領域の拡大には試験片のサイズが大きく関与し、表面に形成するパターンサイズのみならず試験サイズを考慮した表面設計が必要であることを見出した。この効果は、格子や平行溝配置でもみとめられるが、特にディンプル形状の形成で、潤滑領域の拡大に貢献可能である結果を得た。これらの効果は工作機械をベースとした高剛性実機レベル案内面試験機において確認した。

この効果をサポートする研究として実施した、赤外吸収分光測定方法を利用した動的荷重下での表面吸着分子の配向測定・解析では、摩擦試験中の測定において、油の中のC-H伸縮振動のピーク面積と油膜厚さに注目して解析を行った結果、油膜厚さは $PAO+PAE < PAO+OA < PAO$ であることを見出した。また、油の種類により油膜厚さの違いによる分子構造の違いについて和周波分光分析法による検討を開始した。硬質被膜の高潤滑効果として、水環境下で、DLC膜の摩擦挙動は、真実接触面積（突起密度）と相関が見られることより、潤滑膜が形成されるためであることが示唆された。摩擦面変化から予測される変化パターンのモデル化では、確率モデルにより実摩擦の表面変化を模擬可能であることを示した。このモデルでは、表面破壊現象を想定した単純な形状と力の関係を想定し、そ

れぞれのバランスがある確率で崩れるというモデルである。今回はある材料の特定の摩擦条件を例にモデル化した。今後は観察データとモデルデータの比較を実施していく。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 摩擦摩耗、表面機能、潤滑、コーティング、表面分析

【テーマ題目14】 実験関数を許容したマルチスケール定性推論設計

【研究代表者】 西郷 宗玄（製造プロセス数理解析研究グループ）

【研究担当者】 西郷 宗玄、往岸 達也、中住 昭吾、澤田 有弘、加納 誠介、是永 敦、三宅 晃司、手塚 明（常勤職員8名）

【研究内容】

ミニマルマニユファクチャリングの技術的具体化を行う高付加価値技術系に関して、材料形態のメゾスケール及び形状構造のマクロスケールを意識しつつ、設計目的関数と使用条件・（材料・加工の）設計因子の応答（関係把握）を記述し、実験応答関数及び仮想応答関数とCAE入出力を守備範囲とする応答曲面による、概念設計と詳細設計の中間の位置づけとなる新しい形の定性推論設計手法を構築する。これにより、CAEをベースとしながら、CAEに載りにくい現象、実験に載りにくい現象の双方を設計推論に考慮する事が可能となり、メンテナンスを含めた製造設計への道を開拓する。

平成21年度は、応答曲面に基づき構造物内に存在するき裂の位置を同定するシミュレーションシステムを構築した。すなわち、き裂位置により構造物の固有振動数が変化する物理現象を利用し、複数の固有振動モードに対し同定させるき裂位置、及び推定するき裂位置両者の固有振動数の差より形成される応答曲面を導出し、その応答曲面上を設計変数に対する感度情報を元に移動させ最小降下地点に到達させることで、き裂位置の同定が達成されることを片持ち梁モデルの例題により検証及び確認した。また本システムで用いている固定メッシュ技術に関しては、メッシュの局所細分化処理の実現に取り組み、これにより限られた計算機資源でのマルチスケール解析をより効率的に行うことを可能にした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 計算力学、設計、定性推論、実験関数

【テーマ題目15】 システム機能予測デザインにおける設計改善ループ検証のための共通設計課題の研究

【研究代表者】 三島 望

（エコ設計生産研究グループ）

【研究担当者】 三島 望、近藤 伸亮、栗田 恒雄、岡崎 祐一、小倉 一郎、松崎 邦男、

清水 透、加納 誠介、三宅 晃司、
中野 美紀、鈴木 隆之、西村 良弘、
西郷 宗玄、往岸 達也
(常勤職員14名)

〔研究内容〕

設計の上流段階において、可製造性、加工品質、耐久性、寿命、リサイクル性等を系統的に予測・評価するハードとソフトを融合させたトータル支援技術開発に関する提案を行うことを目的とする。本年度は、共通設計課題を設定し、可製造性、加工品質、耐久性、寿命、リサイクル性からなる設計改善ループを試行的に循環させ、提案したコンセプトの検証を行う。共通設計課題としては、将来的に医療、輸送、航空宇宙、エネルギー等様々な分野での応用が期待される Ti 合金の締結材を選択した。可製造性に関しては、Ti ボルトを通常工作機械による切削加工、デスクトップ型工作機械による切削加工、平ダイスを用いた転造加工にて製造し、加工能率、加工精度等について比較検討した。実際に成形した結果、転造加工ではピッチ、径に関しては切削加工と同等の製品の製造が可能であるものの、加工精度に関して特にねじ山部の成形が不十分であること、加工硬化により疲労強度等の上昇が期待できることがわかった。今後転造力、速度、ダイの位置等の最適化を行うことにより、加工精度は向上することが可能であると思われる。一方、通常工作機械による切削加工、デスクトップ型工作機械による切削加工では、両者とも比較的精度よく加工できること、またその精度ともほとんど差が認められないことがわかった。

一方、仮想的設計改善ループとしては、(1)ステンレス製ねじの通常工作機械による加工、(2)素材をチタンに変更、(3)素材をチタンとし、デスクトップ型精密加工機を用いて加工、(4)転造加工、の順に仮想的に製品設計(素材含む)と製造方法の改善ループを回したと考えた際に、年間の製造数を変化させた場合、1個当たりのコスト、環境負荷が最も低い設計、製造方法がどのように変化するかをおおまかに計算した。(2)、(3)については外注により実測した加工時間、総電力量などを用い、(1)、(4)に関しては推定した。その結果、1個当たりのコストについては製造数が少ない場合は(3)が最も良く、製造数がある程度以上になると(4)が逆転すること、1個当たりの環境負荷については、(3)が最も低く、製造数が増大しても逆転にいたらないことが試算された。

また、これとは別に、実際の転造加工においては、難加工材料であるチタンを用いても、加工条件等を適正に設定することによりねじ形状の製作が可能であり、ねじピッチの値は許容誤差内に収まることが確認できた。ただし、ねじ山形状のシャープさに関してはまだ大きな差があることも示された。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 チタンねじ、転造加工、切削加工、設計

改善ループ

〔テーマ題目16〕 高付加価値を有する新規機能性無機結晶材料の開発

〔研究代表者〕 秋本 順二

(結晶機能制御研究グループ)

〔研究担当者〕 秋本 順二、木嶋 倫人、早川 博

(常勤職員3名、他6名)

〔研究内容〕

本テーマでは、部門のミッションである「高付加価値技術」としての製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高付加価値素材の高効率製造技術を開発する。平成21年度は、新規リチウム電池材料等の製造プロセスの開拓、低環境負荷な原料を使用した新規素材開発、並びに新規固体電解質材料の合成とその評価を行った。その結果、ソフト化学的合成手法等の適用により、高容量チタン酸化物、マンガン酸化物等の合成条件の最適化を行い、優れた電極特性を明らかにした。また、新規結晶成長技術の開拓により、実用酸化物負極材料であるリチウムチタン酸化物の単結晶合成を行い、リチウム挿入された単結晶についての結晶構造・電子構造の精密な解析に成功した。さらに、次世代電池材料としての応用が期待されている新規リチウムバリウムランタンタンタル酸化物などの酸化物系固体電解質材料等について、粉末中性子回折データを用いることによって、リチウム占有席を含む結晶構造を精密に決定した。また、合成条件を精査することにより、新規結晶構造を有するリチウムイオン伝導体の開発に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ソフト化学、溶液成長法、結晶成長、構造解析、マンガン酸化物、チタン酸化物、鉄酸化物、イオン伝導体、リチウムイオン二次電池

〔テーマ題目17〕 高付加価値素材の高効率製造技術・素材モジュール化技術

〔研究代表者〕 真部 高明

(機能薄膜プロセス研究グループ)

〔研究担当者〕 真部 高明、熊谷 俊弥、今井 庸二、相馬 貢、永井 秀明、中村 挙子、土屋 哲男、山口 巖、日方 威、間宮 幹人、中島 智彦、松井 浩明、塚田 謙一、近藤 和吉、神谷 国男、中川 愛彦、渡邊 昭雄、西川 雅美

(常勤職員12名、他6名)

〔研究内容〕

本テーマでは、部門のミッションである「高付加価値技術系」のうち、製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術、温和で簡便なオンデマンド低温化学修飾プロセス技術及びこれらの有効性を実証す

るための素材モジュール化技術を開発する。

高効率プロセス技術では、Zr-Cu-Al 系金属ガラスのコーティング化技術開発を行った。その結果、冷却盤上に金属メッキを施すことにより、従来は2.0 cm²程度しかできなかった金属ガラスコーティング面積を10倍以上に拡大することに成功した。また、金属ガラスの電気的特性で抵抗温度係数(TCR)が低いことを発見し、中でも一部を Ni 置換した試料では TCR が60 ppm/°Cを示し、極めて小さい TCR 特性を持つことを発見した。また半導体相 BaSi₂のバンド幅制御について、アルカリ金属原子ドーパや Si の炭素原子による置換の可能性をエネルギー計算によって予測した。

ダイヤモンドライクカーボン (DLC) 膜等の炭素系材料表面上において、フッ素含有アゾ化合物の光分解反応を利用した表面官能基制御を行い、温和で簡便な低温フッ素官能基修飾プロセスを開発した。酸素系およびフッ素系官能基修飾により表面化学構造を変化させ、それぞれ親水性および撥水性機能を付与することに成功した。特にフッ素系表面化学修飾においては、PTFE に匹敵する撥水性 (水に対する接触角105°) 発現に成功した。

素材モジュール化技術では、超電導限流器、赤外線センサ、熱伝導度センサ等の素子モジュールを作製することを目標とした研究開発を行った。超電導限流素子では、高抵抗率の金銀合金層つき20 cm長超電導体薄膜素子をエネルギー技術部門に提供し、500 V/200 A 級並列限流素子モジュールの実現と動作実証に成功した。また超電導限流素子等の高寿命化に寄与する耐環境保護樹脂膜の開発を行った。赤外センサでは、塗布光分解法による膜製造法の改良を行い、真空を用いない大気中プロセスにより、従来より感度が3倍のセンサ材料の製造法を開発した。また、熱伝導度センサでは、ホットディスク法を用いて、従来法では正確な測定が困難な発泡体や無機高熱伝導度基板の熱伝導度評価を通した部門内連携を推進した。さらに、塗布光照射法により導電体薄膜の低温薄膜作製法を確立し、企業と共同で電池性能試験を行った。リチウム二次電池用正極材開発では、高压合成法にて従来より高密度なカルシウムフェライト型 LiMn₂O₄を合成し、初期放電容量471 mAh/g 平均放電電位2.26V を達成した。また、特性改善に向けた遷移金属置換する単相合成法も確立した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 コーティング技術、塗布熱分解法、塗布光照射法、表面化学修飾、金属ガラス、超電導限流器、赤外センサ、熱伝導度センサ、導電体デバイス、リチウム二次電池

【テーマ題目18】 難加工材の成形に関する研究

【研究代表者】 松崎 邦男

(難加工材成形研究グループ)

【研究担当者】 松崎 邦男、清水 透、菊地 薫、鳥阪 泰憲、村越 庸一、加藤 正仁、荒井 裕彦、中野 禪、村上 敬
(常勤職員9名、他2名)

難加工材であるマグネシウム合金の用途拡大のため、材料開発と成形技術の開発を行った。高成形を有する Mg 合金板材を連続的に製造するプロセスを開発するために、曲げひずみを連続的に付与する機構を開発した。板の縦横2方向への引張り曲げ歪を付与し、長尺化を可能とするため、それぞれ45度方向に稜線を有する引張り曲げ型を用いて板材を引き抜くことで、長さ400mm、幅100mm の Mg-6%Zn-1%Al-0.5%Ca 合金板材を製造した。得られた板材について張出し試験を行った結果、エリクセン値は圧延材では2.48mm であったが、処理した試料では4.68mm に向上した。さらに条件を検討することで、成形性に富む板材が連続的に得られるものと期待できる。

スピニング加工では、マグネシウム合金への適用を検討するとともに、ステンレスやアルミ合金に対して多サイクル絞りや異形管の縮径に対応できる加工ソフトを開発した。

生体材料への応用を目指してマグネシウム合金にハイドロキシアパタイト (HAP) を混合したマグネシウム基複合材料を製造し、その機械的特性、組織、そして耐食性について調べた。Ca 添加マグネシウム合金では、生理食塩水中で顕著な外径変化は起きなかった。一方、HAP を8wt%添加したマグネシウム基複合材料は、4週間までは外径変化は測定されなかったが、4週間経過すると外径が減少し始めた。平均腐食深さは、Ca 添加マグネシウム合金は0.03 mm であり、HAP を8wt%添加した複合材料は0.06 mm であった。これらの結果から、マグネシウム基複合材料の機械的特性および耐食性は Ca 添加量および HAP 混合量の増加によって影響を受けることが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 難加工材、Mg、スピニング加工、複合材、耐食性、生体、組織制御

【テーマ題目19】 セラミックス・プラスチックハイブリッドフィルムの低環境負荷形成

【研究代表者】 増田 佳丈 (テラードリキッド集積研究グループ)

【研究担当者】 増田 佳丈、木村 辰雄、鈴木 一行、加藤 一実 (常勤職員4名)

【研究内容】

セラミックスの液相合成および自己組織化構造形成の知見を活用し、プラスチックフィルム上へのセラミックスナノ・マイクロ構造体の形成を目的として研究開発を行った。液相におけるセラミックス構造体形成技術は、高温焼結を伴わない常温合成が可能であり、低環境負荷

型プロセスおよび常温プロセスとしての長所を持つ。本特徴を活かし、“低耐熱性プラスチックフィルム上へのセラミックスナノ・マイクロ構造体形成”を検討した。開発項目として、プラスチックフィルムへの二酸化チタン微細構造体の常温液相集積（100℃以下）によるセラミックス-プラスチックハイブリッドフィルムの開発、メソ多孔体と高分子メンブレンとの複合化、プラスチックフィルム上への緻密ハフニア薄膜形成に焦点を当て、研究推進した。シュウ酸チタン水溶液を用いて、プラスチックフィルム（PEN フィルム）表面に、二酸化チタン微細構造体を形成し、セラミックス-プラスチックハイブリッドフィルムを開発した。プラスチックの侵食を防ぐため水溶液反応系を用い、かつ100℃以下での析出反応を利用しているため、低耐熱性であるプラスチックフィルム表面へのコーティングが可能となった。また、高分子メンブレンとの複合化については、各種酸化メソ多孔体のナノロッドを得ることに成功しただけでなく、シリカメソ多孔体と複雑形状のセルロースメンブレンとの複合化も実現し、分離機能評価の開始に至った。さらに、紫外線照射を利用した溶液プロセスにより、フィルム上に150℃で緻密な非晶質ハフニア薄膜を形成することに成功した。紫外線照射条件を検討することによって、ITO 電極上に形成した薄膜の絶縁性の改善と誘電特性の向上を可能にした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、セラミックス-プラスチックハイブリッドフィルム、低環境負荷プロセス、形態制御、界面反応場、透明前駆溶液、界面活性剤、自己集合、メソポーラス材料、ゾル-ゲル膜

【テーマ題目20】 マイクロトライボロジーに関する研究

【研究代表者】 安藤 泰久

（トライボロジー研究グループ）

【研究担当者】 安藤 泰久、日比 裕子、藤澤 悟、間野 大樹、鈴木 健、田中 章浩、水野 颯、堤 貴明、福山 理絵

（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

二酸化炭素排出量削減のために、省エネルギー技術の開発が求められている。機械の摺動部における摩擦損失の低減は省エネルギーに直結し、トライボロジーの中心テーマの一つである。その中でもマイクロトライボロジーに関する研究は、ミクروسケールのアプローチにより摩擦や摩耗現象の解明に寄与し、低摩擦材料や新しい潤滑機構の効率的な開発に結びつくものと期待されている。平成21年度は、マイクロトライボロジーの中心的な研究ツールである SPM（走査型プローブ顕微鏡）技術の高度化を目的とした研究を行った。

SPM の走査機構に利用可能な3次元マイクロステージ

の高度化に関して、SPM システムとしての動剛性向上のため、カンチレバー取り付け方法の改良を行った。次年度も引き続き改良を進めることになるが、将来的には、高速な摩擦現象の解明や、長時間の計測が必要な摩擦現象の評価に、SPM が有効に利用できるようになると期待されている。また、SPM の分光技術の高度化に関しては、2種類の金属がナノスケールで交互に並んでいるナノストライプ構造をサンプルとして用い、横振動 LFM（水平力顕微鏡）モードによる測定を行った。摩擦係数分布には、材質だけでなく、形状が影響することを確認した。プローブ先端の振幅と同程度の範囲で形状データの2階微分（曲率）を求めると、摩擦係数分布像のコントラストと良い一致を示すことを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 SPM、操作機構、横振動 LFM、摩擦係数分布、ナノストライプ構造

【テーマ題目21】 表面設計による防カビ技術の開発

【研究代表者】 三宅 晃司

（表面機能デザイン研究グループ）

【研究担当者】 三宅 晃司、中野 美紀、大花 継頼、是永 敦、中村 挙子

（常勤職員5名）

【研究内容】

基板の表面特性（親疎水性や表面微細凹凸）とカビの付着や生育状態の相関関係を系統的に解析することにより、表面特性を利用する新たな防カビ技術の可能性を提示する。菌のモデルとして、いもち病菌及びススカビ（アルタナリア属菌）を用いた。

はじめに、いもち菌-ガラス基板の組み合わせを対象として、シラン処理、オゾン処理により水との親和性をコントロールして、付着基形成、器官分化について検討した。その結果、これまでは菌糸先端での器官分化の誘導には孢子付着面の「硬さ（やわらかさ）」と「疎水性」が物理刺激として重要であると考えられてきたが、「硬い疎水処理表面」上でも器官分化が誘導されないことを発見し、これまでの定説とは異なり「硬さ」や「疎水性」が菌糸先端からの器官分化を誘導するに十分な因子ではないことを見いだした。さらに、表面に凹凸を付与したガラスでは、顕著に付着基の形成が妨げられることが明らかになった。

そこで、付着基形成と表面物性との相関をより詳細に調べるため、メチル基、カルボキシル基、アミノ基、フェロセニル基末端 SAM を金基板上に作製し、各基板上でのいもち菌及びススカビの付着、生育について検討を行った。その結果、親水性表面でも、アミノ基では著しい菌の付着、生長が見られたが、カルボニル基末端 SAM 上では、菌がほとんど付着、生長しないことが分かった。このことから、表面の化学的性質（官能基）が菌糸先端での器官分化の誘導に強く関与している可能性

が示唆された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 表面微細構造、親水性表面、疎水性表面、機械的特性、糸状菌、生育

【テーマ題目22】 ネットワーク MEMS に関する研究

【研究代表者】 伊藤 寿浩

(ネットワーク MEMS 研究グループ)

【研究担当者】 伊藤 寿浩、池原 毅、石田 敬雄、

張 毅、小林 健、Lu Jian、
李 東建、岡田 浩尚、村上 直、
郭 哲維、近森 邦夫、寺田 功、
須田 和美、田中 久美子、
小幡 實、今村 純子、今井 智子
(常勤職員5名、他12名)

【研究内容】

MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証することを目的としている。特に、平成21年度は、超低消費電力型のデジタル(圧電)加速度センサ、デジタル温度センサのコンセプトを実証するプロトタイプデバイスを搭載した平均消費電力5 μW 程度のイベントドリブン型無線センサ端末を実現した。安全安心応用としての動物健康管理システムへの適用については、100台レベルの翼章型無線センサ端末で構成した鶏健康モニタリング用ネットワークシステムを構築し、共同研究機関の養鶏施設において実施された2か月の暑熱ストレスモニタリング実験の結果から、端末の形状・装着方法やシステムレベルの課題抽出を行った。また、無線小型クランプメータで構成するネットワークシステムを構築して、ミニデータセンターや家庭・オフィス環境において試験的に消費電力モニタ実験を実施するとともに、無線小型クランプメータの要素部品である高効率マイクロコイルの製造装置の開発を行った。

人の健康管理への応用を目指した超高感度においてセンサシステムの開発については、複数の検出膜を塗布した振動型センサの感度を高めるため、センサの温度検出・制御、並列駆動回路の安定化などの改善を行い、1 ppm 以下の揮発性有機分子の検出が可能になった。また高感度センサ実現に不可欠なマイクロスケールシリコンの疲労特性に関する研究では、新たな振幅制御方法により低サイクルでの疲労寿命を測定した。

ユビキタスマイクロ電源の開発に関して、自立型 MEMS デバイスのエネルギー源としても期待される太陽電池用の次世代透明導電膜として、ニオブドープ TiO_2 薄膜作製について研究を行った。マグネトロンスパッタ法と真空中600 $^{\circ}\text{C}$ の熱処理の組み合わせにより、 TiO_2 スパッタ膜としてはトップレベルの抵抗率 2×10^{-4}

Ωcm まで向上させた。また仕事関数を紫外光電子分光で5.47eVと見積もった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、センサ、アクチュエータ、ネットワーク、物流、安心安全、健康モニタリング

【テーマ題目23】 インプリント用円筒型シームレスモールドの開発

【研究代表者】 銘苺 春隆

(インプリント製造技術研究グループ)

【研究担当者】 銘苺 春隆、高橋 正春、廣島 洋、
前田 龍太郎、(常勤職員4名)

【研究内容】

円筒のような曲面を有する基材表面に継ぎ目が存在しない微細凹凸構造を加工する技術を開発する。本技術の特徴は、既存のスパッタ成膜やドライエッチング装置にコンパクトな自動回転機能付きサンプルホルダーを挿入することで、立体構造体の表面でも MEMS 製造技術が適用できるようになることである。本課題の最終目標は、当該技術を円筒型シームレスモールドの開発に応用し、ローラー式インプリント法によって連続成形を可能とし、次世代 MEMS 製造技術の基幹技術の一つとすることである。

平成21年度開発した自動回転機能付きサンプルホルダーと、平成20年度開発したスプレーコート用回転塗布装置、紫外線立体露光装置を利用して、立体表面上で展開する3D-MEMS プロセス技術を開発した。本技術により、直径5mmの石英ガラス基材表面にライン&スペースパターンやデモデバイスパターン等の加工に成功した。さらに、新規開発した高温加熱仕様のスライド式ローラーインプリント装置を用い、パターンをパイレックスガラス基板上に転写することに成功した。今後は大面積成形に対応したシームレス円筒型モールドを開発し、ロールツーロールナノインプリント技術によって低環境負荷大面積先端ナノ製造プロセス開発を推進する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノインプリント、円筒、シームレス、マイクロ・ナノ微細加工技術、MEMS

【テーマ題目24】 高性能セラミックス多孔体に関する研究

【研究代表者】 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、
福島 学 (常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

セラミックスは優れた耐熱性、耐食性を有しており、その多孔体は脱塵フィルター、排気ガス浄化用触媒担体、

分離膜及びその支持基材、下水処理の際の汚泥への散気など、エネルギー創出や環境浄化などの分野で使用されている。本研究では、マクロ細孔を有する超高気孔率セラミック多孔体の新規製造技術に取り組んだ。

フィルター用途等の多孔体では、圧力損失低下のため、高い気孔率が要求されている。通常の部分焼結多孔体では、気孔率は50%程度が限界である。一方、より高い気孔率の多孔体セラミックの製造方法としては、焼結時に消失するような有機物や炭素を大量に混ぜて焼結する方法や、スポンジへセラミックスラリーを含浸させ、加熱除去する方法などがある。前者は、閉気孔ができやすい欠点があるとともに、大量に添加する有機物の加熱除去に多大なコストが必要である。また、後者は、スポンジにスラリーを含浸させるため、細かい気孔径にすることが困難である。また、両者とも気孔率を高くすると強度が著しく低下し、ハンドリングにも問題を抱えている。

本研究テーマでは、これらの問題を解決するために、ゲル化凍結法による超高気孔率多孔体の製造方法を開発した。本法は、セラミックスラリーに少量の水溶性のゲル化剤を添加し、スラリーをゲル化後、凍結することで、ゲルが抱いていた水分を氷として排出させることで気孔を形成する。本法で得られる多孔体は、気孔率が最大93%で、通常の機械加工ができる強度を有している、また、凍結方法を工夫することで、一方向に配向した連通孔が得られ、流体透過性能が高い。また、気孔率は、スラリー濃度と焼結温度で調整することが可能である。さらに、有機物を少量しか使用しないため、焼結時間を大幅に短縮できるメリットがある。本法は、関連企業より高い評価を得て、技術開示、試料提供、また、実用化を目指した共同研究を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、多孔体、フィルター、細孔径、高気孔率、ゲル化、凍結、透過量

【テーマ題目25】 新規硬質セラミックスの開発

【研究代表者】 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、

福島 学、日向 秀樹、平尾 喜代司

(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

現在、金属材料の切削工具材料として超硬合金(WC-Co)が広く用いられている。しかし、タングステンは、地殻存在量が少なく、また、産出国が限られ、長期的な安定供給が懸念される。切削工具を始めとする硬質材料は、自動車産業を始めとする多くの機械工業でなくてはならない工具であり、将来的な安定供給の確保が重要な課題である。構造用セラミックスは、稀少資源を使用せず、超硬合金を上回る硬度、高温強度を有し、硬質工具用代替材料の候補である。また、構造用セラミックスの

軽量性、高剛性を利用した軽量構造部材への期待も大きい。一方、代表的な構造用セラミックスである窒化ケイ素の新たな用途として、その安定性などを利用した新規蛍光体が注目されている。

切削工具材料としてアルミナ(Al_2O_3)、窒化ケイ素(Si_3N_4)などのセラミックスも使用されているが、現在は少量である。これらの材料が広く使用されない理由は、前者は、靱性の低さに起因する耐欠損性の不足であり、後者は、高温での鉄との反応性である。材料組織制御の観点より、これらの欠点を克服するため、アルミナでは、既開発の高靱性材をベースに、高温硬さ、耐摩耗性が高い材料を表面に形成する、また、窒化ケイ素ベースでは、窒化ケイ素の表面に反応を抑制する層の形成することで問題を解決する。高靱性アルミナ材は、平成19年度までの耐摩耗/高靱性二層アルミナの技術を応用し、表面層厚さ制御技術を確認した。また、複数面に同時に表面耐摩耗層を形成する技術を確認した。さらに、新規表面層処理剤の探索にも成功した。これらの試作材は、切削工具チップの形状に加工し、実際に鋳鉄と一般鋼の切削試験を行い、安定した特性を示した。窒化ケイ素に関しては、組成を変更し、焼結工程の途中で表面に炭化物が形成する条件を発見した。

一方、最も硬く、軽量なセラミックスである炭化ホウ素は、工具や軽量高剛性材料として極めて有望であるが、通常の焼結が困難であり、工業的には、ホットプレス法により生産されている。このため、コスト、形状、寸法の制約があり、広く使用されるに至っていない。平成19年度までに、この炭化ホウ素セラミックスの常圧焼結を検討し、金属アルミニウム蒸気雰囲気中で著しく焼結が促進されることを発見した。焼結雰囲気中にSiCを添加すること、また、材料中に少量の炭化タングステンを追加することで、さらに焼結が加速することが判明した。本研究は、民間企業と共同で行い、企業で実用化に向けて試作、販路開拓中である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レアメタル、元素戦略、タングステン代替、切削工具、アルミナ、炭化ホウ素

【テーマ題目26】 エンジニアリングセラミックスの創エネルギー用途への展開可能性に関する調査

【研究代表者】 近藤 直樹

(高温部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 近藤 直樹、日向 秀樹、長岡 孝明、

北 英紀、宮崎 広行、周 游、

福島 学、平尾 喜代司、大司 達樹

(常勤職員9名)

【研究内容】

創エネルギー分野において材料・部材が果たす役割はますます重要となる。高温・高耐蝕・機能等の特性に優

れるエンジニアリングセラミックスが創エネルギーに積極的に貢献できるキーコンポーネントとなる分野・用途を明確化することにより、創エネルギー研究開発の進展に大きく貢献できるとともに、エンジニアリングセラミックス研究開発の新展開が期待できる。

創エネルギー分野への展開では、材料とシステムが一体となって取り組むことで、ブレイクスルーが可能であると考えている。政策的ニーズ、社会的ニーズの高い創エネルギー技術におけるキーコンポーネントとして、エンジニアリングセラミックスを位置づけし、その必要性を明確とするべく、調査をおこなった。

調査は、化石燃料エネルギー（原油、石炭、天然ガス、メタンハイドレート、コージェネレーション、マイクロガスタービン）、自然エネルギー（太陽光、風力、水力、地熱、波力、潮力）、バイオマス及び廃棄物、原子力エネルギー（核融合含む）、の各分野について行い、有望分野・部材の抽出と技術ロードマップへの位置づけをおこなった。

得られた結果を、平成22年度以降の「超蓄熱用部材の探索・設計技術」、「電池用電極材料等の関連技術」、「長繊維系複合材料の高度成型技術」、等の課題提案への足がかりとした。

【テーマ題目27】セラミックスのデバイス応用

【研究代表者】松原 一郎（センサインテグレーション研究グループ）

【研究担当者】松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉、西堀 麻衣子、伊藤 敏雄（常勤職員5名）

【研究内容】

各種セラミックスを利用したセンサや新しいデバイス応用に必要な材料プロセス技術として、新規エネルギーデバイス製造技術開発、マイクロデバイス集積化用触媒の高度化技術開発、高分散性ナノ粒子の製造技術開発を行った。

新たなエネルギーデバイスとして、低カロリー燃料のバイオマスガス等を有効活用できるマイクロ熱発電デバイス開発に取り組んだ。熱電変換薄膜材料プロセス技術、マイクロデバイス量産製造技術、配線及びパッケージを含むモジュール化技術等の研究部門内の高度な製造技術を総合的に融合し、数%レベルの可燃性ガスを燃料とする熱発電デバイスの試作品を作製することを目的とした。平成21年度は、複数のサーモパイル素子がアレイ化した1面の接触燃焼式熱発電機デバイスを設計し、p型材料であるBドープSiGe及びBiSbTeの薄膜プロセスを用いて、メンブレン構造を持つデバイスを試作した。初期のデバイスプロセスでは、バルクエッチングの歩留まりが十分でなかったため、新たにデザインを改良した1面デバイスを設計・試作し、動作確認に成功した。

マイクロデバイス集積化用触媒の高度化技術開発では、

これまでにマイクロデバイス集積化用Au/Co₃O₄触媒の微細構造による燃焼特性を解明するとともに、CH₄を燃焼するPt/SnO₂触媒の集積化を達成した。平成21年度はマイクロデバイス上でのAu/Co₃O₄触媒について、耐久性評価と触媒のXPSおよびXAFS分析を行うことにより、AuとCoの化学状態変化が耐久性と関係する可能性を見出した。一方、Pt/SnO₂触媒については、①PtからPdへの変更、②SnO₂担体の微細構造制御を行うことにより、マイクロデバイス上における燃焼性能を20倍向上することを達成した。

高分散性ナノ粒子の製造技術の開発においては、コアシェル型酸化セリウムナノ粒子の平均粒径を制御すること、および粒径分布を小さくすることを目的に製造方法の詳細な検討を行った。平成21年度は、各種製造条件と得られるナノ粒子の平均粒径との関係を明らかにした。昨年度までに比較して、より小さな粒径分布を持つ粒径の揃ったナノ粒子を得ることに成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】エネルギーデバイス、デバイス集積化用触媒、ナノ粒子合成

【テーマ題目28】マイクロ熱流体の基盤技術に関する研究

【研究代表者】松本 壮平

（マイクロ熱流体研究グループ）

【研究担当者】松本 壮平、鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、松本 純一、高田 尚樹（常勤職員6名、他4名）

【研究内容】

生体に装着して各種状態を計測する化学センサは今後重要であり、そのために必要な、フィルム積層による柔軟かつ機能集積型のマイクロ化学分析システムの作製を検討している。平成21年度は以下の内容を実施した。

フィルム型の化学センサでは、微量流体サンプルの高精度ハンドリングが重要である。この課題に対し、T型マイクロ流路を利用した微小気泡・液泡の作製技術に関する検討を行った。フィルム積層により作製したT型マイクロ流路を用いて、流路断面形状や壁面ぬれ性が気泡形成過程に及ぼす影響を明らかにした。また、サイズ均一性の高い微小気泡を生成する技術、及び流入条件を通してサイズを調整する技術を構築した。

マイクロ流体デバイスの設計・評価に必要な流体シミュレーション技術に関して、数値不安定性を改善する新手法（直交基底気泡関数要素安定化法）の拡張により、固体熱伝導と流体熱物性値変化を含む問題への対応を実現した。また、流体の自由界面を扱うシミュレーション技術に関して、計算効率と数値安定性を同時に向上させる新解法の開発に成功した。さらに、逆解析理論に基づいて流路形状等の設計変数最適化を行う手法を新たに提案した。

検出機構の開発として、液中での生体関連試料の高精度安定観察を目指し、非線形制御を応用してプローブカンチレバーを van der Pol 型自励発振させる原子間力顕微鏡 (vdP-AFM) を開発した。定常な自励発振と小振幅の両立という課題を解決し、液中非接触観察を実証した。さらに、市販 AFM に接続するだけで vdP-AFM に改造可能とする、I-V 変換回路と van der Pol 型自励発振回路からなるオプションボックスを開発した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロ流体、MEMS、流体シミュレーション、非線形力学

⑩【サステナブルマテリアル研究部門】

(Materials Research Institute for Sustainable Development)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：中村 守

副研究部門長：坂本 満、田澤 真人

主幹研究員：三輪 謙治、金山 公三、田尻 耕治

所在地：中部センター、九州センター

人員：67名 (66名)

経費：785,132千円 (396,657千円)

概要：

サステナブルマテリアル研究部門は、材料、素材及び部材に関わる研究開発によって、産業・社会の持続可能な発展の実現に貢献することを目指す。特に、エネルギー資源の節約と、化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素排出量の抑制による地球環境への負荷低減のための、材料及び部材に関わる研究開発、及び産業上重要でありながら、将来の供給に不安があるレアメタル資源対策のための技術開発に取り組んでいる。具体的には、将来のエネルギー不足への対応及び地球温暖化の防止を目的とする研究においては、エネルギー消費削減に資する材料及部材に関わる研究開発として、自動車等の輸送機器用超軽量材料としてのマグネシウム合金を中心とした軽量金属素材に関わる研究開発と、住宅・オフィスにおける冷暖房のためのエネルギー消費の削減を目指した窓、壁等の建築材料及び部材に関わる研究開発を重点課題として実施した。

また、可採埋蔵量が少ない上に、極少数の国への埋蔵資源の偏在が著しいため、我が国の産業にとって重要でありながら、将来の安定供給に不安があるいくつかのレアメタル元素について、代替材料技術及び消費量削減技術の研究開発を推進した。

平成21年度は、各重点課題において力を入れたテーマは、以下の通り。

- ① マグネシウム合金素材については、鋳造材からの直接鍛造などの鍛造技術の高度化と特殊な圧延

による室温でプレス加工可能な板材の製造技術の開発を行った。

- ② 省エネルギー住宅用材料技術については、調光窓ガラスの寿命や無色性の特性向上等の個別要素技術の高度化に取り組むとともに、実験用モデル建築物を利用した赤外線反射外壁材料の特性評価等を実施した。
- ③ レアメタルの研究については、超硬合金工具に使用されるタングステンとコバルトの使用量削減技術と代替材料技術の開発、及び偏在が著しいジスプロシウム添加する Nd-Fe-B 希土類磁石の代替材料として、Sm-Fe-N 系材料の開発を行った。また、自動車排ガス浄化触媒のための白金族元素消費量削減技術の開発等にも、重点的に取り組んだ。

外部資金：

経済産業省 産業技術研究開発事業 (中小企業支援型) 委託費 平成21年度産業技術開発委託費 (中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業) 全46テーマ
「粒間・表面間相互作用の検査・計測機器の開発」

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 (中小企業等製品性能評価事業 (折紙付き)) 補正予算
「高耐凍害性保水セラミックス建材の開発と有効性実証試験」

文部科学省 科学技術総合推進費補助金
「先進 Mg 合金開発に関する東アジア連携の構築」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 (A)
「木質材料の高機能化を可能とする超音波振動付加薬剤含浸・圧密技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 (B)
「静電場多体間相互作用によるバイオプラットフォームの構築」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 (B)
「パラジウム代替触媒を用いた調光ミラーの開発と光学スイッチング特性評価」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 (B)
「チタン系酸窒化物を用いた新規熱電変換材料の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C)
「黄銅表面からの鉛ナノウィスカー自然発生現象の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C)
「極微細ナノ多孔質構造によるパラジウムおよびニッケル触媒の高機能化」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 希少金属代替材料開発プロジェクト (対象鉱種追加分)
⑥排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発
「ディーゼル排ガス浄化触媒の白金族使用量低減化技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム 新産業創造高度部材基盤技術開発
「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 希少金属代替材料開発プロジェクト
「超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 希少金属代替材料開発プロジェクト
「超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発 (補助金)」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 希少金属代替材料開発プロジェクト
「超硬工具向けタングステン代替材料開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略の開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発
「高効率高速輸送システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 産業技術研究助成事業 (インターナショナル分野)
「調光ミラー複層ガラスの省エネルギー効果の評価手法の開発、及び省エネルギー効果を最大にするように光学特性を最適化した調光ミラーの作製」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 産業技術研究助成事業
「高効率成膜プロセスを用いた機能性酸化物薄膜の開発および調光ミラーデバイスへの応用と優れた耐環境性能を有する構造開発」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海 重点地域研究開発推進プログラム (地域ニーズ即応型)

「窯業廃棄物 (キラ粘土等) と、高効率化光触媒を活用した環境浄化材の実用化研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験)
「アルミナナノファイバーにより安定化された高温耐熱性白金触媒の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験)
「フッ素ゴムの気体透過低減コーティングの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験)
「液滴の滑落性を向上させたガラスのはっ水／はっ油処理」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験)
「高耐食性・導電性ダイヤモンド状炭素膜の低温成膜と応用」

財団法人科学技術交流財団 地域イノベーション創出研究開発事業
「よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパーの開発」

財団法人科学技術交流財団 戦略的基盤技術高度化支援事業
「薄肉複雑形状で強度・放熱性・耐候性に優れた成型品の開発～半凝固材に最適化した成型法の開発～」

財団法人岐阜県研究開発財団 地域科学技術振興事業委託事業
「環境調和型顔料・釉薬の開発及び非石膏型によるプレス・鑄込み成形量産システムの開発」

財団法人岐阜県研究開発財団 地域科学技術振興事業委託事業
「耐穿刺性・潤滑性を有するカテーテルの開発」

社団法人日本建材・住宅設備産業協会 地域イノベーション創出研究開発事業
「未利用木材・廃プラスチックを用いた再生複合材の製造技術の開発」

財団法人青葉工学振興会 戦略的基盤技術高度化支援事

業

「優れた耐摩耗性と放熱特性を有する軽量化エンジン用シリンダーの開発」

財団法人青葉工学振興会 戦略的基盤技術高度化支援事業

「優れた金型転写性と寸法精度を有する超精密部品の開発」

財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 戦略的基盤技術高度化支援事業

「耐熱・難燃性マグネシウム合金鋳造によるパワートレイン耐熱部材の開発 ④リサイクル技術の確立」

財団法人石川県産業創出支援機構 戦略的基盤技術高度化支援事業

「温・熱間鍛造用高耐久性金型材料の開発」

財団法人中部科学技術センター 戦略的基盤技術高度化支援事業

「鉛フリー銅合金の減圧凍結システムによる低コストで無公害な鋳造技術の開発」

財団法人中部科学技術センター 戦略的基盤技術高度化支援事業

「振動プロセスによる高品質、高強度、高信頼性自動車用アルミニウム部品創製技術の開発」

財団法人名古屋都市産業振興公社 地域イノベーション創出研究開発事業

「プラスチックを代替する木質成形体の工業的製造技術の開発」

瀬戸窯業資源対策委員会

「微粒珪砂の活用に係る調査研究業務」

発 表：誌上発表193件、口頭発表293件、その他31件

環境適応型合金開発研究グループ

(Advanced Magnesium Alloy Group)

研究グループ長：佐藤 富雄

(九州センター)

概 要：

輸送機器部材を始めとしてマグネシウム合金の更なる用途拡大のためには、強度・耐熱性等の機械的特性ならびに耐食性等の化学的特性の改善が必須である。耐熱性に関してはエンジン周りで使用可能なマグネシウム合金が求められている。本研究ではコスト増を誘発する希土類元素を使用することなく、既存の耐熱マグネシウム合金（例：AS41、AE42）を凌駕する合金

の開発を目標とした。耐熱合金ではクリープ特性の把握は重要不可欠である。そこで新規開発合金（Al-Si-Ca系合金）の高温クリープ特性を既存のAE42耐熱合金のそれと試験温度：150～200℃の範囲にて比較調査した。その結果、開発合金の耐クリープ特性はAE42合金のそれを大幅に上回るものであり、特に負荷応力の増加に伴ってそれは顕著になることが明らかになった。開発合金は静的高温強度にも優れていることを確認しており、今後、エンジン周りの部材への応用が期待される。また、新規に蒸気養生法を開発した。それによるマグネシウム合金表面の生成皮膜は耐食性に優れていることが判明した。そこで、実用化で必要とされる大型部材・大量処理への蒸気養生プロセスの適用の可能性を検討するために企業との共同研究により大型蒸気養生槽を用いてのスケールアップ実験を行い、その見通しを立てることができた。

研究テーマ：テーマ題目1

凝固プロセス研究グループ

(Solidification Processing Group)

研究グループ長：三輪 謙治

(中部センター)

概 要：

地球温暖化を抑制し社会の持続的発展に貢献するため、輸送機器の軽量化を目的として凝固プロセスの観点から、1)マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発、2)セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発および、3)マイクロエクスプローションプロセスによる金属材料の高性能化技術の開発に取り組んだ。マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発では、引き抜き速度や金型温度の適正化を図ることにより、直径50mmのマグネシウム合金ピレットの鋳造組織を微細化することに成功した。セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発では、半熔融状態のマグネシウム合金に強いせん断力を与えながら成形することによって固相を球状化できることを確認した。これにより、鋳造欠陥が少なく寸法精度の高いマグネシウム部品を廉価に製造することが可能となり、今後、自動車部品等への展開が期待できる。マイクロエクスプローションプロセスによる金属材料の高性能化技術の開発では、電磁振動を利用することによってアモルファス母相中に微細な結晶を分散させることに成功し、延性に優れた金属ガラスの実現に道を開くことができた。

研究テーマ：テーマ題目1

金属材料組織制御研究グループ

(Microstructure Control of Materials Group)

研究グループ長：斎藤 尚文

(中部センター)

概要：

軽量金属材料プロセスに関する研究として、摩擦攪拌接合、表面処理技術によるマグネシウム合金の高機能化について検討した。具体的には以下のような成果が得られた。

摩擦攪拌接合に関しては、電極部品を想定したマグネシウム合金—銅系材料の接合、構造部品を想定したマグネシウム合金—チタン合金、マグネシウム合金—鉄系材料等の異種金属間の接合について検討した。その結果、銅合金ならびにチタン合金との接合については、接合プロセスを最適化することにより良好に接合できることを確認した。マグネシウム合金と鉄系材料の接合は、中間層を入れた新しい接合方法の検討が必要であることがわかった。

表面処理に関しては、マグネシウム合金の耐食性を向上させるために、高耐食性は水皮膜形成技術の開発を行った。その結果、マグネシウム合金上に微細な凹凸構造を有する緻密なマグネシウム系化合物の皮膜を形成させる技術開発に成功した。この皮膜表面に疎水性官能基を有するリン酸化合物の有機単分子膜を被覆させることにより、その表面は水滴接触角が150°以上となり、超はっ水性になった。

研究テーマ：テーマ題目1

環境応答機能薄膜研究グループ

(Energy Control Thin Film Group)

研究グループ長：吉村 和記

(中部センター)

概要：

多層薄膜を利用した省エネルギー効果の大きい窓ガラス材料として、調光ミラーガラス、サーモクロミックガラス、液晶を用いた新規調光ガラスの研究を行った。調光ミラーガラスの研究においては、光学特性に優れた新しい調光材料であるマグネシウム・アルカリ土類金属合金を見いだした。また、全固体型の調光ミラーに関しては、その劣化機構を詳細に調べた。サーモクロミックガラスについては、大面積の作製に適した新しい化学的作成法を開発した。液晶を用いた新規調光ガラスの研究では、基本性能を向上させることに成功した。また、光触媒機能付きガラスに関して、ITO基板上に透明チタニアナノチューブアレイ層を作製できるようになった。

研究テーマ：テーマ題目2

木質材料組織制御研究グループ

(Advanced Wood-based Material Technology Group)

研究グループ長：金山 公三

(中部センター)

概要：

樹木は、人工的なエネルギーを使用することなく、太陽エネルギーによる光合成で大気中の二酸化炭素を固定して成長する。そこで、地球温暖化対策として、また資源枯渇対策として有望な材料と位置づけられる。この材料の有効利用を促進するためには、①強度向上技術、②形状付与加工技術、③寸法安定性向上技術、④耐久性向上技術並びに評価・保証技術などが必要である。

このような背景の中で今年度は、①③④も考慮しつつ②の形状付与加工技術を中心として研究を進めた。特に、粉碎工程を経ることなくバルク(塊)状の木質系材料に流動現象を発生させて変形のみによって形状付与加工を行う研究に取り組み、流動現象発生には細胞間層の選択的軟化が重要であることを見出し、その制御に有効な手法を考案した。

研究テーマ：テーマ題目2

メソポーラスセラミックス研究グループ

(Mesoporous Ceramics Group)

研究グループ長：前田 雅喜

(中部センター)

概要：

調湿材料・調環境材料等、主に建築用部材となる多孔質材料について、省エネルギー部材としての性能向上・製造コスト低減など応用の一層の促進を図るための研究を行い、同時に例えばデシカント材等として間接的に省エネルギーに貢献することを目標に、多孔質材料の機能や用途を拡大するための基礎技術の研究を行っている。

調湿材料については、産総研が新規に開発した調湿材料(ハスクレイ)を工業的大量生産可能とするために合成プロセス等を検討し、量産可能な調湿材料((工業用)ハスクレイ)として、共同研究企業による製造販売が可能となった。また、ハスクレイの新たな用途開発の一環として、物質変換材料研究グループと共同で触媒担体としての可能性についても検討し、CO酸化触媒用の担体としても有望であることを見出した。

環境改善のための材料開発としては、可視光応答型光触媒膜の新規なプロセス開発についての研究やその安全性についての検証を進め、国際学会等で発表した。

萌芽的研究として、酸化亜鉛超微粒子上での紫外線発光出現を目指した研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目2

セラミックス応用部材研究グループ

(Applied Technology with Traditional Ceramics Research Group)

研究グループ長：杉山 豊彦

(中部センター)

概要：

窯業、陶磁器に関して蓄積した研究手法やノウハウを活用して、省エネルギーに役立つ建築部材の技術開発を行なう。外壁や庭、屋上などに用いられるセラミックス製ブロック等に、保水性、透水性、断熱性、防音性などの機能を付与したセラミックス建材を開発する。同時に廃棄物リサイクルの活用のための技術開発を行なう。また、陶磁器製造技術、釉薬関連、データベース構築などの基礎研究および基盤技術の応用研究を行なう。平成21年度は、開発した保水性材料の実証試験を継続するとともに、性能向上のための研究などを行った。実証試験では、開発品数種類について、ヒートアイランド低減効果の計測を行い、気象データとの比較検討などを行った。部材の特性に関して、成形条件、添加剤などと気孔分布などの材料特性の関係を調べた。また、基盤的研究として釉薬データベースの構築、低温焼成に関する研究などを行い、応用研究として省エネ建材を目指した機能性釉薬の研究、新規顔料の開発、成形技術を活かしたアルミナ系部材の成形の研究、陶磁器分野の技術革新史の検証、磁器の衝撃強度試験方法の標準化などを推進した。

研究テーマ：テーマ目2

相制御材料研究グループ

(Phase Engineering for Advanced Materials Group)

研究グループ長：小林 慶三

(中部センター)

概要：

世界的な資源の枯渇や投機的な価格高騰を受け、埋蔵資源量の少ないレアメタルへの依存度を低下させた材料開発を実現するため、材料の合成過程における非平衡状態を積極的に活用した代替材料および省使用化技術を開発する。

高性能磁石の材料である Nd-Fe-B 系磁性材料に対して保磁力を向上するために添加される Dy や Tb への依存度を低減するために、これまでボンド磁石として利用されてきた難焼結性の Sm-Fe-N 磁性粉末に対して高加圧力と短時間の加熱を同時に付与することによりボンド磁石の特性を上回る焼結磁石の試作に成功した。さらに Sm-Fe-N 磁性粉末のもとになる Sm-Fe 急冷凝固材を種々の条件にて試作し、冷却速度による構成相の変化について明らかにした。

低温用の熱電材料である Bi-Te 系熱電材料に代わる資源生産性に優れた材料として Fe₂VAl ホイスラー合金に着目し、メカニカルアロイング法による非平衡相化およびホイスラー相の短時間合成を実施した。

さらに、非平衡相化過程における重い元素の部分的な置換や焼結体の結晶粒界への微細析出物の生成を活用して、Fe₂VAl ホイスラー合金の熱伝導率を大幅に低減することに成功した。今後、本材料の高い機械的特性を利用した微小熱電モジュールの開発に取り組んでいく予定である。

研究テーマ：テーマ目3

環境セラミックス研究グループ

(Ecological Ceramics Research Group)

研究グループ長：田澤 真人

(中部センター、瀬戸サイト)

概要：

当グループは、セラミックス微粒子系技術に要請される技術課題の解決に取り組み、具体的実用技術の開発に寄与することで、持続可能な産業・社会の構築という部門のミッションに貢献することを目的とする。

具体的には、技術的背景となる基盤研究として、ナノスケール領域に及ぶセラミックス微粒子の製造・混合・分散技術および表面修飾・配列・配向等の高度粒子制御技術などセラミックス微粒子に関する技術体系の構築を図った。

平成21年度は、雲母系材料合成技術（粒子系素材技術による材料開発）の研究開発において地域資源（雲母）を用いて UV 遮蔽と高滑り性を両立した AIST 成果活用マーク貼付・化粧品を上梓した。「粒子系素材特性評価技術」において、実施契約した剪断評価試験機の粉体特性データベースを開発し、JIS 化に向けた足場を固めた。「マイクロ波・ミリ波関連技術」において、金属粉体のマイクロ波吸収の温度変化について実験的に検討した。「ジルコニア超多孔体作成技術」において、ジルコニアゲルの作製方法の検討を行った。「セラミックスの水系成形技術に関する研究において、企業との共同研究を中心に実施した。「金属酸化物表面改質技術」において、酸化アルミニウム表面の疎水化技術の開発を行った。

研究テーマ：テーマ目3

融合部材構造制御研究グループ

(Advanced Integrated Materials Group)

研究グループ長：松本 章宏

(中部センター)

概要：

結晶性や組織の制御・融合化による高性能材料の創製と射出成形や高エネルギービームを用いた部材化に至る技術開発を行っている。

RF スパッタを用いて WC-FeAl 上に TiC コーティングを試み、TiC 膜の剥離強度に与える各種因子を検討した。その結果、基板温度を上げると密着性が向上

し、特定の温度以上では WC-Co 基板を用いた場合に比して、高い剥離強度が得られることがわかった。また、急冷凝固法を用いて Ti-Zr-Ni 系準結晶の作製を試みた。特に、Ni を Fe に置換した Ti-Zr-Fe 系について検討したところ、Fe に置換することによって Ti₂Ni 型結晶 (T 相) が安定化し、準結晶が生成しにくくなる傾向があることがわかった。また、TiC-Ni 系サーメット粉について射出成形を行い、プレス成形との比較検討を行った。その結果、射出成形を用いて作製した TiC-Ni 焼結体は、プレス成形によるものに比して高い抗折力を有することがわかった。これら焼結体の酸素窒素分析を行ったところ、いずれも成形方法によらずほぼ同様の値を示した。

研究テーマ：テーマ題目 3

物質変換材料研究グループ

(Catalytic Nanomaterials Group)

研究グループ長：多井 豊

(中部センター)

概要：

環境浄化やクリーンエネルギー開発分野におけるレアメタルの代替・少量化や、当該分野に関連する資源採取に資する研究を推進している。

環境浄化材料関連においては、酸化チタン多孔質膜の光触媒特性検討し、紫外線の波長により光触媒活性が異なることを明らかにし、高温焼成でルチルが生成しても多孔質膜であるならば高い活性を示すことを明らかにした。

クリーンエネルギー開発関連分野においては、コア・シェル型白金ナノ粒子を用いた電極触媒試料の耐久性試験を実施し、この結果、金コア・白金シェル触媒が高いカーボン腐食耐性を有することが示唆された。プロトン導電体を利用した中温領域 (200～300℃) における改質ガス中の CO 検知に関しては、電極への銀の添加により感度が向上することを見いだした。CO 選択酸化触媒の開発では、酸化物担体上に極めて微細に分散させた担持白金触媒が、常温近辺において非常に高い CO 酸化活性を有することを明らかにした。

資源採取分野においては、新たにリチウム吸着剤の高機能化に着手した。予備的な研究として、酸化マンガンのアロフェン被覆をおこない、酸によるマンガン溶出が抑制することを確認した。

研究テーマ：テーマ題目 2

高耐久性材料研究グループ

(Durable Materials Group)

研究グループ長：橋本 等

(中部センター)

概要：

電気炉の熱源として広く使用されている抵抗発熱体は、Ni-Cr、Fe-Cr-Al、Mo、W、Pt、MoSi₂、LaCrO₃などレアメタルを含むものが多く、消耗品として使い捨てられている。そこで、レアメタル含有抵抗発熱体の代替を目指して、MAX 相化合物と呼ばれる導電性快削セラミックスの中で、ユビキタス元素だけから構成され、緻密な酸化保護膜を形成する Ti-Al-Si-C 系セラミックスの合成を試み、目標組成のセラミックスの合成に成功した。その耐酸化性を評価した結果、極めて狭い組成範囲で、耐酸化温度が1000℃から1500℃に改善されることを発見した。また、小型発熱体を試作して通電加熱試験を行い、26W/cm²以上の高いパワー密度を持ち、急速加熱 (94℃/s)、急速冷却 (50℃/s) に十分耐えることを確認した。

CO₂排出量削減に輸送機器の軽量化は不可欠である。マグネシウム合金は軽量化に有効であるが、耐食性・耐摩耗性が十分でない。そこで、表面にダイヤモンド状炭素 (DLC) 被膜を形成し、摩擦摩耗特性や密着性を評価した。まず、形成条件について検討し、真空槽内の電極配置を変更して、前処理及び DLC 成膜時のプラズマ密度分布を変えることにより、試料近傍のプラズマ密度を向上させることができ、成膜速度の向上や耐食性の改善が得られた。また、DLC 被膜内の残留応力を緩和して、被膜の密着性を改善するため、Ti 膜を中間層とする DLC 被膜 (DLC/Ti) と Si 添加 DLC 被膜 (Si-DLC/Ti)、Al₂O₃膜を中間層とした Al 添加 DLC 被膜 (Al-DLC/ Al₂O₃) をスパッタにより形成し、密着性、耐食性、耐摩耗性を評価し、それらが向上する形成条件を明らかにした。さらに、被膜形成前処理として Mg 基板に窒素イオン注入を行うと密着性が改善され、被膜がはく離しないことを明らかにした。荒研磨 Mg 基板に、導電性、絶縁性 DLC および Si 添加 DLC 被膜を形成し、耐食性試験を行った結果、Si 添加 DLC が有効であることを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 3、1

金属系構造材料設計研究グループ

(Group for structural metals design)

研究グループ長：千野 靖正

(中部センター)

概要：

軽量金属材料の一次成形プロセスに関する研究として、圧延によるマグネシウム合金の高性能化について取り組んだ。具体的な研究内容は以下の通りである。

マグネシウム合金の新合金設計に関する研究では、Mg-Zn 合金に微量のイットリウムを添加した合金の冷間成形性と強度の関係を調査し、Mg-1.5wt%Zn 合金に0.2wt%のイットリウムを添加すると、アルミニウム合金なみの冷間成形性を保持しつつ(エリクセン

値9.2)、昨年度開発した合金 (Mg-1.5wt%Zn-0.2wt%Ce 合金) よりも優れた強度 (+20MPa) を示すことを明らかにした。

また、市販マグネシウム合金 (AZ31 : Mg-3.0wt%Al-1.0wt%Zn) 圧延材の冷間成形性を改善するための研究では、固相線温度直下で異周速圧延を実施することを検討し、その結果、固相線温度以下50℃の温度範囲内で熱間圧延した後に150~300℃の温度範囲内で仕上げ圧延を行うと、AZ31合金の冷間成形性がアルミニウム合金並み (エリクセン値9.5) に高まることを見出した。

研究テーマ : テーマ題目 1

【テーマ題目 1】輸送機器軽量化に関する研究

【研究代表者】中村 守 (研究部門長)

【研究担当者】佐藤 富雄、恒松 絹江、恒松 修二、井上 耕三、坂本 満、三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀、李 明軍、村上 雄一朗、千野 靖正、斎藤 尚文、重松 一典、石崎 貴裕、鈴木 一孝、渡津 章、袴田 昌高、黄 新ショウ、池山 雅美、増田 晴穂、中尾 節男、園田 勉
(常勤職員22名、他17名)

【研究内容】

自動車消費する全エネルギー (生産、使用、廃棄に要するエネルギー) の90%が走行時に消費されるガソリン等の石油燃料に由来することから輸送機器の軽量化に焦点を当て、マグネシウム等の軽量金属を輸送機器の構造部材とするために必要な要素技術の開発を行う。

平成20年度までの進捗状況は以下である。

高品質な AZ31合金ビレットの製造を可能にする溶湯流量制御技術、溶解・鑄造雰囲気制御技術、金型冷却制御技術の開発成果を基に、微細結晶組織を持ち、表面性状の美しい高品位の耐熱マグネシウム合金ビレットの連続鑄造技術を開発した。また、セミソリッドプロセスによる高品位部材化技術の開発では、ランナレス射出成形法により微細組織の合金スラリーが得られる条件を確立すると共に、鑄造欠陥と機械的性質との関係を明らかにし、射出条件を制御する技術を開発した。さらに、セミソリッド技術で微結晶分散金属ガラス創製技術を高度化した。

マグネシウム合金へ Ca と Si とを複合添加することによって難燃性と耐熱性の両特性を有する合金を開発し、既存の耐熱 Al 合金 (AC8A) に匹敵する高温強度を達成した。本合金の高温クリープ特性は既存の AE42耐熱 Mg 合金のそれを大きく凌駕し、負荷応力の増加に伴って顕著となることを明らかにした。

鍛造技術開発においては、Mg 合金連続鑄造材の動的再結晶挙動と微細結晶粒の形成機構を解明し、低コスト

プロセス開発の基礎的知見を得た。また、微細粒組織での異方性低減を確認した。さらに、鍛造 DB を構築した。

難燃性 Mg 合金に添加物を加えた新規組成の溶加材と難燃性 Mg 板材の TIG 溶接を行った。溶接継手効率に及ぼす溶加材組成の影響について検討し、最高96%の継手効率を達成した。また、Mg 合金と銅合金、Ti 合金、及び鉄系材料等の接合を摩擦攪拌接合法によって検討し、中間層の有効性を明らかにした。

マグネシウム合金圧延材に関する研究では、固相線温度直下での高温圧延により、市販 AZ31B 合金の異周速圧延材で Al 合金並みの冷間成形性を得た。また、Ce 含有開発合金で Ce の Y による代替により Al 合金並みの成形性を有し、Ce 含有開発合金より強度の高い合金を開発した。

Mg 合金へ耐食性を付与するための表面処理技術として新規蒸気養生法を開発した。生成された皮膜の耐食性を塩水噴霧試験・塩水浸漬試験によって評価し、該皮膜は優れた耐食性を有することが確認された。本法は、大型材に適用することが可能な処理技術である。また、表面構造と緻密な化合物皮膜、及び疎水性官能基の有機単分子膜被覆で超はっ水性を実現した。さらに DLC コーティング内のピンホールを Ti 薄膜封鎖によりステンレス合金以上の耐食性を発現させることができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】軽量合金、マグネシウム、耐熱合金、塑性加工

【テーマ題目 2】省エネルギー型建築部材の開発に関する研究

【研究代表者】中村 守 (研究部門長)

【研究担当者】田澤 真人、吉村 和記、楠森 毅、田嶋 一樹、岡田 昌久、山田 保誠、金 平、垣内田 洋、金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行、田尻 耕治、前田 雅喜、堀内 達郎、犬飼 恵一、山口 渡、杉山 豊彦、大橋 優喜、長江 肇

(常勤職員20名、他21名)

【研究内容】

増加傾向が続いている民生部門のエネルギー消費の約30%を占める冷暖房負荷を低減するため、住環境の快適性を維持しつつ、窓、壁等、建物外皮を通過する熱流の制御や調湿機能等の付与による省エネルギー化を図る建築部材に係る技術を開発する。

具体的手法としては、①省エネルギー型窓ガラスの研究、②木質サッシの研究、③メソポーラス材料 (調湿材料・調環境材料等) の研究、④廃棄物利用建築部材の研究、⑤省エネルギー効果の評価を行う。

平成21年度の進捗状況は下記の通りである。

①調光ミラー窓ガラスについて、全固体型の調光ミラ

一の劣化機構を調べるとともに、Mg-アルカリ土類系の新しい材料を開発し、サーモクロミック窓ガラスについては、化学的作製法の高度化を図り、液晶相転移を利用した感温型調光窓材の研究では、基本性能の向上を行った。②木質サッシの研究においては、形状付与加工技術を中心として研究を進め、流動現象発現には細胞間層の選択的軟化が重要であることを見出し、その制御に有効な手法を考案した。③メソポーラス材料の研究においては、調湿材料（ハスクレイ）を工業的に製造可能とする合成プロセス等を検討した。④廃棄物利用建築部材の研究においては、開発した保水性材料の実証試験を継続するとともに、性能向上の研究を行った。⑤省エネルギー効果の評価については、環境調和型建材実験棟において、上記開発中の各種建築部材の実使用環境での省エネルギー効果の実証試験を継続した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 調光窓材料、木質窓サッシ、調湿材料、保水性材料

【テーマ題目3】 新機能部材開発のための基盤技術の研究（レアメタル対策技術の開発）

【研究代表者】 中村 守（研究部門長）

【研究担当者】 橋本 等、孫 正明、小林 慶三、尾崎 公洋、多田 周二、西尾 敏幸、三上 祐史、中山 博行、松本 章宏、加藤 清隆、下島 康嗣、細川 裕之、多井 豊、尾崎 利彦、三木 健、大橋 文彦、山口 渡、富田 哀子（常勤職員19名）

【研究内容】

部材における機能の高性能化・小型化により省資源・省エネルギーを実現しながら、機能性部材を構成するレアメタルへの依存度を抑制した新しいコンセプトの部材開発に向けた基盤的な研究を行う。特に我が国産業の今後の発展に不可欠なレアメタル資源に着目し、その使用量の低減を目指して、硬質な耐摩耗性部材や熱を電気や力に変えるエネルギー変換部材の開発を行う。また、環境負荷低減を目指して、鉛削減技術の開発、さらに鉛に代わるレアメタル資源の有効活用技術などの開発を行う。具体的には、資源的に豊富なチタンと軽元素（B、C、O、N等）を主たる構成要素として、非平衡相からの微細結晶創製技術等を利用して新規な機能性材料を開発し、希少金属の代替化を進めるための基礎技術を構築する。さらに、資源生産性に優れる鉄に対しても同様のプロセス技術を適用し、さらなる機能性の向上を図る。鉛については環境規制を考慮しながら、青銅鋳物における鉛フリー化技術の高度化を行う。さらに、触媒への貴金属の使用量を削減する技術の開発に取り組む。特に、貴金属粒子の構造の制御や担持用多孔質セラミックスの特性向上等を行い、貴金属使用量の低減を図る。

本年度の進捗状況は下記の通りである。

耐摩耗材料の開発では、炭化タングステンと鉄粉末を乾式で混合した後、アルミニウム粉末を短時間混合してWC-FeAl超硬合金粉末を合成し、アルミニウムの液相を生成しながら加圧成形することで緻密な大型の成形体を作製することに成功した。結合金属相と硬質粒子の割合、硬質粒子の粒径を制御することにより、高い抗折強度と破壊靱性を実現した。その結果、中・高温域で使用される金型材料への応用が期待されている。また、開発したプロセスを応用し、硬質粒子を炭化チタンや硼化チタンとすることで新しい特性を付与したサーメットを開発することに成功した。さらに、焼結過程を無加圧で実現する技術開発にも取り組み、真空無加圧焼結で高い抗折強度を有する合金の開発にも成功した。今後、Fe-Al結合相の特性を最大限に活用した金型や切削工具への応用が期待される。微細組織の Ti_3SiC_2 焼結体の合成についても検討し、結晶粒径の平均と標準偏差を共に従来の1/2に微細化できる技術とした。さらに、常圧焼結による大型部材合成プロセスにおける問題点を詳細に検討し、解決することができた。これにより、 Ti_3SiC_2 焼結体が有する良好なる機械加工性を生かして、複雑形状の実用部材を作製することができた。特に、電気を熱に変換するヒーター材料などへの応用が期待される。

飲料水中への鉛溶出量規制が強化され、水回り機器に多用される青銅合金鋳物の鉛フリー化が進められている。鉛に替わる材料として希少金属のビスマスを用いた青銅合金がJIS化されたが、本合金は铸造性や生産コストに難があり、普及が進んでいない。そこで、铸造組織の微細化により機械的強度を高め、製品を薄肉化して資源消費量の低減を図ると同時に、熔融金属の湯流れ性を改善して铸造欠陥を抑制できる新しい铸造技術として凍結铸造システムを開発した。鑄型を構成する砂粒の種類や形状、大きさなどを制御することで目的とする鑄造品の作製に成功し、製造工程における不良率を低減することができた。本技術開発により、ビスマスの使用量を抑えながら青銅合金の鉛フリー化を加速できるものと期待される。

燃料電池触媒への貴金属の使用量を削減する技術の開発においては、ナノ粒子をコア・シェル構造化することで、白金の使用量を削減する技術の開発を行った。特にコア・シェル粒子を用いた電極作製条件の最適化を図り、発電特性を大幅に改善することに成功した。

酸化チタン材料の研究では、酸化チタン粉末を還元雰囲気中で固形成形することで酸素欠損を大量に含む焼結体を作製できるプロセスを確立した。酸素欠損の発生により焼結体の電気抵抗は小さくなり、導電性を示した。また、酸素欠損したこの材料に窒素をドーピングすることで熱電特性を示すことが明らかとなった。本材料は高温で使用される熱電素子として期待され、レアメタルを含まないことから安定供給に適した素材と考えられる。さら

に、本プロセスで作製した焼結体をスパッタ用のターゲットとして利用することが可能であり、導電性を有する薄膜を作製することができた。本プロセスでは種々の組成の Ti-O-N 薄膜を作製できることから、新たな機能性薄膜の開発に応用できるものと期待される。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 サーメット、耐摩耗材料、超硬合金、青銅合金鋳物、凍結鋳造、鉛フリー化技術、酸化チタン、白金触媒

⑰【地質情報研究部門】

(Institute of Geology and Geoinformation)

(存続期間：2004.5.1～)

研究部門長：栗本 史雄
副研究部門長：西村 昭、宮崎 一博、池原 研
上席研究員：齋藤 文紀
主幹研究員：湯浅 真人、木村 克己、山元 孝広
部 門 付：村上 裕、中島 隆、須藤 茂、
鹿野 和彦、吉川 清志、三田 直樹

所在地：つくば中央第7、つくば東、中国センター

人 員：109名 (107名)

経 費：3,749,532千円 (879,051千円)

概 要：

1. 研究目的

日本は、四方を海に囲まれ、大地震や火山噴火が頻発する数少ない先進国である。私たちが暮らし、産業活動をしている地球の環境を守り、地質災害による被害を少なくするためには、まず、足もとの大地の様子と成り立ちをよく知るための地球システムの深い理解が必要である。どこまで地球のことを理解することができたかによって、将来起きることの予測の精度が決まり、これに応じた対策をとることができる。

地質情報研究部門は、国の「地質の調査」を所掌する産総研地質分野のユニットとして、長期的視点にたって陸と海の研究を一元的に実施し、関連するユニットとともに、国の知的基盤として信頼性の高い地質情報を整備し社会に発信する。知的基盤整備・発信及びその基礎となる研究については、部門全体で取り組む。同時に、人類と地球が共生し、安心・安全で質の高い生活と持続可能な社会の実現に向けて、重点的かつ戦略的に研究に取り組む。

2. 中期目標・計画達成のための方針

地質情報研究部門は産総研の地質分野の中核ユニットとして、国土の地質情報を取得・整備するとともに、理論モデル構築による的確な将来予測の実現を目指して、社会の要請に応える。

研究実施にあたっては、研究グループを基盤とする研究と、これらを横断する重点プロジェクトによるマトリックス方式を採用する。これらの研究を進める中で、陸域と海域の研究の融合を進め、バックグラウンドの異なる研究者間の交流、シーズ研究の創出や次世代の人材育成を進める。

研究グループは専門家集団としての特徴を生かし、研究ポテンシャルの向上を目指すとともに、重点プロジェクト研究の基礎を支える研究、あるいは将来のプロジェクト創出の基となる研究を実施する。一方、重点プロジェクト課題を設定し、グループを横断した協力連携でもって研究を推進する。

3. グループ体制と重点課題

当部門の体制については、平成21年4月の再編により陸域地質図プロジェクトのコアグループとして層序構造地質研究グループと地殻岩石研究グループ、沿岸域・都市地質プロジェクトのコアとなる平野地質研究グループ、さらにGEO Gridを使った地質情報と衛星情報の統合化に関する情報地質研究グループとシームレス地質情報研究グループを新設した。また、平成22年1月には陸域および海域の鉱物資源を研究するマグマ熱水鉱床研究グループを新設した。なお、地震関係の2研究グループは平成21年4月に新設された活断層・地震研究センターに移動した。平成21年度末の組織体制は、19研究グループ・1連携研究体から構成される。

当部門では研究グループを横断する以下の7プロジェクト(P)を設定し、連携・協力して研究を進める。

- ・陸域地質図 P：国土基本情報としての陸域の島弧地質と知的基盤整備。
- ・海域地質図 P：国土基本情報としての海域の島弧地質と知的基盤整備。
- ・大陸棚調査 P：大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究。
- ・ジオグリッド P：衛星画像情報の整備と地質情報の統合のための研究。情報・エレクトロニクス分野および環境・エネルギー分野との融合課題。
- ・火山噴火推移予測 P：伊豆大島火山の噴火シナリオと防災に関する研究。
- ・沿岸域の地質・活断層調査 P：陸域－沿岸域－海域をつなぐシームレス地質情報の整備と活断層の評価。地質調査総合センターのユニットが連携協力して平成20年度から取り組む政策課題。
- ・地層処分 P：深部地質環境研究コアが進める地層処分にかかる研究のうち、長期変動および深部流体に関する研究を分担。

4. 内外との連携

社会の要請に積極的に応えるために、地質情報の信頼性の確保と利便性の向上を図り、国・自治体・産業界との連携を強化して、科学的根拠に基づいて

提言などを行う。

他の関連ユニットとの連携を強め、産総研における地質調査総合センター（GSJ）としての機能を十分に果たす中核を担うとともに、産総研内外の連携を推進する。総合科学技術会議などの日本の科学技術政策の中で、産総研地質調査総合センターの果たすべき役割について検討し、必要な働きかけを行う。

研究によって形作られる地質情報はもちろんのこと、地球を理解する科学技術は、地質学的にも関連の深いアジアをはじめとする世界にとって共通の財産であり、地質情報研究部門は国際地球惑星年（2007-2009）や CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）等の国際組織や IODP（統合国際深海掘削計画）、ICDP（国際陸上科学掘削計画）などの国際プロジェクトを通じて世界に貢献する。また、地震・火山噴火・地すべりなどの緊急課題についても、地質調査総合センターとして迅速に取り組む。

外部資金：

文部科学省 重要課題解決型研究等の推進「統合化地下構造データベースの構築」

環境省 地球環境保全等試験研究費 「有害元素等の全国規模の分布と移動・拡散挙動の解明と環境汚染評価システムの開発に関する研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費 「メガデルタ沿岸環境保全のための観測診断技術と管理手法の開発」

環境省 地球環境保全等試験研究費 「温暖化に伴う内水域環境の変化監視情報システム構築に資する研究」

環境省 地球環境研究総合推進費 「空撮による漂着ゴミの収束域調査」

環境省 地球環境研究総合推進費 「CO₂増加が造礁サンゴの石灰化に与える影響に関する研究」

環境省 試験研究調査委託費 「第二種特定有害物質汚染土壌の迅速で低コストな分析法の開発」

経済産業省 海洋石油開発技術等調査 「大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析」

経済産業省 石油資源遠隔探知技術の研究開発 「地質・衛星情報のマップ統合利用技術の研究」

独立行政法人科学技術振興機構 社会技術研究開発事業

「里海に対する藻場の役割解明と藻場再生策の提言」

独立行政法人科学技術振興機構 アジア・アフリカ学術基盤形成事業 「メガデルタ監視技術に関するアジアにおけるネットワーク構築と人材育成」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター 新たな農林水産政策を推進する実用化技術開発事業 「備讃地域陸海域の水・栄養塩動態解明と農業への再利用技術の開発」

国立大学法人京都大学 科学技術試験研究委託事業（海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム） 「小型高性能MEMSアレイによる移動型重力探査システムの開発研究」

環境省中国四国地方環境事務所 地球環境保全等試験研究費 「瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法に関する研究」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「水銀同位体を用いた海底熱水鉱床の探査技術の開発」

株式会社グリーンシグマ 請負研究費 「液状化実験による液状化メカニズムの解明に関する研究」

住鉱コンサルタント株式会社 共同研究費 「重金属汚染土壌の重金属類溶出特性の研究」

日本地質学会 共同研究費 「地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究」

東電設計株式会社 共同研究費 「土壌中の鉛及びほう素の簡易分析手法開発に関する研究」

Rhodes University 共同研究費 「Refractory Gold Study」

株式会社アステック 共同研究費 「重金属汚染土壌のマッピングと要因識別に関する研究」

株式会社四電技術コンサルタント 共同研究費 「超音波を用いた藻場分布測定に関する研究」

住鉱コンサルタント株式会社 共同研究費 「地質情報整備に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「海岸砂丘発達史復元のための統合調査解析手法の確立」

文部科学省 科学研究費補助金 「有珠火山における噴

火活動推移予測の高度化とマグマ活動の場の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 「新生代後期における浮遊性珪藻類の進化過程の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「地中レーダーを用いた巨大津波痕跡のイメージング技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 「カルデラ噴火機構とマグマ溜まりの発泡プロセスに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「大規模軽石噴火をもたらすマグマ溜まりの条件」

文部科学省 科学研究費補助金 「北太平洋高緯度域における第四紀後期の地球磁場変動：古気候研究とのリンケージ」

文部科学省 科学研究費補助金 「噴火過程モデルの構築へ向けた基礎的研究～火山ガス放出量計測の高精度化～」

文部科学省 科学研究費補助金 「不均質な地質構造をもつ岩盤中でのダイク発達メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金 「沖縄周辺海域における最終氷期以降の中・深層環境」

文部科学省 科学研究費補助金 「石灰質微化石の微小領域安定同位体研究：新しい環境変動シグナルの検出を目指して」

文部科学省 科学研究費補助金 「鉄マンガンクラストのヨウ素129による超新星爆発確認と古地磁気層序による年代推定」

文部科学省 科学研究費補助金 「造礁サンゴの骨格形成と環境情報を記録するメカニズムに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「コケムシ骨格を利用した新たな古海洋環境復元指標の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 「最終氷期最寒冷期の中部～西南日本のレフュージアにおける生物群の分布様式」

文部科学省 科学研究費補助金 「ストレスとサンゴ礁の歴史的変化」

文部科学省 科学研究費補助金 「宝石サンゴ類の持続的利用と適切な国際取引管理に関する研究－ワシントン条約への貢献」

文部科学省 科学研究費補助金 「東ユーラシアにおける新生代後半の霊長類進化に関する古生物学的研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「生物起源炭酸塩の生成機構と精密間接指標の開発に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「環礁立国におけるサンゴ礁の防災機能と礁- 洲島系の構造維持」

文部科学省 科学研究費補助金 「走査型 ESR 顕微鏡による非破壊コア分析の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 「本州中部日本海側山地の亜高山・高山域における最終氷期以降の植物群・環境変遷史」

文部科学省 科学研究費補助金 「霞ヶ浦沿岸花室川流域の旧石器文化の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「F E P解析を応用した火山噴火の想定シナリオ作成手法の高度化」

文部科学省 科学研究費補助金 「高精度変動地形・地質調査による巨大地震断層の活動履歴の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 「地殻流体の発生と移動のダイナミクス」

財団法人日本科学協会 財団等助成金 「首都圏の渓流域における窒素高濃度化のメカニズム解明」

財団法人日本鉱業振興会 財団等助成金 「熱水性鉱床におけるインジウムの濃集機構の解明」

財団法人日本鉱業振興会 財団等助成金 「ナノ・ゴールドの探索－探査・採鉱・選鉱製錬への貢献」

経済産業省関東経済局 低炭素社会に向けた技術シーズ発掘・社会システム実証モデル事業 「製鋼スラグを用いた藻場造成による CO₂固定化技術開発と川崎市における実証モデル事業」

経済産業省原子力安全・保安院 核燃料サイクル施設安全対策技術調査 「放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備」 (本件は深部地質環境研究コアが受託及び請負し、当部門と地圏環

境研究部門、活断層・地震研究センターで分担実施した。)

発表：誌上発表245件、口頭発表453件、その他214件

平野地質研究グループ

(Quaternary Basin Research Group)

研究グループ長：水野 清秀

(つくば中央第7)

概要：

堆積平野とその周辺の丘陵地を主な研究対象とし、それらの実態把握と形成プロセスの総合的な理解に努め、地質災害の軽減・産業立地・環境保全等へ貢献する地質情報を提供する。この目的のため、特に沿岸域・都市地質プロジェクトの中核となって活動するとともに、陸域地質図プロジェクト等にも積極的に参加し、また関連する諸グループや外部機関とも連携して研究を進める。関東平野、新潟平野、石狩低地帯などの沿岸平野及び近江盆地などの内陸盆地を重点的に調査・研究を行っている。平野を構成する地層の詳細な層序、地盤特性、地質構造などを把握し、またそれらの形成プロセスを明らかにするとともに、地質情報のマップ化・データベース化を進める。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目45-2、テーマ題目45-3、テーマ題目46

層序構造地質研究グループ

(Stratigraphy and Tectonics Research Group)

研究グループ長：中江 訓

(つくば中央第7)

概要：

日本列島を構成する活動的島弧と周辺の東・東南アジア諸国を含む大陸縁辺域の地質学的実態を把握し、その長期的地質現象の素過程を解明するために「層序構造地質の研究」を実施する。[1] 海洋プレート特性の変化に対応した海溝-前弧域での堆積・造構過程の変遷、[2] 火山弧における火山活動の時空間変遷ならびに周辺堆積盆での堆積環境変遷、[3] 第四紀島弧内堆積層における層序区分の高精度化と構造変動解析に基づいた堆積環境及び気候変動の解明、などの基礎的な地質学的問題を主要な研究課題と位置づけ、系統的かつ総合的な調査研究を展開する。さらに国土の基本地質情報整備のために部門重点課題として実行される「陸域地質図プロジェクト」の中核研究グループとして、「層序構造地質の研究」の成果と最新の地質学的知見を融合し、我が国の知的基盤情報として各種の陸域地質図整備を担当する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

地殻岩石研究グループ

(Orogenic Process Research Group)

研究グループ長：宮崎 一博

(つくば中央第7)

概要：

活動的島弧の長期的挙動及び安定性を解明するために地殻岩石の研究を行う。地殻岩石の研究では、変成帯・火成岩体を研究対象とし、その形成において本質的な沈み込み帯での変形・変成作用、島弧地殻での変形・変成・火成作用などの複合的地質過程の系統的な調査・研究を行う。また、国土の基本地質情報整備のために部門重点課題として実行される陸域地質図プロジェクトに、その中核研究グループとして参画する。陸域地質図プロジェクトにおいては、地殻岩石の研究成果及び既存の地質体形成過程に関する知見を融合・適合することにより高精度の地質図の作成を行う。研究成果は論文・地質図・データベースなどを通じて公表する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4

海洋地質研究グループ

(Marine Geology Research Group)

研究グループ長：池原 研

(つくば中央第7)

概要：

日本周辺海域の海洋地質情報を整備公開するとともに、それらデータを基に日本周辺海域の活断層評価、古環境変動の解明、地質構造発達の解明を行うことを目的とする。第2白嶺丸を用いた音波探査、採取堆積物及び岩石を基本データとし、それらの解析によって海洋地質図(海底地質図及び表層堆積図)を出版、インターネットでのデータ公開も進めている。さらに日本海東縁及び千島海溝、日本海溝、相模湾、南海トラフの地震発生頻度を推定するために、既存データに加え、他機関データや調査船等を活用し、地震性堆積物の採取と年代測定を進めるとともに、地質構造の定量的解析を行う。日本海などの古環境変動の研究では、他機関の柱状堆積物試料も用いて、岩相、微化石、化学組成などの解析を進める。地質情報に乏しい沿岸海域については、音波探査と堆積物採取を行い、沖合と陸上の地質情報を統合的に解釈、公開を進める。

海洋地質図作成では、昨年度より新たに沖縄周辺海域の地質図作成を開始し、本年度は第2白嶺丸による沖縄島北方海域の調査航海を実施した。また、これまでの調査結果から、北見大和堆表層堆積図をCD出版したほか、落石岬沖海底地質図、日高トラフ表層堆積図、日高トラフ海底地質図、積丹沖表層堆積図、天売島海底地質図、宗谷岬西方海底地質図、種子島周辺表層堆積図、野間岬沖表層堆積図を完成させた。

海域活断層研究では、スマトラ沖で既存試料の年代測定を進め、タービダイトの堆積間隔をまとめた。

日本周辺海域の古環境変動の研究では、十勝沖、ベーリング海、オホーツク海、日本海、東海沖などの既存試料の分析を進め、東アジアモンスーン変動、後氷期における北西太平洋亜寒帯域の海洋環境変化などについてまとめた。

沿岸域調査では、新潟沖海域を調査海域とし、音波探査並びに海底堆積物採取を行い、陸棚域における層序、活断層を含む地質構造、堆積層の年代と堆積過程についてまとめた。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題名44

地球変動史研究グループ

(Paleogeodynamics Research Group)

研究グループ長：山崎 俊嗣

(つくば中央第7)

概要：

古地磁気層序、岩石磁気層序及び微化石層序学的研究を統合した高分解能年代スケールを基盤とし、海陸の地質及び地球物理学的情報を融合して、地質学的時間スケールの地球システム変動及びテクトニクスを解明することを目的とする。これにより、地球科学図、大陸棚調査などの当部門のミッション達成に貢献する。また、統合国際深海掘削計画(IODP)の推進に、科学と運営の両面から貢献する。

平成21年度は前年度に引き続き、統合高分解能タイムスケールに関する研究、フィリピン海プレートに関わるテクトニクス研究、海底近傍物理探査技術の研究及び、古地磁気・岩石磁気研究を、運営費交付金を用いて実施した。さらに、科学研究費補助金により、統合高分解能タイムスケールに関する課題1件、古地磁気・岩石磁気研究に関する課題2件を実施した。また、5万分の1及び20万分の1地質図幅の作成、海洋地質図の付図としての重力・地磁気異常図の作成、海洋地球物理データベースの拡充を行うとともに、大陸棚調査を分担した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目7、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12

シームレス地質情報研究グループ

(Integrated Geo-information Research Group)

研究グループ長：斎藤 眞

(つくば中央第7)

概要：

陸域地質図プロジェクトの主要グループとして5万分の1及び20万分の1地質図幅の研究を行う。また、1/20万日本シームレス地質図をベースとした地球科学図の統合データベースの構築を行うとともに、1/5万縮尺シームレス地質図等をベースとした新たな大縮尺地質図データベース構築のための基礎研究を行う。更に、地質情報を、社会に役立つ、新たな価値を創出する情報として発信する

ための研究開発を行う。アジアの地質情報の研究・整備・解析、野外調査を基礎にした地質学的・地球物理学的研究も実施する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目10、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目40、テーマ題目43

地球物理情報研究グループ

(Geophysics Research Group)

研究グループ長：大熊 茂雄

(つくば中央第7)

概要：

当グループでは、国土の地球科学的実態解明のため、先端的な地球物理学的調査を、調査手法の開発・高度化を通じて実施し、知的基盤情報としての全国規模の地球物理図の作成及び同データベースの構築・公開により地球物理情報の発信を行う。また、重力変化の精密計測や地球物理情報に基づく地殻活動シミュレーション手法等の情報解析技術の開発を行う。これら地球物理情報の整備、情報解析技術の開発により、島弧地下構造の解明や物性評価を通じて地質災害の軽減や地質環境問題等の社会的課題の解決に貢献する。具体的には、火山災害軽減のため、空中物理探査による火山体安定性評価手法の確立を目指す。また、これらの研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目47

地質標本研究グループ

(Mineralogy and Paleontology Research Group)

研究グループ長：利光 誠一

(つくば中央第7)

概要：

広報部地質標本館を学術面から支援する研究グループである。長年の調査・研究により収集されてきた地質標本館登録・管理の多様な地質標本について、地質年代と古環境の標準的指標を導き、地球構成物質の多様性を解明する地球科学的研究を行っている。これにより、経済産業省及び産業技術総合研究所のミッションのひとつである「地質の調査」における基礎的・基盤的データを提供する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目21

情報地質研究グループ

(Geoinformatics Research Group)

研究グループ長：浦井 稔

(つくば中央第7)

概要：

衛星情報から潜在的な地質情報を抽出し、これをシーームレス化・デジタル化された地質情報と統合することによって、新たな視点の地質情報を得ることを目的とした研究を実施する。この研究には地質資源に関する研究、地質災害軽減に関する研究、地球環境に関する研究に加えて、地質情報および衛星情報のシーームレス化・データベース化に関する研究が含まれる。

研究テーマ：テーマ題目22、テーマ題目43

地殻構造研究グループ

(Tectonophysics Group)

研究グループ長：山口 和雄

(つくば中央第7)

概要：

内陸地震の発生地域において、地球物理学的な構造調査を行い、既破壊と未破壊の断層面の違いの検出を試みる。地表兆候の少ない平野部活断層や基盤深度の地質構造線の実態解明のために地下構造調査を実施する。基盤的研究として、マントル物質の物理化学に関する理論的な考察、深部の地震波速度不均質性の解析、PS変換波からS波速度構造を求める簡易な方法の開発、実データによる地震波干渉法の適用性の検討等に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目23、テーマ題目48

火山活動研究グループ

(Volcanic Activity Research Group)

研究グループ長：中野 俊

(つくば中央第7)

概要：

中期的な火山噴火予測のため、活動的火山の噴火履歴・成長史を解明し、将来の活動様式・時期を予測するとともに、火山地質図を作成する。また、長期的な火山活動場変遷の規則性を明らかにするために、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究を実施する。これらに加え、年代測定や化学分析などを行い、物質科学的な見地から火山の総理解を深める。火山噴火あるいは火山活動時においては、社会的要請に応えるための組織的かつ機動的な緊急調査を実施する。陸域地質図プロジェクトのコアグループの一つとして、新生代火山岩地域における高精度の地質図作成を行う。これらの研究成果は、論文・地質図・データベースなどを通じて社会に発信する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目24、テーマ題目25、テーマ題目27

マグマ活動研究グループ

(Magmatic Activity Research Group)

研究グループ長：篠原 宏志

(つくば中央第7)

概要：

短期的火山噴火予知・活動推移予測の基礎となる、噴火機構・マグマ供給系の物理化学モデルの構築を目指し、マグマ系における化学反応・力学過程などの素過程の実験・理論的研究と活動的火山の観測・調査に基づくマグマ活動の把握及びモデル構築を行う。具体的には、火山ガス放出量・組成観測、放熱量観測、地殻変動観測など活火山の観測研究と、メルト包有物や斑晶組織・組成の解析によるマグマの性質と進化の研究、地質調査に基づく岩脈貫入や噴火時系列の解析、高温高压実験やアナログ物質を用いた模擬実験などによる素過程の解析などを実施する。研究成果は火山噴火予知連にも報告され、火山活動の評価などの基礎資料としても用いられる。

研究テーマ：テーマ題目26、テーマ題目27

マグマ熱水鉱床研究グループ

(Magma-Hydrothermal Deposits Research Group)

研究グループ長：森下 祐一

(つくば中央第7)

概要：

マグマ熱水鉱床を含む系における元素の移動、分配、沈殿により鉱物の同位体・化学組成が変化する素過程を、同位体比測定や流体包有物の解析等に基づき明らかにし、熱水の進化や鉱床成因を解明することを目指す。一方、岩石・鉱物の同位体・化学組成を均質と見なせない場合には、二次イオン質量分析装置 (SIMS) 等を用い、微小領域における鉱物等の同位体・化学分析を行うことにより、現象の本質を解明して鉱物資源の探査法の開発やポテンシャル評価を行う。陸域では微小領域分析や同位体分析等に基づき鉱物資源の成因解明や探査法の開発に関する研究を行う。また、海洋底資源については、海洋基本計画に則り探査法の開発、海洋底鉱物資源の分布や成因に関する調査研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目28

長期変動研究グループ

(Geodynamics Research Group)

研究グループ長：伊藤 順一

(つくば中央第7)

概要：

日本列島における、地殻変動および火山活動の基礎的理解を深めることを目的として、第四紀火山の地質・岩石学・鉱物学的研究、変動地形学的手法による第四紀地殻変動の研究、断層解析による地殻応力場変遷史の研究を行う。これらの調査結果による知見や各種の調査手法開発による研究結果は、地質情報センターにおいて、深部地質環境研究コアのミッションとして実施される地質環境の長期変動予測や安定性評価手法の開発に応用され

る。さらに、原子力安全保安院による放射性廃棄物地層処分安全規制のためのガイドライン作成等に活用され、国による安全審査を科学的にサポートする。

研究テーマ：テーマ題目29、テーマ題目30

深部流体研究グループ

(Crustal Fluid Research Group)

研究グループ長：風早 康平

(つくば中央第7)

概要：

日本列島各地における浅層—深層地下水、温泉、ガス等を調査し、その起源、成因や流動状態を解明するための手法を開発することにより、深層に存在する地下水系や深部流体の実態を明らかにすることを目的とする研究を行う。具体的研究手法は、地下水・ガスの各種化学・同位体組成からわかる地下水やガスの物質収支および形成機構の解明、希ガス同位体組成等を用いた超長期地下水年代測定、地質や地質構造と深層地下水流動の関係を明らかにする GIS ベースの DB 開発などである。これらの調査結果による知見や各種地下水調査手法開発による研究結果は、地質情報センターにおいて、深部地質環境研究コアのミッションとして実施される深層地下水系の長期変動予測や安定性評価手法の開発に応用される。さらに、原子力安全保安院による放射性廃棄物地層処分の安全規制のためのガイドライン作成等に活用され、国による安全審査を科学的にサポートする。

研究テーマ：テーマ題目31、テーマ題目32

沿岸堆積研究グループ

(Coastal Sedimentology Research Group)

研究グループ長：齋藤 文紀

(つくば中央第7)

概要：

日本及びアジア・太平洋地域に分布する湖沼や汽水域を含む沖積低地から海岸沿岸域において、地球科学的手法を用いて、地質や沿岸環境情報に関するデータの収集と解析、沿岸地質調査を行うための機器開発や環境評価の指標・技術開発などを行い、沖積低地から沿岸域における持続可能な発展や生活環境の保全と防災のために貢献することを任務とする。特に、経済成長が大きく、人口密集地帯である東南アジアから東アジアの海岸沿岸域の保全と防災に資するため、CCOP や JSPS 等の国際プロジェクトを主導し、現地研究機関と共同で研究を実施する。平成21年度は、科学研究費補助金、JSPS アジア・アフリカ学術基盤形成事業、環境省地球環境保全等試験研究費などの外部予算等により、基盤的な調査技術の改良開発とともに、日本及びアジアの海岸沿岸域の環境変遷、人間活動の影響、環境保全、洪水・津

波などの防災関連などの研究を推進した。アジアデルタプロジェクトにおいては、CCOP、JSPS のプロジェクトで、タイ、中国で会合を開催し、100名を超える参加があった。

研究テーマ：テーマ題目33、テーマ題目34

沿岸海洋研究グループ

(Coastal Environment and Monitoring Research Group)

研究グループ長：谷本 照己

(中国センター)

概要：

本研究グループでは、疲弊した沿岸生態系を再生し、持続的な利活用が可能な活動空間を取り戻すため、沿岸域の水質改善や沿岸生態系の回復を目指す技術の開発と実用化支援、沿岸海域の環境モニタリングの高度化と数値モデル解析および生態系を含む場の特性とその時間的変遷の解明を行う。また、沿岸域環境データの収集・解析およびデータベース化を行い、インターネット等で広く社会に提供する。

平成21年度は、藻場の保全と新たな藻場分布測定技術、沿岸生物生息場の物理環境、生息要因のモニタリング・評価技術の高度化、備讃瀬戸海域における栄養塩の動態解明および瀬戸内海全域を対象とした数値モデル開発の研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目35

瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Eco-technology of Seto Inland Sea)

研究体長：谷本 照己

(中国センター)

概要：

瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体として、経済産業局や地域行政機関と密接に連携を取りながら、大学や企業等との連携により流況制御技術や鉄鋼スラグを利用した沿岸海域の環境修復技術の開発およびその技術支援を目指す。また、公開可能な調査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。更に防災と環境対策に向けた高潮・津波の影響評価に関する研究のまとめと藻場の造成に関する研究を行う。

平成21年度は、停滞性の強い大阪湾などの内湾奥部の水質・底質を改善し環境修復する流況制御技術、鉄鋼スラグを利用した人工アマモ場におけるアマモの育成やスラグパネルへの生物付着に関する研究および瀬戸内海沿岸域環境データの収集・解析とインターネットによる情報公開を行った。

研究テーマ：テーマ題目36

物質循環研究グループ

(Biogeochemical Cycles Research Group)

研究グループ長：田中 裕一郎

(つくば中央第7)

概要：

人類活動による地球表層環境への影響は、エネルギーおよび物質輸送を介して起こっている。人類活動により影響を受ける将来の環境を考えるため、人為的な影響の特に大きな都市環境および沿岸環境、影響が広範囲にわたる地球環境について、その環境変動幅と変動支配因子を明らかにすることが、本研究グループの研究目的である。そのため、本研究グループは、地球化学的、古生物学的及び海洋物理学的手法を用いて、4つの「環境」すなわち「都市環境」「沿岸環境」「外洋環境」「古環境」について、主に土壌汚染等による環境安全評価に関する研究、河川流域やサンゴ礁域の生物多様性の保全に関する環境モニタリング、海洋中深層の二酸化炭素の影響に関する物質循環と後期第四紀の温暖化した時代の西太平洋日本周辺海域の環境変動解析に関する研究を行い、将来の都市・沿岸・地球環境の予測手法を開発する。

研究テーマ：テーマ題目37

地球化学研究グループ

(Geochemistry Group)

研究グループ長：今井 登

(つくば中央第7)

概要：

地球化学情報の集積・活用と高度な分析技術の開発を目的とし、これらに必要な高度な分析技術の開発を行った。最近の環境汚染に対する関心の高まりを受けて、全国及び都市周辺の地球化学図を作成し地球化学図を利用した有害元素等のバックグラウンド値の評価を行うとともに、分別溶解法などの元素分布の解析法の研究を行った。また、地殻における元素の地球化学的挙動解明のために、日本の土壌・堆積物における微量元素の研究、炭酸塩中の元素の挙動と分析法の研究、火成岩の地球化学的研究、鉄・マンガン水酸化物中の元素の挙動の研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目38、テーマ題目39

⑱【環境管理技術研究部門】

(Research Institute for Environmental Management Technology)

(存続期間：2004.5.1～)

研究ユニット長：田尾 博明

副研究部門長：竹内 浩士、近藤 裕昭

所在地：つくば西、つくば中央第5

人員：67名(65名)

経費：970,294千円(536,947千円)

概要：

1. 部門のミッション

環境管理技術研究部門では、持続的発展可能な社会の実現に向け、経済産業の発展と安全・安心な環境を両立させるため、産業起源の環境負荷のマネジメントに関する科学技術研究開発を行い、環境技術産業の振興・創出を図るとともに環境関連政策の立案・実効へ貢献することをミッションとしている。

2. 研究開発の方針

社会的・政策的ニーズおよび緊急性の高い研究課題として、環境診断、有害化学物質のリスク削減、都市域の資源循環・廃棄物リサイクルおよび地球温暖化対策技術評価などを第2期中期における部門の重点課題に設定し、研究を行ってきた(3.参照)。

「製品」に繋がる「第2種基礎研究」の実践とともに新規技術シーズを創出する「第1種基礎研究」を推進してきた。

3. 重点研究課題等

[重点課題1] 環境診断技術の開発

環境を監視し、その機能を調べるための、①環境負荷物質の連続監視技術と、②環境負荷物質に対する自然浄化機能の診断技術を開発する。また、生体への影響を評価するため、③生体内化学物質の高感度分析装置と、④生体内で化学物質により発現される遺伝子のセンシング技術を開発する。これらの技術開発を通して、将来、誰もが容易に身の回りの生活環境情報にアクセスできる社会、自然の浄化機能を活かした安全で安心な社会、生体診断やトキシコゲノミクスなど次世代の環境診断産業において国際競争力を有する社会の創出に貢献する。

[重点課題2] 有害化学物質リスク削減技術の開発

有害化学物質のリスク削減に向けて、適切な排出低減技術に取り組む。すなわち、小規模発生源からの化学物質および難分解性・難処理性物質の排出低減技術を開発する。極微量でも有害性/蓄積性のある物質や非意図的生成物に対して低濃度・広域に対応できる技術開発および自然の浄化機能を強化したパッシブな新技術の開発を目指す。未規制物質・非意図的生成物を含めた総合的な化学物質リスク管理を目指して、製造から使用、廃棄に至る各ステージで排出、環境中挙動の評価手法を構築する。ナノ物質やバイオマス燃料等、今後利用が盛んになるであろう物質、技術についても、環境への影響を評価する手法を検討する。産総研国際戦略構想に沿い、アジア環境エネルギーパートナーシップを構築する。

[重点課題3] 都市域最終処分量削減技術の開発

都市域における廃棄物最終処分量の削減に向け、資源の循環・再利用を増進する技術を開発する。小型電気電子製品を主な対象とし、高度選択粉碎、多素材同時分離回収、多元素同時抽出/採取/除去、

有価物再生などの工程から成るプロセスを開発する。また、このリサイクル技術システムについてエネルギー消費、コストパフォーマンス、社会受容性を含めた、地域社会への適合性を評価する手法を開発する。

[重点課題4] 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価

京都議定書の第2約束期間（2013年以降）をも視野に入れ、温暖化関連物質に関して将来排出シナリオ、環境影響評価、削減効果の科学的検証および国際的活動への貢献を行う。フィールド観測に基づく温暖化物質の挙動の定量的解明、CO₂など地球温暖化関連物質の大気、海洋、植生圏での循環モデルに基づいて、陸域生態系及び海洋での炭素吸収・放出量評価手法を開発する。当部門が先導する逆問題解法に基づいて CO₂放出・抑制シナリオや排出抑制効果の評価・監視手法を開発する。また、二酸化炭素海洋隔離に対しては、現場観測と室内実験を実施し、海洋循環モデル・生態系モデルと組み合わせた評価を行う。また、メタン、亜酸化窒素等の温暖化気体の海洋中動態を調査し、将来の海洋環境変化や海洋利用に対する評価手法を開発する。国内外との研究協力を通して成果の相互利用と標準化などを行う。

外部資金

経済産業省 技術振興課委託費 平成21年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係わるもの）

- 「臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析」
- 「有害試薬フリー・オンサイト水質モニタリング装置の開発」
- 「1価銅イオンを利用した銅リサイクルプロセスの実用化へ向けた研究」
- 「大気汚染モデル高精度化のための沈着過程組込みに必要な物理化学定数の測定に関する研究」
- 「PFOS/PFOA 前駆体物質の分離・無害化反応システムの開発」
- 「分子内プロトン移転と錯形成を吸着原理とする新規ホウ素回収剤の開発」
- 「親生物気体の同時連続測定による生態系監視技術の開発」
- 「アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費 平成21年度試験研究調査委託費（環境技術開発等推進費に係わるもの）

- 「外場援用システム触媒による持続発展可能な VOC 排出抑制技術に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費 産業技術研究開発委託費 基準認証事業

- 「光触媒材料のバイオフィルム抑制効果評価方法に関する標準化」

経済産業省 平成21年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）

- 「表面剥離粉碎特性評価装置の実証評価」
- 「低温機能新型触媒を用いた VOC 除去装置の実証研究」
- 「農業用マイクロナノバブル製造装置の開発」

経済産業省 平成21年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型一折紙付き）

- 「小規模煙道向けダスト濃度計の開発」
- 「廃電被覆材を利用したプラスチック成形機用洗浄剤の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

- 「省水型・環境調和型水循環プロジェクト／水循環要素技術開発／有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発」
- 「ナノ粒子特性評価手法の研究開発 キャラクターゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」
- 「革新的部材産業創出プログラム 新産業創造高度部材基盤技術開発 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業

- 「触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術の開発」
- 「低コスト省エネルギー型太陽電池用 Si 製造方法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金

- 「健康影響が懸念される PM2.5 粒子状物質のわが国風上域での動態把握」
- 「固液界面での分子ダイナミクスに基づく電気化学的な自己報告型遺伝子検出デバイス」
- 「温室効果期待の発生・吸収源の高精度分離評価を旨とした同位体連続観測手法の開発」
- 「ロジウム抽出剤開発のための金属抽出挙動及び溶液錯体構造解析」
- 「海洋における真の密度測定」
- 「硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物からの硫化物の溶出抑制機構」

「複雑地形地におけるフラックス観測の代表性と広域化に関する研究」
「西部北太平洋域における炭素同位体観測による黒色炭素粒子にの発生源寄与・広域分布評価」
「熱水反応に基づく燃料電池用フッ素ポリマー膜材料の非焼却分解システム」
「希少金属回収を目的とする廃小型電子機器の高度識別分離・選択粉碎システム」
「バクテリア氷核タンパク質と昆虫不凍タンパク質の類似性および相違性の計算科学研究」
「生理特性から捉える細菌群集の海洋物質循環過程における役割」
「シグナル・オン型電気化学センシング法による高感度遺伝子センサ」
「X線励起による金属酸化物表面の高度親水化現象の機構解明と応用」
「希土類金属リサイクルのための溶媒抽出分離モデルの開発」
「非分散型溶媒抽出法による廃蛍光管からの希土類金属の回収」
「感性バイオセンサの開発（分担金）」
「物理気相蒸着法により作成したガス吸着膜の特性（分担金）」
「タワー観測のネットワーク化による東南アジアの大気（分担金）」
「海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物（分担金）」

独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発促進プログラム

「マイクロ・ナノバブル技術を活用した半導体ウエハ、治工具の洗浄技術開発」
「超分子電気化学に基づく高感度遺伝子センサアレイチップの開発」

環境省 平成21年度廃棄物処理等科学研究費補助金

「廃棄物系バイオマスと熱硬化性樹脂の共処理による有用資源の回収（分担金）」
「溶融炭酸塩を用いた使用済み電子機器からのレアメタルの回収（分担金）」
「循環型社会ビジョン実現に向けた技術システムの評価モデル構築（分担金）」
「溶融塩および合金隔膜を用いた廃棄物からの希土類金属分離（分担金）」

その他（文部科学省経由）

平成21年度地球観測技術等調査研究委託事業
「海洋二酸化炭素センサー開発と観測基盤構築」
平成21年度地球観測技術等調査研究委託事業

「SKYNET サイトにおけるエアロゾル直接観測のサンプリング・計測システムの統一」

その他（独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）

平成21年度海底熱水鉱床採鉱技術開発等調査（製錬技術分野）に係る選鉱技術の検討
平成21年度海底熱水鉱床採鉱技術開発等調査（製錬技術分野）に係るケミカルリーチング適応性検討

その他（鉄鋼業環境保全技術開発基金）

「環境および生態影響評価のための亜鉛等重金属の高感度精密形態分析法の開発」
「酸素安定同位体比測定による森林生態系における炭素循環の解明」
「バイオマス由来溶媒を用いた使用済み電気電子機器からの資源」
「富栄養化内湾堆積物からの硫化物溶出抑制機構」

その他（住友財団）

2009年度環境研究助成
「一般・産業廃棄物中に含まれるPFOS関連の安全性評価」

その他（財団法人造水促進センター）

省水型・環境調和型水循環プロジェクト
「1,4-ジオキサンの分解特性に関する研究開発」

その他（財団法人とくしま産業振興機構）

平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業
「繊維加工工程において排出される新規なVOC低減・回収技術の開発」

その他（財団法人有機質資源再生センター）請負

「熱分解ガスの分析」

その他（社団法人日本ファインセラミックス協会）請負

「可視光応答型光触媒の標準試料の作製および光源の効果の検討」

発表：誌上発表152件、口頭発表319件、その他59件

計測技術研究グループ

(Measurement Technology Research Group)

研究グループ長：鳥村 政基

(つくば西)

概要：

従来の環境計測技術にバイオ・ナノ技術を融合させた次世代環境診断技術を開発するため、その基盤となる分析装置、センサ類の試作と性能評価を実施する。

平成21年度は、1) 毒物センサでは光合成毒物センサを高度化するために、用いる生物素子の生物学的機能と毒物応答機構の関係について考察した。有害試薬フリー・オンサイト水質モニタリング装置の開発ではヒ素の検出感度を向上させ、ヒ素モニタリング装置を構築した。2) キャピラリー電気泳動法による微生物の分離技術においては、試料注入法の改良により高分離を達成した。質量分析法による微生物同定ではクラスター解析手法により株レベルでの識別精度を上げ、微生物 MALDI スペクトルのデータベース構築へ向けたデータの蓄積を図った。3) ICP 質量分析装置を用いたヒ素リスク評価のためのヒ素の高感度化学形態分析法を確立した。また、環境および生体影響評価のための亜鉛等重金属の高感度精密形態分析法の基本技術を確立した。8連アレイスポットを発展させ、二次元アレイ状にピッチ可変可能な24連アレイスポットを開発し、これを利用した遺伝子センサアレイチップの作製を行い、配列選択的な遺伝子検出を実証した。4) 高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定システムを開発した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目6

粒子計測研究グループ

(Particle Measurement Research Group)

研究グループ長：遠藤 茂寿

(つくば西、つくば中央第5)

概要：

環境に多大な影響を及ぼす微粒子状汚染物質によるリスクの削減を図るため、当グループでは微粒子状物質の計測術、及び排出抑制技の開発・高度化を行なうと共に、国内・国際標準化、規格化を目指す。そのため、排出削減が進まない塗装工場における揮発性有機化合物や粒子状物質の排出抑制技術の開発を行う。発生源ダストの低濃度化などに対応したダスト濃度の自動計測法の標準化を目指し、機器校正法や現場クロスチェック法について検討し、標準化のための基礎的データベースを収集する。広範囲にわたる小規模煙道中のダスト濃度の連続測定用として中小企業により開発された濃度計の性能を評価し実用化を検証するとともに、ダスト濃度計の標準化や PM_{2.5}連続測定に資するデータを収集する。また、ナノサイズ粒子の環境や生体への影響を適切に試験・評価するための基礎技術として、液相ナノ粒子分散系の調製法、及び評価手法を確立するとともに、有害性評価試験で使用可能な液相ナノ粒子分散系試料の作成・提供を行うことで、ナノ粒子の適切なリスク評価法の確立に貢献する。更に、多機能な無機多孔体を創製することを目的として、優

れた断熱性を有する微粒子分散無機ナノファイバーの調製方法を確立する。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目7、テーマ題目8

未規制物質研究グループ

(Potential Pollutants Group)

研究グループ長：堀 久男

(つくば西)

概要：

ペルフルオロオクタン酸 (PFOA) 等のペルフルオロカルボン酸類や、ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 等のペルフルオロアルキルスルホン酸類およびそれらの誘導体は界面活性剤として使用されてきたが、近年その環境残留性や生体蓄積性が懸念されている。我々はその環境対策の指針の構築のために必要な環境分析法の開発、環境動態の解明、分解・無害化反応の開発に取り組んでいる。21年度は、これらの開発と動態解明に引き続き取り組んだ。その他、開発したノニルフェノール (NP) 異性体分析法 (日本規格協会による邦訳「水質 - ノニルフェノールの異性体別の定量-固相抽出 (SPE) 及びガスクロマトグラフ/質量分析法」) が ISO 国際標準 (ISO24293) として正式に発行された (発行日：2009年7月15日)。この方法は飲料水、排水、地下水、表層水 (河川水・海水等) 中の NP 各異性体 (1.0ng/L~100ng/L) と総量 (10ng/L~200ng/L：適切な希釈操作によりこれ以上の高濃度試料や排水 (100ng/L~50,000ng/L) にも適用可能) の定量に適用される。

研究テーマ：テーマ題目9

環境分子科学研究グループ

(Environmental Molecular Science Group)

研究グループ長：脇坂 昭弘

(つくば西)

概要：

気相・液相における分子間相互作用、クラスター生成過程、粒子 (エアロゾル) 生成過程に関する物理・化学的研究法を確立し、環境中の化学物質の挙動を実験的に解明するため、以下の研究に取り組んだ。

1. 工業ナノ粒子の環境中動態解析に関する研究：

代表的な工業ナノ粒子 (フラーレン (C₆₀)) の暴露評価モデルの構築に必要な物性パラメータ (凝集・拡散特性) を模擬チャンバー実験により取得した。

2. 分子科学的手法による環境計測技術の開発：

液相クラスター質量分析法、マトリックス単離赤外分光法、キャピティリングダウン分光法、粒子計測法の高感度化により、液相及び気相のクラスター及び微小液滴の計測技術について研究した。これに

より、環境中の化学物質の挙動、及び分離・精製・回収等の化学工学的プロセスについて分子科学的研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目10

光利用研究グループ

(Photoenergy Application Group)

研究グループ長：根岸 信彰

(つくば西)

概要：

有害化学物質リスク削減を目的として、1) 大気及び水中の環境汚染物質・有害化学物質の光分解除去技術の開発、2) ナノ粒子の暴露影響評価手法の開発、3) 光触媒材料の性能試験方法の標準化を行う。1)については、大気及び水中から有害汚染物質を除去する光触媒技術開発を行った。気相中有機リン化合物の除去では、光触媒表面での酸化分解機構の解明に成功し、水中有機リン化合物の除去では、有機リン酸まで酸化され、 TiO_2 による吸着除去が可能であることを見いだした。一方、エチレンガスの高効率処理用装置用システムの開発にも成功した。また、既存光触媒に代わるグラファイト状窒化炭素光触媒の開発を開始した。2)については、 NiO ナノ粒子は DMPO を酸化して DMPOX を生成することから、溶解による酸化還元反応が進行していることを見出した。3)については、可視光応答型光触媒の性能評価試験方法に関しては、標準試料を産総研で一括して作製し、表記事業の各WGに提供した。また、光触媒材料のバイオフィーム抑制効果評価法に関する標準化に関しては、昨年度までに産総研で確立した手順に基づいて各研究機関でラウンドロビンテストを行った。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目

11

励起化学研究グループ

(Excited State Chemistry Group)

研究グループ長：尾形 敦

(つくば西)

概要：

(1)揮発性有機化合物の分解については、低温プラズマと触媒を複合化した手法に最適な触媒の探索、ならびに相乗効果の解明を行った。特に、二段式手法で有効なオゾン分解用触媒の高度化を目指し、 Fe 、 Ni 、 Ag 、 Co 、 Mn/ZSM-5 を用いて有効活性金属種の検討を行った。その結果、 Ag/ZSM-5 は蟻酸の生成を抑制し、高い CO_2 選択率を示すことから、 Mn 系触媒だけでなく Ag 系触媒もオゾン分解触媒として有望であることが明らかになった。また、一段式手法の基礎的知見として、触媒表面におけるプラズマの生成は、部分放電と触媒表面上で進展する表面ストリー

マの二つのモードで構成されていることを明らかにした。

(2)有害化学物質の人体への影響評価に資する赤外円二色性(VCD)立体配座解析装置の開発については、単純計算で19,000個もの基底状態にある最適化立体配座構造をとりうる殺虫剤マラチオンの解析方法の検討を行い、絶対配置決定に必要な液相中の存在比の大きい立体配座構造を導き出す手法に立体配座コードを組み合わせ、解析法の高度化を進めた。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目12

吸着分解研究グループ

(Adsorption and Decomposition Technology Research Group)

研究グループ長：菊川 伸行

(つくば西)

概要：

当グループは、吸着技術や分解技術を駆使してVOCや廃プラスチック等による環境負荷を低減するための革新的な技術やシステムの開発を目指している。

1)大気環境のリスク削減に関する研究

主にVOCの新規吸着回収技術に取り組み、高周波等のスチームレス脱離技術について実用化のための要素技術の高度化を行う。また、そのための新規吸着剤の創製に関しては、高いVOC吸着能と大きな吸脱着速度とを兼ね備えたシリカ系多孔体の、実用化を視野に入れた性能向上を図るとともに多孔質シリカ膜等を創製する。さらに、大気圧低温プラズマやマイクロ波等の物理的な外場を利用した排ガス処理技術についての基礎データを取得する。平成21年度は、ロッド状及びプレート状シリカ多孔体に関し、メソチャンネルが0.5ミクロン以下で粒子断面の長さとの比が0.1~1未満のロッド状形態を有する比表面積600~1000 m^2/g のシリカ粒子群が得られた。VOC吸脱着挙動を破過曲線及び拡散反射IR法により評価し、簡単な処理で繊維状シリカの細孔表面を疎水化できることやペレット化した吸着剤の吸脱離能が高いことを明らかにした。

2)プラスチックリサイクルに関する研究

都市域最終処分量削減をめざした分散型リサイクルシステム構築を目指し、分離技術(ハロゲン、金属、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等)の開発と装置化の研究、並びに単体分離された個別プラスチックリサイクル技術の高度化やバイオマスとの共存下でのリサイクル技術の開発を主要課題とし、各種溶媒を用いた可溶化法、熔融炭酸塩共存下でのガス化法、水平移動床方式熱分解法等の技術に基づいて研究を進める。また、培われたポテンシャルを活かして緊急な社会ニーズにも対応していく。平成21年度には、廃木材と溶媒から製造したタール中でエポキシ基板を可溶化し、この可溶化物を熱分解すると初期溶媒が再生できることを見

出した。また混合炭酸塩の組成によって水蒸気ガス化による水素生成速度が大きく影響されることを見出した。さらに廃プラスチックとバイオマスの共処理熱分解プロセスの基礎的検討や廃プラスチック由来のガス燃料を利用したアスベスト無害化のシステム化と実証運転を行った。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目18

浄化機能促進研究グループ

(Advanced Remediation Group)

研究グループ長：辰巳 憲司

(つくば西)

概 要：

有害化学物質リスク削減のため、当グループでは、省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究と、省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究を行っている。

1) 省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究では、自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術の開発を目指す。本年度は、多環芳香族化合物 (PAHs) の移動を促進させる移動促進剤としてカフェインが有効であることを明らかにした。また、鉛を吸収する植物のスクリーニングを開始した。

2) 省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究では、重金属を含むスラッジや有機汚泥の削減ができる廃水・廃液処理技術の確立を目指す。本年度は、これまで処理が困難であった無電解めっき液などの、COD 成分 (キレート剤) を大量に含む重金属廃液や排水を、低スラッジ量で効率よく処理する技術を開発するため、有機物の分解に効果があるフェントン酸化を中心に COD 成分の酸化分解について検討した。

研究テーマ：テーマ題目16

リサイクル基盤技術研究グループ

(Advanced Recycling Technology Research Group)

研究グループ長：大木 達也

(つくば西)

概 要：

資源安定確保及び環境保全の立場から、複合廃棄物あるいは使用済み製品である小型電気・電子機器等を対象とし、特に戦略的資源として位置づけられる希少金属の再生利用拡大のための技術開発を目指して研究を推進した。レアメタル等の希少資源の有効回収を図るとともに、有害物質の拡散防止、有価物の再生利用率増大による都市域最終処分量削減を実現する、環境低負荷・省エネルギー型コア技術として、コンパクトでユニバーサルなリサイクルプロセスの開発を推進してきた。都市鉱山モデル地域等

への導入を想定した、プリント基板から素子類を選択剥離する粉碎法、タンタルコンデンサ等の剥離した素子類を素子毎に選別する乾式選別プロセスの開発を推進した。また、過熱水蒸気利用技術では、電子機器筐体の塗装除去技術へ展開を図った。多様な素材が共存する粒子群を対象に、遠心場で高精度な湿式選別が可能なコロリセパレーターを開発、その分離精度を評価した。希土類蛍光体のリユースに関する研究では、表面汚れに関する洗浄過程に起因した種々の性能向上や回復効果について検討を進めた。

研究テーマ：テーマ題目4

金属リサイクル研究グループ

(Metals Recycling Group)

研究グループ長：田中 幹也

(つくば西)

概 要：

近年、途上国の急速な経済成長による金属資源の枯渇懸念や価格高騰、また国内での廃棄物処分場の逼迫を背景に、金属循環型社会の構築が重要課題となっている。当グループでは、これを実現するための技術の確立に貢献することを目指して、省エネルギー的で高選択的な金属分離回収技術の開発を行っている。特に、溶媒抽出法や電解採取法といった湿式プロセスを用いた二次資源や鉱石からの金属回収に関する新規プロセスを提案することを目指している。今年度は、アンモニア水溶液中の1価銅イオンを利用した省エネルギー型銅電解採取及び精製プロセス、アミド系化合物に着目した貴金属分離精製用抽出試薬開発、無電解ニックルめっき工程を対象とし抽出法を適用した排出抑制およびリサイクル技術、ネオジム磁石や蛍光体の廃棄物を対象とした希土類等レアメタルの回収等について研究した。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目17

大気環境評価研究グループ

(Atmospheric Environment Research Group)

研究グループ長：近藤 裕昭

(つくば西)

概 要：

大気環境評価研究グループでは、地表に近い大気中の物質の輸送過程を中心に研究を進めている。当研究グループでは二酸化炭素の大きなリザーバーの一つである陸域生態系の二酸化炭素の吸収量を測定する Eddy Covariance 法 (EC 法) を開発してきているが、EC 法と生態学的手法で求められる吸収量には違いが見られることが多く、その原因について十分理解されていない。今年度は EC 法で得られる観測値の空間的

代表性を調べるために、風洞実験と数値実験により有限長キャノピー内外における風・乱流分布のシミュレーションを行うとともに、岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林観測サイトで、上空の風の分布観測を実施した。また当サイトにおいて、二酸化炭素濃度およびフラックスについて継続的に観測およびデータの整理を行い、それぞれ WMO/GAW の WDCGG および AsiaFlux にデータ提供を行った。大気、土壤空気、土壤水、降水、葉内水、水蒸気の二酸化炭素及び水の安定同位体を継続して行い、酸素同位体の観測結果から、土壤呼吸、地上部呼吸の割合の季節変化を明らかにした。タイの熱帯林サイトにおいては、現地研究機関と協力して、長期観測維持のために測器の整備を行って観測を継続した。さらに国内研究機関と協力して、フラックス観測及び関連する気象観測に関するマニュアルを作成し公開を開始した。

研究テーマ：テーマ題目 5

地球環境評価研究グループ

(Global Environment Study Group)

研究グループ長：田口 彰一

(つくば西)

概要：

地球環境評価研究グループは、産業活動に伴い大気や海洋に排出される温室効果物質を含む環境負荷物質が自然界でどのように循環するかを明らかにし、それらの物質が環境に与える影響や想定される対策の効果を評価する手法を開発することにより政策策定の根拠とする資料を作成することを目的としている。平成21年度は二酸化炭素の循環過程の解明に向けて、海洋細菌の有機物分解特性および親生物元素を構成する主要有機化合物の分解活性について pH の影響を検討した。海底堆積物中の溶存硫化物の溶出抑制技術の開発と関連し生物電気化学的過程が溶出抑制に重要な役割を果たしている可能性を明らかにした。福江島と福岡大学で観測された PM_{2.5} から九州北部での高濃度が国外からの輸送によりもたらされる場合がある事を見いだした。

環境流体工学研究グループ

(Environmental Fluid Engineering Group)

研究グループ長：清野 文雄

(つくば西)

概要：

環境流体研究グループは、第2期中期目標期間において水環境を浄化・修復・保全する新しい水処理技術を実現するための基盤を確立することを目標としている。より具体的には、(1)シクロデキストリン等を利用した有害化学物質の吸着回収技術、(2)水素、触媒等を利用した還元無害化技術、ならびに(3)マイクロバブル、オゾン等を用いた酸化無害化技術をターゲット

トとして、それらの特性を徹底的に解明し、実用化技術の開発へ向けた基礎データを構築するものである。

有害化学物質の吸着回収技術の研究では、ホウ素吸着剤として天然有機物質を実験し、吸着性を調べたところ以下の知見を得た。①ホウ酸吸着実験 (pH5~6のホウ酸水溶液)において、吸着剤の中では、ペクチンが最もホウ素を吸着した。その値は0.38mg/gであった。②ホウ酸イオン吸着実験 (pH9~10のホウ酸水溶液)では、吸着剤の中では、高重合β-シクロデキストリンとグルテンが最もホウ素を吸着した。その値は共に0.28mg/gであった。③ペクチン、キトサン5はpH5~6のホウ酸水溶液では吸着するが、pH9~10のホウ酸水溶液では吸着量が減少した。また、高重合β-シクロデキストリン、でんぷん、β-1,3グルカン、グルテンはpH9~10のホウ酸水溶液では吸着するが、pH5~6のホウ酸水溶液では吸着量が減少した。

水素、触媒等を利用した還元無害化技術の研究では、CO₂ガスによりpHを4.5程度に調整し、Pd-Cuパイペル触媒約12gを多孔性樹脂繊維型触媒固定床に通水、循環するシステムを構築し(試料水量：約39L)、常温、140分で84ppmのNO₃を45ppm程度に分解することが可能となった。20ppmのNO₃は120分で0.5ppm以下に分解できた。NO₃除去効率率は試料水の通水流量とともに増大するが、H₂注入量については過大に注入した場合逆に減少し、最適な注入量があることが判った。通常の気泡とマイクロバブルでは性能に有意な差が無く、触媒へのH₂拡散・吸着過程が反応の律速段階では無いと考えられる。

マイクロバブル、オゾン等を用いた酸化無害化技術の研究では、染料溶液を用いて散気型および微細気泡型の接触塔でのオゾン処理を行い、気泡の微細化により時間当たりのオゾン溶解量は増加するが、オゾン消費量の観点からは反応促進が認められないことを明らかにした。

【テーマ題目1】環境診断技術の開発

【研究代表者】鳥村 政基 (計測技術研究グループ)

【研究担当者】青木 寛、田尾 博明、金 誠培

(職員4名、他1名)

【研究内容】

化学物質の規制強化に伴い、多数の物質の生体影響評価が必須となるため、膨大な数の生体影響試験を高速かつ分子レベルで解析するシステムの開発を推進する必要がある。安全安心な社会の実現に向けて、環境中に存在する化学物質やアレルゲン等の測定、及びこれらへの暴露によって引き起こされる体内の健康状態の変化をモニタリングすることができる迅速で信頼性の高い分析法が必要とされている。このため、高性能遺伝子プローブおよび高密度遺伝子センサアレイチップに基づく、実試料をターゲットとした遺伝子発現解析システムを構築する。

また、遺伝子組み換え技術と生物が持つ発光機能を融合することによる環境中や生体内の化学物質やホルモンを高感度にモニタリングする分析システムを開発する。本年度は、8連アレイスポットを発展させ、二次元アレイ状にピッチ可変可能な24連アレイスポットを開発し、これらアレイスポットを利用した遺伝子センサアレイチップの作製を行い、配列選択的な遺伝子検出を実証した。また、ストレスホルモンを検出するための分子プローブの開発を目指した。このため、発光酵素であるガウシアルシフェラーゼと、ストレスホルモンを認識するためのレセプターからなる、円順列置換プローブを開発した。このプローブは、ガウシアルシフェラーゼを二分割して二つの断片とした後、この断片の外部にストレスホルモンのレセプターとペプチドを挿入した形となっている。ストレスホルモンがあると、レセプターと結合し、レセプターの構造が変化してペプチドと結合するが、このときガウシアルシフェラーゼの再結合が起こって光を発するようになる。この発光強度とストレスホルモンの濃度の間には相関関係があるため、発光強度から濃度を求めることができる。この円順列置換プローブはたんぱく質であるので、遺伝子から合成することができる。各断片の遺伝子、レセプター、ペプチドの遺伝子を組み合わせ、最適な人工遺伝子を合成した後、遺伝子の運び屋であるプラスミドに入れ、これを真核細胞に導入して発現させてプローブを生合成させる。このプローブは真核細胞そのものをセンサとして用いることができた。さらに、このセンサ細胞を用いて、人尿サンプル中のストレスホルモンを検出することに成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】分子プローブ、ストレスホルモン、可視化、細胞

【テーマ題目2】化学物質排出実態調査に基づく最適対策技術の研究

【研究代表者】竹内 浩二(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】小暮 信之、小林 悟、佐野 泰三、小菅 勝典、尾形 敦、黒澤 茂、野田 和俊、長縄 竜一、愛澤 秀信、近藤 裕昭(常勤職員10名)

【研究内容】

揮発性有機化合物(VOC)の排出削減が進まない事業分野のケーススタディとして中小の塗装事業所を選定して、VOC や塗料ミスト・粉塵の排出実態を調査し、最適なVOC 対策技術を提案する。昨年度実施したそれらの排出実態調査を補足するため、ベンチュリー式塗装ブースで再度実態調査を行い、一連の調査結果をとりまとめた。また、実験室内に模擬塗装ブースを試作し、一般に使用されているスプレーガンから噴霧した塗料ミストの物性変化と被塗物でのミスト拡散状況について実験的に検証した。これらの基礎的データを基に、中小塗装事業所に

適するVOC 対策技術を検討した結果、従来のような塗装ブースから排気される高価格の全排ガス処理システムではなく、ブース内のVOC 濃度が最も高いスプレー噴霧直後の塗料ミストを少ない吸引流量で効率よく捕獲し、塗料ミスト・粉塵を分離した後、安価なVOC 処理装置を適用する斬新なVOC 処理プロセスの構築と、そのための塗料ミスト捕獲システム(ミストキャプチャーシステム)の開発が重要であるとの結論に達した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】揮発性有機化合物、VOC、塗料ミスト、塗料粉塵、塗装ブース、中小塗装事業所

【テーマ題目3】自然浄化機構強化型環境浄化技術に関する研究

【研究代表者】根岸 信彰(光利用研究グループ)

【研究担当者】佐野 泰三、平川 力、小岩 史子、西本 千郁、筒井 咲子(常勤職員3名、非常勤職員3名)

【研究内容】

水中に存在する有機リン等化学汚染物質の太陽光による処理を実施するため、その前段階として人工光源による各種有機リンの光触媒分解を行った。有機リンの光触媒分解では、中間体として有機リン酸を経由するが、この構造はTiO₂ 表面に強力に吸着する性質があることを見だし、有毒な有機リン及びその中間体成分を速やかに水中から除去する可能性を示すことができた。一方、光触媒の酸化活性向上のためにTiO₂ 表面原子欠陥の活用を提案しているが、表面酸素原子欠陥の存在によりN₂ ガスによりページされない酸素分子の存在を確認した。光照射による電子受容後の寿命は10分超と比較的長いことを見だし、反応性を示すラジカル特性が期待され、これらの現象は現段階において欠陥濃度に依存せず現れていたことを見いだした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒、太陽光、水処理、表面反応

【テーマ題目4】レアメタル等希少金属の高度資源循環技術開発の研究

【研究代表者】田中 幹也

(金属リサイクル研究グループ)

【研究担当者】大木 達也、日比野 俊行、古屋仲 茂樹、西須 佳宏、小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄、加茂 徹、小寺 洋一(常勤職員9名)

【研究内容】

先端的材料・製品に不可欠なレアメタル等の希少金属は、希少性・資源偏在性から資源制約が、また、散逸による環境制約が懸念されており、その資源循環システム構築は喫緊の課題である。本研究においては、多様な形

態を有するこれらの使用済み材料・製品や未利用資源からレアメタル等を安全で効率よく採取・回収・再生するための、地域に適合し、多様なニーズに対応可能なコンパクト、フレキシブル、ユニバーサルな高度資源循環技術の開発を行うことを目標とし、(1)物理的分離技術、(2)化学的精製技術、(3)プラスチック処理技術につき研究を行っている。

(1)物理的分離技術の開発においては、多種の金属が少量ずつ微細な状態で存在していることが特徴である使用済み小型家電を対象として研究を行った。すなわち、使用済み製品を適切に解砕する技術、そこから希少金属を含む特定の部品や素子を選別する技術については、別途、研究を推進しているところであるが、残された0.1 mm以下の微粒子群には、未だ多くの希少金属が含有しており、製品によってはこの粒群に希少金属が濃縮される例も少なくない。このような微粒子を対象とした場合、従来の選別機では1台当たり2〜3成分にしか選別できず、多種の金属を選別するには、設備の肥大化は避けられない。そこで、非常にコンパクトな装置で、微粒子を多成分同時に高精度分離可能なコロリセパレーターの開発を推進した。我々は既に、水中の遠心場でコロリ力を顕在化する革新的な分離方法を提案しているが、本研究では、その試作機を用いて選別精度を評価した。その結果、欧米の最新装置の5倍近い分離精度が得られ、ほぼ理論限界に近い精度を持つことが明らかになった。この装置は、さらに改良を進めることによって、希少金属の多素材同時分離プロセスに発展できると考えられる。

(2)化学的精製技術の開発においては、インジウムに対する新規抽出系開発のために、インジウム抽出メカニズムの解明をX線吸収微細構造法により行った。塩酸溶液中ではインジウムは6配位構造 $[\text{InCl}_x(\text{H}_2\text{O})_{6-x}]^{3-x}$ を示すが、トリオクチルアミンによる抽出錯体においては4配位構造 $[\text{InCl}_4]^-$ へと変化し、イオン対型の抽出メカニズムであることが示唆された。また、廃棄物等からタングステンを選択的に溶解する手法として熔融塩中での陽極溶解を検討し、条件によって非常に高い選択性と効率でタングステンを溶解できることを確認した。さらに、廃蛍光体に含まれるイットリウム、ユーロピウム、ランタン、テルビウムなどの希土類成分を湿式法により抽出が可能であることを明らかにした。

(3)プラスチック分離技術の開発においては、エポキシ樹脂製の電子基板をバイオマス由来のクレゾール系溶媒中常圧下250〜300°Cで30分程度加熱すると可溶化し、容易に有用金属やガラス繊維を回収できることを見出した。またエポキシ基板の可溶化生成物を764°Cで熱分解すると多くのクレゾール系誘導体が生成し、これらの生成物を循環溶媒として再生利用できることを見出した。さらに、混合炭酸塩共存下でエポキシ基板を水蒸気ガス化すると、有害な有機ハロゲン化合物を殆ど含まない水素が得られ、有用金属が容易に回収できることを確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] リサイクルプロセス、レアメタル、物理的分離、化学的分離、プラスチック処理

[テーマ題目5] 「GEO Grid」融合重点化研究・東アジア地域のGPPマッピング

[研究代表者] 前田 高尚
(大気環境評価研究グループ)

[研究担当者] 近藤 裕昭、村山 昌平
(常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

情報技術、地質情報、環境管理技術の各研究部門が共同で取り組む所内融合重点化研究課題「GEO Grid」のサブテーマ、情報分野と環境分野の横断的研究として実施した。東アジア各地で行われている陸域生態系における炭素収支(CO₂フラックス)の連続観測などから得られるデータを用いて、衛星による植生活性度の観測を校正し、東アジア域における広域的な一次生産量分布を求めるGISアプリケーションの開発を開始した。本年度は、初年度として、情報技術側に本構想や現地観測、観測値について理解を深めてもらうと共に、当グループが岐阜高山やタイで実施している長期連続観測データのGIS標準形式への対応と衛星観測による植生指数時系列との統合および可視化、回帰計算などをweb上のGUI上で行うソフトウェアの開発を行った。これを基礎として、次年度以降、他の機関や海外を含めた観測コミュニティとの連携を図りつつ、アジア地域に散在する数百か所、数十項目の現地観測データの処理、集積、流通の一元化、地域横断的あるいは観測項目横断的なデータ解析、衛星観測など広域をカバーする面的観測との統合を行う情報プラットフォームの構築を目指す。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] GEO Grid、環境情報、CO₂フラックス観測、陸域生態系、リモートセンシング

[テーマ題目6] 環境診断のための高感度モニタリング技術の開発

[研究代表者] 鳥村 政基 (計測技術研究グループ)

[研究担当者] 田尾 博明、長縄 竜一、佐藤 浩昭、中里 哲也、青木 寛、野田 和俊、愛澤 秀信 (職員5名、他5名)

[研究内容]

従来の環境計測技術にバイオ・ナノ技術を融合させた次世代環境診断技術を開発するため、その基盤となる分析装置やセンサ類の開発とその性能評価を実施する必要がある。水中の毒性量を評価する水質監視技術確立のため、毒物応答速度や再現性が悪い魚等を利用した既存システムに代わり、応答速度や分析誤差に優れた生物等の分子認識系を利用した毒物センサを開発しており、センサの長寿命化および簡便な再生・活性化法の検討を行っ

た。ヒ素の連続監視に関しては、従来法に比べ省エネルギーな前処理システムを構築し、ストリッピングボルタンメトリー技術と結合することで、測定試薬、測定試料の最小化が可能な連続測定システムを構築してきた。レジオネラ等の環境中有害微生物を迅速に検出するため、数十分以内で分析可能な電気泳動とマトリックス支援レーザー脱離イオン化法質量分析装置(MALDI-MS)を利用した分析技術についても開発を進めた。環境中の検出対象菌を選択的に検出する技術を改良し、30分以内での対象菌の染色と電気泳動分離・検出を達成した。また、MALDI-MS を利用した株レベルでの微生物の迅速識別では、汎用性・信頼性を高めるためのデータベースの整備と解析システム開発を行った。さらに、細胞内の分子形態や遺伝子発現を利用して、化学物質の有害性を評価するトキシコゲノミクスの分析法の確立を目的とし、高性能遺伝子プローブおよび高密度遺伝子センサアレイチップに基づく、遺伝子発現解析システムの構築を進めた。また、ナノ粒子の体内分布の測定では、ラット体内マルチウォールカーボンナノチューブの分析法を確立し、環境および生体影響評価のための亜鉛等重金属の高感度精密形態分析法の開発は基本技術を確立した。一方、かん水組成分析法も確立し、かん水調査やリチウム回収技術の評価した。石炭中微量成分の分析手法の規格化に資するデータ蓄積は、23炭種の微量元素濃度データを取得した。高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、水晶振動子センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、オゾン測定や VOC ガスのセンサとしての性能評価を進めた。

[テーマ題目7] 無機多孔体の複合化及び熱的物性評価に関する研究

[研究代表者] 遠藤 茂寿(粒子計測研究グループ)

[研究担当者] 工藤 るり子、林田 華枝
(常勤職員1名、他2名)

[研究内容]

無機多孔体を微粒子および/またはナノファイバーで被覆複合化することで、多機能な無機多孔体を創製することを目的とする。微粒子を分散した無機ナノファイバーを作製し、それを特異的な熱的な特性を有する無機複合材料に展開するための基礎的検討を行う。ここでは静電紡糸法による溶液化した原料を高電圧化で直径がサブミクロンあるいはそれ以下の微細なファイバーの調製を行った。ファイバー特性に及ぼす前駆体となる無機微粒子-高分子分散系の状態、静電紡糸条件について実験的に検討し、前駆体中での微粒子の分散状態がナノファイバーの形態に強く影響しており、良分散した懸濁液を用いることにより、ほぼ繊維状にそろった噴霧物を得ることができることがわかった。また、分散する高分子の濃度の最適値を得ることができた。素材としての応用を目指し、大容量のファイバーマットの作成方法についても検討し

た。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ナノファイバー、静電紡糸、無機微粒子-高分子分散系

[テーマ題目8] ダスト自動計測器の標準化に関する研究

[研究代表者] 小暮 信之(粒子計測研究グループ)

[研究担当者] 田中 敏文、瀬賀 八郎、石川 誠、
立花 祐介(常勤職員1名、他4名)

[研究内容]

各種発生源ダストの低濃度化や排出基準の遵守義務違反などから、今後益々ダスト濃度の連続測定と監視体制の強化が重要となり、信頼性の高い自動計測器の普及が強く望まれている。このため、まずは自動計測器の標準化が重要であると考えて、そのための機器性能試験に不可欠な試験粒子発生方法について検討した。選定した試験用粉体は、フライアッシュ(JIS-5種、10種)、関東ローム(7種、8種、11種)、タルク(4種、9種)、カーボンブラック(12種)の8種類で、ダストフィーダーからの粉体供給量あるいはダクト内の排ガス流量(流速)を変化させ、発生するダスト濃度との関係について調査した。この結果、微粒子(9種、10種、11種)ほど濃度の安定性や手分析法(JIS Z 8808)との相関が良く、低濃度領域での長期間の粒子発生も容易であることが示された。特に、校正用粒子としてほぼ球形である、広範囲の試験濃度の発生が可能、粉体の取り扱い性が容易であるという観点で、フライアッシュ10種が最も適していることが示された。一方、粗大粒子(4種、5種、7種)では、ダクト内で分散した後、重力沈降によって大粒子が分離されるなどで粒径分布が変化し、また超微粒子のカーボンブラック(12種)では、凝集性が強いために分散が悪く、取り扱いにくいなどで機器性能試験に適さないことも明らかになった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 低濃度ダスト、自動計測器、ダスト濃度計、連続測定、光散乱方式、試験用粉

[テーマ題目9] PFOS/PFOA 関連物質の環境分析法の開発、動態の解明と分解・無害化法の開発

[研究代表者] 堀 久男(未規制物質研究グループ)

[研究担当者] 山下 信義、谷保 佐知、瀬戸口 修、
小池 和英、忽那 周三、
村山 美沙子、石田 恭子(常勤職員6名、他2名)

[研究内容]

ペルフルオロオクタン酸(PFOA)等のペルフルオロカルボン酸類や、ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)等のペルフルオロアルキルスルホン酸類およびそれらの誘導体(PFOS/PFOA 関連物質)は界面活性剤等として使用されてきたが、近年その環境残留性や

生体蓄積性が懸念されている。我々はその環境対策の指針の構築のために必要な環境分析法の開発と標準化並びに環境分析の実施、および環境分析、室内実験、計算科学に基づく環境動態の解明、さらに資源の循環利用にも寄与できるような分解・無害化反応の開発に取り組んでいる。

21年度は昨年度までに達成した ISO 国際標準分析法「パーフルオロオクタンスルホン酸及びパーフルオロオクタンの定量 — 未ろ過試料の固相抽出及び液体クロマトグラフ/質量分析法」(ISO25101、2009年3月発行)を元にして、PFOS/PFOA 分析の国内工業標準(JIS)の原案作成に取り組んだ。精度管理試験(国内30機関が参加)をとりまとめ、JIS 草案の付属書となる基礎的データを得た。また、白鳳丸研究調査航海に参加し、海水、雨水、大気、底質試料等を包括的に採取した。これらは、大気および外洋での PFOS/PFOA 関連物質の挙動を明らかにするための貴重な試料となる。

室内実験では、炭素数2から8までの直鎖ペルフルオロカルボン酸類について相対速度法により室温における硫酸イオンラジカル(SO₄⁻)反応速度定数を決定した。SO₄⁻反応速度は、炭素数2の場合が最大で炭素数が4以上でほぼ一定であった。SO₄⁻環境濃度の推定値から雲中のペルフルオロカルボン酸類の大気寿命を見積もり、SO₄⁻反応がペルフルオロカルボン酸類の有意な除去過程とならないと推定した。一方、ペルフルオロカルボン酸を環境中二次生成することが指摘されているフルオロアルコール類の大気酸化反応中間体であるペルフルオロアルデヒド類について、OH ラジカル気相反応の分岐比を計算化学により推算し、文献で報告されている室内実験結果を実際の大気反応に適用する場合の課題等を示した。

さらに、PFOS/PFOA 代替物質としての導入が進みつつある物質について高効率にフッ化物イオンまで分解、すなわち無機化できる反応システムを探索した。その結果、ペルフルオロエーテルカルボン酸類はペルオキシ二硫酸イオンを用いた温水反応(約80°C)で、ペルフルオロアルキルエーテルスルホン酸類は酸素ガスを共存させた亜臨界水反応でフッ化物イオンまで効果的に無機化することに成功した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] PFOA、PFOS、標準化、環境動態、分解・無害化反応

[テーマ題目10] クラスタ、ナノ粒子計測技術に関する研究

[研究代表者] 脇坂 昭弘
(環境分子科学研究グループ)

[研究担当者] 伊藤 文之、小原 ひとみ、岩上 透、中川 美樹(常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

化学物質の特性をクラスターレベル及びナノ粒子レベルの構造に基づいて解明し、化学物質による環境負荷の予測と低減に寄与するため、以下の研究を行った。

1. フラーレンの気中粒子化過程の計測

工業ナノ粒子の環境中挙動を解明し、その暴露評価モデルを構築するため、代表的な工業ナノ粒子のフラーレン(C60)について、気相の凝集・拡散特性をフローチャンバー実験によって解析する研究を行った。フラーレンを600°C以上で昇華させ、キャリアガス(窒素)でフローチャンバーにフラーレンを分散し、フローチャンバー内のフラーレンの粒子化過程を粒径分布計測実験によって解析した。昇華したフラーレンのフローチャンバー内の飛行距離と飛行速度、及びフラーレンの放出温度によって凝集・拡散特性が変化する様子を走査型モビリティ粒径計測装置により計測した。昇華によってチャンバー内に放出されたフラーレンがフローチャンバー内飛行中に凝集し、50-60 nm から100nm に極大を示す分布に変化することが明らかになった。これらの結果を基に、フラーレンの凝集・拡散パラメータを決定し、環境中挙動モデルを構築した。

2. 高分解能分光法による化学物質の計測

環境負荷物質の不均一反応に関する知見を得ることを目指して、高分解能分光法による分子クラスターの構造解析に関する研究を行った。キャビティリングダウン分光法およびマトリックス単離赤外分光法を用いて、環境負荷物質のハロゲン化炭化水素と水分子が形成するクラスターの検出実験を行い、計算化学的手法を援用して、これらのクラスターの構造解析を行った。

3. 液相クラスター構造と液体物性の関係に関する研究

溶液中の分子間相互作用を反映したクラスターを計測するために開発した質量分析法を用いて、アルコール、ジオール等の有機溶媒と水との二成分混合溶液のクラスター構造を詳細に検討した。その結果、これら二成分混合溶液の気液平衡特性が液相のクラスター構造と密接な関係があることを見出した。これは共沸蒸留法及び超音波霧化分離法によるアルコール精製・回収技術、及び水の蒸発特性の制御に関する貴重な情報となった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] フラーレン、ナノ粒子、クラスター、高分解能分光、共沸、アルコール

[テーマ題目11] グラファイト状活性炭素の構造制御による次世代型光触媒材料

[研究代表者] 佐野 泰三(光利用研究グループ)

[研究担当者] 筒井 咲子、根岸 信彰
(常勤職員2名、非常勤職員1名)

[研究内容]

酸化チタン微粒子は空気浄化やセルフクリーニング機能を発揮する光触媒として幅広く研究されているが、屋内のような紫外光の少ない環境では、光触媒作用が十分

に現れない。屋内での使用を念頭に置き、可視光に応答する光触媒の開発を進めており、本研究課題ではグラファイト状窒化炭素を用いた光触媒材料開発を行った。含窒素有機化合物を高温で凝集させる方法でグラファイト状窒化炭素は容易に得られ、可視光を吸収することが確認されたが、そのままでは光触媒活性に乏しかった。そこで、グラファイト状窒化炭素を微細化し、比表面積を増大させる手法を開発した。得られた大比表面積の窒化炭素は可視光照射下で NO_x やアセトアルデヒド、トルエン等の VOC を酸化分解できることを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】グラファイト状窒化炭素、可視光応答型光触媒、空気浄化、VOC

【テーマ題目12】VOCの高効率分解に関する研究

【研究代表者】尾形 敦（励起化学研究グループ）

【研究担当者】菅澤 正己、金 賢夏、高岡 光枝
（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本研究では、高効率 VOC 分解手法の開発を目指し、プラズマと触媒を複合させたシステムの開発、ならびにその協奏効果の解明を行う。特に、プラズマと触媒を二段（オゾン利用）で複合する方式と一段で複合する方式では、有効な触媒が異なることから、それぞれの手法に最適な触媒の開発が重要である。

二段式手法については、同触媒として優れた金属活性種を絞り込むために、Fe、Ni、Ag、Co、Mn をゼオライトの1種である ZSM-5 のペレットに担持した触媒を用いて 100 °C でトルエンのオゾン分解反応を行った。その結果、トルエンの分解活性は触媒上の金属種と共存オゾン濃度に依存することが分かった。Ag/ZSM-5 は Mn/ZSM-5 と比較してトルエンの転化率は低かったものの、他の金属種と比べると同等かそれ以上に高く、また他の金属種で観測された蟻酸の生成を抑制し、いずれの金属種よりも高い CO₂ 選択率を示した。これらの結果から、Mn 系触媒だけでなく Ag 系触媒もオゾンを用いた VOC 分解触媒として有望であると判断した。また、一定量のトルエンを分解するのに要するオゾン量を少なくするためには、共存オゾン濃度を 1500 ppm 以下にすることが望ましいことが明らかになった。

そこで、Ag を活性種とした触媒を新たに調製（Ag/USY、Ag/Al₂O₃、Ag/SiO₂、Ag/14D、Ag/15E、Ag/16F、Ag/Zr Fiber、Zr Fiber、Ag/mica 他）し、従来型触媒（Mn/USY、Cu-Cr/Al₂O₃）との比較・検討を行った。これらの触媒を用いて 1000 ppm のオゾンの下、200 ppm のトルエンの分解を 100 °C で行った。その結果、新たに開発したシリカナノリアクター（14D、15E、16F、Zr Fiber）の中に、Mn/USY（これまでの最高性能）には劣るが、トルエン分解に優れた活性を持つ触媒を見いだした。

一段式手法については、吸着と酸素プラズマによる吸着 VOC の分解を交互に用いるサイクルシステムに最適な触媒材料開発を進めてきた。触媒の評価パラメータとしては、吸着能力と酸素プラズマ中における触媒活性の評価には性能向上係数を用いた。金属触媒としては、粒径 10 nm 以下のナノサイズの銅（Cu）をゼオライトに担持すると、性能向上係数では銀より 5～20 程度低いものの、ゼオライト単独よりは酸素プラズマ中における触媒活性が大幅に向上することが分かった。銅担持ゼオライト触媒上における放電プラズマの進展様子を「光学顕微鏡-ICCD カメラ」を用い観察を行った結果、ゼオライトのみに比べプラズマが広い面積に広がっていることが分かった。また、触媒表面におけるプラズマの生成は、部分放電と触媒表面上で進展する表面ストリーマの二つのモードで構成されていることを明らかにし、活性金属種のナノ粒子の担持は主に表面ストリーマに大きく影響することを明らかにした。また、放電プラズマが発生している触媒表面における温度分布を赤外線カメラを用いて計測した結果、プラズマが発生している領域の温度上昇は数°C 程度であり、プラズマによる発熱の影響は大きくないことを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】揮発性有機化合物（VOC）、触媒、吸着剤、低温プラズマ、酸素プラズマ、オゾン分解触媒、濃縮、分解

【テーマ題目13】シリカ多孔体の形態制御と用途開発

【研究代表者】小菅 勝典（吸着分解研究グループ）

【研究担当者】菊川 伸行（職員2名）

【研究内容】

球状シリカ多孔体については、前年度に引き続き、大量合成法を目的とし、粒子生成過程に関し工学的側面から詳細な検討を行っている。併せて、ガス相、溶液相からの有害あるいは有価物の選択的吸着・脱着能に関する評価を行い、応用展開を目指した基礎研究を継続中である。繊維状シリカ多孔体については従来どおり秘密保持契約に基づくサンプル供給と評価試験を実施し、用途開発に向け情報収集を行っている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】シリカ多孔体、形態制御、繊維状、球状、大量合成

【テーマ題目14】廃棄物系バイオマスと熱硬化樹脂の共処理による有用資源の回収

【研究代表者】加茂 徹（吸着分解研究グループ）

【研究担当者】安田 肇、中込 秀樹、鄒 卓喬、
中尾 和久、足立 真理子
（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

プリント基板には、金・銅等の金属の他にパラジウム

等のレアメタルが多く含まれている。これらの金属類は電子製品を製造する上で不可欠な元素で需要が急速に増加しているが、可採埋蔵量は少なく廃電子機器から回収される再生資源は、将来、重要な供給源になると考えられている。廃木材等の廃棄物系バイオマスは主に発電燃料として利用されているが、本技術を用いればバイオマス固有の化学構造を生かしてプリント基板や FRP 廃材の可溶化溶媒として利用することができ、しかも可溶化物を化学原料あるいはエネルギー資源へ転換すれば貴重なバイオマス資源をより効率的に利用することが可能になる。熱硬化性樹脂を可溶化するには、これまで超臨界などの特殊な反応場を用いなければならなかったが、本研究グループではエポキシ基板を木材の乾留タール中で可溶してできることを見出した。H21年度では、クレゾール等の溶媒中で杉を加熱処理して得られるタール中でエポキシ基板を可溶化し、生成した可溶化物を熱分解するとクレゾール系溶媒が再生でき、溶媒を循環して利用できることを見出した。本法は全ての操作が常圧下で行われるため、従来法に比べて飛躍的に高い実用性を有している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、可溶化、廃電子機器、熱硬化性樹脂、バイオマス

【テーマ題目15】バイオマス由来溶媒を用いた使用済み電気電子機器からの資源

【研究代表者】加茂 徹（吸着分解研究グループ）

【研究担当者】中尾 和久、鄒 卓喬
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

電気電子機器には貴金属の他に電子製品を製造する上で不可欠な希少金属等も多く含まれており、使用済み電気電子機器から有用資源を分離回収することは今後の重要な課題である。エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂は加熱しても大部分が固体残渣となるため、これまで再生利用することは困難であった。提案者らは最近、杉の乾留タール中でエポキシ樹脂を加熱処理すると常圧下で可溶化できることを見出し、特許を出願した。本研究ではこの新しい知見に基づき、使用済みの電気電子機器や FRP 廃材から金や希少金属等の有用な資源を分離回収すると共に、製鉄で製品の品質を著しく低下させる銅等の共存物質を除去し、有機成分をコークス炉化学原料化法の原料として利用する技術を開発する。H21年度では、杉とクレゾール系溶媒から製造したタール中でエポキシ基板を加熱すると樹脂部の大部分が溶けて銅など金属やガラス繊維が容易に分離できることを見出した。また、エポキシ基板の可溶化物を764℃で急速熱分解するとクレゾール誘導体を主成分とする液体と僅かな残渣が生成し、これらの液体生成物を循環溶媒として再利用すると共に残渣をコークス原料として利用できることを見出した。

本研究ではバイオマスを単にエネルギー源として利用するのではなく、その化学構造を利用して化学原料化するもので、バイオマスの高度利用技術の開発を目指している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、可溶化、廃電子機器、熱硬化性樹脂、バイオマス、コークス

【テーマ題目16】浄化機能促進技術に関する研究

【研究代表者】辰巳 憲司

（浄化機能促進研究グループ）

【研究担当者】市川 廣保、飯村 洋介、和田 慎二、ロナルド ナバロ（職員3名、他2名）

【研究内容】

自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術を開発するため、重金属や POPs に代表される疎水性有機汚染物質のファイトレメディエーションやバイオレメディエーションによる浄化を促進させる技術を開発することを目指す。このため、疎水性有機汚染物質の移動を促進させる物質の探索、およびその効果の検証を行った。本年度は、多環芳香族化合物（PAHs）の移動を促進させる移動促進剤としてカフェインが有効であることを明らかにした。また、鉛を吸収する植物のスクリーニングを開始した。

1) 多環芳香族化合物の新規移動促進剤

これまでに、DNA、シクロデキストリン、界面活性剤による PAHs の可溶化、PAHs 汚染土壌からの抽出・再利用、さらには抽出液中の PAHs の微生物分解について検討を行い、DNA が優れた性能を有することを示してきた。さらに、DNA をファイトエクストラクションに適用するためには、長鎖 DNA ではなく、ヌクレオチドや塩基のような小さな基質が必要であることを明らかにした。これらの結果から、ヌクレオチドと同様の骨格を持つカフェインについて検討した結果、PAHs 可溶化促進剤としてカフェインが特に有用であり、カフェインの PAHs 溶解度は DNA の2倍以上であることを明らかにした。また、カフェインを用いて PAHs 汚染土壌から PAHs を抽出することが可能であることを示した。この PAHs 抽出液をヘキサン処理することにより、カフェインを回収・再使用することができることを実証し、より低コストの処理法を提案した。

2) 植物による重金属汚染土壌の浄化

改正土壌汚染対策法の施行を受け、今後必要とされる現位置型浄化の対象として優先度の高い汚染物質を選定した。特定第二種化合物の指定区域における汚染超過事例は、六価クロムと鉛が同程度に多く、次いでシアン、砒素が半数程度に多い。一方、指定区域以外では状況は大きく変わり、鉛が突出し（2千件）、次いで砒素が多く（1千件）、六価クロム、シアンの順に件数がある。この原因は、指定区域では特定第二種化合物として十分認識

して扱っており、そのため汚染原因行為についても特定できている。指定区域外で鉛が突出しているのは、鉛としての認識がなく使ってしまったため（塗料、油、ハンダ（RoHS 指令前））であり、そのためか汚染原因行為が殆ど不明である。今後、自主的な調査が増えることから、この傾向は強くなり、意図しない、認識しない鉛汚染が顕在化することが推測される。

以上の理由から、鉛を吸収するとの報告があるソバナなど10科15種以上の植物を対象に、実汚染土壌を用いたスクリーニングを開始した。このスクリーニングは、汚染浄化の発注を受けた操業中の工場一画（約50m²）も利用して行っている。また、これまでに開発した新品種（レメディアール）をこの汚染地の浄化にも利用しているが、鉛をはじめとする重金属により高度に汚染された状況にもかかわらず、開発品種は耐環境性能が著しく高いため、共存する VOC をものともせず旺盛な生育をみせることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】DNA、カフェイン、重金属、鉛、多環芳香族化合物、バイオレメディエーション、ファイトレメディエーション

【テーマ題目17】湿式製錬法の手法を適用した廃棄物からの希少金属の分離回収

【研究代表者】田中 幹也
(金属リサイクル研究グループ)

【研究担当者】小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄
(常勤職員 4名)

【研究内容】

ネオジム磁石は非常に磁力が強く、ハードディスクドライブやハイブリッド自動車等のモータ、MRI、音響機器などの先端技術製品に使用されている。本研究では、これら製品の廃棄中にあるジスプロシウムやネオジウムを効率的に回収するプロセスを研究している。

(1) 希土類元素の選択溶解技術の開発

ネオジム-鉄-ホウ素系磁石のリサイクルに関し、焙焼条件が生成物に及ぼす影響、100℃以下における浸出特性に関する検討結果およびネオジム-鉄-ホウ素系磁石に施されたニッケルめっきを除去するために、チオシアン酸塩を使用した浸出結果について調べた。焙焼温度に関しては500℃以上では酸化鉄の生成が確認され、900℃においては酸化鉄に加えて複合酸化物の生成を示す結果が得られた。浸出実験では、0.01 mol/L の塩酸水溶液では比較的良好な選択性が得られた。また焙焼温度が高くなるほど選択性は増加した。また、銅イオンを含むチオシアン酸水溶液を用いた場合、磁石表面のニッケルを選択的に浸出・除去できることがわかった。

(2) 希土類元素間相互分離のための溶媒抽出プロセスの開発

希土類磁石スクラップの焙焼-酸浸出後の溶液から、

ネオジムとジスプロシウムを、抽出剤として2-ethylhexylphosphonic acid mono-2-ethylhexyl ester (EHPNA)を用いた溶媒抽出法により分離回収するプロセスを構築するための基礎的検討を行い、以下の結果を得た。

a. イオン強度一定法により、硝酸溶液からのネオジムとジスプロシウムの抽出平衡を調べた。抽出錯体としてREL3・3HLを仮定し、抽出剤の非理想性をAlstad法により補正することによって高い精度(log K_{ex}としての標準偏差0.16以内)で抽出平衡定数を求めることができた。ただし、HLはEHPNA分子を表す。

b. 上記 a で求めた抽出平衡定数を用いて、ネオジムとジスプロシウムの混合塩化物溶液からの抽出挙動および有機相からの両金属の剥離挙動を定量的に説明することができた。これにより、今後両金属の最適分離条件を探索するにあたっては、数値シミュレーションを利用し大幅な効率化を図ることが可能となった。

c. 抽出速度の差を利用したネオジムとプラセオジウムの相互分離の可能性を調べるため、酸の種類および抽出時間を変えて実験を行った。その結果、硝酸、塩酸、硫酸のいずれの系においても両金属間に抽出速度の差は認められず、速度差による相互分離は難しいことがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】磁石リサイクル、希土類金属、溶媒抽出、ジスプロシウム、ネオジム

【テーマ題目18】プラスチック廃棄物の資源化方法と装置開発

【研究代表者】小寺 洋一 (吸着分解研究グループ)

【研究担当者】小寺 洋一 (職員1名)

【研究内容】

(目標): 1. 有機系廃棄物の資源化手法の高度化を行う。2. 各種プラスチック含有廃棄物の資源化システムの概要や仕様をもとに知識ベースを構築する。3. 廃プラスチック資源化の評価手法を構築する。

(年度進捗状況): 1. 廃プラスチック資源化製品の用途も考慮に入れた資源化プロセスとして、アスベスト付着プラスチック廃棄物のガス化と得られた燃料ガスを使用したアスベスト無害化プロセスを開発した。アスベスト剥離工事では、アスベスト含有建材以上にかさ高いポリエチレンを主体とするプラスチック製シートや防護服が排出される。これを対象にガス化の基礎実験を実施した。また、企業と共同で循環移動床方式熱分解装置によるガス化と得られたガスによるアスベスト無害化が可能であることを実証した。

2. これまでに手がけた燃料化技術開発および企業連携の成果をもとに、廃プラスチックの組成や性状に整合した資源化技術を知識ベースとしてまとめ、技術の選択に際してのガイドラインを作成した。3. 廃プラスチック資源化の評価手法として、環境・事業性・社会経済の各

分野にわたる評価項目をまとめた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃プラスチック、資源化、燃料化、技術評価

⑨【環境化学技術研究部門】

(Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry)

(存続期間：2004.5.1～)

研究部門長：中岩 勝

副研究部門長：原谷 賢治、柳下 宏

主幹研究員：大森 隆夫、佐藤 一彦

所在地：つくば中央第5、つくば西、関西センター

人員：63名(61名)

経費：1,147,336千円(552,090千円)

概要：

1. ミッションと目標

科学技術の発展は人類に夢を与え、産業技術の進歩は人類の生活を豊かにしてきた。一方、技術の進歩により活発化した人類の生産及び消費活動がもたらす環境負荷は加速度的に増大し、現在では環境容量を越える危険性を示している。このような状況においては、産業技術の研究開発は持続発展可能な社会構築を目指して行われるべきである。

本研究部門では、持続発展社会を実現するために、1)環境負荷物質排出の最小化、2)エネルギー効率の向上及び温室効果ガスの排出量削減、3)有限資源から循環型資源への原材料転換、の3つの技術目標を掲げ、分離・合成・転換等の化学及び化学工学の展開が大きな役割を果たす産業技術の研究開発を進めている。上記目標に対する最終ゴールは、循環型資源から環境負荷となる廃棄物を生み出すことなく、また最小のエネルギー使用量で選択的に目的製品を製造する技術の開発と考えられる。

一方、現在の産業技術体系は膨大な既存の開発技術の蓄積に基づいており、その技術転換には莫大なコストと長期にわたる新技術導入期間が不可欠となっている。本研究部門では、短・中期的には既存産業の環境負荷低減及びエネルギー効率向上に関する技術の研究開発を行い、長期的には上記の最終ゴールを目指す画期的な産業技術の研究開発を行うことをバランス良く進めたいと考えている。

2. 研究の概要

産総研環境・エネルギー分野の戦略目標である「環境効率最大の化学技術の開発により、高い国

際競争力を持つ低環境負荷型化学産業の創出をめざす」に挙げられた研究開発課題の達成を目標とし、また本研究部門が産総研最大の化学技術分野の研究者の集団であることに鑑み、「産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発」、「有害化学物質リスク対策技術の研究開発」、「産業部門消費エネルギー低減のための化学技術の研究開発」の各課題の達成に向けて、本研究部門のポテンシャルを十分に活用した研究開発を行っている。

具体的には、下記の4課題を重点研究課題として選定し実施している。

- ①生物由来原料を用いる化学製品・製造技術
- ②副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術
- ③分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術
- ④環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

このうち①～③は、外部資金を活用しながら運営費交付金も重点投資し、先行的な研究開発を進めている。④については、わが国産業の根幹となる部材産業強化に貢献できる課題について、民間企業との連携を構築しつつ取り組んでいる。

昨今の社会・経済情勢の変化により次の2点が本研究部門の研究開発方針に影響を及ぼしている。

- 1)中長期的に\$30～\$40/bbl程度で安定すると考えられていた原油価格は、急騰・下落等の乱高下を繰り返しているが、ピークオイル論の影響等も加わり今後も不安定な状況が続く。
- 2)二酸化炭素等による地球温暖化問題が顕在化し、省エネルギー技術の普及とともに循環型資源・エネルギーへの転換加速がより強く求められている。

これらの変化により、本研究部門の①～④の重点課題のうち、①については化学製品原料の石油資源からバイオマスへの転換技術実現の加速が求められる状況となっている。バイオベース材料については、民間企業との協力を視野に入れつつ研究開発の重点化・加速化を図っている。また③については、京都議定書の第1約束期間以降の目標値策定に寄与する省エネルギー技術の確立・導入加速が求められる状況となっている。従って、新規膜材料に限ることなく、実用化時期とその規模を見据えつつ、大幅な省エネルギーが可能な分離・精製技術の研究開発を加速していく。

3. 体制・運営

1) 体制・運営に関する工夫・努力

本研究部門は、総勢で200名以上の研究員を有する研究ユニットであり、そのため研究グループ長を一次管理者、研究部門長を二次管理者とする二

階層による組織管理・運営を基本としている。研究グループ内の予算配分及び管理、スペース・勤務時間・リスク管理、研究課題設定、外部資金への応募等については、研究グループ長が一次管理者として判断を行う。研究部門長は研究グループ長の一次判断を重視しつつ、スタッフである副研究部門長・主幹研究員・事務マネージャーの意見を聞きながら最終決定を行う。研究部門長は研究グループ間の調整を行うのみならず、産総研内の他研究ユニット及び産総研外の組織と研究グループとの関係についても総括責任者として調整する。副研究部門長及び主幹研究員はこれを補佐する。以上のように、部門長を中心とするラインとスタッフの役割分担と責任の所在を明確化することにより、円滑な部門の運営を図っている。

2) 本格研究の考え方

本研究部門における多くの研究は、第二種基礎研究すなわち既知の知識の融合・適用によって社会・産業ニーズに応えようとする研究と位置付けられる。ただし第二種基礎研究の中でも、論文・特許等の目に見えるアウトプットが得られやすく、開発研究からやや距離を置いた研究にとどまることがあり、これを防ぐとともに産業界への技術移転を速やかに進めるために、本研究部門では第二種基礎研究における上流から下流まで、すなわち第二種基礎研究のシーズから開発研究の導入部までを実施するように務めている。より基礎よりの第一種基礎研究についても、第二種基礎研究を実施中にしばしば得られる未知現象の原理解明を中心として、真に新たな技術シーズにつながる可能性のある課題については研究実施を推奨している。

3) ユニット間連携の推進

環境・エネルギー分野に限らず、産総研内全研究ユニットとの連携を積極的に推進することを基本方針としている。研究ユニット間の連携は自然発生的に生まれ育つとは限らないことから、研究者に有用と考えられる他研究ユニットの情報を周知することに務め、ユニット間連携を促している。特に、ともにグリーン・サステイナブルケミストリーに関わる研究開発を担うコンパクト化学プロセス研究センターとは、シンポジウムの共催や合同研究交流会等の機会を積極的に設けている。また、バイオテクノロジーと化学技術の分野融合による研究開発の推進を目的として、ゲノムファクトリー研究部門及び生物機能工学研究部門等との交流を進めている。

4) 産学連携・知的財産・成果普及・広報についての考え方

本研究部門では、産総研研究者のオリジナルな成果を核とした技術の研究開発及びその展開を最も

高い優先度で推進している。このような課題の研究実施に当たっては、基本特許となるべき発明を単独で行うことを優先し、強固な知的財産権を確立した後に、共同研究等を通じて技術移転や産業化を進めたいと考えている。一方、集中的研究実施体制が効果的と考えられる社会・産業ニーズの大きい課題については、早期の段階から国家プロジェクトあるいは資金提供を受けた研究コンソーシアム等を通じた共同研究体制により、加速的に研究開発を推進する。この場合、技術シーズすべてが産総研オリジナルでないケースも想定されるが、産総研のミッションが産業技術向上への貢献であることを踏まえ、さらなる知的財産権の獲得を目指しつつ、技術展開における中核的な役割を果たしていく。個別ニーズに応える産業技術の研究開発課題については、競争関係にある民間企業との適切な関係を保ちつつ、早期の技術完成を目指した受託研究・共同研究を推進する。

経済のグローバル化は研究開発にも多大な影響を及ぼしつつある。すなわち、研究開発においても原料供給国との協力関係を早期に確立するとともに、共同研究等を通じた効率的な研究開発の推進が強く求められている。本研究部門では、原料転換によって新たな化学原料供給国となることが予想されるタイ・ベトナム・マレーシア等との関係を強化するとともに、化学分野のポテンシャルが高い中国やインド等とも積極的な交流を図り、さらに OECD 諸国についても産総研包括協定を軸とした交流を図ることを考えている。

成果普及並びに広報については、ナショナルイノベーションシステムにおける産総研の役割を認識し、学界にとどまらず広く社会や産業界を対象として積極的な対応を心がけている。特に、産総研が主として公的資金からなる総予算規模約1,000億円の大組織であることを踏まえ、社会的責任を果たす観点からも成果の幅広い普及や一般への広報活動には積極的に関与している。

外部資金：

- ・経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費 難燃性エアコン接続配管システムの性能実証研究および安全基準づくり
- ・経済産業省 平成21年度基準認証研究開発委託費 国際標準共同研究開発事業 生分解性プラスチックの微生物嫌気分解試験方法に関する標準化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー使用合理化技術実用化開発 コプロダクション設計手法

- 開発と設計支援ツールの研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
革新的部材産業創出プログラム 新産業創造高度部材
基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム 革
新的マイクロ反応場利用部材技術開発
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発 実用的
な性能評価、安全基準の構築「ノンフロン型省エネ冷
凍空調システム開発」の実用的な運転モード及び評価
手法ならびに安全基準の構築
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等
高効率転換技術開発（先導技術開発） バイオポリオ
レフィン等のバイオマス由来度の測定・試験方法の研
究開発
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
新エネルギー技術研究開発 グリーン・サステイナブ
ルケミカルプロセス基盤技術開発 革新的酸化プロセ
ス基盤技術開発
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
新エネルギー技術研究開発 省エネルギー革新技术開
発事業 先導研究 次世代分離プロセス用カーボン膜
モジュールの研究開発
 - ・文部科学省 科学研究費補助金（若手 B） 有価物回
収型排水処理技術の基盤となる細菌硫黄飢餓応答機構
の解析
 - ・文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究 B） キレ
ート型ケイ素配位子を持つ遷移金属錯体の合成および
触媒としての応用
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業 ホスホロイル基の高分子骨格
への直接導入による有機材料の耐燃化
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業 耐熱性・耐衝撃性に優れたバ
イオベース ABS 代替材料の開発とリサイクル特性評
価
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業 環境先進型界面活性剤の製
造・利用技術の高度化
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業 グリセリン誘導体を基幹プロ
ックとした高機能化学品生産プロセスの開発
 - ・独立行政法人科学技術振興機構 CREST モデル触
媒の in-situ 表面解析
 - ・独立行政法人科学技術振興機構 研究成果最適展開支
援事業 可能性発掘タイプ(シーズ顕在化) 化学的
アプローチによるセルロースからの乳酸合成技術の顕
在化
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業 マイクロ波を駆動源とするバ
イオベースポリマーの高効率製造技術開発
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
産業技術研究助成事業 電場印加液相プロセスによる
規則性メソ多孔体の三次元集積化・高機能モジュール
化技術の開発
 - ・独立行政法人科学技術振興機構 良いシーズをつなぐ
知の連携システム（つなぐしくみ） 均一系酸化オス
ミウム触媒の新規設計
 - ・独立行政法人日本原子力研究開発機構 マイクロ波加
熱による誘電特性に関する研究
 - ・環境省 地球環境保全等試験研究費 電子機器用ガラ
ス廃棄時における有害元素の長期浸出評価
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト 革
新的断熱技術開発 次世代断熱発泡剤の研究開発
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等
高効率転換技術開発（先導技術開発） 膜分離プロセ
ス促進型アルコール生産技術の研究開発
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等
高効率転換技術開発（先導技術開発） セルロース系
バイオマスエタノールからプロピレンを製造するプロ
セス開発
 - ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
新エネルギー技術研究開発 省水型・環境調和型水循
環プロジェクト 水循環要素技術開発 革新的膜分離
技術の開発 分離膜の細孔計測技術の開発及び標準化

に向けた性能評価手法の開発

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
固体高分子型燃料電池実用化戦略的技術開発 要素技術開発 高濃度 CO 耐性アノード触媒
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
ナノテク・部材イノベーションプログラム・環境安心イノベーションプログラム 希少金属代替材料開発プロジェクト 蛍光体向けテルビウム・ユーロピウム使用量低減技術開発及び代替材料開発 高速合成・評価法による蛍光ランプ用蛍光体向け Tb、Eu 低減技術の開発

発表：誌上発表140件、口頭発表308件、その他54件

精密有機反応制御グループ

(Organic Reaction Control Group)

研究グループ長：島田 茂

(つくば中央第5)

概要：

21世紀の化学産業を地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と選択性向上が求められている。当グループでは、触媒技術や反応場技術によるプロセスの改善を行うとともに、高機能新素材の開発へ向けた研究を行っている。特に過酸化水素によるクリーンな酸化技術、ピスマス化合物を利用する高選択合成技術、二酸化炭素を原料とするヒドロホルミル化技術、ハロゲンフリー複素環合成技術、マイクロ波を用いる高効率合成技術、ケイ素系高機能新素材の開発技術、官能基化ポリオレフィン合成技術について研究開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

精密有機反応制御グループ第2

(Organic Reaction Development Group)

研究グループ長：韓 立彪

(つくば中央第5)

概要：

高機能性化合物は、ハイテク産業を支える鍵物質である。当グループでは、非炭素元素資源の有効利用とより機能性の高い材料の創出を目指して、各種機能性ヘテロ元素化合物の省エネ・省資源・環境保全型合成法の開発から、含ヘテロ元素機能性材料の試作まで一貫した研究を行っている。具体的には、触媒手法を用いるイオウ・リン化合物の高効率合成と含リン・イオウ材料の開発、各種のホウ素・ケイ素系ポリマーの開

発とマイクロ波化学反応を利用した効率的な化学変換の研究開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

分子触媒グループ

(Molecular Catalysis Group)

研究グループ長：安田 弘之

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、化学プロセスにおける廃棄物のさらなる低減、エネルギー効率の一層の向上、循環型資源への原材料転換を実現するために、触媒技術を核とした効率的かつ環境に優しい有機合成プロセス技術の開発を目指している。特に分子触媒について、その回収リサイクルを重視し、無機多孔体や有機ポリマーへの固定化等について検討を行っている。合成目標としては基礎化学品もその範疇とするが、ファインケミカルズを重視している。研究を進めるにあたってのキーワードは、高効率（高活性・高選択性）、低環境負荷（高原子効率・ノンハロゲン）、再生可能資源（二酸化炭素利用）等である。具体的には、選択水素化・酸化・エステル化・炭素-炭素結合生成など種々の有用反応に対する新たな高効率触媒系の開発、規則性メソ多孔体や dendrimer への分子触媒の固定化、二酸化炭素を原料とする炭酸エステル合成等に取り組んでいる。また、基盤技術として固体 NMR による触媒の精密構造解析や有機無機複合材料合成の新規手法開発にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

固体触媒グループ

(Heterogeneous Catalysis Group)

研究グループ長：藤谷 忠博

(つくば西)

概要：

物質循環型社会の実現のためには、炭素資源や鉱物資源など、多様な資源の確保とその有効利用が不可欠である。そのため、バイオマス資源や再生可能資源等を原料とする化学品製造プロセスの構築に向けた技術の高度化が必要とされている。当グループでは、バイオマスを原料とする化学品製造プロセスに必要な触媒による化学変換の技術開発を行っている。特に、バイオアルコールからプロピレンへの化学変換用高性能触媒の開発を行っている。また、プロピレン合成プロセス設計のための種々の基礎データを取得している。さらに、表面科学的手法等の高度な *in situ* 計測・分析技術も駆使しながら、実用化に向けた触媒の高性能化を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 1

膜分離プロセスグループ

(Membrane Separation Processes Research Group)

研究グループ長：原 重樹

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、膜素材の合成から製膜・評価技術の確立そして膜応用プロセスの開発まで、膜分離の基礎から応用にわたる基盤研究を一貫して行うことにより、膜利用高効率エコ・プロセスの構築に貢献することを目的としている。具体的ターゲットを環境及びエネルギー関係の分野に定め、プロセス設計計算をもとにして新規膜素材の探索・合成、膜透過・分離機構の解析評価研究、プロセスの評価解析の検討を行っている。今年度は、省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために、パラジウム (Pd) 系膜を用いた耐久性に優れた膜モジュールを開発し、水素精製装置を試作した。さらに Pd 自立薄膜製造技術の向上及び非 Pd 系アモルファス合金膜の開発を進め、金属膜評価手法についても新たな提案を行った。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、ポリフェニレンオキシド誘導体を前駆体としたカーボン膜数千本を束ねた膜モジュールの作製に挑戦し、当初の目標を大きく超える有効膜面積1m²規模で高選択性を維持した実用型膜モジュールの開発に成功した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

化学システムグループ

(Energy-Efficient Chemical Systems Group)

研究グループ長：遠藤 明

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、化学システムの省エネルギー化や環境負荷低減化の分野において、物質の構造制御等のミクロな材料技術から化学プロセス全体を見渡すシステム技術までを一体化して捉え、持続発展可能な社会の構築に資する研究を展開し、得られた成果を適切な形で社会・産業界に発信している。具体的には、シリカやカーボン等のメソ多孔性材料を利用したシステムにおいて、空調の省エネ化や大気・水の汚染処理や不純物除去等の応用を見据えた研究を展開するとともに、システム化技術として高効率反応分離プロセス及びエネルギー物質併産 (コプロダクション) プロセスについての研究を、プロセス強化の観点から進めている。これらの研究を通じて、二酸化炭素排出抑制等の地球環境問題の解決並びに化学産業等の国際競争力強化に貢献したいと考えている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目

3

バイオケミカルグループ

(Bio-Chemical Processes Group)

研究グループ長：榊 啓二

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、バイオマス等未利用資源の積極的な活用を目的として、各種の生物・化学プロセスを活用した高付加価値製品の開発技術等に取り組むとともに、低環境負荷型反応分離プロセスの構築を目指した要素技術の検討を幅広く行っている。具体的には、環境適合性と機能性を併せ持つ新しい材料であるバイオサーファクタントの各種産業分野への応用を目指し、酵素や微生物を利用した製造技術の高度化や用途開拓等を進めている。また、バイオディーゼル燃料の製造等において副生する粗グリセリンを原料として、微生物によるバイオサーファクタントの量産技術及びグリセリン誘導体の生産技術の開発を行っている。さらに、バイオアルコールを低濃度発酵液から効率的に分離するための要素技術として、アルコール選択透過性を有する高性能シリカライト膜の開発、及び発酵と膜分離を同時に行う発酵プロセスの開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

循環型高分子グループ

(Renewable Plastics Research Group)

研究グループ長：国岡 正雄

(つくば中央第5)

概要：

持続可能な循環型社会システムに適合した、原料を石油に限定することなく、未利用の再生可能原料 (バイオマス・農業廃棄物等) からリサイクル可能な循環型高分子を開発している。その製造のための環境適合型プロセス、利用が促進されるような高機能な性能を持つバイオプラスチック、バイオマスからの効率的な生産法、及びその基盤技術を開発している。環境に負荷を与えない廃棄物処理としての生分解・再資源化についても併せて検討している。具体的な研究テーマは次の通り。1) 循環型高分子材料の利用促進のために、化学的手法を用いて熱的・機械的性質や機能に優れた循環型高分子を開発する。2) 環境適合技術及びその関連技術を利用し、実用化等に関して実際にその製品に関連している企業とともに効率的生産法を開発する。3) アジアに豊富に存在するバイオマスを、当該諸国と連携しながら日本の技術を使い循環型化成品及び高分子に転換する技術を開発する。4) 上記の循環型高分子の日本製製品の世界市場への投入促進のために、日本発の循環型高分子に関わる国際規格の原案作りを行う。

研究テーマ：テーマ題目1

フッ素化合物グループ

(Fluorocompound Group)

研究グループ長：田村 正則

(つくば中央第5)

概要：

フッ素化合物は他の元素からでは得られない特別な性質を有し、この性質を有効に利用することで安全性が高く環境負荷の低い材料を開発することが可能である。当グループでは、持続可能社会構築に向けてこのフッ素の特性を利用し、総合的な評価に基づいた低環境負荷型材料の開発を目指している。この目的の達成のために、材料開発に必要となるフッ素化合物の合成技術、環境負荷が低くかつ安全な材料の開発に必要な環境影響評価及び燃焼性評価に関する研究開発を行っている。具体的には、二酸化炭素を基準とせず、さらに気候との関連を考えた温暖化評価手法など温暖化の総合的評価・予測手法の開発を行うとともに、新規冷媒化合物の安全性評価としての燃焼限界及び燃焼速度の測定を行っている。また、発泡剤開発に向けて、環境影響評価、燃焼性評価、特性評価、及び合成法の検討を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 4

高機能ガラスグループ

(Advanced Glass Group)

研究グループ長：赤井 智子

(関西センター)

概要：

世界的に廃棄物問題が深刻になるなか、容器・家電・自動車に使用されるガラスのリサイクル率向上、並びに有害金属の代替技術を始めとする環境対応技術開発は急務となっている。当グループでは、ガラスを廃棄した場合の有害物の長期浸出評価、ガラスからの金属脱離技術の開発、新規な有害物質代替ガラス等の低環境負荷型ガラスの開発を行っている。また、省エネルギーに資する材料技術の開発も近年非常に重要となっており、照明・ディスプレイの省エネルギー化・省資源化を目的として、多孔質ガラスなどを利用したガラス蛍光材料、及び照明効率を向上させるガラス管材料の開発を行っている。さらに、蓄光材料とガラスをブレンドした高効率化の検討なども行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4

〔テーマ題目 1〕生物由来原料を用いる化学製品製造技術

〔研究代表者〕 榊 啓二 (バイオケミカルグループ)

〔研究担当者〕 榊 啓二、国岡 正雄、田口 洋一、廣瀬 重雄、船橋 正弘、大石 晃広、田口 和宏、竹内 和彦、長畑 律子、大内 秋比古、八木 久彰、池上 徹、根岸 秀之、羽部 浩、北本 大、井村 知弘、森田 友岳、福岡 徳馬、

藤谷 忠博、高橋 厚、伊達 正和、中村 功、三村 直樹、大森 隆夫、山本 拓司、原谷 賢治、吉宗 美紀
(常勤職員27名、他27名)

〔研究内容〕

原材料転換並びに既存化学品に由来する環境負荷の低減を目指し、高機能かつ量産可能なバイオベースマテリアルを開発する。具体的には、バイオマス由来の環境適合型界面活性剤であるバイオサーファクタントの製造法の高度化とその各種分野における用途開拓を行う。また、基幹化学物質として有用な低級アルコールの膜分離技術、及び C2~C4のバイオ基幹物質の製造・利用技術を開発する。さらに、バイオベースプラスチックの高機能化を目指した研究開発を行うとともに、国際標準規格の提案に向けたデータ収集を行う。

(バイオマス化学体系の構築)

バイオサーファクタント製造技術の高度化を目指して、バイオサーファクタントを生産するための鍵となる遺伝子・酵素(糖転移酵素・脂肪酸転移酵素など)を取得した。また、多様なバイオマス原料に対応可能な新しいタイプの生産菌を利用して、油脂加工やバイオディーゼル製造から副生する粗グリセリンあるいは糖質系バイオマスであるサトウキビ(ショ糖などの糖類)から、高収率でバイオサーファクタントを生産することに成功した。さらに、バイオサーファクタントの化粧品素材としての機能性評価と用途開拓を進め、スキンケア・ヘアケア化粧品素材(保湿剤や毛髪補修剤など)への製品化につなげた。

アルコール選択性シリカライト膜の高性能化のために、分離膜支持体である多孔質ステンレス基板の表面状態に応じて、種となる結晶の塗布量を制御するとともに、水熱合成ゲル調製時の温度と時間を厳密に管理することが極めて重要な因子であることを明らかにした。このような条件下で製膜されたシリカライト膜は、0.5~1%ブタノール水溶液を供給液とする浸透気化分離において、これまでの報告をはるかに上回るブタノール選択性を示したことから、低濃度発酵ブタノール濃縮プロセスへの適用が有効であると考えられる。

将来有望なバイオ基幹モデル物質であるグリセリン酸の製造プロセスについて効率化を図った結果、原料のグリセリン供給方法を工夫することで、これまで6日間で92g/Lだった生産量が3日間で106g/Lとなり、反応時間を半分に短縮することに成功した。また、グリセリン酸の分離に電気透析を適用した結果、短時間で約9割の目的外物質を除去しながら、同時にグリセリン酸を濃縮することに成功した。

発酵アルコールからエチレン・プロピレン等の低級オレフィン製造するプロセス開発を目指し、オレフィンを長時間安定的に合成できる新規触媒を開発した。また、ベンチプラント設計に必要な動力学データを取得するた

め、10kg/日のエタノールを処理できるマイクロ装置を製作し運転を開始した。さらに、触媒反応で生成する硫黄系不純物を同定し、その吸着除去に適する吸着剤の選定を行った。

(バイオベースプラスチックの高機能化)

バイオマス由来のフルフラールからポリブチレンサクシネート (PBS) のモノマーであるコハク酸や1,4-ブタンジオールを合成することができた。また、PBS にセルロースアセテート誘導体を少量混合することにより、機械的物性を改善でき、生分解性を制御できた。国際標準規格に基づく生分解性評価法に用いる材料の調製方法を ISO の年次大会で新規提案し、ISO 化に向けて審議を継続している。また、バイオベース材料のバイオマス度の測定方法に関しても、国際標準規格の新規提案のために、バイオプラスチックに関わる樹脂や添加剤及びその複合体に関する多くのデータを収集した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、バイオベースプラスチック、ポリエステル、バイオサーファクタント、バイオアルコール

【テーマ題目2】副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術

【研究代表者】安田 弘之 (分子触媒グループ)

【研究担当者】安田 弘之、佐藤 一彦、清水 政男、今 喜裕、小林 敏明、島田 茂、内丸 祐子、韓 立彪、富永 健一、今野 英雄、杉山 順一、山下 浩、佐賀 勇太、萩原 英昭、坂倉 俊康、高橋 利和、藤田 賢一、小野澤 俊也、崔 準哲、竹中 康将、深谷 訓久、遠藤 明、片岡 祥 (常勤職員23名、他20名)

【研究内容】

21世紀の化学産業を地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と選択性向上が求められている。本テーマでは、触媒技術や反応場技術によりプロセスの改善を行うとともに、高機能新素材の開発へ向けた研究を行う。

触媒技術によるプロセス改善では、ハロゲンフリーな過酸化水素酸化技術において、易加水分解性基質を高選択的にエポキシ化する従来よりも安価な触媒技術を開発した。ビスマス化合物に関しては、ビスマスービスマス結合を持つ反応剤を用い、ラジカル反応による新規有機ビスマス化合物製造法を開発した。銅触媒を用い空気による新酸化反応を開発し、ハロゲン化合物を出発原料としないリン化合物の新合成法を開発した。二酸化炭素を

原料とするヒドロホルミル化反応が、実際の機能性化学品合成に応用可能であることを実証した。

さらに、従来法では塩素ガスのような取り扱いが困難な試薬や高価な反応試薬を用いて合成されていた工業用抗菌剤を、効率よく合成する新規な方法を開発した。オキシラン類と二酸化硫黄との反応による環状硫酸エステル類の合成について、有効かつリサイクル使用可能な触媒を開発した。分子触媒をシリカ表面に強固に固定化できる多点結合型リンカーの改良を進め、鈴木カップリング反応において、収率80%程度で金属成分のリーチングを ICP 発光分析で定量下限値以下 (参考値で 0.6ppm) まで抑えた触媒の開発に成功した。

アルミニウム含有メソポーラスシリカの優れた触媒効果は、その規則性細孔構造に由来することを明らかにした。シリカ-アルミナ系触媒の固体 NMR による構造解析の新しい手法として、 $^1\text{H}-^{27}\text{Al}$ FSLG HETCOR が有効であることを示した。シリカ表面の有機官能基化による有機無機複合材料の合成に、安定なアリールシラン類が利用できることを見出した。二酸化炭素とアルコールからの脱水型炭酸ジアルキル合成において、脱水剤であるアセタールの構造最適化に成功した。硫酸等の液状強酸や、白金・金・パラジウム等の高価な貴金属化合物を触媒あるいは等量反応剤として用いてきたオレフィンとカルボン酸の付加によるエステル合成反応について、安価かつ繰り返し使用可能な鉄触媒を微量用いるだけで収率よく進行することを見出した。さらにこの反応の応用として、求核剤に末端アセチレン類を用いることにより、炭素-炭素結合の簡便な構築が可能であることを見出した。しかも、従来技術では反応してしまうことの多かった、炭素-臭素結合をそのまま残すことができた。オレフィンのジヒドロキシル化反応に有効で、かつ磁石により触媒の回収・再利用が簡便に可能なマグネタイトを支持体とした酸化オスミウム触媒を開発した。

反応場技術によるプロセス改善としては、マイクロ波を用いる有機 EL イリジウム錯体の合成において、塩基としてアミンの添加効果を検討し、シクロメタル化反応が促進されることを見出した。また、複素誘電率の解析から、位相遅れと緩和時間の温度相関を明らかにした。プローブ反射法により、反応系の温度上昇に対応できる誘電特性データを拡充した。誘電損失が大きい原料・溶媒と多孔質固体触媒を用いたマイクロ波利用協奏的反應場により、炭素-炭素結合生成を伴う高効率芳香環修飾反応を開発した。メソポーラスシリカを固定化したマイクロリアクターに酵素を担持し、エステル交換反応を行い動作の実証と反応工学的な解析を行った。

高機能新素材の開発研究としては、水酸基含有ポリプロピレン材料の詳細な高次構造解析を行い、特異的な物性発現機構に関する知見を得ることができた。ケイ素またはホウ素を含有する低極性モノマーを用いて重合反応の改良を行った結果、耐熱性や加工性だけではなく、低

誘電性（電氣的絶縁性）にも優れたケイ素またはホウ素含有ハイブリッド材料を合成することができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】選択酸化、ヘテロ元素化合物、金属錯体、マイクロリアクター、マイクロ波化学合成、ナノ空孔材料、固定化触媒、二酸化炭素

【テーマ題目3】分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術

【研究代表者】原 重樹（膜分離プロセスグループ）

【研究担当者】原 重樹、原谷 賢治、中岩 勝、藤原 一郎、向田 雅一、須田 洋幸、吉宗 美紀、大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、片岡 祥、榊 啓二、池上 徹、根岸 秀之（常勤職員14名、他20名）

【研究内容】

省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために、水素を効率よく分離するパラジウム（Pd）系膜と、低コスト化を目指した非 Pd 系膜を開発する。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、空気から酸素を効率よく分離する膜の開発も行う。環境汚染物質処理技術については、新規ほう素吸着剤の開発を行う。産業部門消費エネルギー低減のために、デシカント空調機用の規則性ナノ多孔体について、その除湿性能の省エネ性を検討する。コプロダクション技術については、評価ソフトウェアの改良版を開発する。

（分離膜を利用した省エネルギー気体製造プロセス技術）

Pd 膜に関しては、実用型水素精製モジュールの開発を進めている。長期耐久性試験、急激な圧力変化、起動停止の繰り返し試験などを行い、それらに耐えるオールメタル製膜モジュールを開発した。さらに、膜モジュールを組み込んだ出口水素量 $0.7\text{Nm}^3/\text{h}$ の水素精製装置を試作した。また、厚さ $10\mu\text{m}$ 以下のパラジウム自立薄膜の製造技術を向上させ、これまでより一桁面積の広い 10cm^2 の膜で水素精製が可能であることを確認した。非 Pd 系膜については、アモルファスのジルコニウム-ニッケル合金膜における添加元素の効果を明らかにして材料探索を進めることで、 $4.2\text{ml}/(\text{cm}^2\text{min})$ の透過速度を有する膜を開発した。また、膜そのものが有する透過係数の評価には、新たな評価法の開発が必要であることを明らかにした。その過程で、金属膜の透過特性を他の素材と比較可能な手法を提案した。

酸素分離膜については、昨年度開発した中空糸型カーボン膜の膜モジュール（有効膜面積 0.1m^2 ）を用いて混合ガス分離試験を行った。その結果、膜モジュール化しても優れた耐圧性（20気圧以上）と分離性能（対窒素酸素選択性 >10 ）を有しており、1,000時間以上の使用に

おいても安定性を維持していることを実証した。また、酸素の製造能力を向上させるために、カーボン膜数千本を束ねた大型膜モジュールの作製に挑戦した。有効膜面積 $0.12\sim 0.15\text{m}^2$ の膜モジュールを7本組み合わせた大型膜モジュールを設計し、市販の管状膜よりモジュール容積が小さく、数 L/min の空気分離が行える膜面積約 1m^2 で高選択性を維持した実用型膜モジュールの開発に成功した。

（環境汚染物質処理技術）

メッキ廃液に含まれるほう素の除去を目的として、新規ほう素吸着剤の開発に取り組んだ。無機酸化ナノ多孔体として、セリアを対象に合成条件を検討して高比表面積化を行い、ほう素の吸着特性に優れた吸着剤を開発した。また、吸着剤の高機能化を目指し、無機ナノ多孔体と有機官能基との複合化に関する手法の検討を開始した。

（産業部門消費エネルギー低減のための化学技術）

デシカント空調技術については、デモ機を産総研内に移設してフィールドテストを継続実施した。また、ローター作製法の改良について検討を行い、泳動電着法による吸着モジュール形成手法についても検討した。システム自体の省エネ性は、排熱による再生の実証も含めて確認することができ、かつ長期安定性も確認した。コプロダクション技術については、昨年度に引き続きコプロダクションピンチ解析ソフトウェアの機能強化を実施した。また、汎用的な蒸気用役システムモデルと石油・石化フローバランスモデルを作成し、コプロプロセスモデルライブラリとした。これにより、例えば石化工場のケロシン脱硫プロセスに自己熱再生加熱を導入した場合、最終的に重油と軽油の出荷増とオフガス出荷減により利益が増加するなど、工場全体への適用評価が可能となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、膜分離プロセス、水素分離、酸素分離、ほう素吸着剤、ナノ多孔質材料、デシカント空調、コプロダクション

【テーマ題目4】環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

【研究代表者】田村 正則（フッ素化合物グループ）

【研究担当者】田村 正則、徳橋 和明、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、内丸 忠文、権 恒道、水門 潤治、赤井 智子、山下 勝、神 哲郎（常勤職員11名、他13名）

【研究内容】

（フッ素材料）

フッ素化合物は、他の元素では得ることのできない優れた性質を有しており、この特性を利用してフロン代替物・含フッ素高分子・医薬・半導体産業等に広く利用

されている。しかしながら、オゾン層破壊や地球温暖化等への影響が問題視されその対策が求められている。そこで、総合的に環境負荷を最小化するフッ素材料の開発を目指し、これに必要な評価指針・評価法・合成技術とそれに基づく材料を開発する。具体的には、温暖化係数の低い新規冷媒化合物の安全性評価や、断熱特性が優れ環境への負荷の小さな発泡剤開発等のフロン代替材料開発を行い、持続可能社会の実現を目指す。

二酸化炭素を基準としない時間軸での温暖化評価手法として、温暖化強度をワット表示から大気温度に変えることで気候との関連が明確な新評価手法を開発した。この手法により、従来のライフサイクルクライメイトパフォーマンス評価では得られなかった、個々の対策技術と大気温度の関係を評価することが可能になった。資源評価では、原料コストの上昇と資源量減少の関係を重視し、温暖化評価を加えて総合的な評価を進めた。

新規冷媒化合物である HFO-1234yf の燃焼限界に対する圧力依存性の測定を行い、不燃になる圧力及び圧力の上昇とともに顕著に燃焼範囲が広がること等を明らかにした。また、HFO-1234yf を中心とした混合系冷媒の燃焼限界は、ルシャトリエ式等で予測可能なことを見出した。発泡剤開発では、候補化合物の合成法を検討するとともに、含フッ素不飽和化合物と OH ラジカルとの反応速度測定を行い、大気寿命は1日～1年であることを明らかにした。また、発泡剤候補化合物の気体熱伝導率は HFC-245fa と同程度であることを見出した。

(ガラス材料)

産業及び生活における有害物質リスク削減と省エネルギーに資する観点から、ガラス材料の開発を行っている。具体的には、鉛を含む廃棄ブラウン管の処分方法決定に資するガラスからの鉛浸出メカニズムの検討と、省エネ施策により需要が激増することが予測される蛍光灯用希土類蛍光体の使用量低減を目的として、高効率ランプ用ガラス材料の開発及び蛍光体再利用技術の開発を行った。さらに、省エネルギーに資する蛍光ガラスを利用した LED 用の新規デバイスの改良試作や、蓄光材料粉末のガラスとの複合化についても検討を行った。

鉛を含む廃棄ブラウン管の耐水性の評価においては、ファンネルガラスやネックガラスの耐水性試験を行い、鉛浸出量の pH 依存性を明らかにした。また、ガラス板の表面を観察したところ、pH の高い条件では表面に保護層が生成して定常溶解に至ることが明らかになった。蛍光灯用蛍光体の Tb、Eu 低減技術の開発においては、ランプの保護膜に使用する Cu をドーブした発光シリカの組成探索を行った。その結果、Ca を添加すると輝度が向上することがわかった。また磁気力による蛍光体の種別分離が市販の磁選機で可能かどうかについて検討し、可能性があることを実証した。また、廃蛍光体そのものから Tb を抽出するためのガラス化可溶化法の検討を行い、リン酸を用いたガラス化により全溶解可能

となることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、フロン代替、環境評価、燃焼性評価、発泡剤、省エネルギー、有害物質削減、ガラス材料、蛍光ガラス

⑩【エネルギー技術研究部門】

(Energy Technology Research Institute)

(存続期間：2004. 7. 1～)

研究部門長：長谷川 裕夫

副研究部門長：武内 洋、上野 和夫、秋葉 悦男

主幹研究員：赤井 誠、杉原 秀樹、角口 勝彦、山崎 聡

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東、つくば西

人員：123名 (120名)

経費：2,004,357千円 (775,242千円)

概要：

1. ミッションと目標

研究開発によって、地球温暖化防止とエネルギーの安定供給確保を両立させ、持続的発展可能な社会の実現に貢献することを目標とする。燃料電池を中心とする高効率な分散型エネルギー源と、これらのネットワークにより電力・燃料・熱を効率的に柔軟にマネジメントする分散型エネルギーネットワークの研究開発、太陽光、水素、クリーン燃料等のクリーンエネルギーの研究開発を行い、高効率・低環境負荷で柔軟性と利便性の高いエネルギーを供給する総合エネルギー産業の創出を目指す。

2. 主要研究項目

上記目標を実現するために、中期目標「分散型エネルギーネットワーク技術の開発による CO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上」を掲げて、以下の主要研究項目について研究開発を行う。

1) 分散型エネルギーネットワーク技術

高いエネルギー利用効率と柔軟なエネルギー供給が可能な分散型エネルギーネットワークの構成要素技術及び統合制御・運用技術を開発する。

2) エネルギー材料・デバイス技術

高性能固体酸化物形燃料電池、高効率熱電変換素子、大容量・高出力二次電池、大容量電力貯蔵キャパシタ、次世代電力変換素子等のエネルギーデバイス技術を開発する。

3) クリーンエネルギー技術

色素増感太陽電池、太陽光による水素製造等の太陽光エネルギー利用、水素貯蔵、化石資源のクリーン利用等の技術を開発する。

4) 萌芽的・革新的エネルギー技術

新たな展開やブレークスルーをもたらす革新的、萌芽的エネルギー技術の研究に積極的に取り組む。

外部資金：

経済産業省

基準認証研究開発委託費

「SOFC 単位セルアッセンブリー試験方法に関する標準化」

平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業（折紙付き））補正予算

「ノンコンタクト搬送パッドの吸着力と騒音に関する高品質化」

「500℃級・耐熱発泡ポリイミドの開発」

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構受託費

「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」「革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト」「新エネルギー技術研究開発 太陽光発電システム未来技術研究開発」「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発」「新エネルギー技術研究開発 次世代風力発電技術研究開発」「戦略的炭素ガス化・燃焼技術開発（STEP CCT）」「エネルギー使用合理化技術戦略の開発」「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」等

文部科学省

原子力試験研究委託費「レーザー加速電子ビームの高度化と利用技術に関する研究」等

環境省

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

財団等

「測位用擬似時計技術開発」等

発表：誌上発表360件、口頭発表515件、その他49件

エネルギーネットワークグループ

(Energy Network Group)

研究グループ長：村田 晃伸

(つくば中央第2)

概要：

エネルギー利用効率の改善や炭酸ガス排出の削減、化石燃料への依存度低減、需要側・供給側双方の多様な要求の実現など、エネルギーを取り巻く種々の要望をかなえるために、再生可能エネルギーを始めとする分散型エネルギー源の導入と普及が期待されている。しかし、電力やガスなどの既存のエネルギーのネットワークは、分散型のエネルギー源の導入を想定していないため、分散型エネルギーの導入に制約を生じてしまう。こうした制約を打破し、分散型エネルギー源を大規模かつ有効に用いるためには、個別機器の制御運

用だけでは限界があり、多数のエネルギー機器をネットワーク化して運用する技術が必要である。そこで、分散電源を大規模に導入した場合の電力系統の電圧安定化や需給バランス維持のための制御・運用技術、定置式燃料電池を利用した電気・熱・水素によるネットワーク化技術、負荷の平準化技術などの開発を進めている。また、これらの検討の基礎となるエネルギー需給構造分析に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目6

エネルギー社会システムグループ

(Socio-economics and Policy Study Group)

研究グループ長：西尾 匡弘

(つくば東・西)

概要：

長期的視点に立って、新しいエネルギーシステムの導入シナリオや社会経済的側面等について研究する。具体的には、基盤的研究や広範な調査研究により取得する評価データに基づいて、次のような分野の研究を推進する。(1)再生可能エネルギーの水素によるエネルギー貯蔵を組み込んだ最適エネルギーシステム、(2)技術の社会的受容性や地域への分散電源の導入促進に係る制度的側面、(3)二酸化炭素の回収隔離に関する政策研究、(4)エネルギー経済モデルなどを用いた長期的エネルギーシナリオの分析、および(5)技術導入による社会へのインパクトに関する研究。これらの研究開発を通じて、国内外の研究者や政策担当者とのネットワークも醸成し、国際戦略的視点をも踏まえて、エネルギー技術政策及びそれとリンクした二酸化炭素削減に係る政策を支援・提言する役割を果たす。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

熱・流体システムグループ

(Thermal and Fluid System Group)

研究グループ長：平野 聡

(つくば東・西)

概要：

省エネルギーの推進に資するとともに、自然熱、人工的な排熱等の利用促進を図り、新エネルギーの活用・導入、CO₂削減、エネルギー資源枯渇化対策等への貢献を進めており、分散型エネルギーシステムを構成する基盤的技術である熱流体システムの高度化や熱流体システムの革新的利用技術の開発を目指して、個々の構成要素技術や制御技術の開発及びシステム化等を行い、熱・流体システムの導入普及を図ることをグループの目標としている。

具体的なテーマとして、マイクロガスタービンによる発電と同時に発生する熱を蓄熱し、熱供給の平準化

を図るシステムの実証研究、固体酸化物形燃料電池（SOFC）とスターリングエンジンとのコンバインドサイクルを目指した研究開発、混合媒体を用いた環境調和型ヒートポンプの研究開発、氷粒子の凝集抑制による冷熱輸送媒体の高機能化に関する研究開発、中空カプセル製造へのマイクロバブル応用技術の研究開発、電磁場を用いた熱流体制御技術の研究開発、物質の相変化やそれに付随する過冷却現象を利用した蓄熱材料に関する研究、大地熱源冷暖房・給湯システムに関する研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7

ターボマシングループ (Turbomachinery Group)

研究グループ長：壹岐 典彦

(つくば東・西)

概要：

持続可能社会の実現をもたらす分散型エネルギーネットワーク技術の開発を積極的に推進している。[1]ガスタービンシステムの研究に取り組んでおり、札幌市立大学との共同研究を通してマイクロ・ガスタービンコジェネレーションシステムの運転データを取得して最適化を行っている。また様々なサイクル計算にも取り組んでいる。[2]小形風車に関して民間企業との共同研究を通して1kW級小形風車の性能向上のための実験を継続している。[3]ガスタービン、圧縮機、風力発電などを出口として想定した基盤技術を研究している。流れの能動的制御に関して、高温流れ場に適用できる誘電体バリア放電プラズマアクチュエータ(DBD-PA)の開発を進めている。また、コーティングや複合材料のプロセス技術を用いた、熱電発電素子や固体電解質形燃料電池セル等のエネルギーデバイスの開発にも取り組んでいる。東京大学先端科学技術研究センターと連携して、ハイブリッドセラミックス設計、ハイブリッドセラミックス材料の新規応用分野への適用技術の開発に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目8

燃焼評価グループ (Combustion Control Group)

研究グループ長：竹内 正雄

(つくば西)

概要：

燃焼に伴って排出される有害物質を効率的に抑制して環境保全をはかることは、エネルギーの有効利用を推進する上で重要な課題である。燃焼に伴って生成するダイオキシン類、多環芳香族化合物等の有害物質生成機構には不明な部分が多いため、燃焼の最適制御による生成抑制とともに排ガス処理装置の高性能化による後処理が必要である。ところが排ガス処理装置は高

性能を狙うと設置、運転とも高コスト、高エネルギー消費となるため、排出源でできるだけ生成を抑えることが必要である。そこで当グループでは、有害物質の生成機構を明らかにして本質的な生成抑制を可能にするとともに、各種燃料に対する燃焼反応の詳細を調べて、どのような状況においても有害物質の生成を抑制した燃焼が可能となることを目的に研究を進めている。

具体的には、基礎的な燃焼装置を用いて、ダイオキシン類前駆物質である多環芳香族化合物やダイオキシン類そのものの生成機構と生成挙動の解明を行うとともに、レーザー分光法や計算化学的な手法を用いて、有害物質生成に関連する燃焼反応を解析する研究を行っている。また、ダイオキシン類や農薬などに代表される有機ハロゲン化合物を、触媒で分解し無害化処理する研究も行っている。さらに、排ガスに含まれる副生成物の処理も可能なレドックス燃焼に関する研究も開始した。

研究テーマ：テーマ題目9

安全評価グループ (Safety Assessment Group)

研究グループ長：小杉 昌幸

(つくば西)

概要：

地下貯蔵施設の断層監視技術について、現場サイトの断層における三次元挙動の監視継続によって装置の長期監視の実用性を検証し、岩盤内三次元ひずみ挙動を分析した。また、ノルウェーとの国際共同研究において断層など岩盤不連続面の監視計画の議論を進め、産総研特許技術の移転（計測技術輸出）を検討した。エネルギー事業所などの環境対策技術の導入評価法について、産総研のデータベースを利用した「全体管理」法を実際に自治体の管理に適用し、エネルギー消費効率やCO₂排出原単位の分布分析を進めた。併せて、自治体などから施設のエネルギー消費データを収集し、エネルギー効率や削減実績のデータベースを充実させるとともに、排出実態、削減余地や費用対効果の分析結果を日本環境学会や同実態分析委員会から明らかにした。また、産総研データベースの利用に伴い、産総研創業ベンチャー「エスラボ」による知的財産実施を達成した。エネルギー事業所のための対策技術開発として、自己防災機構及び通気口閉塞防災材料の実験的な検討を共同研究で行い、難燃性の観点からチューブ状熱膨張性複合樹脂の最適配合を実験的に明らかにし、熱風・火炎に曝された場合に通気口を閉塞する類焼防止技術の実用化開発を進めた。

宇宙技術グループ (Space Technology Group)

研究グループ長：阿部 宜之

(つくば中央第2)

概要:

宇宙環境の有するポテンシャルを活かして、エネルギーと環境の調和を図り、社会生活に還元することを目標として研究開発を進めている。宇宙の位置的ポテンシャルを利用する視点から、従来にない正確な位置情報、時間情報を供給可能な、準天頂衛星の基盤技術に関する研究を実施している。エネルギー技術という視点から、宇宙で得られる安定な太陽エネルギーを、地上へ基幹電力として供給する新技術について、基盤技術開発を実施している。また、宇宙利用を主目的とした技術を、地上技術としてスピノフさせるために、無重力で顕在化する特異な表面張力挙動を積極的に用いた、パワーエレクトロニクス、マイクロエレクトロニクス等の汎用冷却技術に関して研究を実施している。

燃料電池システムグループ

(Fuel Cell System Group)

研究グループ長：嘉藤 徹

(つくば中央第2)

概要:

燃料電池システムグループでは、大幅な炭酸ガス排出削減、省エネルギーが期待できる固体酸化物形燃料電池 (SOFC) についてセル、システム評価解析技術、規格・標準化技術等の研究開発を行い、実用的なシステムの開発、SOFC 市場の創製、早期実用化に寄与すべく進めている。また、より高効率な SOFC システム、ゼロエミッション SOFC システム等次世代 SOFC の可能性とそれらの開発時の課題を明らかにするための基礎研究を実施している。更に、これらの研究で蓄積した電気化学技術を利用し、エネルギー、環境技術の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目10

燃料電池材料グループ

(Fuel Cell Materials Group)

研究グループ長：堀田 照久

(つくば中央第5)

概要:

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の耐久性・信頼性の向上は、商用化のために重要な研究課題である。当グループでは、発電ユニットであるスタックあるいはセルの耐久性・信頼性の向上に関する研究開発を主として行っている。スタックメーカー及び大学等と協力しながら、セル・スタックの劣化機構解明を推進している。4万時間以上の耐久性を確保するためには、微少な化学変化や不純物挙動を詳細に捉える必要がある。そこで、微量成分の検出感度が高い二次イオン質量分析計 (SIMS)、結晶相の微妙な変化を検知できる顕微ラマン分光計などを用いて、構成部材・材料の特定

部位での変化を詳細に分析し、劣化機構を検討している。実機の試料に含まれる微量成分を ppm レベルで分析し、劣化に及ぼす影響を明らかにするとともに、不純物による加速劣化試験法も検討している。また、劣化機構・反応機構をより詳細に解明するための分析・解析法の検討もおこなっている。さらに、次世代 SOFC に適用される材料の萌芽的な研究開発もおこなっている。

研究テーマ：テーマ題目11

熱電変換グループ

(Thermoelectric Energy Conversion Group)

研究グループ長：山本 淳

(つくば中央第2)

概要:

熱電変換は特殊な半導体や金属 (熱電材料) を用いて熱エネルギーと電気エネルギーを直接変換する技術である。熱電材料に温度差を与えると起電力が発生する効果 (ゼーベック効果) を用いて、熱エネルギーから電気エネルギーを取り出したり、逆に熱電材料に電流を流すことで吸熱現象を起こす効果 (ペルチェ効果) を用いて物を冷やしたりすることができる。また、熱電変換は温度が低く捨てられている低品位な未利用排熱でも、電気エネルギーに変換することができる。一方、熱電変換の効率は熱源の温度、熱電材料、モジュールの性能に依存するため、その実用化普及には材料からモジュール開発まで幅広い研究開発が必要である。当グループでは、未利用排熱を効率よく電気エネルギーとして回収するための材料とモジュールの開発を進めている。さらに、熱電変換用の材料評価技術、モジュール性能評価技術の開発にも力を入れている。

研究テーマ：テーマ題目12、テーマ題目13

エネルギー貯蔵材料グループ

(Energy Storage Materials Group)

研究グループ長：児玉 昌也

(つくば西)

概要:

電力貯蔵は、エネルギー利用の多様化と高効率化のために重要な技術の一つであり、二次電池やキャパシタなどの電力貯蔵デバイスが、ハイブリッド自動車や電気自動車、あるいは電力需給の平準化などに用いられている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしているリチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいて、欠くことのできない材料として近年脚光を浴びているが、当グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、21世紀の分散型エネルギーシステムにおいてその実用化が期待されているキャパシタ用高性能電極の開発を行っている。また、革新的省エネ

ルギーシステムの要素技術となりうる水素製造技術や水素貯蔵技術についても、先導的な研究を行っている。
研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目14

ナノエネルギー材料グループ (Nano Energy Materials Group)

研究グループ長：本間 格

(つくば中央第2)

概要：

持続可能社会の基盤はエネルギー技術であると認識し、高機能材料をベースとした再生可能エネルギー技術の要素技術開発を行っている。再生可能エネルギー技術を構築するためには、従来にない安価・高効率・高出力なエネルギーデバイスの開発が必要であり、高効率で発電する固体高分子燃料電池や、高速充放電が可能な高出力リチウム二次電池等のクリーンな次世代型エネルギーデバイスを、広く産業界や民生用途に供与しなければならない。当グループでは、これらの革新的エネルギー技術実現のために、ナノテクノロジーと先端材料科学の手法を取り入れ、主に高出力型リチウム二次電池や大容量キャパシタの研究開発を行っている。特に、最重要な研究テーマとして高出力型リチウム二次電池を取り上げ、ナノ結晶活物質やグラフェン（単原子層グラファイト）の新規合成法を開拓し、そのエネルギー貯蔵メカニズムの解明を進めると共にリチウム二次電池の高容量化と高出力化を可能にする革新的電池活物質の研究開発を行っている。また、機能性材料のナノ構造制御を生かしたリチウム二次電池、キャパシタや燃料電池電極触媒などの次世代エネルギー材料・デバイスの基礎研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目15

エネルギー界面技術グループ (Energy Interface Technology Group)

研究グループ長：周 豪慎

(つくば中央第2)

概要：

固体・液体・気体の界面において、物質・イオン・電子の移動、吸着、注入や、酸化・還元など物理化学の現象を解明すると共に、それらを上手く利用して、クリーンなエネルギー貯蔵／変換デバイス（＝リチウムイオン電池、リチウム-空気電池など革新蓄電池、色素増感型太陽電池）と環境保全技術（＝超親水／超撥水界面技術、環境汚染検出素子など）の開発を行う。

平成21年度には、ナノサイズ活物質を利用した高性能リチウムイオン電池の評価、リチウムイオン電池の劣化解明、ハイブリッド電解液／質を利用した新型リチウム-空気電池、リチウム-銅二次電池、リチウム-ニッケル二次電池、表面ナノ構造の修飾を利用した超撥水界面技術、光導波路ガスセンサーなどの研究開

発を行っていた。

研究テーマ：テーマ題目16

超電導技術グループ

(Superconductor Technology Group)

研究グループ長：山崎 裕文

(つくば中央第2)

概要：

液体窒素温度で電気抵抗がゼロとなる高温超電導酸化物の電力機器などへの応用を目指して、超電導材料の作製・評価技術、マグネット製作技術、冷却技術などの研究を行なっている。特に、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制する限流器の開発や、超電導マグネットの各種応用・送電ケーブルの損失低減などの研究を進めている。

別記の重要研究テーマ以外の成果を以下に記す。超電導薄膜限流器を低コスト化して実用化するため、合金分流保護層を有する限流素子を大容量化し、500 Vrms/200 Arms 級モジュールの製作・試験を行ったが、超電導薄膜の臨界電流のばらつきが限流特性に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。高電界化の効果で高価な超電導薄膜の面積が従来素子の1/3以下となり、低コスト化をアピールした。また、NEDO プロジェクト「イットリウム系超電導電力機器技術開発」の推進を理論的側面から支援するため、湾曲した超電導テープ線材およびその線材を多数用いた電力ケーブル状導体における交流損失について、理論解析を行った。線材の湾曲の効果を明らかにするとともに、電力ケーブルの低損失化のための形状最適化の指針を示した。

研究テーマ：テーマ題目17、テーマ題目18

パワーレーザーグループ (Power Laser Group)

研究グループ長：三浦 永祐

(つくば中央第2)

概要：

超短パルス超高強度レーザーやパルスパワー装置を用いてエネルギーを時間的・空間的に集中して物質に照射することによって、これまで実現できなかった超高強度電磁場、超高密度、超高温度、超高圧力を持つエネルギー密度の高いプラズマを作り出すことができる。この様な高エネルギー密度プラズマの応用を目的とした革新的エネルギー利用技術の研究を実施している。

医療、先端計測等への応用が期待される小型高エネルギー粒子加速器、高輝度 X 線・ガンマ線源の実現を目指して、超高強度レーザーとプラズマの相互作用を用いた電子加速の研究、その基盤となる超高強度レーザー技術の開発を進めている。また、パルス電子ビ

ームによって生成されるプラズマを用いたパーフルオロカーボン等の難分解性ガスの高効率処理技術、この技術の実用化を目指した小型パルス電子ビーム装置の開発を進めている。高エネルギー密度プラズマの生成過程、その中での電磁現象の解明も、実験、理論の両面から進めている。

水素エネルギーグループ

(Hydrogen Energy Group)

研究グループ長：中村 優美子

(つくば中央第5)

概 要：

水素エネルギー社会を実現するためには、気体で希薄なエネルギーである水素の効率的な輸送貯蔵法を確立することが不可欠である。水素貯蔵材料は、液体水素をしのぐ体積水素密度で水素を貯蔵・輸送できる材料であり、燃料電池自動車の燃料タンクを始めとする、多くの用途に利用されると期待されている。現状では質量水素密度が十分ではないため、これを向上させることが課題とされている。当グループでは、これまでに、軽量な水素貯蔵材料の開発を進め、世界最高レベルの約3質量%の水素吸蔵量を持つ材料の開発に成功しているが、さらに軽量な金属からなる新規材料の提案及び開発を目指している。また、材料開発に欠かすことのできない指針を基礎基盤的側面から提供するため、水素貯蔵材料のナノ構造及び結晶構造を、独自で開発した水素雰囲気下 (in-situ) における X 線回折法、中性子回折法、陽電子消滅測定法などの各種測定法を駆使して解析している。

太陽光エネルギー変換グループ

(Solar Light Energy Conversion Group)

研究グループ長：佐山 和弘

(つくば中央第5)

概 要：

太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を最終的な目標とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池、及び太陽光エネルギーを利用して水を直接分解し水素を合成する人工光合成について研究を行っている。色素増感太陽電池については、モジュールを構成する単セルの高効率化を目指した技術開発を中心に、高効率化・耐久性の向上に向けた基礎的知見を得ることを目指している。具体的には、増感色素、酸化物半導体電極の開発、セル構成法の開発を行い、光電流、光起電力向上を実現するとともに、異なる波長範囲の光エネルギーを効率良く変換する複数のセルを組み合わせるタンデムセル化の要素技術を開発し、2020年までに単セルの変換効率15%以上の実現を目標としている。人工光合成については、水を水

素と酸素に完全分解するための高性能光触媒材料の開発、反応機構の解明、可視光を高効率で利用する反応システムの設計等を行い、光触媒的水素製造システムの実現可能性について検討している。

研究テーマ：テーマ題目19、テーマ題目20

新燃料グループ

(Advanced Fuel Group)

研究グループ長：鷹鷲 利公

(つくば西・第5)

概 要：

重質炭化水素資源（石炭、重質油、超重質油等）のクリーン燃料化技術、高度転換技術、及びその用途開発に関する研究を行っている。褐炭、亜瀝青炭を含む高範囲の石炭から製造可能なハイパーコール（無灰炭）は、灰分を含まず、また均質な成分であることから、クリーンで高品質な資源として注目されている。そのハイパーコールの用途技術として、現在、高強度コークス製造のための高性能粘結材の開発、並びに次世代の低温触媒ガス化用燃料への応用に関する研究を行なっている。また、今後の重要なエネルギー資源として位置付けられている重質油、超重質油から、クリーンな液体燃料を製造することを目的として、溶剤緩和法を用いた重質油アップグレーディング（SMARTプロセス）、水蒸気雰囲気下での酸化鉄系触媒を用いた軽質化技術、超臨界水条件におけるピチュメン分解技術、並びに脱硫技術等の研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目21

クリーンガスグループ

(Clean Gas Group)

研究グループ長：鈴木 善三

(つくば西)

概 要：

石炭・バイオマス・未利用廃棄物などの有機物をクリーンに、かつ、高効率で使用することを目的として、化石燃料・バイオマス等のガス化ならびに燃焼技術に関わる研究を実施している。次世代石炭ガス化装置の開発のための基礎研究として、熱分解炉分離型2塔循環流動層ガス化装置の開発、森林の間伐材の有効利用のためのバイオマス用ガス化装置の開発を行っている。この他に、加圧流動層燃焼装置を用いた下水汚泥の新規焼却システム、触媒循環流動層を用いたメタンからのベンゼンの選択的合成プロセスの開発、アンモニアを水素媒体とする新エネルギーシステムなど、固体を含む多相系の反応装置を中心としてエネルギー・環境問題に資するための研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目22

電力エネルギー基盤グループ

(Energy Enabling Technology Group)

研究グループ長：西澤 伸一

(つくば中央第2)

概要：

将来の電力化社会では、電力エネルギーが、時空を超えてユビキタスに利用される。そのため、2030年までに高度電力エネルギーマネジメントシステムの実用化を目指し、以下の研究開発を行っている。1) グリッド対応次世代高耐圧半導体の研究 (シーズ技術)：ダイヤモンドなどの数 kV 以上の高耐圧半導体デバイスの実現を目指して、基板、物性、デバイスおよび応用基礎技術の研究を行っている。また、高電圧光絶縁や超高電圧真空スイッチングデバイス、次世代光源を狙い、ダイヤモンド電子物性の特徴を最大限にいかした光・電子放出の研究とデバイス化の研究を行っている。2) 高耐圧電力変換装置の信頼性決定因子の基礎研究 (キー技術)：変換器の信頼性向上が、グリッドへのエレクトロニクス導入の要である。変換器の信頼性を決定する重要因子である、半導体、パッケージなどの信頼性に係る基礎研究を行っている。3) 大規模仮想電力ネットワークのハード技術 (応用技術)：電力エネルギーのユビキタス化は、多数の電力変換器を多段・並列に接続し、これらの電力変換器を自律分散協調させながら最適化制御することである。このために必要な、変換器、制御技術など、特にハード技術に係る基礎研究を行っている。

【テーマ題目1】 設備寿命を考慮した電力貯蔵設備の運用と電力変動抑止法に関する研究

【研究代表者】 羽鳥 浩章

(エネルギー貯蔵材料グループ)

【研究担当者】 羽鳥 浩章、村田 晃伸

(常勤職員2名)

【テーマ題目2】 住宅用エネルギーシステム技術に関する研究

【研究代表者】 村田 晃伸

(エネルギーネットワークグループ)

【研究担当者】 村田 晃伸、安芸 裕久 (常勤職員2名)

【研究内容】

※テーマ題目1、テーマ題目2は相互に関連の深い研究であるため下記にまとめて報告する。

電力貯蔵技術は、負荷平準化、自然エネルギーの出力変動緩和、など幅広い用途での応用が期待されており、分散型エネルギー設備の大量導入を図る上で極めて重要な技術である。しかし、電力貯蔵は非常にコストが高いという問題がある事と、他の応用に比べて格段に大きな貯蔵エネルギー量を必要とする事により、その設備容量の最適化と、効率的な運用技術の確立が重要である。こ

うした観点から、分散型電源等から発生する電力変動の抑制法や、高速充放電向き設備 (EDLC など) と低速充放電向き設備 (電池など) を組み合わせて運用する方式等が検討されてきた。しかし、これらの検討は、主として電力貯蔵設備の充放電効率、貯蔵エネルギー密度、出力密度等の観点からの検討であり、貯蔵設備の寿命は未考慮であった。電力貯蔵設備の寿命はその充放電条件に大きく左右されるため、分散型エネルギー設備の大量導入時にどういった充放電要求が発生するかが明確にならなければ、正しい寿命評価や劣化対策につながらない。また、電力変動の発生源側での対策においても、貯蔵設備の寿命に与える影響を軽減する条件が明確にならなければ、変動抑制法の改良につながらない。本研究開発では、それぞれの用途に応じて、エネルギー効率、経済性、設備寿命などの観点から、複数種類の電力貯蔵装置の特性をうまく組み合わせた運用や設備計画を行う手法を開発すること、分散型エネルギー設備の大量導入時における貯蔵設備の充放電責務とその際の劣化機構の明確化を行うことを課題とする。

平成21年度は、単相3線式200V 交流系統と2種類の電力貯蔵装置 (リチウムイオン電池、電気二重層キャパシタ) を連系し、制御用計算機からの電流指令により、1つまたは2つの電力貯蔵装置の充放電を同時に制御する住宅用電力貯蔵制御装置を開発した。本装置の総合エネルギー効率は70%以上であり、住宅の電力負荷や太陽光発電出力を平準化するための有効電力制御機能、配電線電圧を制御するための無効電力制御機能を有している。

リチウムイオン電池と電気二重層キャパシタを用いて、スパイク状の変動を数多く含む家庭の電力需要を平準化するための、電力貯蔵設備の運用について数値解析を行い、電池とキャパシタの蓄電量の分担割合を変えた時の必要蓄電容量およびエネルギー損失量の変化を明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 電力平準化、リチウムイオン電池、キャパシタ、設備寿命

【テーマ題目3】 エネルギーシステム分析に関する国際活動

【研究代表者】 村田 晃伸

(エネルギーネットワークグループ)

【研究担当者】 村田 晃伸、遠藤 栄一

(常勤職員2名)

【研究内容】

産総研 (旧電総研) は、IEA-ETSAP (国際エネルギー機関 エネルギー技術システム分析プログラム) に発足時から加盟し、エネルギーシステムモデル MARKAL の開発に参画するとともに、これを用いた共通シナリオ分析などを通して活動に貢献してきた。しかし、その後脱退し、残った日本原子力開発研究機構も2007年に脱退し

たため、IEA-ETSAPのAnnex XI活動には、現在、日本からの加盟機関がない状態になっている。本部門重点課題では、IEA-ETSAPへの再加盟について、その得失、可否を判断できるよう、ETSAP workshop, Executive Committee meeting等への参加を通して現状を調査するとともに、エネルギーシステム分析能力を高めて再加盟に備えることを目指している。

平成21年度は、イタリア・ベネチアで6月16日に開催されたETSAP WorkshopとExecutive committee meetingに参加し、ETSAPの現状、Annex XI、ツール、およびそれを用いた分析についての情報を収集した。また、国内のMARKALユーザを増やすことが重要であるとの考えから、MARKAL-ANSWERの開発者であるDr. KenNobleを10月26日から29日まで招聘し、MARKAL-ANSWERの講習会を開催するとともに、MARKAL-ANSWERのバージョンアップを実施した。講習会には国内6研究機関から9名の参加を得た。12月18日には、ETSAPのoperating agentであるDr.GianCarlo TosatoをまねいてMARKALに関する講演会を実施した。1月19、21日にインド・デリーで開催されたETSAP WorkshopとExecutive committee meetingに参加し、ETSAPの現状、Annex XI、分析ツールの状況、およびそれを用いた分析についての情報を収集し、結果は資源エネルギー庁総合政策課にも報告した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 国際エネルギー機関(IEA)、エネルギー技術システム分析プログラム(ETSAP)、MARKALモデル

〔テーマ題目4〕 太陽光発電導入可能性評価の研究

〔研究代表者〕 赤井 誠 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 赤井 誠、近藤 康彦、西尾 匡弘、荻本 和彦、岩船 由美子、下田 吉之、山口 容平 (常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

2030年までの太陽光発電設備大規模導入は主に家庭部門を対象としているが、世帯構成や居住者の行動などに因る電力消費の時間変動、また気温による電力消費量の変化、さらに余剰電力の逆調流による系統電源への影響については充分考慮されていない。

本研究は、類型化した世帯の電力などのエネルギー消費量と、各世帯に設置した太陽光発電設備による電力供給量の推算、また余剰電力の逆調流による系統電源への影響を分析し、太陽光発電大規模導入時の安定的な電力供給方法について検討を行うものである。

平成21年度は、全国の民生家庭部門における太陽光発電設備の導入量を、0~70GWを想定し、特に関西電力管内における世帯別における電力消費機器の使用実態を踏まえた買換え等による機器効率の向上、またヒートポ

ンプ式給湯器の使用方法の変更による電力需要の変動と、系統電源への影響について分析と評価を行った。

この結果、買換え等による機器の効率向上による省電力効果は大きく、また太陽光発電設備は、全国で約70GW導入する場合において省電力効果が顕著に現れる。さらに電力等エネルギー消費機器の効率向上、また太陽光発電、ヒートポンプ式給湯器、燃料電池式給湯器の導入による省電力化によって、廃棄物発電等を含めた関西電力管内の系統電源による発電電力量は、ガス火力発電電力を主として最大約17%減少することがわかった。

またこの時の発電部門からのCO₂排出量は約20%低減する。さらに太陽光発電設備の他、追加的にヒートポンプ式給湯器200万台の導入を仮定すると、自然発生的な住宅性能向上等以外の省電力対策を取らない場合と比べて、発電部門からのCO₂排出量は約25%低減することがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽光発電、系統電源、家庭部門、電力供給

〔テーマ題目5〕 エネルギー技術政策への貢献に関する研究

〔研究代表者〕 西尾 匡弘、赤井 誠

(エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 西尾 匡弘、赤井 誠、近藤 康彦 (常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

低炭素社会の実現のためには、革新的なエネルギー技術の大幅な導入が必要であり、そのためには政策に立脚した技術開発・導入普及の推進が不可欠となる。その過程において、実現するべき技術のポテンシャル評価と研究開発動向、開発・導入シナリオの明確化等が求められる。

本研究では、①既存のエネルギー技術開発・普及に関するエネルギーシナリオ分析、②環境・資源制約下でのエネルギー・資源需給等に関するモデル構築、③技術開発に関する動向の把握、等を行った。

既存のシナリオ分析では、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第四次評価報告書(AR4)および国際エネルギー機関(IEA)エネルギー技術展望(ETP)等のシナリオを中心に検討した。AR4で、もっとも厳しい環境制約のケースでは、2070年にはゼロエミッションからネガティブエミッションとするシナリオが記されている。この場合、非化石資源の普及、化石資源エネルギー源からのCO₂回収貯留(CCS)の大幅導入を図ると同時に、排出量を上回る吸収源が必要となる。そのため、カーボンニュートラルとされるバイオマスエネルギーから発生するCO₂に対してもCCSを導入しなければならないことが明らかになった。また、IEAにおいても、これまでの想定以上に大幅なCCS導入が不可欠であることが

示された。IPCC の第五次評価が開始されるタイミングであり、これらシナリオの統合評価が検討されており、積極的に関与することを検討中である。

一方、温室効果ガス濃度安定化シナリオに資源のストックを考慮したモデル試算のツール整備を行った。その結果、鉄、セメント、銅などの資源需給に関する予備的推計が可能となり、資源エネルギー需給の評価と今後のセクター別アプローチの方向性を示すとともに、将来的に持続可能な社会となるための指標を示すツールとしての構築に目処を立てた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 革新的エネルギー技術、環境制約、資源制約、シナリオ

〔テーマ題目6〕 分散型エネルギーネットワークの実証研究

〔研究代表者〕 武内 洋（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 長谷川 裕夫、武内 洋、角口 勝彦、村田 晃伸、近藤 潤次、前田 哲彦、壹岐 典彦、倉田 修、松沼 孝幸、平野 聡（常勤職員10名、他共同研究外部機関7名）

〔研究内容〕

当研究部門で独自に開発してきた、エネルギー変換技術、貯蔵技術、エネルギーマネージメント技術、省エネルギー技術などの要素技術をシステム化して分散型エネルギーネットワークの実証研究を行えば、システム化した場合の各要素技術の問題点が抽出され、標準化・規格化の際に有用なデータが得られる。本研究は、札幌市とのエネルギーの有効利用に係わる基本協定に基づき、積雪寒冷地での分散型エネルギーネットワークの実証研究を札幌市立大学の棟で展開する。

具体的には、28kW マイクロガスタービンで発生した電気を校舎に送電し、同時に発生する熱を過冷却蓄熱し、熱供給の平準化を図る。また、冷暖房循環水の流動抵抗低減を図る。さらに、太陽光発電システムにおけるキャパシタと二次電池の制御安定性について検討する。また、電気および熱の需要計測データをもとにエネルギー管理を実施しシステム全体の省エネ化、安定化の向上につながるエンドユーザーの立場に立ったシステム技術を開発する。

本研究の最終年度である平成21年度は、マイクロガスタービンの運転制御に PLC（Programmable Logic Controller）を用い、これまでの DSS 運転より効率が低い運転ができることを実証した。また、過冷却蓄熱槽については2年間の稼働実績から本方式が任意の時間に安定して放熱可であることを検証した。更に太陽光発電システムについては、天気予報に基づいて発電出力を予測できる手法を開発した。なお、札幌市役所本庁社で実施した流動抵抗低減については年間を通じて60%のポン

プ動力削減を実証したが、界面活性剤注入から1,100日以上が経った現在も効果が持続している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 分散型エネルギー、マイクロガスタービン、コジェネレーション、過冷却蓄熱、太陽光発電、流動抵抗低減

〔テーマ題目7〕 SOFCの高度排熱利用技術に関する研究開発

〔研究代表者〕 平野 聡（熱・流体システムグループ）

〔研究担当者〕 平野 聡、竹村 文男、遠藤 尚樹、上山 慎也、稲田 孝明、高橋 三餘、宗像 鉄雄、川島 知之（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

一般家庭などの小規模需要に対してコジェネレーションシステムを導入して、省エネルギーを促進する試みが模索されており、実際に都市ガスを燃料とした1kWクラスの小型分散用のガスエンジンや PEFC（固体高分子形燃料電池）システムも試作・販売されている。しかし、大規模発電プラントの発電効率の向上、負荷変動が激しい小型分散発電源の特性、初期コストなどを考慮すると、それらの導入による省エネルギー効果には多くのメリットを見出せない状況にあり、より効率の高いシステムの開発が望まれている。

最近の SOFC（固体酸化物形燃料電池）の技術的發展は目覚しく、直近の報告によれば、その発電効率は DC 端出力で60%を超えている。さらに、SOFC に加え、その排熱でガスタービンを動作させる複合システムでの発電効率はさらに向上することがサイクル計算により示されている。しかし、高効率期待できる SOFC-ガスタービン複合システムは、マイクロガスタービンを用いても、150kW 以上の規模が対象となる。これに対し、スターリングエンジンは、現状の技術レベルでも、数 kW クラスにおいて20%を超える熱効率を有する上、作動ガス温度も500℃から700℃と SOFC の排出ガス温度に近く、SOFC との適合性も優れている。また、ガスタービンとは異なり、SOFC 内を加圧する必要がないため、現在コジェネレーション用として開発している SOFC 技術の多くを流用できる利点もある。

そこで、SOFC とスターリングエンジンの小型複合システムに注目し、これまでにサイクル計算による SOFC-スターリング複合システムの性能予測、1kWクラスのスターリングエンジンの開発・評価、高温熱交換部のヒータ構造の研究および起動用バーナの開発、SOFC 開発状況の調査と、複合システムの実現に必須となる燃料再循環技術などの検討を行ってきた。その結果、低空気過剰率での動作が可能となれば、複合システム化により10%以上の効率向上が見込まれることがわかった。

SOFC の動作温度は750℃から900℃と高温であるので、通常のプロワーのような回転部を有する機器を燃料の再循環に用いることは、困難である。回転部を持たない圧縮機として、エジェクタポンプがある。その動作原理は、流速の早い駆動流（ここでは、新気の燃料）から吸引流（ここでは、セル出口のアノードガス）に運動エネルギーを与え、ディフューザで圧力回復させることにある。セル出入口前後の圧力損失を上回る圧力回復ができれば、アノード排ガスを再循環できることになる。前年度のモデル解析によれば、セルでの圧力損失が100Paの場合に、その回復に必要な駆動流の流速は、175m/s以上と見積もられた。

平成21年度は燃料再循環用エジェクタの設計・試作を行い、常温での基本性能を明らかにした。実験ではSOFCのアノード側流れを模擬した装置を製作し、メタンを駆動ガス、窒素とヘリウムの混合ガスを吸引ガスとして、アノード側に相当する抵抗管路前後の差圧と再循環率の測定を行った。窒素とヘリウムの混合気流量および混合割合は、密度比がSOFC条件となるように選んだ。実験の結果、燃料再循環に必要な再循環率と回復圧力が試作エジェクタでほぼ得られることを、常温において明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池、複合システム、スターリングエンジン、エジェクタ

【テーマ題目8】SOFCの燃料再循環プロワに関する研究開発

【研究代表者】壹岐 典彦（ターボマシングループ）

【研究担当者】壹岐 典彦、井上 貴博、菊島 義弘、鈴木 雅人、瀬川 健彦、袖岡 賢、藤田 和宏、松沼 孝幸、湯木 泰親（常勤職員8名、他1名）

【研究内容】

50%を超える発電効率を達成するSOFC発電システムに必要な燃料再循環に使用する高温プロワの研究開発を行う。700～1000℃の高温に耐えるようにコーティングを施した耐熱合金もしくはセラミックで燃料再循環のための翼を作製するとともに、よりコンパクトで高性能なプロワとなるように、遮熱および断熱と冷却方法を見直し、熱回収が可能な構造を提案し、試験により技術の可能性を実証する。平成21年度は、SOFCの燃料再循環量をサイクル計算により推定し、試作するプロワの条件を設定し、高温回転体の試作、回転軸の冷却技術、シール技術を課題として設定した。高温回転体の試作では、高温プロワをセラミックで製作する場合を想定して、セラミック翼をセラミック回転体に接合する技術について試作を行い、検討を進めた。その結果、アルミナの場合、二段焼結により強固な接合が可能であることと、円盤部分に亀裂が発生することを確認し、型材の検討が必要で

あることが分かった。回転軸冷却技術として、回転円盤形の冷却フィンを提案し、回転の伝熱をモデル化して計算した。さらに、円盤の冷却と気流について実験を行った。その結果、円盤により十分な冷却性能が期待できる気流が起こることと、低回転での加熱試験によりモデル計算が実験と一致することを確認し、高温高回転での伝熱試験装置の試作を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】SOFC、燃料再循環、高温プロワ、回転軸冷却

【テーマ題目9】Active combustion control を用いた次世代燃焼技術開発のための基盤研究

【研究代表者】北島 暁雄（燃焼評価グループ）

【研究担当者】北島 暁雄、星野 昌平、佐野 貴裕（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

本課題では高い省エネルギー性と環境負荷低減性を実現する次世代型の新燃焼技術の中核として、“酸素濃度制御燃焼”と“石油代替燃料”という二つのキーワードに着目する。近年のHCCI機関とディーゼル機関の燃焼過程の近似性や熟物質再循環型の高温空気低酸素濃度燃焼器の開発、ガスタービン燃焼器における燃料噴射形態の変遷などに顕著であるように、次世代の燃焼器に求められる高い省エネルギー性、環境負荷低減性の実現には、予混合、拡散といった、燃料と酸化剤の混合過程に基づく従来の火炎定義区分には沿わない、境界領域の燃焼現象の理解と制御が重要となる。そのためには、燃料と酸素の混合過程と火炎構造や燃焼特性との関係を融合的に取り扱うための知見が必要であり、雰囲気空気の単純利用ではなく、酸素濃度を制御して燃焼させる技術を実用化するための基盤的知見の取得が不可欠である。一方、多くの実用燃焼器では、気液混相流中に火炎が形成されるが、これは石油代替燃料を用いる場合も同様である。代替燃料の利用に資する火炎構造や燃焼特性などの基盤的知見の不足は、気液混相燃焼過程の理解と制御技術の困難さに集約され、特に、燃料の微粒化特性の理解と制御の難しさを克服し、微粒化特性と火炎構造や燃焼特性との関係を解明し体系化することが重要な課題である。以上より、本研究では、対向噴流中に代替燃料を用いた気液混相流（噴霧）火炎を形成し、燃料噴霧添加流、酸化剤流のそれぞれについて酸素濃度を任意に制御し、燃料の微粒化特性を変化させながら、様々な条件下で、火炎構造と燃焼特性に関して系統的な実験的検討を行い、酸素濃度制御と火炎構造および燃焼特性との関係、微粒化特性の変化と火炎構造および燃焼特性との関係を解明する。特に、統一された装置・測定系において、各種燃料の基礎燃焼特性を系統的かつ詳細に解明することを特色とし、信頼性の高いデータベース的知見を取得するとともに、これを広く公開していくことを目的とする。

本年度は、主要な実験装置の製作・最適化を行った。完成したバーナシステムの基礎特性を把握するため、基準燃料として JIS2号軽油を用いて、火炎構造の光学計測や反応物濃度をパラメータとした消炎限界の測定などを行った。その結果、バーナ性能の把握に加え、燃料に使用した軽油の沸点範囲の最高値（350℃）以上の温度による予熱や、単位時間当たりの燃料供給量の増大により消炎限界特性が著しく良好となることを明らかにし、良好な微粒化条件では、液体燃料でも、ガス火炎と同様の消炎限界特性を有する可能性を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】新燃料、石油代替燃料、酸素濃度制御燃焼、気液混相燃焼

【テーマ題目10】ネガティブエミッションSOFCの先導研究

【研究代表者】嘉藤 徹（燃料電池システムグループ）

【研究担当者】嘉藤 徹、根岸 明、加藤 健、門馬 昭彦、田中 洋平、飯村 葉子、柏原 斌紀、所 立樹（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

熱電モジュール付加した1kW程度のSOFCシステムに対応するシミュレータ試作を想定し、熱電モジュール供給熱量の確保を検討した結果、400℃程度で動作する熱電モジュールを使用する場合、30W程度の出力が得られる可能性のあることが判明した。また、システムの大規模化を指向して体積あたりの出力密度を増大させる扁平円筒セルを試作した。

さらに1,000～10,000kW程度のSOFCに適用可能な炭酸ガス貯留技術の確立を目指し、低深度地下帯水層（～500m）にCO₂を溶解貯留する手法を検討した結果、単位体積当たりのCO₂貯留量は従来の超臨界貯留の1/10程度であるが、国内の沖積平野地下帯水層の1-10%利用できるとすると、国内全体のCO₂貯留可能量は、2-20Gt・CO₂に相当する（通常の地中貯留の数～数十サイト分）ことが判明した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高効率SOFC、炭酸ガス回収技術、炭酸ガス貯留技術

【テーマ題目11】高機能長寿命SOFC開発のための革新的解析技術

【研究代表者】岸本 治夫（燃料電池材料グループ）

【研究担当者】岸本 治夫、堀田 照久、山地 克彦、Manuel E. Brito、吉永 昌史（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

目標：SOFCにおける電極反応や劣化現象の原因となる材料表面・界面での相互作用、状態変化の直接的な

観察を主とした解析技術の確立・融合により、高電極反応活性、高耐久性、高触媒活性燃料極の開発につながる解析技術の確立をめざす。

研究計画：炭化水素燃料利用の際に起こるニッケル表面での炭素析出現象を対象として、形態を制御した電極材料を作製し、炭素析出（現象の検出）への酸化物の影響（相互作用の検出）を明らかにするとともに、Ni表面状態が受けた影響（原因の検出）を検出する測定手法を確立する。

年度進捗状況：異なる酸化物電解質基板上にニッケル薄膜電極を作製し、CH₄利用時のNi電極表面での炭素析出初期挙動に対する酸化物基板の影響を明らかにした。高い空間分解能（約2μm）をもち、炭素に対して非常に高い感度を有する顕微ラマン分光法を適用し、基板酸化物と析出炭素の情報を同時に検出することで、析出炭素の分布を視覚的にとらえることに成功した。Ni/YSZ系ではNi表面全体に炭素析出を観測し、Ni/ScSZ系ではわずかに炭素析出が抑制された。Ni/GDC系では炭素析出が観測されなかった。現在、酸化物基板の影響が表れた原因について、他の分析手法の活用による検出を進めている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池（SOFC）、燃料極、顕微ラマン分光、炭素析出

【テーマ題目12】熱電変換によるSOFCの排熱利用

【研究代表者】山本 淳（熱電変換グループ）

【研究担当者】山本 淳、上野 和夫、小原 春彦、李 哲虎、太田 道広、國井 勝、高澤 弘幸、加藤 康子、島田 和江（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

燃料電池システムの内部には、燃料ガス、空気、水蒸気等の様々な物質の輸送経路があり、これらの経路間ではシステム性能を向上させるために効率的な熱交換が行われている。中には大きな温度勾配を伴うエクセルギーロスが大きい熱交換部位もある。このような部分に熱電発電モジュールを取り付けることにより電力を回収し、本来の燃料電池の発電出力に加えてさらに出力を得ることができれば、システム全体の効率を上げることができると考えられる。

本研究ではSOFCに組み込む事を想定した、小型で信頼性の高い高性能熱電発電モジュールの開発を目標としている。ビスマス・テルル系材料よりも高温度域（300℃以上）で利用できる新規熱電材料の開発と発電モジュールの試作を実施しており、試作したモジュールを活用してモジュール評価技術の開発等を進めている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池（SOFC）、熱電発電、熱電モジュール、排熱利用、熱交

換器

〔テーマ題目13〕 熱電変換材料・モジュールの研究

〔研究代表者〕 山本 淳

(熱電変換グループ)

〔研究担当者〕 山本 淳、上野 和夫、小原 春彦、
李 哲虎、太田 道広、高澤 弘幸、
中川 愛彦、木方 邦宏、國井 勝、
長瀬 和夫、加藤 康子、島田 和江
(常勤職員5名、他7名)

〔研究内容〕

熱電変換は、半導体や金属に温度差を与えることにより発生する熱起電力を用いて、電気エネルギーと熱エネルギーの直接変換を可能とするものである。構成がシンプルであるという特長があるものの、効率の高い熱電変換には、高い熱起電力、低い電気抵抗、低い熱伝導率という、互いに相反する特性をもつ材料が必要となり、熱電材料の開発は重要な課題である。また、最大の変換効率は熱機関と同じくカルノー効率の制約を受ける。

熱電変換は、基本的に材料の物性に依存しているの、高い性能を有する材料の出現が長い間待ち望まれてきた。1990年代に入って、このような状況に一つの光明が見えてきた。従来のビスマス・テルル化合物の性能を凌駕する新しい熱電材料が相次いで発見、開発された。特に21世紀に入ってから、薄膜やナノ構造を有する材料で、飛躍的に高い熱電性能が報告されるようになった。そこで、本研究では高効率な熱電変換を実現するための材料の物性研究を中心に、これを元にしたモジュール化技術や評価技術の研究開発を行う。特に発電用として有望な中高温で性能の高い材料と異種材料を接合したセグメント素子、さらにはマイクロ発電やデバイスの局所冷却に有望な薄膜材料や低温材料の開発を行う。また、熱電材料のミクロな特性評価や、効率的材料開発手法の検討、熱電発電モジュールの精密な発電性能評価技術の開発も進める。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱電変換、未利用熱、ゼーベック効果、
ペルチェ効果、排熱利用、評価技術〔テーマ題目14〕 エネルギー高効率分散型利用のための
化学系エネルギー貯蔵媒体改質技術の
開発

〔研究代表者〕 高木 英行

(エネルギー貯蔵材料グループ)

〔研究担当者〕 高木 英行、安藤 祐司、松岡 浩一、
倉本 浩司、相澤 麻実、熱海 良輔
(常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

化石資源や再生可能エネルギーを効率的かつ有効に活用するためには、貯蔵・輸送性に優れたエネルギーキャ

リアを用いた分散型エネルギーシステムを確立する必要がある。本テーマでは、エネルギーキャリアとして有望な水素を利用したエネルギーシステム構築に対し基盤となる R&D として、「化学系エネルギー貯蔵媒体の効率的な改質及び利用技術の確立」を目的とした研究開発を遂行する。メタノールやエタノール等のアルコールは液体化学系水素貯蔵媒体として有望であり、これらを用いることで遠隔地にある水素ステーション等への安定した水素供給が可能となる。また、アンモニアを用いれば二酸化炭素を排出しない水素供給サイクルの構築が可能になる。これら化学系水素貯蔵媒体から高効率で水素を製造するための触媒および反応操作を探索し、それらの知見を元に水素製造プロセッサを開発することを目的とする。

本年度は、高効率アンモニア分解プロセスを利用した水素製造技術の開発を目的とした研究を遂行した。新たに調製した触媒の活性を、流通式触媒活性評価装置を用いて、種々の条件下で評価し、触媒の活性金属種及び反応条件の影響に関して系統的な知見を得た。また、触媒担体の酸塩基性が活性に対し大きな影響を与えることを見出しており、より低温で高い活性が得られる触媒の開発を進めている。

また、メタノール改質反応に対する貴金属担持触媒の活性を、流動層反応器を用いて、評価した。その結果、アルミナに白金やルテニウムを複合担持した触媒は、白金やルテニウムを単独で担持した触媒に比べ遥かに高い活性を示し、200℃という低温においても高いメタノール転化率を与えることを見出している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 分散型エネルギーシステム、化学系エネルギー貯蔵媒体、水素製造、アルコール、アンモニア、触媒

〔テーマ題目15〕 マイクロコジェネレーション型高出力
固体電源

〔研究代表者〕 本間 格

(ナノエネルギー材料グループ)

〔研究担当者〕 本間 格、松田 弘文 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

機械的特性に優れ、比較的低温でも高いイオン伝導性を有する固体電解質膜の作製をベースに低温作動可能な固体酸化物形燃料電池の研究開発を行った。固体電解質膜として作製した酸化物は酸素イオン伝導性を有するイットリウム安定化ジルコニア (YSZ) とプロトン伝導性を有するセリウム酸バリウム (BCO) である。固体酸化物形燃料電池用電解質膜として従来は焼結法を用いて1,000℃前後の高温で、バルクサイズの材料が合成されていたが、パルスレーザー堆積 (PLD) 法を用い超薄膜電解質を作製した。

PLD 法のプロセスパラメータである、ターゲット-基

板間距離、雰囲気ガス圧力、入射レーザーパワー等の合成条件最適化、および堆積に用いる基板材料の選択による、サイズ、結晶性の最適化を行った結果、熱酸化処理したシリコン基板上に、YSZ/Pt/SiO₂/Si の多層構造が200°Cで、BCO/Pd/SiO₂/Si の多層構造が400°Cで、それぞれ結晶化することを見いだした。YSZ 薄膜電解質表面を原子間力顕微鏡 (AFM) で測定した結果、PLD 成膜時の雰囲気圧を制御することにより、緻密なナノ結晶からなる YSZ 薄膜電解質が合成された。これらのイオン伝導特性を評価して固体電解質特性を明らかにするとともに固体型燃料電池デバイスへの応用可能性を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】薄膜固体電解質、固体酸化物形燃料電池、低温作動 SOFC、コジェネレーション

【テーマ題目16】ナノ構造活物質を利用した蓄電デバイスの開発、大容量を有するリチウム-空気電池の開発

【研究代表者】周 豪慎

(エネルギー界面技術グループ)

【研究担当者】周 豪慎、細野 英司、齋藤 喜康、王 永剛、李 会巧、何 平

(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

リチウムイオン電池の負極活物質として、カーボン被覆したナノサイズ Li₄Ti₅O₁₂活物質を開発し、優れたハイブリッド特性を示した。

ハイブリッド電解液 (=有機電解液/固体電解質/水溶性電解液) の概念を提案し、それを用いて、革新型蓄電池を開発した。その中に、大容量リチウム-空気電池のほか、大容量且つリサイクル可能なリチウム-銅二次電池がある。更に、リチウムイオン電池とニッケル・水素電池の利点を生かしたリチウム-ニッケル二次電池も開発した。

リチウム-空気電池、リチウム-銅二次電池及びリチウム-ニッケル二次電池の充放電特性も実験により確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】Li₄Ti₅O₁₂、リチウムイオン電池、リチウム-空気電池、リチウム-銅二次電池、リチウム-ニッケル二次電池

【テーマ題目17】小規模SMESの研究開発

【研究代表者】古瀬 充穂 (超電導技術グループ)

【研究担当者】古瀬 充穂、淵野 修一郎、山崎 裕文 (常勤職員3名)

【研究内容】

SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) とは、超電導マグネットに磁気エネルギーの形で電力を

貯蔵する装置のことである。本研究では、住宅用に設置可能な、瞬時電圧低下対策または負荷平準化用の実用的小規模 SMES の実現を目指している。合わせて、超電導電力機器設計・製作の基盤技術 (巻線技術・冷却技術等) を確立して、将来的に超電導回転機の研究開発につなげることも意図している。当グループで保有している高温超電導体による巻線技術を高度化し、液体窒素中に微細な固体窒素を分散させたスラッシュ窒素による冷却技術を確立して、小型 SMES 応用を想定した超電導マグネットの製作・試験を行うとともに、極低温電力変換 (クライオパワエレ) の可能性について検討する。

平成21年度には、超電導マグネット設計に必要な YBCO 薄膜・超電導テープ線材の臨界電流の幅広い温度領域における磁界角度依存性のデータを取得するとともに、透過電子顕微鏡観察を行って、高い臨界電流密度をもたらす主要な磁束ピン止め中心に関する知見を得た。また、スラッシュ窒素における固液界面の熱伝達係数をモデルから数値計算で求めた。その熱伝達係数を超電導ケーブルに適用してシミュレーションを行い、ある値以上の熱伝達係数があれば、固体窒素がすべて融解するまで冷媒の温度が一定であることが明らかになって、スラッシュ窒素冷却の優位性を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超電導マグネット、スラッシュ窒素、超電導テープ、臨界電流

【テーマ題目18】エネルギー使用合理化技術戦略の開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/コンビナートの高効率エネルギー・マテリアル融通システムとマネージメント手法の研究開発 (山口大学と共同研究)

【研究代表者】淵野 修一郎 (超電導技術グループ)

【研究担当者】淵野 修一郎、古瀬 充穂、名取 尚武、幸坂 紳 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

コンビナートの会社・事業所間の配電系統を直流連系し、変圧器や送電線の抵抗損失がミニマムになるように電流を均一化制御することにより、大きな省エネ効果が期待される。また、この時に必要な直流配電機器を極低温冷却する、あるいは超電導化することにより、更なる損失低減が期待できる。

そこで、直流連系設備の中で電気損失が大きい直流リアクトルを超電導化し、その特性評価を行った。空芯超電導リアクトルは、YBCO 線材を用いて、1個が約12mH のダブルパンケーキ状の空芯コイル8個を円軌道上にトロイダル配置して、臨界電流30A、インダクタンス100mH の直流リアクトルを試作した。サイリスタにより交直変換した高調波を含んだ直流通電実験を行うと

ともに、リアクトル本来の目的である電流平滑化効果に対するコイルインダクタンスの影響を調べるために、通電試験時の電流の高調波成分のパワースペクトル（高調波電流/直流電流）をフーリエ解析により測定した。その結果、以下のことが明らかになった。

- ① 20Aの連続通電電流に対してクエンチすることなく安定運転を継続した。
- ② この間のリアクトルの電気抵抗値と電気損失は零を維持した。
- ③ パンケーキのコイル個数を減少した時の通電電流に含まれる高調波電流をフーリエ解析した結果、8個のコイルを4個まで半減して50mHとしてもこの高調波電流の含有率が5%以内で運転できたが、2個の25mHにすると高調波成分が増大した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】直流連系、超電導機器、電流リード、損失低減

【テーマ題目19】高性能色素増感太陽電池の研究開発

【研究代表者】佐山 和弘

（太陽光エネルギー変換グループ）

【研究担当者】杉原 秀樹、春日 和行、佐山 和弘、北尾 修、草間 仁、小野澤 伸子、舩木 敬、小島 猛、倉重 充彦、中澤 陽子、船越 裕美

（常勤職員8名、他3名）

【研究内容】

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的として、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現するための技術開発を行っている。増感色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル構成法等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。

平成21年度は、モジュールを構成する単セル及びタンデムセルを更に高効率化することを目指し、新規ルテニウム錯体色素の開発、半導体電極、電解質溶液系の最適化を行った。その結果、ピリジンカルボキシラトを配位子とする新型色素で世界最高レベルの変換効率を実現するとともに、ジキノリルピリジン誘導体を配位子とする新規ルテニウム錯体色素を用いることでそれまで利用が困難であった近赤外光の光電変換を波長 900nm での光電変換量子効率35%という大きな値で実現した。近赤外光の有効利用は、異なる波長範囲の光エネルギーを変換する複数の太陽電池を組み合わせるタンデムセル化による高効率実現の要素技術としても重要である。また、セル性能の経時劣化要因の解析を行い、温度、光強度やセ

ル構成法が影響を与えることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体

【テーマ題目20】人工光合成技術の研究開発

【研究代表者】佐山 和弘

（太陽光エネルギー変換グループ）

【研究担当者】佐山 和弘、杉原 秀樹、春日 和行、姫田 雄一郎、草間 仁、小野澤 伸子、三石 雄悟、Wang Nini、林 宏樹、荒野 大輔、高原 亮策

（常勤職員7名、他4名）

【研究内容】

太陽光エネルギーの効率的な利用技術の確立を目指し、自然が巧妙に行っている光合成プロセスを手本として、太陽光エネルギーと水と炭酸ガスから、クリーンエネルギーである水素や炭化水素等の有機系資源の製造を可能とする、人工光合成技術の開発を行っている。特に、太陽光エネルギーの大半を占める可視光エネルギーを利用した水の分解による水素製造技術や、光還元固定プロセスによる炭酸ガス固定化、再資源化に関する技術開発を行い、実用化のための基礎的知見を集積する。また、環境浄化のための高性能な光触媒を開発する。

平成21年度は、高速自動半導体探索システムを用いた新規可視光応答性半導体探索について、欧州と競争が激しい酸化鉄系半導体について3元系の探索を行い、特殊な組成での性能向上効果を確認した。レドックス媒体を用いた効率的な光触媒—電解ハイブリッドシステムによる水素製造については、酸化タングステン粉末光触媒の高性能化のための要因を解明することを中心に行い、セシウムなどの表面処理方法が全体活性に大きく影響することを確かめた。環境浄化のための高性能な光触媒については Pd および銅化合物の助触媒が非常に優れていることを見だし、反応機構などを解明した。また、炭酸ガスの固定化に関する研究では、水素化反応で生成したギ酸を、独自に開発した新規な錯体触媒を用いて分解することにより、水素を再生出来ることを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光触媒、酸化タングステン、水素製造、環境浄化

【テーマ題目21】石炭の低温触媒ガス化によるゼロエミッション水素製造

【研究代表者】鷹嘴 利公（新燃料グループ）

【研究担当者】鷹嘴 利公、シャーマ アトゥル、松村 明光、川島 裕之、佐藤 信也、小谷野 耕二、上岡 健太、丸山 一江
（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

高い水分量と自然発火性の問題から、これまで輸送が困難であった褐炭、亜瀝青炭等の低品位炭を高効率に利用する技術開発のため、ハイパーコール製造技術を利用して製造した改質無灰炭を用いた触媒ガス化研究を行っている。これまでの成果において、水蒸気をガス化剤とする触媒ガス化では、600~700℃という低温において、選択的に水素と二酸化炭素が生成するため、水素製造と二酸化炭素固定化技術への応用が期待されている。また、改質無灰炭は、灰分がほとんど含まれないことから、上記触媒ガス化原料の他にも、液化、炭素材料の原料としての利用が注目されている。

平成21年度は、さらにこの触媒ガス化技術を合成ガス製造に展開することを試みた。すなわち、ガス化剤として新たに水蒸気+二酸化炭素の混合ガスを用いることにより、生成ガスとして水素と一酸化炭素の合成ガスが得られ、水蒸気と二酸化炭素の比率を変えることにより、合成ガス比を制御することができることを見出している。二酸化炭素は生成ガス中に含まれるため、その一部をリサイクルしてガス化炉へ導入することを想定している。そこで平成21年度は、熱天秤を用いてガス化剤の組成を変えた時の触媒ガス化試験を行い、得られた合成ガスの組成を分析し、ガス化剤の混合ガス組成と生成する合成ガス組成との関連を詳細に調べた。また、この低温触媒ガス化技術をプロセスへ展開するため、新たに連続式触媒ガス化装置を考案して製作することを試みた。

褐炭、亜瀝青炭から製造した改質無灰炭を用いた触媒ガス化で、従来の水蒸気だけをガス化剤として用いた場合と同様に、水蒸気と二酸化炭素を用いた場合でも、600~700℃の低い温度でガス化が進行し、その時の合成ガスの比率を水素/一酸化炭素=1~3に制御できることを明らかにした。この合成ガス比の混合ガスは、化学合成に直接用いることが可能で、水素と一酸化炭素比が1の時はジメチルエーテル (DME)、2の時メタノール、3の時メタンが効率良く製造できる。この新たな合成ガス製造技術では、一段階の低温触媒ガス化から製造が可能であるため、従来に比べて極めて高いエネルギー効率で合成ガスを製造するプロセスへの展開が期待できる。そのプロセス開発の前段階として、連続式の触媒ガス化装置を設計し、その組み立て作業を完了した。次年度はガス化炉を用いた流動試験を実施し、炉内の流動状態が満足できる炉の改良と試験条件の最適化について検討を進めていく予定である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低温ガス化、触媒ガス化、水素製造、合成ガス製造、低品位炭、改質無灰炭

〔テーマ題目22〕 バイオマスガス化 DME によるディーゼルエンジンのCO₂低減 木質・廃棄物系バイオマスからの高効率合成ガス

製造技術の検討

〔研究代表者〕 鈴木 善三 (クリーンガスグループ)

〔研究担当者〕 鈴木 善三、安田 肇 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

軽油を燃料とするクリーンディーゼルエンジンは、NO_x-PM (窒素酸化物-粒子状物質) トレードオフ打破と排気後処理装置の再生のため少なからず燃費を犠牲にしている。ディーゼル代替新燃料のジメチルエーテル (DME) は、無煙燃焼することから PM 対策のフィルタが不要であり、軽油を超える燃費が期待できる。さらにバイオマス由来の DME 製造技術が確立されれば、低CO₂排出な次世代ディーゼルエンジンシステムの構築が可能となる。木質系バイオマスからガス化を経由する DME の製造プロセスと、DME の燃料特性を最大限引き出すためのエンジンシステムの研究開発を、産総研新燃料自動車技術研究センターおよびバイオマス研究センターと共同で、分野横断的に実施した。当部門では木質・廃棄物系バイオマスからの高効率合成ガス製造技術の検討を担当した。

バイオマスエネルギーを有効活用するため、DME 合成に適した木質バイオマスガス化技術の開発が求められる。ガス化装置に求められる性能として、生成ガス圧縮動力削減のために、DME 合成に適した加圧条件、ガス化剤による反応挙動と生成ガス組成への影響の把握および生成 H₂/CO 比の調整ができること、小規模でも転換効率の高いこと等が挙げられる。これらの条件を満たすガス化装置形式を調査した結果、固定層方式が適切であると判定した。ガス化剤による反応挙動と生成ガス組成への影響を把握し、灰分およびタール除去を行う機構を備えた装置を設計・製作し、試運転を行い、基本性能を確認した。DME 合成工程と複合的に連携して運転することにより、バイオマスから高効率で DME を製造し、環境適合性の高いディーゼルエンジンシステムの構築に資することが期待される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、ガス化、ジメチルエーテル

〔テーマ題目23〕 分散型エネルギーシステムにおける夏季排熱有効利用

〔研究代表者〕 幡野 博之 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 幡野 博之、加藤 智允
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

住宅用エネルギーシステム技術の中で、燃料電池、マイクロガスタービン、ガスエンジン、太陽光・太陽熱利用システムなどの分散型エネルギー機器の導入が望まれている。しかし、いずれも熱の有効利用を行うことで高効率になるが、夏場は排熱の利用先として給湯程度しかなく性能を十分活用できない。一方、住宅やオフィス用環境を安全で快適にするために計画換気が行われている

が、最近の高気密・高断熱化技術の進歩により高温多湿な日本における効率的な潜熱除去方法の開発が望まれている。

本課題では、夏季におけるエネルギー消費の主因である空調とエネルギー供給装置との組み合わせが可能な住宅向けデシカント空調システムの開発を目的とする。これにより、エネルギー供給装置の効率を上げ、さらに、低温排熱の質を上げることが可能で安全で快適な空気質を保証する空調を実現できる。

既に商品化されているデシカント空調システムは潜熱除去が効率的に行えるが、除湿部と再生部をロータの回転によって除湿剤が移動するという連続操作を行っている。そのため、機械的信頼性は高いが、除湿と再生が一体でハニカム構造であることから断熱除湿、断熱再生操作となり、変動する排熱の利用が難しい。

平成21年度は既に提案している向流接触・等温除湿が可能な流動層技術による方式に加え、機械循環方式について除湿特性の実験・並びにシミュレーションによる検討を行った。除湿・再生基礎実験装置を使った実験では流路内の温湿度分布を初めて測定し、さらに軸方向吸着量分布を測定することが出来た。流路高さや空気流速を高くすると湿度変化は小さくなるが、除湿量自体は増加することから、ハニカムタイプ除湿は流れ本体から境界膜への物質移動が律速になることを確認した。湿度分布や吸着量分布から、提案方式の装置サイズを決定するための実験式を得ることが出来た。除湿剤を複合化した時の効果や35℃の排熱を使った時の再生特性についても調べ、再生が順次行われる様子を明らかにした。温度効果についても検討したが、相対湿度が同じであれば除湿特性が変わらないことを確認した。これらの結果を基に、除熱機構を有する場合には機械的な循環方式でも装置容積的に従来型のデシカント空調装置の数分の1から1/20程度とかなりコンパクトに出来ることを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 排熱利用、潜熱除去、負荷変動抑制、ピクシフト、等温除湿、向流接触

②【情報技術研究部門】

(Information Technology Research Institute)

(存続期間：2005. 7. 15～)

研究部門長：関口 智嗣

副研究部門長：伊藤 智

主幹研究員：樋口 哲也

主幹研究員：田中 良夫

所在地：つくば中央第2、秋葉原事業所、臨海副都心センター

人員：76名 (74名)

経費：1,454,269千円 (605,489千円)

概要：

情報技術研究部門では、社会インフラとして IT を提供する技術と利用者指向で IT を利用する技術の研究開発を行っている。

社会インフラとして IT を提供する技術では、ネットワーク、サーバ/クラスタといったハードウェアだけでなく、プログラミング環境、データベースやストレージを含むミドルウェア、さらには、並列・分散環境で高度なアプリケーションを実行する環境から、実問題を対象とするアプリケーションや情報サービスの提供まで、幅広い領域での研究開発を進めている。研究における大きな方向性としては、ディペンダビリティ、スケーラビリティ、および省エネルギーの観点から進めている。特に、マルチコアからメニーコアへのコア数の増大や、広域に分散した多数のコンピュータの運用が重要となり、機器の台数に比例した処理性能を得るスケーラビリティや、頑健性やセキュリティを保持するディペンダビリティの側面が必要不可欠となっている。一方で、低炭素化社会に向け、IT 機器の消費電力量低減も大きな課題であり、インターネットにおけるネットワークルータの低消費電力化やデータセンターにおけるサーバ・ストレージの省エネ運用手法なども、重要な研究課題となっている。サービスプラットフォームのレイヤでは、広域に分散した研究機関やグループを有機的に結び付ける研究基盤 (e-Science) を支援するため、異機種データベースの効果的な統合やメタデータの分散処理・管理技術を研究開発している。さらに上位のサービスレイヤでは、さまざまな応用分野でユーザが手軽に扱えることを目指した地球観測情報のインフラ Global Earth Observation Grid (GEO Grid) に関する研究開発を行っている。グリッド技術を用いて地球観測衛星データなどの大規模アーカイブおよびその高度処理を行い、分散環境下の各種観測データや地理情報システムデータと統融合した処理・解析が可能なインフラの構築を進めている。また、センサーネットワークも大規模に拡大しつつあり、社会インフラとして重要な要素となってきた。電力線通信 (PLC) など有線通信技術を中心とした大規模なセンサーネットワークの社会インフラと、その上での有用な出口応用を実現することを目標として、通信基盤技術やセンサー要素技術、センシングデータ処理技術などの研究開発を進めている。

利用者指向で IT を利用する技術では、実世界における環境情報、人間の動作や発する情報、および消費・創作・社会貢献等の諸活動によってもたらされる多種多様な情報を基に、異常検出、情報要約、ユーザ状況理解などに有効な意味的情報を抽出し、それらを活用して安全・安心な生活の実現と知的活動の飛躍的

向上を目指して研究開発を行っている。特に実世界で扱われる音声、音楽、映像、テキストなどのメディア情報において、これらを認識理解する技術の一層の高度化を進めるとともに、他のシステム資源や人的資源とのネットワーク化およびインタラクションの形成を促進することによって認識精度の向上およびデータの高付加価値化を図る研究をおこなっている。これによって、様々なメディア情報において最適な検索閲覧機能を実現する技術、コンテンツ自動生成のための技術、位置や状況に応じた情報提示に関する技術などの開発を進め、新しい情報サービスの創出に取り組んでいる。

また、アプリケーションの開発の利便性およびアプリケーションの動作の信頼性を向上させるために、情報数理学を中心とした理論研究、およびオープン・システムで幅広く使用される実証的ミドルウェアの開発と公開を行っている。

外部資金：

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業） 「クラウドサービスに向けた分散データベースレプリケーションの実証研究」

経済産業省 平成21年度産業技術開発委託費（中小企業等製品性能評価事業） 「アプリ動作時の電力見える化を行う組込み IP 開発」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「住民・行政協働ユビキタス減災情報システム」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「有害危険物質の拡散被害予測と減災対策研究」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度 「次世代大規模分散・並列環境における高度メタデータ管理・解析システム技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、被災建造物内移動 RT システム（特殊環境用ロボット分野）閉鎖空間内高速走行探査群ロボット」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）/革新的省エネルギーネットワーク・ルータ技術の研究開発/IT 社会を遠望した、情報の流れと情報量の調査研究/社会インフラとしてのネットワークのモデル設計と評価」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）/エネルギー利用最適化データセンター基盤技術の研究開発/データセンターのモデル設計と総合評価」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「エネルギー利用最適化データセンター基盤技術の研究開発/サーバーの最適構成とクラウド・コンピューティング環境における進化するアーキテクチャの開発/クラウド・コンピューティング技術の開発」

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

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「ソーシャルネットワークとソーシャルタギングを統合した情報推薦」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「発声を伴った頭部ジェスチャーの認識手法と電動車いすなどの制御インターフェースの開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「複数組織の多様な資源を予約に基づき同時確保するスケジューリング手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「3次元時空間データからの統計的特徴抽出に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 「不均質なペタバイト級時空間センサデータの統合利用基盤」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「仮想計算機の遠隔ライブマイグレーションに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「アクションと連動する衣類状態の視覚認識に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「マルチエージェントの学習過程に注目した系安定化・全体最適化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「並行システムの高信頼自動検証ツールに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手研究（スタートアップ） 「ソフトウェアによる高精度パケットスケジューリング機構の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手研究（スタートアップ） 「能動的音楽鑑賞支援のための楽曲推薦技術に基づくソーシャルネットワーク構築」

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 「実環境情報サービスのためのユビキタス音声認識技術の研究開発」

独立行政法人日本学術振興会 二国間交流事業 「3次元画像情報に基づく看護教育支援のためのヒューマンセンシング」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 「微弱電磁波による異常状態判定システムの開発と応用」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 「ステレオビジョンとシミュレーション技術の統合による大型複合施設での人流解析と新しいサービスモデルの創出」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 「直感的インタフェースを市民芸術創造 SNS の研究・開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 「音楽デザイン転写・音響処理解にに基づくインタフェース」

財団法人日本情報処理開発協会 「国際的なセキュリティフレームワークへの対応に関する調査研究」

財団法人資源・環境観測解析センター 「ハイパースペクトルセンサ代替校正手法の研究開発」

独立行政法人情報通信研究機構 「新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発 課題ア ネットワークユーザーを支援する計測技術 ～ネットワーク『見える化』の実現に向けて～」

国立大学法人京都大学 科学技術試験研究委託事業 「(2) 広域的情報共有と応援体制の確立 (C) 情報システム連携の枠組み構築」

大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 最先端学術情報基盤構築事業 「CSI におけるグリッドプログラミングミドルウェアの高度化」

経済産業省 基準認証研究開発委託費 「平成21年度基準認証研究開発委託費 (国際標準共同研究開発事業：情

報分野の競争力強化に関する標準化-⑤携帯用情報機器の4方向キーインタラクションに関する標準化)」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「研究コミュニティ形成のための資源連携技術に関する研究」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度 「超高速ネットワークに対応した悪意ある通信の遮断技術の研究開発」

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

独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイノベーション化事業頭在化ステージ 「調音の特徴に基づく雑音に頑健な音声コマンド認識システムの研究」

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

独立行政法人科学技術振興機構 社会技術研究開発事業 「3次元映像の解析」

独立行政法人科学技術振興機構 「消費電力を削減するグリッドデータセンター運用管理システムの研究」

独立行政法人科学技術振興機構 「安全と利便性を両立した空間見守りシステムアーキテクチャ」

独立行政法人情報通信研究機構 「ダイナミックネットワーク技術の研究開発 課題エ 大規模資源の管理・制御に関する研究」

独立行政法人情報通信研究機構 「新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発 課題イ ネットワーク広域制御を利用するアプリケーションのためのフレームワーク技術」

厚生労働省 平成21年度障害者保健福祉推進事業 (障害者自立支援機器等開発研究プロジェクト) 「安全に配慮された電動車いす」

発表：誌上発表208件、口頭発表273件、その他21件

メディアインタラクション研究グループ
(Media Interaction Group)

研究グループ長：後藤 真孝

(つくば中央第2、秋葉原事業所)

概要：

実世界のメディア情報 (音楽、音声、ユーザ活動

等)を対象に、人々の利便性を向上させるためのメディアインタラクション技術の研究開発に取り組んでいる。主に、実世界メディア理解技術(自動理解・マイニング・推定)、インタラクション技術(インタフェース・検索・ブラウジング)の研究開発を行っている。実世界メディアは Web を中心に多様化し増加し続けているが、それを人々が活用する技術は未成熟である。そのため、計算機が人間に代わって理解し、人間の意図や嗜好に合わせた形態に変換することで人々の利便性向上を図る技術が求められている。具体的には、音楽情報処理及び音楽インタラクションに関する研究、音声言語処理及び音声情報検索に関する研究、Web インタラクション及びユーザ支援に関する研究等に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目2

マルチエージェント研究グループ

(Multi-Agent Group)

研究グループ長：車谷 浩一

(臨海副都心センター、つくば中央第2)

概要：

マルチエージェント、すなわち個々の主体(エージェント)が自律分散的に認識・理解・判断・動作を行い、主体の集まり全体として柔軟かつ効率的に目的を達成するようなシステムに関する研究開発を行う。大規模なソフトウェアをエージェントの集まりとして実現する技術、システム全体の効率と個々のエージェントの効用を両立する技術、分散センシング環境からの情報を統合して理解する技術などの研究開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1

ミドルウェア基礎研究グループ

(Middleware Fundamental Research Group)

研究グループ長：戸村 哲

(つくば中央第2、秋葉原事業所)

概要：

情報サービスをグローバルに提供し、普及させるためのソフトウェア基盤技術を開発する。とりわけ、情報サービスの中核をなす文書情報処理を世界各地の言語、文化に適応させる多言語情報処理技術の開発、安心・安全・快適に情報サービスを利用するために必要不可欠であるシステム管理運用技術の開発などをグループの目標とする。

グループの目標を達成する情報技術を実運用可能なソフトウェアとして実現する。その際の方法論としては実証的ソフトウェア研究の手法を採用し、設計・実現・公開・利用者の評価による改善のサイクルを用いる。これにより、実際に広く利用されるソフトウェアを提供するための場としてグループを運営する。

研究テーマ：テーマ題目3

情報戦略グループ

(IT Strategic Planning Group)

研究グループ長：永見 武司

(つくば中央第2、秋葉原事業所)

概要：

情報技術の研究開発を戦略的に進めるために、ソフトウェアのディペンダビリティ、ユーザビリティ、流通や頒布形態に係る分析、および情報システムの研究開発に関する国内外の動向調査、研究開発プロジェクトの行程管理のモデル化を行い、要求に応じた確に情報提供する枠組みを構築する。

さらにこれらをもとに、内外の機関との研究開発プロジェクトのプランニング、調整、研究成果および保有技術の普及を支援する。

研究テーマ：テーマ題目2、3、4

知的メディア研究グループ

(Intelligent Media Research Group)

研究グループ長：坂上 勝彦

(つくば中央第2)

概要：

現代の生活環境やインターネットにおける情報洪水の中で、コンピュータが発揮する大量処理能力を活用し、人間の知的活動を支援する技術の実現とメディア情報処理による共通的な技術基盤の確立を目指す。そのためには常態監視・状態理解・異常検知・予兆検出、大量データの分析・分節・分類・検索、変化の定量化等の研究開発が必要となる。その技術的特徴は、大量の多様化したメディア情報(画像・映像・音声・音響、マルチセンサー信号、テキスト・記号情報)を高精度かつ効率よく処理する手法と、実世界での実問題に対応するために画像処理技術や音声・音響処理技術及び記号処理技術を高度に融合させる手法にある。具体的な応用事例として、住環境や作業空間での異常検出システム、安全・安心な次世代モビリティシステム、マルチメディア検索システムなどの開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目2

センサーコミュニケーション研究グループ

(Sensor Communication Group)

研究グループ長：樋口 哲也

(つくば中央第2)

概要：

有線(例：PLC；高速電力線通信)によるユビキタスなセンサーネットワークによる生活の質的向上と省エネルギーを出口イメージとして、これを構築するのに必要な基盤的技術の研究開発する。具体的には、データ圧縮技術、セキュリティハードウェア技術、

PLC 技術（別途、高速電力線通信連携研究体で研究開発）を主体に研究開発する。上記のユビキタスなセンサーネットワークは、画像センシング、環境計測、エネルギー計測等、今後エコや安全・安心を実現する上での強力な新規のインフラになることが期待される。データ圧縮技術、セキュリティハードウェア技術、PLC 技術は、いずれも状況に対する適応性の高さが十分な性能獲得の上でのポイントとなる。

研究テーマ：テーマ題目3

インフラウェア研究グループ

(Grid Infraware Research Group)

研究グループ長：工藤 知宏

(つくば中央第2、秋葉原事業所)

概 要：

動的な情報処理基盤構築のための資源管理・仮想化技術と資源利用技術の研究開発を行う。最近注目を集めているクラウドでは、ユーザは自ら資源を持つ必要がなく、その一方で資源の利用効率を高めることができる。しかし現状では、処理性能の保証がないこと、複数組織が提供した資源を組み合わせる仕組みがないことなどの問題が存在する。本グループでは、計算機やストレージに加えてネットワークも確保可能な資源として使えるようにし、これらをユーザやアプリケーションの要求に応じて統合してスケジューリングするとともに、各資源のモニタリング情報をユーザやアプリケーションに知らせる方式を開発している。また、仮想化技術を導入して、ユーザに見えるインフラ（仮想インフラ）が実際のハードウェアなどの構成（物理インフラ）に依存しないようにし、資源の割り当ての自由度を上げて管理を容易にする技術の開発も行っている。これらの技術により、より広い用途に使用できる動的インフラ構築を可能にしていく。また、資源の有効利用やエネルギーコストの低い資源の優先利用による省エネルギー化を図る。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6

サービスウェア研究グループ

(Grid Service-ware Research Group)

研究グループ長：小島 功

(つくば中央第2)

概 要：

大規模観測装置、大規模科学技術計算、巨大データベースで取り扱うデータ量は近い将来ペタバイト級に達し、かつ広域に分散していくことが予想される。本チームにおいては、こうした大規模データ処理を分散配置にて実現する方式の設計・開発、様々なデータベースを組み合わせ一つの高性能データベースとして提示する機能の設計・開発、そして、これらをユーザが利用しやすくするツール群の設計・開発を行っている。

る。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

地球観測グリッド研究グループ

(GEO Grid Research Group)

研究グループ長：土田 聡

(つくば中央第2、秋葉原事業所)

概 要：

地球観測衛星データなどの大規模アーカイブを構築し、それらデータの高度処理と、各地に分散する各種観測データや地理情報システムデータとの統融合した処理・解析を、さまざまな応用分野でユーザが手軽に扱えることが可能な地球観測情報のシステム・インフラの構築を目指し、GEO Grid (地球観測グリッド：GEO Grid とは Global Earth Observation Grid) の研究開発を進めている。GEO Grid の構築にはグリッド技術を活用し、データを提供する組織毎のポリシーを考慮した仕組みを実装、GEO Grid 上での各種応用分野の処理・解析手法開発、および、産業基盤となる社会基盤データの作成に関する研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目5

[テーマ題目1] ユビキタス情報支援技術

[研究代表者] 車谷 浩一

(マルチエージェント研究グループ)

[研究担当者] 車谷 浩一、野田 五十樹、幸島 明男、
依田 育士、河本 満、大西 正輝、
山下 倫央 (常勤職員7名、他8名)

[研究内容]

生活・社会の安全の向上を実現する情報技術として、環境や人の運動・行動のセンシングによって得られるデータを統合的に解析し、またシミュレーションによって検証することによって、人間・社会の安全・安心感を提供するような情報サービスを、日常的に活用される情報通信インフラストラクチャー上において実現することを目標とする。具体的な達成目標として、1) 屋内自律型ナビゲーション、2) マイクロフォンアレーによる非日常音検出、3) 人流計測とシミュレーション統合による安全サービスを実現する。

1) 「屋内自律型ナビゲーション」に関しては、ショッピングモール・展示会場・美術館・医療機関・街角のような空間を想定し、センシング情報の統合的解析結果を用いて、屋内空間におけるユーザの位置・移動軌跡の推定、通常時の道案内、緊急時の避難誘導を実現する「屋内自律型ナビゲーション」システムの実現を目指す。このシステムを実現するために必要な要素技術は、無線センサーネットワークデバイス、測位アルゴリズム、センサ情報からの緊急状態の把握、屋内での人流の状況把握である。

屋内空間を想定した測位を実現するデバイスとして、センシング情報の取得・配信を実現するセンサネットワークシステムを利用することが、実空間での実装において有利であると考えられる。これは測位専用システムを構築するよりも、一般性の高いセンサネットワークデバイスならびに組込ソフトウェアを用いることが有利だからである。これらのセンシングデバイスからの情報を確率推論・統計処理アルゴリズムを用いて解析する。

5年計画の最終年度である平成21年度においては、現実の物理空間からのセンシング情報とその解析結果を元にしてサービスを提供するためのサービス提供基盤技術として、センシング情報統合解析ならびにサービス提供プラットフォームを用いて、自律型ナビゲーションアルゴリズム、動作・身体状態推定といったアルゴリズムを統合的に用いた実サービスを提供するメカニズムを実現した。

屋内自律型測位を実現するために、無線ノードデバイスならびに無線センサネットワークの設計・開発を行った。本システムは、無線センサネットワークの通信プロトコルの一つである IEEE 802.15.4 をベースとしたものであり、1) 低消費電力で、携帯端末に接続しての長時間動作ならびに環境設置のビーコンデバイスの長時間動作が可能であり、2) 携帯端末で動作可能な軽量の測位エンジンを実装可能で、3) サーバとの通信が不要、4) 設置環境の物理的状況の影響を受けにくい、5) 環境側装置の保守性が高いなどの特徴を有している。

また、携帯情報端末上で動作し、環境に設置された無線ノードである無線ビーコンデバイスから発信される複数のビーコン信号を受信し、受信された複数のビーコン信号の時間的・空間的分布の確率的・統計的性質を解析することにより、ユーザの位置ならびに移動軌跡を推定する屋内自律型測位アルゴリズムを開発した。このアルゴリズムを携帯情報端末上で実装し、屋内自律型測位システムとして動作することを確認した。実装された屋内自律型測位システムを用いて、非常信号を受信した際には自動的に避難誘導ナビゲーションへと切り替わる、屋内自律型ナビゲーションシステムを開発し、その有効性をシミュレータ上で実証した。

2) 「マイクロフォンアレーによる非日常音検出」に関しては、5年計画の最終年度である平成21年度には、緊急状況の把握のためのマイクロフォンアレーによる非日常音の自動検出システムを実装した。このシステムは、マイクロフォンアレーを用いて日頃の日常時における音環境を計測し、その結果を基に、日常的でない音（非日常音）を統計的性質から抽出し、非日常音発生のイベントとその発生方向を自動的に検出することが可能である。検出した非日常音は、日常時にない何か異常な情報だとみなされた場合、公共空間・ビルディングを監視している管理者・警備員等に送ることで、公共空間での安全・安心を提供するために利用可能である。

3) 「人流計測とシミュレーション統合による安全サービス」に関しては、5年計画の最終年度である平成21年度には、ステレオビジョンと人流シミュレーションを用いた屋内環境の状態把握システムの有効性の検証を実施した。具体的には、秋葉原 UDX ビルの AKIBA-ICHI の2階、3階に4台のステレオカメラを設置し、全営業時間中の人流データを取得した。各カメラは、2階エントランス、2階上下エスカレータ口、3階上りエスカレータ口、3階下りエスカレータ口に設置されている。カメラ視野内においては、毎秒10フレームで移動者の身長データも含む動線データがアーカイブされている。各視野間で関連する移動動線の一つのものとしてカウントし、複数カメラの結果を統合することで、2F や3F を通り過ぎただけなのか、あるいは立ち寄ったのかなどの判定を可能にした。この人流計測の結果により、館内に設置された顧客向けの広告の効果の検証を行い、広告の設置場所と内容によって顧客の移動に変化が現れることが確認された。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 無線センサーネットワーク、測位、屋内ナビゲーション、空間見守り、生体見守り、マイクロフォンアレー、ステレオビジョン、社会シミュレーション

【テーマ題目2】 時空間情報処理技術

【研究代表者】 坂上 勝彦

(知的メディア研究グループ)

【研究担当者】 幡野 博之、加藤 智允、坂上 勝彦、佐藤 雄隆、永見 武司、斉藤 泰一、喜多 泰代、増田 健、植芝 俊夫、小林 匠、西村 拓一、中村 嘉志、濱崎 雅弘、児島 宏明、三国 一郎、佐宗 晃、佐土原 健、李 時旭、後藤 真孝、緒方 淳、栗原 一貴、吉井 和佳、藤原 弘将

(常勤職員21名)

【研究内容】

人間が生活する実環境に多数配置されたセンサー等によって、音や映像等のデータを長時間にわたって多チャンネルで収集した時空間情報データから、データの内容を意味的に表現した情報を自動的に抽出する技術を開発する。時空間情報を、その意味内容に基づいて圧縮・再構成し表現する技術の開発を行うとともに、行動や作業を支援、あるいは異常を検知するシステムなどを開発し、新情報サービスの実現を目指す。具体的には、さまざまな実問題に対する問題解決を目指す中で、広い意味でのサーベイランス、検索、コンテンツ自動作成、情報提示を行うプロトタイプシステムの開発を第2期中期期間にわたって進めてきた。平成21年度における個々のテーマについては以下のように進捗している。

画像データに関しては、インテリジェント電動車いすにおけるセルフキャリブレーション技術において、実機へ実装して位置検出誤差の標準偏差が5cm から3cm に向上した。また、画像検索システムの開発において、1万件程度のスナップショット群を対象にした実験を行い、検索結果を妥当な候補数件に絞り込むことができた。自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術において、衣類モデルとステレオカメラ画像から、吊り下げられた衣類形状を推定し、ロボットハンドによって広げて把持することに成功した。また、3次元計測データからの認識処理において、3次元形状の位置合わせ処理に関する実験で、広く使われている代表的な手法（spin-image）のパラメータ設定成功例が13例中6例であったのに対し、独自手法では36例中28例とパラメータの設定範囲が広くとれ、有効であることを確かめた。

位置情報データに関しては、市民芸術を創造するワークショップの場で、気軽に積極的に自己表現・協調創造活動を行うためのインタフェースにおいて、参加者の位置と向きなどの状況を推定する技術の改良を行い、スマートフォンへの実装を可能にした。これを用いて自己表現・協調創造活動を行うためのシステムを多摩美大学と共同で構築した。市民芸術創出プラットフォームの一例として、既存システムにおける創造活動の分析結果をもとに、共同作業の場を支援する Web ホワイトボードシステム **SaaSBoard** を改良し、ワークショップで活用し実証データを評価した結果、事前の自己表現およびワークショップ中の協調創造活動を促進する効果を確認された。

音声及び音響データに関しては、音響的な異常検出技術の研究において、住居の防犯に関連した異常音を再現して収集し、高精度に検出可能な手法を開発した。また、機械の制御信号など音以外の時系列信号に関する異常検出手法についてもデータを収集して、異常検出手法の有効性を確認した。さらに、複数マイクの利用や多様なアルゴリズムの適用を検討して、雑音環境下での有効性を検証した。また、音声認識及び音声検索技術において、2種類の音声情報検索システム（**VOISER**、**PodCastle**）を開発し、これまでにインターネット上で実証公開して有効性の検証と改良を進めてきた。**VOISER** は、音声を認識せず、音素片に分解・符号化、高速マッチング処理することで、辞書・文法、言語の制約がなく、新規コンテンツでも検索が可能である。平成21年度は、検索の高速化のために手法の改良を中心に研究を進め、約2,000時間分のコンテンツを1秒で検索可能にした。**PodCastle** は、インターネット上のポッドキャスト（音声ブログ）音声データを音声認識技術によって自動的にテキスト化することで、それらをユーザが検索できるだけでなく、詳細な閲覧、認識結果の訂正も可能なシステムである。一般ユーザに対してこのシステムを Web サービスとして提供する一方で、ユーザに音声認

識誤りを訂正して貢献してもらい、それらの訂正結果を実際に自動学習することにより全体の性能向上に繋げる新たな技術を開発した。これを用いて評価した結果、実際に音声認識性能の改善が確認された。さらに、ポッドキャスト動画データ中の音声データにも対応したことで、より多様なコンテンツが検索可能となった。平成21年度はさらに、両者の利点を活かす統合的手法の研究も開始した。また、歌声を対象とした研究開発にも取り組み、ユーザが歌ってお手本を聞かせることによって、より自然なニュアンスで歌声が合成できる歌声合成技術 **VocaListener** を開発した。これにより、従来のように歌声合成パラメータを手で長時間調整せずに、人間らしい自然な歌声を容易に合成できるようになった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】画像情報処理、音声情報処理、マルチメディア、位置情報処理、メディア情報処理、時空間情報、マルチメディア検索、メディアコンテンツ、サーベイランス

【テーマ題目3】グローバル情報技術

【研究代表者】樋口 哲也

（センサーコミュニケーション研究グループ）

【研究担当者】樋口 哲也、高橋 栄一、河西 勇二、岩田 昌也、坂無 英徳、村川 正宏、戸村 哲、半田 剣一、錦見 美貴子、高橋 直人、中村 章人、新部 裕、田中 哲、上野 乃毅、戸田 賢二、（常勤職員15名）

【研究内容】

本課題においては、グローバルな視点で様々な情報機器を扱う技術について、通信システムからプログラミング言語にわたる広い範囲において研究開発している。具体的には、産業機器の省配線化技術、多言語処理技術、ソフトウェア開発運用支援技術、自由ソフトウェアの研究、実時間組込システムの研究、ORB エンジンの研究開発を行なった。

産業機器では内部の省配線化が強く求められており、また製造コスト削減、小型軽量化、メンテナンス性向上が期待されている。そのため、平成20年度にはこれらの要件を満たすリアルバスシステムを提案、作成した。平成21年度は更に現場での使用のし易さを高め、またコスト面からの回路設計の改良等を行い、半導体検査装置での現場実証を通じて、本リアルバスの有効性を明らかにした。

多言語処理技術の研究では、多言語ライブラリ **m17n-lib/C** のうち、ホスト OS が提供する GUI 環境に依存しない **m17n-lib/SHELL** の部分について **C#** 環境に適合させたものを開発した。多言語ライブラリデータベースの XML 化環境の開発については、多言語ライ

ブラリデータベースのうち、フォントのグリフレイアウト方法を定義するデータベースの既存部分のXML化を完了させた。また多言語ライブラリがこのXML化したフォントのグリフレイアウト方法を定義法を読み込み実行する機能を追加した。

ソフトウェア開発運用支援技術の研究では、システム運用情報活用システムの性能を改善し、100パッケージの脆弱性検査時間をこれまでの2秒程度から1秒未満に短縮できた。ユーザインタフェースについては、これまでと異なる画面構築ライブラリを採用し、画面遷移の統一感や操作性の向上を図った。また、業界標準の脆弱性評価方式を採用しWindows及びLinuxを含む複数のプラットフォームを管理対象にできるようになった。

自由ソフトウェアの研究では、Debian GNU/Linuxにおいて新規パッケージの取り込みおよび既存パッケージの保守を約30事例行うことで整備するとともに、ソフトウェアの研究開発および利用に関する基盤整備の分析を実証的に行った。

分散環境での組み込み機器開発ツールとして開発を行っている、オブジェクト指向の通信プロトコルをハードウェア(FPGA)により加速する「ORBエンジン」については、マニュアルやチュートリアルをwebで公開し、使用希望者に配布を行った。また画像にサイズや奥行きや光源の情報を付加することで、任意の背景写真の中に商品を実際のサイズや色で再現できる商品提示システムについては、商品の角度に応じて自動的にふさわしい写真を選択する機能や影を付加する機能を追加し、展示会に出展した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】シリアルバス、省配線、多言語情報処理技術、ソフトウェア開発運用支援技術、自由ソフトウェア、実時間組込システム

【テーマ題目4】グリッド技術

【研究代表者】田中 良夫

【研究担当者】田中 良夫、伊藤 智、工藤 知宏、
児玉 祐悦、中田 秀基、小川 宏高、
竹房 あつ子、高野 了成、宋 応文、
横井 威、広瀬 崇弘、小島 功、
池上 努、谷村 勇輔、山本 直孝
(常勤職員12名、他3名)

【研究内容】

地球規模で分散して存在する大量の情報や計算資源を有効に利用した、新たな科学手法および産業応用が注目されているが、そのための基盤技術は確立されていない。本課題においては、当該技術を開発し、ソフトウェアとして実現することを目標とした研究開発を進める。(1)要素技術の研究およびそれを実現するミドルウェアの開発、(2)実証実験を通じた開発技術の有効性検証、および(3)ミドルウェアの公開やプログラミングインタフェ

ースの国際標準化などを通じた成果普及、の3つの研究開発の成果を融合することにより、研究成果が世界的に広く利用されることを目指す。具体的には、グリッドプログラミングミドルウェア、高性能WebGISミドルウェア、データグリッドミドルウェア、仮想データセンター構築ミドルウェアの研究開発を行なった。仮想データセンター構築ミドルウェアの研究開発においては、昨年度開発した三つのモジュール、運用決定モジュール、仮想クラスタ構築システム、および仮想クラスタシステムの高度化を行うとともに、統合して運用するためのグリッドデータセンター運用システムを開発した。仮想クラスタシステムにおいては、より柔軟な資源運用を可能とするために、メモリエージの転送を最適化することで、仮想マシンのマイグレーション時間の短縮を行った。我々は、メモリエージをインクリメンタルにコピーする手法を提案、実装し、これによりこれまで10秒以上かかっていた仮想マシンの起動を1秒未満で実施することを可能とした。また、グリッドデータセンター運用システムは、サーバからセンサーやツールを利用して、消費電力、CPU負荷などの情報を取得し、それに基づき、一つのサイト内でのサーバの消費電力を削減する運用を可能とした。ユーザが必要なリソース量を変更したタイミングで、運用システムは消費電力を最小にする構成を運用決定モジュールにより計算し、必要な仮想マシンのマイグレーションを実行、稼働の必要なくなった物理サーバの電源を落とし、電力消費量を抑えることができる。このほか、グリッドプログラミングミドルウェア、高性能WebGISミドルウェア、データグリッドミドルウェアについても研究開発と標準化・普及活動を連携して進め、オープンソースソフトウェアとして公開した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッドRPC、Ninf-G、グリッドミドルウェア、高性能WebGIS、仮想データセンター

【テーマ題目5】防災・地球観測支援技術

【研究代表者】土田 聡

(地球観測グリッド研究グループ)

【研究担当者】土田 聡、松岡 昌志、中村 良介、
岩男 弘毅、山本 浩万、児玉 信介、
竹山 優子、田中 良夫、小島 功、
的野 晃整、谷村 勇輔、山本 直孝、
亀井 秋秀、中村 和樹
(常勤職員12名、他2名)
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本課題では、自然災害軽減・危機管理・地球環境保全・地球資源探査などの社会的問題解決への貢献、および、都市情報・地理情報などと組み合わせた新たなサービス創生への支援を目指し、グリッド技術を用いて、地

球観測衛星データの大規模アーカイブ、および各種観測データベースや GIS データと統合したサービスを安全かつ高速に提供できるシステムとして、地球観測グリッド (GEO Grid) システムの研究開発を行う。具体的には、ソフトウェアの戦略的開発による国際的優位性の確保および GEOSS (国連専門機関の事業を基礎とした全球地球観測システム: Global Earth Observation System of Systems) への日本からの貢献、ハードウェアの追加投資による運用の高速化と二重化における長期アーカイブ (データバンク) サービス実験、地表観測データ・衛星データの高度・高精度化処理技術およびこれらを統合するアプリケーションの開発を行っている。

平成21年度は、昨年度に引き続き、数百テラバイト級の大規模アーカイブを実現する技術の開発、衛星データ校正・検証およびその補正のための研究開発、衛星データ処理システムの研究開発、地表観測データと衛星データを統合するアプリケーションの開発を行った。特に、WebGIS ミドルウェアの開発として、AIST-CSW (Catalog Service for the Web) および DEM (Digital Elevation Model) 作成のためのステレオマッチングの高速化を進め、また、パイロットアプリとして、地震動マップ即時推定システム (QuiQuake) や地殻変動モニタリングシステムの開発にも着手、その一部 (QuakeMap) を公開するまでに至った。

さらに、本研究の成果普及のために、外部機関との研究開発協力を進め、地球観測データの国際的な標準化・相互運用の実現のため、国際的な標準化団体および研究グループである OGC (Open Geospatial Consortium)、OGF (Open Grid Forum)、PRAGMA (Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly) および GEOSS 等でも積極的に活動した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド技術、地球観測、衛星画像、校正・検証、画像補正、地理空間情報、OGC、OGF

【テーマ題目6】 大容量光通信技術

【研究代表者】 工藤 知宏
(インフラウェア研究グループ)

【研究担当者】 工藤 知宏、児玉 祐悦、小林 克志、中田 秀基、竹房 あつ子、高野 了成、小島 功、谷村 勇輔、広瀬 崇宏
(常勤職員9名、他1名)

【研究内容】

光パス網などの大容量光通信技術は、トラフィックあたりの消費電力が小さく省エネルギーに大きく貢献できる可能性を持つが、従来の IP 交換網と性質が異なるため、その応用範囲を広げるためには、アプリケーションの要求に応じてパスを設定するなど、新しい利用技術の確立が必要である。本課題では、ネットワークの帯域

(光パスなど) を予約により確保する資源管理インタフェースを策定し、標準化を推進する。また、資源管理ソフトウェアを開発すると共に、将来のネットワークトラフィックの大半を占めると考えられる高精細映像通信を想定して、帯域保証型ネットワークと連動する性能保証型ストレージ技術を開発する。また、予約により確保した資源のモニタリングを行う分散モニタリングシステムの設計を行う。さらに、確保した帯域を最大限に活用するための帯域有効利用技術の開発を行う。加えて、IP 交換網や光パス網などの性質の異なる複数のルーティング方式が存在する場合に、省エネを実現するための選択手法を評価検討する。

平成21年度には、共同研究により策定したネットワークの帯域を予約によって確保するインタフェース GNS-WSI3をより簡単に利用できるように改良するとともに、グリッド技術の標準化機関である Open Grid Forum において標準化活動を推進した。また、モニタリングと資源管理の連携を実現し、資源選択の高速化を実現するなど、資源管理ソフトウェアの改良を行った。さらに、光パス網と性能が保証された分散ストレージを組み合わせた高精細映像配信機構の開発を行った。帯域有効利用技術としては、既開発のソフトウェアによる帯域制御機構 PSPacer について、高精度タイマを利用してより広く適用可能にするるとともに、民間企業と共同で商用コンテンツ配信への実適用を進めた。ネットワークの省エネルギー化の指標とするために、将来のネットワークトラフィックの性質と量に関する調査をとりまとめた。また、用途に応じて光パス網などのネットワークを使い分けるための方式ネゴシエーションおよびルーティング方式切り替えを行うプロトタイプシステムを設計・実装した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 資源管理、資源予約、光パス網、ストレージ、モニタリング

②【安全科学研究部門】

(Research Institute of Science for Safety and Sustainability)

(存続期間：2008.4.1～)

研究部門長：中西 準子
副研究部門長：匂坂 正幸、永翁 龍一
主幹研究員：吉田 喜久雄

所在地：つくば西、つくば中央第5

人員：47名 (45名)

経費：1,005,556千円 (499,583千円)

概要：

安全科学研究部門は、化学物質リスク管理研究センター、ライフサイクルアセスメント研究センター、爆

発安全研究コアの3つの研究ユニットの融合により新たに2008年4月1日に発足した研究部門である。

近年、産業活動等での災害や安全問題、化学物質による環境リスクの問題に加えて、地球環境や資源枯渇に関する問題への関心が増大している。これまで、こうした問題を克服するために、上記の3研究ユニットが個別に取り組み、それぞれ、高い信頼性を得て、国や自治体、産業界などの意思決定の基礎を提供してきた。しかしながら、安全やリスクに関する問題と地球環境問題、資源枯渇問題などの持続可能性の問題は互いにトレードオフの関係にあり、このような困難な課題に対処し、安全で持続可能な社会を構築するためには、従来の研究分野の境界を越えた融合的な取り組みや、融合研究を柔軟に実施できる研究体制作りが急務となっている。

このため、本研究部門は、これまでの化学物質リスク評価やフィジカルハザード評価、ライフサイクル解析等の個別の研究分野で得られた手法を融合させ、持続可能な社会を目指した生産消費を選択するための指針や、それらの指針を考慮した社会の要請に応じた政策の科学的知見に基づく提示を通じての安全で持続可能性の高い社会の構築への貢献を目指して、リスク評価戦略、環境暴露モデリング、広域物質動態モデリング、物質循環・排出解析、持続可能性ガバナンス、爆発衝撃研究、高エネルギー物質研究、爆発利用・産業保安研究、素材エネルギー研究および社会と LCA 研究の10グループで構成される研究部門として新たなスタートを切った。

設立に際して、予測、評価および保全技術を融合し、環境・安全対策の最適ソリューションを提供し、新規技術、特にエネルギー開発技術に係る評価を行うことを目指し、以下を本研究部門のミッションとした。

- ・ミッション1：フィジカルハザード評価、化学物質リスク評価、ライフサイクル解析の分野で評価手法を開発するとともに、これらの評価に不可欠な信頼性の高い基盤データを収集し、これらを蓄積しつつ適切な解析を行い、評価結果を公表する。
- ・ミッション2：フィジカルハザード評価、化学物質リスク評価、ライフサイクル解析の分野の融合的研究を行い、これらの融合研究の遂行を通じてトレードオフ問題に取り組み、安全と持続性の両立の実現を目指す。
- ・ミッション3：新技術の社会受容性、産業保安、環境分野でのガバナンス戦略等の分野で、現実的で政策提言につながる研究を行う。
- ・ミッション4：研究活動により蓄積された評価結果、データ、開発した解析ツール等を社会に提供する。
- ・ミッション5：評価を通して、市民・地域・産業・行政、国際機関等の合理的な意思決定や基準策定を支援し、わが国の産業競争力の強化に貢献する。

これらのミッションに対応して、平成21年度は、本研究部門のプレゼンスを示す具体的な研究課題として、1)-5)に加え、部門独自の自主研究課題である6)と合計6つの課題を選定し、これまで培ってきた評価技術に加えて、融合研究を実施した。

1) バイオマスエネルギー利用にかかる環境安全性評価

バイオマスエネルギーの利活用に関して、大気暴露や生態系リスク、土地利用評価といった環境的な側面からのリスク評価に加えて、バイオ燃料中に含まれる特定物質の燃料中及び排ガス中での挙動解析、ETBEの実使用環境での貯蔵安定性といったバイオ燃料の有害性やハザードの評価、さらにはバイオ燃料利用に関する社会受容性の研究を実施した。

2) 社会と産業の環境戦略の評価手法に関する研究

平成21年度にはカーボンフットプリント (CFP) で用いる包括的なインベントリデータ整備を行い、1,800種類以上の国内データ作成を行った。また、消費者受容性調査を実施して、CFP の受容性が肯定的であること、CFP 表示の効果的な商品群は趣味性の低いものであることを明らかにした。

3) 鉛に関するサブスタンス・フロー・シミュレーターの構築

アジア地域における鉛のフローと排出量に関する実態調査と全球大気輸送モデル (AIST-GCTM) を中心として環境動態モデルの開発を実施した。鉛の排出実態調査により、中古品や屑として大量の鉛が日本から海外に流出していること、途上国では不法セクターからの排出が大きいことを明らかにした。また、環境動態モデルを用いた試算から、ヒトへの暴露経路を考えると大気沈着が重要であること、越境汚染や再飛散の寄与がかなり大きい可能性があることを明らかにした。

4) フィジカルハザード評価

地下式新型火薬庫の安全性評価においては、昨年度に開発した1/6スケール標準モデルに加えて、高強度や低装薬密度モデルへの展開を図る。トンネル式火薬庫等の安全性解析においては、室内実験で爆風圧の方向依存性を検討し、最も危険な飛散物である火薬庫扉の飛散特性を把握した。

5) 新規技術体系とリスク評価・管理

平成21年度には、3物質群 (二酸化チタン、カーボンナノチューブ、フラーレン) のナノ材料 (NMs) リスク評価書と「考え方」の中間報告版を公表した。この中で、作業環境における許容暴露濃度の目安値を提案したため、産業界などから大きな反響があった。

6) マルチプルリスクトレードオフ評価・管理手法の研究

化学物質の暴露と有害性の情報を補完する環境排出量推計手法、環境動態/室内暴露/経口暴露推定モデル、有害性推論手法、及び共通尺度によるリスク比較手法を基礎として、プラスチック添加剤と工業用洗浄

剤の用途での物質代替に伴うリスクトレードオフを解析した。また、ノンフロン型冷凍空調システムに関するリスクトレードオフ評価を実施した。

外部資金：

経済産業省 平成21年度基準認証研究開発委託費「国際標準共同研究開発事業：発熱分解エネルギー測定に関する標準化」

文部科学省 原子力試験研究費「化学災害の教訓を原子力安全に活かす E ラーニングシステムの開発に関する研究」

文部科学省 原子力試験研究費「再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究」

文部科学省 原子力試験研究費「深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究」

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

環境省 地球環境研究総合推進費「日常生活における満足度向上と CO2削減を両立可能な消費者行動に関する研究」

環境省 地球環境研究総合推進費「電動車両用充電設備の設置における問題とその解決策に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発/実用的な性能評価、安全基準の構築/『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価手法ならびに安全基準の構築」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業/バイオ燃料の持続可能性に関する研究/温室効果ガス(GHG)削減効果等に関する定量的評価に関する研究」

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

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発(先導技術開発) 総合調査研究」

九州防衛局 請負研究費「針尾島(20)保管庫移設解析業務」

文部科学省 科学研究費補助金「研究成果データベース リレーショナル化学災害データベース」

文部科学省 科学研究費補助金「住宅の Dampnees に起因する健康影響に対するリスク評価(基盤 B: 分担)」

文部科学省 科学研究費補助金「酵素阻害反応を用いた有機リン化合物放散量測定器の開発(基盤 B: 分担)」

文部科学省 科学研究費補助金「LCA に基づく金融商品の環境パフォーマンス定量化手法の開発と活用のための制度設計(基盤 A: 分担)」

文部科学省 科学技術総合推進費補助金「タイにおける低炭素排出型エネルギー技術戦略シナリオ研究」

財団法人核物質管理センター 請負研究費「模擬粉末等の飛散試験」

社団法人産業環境管理協会 受託研究費「カーボンフットプリント試用データ提供及び品質の評価」

社団法人産業環境管理協会 受託研究費「平成21年度環境負荷表示制度構築等事業に関わる事業者意識調査、消費者受容性調査、及び Web 意識調査」財団法人 日本船舶技術研究協会 受託研究費「水素燃料電池自動車等の海上輸送に関する安全性確認実験」

財団法人わかやま産業振興財団 受託研究費「バイオマス活用に向けた高発熱量ブリケット製造技術開発と低コスト木チップ化実証試験」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 受託研究費「バイオマス地域循環利用システムの影響評価手法の開発(地域モデルにおける物質循環を検討する手法の開発)」

独立行政法人日本原子力研究開発機構 受託研究費「イオン交換樹脂の火災・爆発安全性に関する比較論的研究(IV)」

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 受託研究費

「FY21液化天然ガス／液体酸素ロケット推進薬の爆発威力に関する実験」

特定非営利活動法人安全工学会 請負研究費「平成21年度統合安全システムに関する事例の関連付け調査」

国立大学法人京都大学 請負研究費「ナトリウムカリウム化合物 (NaK) の安全性評価業務」

環境省廃棄物科研費 受託研究費「有機再生廃棄物を対象とする多層複合型資源循環圏の設計と評価システムの構築」

環境省廃棄物科研費 受託研究費「リデュース・リユースの分析・評価手法の体系化とその適用研究」

環境省廃棄物科研費 受託研究費「有害物質管理・災害防止・資源回収の観点からの金属スクラップの発生・輸出現況の適正管理方策」

厚生労働省科学研究費補助金 受託研究費「妊婦及び授乳婦に係る臨床及び非臨床のデータに基づき、医薬品の催奇形性リスクの評価見直しに関する研究 (分担)」

発 表：誌上発表167件、口頭発表252件、その他61件

リスク評価戦略グループ

(Risk Assessment Strategy Group)

研究グループ長：蒲生 昌志

(つくば西)

概 要：

(研究目的) 主に化学物質に関する具体的な課題についてリスク評価を実施しながら、リスク管理を目的としたリスク評価の考え方の検討を行う。

(課 題) 工業ナノ材料のリスク評価、化学物質の代替に伴うリスクトレードオフ解析 (ヒト健康リスク、生態リスク) を中心的課題とする。

(研究内容) 工業ナノ材料のリスク評価については、カーボンナノチューブを中心としたリスク評価書の中間報告版を作成し、公開した。関連して、種々のカーボンナノチューブに関する気管内投与試験を設計して実施した。また、ナノ材料に関するインビトロ試験やインビボ試験を行い、遺伝子発現解析を行った。

化学物質の代替に伴うリスクトレードオフ解析のうちヒト健康リスクについては、各臓器に対する影響についての毒性等価係数を推定する推論アルゴリズムのプロトタイプを構築した。また、肝臓と腎臓については質調整生存年数によるリスク算定を可能とし、洗浄剤およびプラスチック添加剤のリスクトレードオフ評価に適用した。

生態リスクについては、限られたデータから種の感受性分布を推論する手法のプロトタイプを構築し、洗浄剤やプラスチック添加剤のトレードオフ評価に適用した。また、重金属の個体群レベルの影響評価についても検討した。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目6

環境暴露モデリンググループ

(Environmental Exposure Modeling Group)

研究グループ長：東野 晴行

(つくば西)

概 要：

化学物質のリスク管理において、環境中の濃度を知ることは最も重要な課題の一つと考えられる。環境中濃度は、観測を行うかモデルによる計算で求められるが、新規の物質など観測データが存在しない場合の推定や限られた観測データからの全体状況の把握、将来や過去の状況の推定などでモデルの果たす役割は大きいと言える。

このような背景から、当グループでは、化学物質のヒトや生態系へのリスク評価において、最も基礎となる暴露評価技術の開発を行っている。大気、室内、河川、海域等、複数の環境暴露評価モデルの開発を行い、これらを用いた暴露・リスク評価を他のグループと連携して実施し、その結果を化学物質管理等の政策に反映させる。現在は、以下の4つのプロジェクトの推進を中心に研究を進めている。

- ① 化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発
- ② 鉛に関するサブスタンス・フロー・シミュレーターの構築
- ③ バイオマス利用リスク評価に関する研究
- ④ ノンフロン冷凍空調技術開発

また、これまで開発してきたモデルや研究成果の普及や維持管理にも努めている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目

6

広域物質動態モデリンググループ

(Macro-Dynamic Modeling Group)

研究グループ長：吉田 喜久雄

(つくば西)

概 要：

当グループは、第2期中期計画の「化学物質の最適なリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発」において、物質代替や新規技術の導入に伴うリスクを総合的に評価する際に必須となる要素技術を開発するとともに、リスクベースの化学物質管理の一層の普及を目指して、平成21年度は以下の研究開発を実施した。

- ①物質代替に伴うリスクトレードオフ解析手法の開発
- ・農・畜産物中の疎水性物質の摂取量を地域特異的に推定できる環境媒体間移行・暴露モデルのプロトタイプを開発した。
 - ・ヒト健康影響の統計学的推論手法の基礎となる反復投与毒性データベースを作成した。
 - ・ニューラルネットワークモデルを用いた生態毒性推論手法と統一尺度で化学物質間の生態リスクを比較する手法のプロトタイプを開発した。
- ② 新規技術に係るリスク評価手法の開発
- ・工業用ナノ材料のサイズ効果を含むヒト健康影響、新規のノンフロン型冷媒とその分解物のヒト健康影響、さらに、バイオ燃料となる植物に含有される物質のヒト健康影響を評価した。
 - ・バイオマス燃料の利用に伴う生態系へのリスクを評価する枠組み構築を検討し、バイオマスプランテーションの土地利用シナリオ評価を実施した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目6

物質循環・排出解析グループ

(Substance Flow and Emission Analysis Group)

研究グループ長：恒見 清孝

(つくば西)

概要：

新規物質のリスク評価や代替物質のリスクトレードオフ評価を通じて、物質の代替や開発の意思決定や排出抑制対策などの行政、企業のリスク管理に還元することを目標として、物質フロー推定手法や環境中への排出量推定手法の開発、発生源の同定手法の開発を行っている。平成21年度は、以下の研究開発を実施した。

- ①排出シナリオ文書 (ESD) ベースの環境排出量推計手法の開発
- ・工業用洗浄剤とプラスチック添加剤について、調査および実験結果から排出量推定式を導出し、ESDを作成した。
 - ・リスクトレードオフ評価書の中間報告版を作成した。
- ②工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発、リスク評価及び適正管理の考え方の構築
- ・工業ナノ材料の製造・使用施設の現場調査と実験から物性と排出特性の関係を導くとともに、有害性試験のための試料調整や体内動態解析を実施し、有害性評価のとりまとめを行った。
 - ・リスク評価書の中間報告書と要約英語版を作成した。
- ③新規冷媒暴露リスク評価
- ・冷凍空調機器のノンフロン型冷媒や次世代冷媒の暴露解析および簡易的なリスク評価を実施した。
- ④アジアにおける鉛のサブスタンスフロー・排出量推定モデルの開発
- ・タイ、フィリピンと日本における鉛のサブスタンス

フローを解析し、各国の排出実態を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

持続可能性ガバナンスグループ

(Sustainability Governance Group)

研究グループ長：岸本 充生

(つくば西)

概要：

持続可能な社会を達成するために、行政・企業・一般市民それぞれが果たすべき役割を支援するための評価手法を開発し、それらが実装されることを目標に次のような研究を実施した。1つは、不確実性および国際的な状況下で戦略的なリスクガバナンスに必要な基盤技術の開発を行った。工業ナノ材料を例に、イノベーションに不可欠な産業技術としてのリスク評価を事業者が自主的に進めるべきであることの根拠とそのため手法について情報収集・整理を行った。次に、既存化学物質と情報の少ない代替物質との間のリスクトレードオフを解析するためのフレームワークを洗浄剤とプラスチック添加剤を例に開発した。経済活動による重金属の国際的フロー推定手法を、鉛を例に開発した。2つ目は、持続可能性や安全を達成するための、インセンティブを利用した制度設計に関する研究を行った。持続可能性については、金融市場を利用した環境負荷削減手法の研究を実施し、資本サプライチェーンを通じたCO₂排出責任の推定手法を開発した。安全については、企業を対象に、雇用形態等の制度の変更を通じたインセンティブ構造の変化を利用した事故抑制手法の可能性を探る研究を行った。

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

爆発衝撃研究グループ

(Explosion and Shock Waves Group)

研究グループ長：中山 良男

(つくば中央第5)

概要：

本グループの研究目的は、固体および液体などの凝縮系の爆発現象の解明および爆発災害防止のための基礎研究を行うことであり、特に高エネルギー物質の起爆現象の解明や爆発により発生する爆風等の低減化手法の開発を行っている。研究の方法論としては、小規模から可能な限り規模の大きい実験を実施することであり、これにより燃焼や爆発現象のスケール効果を把握することを基本戦略としている。このため室内実験では、高速時間分解計測による爆発現象・起爆機構の研究、レーザー衝撃波による高圧下の状態方程式研究などの基礎研究を軸に、高エネルギー物質の爆発安全に関する研究を行っている。さらに、行政的ニーズに対応するために、室外大規模実験に参加し、新しい構

造の火薬庫の安全性評価、爆風や爆発破片等の爆発影響を低減化する技術の開発を行っている。外部予算で実施している主な研究課題は、再処理工程におけるエネルギー物質の爆発安全性評価研究、爆発影響低減化の技術基準作成、新型火薬庫の安全性解析、及び核物質の放散評価などである。

研究テーマ：テーマ題目 4

高エネルギー物質研究グループ (Energetic Materials Group)

研究グループ長：松永 猛裕

(つくば中央第5、北センター)

概要：

当グループは、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的にしている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は大きく分けて3つあり、①化学物質の爆発性評価および保安技術に関する研究においては、主として外部の依頼による発火・爆発性の評価を行っている。②火薬類の有効利用に関する研究については、遺棄化学兵器の安全な処理技術、爆発を使った新材料合成等に関する研究を行う。③高制御花火の開発においては、グリーン、ミニマムエミッションをキーワードに人と環境に優しい花火を創成することを目指す。特に、落下物、煙、塩素、硫黄の低減化、および、花火用新素材の探索について研究開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5

爆発利用・産業保安研究グループ

(Industrial Safety and Physical Risk Analysis Group)

研究グループ長：緒方 雄二

(つくば西)

概要：

本研究グループでは、火薬類に代表される高エネルギー物質および高圧ガス、可燃性ガス等の安全研究および有効利用技術に関する基盤的な研究を実施した。火薬類の安全に関する研究では、地下式火薬の野外実験を実施し、ひずみ、地盤振動および飛散物の分布を計測することで安全性を検証した。また、火薬類の非理想爆轟現象に関する室内実験と数値シミュレーションから爆轟モデルを構築し、不完全爆轟による破壊現象に適用する手法を検討した。可燃性ガスの安全性に関する研究では、次世代可燃性ガスとして普及を検討している DME スタンドの安全性と燃料電池自動車の海上輸送に関する安全性確認実験を実施した。さらに、可燃性ガスの爆発影響を検

討するために、密閉空間での爆発実験を実施し、コンクリート板の破壊状況等を観察し、ガス爆発によるコンクリート板の破壊パターンを明らかにした。

産業保安に関する研究では、保安技術の向上のために、災害事例 DB システムの外部への提供方法を検討し、事故・トラブルの根本原因の分析手法を確立して、教訓学習などを含めた技術伝承システムの構築を行った。

研究テーマ：テーマ題目 4

素材エネルギー研究グループ

(Material and Energy Sustainability Assessment Group)

研究グループ長：匂坂 正幸

(つくば西)

概要：

持続的発展可能な社会に向けて、素材、エネルギーの利活用に関するあるべき方向の提言を導く研究を以下の3つのテーマを中心に遂行している。

①エネルギーの持続可能な利活用評価

バイオマスエネルギーの利活用をはじめとする省エネルギー・エネルギー源多様化等を通じた持続可能な社会の基盤となるエネルギーシステム構築を目指した研究を推進している。その一環としてバイオ燃料製造、バイオガソリン乗用車の燃費、バイオ燃料への認識についてデータ収集及び分析を行っている。

②低環境負荷技術・行動による環境改善効果の評価

各種環境負荷低減技術・行動のライフサイクルを考慮した環境改善評価を推進している。このために電動車両の技術評価、家庭での使用についての調査及び分析を行い、また、低環境負荷技術評価のために発展途上国での大気汚染の経済価値換算を主目的とした調査を実施しデータ分析を進めている。

③素材の循環・有効利用の評価

地域・国・世界といったマルチスケールでの素材の適切な循環および有効利用を促すため、資源性と有害性を持つ鉛を取り上げて、マルチスケールでのマテリアルフロー分析モデルを開発している。マテリアルフロー分析モデルの結果を基に、グローバルな素材の循環および有効利用の在り方について検討している。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目

3

社会と LCA 研究グループ

(Advanced LCA Research Group)

研究グループ長：玄地 裕

(つくば西)

概要：

社会に対して、ライフサイクル思考に基づいた環境対策、適応策、技術などのシステム化を通じた実現を目的とした研究を行っている。ライフサイクルアセスメント（LCA）手法やライフサイクル思考を研究手法の中心として、評価手法開発、指標開発、先駆的提言、データベースの整理・構築、ソフトウェア作成など、環境影響の低減や持続性に関するシステムの具体化に必要な研究を幅広く行っている。具体的には、①カーボンフットプリントによる環境側面の定量化のための手法およびデータベース開発、②環境負荷削減に向けたシステム、仕組みに関する研究、③目指すべき社会像検討のための基礎的研究、を行っている。研究成果や研究に用いたインベントリデータベースやソフトウェア、手法、指標などは共有化を行い、ライフサイクル思考だけでなく、リスク評価、ハザード評価などを用いた持続的発展可能な社会構築における環境や安心安全に関する基盤技術として蓄積を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

[テーマ題目1] バイオマス利用リスク評価に関する研究

[研究代表者] 匂坂 正幸

(素材エネルギー研究グループ)

[研究担当者] 井上 和也、東野 晴行、岩田 光夫、
匂坂 正幸、野村 昇、工藤 祐揮、
林 彬勤、李 正国、山田 千恵、
伊藤 俊介、和田 祐典、
加藤 勝美(福岡大学)、若倉 正英、
和田 有司、緒方 雄二、飯田 光明、
楊 翠芬、小西 友子

(常勤職員10名、他8名)

[研究内容]

バイオマス利活用に伴い発生する「リスク」について、従来型の影響評価の発展を図り、その成果から政策提言をめざす研究を行っている。平成21年度は、前年度に引き続きバイオマス利活用に伴うリスクについての分析を推進した。

大規模なプランテーションによりバイオマスを生産する時においては、土地利用変化等に起因する生態リスクが発生する。本研究テーマにおいては、生態リスク評価について、あらゆる生物の必須元素で多様な化合物形態をとり循環をしている窒素の循環を中心としたモデルの構築を行い、各種窒素化合物の環境負荷量による影響についての評価を実施している。また、プランテーションの対象となる作物としてジャトロファを想定して、ジャトロファプランテーションの可能性について、地球規模、大陸規模、国規模における潜在的な可能性評価を行い、土地利用シナリオを設計した。

バイオ燃料の貯蔵安定性に関しては、tert-ブチルエチルエーテル（ETBE）単独、ETBE/ガソリン混合物について、加速速度熱量計（ARC：Acceleration Rate Calorimeter）を用いた疑似断熱条件下での試料の発熱挙動観察を実施し、酸化鉄（ Fe_2O_3 ）が混入した場合、発熱分解反応の開始温度および活性化エネルギーが著しく低下する事が確認された。また、発熱時には気相酸素の圧力低下が伴う事から、発熱開始には酸化反応が寄与している事が示唆された。これらの結果より、ETBE混合ガソリンの貯蔵の際は、貯蔵容器の劣化などによる酸化鉄の混入および酸素との混触に留意する必要があることが示された。

バイオ燃料使用に伴う大気環境汚染に伴うヒト健康リスクとして、ホルムアルデヒド等の有害物質による発ガン、オゾン暴露による死亡率上昇を評価対象とした。リスク評価用大気拡散モデルについて、基準となるシナリオをデータが得られる最新年度に更新し、気象条件についてもより一般化を行った。そのモデルを用い、従来計算対象としていた関東地方に加え近畿地方を対象にして、E10（エタノール容積比10%のガソリン混合燃料）によりガソリン車の燃料が代替されるシナリオについて2次生成物質も含めた濃度推定を行った。この結果を現状の推定濃度と比較することにより、バイオマス燃料導入によるヒト健康リスク変化の試算による推定を行った。

バイオディーゼル燃料（BDF）の原料として注目されているジャトロファの種子には、有毒成分が含有され、燃料原料としての使用におけるリスクが問題となっている。ここでは、主要な有毒成分であり発がんプロモーターである Phorbol esters（PEs）を対象にしてリスク評価を行った。BDF 製造工程における PEs の挙動は、BDF 化工程により PEs の含有量が見かけ上減少し、生理活性は1/1000以下に減少したと推定された。ジャトロファ油の加熱による発生ガスの分析では、ジャトロファ油中の PEs は残留することが示唆された。種子の経口摂取は、PEs による刺激性と腫瘍の促進作用のリスクがあることが判明している。燃料として使用する時、フィルタープレスを行ったジャトロファ油中にも PEs は検出されているが、ディーゼルエンジン排出物のガス相と粒子相からは PEs は検出されず、ディーゼルエンジンの燃焼で破壊されることが示唆された。

バイオ燃料の社会受容性について分析を行うため、タイ王国において購入意志に関わるコンジョイント分析を中心とした社会調査を実施し分析を開始した。調査は、主要都市であるバンコク及び地方都市であるコンケンにおいて、CLT（Central Location Test）に準じた方法で回答者を募り、自動車を保有している世帯に属している回答者を中心として面接法によって実施した。質問時には、バイオ燃料の原料、用いることによる CO_2 排出減少量等を提示して、コンジョイント分析を行うための標準的質問方法を用いている。データの分析を開始し

たところ原料種別、CO₂排出減少量、価格のいずれにも回答は影響されている様子が見られている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス、ライフサイクルアセスメント、生態系、安全性、有害性、大気環境、社会受容性

【テーマ題目2】社会と産業の環境戦略の評価手法に関する研究

【研究代表者】玄地 裕（社会とLCA研究グループ）

【研究担当者】玄地 裕、田原 聖隆、本下 晶晴、井原 智彦、河尻 耕太郎、工藤 祐揮、岸本 充生、本田 智則、田畑 智博
（常勤職員8名、他1名）

【研究内容】

持続的発展可能な社会を目指すためには、地球環境問題の解決、経済的発展、人としての豊かさの向上など幅広い視点からの具体策や道筋が必要である。本研究では、持続的発展可能な社会を目指す際に必要となる社会システムの実現に寄与することを目的に研究を実施している。本年度は、①インベントリデータベース IDEA の開発、②カーボンフットプリント（CFP）効果推計、③投資における環境パフォーマンス測定手法開発、④エネルギー消費と効率化に関する調査、を行った。

①インベントリデータベース IDEA の開発

製品・サービスの環境側面の定量化手法として、LCA は必須の概念であり手法である。LCA および CFP を計算するには中間製品やエネルギーごとの環境負荷を集めたデータ集であるインベントリデータ（原単位）が不可欠である。本課題では、商品を網羅し、信頼性を確保したデータベース IDEA（Inventory Database for Environmental Analysis）の開発に着手した。IDEA では、農林水産業、鉱業、建築・土木などの非製造業、飲食料品、繊維、化学工業、窯業・建材、金属、機械などの製造業、電力・都市ガス、上下水道、廃棄物処理などを対象として、日本標準産業分類・工業統計調査用商品分類を基礎に、階層構造を有した IDEA 分類表を作成し、細分類で総数約1,800項目に該当するすべての項目のデータを作成した。また、必要性の高いデータは従来通りプロセスデータを収集して、細分類の下に詳細分類データとして IDEA に格納した。現在、データの適合性評価を取り入れた新しいデータの品質評価手法を開発している。

②カーボンフットプリント（CFP）効果推計

カーボンフットプリント（CFP）の表示が消費者の購買行動のどの程度変化を促し、その結果としてどの程度の温室効果ガス（GHGs）の排出削減に繋がるのかを推計した。CFP 表示商品に対する消費者の購買意識についてアンケート調査に基づいてコンジョイント分析

（家庭用冷蔵庫を事例として）を行った結果、CFP を表示することで消費者にとっての商品価値が価格の約1割程度向上することが明らかとなった。さらに、CFP 表示された商品間（家庭用冷蔵庫）の比較では、CO₂排出量が1kg 少ない商品の価値が約19円高いと評価している結果となった。CFP 表示の普及による GHGs 削減効果の推計では、モンテカルロシミュレーションの結果から0.4～2.3%程度の GHGs 排出抑制効果が期待されるものと予測された。

③投資における環境パフォーマンス測定手法開発

投資資金を環境効率性の高い企業に誘導することによって、環境配慮型製品の開発、及び普及促進を図る。しかし、環境と金融に着目した定量的な研究はなされていない。そこで、投資における環境パフォーマンス測定手法の開発を行った。代表的投資指標である ROE（Return on Equity）、ROA（Return on Assets）に対して企業の温室効果ガス排出量を組み込み、外部性を考慮した投資指標 EOE（Environmental load on Equity）、EOA（Environmental load on Assets）を開発した。これらの指標を用いることで、投資検討先企業の経済性と同時に環境性を測ることが可能になる。また、これらの指標について日本経済新聞デジタルメディア社との共同研究を通じて実際の投資市場への応用について検討を開始した。

④エネルギー消費と効率化に関する調査

化石燃料を大量に消費する産業革命以前の江戸時代から現在における運輸、民生技術を中心としたサービスあるいは時間あたりの効率の変遷と、そのサービスあるいは時間あたりのエネルギー消費量の調査を行った。これらを踏まえ、エネルギー消費によってどれだけサービスあるいは時間に関する効率が向上したか、また、過去と現在の生活の効率やエネルギーに関する定量的比較を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】LCA、カーボンフットプリント、消費者行動、環境パフォーマンス、効率化

【テーマ題目3】鉛に関するサブスタンス・フロー・シミュレーターの構築

【研究代表者】東野 晴行
（環境暴露モデリンググループ）

【研究担当者】東野 晴行、恒見 清孝、布施 正暁、牧野 良次、石川 百合子、小野 恭子、吉田 喜久雄
（常勤職員7名）

【研究内容】

国際連合環境計画（UNEP）では、大気経路での有害金属類汚染（水銀、カドミウム及び鉛）の拡散等に対する国際的対応を行う必要性について検討が開始されており、有害金属による環境リスクは、近年、国際的な環

境問題として取り上げられている。わが国でも、環境省が2006年度に有害金属対策策定基礎調査専門検討会を設置し、国際的観点からの有害金属対策戦略を策定するための基礎的な検討が開始されている。鉛は、蓄電池やはんだ等、幅広い用途を持つ物質であり、産業や我々の生活に欠かせない金属である。一方で、古くから知られているように、有害性のある金属であるため、近年では、欧州の RoHS 指令のように製品中の鉛の使用を規制する動きが見られる。このように、有害金属類、特に鉛に関しては、有害性と資源性を持つ物質として、使用に伴って生じる環境へのリスクがどの程度であるのかということは、国際的にも非常に関心が高いテーマであると言える。

以上のような背景から、当部門では、日本における鉛使用によるリスクの現状と代替や削減による効果の推定を実現する、鉛のサブスタンス・フロー・シミュレーターの開発プロジェクトを2008年から開始した。

このプロジェクトでは、人為的行為による物質（鉛）の移動と、自然現象による物質の移動の両方を取り扱う。前者については、鉛含有製品（バッテリー、家電など）の国内外の物質フローモデルを構築し、これを用いて環境中への排出量を推定する。後者については、全球大気輸送モデルを核として、土壌、水域及び食物への取り込みを表現できるマルチメディアモデルを組み合わせた、全球環境動態モデルを開発する。

また、応用一般均衡モデルを用いることにより、環境政策や規制（鉛の製品への使用禁止、輸出入の規制、関税措置）の実施による鉛含有製品の動きをシミュレートし、排出量や暴露濃度が最終的にどこでどのように変化するかを推定することを目指している。

本テーマについて、平成21年度は、アジア地域における鉛のフローと排出量に関する実態調査と全球大気輸送モデル（AIST-GCTM）を中心として環境動態モデルの開発を実施した。排出実態調査から、中古品や屑としてかなりの量の鉛が日本から海外に流出していること、途上国では不法セクターからの排出が大きいことを明らかにした。また、環境動態モデルを用いた試算から、ヒトへの暴露経路を考えると大気沈着が重要であること、越境汚染や再飛散の寄与がかなり大きい可能性があることを明らかにした。

平成22年度は、東アジア諸国を対象とした鉛製品の移動と排出量の推計を実施し、欧米等の既存推計結果も利用して、海外における鉛移動量・排出量を把握する。また、これまで実施した日本国内での事業所および周辺環境の観測調査の結果を解析して、鉛のバックグラウンドの環境中への影響を把握する。さらに、海外調査で得た情報を考慮して、多国間の応用一般均衡モデルを構築し、政策シナリオごとに物質フローのシミュレーションを行う計画である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リスク、暴露、金属、物質フロー、排出

【テーマ題目4】フィジカルハザード評価と産業保安に関する研究

【研究代表者】飯田 光明（研究コア代表）

【研究担当者】飯田 光明、角舘 洋三、中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、保前 友高、松永 猛裕、薄葉 州、秋吉 美也子、岡田 賢、緒方 雄二、和田 有司、久保田 士郎、椎名 拓海、佐分利 禎、若倉 正英、若槻 雅男、大屋 正明、杉 義弘、堀口 貞茲、金 東俊、和田 祐典、石川 弘毅
（常勤職員15名、他8名）

【研究内容】

火薬類等高エネルギー物質が関与する災害を防止するために広範囲の研究を行った。主な研究テーマは以下の通りである。この他に液体ロケット燃料の安全性評価、次世代自動車燃料の安全基準の作成、化学プロセスにおける爆発危険性評価等を行った。

①地下式火薬庫の技術基準検討実験

新しい構造の火薬庫の安全性を評価するために、今年度は、火薬庫の薬室の構造と薬量容積比（火薬庫の薬室体積あたりの貯蔵薬量）に関する検討を目的に、実規模の7.5分の1程度の模擬地下式火薬庫を用いて、爆発実験を行い、爆風圧、地盤振動、爆発破片の飛散等に関するデータを収集した。その結果、爆風圧は覆土により大きく減衰すること、地盤振動は発生するものの爆風圧よりは影響範囲は小さいこと、爆発破片の飛散範囲は許容できる範囲であること、薬量容積比の影響は小さいことなどが明らかになった。

②トンネル式火薬庫の安全性評価

トンネル式の火薬庫の安全性評価のために、爆風圧、地盤振動、飛散物、隣接する薬室までの距離について、爆薬量が数グラム～数百グラムで爆発実験を行い、関連するデータを収集した。その結果、爆風圧については、出口前方の過剰圧に比較すると、後方は著しく低減することを確認した。さらに出口の前方に防爆壁を設置することで、前方の過剰圧を激減できることも明らかになった。地盤振動については、薬量や岩種により速度振幅が変化する等の動的挙動を解明した。飛散物については、飛散物の発生メカニズムを検討するために、岩石の表面を剥離させる実験アセンブリを開発し、ひずみ速度と動的引っ張り強度の関係を明らかにした。庫間距離の安全性の評価では、岩石を用いたギャップ試験を行い、殉爆しない距離と薬量の関係を明らかにした。

③新型ロケットエンジンの爆発威力評価

ロケット推進薬としての液化天然ガス/液体酸素系

の爆発威力を評価することを目的として、ロケット転倒時に破壊した推進薬タンクから液化ガスが漏洩した場合、その蒸発挙動を調べる実験を行った。常温の地表面に低温の液体が接触したとき、極く初期の激しい沸騰時と、その後の地表面が冷却されて比較的穏やかな沸騰になった時では熱伝達の機構が明らかに異なる。後者では簡単な解析モデルで蒸発挙動を再現することができた。しかし、前者では液滴状あるいは液膜状の液体と地表面との間に形成される蒸発ガス膜による液体の流動や熱伝達の阻害効果（ライデンフロスト現象）が見いだされたため、これらを新たに取り入れたモデル化を行い、蒸気雲形成過程およびその爆発挙動を計算するための基礎データとすることができた。

④低環境負荷型の新規建築物解体工法開発

コンクリート等の構造材料の切断・破砕には主として建設重機等が用いられているが、騒音・振動・粉塵等が課題である。本研究では構造物を環境低負荷に解体するために開発されたデバイスのコンクリート切断および破砕能力を評価する。また、衝撃圧等に対する安全性を評価する。実験では、開発デバイスの性能評価および安全性の検証するために、コンクリート試験供試体による破壊実験を実施し開発デバイスが、想定した起爆精度と破砕能力を有していることを示した。

開発したデバイスの爆発状況を高速度ビデオで観察した結果として、デバイスが激しく爆発し、電子デバイスにより高精度に起爆制御されていることを確認した。また、起爆時間差も設定した秒時差で起爆されていることから高精度破砕制御技術に適用できることを確認した。

⑤産業保安向上のための研究

産業保安向上のための研究では、事故情報を提供し、事故防止に活用して貰うために、リレーショナル化学災害データベース（RISCAD）の継続的な運用を行った。その中で事故事例分析手法 PFA の開発を行うとともに、新規サービスとしてメールマガジンの発行を行った。また、原子力安全・保安院の保安力評価事業に参加し、安全文化および保安基盤からなる保安力評価項目の策定およびこれらを用いた事業所の自己評価の試行に協力した。また、事故やヒヤリハットの情報から企業の保安力を評価するシステムを構築することを目的として、国内外の過去の事故事例を分析し、保安力評価項目の中で事故事例から抽出可能な項目、抽出が困難な項目を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】火薬類、火薬庫、保安距離、行政ニーズ、地下式、トンネル式、地盤振動、爆発破片、安全性評価、爆風圧、飛散物、殉爆、岩石、ロケット推進薬、液化天然ガス、液体酸素、蒸発、爆発威力、ライデンフロスト現象、環境低負荷、爆破解体、破

碎デバイス、電子制御、破壊実験、リレーショナル化学災害データベース（RISCAD）、事故分析手法 PFA、保安力評価、安全文化

【テーマ題目5】ナノリスクに関する研究

【研究代表者】蒲生 昌志

（リスク評価戦略グループ）

【研究担当者】蒲生 昌志、中西 準子、納屋 聖人、本田 一匡、岸本 充生、藤田 克英、小倉 勇、篠原 直秀、小林 憲弘、松永 猛裕、薄葉 州、秋吉 美也子、岡田 賢

（常勤職員13名）

【研究内容】

（背景と目的）工業ナノ材料は、その新規な物理化学特性のため、様々な科学技術分野における技術革新をもたらすものと期待されている一方、ナノスケールのサイズに由来する新規のリスクをもたらすという懸念もある。本課題では、肺を経由した暴露におけるカーボンナノチューブの繊維の長さや生体に与える影響との関係についての知見を得ること、ナノ材料の発火・爆発危険性についての基礎的な検討を行うことに取り組んだ。また、これまで実施してきた工業ナノ材料の暴露評価、リスク評価に関する課題にも継続して取り組んだ。

（研究内容）

①長繊維状カーボンナノチューブの有害性評価

本年度は、比較的繊維の長いカーボンナノチューブの分散液を作成するとともに、それを実際に動物に投与して試験可能であることを確認するための予備的検討を行った。

まず、ナノテクノロジー研究部門と共同で下記の3種の単層カーボンナノチューブ（SWCNT）を用いて、長さ（なるべく長く）、分散（なるべく孤立分散）、濃度（なるべく濃く）、界面活性剤（試験動物への有害性の低いもの）、粘性・凝集（実験可能な程度）の観点から分散液の調整を行った。

- SWCNT-A：CVD法、直径約3nm、長さ100 μ m以上、不純物が少ない、欠陥が多い \rightarrow 1 μ mほどの長さのSWCNT繊維を含む分散液を得ることができた。
- SWCNT-B：CVD法、直径約2nm、長さ不明、高結晶、5%ほどの触媒不純物 \rightarrow 10 μ m以上の束状構造を含む分散液を得ることができた。
- SWCNT-C：アーク放電法、直径約1.4nm、長さ最大10 μ m、低純度（20%ほど、ただし、精製過程を導入し高純度化した） \rightarrow 1-3 μ mの長さの良好な分散状態の分散液を得ることができた。

これらを用いて、ラットへの単回気管内投与試験を行った。投与後、3日、1週間、1ヶ月にて解剖し、肺及び主要臓器の病理組織学的検査、気管支肺胞洗浄液

の検査を行った。SWCNT 分散液の安定性、界面活性剤の有害性のため動物への投与を中止したケースがいくつか見られたものの、繊維長の異なる SWCNT について生体影響の比較試験が可能であることが確認できた。

②ナノ材料の発火・爆発危険性評価

予備的検討として、まず、多量の工業的利用が検討されている材料の例として、乳鉢粉碎フラーレン、爆発生性ナノダイヤ、機械粉碎ナノダイヤの粉体の性状評価を行った。これらは、いずれも炭素からなる50-100 nmの粒子だが、その性状はそれぞれ異なっており、着火に関する熱物性や吸着水分量が大きく異なる可能性が示唆された。

性状観察の結果および粉じん爆発試験に関する標準化や国際動向を踏まえ、本年度は、ナノ材料の発火・爆発危険性の評価のための爆発限界濃度測定装置および最小着火エネルギー測定装置を整備して、ナノ材料の発火・爆発危険性評価のための基礎的な検討を行った。

③工業ナノ材料の暴露評価・リスク評価

暴露評価については、聞き取り調査、文献調査、現場調査、模擬排出試験をさらに進め、工業ナノ材料の種類や用途に応じた排出・暴露シナリオの素案を構築した。

リスク評価については、二酸化チタン、フラーレン、カーボンナノチューブについて、文献情報に加えて独自の有害性試験や暴露評価（他ユニットや他機関との共同を含む）の結果を取り込み、外部有識者によるレビューコメントを反映させるなどして、ナノ材料リスク評価書（中間報告版：2009.10.16）を作成して公開した。普及のための講演会や、エグゼクティブサマリー英語版の作成と公開も行った。また、ナノ材料のリスクに対する社会受容性に関して、アンケート調査を引き続き実施し、解析結果を公表した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノテクノロジー、工業ナノ材料、リスク評価

【テーマ題目6】マルチプルリスクトレードオフ評価・管理手法の研究

【研究代表者】永翁 龍一（副研究部門長）

【研究担当者】永翁 龍一、吉田 喜久雄、中西 準子、東野 晴行、蒲生 昌志、恒見 清孝、岸本 充生、梶原 秀夫、堀口 文男、林 彬勲、岩田 光夫、小野 恭子、井上 和也、石川 百合子、牧野 良次、内藤 航、篠崎 裕哉、加茂 将史、江馬 眞、納屋 聖人、井上 和也、田原 聖隆（常勤職員21名、他1名）

【研究内容】

化学物質の暴露と有害性の情報を補完する環境排出量

推計手法、環境動態/室内暴露/経口暴露推定モデル、有害性推論手法、及び共通尺度によるリスク比較手法を基礎として、洗浄剤（工業用）とプラスチック添加剤の用途での物質代替に伴うリスクトレードオフを解析した。また、ノンフロン型冷凍空調システムに関するリスクトレードオフ評価を実施した。

①化学物質のリスクトレードオフ解析

排出シナリオ文書ベースの環境排出量推計手法を確立するために、洗浄剤（工業用）とプラスチック添加剤の2用途群を対象に、日本語版と英語版の排出シナリオ文書を作成した。

製品から直接暴露等室内暴露評価手法を確立するために、室内暴露量推定ツールのプロトタイプを完成させるとともに、生活・行動パターンの Web アンケート調査及び解析結果を公開した。

環境動態モデルを開発するために、大気、河川及び海域生物蓄積の各モデルのプロトタイプを完成させた。環境媒体間移行・暴露モデルのプロトタイプを完成させ、目標の推定精度を確保した。

リスクトレードオフ解析手法を確立するために、反復投与毒性試験データベースを基にヒト健康に係る有害性推論アルゴリズムのプロトタイプを構築した。また、参照物質を決定し、生活の質（QOL）でヒト健康リスクを比較する手法を検討した。さらに、基本データセットを基に水生生物に対する種の感受性分布推論手法のプロトタイプを開発し、影響を受ける種の割合で生態リスクを比較する手法を検討した。

洗浄剤（工業用）とプラスチック添加剤について代替シナリオを選択し、開発した手法とプロトタイプモデルを用いて、リスクトレードオフ解析と社会経済分析を実施し、それらの結果を取りまとめてリスクトレードオフ評価書を作成した。

②ノンフロン冷凍空調技術開発

現在使用されるハイドロフロロカーボン（HFC）に代表される冷媒は地球温暖化効果が二酸化炭素の1000倍程度にも達するため、この HFC に代わる次世代冷媒の模索が続いている。本研究開発課題では、次世代冷媒の中でも最も注目される2,3,3,3-テトラフロロプロペン（HFO-1234yf）に着目し、この物質の定置型冷凍空調機器システムにおけるリスクトレードオフ評価を実施した。とりわけ、次世代冷媒を用いた冷凍空調機器システムのライフサイクル評価、次世代冷媒の有害性と燃焼特性評価、及び、大気中と室内中における暴露評価に着目した安全性評価を実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リスクトレードオフ、排出シナリオ文書、環境動態・暴露モデル、有害性推論、評価書、冷凍空調機器、冷媒、安全性評価、LCCP 評価

3) 研究ラボ

①【器官発生工学研究ラボ】

(Organ Development Research Laboratory)

(存続期間：2006. 4. 1～2010. 3. 31)

研究ラボ長：浅島 誠

所在地：つくば中央第4

人 員：12名 (12名)

経 費：385, 122千円 (212, 014千円)

発 表：誌上発表30件、口頭発表60件、その他3件

概 要 1：

臓器の恒常性は、臓器形成素過程の絶え間ない繰返しにより維持されている。癌や生活習慣病などの慢性臓器疾患は、各臓器の形成素過程に関わる臓器特異的幹細胞の正常な増殖・分化プロセスからの逸脱に起因するものと考えられる。我々は発生システムの階層構造の理論的理解を深めるために、臓器形成 (Organogenesis) の制御に関わるゲノム・プロテオームの挙動を統合的に解析するオーガノミクス (Organomics) という新しい研究概念を提唱し、新しい発生学の展開を目指している。本プロジェクトでは、オーガノミクスという革新的研究手法を駆使して臓器形成を制御するメカニズムを体系化し、新しい発生学研究領域を開拓するとともに、臓器・器官形成系をより高品質化することによって再生医療への応用を図る。更に、臓器ロードマップ作成によって得られた知見を元に、癌や生活習慣病などの新しい予防法と治療法の創成を目指す。具体的には、以下の4つの大きなテーマで研究開発を進める。

- ① マイクロアレイ解析及びプロテオミクス解析などを行うことにより、マウス、あるいはツメガエルの未分化細胞を用いて心臓、膵臓、血管、消化管、目や耳、脳などの神経器官の誘導・分化に関与する遺伝子・因子を同定した上で、必要ならば個々の遺伝子の機能解析を行い、得られた情報を集積することにより、それぞれの器官・臓器について分化ロードマップを作成するとともに、疾患臓器のプロファイルと比較することによって臓器別疾患発病因子を探索し、疾患の早期発見、予防方法を考案する。さらに、3D クリノスタットを用いて微小重力条件下での臓器培養法の確立も試みている。また、疾患モデルマウスを利用して試験管内で形成した臓器の移植などを行い、疾病改善、治療の応用へと発展させる。
- ② 幹細胞の未分化性維持の分子機構に関する解析を行う。①で得られた研究結果を具体的に医療応用に結びつけるためには、患者本人の幹細胞を臓器再生に用いることが求められるからである。具体的には、プロテオミクス解析やマイクロアレイ解析によって

未分化状態特異的に発現する制御因子を検索すると共に、細胞表面膜タンパク質についても解析を行い、幹細胞を未分化に保つ候補因子を同定し幹細胞の未分化性維持機構を解明すると共に、分化細胞の幹細胞化の促進を試みる。また、分化能の高い幹細胞を選別するのに有効な細胞表面マーカーの検索も行い、良質の幹細胞の調製を容易にし、誘導臓器の再生医療への応用を図る。

- ③ 間葉系幹細胞を幹細胞のソースとして効率的に用いるために、特定の臓器・組織への高い分化能を持つ細胞集団を評価・選別可能な細胞表面マーカーの検討を行う。本研究は NEDO 受託研究 (間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究) として行う。
- ④ 再生医療実用化の鍵として期待されているヒト iPS 細胞であるが、実際の所 iPS 細胞の性質は多様で、一体どのような iPS 細胞が実用可能な幹細胞なのか不明である。創薬応用や臨床試験に耐えうる iPS 細胞とはどういう幹細胞かを明確に規定し、幹細胞の測定法を確立して iPS 細胞を標準化することを目指す。本研究は NEDO 受託研究 (iPS 細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発 iPS 細胞等幹細胞の選別・評価・製造技術等の開発) として行う。

外部資金：

○独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費 (間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究)

「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発/橋渡し促進技術開発/間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

○独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費

「iPS 細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発/iPS 細胞等幹細胞の選別・評価・製造技術等の開発」

○独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費

「アルツハイマー病の血液バイオマーカーによる新診断法の研究開発」

○独立行政法人科学技術振興機構受託研究費 (さきがけ) 「リプログラミングを制御するクロマチン因子の作用機序の解明」

○共同研究費

「マウス ES 細胞を用いた膵β細胞分化の基盤的研究」

○共同研究費

「モデル生物を用いたタンパク質分離チップ性能評価に関する研究」

○共同研究費

「肺がん、食道がんの早期診断マーカーの発見とその診断方法の開発」

○共同研究費「両生類上皮の発生初期に機能する分子ADCK1の発現・機能、並びに各種上皮性腫瘍での発現に関する研究」

○共同研究費「タンパク質・ペプチドバイオマーカーを用いた診断技術の実用化開発」

○共同研究費「血液診断バイオマーカーのための定量比較LC-MS ロボットにおける組み込みソフトウェアの開発」

○科研費補助金（基盤A）

「両生類臓器発生ロードマップを応用した哺乳類臓器再生法」

○科研費補助金（基盤C）

「クロマチン因子による幹細胞の制御と安全高効率幹細胞化法への応用」

○科研費補助金（若手B）

「両生類における遺伝子ターゲティング法の開発」

○財団法人医学応用研究財団研究助成金

「糖尿病を改善するα細胞産生物質の同定と成体幹細胞からのβ細胞新生に与える影響」

○財団法人金原一郎記念医学医療振興財団「血管新生因子と繊毛細胞分化誘導因子を利用した幹細胞治療技術の開発」

【テーマ題目1】臓器ロードマップを構成する新規分子の探索と機能解析

【研究代表者】浅島 誠（研究ラボ長）

【研究担当者】伊藤弓弦、山岸 正裕、小沼 泰子、玉野上 佳明、三輪田 恭子、中島 由郎（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

「カエル及びマウスの未分化細胞を用いた各種臓器誘導系」と「マイクロアレイやプロテオミクスの技術」を組み合わせることにより、心臓・膵臓・腎臓・神経・感覚器など様々な臓器・器官への分化に関わる遺伝子を網羅的に同定・検証することで、臓器別ロードマップ、すなわち、未分化細胞からどの時期にどの遺伝子が発現することによって臓器の分化が達成されるか、その道筋が全て記述されたロードマップを構築する。

また、作製されたロードマップ上の遺伝子が特定臓器疾患と関連するかどうかについてバイオインフォマティクス的手法を用い、ロードマップ上のどのような遺伝子が臓器特異的疾患マーカーとして利用可能かを探索する。さらに、データベース上で疾患との関連が示唆されたものについては実際に遺伝子・タンパクレベルで検証し、新しい疾患予防法への応用を図る。平成21年度は、特に興味深い知見が数多く明らかになってきた心血管系に関する解析を深め、可能な限り臓器発生のロードマップの構築を進める。

① 心血管系の臓器分化ロードマップ作成

カエルを利用した心臓形成のモデル実験系を活用し、

引き続き新規心臓形成関連遺伝子の解析を続けている。現在の所、(1) XHAPLN3、Xhas2、Xversican が、心臓原基周辺にヒアルロン酸マトリクスを維持することが、心臓原基形成時にとって必要なメカニズムであることも示すことが出来、あわせて論文に公表した(Ito et al., 2008)、現在はヒアルロン酸マトリクスによって心臓原基に発現誘導される因子を約100種同定し、機能解析を進めつつある。(2) 新規細胞接着関連因子 Xclaudin5も、その機能阻害実験を行うと心臓が欠失するという知見が得られ、その作用が心臓、循環器系形成にとって必要であることを明らかにし、国際誌にパブリッシュした。(1)を遂行するにあたって、既に新規の心臓領域に発現する遺伝子ばかりでなく、その周辺にある肝臓・血管・造血組織に発現する新規遺伝子も多数見つかってきている。肝臓・血管・造血組織は先行研究により心臓形成との深い関連が示唆はされていたが、その実体に関しては不明な点が多かった。よって今後は、心臓形成をより生体内での現象に近い形で理解できるようになる事が期待される。また同時に、肝臓・血管・血球のロードマップ作成も進むことが期待される。また、それぞれの研究成果を、哺乳類のESもしくはiPS細胞を用いた心筋誘導系に応用していくことも視野に入れている。

② 膵臓・腎臓の臓器分化ロードマップ作成

膵臓に関しては、昨年までに開発した「マウス ES細胞から胚様体を形成後、アクチビンと高濃度もしくは低濃度のレチノイン酸で処理する」という膵臓α細胞もしくはβ細胞誘導系を、さらに高精度なものにすることを試みた。その上で新規膵臓分化特異的遺伝子を、マイクロアレイを用いて探索する予定である。

腎臓に関しては、ツメガエルの遠位尿細管由来の細胞株(A6細胞)を用いて微小重力条件下での培養法の確立を試みている。これまで、3次元的な構造を作り上げる際の重力の影響は報告されつつも制御できていなかった。そこで、地上での3Dクリノスタットを用いての模擬実験、JAXA、NASAの協力の下、国際宇宙ステーションでの培養実験を通じて、その基盤技術の開発を行っている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】初期発生、器官形成、再生医療

【テーマ題目2】未分化細胞の維持と分化のメカニズム解明

【研究代表者】浅島 誠（研究ラボ長）

【研究担当者】栗崎 晃、桑原 知子、伊東 由真、石嶺 久子、渡邊 加奈子、三浦 沙織（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

臓器ロードマップ作成の次の展開には、臓器再生が挙げられる。その際問題となるのは、実際に医療に応用可

能な幹細胞の調製である。2007年11月、マウスの幹細胞化法を応用することでヒト iPS 細胞の樹立が可能であることが示されたが、幹細胞化にウイルスなどを使用すること、その樹立効率の低いこと、樹立された iPS 細胞のクオリティがばらつく点、さらには実際の実用化にはまだいくつもの解決すべき問題が残されている。その観点から考えると、組織性幹細胞を効率的に調製し必要な組織に分化させて医療に用いる方が安全面からは現実的であるとの見方もある。いずれの場合でも、幹細胞の未分化性制御技術や効率のよい幹細胞調製技術が非常に重要となる。特に組織からの幹細胞の調製や iPS 化された細胞の選別には、幹細胞のよいマーカーの同定が必要である。本研究課題では、幹細胞特異的に発現するマーカー検索と、幹細胞の未分化性を制御する新規遺伝子の探索、及びその機能解析を進める。具体的には、マウス ES 細胞のプロテオミクス解析により同定した幹細胞特異的に発現するクロマチン制御因子について、安定発現マウス ES 細胞株を樹立しその幹細胞制御活性を詳細に解析し作用機序を明らかにする。また、細胞表面膜タンパク質を特異的に精製し濃縮した膜タンパク質についても解析を行い、未分化制御活性をもつ細胞膜タンパク質候補因子や新たな幹細胞表面マーカーを同定していく。これまでの解析から、プロテオミクス解析により同定した幹細胞特異的に発現する2つのクロマチン制御因子について、幹細胞の未分化状態維持促進活性があることを見出している（特許申請済）。第1の因子 TIF1B については C 末付近のセリンのリン酸化により活性が制御されており、リン酸化特異的抗体で免疫蛍光染色したところ、主に活性化クロマチンに局在していることが確認され、多くの未分化マーカーの発現を誘導することをリアルタイム RT-PCR で確認した。TIF1 β はマウス初期胚の着床前の内部細胞塊で特異的にリン酸化されており、本因子をノックダウンするとマウス ES 細胞は LIF 存在下でも分化してしまうなど、未分化状態の維持に必須であることが示された。また、クロマチンリモデリング複合体と協調して作用し、iPS 細胞作成時の性質を向上させるなどの作用があることを見出し PNAS 誌で報告した。また、第2の因子として高度に精製したクロマチン画分のプロテオミクス解析から、未分化維持活性のある因子を同定した。この因子は体細胞の iPS 化を促進する活性を持っていることを見出しており、現在その作用機構について解析を行っている。細胞表面膜タンパク質についても、効率的に定量比較できるデファレンシャルプロテオミクス解析法を確立し (Intoh ら Biomed. Chrom. 2009)、数十個の新規幹細胞表面タンパク質を同定し、主なものについてウエスタンブロッティングや免疫蛍光染色により検証を行った (Intoh ら Proteomics 2009)。これらはヒト (患者) の体細胞から幹細胞を樹立するときの重要な表面マーカー候補となるだけでなく、分化誘導後の未分化な幹細胞の混入によ

る癌化を防止するための表面マーカーの重要な候補となりうる因子群といえる。現在、これらの細胞表面マーカーの中から癌化の問題を解決しうる有用な細胞表面マーカーを検証中である。

更に組織幹細胞については、ラット成体膵臓組織から膵臓幹細胞を樹立し、その培養系を確立することで、 α 細胞、 β 細胞、 δ 細胞、 γ 細胞への *in vivo*、*in vitro* 制御機構の解析を進めている。また、最近成体の脳で神経新生を引き起こす過程で中心となる遺伝子と、その活性化の機構を明らかにし、その成果を Nature Neuroscience 誌で発表した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】幹細胞、器官形成、再生医療

【テーマ題目3】間葉系幹細胞からの心筋組織誘導のためのマーカー分子探索

【研究内容】

ヒト組織には、骨髄由来の造血幹細胞や間葉系幹細胞、脂肪組織由来の幹細胞など、様々な組織に組織幹細胞が存在する。しかしながら、これら組織から取り出した幹細胞を含む集団は種々雑多な細胞が混在する不均一な細胞集団であり、幹細胞を用いた再生医療を効果的かつ安全に遂行するためには、細胞品質を検証する重要性が指摘されている。現在間葉系幹細胞として用いられている接着性の細胞集団の中には、分化能が異なる様々な幹細胞・前駆細胞が含まれると考えられており、個々の治療に適した細胞種の選択を可能とする評価技術が望まれている。このような幹細胞集団の細胞品質を検証するひとつの方法として細胞表面マーカーの使用が考えられている。特定の組織への分化能が高い幹細胞の規定に利用できる細胞表面マーカーがあれば、それを利用して様々なロットの間葉系幹細胞の細胞品質を評価することができる。例えば、心再生に適した間葉系幹細胞、肝細胞分化能の高い間葉系幹細胞、膵 B 細胞への分化能が高い間葉系幹細胞など、移植部位に適した均一な間葉系幹細胞集団かどうかを適切に評価することができれば、幹細胞治療効果を最大限に引き出し、安定した治療結果へと結びつけることが可能になる。

そこで、心再生に関連する幹細胞や前駆細胞を規定できる細胞表面マーカーを利用してヒト間葉系幹細胞の分化能を評価する方法の有効性を検証する。最近、我々は ES 細胞を用いた心筋分化法を開発し、その分化過程で細胞表面マーカーを利用して心筋特異的に分化する幹細胞や前駆細胞を選別する方法を見出した。このマーカータンパク質を間葉系幹細胞に応用し、心再生に適した評価技術の開発研究を検討中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】幹細胞、再生医療

【テーマ題目4】ヒト幹細胞の標準化

【研究代表者】 浅島 誠 (研究ラボ長)

【研究担当者】 栗崎 晃、伊藤 弓弦、小沼 泰子、
相木 泰彦
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

iPS 細胞等の幹細胞の産業応用を実現していく上では、iPS 細胞の未分化状態を統一的に評価・判別するための標準規格の作成が必要とされている。iPS 細胞は株に依存してその未分化状態や分化指向性に差があることが知られているが、数多くの iPS 細胞株に関するエピゲノム、トランスクリプトーム、グライコーム等を明らかにし、各ファクターの情報統合することにより、iPS 細胞の未分化状態を正確に規定するための基準を抽出することが可能になる。これは、今後 iPS 細胞等幹細胞の応用技術を開発する上で必須となる「幹細胞の標準化」に直結する極めて重要なアプローチである。また、iPS 細胞が分化状態特異的に発現する蛋白質や糖鎖プロファイルを探査・解析することにより、細胞分化状態の評価判別だけでなく細胞種の単離にも利用可能な細胞表面マーカーを同定することができると期待される。さらに上記2種のデータを統合し、「未分化状態の iPS 細胞の発現プロファイル」と「それらが持つ分化指向性」を対応づけることにより、ニーズごとに対応した iPS 細胞株標準規格を作成することを目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 幹細胞、再生医療

概要2：

再生医療・遺伝子治療・難治性疾患治療用のバイオ医薬品の開発など、先端医療の分野では遺伝子を動物細胞（ヒト細胞を含む）に導入して発現させる技術が欠かせない。その中でも、外来遺伝子を長期にわたって持続的に発現させる技術は重要な鍵となっている。これまで、動物細胞で外来遺伝子を持続的に発現させるためには、レトロウイルスベクターなどの挿入型ウイルスベクターや物理的遺伝子導入を使って、染色体に外来遺伝子を組み込んで安定化する必要があった。しかし染色体への外来遺伝子の挿入は、染色体上の遺伝子の破壊や挿入された遺伝子が再活性化により細胞のガン化を招くことが知られている。またバイオ医薬品の生産に当たっては、導入した遺伝子の発現量を最大にするために、いったん染色体に挿入した遺伝子のコピー数を増幅するという労力のかかる方法を取らざるを得なかった。

我々が開発したオリジナル技術「持続発現型 RNA ベクター」は、染色体には挿入されない RNA 分子を転写の鋳型として、細胞質で長期間（180日以上）にわたって外来遺伝子の発現を持続できる、従来の常識を覆した世界で唯一の遺伝子導入・発現系である。この遺伝子発現系は、細胞に対する障害性

を持たない特殊なセンダイウイルス変異株 Cl.151株をベースに、大きなゲノムの改変を行って開発されたもので、ウイルス感染初期のサイトカイン誘導を回避して長期持続性を実現しているのが大きな特徴である。以下の研究課題では、この技術の特徴を活かして、先端医療の実用化に貢献できる新しい技術の開発を目指した。

外部資金：

○財団等受託研究費 「細胞質持続発現型 RNA ベクター」

○民間受託研究費 「マイクロ流路チップによるフローサイトメーターの製品評価と最先端細胞研究における有用性の研究」

○共同研究費 「持続発現型センダイウイルスベクターの評価に関する研究」

○共同研究費 「安全な遺伝子導入技術の開発」

【テーマ題目5】 安全性の高いヒト人工多能性幹細胞 (iPS 細胞) 樹立法の開発

【研究代表者】 中西 真人

【研究担当者】 中西 真人、佐野 将之、瀬川 宏知、西村 健、本村 香織、梅村 洋子、大高 真奈美、高安 聡子
(常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

iPS 細胞は、数個の初期化遺伝子を異所的に発現させることにより、組織を形成する組織細胞（例えば、皮膚の線維芽細胞など）を胚性幹細胞 (ES 細胞) と同等の機能を持つように変化させて作製される。しかし、従来の iPS 細胞は、レトロウイルスベクター等を使って染色体上に外来遺伝子を挿入することで作製されてきた。本研究では、4個のヒト遺伝子 (Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc) を搭載した持続発現型 RNA ベクターを作製し、このベクターによってマウスやヒトの線維芽細胞を初期化することができるかどうかを検討した。

その結果、ES 細胞特異的なマーカーとして知られている Nanog タンパク質 (ヒト・マウス) や SSEA-1 抗原 (マウス)、SSEA-4 抗原・TRA-1-60 抗原 (ヒト) を強く発現する iPS 細胞を、遺伝子導入細胞の約1%という効率で樹立することに成功した。またこれらの iPS 細胞からは導入した外来遺伝子が除去されていることも確認された。以上の成果は、安全性の高いヒト iPS 細胞の作製に向けた大きな一歩であり、今後は作製した iPS 細胞のさらに詳細な解析を通じて、ヒト iPS 細胞の標準化に貢献することを目指している。

概要3：

医薬品開発費の高騰が問題視されて久しい。これ

を解決する一つ的手段として、初期の段階での候補化合物のスクリーニングの効率化、迅速化に期待が集まっている。この目的でヒト細胞を用いたスクリーニングが行われているものの、動物実験や臨床治験といった川下における評価結果と必ずしも対応せず、信頼性に欠けているのが現状である。

そこで我々は、ES細胞やiPS細胞から誘導される標準化細胞により、リード化合物のスクリーニングを効率的に行う技術を開発している。培養細胞の機能を体内に近づけるためには、培養環境を精密に制御し、体内環境により近づけることが重要である。そこで、流動状態、物質移動および温度制御をマイクロメートルレベルで制御が容易なマイクロプロセスに着目している。マイクロプロセスはチップ上に集積することができるため、医薬品探索において必要不可欠であるハイスループット化が容易であることも利点である。

我々は、従来の細胞アッセイ技術であるマルチウェルプレートの機能を凌駕する灌流培養チャンバーアレイチップを開発した。さらに光応答性材料を用いた細胞接着性制御技術を当該チップに組み込むことにより、培養に加え、細胞の選抜・回収を可能とする細胞チップの開発を目指している。

外部資金：

○科研費補助金（基盤 A）

「プロセス強化技術のためのダイナミカルネットワーク方法論の構築」

○科研費補助金（基盤 B）

「環境対応型光アクチュエータゲルの開発とシステム化」

○科研費補助金(若手 B)

「細胞培養のための微小環境を有する細胞増殖試験マイクロチップの開発」

○科研費補助金（基盤 C）

「生体吸収性材料と非吸収性材料を組み合わせた動脈用の組織再生誘導型人工血管の開発」

【テーマ題目 6】医薬品候補化合物スクリーニングのための新規細胞アッセイ技術の開発

【研究代表者】 金森 敏幸

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

【研究内容】

細胞アッセイは医薬品開発におけるリード化合物（医薬品候補化合物）のスクリーニングで用いられているが、ハイスループットアッセイによる膨大なデータを統計処理することにより信頼性を確保しており、結果的に開発費の高騰を招いている。最近上市された医薬品の1製品

当たりの開発費は1,000億円に達するという報告もある。我々は、細胞アッセイの結果を動物実験や臨床治験といった川下における評価と対応させ、信頼性を向上させる鍵として、精密共培養および細胞培養の微小環境制御、の2点に着目している。細胞の大きさがたかだか数十 μm であることを勘案すると、細胞の培養環境を精密に制御するためには、マイクロプロセスが適している。

本研究テーマでは、細胞の培養からアッセイまでの一連のプロセスを一つのマイクロチップ上に集約したマイクロ組織チップの開発を目指している。

我々は、気泡の混入を防ぎつつ、自動的に一定数の細胞を導入でき、培地や薬液を一定流量で供給しながら細胞を培養することができる、灌流培養チャンバーを開発した。このチャンバーを40個組み込んだ試作チップにより、従来のマイクロウェルと同等の薬剤毒性試験が可能であることを確認した。また、任意の減少関数に従った様々な濃度の溶液をマイクロチップ上で自動的に調製できるグラジエントミキサーを開発した。灌流培養チャンバーとグラジエントミキサーをチップ上に集積することにより、16種類の薬剤 \times 12段階の濃度条件 \times 6連のアッセイが一度に可能な灌流培養チャンバーアレイチップを試作した。

こういった細胞チップの開発において、しばしば指摘されるのが既存のマルチウェルとの差違であるが、灌流培養チャンバーでは高集積マルチウェルでは困難である液交換が自在に可能であるため、操作上、様々な優位性が生じる。さらに、当該チップの一つの特長は、医薬品開発現場に普及している自動分注装置および分析装置（プレートリーダー）を用いる点で、薬液および細胞懸濁液を注入すれば、あとは1つの圧力源により自動的にそれらがチャンバーに分注され、灌流培養される。我々は、医薬品開発現場のユーザーが一連の操作を容易に行えるように、自動前処理装置および自動灌流培養装置も開発・試作した。

今後はこれらを用いてユーザー開拓に努め、ユーザー評価結果を反映させた製品を開発し、なるべく早い時期に産総研技術移転ベンチャーを起業する予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞アッセイ、ハイスループットアッセイ、マイクロプロセス

【テーマ題目 7】精密培養環境制御による高効率細胞分化誘導技術の開発

【研究代表者】 金森 敏幸

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

【研究内容】

iPS 細胞や ES 細胞が注目を浴びて久しいが、これらを医療や産業で実用化するには、これらから誘導される目的とする細胞を所定時間内に相当量得る技術の確立が必要不可欠である。そのためには細胞工学からのアプローチが必要不可欠で、我々は精密共培養および細胞培養の微小環境制御の2点から、この問題にアプローチしている。iPS 細胞や ES 細胞から特定の細胞に効率良く分化誘導できる技術が見つれば、一般的には機能が生体内とほど遠いと言われている株化細胞の用途も拡大すると期待される。

サブミクロンの領域に瞬時に作用させることができる光は、細胞を個々に操作するための有効なツールとなりうる。我々は7年ほど前に、光を用いた細胞のマニピュレーションの研究に着手した。具体的には、物理化学的性質が光によって劇的に変化する有機物層を細胞培養表面に形成させ、光照射によってその部分の細胞接着性を増加あるいは減少させる技術である。また、培養中の細胞を観察しながら特定の波長の光を照射できる装置も開発した。

これらの技術を用いると、複数種の細胞を任意の2次元空間配置で培養することができる。複数種類の細胞を精密に配置し、培養すると微小な組織体（オルガノイド）が自発的に形成され、通常の単層培養では期待できなかった機能が発現することが報告されている。そこで、上述の技術を用いて、3T3（マウス繊維芽細胞株）の「海」の中に HepG2（ヒト肝癌由来細胞株）によって半球状の微小組織体（スフェロイド）を自発的に形成させたところ、従来 HepG2では不可能であると考えられていた肝特異的機能の発現が確認された。

さらに、この技術をヒト ES 細胞の培養に応用すると、効率的に胚様体を誘導でき、また、条件によっては ES 細胞から直接心筋細胞を高効率で誘導できることを見出した（共同研究先の成果）。

現在、研究課題「医薬品候補化合物スクリーニングのための新規細胞アッセイ技術の開発」の成果と組み合わせ、灌流培養チャンバー内でマイクロ組織を形成させ、それによって薬剤のアッセイを行うことができる細胞チップを開発中である。また、灌流培養チャンバーのそれぞれの底面に異なった細胞接着性タンパク質を固定する技術も開発し、液性因子だけではなく、接着刺激のスクリーニングも可能となっている。この技術は、ES 細胞や iPS 細胞から目的とする細胞を分化誘導する際の条件探索にも有効であろうと考えている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 光細胞マニピュレーション、スフェロイド、精密共培養

〔テーマ題目8〕 細胞培養のための微小環境を有する細胞増殖試験マイクロチップの開発

〔研究代表者〕 服部 浩二

〔研究担当者〕 服部 浩二、杉浦 慎治、金森 敏幸
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

医薬品開発においては、培養細胞を用いた薬剤候補化合物の毒性試験が頻繁に実施されている。我々はこのような薬剤のスクリーニングを効率化する目的で、複数の薬剤候補化合物の細胞毒性を一斉に評価できるマイクロチップを開発している。細胞を用いた試験を実施するためのマイクロチップは国内外問わず報告されてきているが、様々な細胞をマイクロチップ上で培養するためには、各細胞に適切な足場因子と液性因子で構築された培養環境が必須である。以上の背景を踏まえ、代表者はマイクロチップ上のマイクロチャンバー内に微小な細胞培養環境を構築することを目標とし、本研究課題を開始した。本年度は、高分子マイクロパターン化技術により、マイクロチップの素材であるポリジメチルシロキサン（PDMS）上に細胞の足場として機能する細胞外マトリクス（ECM）を固定化する方法を確立した。本手法によりマイクロチャンバーに収まる直径約1mmの円形スポットからなる collagen、fibronectin、laminin の3種の ECM アレイを1枚の PDMS 板上に相互汚染なく形成できた。単なる PDMS 表面には接着しない CHO-K1 細胞を ECM マイクロアレイ上にて静置培養した結果、細胞は ECM のない部分には接着しなかったが、ECM アレイ上には接着し、増殖した。また、細胞の形態は ECM の種類によって異なっていた。以上の結果から、固定化した ECM が細胞接着・増殖に寄与したことが示された。本研究の ECM 固定化法は細胞接着・増殖が可能な足場を PDMS 上に簡便かつ安価に構築できるため、マイクロチップ上に微小な培養環境を構築するのに有効な手法である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マイクロアレイ、表面処理、培養環境

〔テーマ題目9〕 環境対応型光アクチュエータゲルの開発とシステム化

〔研究代表者〕 須丸 公雄

〔研究担当者〕 須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治、佐藤 琢（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

我々は、光が照射されると化学構造が変化する色素で修飾したポリマーゲルが、酸性水溶液中で膨潤させた状態のゲルに青色光を照射すると、元の体積の30%にまで素早く収縮すること、その後暗所下で放置すると徐々に元の状態に戻り、同様の光応答収縮を繰り返し行えることを見出した。また、このゲルからなるシート状材料に、所定のマイクロパターンに沿って数秒間光照射することにより、このゲルシート材料の表面に、微小なレリーフ形状を即時形成できることなどを示した。光は、 μm スケールのごく小さい領域に対して、離れたところから即

時的に作用させることができるので、光で自在制御できるポリマーゲル材料は、細胞のような小さな物体や、特別な生理活性物質などの貴重な極微量の溶液を、外部から操作する有用な手段となることが期待されるが、このように顕著な光駆動は、比較的強い酸性の条件でしか実現できていなかった。そこで、様々なバイオ系の制御に応用可能な、より中性に近い条件で駆動できる新しい光駆動アクチュエータゲルの開発および、それを組み込んで、細胞培養液やバイオ試料液の流れを、外部から光で自在に制御できるマイクロ流体システムの実現を目指した研究を進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ハイドロゲル、光駆動アクチュエータ

②【エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ】

(Energy Semiconductor Electronics Research Laboratory)

(存続期間：2008. 4. 1～2010. 3. 31)

研究ラボ長：奥村 元

副研究ラボ長：山口 浩

所在地：つくば中央第2

人員：17名 (17名)

経費：859,382千円 (376,066千円)

概要：

21世紀社会におけるエネルギー流、情報流、物流における電力エネルギーの重要性は今後ますます増大していく。電力エネルギーの有効利用は、省エネルギー、新産業創出によるトリレンマ解決のキーである。旧パワーエレクトロニクス研究センターの成果を引き継いで設立された研究ユニットである当研究ラボは、エネルギーの最も合理的な利用形態である電力エネルギーにおける省エネルギー技術および新エネルギーの大量導入のための高効率電力変換技術等、大容量から小容量までの電力エネルギー制御・有効利用のための半導体エレクトロニクス（デバイス／機器応用）の有効性実証を目的とするとともに、基盤技術領域としてのエネルギーエレクトロニクス領域を担当する新しい研究ユニットの設立を目指す。

特に、過負荷耐性などの極限仕様への対応が期待される SiC や GaN などのワイドギャップ半導体デバイス／システムの電力エネルギー制御への活用を中心課題に据えるとともに、それらによるパワーエレクトロニクス技術の革新、大／中／小の各容量における電力エネルギーのネットワーク化運用・制御の実現を念頭に、エネルギーエレクトロニクス領域への展開を図る。その目標の達成のために、ウェハ・評価、SiC パワーデバイス、GaN パワーデバイス、スーパーデザイン

ン・ネットワークの4つの研究班を組織し、有機的な協同体制で上記の新規半導体のデバイス化には不可欠な「結晶- デバイスプロセス- デバイス実証- パワーモジュール化- 機器応用」の各段階の技術に関する一環本格研究を強力に推進する。

本年度の研究内容としては、NEDO プロジェクト「次世代パワーエレクトロニクス技術開発（グリーン IT プロジェクト）次世代 SiC パワーデバイス・電力変換器基盤技術開発」（平成21～22年度）における産学官の集中研究拠点としての活動や SiC 電力変換器実証に関する企業との大型共同研究を中心に進めた。また、当研究ラボは2010年度から新しい研究センターに改組されるとともに、複数の大型プロジェクトにおける主要研究拠点となる予定であることから、今後の研究開発の方針・計画に関して十分な議論を行い、研究計画への反映を行った。

なお、当研究ラボは広い研究領域をカバーせざるを得ないことから、常勤研究員だけでなく、共同研究研究員、併任研究員、ポスドク、補助員等の非常勤職員、各種フェロー、連携大学院生などを積極的に活用して進めており、総勢100名超の組織となっている。

内部資金：

交付金 産業変革研究イニシアチブ「SiC デバイス量産試作研究およびシステム応用実証」

外部資金：

文部科学省 原子力基礎基盤研究委託事業「革新的原子力エレクトロニクス技術を活用した原子炉制御・保全システムに関する基盤研究」

経済産業省 産業技術開発委託費「CVD 多結晶ダイヤモンド砥石による SiC ウェハ研削加工装置の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略的開発「インバータ高効率化のための GaN 双方向スイッチの研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代パワーエレクトロニクス技術開発（グリーン IT プロジェクト）「次世代 SiC パワーデバイス・電力変換器基盤技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー革新技術開発事業（事前研究）「次世代エレクトロニクスモータの事前研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー革新技術開発事業（事前研究）「超低損失

GaN パワーエレクトロニクス IC 化技術事前研究」

独立行政法人日本学術振興会 二国間交流事業「微傾斜基板を用いるⅢ族窒化物半導体及びヘテロ構造に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションサテライト茨城 重点地域研究開発推進プログラム（シーズ発掘試験）「SiC 単結晶の放電加工ワイヤー技術開発と応用」

発 表：誌上発表35件、口頭発表64件、その他6件

ウェハ・評価研究班

(Wafer-Characterization Research Group)

研究班長：松畑 洋文

(つくば中央第2)

概 要：

低エネルギー損失電力素子用開発に必要な SiC 半導体におけるウェハの作製技術、切断加工技術、エピ膜成長技術などのウェハプロセス技術の開発とそれらの評価に関する研究開発を行っている。SiC バルク単結晶成長技術では、結晶欠陥低減による高品質化技術並びに大口径化の研究を行った。SiC バルク基板の切削加工、研磨技術開発では、高速で簡単・高精度な手法の開発を行った。SiC エピタキシャル膜成長技術では、高速膜成長技術や低 off 角の Si 面膜成長技術の開発を行ってきた。これらの成果は SiC パワーデバイス作製グループや外部へのエピタキシャル膜提供へと反映されている。評価技術では、放射光を用いた X 線トポグラフィ法や高分解能透過電子顕微鏡法、走査型電子顕微鏡を用いた EBIC や CL 法などによる評価技術の開発を行い、バルク単結晶やエピタキシャル膜の解析評価のみではなく作製された SiC パワーデバイスに対してもこれらの評価技術を活用して素子特性との対応を追求した。また外部との共同研究も複数行った。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 5、テーマ題目 9

SiC パワーデバイス研究班

(SiC Power Device Research Group)

研究班長：福田 憲司

(つくば中央第2)

概 要：

SiC パワーデバイスは、SiC デバイスの1/200の理論的オン抵抗値を有するために、システム損失も大きく下がることが期待されている。本研究班では、SiC デバイスの高性能化を進め、それらを電力変換器（インバータ）に適用してその損失メリットを実証することを目的とする。そのために、理論的境界の

オン抵抗値を有する SiC パワーデバイス（SBD、PiN、MOSFET、JFET 等）の新構造設計とプロセス要素技術、デバイスのトータルの高信頼性化技術の開発及び大電流容量チップの試作を行うことにより応用側と共同で SiC パワーデバイスの低損失化を実証する。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 5、テーマ題目 6

GaN パワーデバイス研究班

(GaN Power Device Research Group)

研究班長：清水 三聡

(つくば中央第2)

概 要：

シリコン基板上の窒化物半導体薄膜高品質エピタキシャル成長技術を確立し、プロセス開発・デバイス機能実証を通して低損失電力素子への展開を図ることを目的とする。MOCVD エピタキシャル成長法及び微細化プロセスの高度化、低損失大電流駆動に適したノーマリオフ型ヘテロ構造素子、ダイオード等の試作を行い低損失素子としての性能向上、信頼性向上を図る。また、実証研究としてデバイスの大電流化、実装技術の開発、等価回路を用いた回路設計技術の開発を行なう。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 7、テーマ題目 8

スーパーデザイン・ネットワーク研究班

(Super-Design/Network Research Group)

研究班長：山口 浩

(つくば中央第2)

概 要：

SiC や GaN といった高性能かつ超低損失のパワーデバイスの特長を活かした高機能・小型・低消費電力の電力変換装置を実用化するための基盤技術の研究開発を目的とする。ユニット独自開発のデバイスを用いるなどして、Si デバイスよりコストパフォーマンスの高い電力変換装置の研究開発を行う。これらの研究試作においては企業との連携を図るとともに、当研究班が注力してきた電力変換器統合設計シミュレータや250℃動作パッケージを含む高温実装技術を活用する。また、分散型エネルギー機器の大量導入、エネルギーシステム全体の省エネルギー化・エネルギー利用効率の向上のため、各機器がシステム全体の最適化を目標に連携・協調して動作することを可能とする制御・運用技術であるネットワーク運用技術の確立に向けた検討を進める。

更に、当研究ラボの成果である次世代パワーエレクトロニクス技術の実用化促進のために必要な技術調査を実施し実用化ロードマップの作成など戦略立

案に向けた業務を遂行する。

研究テーマ：テーマ題目5

[テーマ題目1] SiC デバイス量産試作研究およびシステム応用実証

[研究代表者] 奥村 元

(エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

[研究担当者] 奥村 元、福田 憲司、原田 信介、
 岩室 憲幸、河田 泰之、藤澤 広幸、
 辻 崇、後藤 雅秀、中村 俊一、
 俵 武志、俵 妙、坂井 隆夫
 (常勤職員3名、他9名)

[研究内容]

地球温暖化抑制のために二酸化炭素排出量削減が叫ばれる中、電力損失の削減(省エネルギー化)に重要な技術として、SiCによる超低損失デバイスを用いた高効率電力変換器(インバータ)の実現がパワーエレクトロニクス産業界から期待されている。しかし、SiCデバイス自体の開発は進んでいるものの、それを用いた電力変換器は実用化されていない。これは、デバイス開発を担う企業とそれを用いた応用システム開発を担う企業が異なり、SiCデバイスの品質と信頼性を伴った安定供給が早期には困難で、多数のデバイスを必要とする電力変換器自体の開発が進まないためである。この問題を解決するためにSiCデバイスを用いた関連技術の「死の谷」を乗り越えて新産業の創成を実現するため、富士電機アドバンステクノロジー株式会社と連携して大容量SiCデバイスの実用レベルでの量産技術を開発する。さらに、応用側にSiCデバイスを供給することにより、SiCデバイスを用いた高効率電力変換器の実用化を促進し省エネルギー化による二酸化炭素の低減と地球温暖化の抑制に貢献する。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] SiC、低損失デバイス、MOSFET、SBD、パワー半導体、量産技術

[テーマ題目2] 革新的原子力エレクトロニクス技術を活用した原子炉制御・保全システムに関する基盤研究

[研究代表者] 田中 保宣

(エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

[研究担当者] 田中 保宣、小野田 忍
 (常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

安全で経済的な原子力発電基盤技術の高度化に資するため、次世代の原子力施設で使用する事を前提とした炭化ケイ素(SiC)を基材とした耐熱・耐放射線性半導体素子を用いたモータ駆動回路を試作し、その耐熱・耐放

射線性を実証することを本研究の目的とする。本研究開発期間である2年間で、試作した耐熱・耐放射線性半導体素子を用いたモータ駆動回路を作製して、原子力システムにおいて30年を超える長期信頼性を保証する目安となる積算線量10 MGyの耐放射線性、更には環境温度150℃での安定動作を考慮に入れた耐熱性を実証する。優れた耐熱性・耐放射線性を有すると期待されるSiC静電誘導型トランジスタ(SiC-SIT)を設計・試作し、その性能評価を行った結果、当初の設計目標以上の性能(耐圧1200 V、オン抵抗0.15 Ω)持つSiC-SITの試作に成功した。また、試作したSiC-SITを用いた耐熱性・耐放射線性評価用モータ駆動回路としてチョッパー回路を設計・試作した。最終的に、試作したSiC-SITの素子単体での耐熱性・耐放射線性、及びSiC-SITを組み込んだモータ駆動回路そのものの耐熱性・耐放射線性について評価を行った結果、Siパワーデバイスでは達成不可能な耐熱性・耐放射線性を実証することに成功した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] SiC静電誘導トランジスタ、耐放射線、オン抵抗、耐圧

[テーマ題目3] CVD多結晶ダイヤモンド砥石によるSiCウェハ研削加工装置の研究開発

[研究代表者] 加藤 智久

(エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

[研究担当者] 加藤 智久、下田 一喜
 (常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

大口径SiCウェハの製造コストを抑えるには、SiCウェハの切断・研削・鏡面研磨(ラッピング)・最終研磨(CMP)の各加工能率を高めていくことが重要である。本研究開発では、CVD法(化学気相堆積法)によって作製する多結晶ダイヤモンドを主材料とした砥石の新規開発技術を元に、加工能率を改善する新しい研削技術を提案することを目的とした。CVD多結晶ダイヤモンドは微粒子をSiCセラミクス基材上に堆積させて膜状に形成すると極めて高い剛性・韌性を持つ材料に変化する。これを利用し、SiCウェハの研削が可能となる砥石を作製することで、従来では達成できない高能率研削加工を実現することが可能となる。本研究で作製したCVD多結晶ダイヤモンドを使用しΦ2inchの鏡面化研削加工に成功した。この成果は従来のダイヤモンドラッピングの工程の代替となる高速加工プロセスとしてその可能性を示すことができた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 研削、CVD、多結晶ダイヤモンド、炭化珪素

[テーマ題目4] エネルギー使用合理化技術戦略的開発

／エネルギー使用合理化技術実用化開発
／インバータ高効率化のための GaN 双
方向スイッチの研究開発

【研究代表者】清水 三聡

(エネルギー半導体エレクトロニクス研
究ラボ)

【研究担当者】清水 三聡、井手 利英、大橋 弘通

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究開発では、窒化物半導体材料を用いたゲートイ
ンジェクション型の双方向スイッチング素子の開発を進
め、マトリックスコンバータやインバータなどの低損失
化を目的とする。そのため①素子モデル技術②レギュレ
ータ回路技術の開発を行った。

① 素子モデル技術

本年度は、ゲートインジェクション型の素子の動作の
詳細を調べるために、引き続きデバイスシミュレータの
解析を行った。ゲートからのホール注入の影響は、再結
合係数に強く依存することが分かった。実際のデバイス
では、ゲートからのホール注入により gm 特性に二つの
ピークが現われ、これはバイポーラデバイスでの少数キ
ャリアの振る舞いとほぼ同等であることが分かった。

② レギュレータ回路技術

IGBT を直列に接続した回路を用いて、ゲートが二つ
ある場合の素子の評価手法を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】GaN、スイッチングデバイス、双方向
素子、マトリックスコンバータ、低損失
電源

【テーマ題目5】次世代パワーエレクトロニクス技術開
発(グリーンITプロジェクト)/次世代
SiC パワーデバイス・電力変換器基盤技
術開発

【研究代表者】奥村 元

(エネルギー半導体エレクトロニクス研
究ラボ)

【研究担当者】奥村 元、山口 浩、清水 肇、

八尾 勉、大橋 弘通、田中 知行、
中島 信一、福田 憲司、田中 保宣、
原田 信介、先崎 純寿、小杉 亮治、
岡本 光央、梅沢 正、松畑 洋文、
石田 夕起、児島 一聡、加藤 智久、
山口 博隆、伊藤 佐千子、樋口 登、
金城 達人、郎 豊群、
Simanjorang Rejeki、チェ スンチョル、
彦坂 憲宣、大和田 好蔵、青柳 昌宏、
仲川 博、岩室 憲幸、河田 泰之、
中村 俊一、俵 妙、後藤 雅秀
(常勤職員15名、他34名)

【研究内容】

電力エネルギーの高効率利用に向け SiC パワーエレ
クトロニクスに大きな期待が集まっている。IT 機器イ
ンフラ部分のエネルギー消費の増大、自然エネルギー導
入に対応するため、(I)電力変換機用 SiC パワースイ
ッチングデバイス基盤技術(II)高温動作電力変換器設計
試作技術を研究した。

(I)では、オン抵抗を物性限界まで近づけるデバ
イス新構造研究を行った。UMOS 構造は候補であるが、
底面の酸化膜への電界集中により、耐圧の限界が問題で
あった。そのため、ダブル構造 UMOS 構造を提案し、
シミュレーションによりオン抵抗と耐圧の2面において、
従来型デバイス構造より優れる見通しを得た。また、
UMOS 構造の試作を行い、低オン抵抗化を確認した。
ウェハの品質評価に関しては、エッチピットの自動計測
プログラムを開発した。また、エピ膜に発生する三角欠
陥の評価を行った。デバイスへのキラー欠陥であること
を始めて明らかにした。今後発生原因を詰めてゆく。

(II)では、接合動作温度を高めることで変換器のパ
ワー密度を(W/cc)を高める設計研究を行った。設計
に必要な熱出入シミュレーション、材料物性の温度特性
データ収集、異なる熱特性材の組み合わせに起因する熱
疲労、高温半田の検討などを行った。AuGe 系半田の
300℃近傍までの接合強度評価を行い、JEITA・IEC749
規格より十分良い特性を得た。これらの成果を踏まえ
200℃動作、出力10kW 変換器を20W/cc を満す試設計を
行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】SiC、電力変換器、低損失デバイス、
パワー半導体

【テーマ題目6】省エネルギー革新技术開発事業/事前
研究/次世代エレクトロニクスモータの
事前研究

【研究代表者】田中 保宣

(エネルギー半導体エレクトロニクス研
究ラボ)

【研究担当者】田中 保宣(常勤職員1名)

【研究内容】

低コスト高性能モータ、エレクトロニクスをコア技術
とし SR (スイッチトリラクタンス) モータをベースと
した機電一体集積構造による「エレクトロニクスモ
ータ」により実現する。本研究開発では、特性オン抵抗が
極めて低く低損失が期待され、且つノーマリオン特性を
有する SiC-BGSIT(SiC 埋込ゲート型静電誘導トランジ
スタ)を電流型インバータに適用する事を前提にその素
子設計及び試作を行い、最終的に SR モータ駆動用の電
流型インバータへの適用を試みる。要求される素子特性
の検討を以下の項目ごとに行った。

(1)素子耐圧 対象となる SR モータの応用範囲は広

く、家電・自動車から産業応用と多岐にわたる。必要な素子耐圧も応用によって異なるため、ここでは自動車応用(ハイブリッド自動車、電気自動車)までを視野に入れ、目標素子耐圧を最大1,200Vに設定した。

(2)特性オン抵抗 比較対象となる Si-IGBT の同耐圧(1,200 V)での特性オン抵抗(換算値)は、研究開発レベルで10 mΩ・cm²である。本研究開発では Si-IGBT に対して1/5の特性オン抵抗(2 mΩ・cm²)を目標特性オン抵抗に設定した。

(3)スイッチング周波数 モータドライブ回路では高周波動作によるメリットは大きくなく、逆に高周波動作によって発生するノイズが誤動作を引き起こす懸念があるため、最大スイッチング周波数は50 kHzに設定した。

(4)最大電流 容量の大きいモータを駆動させるためには当然大電流容量の半導体素子が必要となる。大電流容量の半導体素子とは、即ち大面積の半導体素子ということになるが、SiC はその結晶品質に起因するデバイスの低歩留まりという問題が完全には解決されていないため、素子試作において一定の歩留まりを確保するためには、現状では最適な素子面積を設定せざるを得ない。ここでは、素子面積を1mm²、最大電流を4 A と設定し、必要に応じて素子を並列接続することにより電流容量を増やすことにした。

(5)動作可能温度 SiC はバンドギャップが3 eV 以上のワイドギャップ半導体であるため300℃を超える温度においても安定して動作することが確認されており、SiC パワーデバイスの大きな特徴の一つであると言える。但し、高温動作には周辺部材(半田、ボンディングワイヤ、パッケージ)も含めた対策が必須であり、現状ではその部分の研究開発が立ち遅れている。本研究課題において周辺部材を含めた材料開発を行う事は極めて困難であること、また本研究課題では高温動作を前提にはしていないため、他の SiC パワーデバイスと同等に最大動作可能温度は150℃に設定した。

本年度は以上の仕様を前提に SiC-BGSIT の素子設計を行い、その指針に基づいて素子試作を行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] SiC 静電誘導トランジスタ、
スイッチトリラクタンスマータ

[テーマ題目7] 省エネルギー革新技術開発事業／挑戦研究(事前研究)／超低損失 GaN パワーエレクトロニクス IC 化技術事前研究

[研究代表者] 清水 三聡
(エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

[研究担当者] 清水 三聡、井手 利英、大橋 弘通
(常勤職員2名、他1名)

[研究内容]
本研究開発では、窒化物半導体を用いたパワーIC

の可能性について調査を行った。特に、p型チャンネルの可能性について調査を行った。その結果、窒化物半導体を用いたp型チャンネルの素子は、ホールの移動度が低いため、かなり困難であることが分かった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] GaN、スイッチングデバイス、パワーIC

[テーマ題目8] 微傾斜基板を用いる III 族窒化物半導体薄膜及びヘテロ構造に関する研究

[研究代表者] 沈 旭強
(エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

[研究担当者] 沈 旭強、奥村 元、清水 三聡、
井手 利英(常勤職員5名)

[研究内容]
高周波、高出力、高温動作電子デバイス、特にマイクロ波高出力デバイスは次世代通信分野では非常に大きな実用価値がある。しかし、現在の材料及びプロセスがその限界に達しており、それ以上に発展させることが困難である。社会の発展ニーズに適合するためにワイドバンドギャップ半導体の利用が現在の困難を克服する鍵を握っている。ワイドバンドギャップ半導体である窒化物半導体は優れた特性を持ちながら AlGaIn/GaN のようなヘテロ構造の作製が可能であるので、近年最も注目されている分野の一つとも言える。本研究目的は、窒化物半導体材料品質改善及び電子デバイス(特に高周波、高出力、高温動作電子デバイス)実用化のために基礎研究を行うことである。研究内容として、微傾斜サファイア基板上に MBE 法および MOCVD 法による高品質な AlN と GaN 薄膜を成長する。そして AlGaIn/GaN ヘテロ構造を作製とその構造特性及び電気特性の評価を行う。今年度では、まず微傾斜基板上に成長した AlGaIn/GaN ヘテロ構造を用い、デバイスの試作と評価を行った。デバイスのゲートリーク電流が最小になる最適な基板傾斜角度条件(0.5度)を見出した。そして、新しい擬似混晶 AlGaIn/GaN ヘテロ構造を用い、電子デバイス(HFMT)の試作と評価を行った。結果として、デバイス動作中に電流クラップスが大きく抑制できたことが分かった。また、ソース・ドレン間の最大電流密度は800mA/mm であり、通常の HEMT と比較すると約3倍大きくなることが分かった。それはこの新しいヘテロ構造の採用でシート抵抗が飛躍的に低減できたと考えられる。研究成果を国際学会に発表した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 窒化物半導体、薄膜、電子デバイス、電流クラップス

[テーマ題目9] SiC 単結晶の放電加工ワイヤー技術開発と応用

〔研究代表者〕 加藤 智久
 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

〔研究担当者〕 加藤 智久、多和 晴展
 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究グループではワイヤー放電加工によって SiC 単結晶の切断が可能であることを見出し、本研究課題で従来のダイヤモンドマルチワイヤーソーを越える速い切断速度とカーフロス(切り代)の低減を両立するワイヤー素材の方向性を見出すことを主な開発目的とした。黄銅モリブデンや鋼などのワイヤーを中心に放電加工による線材の変化を調べたところ、切断能率を阻害する金属組織の変化による脆化破断が起こる可能が判明した。また各種ワイヤーと切断加工時の放電発生率の関係および放電集中によるワイヤーの引っ張り破断の関係を調べ、従来のダイヤモンドソーより速く、かつ平坦に SiC 単結晶を切断することに成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 放電加工、切断、炭化珪素、ワイヤー

③【社会知能技術研究ラボ】

(Social Intelligence Technology Research Laboratory)

(存続期間：2010.2.1～)

研究ラボ長：橋田 浩一

所在地：臨海副都心センター

人員：6名(6名)

経費：15,687千円(7,321千円)

概要：

日本では、モノづくりや接客サービスの現場での局所的な仮説検証サイクルがうまく働いて世界最高水準の品質を誇っているが、広く社会や市場を巡る大局的・長期的な仮説検証があまりうまく機能していないと考えられる。当研究ラボは、科学的根拠に基づく社会(evidence-based society)の実現によって人々の福利を向上させるため、社会全体と融合した仮説検証サイクルを支援する技術を研究開発する。それは、社会全体と融合した e サイエンスという意味で「ソーシャル e サイエンス」と呼ぶことができるだろう。正しい評価に基づいてサービスを選択できるように利用者を支援するなどの、公共的なサービスの実現を目指す。

本研究ラボの設立は平成22年2月1日であり、平成21年度の活動は2ヶ月間のみであったが、その間にシンポジウムを開催するなどして、上記のようなラボの方針を公表し、外部からのコメントを得て、その具体化・明確化を進めた。それにより、広く市場を巡る大きな仮説検証サイクルに関して、代表的な事例を特定し、またそれらを

包含する一般論を定式化した。

代表的な事例としては、情報システム開発と医療について検討した。情報システム開発においては、利用者・発注者が業務とシステムの内容を正確に把握できておらず、したがって適確な発注仕様書が作れず、また開発に際しても開発業者と適切にコラボレーションができないため、開発されるシステムの品質が悪く、またそのシステムの設計を発注側が理解していないためにいわゆるベンダーロックインが生じ、市場の機能を阻害し、社会全体での価値の向上を阻んでいる。医療に関しても同様で、もともと知識がないとか医療記録のデータが与えられていない等の事情によって患者が医療の内容を正しく把握できず、したがって医療者とのコラボレーションがうまく行かず、また病院を自由に選ぶこともできないため、市場が機能していない。

いずれの場合にも、サービスの利用者がサービスの内容を正しく把握できていないことが本質的な問題であり、それを解消することによってステークホルダの間で目的と関連情報を共有し、両者のコラボレーションの生産性を高め、さらに市場を健全に機能させることで、社会全体での価値を高める戦略が必要である。情報システム開発に関しては、これまでに産総研内のシステム開発プロジェクトを主導した実績に基づいて横浜市、新潟県、札幌市等の自治体にその成果を移転することによって、上記の問題の解決を進めているところであるが、今期の成果はその活動をサービスに関する一般理論の中に位置付けるものである。医療に関しても、患者の支援を通じて患者と医療者と保険者の間で目的と情報を共有することにより医療の社会的価値を高める戦略の設計に着手した。

発表：誌上発表14件、口頭発表36件、その他5件

4) 研究コア

①【爆発安全研究コア】

(Research Core for Explosion Safety)

(存続期間：2007. 4. 1～)

研究コア代表：飯田 光明

所在地：つくば中央第5、つくば西、つくば北サイト

概要：

爆発安全研究コアは、化学物質の燃焼・爆発の安全に係わる総合的な研究を実施し、公共の安全確保や産業保安技術の向上等に貢献することで、＜安心・安全で質の高い生活の実現＞に資することを基本ミッションとしている。

具体的には、

1) 機能的組織化

化学物質が関与する燃焼・爆発安全に係わる社会ニーズ、行政ニーズ、国際的ニーズ（標準化を含む）等に迅速かつ継続的に対応できる組織を構築する。

2) 研究ポテンシャルの向上・維持

爆発現象及び関連する現象全般について、基礎から応用に至るまでの総合的な研究を実施する。

3) 対外機関との協調

国内外関連研究者（機関）とネットを構築し、燃焼・爆発安全に係わる情報並びに施設・設備の相互有効利用を図る。

4) 産総研中期計画・目標の達成

以上を主要ミッションとし、特に、行政対応、国際対応の課題に重点的に対処することで、産業や公共社会並びに国際通商等における安全確保に貢献する。

②【深部地質環境研究コア】

(Research Core for Deep Geological Environments)

(存続期間：2007. 4. 1～)

研究コア代表：渡部 芳夫

所在地：つくば中央第7

経費：477,457千円（21,262千円）

概要：

研究コアとしての設立の要件は、原子力安全・保安院より、産総研が実施する放射性廃棄物地層処分に対する安全規制の技術的支援研究を、代表制を持って統括するしくみを強く要請され、政策当局、関連機関等との調整、協力において、組織的代表的制が不可欠となったことによる。

本研究コアの課題とミッションは、産総研地質分野において、放射性廃棄物地層処分事業の概要調査結果の規制庁レビュー等における、地層処分の安全基準を

策定していくために必要となる調査研究を実施することであり、産総研地質分野の研究戦略（戦略課題3-(2)高レベル放射性廃棄物の地層処分のための地質環境評価）に基づき、活断層・地震研究センター、地圏資源環境研究部門、地質情報研究部門、地質調査情報センターの研究者38名（常勤職員30名、契約研究職員8名）と事務職1名が研究コアメンバーとして実施した。

本研究コアの対外的な代表性に基づく活動は、原子力安全・保安院や原子力安全委員会等の安全規制機関への技術支援等の活動と、規制支援研究機関との協力、ならびに上記の外部要請に基づいた外部資金プロジェクトの運営・統括等からなる。

政策原課（原子力安全・保安院放射性廃棄物規制課）への協力としては、総合資源エネルギー調査会廃棄物安全小委員会の規制支援研究計画ワーキンググループに加わり、国の地層処分の規制支援研究計画の策定作業を、原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構と共同で支援するとともに、廃棄物安全小委員会の委員として地層処分事業の概要調査結果の妥当性レビュー等に関する検討に参画した。

一方、原子力の安全研究の推進を目的として、地層処分の安全規制支援研究機関である原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構との間で平成19年10月4日に締結された、独法間研究協力協定「放射性廃棄物地層処分の安全性に関する研究協力協定」の協定協力委員会を開催し、今後の研究協力の方針と共同研究計画の策定を行った。また本協定の下で実施中の共同研究活動として、3協定機関の共同研究「幌延深地層研究計画における安全評価手法の適用性に関する研究」を継続するとともに、日本原子力研究開発機構との間の共同研究「深部地質環境における水-岩石-微生物相互作用に関する調査技術開発」を平成22年3月末まで実施した。

さらに、産総研地質分野内での放射性廃棄物の地層処分に係る研究開発の調整のため、地層処分関連研究連絡部会における分野内での研究契約や成果共有等の調整に参画した。

なお、研究プロジェクト自体の成果は、研究コアメンバーの所属する研究ユニット等の業務の一環として実施したものであり、詳細な内容は各研究ユニットの項に記述した。本項では、研究ユニットでは実施とりまとめがなされない、本研究コア自体が実施した以下の外部資金プロジェクトの1項目について記述する。

外部資金：

原子力安全・保安院 委託研究費「平成21年度核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術等のうち地層処分に係る地質情報データの整備）

独立行政法人原子力安全基盤機構 委託研究費「平成21～22年度地下水流動解析モデルの総合的検証手法の検討

(幌延変動観測調査)]

【テーマ題目1】地質データベースの整備

【研究代表者】 内藤 一樹 (地圏資源環境研究部門地質特性研究グループ)

【研究担当者】 内藤 一樹、伊藤 順一、風早 康平、
 中野 俊、高橋 正明、塚本 斉、
 岸本 清行、高橋 雅紀、西来 邦章、
 上野 龍之、芝原 暁彦、尾山 洋一、
 中田 和枝、竹内 久子
 (常勤職員8名、他6名)

【研究内容】

目標：

標準的な立地調査段階の国内地質情報を整備する。このために、産総研出版の地球科学図類を中心とした地質データ、第四紀火山データ、深層地下水データについて、安全評価に有用な形で情報を整備する。また、今後整備すべきデータ項目として、地下水系への影響が考えられる亀裂系および広域応力を対象とした検討を行い、試験的なデータ整備を行う。地質データの利用技術に関して、基盤 GIS データベースシステムに、規制機関でのデータ相互利用に対応可能とする改良を加える。

計画の概要：

- 1) 地質データベースの整備：標準的な立地調査段階の国内地質情報の整備更新として、産総研の整備してきた基盤 GIS データベースシステムの地質情報を継続的に最新の情報に更新するとともに、電子データ作成および登録業務を円滑に実施するために基盤 GIS データベースシステムの継続的な管理運用を行う。データの利用技術向上のため、基盤 GIS データベースシステムについて、外部機関とのデータ相互利用に対応可能とするための改良を加える。今後整備すべきデータ項目の検討のため、地下水系に影響を与える亀裂系のデータ化手法、長期的な構造運動による影響のデータ化手法に関する検討を実施する。
- 2) 第四紀火山データベースの整備：平成20年度新規に出版公表された各種公表資料(学術雑誌、学会講演要旨集、その他各種報告書)から日本列島の第四紀火山に関する文献を抽出し、火山毎に文献リストを作成する。また、国内の第四紀火山を対象として、公表文献を基に火山地質、噴火層序、噴出物の岩石学的特徴等のレビューを行い、データとして整理する。また、火山体周辺の基盤岩についても、模式的な地質層序、地質構造に関するレビューを行い、火山毎に整理する。整理したデータを、産総研 Web 上で公開されている「日本の第四紀火山データベース」に追加する。このデータベースの更新作業を年3回行う。
- 3) 深層地下水データベースの整備：各種既存文献等か

ら深層地下水に係る地化学データおよび地名等の位置データを抽出・入力し、深層地下水データベースを拡充する。また、各種地質変動が地下水系へ与える影響評価のため、地質・地形・地質構造情報、既存井戸および地下水データを入力した地下水地理情報データベースシステムを用い、各種影響評価パラメータの解析を行い、深部流体、火山流体等の深層地下水評価手法の検討結果を示す。

成果の概要：

- 1) 地質データベースの整備では、基盤 GIS データベースシステムの収録データを平成20年度末での最新情報に更新するとともに、活断層データ等のデータ項目を新規に登録し、地質図と統合表示する機能を追加した。また、外部機関とのデータベース相互利用に対応可能とするためのシステム改良を実施した。日本の代表的な結晶質岩地域のコア試料2組について解析を行い、結晶質岩地域の亀裂系評価の標準参照データとして利用できる亀裂系データを整備した。テクトニクス解析手法の改良では、プレート運動を球面幾何学的に再現して各種の物理量を計算するシステムを整備した。今後、このシステムを利用して、プレート運動と地殻変動の関係を明らかにする理論が構築されれば、日本列島の地殻変動の将来予測の前提とされる現在のテクトニクスの将来変化のチェックが可能になると期待される。
- 2) 第四紀火山データベースの整備では、新たに約90火山について計560の火山文献データを追加しデータの整理を行い、「日本の第四紀火山」を最新データに更新した。また、中部地域から九州地域の第四紀火山について、噴出口位置、各種手法による年代値、磁化方位や岩石種等のデータを整理した。
- 3) 深層地下水データベースの整備では、深層地下水データベースに既存データおよび今回新たに分析を行ったデータを登録した。新規登録数は2,802地点である。これにより、現在の登録総数は17,584地点となった。また、本深層地下水データベースを将来公開可能な形とするため、個人情報に関する部分のチェックおよび信頼性確保のための品質管理を行った。さらに、各種地下水データの情報の可視化のため地下水データを GIS ベースのデータベースに移し、日本列島上にマッピングした結果を示した。これらのマッピングデータには、分析結果そのものだけでなく、水質タイプ、深部流体の寄与率、深部流体の起源区分、炭素の付加、除去パラメータ等解析後のデータについても多数収録した。一方、本深層地下水データベースを GIS 化し、第四紀火山の影響評価に用いた結果も併せて示した。現在の火山活動の地下水系への影響についての正確な評価は、今後影響の将来予測を行う上でも高い精度が必要である。今回の検討結果から様々な火山の影響の

広がり、あるいは指向性の要素について今後さらに検討を加える必要がある。

【分野名】地質

【キーワード】地質データベース、第四紀火山、深層地下水

③【強相関電子科学技術研究コア】

(Research Core for Correlated Electrons)

(存続期間：2008. 4. 1～)

研究コア代表：赤穂 博司

所在地：つくば中央第4、つくば中央第2

概要：

本研究コアのミッションは、産総研にて開発された強相関電子科学技術を継承・発展させ、第1種基礎研究から応用研究までの総合的な研究を行うことにより、次世代のナノエレクトロニクスに資することを目指すことにある。また、強相関電子科学技術フォーラムにおいては、機関間共同研究の中心的な役割を果たすとともに、フォーラムの運営にあたる。研究コアメンバーは、本年度においては、エレクトロニクス研究部門、光技術研究部門、ナノ電子デバイス研究センターならびに計算科学研究部門から構成され（常勤職員22名、契約職員9名）、分野横断的に跨った体制となっている。

本研究コアでは、強相関電子材料を次世代の統合的な電子技術のひとつの新しい核とすることを目標に、先端的な物性物理科学研究とその産業化を一体化させた強相関エレクトロニクスの研究開発を推進する。具体的には以下の研究課題を設定し、研究開発を進める。

- ・強相関不揮発性メモリ：二元系遷移金属酸化物を用いた抵抗変化型不揮発性メモリ（ReRAM）や不揮発性ロジックを主なターゲットとして、企業と共同で材料最適化、高集積化技術の開発、及び製品化のためのプロセスインテグレーションを一貫して行い、その産業化を推進する。

- ・強相関界面機能：遷移金属酸化物薄膜のエピタキシャル接合界面におけるスピン・電荷交差相関現象を利用し、電界スピン制御、磁気分極制御など、電子・磁気機能を融合させた革新的な酸化物エレクトロニクス素子・スピントロニクス素子を開発する。

- ・強相関フォトエレクトロニクス：高性能有機半導体材料の開発、分子間電荷移動を用いた界面高機能化とその評価技術の開発、及び有機エレクトロニクスをシリコンエレクトロニクスに融合させるための新規プロセス技術の開発を行い、高度有機エレクトロニクスを実現するための基盤技術を開拓する。

- ・強相関物性制御：光・磁気・伝導機能融合型の新規遷移金属酸化物バルク材料の開発と電子機能の開発、

及び各電子機能の組成・格子パラメータによる最適化を行うとともに、各課題にフィードバックする。

さらに、これら多彩な電子機能を発現する強相関電子材料によるデバイス開発を加速するため、これに不可欠となる①ナノスケール磁気評価技術、②超精密構造解析技術、③格子パラメータ制御技術等の最先端計測解析技術を開発・拡充する。

本年度においては、スピン偏極 SEM 用の新しい表面清浄化法を開発し、この技術を用いて酸化物強磁性体の表面スピン状態を観測した結果、新奇なナノスケール磁気ドメイン構造を発見した。また、水素結合系有機強誘電体を開発するとともに、低温・高圧下での超精密構造解析実験により、その分極起源を明らかにした。さらに、超高压ステーション装置群を用いて、鉄系超伝導体の超伝導特性を精密に計測した結果、結晶構造が転移温度制御に効果的であることを明らかにした。

その他、研究コアの活動としては、外部講師を招いた研究討論会として強相関コアセミナーを開催するとともに、コア内部の研究討論会である強相関コアミーティングを15回主催し、強相関エレクトロニクスに係わる研究テーマについて議論を深めた。

5) フェロー

【フェロー】

(AIST Fellow)

所在地：つくば中央第2、第4、第5、第7

概 要：

フェローは、理事長の諮問を受けて、研究者の代表として他の研究者の指導にあたりるとともに、特別な研究を行っている。

平成21年度は、5人のフェローを置いている。

機構図

フェロー	大津 展之
フェロー	十倉 好紀
フェロー	浅島 誠
フェロー	立矢 正典
フェロー	加藤 碩一

(2) 内部資金

【研究題目】産総研産業変革研究イニシアティブ「中小規模雑植性バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」

【研究代表者】 坂西 欣也 (バイオマス研究センター)
【研究担当者】 美濃輪 智朗、柳下 立夫、藤本 真司、三島 康史、遠藤 貴士、李 承桓、井上 誠一、澤山 茂樹、矢野 伸一、村上 克治、滝村 修、塚原 建一郎、井上 宏之、松鹿 昭則
 (常勤職員15名、他10名)

【研究内容】

本プロジェクトでは、産総研が有するバイオマス原料の前処理技術を中心とした中小規模のエタノール燃料一貫製造プラントを開発し、非硫酸法による多種多様なセルロース系バイオマス(雑植性バイオマス)からのエタノール燃料生産技術を実証する。すなわち、木質系および草本系を主としたバイオマス原材料の種類やその集積状況に対応可能な製造プラントプロセスについて、現有技術の発展的統合と製造プロセスから生産消費までの環境負荷を最小化するためのライフサイクル評価や燃料性能評価を実施することで実現する。さらに、年間を通じて安定した原料確保のための原料供給・利活用モデルを構築することによって環境負荷の最小化を目指す。これによってセルロース系バイオマスによる再生可能エネルギー技術およびそのプラント技術を開発し、持続的社会的な礎となるエネルギー産業の創出を図る。

平成21年度は、昨年度建設したベンチプラントを用いて本格運転を行った。ベンチプラントは粗粉碎、水熱、メカノケミカル、脱水、糖化・発酵、蒸留・精製の各工程からなる。ユーカリ、ヒノキ、米松、稲わらを原料としてエタノール燃料製造実験を行い、雑植性を確認した。前処理物の酵素糖化試験を、比較のため少量でのラボ試験も行い、ベンチスケールで同等以上の結果が得られ、前処理の有効性を実証することができた。また、ユーカリを用いた高濃度糖化発酵の予備検討を行い、固体攪拌装置を用いることで固形濃度10%の高濃度糖化発酵を達成した。この時の発酵後のエタノール濃度は3%以上であった。さらに、得られたエタノール燃料(99.5vol%以上)を用いて、一般公開(6月27日)においてE3デモ走行を実施した。

ライフサイクル評価は安全科学研究部門で行い、稲わらを原料とし、エタノール化の他に、飼料化、堆肥化および焼却処分の対象シナリオを想定してGHG評価を行った。その結果、飼料化、堆肥化、焼却処分に比して、稲わらからのエタノール生産は、現段階ではコストが割高だったが、GHG排出量が少なく、GHG削減コストの面で期待できることが分かった。また、千葉県をモデル地域として、ライフサイクルの視点からバイオ燃料の生産と利用の最適化モデルを開発した。

原料供給研究に関しては、森林総合研究所に委託して実施した。昨年度開発した木質バイオマス供給可能量の空間的推定方法を全国に拡大し、全国の市町村における木質バイオマス供給可能量の推定を完了した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、バイオエタノール、メカノケミカル、微粉碎、酵素糖化、糸状菌、エタノール発酵、酵母、システムシミュレーション、経済性評価

【研究題目】SiCデバイス量産試作研究およびシステム応用実証

【研究代表者】 奥村 元 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】 奥村 元、福田 憲司、原田 信介、岩室 憲幸、河田 泰之、藤澤 広幸、辻 崇、後藤 雅秀、中村 俊一、俵 武志、俵 妙、坂井 隆夫
 (常勤職員3名、他9名)

【研究内容】

地球温暖化抑制のために二酸化炭素排出量削減が叫ばれる中、電力損失の削減(省エネルギー化)に重要な技術として、SiCによる超低損失デバイスを用いた高効率電力変換器(インバータ)の実現がパワーエレクトロニクス産業界から期待されている。しかし、SiCデバイス自体の開発は進んでいるものの、それを用いた電力変換器は実用化されていない。これは、デバイス開発を担う企業とそれを用いた応用システム開発を担う企業が異なり、SiCデバイスの品質と信頼性を伴った安定供給が早期には困難で、多数のデバイスを必要とする電力変換器自体の開発が進まないためである。この問題を解決するためにSiCデバイスを用いた関連技術の「死の谷」を乗り越えて新産業の創成を実現するため、富士電機アドバンストテクノロジー株式会社と連携して大容量SiCデバイスの実用レベルでの量産技術を開発する。さらに、応用側にSiCデバイスを供給することにより、SiCデバイスを用いた高効率電力変換器の実用化を促進し省エネルギー化による二酸化炭素の低減と地球温暖化の抑制に貢献する。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 SiC、低損失デバイス、MOSFET、SBD、パワー半導体、量産技術

【研究題目】新創薬産業創出のためのバイオCADの開発実証

【研究代表者】 町田 雅之
 (セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 町田 雅之、浅井 潔、小池 英明、堀本 勝久、光山 統泰、福井 一彦、広川 貴次、萩原 央子

(常勤職員7名、他1名)

【研究内容】

目標：次世代 DNA シークエンサーは、ここ数年の間に大幅な出力の向上を果たし、微生物であれば1回の解析で10種以上の全ゲノムのドラフト配列を解読することが可能になった。その性能は、次世代 DNA シークエンサーの登場などにより、今後も向上することは確実である。そこで、これらの大規模情報を効果的に利用して、バイオテクノロジー産業における研究開発の変革を目指した技術開発を進める。

研究計画：近年のゲノム科学の潮流であるタンパク質機能、細胞ネットワークの解明のための技術開発の進展により、生命科学に基づく幅広い産業にその応用が進んでいる。そこで、発現プロファイルの解析、代謝物質解析、遺伝子の欠失解析などを基盤として、情報解析による遺伝子機能、代謝パス、代謝制御などの予測との密接な連携解析を行うことにより、有用物質生産、物質生産の効率化、抗真菌剤の標的探索など、発酵産業、化学産業、健康食品開発、抗真菌剤開発等の産業における研究開発の革新的な効率化を進めるための技術開発を行う。特に、情報科学、情報工学系の研究ユニットとの密接な連携により、数年後のバイオテクノロジー産業における研究開発の変革を目指した技術開発を進める。

年度進捗状況：多様な情報を柔軟に扱うことが可能な情報処理技術の要素技術の開発、および、情報処理に適した生物実験系による生物情報の解析方法の改良により、ゲノム情報を効果的に利用して、様々な代謝物質の生合成などに関わる遺伝子を効率的かつ高信頼性で予測する技術を開発した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム解析、発現情報、代謝物生合成、生物情報処理、麹菌研究番号：

【研究題目】 プラスチック基材上への可視光透過・熱線反射コーティングの実証

【研究代表者】 菊地 直人 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 外岡 和彦 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

夏季における冷房負荷の主要因である、窓から流入する日射熱を光の干渉などを利用して反射することができる可視光透過・熱線反射ガラスの技術をこれまで開発してきた。これをもとに、最表面に光触媒によるセルフクリーニング機能をもつ可視光透過・熱線反射コーティングの技術開発を行った。

光触媒活性な薄膜層の作製には普通300℃程度の熱処理が必要である。一方、可視光透過・熱線反射コーティングに含まれる金属層の耐熱性は100℃程度なので、これまで可視光透過・熱線反射コーティングへの光触媒活性層の付加は困難だった。本研究では耐熱性の高い金属

層の開発、および光触媒活性層の低温成膜プロセスの開発により、これらの問題点を解決した。前者では、新しい銀系の合金を開発した。この合金膜は真空中では200℃ 3時間、大気中では150℃ 1時間の熱処理を行っても可視から赤外領域の光の反射率にほとんど変化がなく、高い耐熱性があることがわかった。一方、後者ではプロセスガス組成の最適化と基本組成への不純物添加により、基板加熱することなく光触媒活性層の作製に成功した。光触媒活性層は UV ランプ (365nm、810 μW/cm²) による 30分間の照射後の接触角が5° と高い親水性を示した。以上の技術を組み合わせることにより、ガラスおよびポリカーボネート基材上にセルフクリーニング機能をもつ可視光透過・熱線反射コーティングを作製することに成功した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 省エネルギー、薄膜技術、金属酸化物材料

【研究題目】 有機ナノチューブ連続合成装置の開発と実証

【研究代表者】 浅川 真澄

(ナノチューブ応用研究センター)

【研究担当者】 浅川 真澄、小木曾 真樹、青柳 将、清水 敏美 (常勤職員4名)

【研究内容】

有機ナノチューブの大量合成法開発に成功し、サンプル提供に基づく企業との連携を開始している。しかしながら、現在の合成方法では、自己集合化後の溶媒との分離、次いで乾燥が必要であり、量産化への課題となっている。最近になり、この課題を解決するためのアイデアとして、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を組み合わせることによる「有機ナノチューブ連続製造装置」を考案した。有機ナノチューブを構成する両親媒性分子並びにその自己集合化法による大量合成は、我々の独自技術であり、その更に先を見据えた当該技術シーズは、世界中探しても他では類を見ない。

本課題の目的は、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を組み合わせた有機ナノチューブ連続合成装置の開発と実証である。通常、湿式高圧乳化装置は、粒子の乳化・分散・破碎に用いられているが、本課題では、湿式高圧乳化装置によって発生する高温高圧状態を利用して、有機溶媒中へ両親媒性分子の溶解度を一時的に高めて、その後減圧急冷することにより、両親媒性分子の自己集合化を短時間のうちに達成し、有機ナノチューブ合成の効率化を図る。この合成方法の利点は、連続処理が可能であるため、容器の大きさによる制限を受けずに、1回で大量の有機ナノチューブを製造できることである。しかしながら、この方法で得られるのは、有機ナノチューブ分散溶液であるため、溶媒との分離・乾燥が必要である。そこで、スプレー式乾燥装置を利用することによ

り、両親媒性分子から連続的に有機ナノチューブ分散溶液を経て、有機ナノチューブ乾燥粉末固体の製造を可能とする装置を考案した。また、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を直接連結することができれば、湿式高圧乳化装置で製造した両親媒性分子過飽和溶液を直接スプレー式乾燥装置で乾燥することが可能となり、過飽和状態から有機ナノチューブ生成と溶媒分離を同時に実現することが可能になると考えている。そのためには、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置の連結方法、連結部位への熱交換器を設置の検討、高圧下から効率的に噴霧し乾燥するためのスプレーノズル形状の検討等が必要である。

昨年度は、高効率自己集合化装置の必要条件抽出と装置試作、スプレー式乾燥装置に関する検討・選定、それぞれの装置に関する条件最適化を進め、個別に使用した場合の必要条件と改良箇所を抽出した。

平成21年度は、これまでの知見を活かして、高効率自己集合化装置並びにスプレー式乾燥装置を利用した有機ナノチューブの用途開発並びにスプレー式乾燥装置利用の課題である微粉末回収効率の向上検討を実施した。

その結果、水中に分散が困難な有機化合物や無機微粒子を、当該装置を利用して有機ナノチューブの原料である両親媒性分子共存下処理することにより、効率的に水分散性のカプセル化微粒子へ変換できることを見出した。また、スプレー式乾燥装置による微粉末回収効率の検討を実施したところ、微粉末回収容器部分の改良により、回収効率を向上させることに成功した。

湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置の直接連結に関しては、課題として残されており、今後の装置製造企業との連携により、解決を目指す。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己集合、有機ナノチューブ、大量、連続、製造、カプセル化

【研究題目】 ジーンズをはいて IC 製造を可能にする密閉化搬送システムの開発

【研究代表者】 原 史朗 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 池田 伸一、前川 仁 (知能システム研究部門)、
中野 禪 (先進製造プロセス研究部門)
(常勤職員4名)

【研究内容】

建設費5,000億円に達する既存デバイス工場。ほとんど全ての企業が負け組に追いやられた。しかも、巨大工場の作りすぎとデバイスチップの作りすぎが巨大なムダの塊となって、産業全体に蓄積し、その高効率化と発展を阻害している。そこで、無数のアプリが広がる、生涯生産個数が少なくとも10万個までの多品種少量デバイスについて、投資1/1000、生産量1/1000とし、それをウェハサイズ1/1000 (ハーフインチ) と30cm 角の製造装置、

そしてクリーンルームを不要とする局所クリーン化技術とで実現しようとするのが、ムダの徹底排除を超越した、産総研が提案する超高効率ミニマルファクトリーである。

小さな装置という意味ではそここの研究所に数多く開発品がある。しかし、そのほとんどが研究用である。生産現場にあって、研究装置にないモノ、それは生産システムであり、その中核技術は、不良品の発生を防止する搬送系とその駆動システムである。本内部資金においては、そのミニマル搬送システムを開発した。微粒子とガス分子の両方について、製造物空間と人作業空間を分離することができる機能を有する。搬送系については独自機構 PLAD (Particle Lock Airtight Docking) システムを開発し、極めて安定的な機械動作を実現した。

【分野名】 [情報通信・エレクトロニクス]+「ナノテクノロジー・材料・製造」(2分野横断の融合テーマ)

【キーワード】 CMOS デバイス、MEMS、シリコン、生産管理システム、省エネルギー、生産技術、ミニマルファブ

【研究題目】 遺伝子解析技術に基づく簡易型識別装置の開発 一食の安全確保への応用一

【研究代表者】 小池 英明

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小池 英明、小松 智代、大月 典子、
中村 史、玉野 孝一、河原林 裕、
町田 雅之、平野 隆
(常勤職員6名、他1名)

【研究内容】

世界的に様々な食糧資源の枯渇が問題となる中で、日本の水産資源、とりわけクロマグロをめぐる状況は悪化している。食品の産地偽装も後を絶たず、社会問題となっている。総合科学技術会議においても、マグロの保護に貢献する食料生産技術は「革新的技術戦略」として重要政策と位置づけられる。経済産業省産業技術環境局では、食品の安全のための管理技術が重要と位置づけられている。ゲノム塩基配列の違いに基づいて生物種内の識別を行う手法は産地偽装の抑制につながり、クロマグロばかりでなく魚類全般や、植物など食品一般に展開可能で、食の安全を求める社会の要請に応えるものである。しかし、食糧として重要な魚類のゲノム配列は無く、識別の標準的な方法は存在しない。系統の識別方法の開発は、優良品種の育種などへの利用も可能で、水産資源の確保にもつながる。

産総研がこれまで蓄積してきたゲノム科学分野の解析技術を応用して食品の産地を識別するための方法を考案した。日本の重要な水産資源であるクロマグロを対象として研究を行い、クロマグロ遺伝子の解析のために、まず野生の個体からゲノム解析の基本となる DNA 資源であるゲノム・ライブラリーを構築した。クロマグロの産

地・系統の識別に有効な塩基配列領域を見出し、その有効性を検証した。さらに、これらの成果を発展させ、針先ほどの微量の肉片から、DNA を抽出し、その1塩基の違いを見分け、系統の違いを自動で識別する簡易型装置を開発した。これは卓上における小型装置であり、オンラインでクロマグロの系統を見分けることが可能になった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子解析、食の安全、産地識別、ゲノム配列

【研究題目】 太陽光発電基準セル評価に関わる分光放射照度測定方法の標準化

【研究代表者】 猪狩 真一（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】（常勤職員1名）

【研究内容】

基準太陽電池の校正および太陽電池性能評価のための分光放射照度測定方法を標準化する。具体的には、自然太陽光又は擬似太陽光（ソーラシミュレータ）の分光放射照度測定方法、分光放射照度測定装置、測定データの処理方法及びデータの表示方法を標準化する。分光放射照度測定方法に関しては、測定方法、測定手順及び測定精度（不確かさ）の確認方法を標準化することであり、分光放射照度測定装置に関しては、標準光源、入射光学系、分光器及び検出器を標準化し、JIS 原案作成、その後、国際提案（IEC 等）する。

研究内容は次の6項目である。

1. 検出器の対光直線性評価方法及び非直線性の補正方法の研究（H19）
2. 入射光学系及び分光器の性能規定に関する研究（H19～H20）
3. 迷光評価方法及び迷光除去方法の研究（H19～H20）
4. 光源の発光方式に応じた測定方法の研究（H19～H21）
5. 国内外の分光放射標準とトレーサビリティの調査（H20）
6. 分光放射照度測定の不確かさの見積もり方法の調査（H20～H21）

平成21年度は、上記6の研究と、国際照明委員会（CIE）における関連規格群の審議状況について調査を行った。また、IEC60904-7 MOD JIS 原案を JIS へ提案した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 分光放射照度測定、標準化、基準セル

【研究題目】 海水中炭酸系パラメータ測定法の国際標準化

【研究代表者】 鶴島 修夫（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 鶴島 修夫、原田 晃（東北センター）

（常勤職員2名）

【研究内容】

目標：

大気中の二酸化炭素濃度上昇に伴い、海洋に溶解する二酸化炭素も増大する。溶解した二酸化炭素による海洋の酸性化は、大気中の二酸化炭素濃度の影響として、気温の上昇と並んで直接的なものとされている。この影響をより正確に把握して対策に活かすため、広範な観測が必要になるが、このためには様々な機関から出されるデータが、同等の質を持つことができるよう海洋の炭酸系に関する測定方法の標準化を図る。

研究計画：

2007年度現在 ISO/TC-147 WG53で審議中の「Water quality - Determination of total alkalinity in sea water using high precision method」に関する国際相互検定を実施し ISO スタンダード化を推進するとともに、アルカリ度と合わせて標準化が必要である海水中の全炭酸、pH または pCO₂の測定法の ISO 化を図る。溶液中の pH については、現在 ISO/TC147にアドホックグループが設置され検討が開始されているので、この中で海水中の pH が取り上げられるかの調査を行う。全炭酸または pCO₂についてはアルカリ度の ISO 化が終了した後、NWI の提案をして ISO 化を推進する。このために必要な国際相互検定、標準原案の作成、国内委員会の運営、国際会議への参加および WG の運営等を実施する。

年度進捗状況：

二酸化炭素回収貯留におけるモニタリング、また、海洋酸性化のモニタリングには海水中の pH の測定が必須であることから、海水の炭酸系の観測パラメータのうち、アルカリ度の次に国際標準化すべきものは pH であると判断し、ISO への提案原案を作成する準備を開始した。国内の海洋化学、分析化学および標準化の専門家からなる委員会で議論し、ISO 様式に沿った原案の作成を終えたとともに、次年度以降の活動について関係機関と協議している。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ISO、TC-147、アルカリ度、pCO₂

【研究題目】 真空計を用いた圧力測定における熱遷移効果の補正方法の国際標準化

【研究代表者】 秋道 斉（計測標準研究部門）

【研究担当者】 新井 健太、吉田 肇、城 真範、平田 正紘（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

半導体製造、食品や製薬などの産業では、真空計と圧力を知りたい場所との間に温度差のあることがしばしばあり、この場合に分子流と中間流では温度差による熱遷移効果によって圧力差が生じる。この圧力差は、温度差の大きさによっては、数%～数十%にも達することがあ

り、製品の製造プロセスの信頼性に影響を与える。この効果を説明する数種類の経験式が発表されているが、複雑で真空配管の内面処理法などでも変わるため、実際の真空装置への適用には限界があり、正確な補正方法の確立とその標準化が必須となっている。

熱遷移の効果を正確に把握するためには正確な圧力真空場を発生させる環境が必要となる。また、熱遷移効果は、温度差、圧力、配管径、内面処理、材質、気体種などによって変化するため、実際の真空計や真空配管の材料や構造による熱遷移の効果の依存性を精密に測定できる真空システムが必要になる。本研究では、当研究室の圧力の絶対測定が可能な精密測定技術をもとに、熱遷移効果測定装置の設計、試作をし、予備実験、装置の性能評価を行なって、改良、装置を作り上げる。この装置を使って、熱遷移効果の温度差、圧力、配管径、内面処理、材質、気体種に対する特性を明らかにする。また、これまでに提唱されている熱遷移効果の補正方法が、どの程度、中間流での温度差、圧力、配管径、内面処理、材質、気体の種類などによる特性をどの補正式がどの程度再現できるのかなどの調査もあわせて行なう。最終成果として、熱遷移効果の補正方法を JIS として発行する。可能であれば、ISO 規格として提案する。

本年度は、作製した熱遷移効果の試験装置による実験や熱遷移効果と密接な関係のある気体分子と金属表面との相互作用に関する実験とシミュレーションによって、真空配管の内径、内面処理、気体の種類による熱遷移の影響を明らかにした。センサー一部が加熱された高精度形隔膜真空計を用いた圧力測定においては、高石・泉水の経験式が、熱遷移効果を比較的良く再現できることを明らかにし、補正方法の信頼性や不確かさの検討を進めた。規格化に関しては、9月に中国で開催された ISO/TC112 (真空技術) 総会および WG 委員会において、熱遷移効果と関係深い真空計測関連プロジェクトの将来計画についての議論を進めた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 真空計、熱遷移効果

〔研究題目〕 ナノ材料の用語・計測手法に関する国際標準化

〔研究代表者〕 藤本 俊幸 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 小野 晃、一村 信吾、阿部 修治、藤本 俊幸 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

ナノテクノロジーの産業への応用・展開が進展している現状を受け、2005年5月、国際標準化機構 (ISO) の中にナノテクノロジーを専門に扱う新しい技術委員会 (TC229: 議長と幹事はイギリス) が発足し、WG1 (用語・命名法)、WG2 (計測・キャラクタリゼーション)、WG3 (健康・安全・環境) の TC-WG 構造で活動を開始した。

ナノテクノロジーは、技術の潜在的革新性ゆえに、エレクトロニクスから医療まで広い分野にわたって社会に大きな便益をもたらすことが期待されているが、人の健康に与える影響やその理由など基本的な問題に対して明確なデータが未だ得られていない。

そのため、サイズや形状などナノ粒子のキャラクタリゼーションと粒子数濃度、不純物などの計測技術の標準化が求められており、本標準基盤研究では、TC229へ日本が提案する規格原案作成および標準化活動において Terminology および Metrology の観点から検討を行う。

平成21年度は、ナノカーボン材料における用語と定義に関する技術仕様書 (TS) では DTS 投票時に各国から寄せられたコメントに対応し、同 TS は各国の了解の元、出版段階に到達した計測法としては日本提案の規格作成において Terminology、Metrology の観点から検討を行い、1つの規格案が各国の了解の元、出版段階に到達した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ナノ計測、カーボンナノチューブ、国際標準

〔研究題目〕 歯車のナノレベル形状評価のための計測機器の校正原器及びその原器に基づく校正方法の研究と標準化

〔研究代表者〕 大澤 尊光 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 大澤 尊光、佐藤 理、高辻 利之 (常勤職員3名)

〔研究内容〕

歯車は、様々な産業において重要な機械要素として使用されている。歯車の評価に必要なパラメータとして、歯形、歯すじ、ピッチがある。これら、歯車のパラメータ評価には歯車測定機が利用されている。産総研、歯車工業会を中心として、歯車測定機の高精度な評価法に関する研究及びその工業標準化活動を実施してきている。歯形評価については、2009年中にJIS原案が作成され、2010年度中にはJISCでの審議が実施、JIS発行が予定されている。また、歯すじ評価についても原案がほぼ完成しており、JICSの審議へ向けた作業を実施中である。さらに、2009年度において、これら評価法に基づいた歯車測定機の受入検査規格についてJIS原案作成委員会を発足し、規格原案を実施してきた。このような測定機の受入検査規格は、ISOにおいても審議されていないため、今後ISO規格へと発展する可能性もある。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 歯車測定機、評価法、工業規格化

〔研究題目〕 JCSS 流量計による流量計校正方法に関する研究

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 寺尾 吉哉、嶋田 隆司、古市 紀之、

土井原 良次、Cheong KarHooi
(常勤職員5名)

【研究内容】

JCSS (計量法校正事業者認定制度) により校正された流量計などを標準として、現場で使用する流量計を校正する際に、技術的に正しく計量トレーサビリティを確立するための技術開発を行うことを目標とし、以下の各項目について研究を行う。①流量計相互干渉の調査 (異なる測定原理の流量計を直列に接続した場合に相互干渉により、流量計の指示値に生じる誤差を実験的に調査する。世界最高精度の流量計校正設備 (つくば北・流量国家標準施設) を使用する。) ②流量計を参照標準とした場合の不確かさ評価方法の確立 (流量計を参照標準として、他の流量計を校正する場合には、参照標準とする流量計の不確かさ以外に、温度補正や圧力補正の不確かさを考慮する必要がある。標準的な不確かさ評価手順を作成し、規格素案の一部とする。) ③特に干渉が強い場合の評価方法の研究 (特に相互干渉の強かった事例については、相互設置距離や設置条件を変化させて測定を進めデータを蓄積する。) ④規格素案の妥当性確認 (このデータに基づいて作成された規格素案の方法により、校正値および不確かさ評価がなされた流量計を国家標準設備によって再評価することで規格の妥当性を検証する。)

平成21年度においては、特に干渉が強い場合の評価方法の研究と規格素案の妥当性確認をおこなった。さらに、JIS 原案作成委員会を運営し、改正原案を作成した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 流量標準、トレーサビリティ

【研究題目】 イットリア添加部分安定化/安定化ジルコニア粉末中のイットリアの化学分析方法の標準化

【研究代表者】 森川 久 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 森川 久、柘植 明、兼松 渉、大西みよこ (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究は、日本工業標準調査会が策定した「国際標準化アクションプラン」(平成19年6月)を受けて、研究開発と標準化を一体的に推進する「標準基盤研究制度」の枠組みの中で実施されている。バイオセラミックス材料のひとつであるジルコニア中のイットリアの高精度の化学分析方法の確立は、材料の信頼性や安定性を確保する上で必須である。ジルコニア材料の供給においては我が国が世界をリードしており、国際競争力の強化や生産性向上のためにも、国際標準の獲得は戦略的に極めて重要である。ISO 規格については、現状では材料規格 (化学成分) はあるが、化学分析方法の規格が整備されておらず、上記の理由から早急な制定が求められている。本研究は、標記の化学分析方法の確立および ISO 化を視

野に入れた JIS 原案素案の作成を目的として進めており、今年度は昨年度の成果に加えて以下の成果を得た。

(1) イットリアの測定方法としてフッ化物沈殿法について検討し、イットリア含量が低い領域では有効なものの、操作性の点においてシュウ酸塩沈殿法を凌ぐものではないことを確認した。(2) イットリアの測定方法として常用のシュウ酸塩沈殿法に対して、少量の HF を添加することによって分析精度の向上を試みたが、さしたる効果がないことを明らかにした。(3) イットリアの測定方法として、慣用法である ICP 発光分析法と蛍光 X 線分析法による測定を行い、沈殿法 (重量分析法) による値との比較検討を行った。(4) 昨年度と今年度の成果をもとに、JIS 原案素案を作成した。(5) JIS 原案素案を参照しながら、ISO 規格案を作成中である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 試料分解法、ジルコニア、イットリア、化学分析方法

【研究題目】 基準太陽電池の標準化

【研究代表者】 猪狩 真一 (太陽光発電研究センター)

【研究担当者】 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の実施内容は次の (1) から (4) である。

- (1) 国内外の基準太陽電池パッケージ構造実態調査
- (2) 標準的な基準太陽電池用セルに要求される電気的、光学的、熱的性能規定に関する研究
- (3) 基準太陽電池用セルを実装した状態 (パッケージを含む) での性能・信頼性に関する研究
- (4) 基準太陽電池に関する IEC 規格と JIS 規格の技術的・体系的な整合化

平成21年度は、基準太陽電池の多重反射を抑制する構造検討の一環で窓材のテクスチャ構造を変えた場合の入射角特性評価と、窓材の耐ソーラリゼーション性を調査した。また、結晶シリコン系 (JIS C8910、JIS C 8911、JIS C 8921)、アモルファス (JIS C 8931)、多接合型 (JISC 8941 (予定))、CIS (TS)、色素増感型 (OITDA-PV01) を統合し、IEC60904-2 Ed2.0 と体系的に整合させた MOD JIS 原案を JISC に提案した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 分光放射照度測定、標準化、基準セル

【研究題目】 ナノリスク管理に関わる気中ナノ粒子測定方法の標準化

【研究代表者】 榎原 研正 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 榎原 研正、櫻井 博、高畑 圭二 (常勤職員3名)

【研究内容】

気中粒子数濃度1次標準 (エアロゾル電流計) の現在の濃度下限である 10^3 個/cm³ 以下をカバーする濃度領域において、候補2次標準器としての凝縮粒子計数器

(CPC) の計数効率とその不確かさ評価を行った。また、3台の微分型電気移動度分析器 (DMA) を2台ずつ循環的に用いる三つ巴タンデム法による DMA 分級特性パラメータ (粒子損失、電気移動度のずれ、電気移動度分布の拡がり) の絶対評価法を、100nm から30nm までの粒径域に対して適用した。この結果を利用して準単分散 Polystyrene latex (PSL) 粒子の分布幅を決定し、分布幅標準粒子としての利用可能性を実証した。さらに、ISO/TC24/SC4/WG12において、エアロゾル電流計を用いた CPC の校正・試験方法の規格の作成作業を継続した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】エアロゾル、粒子、粒径分布、個数濃度、測定、電気移動度分析器、凝縮粒子計数器、標準粒子

【研究題目】レーザ振動計の校正法と標準化

【研究代表者】大田 明博 (計測標準研究部門)

【研究担当者】大田 明博、野里 英明
(常勤職員2名)

【研究内容】

現在、ISO で審議中のレーザドップラ振動計の校正規格案 (ISO 16063-41 FDIS) では、日本の製造事業者で多く用いられている評価方法 (国内デファクトスタンダード) を直接援用できない。そこで、レーザドップラ振動計の主要国内製造事業者の協力のもと、国内デファクトスタンダードの標準化を進めている。本研究では、ISO 案と国内デファクトスタンダードの2つの校正法の整合性を検証し、検討中の校正規格案 (国内デファクトスタンダード) を用いたラウンドロビン校正実験を企画し、実施条件を参加事業者と協議した。この議論を通じて、標準化すべき校正条件、校正装置、校正器物の仕様を確定し、ラウンドロビンを実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】振動加速度、レーザドップラ振動計、復調器

【研究題目】PFOS 分析法の JIS 化と関連物質分析法の国際標準化に関する研究

【研究代表者】山下 信義 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】山下 信義、谷保 佐知
(常勤職員2名、他0名)

【研究内容】

ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 及びペルフルオロオクタン酸 (PFOA) は平成14年に「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 (化審法)」の第二種監視化学物質に指定され、PFOS については平成22年4月1日に第一種特定化学物質へ変更された物質である。また、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約においても平成21年5月に残留性有機汚染物質

(persistent organic compounds : POPs) として追加が決定された。このため、環境負荷量の把握、安全性・国際条約有効性の評価のために信頼性の高い標準分析法の規格化が強く望まれている。

PFOS 及び PFOA 試験方法は、ISO 25101以外には標準試験方法は存在しないため、国際規格の“MOD”修正法”として原案を策定した。本規格は固相カラム抽出法と液体クロマトグラフタンデム質量分析計を用いる事で、PFOS と PFOA について pg/L レベルの低濃度試料の分析が可能である。また、ISO 25101の対象は一般水 (河川水・海水)、地下水・飲料水であるため、JIS 化作業において工業用水・工場排水を試験対象として追加した。また、懸濁物の多い工業用水・工場排水への適用を附属書に追加した。また使用者への便宜を図り、標準物質に含まれる不純物質としての側鎖異性体の分離方法や、PFOS や PFOA 以外の水溶性有機フッ素化合物の測定条件も附属書に追加した。従来の工業標準規格では規格の精度管理試験結果の記載は行われていなかったが、ISO 国際規格化において精度管理試験結果の公開が必須である点および、社会ニーズ対応型基準創成調査研究「環境測定 JIS 体系の構築戦略委員会」の検討内容を受け、その結果を附属書に記載した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】JIS、POPs、PFOS、PFOA

【研究題目】産業応用における CT (コンピュータ・トモグラフィ) 装置評価法の標準化に関する研究

【研究代表者】大澤 尊光 (計測標準研究部門)

【研究担当者】大澤 尊光、藤本 弘之、佐藤 理、高辻 利之 (計測標準研究部門)、三澤 雅樹 (ヒューマンライフテクノロジー研究部門)、豊川 弘之 (計測フロンティア研究部門) (常勤職員6名)

【研究内容】

これまで、X 線 CT 技術は、主に医療分野で人体の画像診断をする目的で使われてきた。近年、自動車をはじめとして産業分野で様々な用途に X 線 CT 装置等が導入され、利用されるようになってきている。X 線 CT 装置を使用することにより、対象物の内部の様子を観察することができるだけでなく、その三次元形測定することも可能である。このような流れの中で、CT 装置の測定精度を共通の評価手法により定量的に表現できることが求められてきている。本研究では、CT 装置における用語の JIS 化を推進めるとともに適切な標準試料 (ファントム、評価用ゲージ) を作製し、X 線 CT 装置に必要な品質や精度を示す数値的な指標を設定するための研究開発を実施する。H21年度は、用語 JIS 化のための医療用 CT 装置関連の ISO 規格、諸外国の規格の調査を実施し、基本となる用語の選択を行った。また、マイクロ

フォーカスと呼ばれる225keV程度の産業用X線CT装置評価を実施するためのファントム製作を実施し、その有効性の確認を実施した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 産業用X線CT装置、三次元形状計測、評価法、工業規格化

〔研究題目〕 バイオ燃料関連標準物質の開発に関する研究

〔研究代表者〕 加藤 健次（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 沼田 雅彦、北牧 祐子、朱 彦北、松尾 真由美、増田 聡治
（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

バイオ燃料関連の標準物質開発に必要な高い精度の分析法、試料の安定・均質な調製法などを確立するための検討を行った。実際のバイオエタノールおよびバイオディーゼル燃料試料をそれぞれ数種類ずつ入手し、バイオ燃料に対して品質規格が定められている成分について検討したところ、メタノールはガスクロマトグラフ/質量分析計ないしは水素炎イオン化検出器付クロマトグラフ、硫黄は紫外蛍光法硫黄計、銅は誘導結合プラズマ/質量分析計などをそれぞれ用いた高精度な分析手法を確立することができた。一方、水分測定については、バイオエタノールの場合には試料の高い吸湿性が、バイオディーゼル燃料の場合にはカールフィッシャー滴定法に対する妨害成分の存在が問題となった。バイオエタノールについては、小分けの際に適切な乾燥剤などを使用して水分の混入を防ぎつつサンプル封入すれば、必要な均質性・安定性を確保できることが確認された。バイオディーゼル燃料については、代表的な水分測定法であるカールフィッシャー滴定を様々な条件（直接法/気化法、電量法/容量法など）で適用したが、定量値の不一致が残った。そこで、ヘッドスペースガスクロマトグラフ/質量分析計を用いた標準添加法などカールフィッシャー法とは独立した原理に基づく測定法を開発し、その結果との比較によって、より確からしい水分濃度を求めるめどをつけることができた。そのほか、硫黄標準液（トルエン溶液）や高純度エタノール（エタノール純度・炭素14含量の評価用）について、原料の入手や測定法の調査を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 組成型標準物質、環境標準物質、バイオ燃料

〔研究題目〕 医療用小型加速器を用いた水吸収線量標準の開発

〔研究代表者〕 齋藤 則生（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 齋藤 則生、加藤 昌弘、田中 隆宏、黒澤 忠弘、森下 雄一郎、高田 信久、

能田 理恵子、今須 淳子

（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

医療用小型加速器設置のために、リニアック標準室の遮蔽能力を計算し、適切な遮蔽壁を増設した。遮蔽壁は、利用線方向は1.7m、入り口ドア周辺は50cm、その他の方向は30cmから50cmの厚さで設置した。遮蔽壁の完成後、医療用小型加速器をリニアック標準室内に設置した。加速器設置後は、装置の性能評価として、高エネルギーX線の水ファントム中における深さ方向の線量分布を測定した。この測定結果から高エネルギーX線の線質係数である組織ファントム線量比TPR(20, 10)を決定し、線質係数が他の加速器と同等であることを確認した。一方、高エネルギーX線の水吸収線量を測定するために、グラフィイトカロリメータの調整をCo-60 γ 線照射施設を用いて行った。その結果、Co-60 γ 線に対しては、水吸収線量の測定ができることが分かった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 医療用小型加速器、放射線治療、水吸収線量

〔研究題目〕 石油小流量標準の開発

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 寺尾 吉哉、嶋田 隆司、土井原 良次、Cheong KarHooi
（常勤職員4名）

〔研究内容〕

近年の環境意識の高まりにより、自動車の性能指標は速度から燃費にシフトし、瞬時燃費を計測できる燃費計（石油流量計）の車載が広がりつつある。また、バイオエタノールと石油燃料を混合する装置の性能評価や、集合住宅集中給油システムに使用されている流量計の校正、半導体の製造においても石油小流量の標準は欠かせない。このため、標準整備計画に則り、以下のとおり石油小流量の標準を開発した。

まず、校正に使用するスペースを確保し、安全を確保するために室内電気設備の防爆化、換気設備の増設、加湿装置の設置、床の対油処理等を行った。

その後、以下の仕様を持つ校正設備を製作した。

- ・測定原理：静的秤量法
- ・試験ライン：内径6.25mm、3.2mmの2本
- ・貯蔵タンクの容量：26L
- ・試験液：軽油
- ・送油ポンプ：11L/min、0.87MPa
- ・温度調整器：冷却能力900W、加温能力2.5kW
- ・温度設定範囲：15～35℃
- ・秤量計：容量6.2kg、分解能0.01g

この校正設備を使用して、 2.8×10^{-3} kg/s～ 11×10^{-3} kg/sの流量範囲において、拡張不確かさ0.1%の校正が

できることを確認し、依頼試験による校正サービスを開始した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 流量標準、トレーサビリティ

〔研究題目〕 新規材料実用化のためのデータ整備の研究

〔研究代表者〕 馬場 哲也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 山田 修史、竹歳 尚之、渡辺 博道、阿子島 めぐみ、八木 貴志、阿部 陽香、山下 雄一郎、水野 耕平、小林 謙一（常勤職員9名、他1名）

〔研究内容〕

カーボンナノチューブ（電氣的・熱的特性）、ダイヤモンド薄膜（熱伝導率、熱膨張率）、酸化物熱電材料（熱物性・熱電特性）など新規に開発された材料に関して体系的情報を整備し、材料開発や熱設計に携わる技術者に利便性良く提供して実用化を加速させることを目的とする。平成21年度は廃熱を利用して発電し、エネルギー効率を高めることができる熱電発電に着目し、熱電変換材料について重点的にデータ整備を実施した。具体的には、コバルト酸化物に代表される酸化物熱電材料やビスマス・テルルといった代表的な熱電変換材料を対象に熱伝導率、ゼーベック係数、ホール係数等のデータ整備を実施した。また、素材開発や鋳造によるものづくりには欠かせない高温融体熱物性についても、国内の外部研究機関と連携し、単体金属やシリコンの熔融状態における熱物性データの整備を実施した。本研究課題で整備したデータは分散型熱物性データベースに収録され、インターネットを介して一般に公開中である。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 物性データ、物性計測、材料開発

〔研究題目〕 省エネ診断技術の実証と規格化

〔研究代表者〕 高辻 利之（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 高辻 利之、中村 安宏、金子 晋久、福山 康弘、澤田 敏央（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

（研究目標）

産業・社会における省エネの推進は、多数の異なる業務が混在する事業所では実施が難しく、従って、その省エネ効果の測定・診断を、業務に支障なく業務毎に正確に把握する方策が求められている。そこで、本研究において、業務毎に消費される電力量を、業務に支障なく「見える化」する技術を開発・確立すると共に、電力計測システムの標準化・認定制度の整備と社会への普及体制を整えることを目標に研究開発を行った。

（研究成果）

大電力使用量モニタリングシステムを開発し、産総研

の第3事業所における実験室毎、あるいは空調機毎の電力使用量および省エネ効果を測定（前日、指定日との比較等）し、消費電力量の「見える化」を実現した。また、各実験設備等の小電力消費機器に対して機器毎の消費電力量を計測できる小型電力量計および計測システムを開発し、産総研の第3事業所および第6事業所の実験室において実証実験を実施した。実験結果から、小電力個別計測システムの有効性を明らかにした。さらに、開発した小型電力量計を電力電力量標準によって校正し、不確かさの評価を行った。その結果、消費電力の測定精度を±0.1%と見積もることができ、消費電力量の「見える化」のために十分な測定精度が実現できた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 省エネ、消費電力、電力量計、電力計測システム、電力電力量標準

〔研究題目〕 X線非破壊検査装置及び CT 装置の高度化技術開発（計測標準 RI と計測フロンティア RI の共同提案）

〔研究代表者〕 藤本 弘之（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 藤本 弘之（計測標準研究部門）、豊川 弘之、鈴木良一、大島永康、黒田 隆之助、Brian O'Rourke（計測フロンティア研究部門）、三澤 雅樹（ヒューマンライフテクノロジー研究部門）（常勤職員7名）

〔研究内容〕

〔小テーマ1〕「現場型 X 線 CT 装置の開発」

目標：発電所の配管検査等、X 線非破壊検査において、可搬型 X 線 CT 装置の開発が期待されている。現在まで小型 X 線管の開発を実施してきており、本 X 線管の可搬性、低消費電力の特徴を生かし、数100kV～MV の可搬型高エネルギー X 線源を開発し、可搬型 X 線 CT 装置の開発を目指す。将来は、測定現場にて検査を実施できる装置まで高度化し、あわせて検査の精度評価手法の確立を目指す。

研究計画：200kV 程度の CNX-X 線管を開発し、さらに高エネルギーの CNX-X 線管用の RF 電子銃用加速空洞を試作し高周波電場と電子放出の関係を調べる。年度進捗状況：D.C. 200kV の CNX-X 線管を試作した。高エネルギー X 線 CT 装置に搭載する X 線管として、静電型と高周波（RF）型について検討した。さらに、CNX 冷陰極高周波電子銃の開発に着手し、シミュレーションを実施し、試作空洞を製作し、高周波特性を測定した。

〔小テーマ2〕「トレーサブル X 線 CT 装置の開発」

目標：トレーサビリティが確保され、定量的測定が可能な X 線 CT を開発する。本研究では、ミクロンからナノオーダーの焦点サイズを持つ高分解能 X 線源を設置し、以下の要素技術開発を進める。

- 1) トレーサビリティの観点からの構成要素と測定結果の関係の明確化
- 2) 移動機構、X線発生器、検出器等構成要素のトレーサビリティ確保
- 3) 校正されたスケールの埋め込み、試料とスケールの同時撮影
- 4) 他の確立された方法により値付けしたファントム測定と評価基準策定

研究計画：産業用 X 線 CT 業界の最先端ニーズ（数百ナノメートル）に対応できるよう、装置主要部となる高分解能マルチフォーカス X 線源を設置し、透過画像においてナノメートルオーダーの分解能を確認し、X 線発生器に起因する分解能低下要因について検討する。さらにファントムを用いた X 線 CT 装置の測定不確かさ評価方に関して検討を加える。

年度進捗状況：焦点径が $0.4\sim 3.0\mu\text{m}$ の範囲で任意に変えられる透過型開放管構造のマルチフォーカス X 線源を持った、X 線 CT 装置を試作した。日本検査機器工業会（JIMA）製の透過 X 線用解像度試験片（RT RC-02）を用いて分解能検証を行い以下の項目について X 線 CT 画像に与える影響を検討を加えた。

- ・回転中心位置の誤差
- ・計測距離の誤差
- ・フォーカスサイズ・位置安定性
- ・XYZθ ステージ長さ校正

焦点サイズ数 μm のマイクロフォーカス X 線 CT 装置において単純形態をファントムとして用いる方法を確立する予備段階として、大きさの分かった球がどのように計測されるかをみた。さらに、表面形状の与える影響についても検討を加えた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】X 線 CT 装置、非破壊検査、カーボンナノ構造体、ファントム、トレーサビリティ

【研究題目】分散型熱物性データベース
（研究情報の公開データベース化事業（RIO-DB））

【研究代表者】馬場 哲也（計測標準研究部門）

【研究担当者】山下雄一郎、高澤真紀子
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

科学技術を支える基盤情報である物質・材料の熱伝導率、熱拡散率、比熱容量、熱膨張率、放射率などの熱物性データを収録した「分散型熱物性データベースシステム」の開発を進めている。平成21年度は、IUPACから発表された原子量の推奨データやCODATAの比熱、熱膨張係数の推奨データ、一般的な材料（例えばステンレスやシリコン等）の熱物性データを整備した。データベースの閲覧システムにおいては、Webブラウザから利用

する検索システムの操作の簡便化を図り、熱物性データを容易に検索できる環境を開発した。日本熱物性学会と連携し、学会所有のデータベースと当データベースを横断的に検索できるシステムを開発し、公開した。本研究課題で整備したデータは分散型熱物性データベースに収録され、インターネットを介して一般に公開中である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】熱物性、データベース、分散型、インターネット、知的基盤

【研究題目】有機化合物のスペクトルデータベース
（研究情報の公開データベース化事業（RIO-DB））

【研究代表者】齋藤 剛（計測標準研究部門）

【研究担当者】齋藤 剛、衣笠 晋一、前田 恒昭、山路 俊樹、滝澤 祐子、浅井 こずえ、鍋島 真美、小野 千里
（常勤職員4名、他4名）

【研究内容】

有機化合物の質量分析（MS）、赤外分光（IR）、 ^1H 核磁気共鳴（NMR）と ^{13}C NMR スペクトルを独自に取得し、評価してデータベース化した。危険物を中心に、新規化合物259件について MS 251件、IR 541件、 ^1H NMR 324件、 ^{13}C NMR 337件を新規に登録し、第2期の5年間で6000件以上のスペクトル登録とインターネット公開の目標を達成した。ネットからのユーザーニーズへの対応を行った他、外部機関の日本語化合物辞書の共有化をはかった。化合物検索機能と、結果表示の方法を変更して利便性を高めた。構造的検索の検討を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】有機化合物のスペクトルデータベース、SDBS、質量分析スペクトル、赤外分光スペクトル、NMR スペクトル、インターネット

【研究題目】ZnO 結合性抗体を用いた高感度バイオセンシング技術の開発

【研究代表者】田和 圭子

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】田和 圭子、田中 茜
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

バイオセンシングあるいはバイオチップの開発において重要な課題は(1) 高感度検出が可能な装置開発と、(2) 特異的にターゲットを認識する抗体を高密度にチップ表面に配列させる技術開発との両方を同時に進めることであり、両方が達成されてはじめて高感度バイオセンシングが実現すると考えられる。そこで本研究では、(1)として周期構造をチップに刻んだ基板を UV-ナノインプリント法により調製し、これに銀と酸化亜鉛を成

膜することでプラズモニク基板を作製し、格子結合型表面プラズモン共鳴（GC-SPR）場を励起場とする高感度蛍光検出法を確立した。また(2)では、酸化亜鉛表面に特異的に結合できる抗 Green Fluorescent Protein(GFP)抗体を用い、高密度配列を行った。そこで、(1) (2) を組み合わせて、10pM の蛍光標識 GFP を迅速に検出することに成功した。今後、様々な抗原抗体反応に対して、プラズモニク基板を用いた増強蛍光検出法を利用し、高感度バイオセンシングの実用化を目指す。

〔分野名〕 ライフサイエンス、ナノテクノロジー

〔キーワード〕 プラズモニク基板、蛍光、バイオセンシング、抗原抗体相互作用

〔研究題目〕 イノベーション促進調整費／蓄光材料に関する研究

〔研究代表者〕 田澤 真人

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 田澤 真人 (サステナブルマテリアル研究部門)、土屋 哲男、馬場 創、中島 智彦、平尾 喜代司、周 游 (先進製造プロセス研究部門)、赤井 智子、神哲郎 (環境化学研究部門)、西須 佳宏 (環境管理研究部門)、越崎 直人、桐原 和太、下位 幸弘 (ナノテクノロジー研究部門)、福味 幸平、金里 雅敏、谷垣 宣孝 (光技術研究部門)

(常勤職員15名)

〔研究内容〕

蓄光材料の研究を実施するに当たり、研究内容の違いから新材料研究グループ、高機能化グループ、評価・解析グループを構成し、それぞれ複数の研究ユニットからなる研究者が研究を実施した。

新材料研究グループでは高い輝度が長時間継続する新しい蓄光材料の探索を行い、平成21年度はアルミン酸ストロンチウム材料の高輝度、長残光化に関する検討を主に製造プロセス（焼結プロセス、有機合成プロセス、レーザーアブレーション）の改良と解析によって行うとともに、緑色以外の発光をする蓄光材料の探索を進めた。

高機能化グループでは、アルミン酸ストロンチウム系蓄光材料を被覆するに最適なガラス材料の探索を屈折率を制御した実験と光線追跡法による計算によって検討した。

評価・解析グループでは、電子状態計算を用いて蓄光現象のメカニズム解明に着手するとともに、蓄光材料の評価方法について励起光源による差（波長、光量、励起時間）、サンプル（コートの有無、粒子径、量）による差等について評価を行った。

当研究部門は研究全体のとりまとめ、調整を行った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 蓄光材料、輝度、発光寿命

〔研究題目〕 産業変革研究イニシアティブ／照明負荷低減のため昼光を適度に室内照明に用いるシステムに関する調査

〔研究代表者〕 田澤 真人

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 田澤 真人、垣内田 洋、山田 保誠、田尻 耕治 (常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

本調査研究では、自然光（昼間の太陽光、その反射光）を取り入れて室内の照明負荷を低減するための技術関係について、現在、どのような状況にあるかを調査した。具体的には、

(1) インターネット調査

(2) 訪問・見学・情報交換・イベント等での調査を行った。

インターネット調査では、昼光、あるいは自然光を室内に適度に拡散させて室内照明の負荷を低減させる方法についてインターネット上で公開されている情報を調べ、実際の活用例や具体的な装置、方法の提案状況を把握した。調査の結果、訪問し、意見交換をすべき対象を選定した。

意見交換による調査では、昼光の利用および自然光を室内に適度に拡散させる方法について、企業及び公的研究機関と意見交換を行った。

意見交換された主な内容としては次の2点。①民生部門からの二酸化炭素排出量の重要な原因の一つである照明負荷の重要性が再認識された。現在では LED 照明等の省エネ照明器具の普及が重要視され、普及が始まっており、今後照明用の LED 開発により一層の普及が進むと考えられる。しかしながら、昼間に自然光を室内に散乱させ照明として利用することはエネルギーを消費しないばかりでなく、居住者に自然の快適性を与える方法である。また、自然光を利用するために材料開発は重要である。②民生部門における自家用車を除く大きな二酸化炭素排出原因（冷暖房、給湯、照明）に対策を施していくためには、断熱等によって自然から居住者を隔離するこれまでの方法とは別に自然をうまく使って、化石燃料に起源する人工エネルギーの消費を抑えることが必要であり、そのために居住者を快適性を維持する（不快感を与えないことにより気がつかない）ための建材研究が必要とされる。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

〔キーワード〕 照明、昼光照明、自然光利用

〔研究題目〕 平成20年度第2次補正／中小企業等製品性能評価事業／赤外線反射外壁タイルの性能評価に関する研究

【研究代表者】 田尻 耕治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 田尻 耕治、杉山 豊彦、垣内田 洋、
田澤 真人 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

共同研究相手先企業が開発した、外観での自由な色調を維持しつつ赤外線領域のみの反射率を高めた赤外線反射外壁タイルについて、外壁タイルとしての実使用条件での年間の省エネルギー効果を評価することを目的として研究を行った。研究は、タイル個体としての光学的物性等の測定、試作した小型実験板を用いるタイル壁構造における熱の移動や収支の計測、および建築した試験小屋による必要空調エネルギーの計測を実証試験として行った。実証試験は赤外線反射外壁タイル及び同色の比較用通常タイルを用いて一対の小型実験板並びに試験小屋を設置し、測定結果を比較することで評価を行った。また合わせて、計測されたタイルの物性データを用いて日本建築学会標準建物 (一般住宅及びオフィスビル) の外壁に赤外線反射外壁タイルを導入した場合の省エネルギー効果を日本の寒冷地、温暖地、暑熱地についてシミュレーションにより評価を行った (三重大学に委託)。

これらの検討の結果、温暖地、暑熱地では標準的な建物使用条件では赤外線反射外壁タイルの導入は同色の通常タイルの使用に比べ年間を通して省エネルギーが期待されるとの知見が得られた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 外壁タイル、赤外線反射、実証試験、省エネルギー、

【研究題目】 高エネルギー物質の衝撃起爆機構の解明

【研究代表者】 若林 邦彦 (安全科学研究部門)

【研究担当者】 若林 邦彦

(常勤職員1名)

【研究内容】

高エネルギー物質の衝撃起爆機構を分子反応のレベルで明らかにすることを目的に一連の研究を実施している。2009年度からは典型的な高エネルギー物質の一種であるペンスリット爆薬に着目し、爆薬を用いた本格的な研究を開始した。実験試料の作製条件を最適化することによって、ほぼ理論密度のペンスリット単結晶を作成することが可能となった。この試料を用いて常温常圧下におけるラマン分光実験をおこなったところ、約6ナノ秒の時間幅を持つ単パルス励起光照射によってS/Nの良いラマンスペクトルを取得できることが確認された。この結果から、衝撃圧縮状態においても有効なスペクトルデータを測定できる見通しを得ることができた。また、透明なペンスリット単結晶内部を伝播するレーザー誘起衝撃波とラマンスペクトル変化との相互作用を検討するために、衝撃圧縮された透明体の屈折率変化を考慮して物質速度を精密に測定する手法を整備した。透明標準物質で

あるフッ化リチウム(100)を用いて手法の検証実験を行ったところ、16万気圧程度の衝撃圧力域まではレーザー誘起衝撃波のような微小スケールの衝撃圧縮実験においても従来型手法と同程度の精度で物質速度を測定できることが示された。本手法をペンスリット爆薬の研究へ適用することを計画している。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 高エネルギー物質、レーザー誘起衝撃波、衝撃起爆機構、ラマン分光実験、ペンスリット

【研究題目】 大気圏・水圏を統合した地域物質循環モデル構築のための予備研究 (2) —関東地方における大気から河川・海域への窒素流入負荷量の推定—

【研究代表者】 石川 百合子 (安全科学研究部門)

【研究担当者】 石川 百合子、井上 和也、東野 晴行
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究では、大気から土壌・河川を經由して海域へと移動する環境汚染物質を対象とした総合的評価・管理に資する物質循環モデルの構築を目標として、当研究グループでこれまで開発してきた大気モデルや河川モデルを適用した予備的研究を行った。平成20年度は、閉鎖系水域で富栄養化の原因となる窒素を対象として、5km および季節単位の解像度で2次生成物質の推定可能な大気化学輸送モデル ADMER-Pro を用いて、関東地方における窒素成分の湿性および乾性沈着量の推定を行った。平成21年度は、大気沈着量と1km および月単位の解像度で河川水中の化学物質の濃度を推定するモデル AIST-SHANEL を用いて、関東地方の1級水系 (久慈川、那珂川、利根川、荒川、多摩川、鶴見川、相模川) における東京湾への流入負荷量を推定した。河川への窒素負荷量を推定するため、施肥、農作物収穫、家畜排水、灌漑用水、脱窒、窒素固定などによる窒素収支を求めた。さらに、大気沈着や施肥の窒素削減対策シナリオを検討し、削減後の窒素負荷量に基づく東京湾への流入負荷量の試算を行った結果、1年では削減効果が現れないと推定された。しかし、数年から数十年の間に、現在の河川モデルに組み込まれていない土壌層での窒素の長期蓄積 (窒素飽和) や地下水からの窒素の流出 (地下水滞留による時間遅れ) 等のメカニズムを通して、これらの対策効果が現れることが考えられる。今後、これらのメカニズムを精査し、モデルに組み込むことを検討する必要がある。

【分野名】 環境・エネルギー分野

【キーワード】 大気、河川、モデル、窒素負荷量、物質循環、対策評価

【研究題目】 飛翔体衝突試験による材料評価システム

の開発

【研究代表者】佐分利 禎（安全科学研究部門）

【研究担当者】佐分利 禎、久保田 士郎、緒方 雄二
（常勤職員3名）

【研究内容】

飛翔体加速器の開発、および飛翔体の材料衝突試験により、飛散物防護のための材料評価システムの開発を行った。これまでに開発してきた加速器は、爆薬による直接駆動タイプの小型加速器であり、全長20cm 弱の小型サイズで設置場所を選ばない、コストを要する維持管理が不要、といった特徴を持つ。本研究では課題として残っていた約6グラムの飛翔体の1000m/sec 以上への飛翔速度の向上と、ばらつきの見られる飛翔姿勢の安定化を目指し、本加速器の再設計を行いこれら問題の改善を計った。加速器の形状および使用材質の再設計や爆薬の装薬手法の検討を行い、試作した加速器を用いて衝突試験を行った。高速度ビデオカメラにより映像解析を行ったところ、飛翔体の飛翔速度については顕著な向上はみられなかったが、約2グラムの飛翔体（PTEE）では2000m/sec 近い飛翔速度を得ることが出来た。飛翔体の飛翔姿勢の安定化に成功し、より正確な衝突実験データを取得することが可能になった。鋼板（SS400）について一連の衝突試験を行い、飛翔体衝突に関する材料特性データを取得した。

数値シミュレーションによる材料評価では、数値解析に多大な時間を要していた。そこで従来の CPU による演算に比べ、数10～100倍に演算を高速化させることが可能な GPGPU 技術を用いた数値演算手法の技術開発を行った。1T フロップスの演算性能を有する GPU プロセッサ2器を搭載する計算機システムを構築し、CPU を用いた演算との比較を行った。ベンチマーク用に作成した行列演算プログラムでは、CPU に対して10倍近い演算性能を示す結果が簡単に得られた。今後プログラミング手法を改良して最適化することにより更に高い演算性能を示すことが見込まれる。複数 GPU を用いた GPU プログラミング手法の検討を行い、OpenMP、pthread 等を用いたプログラミングにより並列（マルチGPU）演算の可能性を評価した。

一連の小型加速器による衝突試験および数値シミュレーション手法の研究により、飛散物安全性評価で重要となる飛散物の衝突評価システムの構築を可能にした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】爆発安全、飛翔体衝突、爆薬駆動加速器、GPU

【研究題目】「安全文化」醸成のためのインセンティブを利用した制度設計手法の開発

【研究代表者】牧野 良次（安全科学研究部門）

【研究担当者】牧野 良次（常勤職員1名）

【研究内容】

労働災害による死亡者数は長期的に減少傾向にあるものの、今なお年間1000人ほどの方が労災で亡くなっている。チェルノブイリ原子力発電所の事故以降、事故原因は「個人」ではなく「組織」や「安全文化」にあるとの考え方が主流になっているが、望ましい組織設計のあり方は必ずしも明らかではない。本研究の目的は、企業の組織設計が労災発生に与える影響を調べることである。平成21年度はケーススタディとして「従業員に占める非正規雇用者の割合が多い企業ほど労災度数率が高い」という仮説を検証した。非正規雇用者は①短期間で離職するため安全教育に熱心になりにくい、②再雇用確率を上げるために時間当たりの生産量を増やそうとするため安全への配慮がおろそかになる傾向があるといったインセンティブ（誘因）が働くため不安全行動に陥りやすいと考えられている。統計分析では、考えられる様々なバイアスを取り除き交絡因子の影響をコントロールした上で、「従業員に占める非正規雇用者の割合が多い企業ほど、労災度数率が高い」との結果を得た。ただし、この結果は個人としての非正規雇用者が労災の原因であると主張しているのではない。アンケート調査によれば正規雇用者と非正規雇用者との間で「事故の起こしやすさ（事故傾性）」に差はなかった。すなわち、事故の起こしやすさは「個人の属性」ではなく「就業上の立場」に影響されていると考えられる。したがって、労災削減策としては個人に対する教育等よりも雇用戦略自体を修正することが効果的であることが示唆される。今後の課題は適切な雇用戦略の修正方法を検討することである。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】安全文化、組織設計、事故傾性、インセンティブ、非正規雇用者

【研究題目】東京湾における食の安全を評価するモデルの開発

【研究代表者】小林 憲弘（安全科学研究部門）

【研究担当者】小林 憲弘、堀口 文男
（常勤職員2名）

【研究内容】

東京湾の魚介類を食した場合の健康リスクを評価するため、魚介類中の化学物質蓄積を予測するモデルの開発とバリデーションを行った。今年度の研究では、対象魚類として数年の寿命を有する高次栄養段階の魚類であるマアナゴを、対象化学物質として環境残留性・生物蓄積性が高いコプラナーPCB（Co-PCB）を選択した。最初に、モデルのバリデーションを行うための現場調査および Co-PCB 分析を行った。マアナゴの採捕は東京湾内の3地点において行い、全長を基準に3分析群に分けて Co-PCB の分析を行った。さらに、「中型群」については可食部と非可食部を分けて分析を行った。推定年齢・粗脂肪量ともに、Co-PCB 濃度と有意な正の相関（ $p < 0.05$ ）が認められた。また、可食部と非可食部へ

の蓄積傾向の違いを確認することができた。次に、食物連鎖を考慮したモデルの定式化を行い、実測値を用いてモデルのバリデーションを行った。モデルにはマアナゴの成長に伴う濃度増加と、可食部と非可食部の蓄積傾向の違いを組み込んだ。今年度の成果として、マアナゴの成長に伴い体内濃度が増加する傾向をモデルで再現することができた。ただし、モデルを現実のリスク評価に用いるためには、追加データを用いた検証と更なる精度の向上が必要と考えられる。本研究は今後も継続して実施し、将来的には東京湾における食の安全性を評価可能なソフトウェアとして一般公開を目指す。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】コプラナーPCB、リスク、東京湾、アナゴ

【研究題目】資本サプライチェーンに着目した温室効果ガス排出責任量算定手法の開発

【研究代表者】本田 智則（安全科学研究部門）

【研究担当者】本田 智則、柴 義則
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

投資市場における投資資金を環境効率性の高い企業に誘導することによって持続可能な社会実現を目指す。しかし、現状では投資家が投資先企業の環境負荷排出量を適切に評価するための手法は確立されていない。

A社が年間100万トンのCO₂を排出している場合、従来はこの100万トンはA社の責任としてA社の評価が行われてきた。しかし、A社には仮に50%の株式を有するB社という株主が存在するとき、B社はA社の利益を50%受ける権利を有している。この考え方に従うならば、温室効果ガス排出による外部不経済についても同様の配分が行われるはずである。本研究では、この株式所有による責任の移転に着目して、温室効果ガスの排出責任を配分する手法を開発した。理論的には市場における株式所有関係がわかれば、各社の温室効果ガス排出責任は株式所有関係を示す行列の固有ベクトルとして表せることを明らかにした。さらに、開発した処方に基づき、全場上企業と非上場企業の2001年度から2007年度までの実際の株式所有情報を用いて、開発した処方に基づく全25000社の温室効果ガス排出責任量の算定を行った。その結果、株式所有による温室効果ガス排出責任量の大きな産業としては金融業が上位を占めることがわかった。国内金融機関の内でも温室効果ガス排出責任量が大きかったのは大手都市銀行であり、約200万トンと計算された。この銀行の実際の温室効果ガス排出量は10万トン程度であり、株式を所有している事によって実排出量の20倍の温室効果ガス排出責任を有していることがわかった。この結果から、金融機関は自社の温室効果ガス排出削減対策を行うよりも、議決権行使等株主としての権利を行使することで、株式を有する企業の温室効果ガス排

出削減に取り組むことで効率的温室効果ガス排出量削減が行えることを定量的に示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】金融、投資、株式所有、温室効果ガス、カーボンフットプリント

【研究題目】医学的視点に基づいた気温上昇に伴う人間健康への影響の評価

【研究代表者】井原 智彦（安全科学研究部門）

【研究担当者】井原 智彦、玄地 裕
（常勤職員2名）

【研究内容】

ヒートアイランド現象や地球温暖化により、都市気温は上昇しており、今後も上昇が見込まれている。気温上昇は人間健康にさまざまな影響をもたらしているが、従来、研究代表者らが評価した睡眠障害を除いて、死亡に至らない健康影響は全く定量化されていなかった。しかし、社会に対して適切な対策を導入するためには、社会でどの影響がどの程度発生しているのか、把握する必要がある。

そこで、まず問題比較型影響評価手法を用いて、軽度の暑熱障害がもたらしている影響を評価した。問題比較型手法は、被害算定型手法と比較して、医学的に正確な評価ができない一方、医学的知見なしに簡便におこなえるという利点がある。東京都区部の700名を対象に、8種類の軽度の暑熱障害をそれぞれ自覚したかどうかを質問し、自覚した場合は回避するための支払意思額を質問した。その結果、気温上昇に伴って「だるさ・疲労感」（疲労と推定）は「寝苦しさ」（睡眠障害）に匹敵する被害が発生しており、また「熱っぽさ」（軽度の熱中症）による被害も無視できなかった。一方、他の障害は気温変化との有意な関係が見られなかった。

次に、被害算定型影響評価手法での評価を念頭に置き、疲労がもたらす影響に関する調査をおこなった。疲労を定量化するために、多数の疲労医学の研究者と議論し、定量化手法としてChalderの疲労尺度（Chalder Fatigue Scale）を採用した。大阪府の400名を対象に調査したところ、気温が26.4℃以上では、気温が1℃上昇するごとにChalderの疲労尺度の得点が0.17点ずつ増加することが判明した。今後、障害ウェイトや障害期間を定義し、気温上昇に伴う疲労の影響評価を目指す。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】温暖化適応策、ヒートアイランド対策、環境影響評価、人間健康、暑熱障害、疲労

【研究題目】重金属類の生態リスク管理・対策のための評価技術・手法の開発

【研究代表者】加茂 将史（安全科学研究部門）

【研究担当者】加茂 将史、内藤 航

(常勤職員2名)

【研究内容】

重金属は数種が同所的に存在していることが多く、各重金属で影響が見られないレベルでも、総合的には十分な保護につながらない可能性がある。そのような場合、もちろん各重金属のリスク評価も必要だが、複合影響を考慮したリスク評価手法も必要となる。

重金属の毒性は、硬度や pH、有機物濃度等の水質に依存して変わるが、Biotic Ligand Model (BLM) で毒性は予測可能と考えられている。我々はこの BLM を数種の重金属の複合曝露の毒性を予測できるよう拡張した。しかしながら、これはモデルを用いた理論的な予測であり検証が必要である。本研究では、モデルにより複合毒性についての予測を行い、毒性試験試験を行いモデルの検証を行うことを目的とした。

毒性試験は外部に協力者を求めた。ミジンコを用いて亜鉛と銅の複合曝露試験を行ってもらった。同時に、ミジンコで亜鉛と銅の複合毒性が予測できるよう BLM を構築した。モデルからは、亜鉛と銅は毒性が強まるという相乗的な効果があることが示唆された。また、毒性試験でも亜鉛と銅の複合曝露では毒性がより強くなる傾向があり、毒性試験結果とモデルの予測はおおむね一致していることが示された。

今後は毒性試験の数を増やし、結果の信頼性をあげるとともに、モデルが扱える重金属や生物の種数を増やして予定である。

【分野名】 環境・エネルギー**【キーワード】** 生態リスク評価、重金属、複合影響**【研究題目】** バイオマス最適活用モデルの構築**【研究代表者】** 山成 素子 (安全科学研究部門)**【研究担当者】** 山成 素子 (他1名)**【研究内容】**

バイオマス資源が豊富に存在する東南アジアにおいて、持続的なバイオマスエネルギー利用を行うためには、既存の社会・農業との調和を保つこと、食料と競合しないこと、経済面・環境面において事業性と普及性が確保されていることが重要である。したがって、既存の施設や地域に適した利用方法を考慮し、バイオマス利用システム全体を見通す LCA の観点から評価することが、実際の技術導入につながる。本研究では国策としてバイオエタノールの生産を打ち出されているタイを対象地域とし、現状の利用形態に配慮し、バイオエタノール製造施設の最適配置を求めるモデルを構築した。

バイオエタノール製造施設と同施設の補助エネルギー供給として Blue Tower プロセス (BT) を採用し、導入方法の違いが全体の CO₂排出量に及ぼす影響を分析した。モンテカルロシミュレーションの結果、バイオエタノール製造施設と BT プロセスを分けて CO₂削減を図るよりも、複数のシステムを組み合わせることによって

エネルギーの有効利用をすれば全体としての CO₂排出量の削減ができることが分かった。これはバガスを BT に輸送する際に発生する CO₂排出量を抑えられたことが大きな要因であった。したがって、バイオマス資源を対象とする場合、残渣等も有効利用し、施設へのエネルギー供給を行うこと、また輸送への影響も考慮し全システムでの CO₂排出量を抑えることで CDM による技術導入の可能性が示唆された。

【分野名】 環境・エネルギー**【キーワード】** バイオエタノール、LCA、タイ、廃棄物利用、CDM**【研究題目】** 海外のインベントリデータの推計手法の確立**【研究代表者】** 小林 謙介 (安全科学研究部門)**【研究担当者】** 小林 謙介、田原 聖隆
(常勤職員1名、他1名)**【研究内容】**

LCA を実施する上で、輸入品に関する評価は必要不可欠である。輸入品の製造を評価するためには各国のインベントリデータベースが必要となる。たとえば中国の電力原単位は CO₂で日本の約2.3倍、SO₂では約340倍と、国によって値が大きく異なっている。本来こうした海外での製品製造に伴う環境影響は適切に評価されるべきである。しかし現状では評価のためのデータベースが十分に整備されていないため、これらの違いを十分に考慮した評価はできていない。本研究では、エネルギー消費量と CO₂排出量に違いに焦点を絞り、既存のインベントリデータを用いて海外のインベントリデータを推計する手法構築を試みた。

日本で製造された製品と同等と考えられる中国の製品インベントリデータを収集し、日本のデータと比較し、燃料種、エネルギー消費量、法的規制値、歩留まり、機器効率などが異なることが明らかになり、特に燃料種、エネルギー消費量に差異が確認された。次に、上記の差異を推計できるように、各国で整備されている統計を活用し、製品製造時に使用される燃料種とエネルギー消費量を置き換えることで、海外のインベントリデータを作成した。また、推計は国によって得られる情報の細かさが異なるため、複数の推計レベルを提案した。日本のインベントリデータと、中国のインベントリデータをもとに、推計手法の精度を定量的に検証し、日本のデータをそのまま使用した場合や、現状の手法である電力原単位のみ置き換える方法に比べ、燃料種とエネルギー消費量考慮した推計方法の精度が格段に良くなることを示した。

【分野名】 環境・エネルギー**【キーワード】** インベントリデータ、中国、データベース、エネルギー、LCA**【研究題目】** 自動車 NOx・PM 法車種規制及び首都圏

ディーゼル車運行規制の費用便益分析

〔研究代表者〕 吉田 喜久雄（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 吉田 喜久雄
（常勤職員1名）

〔研究内容〕

2002年10月から規制が開始された自動車 NO_x・PM 法車種規制と2003年10月から規制が開始された首都圏ディーゼル車運行規制により、一般環境及び沿道における粒子状物質（PM）の大気中濃度は年々減少している。そこで、この濃度減少に伴う救命生存年数を、疫学研究から導出される相対リスク（RR）を用いる生命表分析で推定し、規制導入に伴う買い替え費用も推定し、費用便益分析を行うことを目標に研究を開始した。

平成21年度は、地理情報システム（GIS）を用いて、環境数値データベース（国立環境研究所）を基に2000年～2007年を対象に、自動車 NO_x・PM 法車種規制と首都圏ディーゼル車運行規制の対象都府県とその周辺の県内の各市区町村別の年平均暴露濃度を浮遊粒子状物質（SPM）について推定した。この市区町村別の濃度データに加え、国勢調査での年齢群別、市区町村別人口（総務省）、年齢群別、都府県別死亡数（厚労省、人口動態死亡統計）及び出生数（都府県情報）の各データを用いて、Air Quality Health Impact Assessment Tool（WHO, European Centre for Environment and Health）で2002年から2007年の5年間での SPM 濃度減少による市区町村別獲得救命年数を推定した。推定に際しては、Pope ら（2002）の疫学研究結果に基づく WHO のデフォルトの RR 値を使用した。その結果、関東地方では合計救命年数が40,000年以上増加すると推定され、規制による便益が確認された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 浮遊粒子状物質、獲得救命年数、地理情報システム、車種規制、運行規制

(3) 外部資金

中期目標や中期計画で定められているように、産業技術総合研究所は、業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図ることとなっており、そのため、外部資金や自己収入の増加と固定的経費の割合の縮減に努めている。

外部資金の多くは、各省庁からの様々な制度に基づく委託研究費で、その多くが、競争的資金となってきた。産業技術総合研究所が受け入れる外部資金は、制度的には、主に受託研究として受け入れられ、研究終了後それぞれの委託元に詳しい研究報告がなされている。

平成21年度に受け入れた受託収入等の状況

資金名	件数 (テーマ)	決算額(千円)
受託収入		21,547,137
(1) 国からの受託収入		7,970,771
1) 経済産業省		6,469,474
産業技術研究開発委託費	3	1,779,248
石油資源遠隔探知技術研究開発	1	1,475,829
メタンハイドレート開発促進事業	1	692,490
戦略的技術開発委託費	7	511,595
核燃料サイクル施設安全対策技術調査	1	393,333
IT とサービスの融合による新市場	1	333,987
基準認証研究開発委託費	12	283,792
地層処分技術調査等委託費	1	279,665
特許微生物寄託等業務	1	178,393
新世代情報セキュリティ研究開発事業	1	170,441
海洋石油開発技術等調査	1	125,118
中小企業支援調査	2	85,306
知的基盤整備事業	1	48,058
医療機器開発ガイドライン策定事業	1	34,666
産学連携人材育成事業	1	32,867
その他	4	44,686
2) 文部科学省		976,200
科学技術基礎調査等委託事業	2	387,466
科学技術試験研究委託事業	14	213,934
原子力試験研究委託費	20	201,156
産学官連携支援委託事業	1	90,000
原子力基礎基盤研究委託事業	2	40,433
その他	2	43,211
3) 環境省		267,176
地球環境保全等試験研究費	18	159,063
地球環境研究総合推進費	7	65,899
環境技術開発等推進費	2	40,813
その他	1	1,400
4) その他省庁	8	257,922
(2) 国以外からの受託収入		13,576,366
1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	131	9,242,780
2) その他公益法人	256	3,922,048
3) 民間企業	130	398,257
4) 受託出張		13,282
その他収入		8,280,809
(1) 資金提供型共同研究収入		3,206,132
(2) 知的所有権収入		216,484
(3) 外部グラント(個人助成金の間接経費分)		518,269
(4) その他		4,339,924
合計		29,827,946

※ 千円未満四捨五入のため、合計と一致しないことがあります。

【経済産業省】

(i) 産業技術研究開発委託費

革新的な技術開発を行う研究開発型ベンチャー・中小企業の開発する機器等については、「納入実績がない」、「プロトタイプが実用化に耐えない」等の理由により、販路が拡大できておらず、我が国のイノベーションの創出のためには、革新的な技術の市場への導入が必要であり、このためには、研究開発型ベンチャー・中小企業の創出する機器の市場への普及促進策が必要である。

この普及促進における先導的な取組として、高度な検査・計測機器等について、共同研究を通じた実証試験を行う等のための経費。平成21年度は、3テーマを17.8億円を実施した。

(ii) 石油資源開発技術等研究調査等委託費

人工衛星を利用した高度リモートセンシング技術を石油等の資源探査に活用するための基盤技術を活用するため、人口衛星から得られる画像データの処理解析技術等の研究を実施するための経費。

また、わが国の喫緊の課題である大陸棚延長の可能性のある海域における資源地質調査等を行うため、大水深域を対象とした資源探査技術・データの蓄積を図るための経費。平成21年度は、14.8億円で事業を実施した。

(iii) メタンハイドレート開発促進事業

日本周辺海域に相当量の賦存が期待されているメタンハイドレートを将来のエネルギー資源として利用可能とするため、2016年度までに経済的に掘削、生産回収するための研究開発を実施し、我が国のエネルギー長期安定供給の確保に資する研究を実施するための経費。平成21年度は、6.9億円で事業を実施した。

(iv) 戦略的技術開発委託費

ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発などの研究開発等を実施するための経費。平成21年度は、7テーマを5.1億円で実施した。

(v) 核燃料サイクル施設安全対策技術調査

放射性廃棄物の地層処分に係る概要調査などの立地段階における調査のガイドライン、調査結果のレビュー及び安全審査時に必要な安全評価手法の構築とその手法を適用した安全評価に資する知見・データの整備に資する研究実施のための経費。平成21年度は、3.9億円で事業を実施した。

(vi) サービス工学研究開発事業

わが国のサービス産業が提供するサービスの品質を高め、かつその提供をより効率的に行うために、サービスへの科学的・工学的アプローチの適用の促進が求められているが、サービス産業に適用される技術は、先進的・

革新的な技術から、他の産業分野では既に普及している技術まで、レベルも技術分野も多岐にわたっている。

この科学的・工学的アプローチに基づいてサービスの生産性を向上させる方法を明らかにするとともに、そのアプローチの普及を図るための研究を実施するための経費。平成21年度は、3.3億円で事業を実施した。

(vii) 基準認証研究開発委託費

本事業は、科学技術基本計画における重点推進分野である「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」及び「ナノテクノロジー・材料」の4分野や「エネルギー」、「ものづくり技術」分野等、我が国が技術的に優位にある分野を中心として、標準化のフィージビリティスタディから標準化のための研究開発、国際標準原案の作成・提案、国際提案後のフォローアップまでを公と民等の共同プロジェクトにより一貫して計画的・重点的に推進し、着実に国際標準の獲得に結びつけることにより、我が国の研究開発成果の国際市場展開や産業競争力の強化を目指すとともに、安全・安心で低炭素社会の構築を促進し、持続的発展のできる国づくりに寄与する等のための経費。平成21年度は、12テーマを2.8億円で実施した。

(viii) 地層処分技術調査等委託費

わが国において原子力エネルギーを継続的に利用していく上で、原子力発電及び核燃料サイクルに伴って発生する放射性廃棄物の処理処分対策を着実に進める必要がある。高レベル放射性廃棄物等の地層処分においては、多重バリアシステムによって長期的な安全確保がなされる。この処分システムの成立性や安全性に係る信頼性を一層高めていくため、天然バリアである深部地質環境の状況把握と将来変化に係る調査評価手法の高度化開発を行うための経費。平成21年度は、2.8億円で事業を実施した。

(ix) 特許微生物寄託等業務委託費

特許制度におけるバイオ関連の特許出願は、出願者において特許対象となる生物株を出願前に寄託機関に寄託することが義務づけられている。産業技術総合研究所特許生物寄託センターは、特許庁長官の指定する特許微生物寄託機関及び WIPO ブダペスト条約（1980年）により認定された国際寄託当局である。当該事業については、産総研そのものが特許庁長官の指定を受けた寄託機関となるとともに、特許庁からの寄託業務の委託を受けることとなる。平成21年度は、1.8億円で事業を実施した。

(x) 新世代情報セキュリティ研究開発事業

1) 組込システムに対するセキュリティ評価技術の研究開発 2) 証明可能な安全性をもつキャンセルラブル・バイオメトリクス認証技術の構築とそれを利用した個人認証インフラストラクチャ実現に向けた研究開発 3) 既存 OS に挿入可能な仮想マシンモニタによる異常挙動解析

とデバイス制御の研究開発を実施するための経費。平成21年度は、1.7億円で事業を実施した。

(xi) 海洋石油開発技術等調査

我が国の排他的経済水域（200海里）における資源の探査、開発、保存及び管理のため、また大陸棚が200海里を超えて延びている場合において、所要の要件を充足し、国連の勧告を受けた場合には、主権の権利の及ぶ範囲の延長のために、所要のデータを国連に提出しなければならない。このため、大陸棚延長の可能性のある海域における資源地質調査等を行うにあたり、資源探査技術・データの蓄積を図っていく研究実施のための経費。平成21年度は、1.3億円で事業を実施した。

(xii) その他 9テーマ 2.5億円

【文部科学省】

(i) 科学技術基礎調査等委託事業

沿岸海域に存在する6つの活断層を対象として、地震調査研究推進本部が今後長期評価等を行うために必要となる。活断層の活動履歴や位置・形状に関するデータの取得を目的とした調査観測・分析を実施する等のための経費。平成21年度は、2テーマを3.9億円で実施した。

(ii) 科学技術試験研究委託事業

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」、「防災」の5分野において、文部科学省が設定した課題等に関する研究開発を実施するための経費。平成21年度は、14テーマを2.1億円で実施した。

(iii) 原子力試験研究費

文部科学省設置法第4条第67号に基づき、各府省所管の試験研究機関及び独立行政法人における原子力試験研究費を文部科学省に一括計上するものであり、各府省の行政ニーズに対応した試験研究等を実施するための経費。平成21年度は、20テーマを2.0億円で実施した。

(iv) その他 5テーマ 1.7億円

【環境省】

(i) 地球環境保全等試験研究費

環境省設置法第4条第3号の規定に基づき、関係府省の試験研究機関が実施する公害の防止並びに自然環境の保護及び整備に関する試験研究費を「地球環境保全等試験研究費（公害防止等試験研究費）」として環境省において一括して予算計上し、その配分を通じて国の環境保全に関する試験研究の総合調整を行うための経費。また、地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的視点から計画的かつ着実に研究機関で実施・推進されるべき研究で、地球環境保全等の観点から(1)現象解明・予測、(2)影響・適応策、(3)緩和策、などをテーマとする研究

課題を実施するための経費。平成21年度は、18テーマを1.6億円で実施した。

(ii) 地球環境研究総合推進費

地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して、学際的、省際的、国際的な観点から総合的に調査研究を推進し、もって地球環境の保全に資することを目的としている経費。平成21年度は、7テーマを0.7億円で実施した。

(iii) 環境技術開発等推進事業

地球環境問題や大気・水環境等への負荷低減のために対応が急がれる環境技術の研究開発であり、研究開発終了後比較的短期間にある程度の実用化が見込めるものを実施するための経費。平成21年度は、2テーマを0.4億円で実施した。

(iv) その他 1テーマ 0.01億円

【その他省庁】

8テーマ 2.6億円で実施した。

1) 国からの外部資金

①【経済産業省】

・産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費

【研究題目】新規蛍光色素を用いた化学物質評価のための DNA チップ及びアッセイキットの開発

【研究代表者】木山 亮一（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】木山 亮一（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

本研究では、ベンチャー企業の開発した高感度で安定かつ安価な新規蛍光色素を産総研が開発した DNA チップを用いた化学物質評価法に利用した、国際的な化学物質規制及び標準化に対応するための新しい DNA チップアッセイキットを作成することを目標とする。

本年度は、化学物質管理及び環境評価への利用を進めるため、実際にキットを用いて標準物質や混合物や天然試料について得たデータを解析し、化学物質管理法や環境評価法としての有効性を示した。

まず、様々な化学物質を用いてデータを取得し、有効性を示した。昨年度、paraben 類、zearalenone 類、flavonoid 類などの解析を行ったが、本年度は、polyphenol 類、フタル酸エステル (phthalate) 類などについて検討を行った。これ以外にも健康食品を例にとり、天然由来試料（混合物）とその有効成分（精製物）について DNA チップデータを取得し、結果を検討した。

次に、製品のアプリケーションを示すために、展示会や学会で発表し、論文としてまとめた。企業では、本事業で作成した DNA チップを組み込んだキット（「Estrogen-activity Focused Array Kit」）を開発し、パッケージやパンフレットの見本を作成しており、製品化の準備は終了している。製品見本やパンフレットなどは展示会などで展示し、様々な企業からコメントなどを得た。さらにアプリケーション開発として例を示すために、具体的な化学物質を用いたデータを取得し、学会などで発表し、得たコメントを参考に論文をまとめた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】DNA チップ (DNA マイクロアレイ)、
蛍光色素、アッセイキット、化学物質評価、標準化

【研究題目】局所プラズマガン実装 EDX 装置

【研究代表者】内藤 泰久

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】内藤 泰久、清水 哲夫、徳本 洋志、
川上 辰男、新堀 俊一郎、勝田 禎治、
白山 裕也（常勤職員2名、他5名）

【研究内容】

研究目標

現在、多層配線を含む LSI 等の不良箇所解析には、他段階のエッチングなどの加工プロセスと非常に高額な

測定装置が必要である。年々LSI 試料は高度化し、不良解析にかかるコストが膨大になっていることが問題になっている。そこで我々は試料の局所部分だけをエッチングできる加工装置と、分析装置である EDX 装置を組み合わせた、半導体不良解析用、一体型分析装置の実現を目指し研究を行っている。我々はこの装置が実現すると不良解析にかかるコストが、加工面でも分析面でも大幅な削減が可能であると試算し、装置開発研究を行っている。

研究計画

20年度は実際にプロセスに応用できる CF₄ガスを用いて実際に多層配線試料のエッチングを行い、装置の有効性を試験した。また、局所プラズマならではの新しいエッチング手法を考案し、高い安定性・低ダメージで局所エッチングを行える画期的な手法を開発した。その結果最近の LSI 試料でもほぼダメージレスに配線部を露出させることに成功した。

研究進捗

20年度で良好な局所エッチングを達成したが、プロセス中のプラズマガンの温度上昇、長時間使用時のプラズマガンの破損、良好のプラズマ条件の調整が難しいなど種々の問題を有していた。そこでそれぞれ改良を及ぼしそれぞれを大幅に改善した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 多層配線、局所エッチング、ナノエレクトロニクス

【研究題目】 バイオマーカー測定による生活習慣病早期診断装置の商品化研究

【研究代表者】 吉田 康一（健康工学研究センター）

【研究担当者】 吉田 康一、七里 元督、地頭所 眞美子（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

生活習慣病の早期診断に関して、網羅的ヒドロキシリノール酸および網羅的ヒドロキシコレステロールをターゲットにしたELISAキットを開発することを目標とした。また、実際のヒト血漿サンプルを用いたバイオマーカーの実証研究を推進し、さらに、蛍光試薬を搭載した高感度測定ELISAキットの開発に向けて、蛍光性希土類金属錯体の作製を行った。

主な結果として、1) 9EE-ヒドロキシリノール酸(9EE-HODE) に対して選択性の高い特異抗体を取得できた。さらに実際のヒト血漿サンプルを用いたELISA測定法の開発も行っており、確立の見通しが立った。2) 糖尿病、動脈硬化、アルツハイマー病を対象として学術的検証を行い、本マーカーの有用性を検証することができた。3) 蛍光試薬搭載のELISAキットに必要な、水溶液中で蛍光失活せず、一定以上の蛍光寿命を有し、抗体との結合性を有する蛍光性希土類金属錯体を開発できた。

本研究により、低分子である HODE に対する ELISA 法を構築することができたこと、水溶性が高い蛍光試薬が開発できたこと、の2点の成果が得られた。今後、この2つの技術を組み合わせて、試薬としての販売も視野に入れている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオマーカー、生活習慣病、酸化ストレス、抗体

【研究題目】 MEMS 技術を応用した微細ピッチ高周波プローブを用いた誘電特性計測装置

【研究代表者】 菊地 克弥

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 菊地 克弥、鈴木 基史、仲川 博、青柳 昌宏（常勤職員4名）

【研究内容】

産総研にて開発した静電容量法による高周波誘電特性精密測定評価法に基づき、連携企業の清田製作所が製造技術を保有する微細ピッチ高周波プローブ技術を核として、微細ピッチで集積回路や配線基板上に作製した微小キャパシタ素子の容量値を30ギガヘルツまでの広帯域な周波数範囲で計測、評価する計測装置を開発する。

MEMS 技術を応用した微細ピッチ高周波プローブを用いた誘電特性計測装置の実用化を可能とする技術として、微細ピッチ高周波プローブの設計技術および、高周波プローブ組み立て技術および、キャパシタによる誘電特性計測技術の各要素技術の開発を進めた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 MEMS、微細ピッチ、高周波プローブ

【研究題目】 高温大気中下での高精度熱電特性計測

【研究代表者】 申 ウソク

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 申 ウソク、松原 一郎、伊豆 典哉、西堀 麻衣子、伊藤 敏雄、深見 麻衣（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

本研究開発では、高温大気中のような過酷環境下での熱電計測技術分野での薄膜試料計測を含む新しいニーズに対して、既存の高温環境用熱電特性評価装置を薄膜試料にも用いることが出来るように改良する関連計測技術開発を行い、その測定データが薄膜試料等に対しても高信頼性であることを定量的に実証すると共に、既存の現行装置と同等価格の低コスト化を実現するための計測技術を開発する。本年度は、計測対象となる薄膜熱電材料を作製し、高温仕様の薄膜測定用治具である新しい電極ユニットを用いて高温大気中での熱電特性評価を行った。薄膜評価の研究の中で得られた知見を基に、高精度な物性計測ができるように制御ソフトを開発した。薄膜熱電試料として B ドープの SiGe を用いて高温仕様の薄膜測

定用治具である新しい電極ユニットを用いて高温大気中での薄膜試料の熱電特性評価を行い、熱電特性のデータを取得した。薄膜評価と並行してデバイスとしての熱電物性との比較検討を進め、これらの計測結果についての考察を学会発表し、高い精度の物性計測を実証した。さらに、繰り返し精度評価で信頼性の高い結果が得られ、低コスト化技術の開発にも目処がついた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 高温物性、ゼーベック係数

【研究題目】 粒間・表面間相互作用の検査・計測機器の開発

【研究代表者】 高尾 泰正

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 高尾 泰正 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

定性的な官能評価しかなかったセラミックス粉体の流動性や付着性の、高精度・短時間の評価法や簡便な装置がもとめられている。

粉体層の剪断特性において、定積法による限界状態線を評価指標とすることで、定圧法による破壊包絡線の評価と実効上等価であることをみいだした。この知見をもとに、AISTベンチャーを起業し、装置を上梓した。

さらに本研究では、粉体層の剪断特性と湿度や静電気特性との関係を明らかにし、剪断評価試験機の粉体特性データベースを開発し、JIS化に向けた足場を固めた。

今後、金属・セラミックス粉体、トナーなどの電子部品、医薬品などへ、適応分野を拡大していく。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 粉体層、剪断特性、流動性、付着性、化粧品、薬剤、電子フィルター

【研究題目】 農水産物等インライン不定形ワークの高精度3次元計測システムの研究開発

【研究代表者】 富田 文明 (産学官連携推進部門)

【研究担当者】 千葉 繁生、河井 良浩、吉見 隆、丸山 健一、高瀬 竜一、西 卓朗 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

(1) 研究の全体計画

製品化を目指した不定形ワークの全周の3次元距離計測の対象を鮭フィレ・銀鱈フィレなどの水産加工物とし、対象ワークの測定の安定性向上に関する研究開発、及び、計測システムの実験・評価用プロトタイプ構築、対象ワーク搬送コンベアにおけるワークの測定精度の向上化、計測誤差に関する課題の解決と、製品付加価値の高い計測対象物への適用性と他用途への拡張性を実証した。

(2) 研究内容及び成果の概要

・対象ワークの上下面形状を3次元計測するプロトタイプシステムにおいて、計測精度向上、処理速度向上の

相反する課題に取り組み、仕様を満たす結果を得た。

・システム全体の処理の効率化、カスタマイズの容易化、他の対象物への適用などを旨とし、システム全体の設計を見直し、観測部、計測部、処理部(マルチスレッド処理、非同期化処理など)の保守性の向上、モジュール化を行った。

・魚フィレを対象として開発してきた本システムを、製品付加価値の高い計測対象物の計測システムとして転用する際の課題を抽出し、上記カスタマイズ性の容易化が有効であること、及びいくつかの課題を明らかにした。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 農水産物、搬送コンベア、マルチステレオカメラ、全周3次元距離計測、マルチスレッド

【研究題目】 センサネットワークノードを活用した域実環境計測システム

【研究代表者】 谷川 民生 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 谷川 民生、大場 光太郎、金 奉根 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本事業は、産総研が開発したネットワークノードに各種センサを付加し、多方面の環境計測に適応するためのネットワーク網の広域対応化、および通信安定化を中心に行う。具体的な実証としては、現在、産総研知能システム研究部門内で進めているサービスロボットの基本技術である、人間やロボット等の測位計測システムを対象とする。産総研の開発したネットワークノードは、免許が不要な微弱無線を利用することで、各種様々なセンサを無申請で取り付け可能であるが、一方で、通信範囲の制限により、広域な環境情報を安定に取得することは難しい。そこで、ネットワーク網に対し、微弱無線型ネットワークノードだけでなく、広域でも対応可能な Zigbee や無線 LAN 等の通信手段を中間層に設けることで、広域でかつ安定な通信環境を構築する。本年度は開発した広域無線中継器の技術を基に、実証試験として山形県天童市のサクランボ農場への霜の発生を監視するセンサーネットワークシステムの構築、ならびにシステムの評価を行った。現状で3ヶ月以上の運用を行っており、安定に環境情報である、温度、湿度の情報が取得できていることが確認されている。また、センサーネットワークシステムの応用の一つとして、加速度センサを組み込み、地盤挙動振動解析測定へ適用した。さらに構造物ヘルスマonitoringシステムとして、架替え予定の老朽化した橋を測定対象とし、橋梁の振動を計測した。特に橋梁の構成部材による通信障害が懸念されたが、本実証試験では、安定な通信が確認できた。加えて、取得された振動データから、橋梁や住宅などの損傷度合いを評価する手法(固有振動数の変化を計測)を検討し、それに必

要な加速度センサの検定を行った。加えて、人間やロボット等の測位計測システムとして、電波強度により空間の位置を測位するセンサタグを開発した。本タグは、125kHz の電波を受信し、その電波の強度に基づき、距離を計測する。電波は、距離が遠くなるにつれて距離の二乗に反比例して強度が減衰していくため、電波の強度から電波の発信源と、電波の受信器の間の相対位置を導出することが可能となっている。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 センサ・ネットワーク、Zigbee、微弱無線、測位

【研究 題目】 表面剥離粉碎特性評価装置の開発

【研究代表者】 大木 達也

(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 梅宮 陽子、羽澄 妙子、
菊地 美貴子、高橋 綾子、
内藤 由美、黒田 季美江、
野口 有佳里、松尾 夏海

(常勤職員1名、他8名)

【研究 内容】

小型電気・電子機器等に含有する希少金属は、めっき状、微粒子状で表面付着しているものが多くあり、これを表面粉碎により剥離回収すれば、製品全体を微粒子化せずに回収することが可能となる。しかしながら、どのような製品・部品に対してどのように粉碎すれば表面剥離粉碎が実現できるか等に関する知見はほとんどなく、リサイクルプラントに表面剥離粉碎技術が導入されることは困難な状況にある。本研究では、希少金属のリサイクルを新規に開始する際、粉碎機の導入や中間処理プロセスの設計を支援するため、各種製品に利用される希少金属類がどのような表面剥離粉碎特性を有するかを定量的に把握するための評価装置を平成19年度より3年間で開発する。

最終年度である平成21年度は、昨年度試作した表面剥離粉碎特性評価装置を用いて、標準試料に対する評価プロセスを検証すると共に、この検証に基づいて一連の評価方法の手順を確定した。一方、測定された1次データに対して、重量あるいは可視光の全反射率を測定するだけで、波長分散型蛍光 X 線分析にも匹敵する定量精度の2次データを得る方法を確定し、最終的な評価法を定めた。また、これらを簡便に実現するためのソフトウェアを開発し、ハードウェアからソフトウェアに至る一連の評価装置の試作を完了した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リサイクル、希少金属、粉碎、粒子分離、めっき、触媒

【研究 題目】 積層 LSI チップ検査装置

【研究代表者】 仲川 博 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 仲川 博、菊地 克弥、横島 時彦、
居村 史人、鈴木 基史、青柳 昌宏
(常勤職員4名、他2名)

【研究 内容】

近年、半導体 LSI チップを高密度に積層して実装する3次元積層 LSI チップの研究開発が進展しつつあり、そのようなチップの検査手法の開発が期待されている。本研究では、貫通ビアを超並列システムバスとする積層 LSI チップを検査する装置を構成する要素技術として 1) 10 μ m の微小寸法をもつ樹脂コアバンプをアレイ配置 (40 \times 40個) した平面型微細バンププローブの設計および試作、2) プローブコンタクトの高精度な位置合わせと並行度を調整する手法の開発、3) これらを一体化して装置化したプローブシステムの性能評価、4) 平面型微細バンププローブを用いて超並列システムバスからの信号を検査する方式の検討を進め、積層 LSI 試験装置の設計指針を得ることができた。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 半導体、LSI チップ、プローブ、積層

【研究 題目】 ガス中微量水分分析装置の開発

【研究代表者】 阿部 恒 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 阿部 恒、北野 寛、大澤 祥宏、
衛藤 公德、新田 哲士、
本多 正文 (常勤職員2名、他4名)

【研究 内容】

半導体製造分野では、製造過程で使用される材料ガス中に残留する微量水分がデバイス性能に悪影響を与えることが知られており、モル分率1 ppm (μ mol/mol)以下の水分制御が重要な課題となっている。しかし、この領域では信頼性の高い測定法が数年前まで無く適切な残留水分評価・管理が行えない状況が続いていた。これの主な理由として、1 ppm 以下の微量水分領域では、値の分かった一定の水分濃度を持つ標準ガスの生成が難しく、標準ガスを使った計測器の性能評価が困難だったため、計測器の開発が今まで進みづらかったことが挙げられる。

本研究では、産総研で近年確立された微量水分標準に基づいて実証器 (大塚電子株式会社製フーリエ変換赤外分光光度計 IG-1000V) の性能評価を行い、評価結果を装置開発にフィードバックさせることで実証器の性能向上を目指した。国際単位系 (SI) へのトレーサビリティが確保された産総研の微量水分標準に基づき実証器の検量線作成を行ったことで、従来の微量水分計では測定が難しかった50ppb (nmol/mol)~1ppm の範囲における高精度微量水分測定が可能となった。また、50ppb レベルの領域においても実証器は十分な検出感度があり、12 ppb~1ppm の範囲で急激に水分濃度を变化させた場合でも、指示の応答性・安定性・再現性のよいことが本研究で明らかにされた。

【分 野 名】 標準・計測

〔キーワード〕 微量水分計測、半導体材料ガス、標準ガス、FTIR

〔研究題目〕 ソケット不要の半導体 LSI デバイスパターンイン試験装置の研究開発

〔研究代表者〕 鈴木 基史
(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 鈴木 基史、仲川 博、菊地 克弥、
青柳 昌宏 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

LSI デバイスの製造工程においては、最終段階で初期不良品除去のため、一定時間加熱しながら電源を投入して不良品を選別する熱負荷加速 (バーンイン) 試験が行われている。この試験で用いられる、パッケージ化された LSI デバイスをバーンイン検査するためのテスト回路基板 (バーンインボード) には、量産性確保の観点から数百個程度の LSI ソケットが搭載されている。しかし、この LSI ソケットが微細ピッチ化、低コスト化の大きな障害要因となっている。本研究開発では、パッケージに組み込まれた LSI デバイスを LSI ソケットによらず直接回路基板に搭載・接続することが可能なバーンイン試験用プリント回路基板の開発をめざす。

相手先企業が試作開発していた同様のバーンイン試験用プリント回路基板について、問題点の整理、改善方法の検討を行ない、新たなデバイス搭載方法を考案した。コンタクトシートを利用した LSI デバイス搭載機構について検討を行い、新たな方式の概念設計を行った。コンタクトシート部品の選定試験について試験方法の検討を行い、テスト用プリント回路基板を設計・試作し、高精度加圧装置を用いた試験を行ってコンタクトシートに必要な条件を明らかにした。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 LSI デバイス、バーンイン、プリント回路

〔研究題目〕 大ストローク高真空対応精密ピエゾステージの実証研究

〔研究代表者〕 菅原 健太郎 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 菅原 健太郎、土井 琢磨、
三隅 伊知子、権太 聡 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

ナノメートルの精密な移動が可能なピエゾステージに対する需要は多い。ピエゾステージとは、ピエゾ素子に電圧を印加した際の微小な伸縮運動を駆動力とするステージであり、ナノメートル分解能が必要な顕微鏡のステージなどに採用されている。

共同研究先の株式会社メステックは、ピエゾステージに必要な機器一式 (①ピエゾステージ、②ピエゾコントローラ、③変位センサ) をすべて自社開発によって製品

化している数少ない企業のひとつである。しかしながら、自社で開発したピエゾステージの運動性能を長さの国家標準にトレーサブルに評価するための手段を有しておらず、その開発品のステージ運動性能を実証することができない。

本研究では、産総研の有するレーザ干渉計を用いたナノメートル計測技術によって、共同研究先が開発したピエゾステージの運動性能 (変位の絶対値や非直線性) を実証することを目的とし、その実証データをもとに大ストローク1mm 超の画期的なピエゾステージ開発を目指した。

本年度は、ステージ運動性能を評価する装置開発をおこない、共同研究先の既存の開発製品であるピエゾステージの運動性能を評価した。さらに、得られた実証データをもとに共同研究先では大ストローク1mm 超を目標とするピエゾステージを試作して、産総研でそのステージ運動性能を評価した。その結果、試作品は画期的な1mm 超の大ストロークを有することを実証することができた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ピエゾステージ、レーザ干渉計、ステージ運動性能

〔研究題目〕 高精度電圧増幅装置の開発

〔研究代表者〕 鈴木 栄一 (産学官連携推進部門)

〔研究担当者〕 佐々木 仁、山森 弘毅、山田 隆宏、
東海林 彰、神田 信子 (常勤職員3名、
他2名)

〔研究内容〕

高精度デジタルマルチメータの普及とともに、これを校正するために必要な直流電圧標準の校正精度も以前の 10^{-6} レベルから 10^{-7} レベルへと高まってきている。そのため、株式会社サンジェムと共同で、同社の有する微小電圧スイッチ技術を応用して、0V-2V の直流電圧を0V-20V の範囲まで、 10^{-7} V 以下の誤差で正確に増幅する、高精度電圧増幅装置の開発を行った。

従来型の精密直流電圧増幅回路の場合、複数個の基準電圧源を用意し、各電圧源の電圧を精密に測定した上で直列接続し、増倍された電圧を得る方法が一般的である。事前に各電圧源の出力電圧を精密に校正する必要があるため、測定時間が長くなり、校正現場では大きな時間的ロスを招く。そこで、本研究においては「ヘイモン抵抗」型の分圧回路方式を応用して、測定時間の短縮を実現した。この方式の場合、各電圧源の出力電圧を校正する必要がないため、デッドタイムを大幅に短縮することが可能となる。ただし、従来の回路をそのまま電圧増倍回路に応用すると、リード線抵抗の影響および出力インピーダンスの影響が問題となり、十分な精度が実現できない。そこで、抵抗の代わりに、複数の独立な電圧源を用い、その直並列変換によって電圧増倍を実現する新規

の方法を採用した。

この方式に基づいて、株式会社サンジウムと共同で、改良ヘイモン型の高精度電圧増幅装置の製作を行った。また、高精度マルチメータを用いて評価測定を行った結果、1V から10V への電圧増倍において、市販の計測器を用いた場合の評価限界を上回る、 10^{-7} 以下の比誤差が確認された。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 精密測定、電気計測、電圧標準、ジョセフソン素子

【研究題目】 マイクロ波照射 FISH 遺伝子検査装置の開発

【研究代表者】 鈴木 正昭

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 三輪 一典、南田 公子、鎌形 洋一、鈴木 正昭、加我 晴生、佐々木 皇美、池田 光二 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

目標、および研究計画：

FISH 法 (*in-situ* 蛍光ハイブリダイゼーション法) は細胞中の特定の遺伝子を検出する方法でガンや遺伝子異常などの診断に用いられているが、ハイブリダイゼーションに時間を要する欠点がある。本研究ではマイクロ波を用いることでハイブリダイゼーションの時間を短縮するとともにそのメカニズム解明を行い、この現象を活用したマイクロ波照射 FISH 遺伝子検査装置の開発を行う。

年度進捗状況：

小電力ながら微小な試料を効率よく加熱することができ、また制御の容易な空洞共振器型精密マイクロ波照射装置を用いてマイクロ波照射特性について調べ、FISH 法に対する加速効果について検討した。その結果空洞共振器型精密マイクロ波照射装置は、微量液体の温度を精密に制御しながら加熱する技術としては非常に優れていることがわかった。しかしながら、FISH 法では細胞そのものを対象としているためハイブリダイゼーション初期のシグナル強度はプローブやサンプル細胞のロットごとに速度が異なり、加速効果についての定量的な評価がはなはだ困難であった。ハイブリダイゼーションの速度を決める要因はまだ未解明の部分が多く、マイクロ波によって加速されるのはその一部であることが分かった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 FISH (*in-situ* 蛍光ハイブリダイゼーション法)、精密マイクロ波照射装置、DNA

【研究題目】 血管・血液特性の同時センシング技術を搭載した新規血管機能検査装置の実証研究

【研究代表者】 新田 尚隆 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 新田 尚隆 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

我が国の主要な死因を占める心疾患・脳血管疾患の元凶は動脈硬化症であり、その発症・進展には血管内皮機能が関与しているとされる。血管内皮機能を計測する FMD (Flow-Mediated Dilation: 血流依存性血管拡張反応) 検査では、血管壁上の壁ずり応力増大を刺激源として血管内皮細胞から NO (Nitric Oxide: 一酸化窒素) が産生され、その NO が血管壁内に拡散して平滑筋を弛緩させたときの血管径拡張状態を計測する。しかし従来の装置は血管拡張のみが計測され、壁ずり応力は評価できなかった。さらに壁ずり応力には血液粘度が関与するため、内皮機能の診断には血管・血液両方の特性を知ることが有用である。そこで本研究では、血管・血液力学特性の同時センシング技術を搭載した血管機能検査装置を開発し、その有用性を実証することを目的とした。

同時センシングのための超音波センサ及び送受信回路を試作し、血管径及び壁ずり応力の同時計測アルゴリズムの開発を行った。計測再現性向上のための超音波信号処理方法を検討し、同アルゴリズムを試作装置に実装した。模擬血管内に循環させた模擬血液や牛血を対象とした実験を行い、血管径と壁ずり応力の同時取得に成功した。また粘度計や流量計を用いて得られた参照値と超音波による計測値は良好な相関を示した。

さらに、生体適用性を検証するため、ヒトボランティアに対して FMD 計測実験を行った。その結果、血管径と壁ずり応力が同時に計測できること、また計測された血管径と壁ずり応力値を組み合わせることで、内皮機能が従来よりも一意的に評価され得ることが確認され、本技術の実用化に繋がる成果が得られた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 超音波、血管、血液、同時計測

【研究題目】 高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置

【研究代表者】 小林 慶規 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 小林 慶規、高塚 登志子

(計測標準研究部門)、

鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

(常勤職員3名)

【研究内容】

フィラメント加熱が不要でエネルギー効率の高いカーボンナノ構造体電子源を用いた冷陰極 X 線源の利用範囲を拡大するため、X 線源のモールド化を行うとともに高出力化を行った。カーボンナノ構造体電子源冷 X 線管を用いて、X 線透過実験や蛍光 X 線測定を行い、各種機器やコンクリート等の部材の透過像の撮影や各種合金中の主成分元素およびプラスチック中の臭素、鉛、水銀などの実用的な蛍光 X 線分析が可能であることを

示した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】冷陰極 X 線源、非破壊検査、蛍光 X 線分析

【研究題目】高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置

【研究代表者】鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】大島 永康、安本 正人、豊川 弘之、黒田 隆之助、清 紀弘、小川 博嗣、山田 家和勝(常勤職員8名)

【研究内容】

従来のエックス線源は、熱電子放出型の電子源を用いているため、ヒーターやフィラメントが必要で、特に携帯型のエックス線源では利便性が悪かった。そこで、本研究では針葉樹型のカーボンナノ構造体の電子源を用いたヒーターやフィラメントを使用せず実用的なエックス線を発生できる高性能冷陰極エックス線発生装置の開発を行った。

使用したカーボンナノ構造体は、CVD 法によって形成し基板側が太く先端がナノメートルオーダーの針葉樹状の形状をしたもので、高電界下でも構造が壊れにくく、安定な電子ビーム放出・エックス線発生が可能なものです。昨年度、このカーボンナノ構造体を用いた100keV以上の X 線を発生できる X 線源を開発したが、本年度は、200keV 以上の X 線を発生できるエックス線管を開発するとともに、このエックス線管の利便性を高めるための樹脂モールド化の技術を検討した。

従来の高出力エックス線装置は、高電圧を印加するため絶縁油の中で使用していたが、絶縁油を用いた方式は可搬型のエックス線装置とする場合油だけでなくそれを入れる容器のための重量が重くなるという欠点があった。一方、カーボンナノ構造体エックス線管は、ヒーターやフィラメントが無いから、エックス線を発生していない時は電力を消費しないことから、樹脂のモールドによる絶縁を施し、エックス線源の軽量化をはかった。この樹脂モールドのエックス線管の特性を調べたところ、可搬型のエックス線源として実用になる性能があることを確認した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】カーボンナノ構造体、電子源、エックス線源、冷陰極、乾電池駆動、非破壊検査

【研究題目】原子ステップを用いた超精密高さ基準ゲージの実証研究

【研究代表者】権太 聡(計測標準研究部門)

【研究担当者】権太 聡、三隅 伊知子、菅原 健太郎(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究では、レーザ干渉測長計(XYZ 軸)を組み込

んだ測長型原子間力顕微鏡(以下、トレーサブル AFM)について、高精度化および不確かさ評価を行った上で高さ基準ゲージを計測・校正する。高さ基準(段差)の校正値と格子定数から計算される段差値との整合性を評価し、高さ基準器としての品質を実証する。また、段差計測に内在する各種の不確かさを精密に見積もった上で、段差値のトレーサビリティ体系を構築する。

研究計画としては、トレーサビリティの構築に不可欠な不確かさ評価を行う。具体的にはトレーサブル AFM による段差測定に内在する各種の不確かさ成分をの見積り、および高さ基準値の算出である。評価の過程で大きな不確かさ成分が見られるならば、必要な対策を講じる。

本年度は、超精密高さ基準ゲージの候補である原子ステップの高さを校正できるレベルになるまでに、トレーサブル AFM の測定における種々のノイズや誤差要因を低減することに注力した。例えば、プローブの機械的な走査時に発生する残留振動を、ダイナミックダンパーの設置と調整により0.015nm にまで低減した。サファイヤ基板上の複数個所においてシングルステップ高さの計測を行い、不確かさ解析を行った結果、高さの校正値はバルク結晶格子定数から期待されるステップ高さに不確かさの範囲内で一致することが認められた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】原子間力顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡、単結晶、格子定数、段差、不確かさ、微小寸法計測

【研究題目】次世代φ450mm ウェーハ光学式非接触微細形状測定装置の開発

【研究代表者】尾藤 洋一(計測標準研究部門)

【研究担当者】尾藤 洋一、大澤 尊光(常勤職員2名)

【研究内容】

現在、半導体生産におけるウェーハサイズは、φ200mm からφ300mm が主流となっているが、生産効率の向上のため、次世代ではφ450mm と更なる大口径化が検討、研究されている。実際に、一部ウェーハメーカーにおいては試作されており、実用化は時間の問題となっている。本事業では、次世代のφ450mm ウェーハに対応する平坦度測定装置のための、大口径絶対形状評価技術の開発を行った。

開発した装置は、オートコリメータからの出射ビームをペンタプリズムを介して測定対象上で走査することにより、形状の局所角度(傾き)変化を測定する。そして、その角度変化を積分することにより形状データを得る。形状の測定範囲は出射ビームの機械的な走査幅、形状測定の精度は角度測定の精度によって決まる。装置に使用する高精度移動ステージの設計、製作を行い、ピッチング、ヨーイング、ローリングの全てに関して2秒以下の移動性能を達成した。また、ペンタプリズムに関しては、

2つのプリズムの貼り合わせ方式を採用することにより、1秒以下の角度精度を達成した。さらに、産業技術総合研究所の所有する角度標準装置を利用して、使用する高精度角度測定装置の基礎特性評価を行い、目標値に対して十分な分解能を有していることを確認した。各要素技術に関しては、φ450mm以上の表面形状をナノレベルの精度で測定するのに十分な分解能、精度を有することを確認した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】平面度、形状測定、シリコンウェハー、角度測定

【研究題目】深部（1000m級）高品質ボーリングシステムの開発

【研究代表者】丸井 敦尚（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】丸井 敦尚、伊藤 成輝、
吉澤 拓也、越谷 賢（常勤職員4名）

【研究内容】

深部地下水環境を高精度に把握するためには、深部における高品質な地質・地下水試料の採取が必要となる。このため、ワイヤーライン工法開発と泡ボーリング試料採取方法（掘削水で乱されない高品質試料採取方法）の組み合わせ技術を確立することを目的とした。20年度は、実際の試験地において、内径60mmの試験孔を3孔掘削し、①高品質ボーリング用掘削流体発生装置を用いたワイヤーライン工法、②気泡発生装置を用いた普通工法、③泥水を用いた普通工法の比較試験を実施した。その結果、ワイヤーラインを用いた高品質ボーリングは、通常の気泡ボーリングと遜色なく高品質サンプリングを可能にすることが分かった。21年度は、原位置で1000m級の大深度を想定した掘削実験を行い、高水圧下における本装置の動作性を確認した。実際には、1000m級深部を想定した原位置での掘削流体送管試験、ワイヤーライン工法により採取したボーリングコア含有地下水の水質分析を実施した。この結果、1000m級深部への適用性においては、掘削流体の送管方法（圧力制御）が確実に行えれば、システム全体としては何ら問題のないことが確認された。今後はシステムとして完成度を高め、学会等で公表する。さらに本システムの適用範囲を広げる努力をし、品質基準の標準化にも資する予定である。

【分野名】地質

【キーワード】ボーリング、地下水資源、地質試料、サンプリング

【研究題目】機上原点測定器における高速度測定を可能にする研究開発

【研究代表者】尾崎 浩一

（デジタルものづくり研究センター）

【研究担当者】尾崎 浩一、碓井 雄一、澤井 信重
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究の共同研究先の企業では、工具先端の動的精度、座標値を高精度に計測し、加工機にフィードバックして自動で原点補正を行うことで誰でも簡単に微細加工を実現できる機上原点測定器を開発し、販売している。

一方、現在の微細加工現場では、更なる小径化と微細多数穴加工、微細多数溝加工、高精度回転工具の機上成形へのニーズが高まり、当該製品に対しても工具と被削材の干渉による工具変位の計測による異常検知への適用機能の付加とそれによる適用用途の新たな展開が切望されている。

本課題においては、既存製品を高速度測定に対応できるように光学計測系並びに解析ルーティンを新たに開発し、また従来一体であった発光部と受光部の測定ヘッドを分離・小型化する。これにより、測定可能な工具サイズを格段に広げるだけでなく、加工物も光学系内に含むことができ、従来はできなかった加工開始時点（特にドリルの加工物への食いつき時）や実加工時の振れ変化挙動をインプロセスで計測可能な、新たな機能を持つ計測器を開発した。また、開発したシステムの有効性を高めるための支援研究として、微細径ドリル加工における工具と被削材の干渉による工具の軸ぶれ、見かけの軸直径の計測データと微細加工特性、工具摩耗、工具損傷を関連付ける情報集積を進めることができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】微細加工、工具寿命、インプロセス計測、心振れ

【研究題目】エンジン排ガス中の粒子数計測装置の実証評価

【研究代表者】櫻井 博（計測標準研究部門）

【研究担当者】櫻井 博、辻 正明（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

研究目標 ディーゼル自動車が排出する微粒子に対して個数濃度に基づいた規制を導入する動きがヨーロッパを中心に活発化している。これに伴い、粒子数濃度計測装置の開発が計測器メーカーにより進められているが、計測装置の性能評価法が確立していないため、各装置の絶対的性能の把握や相互比較が難しい状況にある。本研究プロジェクトでは、気中粒子計測の分野において実績のある産総研が計測装置の性能評価方法を確立しつつ、共同研究先中小企業の計測装置の性能評価を行う。当該装置が優れた計測器であることを実験データにより証明し、また、改善された性能評価法を迅速に公開し、性能評価法の国際的な議論に寄与することを目指す。

研究計画 産総研は性能評価設備を整備し、共同研究先から計測装置の提供を受けて性能評価実験を行うことで、評価に誤差を与える因子を洗い出し、誤差を低減する方法を考案する。共同研究先は粒子数計測装置を産総研に

貸与し、性能評価法を検討する上での実験台を提供するとともに、得られる性能評価結果を計測装置の改良へと反映させる。また、産総研において改善された性能評価技術を共同研究先に導入し、社内での高精度な性能チェックを実現することで品質管理能力を向上させる。

研究成果 本プロジェクトの実施により、以下の成果が得られた。

- ・性能評価データに誤差を与える因子、具体的には、試験粒子の化学組成と凝縮式粒子計数器の濃度応答直線性の2つの因子について影響の大きさを評価し、それら誤差因子の影響を低減する方法を確立した。

- ・共同研究先の粒子数計測装置の内部での粒子損失を定量的に評価した。これにより、VPR装置の設計の妥当性を確認した。

- ・共同研究先のVPRは希釈性能が安定し測定の再現性が高いことを確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ディーゼルエンジン、自動車排ガス規制、ナノ粒子個数濃度計測

【研究題目】 高精度・高速・同時多点温度計測システムの開発

【研究代表者】 丹波 純（計測標準研究部門）

【研究担当者】 丹波 純、山澤 一彰、
Widiatmo Januarius、原田 克彦
（常勤職員4名）

【研究内容】

半導体チップなどの製造プロセスで求められている高精度な温度測定に 대응するため、高精度でありながら小型の温度センサ（白金抵抗温度計、直径1.6mm、長さ10mm）を用いた、高速、かつ同時多点で温度計測が可能なシステムを開発した。

温度センサの高精度化のために、センサの自己加熱の影響を低減させる素材や構造の最適化を行い、ノイズレベルを考慮した特性評価を行った。また、新たに開発した抵抗評価装置を用いて温度指示計の評価を行った。さらに、 -40°C ～ 160°C の範囲で国家標準を活用し、開発した温度センサの抵抗値-温度の特性を精密に評価し、高精度で効率的な温度センサの校正方法を確立させた。その結果、開発したシステムは、表示分解能が 0.1mK ($=0.0001^{\circ}\text{C}$) で、測定精度（不確かさ）は 0°C ～ 50°C においては $\pm 3\text{mK}$ 以下、 -40°C ～ 160°C においては $\pm 5\text{mK}$ 以下、0.5秒毎の高速測定で8チャンネルの同時計測が可能であることを確認した。すでに本システムは製品化がなされ、半導体や大型液晶ディスプレイなどの製造に関連した分野において活用され始めている。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 温度測定、小型温度センサ、高速応答、温度計校正、白金抵抗温度計

【研究題目】 波長可変温度波伝搬法に基づく多用途材料計測分析評価装置の開発

【研究代表者】 八木 貴志（計測標準研究部門）

【研究担当者】 八木 貴志、阿子島 めぐみ、
村井 清治（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

半導体デバイスの高集積化に伴う発熱対策、熱電素子の高効率化、遮熱コーティングの高耐久化、ヒートスプレッドの軽量化、断熱材の高性能化など、固体材料の熱特性評価の必要性はマイクロからマクロのスケールに及んでいる。本研究開発では、波長可変温度波伝搬法に基づき μm サイズから mm サイズまでの様々な固体材料の熱拡散率およびその異方性測定を完全非接触で行うことができる多用途計測分析評価装置を開発し、さらに既存の熱物性評価装置市場において優位に展開するためにコストダウンとユーザフレンドリを主眼とした装置のハード・ソフトの改良化研究を行う。以上の研究内容を株式会社ベテル（及び再委託先として茨城大学）と共同で進め本プロジェクトにおいて製品化を目標とする。

初年度は、本原理の測定可能範囲を明らかにするために、高熱伝導材料と低熱伝導材料への適用性および測定信頼性を実験および解析モデルを用いて検証した。これらの知見をもとに製品機の製作に着手した。最終年度は、実用化に向けた製品開発研究に注力し、コストダウンと操作性向上の改良を進め製品機の開発を完了した。上記のうち、各種材料の測定、性能検証および製品開発は、産総研と株式会社ベテルとの共同研究として実施し、解析モデルを用いた研究は茨城大学へ再委託して実施した。

今後開発装置は株式会社ベテルから販売する準備を進めている。本装置は熱拡散率の精密測定と多機能性を兼ね備えており、既存のLF法装置や細線法装置などに比べてより多くのポテンシャルユーザが見込める。特に、依頼試験機関、企業の研究ラボ、公設試験所など、測定を日常業務としてこなす施設へアピールしていく。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 熱拡散率、異方性、実用開発

【研究題目】 熔融材料の光学・電気特性測定のための高温炉

【研究代表者】 桑原 正史

（近接場光応用光学研究センター）

【研究担当者】 桑原 正史（常勤職員1名、他5名）

【研究内容】

熔融材料の光学測定のための加熱炉の開発および光学系の開発である。試料は、酸化や蒸散を防止するため、石英容器に封じ込めた。加熱炉として赤外線加熱方式を採用した。この方式を採用した理由は、 1000°C 以上の高温を意図して達成可能なこと、試料のみを加熱することができるので、熱放射が小さく加熱炉がコンパクトになることである。また、熔融試料の光学測定のため、試料の

底面を観測面とした。これは重力によって、自然と平面が形成されるためである。底面を観察するために、光導入系をプリズムを用いて製作した。プリズムの全反射を2回利用して、光を底面に導く光学系である。光学測定では、光の偏光情報を用いるため、鏡を用いることはできない、全反射の場合も偏光情報は変わってしまうが、標準試料の測定により、その変化分を後で補正可能なのである。この装置を用いて、インジウム、鉛、SbTe合金の測定を実行した。鉛とSbTe合金では、石英容器が破損し、測定ができなかったが、インジウムの場合、熔融状態での測定を行うことができた。しかしながら、液体、固体で測定に変化が見られたものの、光学定数を得るに至っていない。これは石英容器のゆがみや残存している酸化物の影響が考えられる。今後はこれらの対策を施し、信頼ある測定を行う予定である。また、光学定数の測定と平行して、融体の熱伝導率、電気伝導率の測定をSbTe合金に対して行った。これは将来、光学測定と同時に装置とする予備的な実験である。測定に必要な電気伝導率測定用の四端子プローブ、熱伝導率測定に必要な熱線法用プローブを自作し、測定を行った。当然のことながら、真空中に封じ込め、酸化や蒸散を防いでいる。電気伝導率は融点以上で、温度とともに上昇することがわかった。これは、液相においても何かしらのキャリア励起が生じていることを示しており、今後液相中での電子状態を解明する必要がある。熱伝導率は融点以下では、温度とともに低下し、600Kで最小となる。その後、温度とともに上昇する。これもキャリア励起が深く関係しており、電気伝導率とともに今後の研究課題として興味深い結果である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高温熔融、光ディスク、相変化メモリー、光学定数、電気伝導、熱伝導

【研究題目】高感度化希ガス NMR/MRI 多孔質材料ポア解析装置

【研究代表者】服部 峰之（光技術研究部門）

【研究担当者】服部 峰之、平賀 隆（常勤職員2名）

【研究内容】

目標：気体状態のルビジウムとキセノンガスの混合気体に強い円偏光を照射して核スピンの偏極したガスを生成することにより、NMR（核磁気共鳴）信号強度を1万倍程度の検出感度の向上が達成できる。この超偏極キセノンガスは、核磁気共鳴現象を利用した NMR や MRI の感度を10,000倍上げることができるガスで、これにより多孔質材料の微小空孔の解析、肺境界面の立体画像を一呼吸の操作で入手でき、脳内血流の状況を容易に造影剤を使用せずに把握でき、様々な高精度でリアルタイムな分析を実現する。この原理に基づく超偏極キセノンの生成装置を高性能化し、高感度化装置の次世代機を開発する。

研究計画：光ポンピング用レーザーの小型化と運転効率向上のため、795 nm 近傍に狭帯域化された高出力半導体レーザーアレイを開発し、超偏極希ガスの生成率を20%以上、偏極希ガス生成速度を3リットル/時間以上を目指す。この装置を用いて NMR/MRI 計測方法の研究開発を行い、多孔質材料などの機能診断ツールとしての性能を明らかにする。

年度進捗状況：ポリウムホログラフィックグレーティングにより高出力半導体レーザーアレイの出力波長分布の狭帯域化（0.1nm）に成功した。開発した40W 級狭帯域化レーザーを4個使用する実験配置を使用して、連続フロー動作での、偏極率の最大値は、Xe:N₂（30:70）混合ガスについて、偏極率は約20%で100ml/min（=6リットル/時間）を達成した。多孔質材料の¹²⁹Xe NMR のスペクトルを高速に取得した。¹²⁹Xe MRI により、ラットの肺機能診断イメージングに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】NMR、高感度化、多孔質材料

【研究題目】ポータブルな高感度治療用放射線量絶対計測器

【研究代表者】齋藤 則生（計測標準研究部門）

【研究担当者】齋藤 則生、森下 雄一郎、田中 隆宏、黒澤 忠弘、加藤 昌弘（常勤職員5名）

【研究内容】

治療用放射線の水吸収線量の絶対値を1%以内で計測し、かつ、持ち運びの容易な計測器を開発する。このために、①運搬に耐えるグラフアイトカロリメータの開発、②高精度の温度計測及び温度制御技術の開発、③計測エレクトロニクスのコンパクト化、④グラフアイトカロリメータによる測定、⑤水吸収線量算出用補正係数の導出について行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】水吸収線量、放射線治療

【研究題目】2,000倍のレーザー走査用 fθ レンズの開発 — 高倍率 fθ レンズを用いた広視野レーザー走査顕微鏡の開発 —

【研究代表者】有本 英伸（光技術研究部門）

【研究担当者】有本 英伸、古川 祐光、福田 隆史（常勤職員3名）

【研究内容】

分解能を保持したまま広いレーザー走査領域を実現するための専用集光レンズ（fθ レンズ）を設計・製作し、高分解・広視野を両立させたレーザー走査顕微鏡を実現することを目的とし、製作するレーザー走査顕微鏡の性能は視野幅 5mm、総合倍率2,000倍を目標とする。

レンズの性能や性質に関する理論評価のために、作成

した $f\theta$ レンズの形状計測や変形の理論予測を行う。これに基づき、レンズと顕微鏡システムを設計・試作し、最終的に顕微鏡の性能評価を行うべく散乱物体や位相物体を含む各種サンプルを計測する。

レンズ設計および作成に関しては、レーザ走査光学系用倍率2,000倍の $f\theta$ レンズの光学設計を行うとともに設計に基づいて個々のレンズを作成するとともに外形などの各種パラメータを測定し、これらの測定結果と理論計算を考慮して独自のレンズ組み立て技術（シュリンクフィッタ）の形状設計を行った。 $f\theta$ レンズの作成が終了した後に、最適化設計をした走査型顕微鏡へ組み込み、分解能および視野などに関する評価実験を行った。視野は約4mm であり、目標の8割程度、また分解能は周辺部でも大きく劣化することはなく高い品位の画像を計測可能なことが確認できた。種々のサンプルを計測した結果、当初の目標をほぼ達成する良好な性能が得られたことを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】走査型レーザー顕微鏡、レンズ設計、 $f\theta$ レンズ

【研究題目】オミックス解析に対応した国産プロテオームシステムの開発

【研究代表者】植村 浩（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】植村 浩、小高 正人
（常勤職員2名、他10名）

【研究内容】

タンパク質の二次元電気泳動による網羅的解析は、分析技術の不備から再現性を確保した結果を得ることが非常に困難である。また一般的にはDNAマイクロアレイと二次元電気泳動解析の間での相関は殆ど無いと言われている。この最大の原因は、サンプル調製段階に存在し、主な原因として①抽出効率の低さ、②タンパク質の分解、③不溶化による脱落、④分析妨害成分による分離検出の阻害の4点が挙げられる。

これらの問題を解決するため、ベンチャー企業の技術を結集して試薬キット（①②を解決する Total タンパク質抽出キット、③④を解決する可溶化キット）を開発し、装置メーカーを中核として連携、システム化を図ることにより既存の分析システムでは分析困難なサンプルに対しても有効な新規分析システムの構築を目指した。

参加企業で開発した試作抽出・前処理試薬を用い、一般的な二次元電気泳動システムとの比較評価及び本国産プロテオーム電気泳動装置での再現性、定量性の評価を実施した。更に本プロテオームシステムの有効性を検証するため、産総研で遺伝子改変技術を利用して作成した様々な酵母株を用いて、トランスクリプトーム解析

(DNAマイクロアレイ、RT-PCR)、本システムによるプロテオーム解析、代謝産物のガスクロマトグラフィによる解析を実施し、その結果を比較した。その結果、

新規開発の試薬キットを用いることで、従来よりも解像度に優れた定量性のある画像が再現性良く得られた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、二次元電気泳動、試薬キット

【研究題目】ICP-OESおよびICP-MSのためのスパイラルフローICPトーチおよびオンライン自動標準液添加装置の開発および性能評価

【研究代表者】大畑 昌輝（計測標準研究部門）

【研究担当者】大畑 昌輝、日置 昭治
（計測標準研究部門）、
川端 克彦、岸 洋子、小林 理朗、
上村 由紀（株式会社イアス）
（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

<研究目標>

ICP-OES（誘導結合プラズマ発光分光分析法）およびICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析法）の、ランニングコストの低減化、高精度な自動試料調製および自動分析を実現するために、新規低 Ar（アルゴン）プラズマガス流量 ICP トーチである①「スパイラルフローICPトーチ」および新規精度管理測定法用オンライン自動試料調製装置である②「オンライン自動標準液添加装置（ASAS）」の開発・性能評価を行い、両製品の实用化を目指した。

<研究計画>

両製品について、实用化を目的とした基礎データおよび応用データの蓄積を行いながら、更なる性能向上のための改良を行うこととした。加えて、各 ICP-OES 装置メーカーおよび各 ICP-MS 装置メーカーの市販装置への適応性を検討し、市販装置に適応するように設計・改良を行うこととした。

<2009年度進捗状況>

「スパイラルフローICP トーチ」について、標準トーチ（15L/min）に比べ、半分以下の低 Ar プラズマガス流量化（6L/min）を達成した。また ICP-OES においての基礎的分析性能は、標準トーチとほぼ同等であることを確認した。

「オンライン自動標準液添加装置（ASAS）」については、各メーカーの市販装置に適応するように装置インターフェースおよびソフトウェアの改良を行い、正常に動作するように改善した。また市販装置へ応用した際の基礎的分析性能の評価および改良を行ったところ、試料導入量が0.1 mL/min 程度の試料導入型 ASAS では十分な元素分析性能が得られることが評価された。

【分野名】標準・計測

【キーワード】元素分析、誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-OES）、誘導結合プラズマ質

量分析法 (ICP-MS)、スパイラルフローICP トーチ、オンライン自動標準液添加装置 (ASAS)

阿部 正昭、杉本 哲也、青木 桂太
(株式会社エス・ティ・ジャパン)、
梅村 知也 (名古屋大学)
(常勤職員4名、他4名)

〔研究題目〕高輝度黄色 LED 生産用複合 MOCVD 装置

〔研究代表者〕小倉 睦郎 (ナノシステム研究部門)

〔研究担当者〕小倉 睦郎、王 学論、名川 吉信
田中 彰彦、望月 靖哲
(株式会社 ノア・システムズ)
(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

省エネルギー対策の一環として、照明用高効率 LED への期待が高まっている。InAlGaP 系高輝度赤黄色 LED に関しても、信号機や車の表示器用から、GaN 系青色 LED の補色として白色光源に、あるいは、薄型テレビの液晶バックライト、更には、植物育成用光源としてその市場規模を拡大しつつある。

本研究開発においては、超高真空仕様ロードロック付きチェンバ内に、4インチ下向き回転式、高周波加熱方式の新型成長炉を導入し、InAlGaP 系黄色高輝度 LED 用エピタキシャル層を成長しながら、その装置の性能を評価した。

新型成長炉は、脱ガ斯特性の優れた高周波加熱方式と、加熱による対流の乱れが少なく、多結晶粉末の落下が少ない下向き回転方式を採用したため、高品質半導体ウェファを長い保守間隔で多数回成長することが可能である。成長装置のガス配管、チャンバは電界研磨処理を施しており、そのバックグラウンド真空度は10⁻⁶pa 程度である。また、原料ガスの供給源となるシャワーヘッドを基板から2cm 以内に設置することにより、本質的な結晶成長炉の体積を直径15cm、深さ2cm に限定することができた。このため、少量のキャリアガスでも、十分なガス流速と層流状態を維持することができ、ノアシステム社の2インチ試作成長炉と同等の結晶品質が確認できた。また、本装置は、材料使用効率が高いこともその特徴であり、2インチ炉と等量の原料ガス消費量で4インチウェファにおいてほぼ同等の成膜速度の成長が可能となった。

この装置は、同一の搬送チェンバに複数の成長炉を装着することや6インチウェファにも拡張可能であり、試作から量産まで幅広く適用できる。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕発光ダイオード (LED)、有機金属気相成長 (MOCVD)

〔研究題目〕高効率試料導入インターフェースの開発及び高度化

〔研究代表者〕稲垣 和三 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕稲垣 和三、藤井 紳一郎、朱 彦北、黒岩 貴芳、(計測標準研究部門)、

〔研究内容〕

本研究は、産総研で開発された三重管構造を有する噴霧器 (ネブライザー) を中心とする高効率微量試料導入インターフェースの高度化・製品化である。具体的には、噴霧可視化解析、粒度分布計測結果をもとにネブライザー構造および気化室構造を最適化し、市場 (特にバイオ・メディカル分野) に対応した性能実証試験を実施した。さらに製品市場拡大を目的として、化学分離機能付与ネブライザーを新規開発した。本研究の成果として、三重管ネブライザーの中心管先端形状および気化室構造を最適化することで従来機の2倍以上の高感度化を実現した。さらにネブライザー構造最適化過程において明らかになった製品特性に関して関連特許出願した。市場に対応した性能実証試験としては、リン脂質分析、ヒ素化合物分析、核酸分析、酵母細胞及び大腸菌中の微量元素分析への応用研究を実施し、それぞれ誌上発表もしくは学会発表した。また、応用過程で新規開発した高粘性試料対応ネブライザーに関して特許出願した。現在、製品化を終え共同研究先 (株式会社エス・ティ・ジャパン) より、製品販売を開始している。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕微量元素分析、ネブライザー、プラズマ分光分析

〔研究題目〕低温機能新型触媒を用いた VOC 除去装置の実証研究

〔研究代表者〕根岸 信彰 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕大古 善久、佐野 泰三、平川 力
(常勤職員4名)

〔研究内容〕

青果物や花卉から発生しそれらの成熟を促進するエチレンガスに対して、保存倉庫内あるいは運送トラック内で適切に排除して1ppm 以下の濃度にするのが望まれている。また、人体に有害なホルムアルデヒドやトルエン等の有機化合物 (VOC) に対して、設置・取扱が容易で低コストな VOC 除去装置が求められている。

本研究の目的は、白金ナノ粒子を高表面積のアルミナ粉末に担持するだけでなく、表面の酸素濃度を高める助触媒 (セリウム-ジルコニウム-ビスマスの複合酸化物) を加えた低温機能新型触媒 (大阪大学開発) と、その触媒を搭載した VOC 除去装置の実証研究を行う。

鋭意検討の結果、以下の成果を得た: (1) 空気自体を極力温めない OPT 触媒使用技術として、ニクロム線ヒーターへの直接担持技術に取り組み、基本的な性能評価を行って装置への搭載を行った。(2) 白金ナノ粒子 (平均2 nm) を自作し、原料コストを10分の1に抑えた。(3) エチレンガスの分解に関して、温度、湿度、流速、

エチレンガス濃度の各依存性を確認した。保冷庫で想定される高い湿度下でも機能することを確認した。アセトアルデヒドの分解性能は、エチレンガスと同程度であった。(4) アタッチメントフィルターを模したフォームの性能評価を行い、取りつけ口が150℃の時に約60%の除去率を確認した。(5) リングから徐放されるエチレンガスを除去してツバキを落葉させにくくする効果を確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 白金触媒、助触媒、VOC 除去装置、青果物鮮度保持

【研究題目】 小型迅速毛髪分析装置の開発

【研究代表者】 高橋 勝利

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 高橋 勝利、三木 伸一、高橋 圭二

(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

MSI.TOKYO (株) が開発した超小型卓上飛行時間型質量分析装置 (InfiTOF) はマルチターン型の飛行時間型質量分析装置であり、本来ならば数メートルの長さを必要とする装置と同じタイプの分析を卓上のパーソナルコンピュータとほぼ同じくらいの大きさで実現する事の出来る画期的な装置である。

本研究では、この InfiTOF 装置をベースにして、近年非常に問題になっている違法な乱用薬物の極少量の毛髪試料から迅速に検出することを可能とする装置を開発した。この装置では真空中に導入した毛髪試料中に含まれる微量薬物を特殊なレーザーを用い瞬間的に気化し、イオン化した後、飛行時間型質量分析によってイオンの質量を精密に計測することにより、毛髪中に含まれている薬物の種類を特定する。このため、特殊なレーザーを用いたイオン源を新規開発し、MSI.TOKYO (株) 製 InfiTOF に組み込むと同時に装置制御ソフトウェアを開発した。

今後、様々な毛髪試料を系統的に測定し、本装置を使った違法乱用薬物検出能の評価を実施する計画である。

【分野名】 分析機器開発

【キーワード】 質量分析、レーザー、毛髪分析

【研究題目】 農業用マイクロナノバブル製造装置の開発

【研究代表者】 高橋 正好 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 高橋 正好 (常勤職員1名)

【研究内容】

土壌栽培における薬物類や根菜類を対象として、その育成を活性化させるためのマイクロバブル処理水溶液の開発を行った。研究としては、2相流旋回方式によるマイクロバブル処理した水溶液を利用して、ナノバブル評価のための光学的およびフリーラジカル計測による測定

手法の開発、処理水を50倍希釈した条件での土壌および水耕栽培への影響について調べた。その結果、下記のこと明らかになった。

- ・ 光学的な手法により100~200nm 付近に残存物質に関与したピークを得ることができた。また、ESR スペクトルの解析によりフリーラジカルの強いピークを確認できた。これによりマイクロバブル処理によりスピントラップ剤に対して酸化能力を持つ残留物質の形成が寄与していることが示唆できた。
- ・ フリーラジカルのピーク長を基準にしてスピントラップ剤の酸化能力について調べたところ、常温でのビニール袋詰めでの保存では2ヶ月半程度でほぼ半減することが解った。
- ・ 低濃度タイプのマイクロバブル発生装置に比べて高濃度型装置の場合には短い処理時間で同等な酸化能力を持つ物質を発生させることが可能である。
- ・ カイワレダイコンを利用したスプラウト試験では、茎部の重量測定ではマイクロバブル処理の効果を明確に示すことはできなかった。しかし、ひげ根や根毛にある程度の変化が認められたため、これをベースに評価法を確立できる可能性がある。
- ・ 胡瓜やブロッコリー、レタスを対象として土壌試験を実施した。比較条件が不十分ではあるが、胡瓜については一定の成果を得られた。しかし、ブロッコリーとレタスについては顕著なものではなかった。品種の適正や育成法についての現場試験が必要である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 マイクロバブル、農業、フリーラジカル、成長促進

【研究題目】 粒子数濃度標準エアロゾル発生器の開発

【研究代表者】 飯田 健次郎 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 飯田 健次郎、三瀬 佳子

(計測標準研究部門)、

堀 靖志、倉科 朝哉

(株式会社マイクロジェット)

(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

1) 目標

法的規制の対象となっている自動車排ガス中の粒子数濃度測定には凝縮成長式パーティクルカウンタ (Condensation Particle Counter, 以下より CPC と略) が使われている。そして現在、CPC の現場ユーザーから、CPC の日常的な性能チェックを望む声が高まっている。この要望に応えるため、本研究では CPC を現場にて校正するための、発生する粒子数濃度が既知である (CPC 校正には必須の機能である) エアロゾル発生器を開発する。

2) 計画

発生する粒子数濃度が既知である、インクジェット式

エアロゾル発生器 (IAG) を開発する。インクジェットノズルより一定の頻度で液滴を吐出し、これを清浄気流中で乾燥させ、一個の液滴から一個のエアロゾル粒子を生成する。したがって、装置出口での粒子数濃度を液滴発生頻度の入力値より制御できる。この研究では、インクジェット技術を専門とするマイクロジェット社が、産総研での評価実験の際に最適な状態で駆動させるための技術指導を行うと共に、実用化する IAG の設計・加工・組立を担当する。産総研の役割は、IAG より安定した濃度で粒子が発生されているかを、各種エアロゾル計測器を使い評価することである。

3) 年度進捗状況

IAG の実験用原器を使い産総研での評価実験を行い、粒子数濃度が制御されたエアロゾル粒子を発生できることを実証した。これより IAG が CPC の現場校正を行う機能を十分に有していること実証した。そして、マイクロジェット社により IAG の試作製品一号機の設計・加工・組立が終了した。予想外の達成事項として、液体のエアロゾル粒子を発生するための技術要素を開発した。液体のエアロゾル粒子を発生できれば、これまでの粒子数濃度の制御に加え、粒径の制御という新たな機能を IAG に加えることができる。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 インクジェット、パーティクルカウンタ、エアロゾル

〔研究題目〕 汎用型陽電子ビーム寿命測定装置の開発

〔研究代表者〕 大平 俊行

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 鈴木 良一、岡田 三郎、高輪 正夫、小林 洋一 (常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

陽電子ビーム寿命測定法は、薄膜材料中の原子サイズ～ナノサイズの空孔欠陥を検出できる分析法であり、先端 LSI 材料 (low-k、high-k、Cu 配線) や分離膜、バリア膜等の空孔欠陥評価に利用されている。当所では電子加速器施設での陽電子ビーム寿命測定装置開発の経験をもとに、加速器を用いないラボサイズの汎用型装置の開発を進めてきた。本研究では、この汎用型装置を陽電子分析の専門家だけでなく、民間企業等の材料開発の現場でも導入、利用しやすい装置(製品)とするために必要とされる技術開発を行った。

開発した装置は2m(L)x0.7m(W)x1.5m(H)であり、小規模な実験室に設置可能な大きさである。この装置では、陽電子発生には加速器ではなく放射性同位元素 Na-22の密封線源を用いている。線源周囲の放射線遮蔽構造は小型でありながら従来装置と比較して大幅に能力を強化し、装置表面での線量を管理区域設定の基準以下のレベルまで低減している。Na-22線源を用いるビーム装置の問題点は、得られる陽電子線量が大型加速器施設と比

較して～1/100程度と少ないことであるが、本研究では高効率かつ安定な単色陽電子ビーム形成技術および陽電子ビームパルス化の効率向上を図ることにより、陽電子寿命スペクトルの計測速度、分解能ともに加速器施設と同等の性能(γ線計数率～2000cps 以上/GBq、時間分解能250ps 以下)を安定して得ることが可能となった。さらに、多サンプル全自動測定機能、サンプル交換を迅速におこなうためのロードロック室を導入することにより、従来のマニュアル制御の装置と比較してデータのスループットが大幅に向上した。また専門家でもなくても計測、制御、解析を行うことができるユーザーフレンドリーなソフトウェア、装置の安全を確保するためのインターロック機能等の開発も行った。本研究課題は民間企業との共同研究であり、開発した装置は民間企業から製品化される予定である。

〔研究題目〕 高性能低価格セラミックス(メラミックス)ベアリングボールの動的寿命評価

〔研究代表者〕 間野 大樹

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 間野 大樹、安藤 泰久、是永 敦、日比 裕子、三宅 晃司、中野 美紀、福山 理絵、海老根 郁夫 (常勤職員6名、他2名)

〔研究内容〕

「メラミックス」は Si、Al、O、N の4元素で構成され、制御型燃焼合成法により合成されるセラミックスであり、一般的なセラミックスより安価に製造できることから、その応用が期待されている。ただし、メラミックスをベアリング用のボールとして製品化するにあたっては、動的特性、特に転動疲労寿命を評価する必要がある。そこで、メラミックスの製造者からサンプル提供を受け、ベアリング寿命試験を通じてメラミックスボールの信頼性を定量的に明らかにすることを目的とした。

平成21年度においては、メラミックスボールの転動疲労寿命評価、疲労破壊メカニズムの解析、SRV 型摩擦試験機等を用いた摩擦摩耗試験を中心に、材料特性の評価を行った。

メラミックスボールをスラストベアリングの転動体としてベアリング試験機に組み込み、転動疲労試験を行った。その結果、メラミックスボールの転動疲労寿命は、定格荷重条件で実用レベルにあることが示された。このことから、ベアリングボールとして一般的な軸受鋼ボールに代替可能であると推察された。次に、往復動型のボールオンプレート型試験機 (SRV) と一方向回転型のボールオンディスク試験機により、摩擦摩耗試験を行った。その結果、潤滑と乾燥の両条件下において、メラミックスと軸受鋼の組み合わせは、軸受鋼同士の組み合わせと比較して、低摩擦、低摩耗の傾向にあり、また高い耐焼付き性を示すことが明らかになった。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造
 [キーワード] セラミックス、ベアリング（転がり軸受）、転動疲労（転がり疲れ）、寿命、摩擦、摩耗、焼付き

[研究題目] マルチプローブ顕微鏡による細胞操作アプリケーションの開発

[研究代表者] 中村 史
 （セルエンジニアリング研究部門）

[研究担当者] 中村 史（常勤職員3名）

[研究内容]

株式会社生体分子計測研究所は、複数のプローブを搭載可能な走査型マルチプローブ顕微鏡 SXM ACTIVE を開発販売している。本装置の大きな特長として、自己検知型プローブを用いることによって、光てこ型の AFM では必須であるレーザー光学系を含むヘッドユニットが必要なくなり、顕微鏡観察において明視野像の直接観察が可能となっている。これにより、バイオ分野において生体分子から細胞まで幅広い観察、解析が期待される装置である。しかしながら、現実的にバイオ分野における販売が伸びないという現状があり、その理由は自己検知型プローブが水中で使用できないという点にある。本研究では、水中で測定することが求められる生体試料のセミウェットイメージングの方法を開発し、この問題を解決することを提案する。具体的には、単一細胞からの染色体 DNA の取り出し、セミウェット環境で染色体分子の観察までを行うアプリケーションの開発を行う。

個人のゲノム解読サービスが現実のものとなりつつある現在、その基本技術は一分子の DNA からシーケンス情報を解析するという手法である。しかし、100bp 以下の断片化された配列を、重複させて何回も解析し、一つ続きの連続した配列に統合する手法であるために、得られた一次配列情報量が莫大であるという深刻な問題がある。連続した配列の解析が出来れば、このような問題が軽減される。そのためには、可能な限り連続したゲノム DNA サンプルを調整する方法の開発が必要である。本アプリケーションはこのような次世代のゲノムシーケンス技術に資するものであり、走査型マルチプローブ顕微鏡 SXM ACTIVE の優れた特長を生かした応用の一例となる。

[分野名] ライフサイエンス
 [キーワード] AFM、細胞操作、ゲノム DNA

[研究題目] 高精細な X 線透視画像を用いた全自動製品検査装置の開発

[研究代表者] 豊川 弘之
 （計測フロンティア研究部門）

[研究担当者] 鈴木 良一、安本 正人、植芝 俊夫
 （常勤職員4名）

[研究内容]

近年、ワイドバンドギャップ半導体素子であるテルル化カドミウム（CdTe）を用いた X 線 Time Delay Integration (TDI) カメラが開発された。これを両面実装基板検査に用いる全自動 X 線検査装置に搭載し、産総研独自の X 線発生技術と画像処理技術を付与することで、製品の信頼性と能力を向上し、高い付加価値を持った製品とすることを目標としている。H21年度はカーボンナノ構造体冷陰極マイクロフォーカス X 線管の試作と性能評価を行い、直径60 μm のスポットサイズの X 線発生に成功した。X 線透過画像をもとに、両面実装基板の片面を撮影する方法について研究し、可視光インラインカメラにおいて原理検証に成功した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] カーボンナノ構造体、電子源、エックス線源、冷陰極、非破壊検査、実装基板、インラインセンサー、TDI カメラ、マイクロフォーカス

[研究題目] ウェジコナットの緩み止め効果の検証と信頼性向上支援

[研究代表者] 尾崎 浩一
 （デジタルものづくり研究センター）

[研究担当者] 尾崎 浩一、伊藤 哲、篠崎 吉太郎
 （常勤職員2名、他1名）

[研究内容]

ボルト・ナットによる締結は構造部材の可逆結合技術の代表であり、多くの分野で用いられている。しかし振動や温度変動による部材の繰返し変位に起因する“緩み”が、安心・安全の確保の面から社会的な大きな問題とされている。

従来、様々な機構の緩み止めナットが提案され、実用化されている。しかし従来の機構は通常のナットに比較して作業性が悪い、構成が複雑でコスト高、緩み止め効果が不十分のいずれかに、問題がある。

本研究の共同研究先企業では、従来より、滋賀県工業技術総合センター、龍谷大学との協力のもと、前記の問題を解決する独自の機構による緩み止めナットシステムの開発を進めてきた。

一方、屋外で使用されるボルト・ナット・座金には、安価で防錆力の優れる溶融亜鉛めっきが多用されているが、亜鉛めっき相の厚みを十分に確保するためナットの穴径がオーバータップ加工されており、必然的に緩みやすいという問題がある。

今回の研究においては、応力解析数値計算、ねじ締付け試験により、トルクを加えた際のボルトに発生する軸力や座金によるせん断力の状態を把握し、屋外で多用されている溶融亜鉛めっき品への対応に適した設計指針、実用性の高い締付けトルク管理手法を明らかにした。また、屋外の大型構造物の熱膨張/収縮に起因する軸方向変位を模擬する「軸直角振動式ねじ緩み試験

(DIN65151規格に準拠したユニカー式試験)」、並びに移動/建設機械などの激しい振動状況に相応する「衝撃加振式ねじ緩み試験 (NAS3350規格準拠)」により、優れた緩み止め効果を示すことが検証した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 緩み止めナット、締結、ユニカー式試験

・産業技術研究開発委託費

(中小企業等製品性能評価事業)

【研究課題】 X線組成分析装置の開発

【研究代表者】 三澤 雅樹 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 三澤 雅樹、林 和彦、高橋 淳子、
内田 貴大、今井 祐介

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

製造現場では形状や構造のみならず、物質の同定や割合を、迅速に求める X 線検査装置が望まれている。また、医療用では、骨密度計の例にみられるように、被曝量の制限のもとで高速、高精度の早期診断技術が必要とされている。これらの要求を満たすには X 線イメージング技術と X 線分析技術を統合した新しい X 線検査技術が必要となる。そこで、測定対象物の画像計測とその構成成分分析を同時に行うことができる多重 X 線エネルギー吸収法に基づき、X 線材料分析、厚さ計測、骨密度計測等に適用できる X 線組成分析装置のプロトタイプを開発した。

まず、エネルギー識別型検出器の仕様を決定し、各成分比率の精度を上げるため、X 線減衰が独立となるよう、X 線エネルギーの平均値と幅を適切に選択した。また、設定したしきい値で規定されたエネルギー帯の光子数のみをカウントし、単色性を改善した。高出力用としてタングステンターゲット、特性 X 線用として銅、クロム、チタンターゲットを選択し、X 線発生装置に組み入れ、動作条件および各 X 線スペクトルを確認した。アルミニウム、銅、コバルト、ポリ塩化ビニル、ヒト骨・軟骨・脂肪・軟組織係材等について、フィルムでは厚み十〜数百 μm 、ブロック形状では1〜10mm 程度の厚みのステップを作成し、個別に吸収係数を計測し、混合材料の成分比が算出できることを確認した。また、エネルギー識別型検出器を用いた水・人体等係物質の X 線透過に関する基礎実験を実施し、基礎データを取得した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 X 線組成分析装置、多重 X 線エネルギー吸収法、物質同定

【研究題目】 超高精度歯車測定機およびベベル&ハイポイドギヤ歯面形状測定機の開発

【研究代表者】 佐藤 理 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 佐藤 理、大澤 尊光、近藤 孝之

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では超高精度歯車測定機およびベベル&ハイポイドギヤ歯面形状測定機の最高測定能力の向上とその評価を最終目標としている。そのために単純形状ゲージを用いた測定機の評価法確立と、評価結果から測定機の要改良点の洗い出しを行い、装置開発工程へ反映させる。今年度は実機上で単純形状ゲージを用いた検査を行い、検査法そのものの検証と、実機上での正確な検査を可能とする設備の整備を行った。

①超高精度歯車測定機

試作した単純形状ゲージの測定結果を用いて検出器の出力特性補正を行い、現段階での測定能力を検証した。その結果は歯形測定に対して0.1マイクロメートル程度、歯すじ測定に対して0.5マイクロメートル程度、ピッチ測定に対して0.5マイクロメートルであり、市場での競合製品となる欧米製の歯車測定機と比較して遜色のない測定精度を有していることを確認できた。

②ベベル&ハイポイドギヤ歯面形状測定機

現在のベベル&ハイポイドギヤ歯面形状測定機は、その変位検出部が2軸センサであるため、複雑形状の測定においてはセンサが感度を持つ方向を走査方向ならびに測定対象の法線方向に拘束して運動させる必要があり、制御が複雑となる。そのため今後実装する幾何誤差補正において測定機のモデルが複雑となり、補正が困難となる。そこでセンサ3軸化することでより簡単なモデルで測定機を表現できるようにした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 性能評価、歯車、形状計測

【研究題目】 リアルタイムデジタル復調式高精度レーザードップラ振動計の開発及び性能実証

【研究代表者】 大田 明博 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 大田 明博、野里 英明
(常勤職員2名)

【研究内容】

産業界における非接触式振動計測機器として、レーザードップラ振動計が急速に普及しつつある。しかし、数%以上にも及ぶ顕著な計測偏差、速度及び周波数に関する強い非線形性が観測されており、普及を阻害する一要因になっている。また、当該機器の校正規格案である ISO 校正規格案 (ISO 16063-41案、現在審議中) は、提案国ドイツの意向が強く反映され、国内製造事業者で用いられる校正法が直接適用できない上に、校正周波数範囲が実用域よりかなり狭い範囲に限定されるという問題を抱えている。

そこで、本研究では、ISO 校正規格案及び国内製造事業者の校正法の両方に準拠し、且つ、計測偏差・非線形性の主要原因であるアナログ復調器の代わりに高精度なデジタル復調器を搭載したレーザードップラ振動計の開

発を行うと共に、その性能検証を行った。本研究の成果は以下のとおりである。

- 1) ISO 校正規格案及び国内製造事業者の校正法の両方に準拠する製品を開発した。
- 2) 高分解能・高速サンプリングの AD コンバータ及び DA コンバータを搭載した FPGA ボード及び組み込み復調アルゴリズムの最適設計を行い、性能として従来製品と同等程度の検出周波数・速度範囲を有することを確認した。
- 3) 振動振幅の計測偏差は従来製品よりも大幅に小さく、1%未満であることを確認した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 振動加速度、レーザドブプラ振動計、デジタル復調器

【研究題目】 半導体検出方式による ATPase 酵素活性測定装置の開発

【研究代表者】 達 吉郎

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 達 吉郎、上垣 浩一 (常勤職員2名)

【研究内容】

目標：

平成21年度中小企業等製品性能評価事業においてバイオエックスが開発した累積型 ISFET センサーを利用して、ATPase 酵素活性測定手法を開発する。

年度計画：

新たに開発したセンサーが ATPase 活性測定において示す優位性を認知してもらい、広く信頼を得るために、1) 当該 ATPase 活性測定装置性能の評価、2) 成果発信を行うことが必要である。このため、具体的には、1) 従来測定法と本法との比較検討、2) ATPase に分類される有用な標的であるミオシン II A の酵素反応の計測、3) 国際誌や学会での発表等を行う。ここで標的とする酵素は、ATPase に分類され、ATP (アデノシン三リン酸) を ADP (アデノシン二リン酸) に分解する際に得られるエネルギーを利用し、能動的な輸送、分解、合成を支える機能を担っている。ATPase の活性測定は従来、発色反応を用いた煩雑な方法が必要であったが、開発した ISFET センサーを利用すれば、ATPase 反応で遊離したリン酸を直接リアルタイムで計測できる。本手法によるより簡便な測定が可能となる ATPase 測定システムの開発を進める。

年度進捗状況：

バイオエックス社で開発された ISFET センサーを用いた活性測定装置について、まず、グルコースオキシダーゼの活性測定の検討を行い、酵素活性を行えることを確認した。また、ATPase としてヘキソキナーゼとミオシンの活性測定を行った。20 μ L 程度の少量試料で酵素反応を測定できる手法を開発し、従来法との比較検討を行い、本装置が ATPase などの従来測定が煩雑であっ

た測定対象に有効である可能性が示された。これらの結果は、産総研・産技連 LS-BT 合同研究発表会において紹介した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオセンサー、ISFET、酵素反応、ATPase

【研究題目】 レーザープリンター方式の印刷による銅配線形成と極低酸素分圧を用いた導電性付与

【研究代表者】 村田 和広 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 村田 和広、白川 直樹、平原 秀昭、飯野 修司、山岸 則夫 (株式会社アフィット) (常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

印刷技術を用いた回路配線形成は、環境負荷の低い次世代配線技術として注目されている。印刷手法としてはインクジェットやスクリーン印刷が主として用いられている。一方、レーザープリンターやコピー機などに広く使われている電子写真技術は、マスクレスで高速であるという特徴があるが、静電気でトナーを帯電させるためトナーには絶縁性が求められ、配線材料である金属粉末を扱うことが従来はできなかった。これに対し (株) アフィットは、金属粒子をトナーとしてパターン形成を行なうことを可能とした。但し銅粉末を用いると、粉末表面の酸化により導電性が極めて低くなってしまうことが課題であった。

他方、産総研では固体電解質を用いた極低酸素分圧の発生技術を開発し、多量の水素を流すことなく、安全にかつ、より低温で金属酸化物の金属への還元が可能であることを実証してきた。

これら二つの技術要素を組み合わせ、銅粉体を電子写真技術によってパターンニングし、良好な導電性を持つ銅配線を作ること为目标とする。

研究計画としては、まずパターンを作る前の粉体の状態で、焼結と極低酸素分圧を用いた還元による導電性発現の確認を行う。次に模擬配線をパターンニングし、4端子抵抗測定により抵抗率を評価する。

本年度は、空气中焼結で銅粒子同士の融着が進み、それを極低酸素還元することで高い導電性が得られることを確認した。4端子抵抗測定では6 μ Ω \cdot cm 程度の抵抗率が得られ、バルクに近い電気伝導性を示した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 プリントブルエレクトロニクス、銅配線、極低酸素分圧、固体電解質

【研究題目】 コレステロール認識アプタマーの実用化に向けた研究開発

【研究代表者】 Penmetcha Kumar

(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 Penmetcha Kumar

(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

(目標) 現代社会では、コレステロール値が高くなることによって生じる細胞障害や生活習慣病が増えており、健康管理上からもコレステロール測定キットの需要は増大している。現在用いられているコレステロール測定キットは、酵素法に基づく間接的測定法である。これに比べ、アプタマーは標的に対し特異的かつ高い結合能をもつので、コレステロールとの結合に基づく直接測定が可能になる。アプタマーをコレステロール測定キットに応用することにより感度、精度などの点で優れたキットが期待される。本課題では、コレステロール認識アプタマーの実用化に向けた研究開発を行う。

(研究計画) 我々は、従来困難であるとされていた低分子疎水性物質であるコレステロールに対して親和性を持つアプタマーの取得に成功している。このアプタマーは分子量が大きいため、小分子化が必要である。これは製品化コストを下げることもつながり、重要なステップである。このため、in-line probe 法などを用いてマッピングを行い、コレステロール結合部位を決め、次にコレステロール結合に重要でない領域を削除して小分子化を行う。小分子アプタマーが、元のアプタマーと同様にコレステロールに対して親和性を持つかどうかの確認実験を行う。

(年度進捗状況) コレステロール認識アプタマーを in-line probe 法によりマッピングを行った結果、G36-G37 および U65-A66-G67が開裂部位であることが示され、これらの部位がコレステロールとの結合サイトであると示唆された。このマッピングを基に、アプタマー-Mini-2及び Mini-3を作製した。これらのミニアプタマーがコレステロールに対して親和性を持つかどうかの結合実験を行ったが、現時点では結合活性は見られていない。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アプタマー、コレステロール

【研究題目】 コンパクトな超高清浄度空間の性能実証

【研究代表者】 高畑 圭二 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 高畑 圭二、榎原 研正、城野 克広
(常勤職員3名)

【研究内容】

必要最小限の空間のみを高度に管理した空気密閉循環型クリーンユニットシステムプラットフォーム (CUSP) は、ISO クラス表示でマイナス1 (1m³あたり100nm の粒子が0.1個以下) の超高清浄度を達成する可能性がある製品で、そのような超高清浄度に見合った高精度な計測法により評価されることが望まれるが、いまだ信頼できる評価技術が確立されていない。そこで本研究は、光散乱式粒子計数器 (OPC) による清浄度評

価技術に含まれる問題を明らかにした上で、CUSP に対する実証性のある清浄度評価を行い、製品性能の優秀性と信頼性を明らかにすることを目標として実施した。

CUSP の性能を実証するために、まず過渡清浄度評価を行った。稼動10分後に OPC の粒子計数値は0 (ゼロ) に到達する過渡特性が観測され、製品仕様に規定する30分というアイドリング時間を十分に満足する結果が得られた。次に、清浄度評価を行った。本来、OPC の自己ノイズである偽計数は粒子自体の数に比べて無視できるほど小さいことが望ましいが、清浄度が上がるとともに偽計数の寄与が相対的に大きくなることは避けられない。現状では、計数値が如何なる原因に依拠しているかについて厳密に識別することが不可能であるため、ある計測範囲で偽計数を許容した評価のほうが、技術的妥当性が高いと考えられる。そこで偽計数補正を行い、95%の信頼率に対する計数値の信頼区間を求めた。その結果、製品仕様のマイナス1の清浄度クラスを達成できる可能性を示すいくつかの評価結果が得られた。なお、今後において超高清浄度を厳密に評価するためには、偽計数の識別に関する課題を解決することが不可欠である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 清浄度、光散乱式粒子計数器、偽計数

【研究題目】 超軽量ピストン用マグネシウム合金の製造と耐熱性評価

【研究代表者】 松崎 邦男

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 松崎 邦男、村越 庸一、加藤 正仁
(常勤職員3名)

【研究内容】

マグネシウム合金は軽量材料であり、輸送機器へ応用すれば、軽量化による燃費の向上、CO₂排出の削減に寄与する。また軽量合金を自動車用エンジンのピストンに用いれば、その軽量化とその物性から摩擦損失の低減に基づくエンジン出力効率や応答性等を向上させると同時に、燃費の向上に大きく影響すると考える。さらにエンジン周りの部材の軽量化とともにエンジン音の低減に寄与するなど、ピストンの軽量化は多くの利点がある。現在のピストン用材料はアルミニウム-シリコン合金が用いられているが、アルミニウム合金よりも軽いマグネシウム合金 (25%重量減) で製造できれば、上述のようにエンジンに関する様々な改善が期待できるが、これまでマグネシウム合金のピストンへの応用は行われていない。これはピストンとしての耐熱性を満たす合金がないためであったが、新しく開発した合金においては、ピストンに加工し、その性能を評価できる大きさの素材が作製できなかった。本研究では、新しい耐熱マグネシウム合金を溶解鑄造により作製し、その機械的性質、耐熱性を評価することで、ピストン材料としての適正を確認し、さ

らにマグネシウム合金ピストンの製造に関する品質評価と各種性能・耐久信頼性評価を目的とする。

新しい耐熱マグネシウム合金をピストンに成形するためのビレットの溶解・鋳造技術を開発した。防燃ガスの供給法の最適化により、20kg を溶製できる溶解炉を製造した。また、ビレットに鋳造するために、加熱、水冷機構を有する鋳型を開発した。これを用いて800℃から鋳造することで、直径60mm、長さ約600mm のビレットを作製することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 Mg合金、耐熱性合金、鍛造、鋳造

【研究題目】 表面プラズモン増幅を用いた波長分割型タンパク質蛍光分析装置の実証研究

【研究代表者】 福田 伸子（光技術研究部門）

【研究担当者】 福田 伸子、真中 潤、及川 正尋、田村 安昭（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

目標：検出対象物をタンパク質のトランスフェリンとし、これを特異的に捕捉でき、且つ表面プラズモン場を作り出すセンサチップの設計・作製を行う。また、センサチップ表面に存在する検出対象物と抗原抗体反応により吸着した、蛍光ラベル化抗体からの蛍光を、表面プラズモン共鳴による電場増強により増幅させ検出の高感度化を図る。一方で、最適化した波長帯域に分割して得られた信号を、直接あるいは光ファイバを通して受光器に導き、増幅回路等の導入により検出に十分なダイナミックレンジを持つ小型分光分析ユニットの開発を行う。

- 研究計画：1)検出用タンパク質、抗体、および蛍光ラベル化剤の決定
2)プラズモン蛍光増幅用基板の設計および作製
3)プラズモン増幅基板表面へのタンパク質捕捉用抗体修飾
4)プラズモン増幅による蛍光増強の確認
5)蛍光検出用光学ヘッドの試作
6)高感度小型蛍光分析ユニットの開発
7)複数種の蛍光ラベル化タンパク質の一括分割検出

年度進捗状況：液中でタンパク質の蛍光検出を高感度化できる表面プラズモン増幅基板の設計および作製を行い、Q-dot で蛍光ラベル化されたタンパク質からの蛍光を、表面プラズモン共鳴時に得られる表面電場増強効果によって増幅することに成功した。また、市販の表面プラズモン共鳴バイオセンサ用基板に比べ、本研究で行った方法によって作製された基板のほうが、より多くのタンパク質を特異吸着できることも明らかとなった。一方、液セルの外から取得できる蛍光強度レベルは、光ファイバおよび直接レンズ集光による取

り込みのどちらの場合でも、-65 dBm～-70 dBm 程度と微弱であることが分かった。表面プラズモン共鳴による蛍光増幅と、抗原抗体反応に基づくタンパク質の蛍光検出法を組み合わせることにより、液中で蛍光増幅できるタンパク質検出系を構築することができた。液セルの外から取得できる蛍光強度は微弱であるが、新規開発した増幅回路を有する小型検出器による検出が十分に可能であることが明らかとなった。さらに、Q-dot ラベル化抗体からの蛍光のうち、1種類の波長領域の蛍光検出を行うべく、530nm（半値幅10nm）を蛍光極大とする波長範囲の蛍光のみをフィルタを経由してフォトダイオードで光電変換し、新規の増幅回路を用いたところ、計測に十分な電圧値（-20mV）を得ることに成功した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

【キーワード】 表面プラズモン共鳴、蛍光増強、波長分割、タンパク質、バイオセンサ

【研究題目】 サバール板光学素子を用いたフーリエ変換型超高感度分光光度計の実証研究

【研究代表者】 高田 徳幸（光技術研究部門）

【研究担当者】 高田 徳幸、末森 浩司、鎌田 俊英、石井 浩、月野 和雄、長谷川 正、小倉 利夫、河野 敦彦、佐藤 親弘（常勤職員3名、他6名）

【研究内容】

フーリエ変換型微弱発光分光分析装置は、高感度分光可能なサバール板分光方式を採用することで、これまで食品・医薬品・構造材等の劣化時の超微弱発光の高感度検出を可能にした。本装置を市場展開に適する分光光度計として確立させるため、現在の課題である波長分解能を汎用分光光度計並みに向上させる。また高精度品質管理・劣化評価システムとして確立させるため、本装置で取得することのできる化学発光スペクトル情報のデータベース化を行うことを目的とした。第一に、波長分解能向上を実現するため、既存技術の改良と新技術の開発に着手した。既存技術の改良としては、波長分解能向上因子（入射光の偏移距離、CCD 受光サイズ等）に着目することで、波長分解能を20～30nm から5.8nm まで向上させることに成功した。また新規考案のマルチサバール板分光方式においては、さらなる波長分解能向上のみでなく、感度向上も見込めることを明らかにした。第二に、機能材からの化学発光スペクトルについて検討した。加熱処理を行うことで、酸化反応に起因する微弱発光（化学発光）が観測され、そのスペクトル計測に初めて成功した。化学発光スペクトルと蛍光スペクトルとの間には、エネルギーシフト等明確な相違があることも分かった。今後、機能材の酸化反応に関する総合的な評価を行い、エネルギーシフト・スペクトル半値幅等に着目したデー

データベースの構築を目指す。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 化学発光、フーリエ変換分光法

【研究 題目】 クラウドサービスに向けた分散データベースレプリケーションの実証研究

【研究代表者】 的野 整晃（情報技術研究部門）

【研究担当者】 的野 整晃（常勤職員1名）

【研究 内容】

本研究は、中小企業製品性能評価事業における株式会社ココリンクとの共同研究であり、製品の性能評価を通じてその実用性を向上するための実用化研究である。

具体的には、ココリンクが開発したデータベースソフトウェア Kokolink PostgreSpread（以下、PostgreSpread）を、クラウドで代表される大規模分散環境や、産総研が保有する GEO Grid 応用などへ適用した場合の性能を評価することで、製品のスケラビリティを評価検証した。PostgreSpread とはオープンソースデータベースである PostgreSQL に対し、同期レプリケーション機能を提供するソフトウェアである。

具体的な評価方法は、E コマースなどでの利用パターンを想定したデータベース性能評価ツールである DBT-1を分散データベースの性能評価に利用できるように改造し、これを32ノードや64ノードの環境に実装し、その上で検索のスケラビリティと更新のオーバーヘッドを評価して大規模なクラスタ環境下での PostgreSpread の実用性と性能を検証した。次に、本研究が研究開発している GEO Grid プロジェクトで利用している分散ファイルシステム Gfarm に対し、そのメタデータサーバに PostgreSpread を適用した。30ノードで Gfarm サーバと PostgreSpread サーバを起動し、ファイルシステムのメタデータ検索や更新における性能評価を行った。

いずれの実験においても、PostgreSQL 単体の場合に比べ、およそ10倍弱のスループットを確認できた一方、更新が1つのノードに集中する本ソフトウェアの性能面での課題も確認し、今後の製品の実用性向上のための改良点を明確にした。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 分散データベース、レプリケーション、スケラビリティ

【研究 題目】 パーミエーションチューブ法で調製したホルムアルデヒド標準ガスの濃度決定法に関する研究

【研究代表者】 青木 伸行（計測標準研究部門）

【研究担当者】 青木 伸行、加藤 健次、青柳 玲児、若山 雅彦（常勤職員2名、他2名）

【研究 内容】

厚生労働省は、「労働安全衛生法」の一部を改正し、平成21年3月よりホルムアルデヒドを製造または取り扱う

作業場に対して、6ヶ月ごとの作業環境測定を行うことを義務付けた。一般に、室内環境中ホルムアルデヒドの測定は DNPH-液体クロマトグラフ法や検知管法など様々な方法で行われるが、すべての装置で標準ガスによる校正が必要である。そこで、本研究ではパーミエーションチューブ（P-tube）法を用いたホルムアルデヒド標準ガスの開発を目指した。

P-tube 法で調製された標準ガス濃度は P-tube の質量変化から見積もられる浸透速度と希釈ガス（窒素）流量から計算される。しかし、ホルムアルデヒドの場合、発生したガス中に多量の不純物があるため、P-tube の質量変化から標準ガス濃度を決定できない。そこで、本研究ではまずホルムアルデヒドとともに P-tube から発生する不純物を同定する。次に、同定した不純物含有量の少ない P-tube の開発を行う。また、同時に標準ガス濃度の決定方法の検討も行う。最後に不純物含有量の少ない P-tube を用いて、ホルムアルデヒドの浸透速度を決定する。

本研究ではホルムアルデヒドとともに P-tube から発生する不純物の同定をフーリエ変換赤外吸収光度計（FT-IR）を用いて行った。その結果、不純物の大部分が水であることが明らかになった。さらに、キャビティリングダウン水分計（CRDS）と長光路セルと高感度検出器（MCT）が装備された FT-IR を用いて、水分量とホルムアルデヒド濃度をリアルタイムに測定することにより、ホルムアルデヒドガス中の不純物の大部分が水であることを明らかにした。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 ホルムアルデヒド、パーミエーションチューブ法、動的発生法

【研究 題目】 精密高周波信号レベル検出装置の製品化

【研究代表者】 ウィダルタ アントン
（計測標準研究部門）

【研究担当者】 ウィダルタ アントン
（計測標準研究部門）、鈴木 一成、森 雅文（林栄精器株式会社）
（常勤職員1名、他2名）

【研究 内容】

高周波減衰量は電磁波の基本的な物理量として重要であり、産総研においては既に不確かさの小さな高精度の国家標準を供給しており、校正事業者を介してエンドユーザまで供給されている。一方、高精度の国家標準を受けた校正事業者が、その事業の中で高精度の標準を維持し利用するには、高精度の高周波信号レベル検出装置が不可欠であるが、高周波計測分野の現状ではその用途に適切なものは市販されておらず、その結果、校正事業者等が維持管理できる標準の不確かさは産総研が維持管理している国家標準よりも10倍以上悪い。

上記の不確かさの課題と高精度信号レベル検出装置の

重要性について、産総研及び共同研究先企業は共に認識し、今回の精密高周波信号レベル検出装置の製品化の1年間（平成21年度）の共同研究事業を行っている。本研究では、産総研で開発された広帯域で高精度の高周波信号レベル検出装置に基づき、装置の小型・軽量化・操作の簡易化を行い、製品化の目途を立てる。具体的にはプローブ型周波数変換器の製作、小型誘導分圧器ーロックインアンプアセンブリによる精密検出器の採用と産総研の標準装置を用いて試作装置の性能評価を行った。装置の大きさに関しては、およそ産総研の5分の1以下にまで小型化できた。また、被測定物との着脱を容易にするためにプローブ型周波数変換器を導入したことにより安定性の高い測定も可能になった。具体的な性能評価結果は、周波数2GHz と10GHz において、目標の「0.005dB/20dB」の精度を達成した。

今回プロタイプ型の試作および評価により、装置の製品化の目途がついた。今後は、共同研究先企業は主に製品化と販路の展開に移り、産総研は長期性能の評価、実用化の課題抽出と情報提供を行うので、製品化の技術検討や商品改良の技術支援等は当分の間必要とされる。

【分野名】標準・計測

【キーワード】減衰量、高周波、標準、電磁波、アンテナ

【研究題目】ナノ計測用単結晶ダイヤモンドカンチレバーの製品化

【研究代表者】井藤 浩志

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】井藤 浩志、野中 秀彦（常勤職員2名）

【研究内容】

原子間力顕微鏡（AFM）のキーパーツの1つである、カンチレバーの耐久性・耐摩耗性向上のために、単結晶ダイヤモンドを先端にもつ、カンチレバーを設計・試作・評価した。量生産に適したプロセスを開発し、試作する AFM カンチレバーを、形状測定、電気特性計測用に適した特性に最適化を行った。特に、先鋭化プロセスを収束イオンビームから、イオンミリング法にすることで、大幅コストを低減し、均質ロット生産が可能になる。また、大口径の薄膜ダイヤモンドの利用技術の可能性を開いたことも、ダイヤモンドカンチレバーの大量供給に道を開く。このカンチレバーを評価するために、10nm～30nm の探針先端径を評価するのに適した探針評価用の標準試料を開発した。こうして作製したカンチレバーの試作品が、AFM で利用可能で、かつ、耐摩耗性が高いことを、AFM 評価用標準試料（プローブキャラクタライザ）を利用して計測した、探針特性曲線を利用することで、精密に評価した。探針の先端曲率半径が15nm までのものが形状測定用、探針曲率半径が30nm 程度までのものが電気計測用や物性測定用途として評価した。探針評価試料を用いて計測した探針形状特性曲線を利用

して、ダイヤモンド探針の摩耗性を定量的に評価した結果、測定中に探針形状はほとんど変化せず、良好な耐摩耗特性を示した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、プローブキャラクタライザ、ダイヤモンド

【研究題目】アプリ動作時の電力見える化を行う組込み IP 開発

【研究代表者】戸田 賢二（情報技術研究部門）

【研究担当者】戸田 賢二（常勤職員1名）

【研究内容】

携帯電話を始めとした組込み機器においては、高機能化・高性能化と同時に低消費電力化が重要な課題となっている。我々は、消費電力を低減するための組込み機器向けアプリケーションソフトウェアを開発するための、使い勝手の良いソフトウェア部品として「PowerProfiler」を開発した。これは、IP（パッケージ化された知財ソフトウェア）として共同研究先の企業から販売することを目標としている。組込み機器のソフトウェア開発に PowerProfiler の提供する API（Application Programming Interface）を用いることで、動作時のシステム全体もしくは部品ごとの消費電力の計測が可能となる。さらに、計測した電力値をもとにアプリケーションの電力消費量の制御に利用することができる。

本研究では、まず、産総研で開発した電力測定技術を活用し、精密な電力測定機能を有する汎用的な組込みシステムの評価基板を作成した。そして、この評価基板上で計測した各部品の電力に基づき、連携先のトプスシステムズ社とケイレックス・テクノロジー社が従来より開発してきたシステムレベルでの電力モデリング技術を用いて、対象とする組込みシステム全体の電力消費状況を高精度に把握し、統合的にモデル化する実験を行った。この結果、PowerProfilerIP の基本技術の完成度、モデルの有効性を確認した。今後特許を行い等の知財化を進めるとともに、ケーススタディを追加して PowerProfiler をブラッシュアップした後、共同研究先の企業から IP 販売を行う予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】パワープロファイラー、消費電力、見える化、組込 IP、携帯電話

【研究題目】低コスト耐熱性断熱材の開発

【研究代表者】清水 透（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】清水 透、菊地 薫、松崎邦男
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

目標：産業技術総合研究所で開発されたスラリーゲル化発泡法（特許 3858096）を応用して、高気孔率の無機

多孔体を作製し、高断熱性、高耐熱性、低価格の断熱材料を開発する。開発目標製品としては a) 高温型断熱材、b) 超高温型断熱材の 2 種類を検討する。

研究計画：産総研で開発されたスラリーゲル化発泡法によるセラミックス断熱材を開発し、機能評価を行う。同時に市場化のための製造プロセスを確立する。さらに高温まで耐熱性を有する高性能な素材を開発し、次期製品としての機能評価を行う。これらの製品の評価として断熱性能の他、吸音性能、ろ過性能等の評価も行う。

研究進捗状況：開発目標とした a) 高温型断熱材、b) 超高温型断熱材の 2 製品を開発した。

高温型断熱材はシリカおよび粘土を主成分とした、1200℃前後までの耐熱性を目標としたものであり、粘土を主成分として利用できるため、低価格での提供が可能、また、高断熱率の達成が可能である。この素材において、熱伝導率：0.06-0.07W/mK（室温）、密度：0.13-0.15 g/cm³の性能を実現した。

超高温型断熱材はシリカおよびアルミナを主成分とした、1400℃前後までの耐熱性を目標としたものであり、より高温で使用可能なアルミナを主成分とするため、目標熱伝導率は若干高くなるが、耐熱性は向上し、熱伝導率：0.08-0.10W/mK（室温）、密度：0.13-0.15g/cm³を達成した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 多孔質材料、発泡剤量、セラミックス、断熱材、耐火レンガ、耐熱レンガ、熱伝導率、高気孔率、低コスト、ゲル化、発泡剤

・産業技術研究開発委託費

（中小企業等製品性能評価事業） 補正予算

【研究 題目】 コンビナトリアルケミストリー対応型、バイオケミストリー仕様マイクロ波照射装置の性能実証研究

【研究代表者】 清水 弘樹

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】 清水 弘樹、杉山 順一（環境化学技術研究部門）（常勤職員2名）

【研究 内容】

本研究開発は経済産業省中小企業等製品性能評価事業（折り紙付き）により、近年注目されている「マイクロ波照射による化学反応制御技術」をバイオケミストリー分野にまで用途拡大させる目的で株式会社サイダ・UMS が開発中の装置、「μ Ba（ミューバ）」のコンビナトリアルなバイオケミカル合成への適用を指向した性能実証試験を進めた。

「μ Ba（ミューバ）」は、バイオケミストリー分野で用いられる12列×8個の96穴に直径7mm 程度の独立容器を配列したウェルプレート反応容器として用いるマイクロ波照射機である。現在は1列×8個のウェル構造を

同時に加熱する装置を開発中で、将来的にウェルプレートへの利用展開を指向している。

装置の基礎性能評価試験として、まず内部に正しくマイクロ波が導入されているかどうか、ベクトルネットワークアナライザー（VNA）の S パラメータ測定によって評価を行った。次に、1回の照射において8個のウェルにどのような昇温分布が生じるかを把握するため、マイクロ波加熱における二次元温度分布を測定した。また温度分布が生じる場合、それを電解分布状態のシミュレーションによって解析した。温度測定については放射温度計を使用しているため、その信頼性についても検討した。さらには反応装置の使用にあたり、電磁波の漏洩がなく安全に運転が可能か、漏洩電磁波強度についての測定を行った。

そしてこの基礎性能評価試験結果を受けた実用評価試験では、ペプチドのコンビナトリアル合成、ナノ粒子利用合成展開を指向し、対象溶媒を水の他に極性有機溶媒も想定し、DMF など有機溶媒の被加熱実測も行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス、環境・エネルギー

【キーワード】 マイクロ波、バイオケミストリー

【研究 題目】 絶対計測が可能なマンモグラフィ用線量計の実用化に向けた性能実証

【研究代表者】 田中 隆宏（計測標準研究部門）

【研究担当者】 田中 隆宏、齋藤 則生、黒澤 忠弘、加藤 昌弘、森下 雄一郎（常勤職員5名）

【研究 内容】

新たに開発した開放窓型線量計について、管電圧15～50kV の範囲で感度の変化が1%以内という非常に安定な X 線の線量計測が可能であることを実証した。

本研究で開発した開放窓線量計の特徴は、従来のマンモグラフィ用の線量計にある入射面の薄膜を無くし、感度の低減を抑えたことである。ただし、単に入射薄膜を外すだけでは外部からの静電誘導により安定な計測ができないため、電離箱内のシールドした領域に集電極を退避させた構造をとることにより、感度低減の抑制と安定計測の両方を実現した。また、マンモグラフィで 사용되는様々な線質の X 線に対応できるように標準場を拡張し、様々な線質の X 線で性能評価を行い、良好な結果を得ることに成功した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 放射線計測、マンモグラフィ、電離箱

【研究 題目】 常時モニタ可能な制御機器組込用窒化物半導体紫外線センサ・モジュールの実証性評価

【研究代表者】 齋藤 輝文（計測標準研究部門）

【研究担当者】 齋藤 輝文、市野 善朗、木下 健一（常勤職員3名）

〔研究内容〕

半導体の微細加工や半導体・ガラスの洗浄、印刷、殺菌などの多くの産業分野で紫外線が用いられているが、その露光量管理のために使用される既存の紫外線照度計には、強力な紫外線によって顕著な劣化が生じるため、連続使用ができないという大きな問題を抱えている。また目的とする紫外域より長波長の帯域にも感度を有することから迷光による誤差、余弦特性という理想的な入射角依存性が満足されないことによる誤差が無視できない現状がある。これらの問題克服のため、原理的に強い結合力から紫外域のみに感度を有しかつ劣化が少ないと目される窒化物半導体を用いた紫外線センサ・モジュールによる常時モニタの実現を目指すことを目標として、研究を実施した。

波長185nm、254nmの水銀輝線、172nmのXeエキシマ・ランプ準単色輝線を対象とした常時モニタ可能な制御機器組込用窒化物半導体紫外線センサとして、AlNショットキー・フォトダイオード、AlN窓を組み合わせたAlGaInショットキー・フォトダイオードおよびそのモジュール製品を設計・製作した。さらに紫外線照射耐性と入射角依存性を評価するため装置を設計・製作した。試作紫外線センサについて評価を行い、帯域外除去特性、安定性、信号対雑音比いずれも要求仕様を満たしていることを確認した。各種紫外検出器の分光応答度、分光反射率を入射角の関数として、モデル計算と測定を実施した。その結果、測定結果は計算モデルとよい一致を示すことを確認した。波長185nmの水銀輝線と172nmのXeエキシマランプ準単色放射の測定法についての標準仕様書（TS）原案を実際の測定実験で評価しながら作成し、平成22年度の審議計画に載せられる予定となった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 真空紫外、紫外、窒化物半導体、水銀ランプ、エキシマ・ランプ

〔研究題目〕 化学物質推定機能を有する酵母プロモーターアッセイ環境毒性評価システムの開発

〔研究代表者〕 高橋 淳子（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕 高橋 淳子、岩橋 均、安部 博子、三澤 雅樹（人間福祉医工学研究部門）
（常勤職員4名）

〔研究内容〕

工場跡地等の製造業拠点の土壌や河川水、閉鎖海域海中などでの環境汚染は依然、社会的な問題である。現実の汚染物質は多種・多様であり、原因物質が特定されない場合が多い。しかし、個々の原因物質を特定せずに環境対策はできないことから、多種多様な化学物質や毒性物質をスクリーニングし、環境毒性物質の同定が可能な、次世代バイオアッセイシステム装置の開発を研究の

目的とした。

これまでに、多種類のプロモーターアッセイ酵母細胞株を用いて、試料に対する応答パターンによりサンプルの総体的環境毒性評価や個々の毒性化学物質推定を行うシステム装置の開発を行った。本研究課題では、ホスト細胞を改変した化学物質感受性の高い酵母株の作成、および化学物質推定精度向上のための局所的類似性解析アルゴリズムの開発、遺伝子組み換え体の流通・利用時のリスク管理および漏出防止対策を行った。これにより、国内外で環境汚染を引き起こしている重金属、有機化合物、および農薬等300種類に対応できる環境汚染評価システム装置が実現される。

本システム装置は「土壌汚染対策法」による土地売買の際の自主的な汚染調査に有効である。製造業の拠点はアジア諸国に移行し環境破壊が大きな問題であることから、環境と調和した持続的な加工製造業の発展には、日本等の先進国の先端的水質・土壌モニタリング・浄化技術支援は不可欠である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 化学物質推定機能、酵母プロモーター、環境毒性物質、環境汚染評価システム、汚染調査

〔研究題目〕 機能性シリカモノリスカラムの開発と特性・機能評価

〔研究代表者〕 巖倉 正寛（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 巖倉 正寛、 広田 潔憲
（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

逆相系では非常に有効なシリカモノリス担体を、タンパク質分離精製に幅広く利用できることを検証することを目的に、これまでに開発市販されている各種タンパク質分離カラムに比較して、どのような優位性があるか、その特性評価法の開発を含め幅広く検討し、優位性を明らかにし、優位性に基づく商品開発の指針を提供することを目的に研究開発を行った。

シリカモノリス担体の特性評価のための装置として、各種通液を自動的に行わせる装置の試作を行い、試作した装置を用いてその特性解析を実施した。その結果、シリカモノリスカラムの最大特徴が、高速分離能にあること、例えば、抗体タンパク質の吸着容量測定において、担体との接触時間がわずか6秒という短い時間においても20mg/mL-担体という高い動的結合容量を示すことが判明した。この特性を利用した、遠心チップを利用することにより混合溶液中の抗体の直接定量を可能にすることができた。また、共同研究先である京都モノテック社において製作された担体について、非特異的吸着量を測定したところ、他の市販品と同等もしくはそれ以下であり、タンパク質分離への適用性が高いことが示された。さらに、エンドトキシンの混入の可能性につき調べたと

ころ、医薬品製造に使用する際の基準値をはるか下回る値以下の混入量であることが判明し、医薬品開発現場においても利用可能な担体であることが判明した。

このように、シリカモノリス担体がタンパク質分離に幅広く活用できる担体であり、その特性を活かすことにより、タンパク質分離用担体として有望であることが判明した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】モノリス、シリカモノリス担体、タンパク質分離精製、分離カラム、医薬品開発支援

【研究題目】高耐凍害性保水セラミックス建材の開発と有効性実証試験

【研究代表者】杉山 豊彦

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】杉山 豊彦、長江 肇、大橋 優喜、楠本 慶二 (常勤職員4名)

【研究内容】

保水性材料は、舗装に应用されて高いヒートアイランド防止効果が確認されているが、住宅建材への応用は実現していない。低コスト・高寸法精度・高性能・リサイクル等の利点を兼ね備えた保水性セラミックス素材について、保水性セラミックスの宿命的課題である耐凍害性を飛躍的に向上させ、用途の拡大と製品化を目指して研究を行った。

成形条件、添加剤、原料配合、原料種類、養生条件などを変化させて、耐凍害性に及ぼす影響を解析し、その要因を微構造や気孔分布、結合強度などの相関から研究して、安定に高耐凍害性を有する部材開発を行った。添加剤の選択とともに、製造条件などの影響が大きいことが判り、それらと、耐凍害性、耐摩耗性、強度との関係を詳しく調査した。耐凍害性においては、JIS 凍害試験での50回繰返しに耐える製品開発を目標としたが、安定性に課題は残るものの、ほぼ目標が達成できた。また、実証試験により屋根材あるいは壁材として応用した場合の環境条件や効果の検証を行った。これまでのところ、屋根材、壁材として遮熱効果の高いことが見出されている。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】省エネルギー、建材、セラミックス、保水、凍害

【研究題目】冷却塔のメンテナンス技術の高度化

【研究代表者】木内 正人

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】木内 正人、本城 国明、片岡みか (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

工場や事業所で用いられる空調や冷凍機から循環して

出てくる冷却水は、温められており、これを冷却する目的で、冷却塔が利用されている。その多くは開放型であり、冷却水と外気を直接接点させ、一部の水を蒸発させて気化熱を奪い、冷却水全体の温度を下げることを動作原理としている。冷却水が外気と触れるため、空中に漂う微生物の胞子や無機物の微粒子を冷却水中に取り込んでしまう。これにより冷却水の配管や冷却塔内部に、微生物が繁茂したりスケールが固着したりする問題が発生する。この場合、熱交換の効率が悪くなったり、配管が詰まって冷却水が流れにくくなったりする。さらに、微生物の一種であるレジオネラ菌が繁茂する場合には、重篤な健康被害が発生する。

このような問題を発生させないような水処理技術が求められている。これらの問題に対処するため、酸やアルカリの薬剤を用いて洗浄したり、微生物液剤を投入するなどの作業を行っているが、効果が限定的で、費用がかさみ、革新的なメンテナンス技術の確立が求められてきた。

そこで、冷却塔の内部に、微生物担持体として活性化石炭を設置し、人体に害のない好気性菌を繁殖させることにより、水質を向上させ、メンテナンスを容易にする技術を開発した。水質浄化機能をもつ好気性菌を分離・培養し、その同定と機能性を調べた。さらにメンテナンスの手法・間隔を決定するためのノウハウを確立した。これにより冷却塔メンテナンスを行う企業に対して技術移転が可能となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】微生物、水処理

【研究題目】熱電材料評価用装置の高度化および性能評価

【研究代表者】舟橋 良次

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】舟橋 良次 (常勤職員1名)

【研究内容】

ピコサーム社の FlashTE は、熱電材料の電気抵抗率 ρ と熱拡散率 κ 、比熱容量 C_p を同時に測定することを目的に、試料加熱ユニット、試料測温ユニット、試料保持ユニット、試料温度制御ユニット、電気抵抗率測定ユニット、データ解析ユニットから構成されている。室温～最大1000℃ (常用800℃) の範囲において測定が可能で、試料の温度は傍熱加熱法により制御される。電気抵抗率 ρ は直流四端子法を用いて測定される。熱拡散率 κ は光パルス加熱法、比熱容量は示差方式により標準試料の比熱容量を基準にして測定される。本研究では FlashTE での熱拡散率及び電気抵抗率の同時測定と測定精度向上を目指す。さらにこのシステムを改良することで、熱電性能指数 $Z (=S^2 \rho / \lambda)$ 、 S はゼーベック係数、 ρ は電気抵抗率、 λ は熱伝導率) を直接測定できるハーマン測定法を用いた高温用基本システムの開発も試みた。

試料の厚さ方向（1mm）の金属系及び酸化物系など四種類の試料の熱拡散率と電気抵抗率を測定した。いずれの試料についてもこれまでに他の測定装置で得られた数値と良い一致が見られた。また、数回の測定による誤差も約10%となった。FlashTE は当初の目標である、同一試料、同一方位の熱拡散率と電気抵抗率の測定を一台の装置で精度良く行うことができるようになり、熱電材料の探索用、標準化用、その他熱物性計測用装置として「折り紙」を着けることができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱電変換、廃熱利用、計測技術

【研究題目】超電導計測機器用極低温クライオスタットの開発

【研究代表者】大久保 雅隆

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】大久保 雅隆、鈴木 宏治

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

超伝導検出器の冷却に必要な極低温実装技術を開発した。クライオスタット内で生成された4K 以下の極低温により検出器を効率よく冷却し、かつ機械式冷凍機（パルスチューブ冷凍機）の振動を検出器に伝えないコールドフィンガーを開発した。飛行時間型質量分析において質量分解能 ($m/\Delta m$) 10,000以上を得るためには、飛行時間をナノ秒精度で測定しなければならない。このため、検出器の振動を μm 程度に抑えて、飛行距離が変わることを避ける必要がある。パルスチューブ冷凍機の各部の振動、クライオフィンガーの検出器搭載位置での振動を計測し、除振性能を評価した。その結果、6.90 μm のパルスチューブ冷凍機の振動と比較して、超電導検出器搭載位置において1/4の2.22 μm を達成した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量分析、極低温、クライオスタット、超伝導デバイス

【研究題目】10Gbps 情報通信用高熱伝導システムボードの開発

【研究代表者】青柳 昌宏

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、

鈴木 基史（常勤職員4名）

【研究内容】

現在、サーバやルータなどの情報通信機器内で、最大で10Gbps レベルの高速信号伝送が必要となる。超高速信号伝送を具現化する際には、システムボード上の高速動作する能動デバイス部品からの発熱が大きくなるため、放熱フィン構造のヒートシンクによる放熱環境の整備が求められる。この課題に対して、高熱伝導プリント回路基板技術を応用した、実装部品からの発熱を放散する技

術、熱の集中を避けて基板全体で放熱する技術、ヒートシンクの縮小や冷却ファンの削減によるボード厚み低減技術などを開発し、機器筐体の実効的な小型化、高性能化の達成をめざす。

1) 高熱伝導システムボードの基本特性評価を行い、ボードの放熱構造による違いを検討した。2) 10Gbps 通信用高熱伝導システムボードの高速信号伝送と放熱性能の両立させる設計手法を構築した。3) 10Gbps 通信用高熱伝導システムボードのシミュレーションを行い、設計の妥当性を確認した。4) 10Gbps 通信用高熱伝導システムボードおよび比較用の従来型10Gbps 通信用システムボードの試作および評価を行い、高熱伝導システムボードの優位性を検証した。5) これらの実験結果から、高速信号伝送と放熱性能を両立させた高性能なシステムボードの設計指針を得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高速信号伝送、高熱伝導、システムボード

【研究題目】小規模煙道向けダスト濃度計の開発

【研究代表者】小暮 信之（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】小暮 信之、小林 悟、伊ヶ崎 文和、

田中 敏文、瀬賀 八郎、石川 誠、

立花 祐介、丹羽 忍、芥川 智子、

秋山 雅行、酒井 茂克

（常勤職員3名、他8名）

【研究内容】

赤色 LED とフォトダイオード、光ファイバーなどを組み合わせることにより、数 mg/m^3 ～数 $100\text{mg}/\text{m}^3$ までの広範囲のダスト濃度を連続的に測定でき、測定精度の確認や信頼性において重要なゼロ・スパン校正機能を有する小規模煙道用ダスト濃度計（DDM-HAL 2）が開発された。本研究は、中小企業等製品性能評価事業として、㈱田中電気研究所が開発したこの DDM-HAL 2 の性能を評価し実用化を検証するもので、併せて将来のダスト濃度計の標準化や PM2.5 連続測定への展開に資するデータベースを集収するものである。このため、DDM-HAL 2 について、試験粒子発生装置により機器性能試験を、温室熱源用の農作物残渣・木屑ペレットと都市ビル等熱源用の木質バイオ・天然ガス燃焼ボイラで現場校正試験を行った。試験の結果、機器性能試験では国際標準規格（ISO 10155：自動計測器）の基準を十分満足する手分析（JIS Z 8808）法との高い相関性 (γ : ≥ 0.95) が得られ、また極めて優れた応答性や指示値の安定性、試験用粉体の種類による機器性能試験の適不適、PM2.5 連続測定の可能性などが明らかになった。一方、実燃焼排ガスを対象とした現場校正試験においても、同様の優れた試験結果や現場試験を行う上での留意点などが明らかになった。さらに、JIS 法では測定困難であった数 mg/m^3 以下の極低濃度ダストの連続測定において

も、DDM-HAL 2は微小の濃度変化を忠実に表示し、ダスト濃度の排出状況監視や集塵機やプラントの異常発見などにも極めて有効であることが示された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固定発生源、ダスト、ダスト濃度計、光散乱方式、連続測定、PM2.5連続測定

【研究 題目】 高精度非接触エアサーボ測長器の開発

【研究代表者】 直井 一也（計測標準研究部門）

【研究担当者】 直井 一也、佐藤 浩志
（常勤職員2名）

【研究 内容】

エアを利用した変位計は、ノギスやマイクロメータで測定することができないサブ・マイクロメータの寸法を比較測定することができる。しかし、現在のエアマイクロメータの欠点として、「測定範囲が狭い」、「測定時のエアの圧力と変位の換算表を用いた間接的な変位測定」など信頼性に問題があった。株式会社 SES 研究所では、エアサーボ技術を用いて従来のエアマイクロメータの欠点を解決したエアスキャナを開発し、製造販売している。現在、エアスキャナには以下のような技術的な課題がある。本研究ではこれらの課題に対して研究を行う。

(1) 金型離型材（グリズ）や銀ペーストなどの柔らかい材質の厚み測定への用途拡大

(2) 繰り返し再現性の向上と国際的な販路開拓のため、エアスキャナのトレーサビリティのとれた評価による信頼性の確保

(1) については、本研究開始に先駆けて設計した実験機を用い、測定圧力の低減を試みた。ピストンの総重量が従来78.5mNであったものを、軸の材質の変更（SUS304製をアルミ合金 A7075）し、ストロークを5mmに縮小、ピストンリップ構造を薄型に変更することで25.5mNにまで軽量化した。この軽量化によりエアスキャナの供給エア圧を通常の15kPaから1.2kPaにまで低減することができた。

この結果、グリズの「ちょう度2」「ちょう度1」については再現性±0.5μm程度で計測可能な状態になった。

(2) については、トレーサビリティを担保するため、レーザ干渉技術を用いたエアスキャナ精度評価装置を開発し、エアスキャナを長さの標準であるレーザの波長を使用して精度評価を行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 エアマイクロメータ、レーザ干渉計、エアサーボ

【研究 題目】 量産化を目指した高性能ミリ波部品の製品化

【研究代表者】 堀部 雅弘（計測標準研究部門）

【研究担当者】 堀部 雅弘、信太 正明

（常勤職員1名、他1名）

【研究 内容】

計量標準の開発設備と評価方法を、外部導体内径1.85mmのミリ波同軸アダプタ評価に拡張して適用した。ミリ波帯の微小サイズコネクタに対応させるため、装置の測定精度の改善を行った。小型サンプルを測定装置に取り付けを可能とするため、傾き補正ツールを新たに設け、サンプル傾きの測定への影響を小さくした。これにより得られた寸法データを解析して、アダプタ内での多重反射の影響も含めて高周波特性を推定することができ、寸法のトレランスに対する特性変化の定量化を実現した。組み立てることなくアダプタに要求される加工精度の推定を可能とし、組み立て前段階で改善対策の実施が可能となった。また、高周波特性評価では、測定器のダイナミックレンジを改善することで、比較的小さいアダプタの接続部の反射特性を、高精度に評価することが可能となった。これにより、これまで差異が検出できなかった、コネクタインターフェースの改善効果を定量的に評価することが可能となったことに加え、最終製品の性能評価時における測定精度を改善し、より正確な製品性能評価も可能となった。現状の加工精度により、内外導体の設計値や仕上がりは目標製品仕様を満たすことができることを確認した。しかし、オスコネクタピンの直径設計値からの偏差とメスコネクタスロット構造による反射特性の劣化が観測されたため、メスコネクタのスロット部の設計を変更することで改善を図った。これらの評価で、接続部構造と反射特性の関連づけを実現し、今後の開発段階での設計値の決定において貴重な情報として蓄積することができた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 ミリ波同軸部品、寸法公差、性能向上、量産化

【研究 題目】 地質調査における可視化情報取得を画期的に向上するためのボアホールカメラの実証研究

【研究代表者】 国松 直（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 国松 直（常勤職員1名）

【研究 内容】

地質調査は地下の地層の状態を調査するもので、地下岩盤利用や地上構造物建設時の基礎の調査に欠かせない調査である。今回開発したボアホールカメラ（以下、汎用型ボアホールカメラと記す）は、カメラ映像機構を単純な前方撮影とし、地質技術者の視点から重要度の低い機能を削除することにより、大幅にコストダウン（約1/20）することが可能であり、地質業界のみならず他分野への普及も期待できる。

本実証研究では、汎用型ボアホールカメラの性能確認および今後の販路拡大を目指して、以下の3つの研究課題を設定、実施した。

(1)全地質への適応性の実証研究：全地質・土質での撮影が可能なボアホールカメラとしての性能評価のために、全国地質調査業協会連合会を通じて8社に委託し、現場使用実績を8箇所、80事例以上収集し地質調査の標準化手法としての原案作成事例をまとめた結果、本カメラ撮影画像から、簡単に概略の地層、断層、地すべり面、亀裂の多少と角度、亀裂の状況を観察できることを確認した。

(2)岩盤の不連続性評価のための実証研究：最も基本的な性能確認として、ボーリングコア RQD（岩盤の不連続性を表す指標、亀裂の判定が必要）とボアホールカメラによる岩盤内の亀裂状況（深度情報含む）との対比（亀裂判定精度の検討）を実施し、不連続性評価に対する性能を定量的に評価し、新手法を用いて RQD を求めても問題はないと推察された。

(3)水質測定（濁度計測）への適用のための性能評価実証研究：地質調査業界以外への販路展開を念頭に、井戸、河川等の水の濁度測定に対する性能評価試験を実施し、数カ所の現場での濁度計による測定結果との比較を行い、カメラ撮影画像でもほぼ妥当な濁度を求めることが可能と判断された。

【分野名】地質

【キーワード】ボアホールカメラ、性能評価

【研究題目】微粒子サイズ/モル質量計測装置の開発

【研究代表者】高橋 かより（計測標準研究部門）

【研究担当者】高橋 かより（常勤職員1名）

【研究内容】

液相内に分散する微粒子のサイズとモル質量（分子量）の測定には光散乱法が広く用いられている。光散乱法にはこれら2つの物理量を同一装置によって同時に計測できることに加え、他の計測法と比べて測定可能なダイナミックレンジが広いという利点を有するが、高精度計測を行うためには複数の解析用パラメータを別の装置で予め決定しておく必要がある。本研究は、高精度かつ小型化対応が可能な微粒子サイズ/モル質量計測用装置の光学系として新しい計測技術を基盤とした光散乱光度計により、簡便かつ迅速測定が可能な装置の開発を目的として行った。まず、試作機の D （粒子径）、 M （モル質量）、及び示差屈折率 Δn の精度検証を行った。 D は $\geq 5\text{nm}$ に対して $\pm 0.5\text{nm}$ または $\pm 1\%$ 以内、 M は $\geq 10^5\text{g/mol}$ に対して $\pm 3\%$ で測定可能であり、改良を施さなくても既存の市販光散乱装置を上回る性能を有していた。しかし、 Δn の検出限界は 3×10^{-6} であり、 Δn と光散乱の同時計測による解析を行うための要求精度 1×10^{-7} を満たしていなかった。 Δn 測定光学系のエラーの発生要因は「光の空間伝播中の光路長の温度・湿度・大気圧依存性」、「光学素子及びセルの屈折率の温度依存性」、「光学素子の平坦度」、「様々な要因による波面収差発生」の主に4点が考えられ、これらの点について試作機

の設計をもとに検証を行った。さらに、市販段階における問題点として「光源レーザの安定性と計測精度及び低価格化に関する検証」、「温度調節機能の改良とセル設計の最適化」に関する検証を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】微粒子、光散乱、分子量

【研究題目】特徴点抽出機能を装備した普及型3D ボディースキャナーの開発と性能検証

【研究代表者】持丸 正明

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】河内 まき子（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

近年、アパレル、医療、健康、エンターテインメント等の諸分野において人体の3D スキャンデータを利用するさまざまなビジネス・スキームが注目され始めている。

潜在するその市場は国内ばかりでなく、世界的な規模で広がろうとしている。(株)スペースビジョン社の3D ボディースキャナー「Cartesia」は、成長しつつある市場の基幹要素技術となるべく開発された人体形状計測システムである。今後の普及のためには3D スキャンデータの精度について国際標準に準拠する方法での性能評価、精度検証が不可欠である。また、当該製品をアパレル市場で活用するためには解剖学的特徴点にもとづく主要人体寸法の計算結果と、巻尺等で専門家が実測した人体寸法を比較し、国際標準に準拠する方法での検証が必要である。

そこで、本研究では、(株)スペースビジョン社の3D ボディースキャナー「Cartesia」について、(a)国際標準に準拠する方法での形状計測精度の検証、(b)ランドマークに貼ったマーカシール座標を自動抽出し、それにもとづく主要人体寸法を計算する技術の開発、(c)計算された人体寸法と実測した人体寸法を比較し、国際標準に準拠する方法での精度の検証を実施した。

この結果、3D ボディースキャナー「Cartesia」は、形状測定誤差（球形状測定誤差）は7~10[mm]、人体寸法と実測寸法のずれ量（95%信頼性限界）は大半の計測項目で-10~+10[mm]の範囲にあった。健康分野での体形管理や店舗での衣服サイズ判定用途であれば、実用に耐えらるると考えられる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】人体形状、人間計測、デジタルヒューマン

【研究題目】ナノモールディングテクノロジーによる金属/樹脂接合の信頼性向上

【研究代表者】堀内 伸（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】宮前孝行（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

ナノモールディングテクノロジー（NMT）は、ナノ

メートルサイズの微細凹凸をあらかじめ作った金属部品を、金型にインサートし、射出成形と同時に樹脂と金属を強固に一体化する技術である。射出成形と同時に樹脂成型物と金属の一体化接合が可能のため、組立工程・部品点数の削減によるコスト削減、さらに、防水、防塵等の機能付加およびデザイン性の向上による、高付加価値化が可能である。本技術により得られる高い接合技術は、厳しい耐環境試験にも耐えることが可能なため、リチウム電池の端子と筐体の接合、ハイブリッド自動車用パワーコントロールユニット、溶接困難な異種金属（アルミ／マグネシウム等）の接合による車体用構造部材など自動車用部材の軽量化、低コスト化に資する技術として期待できる。

本研究の目的は、NMTにより得られる樹脂／金属の高い接合力を実証し、製品の高信頼性を付与するため、電子顕微鏡によるナノ界面解析、および和周波発生分光法（SFG）による界面分子構造解析を樹脂／金属接合界面に適用し、界面の接合状態を評価することである。種々の電子顕微鏡手法（TEM、SEM、AFM）により接合界面の化学構造解析をナノレベルで行い、界面近傍での樹脂組成変化、結晶構造変化等を解析する。また、SFGにより、電子顕微鏡手法では困難な、界面での分子レベルでの相互作用、配向を解析する。2つの手法から得られる界面構造情報を統合し、 $\mu\text{m}\sim\text{nm}\sim\text{\AA}$ での広範なスケールでの界面構造を明らかにし、界面-接着の相関を明らかにする。さらに、用途に最適な接着・密着性の評価法を確立し、高信頼性を得るための金属表面処理方法、樹脂組成および射出成形条件を最適化する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 高分子、金属、接合、電子顕微鏡

【研究題目】 次世代ハイエンド電気計測器とその周辺装置・基準組み込み部品群の開発

【研究代表者】 浦野 千春（計測標準研究部門）

【研究担当者】 浦野 千春、金子 晋久、丸山 道隆、大江 武彦、坂本 泰彦

（計測標準研究部門）、

片山 憲一、清水 学、鈴木 朝大

（株式会社エーディーシー）、

赤坂 清三（株式会社川島製作所）、

桐生 昭吾（東京都市大学）

（常勤職員5名、他5名）

【研究内容】

1) 研究の背景・目的・目標

本研究は国際的な市場で競争力を持つ製品の開発に、究極の標準であり基礎物理定数により決定される絶対的な安定度を持つ量子電気標準を利用するための例を示し、その手法を産業界に広めることを究極的な目標としたプロジェクトである。

2) 研究の全体計画

市販の計測器で1年間かけて観測できる各種装置の経時変化が1週間程度でよりはっきりと観測する。また、加速試験など、大きな環境変化・負荷（温度変化・振動など）を与えないと観測できない測定量も、量子標準を基準にして実際の環境変化と同レベルの環境変化・負荷にたいして、微小な変化を測定し、信頼性の高い製品評価をおこなう。このような量子標準を次世代ハイエンドデジタルマルチメータの製品開発のあらゆる形で利用し、製品性能のかつてないレベルでの評価、製品の開発期間の短縮、市場投入の迅速化、などを図る。

3) 研究内容及び成果の概要

まずハイエンドデジタルマルチメータの性能を決定する上で最も重要な構成要素である「次世代超安定10 k Ω 基準抵抗素子」の評価を行った。素子の選別に従来は1年必要であったが、量子標準をベースとした選別法を用いると3週間程度で十分であることを実験により確認した。新規抵抗素子の開発は現在進行中である。

「次世代ハイエンドデジタルマルチメータ」の交流電圧特性を量子力学的に評価するために、交流ジョセフソン電圧標準の開発を行っている。交流ジョセフソン電圧標準の実現に必要な不可欠な「広帯域マルチポートプローバー」を完成させた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 デジタルマルチメータ、参照電圧源、参照抵抗器、ジョセフソン効果、量子ホール効果

【研究題目】 超小型可搬汎用高分解能質量分析装置の開発と評価

【研究代表者】 高橋 勝利

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 高橋 勝利、津越 敬寿、三木 伸一、高橋 圭二（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

MSI.TOKYO（株）が開発した超小型卓上飛行時間型質量分析装置（InfiTOF）はマルチターン型の飛行時間型質量分析装置であり、本来ならば数メートルの長さが必要とする装置と同じタイプの分析を卓上のパーソナルコンピュータとほぼ同じくらいの大きさで実現する事の出来る画期的な装置である。この市販装置に取り付けられているイオン源は、電子衝撃（EI）イオン源のみであり、本研究実施前には、気体中に含まれる低分子の質量分析を行う事ができるのみであり、適用領域がごく限られていた。

本研究では、この InfiTOF 装置の適用範囲を飛躍的に拡大し、分析現場に持参しての複雑な分析を可能とする画期的な装置を実現する事を目的に、様々な分野にまたがるサンプルの分析に用いられるイオン化法「マトリ

クス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI)」を行うイオン源を新規に開発し、InfiTOF 装置に組み込み、動作させることに成功した。

今後、様々な標準試料を系統的に測定し、MALDI イオン化法が可能なポータブル質量分析装置としての開発装置の性能評価を実施し、実用化につなげる計画である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 質量分析、レーザー、MALDI、マトリクス支援脱離イオン化

【研究題目】 超小型可搬汎用高分解能質量分析装置の開発と評価

【研究代表者】 津越 敬寿 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 高橋 勝利、津越 敬寿、三木 伸一、高橋 圭二 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

MSI.TOKYO (株) が開発した超小型卓上飛行時間型質量分析装置 (InfiTOF) はマルチターン型の飛行時間型質量分析装置であり、本来ならば数メートルの長さが必要とする装置と同程度の分解能の分析を、卓上のパーソナルコンピュータとほぼ同じくらいの大きさで実現することの出来る画期的な装置である。この市販装置に取り付けられているイオン源は、電子衝撃 (EI) イオン源のみであるため、本研究実施前には、気体中に含まれる低分子の質量分析を行うことができるのみであり、適用領域がごく限られていた。

本研究では、この InfiTOF 装置の適用範囲を飛躍的に拡大し、分析現場に持参して複雑な分析を可能とする装置を実現することを目的とし、様々な分野にまたがるサンプルの分析に用いられるイオン化法である「エレクトロ・スプレーイオン化 (ESI)」および「マトリクス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI)」を行うイオン源をそれぞれ新規に開発し、InfiTOF 装置に組み込んだ。ESI 法については、大気圧下でイオン化した溶液中のサンプル分子をオリフィスを介して真空中に取り込み、そのイオンを加速して飛行時間型質量分析を行うことを計画したが、オリフィスからの空気の流入が予測以上に多く、質量分析装置内部の真空度が非常に悪くなってしまったため、そのままでは分析が行えないということが判明した。これに対する対策を検討したが、試作にまでは至らなかった。MALDI 法に関して、レーザーを結晶上に上手く照射するためにはサンプルプレート表面を観察しながらレーザー光を照射する必要があるが、装置を小型化しかつ価格も抑える、という観点から、市販のファイバースコープ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等を組み合わせ、サンプルプレート表面をモニターし、画像・動画情報を保存する機構を実現した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 質量分析、レーザー、ESI、エレクトロ・スプレーイオン化

【研究題目】 スペクトル線幅測定の超狭線幅レーザーへの対応

【研究代表者】 土田 英実 (光技術研究部門)

【研究担当者】 土田 英実、伊藤 日出男 (常勤職員2名)

【研究内容】

次世代のデジタルコヒーレント光伝送においては、スペクトル線幅が数 kHz から数100Hz のレーザー光源が要求される。本研究では、長尺の光ファイバを用いることなく、高分解能が実現できる周回型遅延自己ヘテロダイナミクス法をベースとしたスペクトル線幅測定器を試作し、性能評価を行った。共同研究企業である株式会社インターエナジーにおいて、10km の光ファイバで100km 以上の遅延を実現する光学系、光学損失を補償する光増幅器、ビート信号検出に必要な高周波受光・増幅回路等を設計・試作し、これらを組み合わせたスペクトル線幅測定器を試作した。産総研では、狭線幅レーザー光源を用いて、試作した測定器の分解能、信号対雑音比等の性能を詳細に評価した。その結果、10km の光ファイバで150km 程度の遅延を実現することが可能であり、分解能670Hz が期待できることを明らかにした。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 スペクトル線幅、コヒーレント光通信、狭線幅レーザー

【研究題目】 高機能集積型試料導入ネブライザーの開発及び高度化

【研究代表者】 千葉 光一 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 千葉 光一、稲垣 和三、藤井 紳一郎、三浦 勉、阿部 正昭 (株式会社エス・ティ・ジャパン)、杉本 哲也 (株式会社エス・ティ・ジャパン)、内田 正幸 (株式会社エス・ティ・ジャパン) (常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

産総研と株式会社エス・ティ・ジャパン社で共同開発した誘導結合プラズマ発光分析装置 (ICP-OES) のための可変式多重管構造ネブライザーの多機能性 (高効率噴霧能、高塩濃度液噴霧能、多液同時噴霧能) を高度化し、応用研究により性能実証した。さらに、機能面で既存製品 (すべて海外製品) との明確な差別化を図り、唯一の純国産製品として製品市場価値を高めるとともに、国内量産体制を確立した。具体的には、噴霧可視化解析及び噴霧粒子速度分布計測に基づき、ネブライザー先端形状を最適化するとともに、専用気化室を新たに設計・試作した。性能実証試験として高純度金属中の不純物試験に応用し、既存製品よりも優れた性能を実証した。さらに、外部協力機関に実証試験を依頼すべく、試作製品を複数製造した。高度化の成果を受けてネブライザー構

造を再設計し、共同研究企業（株式会社エス・ティ・ジャパン）にて新たに試作品を製造し、量産に向けたロット再現性確認および旧試作品との性能比較を進めている。これまでに旧試作品よりも噴霧性能が優れていることが確認できたが、噴霧効率のロット間再現性が20%ほどあり、これが10%程度に収まるよう生産技術の見直しを行っている。

【分野名】標準・計測

【キーワード】微量元素分析、ネプライザー、機能集積、ICP 発光分析

【研究題目】半導体製造装置用新型流量計の開発

【研究代表者】佐藤 治道

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】佐藤 治道、明渡 純（常勤職員2名）

【研究内容】

半導体製造装置は純水や薬液等の液体の流量の測定が必須であるが、液体の汚染を嫌うので、非接触で流量の測定ができる超音波流量計が使われている。共同研究先企業の商品の中で最も精度が高いものは800mL/min（誤差±8mL/min）まで測定可能なものである。一方、半導体業界では歩留まり向上や微細化に対する要求から、より微小流量の測定ができる流量計が必要とされている。そこで、40mL/min（誤差±0.4mL/min）の精度を目指して、新型の超音波流量計の商品化を続けている。現在、試作まではできている。しかし、安定性の問題を抱えており、このままでは量産化はできない。この状況を打破するために周波数の選定など、原理の解明を産総研が行い、共同で実環境試験に耐えうる設計を行い、製品のバラツキ等の問題を解決し、量産化を目指す。

ガイド波の概念等を用いて、設計をしなおすことにより、10mL/min（誤差±0.1mL/min）の試作機の作製に成功した。ただ、商品として売るには、あと少し、歩留まりを改善する必要がある。そのためには、パッケージングを含めた解析も必要になると考えている。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超音波、流量計、ガイド波

【研究題目】廃電被覆材を利用したプラスチック成形機用洗浄剤の開発

【研究代表者】小寺 洋一

（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】小寺 洋一（環境管理技術研究部門）、村上 敬、日比 裕子（先進製造プロセス研究部門）（常勤職員3名）

【研究内容】

（目標）：プラスチック成形加工事業で使用される成形機の洗浄に使用される洗浄剤について、耐熱性や洗浄能力の因子を検討し、共同研究企業の従来型製品に比べ各性能のより高い新規の洗浄剤（ページ剤）を開発する。

洗浄剤成分として、廃棄電線の架橋ポリエチレンなどのリサイクルを検討する。

（年度進捗状況）：洗浄剤の洗浄能力を置換性能および自己排出性で評価することを提案し、さらに評価の指標として、射出成型機を用いて、その洗浄工程で要した樹脂の総量を採用し各種組成の新規洗浄剤の洗浄性能を比較した。耐熱性は空気酸化開始温度の高低で判断されるものと推測し、TG-DSC で各種成分の空気酸化による発熱が現れる温度を測定した。洗浄剤成分について、洗浄能力を定量評価した他、加熱試験機中で300℃に加熱し、新規洗浄剤試料が変色する程度を定性的および定量的に観察した。

新規の高耐熱性洗浄剤調製に向けた配合指針については、主剤、添加剤の他、架橋ポリエチレンの組み合わせを検討した。主剤として、280℃と高い酸化開始温度を有する芳香族主鎖を有する高分子基材、たとえばPBTの採用が有望であると結論できた。これは、従来品と同等に洗浄能力を保持しつつ、耐熱性向上に有効である。架橋ポリエチレンは、従来の主剤のポリエチレンやポリプロピレンに添加した際、洗浄性の向上が観察された。また、この試料の再練り処理を行い、その前後の洗浄剤サンプルのせん断粘度測定、マイクロビッカース硬さ測定、及びSEMによる組織観察などから、再練り処理で硬さの均質化やせん断粘度の上昇を確認し、再練り品のボイドの増加や多成分からなる洗浄剤の均質化が観察された。共同研究企業の従来型製品（スター・クリーン）に比べ、洗浄剤特性向上が見られた原因として、この均質化などが考えられた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】廃プラスチック、架橋ポリエチレン、プラスチック成形、洗浄剤、ページ剤

【研究題目】手術室で使用する麻酔ガスの分解装置開発

【研究代表者】栗津 浩一

（近接場光応用光学研究センター）

【研究担当者】栗津 浩一（常勤職員1名）

【研究内容】

手術室やICU内では、麻酔ガス（笑気とエーテル系麻酔薬）が漏洩し医療関係者に深刻な健康被害が発生している。そこで、漏洩した麻酔ガスを分解するデバイスを開発し、医療関係者の健康被害を解消する。それには、まず光触媒化学と近接場光学との融合による「局在表面プラズモン光触媒」を電極材料とした麻酔ガス分解デバイス（LSP-PACT）を開発する。麻酔ガスは体内に取り込まれた後の分解過程、分解成分も単純ではない。手術室内外の環境分析と麻酔薬が体内に取り込まれて分解、吸収していく過程の解析を行い、どの物質が健康被害の主たる原因であるかを解明し、その主物質の分解、無害

化に全力をあげる。目標としては3つに分類できる。①従来の酸化チタン光触媒と比較して、笑気ガスの分解効率7倍、PACT-3（現在最新型の PACT）と比較して5倍の分解効率。健康被害の原因物質の完全無害化。②手術室内外に漏洩する麻酔ガス、副生成物の定性、定量。③麻酔ガスが体内に取り込まれた後の分解過程の検証をアトモルオーダーで行い、健康被害の原因物質を特定する。

本年度においては、東京医科大学茨城医療センターの手術室を用いて、通常の手術で用いる麻酔ガスとして笑気ガスとセボフルランをブレンドしたガスを用いた。通常の手術における麻酔ガスの利用方法と全く同様の操作を行い（すなわち、故意に漏洩させることなく）、その過程における笑気ガス濃度をモニターした。同時に PACT を動作させて、笑気ガスの分解を定量した。その結果、PACT の動作により初期値の2%にまで笑気ガスを分解できることを確認した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 表面プラズモン、光触媒

〔研究題目〕 マイクロレンズの光学特性検査装置の開発

〔研究代表者〕 川手 悦男

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 川手 悦男、山田 尚史

（常勤職員2名）

〔研究内容〕

本研究開発の目標は、拡散反射率、拡散透過率を同時に測定できる『マイクロレンズの光学特性検査装置』の実証試験をおこなうことである。光ファイバーの結合部分、DVD の光信号ピックアップ光学系や内視鏡には、マイクロ光学素子（凸レンズ、ボールレンズ、偏光板、 $\lambda/4$ 波長板、偏光ビームスプリッター等々）が多数使われている。この中で曲率半径の短いマイクロレンズ（直径2mm～5mm）は、各種光学測定が極めて困難で、反射率や透過率測定はできていない。このような状況のため、製造工程の多くの場面で『職人の勘』に頼っている。拡散反射率・透過率を測定して、仕掛品の面精度・面粗さ・膜の状態を評価できるようになれば、製造工程へこの測定結果をフィードバックすることで、標準化した工程を確立できる。日本の光学製品は世界市場で強い競争力を持っている。本提案は、この分野の製造業の基盤技術の研究開発でもある。本研究期間は1年である。我々は、産総研で開発してきた STAR GEM 光学系を用いて、レーザを光源として、直径2mm～5mm で無反射コート膜の有るマイクロボールレンズと無いマイクロボールレンズを準備して、全半球反射率測定をおこない、コート膜の性能を評価できることが解った。さらに、マイクロボールレンズからの拡散反射光を CCD カメラで観測することで、拡散反射光の空間分布を測定できることも解った。今後の課題として、現状の測定精度が±5%であ

り、これでは不十分で測定精度を向上させる必要がある。レンズの評価のためには、可視光領域での分光測定が必要であるので、拡散反射率・透過率スペクトル測定ができるように装置と検出器を改良する。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 マイクロボールレンズ、マイクロ光学素子、拡散反射率、拡散透過率、散乱

〔研究題目〕 糖鎖ポリマーブラシによる光導波モードバイオセンサーの開発

〔研究代表者〕 藤巻 真

（近接場光応用光学研究センター）

〔研究担当者〕 藤巻 真、栗津 浩一

（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

従来、食品や飲料水中の細菌や毒素の検出は、遺伝子検査法（例えば PCR 法（ポリメラーゼ連鎖反応法）など）、抗原抗体反応法（例えば ELISA 法（酵素結合免疫吸着検定法）など）、イムノクロマトグラフィーなどで行われてきた。このような検出を、耐環境性の高い小型バイオセンサーと洗練されたインターフェースで行えるような新技術を開発することができれば、従来技術では不可能であった高度な機器、設備、人材の確保が難しい現場での迅速簡便な細菌や毒素の検査を行うことが可能となる。

本事業では導波モードセンサーをベースに、小型ハンディタイプの細菌・毒素測定用バイオセンサーの開発を行う。具体的には、水中の大腸菌を公定法に比べて迅速・簡便かつ連続で測定可能な装置を目標とする。

本年度においては、導波モードセンサーのセンサーチップ表面を糖鎖ポリマーブラシによりバイオセンシング用に加工し、それを用いて、大腸菌の検出に成功した。また、小型化した導波モードセンサーの設計を行い、検証用プロトタイプ機の作製を完了した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 導波モードセンサー

〔研究題目〕 サブミクロン・ナノ粒子用連続精密遠心分離装置の開発

〔研究代表者〕 川原 順一（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 川原 順一、東出 光平

（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

微粒子の分級（粒子サイズによる分別）手段に対して、精密化、効率化、微小化という要請が近年、急速に高まりつつある。そこで、このような要請に一挙に答えるべく、全く新しい装置原理に基づくサブミクロン・ナノ粒子対応のラボ用連続精密遠心分離装置の開発に取り組んだ。具体的には、多数フラクションの同時回収、大きな試料処理容量、そして高い回収率を実現するとともに、

従来のバッチ方式を連続方式に転換することで、分級過程で消費されるエネルギーおよび資源の効率を抜本的に高めることを目指した。

さて、これまで時間連続の方式において分離の精密化が達成出来なかった最大の理由は、試料粒子の分離方向において、分離の行われる流路（分離流路）の幅を十分広く設定出来なかったからである。そうせざるを得なかった原因は、分離流路幅を広く設定すると乱流が起きてしまうからである（レイノルズ数の考え方）が、分離方向において乱流が起きたのでは分離位置が乱れて、とても精密な分離は出来ない。そこで、分離流路幅を広く設定しても乱流が起きないようにするため、連続密度勾配形成器という新しい方法論の開発に取り組んだ。連続密度勾配形成器とは、分離場液相の密度勾配を、「試料粒子の分離方向に連続的に増大する様態で、かつそれを時間連続」で供給するためのデバイスである。このような密度勾配の存在は、本装置のような強大な遠心力場においては、試料沈降方向の乱流を強力に抑止してくれるのであるが、このデバイスも、本開発における中核技術の一つである。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 微粒子分級、連続遠心分離、沈降速度法

【研究 題目】 CVD 多結晶ダイヤモンド砥石による SiC ウェハ研削加工装置の研究開発

【研究代表者】 加藤 智久（エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ）

【研究担当者】 加藤 智久、下田 一喜
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内容】

大口径SiCウェハの製造コストを抑えるには、SiCウェハの切断・研削・鏡面研磨（ラッピング）・最終研磨（CMP）の各加工能率を高めていくことが重要である。本研究開発では、CVD法（化学気相堆積法）によって作製する多結晶ダイヤモンドを主材料とした砥石の新規開発技術を元に、加工能率を改善する新しい研削技術を提案することを目的とした。CVD多結晶ダイヤモンドは微粒子をSiCセラミクス基材上に堆積させて膜状に形成すると極めて高い剛性・韌性を持つ材料に変化する。これを利用し、SiCウェハの研削が可能となる砥石を作製することで、従来では達成できない高能率研削加工を実現することが可能となる。本研究で作製したCVD多結晶ダイヤモンドを使用しφ2inchの鏡面化研削加工に成功した。この成果は従来のダイヤモンドラッピングの工程の代替となる高速加工プロセスとしてその可能性を示すことができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 研削、CVD、多結晶ダイヤモンド、炭化珪素

【研究 題目】 家庭用動脈硬化度計測機器の研究開発

【研究代表者】 小峰 秀彦（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 小峰 秀彦、横井 孝志、菅原 順、
高井 洋平、赤澤 暢彦、田名辺 陽子
（常勤職員3名、他3名）

【研究 内容】

本研究は、これまで開発してきた「血圧計を用いた動脈硬化度評価技術」を基に、一般消費者にも理解できる動脈硬化度評価指標の開発を目指した。

一般消費者にも理解出来る指標として、開発してきた動脈硬化度指標をもとづく1) 年齢の統計学的推定（血管年齢）、および2) 既存動脈硬化度指標（cfPWV）の統計学的推定を試みた。推定年齢と実年齢との乖離度から一般消費者でも動脈硬化度を判断できる。一方、cfPWV については、学会で定められた基準値（危険値）を基に動脈硬化度を判断できる。

1) 推定年齢（血管年齢）

推定年齢（血管年齢）と実年齢には相関関係が認められた($r=0.67$, $P<0.05$)。ただし、推定精度に課題を残した。40、50歳代と比較して、60歳代以上の高齢者および20、30歳代の若年者の推定精度が悪かった。

2) 推定 cfPWV

推定 cfPWV と実測 cfPWV には強い相関関係が認められた($r=0.77$, $P<0.05$)。ただし、推定年齢と同様、推定 cfPWV も推定精度に課題を残した。cfPWV が1000m/s 近辺では推定精度が比較的高いが、cfPWV が大きい、あるいは小さい場合に実測 cfPWV と推定 cfPWV との間に乖離がみられた。推定精度に課題を残したが、作成した指標を利用して一般消費者が家庭で動脈硬化度を評価できる可能性を得た。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 動脈硬化、血圧計、加齢

【研究 題目】 印刷低温焼成技術を用いたアルミニウムフレキシブルプリント配線の実証研究

【研究代表者】 鎌田 俊英（光技術研究部門）

【研究担当者】 吉田 学（常勤職員2名）

【研究 内容】

フィルム基板上に、抵抗やコンデンサ、コイルなどの回路素子を搭載したフレキシブルプリント配線基板の印刷作製技術を確立し、共通標準回路を初期装備した高機能フレキシブルプリント配線基板の開発を目指す。特に本研究では、低価格化と新機能付与の基盤技術となるアルミニウム配線のフィルム上直接印刷形成技術の実証研究に重点を置き、UHF用RF-IDタグ部材、チップレスタグ部材などとしての製品展開可能となる性能創出技術の開発を目指す。

本年度は、アルミニウムの配線パターンフィルム上への直接印刷形成の実現に向けて、アルミニウムインクの開発と低温焼成技術の開発を行った。インクは、スクリーン印刷法に適用可能で、かつ新規開発した低温焼成

技術である圧力焼成技術に適合性が高くなるよう技術開発を行った。また、圧力焼成技術は、プロセス温度120℃以下でも、十分低い抵抗が得られるようにする技術として開発した。こうして得られた技術により、UHF 用無線アンテナをアルミニウムの直接印刷法で試作し、IC チップを搭載して実用性能の検証を行ったところ、市販品の3/4程度のアンテナ動作距離を示す、比較的良好的なアンテナが得られることが検証できた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】印刷デバイス、フレキシブルデバイス、金属微粒子インク、アルミニウム配線

【研究題目】微量重金属分離分析用固相抽出全自動前処理システムの開発

【研究代表者】朱 彦北（計測標準研究部門）

【研究担当者】朱 彦北、朝海 敏昭、稲垣 和三、千葉 光一、岡田 三郎（常勤職員5名）、本水 昌二、樋口 慶朗、山本 峻三、中島 進（M&Gケマテックスジャパン株式会社4名）、黒田 寿晴、松尾 隆文、奈良 富雄、小野 光正（システムインストルメンツ株式会社 4名）、梅原陽一、酒井 富美子、吉本 大祐、佐々幸（プロニクス株式会社4名）、伊藤 彰英（国立大学法人琉球大学1名）、高村 禅（国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学1名）

【研究内容】

【目標】本研究は微量重金属の分析に際して、必要となる目的元素の濃縮及び干渉成分の分離に関する研究である。固相抽出は微量重金属の濃縮分離に非常に有効であるが、その操作は熟練技術と専門知識が必要のため、多分野のユーザーへの普及は困難。

上記問題の解決策として、微量重金属の全自動前処理システムの開発を研究目的とした。研究の目標：①全自動前処理システムの開発と製品化、②高効率小型固相抽出カラムの開発と関連分析法の確立。

【研究計画】(①、②は共同研究；③は委託研究)

① 産総研=MGC 社=SIC 社：カラム洗浄・カラム再生・試料調製・試料導入・マトリックス除去・溶出などすべての固相抽出操作を自動化した前処理システムの開発。

② 産総研=プロニクス社：少量試料で微量重金属の高感度分析を実現するために、高効率小型固相抽出カラムの開発および関連分析法の確立。

③ 琉球大・北陸先端大：海水試料への応用と小型分析装置との整合性について評価。

【年度進捗状況】本研究は単年度の課題であり、各研究開発項目は以下のように進めた。

①全自動前処理システムの開発：完了。製品化までの課題：ハードウェアの省スペース化（約4m³⇒2m³以下）、ソフトウェアの全自動制御の実現、試料調製部のpH調整精度向上（±0.5⇒±0.1）。

②高効率小型固相抽出カラムの開発：完了。市販品最小カラムの1/5程度の樹脂を充填した固相カラムの開発に成功した。10mL 試料を用いて微量重金属の約130倍の濃縮効果を確認できた。製品化までの課題：カラム間の再現性確認・確保、カラム使用条件の明確化。

③全自動前処理システムの実用性評価：完了。

【分野名】標準・計測

【キーワード】微量重金属、分離分析、固相抽出、全自動前処理システム

【研究題目】電子顕微鏡用新規オスミウムアパーチャープレートの開発

【研究代表者】八瀬 清志（光技術研究部門）

【研究担当者】川崎 一則、広瀬 恵子（セルエンジニアリング研究部門）、吉澤 徳子（エネルギー技術研究部門）、関口 勇地（生物機能工学研究部門）、山本 和弘（計測フロンティア研究部門）、安岡 正喜（先進製造プロセス研究部門）、田中 孝治（ユビキタスエネルギー研究部門）（常勤職員7名、他2名）

【研究内容】

共同研究先の和テックシステムが開発したオスミウム（Os）コートした透過型電子顕微鏡（TEM）用の絞りのチャージアップや汚染防止の効果を、産総研所有の日本電子、FEI（フィリップス）製の TEM に実装し、計時変化を観測した。その結果、導電性を有する Os 膜が効果的にチャージアップや汚染防止に効果があることが明らかとなった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス、環境・エネルギー、標準・計測

【キーワード】透過型電子顕微鏡、チャージアップ、汚染、絞り

【研究題目】液化ガス用加熱気化装置の研究開発事業

【研究代表者】後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】後藤 新一、貝塚 昌芳

（常勤職員1名、他1名）

寒冷地および冬期における民生用液化ガスの容器内ガス揮発誘導装置として、金属を高効率・高精度で加熱できる IH（誘導加熱）式ヒータの開発を行い、さまざまな応用範囲を模索した。その結果、コイルから加熱対象までの距離が15mm 程度なら加熱できるとの知見が得られ、液化ガス容器程度の大きな曲率の面であれば平面

のコイルで加熱可能であることが明らかとなった。また、IH方式は加熱対象が発熱体となり、高効率で温度コントロールの応答性が速いため、液化ガス容器を加熱する目的以外にも応用範囲が広いと考えられ、様々な応用方法を模索した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】液化ガス、IH式ヒータ、LPガス、コイル、誘導加熱

【研究題目】500°C級・耐熱性ポリイミドの開発

【研究代表者】山本 淳（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】山本 淳（常勤職員1名）

【研究内容】

溶媒に分子レベルで溶ける可溶性ポリイミドから出発する500°C級耐熱性ポリイミドをベースに、発泡プロセスを導入することにより、断熱材をはじめとする幅広い分野での応用が可能な発泡ポリイミドを開発する。発泡ポリイミドの合成の基本技術を有する、(株)ソルピー工業の試作品について、断熱性等の基礎物性評価を産総研が実施し、このうち一部の熱物性評価に関しては国立大学法人豊橋技術科学大学が分担して実施する。試作品の熱伝導率は約0.05W/mKと耐火煉瓦等に比べ十分に低く、耐熱性を有する有機材料でありながら、ガラスウール系の断熱材と同等のレベルの断熱性を持つことが示された。発泡フェノール等、既存の断熱材と比較してより高温まで利用可能な有機系断熱材として、試作品の優位性が確認された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】発泡ポリイミド、断熱材、省エネルギー、可溶性ポリイミド

・放射性廃棄物処分基準調査等委託費

【研究題目】放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備

【研究代表者】山元 孝広（地質情報研究部門）

【研究担当者】山元 孝広、伊藤 順一、宮城 磯治、大坪 誠、松本 哲一、宮下 由香里、中野 俊、風早 康平、安原 正也、高橋 正明、塚本 齊、佐藤 努、高橋 浩、西来 邦章、松浦 旅人、大和田 道子、芝原 暁彦、尾山 洋一（常勤職員13名、他5名）

【研究内容】

① 隆起沈降の予測手法の整備

隆起沈降量計測法の高精度化を測るため、群列ボーリングコアを用いた海岸段丘構成物の堆積相解析から旧汀線高度を復元し現海面との比高から隆起速度を割り出す手法を検討し、これを青森県太平洋岸の尻屋崎に適用した。従来の報告では厳密な旧汀線の復元が行われておらず、再検討の結果、隆起速度は既報値の1/2～2/3である

ことが判明した。隆起速度の高精度計測のためには地表から基盤に達する複数の連続試料を用いることが有効であり、特に隆起速度の遅い地域では不確かさ軽減のためにこの種の調査が必要とされる。

② 地震・断層活動の予測手法の整備

地形変位が不鮮明な活断層（低活動性断層）の活動性評価手法として、これまで本委託費研究で開発されてきた断層岩の性状からその活動性を判定する手法について、今年度は塩基性岩類起源の断層岩の解析を行った。塩基性岩石についても花崗岩類と同様に断層岩の色調が活動度に応じて変化することが確認できた。しかしながら、塩基性岩では花崗岩類とは異なる鉱物相も出現しており、出発物質の違いが現れたものとなる。また、今年度は断層岩性状による断層活動性評価の手順を流れ図として整理し、その判断指標を提示した。

③ 火山・マグマ活動予測手法の整備

単成火山群の新規出現性評価の研究

単成火山については活動するマグマが地域で異なるため、東北日本と西南日本に分けてその活動を検討する必要がある。東北日本ではデイサイトー流紋岩マグマが単成火山を作っている。新期出現した単成火山噴出物の岩石学特徴を検討した結果、単成火山のマグマは同時に活動する成層火山のマグマよりも、低温・低圧状態にあったことが示された。このことは地下のマントル高温部の中心部では成層火山が、周辺部で単成火山が出現することを示唆している。一方、西南日本の単成火山についてはこれまでの本委託費研究で得られた成果に、産総研の未公表データを合わせて地域全体の時空分布解析を行った。その結果、およそ同源マグマソースに由来する単成火山群は、100万年前後の活動期間を持ち、地表において10数km四方の活動範囲を持つことが改めて確認された。

巨大カルデラ噴火の発生頻度と影響範囲の研究

北海道屈斜路カルデラで約12万年前に発生した巨大カルデラ噴火の産物をモデル対象に、巨大噴火の発生プロセスを検討した。その結果、一連の巨大カルデラ噴火の過程で噴出するマグマの組成と噴火位置が変化し、地下の複数の組成の異なる流紋岩マグマ溜まりの連鎖噴火で巨大噴火へと至ったことが明らかになった。今後、これらの複数のマグマの成因を検討することで、巨大噴火のトリガーを明らかにすることが可能になろう。また、既存地下水試料を用いた屈斜路カルデラ火山周辺地域の地下水系へのマグマ起源物質の影響に関わる検討では、昨年度と反対のカルデラの南側を対象とした。北側ではマグマ起源物質の影響は30km範囲に及ぶのに対して、南側では10km程度であった。この違いの原因は地下構造に関連すると考えられ、地下水に対する火山の影響には強い指向性があることが明らかとなった。

④ 海面変化の影響評価・予測手法の整備

日本では氷期に海面が最大140m程度低下することが

確実であり、地下環境に様々な影響が現れると考えられ、その評価手法を整備しておくことが必要となる。その第一段階として、長期にわたる海面変化が深層地下水の流動に与える変化を把握する目的で、東北北部の堆積岩地域の沿岸部をモデル地域として、深層地下水の資料収集を行い整理した。また、保有する既存地下水試料の分析をすすめ、深層地下水の化学・同位体データを集積した。それらのデータを基にし、その賦存状態や性状についての空間分布を明らかにし、特徴をまとめた。

⑤ 深層地下水流動の予測手法の整備

深層地下水流動の予測手法の整備として、深層地下水系の長期安定性とその変動要因に係る調査・評価技術の開発を行った。具体的には、関東、阿武隈および北陸地域において、深層地下水流動系についての涵養・流出プロセスについて、帯水層や裂隙水の繋がり・不連続や断層の水みちとしての機能の評価とともに検討し、評価手法を提示した。一方、昨年度までに深層に存在することが明らかとなった高塩濃度の地下水について、その起源および流動状態の把握のため、ヘリウムや放射性塩素を用いた手法を適用した。さらに、放射性塩素を用いた深層地下水の起源解明手法についてその手法を評価し取りまとめた。

【分野名】地質

【キーワード】放射性廃棄物、地層処分、長期変動、深層地下水、規制支援

【研究題目】放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備

【研究代表者】渡部 芳夫（深部地質環境研究コア）

【研究担当者】渡部 芳夫、伊藤 一誠、高橋 学、関 陽児、竹田 幹郎、鈴木 庸平、竹野 直人、高橋 学、金井 豊、張 銘、上岡 晃、福田 朱里、幸塚 麻里子、平塚 剛、漆松 雪彦、佐東 大作、山口 行彦、清水 洋貴、栢野 聡一郎

（常勤職員11名、他8名）

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物の地層処分において、地層処分対象地域の地質環境評価のため、母岩の地質特性、水理地質環境を原位置で評価するための手法開発と原位置での適用性について、また母岩領域における地下水流動による核種の生活圏への影響評価のための岩石物性評価、人為的な影響による岩石物性変化の評価手法の最適化、微生物、コロイドが地下での核種移行に与える影響を定量的に評価することについて検討を進めている。

母岩地質特性、水理地質環境を原位置評価手法開発と原位置での適用性に関して、以下の4課題の研究を実施した。

ア) 堆積岩地域における物質移行特性の不確実性評価

原位置におけるプッシュプル式トレーサー試験を模擬した室内試験システムを構築するとともに、試験結果から物質移行特性評価手法の構築を行い、物質移行特性に関してはプッシュプル式の試験、微生物活性評価にはトレーサー溶液注入直後に回収を行う方法が適切であることが示された。

イ) 堆積岩地域における間隙水圧異常の評価

堆積岩試料を用いた浸透圧試験システム、および装置の圧縮貯留等を考慮した解析モデル、浸透圧を考慮した水と溶存物質の準定常解を導出した。

ウ) 間隙水圧モニタリングによる水理特性評価

間隙水圧モニタリングからの水理特性評価に必要な、多孔質弾性論に基づく水理力学連成特性を評価するための室内実験システムを構築し、非排水から排水状態へ移行する過渡的過程の計測から多孔質弾性特性と水理特性を同時に評価する手法を構築した。

エ) 水-岩石-微生物相互作用調査技術の評価

水質モニタリングが困難な地層から採取した地下水の酸化還元電位や溶存酸素濃度を測定する手法を確立した。

母岩領域の核種移行影響性の評価に関して、以下の5課題の研究を実施した。

ア) 岩盤内の移流拡散特性の評価技術に関する研究

グリムゼル試験サイトにおける原位置拡散試験で、日本国内はもとより、国外でも一般には困難な放射性核種を用いた拡散試験の現在進行中の生データを入手した。

イ) 局所的岩盤特性の隔離性能変化に関する研究

堆積面の方向を考慮し、初期インタクト状態における弾性波速度や一軸圧縮強度、内部空隙構造の解明に着目して水銀圧入式ポロシメータ、ガス吸着法、そしてマイクロフォーカス X 線 CT、薄片などによる観察を通じ空隙構造を把握し、透水実験を行い、軸差応力の増加に伴う透水係数の分布範囲を把握した。

ウ) 応力場の変化が水理特性に与える影響に関する研究

地質学的に現実的と考えられる中間主応力と最大主応力が同じ三軸伸長応力場における状態における岩石の変形破壊挙動の差異について、両応力状態の構造変化に及ぼす影響を明らかにした。

エ) 遅延または促進に関わるコロイドの研究

代表的事例としてわが国独自の課題となるミキシングゾーンにおけるコロイド挙動について、その特徴を明らかにするとともにその安全評価上のチェックポイント（安定性、吸着の不可逆性）にそって評価手法を提示した。

オ) 遅延または促進に関わる微生物機能の研究

地下深部に生息する微生物が核種移行に及ぼす影響を把握するために、硝酸/亜硝酸酸化還元電位レベル（やや酸化的）および硫酸/硫化水素酸化還元電位レベル（より還元的）の2つの酸化還元状態について、それぞれ酸化還元に係る細胞活性の評価を行なった。

【分野名】地質

〔キーワード〕 物質移行特性、地質環境ベースライン、地下微生物、コロイド

・石油資源遠隔探知技術研究開発委託費

〔研究題目〕 石油資源遠隔探知技術の研究開発／地質・衛星情報のマップ統合利用技術の研究

〔研究代表者〕 浦井 稔（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 浦井 稔、二宮 芳樹、宝田 晋治、脇田 浩二、荒井 晃作、奥山 哲、加藤 敏、高山 順子（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

総延長1500km 超に及ぶ中国チベット自治区ヤルツァンボ流域～カラコルム断層帯を研究対象地域として、広域岩相区分図作成を実施した。極めて多くの ASTER データによる広域モザイクにも関わらずシーン接合はスムーズであり、当岩相区分マッピング手法のロバスト性を実証するものとなった。

東アジア各国と協力して、最新の情報と新たな技術で新しい東アジア数値地質図を作成するため、500万分の1アジア国際数値地質図(IGMA5000)プロジェクトにおいて、東アジア地域（島嶼部及び海域）を担当した。地理情報システム(GIS)を使用し数値化を行い、各種災害情報や衛星データとの比較検討を容易にした。また、第4回アジア国際地質図編集会議に参加し、アジア地域各国と共同で大幅な地質図の修正・改訂を実施した。

東アジア衛星 DEM データセット作成については、GEOGrid システムを使用して、東アジアの DEM・オルソデータセットを5665区画作成した。昨年度の DEM・オルソデータセットには、画像同士の位置あわせの精度が場所によっては2ピクセル程度あることが判明した。位置あわせ精度が悪くなる原因を調べたところ、本来、相関が悪い水面などで、たまたま間違った位置で相関係数が高くなる場合があり、これが、位置あわせに悪影響を及ぼしていることが判明した。このため、相関係数の高い部分が一定の面積に達していない場合は、間違った位置で相関が高くなったと判断し、この点の結果を位置あわせには用いないようソフトウェアを改良した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 リモートセンシング、衛星利用技術、岩相区分、ASTER、熱赤外、短波長赤外、可視近赤外、石油資源、東アジア、地質構造、地質図、DEM、画像モザイク、オルソ画像、GEO Grid

〔研究題目〕 石油資源遠隔探知技術の研究開発

〔研究代表者〕 土田 聡（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 土田 聡、松岡 昌志、中村 良介、岩男 弘毅、山本 浩万、山本 直孝、

児玉 信介、竹山 優子、亀井 秋秀、中村 和樹（常勤職員8名、他2名）

〔研究内容〕

石油等の資源開発および関連する環境管理等の分野において、人工衛星データ利用技術の研究開発を実施し、我が国のエネルギー安定供給の確保に資することが期待されている。

本研究は、この安定供給確保に資する目的のため、経済産業省開発で現在運用中の ASTER（資源探査用将来型センサ）および PALSAR（フェーズドアレイ方式 Lバンド合成開口レーダ）画像を主とした衛星情報からの石油・鉱物資源の探知・処理技術の高度化研究およびその実用研究を進めるものである。

高度化研究は、産総研を中心に東京大学ほか4大学および国立環境研究所と連携し進め、また、実用研究は資源・環境観測解析センターが中心に進めている。産総研内でも複数ユニットで研究開発を進めており、本部門では、その高度化研究として、衛星センサ校正およびその画像補正、また、その情報抽出技術、さらには、高度化する利用技術に耐えうる次世代の衛星情報アーカイブシステムの研究・技術開発を担っている。

平成21年度は6年計画の5年目にあたる。センサ校正および画像補正の研究については、昨年度に引き続き ASTER および PALSAR センサの校正・検証を行い、衛星画像の精度維持・高精度化を図った。また、情報抽出技術の研究は、石油・鉱物資源探査およびそのロジスティック確保のため、PALSAR データによる3次元地形図作成の高度・高精度化の検討を開始、また、人間居住地や道路マッピングに関する基礎研究も継続した。さらに、次世代アーカイブシステムの研究においては、処理レベルに応じた ASTER データアーカイブのシステムを構築し、また、昨年度導入した PALSAR アーカイブシステムについては、外部機関アーカイブ（ERSDAC GDS）と連携することで全量検索できるアーカイブシステムへと拡張した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 衛星画像、校正・検証、画像補正、地理空間情報、グリッド技術、ASTER、PALSAR

・海洋石油開発技術等調査委託費

〔研究題目〕 大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析

〔研究代表者〕 岸本 清行（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 飯笹 幸吉、岸本 清行、石塚 治、下田 玄、棚橋 学、西村 昭、角井 朝昭（常勤職員7名、他7名）

〔研究内容〕

本受託研究では、事業名「平成21年度海洋石油開発技術等調査（大水深域における石油資源等の探査技術等基

礎調査に係る高度地質解析)」として、日本周辺における大陸棚延長の可能性のある海域において、「資源地質調査及び層序区分調査のデータの高度地質解析を行うとともに、大水深域における資源探査技術及びデータの蓄積を図る」ことを目的として、以下の事業内容を実施した。

(1) 鉱床探査を行う指標として、島弧火成活動と背弧海盆形成メカニズムに着目し、対象海盆が経過してきた過去の熱的履歴を解析する方法が提案され注目されている。この熱的な履歴に基づく鉱床探査法の指標として我々が注目しているのは、温度の指標に成り得ると考えられる安定同位体比の高分解能解析技法である。しかも、近年の高分解能型マルチコレクタプラズマイオン源質量分析計の技術的な進歩により、これまで困難とされていた重元素の質量分別効果が検出可能になった。これによって温度の指標として使える元素数の増加と有用元素を直接的に温度の指標に使えることが利点である。この新たな鉱床探査法の可能性を検討するために、高分解能型マルチコレクタプラズマイオン源質量分析計の導入を行った。

(2) 火山岩等の試料に関して、①全岩化学組成、微量元素及び希土類元素 (REE) 分析、②岩石試料の同位体組成分析として $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ 、 $143\text{Nd}/144\text{Nd}$ 、 $206\text{Pb}/204\text{Pb}$ 、 $207\text{Pb}/204\text{Pb}$ 、 $208\text{Pb}/204\text{Pb}$ 、同位体比の測定、③アルゴン-アルゴン年代測定によって、岩石が受けた海底風化の変質程度にできる限り影響されことなく信頼のある高精度な年代値を取得した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) ベヨネーズ海丘からは流紋岩質溶岩が採取された。
- 2) マグマの特徴は、島弧マグマ（すなわち第四紀火山フロントの流紋岩類）に極めて類似し、背弧リフト内の流紋岩とは異なるようである。
- 3) 沖縄トラフ伊是名海域から採取された軽石には、化学的特徴から2種類に分類される。
- 4) BMS07 の試料は、沖縄トラフの玄武岩質マグマの分化で説明される可能性があるが、BMS21 は地殻物質の取り込みを考慮する必要があるかもしれない。
- 5) 琉球島弧火山フロントからの漂着軽石であるのかは、同位体組成も含めて検討が必要である。
- 6) 九州パラオ海嶺南部及びCentral Basin Fault 周辺部から得られた年代値は、概ねこれまでの九州パラオ海嶺での火山活動史の理解やCentral Basin Fault の拡大様式変遷史をサポートする結果と言える。それと同時に背弧海盆のかつての拡大軸では、拡大停止あるいは超低速拡大期に特徴的なマグマ活動が起きていたことが裏付けられ、資源ポテンシャルが高い可能性もある。

(3) 「海洋環境基礎調査 (09 熱水環境LEG-1)」の一環として、5月19日から21日の三日間にわたり沖縄トラフの伊是名海穴を中心に堆積物試料を採取した。この対象海域における潜在的な海底熱水鉱床の存在の可能性を

評価するために、採取した海底堆積物試料に含まれる重鉱物を分析した。既知熱水活動域周辺において採取された堆積物 (IZ05) 中の熱水起源の重鉱物粒子は、他地点に比べてより多くの重晶石の存在が認められ、その粒子サイズはやや大きい傾向を示していることが分かった。伊是名海穴の西方において採取した堆積物 (IZ02、IZ03) 中にも同様の重晶石が含まれていた。これらが熱水プルームによってもたらされたのか、あるいは堆積物採取点周辺に熱水活動が存在している事を示唆しているのか、今後の調査・研究が必要である。

(4) 今年度の三次元可視化技術を援用した高度地質解析に於いては、1) 平成20年度の大水深基礎調査で取得されたシングルチャンネル音波探査データの地質解析と、その没入型三次元可視化システムによる可視化、および2) 地質構造データがある程度そろっている関東地方において三次元地質構造モデリング手法の予察的な検討を行った。

(5) 三次元可視化のための基礎資料として、日本周辺海域の海上重力データの整備を行った。対象としたのは、産業技術総合研究所 (旧地質調査所) が、1974年から地質調査船白嶺丸、そして2000年からは第2白嶺丸を使用して実施してきた、日本周辺海域の20万分の1の海洋地質図作成プロジェクトにより取得された重力データである。1974年から2006年にかけて産業技術総合研究所 (旧地質調査所) が調査した日本周辺海域の重力データに対してフィルタリング等の処理を行い、フリーエア異常値を求めた。交点誤差の標準偏差として4.39 mGal が得られた。これは主に古い調査データの測位精度等の問題によるとみられる。レベリング補正を行うことにより交点誤差の標準偏差を2.15 mGal まで改善することができた。また、このレベリング補正により、フリーエア異常図上の不自然なコンターの異常をなくすことができた。フィルタリング等の処理とレベリング補正により、日本周辺海域全体について良質の重力異常データを整備することができたと考えている。整備した重力異常データは、今後、地質構造の3次元的な可視化のための資料として活用していく予定である。

(6) 海外の動向調査等

今年度は我国の大陸棚申請に対する国連審査小委員会が設置され実質的審査が開始された。そのため現地国連本部へ審査対応部会員でもある専門家を2名派遣し、小委員会への説明等に対処した。また、資源探査技術や分析手法の高度化に資するため国際学会、二国間会議に専門家を派遣し情報収集に努めた。

【分野名】地質

【キーワード】レーザー、重力、音波探査、九州・パラオ海嶺、伊豆・小笠原弧、玄武岩、島弧、海嶺、火山、マグマ、四国海盆、年代、同位体、可視化、三次元

・新世代情報セキュリティ研究開発事業委託費

【研究題目】組込システムに対するセキュリティ評価技術の研究開発

【研究代表者】大塚 玲
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】大塚 玲、今福 健太郎、渡邊 創
(常勤職員3名)

【研究内容】

組込システムの心臓部であるシステム LSI チップは日本における大きな産業のひとつである。国際的なシステム LSI チップのセキュリティ評価は ISO/IEC 15408 (Common Criteria: CC) に基づいて行われている。現在システム LSI や組込システムのセキュリティ評価は欧州の独占状態であり、チップへの評価方法や評価基準は欧州の協議体 (JHAS) で決められている。日本には CC に基づくセキュリティ評価制度がないため、国際市場で競争するために必要なセキュリティ評価を欧州に頼っているのが現状である。さらに、評価基準に関する情報の不足から対策が遅れ、結果的に評価で不合格になる恐れもある。そこで本研究開発では、国内の組込セキュリティ評価体制を技術的な面で支えるため、(1) 新攻撃手法・対策技術の研究開発、(2) 既存攻撃手法の試験技術開発と人材育成、および(3) 最先端の評価環境の構築・運用を目的とする。

今年度は、新しい評価技術の開発とつくば集中研究施設の構築を行った。新しい評価技術としては、CMOS 回路がスイッチングの際に生じる光子をエミッション顕微鏡に捉えることにより、従来の電磁波解析手法と比較しても空間分解能が1-2桁上回る精度が得られることを利用した解析手法に関する理論の構築と技術の開発を行った。また、ケミカルを用いる物理解析やレーザー評価等の既存技術による試験が可能な環境を整えた他、CC のサイト認証を取得できる程度に物理セキュリティを満たす実験室を構築し、運用を開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、耐タンパ技術、暗号技術

【研究題目】証明可能な安全性をもつキャンセラブル・バイオメトリクス認証技術の構築とそれを利用した個人認証インフラストラクチャ実現に向けた研究開発

【研究代表者】井沼 学
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】井沼 学、大塚 玲、米澤 祥子
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

バイオメトリクス認証技術は、指紋、手のひらや指の静脈、虹彩、声(話し方)、署名(の方法)など、人間の身体的特徴、行動的特徴を用いて個人認証を行う技術

である。身体や行動の特徴データはセンシティブな個人情報となりうるため、安全な保護・管理・利用技術(テンプレート保護技術)が不可欠である。また、バイオメトリック情報は、個人と切り離せない情報ゆえに、漏洩や盗難の際に自由に更新することができないという問題を抱えている。そこで、秘密鍵によってバイオメトリック情報を秘匿し、認証時にはこの2要素を用いて認証し、登録用データや認証用データ漏洩の危険性が高まった場合には更新によって安全性を回復できる認証技術(キャンセラブル・バイオメトリクス認証技術)が注目されている。しかしながら、既存研究においては、安全性要件の定式化や証明、あるいは攻撃者の能力や攻撃手法に関する仮定が曖昧なものがほとんどであり、キャンセラブル・バイオメトリクス認証における厳密な安全性評価基準が存在しないため、提案されている技術がどこまでの安全性を達成できているのかが明確ではない。そこで、本研究では、誰でもが客観的に評価可能な安全性基準を構築し、その基準のもとに安全でかつ効率のよい認証方式を開発することを主たる目的とした。本年度の成果は主に次の(1)から(4)である。

(1) キャンセラブル・バイオメトリクス認証技術に対して暗号理論的なアプローチを用いて安全性要件の定式化を行った。

(2) (1)の安全性要件のもとで、安全で効率が良くかつ汎用性の高い認証方式を開発した。

(3) 各モダリティの既存の認証アルゴリズムに対する認証精度、安全性の調査、分析を行った。また、調査、分析から得られた知見をもとに、モダリティの特性に応じた新たな特徴抽出アルゴリズムや照合アルゴリズムを提案し、安全性評価を行った。

(4) (2)で開発されたキャンセラブル・バイオメトリクス認証方式を組み込んだ ID 連携システムのプロトタイプを作成した。なお、ID 連携システムとしては OpenID を用いた。また、「完全分散型バックアップシステム」と呼ばれる秘密分散型のデータ管理システムを導入し、より安全、堅牢でかつ実用的なシステムを開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バイオメトリクス、バイオメトリクスセキュリティ、キャンセラブル・バイオメトリクス、テンプレート保護

【研究題目】既存 OS に挿入可能な仮想マシンモニタによる異常挙動解析とデバイス制御の研究開発

【研究代表者】須崎 有康
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】須崎 有康、(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

セキュリティホールを修正するパッチが提供されるよ

りにそのホールを突く「ゼロディ攻撃」に対する検出と防御の研究開発を行う。

通常のセキュリティソフトウェアでは識別子の提供が間に合わず、ゼロディ攻撃自体の検出が難しい。本開発では OS のシステムコールをフックし、その呼び出し手順から異常挙動を検出する。検出したゼロディ攻撃は修正パッチがないため OS 上では対処が難しいが、本開発では OS より下位に仮想マシンモニタを挿入し、仮想マシンモニタによるデバイスの読み書き制御で対処する。

本開発は平成20年度～21年度のプロジェクトである。対象 OS を Windows とし、平成21年度は下記の項目の開発を行った。

① Windows 上での異常挙動検出

平成20年度に Windows のレジストリ、ファイル関連システムコール API をフックしてモニタするツールを作成した。平成21年度はこのツールから得たシステムコールのログより異常挙動を検出する手法を開発した。検出手法としては、攻撃と認識される振舞いをログから見つけるブラックリストベース、及び、正しい振舞いをあらかじめ学習しておき、その振舞いから外れた場合に攻撃と認識するブラックリストベースの2種類を開発した。

② 仮想マシンモニタインサージョン

仮想マシンモニタが既存の Windows に影響を与えずに起動前に挿入する方式を開発した。仮想マシンモニタは独自のデバイスモデルがあり、ハードディスクにインストール済みの Windows が想定するデバイスと異なるため、デバイスドライバの再インストールの手間が生じる。特にビデオカードの変更の場合には解像度が異なり、利便性が落ちる。この問題を解決するために、実デバイスを仮想マシンに直接アクセスするハードウェア機能の I/O PassThrough を使い、仮想マシンモニタの挿入を検出されない手法を開発した。

③ 仮想マシンモニタによるインシデント情報通知とデバイス制御・動的防御

①で検出したゼロディ攻撃に対して、仮想マシンモニタ側でゼロディ攻撃前の状態に戻すロールバック機構を開発した。ロールバック機構ではハードディスク内容の変更要求をすぐに反映するのではなく、メモリに一定時間蓄えて、一定時間経過後に実ハードディスクに書き出す。この間に問題があった場合は、書換え要求を破棄し、実行状態を攻撃前に戻す機構である。この方式は仮想マシン上の OS(Windows)に依存しないため、任意の OS に適用できる汎用性を持つ。

上記の①、②、③を組み合わせることで既存の Windows のゼロディ攻撃に対する対処法を開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、ゼロディ攻撃、異常挙動解析、仮想マシンモニタ

・基準認証研究開発委託費

【研究題目】国際標準共同研究開発事業：情報分野の競争力強化に関する標準化-⑤携帯用情報機器の4方向キーインタラクションに関する標準化

【研究代表者】永見 武司（情報技術研究部門）

【研究担当者】永見 武司（常勤職員1名）

【研究内容】

本事業は、携帯用情報通信機器や事務機器において広く利用されている4方向キーとラダーメニュー画面におけるインタラクションについて標準化に向けた要件整理を行い、国際標準として提案することを目的としている。

平成20年度から3年計画で日本規格協会を事務局として事業化され、産総研は平成21年度から参画し、ユーザビリティ評価に関する実証データの収集と分析を担当している。20年度に行った市場製品の現状調査データに基づく操作およびメニューのパターンデータをもとに、21年度はキー操作の体系およびメニューの項目数や階層数などの構成要件を整理し、モニター実験によりユーザビリティ評価を行った。モニター実験では、年齢層、機器操作に対する熟練度、操作機器の種別（携帯型情報端末、携帯電話、デジタルカメラ）を考慮し、ユーザビリティの構成要素として有効性、効率性、満足度に関する指標を設定して実験および分析を行った。その結果、最も汎用性の高い操作パターンとして、項目リストを上下端で停止せずサイクリックに移動するメニューにおいて上下キーで項目を移動し、メニュー階層を左右キーで遷移するパターンが最も指示された。また、初心者や高齢者にやさしい操作パターンとして上下端で停止するメニューによる操作パターン、熟練者にとって効率のよいアイコンと文字リストを組み合わせたメニューによる操作パターンも指示される傾向が抽出できた。メニュー項目数や階層数については、どの操作パターンにおいても、より少ないほうが有利であることが実験データにも明らかになったが、その定量的な分析には至っておらず、次年度の課題となっている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】4方向キー、ラダーメニュー、ユーザビリティ、標準化

【研究題目】自動車用ジメテルエーテル（DME）燃料の国際標準化

【研究代表者】後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】後藤 新一、小熊 光晴、日暮 一昭、喜多 郭二、河野 義善（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

クリーンエネルギーとして期待の大きい DME に関して、自動車用を主とした DME 燃料品質仕様の国際標準化を目指す。目標とする国際標準の内容は、「自動車用

DME 燃料仕様」および「DME 対応潤滑性評価試験方法」で、国内での JASO (日本自動車規格) or TS (標準仕様書) 化と共に ISO 化を目標とする。燃料中の不純物や添加剤がエンジンデバイス部材の耐性に及ぼす影響について、銅系 (真ちゅうなど) 金属材料に及ぼす燃料の酸価には注意が必要であること、ゴム材への影響は DME そのものの膨潤性が大きいいため不純物の影響はほとんど見られないこと等が明らかとなった。また、燃料中の不純物や添加剤が DME 燃料の潤滑性に及ぼす影響について、メタノール混入の影響は見られないものの、水分の混入は大きく潤滑性を悪化させることが明確となり、これらのデータをもとに ISO/TC28/SC4/WG13 に参加し、燃料規格化に向けたコンセンサス作りを行った。また国内委員会を4回開催し、ISO 会議での進捗報告と自動車用燃料規格としての国内のコンセンサス作りを行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ジメチルエーテル、DME、ディーゼルエンジン、燃料、品質、標準化、ISO、自動車

【研究題目】 光触媒材料のバイオフィーム抑制効果評価法に関する標準化

【研究代表者】 大古 善久 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 大古 善久、竹内 浩士 (環境管理技術研究部門)、花田 智 (生物機能工学研究部門)、竹内 美緒 (地圏資源環境研究部門) (常勤職員4名)

【研究内容】

酸化チタン光触媒反応の強い酸化力によって得られる効果の一つに殺菌がある。本研究は、細胞内にクロロフィルを有する微細藻類が死滅に伴って色変化することに着目した新しい殺菌性能評価法を開発し、環境バイオフィームが抑制できる確かな製品開発のための国際標準化を目的としている。

H21年度は、JIS 及び ISO 原案の作成と、それに必要なラウンドロビンテストの実施が目標であった。昨年度までに産総研で確立した手順に基づいて、各研究機関でラウンドロビンテストを行った。10月末の委員会までに各研究機関でほぼ同じ実験結果が再現され、実験手順の妥当性が示された。また、屋外で菌の生育を評価する実験においても良好な光触媒効果が示された。タイルなど一部の多孔体試料にもこの評価方法が適用できた。国際学会等で本事業に対する一定の理解が得られた。規格内容として必要な各実験パラメータの範囲の決定や標準提案に向けたネットワーク作りを行い、来年度最終提案する予定である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 酸化チタン光触媒、抗菌、バイオフィーム、シアノバクテリア、色変化

【研究題目】 発熱分解エネルギー測定に関する標準化

【研究代表者】 松永 猛裕 (安全科学研究部門)

【研究担当者】 秋吉 美也子、薄葉 洲、岡田 賢、藤原 英夫、佐藤 嘉彦 (常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

化学物質が火薬類に該当するか否かの判定は、国際的に国連が勧告する試験法 (TDG/GHS)、火薬類試験シリーズで決定される。この試験シリーズは項目が多く、多くの試料を必要とするため、この試験を行う必要があるかを化学物質の発熱分解エネルギーを求めて判断することになっている。しかし、国連勧告では発熱分解エネルギーの閾値に関する記載はあるが、詳細な試験条件が記載されていない。本事業は、爆発性が懸念される個々の化学物質について、少量の試料で発熱分解エネルギーの適正な評価が行えるような評価システムの構築を目指すもので、H19年度からの継続事業である。

今年度はプロジェクトの最終年度であり、国連勧告での提案内容を以下のようにとりまとめた。

1) 現国連勧告では、爆発性のスクリーニング法として、DSC や断熱熱量計で発熱分解エネルギーを求める事となっているが、両者を同じ閾値で評価することは問題であり、発熱量の求め方として断熱熱量計は削除すべきである。

2) DSC の測定条件については、

①使用セル：耐圧性の、均一なステンレスセル (耐圧：5MPa) を使用する。

②加熱速度：基本的に2k/min~20K/min では問題ない。しかし、使用する DSC 装置の感度、炉の安定性より判断する。

③試料量：1mg を目安とする。ただし、使用する DSC 装置の感度により、試料量は調節する。

④試験回数：試験は最低3回実施し、平均値を使用する。ASTM のばらつき誤差を考慮し、ばらつきが大きい場合はさらに回数を増やして検討する。

これらの成果については、H23年度6月開催の TDG 委員会での提案にむけて準備を進めており、かつ国内の JIS 化も図る。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 発熱分解エネルギー、標準化、DSC、ARC、爆発危険性予測

【研究題目】 国際標準共同研究開発事業：ナノ材料規格等に関する標準化

【研究代表者】 水野 耕平 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 田中 充、水野 耕平、馬場 哲也、原 研正、櫻井 博、湯村 守雄、片浦 弘道、岡崎 俊也、斎藤 毅 (常勤職員9名)

〔研究内容〕

社会的に取り沙汰されている「ナノ材料のヒト・環境への安全性懸念」に対応するため、国際機関である ISO、OECD において、互いに協調してナノ材料の特性評価・リスク評価試験方法の規格化や、代表的ナノ材料14物質について安全性評価試験が始められようとしている。このようなナノ材料の生物影響・環境影響のリスク試験ニーズに対応し、信頼性ある試験結果を保証し、ユーザー及び規制側が国際的にも相互に信頼のおける利用形態を共有するため、試験能力保証のためのリスク試験用標準物質を開発し、当該標準物質規格の国際標準案を作成する。また、製造者とユーザーから要望の強い単層カーボンナノチューブ純度の総合評価法の開発を行い、これを基に純度評価法の国際標準案を作成する。

本年度は文献調査と関係者との議論に基づき候補標準物質と作製量の決定を行った。また比較試験などを通じて値付けを行う物理的・化学的特性の検討を行った。同時に国際規格提案を ISO/TC229に対して新規提案した。単層カーボンナノチューブの純度評価法については、Nishide et al. (2009)により総合的な評価手法への目処がつくようになった。

〔分野名〕 標準・計測、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノ粒子、国際標準、安全性

〔研究題目〕 国際標準共同研究開発事業：アクセシブルデザインの体系的技術に関する標準化

〔研究代表者〕 赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 赤松 幹之、佐川 賢、横井 孝志、倉片 憲治、大塚 裕光、関 喜一、伊藤 納奈、佐藤 洋、水浪 田鶴、野尻 裕子、坂本 佳代子、古屋 敦子、田名辺 陽子（常勤職員8名、他5名）

〔研究内容〕

JIS「高齢者・障害者配慮設計指針」シリーズ、ISO/IEC Guide71及び ISO/TR 22411I に基づいて、高齢者及び障害者のニーズに対応した製品やサービスに関する一連の国際規格原案を作成し、ISO に提案する。その目的のため、高齢者や障害者の人間特性データを収集し、さらに国際提案に必要な海外研究機関での比較測定を行う。

全体計画は、(1) 高齢者及び障害者の人間特性の計測、(2) 人間特性の加齢効果の国際比較、(3) 規格原案作成の3項目から成る。(1) に関しては、感覚、身体、認知の3つの分野において基本となる特性を、多数の高齢者及び若年者について収集する。(2) に関しては、感覚の加齢特性を欧・米・アジア地域で比較する。(3) に関しては、収集した測定データ及び JIS 原案をもとに国際

規格原案を作成し、ISO に提案する。

平成21年度の実績は以下のとおりである：(1) 音の大きさの感覚の加齢変化、音声提示の繰り返しによる聴取成績の改善、音信号の方向定位に及ぼす反射音の影響、色の類似性領域及びカテゴリー領域の計測、触覚用浮き上がり図形の断面形状の影響、上肢の到達域、の各項目について、高齢者53名・若年者48名のデータを収集した。(2) 中国において、中国語の音声案内の聴き取りやすさ及び触覚記号の図形認識特性を、タイにおいてタイ文字の可読性の計測及び基本色領域の計測を行い、国際比較データを収集した。(3) については、これまでの測定データに基づいて、音声アナウンスの音圧レベルに関する国際規格素案を作成し、ISO/TC159（人間工学）に対して新業務項目として提案した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 高齢者・障害者配慮、ISO/IEC Guide 71、国際規格、感覚特性、身体特性、認知特性

〔研究題目〕 国際標準共同研究開発事業：小型ジャイロ MEMS デバイスの性能評価方法に関する標準化

〔研究代表者〕 桧野 良穂（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 桧野 良穂、大田 明博（常勤職員2名）

〔研究内容〕

小型ジャイロ MEMS デバイスは、携帯電話のカメラ機能、ナビゲーション機能、自動車のエアバッグシステム、スタビリティコントロール、カーナビゲーションシステム等に利用が始まっており、今後ますます市場が拡大すると言われている。しかし、性能評価の基準がないため、ユーザは製品開発に必要なジャイロの情報が入手できず、メーカーは良い製品が市場において正當に評価されないという状況にある。そこで、本事業では、小型ジャイロの性能表示とその性能評価方法を規定し、市場で有効に機能するジャイロの性能に関するフレームワークを作成することが、本標準化の目的である。

本年は、小型ジャイロ及びその性能評価方法として、ISO に定められたジャイロの標準規格である ISO 16063-15 (Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 15: Primary angular vibration calibration by laser interferometry) に準じた校正・評価方法を検討した。また、リファレンスジャイロには原理的に特性の安定したレーザジャイロが適当であるが、昨年度の成果として復調回路の特性に起因すると思われる偏差が認められたため、復調回路の特性評価に関する検討も併せて行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ジャイロ、MEMS、角速度、レートテーブル、ISO 16063-15

〔研究題目〕 1対多型校正技術の研究開発

〔研究代表者〕 千葉 光一（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 前田 恒昭、井原 俊英、齋藤 剛、
清水 由隆、三浦 亮
（常勤職員5名、他1名）

〔研究内容〕

本委託事業は、一つの標準供給で複数の標準供給を行うのと同等の効果を得ることを可能とする核磁気共鳴法（NMR）による1対多の関係で行う校正技術（定量NMR技術）を開発し、国家標準物質となりうる一つの基準物質からトレーサブルな標準物質を作り出せる技術を確立することを目的とするものであり、定量NMR技術のための基準物質の開発及び測定方法の開発の2つの課題を実施した。

定量NMR技術には、国際単位系へのトレーサビリティの基点となる基準物質が最低一つ必要であるが、精確な値が付与され本技術において使いやすい基準物質は存在しないため、候補となりうる基準物質を選定し評価した。具体的には、有機溶媒用に1,4-ビス(トリメチルシリル)ベンゼン- d_4 (1,4-BTMSB- d_4) を、水系溶媒用に2,2-ジメチル-2-シラペンタン-5-スルホン酸ナトリウム- d_6 (DSS- d_6) をそれぞれ選定し、純度評価法ならびに重水素化率評価法の構築を行った。

一方、NMRの定量性を標準物質の値付けに用いることができる水準（不確かさ2%以下と設定）まで高めることを目標とし、NMR測定における定量性に寄与するパラメータの最適化を行った。水系溶媒の場合はDSS- d_6 を有機溶媒の場合は1,4-BTMSB- d_4 を基準物質として用い、いくつかの農業原体試料において最適化した条件を適用したところ、いずれの場合も1%以下の不確かさで定量が可能であることを確認した。そこで、設定した条件のバリデーションを行うため、基準物質として1,4-BTMSB- d_4 を、測定対象物質としてピンクロゾリン（農薬）を選び、最適化した測定条件で本事業の参画4機関で定量を行ったところ、機関全体の不確かさとして目標とした2%以下を十分に満足する結果を得ることができた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 核磁気共鳴法、トレーサビリティ、定量分析

〔研究題目〕 リアルタイム・キャリブレーション技術の研究開発

〔研究代表者〕 中村 安宏（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 中村 安宏、藤木 弘之、山田 達司、
昆 盛太郎、天谷 康孝、神代 暁、
佐々木 仁、山森 弘毅、林 誠二郎
（常勤職員8名、他1名）

〔研究内容〕

（研究目標）

電気標準の中でも特に環境に依存しないジョセフソン電圧標準と薄膜型サーマルコンバータ交直変換標準を利用して、長期間校正不要な電気標準校正システムを開発し、ものづくり産業の生産現場において、汎用電気計測器の評価をリアルタイムに実施するとともに、電圧・電流・電力などの複合量を一括して校正可能な技術の確立を目指す。

（研究成果）

（1）薄膜型サーマルコンバータの開発

周波数特性を考慮した素子設計を行い、電圧モード（1V～10V、10Hz～1MHz）で10ppm以内、電流モード（10mA～100mA、50Hz～10kHz）で50ppm以内の交直差のサーマルコンバータの基本設計を行った。

（2）複合量任意信号源回路の開発

複合量任意信号源回路の開発は、信号源と補正回路の開発に分かれる。信号源の開発はDDS方式で重要な要素であるDACチップについて仕様を満たす製品を選定し、精度評価を行った。また補正回路の開発では、マルチプレクサの回路設計及びプロトタイプ製作を行い、交直差標準の原理に基づいたシステム構築を行った。構築したシステムの測定精度を評価し、満足な結果を得た。

（3）小型ジョセフソン電圧標準の開発

小型冷凍機が十分な冷凍能力を有する12K程度の温度でジョセフソン素子を動作させるために、素子作成条件の理論的検討及び作成パラメータ探索を行い、動作温度の向上のための指針を得た。また、システム制御回路の小型化を目指し、要素回路（温度制御回路、バイアス回路、マイクロ波回路、電圧増倍回路）の試作を行った。従来型のシステム制御回路に対し、容積比で1/2以下のコンパクト化を実現した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 電気標準、サーマルコンバータ、マルチプレクサ、ジョセフソン素子

〔研究題目〕 マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法に関する標準化

〔研究代表者〕 柘植 明（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 森川 久、山内 幸彦、兼松 渉、
阿知波 初美、村上 一乃
（常勤職員3名、他3名）

〔研究内容〕

本研究開発は、マグネシウム材料を取り扱う上で問題となる酸素含有量の分析方法について国際規格（ISO/TC79/SC5「軽金属および合金」）提案を行うことを目標としている。本研究の骨子は、不活性ガス融解-赤外線検出法のマグネシウムに対応した分析条件を明らかにすることにある。この分析方法を国際標準の規格案にしていくために必要となる諸要素として、①試料のサンプリング方法、②分析値の妥当性の確認、③適用可

能な合金の範囲、④適用可能な市販装置の範囲などが挙げられる。

平成21年度は①試料のサンプリング方法としてコアドリル採取について検討した、鑄造ビレットや溶湯中の酸化物の分布状態の解析などに適用出来る事が分かった。②分析値の妥当性の確認として荷電粒子放射の分析値との比較を行った、地金試料において良い一致が見られた。合金試料において不地が見られたが、これは合金試料の作成において、成形不十分であったため吸湿等が起こったためであると考えられた。③適用可能な合金の範囲の探索としてMBH社より供給される合金組成の明かな切粉状試料について、操作上の問題を探索したところ、アルミニウムの多い試料で、測定試料がするつばに固着するという問題が明らかになったが対策可能であった。④適用可能な市販装置の範囲の探索として、関連3社の協力を経て小規模なラウンドロビンテストを行ったところ、用いる装置の「印加電力-するつば温度の関係」をより一層把握する必要があることが分かった。

また、5月に東京で行われたISO/TC79/SC5の国際会議や8月に北京で行われたISO/TC79の国際会議で、「将来の提案課題」として事前アナウンスを行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 マグネシウム地金、マグネシウム合金、酸素分析、不活性ガス融解

・戦略的技術開発委託費

【研究題目】 超稠密金属ナノギャップ不揮発性メモリの研究開発

【研究代表者】 清水 哲夫

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 清水 哲夫、内藤 泰久、菅 洋志、堀川 昌代 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

試作したナノギャップデバイスを用いて、不揮発性メモリとしての特性評価を行うこと、特に素子特性を保持できる温度、素子動作する温度および動作電流値の計測実施を目標とする。さらに動作電流を低減できる構造および低減できる電圧印加法について検討する。

ナノギャップスイッチ素子の電極幅の微細化による影響を検証した。電子線リソグラフィ技術を用いて作製した金属細線を、通電破断法を用いて細線上にナノギャップを作製した。負性微分抵抗(NDR)を示す電流電圧特性はいずれの電極線幅においても発現した。特にNDR効果の開始電圧は、いずれの電極幅でもほぼ同じ電圧値であった。それに対して最大電流値は電極線幅の減少に伴い、小さくなった。この結果は、線幅が細くなるとスイッチ動作に関連するサイトが減少したと考えられた。

保存温度に関して、高温(150°C)および低温(-80°C)での素子抵抗の経時変化を計測した。その結果、それぞ

れの状態で長時間保持しても記憶状態は変化しないことがわかった。

ナノギャップ電極を取り囲む雰囲気ガスがスイッチ効果に及ぼす影響について計測した。窒素雰囲気であってもスイッチ効果を示し、さらに真空中で動作した素子で見られる構造変化が、窒素中では抑制された。雰囲気ガスや封止材の選択により素子の耐久性、電流値の制御・軽減効果が期待できる。今後は、この観点でも技術開発を推進していく。

【分野名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 ナノギャップ、不揮発性メモリ、負性微分抵抗

【研究題目】 シングルナノワイヤートランジスタの知識統合的研究開発 ナノシミュレーションによる構造・電子状態・物性解析技術の研究開発ナノワイヤの構造解析技術の研究

【研究代表者】 三上 益弘

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 三上 益弘、森下 徹也、宮崎 剛英、西尾 憲吾、美馬 俊喜 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

10ナノメートルサイズのシリコンナノワイヤではナノワイヤ表面の構造に起因する不純物分布のばらつきが懸念される。そこで、水素化した(001)、(111)、(110)面を模したスラブ模型のそれぞれに対してリン(P)及びボロン(B)原子のエナージェティクスを実行した。その結果、PとB共に表面析出傾向が(110):H、(111):H、(001):Hの順に強く、PよりもBの析出傾向が強いことが分かった。さらに、 NiSi_2/Si (111)界面近傍でのB原子の析出傾向を第一原理計算で調べ、B原子は NiSi_2 よりもシリコン(Si)側にある方が、エネルギーが低いことを明らかにした。実験的には NiSi_2/Si (111)界面を形成した後、 NiSi_2 側からBをイオン打ち込みすると、 NiSi_2 側にはBが殆ど存在しないことが分かっている。本計算の結果はこの実験事実と一致し、ナノワイヤ表面構造に起因する不純物分布を明らかにすることに成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 シリコンナノワイヤ、自己組織化プロセス、分子動力学シミュレーション、電子状態計算

【研究題目】 高感度環境センサ部材開発に係るもの

【研究代表者】 大司 達樹、加藤 一実

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 大司 達樹、加藤 一実、木村 辰雄、増田 佳丈、胡 秀ラン、Debraj Chandra、Dewei Chu

(常勤職員4名、他3名)

〔研究内容〕

本研究は、「分子認識機能」を有する生体分子と「信号変換機能」を有するセラミックスの融合による高感度環境センサを開発することを目標としている。ここで、アンテナ素子として働く生体分子はできるだけ多くセラミック表面に固定され、外界から接近する有害有機物質と効果的に接触して捕捉することによって電流を発生し、その電気信号をセラミックスが効果的に伝達する必要がある。このため、セラミックセンシング電極部材について、本来の半導体特性を損なうことなく、三次元的な空間を確保して表面積を増大するための、ナノメートルレベルでの微細凹凸構造や多孔質構造を付与するプロセス技術の開発を行う。

平成21年度は前年度までに開発した技術を基に、高いセンシング機能を発現するセラミック電極の製造プロセス技術の確立を目指した。有機化合物を利用した半導体酸化物マクロ多孔体薄膜の構造制御、液相析出法を利用した酸化亜鉛ウィスカー薄膜および酸化チタン多針体薄膜の構造制御、電気化学析出法を利用した多孔質酸化スズ薄膜の構造制御などについて検討した。その結果、生体分子を効率的に吸着するための大空間を有した、十分に均質なマクロ多孔体薄膜の合成技術として、ポリスチレンユニットを含む界面活性剤を用いた化学的手法が有用であり、酸化チタン、酸化スズ、酸化亜鉛に適用可能であることが分かった。また、薄膜全体が生体分子を効果的に吸着すること、単純な色素増感型の動作原理を利用したセンシングでは、何れの半導体酸化物も優れた電極特性を示すこと、さらに、より複雑な抗原抗体反応を利用したセンシングでは、特に酸化スズが高い電流特性を示すことを新たに見出した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 環境センサ、微細構造制御、凹凸構造、多孔質構造、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化スズ

〔研究題目〕 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値植物質製造基盤技術開発

〔研究代表者〕 松村 健
(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 松尾 幸毅、伊藤 亮、福澤 徳徳、田坂 恭嗣、安野 理恵、田林 紀子、沼畑 悦子、堀北 美樹、工藤 梨紗、木村 まどか、野村 真弓、大久保 聖子(常勤職員6名、他6名)

〔研究内容〕

目標：

植物体内での翻訳後修飾、特に N 型糖鎖修飾において植物型糖鎖修飾の抑制技術を開発する。

研究計画：

植物から植物型糖鎖修飾に関連する遺伝子群を単離し、構造を解析後、RNAi を用いた形質転換植物体の開発もしくは翻訳後遺伝子転写抑制技術を利用して、植物型糖鎖修飾抑制植物体の開発を行う。植物型糖鎖修飾が抑制されたかを MALDI-TOF-MS 等を用いて解析する。

年度進捗状況：

N-結合型糖鎖への植物型糖鎖修飾には、フコース、キシロース付加が挙げられる。これらの糖付加はアレルゲンになる可能性が指摘されており、両方の糖鎖修飾抑制が必要となる。本年度は、N-結合型糖鎖へキシロースを付加する酵素の遺伝子が抑制された遺伝子組換え植物体の作出を試みた。前述の遺伝子のサイレンシングを誘導する構造を導入した形質転換タバコ (*Nicotiana benthamiana*) を作出し、葉の総可溶性蛋白質を抽出、糖鎖を精製後、マトリックス支援 - 飛行時間型質量分析装置 (MALDI-TOF-MS) によりその構造を解析した。この結果、野生型では糖タンパク質のうち、80%以上にキシロースが付加されているのに対し、キシロースの削除された糖鎖の割合が全糖鎖の70%以上にもなった形質転換タバコが得られた。また、この形質は、安定的に後代に遺伝することも確認出来た。

一方、20年度までに得られていた N-結合型糖鎖へキシロースを付加する酵素遺伝子が抑制された形質転換タバコ (*N. benthamiana*) に対し、フコース修飾抑制のためのウイルス誘導遺伝子抑制 (VIGS) 法 (19年度までに開発済み) を応用した。その結果、フコース修飾、キシロース修飾共にされていない糖鎖の割合が約50% (野生型では1%以下) へと大幅に上昇し、フコース、キシロース修飾共に抑制することが可能であることが明らかとなった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子組換え植物、糖鎖修飾、遺伝子発現抑制

〔研究題目〕 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値植物質製造基盤技術開発「植物型糖鎖修飾を抑制した植物作出技術開発」

〔研究代表者〕 新聞 陽一(糖鎖医工学研究センター)

〔研究担当者〕 新聞 陽一、横尾 岳彦、齋藤 扶美恵、地神 芳文(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

植物を宿主とする有用物質の組換え生産は、そのコストが動物、微生物と比較して安価なこと、植物が酵母等より動物に近い N-結合型糖鎖構造を持つこと、植物は移動せず収穫も容易であること等から注目されている。しかしながら、植物特異的な O-結合型糖鎖修飾に関しての現在までの知見は限られている。そこで、植物特異

的な O-結合型糖鎖修飾付加機構の解析を進め、植物における有用物質生産の基盤となる、植物で発現させた外来有用タンパク質への植物型糖鎖修飾を抑制した植物を作出する技術を開発することを目的としている。高等植物培養細胞の抽出液を調整し、ペプチドへのガラクトース転移酵素活性を測定したところ、セリン残基へのガラクトースの酵素活性に成功したが、この酵素は各種界面活性剤で可溶化しなかった。そこで、ゲノム解析が進んでいる単細胞緑色植物であるクラミドモナスで酵素活性を測定したところ、セリン残基への α -ガラクトース付加活性が確認され、界面活性剤により可溶化することができた。イオン交換カラムなど複数の分離法を組み合わせ精製を進め、セリン残基へのガラクトース転移酵素 (SGT) タンパク質のバンドを特定した。バンドからタンパク質を回収し、MS/MS 解析を行い、アミノ酸配列を決定した。これらのアミノ酸配列情報をクラミドモナスのゲノムデータベースにおいて検索したところ、機能未知の ORF と一致することが分かった。シロイヌナズナなど高等植物にも相同遺伝子が存在した。当該配列を含む DNA 断片を入手し、酵母細胞において発現させ、酵素活性を測定したところ、いずれも強い SGT 活性が認められたことから、SGT 遺伝子であることが証明できたので、*SGT1*と命名した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖、植物、生産技術、宿主、バイオ医薬、糖転移酵素

・メタンハイドレート開発促進事業委託費

【研究題目】生産手法開発に関する研究開発

【研究代表者】成田 英夫

(メタンハイドレート研究センター)

【研究担当者】海老沼 孝郎、天満 則夫、長尾 二郎、神 裕介、今野 義浩、皆川 秀紀、羽田 博憲、鈴木 清史、宮崎 晋行、山本 佳孝、川村 太郎、緒方 雄二 (兼務)、清野 文雄 (兼務)、小笠原 啓一 (兼務)、青木 一男、榊井 明、木田 真人、大野 浩、小野 晶子、石澤 紘男、原口 謙策、長原 さゆり、袴田 陽子、内海 崇、真鍋 晃子、大山 裕之、池田 育子、林 順子、深見 英司、西村 興男、西川 泰則、高橋 芳恵、寺上 由美子、小林 あゆみ、小林 秀男、大野 孝雄、覺本 真代、山田 良宏、根本 照子、大竹 道香、宮田 雅子、村田 篤、白鳥 治子 (常勤職員15名、他29名)

【研究内容】

メタンハイドレート開発促進事業の生産手法開発に関する研究開発では、メタンガスを大量かつ安定的に生産

する生産手法高度化技術の開発、坑井のガスの生産能力及びメタンハイドレート貯留層の生産挙動を高い精度で予測する生産性・生産挙動評価技術の開発、並びに生産に伴う地層変形・圧密挙動について長期的な安全性を保証するための地層特性評価技術の開発を実施する。

生産手法高度化技術の開発においては、孔隙水の凍結に伴う強減圧時のガス生産挙動について、生産シミュレータを用いた解析により、坑井周辺で生成する氷・メタンハイドレートが浸透率を低下させるために、ガス生産レートが変動することなどを明らかにし、減圧速度と氷の成長速度の関係式を生産シミュレータに組み込んだ。さらに、減圧法と併用する生産増進法として、通電加熱、炭酸ガスハイドレート生成熱、酸化熱などを利用する効率的な地層加熱法を検討した。メタンハイドレート再生成による管内流動障害に関して、メタンハイドレート再生成因子の評価、坑井内流動解析シミュレータの開発などを実施した。

生産性・生産挙動評価技術の開発においては、実用的な生産シミュレータの開発を目的に、地層内の細粒砂の移動と蓄積による流動障害を評価する計算モジュールを導入した。また、計算速度の高速化のため、アップスケール手法の開発、並列処理化などを実施した。さらに、カナダ・マッケンジーデルタにおける陸上産出試験結果のヒストリーマッチングにより、生産シミュレータの性能を検証するとともに、東部南海トラフ海域のメタンハイドレート濃集帯などを対象とした生産挙動予測を実施した。生産挙動評価に用いる貯留層モデルの開発に関して、東部南海トラフ海域のコア試料の分析結果を用いて、メタンハイドレート胚胎層の粒度、鉱物組成、孔隙率および浸透率に関するデータベースを構築するとともに、同海域のメタンハイドレート貯留層モデルを構築した。

地層特性評価技術の開発においては、メタンハイドレート層からのメタンガス生産に伴う地層変形・圧密挙動を解析するための強度などの力学パラメータを実験的に取得するとともに、メタンハイドレートの含有量や深度、砂の粒径などの要因が力学パラメータに与える影響を評価し、数値シミュレータに導入するためのモデル式を構築した。さらに、地層の圧密による浸透率低下を考慮した解析を行い、地層圧密変形予測シミュレータの妥当性を検証した。さらに、生産期間中における坑井の健全性評価を行い、生産区間長と坑井に作用する応力の関係などを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】メタンハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、エネルギー効率、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、相対浸透率、産出試験、東部南海トラフ、地層変形、生産障害

・サービス研究センター基盤整備事業委託費

〔研究題目〕平成21年度 IT とサービスの融合による
新市場創出促進事業（サービス工学研究
開発事業）

〔研究代表者〕持丸 正明

（サービス工学研究センター）

〔研究担当者〕北島 宗雄、赤松 幹之、本村 陽一
山本 吉伸、蔵田 武志、興梠 正克
竹中 毅、松本 光崇、吉野 公三
羽瀨 由子、石垣 司、石川 智也、
Park Anjin、新佐 絵吏、宮本 亜希、
Jungwoo Hyun、蛭子 亮（常勤職員10
名、他8名）

〔研究内容〕

本テーマでは、中小・小規模サービス企業を含む幅広いサービス企業の生産性向上に資するサービス工学基盤技術開発を目的としている。サービスの生産性向上は、観測（理解とセンシング）→分析（大規模データモデリング）→設計支援（サービスプロセスの可視化とシミュレーションによる支援）→適用（現場でのサービスの生産支援、消費支援）→観測（センシングによる検証）のサイクルによって実現されるものとし、実際のサービス提供現場を用いてその基盤技術を開発した。本年度の主だった成果は、以下のとおりである。

(1) 利用者の理解技術

サービス利用者や提供者を理解する技術として CCE (Cognitive Chnoro-Ethnography) を整備した。CCE は調査対象の選定、利用者の行動観察、インタビュー、結果のモデル化というステップで構成される。北海道日本ハムファイターズの野球観戦におけるサービス利用者（ファン）の行動理解に同手法を適用し、ファンが来場する内的な「動因（野球、選手、郷土、共有）」、それを実際の来場につなげる「行動発現要因（ヒト、モノ・サービス、イベント）」、来場者の動因を強化する「動因強化要因（情報・知識、ライブ、居心地）」の3つからなるファンの質的モデルを構築した。これに基づいて、主として「郷土」や「共有」という動因を持ちながら来場に至っていないサービス利用者予備軍（プレファン）に対して適切なメディアで来場を誘発し、「ライブ感」、「居心地」によりこれらの動因を強化する球場内イベントを組合せるといった視点で、サービス企画開発を行った。

(2) サービスを介したユビキタスセンシング技術

サービスを介して利用者の行動を観測する SSS (Service Survey by Service) 調査技術を提唱し、非接触 IC カードの ID 番号を活用して低コストで SSS 調査技術を実現する SSS 調査キットを開発した。SSS 調査キット上のアプリケーションとして城崎温泉におけるゆかたクレジットシステムを実装し、実地運用した。外湯チケットと土産物屋での少額決済を実現するというサービスを介し、利用者の行動履歴を妥当な運用コストで調

査できる技術であることを実証した。

(3) 実空間での行動センシング技術

装着型のセンサモジュール（加速度、ジャイロ、磁気、気圧と RFID を内蔵）、環境に設置したアクティブ RFID タグ、監視カメラ、現場の3次元モデルを用いて、現場での提供者行動データをセンシングする技術を開発した。これにより監視カメラが網羅できない現場でも、装着型センサモジュールと現場のモデルを用いて行動追跡を実現した。飲食店におけるサービス提供者の行動センシングに本技術を適用し、提供者の接客スキル理解やプロセス理解のための基盤データを収集した。

(4) 大規模データモデル化技術

機械学習に基づく確率推論技術であるベイジアンネットワークをベースに、利用者や商材を自動的に意味のあるカテゴリに分類するカテゴリマイニング技術とそのソフトウェアを開発した。コープこうべの実店舗での ID-POS データ（1億トランザクション以上）に適用した結果、サービス利用者は、果物自炊的、お手軽夕食的、酒飲み健康的などの20個のクラスタに分類できることが明らかになった。このカテゴリに対して、購買時間などの属性を加えてベイジアンネットワークで購買行動をモデル化した結果、効果的な需要予測や、デジタルサイネージシステムによる顧客カテゴリに応じた情報提供に活用できる見通しが立った。

(5) プロセス記述・設計技術

サービス提供者間の情報共有に着目し、サービス利用者、提供者、情報、カネ、モノの流れを網羅的に記述し、可視化する方法論の基礎的検討を行った。恵寿総合病院、同病院の関連施設である介護施設と光苑、介護施設のスーパーコートを実フィールドとして、インタビュー、ダイアリーメモによるセンシングによってサービスプロセスの構成を明らかにした。この研究を通じ、プロセスの構成要素を理解し、それらを異なる視点で可視化する方法論を開発した。現時点では、これらの一連の手法の大部分が手作業によるもので、観測、処理に膨大な時間がかかっている。これらを省力化するためのセンシング技術、情報処理技術は今後の課題として残された。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕科学的・工学的手法、サービス工学

・その他

〔研究題目〕平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）（ナノテクノロジー分野）

〔研究代表者〕藤本 俊幸（コンプライアンス推進本部、計測標準研究部門付）

〔研究担当者〕藤本 俊幸、東 康史（常勤職員2名）

〔研究内容〕

半導体・エレクトロニクス産業等、ナノ構造を有する

材料を利用する極めて広い産業分野において、材料の微細化は進んでおり、ロバストかつ簡便な薄膜構造評価法の確立が期待されている。X線反射率法（XRR）は、膜厚計測の絶対測定法であること、大気下で測定可能であること、トレーサビリティが明確であり測定の再現性が高いこと等々から、研究開発のみならず、製造現場における品質管理に向けた応用が期待されている。本研究では、XRR法を用いた膜厚評価の産業応用化を目指して、手法の高精度化を目指すとともに、米国・国立標準技術研究所（NIST）と連携し国際標準化に向けた課題の検討を行う。本年度は、担当研究者をNISTに派遣し、NISTの研究者とお互いの研究開発の状況および今後の連携に関してディスカッションを行うと共に、XRR測定結果の解析に対する不確かさの評価について極薄シリコン酸化膜を対象にモンテカルロシミュレーションを用いた手法で解析を行った。また、XRR測定装置の高度化のために、X線集光システムの導入に向けた検討を開始した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】X線反射率法、膜厚計測、国際標準化

【研究題目】平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）（ナノテクノロジー分野）

【研究代表者】竹歳 尚之（計測標準研究部門）

【研究担当者】竹歳 尚之、八木 貴志、山下 雄一郎（常勤職員3名）

【研究内容】

エレクトロニクス等の産業分野では、薄膜の熱物性値が熱設計・熱マネジメントにおいて不可欠である。本サブテーマでは、米国関係機関と連携して単層基本膜の熱拡散率または熱伝導率の測定比較を行うことで測定方法の国際標準化に向けた課題を抽出するために、本年度は比較用薄膜試験片について米国関係機関と意見交換を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】薄膜、熱物性

【研究題目】平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）（ナノテクノロジー分野）

【研究代表者】大田 明博（計測標準研究部門）

【研究担当者】大田 明博、清野 豊、高木 智史、服部 浩一郎（常勤職員4名）

【研究内容】

ナノテクノロジー分野では、低消費電力を目指すデバイス等の開発において機械的な特性は生産を行うプロセスを決定・開発する上で必要な特性である。本サブテ

マでは薄膜の弾性率を高精度で計測するために表面弾性波による測定装置を導入し、一般的に用いられるナノインデンテーション試験と比較することを目的としている。本年は薄膜試料として、機械的特性の検討のための薄膜試料として、150nm から700nm の5種の薄膜試料と比較用として同一ロットのシリコンウエハを購入した。また表面弾性波による測定装置の選定を進め導入の準備を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】薄膜材料、機械特性評価、標準化、ナノインデンテーション

【研究題目】低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業

【研究代表者】井藤 浩志

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】井藤 浩志、野中 秀彦（常勤職員2名）

【研究内容】

低炭素社会の実現のためには、電子素子の低消費電力化が不可欠である。低消費電力を実現するプロセス開発のために、ナノ計測の標準ツールとして利用されつつある、原子間力顕微鏡（AFM）の高信頼性のための標準試料の開発を行った。表面粗さや電気計測法の規格化により、容易に計測結果を比較することが可能になる。国際的なルール作りのために、米国NISTと連携し、より迅速に標準化することを目指している。AFM画像データの探針形状の影響が、測定画像に畳み込まれる形で直接的な影響があるため、その程度を評価する方法の標準化が強く望まれている。これまで、探針の形状については、先端曲率で表示するのが一般的であったが、これは必ずしも使いやすいものではなく、1つの指標にすぎなかった。探針の形状を定量的に評価するために、探針のアスペクト比を連続的に表示する方法を開発し、提案している。特に、楕円標準試料を利用した方法は、ナノスケールの凹凸に対する結像性能の評価に適しており、精密な粗さ評価のための探針先端の特性を決定するために利用可能なことを示した。米国NISTと共同で探針特性曲線を利用する方法の標準化にむけた、持ち回り試験を行うための標準試料を試作した。米国NISTとは、2種類の標準試料について、持ち回り試験を行うことで合意した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、プローブ、チップキャラクタライザ、ISO

【研究題目】平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）（ナノテクノロジー分野）

〔研究代表者〕 権太 聡（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 権太 聡、三隅 伊知子、菅原 健太郎
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

次世代デバイスの特性上重要な膜厚、表面粗さ、三次元微細形状などの計測においては、原子サイズ以下の分解能を有する走査型プローブ顕微鏡（SPM）が使用されているが、対象のサイズが装置の限界性能に近付いており、計測データの信頼性が確保できなくなっている。その信頼性確保のためには、ナノスケール（ものさし）が重要であるものの、8nm 以下で値が保証された標準試料が存在せず、この領域の次世代製品開発に支障をきたしている。本サブテーマでは、原子ステップ・テラス構造を校正基準として確立し、標準化するため、高分解能な原子間力顕微鏡（AFM）を用いて、原子ステップの高さやテラス幅を測定し、格子定数から算出される理論値と比較する。候補物質として複数の単体や化合物の単結晶表面を取り上げ、米国研究機関と連携し、校正基準としての原子ステップ・テラス構造に求められる段差やテラス寸法を検討する。

平成21年度は、寸法基準の候補となる単結晶原子ステップの形状評価を行う装置の設計を行うとともに、米国研究機関と協力の範囲やスケジュールについて協議した。今後は原子レベル寸法計測技術の開発を継続しつつ、原子ステップ寸法計測の不確かさ評価を行う予定である。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 原子間力顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡、単結晶、格子定数、段差、不確かさ、微小寸法計測、ナノスケール

〔研究題目〕 平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究 ②環境・エネルギー（運輸部門））

〔研究代表者〕 古原 和邦
（情報セキュリティ研究センター）

〔研究担当者〕 古原 和邦、渡邊 創、佐藤 証、坂根 広史、片下 敏宏
（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は、低炭素社会を実現する上で重要な役割を演じる研究開発成果を社会に普及させるため、NIST その他の米国の機関と協力しつつ、国際標準化を目指し必要な検証、データ収集等を行うことを目的とする。本事業は①ナノテクノロジー、②環境・エネルギー（運輸部門）、③環境・エネルギー（照明部門）、④環境・エネルギー（業務部門）の各分野からなり、情報セキュリティ研究センターは②環境・エネルギー（運輸部門）の社会インフラの安全性向上を担当している。

走行時に CO₂を排出しない電気自動車は、低炭素社

会実現のための重要な技術の一つであるが、その普及のためには、充電ステーションの設置など、社会インフラの整備が不可欠である。充電ステーション、電気自動車、充電用コネクタなどの新たなインフラが社会に普及する際の鍵となる充電や電力融通時の決済基盤などに対して、それらの機能要件、特に安全面での要件、潜在的脅威、対策候補などについて調査・検討を行いまとめている。その際、対策候補として重要な役割を演じることとなる暗号モジュールについては、決済系や電子鍵に対する現実的な脅威として問題となりつつあるサイドチャネル攻撃、特に、電力解析攻撃、故障利用攻撃、タイミング攻撃などに関して情報セキュリティセンターで得られている最新の攻撃・対策技術を評価基準としてまとめ米国連邦標準規格であり事実上世界標準である FIPS 140 (Security Requirements for Cryptographic Modules) に新設される非浸襲攻撃のセクションに書き入れるための作業を NIST と共に進めている。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 情報セキュリティ、社会インフラ、電子決済、暗号モジュール

〔研究題目〕 平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（環境・エネルギー分野（照明分野））

〔研究代表者〕 座間 達也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 座間 達也、神門 賢二、齊藤 一朗
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

発光ダイオード（LED）を利用した固体素子照明（SSL）は、寿命が長く、消費電力が少ないなどの特徴から、低炭素社会実現に貢献する次世代照明として期待されている。しかしながら、SSL の照明効率（全光束／消費電力）等の評価方法は未確立で、既存の照明光源に対する消費電力等の優位性は十分に示されているとは言えず、市場での信頼を勝ち得ているとは言い難い。よって、SSL の普及には信頼性の高い評価方法および SSL の諸特性評価に適した計量標準の確立が不可欠である。

本課題では、SSL 照明効率評価に欠かす事の出来ない全光束測定に着目し、SSL に実装される高強度 LED の全光束測定に最適な標準 LED の開発・実証と、従来光源の標準器とは配光特性が異なる SSL の全光束評価に適した測定方法の確立を日米で協力して行うことを目的としている。

今年度は、高強度 LED の全光束測定用に分光分布、配光、光安定性等の特性を最適化した4色（白・青・緑・赤）の標準 LED に関する妥当性評価を開始した。また、標準器と SSL の比較校正には一般に積分球が用いられるが、標準器と SSL の配光特性は異なるため、積分球の内面反射率不均一性の評価が重要となる。

この目的のため、積分球内面反射率不均一性評価用に特別なビームスキャナを設計し、試作を開始した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 LED、照明、明るさ、照明効率、全光束、積分球、配光、分光分布

〔研究題目〕 平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）

〔研究代表者〕 氏家 弘裕（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 氏家 弘裕、渡邊 洋（常勤職員2名）

〔研究内容〕

立体（3D）映像メディア技術を情報機器・システムに導入することで3DTV 会議システムや3D テレワーク等の活用により、CO₂を多く排出する交通機関の利用を避ける事が可能になる。本テーマでは、立体映像を提示し、これによる心理学的及び生理学的な影響を調べ、映像酔いや視覚疲労など好ましくない生体影響をできるだけ生じさせない立体映像のためのガイドライン草案を作成し、その国際標準化を図ることで、誰にでも安全・安心に立体映像が利用可能な環境を日米連携で早急に整え、世界的な立体映像関連市場立ち上げをスムーズかつ急速に進め、エネルギー消費削減とともに、新しい産業による雇用創出への貢献を目指す。

具体的には、以下の2点について実施した。

(1) 立体映像による生体影響計測とガイドライン草案作成

立体映像視聴により生じ得る生体影響を、心理学的及び生理学的計測について、のべ160名の被験者実験により実施し、両眼網膜像差と視覚的グローバル運動による生体影響データ計測を行った。また、公知化されている研究報告を3D 生体影響文献抄録集としてまとめるとともに、上述の生体影響計測の解析結果を踏まえつつ、立体映像のガイドライン草案を作成し、コンソーシアムガイドラインへの反映を図った。

(2) 立体映像の生体安全性評価装置の概念設計

映像中の物理的特性として、両眼網膜像差と視覚的グローバル運動の解析結果と、生体影響モデルによる比較により、生体影響レベルを出力する立体映像の生体安全性評価装置についての概念設計を行った。

なお、本テーマを推進については、(社)電子情報技術産業協会との連携の基に行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 立体映像、生体安全性、評価装置

〔研究題目〕 平成21年度低炭素革命実現に向けた日米国際共同研究協力事業（省エネルギー基盤技術国際標準化研究）

〔研究代表者〕 高辻 利之（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 高辻 利之（常勤職員1名）

〔研究内容〕

世界的な課題である地球温暖化への対策として、エネルギー・環境関連技術の開発と普及が急務となっている。我が国ではこれらの分野における様々な技術開発が行われているが、新たな技術を国際的に速やかに普及し、国際市場を拡充するためには、国際標準化への対応が不可欠である。平成21年2月の日米首脳会談にて、エネルギー・環境技術を中心とした日米協力の重要性について合意がなされ経済産業省としても、具体的な標準の策定を日米関係機関で協力しつつ進めることとしており、米国の関連機関と協力しつつ、低炭素社会の実現のため、①ナノテクノロジー分野、②環境・エネルギー分野（運輸部門）、③環境・エネルギー分野（照明部門）、④環境・エネルギー分野（業務部門）の4分野（テーマ）についての研究及び検証を実施する。

サブテーマ毎に、米国標準技術研究所（NIST）と連携しつつ、国際比較によって整合性を確保し、さらに標準化を目指して技術開発と装置開発を進めている。平成22年3月に日米のプロジェクト参加研究者が集まって産総研つくばセンターにおいてシンポジウムを開催し、一般参加者にプロジェクトの意義や進捗を説明するとともに、プロジェクトの進展に資する議論がなされた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準化、ISO、低炭素社会

〔研究題目〕 水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究

〔研究代表者〕 福山 誠司

（水素材料先端科学研究センター）

〔研究担当者〕 飯島 高志、今出 政明、安 白、

文 矛、張 林、甲斐 絢也、

横川 清志

（計測フロンティア研究部門）

（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

目標：

水素社会実現に向けた技術開発や実用化の取り組みが進められている。しかし、水素利用の拡大に伴い種々のトラブルも発生しており、高圧水素下での金属材料が厳しい劣化条件に曝されていることが判明しつつある。本調査研究事業では、各種汎用材料における水素脆化のデータを蓄積することにより、安価で使いやすい汎用材料を水素エネルギーのために利用する際に、どのような条件が必要とされているかについて調査・研究を行う。

研究計画：

金属材料の水素脆化評価試験を実施するため、脆性の側面や材料の優位性などを勘案して、評価試験を要する汎用材料の選定を行う。また、実用温度域を勘案して、今後水素脆化評価の測定を実施する上で基本となる試験条件を、具体的な試験を行いデータを取得することで決

定する。

年度進捗状況：

(1)内部可逆水素脆化試験

オーステナイト系ステンレス鋼、特に省ニッケル高窒素ステンレス鋼、は高圧水素貯蔵で注目されているために、窒素含有量を変化させたオーステナイト系ステンレス鋼の水素チャージ材(水素含量40 wt. ppm)を用いて、内部可逆水素脆化(IRHE)に及ぼす温度の影響を低歪み速度(SSRT)試験で調べた。その結果、IRHEに及ぼす窒素含有量の影響を明らかにした。この中で、IRHEは温度の低下と共に増加し、200K近傍で最大になり、更なる温度の低下と共に再び減少した。IRHEはNi当量の低下と共に増大した。これより、オーステナイト系ステンレス鋼のIRHEは歪み誘起マルテンサイトの生成に関連するものと推察される。

(2)水素ガス脆化試験

市販の時効硬化型超強力鋼である18Ni-Maraging、析出硬化型ステンレス鋼であるSUS630、高強度低合金鋼であるSNCM630、SNCM439およびSCM440、フェライト系合金であるFe-30%Cr鋼、炭素鋼であるSUY、S35C、S80Cおよび銅合金であるC3771について、室温で水素圧210Mpaにおける水素ガス中SSRT試験を実施し、水素ガス脆化(HGE)挙動を調べた。銅合金C3771については水素の影響は認められなかったが、18Ni-Maraging、SUS630、SNCM630、SNCM439、SCM440、Fe-30%Cr鋼、SUY、S35CおよびS80Cでは著しい水素脆化を示した。水素脆化の程度は、降伏点から最大荷重点までに水素の影響が認められる(TYPE II)18Ni-Maraging、SUS630、Fe-30%Cr鋼、S35CおよびS80C。最大荷重点以降に水素の影響が認められる(TYPE III)SNCM630、SNCM439、SCM440、およびSUYに分類できた。

また、低温70MPa水素雰囲気中材料試験装置を用いてSUS316Lおよび12%Ni-316オーステナイト系ステンレス鋼の200K、70MPaの高圧水素ガス中およびヘリウムガス中でSSRT試験を行い低温高圧水素脆化挙動を調べた。1MPa水素中では水素の影響は小さかったが、水素圧の増加と共に著しい水素脆化を示した。オーステナイト系ステンレスの水素中の破面は主にマルテンサイトラスに沿った破面であった。オーステナイト系ステンレス鋼の高圧水素脆化挙動は材料中のマルテンサイト量に主に関係するものと考えられる。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 汎用材料、水素ガス脆化、内部可逆水素脆化、低温

[研究題目] 平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事

業(工業用カーボン高温物性の計測評価による製造・製品高度化の研究)

[研究代表者] 岩下 哲雄

(計測フロンティア研究部門)

[研究担当者] 岩下 哲雄(計測フロンティア研究部門)、

児玉 昌也、曾根田 靖

(エネルギー技術研究部門)

(常勤職員3名、他6名)

[研究内容]

鉄スクラップを原料とする電炉製鋼、太陽光発電用シリコン半導体製造等では製造工程の熱処理材料として高強度で熱衝撃に強い工業用カーボン材料が望まれている。本研究では、1000℃以上の高温における電氣的、熱的、機械的特性を正確に計測ができる装置を開発し、種々の工業用カーボン材料製品の使用環境における高温物性を計測する。また、カーボン材料製造の高温熱処理プロセス(黒鉛化)にともなう熱伝導性と電気抵抗の変化を超高温度域までその場計測を試みる。そして、高温物性に寄与するファクターなどの科学的知見、さらにトレードオフ関係を示す特性を検証していく。本研究の目的は、それら高温物性値に及ぼす調製条件の影響等をデータベース化していくことにある。

本研究開発により、次の成果を得ることができた。

(1)室温での物性値が同様な材料であっても、高温での物性値およびその温度依存性は、調製条件で異なることがわかった。電気抵抗と熱伝導性の高温での温度依存性は、黒鉛結晶性に強く影響を受けている。結晶構造パラメータとしては、黒鉛化度が温度依存性と相関が良く、調製条件が高温物性に与える影響のデータベースを構築する上でひとつの指標となった。

(2)JIS R2207法を参考に、試験片を支持する管と伸び変位計測のための検出棒の材質を超高温に耐える等方性黒鉛材料として2000℃を超える超高温での熱膨張による伸びを計測する装置を新規に開発した。昇温していくときの伸び量を計測する試験方法を採用し、各温度間での平均線熱膨張係数を算出した。得られた熱膨張係数の値は、室温の値より比較的高めの数値が得られた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 工業カーボン材料、熱処理、高温物性計測、黒鉛化、物性温度依存性データベース

[研究題目] 平成21年度地下水賦存量調査

[研究代表者] 丸井 敦尚(地圏資源環境研究部門)

[研究担当者] 丸井 敦尚、越谷 賢、吉澤 拓也、

伊藤 成輝(常勤職員4名)

[研究内容]

日本のような中緯度帯の気候においては、地下浸透する降水量の大部分は、海洋へ流出するものと推定され、これは現在の地下水流動量を上まわると報告されている。

したがって、十分な涵養性がある地下水流動量を地下水資源とみなして地下水開発を行えば、地下水障害は起こらないと判断されることから、地下水流動量を算定しつつ、地下水開発のポテンシャルを評価することが重要である。本事業では、この開発余地のある地下水資源の位置・深度をまとめ、全国の地下水流動量を算出する。さらに、地下水の開発適性が高いと評価された地域に対し、必要に応じて実態調査を実施するなどし、地下水賦存量分布詳細図を作成し、地下水開発の判断材料に資することを目的とする。

本調査では、平成20年度地下水賦存量調査で、地下水資源開発適性が高いと見込まれた地域について、地下水流動シミュレーションによる評価を実施した。対象地域は、天塩平野、根釧台地、石狩・勇払平野、能代・秋田平野、北上高地太平洋側、庄内平野、仙台平野、阿武隈高地太平洋側、加賀平野、富山平野、伊勢平野及び出雲・米子平野であった。この解析には、国土交通省国土数値情報や産総研200万分の1日本地質図等が利用されている。利用したデータは井戸水位データ（産総研いどじびき）を除いて公開されているものである。また、大阪府・兵庫県、愛知県・三重県・岐阜県、埼玉県・千葉県・群馬県・栃木県・茨城県（これらのうち、工業用水法の指定地域、濃尾平野地盤沈下防止等対策要綱の対策地域及び関東平野北部地盤沈下防止等対策要綱の対策地域）、並びに神奈川県秦野市について、地層ごとの地下水収支を算出し、Modflow による地下水流動解析を実施した。ここで求められた地下水流動量から安全揚水量を算定・評価した。また、平成19年度から本年度までの成果をとりまとめ、全国工業用地下水賦存量分布図、及び主要な都市における安全揚水量分布図を作成した。

【分野名】地質

【キーワード】地下水賦存量、地下水資源、工業用水

【研究題目】中小企業支援調査（安全知識循環型社会構築事業）

【研究代表者】山中 龍宏

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】山中 龍宏、持丸 正明、河内まき子、西田 佳史、本村 陽一、多田 充徳、北村 光司（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

我が国における子どもの死因は、1959年以降、1歳を過ぎると19歳まで第1位は不慮の事故である。本事業の目的は、1. 子どもを安心して生み育てられる生活環境を整備に向けて、子どもの“不慮の事故”を無くしていくことを目指し、病院での子どもの事故情報の収集や保護者等からの事故情報の提供による事故情報のデータベースの構築を行うこと、2. 集まった事故情報をもとに、専門家・研究者・企業が連携して統計的な分析、現場調査や子どもの行動分析を行い、事故原因究明及び再発防

止への対策法を普及させること、3. 得られた事故情報、判明した事故原因、考案した事故防止策等の情報を保護者など社会全体へ発信していくことにある。

医療機関における傷害の情報収集に関しては、国立成育医療センター救急部での情報収集を継続し、本事業期間（2007年9月から2009年12月まで）に6,493件（データベース化された数）の情報が集まった。これまで収集してきた傷害事例と合わせると8,334件（データベース化された数）となった。また、病院で運用する事故情報収集・検索システムに関しては、平成20年度に開発した、病院で運用する事故情報収集・検索システムを利用し、情報収集を行いながら、システムの改善をし、独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造推進事業（CREST）の成果である身体地図情報システム（BIS）を利用しての入力を可能にした。

平成21年度は、新たに、出口小児科医院や日本医科大学千葉北総病院の2カ所でも事故情報を収集した。

実験やシミュレーションを用いて傷害が起こるメカニズムを知ろうとする時、子どものからだや行動の詳細なデータは必要不可欠である。本事業では「子どもの身体寸法データベース」の拡充を行った。平成21年度は、製品設計の基盤となる子どもの頭部と指の寸法データ（0歳～7歳/304人）を計測し、報告書によって一般公開した。

傷害の原因の究明による知識化の取り組みに関しては、今年度新たに、キッズデザイン製品を開発する際に、必要となるデータや技術を共同で整備するプロジェクト（キッズデザイン共同プロジェクト）を募集した。これに応募頂いたものから以下の5件を採択した。各々について、共同研究を実施した。1) 硬貨返却口での指はさみ事故防止と安全性評価手法の確立（社団法人日本アミューズメントマシン工業協会）、2) 子ども用ヘルメットの安全性と適合性に関する研究（株式会社オージーケーカブト）、3) 角等の性状による衝突安全性に関する研究（住友林業株式会社）、4) 転倒・転落での衝突衝撃を吸収する住宅内装建材に関する研究（永代産業株式会社）、5) 日本小児科学会雑誌「Injury Alert」事例に分析に関する研究（社団法人日本技術士会登録子どもの安全研究グループ）。

情報発信に関しては、事業で得られたデータや報告書をサイト上（<http://www.kd-wa-meti.com/>）で公開しているが、平成21年度は、これまで作成した検索サービスに、関連キーワード表示機能を追加した。また、典型的な事故発生状況を説明した動画25本を追加した。本事業では、シンポジウムを3回（2009年5月18日、2009年8月7日）開催し、事業で行った活動を周知するための取り組みも行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】デジタルヒューマン、子どもの傷害予防、傷害サーベイランス、事故予防コンテン

ツ、事故原因究明

鎮西 清行、鷺尾 利克、山下 樹里、
岡崎 義光、小高 泰、竹村 文、
木山 亮一、片岡 正俊（常勤職員11
名、他7名）

〔研究題目〕平成21年度中小企業支援調査（人間特性データベース検索システム構築検証に係る調査研究）

〔研究代表者〕森田 孝男

（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕森田 孝男、河内 まき子、持丸 正明
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

民間活力で収集された人間特性データ（人体寸法、運動機能、感覚特性、行動特性）の統合的な1次・2次・3次利用について、ビジネスモデル的側面、標準整備の側面、さらには、分散蓄積されたデータベースを容易に統合検索するための情報技術的側面の3つの観点から課題を明確にし、今後の施策立案に有益な提案を取りまとめることを目的として調査を実施した。調査研究は、人間特性データの1次・2次・3次利用に関する調査、人間特性データの統合情報検索基盤の機能実現に関する検証調査からなる。前者は、人間特性データの収集、再活用を実施している事業者のヒアリング調査と類型化、および白書などの公刊物に基づく市場規模と経済波及効果の調査・分析、基準・標準に関するニーズ把握と実態調査によって構成され、(1)人間特性データの収集、再活用を実施している事業者のビジネス概要と収集される人間特性データ種別一覧、(2)ビジネスモデルの類型化、(3)現在から2020年までの市場規模と経済波及効果、(4)基準・標準作成のニーズ、(5)その他の施策（個人情報保護など）のニーズを取りまとめた。後者については、産総研で策定した人体寸法項目 ID (ICAM) を利用した統合検索システムを新たに開発し、(6)使用した統合検索ソフトウェアの構成、(7)基本検索性能の検証結果と技術課題、(8)検索項目設定の妥当性と検索キー設定の標準化に向けた課題、(9)信頼性と信頼性検証方法の標準化に向けた課題、(10)統合検索の有用性と課題を取りまとめた。さらに報告書では人間特性データの社会基盤創成に向けた具体的なビジネスモデルを例示し、今後の市場規模と経済波及効果、ビジネスモデルを普及推進するための課題（技術課題、基準・標準作成の課題、経営課題、施策としての課題）について詳述した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕人体寸法、人体形状、データベース、統合検索、XML

〔研究課題〕医療機器開発ガイドライン策定事業（医療機器に関する開発ガイドライン作成のための支援事業）

〔研究代表者〕赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕赤松 幹之、本間 一弘、田口 隆久、

〔研究内容〕

次世代の医療機器を早期に臨床導入するためには、円滑な機器の開発、迅速な薬事審査、市販後の安全維持を総括的に検討すべきで、これらは関連する産業の発展、国際競争力の強化、安心・安全な機器の利用、国民のQOLの向上に大きく寄与する。円滑な機器の開発と迅速な薬事審査への寄与を目的とする開発ガイドラインの策定事業は、平成21年度において7課題〔再生医療分野（細胞シート）、体内埋め込み型材料分野（高生体適合性インプラント）、バイオニック医療機器分野（神経刺激装置）、ナビゲーション医療分野（位置決め技術）、ナビゲーション医療分野（トレーニングシステム）、テーラーメイド医療用診断機器分野（遺伝子発現解析用DNAチップ）、画像診断分野（コンピュータ診断支援装置）〕を設定し、各々に対して技術的側面から検討した。その結果、4件の開発ガイドライン（「除染パスボックス設計ガイドライン」「カスタムメイド骨接合材料の開発ガイドライン」「植込み型神経刺激装置開発ガイドライン」「ナビゲーション医療機器の位置的性能の品質担保に関する開発ガイドライン」）を策定した。人工関節と医療機器トレーニング設計に関してはガイドラインに対する骨格を策定した。他方、学会における発表などを活用して、本事業において策定した開発ガイドラインの普及を図った。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕医療機器開発ガイドライン、再生医療、手術ロボット、トレーニング、生体親和性インプラント、神経刺激装置

〔研究題目〕低周波帯電磁界強度標準及びミリ波帯ホーンアンテナ標準の研究開発

〔研究代表者〕島田 洋蔵（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕森岡 健浩、石居 正典、廣瀬 雅信、
黒川 悟、飴谷 充隆、佐々木 暁子
（常勤職員6名、他1名）

〔研究内容〕

本事業における低周波帯電磁界強度標準の研究開発では、50Hz帯標準電磁界発生システムの精密な評価を行い、電磁界センサーの校正システムとして不確かさ評価技術を確立するとともに、現在の放射・耐性試験の主周波数帯である1GHz程度までの電界強度測定に用いられる小型及び大型電磁界センサーを校正するための標準電界強度生成技術を確立し、さらに標準電界を実際の計測現場までトランスファーするための技術を確立した。また、ミリ波帯ホーンアンテナ標準の研究開発では、ミリ波近傍界測定用平面スキャナー装置として、小型で安価

なアンテナパターン測定装置を開発し、受信プローブを走査するためのXYポジションの位置精度評価を実施した。さらに測定装置のより一層の小型化を図るために光技術を利用したミリ波発生装置としてQ及びVバンドのミリ波発生装置とミリ波を光信号に変換するための装置を開発した。また開発したアンテナ平面走査装置および直流検波器によるミリ波検出技術を組み合わせ、位相情報を必要としない普及型平面走査型近傍界測定装置の検討を行った。また、これらの成果をまとめ、報告書を作成した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電磁界、ミリ波、標準磁界、ホーンアンテナ

【研究題目】 マイクロナノ量産化技術と応用デバイス製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成事業

【研究代表者】 前田 龍太郎
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 前田 龍太郎、高橋 正春、
松本 壮平、高木 秀樹、宮澤 伸一、
田中 孝子、近森 邦夫
(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

高付加価値ものづくり戦略の核心を担うナノ製造や微小電気機械システム(MEMS)を核にシステム化とビジネス化を国際的に取り組める人材育成を目的とする。

現在限られた大学や研究機関でしか触れることのできない、最新のものづくり技術(MEMS、精密ナノ加工、設計シミュレーション・評価技術)について実習を中心に学ぶことにより、各地域のニーズやポテンシャルを生かし、情報家電や健康管理センシング、人工物モニタリング、光センシングネットワークやロボット応用について、エレクトロニクスやIT、ビジネスにも精通した起業や新事業開拓を目指す国際人材を育成することを目的とする。

これまでに目標となる育成人材像を確立し、育成人材の目標到達のためのプログラム(各種装置を活用するプロセスイノベータ、設計応用など先端アプリケーションを担うデバイスイノベータ、さらに商品化推進スキルを持ったシステムイノベータ・コースプログラム)を開発し、既存のプロジェクトの成果や開発したプログラムにて実践教育の一部を公設試験所や地域企業の関係者に対して行うとともに、教材や教育法の検討を業界団体の協力を得て行い開発する人材育成プログラムの目的合理性について評価を行ってきた。今年度はこれまでに開発したプログラム(教材、実習用設備)について内容を検証するための講義および実習を行った。また実習結果についてアンケート等を取り、内容の評価や改善を行った。人材育成のプログラム開発委員会を各地域に設置し、カ

リキュラムの全体設計、MEMSコア技術のプログラム開発、低コスト量産技術(ナノインプリント)、流体エネルギー・ナノバイオ技術、センサデバイス技術・光デバイス技術・実装応用技術、ビジネス・ソフト周辺技術の教材・講義を開発し、評価検討を引き続き行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 人材育成、ナノ製造、MEMS、
流体エネルギー、ナノバイオ

【研究題目】 自然エネルギー利用型冷水・温水大量製造システムの実用化及び食糧生産への適用実証

【研究代表者】 廣津 孝弘、苑田 晃成
(健康工学研究センター)

【研究担当者】 廣津 孝弘、苑田 晃成
(常勤職員2名)

【研究内容】

工場廃熱エネルギーや太陽熱エネルギー等の未利用自然エネルギーを熱エネルギーのままでも有効活用し、冷水・温水を安価に大量製造できるシステムを開発し、当該冷水・温水を食糧生産活動に適用する実証試験を行うことにより、二酸化炭素の排出量を2020年に年間1,500万トン削減することを目指すとともに、大幅な低炭素社会への移行の先鞭となる低炭素型地産地消モデル都市の構築を目標とした。

食糧生産への適用実証として陸上養殖試験・研究で、一定温度の条件で、塩分濃度の異なる環境でサツキマスの陸上養殖に関連して水質の評価を主に担当した。淡水に「人工海水の元」を添加し、淡水かけ流し系、汽水(塩分1.7%)循環系、海水(塩分3.5%)循環系で、サツキマスを養殖し、約1ヶ月経過した後、給餌前、給餌後(1, 2, 3時間後)の水質評価を行った。

毎性の高いアンモニア態窒素は、浄化装置が機能し、低濃度が保たれ、飼育中に死亡する魚はほとんど発生しなかった。循環系において、硝酸態窒素および全リンの蓄積が認められたが、給餌前後における濃度変化に大きな違いは認められなかった。

今後も継続的に飼育を行い、硝酸態窒素と全リンの濃度の推移を把握し、飼育に影響する濃度の特定、そのための措置の可否を含めて判断する必要がある。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 低炭素社会

【研究題目】 製鋼スラグを用いた藻場造成によるCO₂固定化技術開発と川崎市における実証モデル事業

【研究代表者】 谷本 照己(地質情報研究部門)

【研究担当者】 谷本 照己、湯浅 一郎
(常勤職員2名)

【研究内容】

製鋼スラグと浚渫土の混合材のアマモ育成への影響を明らかにし、製鋼スラグの人工アマモ場基盤材としての適用性を評価することを目的に、製鋼スラグと浚渫土の混合材を基盤としたアマモの生育に関わる屋内水槽試験と三津口湾日ノ浦における実海域試験を行った。その結果、水槽試験では浚渫土に製鋼スラグを25%以下で混合した試験泥が対照区と同等またはそれ以上のアマモ生育を示すことを明らかにした。三津口湾日ノ浦における実海域試験では、浚渫土に製鋼スラグを25%混合した試験泥において天然アマモ場のアマモと同等あるいはそれ以上のアマモ生育を示した。これらのことから、製鋼スラグと浚渫土の混合基盤材が人工アマモ場基盤材として適用できると考えられた。また、製鋼スラグ100%基盤材では表面が固化する傾向が認められ、泥中に地下茎をのばして根から養分を吸収するアマモの基盤材としては適さないと推察される。実海域試験におけるアマモ育成について、今後も長期的なモニタリングを行って長期的な効果を検証することが重要であると考えられた。

[分野名] 地質

[キーワード] 製鋼スラグ、人工アマモ場造成、浅場造成、浚渫土

②【文部科学省】

・科学技術試験研究委託事業

[研究題目] 重度先天性骨代謝疾患に対する遺伝子改変間葉系幹細胞移植治療法の開発

[研究代表者] 大串 始
(セルエンジニアリング研究部門)

[研究担当者] 大串 始、服部 耕治、藤森 一浩
(常勤職員3名)

[研究内容]

組織非特異型アルカリホスファターゼ (ALP) 遺伝子変異による遺伝性疾患である周産期型低ホスファターゼ症に代表される重度先天性骨代謝疾患に対する根治治療技術の実現を目指し、患者本人由来の間葉系幹細胞に正常 ALP 遺伝子を導入した治療用遺伝子改変細胞培養技術を開発し、賦活化間葉系幹細胞もしくは iPS 細胞に正常 ALP 遺伝子を導入した治療用遺伝子改変細胞の培養技術の開発を目指す。さらに導入遺伝子のゲノム挿入部位の安全性を確認するゲノム安全性評価法の開発、重度先天性骨代謝疾患に対する細胞移植治療の臨床応用を確立することを目的とする。

年度進捗状況：

ALP 遺伝子変異を持つ患者由来の間葉系幹細胞に対して正常 ALP 遺伝子を Plasmid vector を用いて強制発現させると骨化が回復するものの細胞死が起こることがわかった。そこでプロモーターを強制発現用の CMV プロモーターから ALP 遺伝子のプロモーターに変更したところ骨化が回復し、かつ生存にも影響を及ぼさないこ

とが確認された。さらにこの細胞の *in vivo* での骨形成能を検討したが、残念ながら新生骨形成は起こらなかった。*In vivo* での骨形成能を持たせるべく、より導入効率の良いレトロウィルスベクターを用いて患者由来間葉系幹細胞に正常 ALP 遺伝子を導入した。遺伝子導入細胞は *in vitro* での骨化能の回復を示した。さらに、市販の正常ヒト細胞への複数遺伝子導入による iPS 化の基本的技術を確立し、複数ラインのヒト iPS 細胞の樹立に成功した。

遺伝子導入細胞の保存施設ならびに遺伝子導入施設を整備した産総研尼崎セルプロセッシングセンターにおいて、我々の施設で保存されていたヒト骨髄間葉系幹細胞の試験培養を行った。骨分化能検査、感染症検査、環境モニタリング等を行い、異常を認めることなく培養出来ることを確認した。

治療用の細胞として安全性を担保するため、次世代シーケンサを用いたゲノムワイドに遺伝子導入部位を同定する方法を検討した。まず、モデル細胞として Human Osteoblastoma (低アルカリホスファターゼ株) に phALP-ALPL 遺伝子発現カセットを構成したレトロウィルスベクター pQCXIN 内をトランスフェクションした安定株2株 (#2および#5) からゲノム DNA を調製した。これを用いて、次世代シーケンサ SOLiD システムで解析するためのプロトコルの検討を行った。さらに、実際に SOLiD システムを用いてシーケンシングを行い、得られたデータから挿入部位を決定するインフォマティクス解析パイプラインを構築した。その結果、2箇所に挿入されていることを確認することができた。また、クローニング・サンガー法で解析した結果と一致した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 間葉系幹細胞 (移植)、再生医療、骨代謝疾患

[研究題目] 自己整合型四極子収差補正光学システムの開発 (多段自己整合型球面収差補正光学系の開発)

[研究代表者] 岡山 重夫
(エレクトロニクス研究部門)

[研究担当者] 金丸 正剛、岡山 重夫
(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

21年度は、前年度に試作・組立を完了した6段四極子と4つの開口電極から構成される球面収差補正光学系を共同研究先である SIINT 製の Ga 液体金属イオン源を搭載した集束イオンビーム装置に実装し、収差補正プロンプ形成レンズとして、開口 (球面) 収差補正制御特性を評価した。補正光学系を構成する2段のレンズ・ケーシング間のアライメントについては、レンズ・ケーシング内の四極子によって、イオンビームを精密メッシュ上に線状集束し、その加工痕から四極子間のアジマス・エ

ラーが最小となるように調整した。また、多段補正光学系の高精度な軸合せのために、ウォブリング機能を持つ4チャンネル出力の高電圧高精度 DA 変換器（最大出力電圧±1048.000V、分解能1mV）を開発した。ウォブリング機能によって、ビーム軌道を制御する四極子励起強度を変調し、走査イオン顕微鏡（SIM）像上の集束位置ズレ（光学的な軸ズレ）が最小となるようにビーム・アライメント偏向器を調整することで、イオンビーム照射系と補正光学系との高精度な軸合せが可能となった。また、高精度なシミュレーション手法を駆使して、四極子、開口電極励起強度に対する焦点特性、収差特性を詳細に計算し、評価実験用制御データを蓄積した。計算データを基礎とする球面収差補正制御実験では、開口電極励起前の収差による加工痕、および収差補正後のスポット加工痕をメッシュ上に形成し、ビーム開き角を小さくした収差補正ビームによる SIM 像観察から開口収差補正制御特性を評価し、ビーム開き角を大きくすることで顕在化する収差図形および収差補正図形から開口（球面）収差の補正・制御を実証した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】四極子レンズ、球面収差、自己整合型四極子補正レンズ、集束イオンビーム装置、電子顕微鏡

【研究題目】糖鎖修飾情報とその構造解析データの統合（糖鎖科学統合データベースの構築）

【研究代表者】成松 久（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】成松 久、新聞 陽一、平林 淳、
亀山 昭彦、梶 裕之、榎谷内 晶、
佐藤 隆、舘野 浩章、伊藤 浩美、
鹿内 俊秀、鈴木 芳典、藤田 典昭、
森田 真理子、伏見 美峰
（常勤職員9名、他6名）

【研究内容】

糖鎖医工学研究センターが保有しているデータベース（糖鎖関連遺伝子データベース（GGDB）、レクチンデータベース（LfDB）、糖タンパク質データベース（GlycoProtDB）、および質量分析データベース（GMDB））を公開すると共に、国内に散在する糖鎖関連データベースを所有する組織（大学・企業・組織・団体など）と協力し合い、日本糖鎖科学コンソーシアム（JCGG）を窓口として統合データベースのポータルサイト（JCGGDB）を構築した。そこから糖鎖関連用語や遺伝子名等のキーワード、さらには糖鎖構造図で、各糖鎖関連データベースを横断検索できるシステムの開発を行った。異なる機関のデータも融合できるようにデータの標準化を考慮しながら糖鎖科学統合データベースの構築を行い、また、ライフサイエンス統合データベースの中核機関である情報・システム研究機構のポータルサイトからも検索できるように連携を行ったほか、経済産

業省ライフサイエンス統合データベースの MEDALS と相互リンクを張ったり、糖鎖統合データベースについての学会発表およびシンポジウムを行ったり、体験講習会を開催するなど、幅広い利用者からのアクセスを図っている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖、統合データベース、糖転移酵素、構造解析、糖鎖合成、レクチン、糖タンパク質、質量分析計

【研究題目】XFEL 光と先端レーザー光による原子・分子・クラスターのポンプ・プローブ計測

【研究代表者】齋藤 則生（計測標準研究部門）

【研究担当者】齋藤 則生、加藤 昌弘、田中 隆宏、
黒澤 忠弘、森下 雄一郎
（常勤職員5名）

【研究内容】

施設側から用意されるシリアルタグ信号をデジタイザによってコンピュータに取得するためのソフトウェアの開発を行った。開発したソフトウェアとデジタイザを用いて、施設側からのシリアルタグ信号を取得するテストを EUV-FEL 実験棟にて行った。その結果、タグ信号を取得し、取得したタグ信号をタグ番号に変換することに成功した。

また、EUV-FEL 光を極低温カロリメータを用いて絶対強度の計測の準備を行い、EUV-FEL 光の絶対強度の測定に成功した。施設側で用意されているガスモニターとの比較方法を検討した。比較の方法は、ビームラインの上流側で、4象限スリットを用いて EUV-FEL 光サイズを小さくし、その後方に、ガスモニターそして極低温カロリメータの順に配置する。ガスモニターの信号を数分間積分し、その時の EUV-FEL の強度を極低温カロリメータによって測定し、比較を行う手法がよいとの結論を得た。

【分野名】標準・計測

【キーワード】自由電子レーザー、極低温カロリメータ

【研究題目】水銀同位体を用いた海底熱水鉱床の探査技術の開発

【研究代表者】丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美（常勤職員1名）

【研究内容】

北鹿地域の黒鉱胚胎層であるM2泥岩の水銀同位体比（ $\delta^{202}\text{Hg}/^{198}\text{Hg}$ ）と水銀濃度は、黒鉱鉱床の生成時期以前の泥岩層や黒鉱鉱床生成時期以後の泥岩層の水銀同位体比（ $\delta^{202}\text{Hg}/^{198}\text{Hg}$ ）よりも高く（ ^{202}Hg が多い）、また水銀濃度も高い傾向にあることが判明した。この結果は黒鉱鉱床を作った重い水銀同位体のマグマ起源の水銀が泥岩に含まれていることを示す。従って、海底熱水鉱床から

放出されるマグマ起源の水銀が海底土に堆積し、水銀同位体比を鉱床探査のトレーサーとして使用することが可能であると考えられる。

また北鹿地域の泥岩、黒鉱鉱床、上盤泥岩、下盤泥岩、鉱石、鉄石英の水銀同位体比と水銀濃度を比較した結果、水銀濃度と水銀同位体比から鉱床が存在すると考えられる有望地域と、鉱床の存在が期待できない地域の識別が可能であることが判明した。さらに鉱石には重い水銀同位体が多く含まれるものと、軽い水銀同位体が濃縮したものが存在し、鹿児島湾の海底熱水系（たぎり）の水銀に富む海底土の水銀濃度と同位体比はこれらの鉱石の中間にプロットされることが判明した。

また、鉱石の水銀濃度と水銀同位体比の関係を調べた結果、水銀濃度が増加すると重い水銀同位体が減少する傾向にあり、また金濃度が増加すると重い水銀同位体が増加する傾向にあることが判明した。これらのデータは黒鉱を形成した海底熱水鉱床の地下で気液分離が起きており、金は重い水銀(^{202}Hg)とともに液体相に濃縮し、気相には軽い水銀が濃縮したことを示唆しており、水銀同位体が金に富む海底熱水鉱床の探査に応用できる可能性があることを示す。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海底熱水鉱床、黒鉱鉱床、水銀同位体、泥岩、金

〔研究題目〕統合データベース開発／共通基盤技術開発／ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境構築

〔研究代表者〕浅井 潔（生命情報工学研究センター）

〔研究担当者〕浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、光山 統泰、ポール ホートン、広川 貴次、福井 一彦、藤渕 航、堀本 勝久、田代 俊行
（常勤職員8名、他2名）

〔研究内容〕

本事業の目的は、ライフサイエンスやバイオ産業に従事する研究者や技術者がいわゆるゲノムプロジェクト・ポストゲノムプロジェクトの成果や多様な DB や解析ツールをストレスなく利用して、より高度な研究開発が効率よくできる環境（統合 DB）を実現することである。このため、情報・システム研究機構、科学技術振興機構、産業技術総合研究所生命情報工学研究センター、かずさ DNA 研究所、九州大学、奈良先端科学技術大学、長浜バイオ大学、東京大学、お茶の水女子大学と共同して、「戦略立案・実行評価」、「統合データベース開発」、「統合データベース支援」の3つの業務を行う。

生命情報工学研究センターでは、「統合データベース開発」における共通基盤技術開発に関わる研究開発を実施する。「統合データベース開発」では、ライフサイエンス、バイオ産業に関わる情報へのアクセスと利用に関

する格段の利便性向上とそれによる研究開発の飛躍的な効率化と質的向上を目指して、ヒト統合化 DB およびモデル生物・産業応用生物統合 DB の構築・運用と、それに必要な統合 DB 構築技術、DB の標準化、文献等からの知識獲得技術等の情報処理技術を開発する。

具体的には、「ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境の構築」を生命情報工学研究センターでは担当し、利用者が得たい情報（知識）を、パソコンなどの端末から要求すると、必要なデータ、解析手法などを、国内、海外から自動的に選び、データベースと解析ツールのワークフローを作成し、最適な計算資源を使って解析を行う統合 DB 環境を構築する。

今年度は、昨年度の成果を基に、WEB アプリケーションとしてタンパク質構造モデリングワークフローやプラットフォームを利用したアクティブ・ワークフローとして遺伝子ネットワーク推定システムである ASIAN-K を開発し、統合 DB 情報基盤サイト (<http://togo.cbrc.jp>) から一般公開した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕ワークフロー、統合 DB、Web サービス

〔研究題目〕有害危険物質の拡散被害予測と減災対策研究／NBC 被害拡散に対する避難誘導支援システムの実現

〔研究代表者〕山下 倫央（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕山下 倫央、野田 五十樹、副田 俊介
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

生活・社会の安全を守るためには、テロ・事故等による化学剤、生物剤、放射性物質などの有害危険物質が放出される NBC 災害が発生した場合を想定して、有害物質の拡散状況を踏まえた避難誘導計画を事前に立ておく必要がある。そのために、有害危険物質の拡散状況を正確かつ迅速に予測し、適切な避難誘導を実現するため、有害危険物質の屋内外拡散予測システムおよび避難シミュレーションを開発し、その運用方法を確立する。

本プロジェクトのサブグループとして、屋外拡散予測システムは三菱重工業株式会社、屋内拡散予測システムはアドバンスソフト株式会社が開発を進め、東京大学が両システムの精度の検証をおこなう。産業技術総合研究所は、屋内外拡散予測システムと連携可能な避難シミュレータを開発し、避難者の被害を軽減する避難誘導方法の検討が可能なシステムを構築する。

3年計画の1、2年目である平成19、20年度には、ネットワーク型人流モデルを用いた避難シミュレータの開発と、避難行動の計測結果に基づく避難行動モデルの精緻化をおこなってきた。平成21年度(3年計画の3年目)には、東京都と内閣官房が共催したテロ対処机上訓練に対して情報提供をおこない、屋内外拡散予測システムと連携する避難シミュレータの有効性を実証した。前年度までに

開発した避難シミュレータを用いて、特定の大規模集客施設からの避難時間や危険物質の接触量を算出し、東京都が想定する避難方法と避難時間・被害状況の関係を明らかにした。また、平成19～21年度の検証・実証作業から得られた知見等に基づき、避難シミュレータを円滑に運用するためのマニュアル類を作成し、シミュレータの利用初心者用の教育 DVD のためのコンテンツも作成した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 NBC テロ、人流シミュレーション、避難誘導、情報共有プラットフォーム

〔研究題目〕 圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生 (MPB エンジニアリングによる巨大圧電材料の電気特性評価)

〔研究代表者〕 飯島 高志

(水素材料先端科学研究センター)

〔研究担当者〕 李 鳳淵 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

目標:

ペロブスカイト構造を有する新しいバリウム系圧電材料の探索とそれを用いた MPB エンジニアリング、およびそれらのドメイン構造の微細化、結晶構造・方位を最適化するドメイン構造制御により、圧電特性を2桁以上向上させる技術を開発する。この技術を用い、研究開始3年後に圧電プレフロンティア領域に、5年後には圧電フロンティア領域に到達し、新デバイス応用を目指す。

このため、独立行政法人産業技術総合研究所では、新規圧電材料について、バルク・薄膜等の試料形態に関わらず、圧電特性などの電気特性を評価することで、MPB 組成を明らかにするための研究開発を実施する。

研究計画:

①電気特性評価技術の開発

印可電場により圧電体試料に誘起される微小変位を測定するために、原子間力顕微鏡 (AFM) および、ヘテロダイン式レーザー変位計を用いた計測方法を検討し、-100℃から150℃の温度範囲において、微小変位測定が可能な評価システムを開発する。また上記評価システムを用いて、研究プロジェクトで作製された圧電体試料の比誘電率、強誘電特性、微小変位特性の測定温度依存性について評価を試みる。

②バリウム系圧電材料前駆体溶液の合成

MPB 組成探索に必要な、種々のバリウム系前駆体溶液について、その溶液合成方法および組成制御方法を確立させる。また、作製した前駆体溶液を用いて、バリウム系材料粉末を作製し、その基礎物性を評価するとともに、薄膜作製を試みる。

年度進捗状況:

①電気特性評価技術の開発

平成20年度に開発した、-100℃から150℃の温度範囲において微小変位の測定が可能な計測システムを用いて、1kHz～100kHz の高周波帯域における微小変位と強誘電特性の同時測定技術を確立し、PZT 薄膜における圧電特性の測定周波数ならびに測定温度依存性を評価し、評価システムの動作を検証した。また上記評価システムを用いて、他の研究グループで作製した、Ba (Cu, Nb)O₃、BiFeO₃系材料の比誘電率、強誘電特性、圧電特性の測定周波数・温度依存性の評価を試みた。

②バリウム系圧電材料前駆体溶液の合成

平成20年度確立させた、種々のバリウム系前駆体溶液の合成技術ならびに組成制御技術を用いて、主に BaTiO₃と Ba (Cu, Ta)O₃を端成分とした固溶体系や、Sr (Cu, Nb)O₃など銅系材料の粉末、バルクを作製した。また、Ba (Cu, Ta)O₃-BaTiO₃系粉末の基礎物性として、X 線回折を用いて結晶構造、相変態温度を測定し、BaTiO₃の添加量が0-15%の場合、相変態温度が200℃以上であることを明らかにした。Ba (Cu, Ta)O₃-BaTiO₃系材料の比誘電率、強誘電特性、圧電特性の評価については、引き続き平成22年度に行う。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低環境負荷、非鉛系圧電材料、元素戦略

〔研究題目〕 発癌性物質や酸化ストレスに応答する生体防御系センサーの構造基盤

〔研究代表者〕 佐藤 主税 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 佐藤 主税、小椋 俊彦、三尾 和弘、三尾 宗代、柳原 真佐子 (常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

目標:

我々は KEAP1と呼ばれる細胞質に存在するタンパク質センサーによって、酸化ストレスから体を守っている。酸素および親電子性分子と総称される一群の毒性化学物質は空気・食物などから体内に取り込まれ、癌、動脈硬化、糖尿病などの原因となる。一方、動物細胞は酸素毒性や親電子性分子を感知する仕組みを備えており、細胞内に活性酸素や親電子性分子が出現すると、抗酸化応答系や解毒代謝酵素群が働き、これらのストレスは速やかに消去される。このような適応・応答機構は、Keap1が分子センサーとして親電子性分子や酸化ストレスを感知し、転写因子 Nrf2を活性化することで、生体防御酵素群の発現を制御していることによる。本研究では、Keap1の構造を解明して、これらの機構に迫る。

研究計画:

代表機関と連携し Keap1たんぱく質の大量発現・精製を行い、ネガティブステイン法による電子顕微鏡像の測定と低分解能電子線単粒子解析を行う。

年度進捗状況：

代表機関と連携して、発現・精製された全長 Keap1 を負染色電子顕微鏡撮影した。このタンパク質は可溶性タンパク質ではあるが、その負染色は極めて難しい。ミクロレベルでの様々な工夫によってその染色・電子顕微鏡撮影に成功した。さらに電子線単粒子解析による3次元構造の決定に成功した。PNAS に full paper として出版した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、酸化ストレス、発癌機構

【研究題目】アルツハイマー病治療薬創出に向けた γ セクレターゼの構造解析と機能制御

【研究代表者】佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 主税、小椋 俊彦、間中 幸絵（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

目標：

日本は超高齢化社会を迎えている。そのため、社会全体としても、認知症対策の研究、特にアルツハイマー病研究に対する要求は高まってきている。その原因は脳における β -アミロイド沈着による細胞死である。 β -アミロイドを生産する膜タンパク質 γ -secretase の構造を解明する。そこからアルツハイマー症の治療法開発に貢献する。

研究計画：

γ -secretase は一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプチド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物には β -アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー症の原因と考えられている脳血管中の蓄積物の主成分である。この γ -secretase の3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

γ -secretase の負染色電顕像からの低分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により成功した。さらに構成サブユニットである presenilin 等の位置を抗体によって特定した。さらにクライオ電子顕微鏡で撮影に成功した。さらに類縁タンパク質の構造にも撮影・単粒子解析に成功している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、アルツハイマー症、 γ -secretase

【研究題目】研究コミュニティ形成のための資源連携技術に関する研究（データベース連携技術に関する研究）

【研究代表者】関口 智嗣（情報技術研究部門）

【研究担当者】関口 智嗣、田中 良夫、小島 功、山本 直孝、的野 晃整、Steven Lynden（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

E-サイエンスに重要な、複数の異種分散データベースを容易にかつ安全に連携・統合する技術は確立されておらず、E-サイエンスの実現に向けて大きな障害となっている。本研究では、複数の組織により提供される計算能力やデータ、データベース、アプリケーションを必要性に応じて柔軟に共有または連携させ、これにユーザを含めた仮想研究コミュニティを形成かつ運用するための技術として、データベース連携・統合技術とユーザ認証情報管理技術の研究開発を行う。平成21年度は、データベース連携・統合技術の開発においては平成20年度に行った設計に基づいたプロトタイプ実装を行った。また、プロトタイプを用いた評価実験を行い、その結果に基づいて基本仕様の高機能化および詳細設計を進めた。具体的には、宣言的な言語（SQL や SPARQL）で複数のDBを連携する機能、DBの異種性（全文検索や RDF）を吸収する機能、分散処理の実行順序の（動的な）最適化機能をプロトタイプ実装、評価し、その結果に基づいて基本仕様の高機能化および詳細設計を進めた。また、グリッドの標準化団体である Open Grid Forum においてデータベース相互接続規格の互換性テストを主導し、標準化に貢献した。これらの成果により、次年度以後高度な機能を持つデータベース連携・統合技術を実現するミドルウェアの詳細設計および実装への知見を得た。

ユーザ認証情報管理技術の開発においては、平成20年度に開発したプロトタイプ実装を用いた実証評価実験を行い、その結果に基づいたシステムの高度化を行い、開発を完了した。具体的には、平成20年度にプロトタイプ実装を行ったユーザ認証情報管理ツール Tsukuba-GAMA に対し、仮想組織管理ソフトウェアである VOMS とのインターフェースおよびポータル構築を容易にするための Apache、Servlet の支援機能などを追加実装し、開発を完了した。これにより、データベースへのアクセス制御の基礎となるユーザの認証情報を簡便かつ様々な手段で生成・管理するシステムの開発を完了した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】E-サイエンス、グリッド、データベース連携、セキュリティ

【研究題目】住民・行政協働ユビキタス減災情報システム

【研究代表者】野田 五十樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】野田 五十樹、下羅 弘樹、山本 直孝、田中 良夫、小島 功（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

本研究は、地域コミュニティと行政が協働して、災害情報の共有化を向上させ、減災を実現するための体制とそれを支援する住民・行政協働ユビキタス減災情報システムを構築することを目的とする。この中で産総研は情報システムの連携の核となる減災情報共有プロトコル MISP の設計・拡張を担当している。3年計画の2年目である平成21年度は、この MISP のアクセス制御機構を拡張し、情報種別（フィーチャ）単位でのユーザ毎のアクセス制御機能を設計・実装した。

MISP はこれまで、システム連携の柔軟性と簡易性を重視して設計を進めてきたが、住民および行政が関与する減災情報システムを連携させるためにはアクセス制御などセキュリティ機能の強化も強く望まれていた。このため、本年度は従来の柔軟性・簡易性を失わずにセキュリティを高める方法を模索し、ユーザ ID に対して、アクセス許可（allow）・拒否（deny）を情報種別ごとにルール化する手法をとった。この機構は、web サービスのプラットフォームである tomcat/apache と連動する形をとっており、移植性やメンテナンスも容易なものになっている。

また、山梨大学・東京大学と協力し、両大学で開発された庁内災害情報システムおよびゲーム端末による住民向け情報配信システムを DaRuMa を介して連携させる実証デモを、山梨県中央市の行政・住民に対して行った。このデモでは行政による災害情報配信と住民による地域情報の提供を円滑にすることで、地域の防災力を向上させられることを実感してもらうことが出来、今後の協力とともに、実運用に向けた取り組みなどを開始することができた。

今後は、山梨大学・東京大学で開発を進めている SNS システムや医療機関情報システムとの連携も進め、より有機的な防災体制構築を支援する情報システムの構築を進める予定である。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 減災情報システム、ユビキタス、データベース、WebGIS

・原子力試験研究費

【研究題目】 表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究

【研究代表者】 越崎 直人
(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 越崎 直人、川口 建二、石川 善恵、曾我 公平、長崎 幸夫、金田 安史、松村 明（常勤職員2名、他5名）

【研究内容】

前年度までに液相中でのレーザー照射法により炭化ホウ素ナノ粒子の調製が可能であることを見出し、基礎的な粒子生成メカニズムの解明を行った。さらに、薬剤化に必要な粒子の化学修飾プロセスの第一段階とな

る COOH 基の導入試験を行い、その可能性を見出した。その後の薬剤化に向けた研究には、粒子の修飾や、粒子の表面特性を正しく評価するためには数 mg の炭化ホウ素ナノ粒子が必要であり、現状で得られる生成量（約 1mg/d）では、効率的に研究を進めることが難しいと考えられた。そこで今年度は、液相レーザー照射法による炭化ホウ素ナノ粒子の大量合成の可能性について検討を行った。

アモルファスホウ素（B）粉体を酢酸エチル中に分散させ、Nd:YAG レーザー（波長：532nm、パルス幅：7ns、10Hz）を用い、今年度は集光レンズを用いずに、レーザーから出力される直径8mm のビームをそのまま分散液に照射することで生成量の増加を試みた。レーザー出力を0.09W から0.30W へと増加させて得られた分散液は、レーザー出力の増加に従い透明性が増加しており、これまでの B₄C が生成した分散液と同様な色の変化が確認された。さらに1W のレーザー出力で照射したところ、わずか50分の照射時間で B₄C が生成していることを確認した。すなわち、集光レンズを用いずにレーザー照射を行うことで B₄C を得るために必要な時間を従来の3時間から大幅に減少出来ることを確認した。これは分散液中のレーザー照射を受ける空間が大幅に増大したためと考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 炭化ホウ素、球状粒子、中性子捕捉療法

【研究題目】 高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究

【研究代表者】 榊田 創（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 榊田 創、小口 治久、木山 學、平野 洋一、島田 寿男（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

イオンビームは、様々な目的で使用されてきている。しかしながら、ビーム発散が少なくかつ高電流密度のイオンビームを得ること、引き出されたイオンビームの発散を押さえることが可能な技術を確認することは未だに重要な課題である。本研究では、低エネルギー領域において、集束性の良い高電流密度のイオンビームを得ることが可能な技術を確認すること、また固体元素由来のイオン源の技術を開発することが目標である。

今年度は、薄膜生成用の炭素イオンビームを得るために、イオン源内で要求される炭素イオン密度（10¹¹cm⁻³）の生成・保持に成功すると共に、炭素プラズマ源の連続運転への見通しを得ることができた。電極から引き出したイオンビームの自己発散を抑制するための電荷中和用の電子供給法として、水素プラズマ放電洗浄後のシリコンドープガリウムヒ素材が、紫外光による光電子放出効率が良いことを見出したが、十分な電子を得るためには強力な紫外光源が必要となるなどの経済的問題があるこ

とが判明した。そこで、電子を供給するために別の新規な中和方法を考案し、予備実験結果から必要量の電子を原理的に供給可能であることを見出した。今後、低エネルギー多種イオンビーム源開発として、新規電子供給システムによるイオンビームの電荷中和効果を調べるとともに、炭素イオンビーム引き出し準備試験を行う。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低エネルギーイオンビーム、高電流密度、炭素ビーム、電荷中和、放射線検出

〔研究題目〕 照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発

〔研究代表者〕 木野村 淳

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 大島 永康、大平 俊行、鈴木 良一、西島 俊二 (常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

発電用原子炉の高経年化に伴い、中性子照射下の原子炉部材の損傷形成過程を評価し、その寿命を精度良く予測することが、近年、強く求められている。このため、従来の経験的な評価手法だけでなく、照射損傷形成過程の基礎的な理解に基づいた評価が重要である。本研究では、高強度陽電子ビームとイオンビームをそれぞれ試料室に導いて複合照射し、照射損傷の導入中に材料の陽電子寿命測定が可能な複合ビーム分析法を開発する。平成21年度は、複合ビーム分析装置の開発として、複合ビーム照射試料室、イオンパルス化電極およびイオンビームライン、陽電子パルス化電極および陽電子ビームラインの設置と接続を行った。さらに、既存陽電子ビームラインを用いて、試験的な陽電子・イオン複合ビーム照射を行い、手法の有効性を確認した。また、複合ビーム分析の予備実験として、Fe 及び Ni 表面にイオン照射して形成される照射損傷の深さ及び照射時間 (照射周波数) 依存性について、陽電子計測で評価した。これまでに報告した様に、陽電子計測で見積られる損傷深さは、計算から求めた損傷分布より数100nm 深くに達する場合があるが、照射温度を変えた実験では、温度との相関が見られず、点欠陥の拡散だけでは現象が説明できないことが示された。照射周波数依存性の実験では、Ni に500°Cで照射した試料を陽電子寿命測定で評価したところ、陽電子寿命の値が照射周波数により変化することが示され、空孔クラスターサイズが点欠陥の過渡状態に依存して変化する可能性を示唆した。

〔分野名〕 計測、標準

〔キーワード〕 陽電子ビーム、陽電子寿命測定、空孔欠陥、薄膜

〔研究題目〕 ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基礎的研究

〔研究代表者〕 坪内 信輝

(ダイヤモンド研究センター)

〔研究担当者〕 奈野 由明、茶谷原 昭義、鹿田 真一 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

放射線環境や高温環境等の極限環境に対して耐性のあるダイヤモンドを用いた放射線検出器の開発に向けた基礎的研究を行う。検出器の必要性能に十分耐えうる高品質な人工ダイヤモンド単結晶薄膜を成長させる技術やそれに伴う表面処理技術の開発を行うことにより、最適な素子の実現のための指針を得ることを目指す。本年度は、プラズマ気相堆積 (CVD) 法による、不純物の導入を極力排した高純度のダイヤモンド単結晶厚膜の成長法の検討を行った。具体的には、高品質な300um 厚程度の厚さのものを成長させる得るための条件の検討と結晶性の評価を行った。その結果、成長前に基板の結晶面方位に対して故意に数度傾けた方向 (オフ方向) で前処理研磨を行った後に結晶成長させる方法が、300um の厚さまでの範囲での高品質な厚膜の形成に対して有効であることが明らかとなった。具体的には、3度程度のオフ方向処理研磨後に厚膜成長させたダイヤモンドの表面は平滑で、かつ異常な成長を示す凹凸や点状の突起の数が抑制されていることを見出した。また、成長させたダイヤモンドを用いて放射線検出器の試作を行い、 α 線による放射線応答の検出に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 単結晶ダイヤモンド薄膜、放射線検出器

〔研究題目〕 原子燃料融点の高精度測定に関する研究

〔研究代表者〕 石井 順太郎 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 石井 順太郎、山田 善郎、笹嶋 尚彦 (常勤職員3名)

〔研究内容〕

原子炉の高効率・高熱出力運転や高速増殖炉の熱設計・管理の目的から信頼性の高い燃料融点の情報整備が喫緊の課題となっている。そのため本研究では、原子燃料融点温度の高精度測定技術の開発を行う。具体的には：1) 温度測定の基準となる国際単位系 (SI) トレーサブルな高精度温度目盛設定技術の開発を UO_2 の融点を超える2900°Cまで行う。2) 2900°Cまで使用可能な融点測定用高温炉技術を開発し、原子燃料融点測定のための酸化物融点温度の精密計測技術を確立する。同時にその場 (in situ) 校正用温度定点セル技術を開発する。3) 開発した技術を日本原子力研究開発機構に移転し UO_2 融点を高精度で測定する。

H21年度は、(1) 温度測定の基準となる炭化タングステン炭素 (WC-C) 包晶定点 (2749°C) の長期安定性を評価し、融点の再現性が0.08 K 以内であること、純度の異なる3種類のセル間の温度値も同一の炉の条件下では0.1 K 以内で一致することを実証し、目標不確かさを達成するために十分な性能があることを実証した。

同時に実用上の問題を解決し、70回以上の定点実現が可能なることを実証した。副次的成果である炭化クロム-炭素 ($\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-C}$) 包晶定点 (1826°C) の長期安定性を評価し、再現性が0.019 Kで、評価後もセルの破損等がなく、実用性が高い温度定点であることを実証した。(2) 超高精度単色放射温度計を開発し、高温での安定性の確認と、面積効果の評価による優れた視野特性を確認し、多波長ファイバー温度計の精密評価に十分な性能があることを実証した。(3) *in situ* 校正に使用するタングステンつぼ中の $\text{W-}\gamma\text{W}_2\text{C}$ 共晶定点 (約2710°C) の鑄込み技術を開発し、繰り返し測定可能な再現性のある金属製温度定点セルが実現可能であることを実証した。また、均熱管の改良によりセルの温度分布を改善し、良質な融解プラトーが実現できることを実証した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 原子燃料、融点、高温標準、高温定点、放射温度

【研究題目】 軟 X 線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究

【研究代表者】 大久保 雅隆

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 大久保 雅隆、浮辺 雅宏、

志岐 成友、全 伸幸 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

超伝導素子からの微弱信号を増幅する X 線分析用アナログアンプの開発を行った。そのノイズ特性を評価し、増幅の初段に使用する FET を選定した。超伝導アレイ検出器をクライオスタットに実装し、液体ヘリウムを用いず電力の投入だけで超伝導検出器の動作に必要な 0.3K を達成し、定常的に動作可能とした。アレイ検出器中の素子の性能評価を行い、半導体検出器のエネルギー分解能100eV を大きく上回る55eV を達成した。X 線吸収スペクトル測定のために、装置一式を放射光ビームラインに設置した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 X 線分析、特性 X 線、X 線吸収分光、超伝導デバイス

【研究題目】 放射性廃棄物地層処分における長期空洞安定性評価技術の研究

【研究代表者】 當舎 利行 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 當舎 利行、相馬 宣和、及川 寧己、

竹原 孝 (常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物を封入・保管する為には地殻を空洞掘削することが必須であるが、この岩盤空洞周りでは、応力の緩み域とよばれる応力が解放されることにより変形等の生ずる領域が発生する。この緩み域は時間と

ともに拡大し、その拡大した領域では潜在き裂等の開口により天然バリアの遮蔽性能の低下が考えられる。本研究では、1) 「深部岩盤空洞周り緩み域における3次元応力計測」、2) 「空洞周り緩み域の簡便な地質構造評価技術の研究」、および3) 「空洞周り緩み域における岩盤長期変形挙動に関する研究」を実施している。

1) では、瑞浪超深地層研究所の研究坑道深度200m レベルの試験用横坑からのボーリングで採取された花こう岩コアを用いて、AE/DRA 法による応力計測実験とその解析を昨年度分もあわせ行った。3次元応力場は孔ごとにばらつくものの、2孔で水平面内では北西-南東方向の応力が大きいという傾向が見られた。2) では、瑞浪の深度200m レベルの2孔からの岩石コア採取時ボーリング掘削音データについて、坑道壁面からの岩盤の弾性波伝播速度の推定と坑道周辺の反射イメージングを検討し、特に後者については孔内観察にも矛盾しないき裂面のイメージング結果を得た。3) では、常温・室乾状態で養生した珪藻土を用いて、温度環境80°C、大気圧下でのクリープ試験を実施し、高温域におけるひずみ計測の安定性を検討した。強度のバラツキに対するクリープ荷重が要因と考えられ、実際に湿潤状態の珪藻土の常温状態での強度試験では、無封圧下での強度にはバラツキがあることが確認された。また、長期クリープ試験 (約1ヶ月) では試験後半に本来では有り得ないひずみ計の伸びが観察された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地層処分、岩盤空洞、緩み域、応力測定、弾性波探査、クリープ実験

【研究題目】 高レベル放射性廃棄物の燃料電池への応用に関する研究

【研究代表者】 栗津 浩一

(近接場光応用光学研究センター)

【研究担当者】 藤巻 真 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

原子力発電所で発生する使用済み核燃料、高レベル放射性廃棄物を用いた新しいエネルギー源として、酸化チタンを用いた燃料電池の開発を目指している。酸化チタンを用いた燃料電池・光触媒の開発はこれまでもなされてきたが、大きく3つの分野に分類できる。それは、①結晶学的手法により量子効率の上昇を目指す研究、②可視光応答型の研究、③ TiO_2 薄膜表面に貴金属 (白金など) 粒子を担持する事で、電子・正孔の再結合による失活を防ぐことを目的とした研究である。本研究では、このいずれにも分類されていない新たな酸化チタン系燃料電池である「表面プラズモン燃料電池」を考案した。これは、一言で言えば銀 (Ag) ナノ粒子からの局在表面プラズモン (LSP) 光を用いて、 TiO_2 薄膜の表面反応を増大させることを目的とした研究である。Ag ナノ粒子は化学的に活性であるために、 TiO_2 薄膜に接触してい

ると酸化されて酸化銀となり、LSP 光が減衰してしまう。そこで、Ag ナノ粒子を TiO₂ 薄膜に直接埋め込むのではなく、不活性で安定な材料である非晶質シリカ (a-SiO₂) で覆うことで Ag ナノ粒子の酸化を防止することを目指した。

本年度としては、Ag 薄膜を熱処理し、Ag ナノ粒子を得た。Ag ナノ粒子と TiO₂ 膜の間に a-SiO₂ 膜を形成する事により、LSPR による光吸収ピークの位置を、420 nm 付近に形成して TiO₂ 光励起にとって有効な LSP 光を増強させる事に成功した。そして酸化分解特性を MB の分解試験により比較したところ、通常の TiO₂ 光触媒と比較して、TiO₂ (90nm)/a-SiO₂ (20nm)/Ag ナノ粒子の構造では5倍、TiO₂ (90nm)/a-SiO₂ (5nm)/Ag ナノ粒子の構造では7倍、MB の酸化分解速度が速いことがわかった。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 表面プラズモン、光触媒、燃料電池、原子力

【研究題目】 放射能表面密度測定法の確立に関する研究

【研究代表者】 柚木 彰 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 佐藤 泰、海野 泰裕、柚木 彰、原野 英樹、檜野 良穂 (常勤職員5名)

【研究内容】

イメージングプレートは、極めて高感度に二次元の放射線イメージ像が得られるが、定量測定には指標となる標準が必要である。これまでの研究により、インクジェットプリンタを用いて、放射能表面密度を3桁から4桁程度変化させた帯状の指標線源が試作されている。そこで、イメージングプレートと、この帯状の指標線源を組み合わせ、精度の良い放射能表面密度測定手法を確立し、汚染検査をはじめとする、放射能表面密度測定の高精度化と信頼性の確保を目指す。そのため本研究では、対数目盛の表面密度線源にイメージングプレートを組み合わせた、放射能表面密度測定に関する新しい測定技術を開発し、汚染検査をはじめとする、放射能表面密度測定の高精度化と信頼性を確保するため、検出効率のエネルギー特性の評価、ガンマ線バックグラウンドの影響評価、校正結果の自動管理システムの開発を行う。平成21年度は、面線源を一区画5cm²以下にして区画分けして、各区画での表面放射率を1%以下の測定不確かさで測定出来る面線源の一樣性評価装置を製作し、面線源の一樣性評価精度を向上させて面線源作成の品質向上を可能にした。また、現場測定器校正時のデータ収集を効率化して試験体制を整え、IC タグによる校正作業管理を可能にした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 放射能、表面汚染、面線源、対数指標線イメージングプレート

【研究題目】 断層内水理モデルの確立に関する実験的研究

【研究代表者】 高橋 学 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 高橋 学 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

放射性廃棄物地層処分において、天然バリアの性能評価に必要となる断層破砕帯の透水係数は、原位置試験によると、場所毎の変動が大きく、幅広い分布 (100~10⁻⁹m/s) と強い異方性を示している。地層処分事業の安全評価手法の高度化を目指し、逆断層・正断層周辺の環境を模擬しながら室内実験を中心とした蓋然性の高い断層内水理モデルを構築するため、断層内流体移動特性 (異方性) に及ぼす断層変位の影響に関する実験データ取得を行い、断層内の水理特性を高精度で予測することを目標とする。

地質環境の隔離性能を高精度で評価するためには、断層内の地下水流れの不確実性 (「異方性」) を解明・評価・予測できる手法を構築する事が必要であり、世界初の試みとなる断層内の環境条件 (地圧、異方性応力、間隙水圧など) を再現できる断層内水理モデル実験装置により、異方性応力条件下における逆断層 (圧縮応力場) 及び正断層 (伸張応力場) の水理的3次元構造 (異方性) を把握するため、断層内の水理挙動に関する実験データを元に、断層内の地質情報を加味した流体移動モデルを構築し、断層内の地下水流れの不確実性 (「異方性」) を評価・予測できる手法を検討する。

21年度は物性測定装置の基本性能確認を実行し、強度・変形・透水・物性同時測定システムとしての真三軸試験装置を完成した。砂岩供試体を用いて正断層・逆断層を想定した力学変形物性同時実験により、変形特性のみならず、内部空隙構造に関する情報、特に空隙構造の異方性検出のために最小主応力方向に伝播する P 波速度、そして S 波速度2成分を同時測定し、正断層と逆断層の発生・進展プロセスの大きな違いを検出することに成功した。

来待砂岩を供試岩石として、真三軸試験 (35 x 35 x 70mm、最大・中間主応力は固体圧、最小主応力は流体圧) による正断層変形試験および封圧下の正断層変形試験 (φ50 x 100mm、最大・中間主応力は流体圧、最小主応力は固体圧) を実施し、両者の差異を検討した。円柱正断層変形試験では、載荷経路の違いは応力-歪曲線に大きな影響を与えないこと、真三軸正断層変形試験は円柱正断層変形試験よりも大きな強度と顕著な ε₃変位の増加をもたらすこと、正断層変形試験における境界条件の違いを明らかにすることができた。また、最小主応力方向に伝播する S 波速度2成分の変化から、正断層と逆断層の発達構造に関する差異を抽出することができた。

【分野名】 地質

【キーワード】 三軸試験、断層破砕帯、正断層、逆断層

〔研究題目〕 重度運動機能障害者の意思伝達を支援する認知型 BMI 技術の開発

〔研究代表者〕 長谷川 良平 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 長谷川 良平、久保 泰、南 哲人 (豊橋科学技術大学)、深谷 親 (日本大学)
(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

筋萎縮性側索硬化症 (ALS) などの疾患によって発話や書字が難しくなると、他者とのコミュニケーション機能が低下し、社会生活が困難になるケースがある。今回の研究では、脳と機械を結びつけて意思決定などの脳内意思を解読する「認知型 BMI (Brain-Machine Interface)」という技術に着目し、重度障害者の意思伝達を支援する「ニューロコミュニケーター」の開発に成功した。ニューロコミュニケーターは、「超小型モバイル脳波計」と、「高速・高精度の脳内意思解読アルゴリズム」、さらに「効率的な意思伝達アプリケーション」を統合した実用的 BMI 装置である。本装置を用い、健常者および重度障害者を対象としたモニター実験を行い、基本的性能の高さを確認した。また、これと平行して豊橋技術科学大学において、既存の脳波計測システムによって脳内意思を解読しやすい刺激提示の方法を特定する実験を行い、有用な知見を得た。さらに日本大学においては、意思伝達支援が必要な疾患の種類を特定すると共に、装置の安全性の確認やインフォームド・コンセントのとりにくい重度の障害者への対応などに対して有用な提案がなされた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ブレイン-マシン インターフェース、意思決定、脳機能補償

〔研究題目〕 放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術に関する研究

〔研究代表者〕 今村 亨 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 浅田 眞弘、鈴木 理、明石 真言、中山 文明、隠岐 潤子、後藤 恵美、木村 美穂、本田 絵美
(常勤職員3名、他6名)

〔研究内容〕

本研究では、FGF を利用することで放射線被曝による粘膜障害や造血系障害を予防・治療できることを実証することを目的として、FGF1、FGF7及び FGF10の大量生産系を構築すると共に、放射線被曝による障害の予防・治療効果を評価する系を様々なレベルで構築した。これらを用いて、FGF による放射線被曝障害の予防・治療効果を検証した結果、いずれの FGF においても予防・治療効果が認められ、かつ、優劣の序列に関する治験を得た。さらに、プロトタイプ型の糖鎖修飾を施した FGF1の糖鎖修飾改変型分子や一次構造改変型 FGF か

ら最適 FGF の創製を図ってきた。H21年度は、細胞・組織・個体等様々なレベルでの放射線障害の評価系による有効性評価によるその効果の検証を行うとともに、放射線障害を予防・治療するための投与プロトコルの最適化を実施した。

これまでの研究によって、FGF による放射線障害の予防効果を、複数の評価系で実証することができた。その結果、細胞増殖因子を用いた、放射線被曝による生体障害の予防・治療のための技術の礎が築かれたものと考えている。今後はヒトへの適用を目指して、安全性を確保するとともに、より詳細な有効性の検討を進め、医薬品としての開発につながることを期待している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 放射線障害、細胞増殖因子、蛋白質エンジニアリング

〔研究題目〕 コンパクト偏光変調放射光源の開発とそれを用いた分光計測技術の高度化に関する研究

〔研究代表者〕 渡辺 一寿

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 渡辺 一寿、田中 真人

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

放射光光源の一種である偏光アンジュレータは、真空紫外より高エネルギー領域で偏光状態を交流変調することが出来る光源である。これは新規の物性分析技術の開発に有用な光源であり、世界各国の放射光施設においても同様の装置の開発・利用研究が進められている。この装置を利用して、生体分子立体構造解析を目指した高感度真空紫外円二色性測定装置を実用化し、ライフサイエンスや物質・材料科学分野における最先端研究手段として提供することを目的としている。平成21年度は、今までに構築してきた真空紫外円二色性測定装置を活用して、偏光アンジュレータでしか測定ができない極紫外域における円二色性計測を行った。試料としてはシンチレータであるサリチル酸ナトリウム薄膜上に製膜したアラニン薄膜を用いた。また電子蓄積リングエネルギーなどの極紫外域での計測条件を最適化し、その計測条件における正確な偏光度計測を行い、得られた円二色性信号のキャリブレーションを行った。その結果、本光学系の限界である波長40nm までの正確な円二色性計測に世界で初めて成功した。これにより波長40nm から250nm までという非常に広い波長領域において円二色性計測が可能という世界に類の無い装置の開発に成功した。また電子密度汎関数法などを用いて、計測された円二色性スペクトルの理論的予測・解釈にも成功した。結晶構造が既知のアミノ酸(アラニン、バリンなど)の薄膜の円二色性スペクトルの実験結果と理論計算結果がよく一致することを明らかにした。極紫外までの広い測定波長範囲での計測と

理論計算結果との比較から高精度な分子立体構造解析が可能になる。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 円二色性測定、糖、アミノ酸、真空紫外線領域、偏光可変アンジュレータ放射、キラリティ、電子蓄積リング

〔研究題目〕 低エネルギー光子による物質制御に関する研究

〔研究代表者〕 大柳 宏之（光秘術研究部門）

〔研究担当者〕 大柳 宏之、アレックス コロボフ、深野 敦之（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

目的：

放射光を用いて低エネルギー励起による局所的な原子配列の変化を実時間で観測する超高感度分光計測技術を開発し、電子励起による物質の構造・秩序制御の研究開発を行う。

意義、当該分野での位置づけ：

放射光を光源とする分光では蛍光 X 線収量を高精度に計測する事で高感度化が可能となる。そのためには高効率の検出器と高速計測システムの組み合わせが必要不可欠である。当研究グループでは世界最大の高密度アレレイ検出器（ピクセルアレレイ）を開発済みで、本研究では信号をデジタル化し高速に数値演算するデジタル信号処理システムを開発した。100チャンネルを同時処理するために、PCI ボードに FPGA を中心とする演算回路を4チャンネル分集積して、計13枚のボードと1枚の CPU ボードからなるバックプレーンを2基製作した。信号前処理部ではイベント信号列から、各イベント間の時間を判定し、最大限のデータ列をデジタル演算に取り込むことにより、信号の揺らぎを抑制し計数率対分解能の関係を向上させた全計数率0.1GHz のデジタル信号処理システムを完成した。

国際的な研究レベル：

放射光利用研究は世界中の放射光施設で計測技術の開発が行われており、トップ性能を狙う開発競争は熾烈である。本研究ではピクセルアレレイ専用の100ch デジタル信号処理システムを世界に先駆けて開発したと同時に、磁性ナノ半導体、光励起構造相転移、銅酸化物および鉄系超伝導体に適用し、低エネルギー励起状態の局所構造の高感度解析に成果をあげ、開発から応用までの幅広い視野に立つ研究展開に特徴があり他の追従を許さないレベルにある。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ピクセルアレレイ検出器、デジタル信号処理システム、XAFS、光誘起構造相転移、高温超電導

〔研究題目〕 レーザー加速電子ビームの高度化と利用

技術に関する研究

〔研究代表者〕 三浦 永祐（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 三浦 永祐、益田 伸一、石井 聡、田中 健治、加藤 進、齋藤 直昭（常勤職員3名、他3名）

〔研究内容〕

原子力、医療、先端計測等への応用を目指して、電子加速器の小型化を可能とするレーザー加速（高強度レーザーとプラズマの相互作用を用いた粒子加速）の研究に取り組んでいる。本研究では、レーザー加速によってエネルギーの揃った準単色電子ビームを発生し、その高エネルギー化、大電荷量化、発生の安定化等の高度化を進めレーザー電子加速器の実用化技術を確認することを目的としている。また、レーザーコンプトン散乱による硬 X 線パルス発生を行いレーザー加速電子ビームの利用技術へと展開する。

ピークパワー15TW のレーザーパルスを用いて、エネルギー55MeV にピークを持ち、単色ピーク内の電子数が 8×10^8 個（電荷量130pC）の準単色電子ビームを発生し、高周波加速器に迫る電荷量を得ることに成功した。

準単色電子ビーム発生には、レーザーパルスに付随するナノ秒のパルス幅を持つプレパルスが生成するプレプラズマの発生を抑制する必要があることを、2次元粒子シミュレーションを用いて解析した。プレプラズマがある場合、レーザーパルスが散乱されレーザー強度が低下し、これにより電子を加速する電場を作るプラズマ波の成長が遅くなる。プラズマ波への電子入射がプラズマの終端付近で起こり、単色ピーク形成するための十分な加速距離が得られないために準単色電子ビームが得られないことを明らかにした。

また、レーザー加速で得られた電子ビームとレーザーパルスを相互作用させて、レーザーコンプトン散乱による X 線発生に着手した。

〔分野名〕 環境・エネルギー、標準・計測

〔キーワード〕 高強度レーザー、プラズマ、レーザー加速、準単色電子ビーム、レーザーコンプトン散乱 X 線

〔研究題目〕 原子力エネルギー利用高温水蒸気電解技術の開発

〔研究代表者〕 嘉藤 徹（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 嘉藤 徹、根岸 明、加藤 健、門馬 昭彦、田中 洋平、本多 武夫（常勤職員5名、他1名）

〔研究内容〕

炭酸ガス排出がない、高効率な水素製造法として、高温ガス炉等の革新的原子炉の熱を有効利用可能な高温水蒸気電解技術について、固体酸化物電解質を用いた円筒型電解セルの構成材料および製造プロセス開発を行う。研究最終年度である21年度は単セル試験等で得られたデ

ータを用いて直列スタックの性能を向上させ集電体構造などを改善したガスリークのない3直列3並列のスタックを試作した。試作したスタックは750°C、平均電解電圧1.35V、入力119W（セル当たりの入力13.2W）で水素生成速度616sccmを得ることができ当初のセル・スタック性能目標を達成し、実験室レベルながら高温水蒸気電解の特長を生かし、通常の水電解と比較して1.3倍程度電解効率が高い高温水蒸気電解スタックを実証することができた。また、シミュレーションによりさらなる性能向上の可能性を検討したところ、電極、基体の改善により内部抵抗を65%程度まで低減できる可能性を得た。一方、運転後の解体試験等では空気極の微細な剥離、セルとガス供給管の接続部のコーティングの劣化が観測され、長期の運転に対してはこれらの耐久性改善が必要ながことが判明した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素製造、高温水蒸気電解、固体酸化物形電解セル、薄膜電解質

【研究題目】放射線防護ならびに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射線標準の確立と高度化に関する研究

【研究代表者】柚木 彰（計測標準研究部門）

【研究担当者】原野 英樹、松本 哲郎、柚木 彰、佐藤 泰、海野 泰裕、増田明彦、檜野 良穂、西山 潤（常勤職員7名、他1名）

【研究内容】

最近の大型加速器を用いた高度放射線利用の進展、J-PARC（原子力機構、KEK）に代表される高エネルギー・大強度の中性子利用計画の推進、また放射性同位元素を用いたがん治療の際の線量評価の高精度化の要求により、新たな中性子および放射線標準の確立が要求されている。放射線防護上重要であり、ISO8529で中性子エネルギー基準点と規定している19MeV 付近の中性子フルエンス標準と線源ケースの自己吸収が大きな要素を持つ医療用密封小線源や陽電子トモグラフィ用のフッ素18などの短半減期核種に対応できる標準の確立を目指す。そのため本研究では、中性子に関しては、加速器を用いて20MeV 近傍のエネルギー領域において単色中性子発生技術とそのスペクトラルフルエンスの高精度絶対測定法を開発し、国際的に通用する中性子標準を確立する。一方、放射能に関しては、医療用密封小線源や短半減期核種の標準を確立し、線源の「放射能」と「線量」の管理を可能とするシステムを開発し、さらには、医療用標準のトランスファ技術および簡便な校正システムの開発を行い、その普及を図る。平成21年度は、本受託研究の最終年度であり、これまでに開発した高エネルギー中性子の発生技術および計測技術を統括し、中性子測定器の校正が可能な19MeV 中性子場を確立した。また、国際

比較を計画すると共に、20MeV 以上の中性子生成が可能な日本原子力研究開発機構と大阪大学の高エネルギー中性子施設を利用して中性子測定を実施し、国際比較の予備試験とした。放射能に関しては、密封小線源を用いた簡便な線量校正のための実用測定器校正用照射装置の整備および散乱線量等の評価を行い、密封小線源を用いた簡便な線量測定器校正手法を開発した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】高エネルギー中性子、絶対測定、放射線防護、放射能、密封小線源

【研究題目】深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究

【研究代表者】緒方 雄二（安全科学研究部門）

【研究担当者】緒方 雄二、和田 有司、椎名 拓海、内田 恵子（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

地下高レベル放射性廃棄物処分場を安全かつ効率的に開発するために機械掘削方法と同程度の発破工法を開発する目的として、深部地下岩石の動的破壊特性を解明し、高精度破壊制御技術を開発するため深部岩盤の動的破壊特性の解明と損傷領域の評価と高精度破壊制御技術に関する研究を実施した。深部岩盤の動的破壊特性を解明するために、ホプキンソン効果による亀裂の進展を可視化することで、破壊状況および応力集中による亀裂進展メカニズムを解明した。また、岩石試料中を伝播する応力波を動ひずみ計測等から岩石中に発生する亀裂進展を制御できることを示した。さらに、実験室規模ではあるが応力緩衝法および楔型制御板により亀裂制御技術を確立した。このことから、破断面の損傷領域を最小限に制御可能は掘削工法を示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】動的破壊、深部岩盤、高レベル放射性廃棄物、地下処分、高精度破壊制御技術

【研究題目】超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究

【研究代表者】林 拓道（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】林 拓道、伯田 幸也、上田 昭子、陶 究（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

超臨界発電における軽水炉冷却水の炉水管理のための金属材料の超臨界水腐食データベースの整備を行うとともに、⁶⁰Co などの放射性核種の吸着性及び耐熱性に優れた無機系吸着材の開発を図り、炉水浄化の際の熱損失の低減化及び原子炉の定期点検時の作業者の安全性向上に寄与する。

1) 腐食データベースの構築

腐食データベースの構築では、高温高压水反応場での金属材料から発生する腐食生成物の溶解・析出機構解明のための基礎データの整備を行う。今年度は、配管材料として使用される Ni 基及び Fe 基合金の主要構成元素である (Fe、Ni、Co) 共存系での複合金属酸化物の溶解・析出機構解明を目的に、高温高压水中での金属酸化物溶解度推算の温度および酸素濃度依存性について検討した。また、溶解度計算の精度向上を目的にイオン反応などの平衡定数の温度依存性の把握が重要なため、実際に pH 等の物性測定を行い、高温高压水中の腐食データベースの構築に資する酸解離定数などの基盤データを蓄積した。

2) 高温吸着材の開発

高温吸着材の開発では、流通系での高温水熱条件下でのカラム吸着試験を実施する。昨年度までの検討から、耐熱性、吸着容量及び吸着速度の点からリン酸ジルコニウム系吸着材について高温水中での流通吸着試験を行った。リン酸ジルコニウム粉末が微細粒でカラム充填に適さないことが判明し、多孔性ビーズにリン酸ジルコニウムを担持する手法を適用した。リン酸ジルコニウムを担持した多孔性ビーズは、200°C高温水中でも2mmol/g (ZrP) 程度の Co 吸着量を示した。また、Mn、Co、Ni 混合系の流通系吸着試験も同様に行い、Mn、Co 及び Ni の総吸着量は0.66mmol/g (2.2mmol/g (ZrP)) と十分大きく、実用化可能性が高いことを確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 炉水浄化技術、亜臨界/超臨界水腐食、無機系吸着材

・その他

【研究題目】 革新的原子力エレクトロニクス技術を活用した原子炉制御・保全システムに関する基盤研究

【研究代表者】 田中 保宣 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】 田中 保宣、小野田 忍 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

安全で経済的な原子力発電基盤技術の高度化に資するため、次世代の原子力施設で使用する事を前提とした炭化ケイ素 (SiC) を基材とした耐熱・耐放射線性半導体素子を用いたモータ駆動回路を試作し、その耐熱・耐放射線性を実証することを本研究の目的とする。本研究開発期間である2年間で、試作した耐熱・耐放射線性半導体素子を用いたモータ駆動回路を作製して、原子力システムにおいて30年を超える長期信頼性を保証する目安となる積算線量10MGy の耐放射線性、更には環境温度150°Cでの安定動作を考慮に入れた耐熱性を実証する。優れた耐熱性・耐放射線性を有すると期待される SiC

静電誘導型トランジスタ (SiC-SIT) を設計・試作し、その性能評価を行った結果、当初の設計目標以上の性能 (耐圧1200V、オン抵抗0.15Ω) 持つ SiC-SIT の試作に成功した。また、試作した SiC-SIT を用いた耐熱性・耐放射線性評価用モータ駆動回路としてチョッパー回路を設計・試作した。最終的に、試作した SiC-SIT の素子単体での耐熱性・耐放射線性、及び SiC-SIT を組み込んだモータ駆動回路そのものの耐熱性・耐放射線性について評価を行った結果、Si パワーデバイスでは達成不可能な耐熱性・耐放射線性を実証することに成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 SiC 静電誘導トランジスタ、耐放射線、オン抵抗、耐圧

【研究題目】 白色中性子源を用いた中性子線量計の革新的校正法に関する研究

【研究代表者】 原野 英樹 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 原野 英樹、松本 哲郎、海野 泰裕、増田 明彦、西山 潤 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

中性子を利用する現場で利用されている中性子線量計は、原子炉施設や核燃料施設など中性子を利用する作業業者や、放射線施設周辺住民、周辺環境の安全性を担保するために、重要な役割を果たしている。しかしながら、中性子線量計の感度曲線は、通常 ICRP が定める理想的な線量曲線を再現していることはない。したがって、固有の中性子スペクトルを持つ作業環境場において、表示値は過大評価や過小評価になってしまう。そこで、本研究では、熱外中性子から20MeV までの領域のパルス白色中性子を利用し、中性子飛行時間と線量計等測定器からの出力の2次元測定を行い、広いエネルギー領域の測定器の感度を実験的に一度に求める方法を提案した。研究は、(1) 白色中性子源を用いた中性子線量計の校正法に関する研究、(2) 静電加速器を利用したパルス白色中性子源の開発、(3) 準単色高エネルギー中性子場における低エネルギー成分の解明の3つに分類して行う。(1) では、中性子飛行時間や中性子フルエンスを測定するために、リチウムガラス検出器による低エネルギー用中性子測定器、カウンタテレスコープによる速中性子用測定器を試作し、単色中性子を利用した特性評価を行った。また、京大炉の電子ライナックを利用した白色中性子源を利用するために、ガンマフラッシュの影響を軽減するための中性子源アライメントシステムと2次元測定をするための信号処理システムを試作し、試験を行った。(2) では、産総研ペレット加速器からのイオンビームをパルス化するためのパルス化装置を試作した。(3) では、日本原子力研究開発機構 TIARA における高エネルギー中性子場の低エネルギー成分を得るための予備実験

として、ボナー球を用いた測定を行った。本研究の一部は、京都大学、高エネルギー加速器研究機構、放射線医学総合研究所に再委託されている。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 中性子標準、白色中性子、中性子線量、パルスビーム、中性子飛行時間法、校正

〔研究題目〕 先端研究施設共用促進事業／電子顕微鏡共用・研究支援プラットフォーム

〔研究代表者〕 八瀬 清志（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 川崎 一則、広瀬 恵子
（セルエンジニアリング研究部門）、
吉澤 徳子（エネルギー技術研究部門）、
関口 勇地（生物機能工学研究部門）、
山本 和弘
（計測フロンティア研究部門）、
安岡 正喜
（先進製造プロセス研究部門）、
田中 孝治
（ユビキタスエネルギー研究部門）
（常勤職員7名、他6名）

〔研究内容〕

産総研所有の透過型電子顕微鏡（TEM）および観察用試料の薄膜化装を用いた外部の研究機関（民間企業、大学）からの依頼観察を行うことを目的とし、産総研の「先端機器共用イノベーションプラットフォーム」（IBEC）の一環として、研究支援を行った。H21年度は、3社、10大学・公的研究機関より22件の依頼があった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス、環境・エネルギー、標準・計測

〔キーワード〕 透過型電子顕微鏡

〔研究題目〕 細菌性粘菌リソースの整備と提供（細胞性粘菌標準株および変異株の収集、保存と提供）

〔研究代表者〕 上田 太郎
（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 上田 太郎、長崎 晃
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

基礎と応用の様々な分野でモデル生物として利用されている細胞性粘菌について、系統株と遺伝子及びそれに対応した変異株のリサーチリソースを収集整備し、保存・提供することによって当該生物を利用した研究の一層の発展を図る。ハプロイドで変異体を得やすい細胞性粘菌は代表種として多用されている *Dictyostelium discoideum* を中心に多くの変異体が産生されて研究に

役立てられている。これらは国際コミュニティの支援を受けてコロンビア大学で設立されたストックセンターに系統株とともに収集され、保存・提供されてきたが、国内研究者には利用に不便があること、国内成果の一方的な流出が懸念されることなどから、一極支援に依存するのではなく、相互に補完しながらも国内で生産されたリソースを中心としてわが国でも収集・保存・提供する必要性が国内研究者のコミュニティで議論された。そこで当研究グループでは、文部科学省・ナショナルバイオリソースプロジェクトの支援を受け、国内の細胞性粘菌研究者が分散保存している細胞株を集中的に保存し、希望者に提供することで、モデル生物として様々な優れた性質をもつ細胞性粘菌の研究をさらに活性化することを目標とする。また同じ目的から、細胞性粘菌を扱ったことがない研究者が新規に細胞性粘菌の研究に参入しやすい環境を整備し、必要に応じて、基本的な培養法や実験技法の指導を行うことも想定している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 細胞性粘菌、株保存、提供

〔研究題目〕 生物剤検知用バイオセンサーシステムの開発

〔研究代表者〕 永井 秀典（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕 永井 秀典、淵脇 雄介
鶴沢 浩隆（脳神経情報研究部門）、
永塚 健宏（脳神経情報研究部門）、
横山 憲二（バイオ技術産業化センター）
（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

本研究では、バイオテロの発生をリアルタイムに検知することを目的として、炭疽菌とリシンを検知対象としたリアルタイム検知システムの開発を実施した。

まず、炭疽菌遺伝子検知用微小流体デバイスとして、DNA抽出機能と連続流型PCR機能に加え、電気化学検出に必要な電気化学活性のあるインターカレーターをPCR直後に混合する機能と、微小印刷電極を統合したデバイスを開発し、炭疽菌のPA遺伝子及びCAP遺伝子について、40サイクルの遺伝子増幅を4分以内で達成した。また、開発したリシン検知用LSPRチップを用い、科学警察研究所の協力のもと、実剤のリシンを検知可能か検討したところ、目標値（100ng/mL）を上回る30ng/mLのリシンを検知することに成功した。

本研究成果により、電気化学検出に必要な30秒を合わせ、遺伝子の増幅と検出を5分以内を実現出来ると考えられ、生物剤以外にも、近年、世界的に脅威が増大している新型インフルエンザウイルスへ測定対象を拡げることで、空港や航空機内での検知を可能とし、パンデミックを水際で阻止することが期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 バイオテロ、炭疽菌、リシン、PCR、リアルタイム検知システム

〔研究題目〕 ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム (NPPP)

〔研究代表者〕 秋永 広幸
(ナノ電子デバイス研究センター)

〔研究担当者〕 高野 史好、宮田 直之、大西 紀男、増田 賢一、大塚 照久、佐藤 平道、飯竹 昌則、松野 堅吉、羽山 和美、原 安寛、風間 茂雄、唐澤 しのぶ、Neuwirth 亜紀、大山 育子 (以上、ナノ電子デバイス研究センター)、北本 大 (研究環境整備部門) (常勤職員3名、他13名)

〔研究内容〕

目的：

独立行政法人産業技術総合研究所のもつ基盤技術から先端技術までの多様で幅広い研究開発資源を組織内部で機動的に連携させ、「技術支援による学界及び産業界への貢献」、「技術革新を担う人材の育成」という社会ニーズに応えるためのアクションプランとして、有限の資源で成果を最大化し、研究分野の融合、産学官の広範囲な研究者・研究機関のネットワーキング、事業内外における人材育成を推進するプラットフォームの実現を当委託業務の目的とする。より具体的には、

- ①技術相談：研究開発上のボトルネック抽出、プロセス設計などのコンサルティング
 - ②装置利用：当該施設の装置を利用する機会の提供
 - ③技術支援：産総研の最先端技術を用いた研究成果創出の支援
 - ④成果創出支援：得られた成果を、学術論文、特許実施例などに活用するための支援
 - ⑤実地訓練：装置利用に際して必要な要素技術のガイダンス
 - ⑥人材育成：超微細加工・分析・評価技術等を習得するスクールを開催
 - ⑦情報発信：当該分野における最新情報、ノウハウなどを発信
 - ⑧ネットワーキング：利用者の利便を高め、関連施設との連携を図る
- からなるサービスの提供を行う。

年度進捗状況：

①技術相談サービス：
施設・装置を適切に利用するためのガイダンスはもちろんのこと、支援依頼元の研究開発上のボトルネックを明確化し、それに対するプロセス設計などのコンサルティングを、産総研の経験豊富な専門家が実施した。尚、本技術相談を実施した後、装置利用、技術代行あるいは共同研究として支援を行った案件は、それぞれ実施した件

数に計上し、それ以外でかつそれらのどの支援にも至らなかった案件を技術相談の件数として計上した。さらに、研究支援効率を上げるために必要とあれば、ナノテクノロジー・ネットワーク参画他機関等への紹介などもこのサービスの一環として行った。

②装置利用サービス：

産総研外部研究者に、68件の当該施設の装置を利用する機会を提供した。そのために必要な要素技術習得トレーニングなども、あわせて実施した。得られた研究成果はユーザーあるいはユーザーの派遣元が100%保有することになるが、規程で定める成果報告書をご提出いただいた。また委託事業でのサービスであることを鑑み、プロセスノウハウの産総研側への提供を、機会を捉えて推奨した。

③技術支援サービス：条件付技術代行支援と条件付共同研究型支援サービス

装置利用ユーザーとのバランスを考慮しつつ、合計で49件の技術支援サービスを行った。尚、技術支援員が支援依頼元の要望に沿った試作、分析を行う場合には、産総研独自の技術ノウハウを必要する場合に限ってその依頼を引き受けた。また、産総研の知的財産、研究開発資源を一つの支援に対して50%を超える寄与度で投入しなければならない場合には、共同研究による研究支援とする方針をとった。これらの支援に対しても、規程で定める成果報告書をご提出いただいた。テクニカルセンター分析セクションでは、分析技術代行サービスを中心に実施した。技術代行では、元素分析、質量分析、ICP、SEM、イオンクロマトの分析サービスを提供、XRD ではデータ解析までを実施する共同研究的なサービスを実施し、登録する研究テーマごとに成果報告書をご提出いただいた。

④成果創出支援サービス：

得られた成果を、学術論文、特許実施例作成、あるいはベンチャー設立に向けた準備などに活用するための支援を行った。①のサービスとあわせ、当事業が民間の有料サービスと最も大きく差別化される項目である。今年度は、学術講演会等での口頭発表が84件、及び学術論文等での誌上発表が14件、特許出願が7件の成果利用届が提出されている。昨年度と比較して特許出願件数が増加している。また、産総研研究関連部門、知的財産部門、ベンチャー支援室などの専門家と協力し、必要に応じて支援案件に対応した。

⑤実地訓練サービス：

昨年度までと同様に、装置の使用方法や注意事項、装置予約の仕方を伝えるために、ユーザーが新たに装置を使い始める際には、個々の装置について、必ず操作方法のガイダンス (実地訓練) を行った。今年度の実施訓練件数は678件であった。また、不連続に期間をあけて装置を利用するユーザーに対しては、初回だけでなくその都度、技術支援員による手厚いガイダンスを実施した。こ

のようなサービスを行う目的は、装置利用の効率化、装置故障率の低減、安全性の向上を図ることにある。本サービスの充実により、今年度も多数のユーザーが積極的に施設を活用できる環境を提供することができた。

(産：86、学：184、公：408、合計：678)

⑥人材育成サービス：

「ナノテクノロジー・ネットワーク」参画機関である物質・材料研究機構および東京工業大学と合同し、“超微細加工・ナノ計測・分析スクール”として人材育成スクールを企画・開催した。尚、産総研ではナノプロセッシング施設とテクニカルセンター・分析セクションと提携してスクールを実施した。このスクールは講義と実習からなり、10月5日に産総研つくばセンターで6つの講義をまとめて行った後、総計7件の実習をそれぞれの機関で実施した。以前から実施し好評である電子ビーム描画装置の実習は、本年度も産総研と東京工業大学の両機関で実習を行った。また、昨年度と同様、産総研で集束イオンビーム加工観察装置の実習を行った後、物質・材料研究機構で透過型電子顕微鏡観察を行う実習を実施した。このように、要素技術の習得を目指したスクールを多彩な人材に対して開催することができた。さらに、特定の要素技術に特化した人材育成サービスとしては、走査型プローブ顕微鏡のセミナーを行った。他には、次世代を担う学生を対象とした人材育成スクールを準備し、高校生4名を受け入れた。この高校生を対象とした人材育成は、高校生のための先進的科学技术体験合宿プログラムであるサマー・サイエンスキャンプの一環として実施し、「ナノテクノロジーに触れてみよう（クリーンルームで微細加工）」をご体験いただいた。また、マレーシアのマルチメディア大学からナノテクノロジー研修のために来日した大学生等5名に、主にナノ計測技術についての実習を行った。これらスクールの本年度の参加者は90名（内講義のみの参加者が36名）であり、内訳を見てみると産：32名、学：22名、官：36名であった。

⑦情報発信サービス：

当該分野における最新情報、当事業で開発され公開可能なノウハウなどを、産総研外部研究者に向けてニュースとして発信した。より具体的には、産総研ナノプロセッシング施設（NPF）発行の電子メール配信方式のニュースであり、平成17年度から開始したサービスである。また、設置されている装置でどのような研究開発が可能かなどを、より直感的にユーザーに感じて頂けるよう、当事業のホームページの改善にも務めた。具体的には、各装置を用いて実施された、開示可能な支援成果例をホームページ上で紹介するなどを行った。

⑧ネットワーキングサービス：

産総研外部研究者の利便性を高め、安全に上記研究支援活動を行うために、装置予約、利用時間管理、ユーザーによる支援進捗状況の確認などを、インターネットを介して実現するネットワーク環境を管理し、年間を通じて

このサービスの提供を行った。また、「ナノテクノロジー・ネットワーク」参画機関である物質・材料研究機構（NIMS）の超高压電子顕微鏡ステーションなど、つくば地区4機関（NIMS、産総研、筑波大、高エネ研）により合同で「イノベーションつくば」ワークショップが2010年1月23日に開催され、その機会を通じて、主に人材育成カリキュラムに係る情報発信も行った。なお、このワークショップは、先端研究施設共用事業参画機関間のネットワーキングを促進するために実施されるものである。参加者は54名で、内訳は産業界12名、公的機関22名、大学20名であった。そして、さらに重要なこととして、このサービスにおいては、支援内容がプレコンペティティブ段階にある場合に、上記①、④をベースに、積極的に外部ユーザー同士の連携や研究分野の融合によるネットワーキングの推進に努めた。

⑨先端共用施設の整備と管理：

先端共用施設を効率的に稼働させるためには、消耗品の欠品を防止し日常点検および定期点検で装置の故障を事前に察知し対応することが肝要である。共通消耗品の管理に加えて専任担当者による NPF の日常点検・監視を行い、さらに、装置予約・使用状況の管理も年間を通して実施した。また、酸素濃度計など各種モニターによる作業環境の監視サービスに加え、クリーンルーム内に設置したカメラ6台により、ドラフト等危険な作業での事故を防止できるよう務めた。また、利用初期のユーザーに対して、装置の原理や操作手順などが記載された装置マニュアルを以前から提供しているが、この装置マニュアルがより実践的で実用的なものとなるよう、⑤に示した実地訓練サービス時等に受ける頻度の高い質問やトラブルシューティングを装置マニュアルに取り入れるなどして随時改訂を推進した。さらに、テクニカルセンター分析セクションでは、サービス提供に必要な各種分析機器を日常的に点検して早期に問題点を把握、運転中止を最小限にするよう努め、常に一定水準の分析精度を提供できるように関連装置を整備した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 極微細加工、ナノ造形、リソグラフィ

【研究題目】 タイにおける低炭素排出型エネルギー技術戦略シナリオ研究

【研究代表者】 仁木 栄（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】 仁木 栄、松原 浩司、石塚 尚吾
（常勤職員3名）

【研究内容】

目標

次世代の無機・有機ハイブリッド太陽電池用の材料創製とデバイス化を目指して日タイ共同で研究開発を行う。無機系太陽電池としては、高効率・低コストな薄膜太陽電池として期待が大きい CuInGaSe₂(CIGS)

系太陽電池に着目し、タイ国の CIGS 太陽電池の研究開発をリードするチュラロンコン大学との研究協力によって、プロセスやデバイスの共通課題の抽出と、その解決手法の検討を行う。

具体的には、日タイ双方で作製された太陽電池に対して、多層構造からなる太陽電池の各々の材料の物性評価を行うとともに、試作したデバイスの精密な評価を行い、太陽電池プロセス技術へのフィードバックを行うことで太陽電池の高性能化を図る。また、太陽電池の高性能化のための共通の評価システムの構築を目指す。

年度進捗状況

日タイ双方の相互理解を深めるために、産総研・チュラロンコン大学間で、それぞれの研究者の情報交換・相互訪問を行い、各々の研究機関の技術ポテンシャルと研究設備等に関して情報交換を開始した。それと同時に、チュラロンコン大学、産総研が作製した試料に関する相互評価を開始した。今年度は特に、CIGS 太陽電池の中で最も重要な CIGS 光吸収層に関する評価に着手した。産総研・チュラロンコン大学で、作製した CIGS 光吸収層の評価方法に関する検討を行い、相互評価を開始した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 CIGS 太陽電池、高性能化、国際協力

〔研究題目〕 先進 Mg 合金開発に関する東アジア連携の構築

〔研究代表者〕 坂本 満

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 坂本 満、佐藤 富雄 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

先進 Mg 合金の開発は、自動車等の軽量化技術に貢献し、アジア地域において緊急の課題とされている環境問題の解決に効果的な技術の一つである。我が国は Mg 合金開発に関しては先進的技術を有しているが、原料の安定的供給国、材料の大量使用国との連携なくして将来の展開は見込めない。本研究においては、東アジアにおける Mg 研究の拠点である大学・研究機関と相互補完的な共同研究を推進し、これらの研究活動を通して、先進 Mg 合金開発に対する持続的、戦略的かつ互恵的な国際連携の基盤を構築する。

本課題においては、先進 Mg 合金の高機能化と高度な利用技術として必須となる技術開発を行う。マグネシウム合金の最適組成制御及び加工組織制御による機械的特性の改善と塑性加工材の接合に関する基盤技術の確立を目指す。組成及び加工組織制御によるマグネシウム合金の機能性を最大限に発揮するための溶材及び溶接技術の検討を通じて、高機能マグネシウム合金を構造体として広範に実用するための技術基盤を確立する。

今年度はマグネシウム合金の高機能化を目指し、主と

してカルシウム添加難燃性合金の最適組成及び塑性加工による特性改善と塑性加工材の溶接に関する検討を行った。組成及び加工組織制御によるマグネシウム合金の機械的特性を補償する溶材及び溶接技術について、現状の技術を把握すると共に高機能溶材及び製造技術の検討を行い、高機能マグネシウム合金を構造体として広範に実用するための基盤技術を確立した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マグネシウム合金、組織制御、接合技術、溶材、東アジア

〔研究題目〕 統合化地下構造データベースの構築

〔研究代表者〕 木村 克己 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 木村 克己、尾崎 正紀、水野 清秀、高橋 学、村田 泰章、小松原 純子、根本 達也、納谷 友規、本郷 美佐緒、山口 正秋、長谷川 功 (地質情報研究部門)、川上 源太郎、廣瀬 亘、大津 直 (北海道立地質研)、石原 与四郎 (福岡大) (常勤職員6名、他9名)

〔研究内容〕

本課題は①地質情報データベースと地質モデルの構築と②地質情報データベースネットワーク化に関する研究の二つのサブ課題から構成される。①は国土の地質情報に関してこれまでに整備した各種のデータベース、地質図類や地質モデルを基礎に、新たに地下地質情報を系統的に収集・編纂することによって、幅広く活用できる地質情報データベースと地質モデルを構築すること、そして、地質モデル構築の上で基準となる深度500m 程度までの地質層序の標準を構築し、地震波速度・比抵抗特性との関係を明らかにすることを目的としている。②は、インターネットを通して3次元地質構造モデルの配信を含めた地質情報を高度に利活用が行える環境を開発することを目的としている。今年度は以下の成果を得た。

①地質情報データベースと地質モデルの構築

- ・1/20万シームレス地質図の新規地域として北海道地域のデータ収集を行うとともに、既存の関東1/20万シームレス地質図の高度化を実施し、微地形を反映できる地質区分とした。首都圏をカバーする1/2.5万シームレス地質図について、ボーリングデータベースを利用して、地質区分と浅層地盤の N 値・土質分布が統一的に表示できるように内容の高度化を進めた。首都圏北部域の3次元モデル (浅層地盤) と模式柱状図データベースを整備した。

- ・北海道と関東平野、新潟地域において、新たにボーリング資料を収集・整備し、3,000本の数値データを更新し、既存のボーリングデータの位置、標高、属性情報のチェックを行うなどで情報の高度化を進めた。また、

産総研実施の物理探査調査データ（全地震探査と屈折法探査）の収集、データの整理・電子化を行い、メタデータベースを作成した。

・関東平野で掘削された深度500m 前後の既存ボーリングコアの層相・テフラ・花粉・珪藻分析を継続して行った。花粉化石群集のうち、アカガシ亜属多産層準、コナラ亜属多産層準の消滅期、メタセコイア花粉の消滅期と、絶滅した珪藻化石 *Lancineis* sp. 産出層準の組み合わせによって、中部～下部更新統を細分できる見通しを得た。

・岩盤物性評価モデル構築では、浅層地盤に関して、地質ボーリングデータベースと3次元地質モデルを利用して、地 N 値・S 波速度等の物性との相関式を検証して最も適合する式を定めた。そして、マイクロフォーカス X 線 CT を用いて、直径10mm の菖蒲コアの3次元ボリュームデータを作成し、最大静水圧10MPa を負荷した状態で再度3次元ボリュームデータを取得した。静水圧の負荷に伴い、空隙部の閉鎖や実質部の集中により平均値としての密度が大きくなることが確認できた。

②地質情報データベースネットワーク化に関する研究

・3次元統合システムの登録、表示機能を改良し、断面図の表示についてWPS対応とその試験を行った。また、空間解析機能として、ボーリング交換用データを対象としたデータ抽出とグリッド補間機能を試作した。

・柱状図入力、xml変換、土質名コード化の各ボーリングデータ処理・解析のクライアント用ツールについて、電子納品要領書のボーリング交換用データ形式ver. 3.0 に対応するための改良を行うとともに、岩盤柱状図の入力手法について検討し機能を付け加えた。

【分野名】地質

【キーワード】地下地質、基準層序、ボーリングデータ、データベース、シームレス地質図、三元モデル、WMS、WFS、VRML、ウェブサーバ

【研究題目】先端融合領域イノベーション創出拠点の形成 光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点

【研究代表者】野間口 有（理事長）

【研究担当者】石川 浩、並木 周、工藤 知宏、他（常勤職員37名、他7名）

【研究内容】

映像情報を中心としてネットワークトラフィックが増大しており、対応してネットワーク機器の消費電力が急激に増大している。ネットワークを活用した効率的な社会インフラを構築するには、低消費エネルギーで大量の情報を処理することのできる新しいネットワーク技術が必要となる。この新しいネットワーク技術として、電力消費が少ない光スイッチを用いた回線交換型のネットワーク技術を開発する拠点を形成している。具体的には、

以下の三つの技術開発を行っている。第一は、ネットワークの資源管理を行うネットワークアプリケーションインターフェース技術で、ネットワークで予約利用を前提とした、並列ファイルシステムの設計を行い、安定して高いスループットを得るための課題を明らかにした。第二は、ネットワークのパスが変わった場合の伝送路の分散補償を行うパスキューイング技術で、パラメトリック分散補償の技術を用いて、40Gb/s の信号に対して、安定な分散保証を実証した。第三は、光パスネットワークで光パスを切り替えるシリコンフォトニクスを用いた光スイッチで、シリコン細線導波路型の干渉計構造を開発して、熱光学効果による光スイッチングを確認、さらに、ノンブロッキングの2x2のスイッチを開発し、30dB を超える低漏話特性を得た。した。これら三つの技術課題に加えて、技術的垂直連携拠点として上位レイヤの技術と下位レイヤの技術を垂直統合して、ネットワークのアーキテクチャを構想すること、上位レイヤとから下位レイヤまでを俯瞰できる研究者を養成することも拠点の課題である。これには、垂直連携のネットワークアーキテクチャ・スタディグループを編成して、協働企業も含めてアーキテクチャの議論検討を行った。これまでに、提案した光パスネットワークのトポロジーで、テレビ会議、映像配信などの用途で、予約を前提とすると、最も混雑した時で、呼損率0.3で、数千万の加入者をサポートできて、消費電力も現在の IP ネットワークに較べて、4-5桁低消費電力になることを示すことができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光パス、省エネルギー、ネットワーク、シリコンフォトニクス、光スイッチ、可変分散補償

【研究題目】生命情報科学技術者養成コース

【研究代表者】浅井 潔（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、広川 貴次、ポール ホートン、堀本 勝久、藤渕 航、福井 一彦、光山 統泰、藤 博幸、長野 希美、富永 大介、油谷 幸代、根本 航、今井 賢一郎、山崎 智、廣瀬 修一、寺田 朋子、水谷 健太郎、坂井 寛子（常勤職員11名、他9名）

【研究内容】

産業界においてはバイオインフォマティクス・創薬インフォマティクスを適切に利用し新製品開発等ができる人材が不足していると言われている。本コースは、こうしたニーズに応えるために平成17年度から5年間の年限で設置された人材養成コースで、平成21年度は最終年度となる。

<開講する3つのコースと実績>

① バイオインフォマティクス速習コース

基礎を体系的に習得することを目的とし、講義のみの「バイオインフォマティクス速習コースⅠ」を開講し、同コースの講義ビデオをインターネットでストリーミング視聴できる e-ラーニングを開発、「同Ⅰe」として開講した。また計算機実習つきの「同Ⅱ」を開講した。

I：講義のみで6月4日～7月16日の夜間に実施。90分×20コマ、全10回。学習支援のための e-ラーニングが付属。修了者数27名。

I e：e-ラーニング専修コース。第1期開講（受講者アクセス可能）期間6月15日～10月15日。第2期開講期間11月1日～2月26日。受講者は北海道から沖縄にわたる全国より、総数273名。修了者第1期・第2期合計88名。

II：計算機実習を含み10月1日～11月27日の日中に実施。修了者数25名。

② 創薬インフォマティクス技術者養成コース
概論、実践的な計算機実習、外部講師による最先端の講義をバランスよく交え、短期集中10日間（8月3～7日、9月7～11日）で体系的に効率よく習得する。修了者数23名。

③ リーダー養成・再教育コース
生命情報工学研究センターに定期的に通って最先端の技術を習得することで、社内のリーダー級としてプロジェクトを立案できるレベルまで現場での開発能力を高めた。修了者数3名。

<コース終了後の継続について>

産総研コンソーシアム「生命情報科学人材養成コンソーシアム」を設立し、会員制で有償の人材養成を継続する。
<ホームページ>

URL：http://training.cbrc.jp/

（現在、上記 URL は生命情報科学人材養成コンソーシアムのホームページとなっており、継続中の講習会に関する情報等を発信している。）

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオインフォマティクス、創薬インフォマティクス、人材養成

【研究題目】沿岸海域における活断層調査

【研究責任者】岡村 行信
（活断層・地震研究センター）

【研究担当者】岡村 行信、丸山 正、宮下 由香里、杉山 雄一、阿部 信太郎（電力中央研究所）伊藤 谷生（千葉大学）、坂本 泉（東海大学）、越後 智雄（地域地盤環境研究所）（常勤職員4名、他4名）

【研究概要】

沿岸海域の活断層は今まで十分に調べられていなかったが、その活動は陸域の活断層と同じような被害を引き起こすことが、2007年中越沖地震などによって認識され

た。そのため、地震調査研究推進本部が選定した主要活断層帯のなかで、陸域から海域まで延長している断層について、その連続性と活動履歴を解明するための調査が公募された。2009年度は「沿岸海域における活断層調査」として、五日市断層帯、菊川断層帯、西山断層帯、雲仙断層群／北部、雲仙断層群／南東部、岩国断層帯について、海域部の連続性と正確な位置や形状、さらに条件が良ければ活動履歴まで明らかにするための調査が文部科学省から公募され、産総研が受託して、音波探査及び堆積物の採取等の調査を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】沿岸地質、活断層、音波探査、完新統、五日市断層帯、菊川断層帯、西山断層帯、雲仙断層群／北部、雲仙断層群／南東部、岩国断層帯

【研究題目】活断層の追加・補完調査

【研究責任者】吉岡 敏和
（活断層・地震研究センター）

【研究担当者】吉岡 敏和、吾妻 崇、谷口 薫、廣内 大助（信州大学）栗田 泰夫
（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

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

平成21年度の調査対象断層帯は、幌延断層帯、横手盆地東縁断層帯（南部）、長町一利府線断層帯、三峠・京都西山断層帯（三峠断層）、三峠・京都西山断層帯（上林川断層）の5断層帯である。このうち、幌延断層帯は北海道立地質研究所に再委託して実施した。各断層帯において、断層の位置・形状、活動度、過去の活動履歴等を明らかにするための調査を実施し、地震調査研究推進本部の活断層の長期評価に貢献する資料が得られた。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、追加・補完調査、地震調査研究推進本部、幌延断層帯、横手盆地東縁断層帯、長町一利府線断層帯、三峠・京都西山断層帯

【研究題目】不揮発性メモリの高度化に関する研究

【研究代表者】安藤 功兒
（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均、長浜 太郎、薬師寺 啓
（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

NEDO「スピントロニクス不揮発性機能技術開発」と文部科学省「高機能・超低消費電力コンピューティングのためのデバイス・システム基盤開発」の二つのプロジェクトがともにスピントロニクス技術という共通の基板技術に立脚していることに注目し、メモリ技術の高度化を行うと共に、デバイス試作環境の一体的利用を介して、メモリ応用の目的で開発された高度 TMR 素子技術ならびに磁壁移動技術の論理回路技術への適応可能性を検討する。革新的技術推進費の投入により先進的な成果の創出を行うとともに、各研究開発の加速を行う。本補助事業では、垂直磁化 TMR 素子の高度化のための装置の導入と高速 MRAM のための回路設計と素子の性能因子の検討のための装置導入を行うことで、研究開発の加速、梃子入れを行うことを目的とした。具体的には、高度 TMR 素子技術の高度化では、1ギガビットレベルの集積度の大容量スピン RAM ならびに90nm レベルの CMOS 回路上に集積可能な論理回路に必要な高性能垂直磁化 TMR 素子の特性を明確化すると共に、その実現に向け、成膜中基板温度を400℃まで昇温可能なスパッタ装置を整備して TMR 素子を成膜・評価した。

垂直磁化 TMR 素子を用いる大容量スピン RAM 技術の核である TMR 素子技術の開発に対して、垂直磁化 TMR 素子の電極に用いられる垂直磁化薄膜の高品質化のために、薄膜成長中の基板温度を400℃まで上昇可能なスパッタ装置を整備した。この装置によって、基板温度を高温に設定した蒸着条件下においても不純物の影響を小さく保って薄膜を成長することが可能となった。結果として垂直磁化 TMR 素子として世界で初めて、実用上重要な $20 \Omega \cdot \mu\text{m}^2$ 以下の低抵抗値において100%以上の高い MR 比を有する素子が得られ、本装置の有効性を明らかにできた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、TMR 効果、MBE 成長

【研究題目】分子軌道設計による新規電子相の開拓

【研究代表者】小林 昭子（日本大学）

【研究担当者】石橋 章司（常勤職員1名）

【研究内容】

有機強誘電体 TTF-BA と TTF-CA について、第一原理計算により電子状態を求め、自発分極を評価した。一般化勾配近似 (GGA) の範囲内では、前者は磁気的な基底状態、後者は非磁性の基底状態を示した。自発分極の大きさは、原子位置最適化後で、それぞれ $0.16 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ （既存の実験結果とよい一致）と $11.77 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ であった。また、 $\text{Cu}(\text{tmdt})_2$ 他単一分子性導体の電子状態の解析を進めた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】電子状態、有機強誘電体、有機導体、第一原理計算

【研究題目】材料における界面とナノスケール格子欠陥の構造と特性

【研究代表者】常行 真司（東京大学）

【研究担当者】石橋 章司、橋本 保、田村 友幸、小杉 太一（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

計算機能の拡張の点で、エネルギー・応力密度におけるゲージ依存項の消去方法の開発、非線形分極率分布計算機能の導入を行い、また、電子線/X線エネルギー損失スペクトル計算機能の整備を進めた。

スピン軌道相互作用+ノンコリニア磁性を考慮した計算機能と3次元の最大局在ワニエ関数計算機能については、汎用性を高めるための取り組みを行なった。適用研究として、金属粒界あるいは金属/酸化物界面の構造・電子状態・機械的性質の解明、ペロフスカイト酸化物超格子における非線形成分も考慮した分極率分布計算、芳香族化合物の電子状態のワニエ軌道による解析などを行った。また、半導体中の格子欠陥研究も、窒化物・Si その他の様々な物質を対象として展開した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】電子状態、界面、格子欠陥、第一原理計算

③【環境省】

・地球環境保全等試験研究費

【研究題目】臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析

【研究代表者】佐藤 浩昭（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】佐藤 浩昭、田尾 博明、中里 哲也、加茂 徹（常勤職員4名、他4名）

【研究内容】

プラスチック材料は臭素系難燃剤として多く用いられてきたが、それらは環境中での汚染に加え、人体への悪影響が強く懸念されている。臭素系難燃剤のリスク評価やプラスチックリサイクルの安全性評価を推進するためには、臭素系難燃剤の種類を特定し、それらの放散過程を明らかにする簡易迅速分析技術の開発が必要である。

本研究では、ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDE) をはじめとする主な臭素系難燃剤の前処理及び簡易迅速分析法に関する技術開発を行った。エポキシ樹脂基板を温和に分解して、その中に含まれる臭素系難燃剤を抽出する前処理技術を開発した。ソフトウェア脱離イオン化質量分析法を用いた PBDE の異性体の識別、プラスチック中に含まれる臭素系難燃剤の種類特定や簡易に定量する技術を開発した。ガスクロマトグラフィー/誘導結合プラズマ質量分析 (GC/ICP-MS) 法により固体製品中の PBDE を正確に定量する技術を開発した。さらに、ヘッドスペース GC/ICP-MS により初めて臭素マスを考慮し

た PBDE の放散量や分解反応の解析を可能とし、気化量の温度依存性、熱分解や光分解における共存物質の影響、光分解における分解生成物の種類を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】臭素系難燃剤、ポリプロモジフェニルエーテル、簡易迅速分析、高速分解抽出、誘導結合プラズマ質量分析、ソフトイオン化質量分析

【研究題目】石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝学的解析・評価に関する研究

【研究代表者】丸山 明彦（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】北村 恵子、布施 博之、丸山 明彦
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

日本周辺海域における環境汚染や環境変動の把握、油濁環境修復技術の開発や評価等に資するための研究を継続した。まず、これまでの調査およびその後の微生物多様性データ等の解析により、日本沿岸海域の微生物群集の特徴や石油流出事故時に優占する可能性の高い微生物群集の特徴等を明らかにするとともに、これらの指標微生物を効率よく検出するための DNA プローブや新規性の高い炭化水素分解菌の分離ならびにその性状解析を進めた。また、バイオレメディエーション技術開発に不可欠な模擬石油汚染実験評価系の見直しを図り、データの信頼性向上に寄与する石油分解の多検体非破壊連続モニタリング技法の開発に目処をつけた。具体的には、C重油以外に物性の異なる2種類の原油を実験に供するとともに蛍光計測法の有効性を検討した。また、通常光計測以外にこの蛍光計測法の適用を可能にする計測装置や試料容器等の選定を進め、その利用を前提とした実験・評価系の構築を進めた。その結果、複数の光学計測手法を組み合わせることにより、重油のみならず原油をも対象とした石油分解の多角的モニタリングが可能であることを確認した。一方、昨年度までの調査・研究において、各海域から採取した表層海水試料にC重油を添加（重油流出事故を想定）した場合には、平常時の微生物群集の多様性が失われ二三の特定プロテオバクテリアグループが優占することを見出した。そこで、上述した光学的モニタリング手法の有効性評価という目的を兼ね、我々がこれまでに獲得した微生物株等を上記模擬石油汚染海水試料へ添加する積極的なバイオレメディエーション（バイオオーギュメンテーション）実験を試みた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微生物、遺伝子、多様性、モニタリング、海洋、石油

【研究題目】有害試薬フリー・オンサイト水質モニタ

リング装置の開発

【研究代表者】長縄 竜一（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】長縄 竜一、中里 哲也、鳥村 政基、田尾 博明、平岡 英泰
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

現場で簡便に水質を監視するため、光反応前処理法と水銀フリー電気化学検出法をマイクロ流体システム化することにより、エネルギー消費量が少なく且つ有害試薬を使用しない、重金属等有害物質の連続監視装置を開発する。このため、独自に開発した高効率光反応装置を用い、有害試薬を必要としない前処理技術を開発するとともに、水銀の代わりに高機能炭素材料を用いる高感度電気化学センサの開発を目指す。また、マイクロ流体デバイス技術によるダウンサイジングを行い、緩衝液等無害な試薬に関してもその使用量や必要エネルギー量の大幅な削減を実現し、オンサイト・メンテナンスフリーの低エネルギー消費・自立型連続監視装置を構築することを目的とする。

本研究ではヒ素の検出に重点を置き、21年度は、光反応試料前処理法に関して光反応効率をさらに高めた高出力光反応装置を開発し、電気化学検出法の測定妨害物質となる溶存有機炭素質の無試薬分解の効率を向上させた。条件検討の結果、実際の環境水試料中の溶存有機炭素質を20分以内で無試薬分解できる条件を見いだした。

水銀フリー電気化学検出法については、一定のコンディショニングを行った白金電極を使用することで正側の電位窓を再現性良く拡張することに成功した。これを高感度かつ連続測定が可能な電気化学測定法であるアノードックストリップングボルタンメトリーと組み合わせることで、高い再現性で極低濃度のヒ素（純水中2 ppb）の検出を達成した。本法では他の重金属類よりも比較的高い電位でヒ素を検出するため妨害を受けにくい。また、As(III)とAs(V)の識別が可能であるため、ヒ素の簡便な化学形態別分析が可能である。更に、マイクロ流体技術によるダウンサイジングに関して、赤外線によるガラス製マイクロチップ接合法を改良し、高融点ガラスである石英の接合においても素材の変形を最小に抑えることができるようになった。これらの結果を踏まえ分析機器メーカーや外部研究機関等との情報交換を行い、システムのマイクロ化に必要な要件を明らかにした。

ヒ素はわが国公共用水域での超過率が高いだけでなく、ベトナムやインドなど国際的にも汚染が深刻な問題となっており、これらの地域における地下水の常時監視技術としても発展が期待できる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ヒ素、連続監視、水銀フリー、電気化学検出、マイクロ流体

【研究題目】CO₂排出低減に資するバイオディーゼル

燃料の高品質化技術

〔研究代表者〕 鳥羽 誠

(新燃料自動車技術研究センター)

〔研究担当者〕 鳥羽 誠、葭村 雄二、阿部 容子

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

目標、研究計画、年度進捗状況

本研究では、植物油脂や廃食用油から生産されるバイオディーゼル燃料 (BDF) の高品質化を目指し、欧州規格を満たす BDF の製造が可能な固体触媒技術を開発するとともに、水素化精製触媒による低品位 BDF の酸化安定性向上技術を開発する。本年度の進捗状況は以下の通り。

固体触媒による BDF 製造において反応時の熱劣化の有無を調べるために、多不飽和脂肪酸を多く含む大豆油および廃食用油を用いて、反応前後の脂肪酸メチルエステル (FAME) 組成の変化について調べたところ、固体触媒を用いてメチルエステル化した生成油と、同じ原料油を三フツ化ホウ素-メタノール錯体でメチルエステル化した標品の FAME 組成はいずれの油の場合も違いがなく、反応温度による重合等の熱劣化はほとんどないことがわかった。実装置の設計の観点から、従来のバッチ式に代えて循環型固定床流通式反応装置による廃食用油 FAME の選択的水素化の検討を行ったところ、触媒充填量、送液速度、反応温度等の因子を最適化により反応時間1~2時間の短時間で最適 FAME 組成まで水素化することが可能であり、固定床流通式反応装置を実装置でも使用可能であることがわかった。触媒の貴金属担持量の低減のため、水素化活性成分の貴金属を担体の表面のみに担持し、担持量を従来の1.2wt%から0.5wt%へと減らした触媒で廃食用油 FAME の選択的水素化の検討を行ったところ、速やかに反応が進行し、最適 FAME 組成のバイオディーゼル燃料が得ることができた。炭素数18のモデル FAME (C18:0~C18:3) 5wt%を軽油にそれぞれ混合し、軽油の炭化水素組成や軽油中の硫黄化合物量の違いが FAME 混合軽油の酸化安定性に及ぼす影響について調べたところ、FAME 混合軽油の酸価増加量は、いずれも FAME の不飽和度が2以上になると著しく増加し、C18:3ME 混合時の酸価増加量は、サルファーフリー軽油>深度脱硫軽油となり、硫黄濃度の高い軽油ほど低くなった。酸化安定性の高い混合軽油の製造には、軽油中の硫黄量低減に伴い、混合するバイオディーゼルも多不飽和 FAME 含有量が少ない酸化安定性の高いものが必要であることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオディーゼル、選択的水素化、固体触媒、酸化安定性

〔研究題目〕 外部振動源による家屋内環境振動の人体感覚評価・予測に関する研究

〔研究代表者〕 国松 直 (地圏資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 国松 直 (常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

従来の調査検討結果によれば、敷地境界での排出源規制の考え方に基づく振動規制法では、家屋内振動の環境実態との整合性が十分ではないことが指摘されている。本研究は、家屋内環境振動の実態把握および人体感覚評価・予測精度向上のために、家屋が立地している地盤、家屋の基礎構造、家屋構造に基づく振動特性および家屋内振動暴露に関わる人体感覚特性を明らかにすることを目的とする。

研究内容は、(1)標準加振装置の開発、(2)家屋内外振動計測システムの開発、(3)ランダム振動に対する人体感覚特性の解明、の3項目である。

以下は、21年度の研究成果概要である。

(1)鉛直・水平両用の起振器と地面への固着装置を組み合わせた標準加振装置を試作し、加振力性能等の基本性能を調べるとともに、標準加振装置の実用化に向けて、地盤から家屋への振動伝達特性の予備的検討を行った。

(2)家屋内外振動計測システムを開発を目的に、センサで計測したデータをハブステーションに向けて Zigbee 無線で伝送する方式を検討した。本計測に備えて、伝送方式の信頼度と効率を確認するために、携帯電話網および WiMAX を利用したインターネット経由でのファイルデータ伝送の実験を行った。

(3)被験者を用いた振動台実験により、戸建住宅で実測した交通振動波形や擬似波形を用い、条件を制御した振動に対する知覚閾および感覚応答を測定する被験者官能実験を実施した。水平方向の実振動に対する振動感覚を、卓越振動数や加速度ピークの繰り返し数などをパラメータとする実験を行い、それらの結果と、正弦振動に対する評価とを比較することで、ランダム振動の評価法へむけた応用について検討を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境振動、外部振動源、家屋振動、標準加振装置、無線センサ、感覚評価

〔研究題目〕 メガデルタ沿岸環境保全のための観測診断技術と管理手法の開発

〔研究代表者〕 齋藤 文紀 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 齋藤 文紀、村上 文敏、田村 亨、田中 明子、西村 清和、斉藤 弘美、金井 豊 (地圏資源環境研究部門)、上原 克人 (九州大学)、楊 作升、王 厚杰 (中国海洋大学)
(常勤職員5名、他5名)

〔研究内容〕

アジアに数多く分布するメガデルタ (巨大デルタ) の沿岸環境保全のために、河川データと、沿岸陸域調査、沿岸海域調査、衛星データ解析を統合して、観測診断技

術と管理手法を開発することを目的としている。5ヶ年計画で、1-2年目が中国の黄河を主体に、3-5年目はベトナムとタイのメガデルタを対象に研究を行っている。平成21年度は昨年度に引き続き、黄河デルタを対象に研究を行った。

沿岸海域における地形変化から、黄河が1976年まで流入していたデルタの北部では、河道の変化後、大規模な沿岸侵食がおこっており、水深10-15mまで侵食が進行している。侵食域の沿岸海域は下に凸の地形を呈し、海底表面の凹凸が顕著な特徴があることが明らかになった。河川からの土砂供給量とデルタ沿岸域での堆積・侵食量を比較すると、侵食量の方が大きく、現状ではデルタを維持できる土砂供給が足りないことが判明した。侵食は特に初冬の波浪が大きく影響していることがシミュレーションから示された。

地球資源衛星1号「ふよう」他の合成開口レーダー(SAR)データを用いることにより、黄河河口域の海岸線の変化や、デルタの面積の変動を捉えることができた。特に「ふよう」の SAR 強度画像より 1992年11月から6年間にわたる泥干潟の面積変化を定量的に見積もる手法を開発した。これにより泥干潟の面積変化が明らかとなり、堆積物輸送量と良い相関があることがわかった。

【分 野 名】地質

【キーワード】黄河、長江、デルタ、環境変動、沿岸侵食

【研究 題目】有害元素等の全国規模の分布と移動・拡散挙動の解明と環境汚染評価システムの開発に関する研究

【研究代表者】今井 登(地質情報研究部門)

【研究担当者】今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、久保田 蘭、立花 好子、寺島 滋、(常勤職員5名、他2名)

【研究 内容】

本研究では、日本全国の土壌、河川堆積物、沿岸域海底堆積物中の有害元素等の広域分布特性を把握し、存在形態別分析等により自然バックグラウンドと人為汚染を評価して全国規模のデータベースを構築する。本年度は主に本州および四国から851個の表層土壌試料を採取した。採取した土壌試料は沖積土と非沖積土があり、これまでに中部地方の一部と沖縄を除く試料採取を完了した。試料は自然乾燥した後、粉碎し分析試料として使用した。分析は ICP 発光分析法で主成分元素の分析を、微量成分元素は ICP 質量分析法で行った。試料の分解は硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸で行った。また、同時に0.1N、1N 塩酸浸出法による可溶性元素の抽出法を用いて分析した。

これまでに採取した試料数は中部・東北地方および沖縄を除く全国から約2500個である。分析の終了した北海道、九州のデータをもとに地球化学図の作図を行った。

北海道のクロムの土壌地球化学図において顕著なのは北海道の旭川周辺から日高山脈を通して襟裳岬の方向に縦に縦断するクロム濃度の高い地域が見られることである。これはクロムを高濃度に含有する超塩基性岩が構造線に沿って分布していることによると考えられる。これまでに求めた河川堆積物を用いた北海道の地球化学図とよく一致することが分かった。北海道のヒ素の土壌地球化学図においては北海道南部の積丹から羊蹄山および室蘭にいたる地域で濃度が高くなっている。これは河川堆積物の地球化学図も同様で、この地域の高濃度域はよく一致していることが分かる。この渡島半島の付け根の地域には豊羽などの鉱床があり、ヒ素の高濃度の原因になっていると考えられ、土壌地球化学図と河川堆積物の地球化学図はよく対応していることが分かった。

九州地方の鉛、銅、カドミウム、亜鉛の土壌地球化学図では宮崎県北部にある大きな鉱床である土呂久鉱床の影響が顕著で、その周辺で高濃度を示している。河川堆積物の地球化学図もこの地域で同様に高濃度を示しておりよく対応している。

元素分布に係わる各種要因を解析する目的で、元素間及び各種要因の重ね合わせを行うシステムを作成した。また、陸域のデータと海域のデータの間の相関を解析するシステムを作成した。これは陸のデータを海側に延長して海域のデータと相関をとって解析したものである。このような解析を行うことにより、海陸間の物質の流れを調べることが可能となった。

【分 野 名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】地球化学図、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

【研究 題目】1価銅イオンを利用した銅リサイクルプロセスの実用化へ向けた研究

【研究代表者】大石 哲雄(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】(環境管理技術研究部門)田中 幹也、小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄(安全科学研究部門)匂坂 正幸、田原 聖隆、布施 正暁(常勤職員7名、他3名)

【研究 内容】

我々は新規な銅リサイクルプロセスの開発に取り組んでいる。これは、(a)2価銅イオンを酸化剤として廃棄物中の銅を1価銅イオンとして酸化溶解する浸出工程、(b)溶液中の不純物を溶媒抽出法により除去する浄液工程、(c)電解により銅を回収するとともに2価銅イオンを再生する電解採取工程からなる湿式プロセスであり、消費電力が低く、高純度の銅回収が見込めるなどの特徴があり、廃棄物からの効率的な銅回収方法として期待できる。本研究テーマでは、実廃棄物を用いた連続試験やライフサイクルアセスメント(LCA)、経済性評価等、本プロセスの実用化へ向けた研究を行っている。

H21年度においては、性状の不安定な廃棄物にも対応できる操業方法を検討し、その見通しを得た。また、低コストかつ簡便な不純物（主に鉛）除去手法として、ヒドロキシアパタイトとカラムを用いた方法が有望であることを明らかにした。また、ライフサイクル影響評価において、地球温暖化に加えて資源消費などへの影響評価が必要であることを示し、その手法を検討した。また、廃電子機器等から発生する銅をはじめとする有用金属のマテリアルフローを調査し、当プロセスの実用化シナリオのためのデータを得た。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] リサイクル、銅、省エネルギー、電解、ライフサイクルアセスメント

[研究題目] 大気汚染モデル高精度化のための沈着過程組み込みに必要な物理化学定数の測定に関する研究

[研究代表者] 忽那 周三（環境管理技術研究部門）

[研究担当者] 忽那 周三、堀 久男（常勤職員2名）

[研究内容]

都市大気汚染モデルは、関連する化学反応において、多数の素反応を組み込む方向で開発が進み、MCM v3.1のように1万数千の化学反応を組み込んだモデルが開発されている。一方、反応場においては、大気だけでなく地表（表面水、土壌、草木地、舗装面他）への沈着（直接および粒子状物質または雲霧雨滴等への分配を介して地表面に吸収）をより詳しく組み込むことにより、モデルを高精度化することが提唱されている。しかし、沈着速度を推定するために必要な関連物理化学定数は、大気中光化学二次生成物等で実測データがなく、都市大気汚染モデルに沈着過程を組み込む際の障害になっている。

本研究は、沈着の評価に必要な大気成分、特に実測データが不足している大気中光化学二次生成物について、(1) 詳細な大気化学反応を含むモデルにより沈着が光化学オゾン生成等に与える影響を定量評価すること、(2) 関連物理化学定数や沈着地表面抵抗等を測定する方法を開発し実測データを提供することを目的とする。

本年度は、(1) について、MCM v3.1によるボックスモデルを作成し、関東地方の発生源種別時刻別排出インベントリを適用して、光化学オゾン濃度等に対する沈着の影響を計算した。排出量に対する光化学オゾン最高濃度（ $[O_3]_{max}$ ）の等高線を作成し、長鎖 PANs、高級アルデヒドやホルムアルデヒドの沈着により $[O_3]_{max}$ が有意に減少し、長鎖 PANs の沈着による $[O_3]_{max}$ の減少率が窒素酸化物律速となる領域で最大になること等を示した。(2) では、スケーリング法による沈着速度推定の標準物質である二酸化硫黄が、地上に到達する波長領域の光照射により粘土鉱物上で不均一光分解されること等を示した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 光化学大気汚染、沈着、二次生成物、蒸気圧、ヘンリー定数

[研究題目] ディーゼル特殊自動車排出ガス浄化のための多機能一体型コンバータに関する研究

[研究代表者] 後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

[研究担当者] 後藤 新一、濱田 秀昭、小淵 存、内澤 潤子、難波 哲哉、佐々木 基、Sultana Asima、鈴木 邦夫、小熊 光晴（常勤職員9名）

[研究内容]

近い将来の実施が見込まれるディーゼル特殊自動車、特に、56～75kW クラスの同車種に対する厳しい規制目標値を達成できる排出ガスコンバータ技術を開発する。このため、1) 複数の排出ガス浄化機能と自己熱交換作用による昇温機能を一体化したコンパクトな多機能一体型コンバータの開発、2) 燃料由来還元剤を用いた NOx 還元（燃料由来 SCR）触媒の開発を行い、最終的には、本体の体積がエンジン排気量の2倍以内で PM、NOx 両有害成分除去率が90%に達するコンバータの開発を行う。

今年度、多機能一体型コンバータの開発については、本コンバータのベースとして自己熱交換作用を備えた小形の試作コンバータを作製し、定常エンジン運転条件下、試作コンバータの熱回収性能、圧力損失、既存触媒およびディーゼルパーティキュレートフィルタ（DPF）の搭載によるNOx除去およびPM捕集・焼却性能の確認などを行った。その結果、補助加熱のために最大5%程度の燃料消費率の増加を伴うものの、約100℃の低温排ガスでもNOxおよびPMを99%除去できる見通しを得た。また、燃料由来SCR触媒の開発については、軽油のモデル物質のデカンを還元剤として用い、NOx選択還元触媒の探索を行ったところ、銀担持アルミナ（Ag/Al₂O₃）、銅担持ゼオライト（Cu/HZSM-5）、コバルト担持ゼオライト（Co/ZSM-5）が比較的高いNO転化率を示すことを見出した。さらに、Ag/Al₂O₃とCu/HZSM-5を混合使用したところ、単独使用よりも高いNO転化率が得られた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ディーゼル特殊自動車、排出ガス、窒素酸化物、粒子状物質、浄化、コンバータ、自己熱交換、選択還元触媒

[研究題目] 健康リスク解析のための騒音曝露の長期観測データ収集システムの開発と住民参加型データベース構築手法の研究

[研究代表者] 今泉 博之（地圏資源環境研究部門）

[研究担当者] 今泉 博之、高橋 保盛、藤本 一寿、穴井 謙（九州大学大学院）（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

住民行動パターンと騒音観測データの自律型収集システムに搭載する機能を選定するために、既往の関連研究を調査し、長期間騒音曝露と健康影響とを結びつけると思われるパラメータの抽出を試みた結果、環境騒音による健康影響の主項目として考えられる、休息・睡眠妨害、生理的機能への影響のいずれに対しても、曝露される騒音の最大値・発生回数・騒音と暗騒音のレベル差を計測し、騒音の断続特性を評価することが重要であることが判明した。また夜間については、騒音による睡眠妨害だけではなく、それ以外の睡眠阻害要因として光環境・温熱環境の重要性が指摘されているため、住居内では騒音計測とともに照度・温度・湿度等も同時に収集し評価することが必要であることが明らかになった。以上より抽出された各種パラメータを長期間自律的に収集可能な住民参加型のシステムにするには、特にその“携行性”と“簡便性”が重要と考えられたため、システムはモバイル型情報通信端末を基幹とし、携行時には各種パラメータの計測データとともに住民行動パターンが一時的に保存され、一定期間毎に情報通信端末とワイヤレスで通信接続し、情報通信端末にデータを蓄積するという仕様とした。またこのシステムは、情報通信端末に一連の計測データ群を一定期間毎にデータサーバに転送し、住民による多量の計測データを一元管理し健康リスク解析に資するような全体構成とした。

都市域の代表的な構造を有する複数の仮想地域を作成し、それらを環境騒音 GIS に適用することで得られた騒音分布推計の妥当性を確認した。「住民行動パターンと騒音観測データの自律型収集システム」で取得される GPS データが、そのデータ構造等から環境騒音 GIS と連動可能であることを確認した。

騒音の長期間曝露データのフィールド調査に係る文献調査の結果、データ収集方法として主に住民へのアンケートが用いられること、騒音曝露に係るデータとして例えば街区等のような“地域”単位でそれを代表する dB 値の実測値あるいは予測値が収集されていること等が明らかになった。すなわち、従来の騒音曝露データの収集手法は地域全体の平均的な曝露状況を把握する手法が中心であり、本研究が目指す“個人単位”の騒音曝露状況の把握とは異なることが判明した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】健康リスク、騒音曝露、長期観測、データベース、住民参加型

【研究題目】PFOS/PFOA 前駆体物質の分解・無害化反応システムの開発

【研究代表者】堀 久男（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】堀 久男（常勤職員1名）

【研究内容】

工業用の表面処理剤や乳化剤として使用されてきたペ

ルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）やペルフルオロオクタ酸（PFOA）等の有機フッ素化合物の環境残留性や生体蓄積性が顕在化して以降、これらの物質の製品残留や排出に関する本格的な規制が国際的に開始されつつある。このため我が国の産業界でもPFOS/PFOAの使用や排出の削減に努めている。しかしながら実際に使用されているものの多くはPFOS/PFOAそのものではなく、部分的に類似した構造を持つ関連物質である。これらは環境中でPFOS/PFOAあるいは同族のペルフルオロアルキルスルホン酸類（ $C_nF_{2n+1}SO_3H$ 、 $n:1$ 以上の整数）やペルフルオロカルボン酸類（ $C_nF_{2n+1}COOH$ ）に変換される恐れがあるということでPFOS/PFOA前駆体物質と呼ばれ、これらについても欧米を中心に規制の議論が進んでいる。

PFOS/PFOA前駆体物質と言われるものは数百種類以上あり、ポリマーまで含まれている。本研究の目的は産業界での重要度が高いPFOS/PFOA前駆体物質のうち、今後も使用される見込みが高いもの、PFOS/PFOA代替物質という側面があり需要が増加しているもの、さらには新材料に関し、焼却によらずにフッ化物イオンまで分解できる高効率な化学反応システムを開発することにある。

21年度はこれらのうち、ペルフルオロエーテルカルボン酸類およびペルフルオロアルキルエーテルスルホン酸類について高効率にフッ化物イオンまで分解、すなわち無機化できる反応システムを探索した。

その結果、ペルフルオロエーテルカルボン酸類はペルオキシ二硫酸イオンを用いた温水反応（約80℃）で、ペルフルオロアルキルエーテルスルホン酸類は酸素ガスを共存させた亜臨界水反応でフッ化物イオンまで効果的に無機化することに成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有機フッ素化合物、代替物質、フッ素、亜臨界水、熱水、分解、無機化

【研究題目】分子内プロトン転移と錯形成を吸着原理とする新規ホウ素回収剤の開発

【研究代表者】清野 文雄

（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】清野 文雄、中山 紀夫

（常勤職員2名）

【研究内容】

従来、ホウ素吸着剤として用いられてきた N-メチルグルカミンのホウ素吸着機構を解析するため、アミノ基を含む代表的な化合物である1-アミノ-2, 3, 4, 5, 6ペンタヒドロキシヘキサン（グルカミン）及びその誘導体である1-N-メチルアミノ-2, 3, 4, 5, 6ペンタヒドロキシヘキサン、及び1-N, Nジメチルアミノ-2, 3, 4, 5, 6ペンタヒドロキシヘキサンを対象として、分子軌道計算を用いてこれらと $B(OH)_3$ 及び $B(OH)_4^-$ との反応における生成

熱を求め、反応生成物の安定性、吸着剤としての適用性等について理論的に検討すると共に、新規な吸着剤として可能性のある天然化合物についての探索を行った。

さらに、ホウ素吸着剤として天然有機物質を実験し、吸着性を調べたところ以下の知見を得た。①ホウ酸吸着実験 (pH5~6のホウ酸水溶液) において、吸着剤の中では、ペクチンが最もホウ素を吸着した。その値は0.38mg/gであった。②ホウ酸イオン吸着実験 (pH9~10のホウ酸水溶液) では、吸着剤の中では、高重合β-シクロデキストリンとグルテンが最もホウ素を吸着した。その値は共に0.28mg/gであった。③ペクチン、キトサン5は pH5~6のホウ酸水溶液では吸着するが、pH9~10のホウ酸水溶液では吸着量が減少した。また、高重合β-シクロデキストリン、でんぷん、β-1,3グルカン、グルテンは pH9~10のホウ酸水溶液では吸着するが、pH5~6のホウ酸水溶液では吸着量が減少した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ホウ素、吸着剤、N-メチルグルカミン、天然代替物

【研究題目】 温暖化に伴う内水域環境の変化監視情報システム構築に資する研究

【研究代表者】 長尾 正之 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 長尾 正之、鈴木 淳
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、我が国の内水域における地球温暖化に伴う過去から現在までの環境変化を、水温構造に焦点を絞って調査する。また、内水域環境の変化監視情報システムの提案のために、観測手法の開発や、取得データの評価方法に関する研究などを行い、地球温暖化影響を監視するための最適観測法を提案する。今年度は以下の成果を得た。

貯水池に関する過去データの収集を開始し、ダム諸量データベースに記録がある貯水池108箇所のうち代表的な30箇所程度について、水温上昇傾向、成層強度通年化、冬季鉛直循環の不活発化について整理を行った。そのうち、特に水温多層観測が長期間なされているダム湖9箇所を選び、最表層と最下層の水温傾向を時系列解析で抽出し、水温上昇率を調べた結果、最表層水温は、1993年から2006年において9つのダム湖すべてで上昇傾向にあった。この結果は、最表層水温が気温上昇の影響を強く受けているためと考えられたが、気温上昇率を上回る水温上昇率を持つダム湖も存在した。一方、同期間の最下層水温については、上昇傾向と下降傾向にあるダム湖が存在した。このことから、最下層水温は気温上昇に伴うダム湖全体の水温上昇よりも、湖底上昇によるダム容量の減少、成層強化、冬季鉛直混合の低下に影響を受けている可能性が示唆され、これらの影響を分離することが今後の課題となった。

このほか、宮城県釜房ダムで常時計測されている水質データ等の提供を受け、春先の植物プランクトン急増に着目した解析を開始した。炭酸系諸量のモニタリングを中国・四国地方の流域で開始した。成層安定性や水平流速の鉛直傾度の長期計測方法の検討を開始した。

【分野名】 地質

【キーワード】 水温、ダム湖、温暖化、トレンド解析、季節調整法

【研究題目】 親生物気体の同時連続測定による生態系監視技術の開発

【研究代表者】 村山 昌平 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 近藤 裕昭、村山 昌平、宇佐美 哲之
気象研究所：松枝 秀和、澤 庸介、坪井 一寛
(常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

本課題では、環境汚染や森林破壊等の人間活動により陸域生態系が受ける影響を監視するために、生態系内の大気・植生・土壌の間で循環するCO₂、CH₄等の親生物気体の動態変化を指標とした評価手法の確立を目指して、(1)多種類の気体濃度を同時連続測定できる安価な分析計を開発し、(2)周辺機器部も含んだ測定システムを構築して、システム全体の性能試験を行い、(3)長期モニタリング観測への適用化を図る、ことを目的とした研究を実施する。

H21年度は、両機関共同で、昨年度試作した多成分濃度連続測定装置のCO₂濃度分析部の問題点を考慮して改良を行った。その結果、大気環境濃度において出力と濃度間に良好な直線性を得ることができ、CO₂分析装置としての有効性を確認することができた。また、CH₄、N₂O等の多成分濃度分析部の設計を進め、中空ファイバを測定セルとする試作器の製作を行った。性能評価試験を行った結果、中空ファイバの材質の改良が必要であることが明らかになった。さらに、生態系における大気及び土壌中空気試料を採取する予備的調査を、岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林長期生態系モニタリングサイトで継続して行い、各成分濃度変動範囲の情報を得ることができた。得られた情報は、装置の濃度レンジや必要とされる精度の決定に利用する。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 多成分濃度連続測定装置、生態系監視技術、炭素・窒素循環

【研究題目】 電子機器用ガラス廃棄時における有害元素の長期浸出評価

【研究代表者】 川辺 能成 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 杉田 創、井本 由香利、川辺 能成、今泉 博之、駒井 武、赤井 智子、山下 勝、肴倉 宏史

(常勤職員7名、他3名)

〔研究内容〕

埋立処分地等の土壤環境で暴露された際の CRT ガラスの浸出特性および拡散特性を明らかにするための試験・評価方法を確立することを最終目標とし、種々の実験および解析を行なった。本年度は、CRT ガラスが環境中で接触する可能性のある酸性雨や一部の土壌間隙水等の酸性溶液やセメント浸出水等のアルカリ性溶液の影響を把握するために、幅広い pH レンジ (pH3~12) の溶媒共存下で、粒径1~2mm のリサイクルファンネルを用いて各4週間のバッチ式振とう試験を行なった。さらに、連続通水試験 (上向流通水カラム試験) を実施し、各元素の溶出挙動について詳細に解析した。

バッチ式振とう試験では、初期 pH の値に関わらず、4週間では CRT ガラスからの溶媒への溶出は完全には平衡に達しなかった。また、すべての実験で溶出液中の Pb 濃度は環境基準値を大きく超過した。溶出液中の Pb 濃度は pH が10で最低値を取り、11以上あるいは8より低くなると高くなる傾向が見られ、特に pH12以上または pH4以下で急激に上昇することが明らかになった。Sb 濃度は pH11以下では pH の差異による溶出濃度に大きな差異はないように思われるが、pH12で急激な増加が認められた。また、CRT ガラス (リサイクルファンネル) の化学組成比と比較して、Sb は他の元素よりも溶出し易い元素であると考えられる。

上向流通水カラム試験では、通水初期のカラム排出液から土壤環境基準値 (指針値) を超える濃度の鉛およびアンチモンが検出された。しかし、通水を継続すると濃度は減少し、同時に pH はアルカリ性から中性に戻り電気伝導度も低下した。ガラス主成分のケイ素の溶出に伴って有害元素も溶出しカラム外へ排出されるが、鉛は16日以降、ケイ素が溶出しているにも関わらず検出されなくなった。ガラス組成比を考慮すると、アンチモンはカラム外へ排出しやすい元素、鉛はカラム外へ排出しにくい元素であるといえる。バッチ試験とカラム試験の結果を比較すると、ガラス単位重量あたりの各元素の溶出量は試験によって異なり、鉛についてはバッチ試験、アンチモンについてはカラム試験がそれぞれ安全側にたった評価となることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 土壤汚染、リスク評価、CRT ガラス、浸出特性

〔研究題目〕 公共用水域・地下水中窒素を低減するための畜産排水からの窒素除去技術の開発

〔研究代表者〕 竹内 美緒 (地圏資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 竹内 美緒、山岸 昂夫、和木 美代子 (畜産草地研究所)
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

畜産廃水には高濃度の窒素が含まれ、農村域の水質汚濁の主要因と考えられている。本課題では新規窒素除去反応であるアナモックス反応を畜産廃水中の窒素除去に利用する方法を提案する。技術開発に先立ち、養豚農家について汚水の水質調査を行い、対象となる汚水の特徴を把握するとともに、アナモックス処理の適用効果を試算した。その結果、すでに広く普及している活性汚泥処理の後処理技術としてアナモックス処理を導入する利点が示された。次いで畜産廃水中の極微量なアナモックス活性を正確に検出するために、安定同位体を用いたアナモックス活性測定方法を確立し、この手段を用いて養豚廃水処理施設の汚泥中の微量アナモックス活性の分布について明らかにした。この結果により養豚農家からアナモックス菌の種汚泥を採取する際の条件が示された。さらに畜産現場を想定した簡易アナモックスリアクターの運転を行い、アナモックス菌の集積に成功した。これらの成果によりアナモックス処理の畜産農家への導入可能性が示されたと言える。

〔分野名〕 環境・エネルギー、地質

〔キーワード〕 畜産排水、窒素除去、アナモックス反応

〔研究題目〕 アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究

〔研究代表者〕 村山 昌平 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 近藤 裕昭、村山 昌平、前田 高尚、谷田部 裕美、宇佐美 哲之、蒲生 稔三枝 信子 (国立環境研究所)
(常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

本研究では、これまでに各研究機関で運営されてきたタワーフラックス観測サイトを長期生態系モニタリングサイトとして整備・運営する。観測手法の標準化を図ることによって、観測サイト群総体としての効率化・合理化を図るとともに、アジア地域の多様な立地条件に適用可能な標準観測手法を構築・提示する。また、CO₂フラックスに関して、移動が容易な基準観測システムを開発して比較観測を実施し、モニタリングサイト群としての精度確保を図る。アジアの地域基幹サイトにおいて比較観測を行い、データ共有化、アジア地域からのデータ提供を促す。産総研では、これらのうち、国内山岳遠隔サイトおよび海外森林サイトの観測を継続し、長期連続観測手法の標準化およびデータの共有化を目指す。

H21年度は、岐阜県高山市の乗鞍山麓にある冷温帯落葉広葉樹林サイトにおいて、タワー観測を継続して実施し、一部を除き、年間を通してほとんど欠測がなくデータを取得することができた。前年と比較して、梅雨が長引いたため、7月は正味のCO₂吸収は低下したが、6月および8-9月は、活発な光合成活動により、前年を上回る正味のCO₂吸収が観測された。タイの熱帯林サイトにお

いては、現地研究機関と協力して、長期観測維持のために測器の整備を行って観測を継続した。データ取得率の向上のために、センサネットワーク技術標準の導入による自動化などを念頭に置いたデータ収集系のシステムの試作に着手した。また、国際セミナー等を通して、現地機関や関連研究機関と今後の情報交換、連携についての協議を行った。当研究課題の共同研究機関と協力して、フラックス観測及び関連する気象観測に関するマニュアルを作成し公開を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】炭素循環、森林生態系、フラックス観測、長期生態系モニタリング、ネットワーク

【研究題目】瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法に関する研究

【研究代表者】谷本 照己（地質情報研究部門）

【研究担当者】谷本 照己、湯浅 一郎
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

長期的に市民でも実施可能な藻場モニタリング手法について検討を行った。最も簡便で誰でもが行える陸上からの目視、写真撮影による手法が有効であると考えられた。しかしながら、陸上からの観察では深い海域に分布する藻場や水深の変化とともに変わる藻場の正確な分布をモニタリングすることはできないため、数年に一度、比較的簡便な計測装置を使用した研究者参加による計測を行って正確な藻場分布をモニタリングする必要があると考えられた。簡易型の超音波計測装置を用いた藻場モニタリング実施例として、安芸灘北部海域を対象に、広島県安浦町三津口湾の日ノ浦海域、生野島海域、竹原沖および吉名沖海域を対象に藻場モニタリングを行った。計測装置を搭載した観測船により、それぞれの海域を航行観測した。音波による藻場判定データと DGPS による位置データを1秒毎に取り込み、3次元作図ソフトにより藻場のマッピングを行った結果、藻場分布を比較的簡便に精度良くモニタリングすることができた。

瀬戸内海沿岸域において長期的に実施可能な生物モニタリング手法を確立するため、昨年までに実施した博物館、水族館、海運業者、NGO を対象としたアンケート調査の解析を行った。その結果、瀬戸内海全域の海運業者へのアンケート自体が、瀬戸内海全域におけるスナメリクジラのモニタリングになっていることが浮き彫りになった。アンケート調査を5年毎程度で実施することで、瀬戸内海全域におけるスナメリクジラの分布動向をある程度推測できると考えられた。今後も継続して実施する上で、データを集約し、それを管理、データベースとして定着させていく主体を構築することが重要である。

【分野名】地質

【キーワード】藻場分布、沿岸生態系、超長期的モニタリング、アンケート調査

・地球環境研究総合推進費

【研究題目】CO₂増加が造礁サンゴの石灰化に与える影響に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳、川幡 穂高、吉永 弓子、井上 麻夕里
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

近年、大気中の二酸化炭素分圧の急激な上昇により、海水の酸性化が進み、この100年で表層水の水素イオン濃度は約30%上昇し、今世紀末までにはさらに100-150%の上昇が見込まれている。これに伴う海水の pH 低下により、海洋生物の炭酸カルシウムの殻形成が困難になることが、翼足類を使った実験から示唆されており、海洋生物の炭酸塩生産に多大な影響を及ぼすことが懸念される。そこで、海水 pH、すなわち二酸化炭素濃度の調整機能を持つ精密 CO₂制御システムを作成し、二酸化炭素 CO₂濃度（低 pH）条件でサンゴを長期飼育する手法の開発を試みた。この精密二酸化炭素制御システムを用いて塊状群体のハマサンゴおよび枝状群体のウスエダミドリイシの幼生の定着直後のポリブおよび親群体の石灰化について影響評価実験を実施した。サンプルサイズの小ささから統計的に有意な結果を得るに至らなかったが、二酸化炭素分圧増加に伴って炭酸カルシウムの生産速度が低減する傾向がある。このまま海洋の酸性化が進行すれば、将来、サンゴ礁生物の炭酸塩生産量が大きく低下し、ひいては海洋全体の炭素循環システムが大きく変化する可能性が示唆される。

【分野名】地質

【キーワード】サンゴ、有孔虫、二酸化炭素、海洋酸性化、石灰化

【研究題目】空撮による漂着ゴミの収束域調査

【研究代表者】馬込 伸哉（地質情報研究部門）

【研究担当者】馬込 伸哉、高橋 暁
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

WEB カメラにより取得した海岸漂着ゴミ量の被覆面積を算出するプログラムを作成し、数値モデルによる漂流予報との比較検証を行った。その結果、WEB カメラによる漂着ゴミ量の時間変動は、数値モデルによる漂流予報に対し整合的な結果が得られ、WEB カメラによる漂流ゴミモニタリングを世界で初めて成功した。また、HF レーダー観測域においてセスナ機による洋上漂流ゴミの画像データから、風圧の影響を受けやすい発泡スチロールと風圧の影響を受けにくい自然系漂流ゴミの分布図を作成し、HF レーダーによる集積予報と比較検証を行った。その結果、風圧の影響を受けやすい発泡スチロールの分布は、集積予報に対して整合的な結果が得られ

なかったのに対し、風圧の影響を受けにくい自然系漂流ゴミの発見場所は、集積予報に対してよく一致した結果となった。これは、HF レーダーによる集積予報が風圧の影響を無視して表層流のみ考慮した予報結果であるためと考えられるが、風圧の影響を受けにくい自然系漂流ゴミの集積に対しては、有効であることを明らかにした。さらに、簡易な海洋ゴミ識別処理を準リアルタイムで行うことを試みた。その結果、船舶曳航型バルーンおよびセスナ機により洋上の自然系漂流物を撮影し、画像の色彩を解析、分類することにより、準リアルタイムで海洋ゴミを自動検出することに成功した。この検出方法は、2009年9月に鹿児島周辺に大量に漂流した流木の航空写真画像からの検出にも有効であることがわかった。また、空間解像度の粗い人工衛星の画像データに対しては、近赤外領域の波長帯を用いた検出が有効であることを示した。このことから、人工衛星データや近赤外カメラを用いた航空撮影等が自然系漂流ゴミのモニタリングに有効であることがわかった。

【分野名】地質

【キーワード】漂流ゴミ、洋上監視、Web カメラ、漂流ゴミ自動定量化手法

【研究題目】アジア地域における緩和技術の統一的な評価手法の開発に関する研究

【研究代表者】遠藤 栄一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】遠藤 栄一、村田 晃伸、野村 昇、時松 宏治（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

アジア地域におけるエネルギー供給技術によるクリーン開発メカニズム（CDM）の評価手法を開発し、その有効性を確認することを目標としている。

(1) 日本の CDM クレジット必要量の分析

日本 MARKAL モデルを用いた分析を実施し、日本の対策費用別のエネルギー起源 CO₂排出量を明らかにした。二酸化炭素排出削減の中期目標との差分から、森林吸収源による削減を除いたものが、共同実施、国際排出量取引を含むクレジットの必要量になる。

(2) アジアにおける地域別・技術別 CDM クレジット供給可能量の評価

アジア GOAL モデルを用いて、日本に供給可能な地域別・技術別の CDM クレジットの量を分析した。将来のベースラインがクレジットの基準になるため、特に中国については、主要6電力網の電源計画モデルを開発し、環境対策別の電源構成を明らかにして排出係数を推定した。

(3) アジアにおける環境負荷の経済価値換算のための社会調査

環境負荷の経済価値換算のために、中国及びインドにおいて健康被害回避に対する支払い意思額の社会調査を実施した。支払い意思額と所得との関係や、影響を与え

ている要因について分析した。

(4) LIME（日本版被害算定型ライフサイクル影響評価手法）の拡張と費用便益分析

便益移転(所得等による経済換算係数の補正手法)の考え方を採用して、現在の日本に基づく LIME を将来のアジアに適用できるようにした。中国・上海の先進的火力発電による CDM に対して、追加的費用、CO₂排出削減の便益、SO_x、NO_x 排出削減のコベネフィットを求め、費用対便益を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】クリーン開発メカニズム、アジア、エネルギー供給技術、エネルギーシステム分析、ライフサイクルアセスメント

【研究題目】日常生活における満足度向上とCO₂削減を両立可能な消費者行動に関する研究

【研究代表者】工藤 祐揮（安全科学研究部門）

【研究担当者】工藤 祐揮、本田 智則、井原 智彦、本下 晶晴、本瀬 良子、岡戸 聡、堂脇 清志（東京理科大学）
（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

本研究課題では、生活形態によって異なる生活のニーズに応じた行動による CO₂排出量削減の可能性を検討し、日常生活の中で自発的に実践可能で、かつ温室効果ガス削減につながる可能性のある行動を抽出し明確にすることを目的とする。消費者の生活行動を規定する金銭支出や時間消費に着目し、居住地や年齢、性別等により異なる様々なライフスタイルの中で、現状の生活行動に対する環境配慮型生活行動による直接的な変化だけでなく、金銭支出・時間消費の変化によって生じる波及的な行動（リバウンド効果）も含めた CO₂排出量を算出する。また、環境配慮型生活行動に対する消費者の嗜好性を分析することにより、消費者の環境配慮型生活行動に対するニーズと CO₂削減効果の阻害要因を把握し、これを解消するための情報提供のあり方について検討を行う。

平成21年度は、家計に関する統計データから世帯属性別に家計項目ごとの CO₂排出量の平均値と標準偏差を算出し、CO₂削減ポテンシャルが高い生活行動を明らかにするとともに、環境配慮型行動の実践に伴って生じる金銭余剰や時間余剰による CO₂排出量のリバウンド効果の大きさを明らかにした。また消費者への情報提供による環境配慮型行動実践の阻害要因の低減可能性を、購買行動を対象として分析し、消費者に提供する補助情報の種類によって消費者の反応性が異なることを明らかにした。さらに、消費者ニーズを分析する方法として、従来から用いられてきたアンケート調査に代わり、インターネットブログのテキスト情報からテキストマイニング手法を用いて、消費者の潜在的ニーズを抽出する方法を開

発した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ライフスタイル、生活行動、リバウンド

〔研究題目〕 都市活動に伴う物質・エネルギーの地域の分布型環境フラックス解析システムの構築に関する研究

〔研究代表者〕 玄地 裕 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕 玄地 裕、布施 正暁、李 一石
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、持続可能な都市・地域システムの設計を支援するため、川崎市とその周辺一都三県を対象として、廃棄物リサイクルに関わる産業、行政、家計の間のモノのやり取り（マテリアルフロー）とその際に生じるCO₂といった環境負荷量を予測するマテリアルフロー・環境影響解析モデルを構築した。

モデル開発では、都道府県単位の各自治体が公開する産業連関モデルの拡張を行った。産業、行政、家計の間のマネーフローの評価に優れた産業連関モデルはマテリアルフローの評価に限界がある。そこで、環境省の廃棄物関係データに加えて鉄鋼業、建設業といった関連業界の複数の統計または調査値を有効利用することで、網羅性および信頼性の高い廃棄物の地域別マテリアルフローデータを推計した。同データを活用することで、川崎市とその周辺一都三県を対象としたマネーフローおよびマテリアルフローを同時に取り扱うことの出来るハイブリット型産業連関モデルの作成に成功した。

開発したモデルを用いることで、川崎市で発生した廃棄物を地域内でリサイクルするケース（地域内リサイクル）と、川崎市を含めた一都三県において各地域が協力してリサイクルを推進するケース（広域リサイクル）の対象地域全体のリサイクル量とCO₂排出量に与える影響を評価した。地域内リサイクルより広域リサイクルの方が各地域の持つリサイクル施設を無駄なく利用することができるため、リサイクル量を増やし、同時にCO₂排出量を減らす、より環境に優しいリサイクルシステムであることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 廃棄物リサイクル、マテリアルフロー、環境影響、産業連関モデル

〔研究題目〕 再生可能エネルギー供給量の変動予測に関する研究

〔研究代表者〕 高島 工 (太陽光発電研究センター)

〔研究担当者〕 高島 工、大谷 謙仁、
Joao Gari da Silva FONSECA Jr.
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

1. 発電量予測技術

本研究は、家庭、業務などの民生部門におけるエネルギーサービス水準を維持・向上しつつ再生可能エネルギーの大規模導入を実現する自律協調エネルギーマネジメントシステムの構築を目的とする。提案システムにおいては、気象予測に基づき広域の平滑化効果（ならし効果）を考慮して予測される再生可能エネルギーの供給量と、空間の質の維持向上に必要なエネルギーサービス量を境界条件として、需要側の建物の分散エネルギーマネジメントシステムが自律・協調的に運用される。本研究は、エネルギーマネジメント等に必要の再生可能エネルギー供給量の変動予測に関する研究として、広域における変動のならし効果を考慮した太陽光発電（以下、PV）の発電量予測技術開発を目的とする。

2. 日射量予測単地点モデルの予測誤差および各手法との比較

予測モデルの検討にあたり、実際の天気予報データの不確かさについて基礎的な確認を行った。時系列予報のデータから、時系列予報の3時間ごとの的中率は、約70～50%程度であることが分かった。また、晴天から雨天や雨天から晴天といった極端なはずれの確率が低いことも分かった。他のパラメータとして、湿度に関してはバイアス誤差を有する傾向にあり、バイアス誤差補正後は、誤差標準偏差は約12%程度であった。また、気温の予報精度については、誤差標準偏差は約2℃と他のパラメータと比較して良好であることが分かった。

基本モデルとして、前述の天気・湿度・気温を3説明変数の単純多重回帰により晴天指数を求めるモデルの検討を行い、有効パラメータの決定にステップワイズ手法を利用した（変数増減条件：P値：0.250）。結果から予測に有効な変数が天気および湿度であることを示し、これを基本モデルとした。単一パラメータを利用した場合と比較して、ほぼ同一のはずれ率条件で比較すると、約2～3%程度の差があることが分かる。また、実績天気と天気予報相当を利用した場合では、後者は実績天気の予測誤差の約1.4倍程度の誤差になることを示した。

基本モデルの誤差低減の検討結果、前後天気利用は、ほとんど効果がないことが分かった。一方、周辺天気利用では、日量誤差標準偏差を約1%程度低減できる可能性を示した。しかしながら、周囲利用についてステップワイズ手法によりサイトの選択を月ごとに実施したが、統一性が見られないことから、明確な物理的関係は示せなかった。

3. 広域エリア想定による予測誤差低減効果の可能性検討

前述の基本モデルをベースに広域エリア、地点数増加による予測誤差低減の可能性について検討を行った。広域エリアにおける2地点間の予測誤差が無

相関であれば、平均の誤差はランダムアンサンブル平均として表すことが可能と考えられる。そこで、2地点間の距離と日量予測誤差との関係について検討した。2地点間の距離が延びるほど相関係数が低下することが確認でき、エリアを拡大するほど、無相関性が高まることが予想される。ただし、無相関性の考え方については今後更なる解析をおこない整理が必要と考える。

各地点がすべて無相関であれば、単地点の標準偏差の $1/\sqrt{N}$ （地点数： N ）となることが予想される。しかしながら、結果は $1/\sqrt{N}$ より先に飽和特性が表れた。これは、個別誤差が等分散性を有していない可能性があること（O'Brienの検定等）や距離との関係が分離できていないこと等によるものと考えられる。この点については、今後継続して検討を行うこととする。距離との指数関係による近似結果より仮の飽和値が推測される。日量の予測誤差において、広域エリアを想定することで単地点の約5〜4割程度の低減ができる可能性を示した。

4. まとめ・結論

天気予報を利用するモデルにおいては、天気と湿度を用いた単純多重回帰モデルが有効であることを示し、これを日射量予測の基本モデルとした。また、周囲の天気予報を入力に追加する方法が、基本モデルの精度を向上させる可能性を示した（標準偏差で1%程度改善）。さらに、地域や広域エリアの合計予測を想定して、複数個所の平均値での予測誤差の評価を行った。その結果、地点数増加に伴い予測誤差が低減できることを確認し、日量にて単地点の約4割程度誤差を低減できる可能性を示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽光発電、発電量予測、日射量予測、出力変動、エネルギーマネジメント

【研究題目】電動車両用充電設備の設置における問題とその解決策に関する研究

【研究代表者】工藤 祐揮（安全科学研究部門）

【研究担当者】工藤 祐揮、本瀬 良子、伊藤 匡亮、堂脇 清志（東京理科大学）
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

低炭素社会づくりに向けて、交通部門では電動車両の大幅普及への期待が高まっているが、電動車両への転換は電池性能とコストの面で容易ではないと考えられる。電動車両の広範な普及実現には、郊外型大型商業施設や時間貸駐車場への充電設備設置だけでなく、家庭等での充電設備設置可能性に関して具体的な検討が必要である。本研究では電動車両の普及にあたって必要となる充電設備に着目し、電動車両の導入と普及に向けた充電インフラ側での問題点の抽出とその解決策の検討を行う。その

ため、家庭の居住形態ごとに駐車場と電源電圧・契約電流の状況を調査し、電動車両の導入を想定する地域での自動車利用の実態を踏まえ、充電設備設置の可能性を明らかにする。また、電動車両普及時に想定される充電インフラ側からの技術的、制度的、社会的問題とその解決策の抽出と整理を行うとともに、電力系統への影響を含めた社会システム全体でのCO₂排出量削減可能性を推計する。

平成21年度は、現状における各地域における家庭での電力機器の使用実態を調査し、電動車両の家庭充電可能性について検討するとともに、交通データの解析から、現在の自動車の使用実態を踏まえた実用的な電動車両の電池走行可能距離の目標値を算出した。またコンジョイント分析を用いて乗用車の環境性能と利便性に対する重要度と支払意志額を算出し、「エコカー補助金」「エコカー減税」の実施や相次ぐ電動車両の市販化による消費者の電動車両に対する選好の変化を分析した。さらに、電池の性能向上・価格低下と消費者の選好を踏まえた、2020年における軽乗用車代替電気自動車の普及可能性分析を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】CO₂排出量、電動車両、充電設備、受容性、普及可能性

・環境技術開発等推進事業

【研究題目】外場援用システム触媒による持続発展可能なVOC排出抑制技術に関する研究

【研究代表者】尾形 敦（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】尾形 敦、小菅 勝典、菅澤 正己、金 賢夏、和泉 博、高岡 光枝
（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

VOCの排出抑制対策技術として、脱レアメタルかつ環境に負荷が少ない材料を用いた新規触媒、並びに触媒機能を補強・増幅させる外場援用システムを用いて、従来型触媒と同等あるいはそれ以上の性能を持つ次世代型触媒の開発を行う。具体的には、シリカナノリアクターの探索・創製、活性酸素種の供給手段としてのプラズマ（含オゾン）の利用、吸着機能を利用した酸素プラズマサイクルシステムの開発と最適な利用法の確立について検討を行う。最終的には開発された触媒、外場援用システムを精査すると同時に、既存技術も含めて評価を行い、多様な排出形態の中小発生源に対し、個別にふさわしい技術の組み合わせ方法を示す。平成21年度は以下の成果を得た。

シリカナノリアクターについては、シリカ純成分のロッド状シリカ多孔体の長さを制御し、立方体からプレート状の多様な粒子の大きさを有する単分散性の高いシリカナノリアクターの合成条件を明らかにした。

プラズマ触媒の複合系については、オゾン分解用触

媒の高度化を目指し、Fe、Ni、Ag、Co、Mn/ZSM-5を用いて有効活性金属種の検討を行った。その結果、Ag/ZSM-5が、Mn 触媒よりもトルエン転化率は低いものの、蟻酸の生成を抑制し、高い CO₂ 選択率を示すことから、Mn 系触媒だけでなく Ag 系触媒もオゾン分解触媒として有望であることを見いだした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】触媒、VOC、シリカナノリアクター、プラズマ、オゾン、吸着、分解

【研究題目】第二種特定有害物質汚染土壌の迅速で低コストな分析法の開発

【研究代表者】丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美、金井 豊
（常勤職員2名、他6名）

【研究内容】

蛍光 X 線透視分析装置の X 線 CCD カメラを用いて土壌粒子を観察した場合、粒子の比重が大きいと X 線透過率が低くなり、X 線透視像の色濃度が低く（暗く）なるため、X 線透視像の色濃度を用いてケイ酸塩鉱物と、砒素や鉛などを主成分とする硫化物粒子の識別が可能である。また、波長の短い硬 X 線の X 線透過率は波長の長い軟 X 線の X 線透過率よりも大きいため、X 線管球の電圧を上げて X 線の波長を短くして X 線透過率を上げる（色濃度が高くて明るく）ことができるが、この色濃度変化の X 線管球電圧依存性は比重の小さい石英などの粒子の方が、比重の大きい硫化鉛（方鉛鉱）粒子や硫化水銀（辰砂）粒子より大きいため、X 線管球電圧依存性から土壌粒子の比重を決定できる。さらに、コリメータを用いて土壌粒子の微小域蛍光 X 線分析を行い、土壌粒子の化学組成を決定できるため、蛍光 X 線透視分析装置を用いて比重と化学組成を決定し、土壌粒子を同定することが可能である。

蛍光 X 線透視分析装置によって、北海道南白老鉱山跡地の土壌には水銀が辰砂として含まれることが判明したが、辰砂は風化しにくい水銀が溶出しにくいことが溶出試験で確認された。広島県の産業廃棄物処分場予定地の土壌には自然起源の砒素が硫化物（砒鉄鉱）として含まれることが蛍光 X 線透視分析装置によって判明したが、硫化物は風化していないため砒素の溶出は限定的である。従って、北海道南白老鉱山跡地の自然起源の汚染土壌の水銀溶出量や、広島県の産業廃棄物処分場予定地の自然起源の汚染土壌の砒素溶出量は、蛍光 X 線透視分析装置によって予測される結果と調和する。

汚染土壌分析の基盤整備のための標準試料作製作業として東京都内の水銀汚染土壌と鉛汚染土壌を調整した。蛍光 X 線透視分析装置を用いて水銀汚染土壌を撮影した結果、これらは2mm 以下の土壌粒子から構成されており、辰砂（水銀硫化物）の存在を示唆する X 線透過率の小さな粒子は確認できず、水銀は粘土鉱物の表面に

均一に吸着されている可能性がある。こうした結果は土壌中の水銀が1M 塩酸で溶出し易い形態（水銀含有量）で存在している事実と整合する。X 線透視分析装置を用いて鉛汚染土壌標準試料を調べた結果、X 線透過率の小さな2mm 大の鉛粒子が確認できる。鉛粒子が2mm 大に大きい場合、鉛粒子が多く含まれるか、少なく含まれるかによって土壌中の鉛量は変化するため、均一な標準試料を作成することは難しい。

【分野名】地質

【キーワード】第二種特定有害物質、土壌汚染、蛍光 X 線分析、X 線透過像、溶出量試験

④【その他省庁】

【研究題目】超高速ネットワークに対応した悪意ある通信の遮断技術の研究開発

【研究代表者】戸田 賢二（情報技術研究部門）

【研究担当者】戸田 賢二、関山 守、坂根 広史、片下 敏宏、岩田 昌也、高橋 栄一
（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

我々の生活に欠かせないものとなったインターネットは、今後ますます重要になると考えられる。一方で、DoS 攻撃によるサービスの停止、不正侵入による情報漏洩・Web サイトの改ざん・システムの乗っ取り、なりすましによって口座情報などを詐取するフィッシング、コンピュータウイルスへの感染被害などが発生し社会問題となっている。本研究ではこの対策の一環として、ネットワークにおける侵入や攻撃、有害情報の伝搬などの悪意のある通信を検知し遮断する技術の開発を行う。特に、近年の情報量の増大とネットワークの高速化を踏まえ、数十 Gbps の超高速ネットワークを対象に漏れのない検知・遮断を行うことのできる小型かつ省電力なシステムの開発を行うことを目標とする。

最終年度となる平成21年度は、数十 Gbps～数 Tbps の超高速ネットワークに対応し、リアルタイムに悪意のある通信を遮断するネットワーク接続型セキュリティ装置の開発に成功した。本装置は、専用に開発した高通信帯域の FPGA ボードをベースとしており、フィッシングサイトや有害情報サイトなどの URL フィルタリング、サイバー攻撃、ウイルスなどの遮断機能に加えて通信レコーダ機能を搭載可能であり、ボードを複数枚組み合わせることで、必要な機能及び性能を得ることが出来る。フィッシングなど有害 Web サイトのリスト構築については、プロジェクトメンバーの KDDI 研究所が主体となり、キャプチャしたトラフィックと外部の信頼情報を組み合わせて、候補となる URL を自動的に生成・配信する方式を開発した。従来技術では15%台であったフィッシングサイトの検出率を70%台に高めることに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] サイバー攻撃、コンピュータウイルス、URL フィルタリング、ネットワークセキュリティ、論理プログラマブルデバイス (FPGA)

[研究 題目] Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトリック結晶微小光源の集積

[研究代表者] 岡野 誠 (光技術研究部門)

[研究担当者] 岡野 誠

(常勤職員1名、他1名)

[研究 内容]

本研究は、次世代ネットワークにおける本格的な量子暗号通信システム構築へ向けた量子光源導入方法を明らかにすることを課題とする。本研究では、この課題を解決する手段として、「Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトリック結晶微小光源の集積」を提案し、研究開発を実施している。

Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトリック結晶量子光源 (単一光子源、量子もつれ光子源) の集積化が達成されれば、超小型、高性能な量子暗号通信用光・電子集積回路の実現が可能となる。

平成21年度は、従来の空気クラッド型ではなく、実用化に適した低屈折率材料クラッド型2次元フォトリック結晶光共振器に関する理論解析を行った。その結果、低屈折率材料クラッド型であっても、 Q 値10万以上の実現が可能であることを明らかとした。

さらに、量子光源の実用化には、高い光取り出し効率の実現が必須となる。特に、微小光源からの光取り出し方法は、一般に、難しいことが知られている。本研究では、アモルファスシリコン細線導波路を用いた独自の光取り出し方法を提案し、その動作特性に関する理論解析を行った。その結果、2次元フォトリック結晶光共振器・アモルファスシリコン細線導波路積層構造を用いることで、50%以上の高い光取り出し効率が得られることを明らかとした。

これらの研究成果は、長年、量子ドット・フォトリック結晶量子光源が抱えていた、空気クラッドに関する問題、光取り出し効率に関する問題の解決策を示すものであり、非常に重要な成果と言える。

[分 野 名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] フォトリック結晶、微小光共振器、単一光子源、量子ドット

[研究 題目] 高品質量子ドットを用いた低消費電力面発光レーザの研究開発

[研究代表者] 天野 建 (光技術研究部門)

[研究担当者] 天野 建、モハメド アハメド

(常勤職員1名、他1名)

[研究 内容]

本提案は真に省電力駆動が可能な通信用光源の実現

を目的とする。そのために本研究では活性材料からデバイス構造、必要なレーザ機能に関して検討する。具体的な課題としては高密度量子ドットの高均一化作製、高速動作可能な低消費電力面発光レーザの実現、温度無依存化機能の付加が挙げられる。

・本年度目標を以下のように設定した。

1. 高密度 $1.3\mu\text{m}$ 帯量子ドットの高均一化手法の確立 (作製)

本研究で実現している高密度 $1.3\mu\text{m}$ 帯量子ドットの高均一化手法の確立を行い、量子ドット密度 $5\times 10^{10}\text{cm}^{-2}$ の高密度時において、発光半値幅 30meV 以下の世界最高均一特性を実現する。また、デバイス応用に向けて高均一化を維持したままで10層以上の多層化を実現する。

2. 高速動作可能な低消費電力面発光レーザの設計 (理論)

高密度量子ドットを高均一化した時のレーザ特性変化を評価するために、初年度は高性能なストライプ構造型量子ドットレーザを製作し、高性能特性を実証する。具体的には 10mA 以下の低しきい値電流動作を実現する。また、これらの結果から、高速動作時に低消費電力駆動になるよう面発光レーザ構造の最適化を行う。

・本年度成果は以下の通りである。

- $6\times 10^{10}\text{cm}^{-2}$ の高い面密度と発光半値幅 28meV の高均一を同時に実現する $1.3\mu\text{m}$ 帯量子ドット作製法を確立した。
- ストライプレーザ構造にて、 7mA 以下の低しきい値電流動作を実現した。
- 高速動作可能な低消費電力面発光レーザの設計し、実際に半導体多層膜上に高密度量子ドットを作製した。

[分 野 名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 半導体レーザ、量子エレクトロニクス、量子ドット

[研究 題目] 次世代大規模分散・並列環境における高度メタデータ管理・解析システム技術の研究開発

[研究代表者] 谷村 勇輔 (情報技術研究部門)

[研究担当者] 谷村 勇輔、的野 晃整、

Steven Lynden (常勤職員2名、他1名)

[研究 内容]

本研究では、近年爆発的に増加しつつある RDF (Resource Descripton Framework) を用いた膨大なメタデータの分散管理と大規模解析の実現を目標として、以下の要素技術と、それらを連携させる技術を研究開発する。

A) RDF の特徴を利用して高速アクセスを行うための、分散ストレージ内でのデータ格納方式と、そのストレージ

ジ上での RDF および RDF の指すコンテンツの解析環境の実現方式

B) 分散した RDF データの検索に対して、動的に最適な問合せ・解析処理計画を生成する手法

C) RDF 文書の意味のある纏まりに着目した効率的な中間結果の構築手法

2年計画の1年目である本年度は、上記 A~C) に対する各要素技術の開発を進めた。A) については Hadoop と Pig と呼ばれる次世代の分散処理ソフトウェアに基づき、データの分割配置手法を改良することで高速化を実現した。これは、Predicate と呼ばれる RDF 固有の単位毎に RDF データを格納する点に特徴がある。さらに、これを用いて RDF の処理で重要な Transitive Closure 処理の高速化を実現した。B) については、複数の分散した RDF のデータベースに対して、実行時の状況に応じて動的に実行手順を決定・変更する問い合わせ処理手法を考案し、ソフトウェアを開発、公開した。C) については、RDF の問い合わせ処理で頻出して性能のボトルネックとされる、URI 集合間での結合演算を効率化すべく、従来の索引技法である B 木を拡張した索引手法を提案した。これを用いた結合演算処理を評価して有効性を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】メタデータ、セマンティック Web、ユビキタスコンピューティング、並列・分散データベース、問合せ処理、ファイル編成、ストレージ技術

【研究題目】超低消費電力光ノード実現に向けた超小型高速相変化光スイッチの研究開発

【研究代表者】河島 整（ネットワークフォトリクス研究センター）

【研究担当者】金高 健二（常勤職員1名）

【研究内容】

相変化光スイッチ作製プロセスの基軸は、Si 細線光導波路パターンに対して、相変化材料を位置選択的に成膜することにある。このために、1回目の描画パターンの中に、位置合わせ用の目印（アラインメントマーク）となる造形を加えておき、EB 描画装置にアラインメントマークを検出させ、そこを基準点として、2回目の描画を実行した。2回描画の位置ずれの程度を評価するため、相変化材料の代わりに、Pt/Ti の金属薄膜を蒸着成膜している。評価マークから、位置ずれの大きさは、横方向38.5nm、縦方向23.5nm と評価され、目標値とした40nm 以下であることが分かった。GST 等相変化材料の成膜装置は、光記録材料の光ディスクへの成膜に利用されている標準的なマグネトロンスパッタであるが、光ディスク応用の場合、膜厚は通常数10nm を超えることはなく、膜厚が増えた条件下での装置パフォーマンスに関して情報や知見が乏しく、膜厚不均一の原因調査を

行った。スパッタされて飛来する GST 粒子束が、試料基板に対して斜め入射していたことが不均一の原因であったが、光ディスク応用で用いられることのない、深い狭隘部にスパッタ成膜を行う場合の傾向と対策を明らかにした。また、上部クラッド層 SiO₂の成膜温度が GST225のアモルファス層から結晶層への転移温度を超えているため、GST225成膜を SiO₂成膜後に行う工程を開発した。更に、通電加熱型スイッチへの準備として、狭ギャップの電極構造を試作し、相変化材料への通電に必要な狭ギャップ155nm を得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光スイッチ、シリコンフォトニクス、光導波路、光相変化材料

【研究題目】輸出農産物・食品中残留農薬検査の分析精度確保のための認証標準物質開発

【研究代表者】鎗田 孝（計測標準研究部門）

【研究担当者】鎗田 孝、大竹 貴光、伊藤 信靖、沼田 雅彦、石川 啓一郎、青柳 嘉枝（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

農産物・食品検査の分析法バリデーションや内部精度管理を国際基準に適合し且つ比較的容易に実施するためには、認証標準物質の使用が有用である。しかし、残留農薬分析用の認証標準物質は世界的に皆無であった。そこで、本研究では、残留農薬濃度を認証したキャベツ、ネギ、大豆、及びリンゴの認証標準物質を開発し、輸出農産物・食品検査の分析精度確保に貢献することを目的とした。

事業の初年度に当たる本年度は、農薬が残留したキャベツ、ネギ、大豆及びリンゴを委託栽培し、得られた試料中の残留濃度を確認した。さらに、そのうちのキャベツとネギを原料に用い、乾燥、粉碎、混合、瓶詰め及び滅菌の各処理を行うことにより、標準物質（候補品）を作成した。次いで、標準物質の均質性を評価するための分析方法を確立し、適用することにより、作成した標準物質が十分な均質性を持つことを確認した。一方、国際単位系に計量学的にトレーサブルな農薬濃度の認証値を付与するために、同位体希釈質量分析法を利用した値付け分析法1法を開発し、その妥当性も検証した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】標準物質、食品検査、残留農薬分析

【研究題目】針尾島(20)保管庫移設解析業務

【研究代表者】飯田 光明（安全科学研究部門）

【研究担当者】飯田 光明、中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、緒方 雄二、久保田士郎、佐分利 禎（常勤職員7名、他10名）

【研究内容】

地上覆土式およびトンネル式火薬庫（保管庫）の設置に際して、火薬類取締法施行規則に基づく特則承認を得るに当たり、当該保管庫の安全性に関して、委員会による検討、および実験等による基礎的なデータの収集・解析を行った。概要を以下に示す。

1) 委員会による検討

21年度は、3回の親委員会と3回の小委員会を開催した。審議事項は、室内実験計画、中規模室外実験計画、数値解析手法の検討及び得られた結果の確認（承認）である。また、22年度に実施予定の大規模室外実験計画の一次案が検討され、承認された。加えて、中規模室外実験の視察を1回、当該火薬庫の設置が計画されている地域の視察を1回、実施した。

2) 実験等による基礎的なデータの収集・解析

21年度は、室内実験及び幾つかの中規模室外実験と数値解析手法の検討を実施した。具体的には、地上覆土式火薬庫の扉飛散実験（室内・中規模）、トンネル式火薬庫の庫外爆風圧実験（室内・中規模）、同地盤振動計測実験（室内）、同岩石ギャップ試験（室内・中規模）、同庫間殉爆構造物実験（室内）、同爆発飛散物計測実験（室内）、地形数値モデルの作成、高速演算装置の調達準備作業等である。

加えて、22年度に実施予定の大規模室外実験計画の一次案を策定した。

【分野名】 環境・エネルギー

【研究題目】 障害者が自立して住みやすい住環境モデルの構築

【研究代表者】 谷川 民生（知能システム研究部門）

【研究担当者】 谷川 民生、神徳 徹雄、角 保志、金 奉根（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

住環境内の家電に限らず様々な設備機器がネットワークを介して連携動作するような仕組みを作ることで、環境への物理的、情動的アクセスが制限される障害者に対して、自身の身体的な障害を補って、障害者に適したヒューマンインタフェースにより、住環境の様々な設備機器を制御することが可能な住環境モデルを構築した。

実証試験を行ったシステムでは、ロボットモジュール用共通ネットワークプラットフォーム技術 RT (Robot Technology) ミドルウェアを用いて、さまざまな制御方法が混在する入出力機器がネットワーク化されている。これにより、容易にネットワーク上に機器を追加・削除でき、機器間の連携動作が可能となるため、利用者の要求に応じて装置を適宜組み合わせることができる。今回のシステムには、機器操作用高機能インタフェースとして、個々の障害者の運動機能に応じてカスタマイズできるような高速応答性能をもつステレオビジョン技術によるジェスチャーインタフェース、生活環境で発生する雑音に強く、不明瞭な発話も認識可能な音声認識インタフ

ェース、物理的支援を行うため、住宅設備を手軽に動かすことができるアクティブキャスター、生活作業（調理訓練作業）を支援するためのプロセス提示ツール、その動作が遂行されているか見守る人感センサといった各種見守りセンサが開発された。これらの技術を利用した統合システムが、さまざまな障害者に対応できることを示すために、以下の3つの住環境モデルを構築した。

- ① 歩行困難な肢体不自由者を支援する住環境モデル（住宅設備操作支援システム）。
- ② 脳卒中後遺症による脳機能障害者の調理訓練を支援する住環境モデル（調理支援システム）。
- ③ 視覚障害者を支援する住環境モデル（住環境変化を検知する環境管理システム）

上記モデルについて、国立障害者リハビリテーションセンターの協力の下、実際の障害者にシステム構築段階からニーズ調査ならびに意見を伺いシステムの構築を進めた。また、ミサワホーム総合研究所の協力の下、擬似的な住環境モデルを構築し、その住環境モデルに開発された機器を RT ミドルウェアを介して統合し、実証試験を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 障害者、ヒューマンインタフェース、RT ミドルウェア、ネットワーク、住宅

【研究題目】 安全に配慮された電動車いす

【研究代表者】 佐藤 雄隆（情報技術研究部門）、松本 治（知能システム研究部門）

【研究担当者】 松本 治、本間 敬子、竹園 年延、鈴木 雄介、加茂 光広（アイシン精機）、佐々木 優（アイシン精機）（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

本研究は、社会的な問題となっている電動車いすの安全をテーマとし、技術開発の立場から解決策を提案しようとするものである。電動車いすは、障害者の自立移動を促進する有効な福祉機器であると同時に、事故などによる危険を伴う機器でもある。本研究では、操作者に起因する危険性を軽減する技術や機械側が安全性の多くを担うことで自立移動の可能性を拡げる技術を確認することを目指して、以下の研究開発を遂行した。

- ①障害物・段差等危険回避技術：開発した車いすフレームにミラー付きレーザレンジセンサを取り付け、このセンサにより前方下り段差の存在およびその高さや距離、更に段差への進入角度・段差までの到達時間を検知し、段差を回避可能な場合は転落回避のための旋回制御を施し、回避不可能な場合は停止するアルゴリズムを実装した。産総研敷地内における歩道走行実験において、20cm の下り段差を130cm 手前で検知し、安全に回避できることを確認した。
- ②段差踏破技術：開発した車いすフレームにパッシブに

可動する電磁ブレーキ付き後方転倒防止バーを取り付け、段差踏破時に適切に電磁ブレーキをかけ、過度の後傾を防止する方法を開発し実装した。4.5cm の段差上り実験を行った所、電磁ブレーキをフリーにした場合は、後傾角度 θ が機械的なりミットである24deg まで達したが、開発したアルゴリズムを搭載した場合、16deg で電磁ブレーキがかかり、過度な後傾が防止できていることが分かった。このとき、前輪キャスター車輪が段差上るために最低限必要な後傾は14deg であり、過度な後傾を2deg に抑えることができた。

③直進走行技術：ジョイスティックで入力された目標角速度と実際の車いすの角速度の差が0になるように目標角速度を補正する手法を開発し、実装した。時速約2km で8度の斜面横断走行において、上記制御手法を搭載しない通常のジョイスティック走行では、4m 走行後に進行方向に対して最大63deg まで旋回し斜面下方へ片流れした。対して、上記制御手法を実装した走行では、10deg 以内に片流れが抑制されることが分かった。また、人間の操作による走行実験において、ジョイスティックの操作による補正量が約1/9まで改善され、提案した片流れ防止制御が有効であることが検証できた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】電動車いす、危険回避、自立支援

2) 国以外からの外部資金

一独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構一

【研究題目】水素貯蔵材料先端基盤研究事業／金属系水素貯蔵材料の基礎研究

【研究代表者】秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】秋葉 悦男、中村 優美子、林 繁信、榎 浩司、浅野 耕太、松田 潤子、松本 愛子、榎 浩利、中村 仁、山崎 幸春、鈴木 陽（常勤職員8名、他3名）

【研究内容】

目標：

高性能な水素貯蔵材料開発のため、水素貯蔵に関する基本原理を解明し、開発指針を産業界へ提供することを目的として、先端的測定手法を活用した金属系水素貯蔵材料の構造解析技術を確立する。また、構造解析の結果に基づき、水素吸蔵・放出反応特性の理解をすすめて、反応機構の解明への道筋を見出す。

研究計画：

X線回折法、中性子回折・散乱法、陽電子消滅法、固体 NMR、透過型電子顕微鏡などを用いた金属系水素貯蔵材料の構造解析手法の開発・高度化を行う。各手法を用いた構造解析を進め、構造と水素吸蔵・放出反応特性との相関を調べる。

年度進捗状況：

水素吸蔵状態を制御しながら測定する「その場観察」

X線回折法を用いて、C15b 構造をもつ MgRENi_4 (RE：希土類元素) ラーベス合金の水素放出過程の結晶構造変化を詳細に調べた。希土類元素が Pr, Nd, La の場合、 MgRENi_4 は P-C 曲線において2段のプラトーを示し、低圧側では斜方晶構造、高圧側では合金相と同じ C15b 構造をとることがわかった。また、米国ロスアラモス国立研究所との共同研究のもと、中性子全散乱と放射光 X線データから導いた二体分布関数 (PDF) を用いて、 $\text{Mg}_{50}\text{Co}_{50}$ 合金とその水素化物の局所構造の解析をすすめた。Mg および Co の原子レベルでの配列を解析した結果、異なる局所構造をもつ2つのドメインからなることがわかった。固体 NMR を用いた水素の存在状態の解析においては、V 基1水素化物中の水素の NMR スペクトルおよびスピナー格子緩和時間 T_1 を測定し、Mo を10原子%添加すると金属中の水素の占有位置が変化することを見出した。透過型電子顕微鏡を用いて、Ti-V-Mn 合金および水素化物中に導入される欠陥・ひずみおよび組成分布の解析を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵材料、結晶構造、局所構造、格子欠陥

【研究題目】水素貯蔵材料先端基盤研究事業／金属系水素貯蔵材料の基礎研究

【研究代表者】林 繁信（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】林 繁信、鈴木 陽（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

固体 NMR は、固体試料中の水素および重水素を非破壊で、かつ、選択的に観測することができる。さらに、ある種の金属核についても測定が可能である。本研究では、固体 NMR の技術を用いて、水素貯蔵材料中における、水素および重水素のサイトや運動、さらには相構造に関する情報を得ることを目的としている。平成21年度は、バナジウム核 (^{51}V) NMR スペクトルから、バナジウム重水素化物における相構造に関する定量的な情報を得た。バナジウム重水素化物の ^{51}V NMR スペクトルはシフト基準物質 (VOCl_3) よりはるかに高周波数側に観測され、シグナルの現れる領域も7000~5000ppm の広範囲にわたっている。このため、通常的一次元スペクトル測定ではシグナルの線形を精度良く再現することができない。それで、比較的強度の弱いパルスを使って狭い周波数領域のシグナル強度を核四極エコー法によって測定し、パルスの周波数を変化させて数十枚のスペクトルを取得した。それらのスペクトルを重ね合わせ、包絡線をとることにより、歪みの少ないシグナル線形が得られた。5300ppm 付近に α 相、6300~6500ppm に β 相、6700 ppm に α' 相に帰属されるシグナルが観測された。NMR シグナルの強度は原理的に定量性があるので、各シグナルの面積強度はバナジウム原子数に比例している。

スペクトルの波形分離解析を行い、各相の存在比を決定することができた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 固体 NMR、水素、水素貯蔵、金属水素化物、局所構造、ダイナミクス

〔研究題目〕 水素貯蔵材料先端基盤研究事業／計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究

〔研究代表者〕 小川 浩（計算科学研究部門）

〔研究担当者〕 小川 浩、手塚 明則、池庄司 民夫、王 昊、金子 智明、栢沼 愛（常勤職員3名、他3名）

〔研究内容〕

計算科学的手法を用いた水素貯蔵材料の特性向上のための解析を行った。金属系材料では、前年度に引き続き NaAlH_4 、 LaNi_5 、b.c.c.金属等を対象に、第一原理計算および古典分子動力学法による解析を行った。 NaAlH_4 ではTiやScの添加によって吸放出速度が増加することが報告されており、Alの一部をTiやScで置換した系での水素空孔形成と水素拡散によるエネルギー変化を第一原理計算により解析し、実験系での水素放出との対応について議論した。 LaNi_5 については、吸蔵サイトと拡散経路におけるエネルギー変化、および八面体吸蔵サイト中での水素原子の量子論的分布について第一原理計算に基づき、実験値との対応について議論した。また古典分子動力学法を用いて、b.c.c.、f.c.c.、h.c.p.金属を対象に、水素化に伴う結晶構造変化や拡散経路、水素化ナノ粒子中の構造変化について解析した。

一方、本年度からの新規テーマとして、東北大多元研で開発されたゼオライト鑄型カーボン（ZTC）の水素貯蔵特性の解析を行った。ZTC は近年注目を集めているグラフェン（1層分のカーボンシート）を断片化、変形させたポーラスカーボン類似の構造を持ち、水素貯蔵への応用が期待されている。いくつかある ZTC の構造的特徴の中から、今年度は曲率と元素置換の効果について、分子軌道法を用いた解析を行った。曲率に関する解析では、グラフェン断片中での水素吸着エネルギーの安定吸蔵位置と曲率との関係を明らかにした。また元素置換に関しては、炭素原子2個を窒素原子で置換した際の水素分子の解離エネルギー変化および水素原子の吸着エネルギー変化を明らかにした。これらの結果から、ZTC の局所構造と置換元素を制御することによって、水素貯蔵特性を向上させることができると期待される。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 水素貯蔵、第一原理計算、分子軌道法、分子動力学、元素置換、吸着エネルギー、拡散

〔研究題目〕 次世代自動車用高性能蓄電システム技術

開発／要素技術開発／活物質・カーボンナノ複合構造制御による高出力・大容量Liイオン二次電池の研究開発

〔研究代表者〕 本間 格（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 本間 格、Rangappa Dinesh、Sri puttegowda Madhu、Sathish Marappan、工藤 徹一、大久保 将史（常勤職員2名、他4名）

〔研究内容〕

本研究では、電極構成材料として活物質／カーボンのナノ複合材料に焦点を当て、高速でのイオン・電子移動ならびに固体内 Li 拡散を可能にするナノ複合構造電極の新しい制御技術開発を行い、高性能電極の構造設計・構築を通して Li イオン二次電池の高出力・高容量化を図ることを目的とする。本目的に対し、導電相としてのカーボンと活物質からなる複合構造をナノレベルからマクロレベルに至るまで最適化し、電子移動や固相内 Li 拡散の抵抗低減とともに、電解質イオンの移動に有利（電解液抵抗の低減）で、大きな界面面積（電荷移動抵抗の低減）を有するナノ複合電極の開発およびこれによる高出力・大容量の Li イオン二次電池の性能評価を長崎大と連携して行った。

超臨界反応装置を用いて、Li、Fe、P 源を含む前駆体水溶液を400℃、35MPa の超臨界水熱条件で10分間反応させることにより、20～40nm サイズのナノ結晶 LiFePO_4 活物質を一回の化学合成プロセスで得ることに成功した。さらに有機溶媒の超臨界流体も用いて合成条件の詳細な検討もを行い、ナノ結晶 LiFePO_4 としてはほぼ最小径である10nm レベルから30nm レベルの単分散性ナノ粒子の量産化技術を確立した。これらの活物質をカーボンとボールミリングを用いて混合・焼成し、作製したカーボンコートしたナノ結晶電極において、0.1～0.8℃の条件で定電流充放電測定を行い、155mAh/g 以上の容量を確認するとともに、良好なサイクル特性を示すことも明らかにした。また、高電位オリビン結晶化合物である LiMnPO_4 の合成も行い、単分散性で結晶サイズの精密に制御される溶液合成プロセスを開発した。本合成法は、従来の固相合成法や水熱合成法と比べて、低温・短時間でナノ結晶活物質が得られる実用的な新しい合成法として応用が期待されるものである。さらに高容量型活物質として期待される LiMn_2O_4 スピネル構造マンガ氧化物などのナノ結晶活物質のサイズコントロール制御法も開発できた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ結晶、リチウム2次電池、高速充放電、超臨界水熱合成、リン酸鉄リチウム

〔研究題目〕 革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材

および連続製造プロセスの開発

【研究代表者】 依田 智 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 依田 智、古屋 武、亀田 孝秀、
中山 英隆、大竹 勝人、高橋 智輝
(常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

マイクロメートルサイズ以下の大きさをもつポリマーの発泡セル内部を、熱伝導率の低い低密度シリカで充填した構造を持つ発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材の開発を行った。

・ポリマー／シリコンアルコキシド／CO₂反応系の検討
組成の制御および製造プロセスの最適化を目的として、(a)上記三成分系の高圧相平衡観察および(b)CO₂中におけるゾルゲル反応の促進、の二項目を検討した。(a)については、高圧相平衡測定装置を用い、ポリマー／シリコンアルコキシド／CO₂三成分系の発泡挙動を理解するために、アルコキシド／CO₂二成分系の相平衡関係(沸点)を測定した。測定に用いた装置は、液相側は昨年度までに構築したシンセチック法による測定装置を使用し、気相側は流通式の測定装置を使用した。二成分系では温度が高くなるに従って、均一相圧力が高くなることが確かめられ、理想混合系に近いアルコキシド／CO₂系を見出した。(b)では昨年度に引き続いてポリマー／シリコンアルコキシド／CO₂系からの発泡体形成についての検討を行った。発泡直後の反応系内に微量の水を添加することで、さらにシリカ担持量の増大が可能であったが、発泡挙動への影響が大きく、緻密な制御が必要であることが明らかとなった。

・断熱材の構造と物性の評価

連続製造プロセスの開発により試作される試料の精密熱伝導率測定を可能とするため、「精密断熱性能評価装置」を導入した。本装置は、測定試料の熱伝導率を真空(1.5torr程度)から大気圧までの圧力範囲で、測定可能である。真空下と大気圧下の熱伝導率を比較することにより、試料の熱伝導率に及ぼす伝導と対流それぞれの影響を分けて評価し、試料構造の最適化に反映させる。試作される押出成形試料は不定形でかつ薄いため、測定装置への試料のセット方法に工夫を要した。最終的に、試作試料の熱伝導率を迅速に精密測定することが可能となり、試料試作条件最適化へのフィードバックが迅速化された。

また、作製した試料の熱分析による評価を行い、シリカと発泡ポリマーのハイブリッド化の状況について検討した。

・連続孔型ポリマーフォーム含浸シリカエアロゲルの調製

昨年度までの熱硬化性樹脂に引き続き、加工、成型の上で利点が多い、熱可塑性樹脂のポリマーフォーム(連続気泡型)にシリカエアロゲルを担持した試料を作成した。これまでと同様熱伝導率0.020W/mK程度で、曲げ

強度、ハンドリング性に優れた断熱材料となることを実証した。また、片面スキン層型のポリマーフォームを用いてエアロゲルを完全に密閉した構造の試料を作成した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 断熱材・ナノコンポジット・発泡ポリマー・シリカエアロゲル・超臨界二酸化炭素

【研究題目】 化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発／リスクトレードオフ解析手法の開発

【研究代表者】 吉田 喜久雄 (安全科学研究部門)

【研究担当者】 吉田 喜久雄、東野 晴行、蒲生 昌志、
恒見 清孝、岸本 充生、梶原 秀夫、
堀口 文男、林 彬勲、岩田 光夫、
小野 恭子、井上 和也、石川 百合子、
牧野 良次、内藤 航、篠崎 裕哉、
加茂 将史、山本 譲司、高井 淳、
川本 朱美、飯野 佳世子、手口 直美、
蒲生 吉弘 (常勤職員16名、他6名)

【研究内容】

ヒト健康や生態へのリスクが懸念される化学物質を代替する際に生じる被代替物質と代替物質のリスクの変化を科学的・定量的に推定し、代替の費用対効果を分析する「リスクトレードオフ解析手法」を開発している。平成21年度は、以下の研究開発を行った。

1) 排出シナリオ文書ベースの環境排出量推計手法の確立

洗浄剤(工業用)とプラスチック添加剤の2用途群を対象に、日本語版と英語版の排出シナリオ文書を作成した。

2) 製品から直接暴露等室内暴露評価手法の確立

室内暴露量推定ツールのプロトタイプを完成させるとともに、生活・行動パターンのWebアンケート調査及び解析結果を公開した。

3) 環境動態モデルの開発

大気、河川及び海域生物蓄積の各モデルのプロトタイプを完成させた。

4) 環境媒体間移行暴露モデルの開発

環境媒体間移行・暴露モデルのプロトタイプを完成させ、目標の推定精度を確保した。

5) リスクトレードオフ解析手法の確立

反復投与毒性試験データベースを基にヒト健康に係る有害性推論アルゴリズムのプロトタイプを構築した。また、参照物質を決定し、生活の質(QOL)でヒト健康リスクを比較する手法を検討した。さらに、基本データセットを基に水生生物に対する種の感受性分布推論手法のプロトタイプを開発し、影響を受ける種の割合で生態リスクを比較する手法を検討した。

6) 用途群別リスクトレードオフ評価書の作成

洗浄剤（工業用）とプラスチック添加剤について代替シナリオを選択し、開発した手法とプロトタイプモデルを用いて、リスクトレードオフ解析と社会経済分析を実施し、それらの結果を取りまとめてリスクトレードオフ評価書を作成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リスクトレードオフ、排出シナリオ文書、環境動態・暴露モデル、有害性推論、評価書

【研究題目】省資源・低環境負荷型太陽光発電システムの開発

【研究代表者】仁木 栄（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】甲村 長利（光技術研究部門）、加藤 隆二、古部 昭広（計測フロンティア研究部門）、松原 浩司、石塚 尚吾、古江 重紀、原 浩二郎、森 正悟、崔 彦、布村 正太（太陽光発電研究センター）（常勤職員8名 他3名）

【研究内容】

1. フォトニックシリコン太陽電池の研究開発

本テーマでは、省資源且つ高効率化の観点から、フォトニックシリコン薄膜太陽電池を研究開発した。フォトニックシリコン太陽電池とは、サブミクロンサイズの光散乱体を太陽電池内部に有し、近赤外光を閉じ込めることで高効率化を実現する新構造太陽電池である。これまでに、光閉じ込めに関する構造最適化シミュレーション、フォトニックシリコンを作製する為のプロセス開発、そして実デバイスによる有用性の検証を行った。デバイスにおける検証では、サブストレート型のタンデムデバイスを作製し、光閉じ込めによる短絡電流の増加及び効率向上を実証した。試作したデバイスでは、光閉じ込め構造を有しない参照セルに対し、短絡電流24%、効率5%の向上を確認した。

2. 構造制御ナノロッドによる省資源型有機太陽電池

色素増感太陽電池で一般的に用いられるルテニウム錯体に代わり、より資源的制約が少ない有機色素を光吸収材料とする太陽電池の開発をおこなった。例として、チエノインドール骨格をドナー部位とする新規のドナー・アクセプター型の有機色素分子（MKZ-39~41）を設計、合成した。チエノインドール色素を用いた太陽電池では、最高で7.8%のセル変換効率が得られた（AM 1.5G）。これらの太陽電池における電子移動メカニズムを、高速レーザーを用いた過渡吸収分光法により評価解析した。さらに、カルバゾール骨格にドナー性向上のための置換基を導入した MK-14や MK-20では、最高で8.3%の変換効率が得られた。これらの色素では、導入置換基の立体効果により、比較的長い電子寿命を示すことがわかり、これが高効率の一つ

の要因であると考えられる。

3. 省資源型 CIGS 太陽電池の開発

In と Mo の使用量低減技術の開発に取り組んだ。In 使用量の低減については、CIGS 光吸収層を高品質化することで、Mo 使用量1/2以下（400nm）、In 使用量1/3以下変換効率15.3%を達成した。また、CIGS 光吸収層の膜厚0.75 μm で変換効率15.0%を実現した。また、裏面反射層を形成することで、短絡電流が増加し長波長領域で分光感度が向上し、裏面反射層が光閉じこめ効果に有効であることを確認した。Na の導入法を改良することで、In 使用量1/4で変換効率15%達成の可能性を示した。

一方、Mo 使用量低減技術については、Mo の製膜条件の最適化、CIGS 光吸収層製膜中の水蒸気照射によって、Mo 膜厚が200nmで効率16.9%、70nmでも効率16.0%と、Mo 裏面電極を予想以上薄くできることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、フォトニックシリコン、CIGS

【研究題目】生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム/植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発/植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）

【研究代表者】鈴木 馨（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】鈴木 馨、中野 年継、内藤 由紀、伊藤 咲江、及川 鉄男、高木 優光田 展隆、中田 克、松井 恭子（常勤職員3名、他6名）

【研究内容】

植物の物質生産系に關与する酵素等の遺伝子発現を統括的に制御する転写因子遺伝子を利用することによりバイオマスや有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。

過剰発現によって栄養生長の増大と渇水耐性の向上が期待される MYBL 及び DOF ファミリーに属する転写因子を新たに2つ見出した。そのうちの一つについては、クロロフィル含量の増大に効果があることが見出された。老化誘導が遅延及び収穫後の鮮度保持能力の向上が見られる ERF 過剰発現体において、異形葉性にも変化が見られ、成熟葉となるべき葉が幼若葉の形態を示すことを見いだした。一方、別の MYBL 過剰発現体について、個々に切除した葉の老化誘導では野生型と比べて顕著な違いは見られず、切除した地上部全体を老化誘導した場合に遅延することが示唆された。

代謝経路に影響を及ぼすキメラリプレッサーの探索を行い、At2g22770に対するキメラリプレッサーを発見す

る植物体は、近年抗ガン作用が示唆されているグルコシノレートを生型に比べ2倍以上蓄積していることが明らかになった。メチルジャスモン酸に対して非感受性を示すキメラリプレッサー発現体の探索を行い、bHLH017転写因子がジャスモン酸応答経路に関わる転写因子であること、およびbHLH017キメラリプレッサー発現体では、アントシアニンの生合成が抑制されていることも明らかになった。東洋紡バイオフィロンティアプロジェクト推進室と共同して、ヒアルロン酸生産性を制御するキメラレイプレッサーの探索をおこない、bHLH転写因子t2G46510に対するキメラリプレッサー(HR0729)は、ヒアルロン酸の生成量を親株に比べ3倍以上上昇させることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】循環型産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御、バイオマス

【研究題目】生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム/植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発/植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）

【研究代表者】高木 優

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】光田 展隆、中田 克、松井 恭子

（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

目標：

植物の代謝経路を制御する転写因子遺伝子の同定およびそれらの機能解析を行う。

研究内容

植物の主要な代謝系であるフェニルプロパノイド系、脂質関連、およびシキミ酸経路を制御に関わる転写因子の同定を産総研で開発した遺伝子サイレンシング法を用いて行い、同定した転写因子の機能解析を行う。これまでにシロイヌナズナマイクロアレイデータベースを利用し、転写因子遺伝子の発現プロファイリング解析から物質代謝に関与すると考えられる転写因子を選抜した。これらのキメラリプレッサー遺伝子を発現する形質転換シロイヌナズナを作成し、その植物体のメタボローム解析を大阪府立大と共同研究によって行った。加速研究として東洋紡バイオフィロンティアプロジェクト推進室で遂行している「外来糖質生産植物の研究開発」ヒアルロン酸生産に関して、より生産性の高いヒアルロン酸生産プラットフォーム植物の開発を、本研究グループで進めてきたメタボリックエンジニアリングに関する成果の応用的展開として、当研究室で進めてきたキメラリプレッサーを利用したメタボリックエンジニアリング技術を用い

て行い、産総研が本PJで開発中の「転写因子により遺伝子群を統括的に制御する技術」を組み合わせることにより、更なるヒアルロン酸の高生産を誘導するキメラリプレッサーを2種類同定した

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子組換え植物、代謝工学、遺伝子発現抑制

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム/新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム/超フレキシブルディスプレイ部材技術開発

【研究代表者】八瀬 清志（光技術研究部門）

【研究担当者】阿澄 玲子、牛島 洋史、近松 真之、石田 尚之、長谷川 達生

（常勤職員6名、他6名）

【研究内容】

平成18年度より4年計画で実施してきた「超フレキシブルディスプレイ部材開発プロジェクト」の最終年度として、共同研究先の化学技術戦略推進機構（JCII）に参画したアデカ、旭化成、信越化学工業、DIC、大日本印刷、凸版印刷、エプソン、コニカミノルタ、リコーの研究者とともに、A4サイズのプラスチック基板上に、銀ナノ粒子、有機半導体（P3HT）、高分子絶縁・保護膜材料のインクを用いたマイクロコンタクトプリント法により、127 μm 角の領域（画素）のそれぞれ薄膜トランジスタ（TFT）と画素電極を配置したTFTアレイを作製するためのインク化技術、位置合わせ印刷技術、および印刷装置そのものの設計と試作を行い、ポリマーネットワーク型液晶を用いた表示パネルの駆動に成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】印刷エレクトロニクス、フレキシブルディスプレイ

【研究題目】CIGS太陽電池の高性能化技術の研究開発

【研究代表者】仁木 栄（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】松原 浩司、石塚 尚吾、小牧 弘典、吉山 孝志、樋口 博文、水越 一路

（常勤職員3名、他4名）

【研究内容】

最終目標

CIGS太陽電池の革新的な高効率化技術の確立とCIGSのプロセスの高度化によって、10cm角のCIGS太陽電池で変換効率18%を得ることを目標とする。軽量基板のサブモジュール（10cm角程度）で変換効率16%の実現を目指す。

研究開発の成果

1. 大面積高品質製膜技術の開発

集積型モジュールを作製するためのプロセスを改良し、10cm 角の集積型サブモジュールで変換効率16.6%を達成した。また、インライン CIGS 製膜において、製膜プロセスの高度化を図ることで、10cm 角の集積型サブモジュールで変換効率15.8%とバッチプロセスと遜色のない変換効率を達成した。

2. フレキシブル太陽電池の開発

CIGS 太陽電池の機能性を向上するために、フレキシブル太陽電池の高効率化技術の開発に取り組んだ。フレキシブル基板用に開発した新しい Na 制御法と、ガラス基板の集積型サブモジュール用に開発した集積化技術を最適化することで、セラミクス基板上の集積型サブモジュールで変換効率15.9%という高効率を実現した。これまで報告されている集積型サブモジュールは変換効率が10%以下であり、顕著な性能向上を実現した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池、化合物薄膜、高効率化

[研究題目] 太陽電池評価技術の研究開発

[研究代表者] 菱川 善博 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 菱川 善博、土井 卓也、猪狩 真一、河合 信次、飛田 博美、原 由希子、志村 陽哉、新道 一弘、山田 隆夫、高久 清 (常勤職員10名)

[研究内容]

1. 新型太陽電池性能評価技術

① 各種新型太陽電池性能評価技術

太陽電池メーカー等で研究・開発された各種新型太陽電池セル・モジュールの測定技術開発および測定を行った。大型太陽電池モジュール内の任意のセルの分光感度を高精度に測定するモジュール分光感度評価の技術を検証すると共に、最近重要性が増す結晶 Si ペアセル・CIGS 太陽電池等の高精度測定技術を開発した。アジア地域における太陽電池モジュール国際比較測定を実施した。

② 可変条件性能評価技術

昨年度までに開発した、10℃以下～65℃以上の幅広い温度範囲における太陽電池性能の屋内評価技術を用いて、各種新型太陽電池の温度照度特性を明らかにした。昨年度までに開発した、直線補間・補外法を用いた IV 特性の温度補正、照度補正技術が国際規格 IEC60891 Ed. 2に採用され公開された。

2. 校正技術高度化

① 一次基準セル校正技術高度化

ソーラシミュレータ法の不確かさを解析を完了し、一次基準セル校正値の不確かさが最高で0.72%であることを明らかにした。この不確かさは

ISO/IEC17025の第三者認定済である。

② 二次基準モジュール校正技術高度化

昨年度までに開発した二次基準モジュールの校正におけるソーラシミュレータ設定照度の不確かさ、及びセルの特性バラツキのモンテカルロ法による解析等をもとに、基準モジュール屋内校正技術を確立した。この技術の JIS 化に技術的貢献を行った。規格の要求する温度制御範囲25℃±2℃に対する厳密性を大幅に向上し、温度に依存する不確かさを低減する目的が達成できた。

3. 信頼性評価技術

① 複合加速試験技術開発

複合加速試験装置を用いて、市販モジュールと同一部材同一構造のモジュールについて、光照射・高温連続、高温時光照射・温度サイクル試験を実施加速劣化試験を実施した。温度および照度に関する劣化因子を算出し、モジュールの種類により、各劣化因子の加速係数に違いがあることを明らかにした。

② 要素技術開発

太陽電池セルに電圧・電流を周期的に印加してセルインターコネクタ間へストレスを与える劣化試験を検討した結果、屋外暴露で生じる抵抗増加と同様の I-V 特性の変化が再現され、本試験法が直列抵抗増加に有効な加速試験方法と示唆される結果が得られた。暴露試験等の不具合事例を収集・要素技術試験の結果、不具合発生機構類推・劣化要因を抽出した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池、太陽光発電、エネルギー、環境、性能評価、信頼性評価、システム

[研究題目] 発電量評価技術の研究開発

[研究代表者] 菱川 善博 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁、河合 信次、石井 徹之 (常勤職員6名)

[研究内容]

太陽電池の性能を表す場合、従来では標準条件 (STC) での性能評価として出力定格 (W) で対応してきたが、この方法では温度や日射量、スペクトル等の異なる環境下での発電量を評価できない欠点がある。このため、発電量定格 (Wh) による評価法が求められている。また国際的にも発電量定格の標準化が進められつつあり、対応が必須となっている。

そこで、屋外計測で得られた I-V 特性値を STC 等の環境条件で得られる値に換算するための方式の開発を行い、屋外実測データに基づく線形内挿方式の精度検証および適合範囲の確認を行った。また、発電量定格技術として有効な気象モードの設定と任意期間の積算発電量を計算する方式の開発を行っている。併せて、

IEC/TC82/WG2の60891改訂審議において IEC61853等の国際標準の規格決定に向けた活動を行っている。

太陽電池モジュールの I-V 特性換算方式（発電出力定格技術）を検証するために、複数地域における分光日射量実測データと太陽電池モジュールの I-V 特性データを太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験によって取得した。被測定太陽電池モジュールは、第1期が、結晶シリコン型が3種、計4枚、アモルファスシリコン型が2種、計2枚であり、第2期が、アモルファスシリコン形が1種、薄膜タンデム型が3種、3枚、CIS 型が2種、2枚であった。ラウンドロビン実験から得られた全国のデータを基に、各地の晴天および曇天モードを決定した上で、それぞれのモードに対し、線形内挿方式による I-V 特性換算方式によって各時刻の Pmax を計算し、積算により発電量を計算した。各地から快晴日を選択し、快晴部に対する日積算発電量の推定を行ったところ、6地点での推定誤差は結晶シリコン型とアモルファスシリコン型の両方で±5%（日影有り）、±1%（日影無し）以内程度であった。これらの実験データと分析を基に、発電量定格方式のための標準報告書（案）をまとめた。併せて、検証のためのソフトウェア（SolEYar）を開発した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、太陽光発電、発電量

〔研究題目〕 高電流型高効率薄膜シリコン太陽電池の研究開発（ボトムセル）

〔研究代表者〕 増田 淳（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 鈴木 淳（計測フロンティア研究部門）、
松井 卓矢、布村 正太、賈 海軍、
柄澤 稔（太陽光発電研究センター）、
水野 功一（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

高赤外感度を有するボトムセルを開発し、16%以上の安定化効率を有する薄膜シリコン系3接合太陽電池を実現するとともに、チャンバークリーニング技術を開発する。

1. 微結晶シリコンゲルマニウムボトムセルの開発

光閉じ込め効果の基板表面形状依存性を系統的に調査するために、規則的な周期テクスチャ構造を基板表面に形成する技術を開発した。このテクスチャはアルミニウム基板の陽極酸化により形成し、酸化条件および酸化後のウェットエッチング条件を調整することによりテクスチャの凹凸周期を制御できることを明らかにした。この基板を微結晶シリコン太陽電池に適用した結果、表面の凹凸周期が約 $0.9\mu\text{m}$ のとき電流値が最大になることを明らかにし、膜厚 $1\mu\text{m}$ で短絡電流密度 $24.3\text{mA}/\text{cm}^2$ を得た。

p-i-n 型および *n-i-p* 型の微結晶シリコンゲルマニウム太陽電池をプラズマ CVD 法によりゲルマニウム

濃度 $0\sim 35\text{ at.}\%$ の範囲で作製した。*i* 層に $10\sim 20\text{ at.}\%$ のゲルマニウムを添加することで赤外感度を増加させることができ、膜厚2倍の微結晶シリコン太陽電池を超える赤外感度を示し、短絡電流密度が約 $5\text{mA}/\text{cm}^2$ 増加した。これまでに達成したシングルセルの変換効率は 8.8% であり、膜厚 $1\mu\text{m}$ でも高い短絡電流密度 ($>26\text{mA}/\text{cm}^2$) が得られている。また、微結晶シリコンゲルマニウムの膜厚を $2\mu\text{m}$ まで厚くした太陽電池では、外部バイアス電圧を印加した状態で $30\text{mA}/\text{cm}^2$ を超える光電流密度を確認した。

微結晶シリコンゲルマニウム層内に存在する *p* 型欠陥（アクセプター準位）をドナー添加で補償するカウンタードープ技術を試みた。微結晶シリコンゲルマニウムの製膜時に二酸化炭素を原料ガスに混合することにより、膜中に取り込まれる酸素がドナーとして機能することを見出した。ゲルマニウム濃度が $10\sim 30\text{at.}\%$ の *p-i-n* 型微結晶シリコンゲルマニウム太陽電池において、*i* 層に酸素を $10^{19}\sim 10^{20}\text{cm}^{-3}$ 添加することにより、量子効率スペクトルが全波長領域で改善した。

微結晶シリコンゲルマニウム（ゲルマニウム濃度： $10\text{at.}\%$ ）をボトムセルに用いた三接合太陽電池を作製した。 $a\text{-Si:H}$ ($0.18\mu\text{m}$)/ $\mu\text{c-Si:H}$ ($2.0\mu\text{m}$)/ $\mu\text{c-Si}_{0.9}\text{Ge}_{0.1}\text{H}$ ($2.2\mu\text{m}$)の構造でこれまでに 11.6% の初期変換効率を得た。量子効率スペクトルの解析から、各要素セルの電流密度はおおよそ $9\text{mA}/\text{cm}^2$ でバランスし、総電流密度は $27.6\text{mA}/\text{cm}^2$ であった。

2. チャンバークリーニング技術の開発

前年度までにフッ素プラズマクリーニング前後でアモルファスシリコン太陽電池ならびに微結晶シリコン太陽電池特性に変化が生じないことを明らかにしてきた。今年度は、フッ素を用いたプラズマクリーニング技術の実用化を加速するため、クリーニング試験の再現性ならびに膜中不純物濃度について検証した。検証に用いたプラズマ化学気相成長装置の周波数は 27.12MHz であり、対応可能な基板サイズは、 $310\text{mm}\times 410\text{mm}$ である。

希釈を施さないフッ素 100sccm もしくは 50sccm のアルゴンで希釈した三フッ化窒素 100sccm でチャンバークリーニングを行った場合の、シリコン膜中の残留不純物について調査した。クリーニングの影響が明瞭に発現するように、 30min の過剰なクリーニングを行い、その後チャンパー内に挿入した基板上に厚さ $1\mu\text{m}$ のアモルファスシリコンを堆積する工程を4サイクル繰り返した。クリーニング時には基板はロードロック室に退避させている。シリコン膜中の窒素ならびに酸素に関しては、フッ素プラズマクリーニングを施した場合に比べて、三フッ化窒素プラズマクリーニングを施した場合に若干高くなるものの、フッ素ならびに炭素に関しては両方で明瞭な差異は観測されなかつ

た。また、いずれの不純物元素も太陽電池の動作に影響を与える量ではないことが明らかとなった。

次に、微結晶シリコン太陽電池に関して、チャンバークリーニングの再現性試験を行った。微結晶シリコン太陽電池では i 層厚が $1.8\mu\text{m}$ と厚いため、クリーニングは微結晶シリコン層堆積後、毎回実施した。また、微結晶シリコン太陽電池を作製する前に、残留クリーニングガスの膜への取り込み等の影響を抑止することを目的に、クリーニング直後に微結晶シリコン膜を 500nm 程度堆積する「プリデポ」を実施した。その結果、フッ素、三フッ化窒素の別、「プリデポ」の有無によらず、太陽電池パラメータならびに分光感度特性に大差はなかった。これらのことより、フッ素プラズマによるクリーニングが太陽電池特性に影響を与えることはないことが明らかとなり、フッ素プラズマクリーニングは、現行の三フッ化窒素プラズマクリーニングの代替技術となり得ることが示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】多接合薄膜シリコン太陽電池、チャンバークリーニング技術

【研究題目】新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム未来技術研究開発／高効率・集積型色素増感太陽電池モジュールの研究開発

【研究代表者】杉原 秀樹（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】杉原 秀樹、佐山 和弘、春日 和行、草間 仁、小野澤 伸子、舩木 敬、川西 祐司、加藤 隆二、古部 昭広、倉重 充彦、中澤 陽子、小舘 知史、矢口 かおり（常勤職員9名、他4名）

【研究内容】

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的として、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現するための技術開発を行っている。増感色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル構成法等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。平成21年度は、モジュールを構成する単セルをさらに高効率化することを目指し、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、半導体電極、電解質溶液系の最適化を行った。具体的にはピリジンカルボキシラト配位子をもつルテニウム錯体、新規シクロメタル化ルテニウム錯体、ジキノリルピリジン配位子をもつ新規ルテニウム錯体などを開発し構造と性能の関係について検討し、その結果、ピリジンカルボキシラトをもつ新規ルテニウム錯体色素を用いる色素増感太陽電池では世界最高レベル

の変換効率を実現した。新規シクロメタル化ルテニウム錯体、ジキノリルピリジン誘導体を配位子とする新規ルテニウム錯体色素は、従来利用が困難であった波長 800nm 以上の近赤外光の光電変換量子効率を世界最高レベルで実現した。近赤外光の有効利用は、異なる波長範囲の光エネルギーを変換する複数の太陽電池を組み合わせるタンデムセル化による高効率実現の要素技術としても重要である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、色素、酸化チタン

【研究題目】タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究開発

【研究代表者】吉田 郵司（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】當摩 哲也、山成 敏広、小江 宏幸（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

高効率化に向けた検討として、共同研究先企業が開発した新規ドナーポリマー（N-P7）を用いた高分子塗布系有機薄膜太陽電池、特にプロジェクト目標であるセル面積が 1cm^2 の大面積の太陽電池の作製を試みた。基本的なデバイス構造は、N-P7:PCBM のバルクヘテロ接合型太陽電池であり、その作製条件の最適化を行った。結果として、開放電圧 0.6V 、短絡電流密度 $2.8\text{mA}/\text{cm}^2$ と低い。一方で、交積層法で作製した太陽電池では、開放電圧 0.96V 、短絡電流密度 $9.53\text{mA}/\text{cm}^2$ 、エネルギー変換効率 5.0% のセル面積の割には世界最高レベルの高い効率を得ることが出来た。

高耐久性に向けた検討として、有機薄膜太陽電池の劣化機構の解明に取り組んでいる。例えば、大気中暗所で保存した高分子塗布系太陽電池 P3HT:PCBM では、時間の経過とともにエネルギー変換効率が急速に低下してくるが、主として短絡電流密度の低下が著しい。この原因を調べる為にレーザー光励起電流（LBIC）測定により短絡電流の2次元分布を調べた。性能の低下に伴って短絡電流分布において局所的な性能低下（スポット状）が見いだされた。このスポットは時間の経過と共に大きくなり、結果として短絡電流密度の著しい低下に繋がっていることが明らかになった。更に、新たな劣化の可視化法として、電界発光（EL）による太陽電池の劣化評価を導入した。本手法は太陽電池にバイアス電圧を掛けて、EL 発光像やリーク発光像を観察するものである。その結果、EL 発光像中にダークスポットが観察され LBIC 像との良い一致を見た。特に、EL 法は空間分解能が比較的高く、ダークスポットをマーキング出来るため、劣化部位の局所構造解析が可能である。ダークスポットの断面 TEM 観察の結果、劣化部位の中心部に太陽電池作製時に導入された異常点（バッファ層の塊）が観察され、これが劣化の起点となっていることが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 有機薄膜太陽電池、有機太陽電池、有機半導体、バルクヘテロ接合、フラーレン、ポリマー、太陽光発電

〔研究題目〕 太陽光発電システム等に係る設計支援ツール開発

〔研究代表者〕 菱川 善博（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁、Adiyabat Amarbayar（常勤職員5名）

〔研究内容〕

本開発では、わが国の経験を生かした標準的な技術として、太陽光発電ハイブリッドシステムの設計支援ツールを広く提供することを目的としている。本設計支援ツールを活用することによって技術者の作業上の効率化と設計精度の向上が図れる。これにより、地域レベルEMSやESP事業の推進において、計画立案や設計の支援を行うことが可能となる。我が国の太陽光発電産業界がアジア地域で村落電化の事業展開を行う際に、本ツールが事業可能性分析を補助することにより、関連の製品を日本から輸出する（あるいは現地生産化する）事業を展開することの一助となる。また、設計支援ツールの標準化を推し進めることで、引いては関連技術の標準化が日本主導で行われていく可能性がある。

平成20年度に続き、NEDOがこれまでに実施してきた太陽光発電システム等国際共同実証開発事業の個別事業の成果を活用するため、計測データを分析した。日本における系統連系PV設備の平均的な等価日システム稼働時間は年間約1000時間（2.74h/d）、システム出力係数が約0.75である。これに比べて、モンゴル・ノヨンのシステム出力係数は0.2と低く、タイ・リボン島は0.7とほぼ同等な値を示している。リボン島PV設備は、DEGが稼働する前提で独立配電系統に連系して給電しているため、稼働率とシステム出力係数が高い値を示している。一方、自然エネルギー（PV）貢献度が15%と低く、PV出力変動に対する調整能力などの制約からPV増設、PV貢献度向上に限界がある。モンゴル・ノヨンのシステム出力係数が低い要因は、PV設備が自立運転モードで稼働し、独立系統の電圧・周波数を維持できる設備予備力を確保するためにピーク電力需要（70kW）の約3倍程度のPV設備が導入され、低日射量の時間帯以外は待機される設備が多かったためである。環境問題、化石燃料依存度及び長期信頼性の観点から本システムは、自然エネルギー貢献度が8割と高く、故障率が低い、優れたシステムといえる。一方、出力調整能力を持つ自立運転を可能にするために大容量のPV設備、高額の初期投資が必要とする弱点を持っている。

今年度に完成したハイブリッド電源の設計を最適化するPCツールCLOVER1.0(Cross-Linking Optimization of Variable Energy Resources)は、電源

最適配分を行うシミュレーションツールである。対象地における電力需要を任意の停電時間未満で供給可能とするハイブリッドシステムの電源配分を、気象環境条件と電力需要等の特徴を考慮して決定することである。配分決定においては、システム管理者や地域住民に必要なとされる技術的・組織的・資金的な運営・維持管理能力を超えない範囲でハイブリッドシステムの設計が出来るものとする。長期運転期間における信頼性も重要な指標であり、稼働率（アベイラビリティ）の高いハイブリッドシステムの設計のため、システム構成機器の耐久性と安全性も評価可能とする。システム構成機器の寿命はそれぞれ異なるため、交換時期も含めて、ライフタイムでの経済性を計算可能とし、システムの信頼性を最低限確保するための予備品については初期コストに含めている。

本ツールの主要機能は、時系列日射パターン、負荷パターンを用いた運転シミュレーションと電力品質・経済性の評価であり、得られた結果から使用者が電源容量を適時変更することにより、各電源の容量最適化を支援する。様々な制約条件を簡易に設定できるようにし、個別地域・システムに特化した最適化だけでなく、汎用性の高いツールを目指している。

本ツールの特徴として、①フィールドのデータの提供既定値による情報支援、②技術情報支援（各種設備・要素機器のDBによる）、③設計手順・工程のガイド・サポート（ウィザード・インタフェース別）、④意思決定支援（評価指標の数値化による）、④知識支援（成果・教訓のファクトシートによる）との組み合わせなどが挙げられる。ただし、本ツールは、1時間ステップのエネルギーフロー計算を行っているため、系統連系安定性・電力品質に関する制約条件を考慮することができない。

この他に、教育（啓蒙）ツールとして2種のゲーム（カードゲーム Quintet、ボードゲーム EnergyFlow）、データベースとして、過去の実証事例のノウハウを集約したファクトシート百選と気象データベース（気象協会が分担担当）のバージョン1を完成した。

これまでに検討してきた設計支援ツールの仕様とそれに基づいて作成された開発品（バージョン1）に対して専門家およびツール利用者の意見を反映する必要があった。その具体的な方策として、ワークショップを開催し、設計支援ツールを紹介して、有識者から意見及び改善案を頂くこととした。12月15日に第2回「太陽光発電ハイブリッドシステムの設計支援ツール」ワークショップを開催し、開発中の設計支援ツールについて国内専門家及び予定のツール利用者に対して紹介し、各機能や利便性について有識者の意見を集めた。参加者は28名であった。

3月3～5日には、PV Expo 2010のPVアカデミックフォーラムにて展示ブースを設け、成果普及に努めた。来場者の内、アンケート回答者は65名であり、17人が今後のフィードバックに協力していただけることになった。

[分野名] 環境・エネルギー
 [キーワード] 太陽電池、太陽光発電、最適設計、ハイブリッド電源システム

[研究題目] ナノテク・先端部材実用化研究開発/「自己組織化ナノパターンニング法によるナノ狭窄磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発」

[研究代表者] 今村 裕志
 (ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 今村 裕志、関 和彦、松下 勝義、
 佐藤 純 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

ナノ狭窄磁壁におけるスピン依存散乱・電気伝導の理論・MR 原理に関する研究開発を行い、主に100%以上の高 MR 比を実現するための物質パラメータの特定、スピン流によるトルクに起因するノイズを低減するための素子構造の提案を行った。ナノメートルサイズの磁壁における電気伝導では、スピン蓄積効果以外に伝導電子のスピンが追従できないことによるミストラッキング効果が重要な役割を果たすと考えられる。我々は両方の効果を取り入れたシミュレータの開発を行った。シミュレーションの結果、2nm サイズのナノ狭窄磁壁であればスピン分極率0.79以上の強磁性金属を用いる必要があることが明らかになった。また数値シミュレーション技術を駆使してスピン流によるトルクに起因する電気抵抗のゆらぎ(ノイズ)は、Bloch 磁壁型の磁気構造と Neel 磁壁型の磁気構造の間の振動が原因であることを示した。この知見を基に Bloch 磁壁型の磁気構造と Neel 磁壁型の磁気構造の間の振動が起きにくい90度磁壁を用いた HDD 磁気ヘッド素子構造の提案を行った。この他にも実験で得られた磁気力顕微鏡(MFM)像の解析や、ナノ狭窄磁壁のサイズや空間分布が MR 比に与える影響についての解析も行い、新規ナノ狭窄磁壁材料の開発に大きく貢献した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造
 [キーワード] ハードディスク、スピントロニクス、自己組織化、ナノ狭窄磁壁

[研究題目] 新エネルギー技術研究開発/バイオマスエネルギー高効率転換技術開発(先導技術開発)/バイオマスガス化-触媒液化による輸送用燃料(BTL)製造技術の研究開発

[研究代表者] 村田 和久 (バイオマス研究センター)
 [研究担当者] 小木 知子、岡部 清美、中西 正和
 (常勤職員4名、他2名)

[研究内容]

目標：
 2020～2030年頃の実用化が期待できるバイオマス利用

のための基礎技術のうち、ガス化及び触媒液化(FT 反応)による輸送用燃料製造技術の研究開発を実施する。

研究計画：

バイオマスを日本の適正規模に応じたレベルで効率よく液体燃料化するために、自己触媒作用等を利用したガス化率向上とガス組成改善、脱硫触媒の検討、触媒液化(FT)工程などの改善などに加えて、ガス化で副生する CH_4 、 CO_2 等の CO への触媒変換工程を新たに取り入れることを特徴とする。

平成19年度進捗状況：

- (a) 自己触媒-炉内滞留利用：モデル化合物として $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を約5%添加してガス化を行った。ガス化率：約99%、 H_2/CO ：約2で高ガス化率と適正組成ガスの両立を実現できた。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 添加の副次的効果として、タール生成量低減(0.01%程度)、微量成分減少(H_2S :74 ppm→55 ppm)生じた。
- (b) メタン改質触媒：小型噴流床バイオマスガス化装置を改造して反応管出口部分に改質ゾーンを増設(温度：常温～670℃)、実プラントに近い条件でメタン改質触媒特性を測定した。シフト反応は250℃以上で生じ、500℃付近でピークとなった。300～580℃ではメタン生成反応、580℃以上ではメタン水蒸気改質反応が起きた(670℃で8%→2%)。ドライ改質($\text{CH}_4+\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2+2\text{CO}$)は殆ど起きなかった。触媒は数時間で失活した(SV:約1000)。硫黄(特に H_2S)の影響と考えられる。
- (c) 亜鉛フェライト触媒の脱硫・硫黄改質効果：580℃以上の高温で亜鉛フェライト触媒を用いると、 COS を SO_x または H_2S へ変換する効果はあるが、 H_2S 除去効果は十分ではなかった(74 ppm→47 ppm)。なおこの他にガス化副生物の性状解析も行った。
- (d) FT触媒の成果：

産総研開発のRu系FT触媒を、12.5Lのベンチ型スラリー反応器にて反応させ、合成ガス流速30L/min、4MPa、220℃で反応させたところ、C5+炭化水素の空時収率はCo系触媒の10倍以上となり、ルテニウム系触媒の高い性能を確認できた。

また小型スラリー系での検討では、高価なアルコキシドの使用量を軽減した上で、高く安定した触媒活性を示した。触媒の細孔径の増大に伴って、メタン選択率が減少し、高級炭化水素への選択率が増加することが認められた。これら選択率の細孔径依存性は、細孔内におけるスラリー溶媒および反応生成物の拡散速度、ならびに触媒細孔径に依存するRu粒子径の違いによって説明された。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] バイオマスガス化、ガス精製、FT触媒

[研究題目] 系統連系円滑化蓄電システム技術開発/次世代技術開発/炭素微小球体を用いる

次世代蓄電デバイスの研究開発

【研究代表者】吉澤 徳子（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】吉澤 徳子、羽鳥 浩章、曾根田 靖
（常勤職員3名）

【研究内容】

炭素微小球体（CNS）は表面が基底面に覆われているにもかかわらず、負極反応は非常に高速に進行する。電極反応の高速化はリチウムイオンの反応サイトが多いこと、および、活物質内の固相内拡散が迅速に起こることにより達成できる。そこで、本年度は前者に着目し、基底面に覆われた炭素微小球体へのリチウムイオンの挿入離脱反応サイトを検討し、より高速に反応を進行させるための微小球体構造についての検討を実施している。

平成21年度は、負極としてより大容量が期待される700-1,000nm級CNSを用い、2,600-2,900℃処理品の黒鉛化組織について詳細に検討した。充放電前のCNS粒子をTEMで観察したところ、いずれも2,000℃処理を経た段階で黒鉛化組織が粒子の表面側から半分程度の領域に発達していた。一方、TEM格子像・暗視野像から、2,000℃以上の熱処理を経たCNS粒子は、ポリゴニゼーションにより形成された稜付近に構造欠陥が集中する様子が確認された。これらの構造欠陥は、同じくポリゴニゼーションにより形成された粒子の面部分における欠陥と共に、Liイオンの出入り口として機能するものと推定される。

またより詳細な検討により、2,900℃処理品では稜線に沿い粒子表面が剥離する様子が顕著であった。TEMによる熱処理品の炭素002格子像観察では、ポリゴニゼーションにより形成された面に沿う黒鉛化組織の発達、及び稜付近ではカラム状の微細組織が頻繁に存在する様子、また2,600-2,900℃処理品では10枚程度の網面が稜から剥離する様子が知られた。これらの構造分布は明視野/暗視野観察によっても明確に示された。さらに組織の破壊が特に顕著に観察されたCNS100-29につき、TEM像から任意の粒子を選択し、その「直径」と「破壊が見られる稜の数」を測定した。約100個の粒子の計測結果からは、大きな粒子ほど稜の破壊が発生しやすい傾向が見られた。大粒子ではポリゴン面に沿った黒鉛化組織が発達しやすいものと考えれば、処理温度の上昇に伴う粒子収縮により発生した応力が、大粒子ほど稜の欠陥部分により集中しやすいことが原因と推定される。

試料の電池特性を評価したところ、XRD結果から推定される黒鉛化組織の発達が、充放電特性の向上に必ずしも結び付かない例が見られた。例えば平均径700nmの試料では、CNS70-26がPC系電解液での充放電が可能であったのに対し、CNS70-29では困難であった。上記のようにTEMから評価された局所的な構造劣化は、このような電池特性をもたらす炭素構造上の一因と予想される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウムイオン電池、ナノカーボン、高速充放電挙動

【研究題目】インテリジェント手術機器研究開発

【研究代表者】鎮西 清行（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】鎮西 清行、小関 義彦、山内 康司、
荒船 龍彦（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

低侵襲の治療が特に有効ながん及び心疾患の主要な対象部位である脳神経外科、胸部外科及び消化器外科の領域において、医療従事者が扱いやすい診断・治療一体型の内視鏡手術支援機器であるインテリジェント手術機器の実現を図る。産業技術総合研究所ではこのうち、手術ロボット基盤ソフトウェア、術室統括ヘッドクォータ、精密微細操作の各技術に関する研究開発を行う。

研究計画：

1) ソフトウェア動作検証システム、ハードウェア動作検証システムなどを開発して本事業の試作品を検証する。ソフトウェアのライフサイクル管理を実現するための開発体制を構築する。

2) 個々のスタッフの個人識別と位置測定、役割モデル解析を行う「位置識別システム」、医療機器の動作状況を記録する「医療機器ログシステム」、手術映像の動画像圧縮・内容分析からなる情報収集技術を開発する。

3) 精密操作機構を組織に接触させながら動作させる技術、取得した情報を解析して「リアルタイム情報処理」に提供して処置を行うための技術を開発する。

平成21年度進捗状況：

1) インテリジェント手術機器システムで、座標値などの情報を通信するプロトコルとして開発したOpenIGTLinkライブラリの最新版を<http://wiki.nammic.org/Wiki/index.php/IGT-tool-box>からダウンロード可能としている。ソフトウェアテスト環境に関しては、耐ノイズテスト用の機能を追加した電気手術器を名古屋工業大学に提供した。

2) 前年度に開発した『医療機器ログシステム』の評価実験を行ない、読み取り精度の向上をはかった。上記改良を行う前の医療機器ログシステムを、産業技術総合研究所オープンハウス（平成21年10月15、16日実施）にてデモを行い、予約制の見学者と実用化へ向けての意見交換を行った。

3) 微細操作機構の脳組織への接触につき生体力学的解析を行い、先端部直径を2mmとした場合に、接触直下の組織で生じうるひずみを0.2以下とする条件として、許容される荷重は数mN程度と見積もられることが判明した。安全性を確保するためにはシステムの信頼性を高める対策、あるいは先端の接触部の面積を大きくする必要であることが判明した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】低侵襲治療、内視鏡手術、手術ロボット、

微細アクチュエータ

【研究題目】インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト

【研究代表者】樋口 哲也（情報技術研究部門）

【研究担当者】村川 正宏、坂無 英徳、岩田 昌也、樋口 哲也、坂部 史生、栗原 司（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

手術戦略ヘッドクォータ技術に求められる重要な機能の一つとして、手術室内および手術の映像の圧縮保存がある。これは、手術映像は10時間以上記録されることがあり、かつカメラの台数も10台に及ぶこともあるため、1回の手術で発生するデータ量が膨大になるためである。そこで本研究では、輪郭情報の再現性に優れた静止画像圧縮方式である BTC (Block Truncation Coding) 方式をベースに、新圧縮コーデックを開発した。さらに、動画画像内容分析システムを開発し、動画画像内容に応じた圧縮率の制御を図った。

本研究は東京女子医大と共同で行っており、平成21年度は5年計画の3年目にあたる。以下内容を具体的に説明する。

○新圧縮コーデックの開発

本年度は、昨年度開発したソフトウェアをベースとして、動画画像におけるフレーム間の冗長性を利用して符号化効率を高めることを目的とした差分符号化と局所復号を導入することにより、圧縮効率と画質の向上を目指した。デモ用試作システム上で本ソフトウェアの性能検証試験を行った結果、Microsoft Video 1よりも本コーデックの方が、低ビットレート（高圧縮）時における符号化効率や画質の面で優れていることを確認した。

○オンライン型動画画像内容分析システムの開発

昨年度開発した CHLAC（立体高次局所自己相関）特徴量を用いたオフライン型動画画像内容分析システムを発展させて、本年度はオンライン型動画画像内容分析システムを開発した。昨年度開発したオフライン型システムでは、手術映像からの重要点検出に先だって、事前に通常シーンをユーザが用意し、そこから通常シーンに共通する特徴を学習させておく必要があった。それに対して、今年度開発したオンライン型システムでは、手術映像からの重要点検出処理を行いながら、通常シーンの学習も並行して行うことができる。従来手法との比較実験を行った結果、学習データの事前準備の手間や事前知識が不要で、かつ重要点検出精度についても低下しないことを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】手術映像、データ圧縮、CHLAC

【研究題目】インテリジェント手術機器研究開発

【研究代表者】持丸 正明

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】持丸 正明、西田 佳史、和泉 潔、奈良 温（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本研究の目的は、センシングデータを用いたユーザー行動の解析技術の研究の一環として、センシングデバイスによりユーザーの行動履歴データを取得し、そのデータから基本的な行動パターンの抽出や特異な行動パターンの検知を行い、現場で活動を行うユーザーの支援を行うことにある。そのために、術室内の超音波位置計測システムの構築および、術室統括ヘッドクォータの一部としての術中重要点分析のためのアルゴリズム開発を行った。

本年度は、術室内スタッフの典型的な行動パターンから移動行動に関する重要点を抽出するアルゴリズムと可視化の試作システムを構築し、動作評価を行った。具体的には、下記の要素の基本部分を開発した。

1. 超音波位置計測システムの構築および実際の手術中のスタッフ位置データの計測・蓄積
2. 基本統計量の可視化プログラムの試作、閾値設定による特異点抽出および移動軌跡のクラスタリングによる手術工程抽出アルゴリズムの開発
3. 獲得した位置データによるアルゴリズムの有効性評価
4. 術室統括ヘッドクォータとして、術中の「通常と異なる」状態の検出精度を高め、試作システムを構築した。

本成果により実現される複数種類の術中情報収集は、術室統括ヘッドクォータにおける重要性判定技術に利用されるデータを提供する。これらの技術により、現場の医師をアシストすべくスーパーバイザーの介入が望ましい適切なタイミングを自動的に判断する、あるいは記録した情報の要所となるタイミングを自動検出することを目指す。また、各手術フェーズの判別や何らかの事象が発生したと考えられるタイミングの抽出により、術中モニタリング時の情報共有や情報解釈の支援が期待できる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】位置計測、超音波センサ、データマイニング、データ可視化

【研究題目】次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト/作業知能（社会・生活分野）の開発/施設内生活支援ロボット知能の研究開発

【研究代表者】河井 良浩（知能システム研究部門）

【研究担当者】河井 良浩、吉見 隆、丸山 健一、北垣 高成、音田 弘、中村 晃、川端 聡、西村 悠、高瀬 竜一、

富田 文明、金子 健二、原田 研介、
森澤 光晴、三浦 郁奈子、辻 徳生
(常勤職員11名、他4名)

【研究内容】

本研究では、施設内生活支援ロボットシステムに必用な作業内容、作業対象及び作業環境の多様性を実現し、再利用可能な作業知能モジュールを開発することを目的とし、介護施設や病院等において日常的に発生する日用品の手渡しや取り寄せなどの作業を支援する当該ロボットに必用な作業知能モジュール群のうち、作業対象物の位置や姿勢を認識する作業対象認識知能モジュール群、及び、多様な作業環境において、多様な作業対象物をハンドリングする作業遂行知能モジュール群の研究開発を実施する。

作業対象認識知能モジュール群の開発においては、各種作業対象物認識モジュール類を RT コンポーネント (RTC) で作成した。これらを適切に組み合わせることで作業対象物認識機能を実現し、中間目標である6種類以上の形状が異なる対象物の認識、及び、差し出された手の位置の検出を実現した。また、認識系モジュールの共通 I/F 仕様を他機関と協議し定め、モジュールの再利用性を高めた。さらに、他機関開発の PA10の RT コンポーネントを利用したカメラキャリブレーションシステムも開発し、高精度なカメラキャリブレーションを簡便に行えるようにした。

作業遂行知能モジュール群の開発においては、モジュールの入出力の共通化と RTC 化を行った。また、把持動作計画を実時間で高速計算するため、把持安定性を判定する際 (force closure の判定の際) に摩擦円錐を楕円近似する手法を確立した。提案する手法の有効性を確認するために、産総研が所有する人間型ロボット：HRP-3P の右手首に多指ハンドを装着した実機実験で、①テーブルに置かれた作業対象物を把持する動作、②把持した対象物をテーブルに置く動作、③扉付きの冷蔵庫の中に保管された対象物を (冷蔵庫の扉を開けて) 把持する動作を実現できることを確認した。また、SmartPalV の右手首に多指ハンドを装着した実機実験では、④把持した対象物を人間に手渡す動作ができることを確認した。

各機関が開発した知能モジュールを SmartPalV に統合し、施設を模擬した環境において音声指示による日用品の取り寄せ作業の実証評価を行い、プロジェクトの中間目標である6種類以上の形状が異なる作業対象物に対して4つ以上のマニピュレーション機能を満足することを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】作業知能、ステレオ画像処理、3次元物体認識、把持動作計画、ハンド動作制御、RT コンポーネント

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発

【研究代表者】田淵 光春

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】田淵 光春、辰巳 国昭、竹内 友成、
秋田 知樹、吉川 純、鍋島 洋子
(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

次世代クリーンエネルギー自動車用リチウムイオン電池の高エネルギー密度化・高出力密度化に資するため、低コストかつ資源的に豊富な元素 (Mn、Fe、Ti 等) を主体とする新規高容量酸化物正極材料を開発する。層状岩塩型 Li_2MO_3 系材料について、前年度に見出された材料系にさらなる製造条件および化学組成の最適化を検討し、新規に導入する電池特性評価装置等を用いて、高出力時の充放電初期特性のさらなる改善を図り、次年度以降の長寿命化の検討に値する充放電初期特性が最適化された材料系を絞り込むこと等を実施した。

層状岩塩型 Li_2MO_3 系として、放電平均電圧が3V 級の鉄含有 Li_2MnO_3 系 (FM 系： $\text{Li}_{1+x}(\text{Fe}_y\text{Mn}_{1-y})_{1-x}\text{O}_2$) とチタン含有 Li_2MnO_3 系 (TM 系： $\text{Li}_{1+x}(\text{Ti}_y\text{Mn}_{1-y})_{1-x}\text{O}_2$) の検討を行ってきたが、既存系 4V 級正極 $\text{LiNi}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ との電圧の違いが大きいため、より高い放電電圧を有する 3.5V 級正極として鉄およびニッケル含有 Li_2MnO_3 系 (Ni-FM 系： $\text{Li}_{1+x}(\text{Fe}_y\text{Ni}_z\text{Mn}_{1-y-z})_{1-x}\text{O}_2$) を新たに開発し、30°Cでの充放電特性評価 (2.0-4.8V) を実施した。 $\text{Li}_{1+x}(\text{Fe}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{0.6})_{1-x}\text{O}_2$ 組成において、初期充放電容量が250mAh/g 以上に達し、初期放電エネルギー密度は884mWh/g となり、目標値の1000mWh/g に近い値が得られた。また Ni 置換によりサイクル特性も改善し、 $\text{Li}_{1+x}(\text{Fe}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}\text{Mn}_{0.5})_{1-x}\text{O}_2$ 組成50サイクル後の容量維持率は74%と目標値80%に近いものが得られた。Ni-FM 系も車載用リチウムイオン二次電池低コスト正極材料として取り組む価値があることがわかった。FM 系試料 ($\text{Li}_{1+x}(\text{Fe}_{0.5}\text{Mn}_{0.5})_{1-x}\text{O}_2$) の分析電子顕微鏡による評価を実施し、充電後に脱離した酸化物イオンが放電後に一部戻ってくる挙動が確認でき、酸化物イオンが放電時にも関与していることが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー分野

【キーワード】リチウムイオン二次電池、正極材料、酸化物

【研究題目】次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト／新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発

【研究代表者】金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

〔研究担当者〕 金山 敏彦、高木 信一、太田 裕之、森田 行則、右田 真司、水林 亘、田岡 紀之、堀川 剛、木曾 修、糸賀 賢郎、野尻 真士、高野 美和子、多田 哲也、西澤 正泰、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、水野 智久（常勤職員7名、他10名）

〔研究内容〕

高機能 LSI の実現に不可欠な半導体デバイスの微細化を進めるためのデバイス・プロセス基盤技術の研究開発を行う。本研究では、2007年版の国際半導体技術ロードマップ（ITRS 2007）で示されている hp32nm を超える極微細な半導体デバイスを実現するために必要な、新構造極限 CMOS トランジスタに関連する革新的な基盤技術を開発することを目的とする。具体的には、MIRAI 第3期前半までに既に開発済みの高移動度チャンネル材料技術やひずみ導入による高移動度化技術の利用に加えて、「バリスティック効率」を向上することを主な開発目標とする。本目標の達成のため、シリコン MOS トランジスタのソース・ドレインの材料・構造、チャンネル材料・構造を制御してバリスティック効率を向上させオン電流を増大させることを目指す。

そこで、本研究開発では、hp32nm を越える技術領域でゲートの静電支配力を確保し、短チャンネル効果を低減するために必要となると予想される薄膜 SOI トランジスタやマルチゲートトランジスタを対象に、① 原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発、② 高駆動力ゲートスタック形成技術開発、③ 微細トランジスタ作製プロセス技術開発、④ 計測・解析技術開発、⑤ バリスティック CMOS トランジスタの特性シミュレーションおよび最適設計技術（再委託研究）、の5つの研究課題に取り組んでいる。

① 原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発

メタルソース・ドレイン構造はバリスティック輸送特性が顕在化するような極微細 CMOS プロセス技術に適した技術である。本研究開発では、メタルソース・ドレインとチャンネル間の界面揺らぎに伴うトランジスタの性能劣化を抑え、かつ適切なソース・ドレイン端におけるバリアハイト調整による、高駆動力、低オフリーク電流を達成するための技術開発を行う。平成21年度はメタルソース・ドレイン技術を用いてゲート長 70nm 以下の SOI MOSFET を試作し、NMOS, PMOS の良好な動作に成功した。ショットキーバリアの調整はリン(P)およびボロン(B)を接合界面に偏析させている。いずれも5桁以上の電流 ON/OFF が得られており、バリアハイトの調整技術がうまく機能していることが確認できた。また、また、ゲートエッジに対する、NiSi₂メタルソー

ス・ドレインの接合位置制御についても検討を行った。その結果、NiSi₂形成熱処理における、NiSi₂の Si<100>方位および Si<110>への成長異方性を活用することにより、nm オーダーの制御が可能であることを見出した。

② 高駆動力ゲートスタック形成技術開発

hp 32nm を超える極微細 CMOS において、低電源電圧、低消費電力、高電流駆動力を実現するためのチャンネル表面の原子レベル平坦化技術、および、メタルゲート電極、高誘電率ゲート絶縁膜材料技術の開発を行う。平成21年度は、熱酸化時の酸素濃度と処理温度を精密に調整することで、清浄 Si 表面上を一分子層の酸素で終端する技術の開発に成功した（Si 酸素終端表面）。さらにこの酸素終端 Si 表面が親水性を示すことを見出した。このようにして作成した酸素終端表面上に、有機金属原料による原子層成長（ALD）法により、高誘電率ゲート絶縁膜である HfO₂を堆積したところ、等価酸化膜厚 0.6nm を実現した。

③ 微細トランジスタ作製プロセス技術開発

①、②で開発したメタルソース・ドレイン形成技術およびメタルゲート電極/高誘電率絶縁膜からなるゲートスタック形成技術を取り入れた、極微細 MOSFET の作製プロセスを構築することで、準バリスティック効率向上を実証する。平成21年度は産総研西スーパークリーンルーム産学官連携研究棟にて、メタルゲート電極において30nm、ポリシリコンゲートにおいては10nm 以下の寸法長のゲート加工技術が達成された。今後これらの微細化技術を基に微細 CMOS を試作し、準バリスティック輸送特性の向上に向けた実証を行う。

④ 計測・解析技術開発

本技術開発では、準バリスティック輸送特性の電気評価解析技術および、物理計測解析技術開発を行う。電気評価解析技術に関連して、平成21年度は、平成21年度は、①で開発した微細 CMOS においてバリスティックパラメータの抽出法の開発を行い、ショットキーバリアハイトに伴う寄生抵抗にゲート電圧依存性があることを明らかにするとともにソース端でのキャリア注入速度の抽出を行った。STM によるメタルソース・ドレイン近傍のショットキーバリアハイトの分布測定技術研究開発では、NiSi₂と Si のライン&スペースパターンに対し、試料表面調製法を開発し、ポテンシャル変化に起因するトンネル電流変化の計測に成功した。

⑤ バリスティック CMOS トランジスタの特性シミュレーションおよび最適設計技術

本研究は再委託研究として実施される。再委託先は神戸大学大学院工学研究科 電気電子工学専攻 土屋研究室である。本研究開発では、当該研究室で独自に開発した量子補正モンテカルロ・デバイスシミュレータを用いて、新構造極限トランジスタのバリスティック効率を向上させるための最適デバイス設計指針を構築する。平成21年度は、不純物偏析構造のメタルソース・ドレインに

適応させた、モンテカルロシミュレータの開発に成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体、シリコン、ゲルマニウム、高電流駆動力 CMOS、移動度、パリスティック輸送、メタルソース・ドレイン、ひずみ計測、ポテンシャル計測、走査トンネル顕微鏡、ラマン分光、高誘電率ゲート絶縁膜、ゲート電極

【研究題目】ナノテク・先端部材実用化研究開発／高性能 AD 圧電膜とナノチューブラバーを用いたレーザー TV 用高安定光スキャナーの基盤技術開発

【研究代表者】明渡 純（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】明渡 純、朴 載赫、佐藤 治道
（常勤職員3名）

【研究内容】

AD 法を利用して、Si や金属構造体上へ非鉛圧電材料などの高耐久圧電厚膜を形成し、耐衝撃性に優れ、高い共振周波数で長時間安定動作可能な高性能、高耐久性の圧電駆動式板波共鳴型高速光スキャナーを開発するとともに、ナノチューブ分散導電性ラバーを用いて、超低周波数で長時間安定動作可能な高性能、高耐久性の電磁駆動型樹脂ベース光スキャナーを開発し、ハイビジョン TV の解像度（SXGA クラス以上）に対応できるレーザー TV 用2次元光走査システムを実現する。

今年度は、動的光ビーム測定装置などを導入し、光ビーム形状、光学走査精度の動的評価及び外乱振動による影響の評価を行い、これを昨年度と同様の設計・試作にフィードバックし、圧電駆動源も含む最適設計・試作を行った。結果、共振周波数30kHz 以上、光学走査角65°以上を実現し、走査角度、共振周波数では来年度の最終目標値以上の特性を達成、世界最高性能を実現した。また、実デバイス評価では、連続動作時間で約3万時間の無故障動作を達成。駆動源については、BTO の AD 圧電膜で $d_{31} = -80 \sim 110 \text{ pm/V}$ で、150°C までの範囲で、温度変動の無い優れた特性を実現した。温度安定性やミラー走査精度の評価については現在検討中である。また、これら要素技術の成果をもとに、出口デバイスであるレーザーTV を試作、カラー動画投影に成功、展示会等で多くの企業から注目を集めた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】光スキャナー、MEMS、非鉛、圧電、耐久性、メタルベース、レーザーテレビ、ラム波共鳴、エアロゾルデポジション法、カーボンナノチューブ

【研究題目】固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発事業／耐久性・信頼性向上に関する

基礎研究

【研究代表者】横川 晴美（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】横川 晴美、堀田 照久、山地 克彦、岸本 治夫、Manuel.E.Brito、鈴木 善三、倉本 浩司
（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

固体酸化物形燃料電池（SOFC）スタックの耐久性・信頼性向上のために、5スタックの耐久試験後サンプルの詳細分析を行い、その劣化機構を検討した。特に筒状平板形及び筒状横縞形の2スタックについて、担当機関として4,000時間以上の耐久試験を行うと共に、その劣化挙動を調査した。スタック電圧劣化率は、概ね0.5%/1,000時間以下を見通す水準に来ていることを確認すると共に、改良点などをスタックメーカーと協議した。5つの異なるスタックにおける耐久試験後サンプルの詳細分析では、2次イオン質量分析計（SIMS）等を適用して不純物の蓄積部位と蓄積傾向を明らかにし、電圧劣化現象との相関を明らかにした。不純物が関与する劣化現象を体系化して、Cr, S, Cl, P などの空気極及び燃料極における劣化機構を解明した。劣化に影響を及ぼす不純物元素と SOFC 構成材料との反応性について、熱力学的平衡計算により反応駆動力の解析を行うと共に、拡散係数などの速度論的データを集積し、寿命予測のための基盤データを蓄積した。また、加速劣化試験法として、Cr や S などの不純物の供給量や過電圧を変化させ、空気極で起こる劣化現象に対する影響を検討した。石炭ガス化ガスの SOFC への影響を評価するために、水洗、フィルターなどの処理をした石炭ガス化ガスを SOFC に直接導入し、発電試験を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池、耐久性、信頼性、不純物、2次イオン質量分析計、スタック

【研究題目】次世代大型有機 EL ディスプレイ基盤技術の開発（グリーンITプロジェクト）

【研究代表者】鎌田 俊英（光技術研究部門）

【研究担当者】高田 徳幸、星野 聡、植村 聖、茨木 伸樹（常勤職員4名）

【研究内容】

次世代ディスプレイとして期待されている有機 EL ディスプレイの大型化、および量産化を実現するための製造技術として、低消費電力化をもたらし、実用化のためのパネル製造トータルシステムに合致し、高生産性化をもたらすことができる有機 EL パネル素子製造基盤技術を開発する。そのために、「低損傷大面積電極形成技術の開発」「大面積透明封止技術の開発」「大面積有機製膜技術の開発」大型ディスプレイ製造に向けた検証」の4つの研究項目について研究開発に取り組む。

本年度は、素子作製時における製造プロセスダメージが EL 効率の低下に与える影響を評価する技術として、発光の光学干渉効果等を考慮した「蛍光ダメージ解析法」を開発した。この手法により精度として5nm 以下の有機膜の損傷解析が可能となる見通しを得た。また、薄膜素子を素子の状態において封止効果を評価する技術として、「吸湿薄膜電解評価法」を開発した。これにより、 $10^{-4} \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以下の水の透過率を絶対値として1時間以内で評価することが可能となる見通しを得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】有機 EL ディスプレイ、大型製造技術、低消費電力化技術

【研究題目】新エネルギー技術研究開発／次世代風力発電技術研究開発／基礎・応用技術研究開発

【研究代表者】小垣 哲也（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】小垣 哲也、角口 勝彦、阿部 裕幸、近藤 潤次、松宮 輝、今村 博、谷垣 三之介、丸山 康司（常勤職員4名、他6名）

【研究内容】

研究開発の内容及び成果等

本事業は、わが国における健全な風力発電の導入拡大を目的として、日本を代表とするような台風、複雑地形といった厳しい外部条件においても安全性・信頼性を確保した次世代風力発電技術を確立するための基礎・応用研究を行っている。また、風車の超大形化に伴い必要となる高々度での風計測を容易にするため、リモートセンシング技術を確立することを目的としている。産業技術総合研究所は本事業の代表研究機関として、また、研究代表者は本事業全体のプロジェクトリーダーとして、事業全体の統括、管理を実施するとともに、具体的な研究活動においても主要な役割を果たしている。

NEDO 日本型風力発電ガイドライン策定事業および NEDO 風力発電フィールドテスト事業（風況精査）において取得された膨大な量のデータを詳細に解析し、乱流強度の統計的分布特性の評価と現状の IEC 国際標準との比較を行うことにより、日本における厳しい乱流特性を明らかにした。これに基づき、IEC 国際標準として提案を目指した複雑地形風特性モデルの第1段階として、日本において想定される風力発電サイトの80~90%以上をカバーする標準乱流モデル（NTM）を開発した。開発する複雑地形風特性モデルを流体力学的な観点に基づき一般化するため、数値流体力学（CFD）シミュレーション技術と風洞実験技術の高度化を実施した。比較的簡便な方法により、風洞実験における乱流境界層を生成・制御する技術を開発し、その有効性を実証した。

風速のリモートセンシング技術の現状とこれからの課題について文献調査を実施するとともに、前倒しで実際

の複雑地形におけるソーダーによる風計測を実施した。その結果、平坦地形の場合と比較して、複雑地形においては、リモートセンシング計測と従来のカップ風速計等による点計測の結果との差異が大きくなり、これは地形に起因した気流のゆがみが原因であることを結論付けた。

本事業の目的・実施内容を遂行し、IEA 推奨基準／IEC 国際標準への提案を実施するためには、単に本事業受託者のみならず、多くの利害関係者を交えた議論が必要である。そのため、国内の風力発電関係者を結集した「次世代風力発電基礎応用技術研究開発・IEA 風力国内委員会」（事務局：日本電機工業会）を設置し、研究開発成果の国内発信及び IEA/IEC における成果の国際発信に向けた国内取りまとめを実施している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】風力発電技術、風車設計、複雑地形風特性、風のリモートセンシング技術

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／液相マイクロ波プロセスによる次世代大容量活物質の研究開発

【研究代表者】木嶋 倫人

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】木嶋 倫人、秋本 順二

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

遷移金属酸化物もナノ粒子化することにより充放電が可能になり、負極として機能する。これらのナノ粒子活物質は、インターカレーション反応を利用した従来の酸化物系負極材料に比べ大容量であり、金属までの還元反応を利用することにより高容量化が達成されている。金属酸化物ナノ粒子の金属までの還元反応を利用する場合、従来の技術では到達できないレベルまで微細化が可能な合成技術を確立する必要がある。液相マイクロ波プロセスは、均一且つ急速加熱を特徴とするため、均一な核生成ならびに結晶成長が可能であり、従来技術に比べ、より微細なナノ粒子を、粒径分布を伴わずに合成可能な手法である。

本研究の目的は、液相マイクロ波プロセスをもちいて極めて粒径分布が小さいナノ粒子を合成することにより、大容量で可逆的に充放電可能な酸化物系負極材料を創成し、リチウムイオン電池の高容量化を実現することである。本年度は、液相マイクロ波プロセスをもちいて粒子サイズが制御された酸化鉄ナノ粒子を合成し、その電池特性を評価した。粒子サイズを最適化することによって、初期容量1000mAh/g 以上、50サイクル後の容量維持率60%以上を達成した。粒子サイズの違いにより、初期容量およびサイクル特性が異なることが明らかになり、その原因を解明するために分析電顕等により電極構造の評価を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウムイオン電池材料、酸化鉄ナノ粒子、液相マイクロ波プロセス

【研究題目】知的基盤研究開発事業／DNA チップの互換性向上のための SI トレーサブルな核酸標準物質作製・評価技術の研究開発

【研究代表者】関口 勇地（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、陶山 哲志、野田 尚宏、吉池 里和（生物機能工学研究部門）、高津 章子、藤井 紳一郎、絹見 朋也、柴山 祥枝、稲垣 和三、成川 知弘（計測標準研究部門）（常勤職員10名、他1名）

【研究内容】

本事業では、DNA チップ（DNA マイクロアレイ）の比較互換性の向上に不可欠な課題のひとつである、測定の基盤となる核酸標準物質の作製・評価技術を確立することを目的に、バイオインダストリー協会と共同で、主に以下の4つの課題に関して検討を進めた。(1) 核酸の一次標準測定法（SI トレーサブルな核酸の計測方法）の確立、(2) 核酸認証標準物質の製造法、純度検定法、安定性、保存方法の確立、(3) 核酸標準物質の候補配列のリスト、ライブラリ化、(4) 核酸認証標準物質の開発と頒布体制の構築。平成21年度は、同位体希釈質量分析法に関して、DNA および RNA について、LC/MS を用いてそれぞれの単量体を精密かつ高感度に分離分析できる測定系を確立した。また、測定の基準となる各種スクレオチドについては、リン定量および高速液体クロマトグラフィー、水分測定等を用いて純度評価を行った。また、実際に想定される認証標準物質候補配列（DNA および RNA）を対象とした核酸分子の均質性評価方法、及び長期安定性に関する評価方法の確立を行った。選定した DNA 標準物質候補および RNA 標準物質候補の評価方法を構築するため、それぞれの配列を持つ核酸分子を検出、定量するための定量的 PCR 法による定量系を構築した。臨床遺伝子関連検査用核酸標準物質の開発・普及を巡る国際的な動向を踏まえ、国内の産業界で必要とされる核酸（DNA および RNA）認証標準物質候補を選定した。整備すべき候補認証（DNA）標準物質として、遺伝子型解析に利用される DNA チップのバリデーションのための人工塩基配列をもつ DNA 標準物質4種を選択し、その製造と評価を進めることで候補物質開発用プロトコルの確立を進めた。それぞれの核酸分子の合成を進め、評価のために必要な量の候補物質を合成、精製を行った。また、本標準物質を頒布することを想定し、必要量に分注した各試料を基に必要な評価を進めた。

【分野名】ライフサイエンス、標準・計測

【キーワード】核酸、DNA チップ、標準物質

【研究題目】固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／分子篩炭素を利用した高いCO被毒耐性を有する電極触媒の開発

【研究代表者】高木 英行（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】高木 英行、安藤 祐司、山本 恭世（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

定置用燃料電池や燃料電池自動車の早期実用化という明確なニーズに答えるためには、水素供給も考慮に入れ、燃料電池システムの開発を進めることが重要である。「燃料電池・水素製造技術開発ロードマップ」においては、化石燃料由来エネルギーや再生可能エネルギー等を利用した水素製造技術が示されており、短中期的には、化石燃料あるいはバイオマス由来の炭化水素系燃料が、燃料電池への水素供給源として中心的な役割を果たすと考えられる。しかしながら、固体高分子形燃料電池においては、水素製造過程での副生成物であるCO（一酸化炭素）が白金電極を被毒するため、シフト反応やCO選択酸化反応等によりCO濃度を10ppm程度まで十分下げて燃料電池に供給する必要がある、その結果、システムの大形化及び起動性の低下などが問題になっている。従って、高いCO被毒耐性を有する電極用触媒の開発は、固体高分子形燃料電池技術の発展・普及において、克服すべきキーテクノロジーの一つとなっている。

本研究開発では、孔径0.2～0.35nmの微細孔を有する特徴的なナノカーボン材料である分子篩炭素を利用することで、COが活性金属（白金等）に吸着せず、高いCO被毒耐性を有する革新的な固体高分子形燃料電池アノード触媒を開発することを目標としている。開発期間中、活性金属ナノ粒子が分子篩炭素に被覆された微粒子触媒の調製法の確立を目標とした研究を遂行し、300nm程度の分子篩炭素微粒子中に、3-5nm程度の白金ナノ粒子が分散した触媒の調製に成功した。また、開発した電極触媒の構造について電子顕微鏡（SEM、TEM）、蛍光X線、X線回折法、吸着（プローブ）法及び昇温脱離（TPD）法を用いた評価法を確立した。さらに、回転ディスク電極装置を用いて、開発した触媒の活性表面積及び水素酸化活性を評価し、高いCO被毒耐性が発現することを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、電極触媒、CO被毒耐性、ナノカーボン材料

【研究題目】高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発

【研究代表者】近藤 道雄（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】坂田 功、劉 正新、高遠 秀尚、加藤 俊一、永井 武彦、増田 淳、

Svrcek Vladimir, Turkevych Ivan、
 菱川 善博、大谷 謙仁、西 大輔、
 仁木 栄、石塚 尚吾、反保 衆志、
 崔 誠佑、松原 浩司、吉田 郵司、
 原 浩二郎、宮寺 哲彦、大橋 昇、
 西村 久美子、鯉田 崇、齋 均
 (太陽光発電研究センター)、
 橋 浩昭、
 杉山 泰、水野 冬矢、菅谷 武芳、
 長谷川 達生(光技術研究部門)、
 加藤 隆二、古部 昭広
 (計測フロンティア研究部門)、
 大古 善久(環境管理技術研究部門)、
 柴田 肇、永崎 洋、吉田 良行
 (エレクトロニクス研究部門)、
 Kazaoui Said, Cook Steffan
 (ナノチューブ応用センター)、
 宮内 雅浩(ナノテクノロジー研究部
 門)
 (常勤職員30名、他7名)

【研究内容】

40%を超える高効率のために最適な複数のバンドギャップを有する高度秩序薄膜材料を新たに設計・創製する。それら新材料をシリコン系3接合および化合物系4接合デバイスに適用し、波長選択型導電層を介して2端子メカニカルスタック太陽電池を形成する。また光マネジメント技術、多重エキシトン生成、二光子利用技術などの新原理検証についても検討を行う。シリコン系3接合デバイスと化合物系4接合デバイスのテーマで開発された新材料は最終的に最適なものを選択して相互に利用する。本研究開発は計14機関で共同実施するものであり、産業技術総合研究所は15のサブテーマを実施する。各サブテーマの成果は以下の通りである。

①-1：高配向性平面ポリシラン材料の開発

種々な置換基を有する直鎖状ポリシランを合成し、ポリシラン薄膜の加熱処理に対する光照射や置換基の効果について調べた。紫外光を照射しないでポリシラン薄膜を加熱すると吸収が減少するだけであった。それに対して、加熱前のポリシラン薄膜に紫外光を照射すると、加熱後の吸収スペクトルには、吸収の幅、ならびに吸収の裾の広がりが観測されることを見出した。更に、ポリシランの側鎖基をベンゼン基、ナフチル基、アントラセン基と変えることにより、加熱後のバンドギャップがより低エネルギー側にシフトすることも明らかにした。

①-3-A：結晶系ナローギャップ材料太陽電池の開発

分子線エピタキシー(MBE)システムを用いて、高品質結晶 SiGe 膜の開発を行い、膜成長条件と膜の組成、歪の関係を明らかにした。SiGe の膜質の指標として、マイクロ波光伝導度減衰法で測定される少数

キャリア寿命に注目し、正確な少数キャリア寿命評価に必要な表面不活性化技術を確立した。SiGe 膜の組成・成長条件と少数キャリア寿命の関係を明らかにしつつある。ヘテロ接合形成に向け、SiGe 上への化合物結晶半導体薄膜の MBE 成長の検討を行った。バンド不連続の推定から、化合物結晶半導体薄膜として InGaP を用いることが有効であることを見出した。

①-3-B：シリコン-ゲルマニウム-スズ低温エピタキシャル新技術の開発

ボトムセル材料としてシリコン-スズ系擬結晶薄膜の作製を試みた。製膜にはプラズマ CVD 法を用い、高水素希釈条件下、スズ濃度が10%以下の領域において、作製されたシリコン-スズ薄膜はアモルファス状態からポリ化する事を明らかにした。さらに、薄膜中に含まれるスズ濃度が増加するに従い光学バンドギャップエネルギーが低下し、プロジェクトの中間目標であるバンドギャップエネルギー0.9eVを有する薄膜の作製に成功した。さらに、フォトコンダクティビティの明/暗比が3~4桁あるシリコン-スズ薄膜の作製に成功した。

①-4：ヘテロ接合デバイス化技術の開発

サブテーマ①-1もしくは①-2で開発する単接合トップセル、サブテーマ①-3-A~F で開発する単接合ミドルセルならびに単接合ボトムセルを組み合わせることで、メカニカルスタックシリコン系3接合太陽電池を実現する。このための要素技術として、高温でも発電効率の低下を防ぐヘテロ接合を有する太陽電池デバイスを開発する。平成21年度は、ゲルマニウムを用いたヘテロ接合太陽電池の作製を試みるとともに、ゲルマニウムウエハの洗浄法が太陽電池特性に大きく影響することを明らかにした。洗浄法の違いにより、ゲルマニウムの酸化物層の残留量に差異が生じることが明らかになった。これらのことより、酸化物層が太陽電池特性に影響することが示唆された。

②-1：ワイドギャップカルコゲナイド系太陽電池の開発

硫黄系単結晶薄膜太陽電池の作製に必要な薄膜堆積装置を設計・導入し、製膜に着手した。また、高品質な単結晶薄膜製膜のための基板材料の開発を目指して CuInS₂および CuInSe₂のバルク結晶の育成に取り組み、単結晶化に成功した。評価技術に関しては、CIGSSe 系太陽電池の表面・粒界・バルクの評価技術の開発を目指している。粒界領域のバンド湾曲の組成依存性の評価を可能にする局所領域の禁制帯幅の計測装置を設計・導入し、評価に着手した。

②-3：革新的ワイドギャップ材料太陽電池の開発

分子線エピタキシーにおいて、As₂分子線や成長中絶法を用いることにより、歪補償層を用いることなく、100層以上整列した InGaAs 量子ドット多積層構造の作製に成功した。また、各ドットが電子的に結合した多積層量子ドット超格子を形成するため、量子ドット

間を3nmとして20層の多積層化にも成功した。フォトルミネッセンスの励起光強度依存性から、世界で初めて多積層量子ドット超格子のミニバンド（中間バンド）の形成を確認した。これらの技術を用いて試作した量子ドット太陽電池の変換効率はARコート無しで10.3%を超え、世界トップレベルであった。歪補償技術による量子ドット太陽電池では、量子ドット間バリア層の薄膜化に伴ってN濃度を増加する必要があり、それによってVocが低下する問題があるが、本研究では歪補償層を用いないため、ドット間を3nmとしてもVocはほとんど低下しないことがわかった。

②-6：化合物系タンデムセルの開発

モノリシック型タンデム化技術に関しては、Ge単結晶基板上への単結晶製膜を検討した。Ge基板の洗浄技術を確立し、Ge基板上へのCIGSの製膜に着手した。ストイキオメトリ組成付近でエピタキシャル成長を確認した。メカニカルスタック型タンデム太陽電池の開発については、GaAs(P)太陽電池とCIGS太陽電池のスタック構造の作製のための技術検討を行った。リフトオフによるGaAs太陽電池薄膜の剥離技術を確立し、TCO層への薄膜接着技術の開発に着手した。

③-1-A：ナノシリコン／ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討

ナノシリコン結晶と高分子の混合体を用いた太陽電池で多重励起子の生成による超高効率太陽電池の作製を目的として、ナノシリコン／ナノカーボン複合材料における多重励起子生成の原理検証と本材料を用いた新概念太陽電池開発によるデバイス実証を行う。約40wt%のナノシリコン結晶を、酸化を抑制しながらP3HTに混合することにより高い光電流を得ることに成功した。2種類のナノシリコン結晶作製法を比較し、ナノ秒レーザーアブレーションにより作製したナノシリコン結晶がブレンド膜作製時においても高い光電流特性を示すことを見出した。さらに酸化チタンナノチューブを利用して混合膜を整列することに成功した。

③-1-B：ナノシリコン／ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討

カーボンナノチューブ(CNT)を用いて新概念新材料太陽電池の実現を目指し、選択的に抽出した高純度(90%以上)p-型半導体単層CNTを用いたバルクヘテロ型とpn接合型の有機太陽電池の研究開発を行った。バルクヘテロ型では、ガラス/ITO/PEDOTの基板とAl電極の間にp-型半導体単層CNT、p-型半導体ポリマー(P3HT)とn-型フラーレン(PCBM)が挟まれたバルクヘテロ接合有機太陽電池の作製と評価を行った。p-型半導体単層CNTの濃度を増すと、太陽電池の変換効率が向上し、変換効率は3.4%、近赤外域(0.8~1.3eV)の量子効率最大5%、可視光領域での量子効率は最大73%に達した。更にCNTの

バンドギャップを近赤外域(0.8~1.3eV)の範囲で制御し、開放電圧Voc=0.5Vを達成した。p-型半導体単層CNT薄膜とn-型フラーレン薄膜を用いたpn接合型では、太陽電池の変換効率は0.1%、Voc=0.26V、近赤外域(0.8~1.3eV)での量子効率は最大1%、可視光領域での量子効率は最大20%であった。

③-2-A：単結晶有機半導体を用いた新概念太陽電池の検討

単結晶有機半導体を用いた新概念太陽電池の創製に向けて、ドーピング技術の導入による半導体特性の高性能化と単結晶有機半導体の作製技術の確立の2つのアプローチを試みた。半導体特性の高性能化では分子線蒸着装置を用いて、フラーレン(C60)に対してマグネシウム(Mg)のドーパ量を制御して特性の違いを調べた。その結果、Mgのヘビードープ(体積でC60の10倍)により導電率の著しい向上が見られた。この特性を利用して界面のドーパ量を段階的に制御したヘテロ接合型有機薄膜太陽電池を作製し、変換効率0.2%を得た。単結晶有機半導体の作製技術の確立では、昇華精製技術によりルブレンの平板状結晶を得る条件を見出し、更に厚さを数百マイクロンから十マイクロン程度に薄化する技術を確立した。

③-3-A：強相関材料を用いた新概念太陽電池の検討

5種の分子化合物系ナローギャップ半導体(DBTTF-TCNQ、TTF-CA、PTZ-TCNQ、TMB-TCNQ、ClMePD-Et2TCNQ)において、単結晶ショットキー型接合により光電変換効果の確認に成功した。またDBTTF-TCNQによる素子では、1eV以上の光電変換を確認した。さらにDBTTF-TCNQとPTZ-TCNQによる素子において10μm以上に及ぶ有機半導体としては例外的に長い励起子拡散長を観測し、太陽電池用半導体材料としての有望性を確認するとともに、光電変換特性と界面電子状態の相関に関する重要な知見を得た。

③-3-C：構造制御ナノ材料を用いた太陽電池

金属ナノ粒子からの光励起電子が酸化チタン中を移動可能な距離について、短絡電流値を指標にして光電気化学的に調べたところ、約1μmの膜厚で光電流を確認した。一方、光電流のアクションスペクトルが銀ナノ粒子の吸光スペクトルと対応する結果を得、425nmの単色光で光電変換効率が1%に達する試料調製法を見出した。Auナノコロイドならびに酸化チタンナノ粒子からなる光電極ならびにポリマー電解質を用いた太陽電池デバイスの作製、特性評価を行った。更に、CdSe量子ドット系ならびに色素系の検討の中で、酸化チタンナノ粒子からなる電極表面をオルトケイ酸テトラエチルにより処理することにより、太陽電池の光電流が向上することを明らかにした。

④-1-A：メカニカルスタック技術の開発

薄膜単結晶太陽電池の開発に必要な支持基板(極薄

膜単結晶シリコン/透明導電膜 (TCO) /ガラス)の開発および異種太陽電池を電気・光学・機械的に接続するため TCO 薄膜同士の接合技術の開発を行っている。前者に関しては陽極接合法を応用し、シリコンウェハ/TCO/ガラス基板の作製に成功した。作製後の TCO の電氣的劣化がほぼないこと及び十分な接合強度を得られることを確認した。後者に関しては、表面ラフネス RMS0.3nm 以下の平坦性に優れた非晶質 In_2O_3 薄膜を形成させ、同薄膜同士を圧着・加熱し、非晶質相を固相結晶化させることにより電気・光学的接続が可能であることを確認した。現在のところ接合強度は弱く、材料及び表面処理方法を検討し強度改善を図っている。

④-2-A：高度光閉じ込め技術の開発

本サブテーマでは、薄膜多接合太陽電池の高効率化にとって極めて重要な光マネジメントの高度化を目的とし、多接合太陽電池の最裏面に用いる光散乱基板 (フォトニック基板) と、個別の発電層間を繋ぐための波長分別機能を有した中間層 (フォトニック導電膜) を開発する。本年度は①光散乱基板の光学設計、②光散乱基板作製プロセスの開発を実施した。①については光学解析ソフトを利用し、光閉じ込め効果を最大化する基板形状及び材質の選定を行った。②では、パターンニング及び研磨工程について集中的な研究開発を行い、透明導電性酸化物を材料とした周期 $2\mu\text{m}$ 以下の2次元回折格子、化学機械研磨による RMS 粗さ 2nm 以下の平坦化をそれぞれ実現した。また、回折格子基板を薄膜シリコン太陽電池に適用し光閉じ込め効果の向上を確認した。

④-3-A：高性能透明導電膜の開発

開発中の低赤外吸収・高移動度 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ 薄膜に対し、更なる低抵抗率化を実現するとともに高移動度を示す要因を明らかにした。非晶質 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ 薄膜の In/O 比を適切に調整し固相結晶化させることにより高移動度を維持した状態で低抵抗率化 (抵抗率 $2.2 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 、キャリア濃度 $2.8 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 、移動度 $100 \text{cm}^2/\text{Vs}$) に成功した。また、種々の電気特性をもつ非晶質・結晶質 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ 薄膜のキャリアの有効質量と緩和時間を求めることにより、①結晶化に伴う移動度の増加は、主として緩和時間の増加による、②キャリアの生成・散乱機構は非晶質では酸素欠損、結晶質では酸素欠損が減少し H^+ 由来と変化していることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】薄膜多接合太陽電池、高度秩序構造、メカニカルスタック太陽電池、波長選択型導電層、光マネジメント技術、多重エキシトン生成、二光子利用技術

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略の開発
／エネルギー使用合理化技術実用化開

発／インバータ高効率化のための GaN 双方向スイッチの研究開発

【研究代表者】清水 三聡 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】清水 三聡、井手 利英、大橋 弘通 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究開発では、窒化物半導体材料を用いたゲートインジェクション型の双方向スイッチング素子の開発を進め、マトリックスコンバータやインバータなどの低損失化を目的とする。そのため①素子モデル技術②レギュレータ回路技術の開発を行った。

① 素子モデル技術

本年度は、ゲートインジェクション型の素子の動作の詳細を調べるために、引き続きデバイスシミュレータの解析を行った。ゲートからのホール注入の影響は、再結合係数に強く依存することが分かった。実際のデバイスでは、ゲートからのホール注入により gm 特性に二つのピークが現われ、これはバイポーラデバイスでの少数キャリアの振る舞いとほぼ同等であることが分かった。

② レギュレータ回路技術

IGBT を直列に接続した回路を用いて、ゲートが二つある場合の素子の評価手法を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】GaN、スイッチングデバイス、双方向素子、マトリックスコンバータ、低損失電源

【研究題目】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等 技術開発シナリオに関するフィージビリティスタディ等研究開発／水素エネルギーシステムの社会的便益に関する研究開発

【研究代表者】赤井 誠 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】赤井 誠、西尾 匡弘、伊藤 博、前田 哲彦 (常勤職員4名)

【研究内容】

燃料電池自動車 (FCV) の本格的導入普及に向けた導入施策の検討などを行い、FCV 及び水素の社会的受容の拡大と導入普及の効率的な実現施策を支援することを目的として下記のような研究を実施した。

①水素燃料電池自動車の導入に係る社会的便益に関する研究

外部性評価の方法論をベースにして、これまでに実施してきた評価における不確実性をさらに低減するとともに、最新の FCV 導入シナリオの利用、および現実的な競合システムとの比較を行うことが、FCV 目標価格や普及施策の検討において重要であると考えられるため、本研究においては、2年間の予定で、外部便益評価の対

象シナリオおよび評価バウンダリの追加・評価方法やデータの更新と評価を実施した。

まず、今後のFCV普及施策選択肢の検討に資するデータの作成を目的として、車種別に1台導入あたりの外部便益を算出。また、競合シナリオの検討のため、電気自動車（EV）、プラグインハイブリッド車（PHEV）、ハイブリッド車に関しても外部便益を算出した。その結果、4種類の代替次世代車の外部便益には、大きな差はなく、ガソリン利用乗用車（自家用）を代替する場合は、1台あたり年間7,000円前後の外部便益となる。また、FCVの各車種に対する外部便益評価の結果から、車種、つまり代替する燃料（ガソリン、あるいはディーゼル）や走行形態によって外部便益が異なり、水素燃料1Nm³あたりの外部便益は、ガソリン代替で17円/Nm³（15～31円/Nm³）、ディーゼル代替で8円/Nm³（1～27円/Nm³）となることを明らかにした。

また、FCVの普及初期の経済的波及効果について、産業連関表を用いた分析を行い下記の結果を得た：①投資額合計は10年間累計で17,931億円、経済波及効果は51,599億円、投資額合計に対する比は2.88倍。また、投資額100万円あたり0.14人の雇用創出。GDP押し上げ効果は年平均0.043%：②全国レベルの事業の波及効果は1.9～2.6倍であり、FCV普及事業は経済波及効果誘発比率の比較的大きい事業といえる。また、波及先の裾野が広いことも特長の一つである。

②水素燃料電池自動車の社会的便益評価システムの構築
FCV・水素インフラ導入シナリオに加え、複数の競合シナリオに対する評価を実施するため、これまでに開発してきた方法論に従った柔軟な評価システムを構築市販の数値分析ソフトウェア AnalyticaTM をベースとし、ExcelTM シートで計算条件・導入シナリオを入力し、自動的に Analytica で読み込み、外部コストおよび導入コストを計算し、エクセルに出力するモデルを構築した。また、主要パラメータに対して確率分布を設定し、モンテカルロシミュレーションにより感度分析も実施可能とした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素、燃料電池自動車、外部性

【研究題目】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等／可視光応答性半導体を用いた光触媒および多孔質光電極による水分解水素製造の研究開発

【研究代表者】佐山 和弘（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】佐山 和弘、杉原 秀樹、草間 仁、小野澤 伸子、三石 雄悟、Wang Nini（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

太陽エネルギー利用の数少ない選択肢の一つとして、

水を分解して水素と酸素を製造する「太陽光水素製造技術」は持続可能な水素社会実現のための理想的な技術である。本研究開発事業の目的としては、可視光応答性半導体を用いた光触媒及び多孔質光電極による水分解水素製造の研究開発に関して、太陽光による水分解水素製造の実用化のための基礎要素技術を開発するとともに、正確なコスト計算に必要な実験データを収集する。太陽電池と水電解を単に組み合わせたシステムや化石資源の接触改質による水素製造システムの水素製造コストよりも大きく下回る新しい低コスト水素製造システムの実現可能性を検討する。具体的には、多孔質半導体光電極の構造制御による高性能化、レドックス媒体を用いた効率的な光触媒—電解ハイブリッドシステムによる水素製造、高速自動半導体探索システムと計算化学を用いた新規可視光応答性半導体探索、理論効率、経済性・将来性の試算などの研究を進め、上記事業目的を達成する。

多孔質半導体光電極の構造制御による高性能化については、ビスマスバナデート光電極の高性能化のための要因を解明することを中心に行い、炭酸塩水溶液が性能向上に著しい影響を与えることを見いだした。高速自動半導体探索システムを用いた新規可視光応答性半導体探索については、欧州と競争が激しい酸化鉄系半導体について3元系の探索を行い、特殊な組成での性能向上効果を確認した。レドックス媒体を用いた効率的な光触媒—電解ハイブリッドシステムによる水素製造については、酸化タングステン粉末光触媒の高性能化のための要因を解明することを中心に行い、セシウム処理が全体活性向上に大きく影響することを確かめた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素製造、光触媒、光電極

【研究題目】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／システム技術開発／車載等水素貯蔵・輸送容器システム技術に関する研究開発

【研究代表者】浅野 耕太（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】浅野 耕太、秋葉 悦男、中村 優美子、榎 浩利、榎 浩司、松本 愛子、中島 典行（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

目標：

燃料電池自動車に燃料である水素を車載するためのハイブリッド貯蔵タンクに使用する水素貯蔵材料の開発および評価を行う。ハイブリッド貯蔵タンクとは高圧水素ガスと水素貯蔵材料を組み合わせた水素貯蔵タンクであり、重量当たりの水素貯蔵量が高いことが求められている。本研究ではハイブリッド貯蔵タンクの充填水素圧力として想定されている35MPaあるいはそれ以上の水素圧力下で2.7質量%以上の水素貯蔵量をもつチタン系合金の合成を目標として、以下の材料開発を進めた。

研究計画：

現在ハイブリッド貯蔵タンクに用いられている水素貯蔵材料は、過去に我々がトヨタ自動車との共同研究により開発した体心立方（BCC）構造をもつチタン系合金がベースとなっている。Ti-V-Mn 系 BCC 合金は水素化によって3種類の水素化物相を生成し、それらの結晶構造は水素濃度が低い順に BCC および2つの面心立方（FCC）構造である。本研究では、これら3種類の水素化物間の水素吸蔵放出を利用することで高い水素貯蔵量を目指した。

年度進捗状況：

Ti-V-Mn 系合金は合金の組成によって BCC 相の他に C14型ラーベス相を生成する。我々は本研究課題開始以前に BCC 相が C14型ラーベス相に比べて高い水素貯蔵量をもつことを明らかにしており、平成20年度より BCC 相を主とした合金の開発を進めてきた。平成21年度に合成した $Ti_{0.84}V_{1.47}Mn_{0.69}$ 合金は、25°Cにおいて3.2質量%の水素を吸蔵したが放出はほとんど観察されなかった。この合金は120°Cで水素を放出した後であれば再び25°Cにおいて2.6質量%の水素を吸蔵することが分かった。他方、 $Ti_{0.93}V_{0.93}Mn_{1.14}$ 合金は吸蔵した水素の約40%、 $Ti_{0.63}V_{0.93}Mn_{1.44}$ 合金はほぼ100%の水素を25°Cにおいて放出した。X線回折実験により、 $Ti_{0.84}V_{1.47}Mn_{0.69}$ 合金は BCC 単相合金であることが、 $Ti_{0.93}V_{0.93}Mn_{1.14}$ および $Ti_{0.63}V_{0.93}Mn_{1.44}$ 合金は BCC 相および C14型ラーベス相からなる2相合金であることが分かった。現時点ではその機構は不明であるが、C14型ラーベス相の共存は室温付近での水素放出に対して有利に働くと推定される。今後は BCC 相の相分率が高い2相合金を合成して、水素貯蔵量および水素吸蔵放出圧力を最適化する予定である。特に、合金が室温付近で繰り返して水素を吸蔵放出することを目指して、水素放出過程の平衡水素圧を上昇させることが課題である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素エネルギー、水素貯蔵材料、ハイブリッド貯蔵タンク

【研究題目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発／ハイブリッドナノカーボン電極による水系電気化学スーパーキャパシタの開発

【研究代表者】 曾根田 靖（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 曾根田 靖、児玉 昌也、羽鳥 浩章、山下 順也、山下 安正、常名 美穂子、有馬 住子（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

炭素材料を電極とする電気二重層キャパシタ（EDLC）では、現在有機系電解液が主流であるが、水系電解液（水系キャパシタ）は高導電率や低コストなどの利点を持っている。水系は有機系と比べて低い作動電圧に起因して低容量であり、疑似容量導入によって比容

量を改善すれば、廉価な汎用型デバイスとしての需要拡大が見込まれる。本研究では炭素繊維から合成した高結晶性で高容量を示す膨張炭素繊維と、含有窒素による疑似容量効果を持つ窒素ドーブ炭素の性能を融合することで両者の特徴を併せ持った新電極材料を創製し、ハイブリッドナノカーボン電極による革新的な水系電気化学スーパーキャパシタの開発を目的としている。

本年度は、窒素ドーブ炭素構造の最適化に関して、メラミンモノマーとクエン酸マグネシウムを混合した酸化マグネシウム鋳型法を検討した。前駆体比を調整し、ガス賦活ではない単純焼成によって $2,000\text{m}^2\text{g}^{-1}$ を超える高比表面積窒素含有ナノカーボンが得られ、40%硫酸電解液中での単電極容量が 400Fg^{-1} を超えることを示した。

また、炭素六角網面内に窒素官能部位を導入する手法として、含窒素高分子の熱分解物との類似構造を低温における有機合成的手法によって調製することを試みた。具体的には、1,2,4,5-ベンゼンテトラアミンと1,4,5,8-ナフタレンテトラカルボン酸をポリリン酸中で重縮合させ、ベンズイミダゾベンゾフェナントロリンラダーポリマー（BBL ポリマー）を合成した。BBL ポリマーフィルムを一方の電極に、他極に活性炭を用いた評価セルは、中間目標である単電極容量 500Fg^{-1} を上回る 608Fg^{-1} を示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 キャパシタ、窒素ドーブ、ハイブリッド

【研究題目】 次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト/ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発

【研究代表者】 松本 吉央（知能システム研究部門）

【研究担当者】 松本 吉央、末廣 尚士（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究の目的は、知能ロボット用ソフトウェアモジュール再利用性の実現を目的として、開発手法の検討、知能モジュールの検証試験、蓄積・提供、ならびに普及促進などの検討と実施を行う。平成21年度は、以下の研究開発を行った。

(1) リファレンス RTC の検討

移動サブワーキンググループ内で行う予定である共通利用可能な RTC の仕様およびロボットシステムの構成の検討結果をフィードバックして、移動作業に関するリファレンス RTC の仕様のブラッシュアップを行った。また、プロジェクト全体の移動関連 RTC を機能毎に分けてマッピングした「モジュールマップ」を作成し、RTC 群全体の重複と、その中でオープンソースとして出てくる RTC について確認を行った。

(2) 検討結果の公開・紹介

前項の検討結果を、各研究体に公開し説明するために、移動サブ WG および再利用 WG に出席し、報告を行っ

た。

(3) 再利用モジュール策定のためのアプリケーションシステム事例検討

実際に RTC が使われるであろうアプリケーションをイメージし、そのシステム構成を分析し、そこで必要となる知能モジュールについてトップダウン的に検討した。具体的には、移動関連モジュールの典型的なアプリケーションとして「搭乗案内タスク」を設定し、そのサービス要求仕様を決定した。また、そのためのプラットフォームとして、PA10を用いたハンドアイシステム、リファレンスハードウェア、移動ロボット Segway RMP、搭乗可能な全方向移動車いすを導入・整備した。

(4) 再利用モジュールの策定方法

前項で決めるアプリケーションシステムに適合する知能モジュールを選択し、それらを結合して上記の試験プラットフォーム上で動かすことを試みた。具体的には、Segway RMP の上に、奈良先端大で開発された天井画像による自己位置推定アルゴリズムを RTC 化したものを実装し、RTC 再利用技術研究センターにて動作を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、ソフトウェア、RT ミドルウェア、再利用性

【研究題目】基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト

【研究代表者】谷川 民生 (知能システム研究部門)

【研究担当者】谷川 民生、安藤 慶昭、小島 一浩、神徳 徹雄、大場 光太郎
(常勤職員5名)

【研究内容】

本開発事業ではロボット技術の応用アプリケーションとして住宅といった建築内におけるインテリジェントな環境埋め込み型ロボットシステムのビジネス展開を目指し、建築物内に分散させた RT (Robot Technology) 要素部品を連係動作させることで、建物の品質管理および利便性が向上することを実証する。開発の中心は、各 RT 要素部品の接続を容易に実現する通信基盤モジュールの開発であり、RT ミドルウェアを従来の PC 上ではなく、組み込み系 MPU 上で動作させる必要がある。

本年度においては、開発される「基板通信モジュール」および「要素部品管理モジュール」の具体的な仕様に基づき、基盤通信モジュールに接続される住宅の RT 機器の特性に合わせ、住宅のネットワークシステムの構成について方針を検討した。RT 機器の誤動作によるリスクに応じてカテゴリーを分け、誤動作によるリスクが大きい RT 機器は有線ネットワーク下に配置し、誤動作のリスクが低い RT 機器は設置の簡便さを重視し、無線ネットワーク下に配置する事とした。有線ネットワークとして CAN を基本としたネットワークプロトコルを採

用し、無線ネットワークとしては Zigbee を採用した。一方、基幹ネットワークとしては、住宅向けとして PLC の検討を行った。まずは、Ethernet を基幹ネットワークとして基本動作を確認後、最終的には PLC による基幹ネットワークにより最終実証試験を行うこととした。また、最終実証実験に向け、RT 要素部品を組み込む住宅モデルの設計を関係機関と共に進め、研究所内に住宅実証スペースを構築した。この実証スペースに組み込む RT 要素部品として、まずは、センサーおよびセンサー情報を蓄積するデータベースの構築を行い、定期的に住宅内の環境情報を取得ならびに蓄積する仕組みを構築した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ネットワーク、RT ミドルウェア、システム化、住宅

【研究題目】次世代高効率ネットワークデバイス技術開発

【研究代表者】石川 浩 (ネットワークフォトンクス研究センター)

【研究担当者】抜間 壽文、物集 照夫、河島 整、黒須 隆行、秋本 良一、永瀬 成範、牛頭 信一郎、Lim Cheng Guan、並木 周、来見田 淳也、鉄塚 治彦、須田 悟史、小笠原 剛、秋田 一路、Petit Stephane、谷澤 健、庄司 雄哉、土田 英実、森 雅彦、榊原 陽一、金高 健二、山本 宗継、岡野 誠、亀井 利浩
(常勤職員19名、他6名)

【研究内容】

超高速光 LAN-SAN システム用として、160Gb/s のハイブリッド集積の小型光トランシーバの開発と、このトランシーバを用いたスーパーハイビジョンの放送局舎内の LAN 伝送を目指した研究を行っている。160Gb/s 用のゲートデバイスとして、サブバンド間遷移素子を用いた空間光学系の干渉計型の超高速全光スイッチモジュールを開発し、1.5pJ のファイバ入力ゲートパルスエネルギーで、160Gb/s 信号の無エラーでの40Gb/s に多重分離する動作に成功した。さらに、現状の14cm×10cm 程度の空間光学系のモジュールを数 mm 角のサイズの素子にするために、シリコン微細導波路を用いたマイケルソン干渉計とサブバンド間遷移素子とのハイブリッド集積を目指した素子を開発基礎的な動作に成功した。また、放送局舎内 LAN の方式の検討を NHK、富士通研と連携して進めてきたが、21年度には、スーパーハイビジョンの信号を通信系のフォーマットに変換、さらに43Gb/s のトランシーバで光信号化したのち、86Gb/s 光時間多重方式で、送受する装置を開発、NHK 技研内で、スーパーハイビジョン2チャンネルの送受実験に成功

した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 光-光スイッチ、超高速160Gb/s、シリコンフォトニクス、光集積技術、光信号処理、超高速光伝送

〔研究題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／生活行動応答型省エネシステム (BeHomeS) の研究開発

〔研究代表者〕 松岡 克典 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 松岡 克典、吉野 公三、佐藤 稔久 (常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

各生活状態に合わせた合理的な省エネを実現する生活行動応答型省エネシステム (BeHomeS) の開発を目的に、宅内ネットワークを通じて得られる家庭内機器等の運転情報を活用して生活状態を推定する生活行動推定技術を開発した。

平成21年度においては、昨年度得られた既存住宅での実生活データと本年度得られた実験住宅での実生活データに対する解析を進め、これまで開発してきた生活行動推定手法の改良を行った。

生活行動推定の精度向上を目指して、生活行動を誘引する生活行動があるかどうかを既存住宅データから調べた。トイレに行く行動と他の行動との関係をベイジアンネットワークにより解析した結果、起床時間やトイレの利用時間間隔が、トイレの使用頻度に関係があることが分かった。また、トイレの利用頻度は季節により異なり、各家庭の生活様式の違いに起因していると推定された。

実験住宅における家電機器等の自動運転制御が、日常生活行動に影響を与えたかどうかを検証した。各時刻における人感センサの反応時間割合を求め、制御期間と非制御期間の違いを比べた結果、その差は小さく、機器の自動制御による生活行動変化は起きなかったことが確認できた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 人間行動、生活状態、省エネ

〔研究題目〕 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／ナノ界面制御による高容量電極の研究開発

〔研究代表者〕 周 豪慎 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 周 豪慎、細野 英司、齋藤 喜康、劉 海梅、李 会巧 (常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

水熱合成法、ゾル・ゲル方法とイオン交換法と高温焼結法を用いて、VO₂、V₂O₅、LiV₃O₈などナノサイズ微結晶、ナノワイアの形状を有する正極活物質材料の合成に

成功した。特に、ゾル・ゲル方法を用いて、高い比表面積 (90-200m²/g) を有するナノサイズの VO₂ と V₂O₅ を合成した。得られたサンプルの充・放電などの電気化学特性を調べた。VO₂ について、高い初期容量410mAh/g に達成した、更に、V₂O₅ について、理論容量に近い最も高い初期容量445mAh/g に達成した。

しかしながら、VO₂、V₂O₅ 共に、サイクル特性の改善の必要がある。高い比表面積を有する活物質 VO₂ と V₂O₅ のサイクル特性の改善は今後の課題として残っている。将来的には、合成プロセスの制御により、サイズ、比表面積などと活物質 V₂O₅ の容量との相関を調べると共に充放電のサイクル特性の改善を図る。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ結晶、酸化物、高容量電極、リチウム二次電池、表面擬似容量

〔研究題目〕 戦略的炭ガス化・燃焼技術開発 (STEP CCT) / 次世代高効率炭ガス化技術開発

〔研究代表者〕 鈴木 善三 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 鈴木 善三、松田 聡、倉本 浩司、松岡 浩一、村上 高広、壺岐 典彦、鷹觜 利公、Sharma Atul、幡野 博之、中山 勝洋、石束 真典、川端 方子、野村 政英 (常勤職員9名、他4名)

〔研究内容〕

高効率の次世代炭ガス化装置の開発のため、①低温ガス化の基礎研究、②実機として想定される二塔ガス化装置開発のための流動解析、③システムの最適化のためのシステム解析、の各研究を実施した。

低温ガス化では、水蒸気ガス化に及ぼす阻害効果を低減するため、流動層形式の熱分解炉をガス化反応器の直前に設置し、熱分解とガス化を分離する形式を試みた。熱分解炉を設置した場合と設置しない場合との結果を比較し、熱分解とガス化の分離の効果を調べた。その結果、熱分解を分離し、分解生成物をチャーガス化反応器に同伴させないことにより、ガス生成量、チャー反応速度のいずれも5~10%程度向上した。無灰炭の触媒ガス化試験では、700℃のガス化試験を酸化鉄、炭酸カルシウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウムを用いて行った。実験の結果、炭酸カリウムが最も高いガス化速度を与えた。無灰炭チャーのガス化は、いずれの温度でも原炭チャーに比べて高く、特に700℃以上でその効果が大きいことが分かった。

流動解析では、二塔式循環流動層コールドモデルを用いて、基本流動特性を実験的に検討した。最終的に常圧条件での目標値である350kg/m²s に近い300 kg/m²s の粒子循環速度を達成した。この結果を基に、高さ15mの大型コールドモデルを設計製作し共同研究先である東大に建設した。

システム解析では、二塔式循環流動層ガス化炉を用いた IGCC・A-IGCC、ガス化温度1,500℃の酸素焼き噴流床ガス化炉を用いた IGCC の解析を行った。その結果、ガス精製を高温で行うかもしくは同等のエネルギー損失で済ませる熱再生により、A-IGCC が可能となり、同じガス化炉を用いた IGCC よりも効率が高くなること、また A-IGCC と同等のガス精製技術を用いた場合でも、噴流床ガス化炉の IGCC よりも A-IGCC の方が高効率であることが示された。さらに、CO₂回収装置を組み込んだ IGCC についても解析を開始した。シンプルなアミン法では CO₂回収装置に多くの熱を必要とし、燃焼後 CO₂回収の方が、結果的に燃焼前 CO₂回収に比べ効率低下が抑えられた。A-IGFC に適用する SOFC の解析方法について、ガス成分の影響を考慮できるように改良を進めた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 石炭、ガス化、発電効率

[研究題目] エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／水素貯蔵装置及び水電解・燃料電池一体型セルの研究開発

[研究代表者] 前田 哲彦（エネルギー技術研究部門）

[研究担当者] 前田 哲彦、伊藤 博、中納 暁洋、（常勤職員3名、他4名）

[研究内容]

自然エネルギーの大規模導入を促進していくためには、系統安定化技術の開発が必要不可欠である。エネルギー体積貯蔵密度に優れた水素を用いることで強靱なエネルギーシステムの構築が可能になる「統合型水素利用システム」を提案してきた。このシステムは、水素／熱／電力の3者の徹底的な有効利用を図るものである。本研究開発では、このシステムのキーコンポーネントである水素貯蔵装置及び水電解・燃料電池一体型(可逆)セルを、実用レベルに近付けることを目的とする。本研究開発では、1つ目に水素貯蔵装置として、3つの用途別タンク装置を開発した。①変動する水素吸蔵・放出が可能な高フレキシビリティタンクについて、タンク構造を検討し、熱利用が可能な条件で流量、合金利用率とも目標を達成した。また熱利用率を向上させる複数タンク運転方法を発案し、台数運転の有用性を実証した。さらにタンク設計ツールとしての数値解析モデルを改良し実験と良い一致を得た。②非常時用途タンクについて、コンプレッサを起動することで、通常時の200%の高水素出力を実証した。③簡素で安価な小規模用途タンクについて、低圧仕様の合金を用いてタンクを製作・実証した。2つ目に可逆セルは、これまで燃料電池モードのみで100時間で対初期性能90%以下、セル毎の性能ばらつきがあったが、その対策を施し、新型単セル(250cm²)で燃料電池と水電解の切替回数250回(2,500時間相当)で98.7%の性

能維持を達成した。さらにスタックを製作し、当初目標値を超える水素発生量2m³(N)/時、発電出力3kW を達成した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素エネルギー、水素貯蔵、水素吸蔵合金、燃料電池、水電解

[研究題目] 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／再生・細胞医療の世界標準品質を確立する治療法および培養システムの研究開発

[研究代表者] 植村 寿公

(ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 植村 寿公、稲木 誠（常勤職員1名、他1名）

[研究内容]

川崎重工業が信州大学や産総研(つくば)に設置して具体的な評価を開始している細胞培養ロボットシステム(MDX)の技術を基に、細胞調製施設(CPC)を設置せずとも高品質の細胞試薬を調製できる実用的な細胞培養システム(R-CPX)を開発し、多様な細胞医療の迅速な実現と世界標準品質の確立を目指す。産総研では上記目的のために、骨軟骨前駆細胞の選択および成長因子による影響評価を担当した。その結果、(1)増殖培地に関して、4種類の増殖培地で患者骨髄細胞の増殖率を比較したところ(n=7)、無血清培地 STK2が従来法αMEM+15%FBSに比して150%以上で安定な増殖特性を示すことがわかった。(2)分化誘導培地に関して、まず個体差(個体により成長因子の影響が異なる)ことが分かり、各個体に共通に軟骨分化を誘導する成長因子の組み合わせが重要であると考えた。試行錯誤の結果6種類の因子の組み合わせに絞り比較した結果、TGF-β3 + BMP2の組み合わせがもっとも効率よく軟骨分化を誘導する。個体によってはαMEM+15%FBSに比べ1,000%以上マトリックス産生能の亢進を認める場合もあるが、増殖培養に STK2を用いれば、少なくとも200%以上のマトリックス産生能を得ることができると分かった。また、遺伝子治療用レトロウイルスを想定した細胞の培養評価を行い、自動培養装置が安定した培養成績を上げられることを示した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 再生医療、細胞医療、ロボット

[研究題目] 新機能抗体創製技術開発/高効率な抗体分離精製技術の開発

[研究代表者] 巖倉 正寛（生物機能工学研究部門）

[研究担当者] 巖倉 正寛、本田 真也、広田 潔憲、竹縄 辰行、末森 明夫、横田 亜紀子（常勤職員6名、他9名）

[研究内容]

抗体の製造コストの大部分を占めるダウンストリームプロセスの技術革新に焦点をあて、生産性の向上と安全性の確保の両立を目指し、抗体の大量生産に対応する超高速処理が可能であり、安全性と信頼性を担保するための高品質高純度の精製を実現し、かつ従来技術に比べて低コストで生産性の高い分離精製技術の実現を可能とする単位操作および要素技術の技術革新を進める。加えて、多くの種類の抗体に対して、それぞれの分子特性に合わせた適切な分離精製工程を、迅速に提供することを可能にする分離精製技術のテーラーメイド化を推し進め、分離精製工程の最適化に係る設計時間の大幅短縮化を目的とする。

アフィニティリガンドに関して、網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子の作製とその発現により750以上の変異蛋白質を作製し、リガンドライブラリーの充実化を行った。作製したリガンドライブラリーについては、表面プラズモン共鳴法を用いて、ヒトポリクローナル抗体との結合特性解析を作製したすべての変異蛋白質について行った。リガンドライブラリーの特性解析の効率化を図るために、多数のリガンドを固定化基板上にアレイ化し、固定化したリガンドとIgGとの結合状況をクロマトグラフィー分離条件下に測定するためのアレイ解析装置を開発した。開発したアフィニティリガンドの大量調製を行い、これをカラム担体に固定化することによりアフィニティカラムの作製を行い、これを用いて、CHO細胞培養液からモノクローナル抗体の大量精製を行った。精製して得られたモノクローナル抗体蛋白質について、FTIRや光散乱法などによる溶液中の凝集体の存否を検知する統計的分析手法の開発を進めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】抗体医薬、蛋白質デザイン、蛋白質製造技術、アフィニティ・クロマトグラフィー、プロテイン A/G

【研究題目】健康安心イノベーションプログラム/糖鎖機能活用技術開発

【研究代表者】成松 久（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】成松 久、平林 淳、亀山 昭彦、池原 譲、梶 裕之、新聞 陽一、久野 敦、梅谷内 晶、久保田 智己、佐藤 隆、千葉 靖典、舘野 浩章、伊藤 浩美、尾崎 秀徳、清原 克恵、豊田 雅哲、曾我部 万紀、平野 朋子、板谷 純、角田 由紀、助川 昌子、松浦 ナナ、松田 厚志、松崎 秀樹、村上 仁子、中川 知美、久保 嘉子、海野 幸子、小園 裕子、高崎 延佳、白川 彩弓、松野 裕樹、澤木 弘道、大道 信子、成松 由規、岩城 隼、鹿内 俊秀、板倉 陽子、野崎 浩文、

鈴木 奈美、田中 和沙、三石 展代、安部 美奈子、雄長 誠、池原 早苗、柳田 あづさ、菅原 大介、清水 友子、内山 昇、天貝 一花、平尾 嘉利、杜 東寧、鉄羅 奈央子、劉 大偉（常勤職員13名、他41名）

【研究内容】

産総研糖鎖医工学研究センターは、ヒト糖鎖関連遺伝子ライブラリーおよび糖鎖構造解析技術という世界に秀でた遺伝子資産と技術・装置・データベースを保有している。この優位性をいち早く医療分野において産業応用するためには、糖鎖関連バイオマーカーをヒトの健康に関わる重要な病気・疾患に役立てることがもっとも有効であり、健康、長寿に大きく貢献する診断技術の開発に繋がると考えられる。そのために、臨床機関との連携で入手した臨床試料から、疾患を反映して構造が変化している糖鎖を濃縮し、質量分析計やレクチンマイクロアレイによる方法で構造解析する技術の開発、糖鎖改変動物や改変細胞を作製して、糖鎖の機能解析・検証技術の開発、ならびに疾患糖鎖に特異的親和性を示す糖鎖抗体やレクチンなどの糖鎖認識プローブの作製技術の開発を掲げ、この重要課題に取り組んでいる。特に、当研究センターが有する先進技術、レクチンマイクロアレイ、IGOT プロテオミクス法などを駆使することで、疾患の診断・治療の指標となる糖鎖構造の変化を系統的に見出す新システムを開発し、複数の糖鎖疾患マーカーを見出すことに成功した。見出された候補糖タンパク質群の中から、肝細胞の線維化の程度を反映する優れた糖タンパク質マーカーを特定し、実用化に向けて企業と連携を始めた。それぞれ100～130万人、150～200万人と推定される B 型および C 型肝炎ウイルス感染者は、感染から20～25年の後に肝硬変に進展し、肝細胞がんへと至るが、線維化が進行する程、がん化のリスクは高くなる。病期の進行を、従来は肝臓組織を採取するため検査入院が必要な生検検査で行っていたところ、血液検査によって検出することが可能となった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖、グライコプロテオミクス、糖タンパク質、がん、バイオマーカー、糖鎖構造解析、血清、臨床試料、診断

【研究題目】スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト

【研究代表者】安藤 功兒

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均、長浜 太郎、薬師寺 啓（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

将来のスピン RAM の実用化に繋げるため、低電力磁

化反転 MTJ 素子技術として記憶層材料の探索・MTJ 素子構造の最適化の研究開発を遂行する。スピン注入磁化反転において、反転電流密度 J_c は、MTJ 素子のスピン分極率、飽和磁化の大きさ M_s など様々な要因に依存する。応用のためには、高速読み出しに必要な高 MR 比と10年間の記憶保持に必要な高い熱安定性を維持しながら、反転電流密度 J_c を低減しなければならない。現在、これらの要求を全て満たす MTJ 素子は無論存在しないが、候補として数種類の有望な系が考えられる。産総研では、高 MR 比を得るためにトンネル障壁材料は MgO に固定し、これと組み合わせる強磁性電極（固定層、フリー層）の材料や積層構造・素子形状の探索研究を行う。現段階では大容量スピン RAM のための本命の電極材料や構造のまだ見えていないため、産総研では本プロジェクトの前半段階では特定の材料系だけに集中することなく、幅広い材料系の探索を行う。このような多種多様な材料系について効率よく探索研究を行うために、先ず初めにスパッタ成膜装置を導入する。H19年度までにクリーンルームを新設し、その中に他種類の材料の薄膜を高効率で積層可能なスパッタ成膜装置を設置し、さらにトンネル伝導測定装置および蛍光 X 線分析装置、表面形状測定器を導入し、スピントロニクス新材料・新構造探索のための研究拠点を立ち上げた。H21年度は前年度の研究を進展させ、(i) 面内磁化 MTJ 素子、(ii) 垂直磁化 MTJ 素子に関して研究開発を行った。

(ii)の垂直磁化 MTJ 素子については、主に記憶層材料の開発を行った。昨年度発見した、Co と Pt を1原子層ずつ交互積層させた新規な垂直膜について、これまでの170℃プロセスから、室温プロセスにまで成膜温度を低減することに成功した。このときほとんどの特性は170℃プロセスに比べて劣化しないことがわかった。特に重要である、性能バラツキに直結する異方性分散についても、極めて良好な値 ($1-2^\circ$) を維持させることに成功した。

次に、この新しい記憶層材料を用いて垂直型磁気抵抗素子 (pMTJ) の開発を行った。ギガビット級スピン RAM 素子には、低抵抗 ($RA 7 \Omega \mu m^2$ 以下) と、高 MR (100%以上) が同時に発現することが求められるが、そのような pMTJ 素子はこれまで全く報告されていなかった。その中で、今年度は、両要求を一気に満たす、 $RA 3.6 \Omega \mu m^2$ と MR123%の pMTJ 素子開発に成功した。これは、上述の新規記憶層材料の、良好な平坦性によって達成されたと考えられる。新規記憶層材料は、独立した薄膜としてすぐれた特性を示すだけでなく、実際のスピン RAM の素子構造に近い pMTJ に組み込んだときにも、極めてすぐれた pMTJ 性能をもたらすことが明らかとなった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、TMR 効果、MBE 成長

【研究題目】個別化医療の実現のための技術融合バイオ診断技術開発/染色体解析技術開発/日本人 BAC を用いた革新的染色体異常解析基盤技術の開発

【研究代表者】平野 隆
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】平野 隆、町田 雅之、中村 史、
小池 英明、玉野 孝一、齋藤 総一郎、
森田 桂子、寺林 靖宣
(常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

平成21年度の研究内容

ヒトゲノムの塩基配列のドラフトが2002年に公開され、この塩基配列情報を基に産業化を目指した研究開発がポストゲノム研究として推進された。この研究開発は生体内で目的とする機能を担っているタンパク質を効率よく見出し、物質生産あるいは創薬に生かそうとするものである。このための手法としてタンパク質そのものを解析するプロテオーム、あるいはタンパク質の配列を決めている塩基配列を解析する相補的 DNA および発現解析が大きく進歩した。しかしこれらの手法は無限な種類と数、およびその量の中から有用な情報をいかに引き出すかという純粋科学の手法とは異なる課題に突き当たった。生体内では機能を恒常的に維持するタンパク質が大量に存在し、目的とする機能を持つタンパク質はある限られた条件でのみ発現されるか、量的に検出できない場合があることが分かってきた。特に相補的 DNA および発現解析においては、染色体上の DNA 塩基配列から目的とするタンパク質を効率よく生産するために編集された RNA が不安定で、この RNA を転写して得られる相補的 DNA そのもの以前に大きな根本的問題を抱えている。このような理由からゲノム DNA から RNA、相補的 DNA さらにタンパク質へと想定された道筋では発展が望めないことがポストゲノム研究で明らかとなった。

本研究課題では原点の染色体上の DNA ゲノムに研究対象を戻し、創薬及び医療などに直接応用可能な研究開発を行うものである。この DNA ゲノム研究の大きな長所は解析対象の DNA が発現解析で対象となった RNA よりはるかに安定であり、焼却あるいは化学的損傷のない限り変化しないことにある。当該研究グループではこれまで「染色体の蛍光画像解析による癌患者の染色体異常の解析」をこの10年間にわたって行ってきた。この解析では数百万の分子量の染色体レベルの解析を行っていたため、解像度は数十万が限界であった。この解像度を上げるために我々が採用したのが国際ヒトゲノム計画で採用された人工染色体 BAC (Bacterial Artificial Chromosome) である。BAC 技術はヒトゲノムを制限酵素でゆるやかに切断することにより得られる15万程度の分子量の DNA 断片を大腸菌に挿入し、この大腸菌を増殖させることにより全く同じ配列の DNA を生産す

るものです。この BAC を多数ガラス基板上にスポットして配列してすることにより、アレイを作製し、癌患者の DNA を癌に起因する分子量数万程度の大規模な異常を検出可能となる。この技術の適用は既に染色体異常で疾患が生じることが明確になっている癌とし、それぞれの個人が罹患している癌の組織を解析することにより、臨床診断として癌の治療方針を決定することに寄与する。これは癌の一般的治療が外科療法、化学療法、放射線療法のいずれも侵襲的であることから、癌の悪性度に応じた個別的な医療が望まれていることに対応するものである。またこれらの染色体異常の解析の手法は別の研究で癌に対する創薬の対象検出でも有用なことが明らかとなっている。

本研究開発において最重要な課題は「日本人の標準」となるヒトゲノムライブラリーを作成することにある。これまでゲノムライブラリーは米国 NIH が確立した欧米人のゲノムに基づいていた。しかし、多くの医薬および医療関係者は日本人と欧米人は薬剤感受性などにおいて異なることに気がついている。厚労省の遺伝子関連の承認においても日本人に適用化可能かどうかを証明することを求められている。これらの目的のためには日本人のゲノムの標準を定める必要がある。研究開発当初2年間は日本人の BAC ゲノム断片を大腸菌に挿入したライブラリーを作成し、その後継続してそれぞれの BAC がヒトゲノム塩基配列上のどの位置にあるかを決定する膨大な作業を行った。その結果、平成21年度までに全ヒトゲノム領域の90%以上をカバーする日本人ゲノム地図の作製に至った。全部で33万クローンという大規模な日本人という人種を特定し、しかも単独ライブラリーで90%以上の被覆率は世界最高の水準に達した。さらに、人種としてゲノム配列が高度に保存されていることが知られる領域の BAC の約17万塩基の完全塩基配列の決定を行った。この塩基配列を同じ領域の欧米人の配列と比較したところ、大規模な欠損、挿入および転位が発見され、大多数が世界のデータベースに登録されていない一塩基多型約1万個が見出された。この結果により、日本人のゲノムは欧米人と異なるということを初めて塩基配列解析により証明された。また、この日本人ゲノムライブラリーを用いて全ヒトゲノム領域をカバーする1.7万クローンを搭載したタイリングアレイを作製し、新規異変部位の検出を開始した。さらに、癌の悪性度診断のために、胃癌に対象を絞り、実用化のために少ない数の BAC で対応可能なミニアレイの作製を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】日本人、人工染色体 (BAC)、癌悪性度診断、アレイ CGH

【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、被災建造物内移動 RT システム (特殊環境用ロボット分野)、閉鎖空間

内高速走行探査群ロボット

【研究代表者】野田 五十樹 (情報技術研究部門)

【研究担当者】野田 五十樹、秋山 英久
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究は、被災した建造物内での迅速かつ分散的な方法による情報伝達の高効率化と高精度化のため、迅速移動・センシング・自律性に優れた複数ロボットが被災建造物内を高速に走破・探査し情報収集を行うシステムの研究開発を目的としており、産総研はこのなかで、複数ロボットの連携を実現する GIS の開発を担当している。5年計画の4年目である平成21年度はこれを実現するためのデータ表現形式の設計、並びに、複数のロボットやセンサから登録されたデータを GIS 上で一つの地図として統合するための座標系変換技術の改良を行った。

カメラ等のロボットセンサが取得した周囲環境に関する情報を保持しつつ、活動のために参照するにはデータベース上での大量のデータ登録と参照を実時間で行わなければならない。このため、開発を進めてきたロボット用地理情報データベースシステムを改良し、複数の座標系変換情報を動的に更新する機能、ロボットごとのローカル座標系、統合座標系の双方に対応したデータ表示システム、位置合わせソフトウェアと連動するための通信プロトコルと通信ライブラリ、3次元形状データを効率的に扱うためのデータ設計とデータ表示システムなど、座標系統合のために必要となる機能・ツールの実装を行った。これらの機能・ツールについては、2009年7月に開催されたロボカップ2009と2009年12月に兵庫県防災センターで行われた実証実験において、東北大学および千葉工業大学によって作成されたロボットとデータベースとの連動実験を行い、予定された機能及び性能が実現されていることを確認した。今後は、SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) 等の座標系統合アルゴリズムとの連携インターフェースなどを高度化していく必要があると考えている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】災害救助、ロボット、センシングデータ、データベース、GIS、地理情報

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

【研究代表者】中西 準子 (安全科学研究部門)

【研究内容】

工業ナノ粒子を対象として、キャラクタライズ手法とその校正手法開発を確立することにより信頼性と再現性を確保しつつ、有害性試験に供する工業ナノ粒子の分散調製と有害性試験とその試料の解析、暴露評価を行い、これらに基づいたリスク評価の実施と適正管理のあり方の提言を行うことを目的とし、昨年度に引き続き、以下

の研究課題について研究開発を行った。

- ・工業ナノ粒子の調製技術の開発
- ・媒体中における工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発
- ・工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発
- ・工業ナノ粒子の有害性試験評価試験法の開発
- ・工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、分散・調製、計測、校正、キャラクタリゼーション、排出シナリオ、環境動態、暴露評価、有害性評価、リスク評価、リスク管理、社会受容性、カーボンナノチューブ、フラーレン、二酸化チタン

【研究題目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発／工業ナノ粒子の分散調製技術の開発

【研究代表者】中西 準子（安全科学研究部門）

【研究担当者】遠藤 茂寿、内田 邦夫、伊藤 玲子（環境管理技術研究部門）、石田 尚之（光技術研究部門）、島田 学、奥山 喜久夫、汪 偉寧（広島大学）、大谷 吉生、瀬戸 章文（金沢大学）、古月 文志、BEDGUM PARVIN（北海道大学）（常勤職員3名、他8名）

【研究内容】

液中分散系調製技術開発では、粉碎及び超音波による単層（SWCNT）及び多層カーボンナノチューブ（MWCNT）の液相分散法を検討し、繊維長が $1\mu\text{m}$ 以下の短繊維のみならず、それ以上である長繊維のSWCNT及びMWCNT水分散系の調製を可能にした。さらに、超音波分散法の、金属酸化物ナノ粒子の表面特性に応じた改良を行った。これらの手法により調製した試料を中項目 E060-4へ適用した。また、「濡れ処理」、「分散処理」および「安定化処理」を経て、凝集したCNTを乳化するCNT孤立分散プロセスを検討した。

気中分散系調製技術開発では、上記のSWCNTの分散液を用いて、良好な気中分散を発生させる条件を検討し、懸濁液中のSWCNT・分散剤濃度および時間あたりの噴霧量、噴霧装置の流量・圧力設定、液滴乾燥を調整パラメータとしたときのSWCNT気中分散系の性状の変化を明らかにし、最適なSWCNT気中分散系の長時間連続発生条件を求めた。

工業ナノ粒子のフィルタ捕集効率評価手法の開発と評価では、国内のフィルタメーカー6社から提供された23種

類のフィルタに関して、初期捕集効率の予備データを粒径 100nm 、ろ過速度 0.5m/s について計測し、またその圧力損失も計測を行った。また繊維状工業ナノ粒子の調製法としてレーザーアブレーションとCVDを組み合わせた試験粒子発生器の高度化を進め、各反応条件がCNTの性状に与える影響について詳細なデータを得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、気中分散、液中分散、調製技術、カーボンナノチューブ、フィルタ、捕集効率

【研究題目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発／媒体中における工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発

【研究代表者】中西 準子（安全科学研究部門）

【研究担当者】榎原 研正、桜井 博、高畑 圭二、佐藤 佳宏、矢部 明、衣笠 晋一、高橋 かより、加藤 晴久（計測標準研究部門）、平澤 誠一、瀬戸 章文、河野 正道（先進製造プロセス研究部門）、山本 和弘、吉田 智子（計測フロンティア研究部門）、田尾 博明、中里 哲也、佐藤 浩昭、稲田 征治、田村 守孝、根岸 信彰、平川 力（環境管理技術研究部門）（常勤職員13名、他7名）

【研究内容】

気中粒子計測技術開発では、平衡帯電状態にしたエアロゾル粒子の帯電量分布を、形状の異なる粒子に対して実験的に評価し、粒子サイズ依存性を明らかにした。既存理論による補正では多層カーボンナノチューブ（MWCNT）の粒径分布測定で最大約2倍程度の濃度測定誤差が生じ得ることを明らかにした。また、エアロゾル粒子の移動度等価径、質量、光散乱強度の多元特性同時評価により、気中MWCNT粒子の識別検出が可能であることを実験的に確認した。

液中粒子計測技術開発では、インビトロ試験用の細胞培養液に分散した、金属及び単層カーボンナノチューブ（SWCNT）等の平均粒子径と分散安定性を動的な光散乱で評価した。また、インビボ試験用に分散されたSWCNTの平均粒径と分散安定性を評価した。また、カーボンナノチューブ（CNT）の液中濃度計測法を開発するとともに、粒子分散液中の界面活性剤の存在状態のPFG-NMRによる推定手法を開発した。

電子顕微鏡によるナノ粒子のキャラクタリゼーション技術開発では、急速凍結技術を用いた液中試料調製法を用いて、インビボ試験用のCNT分散液の分散状態およ

びエアロゾルについて調査した。また、CNT を暴露したラット肺の、エネルギー分光透過型電子顕微鏡観察により、その取り込みや時間推移について調査した。

微量試料に対する化学分析技術開発と工業ナノ粒子の体内分布の測定では、C60フラレンを暴露したラットの体内濃度測定を継続し、長期間経過後の肺での減衰挙動、脳、肝臓への体内移行の有無を明らかにした。また、ラット肺中の MWCNT を、従来より10倍以上高感度な分析方法を開発し、気管内注入された MWCNT の減衰挙動を明らかにした。また、ESR 分光法および蛍光プローブ法により、空気中及び室内自然光下での、ナノ粒子からの活性酸素種の定常的生成を調査した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 工業ナノ粒子、気中粒子、液中粒子、計測・校正、キャラクタリゼーション、フラレン、カーボンナノチューブ

[研究題目] ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発／工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発

[研究代表者] 中西 準子 (安全科学研究部門)

[研究担当者] 蒲生 昌志、小倉 勇、篠原 直秀、小林 憲弘、小竹 真理 (安全科学研究部門)、脇坂 昭弘、小原 ひとみ、近藤 裕昭、岩上 透 (環境管理技術研究部門) (常勤職員7名、他2名)

[研究内容]

排出シナリオの構築では、工業ナノ粒子のライフサイクルにおける排出について、聞き取り調査、文献調査、現場調査、模擬排出試験をさらに進めた。粒子の量、サイズ、性状等の情報を含んだ定量・定性的な情報を収集・実測・整理し、工業ナノ粒子の構造や物性等による排出特性の違いを評価した。また、工業ナノ粒子の種類や用途等に応じた25類型について、排出シナリオ文書の素案を作成した。

環境中挙動モデルの構築では、気中に分散させたフラレン凝集体 (粒子) の経時変化について、滞留時間を延長させるとともに、チャンバー内部の環境条件を変えて観測した。凝集・拡散・沈着を考慮し、球形粒子を対象とした数値実験との比較により、昇華凝集による気相分散手法を用いた場合、チャンバー内部の温度分布を考慮して解析を行う必要性が明らかとなった。外気中の環境粒子を導入したフラレンの粒子化を観測したところ、凝集に対する外気中環境粒子の効果は無視できることが明らかになった。

暴露評価技術の開発では、工業ナノ粒子の作業環境およびライフサイクルにおける暴露について、上記の排出状況調査と併合して、暴露状況や暴露管理に関する情報

を収集した。また、工業ナノ粒子の種類や用途等に応じた25類型について、暴露シナリオ文書の素案を作成した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 工業ナノ粒子、環境動態、暴露評価、フラレン、カーボンナノチューブ、排出シナリオ、ライフサイクル、粒子成長、フローチャンバー

[研究題目] ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発／工業ナノ粒子有害性試験試験の開発

[研究代表者] 中西 準子 (安全科学研究部門)

[研究担当者] 岩橋 均、吉田 康一、堀江 祐範、福井 浩子、西尾 敬子、石田 規子、高橋 淳子 (健康工学研究センター)、山元 修、山田 七子、足立 孝司 (鳥取大学)、小山 省三、岩本 芳樹、藤井 千文、塚本 完 (信州大学) 中西 準子、納屋 聖人、藤田 克英、江馬 眞 (安全科学研究部門)、島田 学、奥山 喜久夫、汪 偉寧 (広島大学) (常勤職員7名、他14名)

[研究内容]

経皮暴露による皮膚形態学的影響の評価では、予備実験による条件設定の後、単回暴露実験の時に用いたものと同じ二酸化チタンナノ粒子エマルジョンを毎日ヘアレスラットの背部に塗布し、塗布開始2週間後、4週間後、8週間後の皮膚を採取した。皮膚の病理組織標本を作製し、観察を開始した。摘出した、肝、腎の組織内チタン濃度を測定した。

生体影響プロファイルの作成・評価手法の開発では、インビトロ試験により50種類近くのナノ粒子について生体影響プロファイルを充実させた。これにより、ナノ粒子の、細胞内移行性、溶解性、細胞生育阻害性を指標としてナノ粒子を分類することが、生体影響の評価に有効であることを示した。またインビトロ試験評価手法のマニュアル化の雛形を作成した。インビボ試験では、ストレスマーカー、遺伝子発現解析等を継続して実施し、暴露後長期間誘導される遺伝子の特定に成功した。

工業ナノ粒子の全身影響の観点からの有害性影響評価法の開発では、皮下移植試験法を用いて、多層カーボンナノチューブ (MWCNT) の慢性炎症反応誘導性に関して評価を行った。マウス皮下移植後、3ヶ月～6ヶ月に、MWCNT および対照の二酸化ニッケルの群では、脱毛 (禿げ) が埋没部分とは異なる部分に発生し、それぞれが金属含有素材の特徴的变化を起こした。更に、1年後においては、他のカーボンナノチューブやシリカ群では

全例100%生存しているにもかかわらず、二酸化ニッケル群で生存例は60%となった。それぞれの原因を上記の全身血液中のT細胞やサイトカイン濃度での比較・検討を行った。さらに、免疫関連 細胞関連を含めて、他の炎症性指標（免疫組織染色等）などにより、それぞれの特性を解析・検討した。

吸入暴露試験装置の開発では、前年度までに開発した装置を、中項目 E060-1での単層カーボンナノチューブ（SWCNT）気中分散系の輸送と粒子計測に適応させるための検討を行い、条件の選定と必要な装置改良を行った。噴霧発生装置と動物暴露容器を接続する系を、エアロゾル希釈系、帯電中和系などを含めて製作し、その性能を評価した。また、浮遊状態の SWCNT 分散系を測定した結果と、顕微鏡観察、秤量、組成分析の結果を比較検討して、暴露試験時の粒子分散系の安定性を連続的にモニタできることを確認した。以上の検討を通じて、SWCNT のインピボ吸入試験用システムを構築して産業医科大学と連携して4週間の暴露試験を実施し、2つの暴露濃度（平均 $0.13\text{mg}/\text{m}^3$ と $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ ）で暴露容器に安定に供給できたことを明らかにした。

有害性評価試験結果の外挿に関する研究では、二酸化チタン、フラーレン、CNT について、本研究開発で実施した有害試験の成績及び既往文献を解析し、気管内注入試験から吸入暴露試験への外挿法の検討を行った。これらの成果は、中間版「ナノ材料リスク評価書ー（二酸化チタン、フラーレン、CNT）」にそれぞれ反映した。また、引き続き、選定したバイオマーカーについて本研究開発での有害性試験への適用を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、有害性評価、経皮暴露、インビトロ試験、影響プロファイル、吸入暴露試験装置、気管内注入、二酸化チタン、フラーレン、カーボンナノチューブ、バイオマーカー

【研究題目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発／工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築

【研究代表者】中西 準子（安全科学研究部門）

【研究担当者】中西 準子、本田 一匡、蒲生 昌志、岸本 充生、納屋 聖人、小倉 勇、篠原 直秀、小林 憲弘、藤田 克英、武林 亨、塩沢 文朗、花井 莊輔、江馬 眞、米澤 義堯、高井 亨、斎藤 英典、谷口 慶、カザウィ 理香（安全科学研究部門）、水野 耕平（ナノチューブ応用研究センター）、

片浦 弘道

（ナノテクノロジー研究部門）

（常勤職員11名、他9名）

【研究内容】

工業ナノ粒子の詳細リスク評価では、3つの工業ナノ材料（二酸化チタン、フラーレン、カーボンナノチューブ）について、平成21年度途中までにプロジェクト内で実施された有害性試験や暴露評価の情報を取り込みつつ、外部有識者によるレビューコメントを反映させるなどして解析を進め、リスク評価書を改訂した。各評価書の中では、リスク評価に加え、作業環境での許容暴露濃度の目安値（暫定値）の提案を行った。完成した「ナノ材料リスク評価書（中間報告版：2009.10.16）」として、リスク評価書策定の考え方の文書と合わせて、ホームページ上に公開するとともに、普及のための講演会を実施した。また、国際的な情報発信のため、エグゼクティブサマリーの英訳版をホームページ上に公開した。

ナノテクノロジーの社会的受容性に関する研究では、消費者製品インベントリのウェブサイトの更新作業を引き続き行った。毎年実施しているアンケート調査を引き続き実施し、これらの解析結果をとりまとめ公表した。また、毎年のデータを用いた経年変化に関する報告書をまとめた。欧米における事業者の自主的取り組みについて昨年度整理したものに、今年度の動向を追加した。昨年度に引き続き、ナノテク展において研究活動を発表した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、有害性評価、暴露評価、リスク評価、リスク管理、二酸化チタン、フラーレン、カーボンナノチューブ、自主的取り組み、社会受容性

【研究題目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発／媒体中における工業ナノ粒子のキャラクター化・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】中西 準子（安全科学研究部門）

【研究担当者】榎原 研正、桜井 博、高畑 圭二、佐藤 佳宏、矢部 明、衣笠 晋一、高橋 かより、加藤 晴久（計測標準研究部門）、平澤 誠一、瀬戸 章文、河野 正道（先進製造プロセス研究部門）、山本 和弘、吉田 智子（計測フロンティア研究部門）、田尾 博明、中里 哲也、佐藤 浩昭、稲田 征治、田村 守孝、根岸 信彰、平川 力（環境管理技術研究部門）（常勤職員13名、他7名）

【研究内容】

気中粒子計測技術開発では、平衡帯電状態にしたエア

ロゾル粒子の帯電量分布を、形状の異なる粒子に対して実験的に評価し、粒子サイズ依存性を明らかにした。既存理論による補正では多層カーボンナノチューブ (MWCNT) の粒径分布測定で最大約2倍程度の濃度測定誤差が生じ得ることを明らかにした。また、エアロゾル粒子の移動度等価径、質量、光散乱強度の多元特性同時評価により、気中 MWCNT 粒子の識別検出が可能であることを実験的に確認した。

液中粒子計測技術開発では、インビトロ試験用の細胞培養液に分散した、金属及び単層カーボンナノチューブ (SWCNT) 等の平均粒子径と分散安定性を動的散乱で評価した。また、インビボ試験用に分散された SWCNT の平均粒径と分散安定性を評価した。また、カーボンナノチューブ (CNT) の液中濃度計測法を開発するとともに、粒子分散液中の界面活性剤の存在状態の PFG-NMR による推定手法を開発した。

電子顕微鏡によるナノ粒子のキャラクタリゼーション技術開発では、急速凍結技術を用いた液中試料調製法を用いて、インビボ試験用の CNT 分散液の分散状態およびエアロゾルについて調査した。また、CNT を暴露したラット肺の、エネルギー分光透過型電子顕微鏡観察により、その取り込みや時間推移について調査した。

微量試料に対する化学分析技術開発と工業ナノ粒子の体内分布の測定では、C60フラレンを暴露したラットの体内濃度測定を継続し、長期間経過後の肺での減衰挙動、脳、肝臓への体内移行の有無を明らかにした。また、ラット肺中の MWCNT を、従来より10倍以上高感度な分析方法を開発し、気管内注入された MWCNT の減衰挙動を明らかにした。また、ESR 分光法および蛍光プローブ法により、空気中及び室内自然光下での、ナノ粒子からの活性酸素種の定常的生成を調査した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、気中粒子、液中粒子、計測・校正、キャラクタリゼーション、フラレン、カーボンナノチューブ

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

【研究代表者】山本 和弘
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】山本 和弘、吉田 智子
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

電子顕微鏡は空間分解能が高くナノ粒子の計測において最も有効な計測手法である。電子顕微鏡観察のための液中試料調整法を開発するとともに、試料調整法および観察法に関して一般化を行い手順書として確立・提案する。また、ナノ粒子を含有した生体試料の透過型電子顕微鏡測定のために、電子分光を用いた透過型電子顕

微鏡観察手法を開発することを目標とする。平成21年度はエネルギー分光ゼロロス電子像観察手法を多層カーボンナノチューブ (MWCNT) の Vivo 実験に適用した。MWCNT を気管注入したラット肺の1年までの長期経過観察を行い、MWCNT の組織内取り込みの推移を調べた。その結果、MWCNT は肺マクロファージに貪食され、一部肺胞上皮細胞中に取り込まれていることがわかった。MWCNT は結晶性を維持したまま12ヶ月後まで肺に滞留することが確認された。肺の化学分析処理の残さは結晶性 MWCNT であり、化学分析では MWCNT を測定している事を確認した。またスパークロス単層カーボンナノチューブ (SGCNT) の1ヶ月間の吸入暴露試験を行った。エアロゾル中の SGCNT は分散剤マトリックス中に包まれる状態で存在する事を明らかにした。暴露試験終了後3日および1ヶ月後のラット肺の電顕観察を行い、SGCNT はマクロファージに貪食されている事を明らかにした。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ナノ粒子、透過型電子顕微鏡、有害性評価、分散、生物細胞、生物組織

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

【研究代表者】中西 準子 (安全科学研究部門)

【研究担当者】遠藤 茂寿、内田 邦夫、伊藤 玲子、丸 順子、宮内 亜里砂、鈴木 梢
(常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

工業ナノ粒子に対するリスク評価に必要な物理化学的特性をはじめとした工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法を開発するとともに、これらを用いた工業ナノ粒子のリスク評価手法を確立することを目的とする本研究に於いて、有害性試験の再現性・信頼性を確保するために液相ナノ粒子分散系調整法、及びナノ粒子分散系の評価手法を確立するとともに、有害性評価試験で使用可能な液相ナノ粒子分散系試料の作成・提供を行う。

平成21年度は、カーボンナノチューブ (CNT) を液中分散した in vivo 有害性試験試料の供給を目的として、CNT の長さ、分散状態、濃度などの幅広い要件に対応できる CNT の液中分散法について検討を行い、in vivo 試験用試料の供給を可能にする。また、有害性試験に供されるナノ粒子分散系の特性評価を行う。

気管内注入試験試料として供給することを目的として、長さが5 μm 以下に切断された単層 CNT (SWCNT ; 短繊維)、および、長さが10 μm 以上の SWCNT を一定程度含む分散液 (長繊維) の作成を、粉砕法をベースに行なった。多層 CNT (MWCNT) とは切断しやすさが異なることから、固化プロセスを用いない粉砕法によって切断し、1-2mg/mL の Triton X-100水溶液に分散し

た。この懸濁液を遠心分離・ろ過することで、長さの異なる CNT 分散液とした。調整した粒子濃度は、長繊維で0.5mg/mL、短繊維で1mg/mL であった。これらを気管内吸入試験に供した。

また、アスベストと類似な10 μ m 以上の MWCNT を一定程度含有する試料作成を目的として、バス型超音波槽による MWCNT-水分散系の調製を行った。Tween80 を分散剤として、MWCNT 濃度が最大1mg/mL である安定な気管内注入試験用試料を作成し、有害性試験に供した。また、MWCNT 表面に吸着した分散剤量の評価法について検討した。

in vitro 試験試料中に懸濁した金属酸化物ナノ粒子の特性評価を行い、in vitro 試験結果の適正な評価を可能にするデータを提供した。また、予備吸着法により調製された in vitro 試験用懸濁液中における金属酸化物ナノ粒子の溶解性を昨年開発した遠心限外ろ過を利用した方法で評価し、溶解量がナノ粒子の仕込み表面積濃度に比例することを確認した。同時に、溶解の速度論的な検討も行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ粒子、ナノリスク、液相ナノ分散、カーボンナノチューブ、粒子濃度評価

【研究題目】無機多孔体の複合化及び熱的物性評価に関する研究

【研究代表者】遠藤 茂寿（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】遠藤 茂寿、工藤 るり子、林田 華枝（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

無機多孔体を微粒子および／またはナノファイバーで被覆複合化することで、多機能な無機多孔体を創製することを目的とする。微粒子を分散した無機ナノファイバーを作製し、それを特異的な熱的な特性を有する無機複合材料に展開するための基礎的検討を行う。ここでは静電紡糸法による溶液化した原料を高電圧化で直径がサブミクロンあるいはそれ以下の微細なファイバーの調製を行った。ファイバー特性に及ぼす前駆体となる無機微粒子-高分子分散系の状態、静電紡糸条件について実験的に検討し、前駆体中での微粒子の分散状態がナノファイバーの形態に強く影響しており、良分散した懸濁液を用いることにより、ほぼ繊維状にそろった噴霧物を得ることができることがわかった。また、分散する高分子の濃度の最適値を得ることができた。素材としての応用を目指し、大容量のファイバーマットの作成方法についても検討した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノファイバー、静電紡糸、無機微粒子-高分子分散系

【研究題目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発/キャ

ラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】岩橋 均（健康工学研究センター）

【研究担当者】岩橋 均、吉田 康一、高橋 淳子、堀江 祐範、藤田 克英、西尾 敬子、福井 浩子、石田 規子（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

工業ナノ粒子は同じ化学的成分を持っているバルク状態にある物質とは異なった特性を示すことがあり、化学物質で培われてきた有害性評価手法をそのまま適用することが難しい。工業ナノ粒子の有害性の評価を適切に行うために、工業ナノ粒子の特徴に合わせて既存試験方法を補足・修正したり、新たな有害性評価試験手法を開発する。

生体影響プロファイルの作成・評価手法をまとめるため、in vitro 試験、in vivo 試験を実施し、研究全期間に選定されたナノ粒子について、生理学的特徴、酸化ストレスマーカー、網羅的遺伝子発現解析等のプロファイルをまとめた。すなわち、in vitro 試験では、50種類近くのナノ粒子について生体影響プロファイルを充実させた。これにより、ナノ粒子の、細胞内移行性、溶解性、細胞生育阻害性、を指標としてナノ粒子を分類することが、生体影響の評価に有効であることを示すと共に、in vivo 試験の短期炎症レベルと高い相関性があることを確認した。また、in vitro 試験評価手法のマニュアル化の雛形を作成した。in vivo 試験では、ストレスマーカー、遺伝子発現解析等を継続して実施し、暴露後長期間誘導される遺伝子の特定に成功した。今後は、操作手順をまとめて、評価手順マニュアルの完成を目指している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】工業ナノ粒子、有害性評価手法、酸化ストレス、網羅的遺伝子発現解析

【研究題目】ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発/実用的な性能評価、安全基準の構築/ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発の実用的な運転モード及び評価手法ならびに安全基準の構築

【研究代表者】中西 準子（安全科学研究部門）

【研究担当者】中西 準子、永翁 龍一、吉田 喜久雄、梶原 秀夫、田原 聖隆、高田 亜佐子、城石 登、江馬 眞、田村 正則、徳橋 和明、滝澤 賢二、近藤 重雄（常勤職員8名、他4名）

【研究内容】

現在使用されるハイドロフロロカーボン（HFC）に代表される冷媒は地球温暖化効果が二酸化炭素の1000倍程度にも達するため、この HFC に代わる次世代冷媒の模索が続いている。本研究開発課題では、次世代冷媒の

中でも最も注目される2,3,3,3-テトラフルオロプロペン (HFO-1234yf) に着目し、この物質の定置型冷凍空調機器システムにおけるリスクトレードオフ評価を実施した。とりわけ、次世代冷媒を用いた冷凍空調機器システムのライフサイクル評価、次世代冷媒の有害性と燃焼特性評価、及び、大気中と室内中における暴露評価に着目した安全性評価を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 冷凍空調機器、冷媒、安全性評価、LCCP 評価、リスクトレードオフ

〔研究題目〕 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術研究開発）／セルロース系バイオマスエタノールからプロピレンを製造するプロセス開発

〔研究代表者〕 村田 和久（バイオマス研究センター）

〔研究担当者〕 村田 和久、稲葉 仁、高原 功
（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

20-80程度の Si/Al₂（ローシリカ系）の10員環の MFI 型ゼオライトの検討を継続し、いくつかの遷移金属添加がプロピレン選択率向上に有効であること、触媒再生のためのスチーム処理はゼオライトの構造崩壊を促す可能性があること、などを明らかにした。280程度の Si/Al₂（ハイシリカ系）の MFI 型ゼオライトでは、ローシリカ系より空時収率（STY）は低下するが、プロピレン選択率や触媒安定性の面ではローシリカ系を超える可能性があることを見いだした。将来のエチレン／C₄リサイクルを念頭に、（イソブテン+水）とエタノールとの共反応を行い、リサイクルがプロピレン選択率や触媒安定性の点で正の効果を与えることを見いだした（C₃' / C₂' = 0.95、C₃' + C₂' = 60-70%程度）。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 シリカ系、ゼオライト、リサイクル

〔研究題目〕 新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）総合調査研究

〔研究代表者〕 匂坂 正幸（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 匂坂 正幸、工藤 祐揮、岩田 光夫、林 彬勤、山口 克誠、北川 直美、李 正国
（常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

この研究では、「バイオマスエネルギー先導技術研究開発」で進められている技術開発による地球温暖化への影響をライフサイクルで評価するもので、その成果は、先導的技術開発における各プロセスの課題や改善点を見つけ出し、プロセスの改善と併せて、バイオマスの有効

活用となるシステム提案を目指すものである。

平成21年度は、バイオマスエネルギー先導的技術開発において研究開発中の変換プロセスだけではなく、原料調達や輸送を考慮した評価範囲について、設定したシナリオおよび前提条件に基づいた簡易計算を実施した。簡易計算では、本研究プロジェクトに参画する研究チームに対して行ったヒアリング調査によって得られたインベントリデータを基本とし、分析に不足するデータはプロセスシミュレータおよび文献調査によって補完した。簡易計算によって得られた温室効果ガス排出量とエネルギー比をバイオ燃料技術革新協議会（平成20年3月）により設定された目標値と比較し、各研究チームで開発中のプロセスのパフォーマンスを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、バイオ燃料、セルロース、地球温暖化、LCA

〔研究題目〕 グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）／エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発／最適抜熱方式の検討とシステム構成の開発／冷却ネットワークとナノ流体伝熱による集中管理型先進冷却システムの開発

〔研究代表者〕 阿部 宜之（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 阿部 宜之、大内 真由美、佐藤 正秀、飯村 兼一、瓜田 侑己、鈴木 智裕
（常勤職員1名、他5名）

〔研究内容〕

本研究では、近年消費電力量の増大が著しいデータセンターの、消費電力量を30%以上削減することを目標としている。この目標を達成するために、現状のサーバ冷却システムの概念を一新する新たな冷却システムを提案し、実証、商品化を目指す。新冷却システムにおいては、サーバラックに設けた冷却用ソケットにフレキシブル構造の熱移動ケーブルをあたかも LAN ケーブルを接続するようにプラグイン接続し、熱移動ケーブルを介して供給される冷却媒体によって、サーバに内蔵されたデバイスを直接液冷すると共に、ネットワーク化した冷却系によって集約された廃熱を集中管理することにより、室内環境への廃熱の放出の大幅削減、サーバールーム、データセンターの消費電力の大幅削減を実現する。

本年度は、消費電力80W の CPU を2ヶ用いた実際の1U サーバに高性能薄型ヒートパイプを搭載し、空冷に替わる薄型ヒートパイプと液冷（ヒートパイプ凝縮部）を併用した冷却システムを製作し、優れた冷却性能を実証した。

〔分野名〕 環境・エネルギー、情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 グリーン IT、省エネルギー、データセ

ンター、サーバ、電子機器、伝熱、ヒートパイプ、ナノ流体、冷却ネットワーク

〔研究題目〕 バイオ燃料の品質規格及び計量標準に関する研究開発

〔研究代表者〕 後藤 新一

(新燃料自動車技術研究センター)

〔研究担当者〕 後藤 新一、古谷 博秀、広津 敏博、
小熊 光晴、辻村 拓、佐々木 利幸、
小淵 存、内澤 潤子、篠崎 修

(新燃料自動車技術研究センター)

高本 正樹、土井原 良次

(計測標準研究部門)

岩田 光夫 (安全科学研究部門)

(常勤職員10名、他1名)

〔研究内容〕

本研究開発では、2015～2020年頃に実用化されるであろうエタノールおよびバイオディーゼル燃料に対し、品質規格と計量標準を策定し、JIS規格および国際規格策定に貢献することを目的とする。具体的には、1) ガソリン混合用エタノールの品質規格に関する研究開発、2) エタノール混合ガソリンの計量標準規格に関する研究開発、3) バイオディーゼル燃料の品質規格とエンジン排出ガス特性に関する研究開発の3テーマを実施している。

平成21年度の成果を以下に示す。

1) ガソリン混合用エタノールの品質規格に関する研究開発

ガソリン混合用エタノールの規格は、自動車技術会のJASO規格 (JASO M361:2006) の項目について検討を実施し、特に pHe (エタノール中の水素イオン濃度) の測定方法について課題があることを把握し、これに代わる測定方法として、純水とエタノールを混合することによって測定値を安定させることが出来ることを見出した。石油連盟が主催するガソリン混合用エタノールのJIS化を検討する会合に測定データを提供すると共に測定方法を提案した。

2) エタノール混合ガソリンの計量標準規格に関する研究開発

3台の流量計と密度計、小型体積管、温度計、圧力計、パルス計数システムを組み合わせる移動および液種交換が可能な試験ユニットを製作し、灯油、水、エタノールによる評価実験を行った。これによりエタノールにおいても標準流量を合理的に推定することができる流量標準装置として3方式の評価を行い、校正装置としての課題を抽出した。また、評価対象流量計は4つのタイプについて特性評価を行いエタノールおよび代替液での校正データの収集を進めた。

3) バイオディーゼル燃料の品質規格とエンジン排出ガス特性に関する研究開発

新規 BDF に対する検証試験として、酸化防止剤の効果を検証すると共に、貯蔵安定性について、規制に資するデータを取得した。また、ジェットロファの毒性成分の分析法について調査した。エンジン排出ガス特性に関する試験としては、ジェットロファメチルエステル (JME) を燃料としてコモンレール型噴射装置による試験を実施し、同じ EGR 率 (NOx レベル) では JIS2号軽油より PM が低減するが、JME 混合による PM 及び粒子数低減効果は大きくない等の特性を把握した。また、酸化触媒については、BDF 組成や微量に含まれるアルカリ金属成分 (K, Na) の触媒性能に及ぼす影響把握を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオ燃料、品質規格、計量標準、自動車

〔研究題目〕 グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト (グリーン IT プロジェクト) /②革新的省エネルギーネットワーク・ルータ技術の研究開発/a) IT 社会を遠望した、情報の流れと情報量の調査研究、c) 社会インフラとしてのネットワークのモデル設計と総合評価

〔研究代表者〕 工藤 知宏 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 工藤 知宏、抜間 壽文、並木 周、
来見田 淳也、高 明義、児玉 祐悦、
小林 克志、中田 秀基、竹房 あつ子、
高野 了成 (常勤職員9名、他1名)

〔研究内容〕

本課題は、現在広く用いられているパケット交換網に加え、光のまま経路を切り替える光パス網やヘッダの単純なルックアップだけで経路切り替えを行うラベルスイッチ網などを組み合わせて省エネルギー型ネットワークを構成する手法と、そのようなネットワークを構築した場合の省エネルギー効果を調査・評価することを目的としている。NEDO からの委託研究であり、産総研・名古屋大・NEC が参加している。産総研は、情報量、光信号再生技術、アプリケーションからの情報によるルーティング切替方式の調査評価を担当している。平成20年度から平成24年度までの5年間の実施予定である。

平成21年度は、まず平成20年度に引き続き情報の流れと情報量に関して調査と、本研究で検討している従来のパケット交換網と光パス網などの新しいルーティング方式を組み合わせる方式における国内消費電力の削減効果の定量的な評価を行った。この結果、大きな粒度の通信時に光パス網を用いる方式の優位性を確認した。

また、主に光信号再生技術による伝送特性向上の調査を実施し、省エネルギー効果の高い電気信号処理を介さない光信号再生方式を2つ程度にまで絞り込んだ。

さらに、ネゴシエーションおよびルーティング方式の切替を行うプロトタイプシステムを設計・実装した。発

生するトラフィックの総転送量、転送レートなどの要求要件や、IP アドレスやポート番号などのアプリケーションフローの特定情報などを、アプリケーションサーバとクライアント間で交換し、この情報によってルーティング方式の切替を行う実装を完成した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリーン IT、ネットワーク、省エネルギー、ルーティング方式、光パス網

【研究題目】グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）/エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発/データセンタのモデル設計と総合評価

【研究代表者】関口 智嗣、伊藤 智
（情報技術研究部門）

【研究担当者】関口 智嗣、伊藤 智、児玉 祐悦、
中田 秀基、小川 宏高、竹房 あつ子、
広瀬 崇宏、中村 宏
（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

データセンタの電力消費量削減が迫られている中、何をどう改善すれば、どのくらいの電力消費量削減効果が得られるか、把握することは容易ではない。データセンタを構成する設備（UPS、空調機など）および IT 機器（サーバ、ストレージ、ネットワークスイッチなど）をモデル化し、ハードウェアの改善に加え、運用による改善についても評価可能な指標を開発し、実測を踏まえて改善によって得られる効果の評価を行う。サーバのモデリングと指標の開発を産総研、設備や IT 機器の最適配置の検討を NTT コミュニケーションズ、開発成果の実証評価を NTT コミュニケーションズと産総研が共同で行う。本研究開発では、データセンタにおける電力消費量改善の具体的な項目として、電源の直流化、サーバの抜熱効率化、ブレードにおけるインターコネクットの光通信化、というハードウェア上の改善と、ストレージにおける冗長性排除、クラウドを前提とした処理の効率化、というソフトウェア上の改善を取り上げる。

5年計画の2年目となる平成21年度は、データセンタのモデリングと指標の開発に関して、指標のプロトタイプと評価の枠組みを策定した。指標は、IT 機器が生み出す能力を消費電力で除したものとし、サーバ、ストレージ、ネットワークそれぞれの能力を加味する。評価の枠組みでは、取り上げたそれぞれの改善によって影響が及ぶコンポーネントを明確にし、データセンタ全体での消費電力量削減量を算出する表を作成した。そのため、IT 機器、特にラックマウントサーバやブレードサーバについては、機器内部の FAN、PSU、インターコネクットなど、主要な部品のレベルにブレークダウンし、消費

電力に関するモデル化を行った。実証評価については、国内および海外の主要なデータセンタを調査し、削減効果の基準となる典型的なデータセンタ像を策定した。また、具体的な消費電力の基準値を得るための、小規模な基準データセンタと、温度、電力、風量などを測定する環境を設計した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリーン IT、データセンタ、省エネ指標

【研究題目】革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト/発電から CO₂貯留までのトータルシステムのフィージビリティスタディ/全体システム評価（発電から CO₂貯留に至るトータルシステムの評価）

【研究代表者】赤井 誠（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】赤井 誠、西尾 匡弘、近藤 康彦
（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究「全体システム評価」では、(財)エネルギー総合工学研究所と連携して、①全体調整・取り纏め、②経済性評価モデルの構築と評価、③エネルギー需給影響評価モデルの構築と評価、④国際標準化の検討という4つのサブテーマを実施し、将来的なゼロエミッション石炭火力発電所及び CCS の導入による Cool Earth 50イニシアティブへの貢献度や、CCS が我が国のエネルギー需給に及ぼす影響を分析評価することにより、また、技術導入の促進に資する国際標準化戦略の検討を通じ、戦略的な施策形成に有益な基礎情報を提供することを最終目標としている。当所においては、主として上記の②～④を分担し、下記のような成果を得た。

本年度の各サブテーマについての成果を以下に概略示す。②については、大規模排出源のデータとして、昨年度に収集した石炭火力に加えて、天然ガス・石油などの火力発電所の設備・運転情報や Capture Readiness の評価における情報のひとつとなる敷地レイアウトといった情報を収集整理するとともに、製鉄所などの大規模排出源、及び貯留層の GIS データを収集整備した。また、GIS ベースの経済性評価モデルのプロトタイプ（仮称：SEEC）に、IGCC 及び LNG 火力の分析機能を追加した。③については、日本モデル（ATOM-J）の分析結果を入力とし、開発した電源計画モデル（ESPRIT）の機能拡張版を用い、CCS 付 IGCC などを含む2100年までの電力供給シナリオの試算を行い、改善点やさらなる機能追加項目の検討を行った。日本モデル（ATOM-J）については、負荷時間帯別の電力需要の分析機能の拡張など電源計画モデル（ESPRIT）との連携機能の付加、及び CCS 分析機能の改良などの改造を行い、テストランを通じて最適化の動作確認を行っ

た。世界モデル（ATOM-G）については、IEA の WEO2009を参照した需要の見直しを行うとともに、CO₂濃度安定化シナリオ分析モデル（DONGRI）に対して、陸域吸収源のモデル化機能の追加、海洋吸収源のモデルの見直しなどを行い、試算を通じたさらなる改良点を明らかにした。

④では、専門家へのヒアリングや文献調査を通じて、国際的なデファクト・スタンダードが我が国に不利益をもたらすことが無いような国際動向として、Capture Ready（CCS Ready）の考え方、及びリスクアセスメントを含む信頼性醸成の方法論について調査・分析を行った。このうち、Capture Ready（CCS Ready）については、G8の要請もあり、IEA 温室効果 R&D プログラム（IEA-GHG）などにおいて、その定義の検討が進められており、また英国においては法制化されるなど、国際的に急速な展開を見せており、我が国への影響、或いは我が国の電源計画をベースとした定義付けなどについても引き続き検討していくべき分野であると思なされる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ゼロエミッション、石炭ガス化発電、CO₂貯留

【研究題目】ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造ナノ電子デバイス技術開発／シリコンナノワイヤトランジスタの知識統合研究開発

【研究代表者】金山 敏彦
(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】金山 敏彦、多田 哲也、太田 裕之、
右田 真司、森田 行則、水林 亘、
堀川 剛、Bolotov Leonid
(常勤職員7名、他1名)

【研究内容】

トランジスタのゲート長がサブ10nm の領域に到達すると、ゲートのチャンネルに対する制御能力を最大化するために、直径が nm レベルのナノワイヤ構造をチャンネルに採用することが必須になる。この領域では、量子効果が顕在化し、その利点を活かして高い性能を実現することが期待できる一方、原子レベルの構造揺らぎもデバイス特性に顕著な影響を与え、特性バラツキが今以上に深刻な課題になることが懸念される。

本研究開発では、量子効果が顕在化する特性寸法が10nm 以下のナノワイヤトランジスタを対象に、高精度なデバイス試作と電気的特性評価、物理計測評価解析、デバイスシミュレーションを含む計算科学的解析を、総合的に行う。これによって、CMOS の究極形としてのナノワイヤトランジスタの特性を予測し、構造・材料・プロセスの設計を行うための基盤的知識体系を、科学的な裏付けを持って構築することを目的としている。

① シリコンナノワイヤトランジスタの作製技術および特性解析に関する研究開発

Si ナノワイヤ（SNW）のサイズと形状を同時に制御する手法として、加熱時の減圧酸素による Si 表面のエッチング反応を応用して SNW の細線化及び直線化を行い、SNW の幅を3nm 程度まで細線化することに成功した。本手法で形成した Si 表面上には、直接、原子層堆積（ALD）により良好な特性を持つ high-k ゲート絶縁膜を堆積可能であることが明らかになっており、今後のFET 作製にも極めて有効であると期待できる。

シリコンナノワイヤトランジスタの試作を行った。今回の試作では電子ビーム描画に続いて、アルカリ溶液を用いたエッチングを行ない、高さ19nm、幅35nm の台形の断面を得た。メタルソース・ドレインとしてエピタキシャル NiSi₂を用いることにより、シリサイド結晶相をチャンネル内部に侵入することなく形成し、微細なシリコンナノワイヤトランジスタを形成するプロセスを開発した。ゲート長は70nm である。N型およびP型の不純物をメタルソース・ドレインの界面に偏析させることでNMOS と PMOS を試作し、いずれも良好な特性であった。6桁以上に及ぶ電流変調が得られており、S ファクターも70mV/dec.と小さな値を維持している。今回使用したゲートスタックは HfO₂/TaN/Poly-Si で等価換算膜厚（EOT）は1.5nm であり、EOT を1.0nm レベルに薄くすることで、さらなる高性能化が期待できる。

②ナノワイヤトランジスタの精密計測評価技術の研究開発

ナノワイヤトランジスタでは、チャンネル領域におけるフォノン散乱や歪みは、移動度等デバイス特性に大きな影響を与える。ラマン分光法はフォノン特性を測定する有力な手段であるが、ナノワイヤのように微細な構造の測定ではラマン信号が極めて微弱なため、単一のナノワイヤのラマン測定を正確に行うことは困難である。これまでに、励起光の偏光方向を、ナノワイヤに平行にとると、ナノワイヤに励起光強度の集中が起こることを利用して、測定手法の改良を進めている。その結果、10nW という極めて弱い励起パワーを用いての測定においても、励起光による加熱の影響を避けて、十分な強度のラマン信号を観測することができた。幅10~20nm レベルのSNW のラマンスペクトルを測定したところ、幅が狭くなるにつれ、系統的にピーク位置が低波数側にシフトし、スペクトル幅が増大するというサイズ効果を観測した。このピーク位置およびスペクトル幅のサイズ依存性を、SNW の光学フォノンスペクトルの理論計算結果と比較したところ、ほぼ一致することを見いだした。このようなナノワイヤのラマンスペクトルの正確な測定は、励起光強度を極限まで低下させることができたことで、始めて可能になった。

ナノワイヤデバイスは、個々のデバイス同士の電氣的絶縁を確保するために、電氣的に分離された構造をとる。

絶縁体表面上で走査トンネル顕微鏡 (STM) 測定を実施すると、トンネル電流が流れないために探針が試料に食い込み、クラッシュするために測定不能となる。したがって、ナノワイヤデバイスを計測するためには、STM 観察可能なデバイス領域 (導電性領域) を特定し、そこまで安全に探針を移送することが必要となる。このために、導電性の原子間力顕微鏡 (AFM) 探針を用いることにより、AFM モードで絶縁膜に囲まれたデバイス領域を探し出し、デバイス領域上で STM 測定を行う手法の開発を進めた。特に、ノンコンタクトモードの原子間力顕微鏡 (NC-AFM) のクオーツニードルセンサー (QNT) にタングステン探針を集束イオンビーム (FIB) 加工して装着することにより、NC-AFM モードで探針位置を制御しながらトンネル電流マップを測定できるようになっている。本年度は、この装置を用いて、Si-On-Insulator 基板上に作製した Si のストライプを AFM 測定しながら、トンネル電流を検出し、ポテンシャル分布に対応する STM 像コントラストを検出することに成功した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ナノワイヤトランジスタ、メタルソース・ドレイン、ラマン散乱測定、走査トンネル顕微鏡、導電性 AFM プローブ

【研究題目】 シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発

【研究代表者】 小島 勇夫 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 小島 勇夫、藤本俊幸、寺内信哉、張ルルウ、東 康史、権太 聡、三隅 伊知子、菅原 健太郎、尾高 憲二、木下 和人 (常勤職員8名、他2名)

【研究内容】

ナノ電子デバイスの三次元形状計測について、原子間力顕微鏡 (AFM) プローブの先端がナノサイズのデバイス表面からの原子間力を正確に捉えてトレースできるよう、従来の鉛直方向の励振モードに加え、横方向のモードを追加する技術を開発する。今年度は、ナノエッジの側壁からの横方向原子間力を検出するために傾斜可変 ($\pm 15^\circ$) な AFM プローブを開発し、縦方向・横方向の原子間力を独立・同時に検出することに成功した。さらには、X 線の散乱・回折を用い、基板表面上に形成した多数のナノワイヤデバイス構造の形状や内部構造を精密に評価する技術を開発する。今年度は、試作したライン&スペースパターンを in-plane X 線小角散乱法で測定し、ピッチ高さ、周期、ライン幅ラフネス、ラインエッジラフネスの評価が 0.1nm の精度で評価可能であることを実証した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 シングルナノ、ナノデバイス、形状計測、

原子間力顕微鏡、X 線散乱・回折

【研究題目】 新構造 FinFET による SRAM 技術の研究開発

【研究代表者】 昌原 明植

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 遠藤 和彦、柳 永勲、松川 貴、

大内 真一、坂本 邦

(常勤職員5名)

【研究内容】

半導体の微細化が進むにつれて最初に動作限界の危機に直面すると考えられている半導体メモリ SRAM (Static Random Access Memory) の技術課題解決を目指し、微細化に伴う短チャネル効果に強い Fin 形状チャネルを有するトランジスタ (FinFET) に2つの独立ゲートを付与した新構造トランジスタ (4端子 FinFET) を開発する。さらに、4端子 FinFET のしきい値電圧制御性を利用した新しい SRAM セル (Flex-Pass-Gate SRAM) が微細化しても安定して動作することを実証し、本技術が次世代 SRAM 技術として有効なことを示す。

本年度は、立体構造 FinFET 作製プロセスの高度化を進め、窒化チタンを用いた実効ゲート長20nm 級 FinFET 作製プロセスを新たに構築し、作製した FinFET において電気的特性の評価指数の一つである S 係数が80mV/dec. 以下と良好なものであることを明らかにした。また、通常の3端子 FinFET で構成される SRAM と4端子 FinFET をパスゲートトランジスタに用いた Flex-Pass-Gate-SRAM の動作余裕ばらつきの性能比較を行い、Flex-Pass-Gate SRAM では通常 SRAM よりも動作余裕が1.7倍改善されること、さらに 0.5V の低電源電圧時においても十分な動作余裕を確保できることを実験的に明らかにした。また、シミュレーションにより、特性ばらつきを考慮した20nm 級 SRAM 待機時消費電力の評価も行った。その結果、Flex-Pass-Gate SRAM では、バルク SRAM と比較して、待機時消費電力が1/30まで低減することを確認した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ダブルゲートトランジスタ、FinFET、SRAM、メモリ、集積回路

【研究題目】 新機能原理に基づいたカルコゲン超格子型相変化メモリの研究開発 (次世代相変化メモリ技術の研究開発)

【研究代表者】 富永 淳二

(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 Fons Paul、Alexander Kolobov、

(職員3名、他3名)

【研究内容】

従来の相変化メモリとは異なる、人工的に形成された

超格子構造による相変化メモリを開発し、従来の相変化メモリに比較して格段に消費電力が低く、スイッチエネルギーの少ない不揮発性固体メモリを開発することが研究の目的である。

第一原理計算によって得られたエネルギー安定構造を、実際にヘリコン波型スパッタリング装置を用いて作製した。超格子は GeTe からなる化合物と Sb₂Te₃からなる化合物から構成され、所定の膜厚に沿って積層された。これらの構造と特性をスプリング-8等の軌道放射光による X 線解析、また、電子顕微鏡による像解析を通して、設計したデザインに構成されているかを検討した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】不揮発性固体メモリ、相変化メモリ

【研究題目】ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造ナノ電子デバイス技術開発／シリコンプラットフォーム上 III-V 族半導体チャネルトランジスタ技術の研究開発

【研究代表者】安田 哲二

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】安田 哲二、宮田 典幸、板谷 太郎、高木 秀樹、菅谷 武芳、卜部 友二、石井 裕之(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

電子の有効質量が小さく移動度が大きい III-V 族半導体を用いた MISFET は、ゲート長が10nm 以下となる技術世代において、性能向上や低消費電力化を可能にするデバイスとして期待されている。この技術世代においては、高い電流駆動力を持ち、かつ、短チャネル効果抑制にも優れた MISFET を、埋め込み絶縁層の上に薄膜 III-V 族半導体を形成した III-V-On-Insulator (III-V-OI) 基板を用いて、Si プラットフォーム上にて実現することが求められる。本研究は、Si 基板上更にその上の絶縁膜上に形成した III-V 族半導体をチャネルとする MISFET を開発するために、最適素子構造・材料の明確化を進め、本デバイスの当該世代への適用性を明らかにすると共に、集積化可能性を検証することを平成23年度に達成すべき最終目標として、研究開発を進めている。

平成21年度の研究成果として、まず、III-V 族半導体と埋め込み絶縁層との界面特性が良好な III-V-OI 基板の作製に成功した。これは、原子層成長法によって形成した Al₂O₃を埋め込み絶縁層として用い、Ar ビーム照射による表面活性化法による貼り合せ技術を適用することにより実現した。また、ゲートスタック形成基本プロセスに関し、主に InGaAs 上へ Al₂O₃を形成する場合について、400℃から750℃の温度範囲で熱処理した際の特異変化要因を明らかにするとともに、(NH₄)₂S 溶液処理による界面特性改善やプラズマにより生成した活性種照射による表面組成制御を実証した。さらに、

MISFET のプロセスインテグレーション上の課題の明確化と高移動度動作の実証に関して、InGaAs(100)チャネルを用いて MISFET 作製プロセスを確立した上で、チャネルの面方位を(111)A とすることによる Si の2倍を超える高移動度の実現、および、III-V-OI 基板を用いたトップゲート構造の MISFET のデバイス動作に成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】電界効果トランジスタ、化合物半導体、絶縁体、界面、薄膜

【研究題目】エネルギーITS 推進事業／協調走行(自動運転)に向けた研究開発

【研究代表者】加藤 晋(知能システム研究部門)

【研究担当者】加藤 晋、橋本 尚久、津川 定之(常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

運輸部門のエネルギー・環境対策として、省エネルギー効果の高い ITS (Intelligent Transport Systems) 技術による「渋滞半減を目指すクルマネットワーク化社会システム」および「物流効率倍増を目指す自動制御輸送システム」の実現が期待されている。「物流効率倍増を目指す自動制御輸送システム」では空気抵抗を低減するために複数の貨物車両が接近して走行する隊列走行技術が重要技術と位置付けられている。また、「渋滞半減を目指すクルマネットワーク化社会システム」では相互の車両が協調しながら走行することにより省エネ化を実現する協調走行や高度なエコドライブを可能とする自動運転がキー技術となる。

そこで本事業「エネルギーITS 推進事業／協調走行(自動運転)に向けた研究開発」では、自動運転・隊列走行に必要とされる要素技術および省エネ運転制御技術を開発するとともに実車による実証実験を実施し、自動運転・隊列走行の基礎技術を確立する。産業技術総合研究所は、このうち、自動運転・隊列走行システムのコンパティビリティ(適合性)と安全性・信頼性に関する研究開発を行い、実車による実験検証および評価指標の構築を行う。

本年度は、昨年度に引き続き、自動運転・隊列走行の自動制御技術を主として日米欧の関係技術を調査し、課題解決の知見を得た。また、信頼性の高い制御装置および制御システムを開発するため、安全性・信頼性に関する調査を行い、開発目標値の基本策定に従った対応として、故障推定法の検討を行った。この検討では、冗長システムに対する信頼性の確保も含めたシミュレーション等を用いた有用性の検証を行った。さらに、システム故障時対応アルゴリズムの開発として、故障等に対応する走行制御アルゴリズムの基本設計、故障時対応の車両用インタフェースの基本設計を行った。故障や不具合に対するシステムの対応とドライバ

の対応としてのヒューマンマシンインタフェース (HMI) について検討し、安全性確保の手段としての設計を検討し、基礎実験等による検証を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】自動運転、隊列走行、コンパティビリティ (適合性)、安全性・信頼性、HMI (ヒューマンマシンインタフェース)

【研究題目】異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト

【研究代表者】伊藤 寿浩
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】伊藤 寿浩、松本 壮平、高木 秀樹、石田 敬雄、三宅 晃司、銘苅 春隆、張 毅、小林 健、松本 純一、高松 誠一、呂 曜、田中 寛子、須田 和美 (常勤職員9名、他4名)

【研究内容】

本事業では、大気圧プラズマ、ナノ材料塗布、局所環境制御の各技術を効果的に融合して、大型基板に展開可能な非真空プロセス創出を目指すとともに、ウェアラブル発電、安全・安心ジャケット、シート型健康管理デバイス等の、3次元自由曲面に装着可能な新形態のメーター級フレキシブルシートデバイスを基板の面積化を伴うことなく実現する。そのために、繊維状基材の連続微細加工や製織技術などを活用した新たな製造技術を開発することを目的としている。

平成21年度は、非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術に関しては、大気圧プラズマ技術による0.9気圧での多結晶シリコン成膜技術、シリコンミストジェットヘッドによるシリコンナノ粒子吐出技術、前駆体溶液への犠牲層拡散及びその析出除去による SnO₂多孔質ナノ構造作製プロセス、新規ガスカートン構造を有する局所雰囲気制御技術を開発した。繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術に関しては、有機半導体、導電膜、絶縁膜の5m/min 連続形成技術、繊維状基材上へ10μm 以下のパターンが形成できるリソグラフィプロセスやインクジェットによるナノ銀膜等の高速焼成プロセス、リールツーリールインプリント装置の開発および有機導電膜と絶縁膜の製織による30cm x 30cm 大のフレキシブルタッチセンサの試作を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】非真空プロセス、繊維状基材加工プロセス、製織集積化プロセス

【研究題目】iPS細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発/iPS細胞等幹細胞の選別・評価・製造技術等の開発

【研究代表者】平林 淳 (糖鎖工学研究センター)

【研究担当者】新聞 陽一、舘野 浩章、内山 昇、

矢部 力朗、比江森 恵子、
中須 麻子、福村 美帆子
(常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

ヒト iPS 細胞は創薬スクリーニングや疾患メカニズム解明への応用、更には再生医療の次世代材料として世界中の注目を集めている。しかしながらドナー細胞の由来組織、山中4因子の挿入場所、また用いる樹立方法の違いによっても、得られる iPS 細胞の性質が異なること、iPS 細胞の性質が安定していないことなどが指摘されており、実用化に向けて大きな課題となっている。そこで本研究では、様々な組織から iPS 細胞を多種類作製して、核型、遺伝子発現、細胞表面糖鎖などの各種性状を網羅的に解析する。次に、バイオインフォマティクスを用いて得られた網羅的解析結果をデータマイニングすることにより、細胞を選別する手法やマーカー候補分子の探索を実施する。最終的には、iPS 細胞を選別・評価する技術を確立することにより、信頼性の高い細胞の安定供給体制を構築する。H21年度は4種類の異なる体細胞株から樹立した iPS 細胞株、計102種類について、細胞表層の糖鎖プロファイルをレクチンマイクロアレイで解析した。その結果、異なる糖鎖プロファイルを持つ親株が iPS 化することによって、均質化することを明らかにした。更に、遺伝子発現および糖鎖プロファイルの結果を用いて、体細胞株と iPS 細胞を判別することが可能となった。一方で、由来する体細胞株の特徴を引継いでいることも確認した。これらの結果は、信頼できる iPS 細胞の標準化に関する指標を与え得るものである。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖プロファイリング、再生医療、レクチンマイクロアレイ、幹細胞

【研究題目】省エネルギー革新技術開発事業/第2世代超薄膜ゲート絶縁膜材料の研究開発

【研究代表者】安田 哲二
(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】安田 哲二、宮田 典幸、太田 裕之、右田 真司、卜部 友二
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

CO₂排出量の削減のためには、IT 技術の活用によって、あらゆるシステムの動作効率を高めることが効果的である一方、最近の IT 機器の普及と情報通信量の増大により、IT 機器自体の消費エネルギーが急増しており、その削減は必須である。これらの観点から、集積回路を構成する MOSFET の微細化を進め動作電圧を低減することは重要であり、中でもゲート絶縁膜の薄膜化技術の開発は急務である。本研究は、現在の HfO₂系ゲート絶縁膜よりも更に薄膜化が可能な第2世代の高誘電率

(high-k) ゲートスタックを、希土類金属酸化物をベースとした絶縁膜と Si とを直接接合させることにより実現することを平成23年度の最終目標とするものであり、東京工業大学と産総研が NEDO の委託を受け研究を進めている。産総研は、希土類金属ベースの絶縁膜を化学的気相蒸着法 (CVD) により形成する技術の開発を担当している。

平成21年度は、CVD 反応系の選択や成長条件の最適化のために用いる装置を設計・製作し、成長実験を開始した。本装置の反応器は、物質移動が拡散よりも流れによって支配される所謂プラグフロー条件を実現でき、流れ方向の成長速度分布や膜質変化を解析することにより、成長機構に関する情報を得ることができる。この装置を用いて、アルコキサイド錯体を原料とした CeOx 膜の成長実験を開始し、得られた膜について、金属不純物を含まない Ce 酸化物であること、屈折率が2eV にて2.3であり光学吸収端が3eV 付近にあること、および、誘電率が20を超える良好な値であることを確認した。また、La2O3についてもシクロペンタン錯体を原料とした成膜を確認するとともに、原子層成長モードを達成するための成長条件の明確化を進めた。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 電界効果トランジスタ、絶縁体、薄膜

[研究題目] 省水型・環境調和型水循環プロジェクト
水循環要素技術研究開発
有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発

[研究代表者] 原田 晃 (東北センター長)

[研究担当者] 田中 幹也、小山 和也、成田 弘一、
大石 哲雄、Chitanya Raj Adhikari
(常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

無電解ニッケルめっき工程における、めっき液中の不純物である亜鉛を選択除去しめっき液の長寿命化を達成すること、および新規抽出装置を適用して使用済みめっき液からニッケルを高効率に回収しリサイクルする技術を確立することを目指して、めっき会社および日本原子力研究開発機構と共同で研究を行っている。このうち産総研では、溶媒抽出用試薬を多孔性樹脂に含浸させた含浸樹脂法による亜鉛除去およびエマルションフロー型抽出装置によるニッケル回収において、それぞれの最適操作条件を求める際のバックデータを提供することを目的とした検討を行っている。

まず、含浸樹脂法に関する研究においては、第一段階として、抽出剤として PC88A を用いたときの亜鉛の溶媒抽出挙動に及ぼす pH、抽出剤濃度、溶液組成および温度の影響を調べた。イオン強度を一定とした硝酸溶液からの抽出を、25℃において pH および抽出剤濃度を系統的に変化させて行い、有機相中の抽出試薬の有効濃度

を Alstad の経験式により補正した解析によって、抽出の量論関係は、 $Zn^{2+} + 2H_2L_{org} = ZnL_2 \cdot 2HL_{org} + 2H^+$ と表され、 $\log K = -0.76 \pm 0.14$ であることがわかった。ここに K は見掛けの抽出平衡定数、下添字 org は有機相中の化学種であることを示す。実際のめっき液からの抽出では、硝酸溶液からの抽出に比べ、より高い pH 領域で抽出が起こることがわかった。これは、めっき液内の亜鉛イオンが亜リン酸イオンや有機酸イオンと錯体を生成することにより、遊離亜鉛イオン濃度が硝酸溶液に比べ大きく減少するためと考えた。温度を上げると抽出はわずかに促進され、van't Hoff 式により反応の見かけ標準エンタルピー変化を求めた。また各種官能基を有する市販樹脂による亜鉛およびニッケルの吸着を調べたが、いずれの樹脂も亜鉛の高い吸着率は得られなかった。

次に、ニッケルの抽出については、抽出剤としてキレート剤 LIX84I を用いたときの添加剤 PC88A の抽出加速機構の解明を目的とした検討を行った。すなわち、攪拌槽を用いたときのニッケルの抽出速度を、定面積セルを用いた時の結果と比較し、PC88A の添加効果を考察した。また、ニッケル-LIX84I 錯体に PC88A を混合すると、ニッケルの混合配位子錯体が生成することを示唆する結果を紫外線吸収強度の測定から得た。このデータを解析し、ニッケル-LIX84I 錯体から混合配位子錯体、PC88A 錯体へ変化する反応の平衡定数の決定を試み、暫定値を得た。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 廃液、工程液、溶媒抽出、含浸樹脂、
LIX84I、PC88A、ニッケル、亜鉛、無電解ニッケルめっき

[研究題目] 省水型・環境調和型水循環プロジェクト
水循環要素技術研究開発
有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発

[研究代表者] 辰巳 憲司 (環境管理技術研究部門)

[研究担当者] 辰巳 憲司、市川 廣保、和田 慎二、
(職員2名、他1名)

[研究内容]

これまで処理が困難であった無電解めっき液などの、COD 成分であるキレート剤を大量に含む重金属廃液や排水を、低スラッジ量で効率よく処理する技術の開発を目指した。

無電解銅めっき廃液の主要 COD 成分がロッシェル塩とギ酸であることから、これらのフェントン酸化による最適分解法を検討した。ロッシェル塩及びギ酸のフェントン酸化における最適条件は、ロッシェル塩に対し、モル比で4倍量の過酸化水素と0.2倍量の鉄の添加が必要で、ロッシェル塩は60分以内ですべて分解することが明らかになった。しかし、COD の除去率は75.0%にとどまったため、残存する COD 成分を分析した。その結果、シ

シュウ酸のみが検出された。このことからフェントン酸化でロッシェル塩は容易に分解されるが、その分解生成物のシュウ酸はほとんど分解されないことが明らかになった。また、最適条件より少ない量の過酸化水素と鉄で処理して、そのとき生成する中間分解生成物の分析から、ロッシェル塩の分解機構を明らかにするとともに、シュウ酸まで分解するのに必要な過酸化水素の量を、その分解機構からも明らかにした。一方、ギ酸はフェントン酸化でほぼ完全に分解された。次に、ロッシェル塩とギ酸を含むモデル廃液を調整してフェントン酸化を行った結果、最適酸化条件でロッシェル塩とギ酸はすべて分解されたが、CODの除去率は79.1%であった。

フェントン酸化処理液中には3価の鉄イオンが残るため、その処理が必要となる。そこで、3価鉄の常温フェライト化による処理について検討した。

昨年度の常温フェライト法の研究で、還元剤を用いることで3価の鉄イオン溶液からも水酸化物沈殿ではなくフェライトとして鉄を除去できることを明らかにした。すなわち、3価鉄の溶液は、亜硫酸ソーダの添加にとまってフェライト化が進み、スラッジ体積は極端に減少することを明らかにした。そこで、無電解銅めっき廃液のモデルとしてロッシェル塩とギ酸溶液をフェントン酸化し、その処理液に還元剤を添加する常温フェライト化について検討した。その結果、ロッシェル塩の分解生成物であるシュウ酸が存在すると鉄の還元が阻害され、フェライト化されないことが明らかになった。このため、2価鉄を添加して3価鉄と2価鉄の比を調整してフェライト化する方法について検討した。その結果、フェントン酸化処理液に2価鉄を添加し、水溶液をpH10にすることでフェライト化できることが分かった。一方、ロッシェル塩が存在すると2価鉄添加法でもフェライト化されなかった。このことから、ロッシェル塩を完全に分解すると、分解生成物のシュウ酸が残っていてもフェライト化されることが明らかになった。また、ギ酸はフェライト化には影響しなかった。さらに、鉄のフェライト化で生成する污泥の含水率は60%以下になることが確認され、2価鉄添加フェライト法でも污泥量を半減できることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フェントン酸化、酒石酸、無電解めっき、廃液、重金属、重金属水酸化物、重金属酸化物、フェライト法

【研究題目】多層薄膜の有効熱拡散率測定方法に関する標準化事業

【研究代表者】竹歳 尚之（計測標準研究部門）

【研究担当者】竹歳 尚之、八木 貴志 山下 雄一郎（常勤職員3名）

【研究内容】

半導体、記録メディア、LED、ディスプレイなどの

エレクトロニクス分野で用いられる多くのデバイスは薄膜の積層構造を有しており、高い信頼性で安全に動作するためには、熱設計が不可欠となっている。本プロジェクトでは各層の熱物性と界面熱抵抗を知ることが技術的に困難な場合についても、熱設計に資する有効熱拡散率を効率的に評価可能にするため、規格の可能性について調査・検討した。2層薄膜、3層薄膜に対し、裏面加熱・表面測温型、及び表面加熱・表面測温型のパルス加熱サーモリフレクタンス測定を実施し、面積法による有効熱拡散率算出のための基礎データを蓄積した。多層薄膜の規格素案作成を進めるために、国内委員会を組織し、計3回開かれた調査委員会を通じて多層薄膜における有効熱拡散率の測定手法の検討及びその結果に基づくJIS素案の検討を行った。測定手法に関しては、産総研が開発を進めてきたパルス光加熱サーモリフレクタンス法によって観測される温度履歴曲線に面積熱拡散時間法の適用を検討し、基板の影響を考慮する必要はあるものの多層薄膜の有効熱拡散率を測定する手法として有効であると結論付けた。一方で最終的にユーザーから求められるものは有効熱伝導率であることから、素案名としては多層薄膜の有効熱伝導率測定方法とした。これら国内調査委員会の検討結果に基づき、主要な目標である国際標準化を前提とした素案の作成を達成した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】多層薄膜、熱物性

【研究題目】省エネルギー革新技術開発事業／先導研究／強誘電体フラッシュメモリ基盤技術の研究開発

【研究代表者】酒井 滋樹

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】酒井 滋樹、高橋 光恵、Le Hai Van、Zhang Xizhen、Zhang Wei

（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

目標

最終年度（H23予定）までにFe-NANDの100nmを切る技術世代に直結するFeFET微細化プロセス技術を開発すると同時にFe-NANDフラッシュメモリアレイの動作実証を行う。

研究計画

200nm厚の強誘電体膜、ゲート長1 μ mでメモリウィンドウ0.6V以上のFeFETを開発する。64KbFe-NANDアレイ回路(L=5 μ m)の1Kbブロックのしきい値ばらつきを評価する。Fe-NANDメモリアレイのブロック、WL、BL選択と書込、読出を自動化する測定技術を開発する。セルレベルの特性の現状・課題・解決策を議論する。

年度進捗状況

200nm厚の強誘電体膜、側壁保護膜、素子間絶縁膜

を具備したゲート長 $1\mu\text{m}$ の自己整合ゲート型 FeFET でメモリウィンドウ 0.6V 以上を実現した。64Kb Fe-NAND アレイ回路 ($L=5\mu\text{m}$) を作製して特性を評価し、同一ブロック内1Kb メモリセルの消去・書込状態のしきい値電圧分布のばらつき抑制に成功した。Fe-NAND メモリアレイのページ書込み、ブロック消去、セルデータの読み出しを自動化するシステムを構築した。Fe-NAND フラッシュメモリのセルレベルの特性の議論を通して H21年度の研究指針に役立てた。以上のように H21年度の研究目標をすべて達成することができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】強誘電体不揮発メモリ

【研究題目】省エネルギー革新技术開発事業／挑戦研究（事前研究）／革新的材料（CFRP）加工技術の事前研究

【研究代表者】新納 弘之（光技術研究部門）

【研究担当者】新納 弘之、黒崎 諒三、
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標：

日本の製造業が優位性を維持強化していくため製品製造の要といえる、高強度、軽量化素材を活用し、安価・安易な新加工法を開発する必要がある。具体的素材として炭素繊維強化複合材料（CFRP：carbon fiber reinforced plastics）等の難加工性複合部材の製品成型加工技術の開発を進める必要がある。事前研究において、CFRP 加工に必要なレーザー光源性能の技術開発スペックを明確化する。

研究計画（期間：平成21年5月7日～平成22年3月20日）：

紫外レーザー装置を使った CFRP 加工性能の評価結果を検討し、必要なレーザー加工システムのスペックの具体的な数値化検討ならびに各種 CFRP 材料に関してのベンチマーキングを行う。

年度進捗状況：

ナノ秒パルス紫外レーザー装置を用い、CFRP 試料片に対して切断や穴あけ加工を行い、加工後の試料面の形状観察を SEM 観察ならびに長深度光学顕微鏡観察等を用いて評価し、このときの加工速度、加工深度、切り幅等の加工因子の相関を明らかにした。結論として、現在のレーザー装置では普通車製造生産ラインに適用するには性能不足だが、高出力性が実現すれば、革新的な製造技術として高精度なレーザー加工が可能であることが判明した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】紫外レーザー、加工技術、切断・接合、炭素繊維強化複合材料、CFRP

【研究題目】次世代パワーエレクトロニクス技術開発（グリーン IT プロジェクト）/次世代

SiC パワーデバイス・電力変換器基盤技術開発

【研究代表者】奥村 元（エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ）

【研究担当者】奥村 元、山口 浩、清水 肇、八尾 勉、大橋 弘通、田中 知行、中島 信一、福田 憲司、田中 保宣、原田 信介、先崎 純寿、小杉 亮治、岡本 光央、梅沢 正、松畑 洋文、石田 夕起、児島 一聡、加藤 智久、山口 博隆、伊藤 佐千子、樋口 登、金城 達人、郎 豊群、Simanjorang Rejeki、チェ スン Chol、彦坂 憲宣、大和田 好藏、青柳 昌宏、仲川 博、岩室 憲幸、河田 泰之、中村 俊一、俵 妙、後藤 雅秀
（常勤職員15名、他34名）

【研究内容】

電力エネルギーの高効率利用に向け SiC パワーエレクトロニクスに大きな期待が集まっている。IT 機器インフラ部分のエネルギー消費の増大、自然エネルギー導入に対応するため、(I) 電力変換機用 SiC パワースイッチングデバイス基盤技術(II) 高温動作電力変換器設計試作技術を研究した。

(I) では、オン抵抗を物性限界まで近づけるデバイス新構造研究を行った。UMOS 構造は候補であるが、底面の酸化膜への電界集中により、耐圧の限界が問題であった。そのため、ダブル構造 UMOS 構造を提案し、シミュレーションによりオン抵抗と耐圧の2面において、従来型デバイス構造より優れる見通しを得た。また、UMOS 構造の試作を行い、低オン抵抗化を確認した。ウェハの品質評価に関しては、エッチピットの自動計測プログラムを開発した。また、エピ膜に発生する三角欠陥の評価を行った。デバイスへのキラー欠陥であることを始めて明らかにした。今後発生原因を詰めてゆく。

(II) では、接合動作温度を高めることで変換器のパワー密度を (W/cc) を高める設計研究を行った。設計に必要な熱出入シミュレーション、材料物性の温度特性データ収集、異なる熱特性材の組み合わせに起因する熱疲労、高温半田の検討などを行った。AuGe 系半田の 300°C 近傍までの接合強度評価を行い、JEITA・IEC749規格より十分良い特性を得た。これらの成果を踏まえ 200°C 動作、出力 10kW 変換器を 20W/cc を満す試設計を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】SiC、電力変換器、低損失デバイス、パワー半導体

【研究題目】ナノテク・先端部材実用化研究開発/カゴ状物質を利用したナノ構造制御高性能

熱電変換材料の研究開発

〔研究代表者〕 上野 和夫（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 上野 和夫、山本 淳、小原 春彦、
長瀬 和夫（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

カゴ状物質を利用したナノ構造制御高性能熱電変換材料の実用化と工場排熱発電への適用を目指し、広島大学、山口大学、株式会社 KELK、産業技術総合研究所、株式会社デンソーで共同研究を遂行した。産総研は最適な熱電発電モジュール構成の設計、セグメント型素子の設計、熱電発電モジュールの試作と性能評価を担当した。山口大学より供給された多結晶 Ba-Ga-Sn 系カゴ状化合物（クラスレート化合物）の基礎物性評価を実施するとともに、この材料を用いて、8対の PN 対からなる熱電発電モジュールを試作し、高温側603K（330℃）と303K（30℃）の間の300K の温度差で発電出力1.4W（出力密度178mW/cm²）、効率3.9%を実証した。1次元の熱電発電シミュレータを用いて、様々な条件で発電性能の推定を行い、P 型材料の性能向上によりモジュールの発電性能が大きく改善されること、またビスマステル系材料と Ba-Ga-Sn 系カゴ状化合物のセグメント構造によりさらなる出力向上の可能性があること等を示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 カゴ状物質、熱電発電、熱電モジュール、排熱発電、クラスレート化合物

〔研究題目〕 省エネルギー革新技術開発事業／先導研究／ナノ積層型高熱伝導膜によるホットスポットフリーLSIの研究開発

〔研究代表者〕 青柳 昌宏

（エレクトロニクス研究分野）

〔研究担当者〕 青柳 昌宏、加藤 史樹、井川 登
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

ナノオーダ積層技術により高熱伝導多層膜を半導体LSI デバイス上に直接形成することで、デバイス発熱部から放熱部までの熱抵抗を低減し、ホットスポットを含むデバイス動作温度の低温化とそれによるトランジスタリーク電流ロスの低減を実現することをめざす。高熱伝導多層膜の特性を効率良く利用する熱流路を考えて、チップ内、ならびに外部インターポーザ内へ多層膜を形成することにより、トランジスタ領域から発生する熱を効率よく外部に放出し、ホットスポット低減を図る。

平成21年度は、ホットスポットの温度分布および多層膜の有無によるホットスポット低減効果を評価するための評価デバイスについて、その試作に必要なプロセス技術開発を行った。具体的には、ホットスポットを模擬するデバイスとして、発熱密度 γ 1mm²当たり0.3W となる10 - 30 μ m 線幅の抵抗型マイクロヒータを設計した。

デバイス内の高熱伝導多層膜を組み込む構造における熱拡散効果の検証に必要な熱分布測定技術、デバイス温度モニター技術について調査を行った。高熱伝導多層膜を組み合わせるデバイス構造に応じて、多層膜を組み込む構造と成膜プロセスに関する設計・試作技術の確立に向けて、発熱層から放熱層へ効率的に熱を移動させるために高熱伝導多層膜を有するデバイス用ウエハーに放熱ビアを形成するプロセス技術として、多層膜およびSi 基板加工の検討を行った。

〔研究題目〕 省エネルギー革新技術開発事業／先導研究／省エネ情報機器のための超並列バスによるヘテロジニアス・マルチチップ積層 Cool System の研究開発

〔研究代表者〕 仲川 博（エレクトロニクス研究分野）

〔研究担当者〕 仲川 博、青柳 昌宏、菊地 克弥、
居村 史人（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

情報機器の製造・運用に関わる大規模なエネルギー削減を行うための基盤技術を確立することを目的として、超並列通信バスによるヘテロジニアス・マルチチップ積層 Cool System の LSI チップのスケラブルな積層により高集積化を可能とする基盤技術のため、超並列通信バスで接続するために必要となる微細接続電極の形成および接続技術と低容量貫通電極形成技術を開発する。平成21年度は1000個以上の10 μ m 以下の寸法を持つ微細接続電極をチップ中心部に形成する技術の開発を中心に行った。具体的には、ガスデポジション法による錐形状バンプの適用性を検討するため、シリコンテストチップの中心部に1600個の微細接続電極の形成を試みた。最初に、5mm 角のチップにフォトレジストホールパターンを形成し、この上からガスデポジション法で金を堆積させ、錐形状が自己形成されるプロセスにより、微細接続電極となる錐形状バンプを試作した。この錐形状微細接続電極の形状を評価して形成条件の最適化を進めた。また、このような微細接続電極を用いたチップを積層して接続するため、1 μ m 以下の精度で位置合わせが可能なフリップチップ接合装置の立ち上げを行った。

〔研究題目〕 生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業（平成20年度）－整形系・血管系インプラント評価技術の標準化－

〔研究代表者〕 岡崎 義光（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 岡崎 義光、メーヤー秀美
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

ステントグラフトなどの血管系インプラント分野のJIS 原案を作成するための基盤を強化するため、委員会の運営、委員メンバー構成、具体的な標準化の内容につ

いて、厚生労働省、経済産業省の両省、医療機器産業界及び医学関係者と密接な協議を行い、JIS 原案を作成するための連携基盤を確立した。また、ISO 等の国際整合性を考慮した JIS 規格とするため、H14年度からH18年度までに NEDO プロジェクト「生体親和性インプラント材料のテクノロジーアセスメント技術」で開発した手法及びデータの規格化に向けた解析に加え、ISO、ASTM 規格、米国 FDA 審査ガイドライン (510k) 及び国内審査情報の取得・解析及び改善点の把握等を行った。

委員会運営のための内規の作成、国内の標準化の連携基盤を強化しつつ、JIS 原案作成委員会及び技術検討委員会に関する委員委嘱を行い、産業技術研究所において作成された素案を基に、関係企業を中心に構成されたステントグラフトの力学的試験方法に関する技術検討委員会およびインプラント用 Ti-Ni 合金素材に関する技術検討委員会を各2回ずつ開催し、技術的な検討を加えた。技術検討委員会での結果を踏まえつつ、3回の JIS 原案作成員を開催し、「ステントグラフトの機械的試験方法」及び「インプラント用 Ti-Ni 合金」の2つの JIS 原案を取りまとめた。

2009年に制定された骨接合用品に関する3件の JIS 及びステントグラフトの力学試験方法及びインプラント用 Ti-Ni 合金に関する JIS 原案の5件の規格案について、ISO 提案を目指して英訳を行った。規格案を取りまとめるための調査として、2009年 ISO/TC150京都総会に出席し、情報収集を行った。また、Ni-Ti 合金素材の使用動向に関して、医療機器添付文書情報の調査などを行った。人工関節(股関節及び膝関節)に関する耐久性試験を実施し、人工股関節の耐久性試験方法及び人工膝関節の耐久性試験方法の2件の規格案を確定させるとともに解説を充実させるデータを取得した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】インプラント、試験方法、標準化

【研究題目】太陽電池アレイ故障診断技術の開発

【研究代表者】高島 工 (太陽光発電研究センター)

【研究担当者】高島 工 (常勤職員1名)

【研究内容】

本事業は、太陽光発電システム(PV システム)の直流側である PV アレイについて、アレイ中の不具合モジュールを発見し、その不具合モジュールの位置を特定する技術および装置を開発するものである。また、PV システムの故障診断システムを構築し、これを用いたビジネスプランを策定し、実用に供することを目的としている。

産総研では、株式会社システム・ジェイディー (共同受託者) が開発する「故障診断システムのプロトタイプ」、および阪和電子工業株式会社 (共同受託者) が開発する「故障劣化センシング装置のプロトタイプ」の性能評価を行った。その結果を、本成果物であるシミュレ

ーションモデルの設計目標や故障劣化センシング装置における処理速度・センシング精度に関する性能目標にフィードバックした。

太陽電池ストリングに信号印加を行い、その応答波形を解析することでストリング中の故障モジュールを特定する手法のセンシング分解能を評価するにあたり、信号伝搬速度から推定された信号線路長と実際のストリング線路長の比較を行った。その結果、多結晶シリコン太陽電池のストリング中の信号伝搬速度は 2.7×10^8 [m/s]であること、これを用いたストリング長推定の誤差はモジュール枚数に換算すると0.6枚程度であることを実験的に明らかにした。故障検出レベルの精度については、電圧分解能を高めることで信号の精密な観測が可能であるとの見通しを立てた。

ビジネスプランの策定にあたって、太陽電池製造メーカーおよび太陽電池測定装置製造メーカーヒアリングを実施した。製造メーカーヒアリングにおいて、オンサイトメンテナンス作業におけるハードウェア要求仕様 (検出目標、必要機能、実装仕様、等)、およびメンテナンス業者が当該性能診断機器を保有する際の機器の目標価格等の情報を得た。また、測定装置製造メーカーヒアリングにおいて、現状での測定機器の普及状況やユーザー層、市場規模等の情報を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、故障診断技術

【研究題目】生活支援ロボット実用化プロジェクト／生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発

【研究代表者】大場 光太郎 (知能システム研究部門)

【研究担当者】大場 光太郎、本間 敬子、
中坊 嘉宏、尾暮 拓也、水口 大知、
松本 治、安達 弘典、堀内 英一、
加藤 晋、岩田 拓也、橋本 尚久、
角 保志、藤原 浩
(常勤職員12名、他1名)

【研究内容】

①リスクアセスメント手法の開発

リスク評価用シミュレーション環境の研究開発では、設計基準事象および過酷事象となり得る想定事故のシナリオをシミュレーションで可視化し、定性的リスクアセスメントに資するメディアコンテンツを整備する。本年度は想定事故の予備調査とシミュレーション用プラットフォームの整備を計画していた。想定事故の予備調査については NEDO 委託先の生活支援ロボット開発者を訪問して4つのタイプのロボットの想定事故を調査し、先行してデータが提供された2タイプについて想定事故の候補が選定された。シミュレーション用プラットフォームの整備についてはロボットシミュレータ DELMIA を選択してロボット1機種モデルのモデル化の試験を行い、予定

通りに作動することが確認された。

②ロボットの安全性試験評価方法の開発（機械・電気安全）

生活支援ロボットの安全性試験評価方法を開発するため、今年度は主に機械安全に関する試験装置の開発を行った。ロボット研究開発実施者から次年度以降に提供されるロボットに関して、ヒアリング、現場調査、関連規格の分析などを行った上で、今年度導入を予定していた試験装置や新たに導入を決定した装置に関する仕様を決定し、一部の試験装置については製作を行った。具体的には、走行安定性試験、耐久性試験（一部）、環境認識（特に人検知）性能試験に関する試験装置については製作が完了し、次年度早々から開始する基礎実験に向けてデータ取得の準備を開始した。その他の試験装置については製作者選定が完了し、試験条件の具体的な検討に着手した。

③ロボットの安全性試験評価方法の開発（機能安全）

各ロボットにおける現状での機能安全の取り組みについて、コンセプト検証を通して調査を行い、意見をとりまとめて国際標準化会議コミティドラフトへの修正提案を行った。さらに来年度に行う機能安全認証の詳細な実態調査研究の計画をたてた。また、機能安全規格 IEC 61508への適合において必要となる FMEDA（故障モード影響診断解析）の実施方法について調査した。さらにコンセプト検証結果、および一般のサービスロボット研究などの実態に基づき、有線通信が安全関連系としての程度利用されているか、また利用形態について調査検討した。類似の通信規格を調査し、EMC などの試験方法、試験を行うためのソフトウェア作成の基本方針について、機能安全に基づく試験方針を策定した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、安全、認証、国際標準化

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／高圧合成法による次世代大容量正極材料酸化物の材料設計

【研究代表者】間宮 幹人

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】間宮 幹人、秋本 順二

（常勤職員2名）

【研究内容】

現在、自動車搭載用リチウム電池の研究が多くなされているが、実用化に向けては飛躍的な容量向上が必要とされている。そのため、従来技術の延長線上にない新たな部材提案が期待されている。本研究においては高圧合成法を用いることにより、従来より高密度な高圧相や制御が難しかった酸素などの化学種を定量的に制御することにより新たな正極物質の提供を目的としている。

平成 21 年度は、常圧で合成可能なスピネル型

LiMn_2O_4 の高圧相であるカルシウムフェライト型 LiMn_2O_4 の合成および解析を行った。カルシウムフェライト型 LiMn_2O_4 においては直接目的組成に調整した原料で高圧合成した試料と、一旦 NaMn_2O_4 を高圧合成した後 Na/Li イオン交換して合成した試料の 2 種類を準備した。どちらの試料もカルシウムフェライト型の空間群 Pnma を示す単相であったが、電気化学特性は直接合成試料が初期容量 104mAh/g であったのに対し、イオン交換試料では 471mAh/g と大きく異なることが解った。

また、さらに高電位化、高エネルギー密度化を目指し、マンガンサイトへの遷移金属元素置換を行い、作製条件、化学組成、そして Na/Li イオン置換条件の最適化を検討した。Ti 置換において高圧合成した $\text{Li}(\text{Mn}_{0.9}\text{Ti}_{0.1})_2\text{O}_4$ を正極として用いた場合、初期放電時の放電容量は 1.0 V において 310mAh/g と LiMn_2O_4 と比べ減少してしまったが、平均放電電位 2.93V、エネルギー密度 910mWh/g であった。また、 $\text{Li}(\text{Mn}_{0.9}\text{Ni}_{0.1})_2\text{O}_4$ を正極として用いた場合、1.0V において初期放電容量は 393mAh/g、平均放電電位 2.56V、エネルギー密度 1007 mWh/g であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウム二次電池、高圧合成、正極材料、マンガン酸化物、イオン交換合成法

【研究題目】エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発/サーバーの最適構成とクラウド・コンピューティング環境における進化するアーキテクチャの開発/クラウド・コンピューティング技術の開発

【研究代表者】中田 秀基（情報技術研究部門）

【研究担当者】中田 秀基、工藤 知宏、高野 了成、小川 宏高、谷村 勇輔
（常勤職員5名）

【研究内容】

昨今広くクラウドが用いられるようになりつつあるが、このクラウドを運用するデータセンタの消費電力低減が大きな課題となっている。本研究では、データをそのデータが配置された場所で処理する「データ・アフィニティ処理」を、昨今利用が可能になった高速な半導体ストレージに適用することによって、クラウド上で大容量データにアクセスするアプリケーションの実行に要する消費電力の低減を図る。

高速な半導体ストレージを持つ計算機を高速なネットワークで接続し、高速な並列処理を行うことで、データ処理に必要な計算機台数を低減し、消費電力を低減する。対象とするデータは、キーバリューペアの形で、各ノード上の半導体ストレージに保存する。この際に、キーの値によって保持するノードを分散する。キーの値を制御することで、各ノードへの負荷を均等にする。データに

対する計算処理は、データが存在するノード上で行う。これによって、ネットワーク転送を排除し、効率的な並列処理を実行することができる。処理の結果も新たにキーバリューペアとしてストレージに書き出し、次段の処理を行う。このような構造をとると、中間結果がその都度ストレージに展開されるという欠点があるが、メモリキャッシュと高速な半導体ストレージを用いるため、問題にならない。このデータ処理構造は、Googleの提唱するMapReduceを汎化したものとなる。一括して処理するキーの集合を制御することでそれぞれMapフェイズ、Reduceフェイズと同様の計算を表現することができる。

研究プロジェクトは21年度中盤から24年度までの予定で開始された。21年度には、コンセプト実証のためのプロトタイプ構築と評価環境の構築を行った。プロトタイプ構築の結果、広く用いられているHadoopに対して大きな速度向上が得られる目処を得た。

22年度は、昨年作成したプロトタイプをベースに、並列分散処理系を実装する。さらに、並列分散処理系の上で動作する、処理の記述を容易にするヘルパー処理系の実装を進める。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] クラウド、半導体ストレージ、並列分散計算、マップリデュース

[研究題目] 希少金属代替材料開発プロジェクト対象鉍種追加分／⑥排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発／ディーゼル排ガス浄化触媒の白金族使用量低減化技術の開発

[研究代表者] 濱田 秀昭

(新燃料自動車技術研究センター)

[研究担当者] 濱田 秀昭、佐々木 基、小渕 存、内澤 潤子、難波 哲哉、益川 章一

(新燃料自動車技術研究センター)

原 重樹、Caravella Alessio

(環境化学技術研究部門)

多井 豊、三木 健、尾崎 利彦

(サステナブルマテリアル研究部門)

(常勤職員9名、その他2名)

[研究内容]

本プロジェクトは、本年度開始されたもので、ディーゼル排ガス浄化触媒システムにおいて、大量の白金族が使用されている酸化触媒と触媒付ディーゼルパティキュレートフィルター (DPF) を対象とし、白金族金属の使用量を低減しかつ高い浄化性能を持つ排ガス浄化触媒システムの開発を目的としている。2企業、2大学との共同研究開発体制において、当研究所は下記の研究項目を担当した。成果概要は以下の通りである。

(1) 最適な触媒活性種組成と構造の探索

担持白金触媒の担体毎の特性を比較した。調製時白金粒子径は ZrO_2 、 Al_2O_3 担体を用いた時小さいが、エージングで白金粒子は巨大化し、一部担体は担体表面積も低下した。NO 酸化特性を検討したところ、物性変化と活性の間に単純な相関はなく、反応条件での Pt の担持状態が反応を支配すると推定された。

(2) ナノ粒子固定化技術の開発

シングルナノサイズの白金族金属をアルミナ凍結乾燥ゲル担体 (クリオゲル担体) に高分散担持するプロセッシング技術を確立し、 800°C 5時間耐久後の白金露出率は市販触媒の約2倍の4.4%となった。耐久後にもイオン性の白金が残存していることが XANES 解析より判明し、これが耐久性向上の一要因と考えられた。

(3) 最適担体構造の検討

(a) 多元構造担体を用いたモデル白金触媒の検討

耐久性の高いベースとなる担体の選定を行うため、種々の担体 (Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SiO_2 、 CeO_2) を用いた Pt 触媒を調製した。エージング処理および硫黄暴露処理 (100ppmSO_2 、 250°C 、40h 処理；10万キロ走行相当) を行ったところ、 Al_2O_3 が耐熱性・耐硫黄性に優れており、ベースとする担体として最適であることが示された。

(b) シミュレーションによる最適担体構造の検討

数値流体力学シミュレーションを活用した多元構造触媒の設計支援を目的とし、そのためのモデルを構築した。これはスケールの異なる3つの領域 (ハニカム触媒チャンネル内、触媒コート層中のマクロ孔内およびマイクロ孔内) を連携させたところに特長がある。

(4) DPF 用銀触媒の機能発現要素の解明

本年度は、スス燃焼に適した Ag の性状を明確にするため担体の影響を検討した。モデルススとしてのカーボンブラック (CB) の昇温酸化反応において、ほぼ金属 Ag で構成される Ag/ZrO_2 の活性が高く、金属 Ag に吸着した活性酸素が CB 燃焼に寄与していることが示唆された。 NH_3 昇温還元反応試験 (NH_3 -TPR) により高い酸化活性を示す吸着酸素の存在が明らかになり、それが CB 燃焼に関与する酸素種であると推察された。

[分野名] 環境・エネルギー、

ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ディーゼルエンジン、排出ガス浄化触媒、白金族低減、酸化触媒、ディーゼルパティキュレートフィルタ

[研究題目] 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／希少金属代替材料開発プロジェクト対象鉍種追加分／⑥排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発／ディーゼル排ガス浄化触媒の白金族使用量低減化技術の開発

[研究代表者] 多井 豊

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 多井 豊、尾崎 利彦、三木 健

(常勤職員3名)

【研究内容】

本プロジェクトは、ディーゼル排ガス浄化触媒システムにおける、白金族金属の使用量低減技術の開発を目的としている。2企業、2大学との共同研究開発体制において、当部門では、ナノ粒子固定化技術と、貴金属ナノ粒子作製技術の開発を担当している。

ナノ粒子固定化技術では、シングルナノサイズの白金族金属をアルミナの凍結乾燥ゲル担体（クリオゲル担体）に高分散担持するプロセッシング技術を確認した。

調製時のアルミナゾルの溶液濃度ならびに硝酸の添加量等を最適化することにより、CO 酸化反応において市販の白金触媒に比べて30℃以上反応温度を低温化させることに成功した。また、空气中800℃、5時間の耐久試験後の白金露出率はクリオゲル触媒で4.4%、対して市販触媒では約半分の2.4%であった。クリオゲル触媒では露出率から算出される金属粒子径、あるいは XRD から計算される金属結晶粒子径が、耐久後も市販触媒に比べて小さいことが判明した。クリオゲル触媒に含まれる白金の XANES 解析からは、耐久後もイオン性の白金が残存していることが判明、これが耐久性向上の一要因と考えられた。

貴金属ナノ粒子作製技術においては、Pt ナノ粒子の液相合成に着手した。Pt 塩を含むポリビニルピロリドン水溶液の NaBH₄による液相還元で、Pt ナノ粒子を作製することが出来た。これをアルミナ担体に担持し、空気雰囲気下800℃で耐久試験をおこなった。その結果、白金露出率は2.9%であり、耐熱性に関しては従来法と大きく変わらないことが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 クリオゲル、合金ナノ粒子、ディーゼル排ガス浄化触媒、白金族低減、酸化触媒、ディーゼルパーティキュレートフィルタ

【研究題目】 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）／低圧固定床用 FT 触媒技術を利用した BTL プロセスの研究開発

【研究代表者】 村田 和久（バイオマス研究センター）

【研究担当者】 村田 和久、岡部 清美

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

Ru/Mn/γ-Al₂O₃触媒にて、固定床の反応を230℃、1MPaで行うと、FT 活性は認められた。反応初期では、CO 転化率75%、C₅+収率55%、メタン選択率10%であった。しかし反応の進行と共に性能は急速に低下し、24時間後には CO 転化率45%、C₅+収率26%となり、逆にメタン選択率は20%まで増加した。240℃または220℃で

も活性低下は同様であった。反応後の触媒の粉末 X 線 (XRD) の結果を見ると、活性種である金属 Ru が十分に残存しており、生成する水による金属 Ru の酸化が活性低下の原因とは考えにくい。今後 C₅+収率が50%程度でも活性が低下しない触媒系や反応条件をさらに探索する必要があることが分かった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 FT 触媒、低圧固定床

【研究題目】 セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業／バイオ燃料の持続可能性に関する研究／温室効果ガス (GHG) 削減効果等に関する定量的評価に関する研究

【研究代表者】 匂坂 正幸（安全科学研究部門）

【研究担当者】 匂坂 正幸、工藤 祐揮

(常勤職員2名)

【研究内容】

GBEP (Global Bioenergy Partnership) は、サミット参加国を中心とした組織で、その中で、温室効果ガスの削減効果を含むバイオ燃料の持続可能性について議論が進められている。わが国も参画している重要な枠組みであることから、そこでの議論を把握・分析するため、2009年10月、2009年11月、2010年3月に開催された GBEP 会合に参加し、GBEP の温室効果ガスタスクフォース (GHG_TF)、持続可能性タスクフォース (持続性 TF) での持続可能なバイオ燃料の利用や開発に関する動向の調査を行った。

持続性 TF では、持続可能性を評価するため網羅的に指標を取り込もうとしている。そのため、膨大な指標を整理し、客観的に評価できるように作業を行っている。産業技術総合研究所の代表者もその作業に参画しつつ、国内で進められている持続性との整合性を確認した。さらに代表者が中心となって ERIA (Economic Research Institute for ASEAN and East Asia) で進めている持続性に関する議論に基づく知見を、その会合に反映させた。

一方、GHG_TF では、これまでに開発されたライフサイクルアセスメント (LCA) に基づく GHG 排出量算出方法を各国で試行し、課題を明らかにする作業を行っている。代表者がこれまでに扱ってきた LCA の例をもとに、わが国が評価しようとしている方法と GBEP との整合性を図れるよう、注意を図ってきた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、バイオ燃料、持続可能性、地球温暖化、サミット

【研究題目】 省エネルギー革新技術開発事業／挑戦研究／チップ間信号伝送用マイクロ波素子の開発

〔研究代表者〕 今村 裕志
(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 今村 裕志、辻 邦昭
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

電気・磁気結合フェーズロック機構の理論・シミュレーションの開発を行った。市販のシミュレーションツールでは、ナノ接点構造の電流印加時におけるスピンドYNAMIXを扱うことはできず、独自にシミュレーションツールを開発する必要があった。そこで、我々は新たに超小型マイクロ波発振素子解析装置を導入し、その立ち上げを行い、独自にシミュレーションツールの大規模化、高速化を行った。また、新規に導入した超小型マイクロ波発振素子解析装置をもとに、電気・磁気結合フェーズロック機構の理論・シミュレーションのためのシミュレーションツールの開発を行った。大規模かつ高速なシミュレーションを行うために反磁場の計算には Intel MKL の FFTW を使用し、OpenMP を用いた並列化を行った。CPU コア数8で計算速度は約5倍の計算速度を達成することに成功した。ナノメートルサイズの電流狭窄領域をもつナノ狭窄磁壁型スピンドYNAMIXのシミュレーションを行った結果、電流が正の場合にはフリー層に磁壁が押し出され、自由層全体を引きずって振動するために発振周波数は電流が負の場合よりも小さくなることが明らかになった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ハードディスク、スピントロニクス、自己組織化、ナノ狭窄磁壁

〔研究題目〕 革新的太陽電池評価技術の研究開発

〔研究代表者〕 菱川 善博 (太陽光発電研究センター)

〔研究担当者〕 菱川 善博、土井 卓也、高島 工、大谷 謙仁、仁木 栄、上田 孝、石井 徹之、薛 雁群、吉田 郵司、鯉田 崇 (常勤職員7名)

〔研究内容〕

1. 集光型多接合太陽電池評価技術

①集光型太陽電池屋内評価技術

集光型太陽電池セルの高強度光源による評価を高精度に行い、日米で屋内性能評価の比較検証を実施するために必要な光源の基本構造と仕様検討を行った。集光倍率500倍以上に対応できるセル単体の性能評価を高精度に行うためには、高照度 (1000 sun 以上) かつ多接合に対応したスペクトル調整機構を備えた、安定性の高いパルス光源が必要であると考えられること等を勘案し、必要な仕様を明らかにした。検討にあたっては、該当技術に経験のある米国 国立再生可能エネルギー研究所 NREL の評価設備の訪問および議論を行った。

②集光型太陽電池屋外評価技術

集光型太陽電池を屋外で評価する技術開発については、日本製と米国製の集光型太陽光発電 (CPV) システムを日米両国に設置し、気象条件の異なる環境下において発電性能を比較する実証試験を計画し、その基本設計を行った。米国 NREL 等との協議を通じ、米国サイトをコロラド州オーロラ市 SolarTAC とした。日本サイトについては関係各所との協議により岡山市内とした。12月の竣工を目指し工程表をまとめた。米国 NREL とは、電子メールと電話会議 (2週間に1回) を通じて緊密な連絡を取り合い、本研究開発の円滑な推進のための関係構築を行った。

2. 薄膜多接合太陽電池評価技術

今年度は以下の項目を実施した。

①革新的薄膜多接合太陽電池性能評価技術

従来開発した単接合および従来型2接合太陽電池の評価技術をベースに、従来より広いスペクトル領域で感度特性を有する Si 系以外および3接合以上を含めた革新的材料および構造を持つ薄膜多接合太陽電池の評価技術開発のための装置仕様検討を開始した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、太陽光発電、エネルギー、環境、性能評価、集光型、信頼性評価、システム

〔研究題目〕 省エネルギー革新技術開発事業／挑戦研究／冷却フリー・大出力ダイヤモンドパワーデバイスの研究開発

〔研究代表者〕 鹿田 真一

(ダイヤモンド研究センター)

〔研究担当者〕 梅澤 仁 (ダイヤモンド研究センター)

〔研究内容〕

目標、研究計画、年度進捗状況

ダイヤモンドは将来の省エネ用パワーデバイスとして他材料を凌駕し、高耐圧、低損失、高速動作のデバイスが期待されている。本研究は、従来期待されている高耐圧用途に加え、“高温で高電流密度が可能なこと”に着目して、自己発熱温度で動作し強制冷却システムを不要とする「冷却フリー・大出力パワーデバイス」を実現するための先駆け研究である。現在パワーモジュールの最大の課題である「冷却問題」から脱し、省エネ、省スペース、省重量、高信頼性を目指す NEDO 委託研究で、物質・材料研究機構及び大阪大学大学院との三者共同研究である。高電流密度が可能な縦型構造を実現し、耐電圧2kV、250℃動作、1000A/cm²の大電流密度を実証する事、また高温のスイッチング特性の計測を行い、低誘電率による寄生容量の影響が少ないことを目標としている。以上により Si、SiC に対して低損失、高温冷却フリー、高出力、高耐圧そして高速動作デバイスのアドバンテー

ジを実証する。本年度は、縦型プロセス要素技術を開発し、デバイスプロセスに着手した。また動作層エピ欠陥解析手法の開発を行い、ダイヤモンドの高精度トポグラフィ像の撮影に世界で初めて成功した。パンチスルー縦型 SBD を前提とした階段型ドーピング構造にて、室温および高温環境での素子特性(オン抵抗および耐圧)を予測し、最適なドーピング濃度およびエピ膜厚を導き、ドリフト層設計指針とした。さらに250℃高温動作を前提とした実装関連技術開発として、メタル及びセラミックスを用いた250℃耐熱パッケージを高耐圧動作可能なように設計を実施した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、パワーデバイス

【研究題目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発／水素拡散を制御した高信頼性絶縁膜の開発とフラッシュメモリーへの応用

【研究代表者】 柳 永勳 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 柳 永勳、昌原 明植、遠藤 和彦、松川 貴、堀川 剛 (常勤職員5名)

【研究内容】

高信頼性かつ低電源電圧で動作可能なフラッシュメモリーでは、高品質なトンネル絶縁膜と電界集中が起こりやすいトンネル形状が必要となる。本研究では、高品質なトンネル絶縁膜として水素拡散を抑制できる新規絶縁膜を開発し、三次元トンネル領域を有する FinFET フラッシュメモリーに応用することによって、高信頼性かつ書き換え電圧6V である新規フラッシュメモリーを開発することを最終目的としている。

本年度は、低電源電圧動作に必須な三次元トンネル領域形状の作製プロセスと FinFET フラッシュメモリーの作製プロセス開発を行った。具体的には、(100) と (110) 面方位を持つ SOI (Silicon-on-Insulator) 基板上に熱酸化膜を形成し、電子ビーム描画と反応性イオンエッチングで Fin ハードマスクを作製し、TMAH 水溶液で SOI 層をエッチングした。この場合、チャンネルの両側面は (111) 面方位となるので、TMAH による SOI のエッチング速度が他の面方位に比べ非常に小さい。このような結晶異方性エッチングの特徴を利用することによって、ナノサイズの三角断面形状と矩形断面形状を持つ三次元チャンネルの作製に成功した。また、FinFET フラッシュメモリーの作製で最も重要な三次元ゲート加工プロセス開発を行い、50nm 級の三次元ゲート加工に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 トンネル絶縁膜、FinFET、フラッシュメモリー

【研究題目】 省エネルギー革新技术開発事業／事前研究／次世代エレクトロニクスモータの

事前研究

【研究代表者】 田中 保宣 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】 田中 保宣 (常勤職員1名)

【研究内容】

低コスト高性能モータ、エレクトロニクスをコア技術とし SR (スイッチトリラクタンス) モータをベースとした機電一体集積構造による「エレクトロニクスモータ」により実現する。本研究開発では、特性オン抵抗が極めて低く低損失が期待され、且つノーマリオン特性を有する SiC-BGSIT (SiC 埋込ゲート型静電誘導トランジスタ) を電流型インバータに適用する事を前提にその素子設計及び試作を行い、最終的に SR モータ駆動用の電流型インバータへの適用を試みる。要求される素子特性の検討を以下の項目ごとに行った。

(1)素子耐圧 対象となる SR モータの応用範囲は広く、家電・自動車から産業応用と多岐にわたる。必要な素子耐圧も応用によって異なるため、ここでは自動車用 (ハイブリッド自動車、電気自動車) までを視野に入れ、目標素子耐圧を最大1,200V に設定した。

(2)特性オン抵抗 比較対象となる Si-IGBT の同耐圧 (1,200V) での特性オン抵抗(換算値)は、研究開発レベルで $10\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ である。本研究開発では Si-IGBT に対して1/5の特性オン抵抗 ($2\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$) を目標特性オン抵抗に設定した。

(3)スイッチング周波数 モータドライブ回路では高周波動作によるメリットは小さく、逆に高周波動作によって発生するノイズが誤動作を引き起こす懸念があるため、最大スイッチング周波数は50kHz に設定した。

(4)最大電流 容量の大きいモータを駆動させるためには当然大電流容量の半導体素子が必要となる。大電流容量の半導体素子とは、即ち大面積の半導体素子ということになるが、SiC はその結晶品質に起因するデバイスの低歩留まりという問題が完全には解決されていないため、素子試作において一定の歩留まりを確保するためには、現状では最適な素子面積を設定せざるを得ない。ここでは、素子面積を 1mm^2 、最大電流を4A と設定し、必要に応じて素子を並列接続することにより電流容量を増やすことにした。

(5)動作可能温度 SiC はバンドギャップが3eV 以上のワイドギャップ半導体であるため300℃を超える温度においても安定して動作することが確認されており、SiC パワーデバイスの大きな特徴の一つであると言える。但し、高温動作には周辺部材 (半田、ボンディングワイヤ、パッケージ) も含めた対策が必須であり、現状ではその部分の研究開発が立ち遅れている。本研究課題において周辺部材を含めた材料開発を行う事は極めて困難であること、また本研究課題では高温動作を前提にはしていないため、他の Si パワーデバイスと同等に最大動作可能温度は150℃に設定した。

本年度は以上の仕様を前提に SiC-BGSIT の素子設計を行い、その指針に基づいて素子試作を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 SiC 静電誘導トランジスタ、
スイッチトリラクタンスモータ

〔研究題目〕 省エネルギー革新技术開発事業／挑戦
研究（事前研究）／超低損失 GaN パワー
エレクトロニクス IC 化技術事前研究

〔研究代表者〕 清水 三聡（エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ）

〔研究担当者〕 清水 三聡、井手 利英、大橋 弘通
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

本研究開発では、窒化物半導体を用いたパワーICの可能性について調査を行った。特に、p型チャンネルの可能性について調査を行った。その結果、窒化物半導体を用いた p型チャンネルの素子は、ホールの移動度が低いため、かなり困難であることが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 GaN、スイッチングデバイス、パワーIC

〔研究題目〕 健康安心イノベーションプログラム／糖鎖機能活用技術開発

〔研究代表者〕 西村 紳一郎（～H22.1）、清水 弘樹（H22.2～）（ゲノムファクトリー研究部門）

〔研究担当者〕 清水 弘樹、八須 匡和、作田 智美、長島 生（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

本研究開発では、財団法人化学技術戦略推進機構との共同研究にて、動物細胞を利用したヒト型糖鎖合成法を核とする糖鎖合成技術開発を行い、平成22年度までにヒト型糖鎖を100種類10ミリグラムオーダーで、そのうち20種類はグラムオーダーで調製することを最終目標としている。このうち我々は、細胞法が苦手とする多価シアル酸やフコースの導入などに関して、当研究室で開発した「糖鎖自動合成装置 Golgi™」を用い、新規糖鎖材料の産業上の有用性を実証する目的で、細胞法では調製しにくい糖鎖を合成し、感染症病原体との相互作用の検討研究に寄与している。

本年度はまず、糖鎖プライマーの化学変換研究として、引き続き糖鎖自動合成装置 Golgi™ 用の適合リンカー、手動で *in vitro* で酵素反応を遂行する際の適合リンカーをそれぞれ追及した。またシクロデキストリン効果について、その作用機作を解明すべく実験データを多数得ることに成功し、これらの知見を実際の糖鎖合成に利用展開した。さらに、糖転移酵素による糖鎖連続的再修飾を遂行し、林原分室で合成されたネオラクト系糖鎖や

グロボトリアロース、GM3などを原料とし、シアル酸やフコースを複数持った2つの新規糖鎖化合物を含む多種多様な糖鎖の合成に成功した。これらの化合物にはセファロースへの提示などさらなる適当な変換を施し、共同研究先にウイルスや毒素との結合活性試験用に供与するなど、有用糖鎖探索研究の一端を担った。

本研究課題は、ゲノムファクトリー研究部門内に設立された糖鎖プロジェクト研究特別チームとして遂行された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖、糖転移酵素、シアル酸、フコース

〔研究題目〕 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術研究開発）／酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究

研究開発項目 iv)：糖化後に生成する C6・C5糖類の発酵に資する有用微生物の代謝・ストレス耐性等に係わる生化学的・遺伝的情報の取得と蓄積

〔研究代表者〕 鎌形 洋一

（ゲノムファクトリー研究部門）

〔研究担当者〕 鎌形 洋一、扇谷 悟、田村 具博、中島 信孝、北川 航、野呂 奈津子、合田 孝子（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

概要：

本研究では、バイオマスの酵素糖化液中に共存する C6・C5混合糖を高効率でエタノールに変換する発酵基盤技術の確立および軽油代替となりうるブタノール等の発酵生産のための新たなプラットフォーム微生物の創出を目指している。

C5糖（キシロース）の効率的発酵基盤の確立に向けて、キシロース代謝の初発段階に関与する遺伝子群を、異なるプロモーターや複数挿入などの方法により、様々なレベルで発現させ、それらの発現量の比がキシロース消費やエタノール生産に与える提供について明らかにした。また、ウイルス由来の配列を用いることにより、1つの mRNA から効率的に複数セットのキシロース代謝系酵素を生産することに成功した。

軽油代替燃料の微生物による生産に資する研究開発については、昨年度同様多様な環境からブタノールならびにイソブタノールに耐性を示す微生物の取得を試みた。その結果、好気環境下ならびに絶対嫌気環境下からそれぞれブタノール、イソブタノール共に3%以上で生育を示す *Enterococcus* 属に近縁な新種微生物と *Erysipelotrichi* 科の新種の微生物の獲得に成功した。これらの溶媒耐性と膜の脂肪酸組成との関係を明らかにした。

平成20年度に作製した大腸菌ピルビン酸高生産株をモ

デル宿主として、代謝系の強化並びに新規遺伝子を導入してイソブタノールを生産させた。その結果、最大2% (v/v)までイソブタノールを生産出来ることを確認した。また解糖系、TCA サイクル、呼吸鎖の27種の酵素遺伝子群に対するアンチセンス RNA による遺伝子発現抑制解析より、イソブタノール生産向上には、糖消費速度の向上と補酵素 (NADH・HADPH) の供給・再生系の強化が必要であることが明らかとなった。

研究テーマ

1. アルコール発酵酵母による C6・C5糖の効率的発酵基盤の確立

2. 軽油代替燃料の微生物による生産に資する研究開発

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ブタノール、エタノール、酵母

Rhodococcus

【研究題目】 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発 (先導研究開発)／酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 矢追 克郎、内山 拓、六谷 明子、

久野 しおり、宮崎 健太郎

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

セルロース系バイオマスの糖化に資する糖化関連酵素獲得を目的として、木質分解堆肥、温泉、発酵食品等の環境 DNA より作製したメタゲノムライブラリーから、糖化酵素のスクリーニングを行った。とくに、既存の糸状菌系酵素システムで問題となっている、 β -グルコシダーゼについて新規な高性能酵素を得るべく徹底的に探索を行った。まず各種メタゲノムライブラリーを寒天培地上、X-Glc 分解活性を指標にプレートアッセイを行い、合計1700クローン余りの陽性クローンを得た。これらのクローンの末端塩基配列の決定を行い、重複を排し、最終的には1400余りの独立クローンを得た。これらのクローンを96穴ウェルのフォーマットに整列し、pH 依存性、耐熱性、グルコース耐性について、ハイスループットな特徴付けを行った。これらの結果、50°Cで耐熱で、酸性域で至適活性を有するグルコース耐性 β -グルコシダーゼを数十クローン同定した。いくつかのクローンについては塩基配列の決定を行い、組換え酵素としての大量生産、グルコース耐性の確認、安定性や速度論的パラメーターの決定、基質特異性の決定など、詳細な酵素学的解析を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、糖質加水分解酵素、 β -グルコシダーゼ、スクリーニング

【研究題目】 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発

【研究代表者】 藤森 一浩

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 藤森 一浩、川崎 隆史

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

目標：

本研究では、バイオマス糖化に寄与する新規微生物、酵素、遺伝子ならびにゲノム解析に関わるデータを蓄積する。また、糖化後に生成する C6・C5糖類の発酵に資する有用生物の代謝・ストレス耐性等に係る生化学的・遺伝的情報の取得と蓄積、ブタノール等の発酵生産のため新たなプラットフォーム微生物の創出等を行う。

研究計画：

次世代シーケンサによる糖化酵素遺伝子情報の解析と次世代シーケンサで得られた実用酵母ゲノム配列情報の高次解析のための遺伝子構造・配列解析システムの構築。年度進捗状況：

次世代シーケンサによる、より高精度な解析のためには、リファレンスゲノムデータが必要であるため、解析の対象となる有用実用酵母の基準となる適当な1株について、高速シーケンサ等を用いてドラフトゲノム配列の構築を試みた。さらに、精度の高い配列の構築を目指している。また、一次解析データからリファレンスゲノムデータとの比較により効率的に目的遺伝子群を抽出するシステムを用いて、耐熱性、pH 耐性、凝集性やキシロース資化等発酵能に関与する有用遺伝子群を抽出するために、それら特性に優れた実験酵母株の一次解析データの取得に努めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオマス、糖化酵素、遺伝子、次世代シーケンサ、ゲノム、実験酵母

【研究題目】 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発 (先導研究開発)／新規好アルカリ性乳酸菌を用いた乳酸の低コスト生産法の研究開発

【研究代表者】 鈴木 正昭

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 鈴木 正昭、湯本 勲、吉宗 一晃、

加我 晴生、星野 保、横田 祐司、

佐々木 正秀、佐々木 皇美、

山本 美佳、青柳 智 (常勤職員 8 名、

他 2 名)

【研究内容】

目標、および研究計画：

乳酸はエタノールと同様にバイオマス資源から発酵により生産することができる。乳酸はポリ乳酸の原料とな

るほか、そのエステルは液体燃料の可能性を持つ他、溶剤、医薬品原料、食品など多くの用途を持っている。しかし、乳酸はエタノールと比較すると生産される濃度が低濃度でかつ精製にコストが掛かることもあり、乳酸の製造コストはエタノールの約3倍である。本研究では非食料バイオマス資源を出発原料とし新規好アルカリ性乳酸菌を用いて発酵工程を非滅菌系で行い、原料の前処理、発酵、精製を効率的に行うことで、乳酸の低コスト生産法を開発する。

年度進捗状況：

種々の好アルカリ性乳酸菌による乳酸発酵特性について検討した結果、*Enterococcus casseliflavus* L-120、*Enterococcus sp.* AY103の2種類の乳酸菌が現時点で非滅菌系の発酵プロセスに最も適していることを見つけた。稲わらとおからを原料としてこれらの乳酸菌による非滅菌乳酸生産について検討し、高濃度（12wt%）の乳酸発酵液を得ることができた。また光学純度はL体100%であった。乳酸生産コストのうちかなりの割合を占める分離・精製プロセスについて調査を行った。これらの結果から本プロセスによりエネルギー回収率0.4以上、乳酸製造コスト150円/kg以下での乳酸生産が可能である見通しが得られた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオマス、発酵生産、乳酸、極限微生物、精製プロセス、省エネルギー

【研究題目】 健康安心プログラム／再生医療評価研究
開発事業／再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発

【研究代表者】 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 大串 始、町田 浩子、勝部 好裕、

(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

「間葉系幹細胞」、「骨」、「軟骨」、「心筋」及び「角膜」の5分野に関して再生評価技術ならびに計測機器を開発し、実用化レベルでの評価基準を確立するとともに、わが国発の基準の世界標準化を図る。研究開発テーマは以下の通り。

- ①間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価技術開発
- ②骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ③軟骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ④心筋・血管の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ⑤角膜の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

産業技術総合研究所の担当した項目（①および②）毎に平成21年度の成果を示す。

①培養中に細胞特性の違いを簡便かつ高精度に評価する技術および計測装置の開発のため、細胞接着面近傍のみを励起できるエバネセント光を利用して、蛍光標識し

た抗体で染色した間葉系幹細胞を余剰抗体未洗浄のまま、通常の培養フラスコで観察可能な試作機を完成させた。また、増殖能の高い細胞は、小型で細胞核部分での厚みが増加している傾向にあることから、核にあたる部分の細胞厚みと平面形態から細胞増殖活性を評価する技術ならびに装置の開発を行った。汎用顕微鏡に後付け可能なシステムにするため、焦点位置を簡便に上下動させる機構を持つ計測装置の試作機を完成させた。これらの試作機はバイオジャパン2009への展示を行った。

②骨基質産生量を非侵襲的ならびに経目的に高い精度で計測する技術および計測装置の開発のため、骨基質の形成過程で新生骨に取り込まれる性質を持つカルセインやテトラサイクリン等の蛍光物質を利用して、その蛍光強度から骨基質量、すなわち再生培養骨量を定量的に測定できる計測装置を開発した。試作機はバイオジャパン2009への展示も行った。計測技術に関しては ASTM の F04.43に規格案を登録し、関係者による討議を継続している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 再生医療、間葉系幹細胞、骨、標準化

【研究題目】 革新的部材産業創出プログラム／新産業
創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー
技術開発プログラム／次世代光波制御
材料・素子化技術

【研究代表者】 西井 準治（光技術研究部門）

【研究担当者】 西井 準治、福味 幸平、北村 直之、
金高 健二、渡邊 歴、茶谷原 昭義
他（常勤職員6名、他22名）

【研究内容】

信頼性向上、低コスト化、機能集積の3条件を満足する革新的光波制御素子のためのガラス部材および高速・大面積微細成型・加工プロセスを開発することを目的とし、高い屈折率と低い成型温度を兼ね備えた新規組成のガラス部材を開拓するとともに、波長レベル以下の錐形あるいは矩形微細構造を平面あるいは曲面状のガラス表面に作製できるモールド材料と成形技術を開発し、非球面レンズ、回折格子、波長板などが集積された超高機能次世代光学素子を低コストで製造する技術を開発する。本年度は、屈折率1.8、屈伏点温度450℃に近い値を持ち、かつ、波長400nmにおける透過率80%以上のガラス組成を開発した。更に、電子線描画法によりサブ波長周期の微細構造を持つモールドを作製し、そのモールドを用いることによりガラスインプリント法で、一次元周期構造を平板ガラスの両面に成型することに成功するとともに、反射防止機能を持つ二次元周期構造を球面ガラスレンズ上へ形成することにも成功した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ガラス、成型、光学素子

〔研究題目〕高機能簡易型有害性評価手法の開発／培養細胞を用いた有害性評価手法の開発／高機能毒性予測試験法基盤技術の開発

〔研究代表者〕近江谷 克裕
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕近江谷 克裕、中島 芳浩、市野 善朗
(計測標準研究部門)、
呉 純、李 学燕、熊田 志保、
上田 直子、笹栗 頌子
(常勤職員4名、他4名)

〔研究内容〕

目標：

簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うための手法の確立を目指し「高機能簡易型有害性評価手法の開発」の一環として、発がん性や発生毒性（催奇形性）、免疫毒性の3分野の試験に関して、わが国で開発された最新の技術を組み込んだ国際的に利用可能な高精度簡易試験法の開発を目標として研究開発を行う。

研究計画：

免疫毒性評価に選定した遺伝子について多色発光プローブの開発をさらに進め、評価用発光細胞を製作する。併せて発がん評価用の遺伝子プロモーター領域のクローン化と多色ベクター化を進める。さらに、すべての予測試験法について共同研究を実施する東洋紡績と連携し、基盤技術部分のプロトコール作成を支援するとともに、発光測定を高精度化するための標準発光物質を製作、効率的標準化の方法を調査・検討し、発光特性を値付けした標品の供給法を確立する。

年度進捗状況：

発光プローブとして赤色ルシフェラーゼの性能の向上を目指し、種々の変異体を作成し評価を行った。その結果、生きた細胞での発光強度が向上したルシフェラーゼ変異体及び細胞波砕後の溶液中でも安定なルシフェラーゼの変異体をそれぞれ確保することができ、特許出願を行った。併せて関連論文を発表した。次に、免疫毒性評価用に選定し、従来のものに加えて IL-8 及び IL-22 遺伝子のプロモーター領域をクローン化し、多色発光ベクターを構築した。免疫毒性評価細胞 U937 では IL-8 と IL-1 β の発光活性を、また Jurkat 細胞では IL-2 と IFN γ を指標とした 3 色発光免疫毒性評価細胞の安定発現株を確立した。これらを基に培養・継代・ストック法の最適化を東洋紡績とともに検討した。一方、Bhas 42 細胞における発がん関連特異的な遺伝子を、食薬安全センター秦野研究所とともに検討し、対象遺伝子のプロモーター配列として Mmp10 遺伝子を選択、クローン化した。コントロール遺伝子として h β -actin 遺伝子を選択、2 つの遺伝子発現を同時に観察する発がん性評価用多色発光細胞を製作、安定株の取得に成功した。さらに、発光測定を高精度化するためには標準発光物質の作成が必須であることが明らかになったことから、多色発

光ルシフェラーゼ標準品の作成法を検討し、長時間安定に保持できる条件を決定した。また、標準品の大量生産を実施、発光特性の値付けを行った。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕生物発光、化学物質評価、簡易解析法

〔研究題目〕次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発

〔研究代表者〕松本 一
(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕松本 一、栄部 比夏里、Xinbo Zhang、
寺澤 直弘 (セルエンジニアリング研究部門)、
都築 誠二 (計算科学研究部門)
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

リチウム二次電池の安全性を高める液体電解質媒体として、難燃性・難揮発性が主な特徴であるイオン液体の適用を検討し、安全性に優れた車載用リチウム二次電池システムの実現に資するイオン液体電解質を開発することを目的としている。

研究開始から3年目に当たる本年度は、昨年度得られた成果を発展させ、①非対称ペルフルオロアニオン (FTA⁻, [(FSO₂)₂(CF₃SO₂)N]⁻) とイオン液体化が困難なスピロカチオンからなるイオン液体にイオン液体のぬれ性に優れるセパレータを組み合わせることにより室温で10Cのレート特性を得ることができた。また昨年度合成したエーテル酸素含有ボレートアニオンが融点や粘度を低減に効果があることを明らかにしたが、分子動力学計算 (MD) によるシミュレーションを用い、その理由が側鎖の運動性に帰因することを明らかにした。また LiFePO₄ 正極を用いても比較的高いレート特性を発揮しうることが明らかとした。さらに、ラミネートセルをもちいた10秒間出力評価を検討し、EMI[FTA]を用いた場合に従来の有機溶媒電解液の2倍の出力が得られる事が分かった。これらの研究成果に基づき、特許2件 (内 PCT 出願2件) の出願、学会発表 (国内6件、海外6件)、論文5件 (掲載受理済) の発表を行った。

〔分野名〕エネルギー・環境

〔キーワード〕イオン液体、リチウム二次電池、計算科学、パーフルオロアニオン

〔研究題目〕次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発

〔研究代表者〕寺澤 直弘
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕寺澤 直弘 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標：

リチウム二次電池の安全性を高める液体電解質媒体として、難燃性・難揮発性が主な特徴である“イオン液体（常温溶融塩）”の適用を検討し、既存の有機電解液系リチウム二次電池の構成を生かしつつ、安全性に優れた車載用リチウム二次電池システムの実現に資するイオン液体電解質を開発することを目的とする。

研究計画：

熱安定性に優れるものの、電池特性においてはあまり高い充放電電流密度では作動しない、 $[\text{CF}_3\text{SO}_2\text{-N-SO}_2\text{CF}_3]^-$ (TFSI) 系イオン液体と、電解液系に匹敵する充放電レート特性を發揮するものの熱安定性に劣る $[\text{FSO}_2\text{-N-SO}_2\text{F}]^-$ (FSI) 系イオン液体の双方の優れた特性を兼ね備えたイオン液体の合成のため、 $[\text{CF}_3\text{SO}_2\text{-N-SO}_2\text{F}]^-$ (FTI) 系の原料合成と従来のイオン液体との比較のためのイオン液体の合成を行う。また、低粘性・低融点のイオン液体を形成するアニオン種として報告例が増えているホウ素原子が中心のいわゆるボレート系アニオンのさらなる物性改良の検討のため、ボレート系アニオン種を含むイオン液体の合成を検討する。また長鎖フルオロアルキルボレート系及び枝分かれを持つ長鎖フルオロアルキルボレート系アニオン種を持つ、イオン液体の合成を検討する。

年度進捗状況：

昨年度に引き続き、新規アニオン原料合成の検討を行い、粘性を大きく低減する新規なボレート系アニオン種を持つイオン液体の種類の追加合成に成功した。また、長鎖フルオロアルキルボレート系アニオン種を持つ、イオン液体の合成に成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リチウム二次電池、イオン液体電解質、難燃性・難揮発性

〔研究題目〕 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発（要素技術開発）／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発

〔研究代表者〕 松本 一

（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 都築 誠二（常勤職員1名）

〔研究内容〕

イオン液体の物性、なかでもイオン種の拡散を支配する粘性、実際のデバイス作動温度を支配する融点をできるだけ低下させることが実用的観点から必要である。これまでもっとも検討されてきた、TFSA, BF₄ アニオンからなるイオン液体ではカチオン種にエーテル酸素を導入することにより粘性や融点が低下することがわかっているが、これらについてその理由について必ずしも解明

されているとは言えない。またこのようなエーテル酸素の効果がアニオン種にも適用可能かどうかについての検討も必要である。そこでイオン間相互作用および、拡散に及ぼす側鎖の影響（ねじれ角等）について高精度分子軌道計算（MO）と分子動力学計算（MD）を併用して検討した。

このほか、エーテル酸素の導入位置の影響、モデル化した炭素負極とイオン間の相互作用解析、昨年度見いだしたスピロ型アンモニウム塩のMO法、MD法による解析等より多角的に計算科学的手法の可能性についても検討を行った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 メサイド系アニオン、イオン輸送特性、イオン間相互作用、拡散、第一原理分子軌道法

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／要素技術開発／定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤研究開発（電子伝導性酸化物材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発）

〔研究代表者〕 五百蔵 勉

（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 五百蔵 勉、秋田 知樹、丹上 貴子、渡邊 久美子（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究では、従来のカーボン系触媒担体に比較して格段に耐酸化性を向上させた新規な高耐久性触媒担体の開発を目的として、バルブメタルの酸化物（Magnéli 相酸化物など）をベースにした、電導性と耐腐食性を高い次元で満足できる担体材料の検討を行った。

これまでに実施した導電性酸化物担体材料に関する研究開発の結果から、高耐久性担体材料候補として、酸素欠損型チタン酸化物（TiO_x）が高い耐酸化性および導電性を有しており、次世代触媒材料として有望であると考えられる。そこで、本研究開発では白金担持チタン酸化物（Pt/TiO_x）系触媒活性の一層の向上を図り、市販40%Pt/XC72触媒と同等の酸素還元活性（セル特性）の実現を目標とした。また、当該プロジェクトに参画している企業メンバーに開発した触媒サンプルを提供し、実用化に向けての指針や技術課題の明確化を目指した。

本年度は特に、酸化物担体触媒の導電性および安定性を中心に検討を行った。チタン酸化物の還元プロセスの最適化を行った結果、Pt/TiO_x の導電性を2桁程度（約100倍）向上させることに成功し、従来材料である Pt/C 触媒の1/3～1/4程度の導電性を有していることがわかった。さらに、改良 Pt/TiO_x 触媒は発電試験においても特性が改善し、市販40%Pt/XC72触媒と同等の質量活性を示すことが明らかになった。また、高電位安定性に関

しては、電位サイクル試験結果より Pt/C 触媒に比して格段に高いことが明確になった。

昨年度同様、改良触媒サンプルは企業メンバーに提供し、各社において触媒特性評価（MEA 作製、1000～2000時間連続運転試験）を行った。昨年度サンプルに比べ電圧劣化率の低減が確認されるとともに、電位サイクルなど加速劣化試験においてもほとんど性能低下が見られないことがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、電極触媒、触媒担体、酸化チタン

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／エネルギー密度の革新を目指した金属－空気電池の二次電池化

【研究代表者】藤原 直子（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】藤原 直子、五百蔵 勉、林 由美子、前田 範子（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

本研究では、金属－空気電池のための可逆空気極を開発することを目的とし、空気極層とアルカリ電解液との界面にアニオン交換性の固体高分子電解質膜を使用する固体高分子形空気極と、放電時の酸素還元と充電時の酸素発生との両反応に高活性な可逆空気極触媒の開発に取り組んでいる。固体高分子形空気極では、大気中の CO₂ による酸素還元反応・酸素発生反応の性能低下が従来の空気極に比べて抑えられることを昨年度実証した。今年度は、空気極のさらなる高機能化・高性能化を目指し、空気極構成材料の開発指針を得る目的で各種隔膜材料の物性評価を行った。種々のアニオン交換膜とイオン交換能を有しない多孔性膜についてアルカリ電解液中での輸率とイオンの拡散係数について評価を行った。亜鉛負極のアルカリ電解液中での溶存種と考えられる二価アニオン錯体は空気極側に移動して酸化物として析出することが懸念されている。この亜鉛錯体のアニオン交換膜中の拡散係数は一価のアニオンに比べて十分小さく、固体高分子形空気極により負極金属由来する金属酸化物の空気極側での析出が抑制できる可能性が示唆された。

また、放電時の酸素還元と充電時の酸素発生との両反応に高活性な可逆空気極触媒について検討した。昨年度報告した Pt 系触媒に近い活性を有する触媒をより安価で資源的制約の少ない材料で開発することを目的として、アルカリ電解液中での回転電極法により、種々の金属及び金属酸化物触媒の活性評価を行った。酸素還元を高活性な Pd と酸素発生に高活性な Ni とを組み合わせた複合触媒において PtIr に近い空気極性能が得られた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】金属－空気電池、空気極、酸素還元、酸

素発生、アニオン交換膜

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／基盤技術開発／次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発（劣化解析・抑制手法の開発）

【研究代表者】辰巳 国昭

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】辰巳 国昭、小池 伸二、鹿野 昌弘、栄部 比夏里、小林 弘典、蔭山 博之、秋田 知樹、堀 博伸、廣瀬 道夫、上野 憲市郎、吉田 芳男、中島 美幸、山本 博文、和合 由美子、佐藤 扶美子、黒田 佳弥、名倉 規代、犬飼 祥子、植永 恵子、山野 由美子、室井 伸彦、齋藤 喜康*、児玉 久子*
*エネルギー技術研究部門

（常勤職員8名、他15名）

【研究内容】

基盤技術開発の担当4法人（電力中央研究所、産総研、自動車技術研究所、東北大学）が、研究開発責任者会議により全体を統括するとともに、電池技術協議会を組織することで要素技術（モジュール電池）開発担当法人と連携を図り研究開発を推進した。産総研は、「劣化要因の解明とその抑制方法の開発」並びに「材料レベルからの安全性要因の解明」を担当している。

平成20年度までに、電池の劣化に伴い生じる正極材料の変化について、プローブ長の異なるモードの XAFS 測定や XPS を試料のバルクと表面の結晶構造の差異を捉える手法として適用した。また、赤外線分光法と XPS による電極表面堆積物の同定を進めている。正極材料に Li(NiCoAl)O₂ を、負極にハードカーボンを用いた高出力型の18650型円筒電池を試作し、長期にわたる保存試験を実施した電池より取り出した正極と試験前の正極について各種分光学的な検討を加え、容量劣化・出力劣化の要因の確定と定量化を進めた。その結果、サイクル試験による劣化現象と同様に充放電を伴わない保存試験においても、正極材料の最表面において層状構造が乱れ立方晶となる現象が出力劣化の要因であることを明らかにした。

材料レベルからの安全性要因解明のため、正極の熱安定性を正極重量、結晶構造の変化、発生気体の分析により検討した。その結果、電解液由来の分解生成物、活物質、結着材などの熱分解反応が観測され、各温度での熱分解反応要因を推定するとともに、表面皮膜量の比較から電池の劣化要因の解明の一助となる可能性も見出された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、負極、自動車

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究題目〕基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究

〔研究代表者〕大串 始
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕大串 始、吉村 康秀、田所 美香、
笹尾 真理、小田 泰昭
(常勤職員1名、他4名)

〔研究内容〕

本プロジェクトでは、再生医療における基礎研究が臨床適用されるための阻害要因を掘り起こし、安全で有効性の高く、品質が保証された細胞を、円滑に医療現場に届けるための、統合的な橋渡し研究開発を行う。

研究計画：

間葉系幹細胞の細胞源としては骨髄が頻用されているが、最近では骨髄以外の様々な組織にも間葉系幹細胞が存在することがわかってきている。しかし、細胞源が異なると性質も異なる可能性があり、ある治療には有効な細胞が、他の治療には有効でないことも考えられる。そのため、各治療に即した細胞源を見極めることが重要である。本研究では骨髄由来間葉系幹細胞 (BMSC) 及び脂肪組織由来間葉系幹細胞 (ADSC) の増殖・分化能を解析し、どのような疾患に応用されるべきかの検討を行う。具体的には、細胞表面抗原分析、遺伝子発現解析、細胞の産生する増殖因子やサイトカインの比較などから対象疾患に対して期待する効果が得られるかどうか、また、移植に際して安全性が担保できるかどうかを検証する。

年度進捗状況：

動物 (F344 rat) を用いた場合、*in vitro* での骨分化能、皮下移植での骨形成能とも BMSC は ADSC よりも有意に高かったが、心筋梗塞部位への移植では BMSC は骨形成を示さなかった。ヒト細胞を用いて同様の比較検証を行ったところ、BMSC、ADSC とともに *in vitro* での骨分化能、皮下移植での骨形成能を示した。そのうち、高い骨形成能を示す ADSC を心筋梗塞部に移植したところ、細胞の一部は生着しているが、骨形成は認められなかった。これらの結果から、ヒト BMSC、ADSC は増殖・分化 (特に骨分化) に有意な差はなく、ともに心疾患に応用できうる細胞といえる。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕再生医療、幹細胞、心再生、骨分化

〔研究題目〕基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究

〔研究代表者〕平野 隆

〔研究担当者〕平野 隆、町田 雅之
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

①間葉系幹細胞の染色体異常解析

間葉系幹細胞を基礎研究から臨床研究に橋渡しするためには、用いる細胞の安全性の評価を行うことが必要である。現在再生医療で注目されている胚性幹細胞 (ES embryonic stem cells) あるいは人工多能性幹細胞 (iPS induced pluripotent stem cells) において培養を続けると癌化することが報告されている。したがって再生医療を早期に実現するためには、細胞の癌化を容易に評価できるシステムを確立することが重要である。ES あるいは iPS 細胞等の幹細胞の実用化は基礎研究を経て実用化に向かうが、現在でもすでに臨床的に細胞を用いた治療が行われている。癌患者本人から採取した樹状細胞あるいは細胞障害性 T 細胞等を培養して本人に返す免疫療法は広汎に行われている。

当該プロジェクトでは対象患者本人の骨髄から取り出した間葉系幹細胞を分離、培養、増殖、分化を経て本人に戻すことにより再生医療を行う橋渡し研究を行うことになっている。すでに産総研では早期にセルプロセッシングセンター (CPC) を導入し、骨損傷の治療に実績を有している。このような再生医療を一般的治療として行うためには、前述のように安全性の評価方法を確立することが重要である。安全性評価には細胞の現状を記述する発現系レベルの解析と細胞の本体である DNA レベルの解析があるが、最も危惧されるのは癌化である。癌については既に細胞内の DNA の集合体である染色体に構造的異常が生じることが確立している。この染色体異常の検出には蛍光ハイブリダイゼーション (FISH) 法、分光核型解析 (SKY) 法、人工染色体アレイ (BAC アレイ CGH) 法があるが、未知の全ゲノム領域の染色体構造異常を一度に解析するには BAC アレイ CGH 法が優れている。BAC アレイ CGH 法においては癌に関連する異常部位を正常染色体からの染色体部分の数の異常として判定を行う。したがって単に異常を検出するばかりでなく、染色体のどの位置に、どの程度の異常が生じたかを定量的に把握できる特徴がある。

当該研究開発では臨床に用いられた間葉系幹細胞由来の DNA を産総研尼崎から入手し、BAC アレイ CGH 法で評価した。この方法で HeLa 細胞などの培養癌細胞で培養期間により染色体異常プロファイルの変化を検出していることから、間葉系幹細胞の異常を検出可能である。解析の結果は正常細胞のプロファイルと同等であり、少なくとも今回の治療プロトコルの培養により染色体上の異常は生じていないことが明らかとなった。この研究開発により BAC アレイ CGH 法が簡便で有力な癌化評価法であることを実証した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕 間葉系幹細胞、染色体異常、安全性評価、アレイ CGH

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／基礎的・共通的課題に関する技術開発／セル劣化要因の基礎研究と MEA 耐久性の解析（劣化加速プロトコルにおける劣化状態評価と劣化メカニズムに関する基礎研究）

〔研究代表者〕 谷本 一美（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 谷本 一美、蔭山 博之、小島 敏勝、安田 和明、城間 純（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

NEDO プロジェクト「スタック劣化解析基盤研究」で得られた劣化加速手法のアノードガスまたはカソードガス切替による劣化プロトコルの汎用化及びこの手法でのメカニズム解明を目指した。本プロジェクトに参画の各大学と電池構成材料を統一化して劣化研究を進めた。これらの統一化した材料で構成される標準の MEA（高分子膜・電極接合体）に、劣化加速プロトコルのカソードガスを空気と窒素に交互に切替えるカソードガス切替方法、アノードガスを水素と空気と窒素を介在して交互に切替えるアノードガス切替方法を適用した。カソードガス切替法で12000サイクル後及びアノードガス切替ではカソードに空気を流通させ、50℃で500サイクル後のそれぞれで高電流密度下での酸素ガス利用率依存性の計測からカソードガス拡散性の低下した劣化状態が達成できた。改質模擬ガスでの連続試験を継続し、10000時間の連続試験を経てたものを基準特性として、劣化加速係数を4-100倍と見積もった。

定常運転状態におけるセル内の微小な区間での現象を把握するため、流路に沿って50の小セグメントに分割した細長い分割セルを用い、種々の運転条件での挙動を測定した。高い燃料利用率での運転において、定電圧条件であっても電流が振動する現象を見いだした。また、CO 含有燃料において、流路に液滴が生じるほどの加湿条件においては、一時的な電流減少に引き続き一時的な被毒回復現象を見いだした。この現象は、液滴による燃料の一時遮断時に局所的なアノード電位が他部分よりも高くなることが原因と考えられる。以上のように示された電流変動は、アノード電位・カソード電位ともに変動をもたらすと推測されるため、定電位保持状態と比較すると炭素腐食の進行が促進される要因となりうる。

〔分野名〕 環境、エネルギー

〔キーワード〕 固体高分子、燃料電池、劣化解析

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／要素技術開発／高濃度 CO 耐性ア

ノード触媒

〔研究代表者〕 山崎 眞一（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 山崎 眞一、前田 泰（ユビキタスエネルギー研究部門）、竹田 さほり（バイオベースポリマー連携研究体（環境化学技術研究部門付））（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

本研究開発では、CO を低過電圧で酸化できる電極触媒を開発し、この触媒と白金系触媒とを組み合わせることにより、高濃度 CO に対応した燃料電池システムを開発することを目指す。本年度は、昨年度開発した低過電圧 CO 酸化電極触媒を利用した高濃度 CO 対応アノード触媒の開発を目指した。まず、ロジウム塩とポルフィリン配位子を加熱還流することにより各種ロジウムポルフィリン系錯体を合成した。キャピラリー電気泳動-ESI-MS による解析により、目的の錯体が高純度で合成されていることを確認した。これらの錯体を白金ルテニウム触媒と複合化させることにより、白金ルテニウム触媒の高濃度 CO 耐性を高めることを行った。この複合化は、ロジウムポルフィリン溶液に白金ルテニウム触媒を懸濁することにより行った。モデル電極を走査プローブ顕微鏡により観察し、得られた知見を基に複合条件の最適化を行った。CO が存在している条件でのこの複合触媒の水素酸化活性を評価した。2% CO を含む水素を用いた場合、錯体を含まない白金ルテニウム触媒は RHE 基準 0.4V 程度の電圧をかけないと水素酸化電流が流れ始めない。これに対して、ある種のロジウムポルフィリン錯体を複合化させた白金ルテニウム触媒は RHE 基準 0.2V 付近から電流が流れ始める。錯体を複合化させることにより、白金ルテニウム触媒の高濃度 CO に対する耐性が上昇することが示された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 PEFC、アノード、一酸化炭素

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／要素技術開発／低白金化技術

〔研究代表者〕 城間 純（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 城間 純、安田 和明（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究はコンソーシアム型のプロジェクトであり、コンソーシアム全体の目標として、2008年より5年程度の研究開発期間で「白金触媒使用量を現状の1/10レベルへの低減可能な触媒技術を開発する」ことを掲げ、触媒量を飛躍的に低減しても性能・耐久性を維持する電極触媒材料の要素技術開発および開発した要素技術を電極触媒に適用した場合の特性向上・耐久性向上・低コスト化等

に係わる研究開発を行っている。当研究所は酸素極電極触媒層中の物質移動現象に着目した分極低減技術の開発を中心として分担し、高活性触媒の有効利用のための触媒層設計および分極低減法に関する指針を得ることを目標としている。

本年度は、組成の異なる種々の触媒層を作製し、昨年度に確立した触媒層内の水素イオン伝導度評価手法およびそのための装置を用い、種々の温度・湿度条件下での有効イオン伝導度・有効電子伝導度の同時測定を行なった。有効イオン伝導度の湿度依存性の結果は、触媒層内部に含まれるイオン伝導体材料（イオノマー）固有の性質を反映したものであったのに対し、有効電子伝導度は高湿度で若干低下することを見いだした。これはイオノマーの膨潤などによる構造変化が引き起こしたものであると考えられる。また、有効イオン伝導度の温度依存性からイオン伝導の活性化エネルギーを求めることができた。

コンソーシアム内の他研究機関との連携のひとつとして、触媒層内膜厚方向での触媒層の組成分布を最適化することによる性能向上の理論的根拠を示すため、計算機シミュレーションにより、有効イオン伝導度と有効ガス拡散係数の異なる組み合わせでの2層構造の触媒層での性能を推定した。その結果、電解質膜側の層ではガス拡散性よりもイオン伝導度を優先した組成を用いることで性能向上が図れることが示唆される結果が得られた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、固体高分子型、固体高分子形、低コスト化

【研究題目】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／水素製造機器要素技術に関する研究開発／CO₂膜分離法を用いた水素製造装置改質システムの開発

【研究代表者】栗山 信宏（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】栗山 信宏、上田 厚、倉谷 健太郎、中村 礼子、荒西 研吾
（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

目標：

170℃以下で使用可能な CO 変性触媒を開発する。CO₂膜分離法を用いた水素製造装置改質システム（CO₂選択透過膜と本研究の開発である CO 変性触媒とを組み込む）は、水素ステーションの小型化、低コスト化、高効率化が期待できる。

研究計画：

コンビナトリアル化学手法による CO 変性触媒の探索および改良を行う。本研究で想定している CO₂分離膜は有機系膜であり、耐熱性の点から低温で用いることが望ましい。このため従来触媒である銅系触媒および我々

が見出した新規な触媒をベースに、170℃以下で使用可能な CO 変性触媒を開発する。

年度進捗状況：

コンビナトリアル化学手法による触媒組成の最適化を行い、銅系及び貴金属系 CO 変性触媒の CO 転化率が向上する添加元素及び組成を見出した。さらに、反応器設計に資する、CO 転化率の CO 濃度及び CO₂濃度に対する依存性も取得した。また、形態を制御できる金属酸化物の調製法について、コンビナトリアル化学手法による最適条件の確立を試み、Ni 系酸化物についてその形態を数十 nm の平板状に制御して SiO₂による表面保護によって形態と反応性が維持できることを確認した。次年度は、更なる使用温度の低温化に向けてコンビナトリアル化学手法による触媒改良を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】触媒、一酸化炭素、水素、CO 変成反応、コンビナトリアル化学

【研究題目】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等 革新的な次世代技術の探索・有効性に関する研究開発／超高压水素合成法による新規水素吸蔵合金の研究開発

【研究代表者】境 哲男

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】竹市 信彦、楊 肖、田中 秀明、栗山 信宏、境 哲男
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

本研究開発は、水素吸蔵合金を用いた自動車向けの水素貯蔵装置を成立させるため、「質量貯蔵密度6質量%以上、放出温度100℃以下、耐久性1,000回以上」を可能とする革新的な水素貯蔵材料を探索し、同材料の有効性を検証・確認することを目的とする。本研究では、超高压合成法により、Mg-(V, Zr)-(Li, Na)-H 系において、新規4元系水素化物の合成に成功した。合成した水素化物は、放射光を用いた精密構造解析を行った結果、単純な FCC 構造若しくは、超格子型 Ca₂Ge 構造を有しており、Li や Na が欠損サイトを占めて構造を安定化していることが分かった。また、これら水素化物は、反応速度も敏速であり、1-2気圧の水素雰囲気下において、4-5質量%の水素が可逆的に吸蔵・放出ができることを実証した。

【分野名】水素、エネルギー材料

【キーワード】水素貯蔵、超高压合成、新規水素化物

【研究題目】水素先端科学基礎研究事業

【研究代表者】村上 敬宜

（水素材料先端科学研究センター）

[研究担当者] 佐々木 一成、高田 保之、藤井 丕夫、
藤井 賢一、新里寛英、
Peter Woodfield、城田 農、
Elin Yusibani、赤坂 亮、小川 邦康、
深井 潤、伊藤 衡平、河野 正道、
久保田 裕巳、迫田 直也、日高 彩子、
滝田 千夏、桃木 悟、山口 朝彦、
Jambal Odgerel、門出 政則、
光武 雄一、石田 賢治、高坂 祐顕、
野口 博司、松岡 三郎、東田 賢二、
濱田 繁、井藤賀 久岳、所賀 藍子、
高橋 可昌、尾田 安司、青野 雄太、
田中 將己、齋藤 翼、忍田 雄樹、
堤 紀子、藤原 広匡、金子 文俊、
伊藤 雄三、近藤 良之、高木 節雄、
土山 聡宏、福島 良博、峯 洋二、
久保田 祐信、Jean-Marc Olive、
Jussi Solin、Vladyslav Shyvaniuk、
Maxim Artamonov、西村 伸、
山辺 純一郎、Gary B.Marquis、
Niclas Saintier、水口 健吾、
安永 幸司、野尻 千佳、谷口 隆夫、
泉 義徳、松本 隆志、高井 健一、
早川 正夫、竹内 悦男、長島 伸夫、
古谷 佳之、蛭川 寿、松永 久生、
中山 純一、古賀 敦、工藤 正嗣、
佐藤 博幸、大塚 雅也、
Brian P. Somerday、Petros Sofronis、
Robert O.Ritchie、an Robertson、
Roderick A. Smith、Ali Erdemir、
John S. Vetrano、Socie F. Darrell、
堀田 敏弘、畠山 和久、有永 伸行、
綾香 りつこ、高津 須嘉生、
杉村 丈一、間野 大樹、村上 敬、
三室 日朗、金田 克夫、齊藤 慶子、
宮越 栄一、Carlos Morillo、
村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、
森田 健敬、田中 宏昌、中嶋 和弘、
坂井 伸朗、福田 応夫、八木 和行、
黒野 好恵、佐々木 信也、
奥村 哲也、金山 寛、柿本 浩一、
塩谷 隆二、文 矛、野津 裕史、
荻野 正雄、西村 憲治、宮崎 則幸、
松本 龍介、武富 紳也
(常勤職員3名、他113名)

[研究内容]

水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することを目標として、①高圧水素物性、②金属材料の水素脆

化の基本原理解、③金属、非金属材料の長時間使用と加工の影響、④高圧水素トライボロジー特性、⑤水素の挙動シミュレーションについて研究を行う。

今年度は、以下の成果が得られた。

- ・窒素またはヘリウムによる PVT データの測定を行い、装置定数の検定および装置の信頼性の確認を行うとともに、水素の PVT データの測定を行った。そして、過去の実測値や状態方程式との比較を行い、データ評価を行った。
- ・100MPa、500℃までの PVT 測定が可能な高圧定容積法 PVT 測定装置の設計に着手した。
- ・校正用磁気浮上密度計の温度範囲拡張について、真空断熱チャンバーおよび放射シールドを併用した固体恒温槽による温度制御システムを開発した。これにより250℃までの PVT 測定を可能にし、水素測定用磁気式密度計を校正するための基準流体のキャリブレーションを可能にした。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素エネルギー、水素脆化、水素物性、
トライボロジー、シミュレーション

[研究題目] 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

[研究代表者] 中村 守

(サステナブルマテリアル研究部門)

[研究担当者] 中村 守、坂本 満、斎藤 尚文、
渡津 章、袴田 昌高、重松 一典
(サステナブルマテリアル研究部門)、
小林 幹男、大矢 仁史、古屋仲 茂樹、
小山 和也、飯田 光明、荷福 正治
(環境管理技術研究部門)、
初鹿野 寛一、村越 庸一、清水 透
(先進製造プロセス研究部門)
(常勤職員15名)

[研究内容]

本研究の目的は、マグネシウム合金高性能鍛造部材製造技術の基盤を構築することにある。そこでマグネシウム合金の鍛造特性解明のため、種々の組織を持つ鍛造素材について素材組織と鍛造加工性の関係を調べ、また、加工性と鍛造後の高温強度・耐熱性を普遍的に記述するアトミックスケールからの構成方程式を構築するための基礎となるマグネシウム合金の高温変形特性に及ぼす添加元素の影響について検討を行う。また素材組織と鍛造加工性の関係を解明し、鍛造加工マップを整備するとともに、素材の加工性と鍛造部材の機械的特性等のデータを整理・解析して、易加工性と優れた部品特性を同時に満足する組織を形成させる加工プロセス開発の指針を提示する。さらに、マグネシウム合金のリサイクル技術に係る課題を抽出し、課題解決のための技術開発を行うと

ともに、リサイクルシステムの提案と安全性評価を行う。

平成21年度は以下のような内容の開発を行った。

鍛造技術開発に関しては、平成19年度および20年度に集中研で実施した試作鍛造品の組織観察、機械的特性評価結果を整理して、試作鍛造データベースを構築した。また、集中研および大学で実施した圧縮試験結果を整理して、圧縮試験データベースを構築した。これらのデータベースは、鍛造条件（材料、鍛造速度、鍛造温度など）および鍛造品の組織や特性（強度、結晶粒径など）から必要な情報を検索できるシステムとした。今後は、平成21年度以降に集中研で行なった試作鍛造結果などをデータベース化する。

新規鍛造技術開発としては、AZ91連続鍛造材を素材とし、サーボプレスを使用した連続鍛造材からの直接鍛造を試みた。試作鍛造部品としては後方押出部にギアをつけたスプールを選択した。また比較のために、AZ91押出材を素材とした試作鍛造も行なった。その結果、AZ91連続鍛造材を素材とした試作鍛造部品とAZ91押出材を素材とした試作鍛造部品では、組織および機械的特性に大きな違いはないことが分かった。また試作鍛造部品の寸法精度は $\pm 0.2\text{mm}$ 以内であった。

現在、鍛造素材として押出材が一般的には使用されている。これは、押出材では鍛造材に比べて結晶粒が微細であり、加工性に優れるからである。しかし今年度に本プロジェクトで得られた結果は、低コストである連続鍛造材を素材としても、鍛造中に結晶粒微細化などの組織制御を行なうことで押出材と同様に鍛造加工が可能であることを示している。また、鍛造部品の特性が連続鍛造材を素材とした試作鍛造部品と押出材を素材とした試作鍛造部品で大きな違いがなかったことから、低コストである連続鍛造材を素材として高信頼性マグネシウム鍛造部材を作製することが可能であると結論できる。

さらに、低コスト製造が可能な難燃性マグネシウム合金の連続鍛造材を高温圧縮試験に供した。その結果、高温圧縮前の初期組織（結晶粒径および晶出物間隔）が微細であるほど、高温圧縮後の動的再結晶粒径は微細化し、再結晶率は向上した。最も微細な初期組織を有する材料では、80%の圧縮率で高温圧縮した後も表面割れがほとんど見られなかった。このことより、鍛造前の初期組織を微細化することにより、最終鍛造製品の品質（表面性状等）を向上できる可能性を見出した。

また、高温圧縮後のマグネシウム合金の室温引張試験および圧縮試験を行った結果、降伏応力の引張/圧縮降伏応力の異方性は、市販のマグネシウム合金圧延板に比べて少なかった。底面集合組織は高温圧縮後の試料にも圧延板にも同様に形成されていたが、高温圧縮後の試料では動的再結晶により結晶粒が $5\mu\text{m}$ 以下まで微細化していたため、異方性が低減したと考えられる。

リサイクルに関しては、過熱水蒸気処理による有機不純物除去技術では、蒸気循環方式における残留油分量に

及ぼす切削粉形状の影響等について実用化開発に必要なデータを取得するとともに、電子機器筐体の塗装付着物の分離除去について基礎的に検討した結果、過熱水蒸気温度 400°C 、過熱水蒸気量 12kg/h 、処理時間20分の条件下で、塗装を除去可能であることが明らかになった。市中スクラップの物理選別では、スクラップの選別精度を低下させずに処理速度を前年度の約2倍にまで高速化可能なシステム操作条件を見出した。また、複数の廃車処理施設からスクラップを入手してサンプリング場所の違いが選別精度に及ぼす影響を調べたところ、全体として大幅な精度の低下は見られず、開発中の選別システムが汎用性を有していることが明らかになった。

リサイクルプロセス内では、ハンドリング物の破砕がしばしば行われ、粉塵の発生と破砕物の移動（流動）を伴っている。この過程では粉塵爆発の危険があり、粉塵の爆発性は粉塵の流動状態に影響されることから粉塵の強制的流動下での着火性に関する実験を行った。また、災害防止の観点から、リサイクル物の破砕や衝突等により発生する火花の着火性を検討するための基礎として、着火性火花の特性について電磁気学的な観点から調査・検討を行った。これらにより、粉塵雲が流動すると、着火性が大きく減少し、流速が約 4m/s 以上になると、Mg粉塵雲は放電火花では着火しなくなることが明らかとなり、安全確保のための有用な知見が得られた。また、放電火花の監視により、放電元火花に対する応答波形を検知することができ、Mg粉塵雲の火花着火性を遠方監視により検討できる見通しを得た。

固体リサイクル材の鍛造素材化技術の開発では、AZ31押出し材、AZ31スクラップ材、AZ91およびAZX911の均質化処理材、AZ91およびAZX911の均質化処理材を切削して得られた切削粉から製造した素材の鍛造を行い、固化成形条件や鍛造条件が鍛造品に及ぼす影響を調べた。固化成形では、押出し比、押出し温度が鍛造素材に及ぼす影響を検討した。また、鍛造ではパンチ先端半径とランド高さが鍛造品に及ぼす影響を検討した。以上の結果から、鍛造温度が 300°C であれば、パンチ先端半径およびランド高さをそれぞれ 3mm および 4mm とすることで、表面割れの無い鍛造品が得られることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金鍛造、鍛造素材組織、高温圧縮試験、軽量化、輸送機器部材、家電部材、リサイクル、安全性評価

【研究題目】 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

【研究代表者】 古屋伸 茂樹

【研究担当者】 古屋伸 茂樹、小山 和也、荷福 正治、藤木 由美子、

小林 賢一郎、山本 剛義
(常勤職員2名、他4名)

〔研究内容〕

本研究では、マグネシウム合金の循環型素材の特性とコスト低減の観点からリサイクル技術に係る課題抽出と課題解決のための技術開発を目的として、リサイクル前処理技術（不純物除去技術）ならびにマグネシウム粉粒体のハンドリング時の安全性評価について検討している。本年度の進捗状況は以下の通りである。

過熱水蒸気処理による有機不純物除去技術では、電子機器筐体の塗装付着物の分離除去について基礎的に検討した結果、過熱水蒸気温度400℃、過熱水蒸気量12kg/h、処理時間20分の条件下で、塗装を除去可能であることが明らかになった。市中スクラップの物理選別では、スクラップの選別精度を低下させずに処理速度を前年度の約2倍にまで高速化可能なシステム操作条件を見出した。また、複数の廃車処理施設からスクラップを入手してサンプリング場所の違いが選別精度に及ぼす影響を調べたところ、全体として大幅な精度の低下は見られず、開発中の選別システムが汎用性を有していることが明らかになった。湿式法による無機不純物除去では、チオシアン酸塩を用いた系でのNi除去を確認するとともにpH依存性を検討した。

安全性評価研究では、粉塵雲が流動すると、着火性が大きく減少し、流速が約4m/s以上になると、Mg粉塵雲は放電火花では着火しなくなることが明らかとなり、安全確保のための有用な知見が得られた。また、放電火花の監視により、放電元火花に対する応答波形を検知することができ、Mg粉塵雲の火花着火性を遠方監視により検討できる見通しを得た。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マグネシウム、リサイクル、不純物除去、分離・精製、安全性評価

〔研究題目〕 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

〔研究代表者〕 村越 庸一

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 村越 庸一、清水 透、松崎 邦男、
(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

平成21年度は、マグネシウム切削粉の大量処理に向け、各種マグネシウム合金が混在した切削粉を簡易、低コストそして安全に固化、成形する方法を検討し、その機械的特性および熱的特性を評価する。併せて、固化成形した鍛造素材の鍛造加工を行い、鍛造素材としてのリサイクル材を評価する計画である。

今年度は、AZ31切削粉スクラップ材そしてAZ31材、AZ91HOMO材およびAZX911HOMO材の各溶製材か

ら製造した切削粉を用い、固体リサイクルにより固化成形した鍛造素材について鍛造加工を行い、固化成形条件や鍛造条件が鍛造品に及ぼす影響を調べ、各種データを集積した。併せてAZ31押し出し材、AZ91HOMO材、AZX911HOMO材等の溶製材についても鍛造加工を行い、各種鍛造データを集積した。固体リサイクルによる固化成形プロセスは、燃焼し易い切削粉を安全かつ簡易に固化することが可能であり、固体リサイクルプロセスで用いたホットプレスおよび押し出し加工における各種プロセス条件が固化成形体の特性に及ぼす影響を検討し、それらのプロセス条件を確定した。また鍛造加工では、パンチの先端半径とランド高さが鍛造品の性状に及ぼす影響を検討し、切削粉スクラップ材については鍛造温度が200℃から300℃における適正なパンチ先端半径とランド高さを明らかにした。

これらの研究で得られた成果は国際会議(Magnesium 2009およびTHERMEC 2009)および国内会議において報告した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マグネシウム合金、マグネシウム切削粉、固体リサイクル、押し出し加工、成形性、鍛造性、鍛造加工

〔研究題目〕 希少金属代替材料開発プロジェクト／超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発

〔研究代表者〕 小林 慶三

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 小林 慶三、尾崎 公洋、多田 周二、西尾 敏幸、三上 祐史、中山 博行
(サステナブルマテリアル研究部門)、吉澤 友一、宮崎 広行、福島 学、日向 秀樹(先進製造プロセス研究部門)(常勤職員10名、他4名)

〔研究内容〕

本研究開発は、近年問題になっている資源セキュリティを確保するための技術開発を行うものであり、切削工具などに利用されている超硬合金におけるタングステンの使用量低減を図るものである。本研究開発では、超硬工具における炭化タングステンの使用量を抑えた「ハイブリッド切削工具」および「複合構造切削工具」を開発することを目指す。

本年度は開発した接合装置を用い、超硬母材のついた硬質材料チップをサーメット基材に短時間で接合するとともに、1000℃の耐熱性を有しながら接合強度が100MPa以上である実用工具形状に対応した技術を開発した。接合に用いるインサート材料の改良と均質に配置する技術を開発することで、実用工具形状であっても全接合時間を120秒以下にすることができた。さらに得られたハイブリッド切削工具について切削試験を実施し、

開発したハイブリッド切削工具が従来材料と同等の切削性能を有することを確認した。

複合構造切削工具では、複数の硬質粒子を金属相で結合した多相組織硬質材料についてその特性を明らかにした。硬質粒子と金属との混合には乾式のミリング装置を用い、短時間で均質な混合を実現した。また、硬質粒子と金属相との界面を微視的に観察することで、多相組織硬質材料の機械的あるいは熱的特性を改善する技術を開発した。特に、金属相に Fe-Al 系金属間化合物を用いることで2.0GPa を超える高強度のサーメットを試作できた。また、金属相の成分や割合を調整することにより Ti(C, N) 基サーメットでも高い破壊靱性値が得られた。超硬合金とサーメットからなる複合構造切削工具においては、焼結時に超硬合金/サーメット界面の密着性を改善することで異種硬質材料の同時焼結を可能とした。

以上の成果と共同研究先の企業の成果との相乗効果により、本年度のプロジェクト中間評価をクリアし、最終目標の達成と実用化に向けた技術開発へ継続して取り組むことになった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レアメタル、省タングステン、切削工具、サーメット合金、接合、粉末冶金

【研究題目】 希少金属代替材料開発プロジェクト/超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発 (補助金)

【研究代表者】 小林 慶三
(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 小林 慶三、尾崎 公洋、三上 祐史、多田 周二、西尾 敏幸、中山 博行
(常勤職員6名)

【研究内容】

異なる特性を有する硬質材料の界面に生じる残留応力の測定および接合界面に形成される反応相の構造を知るために、微小領域における X 線回折を行い、これまでに得られた最適測定条件の元でその回折スポットの微小な変化について詳細に解析を行った。その結果、超硬合金を構成する炭化タングステンのピークシフトは残留応力を高精度に評価する上で有効であることがわかった。また、サーメットを構成する炭化チタンについては、組成的な要因により回折ピーク位置が多少シフトするため、やや精度が劣るものの残留応力などの評価も行えることがわかった。

本技術を適用して、ハイブリッド切削工具における接合界面に生じる残留応力について定量的に測定したところ、接合条件によってはかなり大きな残留応力が発生することがわかった。素材によって引張および圧縮の残留応力が異なり、また、この応力を二次元的に評価することでクラックの進展方向などの知見が得られることもわかった。さらに、異なる硬質材料を同時に焼結すること

によって作製した複合構造の硬質材料についても、表面を構成する超硬合金層に圧縮応力が残留することを確認できた。この圧縮応力の量は、超硬合金やサーメットの組成、界面状態によって大きく変化することがわかった。

以上の結果を基にして、接合条件や焼結条件によって生じる様々な問題点を明らかにし、解決策を早期に導き出すことができた。このことにより、プロジェクトの研究開発を加速することができ、本技術の導入および応用は極めて有効であった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超硬合金、サーメット、残留応力、界面

【研究題目】 希少金属代替材料開発プロジェクト/超硬工具向けタングステン代替材料開発

【研究代表者】 松本 章宏
(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 松本 章宏、加藤 清隆、下島 康嗣、細川 裕之、中尾 節男
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

本プロジェクトは、希少金属の代替材料の開発、または使用量低減を目指すものでもあり、我が国の希少金属の中長期的な安定供給を確保することを目的としている。具体的には、超硬工具 (切削工具、耐摩耗工具) のタングステン使用原単位を 30%以上低減するため、WC 基超硬合金に代わる硬質材料として有望な炭窒化チタン (Ti(C, N) 基サーメット) について、新規サーメット基材の開発および新規サーメットを基材とした新規コーティング技術の開発を行い、切削工具および耐摩耗工具に適用するサーメット及びコーティング技術を開発することを目標とする。

産総研は「サーメット及びコーティングの基盤研究」を担当し、平成 21 年度は以下の成果が得られた。「サーメットの構造評価技術」では、HRTEM 観察により、既存サーメットと開発サーメットにおける炭窒化物中の欠陥構造解析を行い、熱伝導率やヤング率との相関関係を明らかにすることができた。また、固相合成を用いることによりコアリム構造のない複合固溶体炭窒化物が均質に分散した組織を有するサーメットが作製可能であることを明らかにした。「サーメットの濡れ性評価技術」では、チタン炭窒化物基材と複合固溶体炭窒化物基材上に Ni 粒子を載せて正確な接触角を測定できる技術を確立した。その結果、複合固溶体炭窒化物と Ni 間の濡れ性が優れることを明らかにした。「サーメットの成形性・焼結性評価技術」では、成形性に与える成形助剤の種類、脱脂温度、脱脂速度などの効果について種々検討した結果、作業工程を簡略化し、環境性にも優れる成形助剤を提案することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 サーメット、切削工具、耐摩耗工具、構

造評価、濡れ性評価、成形性評価

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム／超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発）

【研究代表者】 山内 幸彦
（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 本田 一匡、野中 秀彦、齋藤 直昭、鈴木 淳、藤原 幸雄、小池 正記、渡辺 一寿、安本 正人、池浦 広美、小川 博嗣、黒田 隆之助、鈴木 良一、木野村 淳、兼松 渉、柘植 明、西田 雅一、深谷 治彦、丸山 豊、後藤 義人、林 繁信、竹谷 敏、新澤 英之、相馬 洋之、Mukana Jean-Aurelien、Richardson Kenyatte
（常勤職員22名、他4名）

【研究内容】

本テーマでは、超ハイブリッド材料を実現するための材料構造設計指針や、その構造を具現化するプロセス条件に関する情報を創出し、プロジェクトの基盤技術、材料開発グループに提供することを目標とする。

研究計画：

陽電子ビーム、光電子顕微鏡、固体 NMR などを用いて、超臨界合成ナノ粒子の修飾状態や界面、粒子分散状態、ナノ空孔発生状態など超ハイブリッド材料を特徴付ける材料構造、物性計測を系統的に行い、計測・解析情報をプロジェクト内に提供する。また、材料機能インフォマティクスの開発において、多階層での粒子濃度ゆらぎ特性を定量化する手法の妥当性を検証するとともに、プロセス条件－材料構造－材料機能の間の相関を解析するプロトコル素案を開発する。

年度進捗状況：

窒化硼素粒子とシリコン樹脂からなる超ハイブリッド熱伝導材料のサブナノ空孔測定を行い、配向の方向によって樹脂からのサブナノ空孔の信号強度の深さ依存性が異なっていることを明らかにした。また、光電子顕微鏡による酸化チタン化合物をナノ分散させた試料などの測定を進め、表面修飾チタニア粒子の量を変えた分散液から作製した試料には凝縮などが見られず、一様に分散しているという結果を得た。表面修飾状態の解析では、チタニア（アナターゼ）ナノ粒子の表面をデシルホスホン酸で修飾したモデル試料を有機化学的手法で合成条件を変えて合成し、固体 NMR により詳細に調べた。この結果を基にして、超臨界水熱法を用いてデシルホスホン酸で修飾したチタニア（アナターゼ）ナノ粒子の表面修飾状態について検討した。その結果、超臨界水熱法で合成された試料が通常の有機化学的手法で合成した試料に対し、表面修飾状態にとどまらずナノ粒子自体の形態も異

なることを示唆する結果が得られた。

材料構造のゆらぎを解析するための手法開発に関しては、スケールによって特徴の異なる構造を有するポリマー基複合材料やセラミックスなどをモデルケースとして、種々の計測手法によるマッピング結果に対して空間相関関数などによりマルチスケールで不均質構造の特徴付け・数値化を行う手法を確立した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 超ハイブリッド材料、ナノ空孔、ナノ粒子分散、陽電子ビーム、光電子顕微鏡、核磁気共鳴、空間相関関数、分散

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム／超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発）

【研究代表者】 馬場 哲也（計測標準研究部門）

【研究担当者】 竹歳 尚之、八木 貴志、山下 雄一郎、Firoz Shakhawat
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

高度化処理を行ったフィラーを使用したハイブリッド樹脂材料（厚さ約0.5mm、直径約20mm）について、周期加熱放射測温装置を用いたディスク面内と厚さ方向の熱拡散率評価を実施した。窒化ケイ素または窒化ホウ素のフィラーによるハイブリッド樹脂について、フィラー合成条件、結晶純度、粒子サイズや体積分率（最大80vol%）等の効果とともに、フィラーの配向の影響を横方向と厚さ方向の熱拡散率異方性より検討した。その結果、ほぼ全ての試料において厚さ方向に比べて面内方向の熱拡散率が大きく、異方性の程度はフィラー形状に強く影響された。

一方、高熱伝導率のハイブリッド樹脂について、周期光加熱サーモフレクタンス法による局所熱物性測定装置を用いて樹脂断面における熱浸透率分布測定を行った。昨年度に装置高度化を行った結果、熱浸透率が SrTiO₃ よりも低い領域では一次元熱拡散を仮定した理論予測と一致したので、樹脂部分などの低熱浸透率側では理論式から熱浸透率を定量でき、また、SrTiO₃ よりも熱浸透率が高い領域では、実験結果を多項式フィットした経験式を用いて定量できる。得られた熱浸透率像と SEM 像は類似しており、材料内部には熱物性的に大きなコントラストがあることも分かった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 熱物性、ハイブリッド材料

【研究題目】モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発

【研究代表者】 浅井 潔（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】 浅井 潔、堀本 勝久、富永 大介、

油谷 幸代、中津井 雅彦
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

生命情報工学研究センターの研究課題は、細胞アレイによって観測された時系列画像データからネットワーク動態を推定する創薬支援技術を開発することである。そのために、昨年に引き続き3つの課題について研究を遂行した。詳細については、以下の通りである。

- (1) 細胞アレイ観測装置から得られる微弱な蛍光輝度の撮影画像データから各細胞を追跡し、その変化を自動的に計量するソフトウェアを改良し、数理解析に必要な統計的代表値を出力できるようにした。
- (2) 増殖系リン酸化カスケードにおいて、siRNA 干渉及びタンパク質阻害剤による実験計測から時系列データを取得し、それらを(1)の技術により数値化することに成功した。この時系列データについて統計解析を行い、主要パスを定性的に同定した。
- (3) さらに、Differential Elimination による新規束縛条件を考慮した高精度パラメータ推定法の開発を完了し、それを(2)のデータに適用することで、主要パスを定量的に同定した。また、一連の基盤技術をKNIMEを用いてコンポーネント化したソフトウェアを作成し、開発技術の利便性を向上した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 画像処理、文献情報、遺伝子発現、時系列解析、ネットワーク、微分方程式モデル、記号計算、数値解析、動力学的定数

【研究題目】 モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発

【研究代表者】 大串 始
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 大串 始、三宅 正人、藤田 聡史、
ワダワ レヌー、カウル スニル、
中村 吉宏
(常勤職員6名)

【研究内容】

製薬産業界では、ライフサイエンス研究により蓄積されたゲノムの塩基配列情報や遺伝子発現情報、タンパク質の立体構造情報など、様々な情報を活用するゲノム創薬によって創薬プロセスを効率化し、医薬品を迅速かつ安価に上市することが期待されており、これらの情報をもとに示唆される多数の創薬ターゲット候補遺伝子の中から有望な創薬ターゲット遺伝子を効率的に探索・検証し、開発候補の絞り込みを行う技術の開発が望まれている。本研究開発は、多数の細胞に同時に異なる遺伝子等を高効率で導入することにより、複数の遺伝子発現等の時系列計測を行い、得られる種々の細胞応答データから疾患関連遺伝子等、創薬ターゲットの同定に有用な汎用

性の高い解析ツールを開発するため、以下の技術開発を実施した。

(1) 細胞運動評価セルチップの開発と応用

癌細胞の運動性を評価し、癌転移と深く関連する細胞運動関連遺伝子のスクリーニングを可能にするマイクロセルチップの開発を行った。これは、癌細胞の運動の時系列計測を癌細胞の運動能をハイスループットに評価できる世界初の細胞チップである。本技術を用いることで、癌転移の抑制を指向した創薬ターゲットの同定が期待できる。具体的には、本チップを用いてラット全キナーゼ遺伝子群から運動関連遺伝子のスクリーニングを行い、チップを評価した。

(2) 癌細胞不死化レポーターを指標とした癌抑制標的遺伝子の探索

一細胞時系列計測に基づく遺伝子探索の実用性を評価するために、本グループが独自に開発した癌細胞不死化レポーターを指標として癌抑制標的遺伝子を探索し、評価すべき遺伝子を同定した。我々は遺伝子、遺伝子発現、薬剤耐性アッセイを含む多次元的アプローチが新規の遺伝子ターゲットおよび創薬モデルとして利用できるパスウェイの同定を導くと考え、癌に対する新しい創薬ターゲットの探索のために下記の3次元アプローチを行った。

- 1) 遺伝子サイレンシングや癌細胞の遺伝子解析などの二重重複アッセイによる癌遺伝子ターゲットの探索
- 2) 癌細胞の選択的壊死を誘導する薬剤による遺伝子サイレンシングを介した癌遺伝子ターゲット探索
- 3) 薬剤耐性を誘導する遺伝子発現による癌遺伝子ターゲット探索

この3次元アプローチにより、癌治療のためのコア遺伝子ターゲット候補として DNA 損傷および細胞接着シグナリングパスウェイが同定された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 創薬、ヒト細胞、遺伝子ネットワーク、RNAi、トランスフェクション、セルチップ

【研究題目】 燃料電池の基幹要素材料である電極触媒の革新的性能向上とコストポテンシャル向上

【研究代表者】 八木 一三
(ユビキタスエネルギー研究部門)

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

【研究内容】

概要：

燃料電池電極触媒の性能評価は、従来、定常的な電気

化学計測に基づき行われている。例えば、カソード電極触媒の評価で得られるのは、酸素還元反応の最終生成物と反応過電圧、反応電流（反応の総体的速度定数）である。つまり電極触媒表面における各素過程の反応速度や中間体の吸脱着が反応に及ぼす影響はブラックボックスとなっている。本研究では、第一に、そのブラックボックスの中身を明らかにする電極触媒の動的評価手段を確立し、構造・電子状態などを予め制御した電極触媒試料について、この動的評価を行い、データを蓄積することを目指す。これは、現在様々な材料を網羅的に評価するコンビナトリアル化学とは対照的なアプローチであるが、同時に性能向上機構の解明に資するという点では相補的である。第二に、触媒ならびに担体のナノ構造やメソ構造、あるいは電子構造を制御したモデル電極触媒を開発するアプローチを開始した。調製したモデル触媒の理想反応条件下での性能を極限まで高めた後に、実用レベル触媒へのコストダウン・効率化を図るスキームである。上記の「その場計測法」と「モデル触媒開発」がお互いにフィードバックを行うことで、現状技術打破につながる触媒設計指針を将来的に確立できると想定している。当該研究チームでは、以上の研究を実施するため、以下の4つの研究テーマに取り組んだ。

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

年度進捗：

平成21年度は、前年度に引き続き、時間分解振動分光測定を実現するための表面増強特性の最適化と時間分解反応トリガリングの手法開発を実施した。表面増強赤外反射吸収分光 (SEIRAS) については、開発した高耐久性 Au/Ti ナノ構造化薄膜を電極として、酸性溶液中における Au 表面での酸素還元反応中間体が超酸化物種であることを明らかにした他、同じ電極上に市販の Pt/CB 触媒を固定することで、Pt 表面で起こる電極反応を観測できることも見出した。また、時間分解測定のためのマイクロ流路との組合せについては、電位印加による反応種生成・輸送による反応トリガリング実験とシミュレーションによる反応種濃度の時空間分布の予測を実現することができた。ただし、現状では Pt 電極を反応種生成極として用いると、次第に溶解が進行してしまうことがわかり、新たな課題となった。Pt 単粒子担持カーボン探針電極の調製については、電析条件により立方体型白金粒子の密度とサイズをある程度制御できるよ

うになった。電極触媒周辺に存在する水の動的挙動については、可視-赤外和周波発生分光システムによりマクロ系でスペクトルを取得したほか、SPring-8にて軟 X線吸収/発光スペクトルの計測による電子状態観測も併用し、進めている。メソ構造を導入したメソポーラスカーボン担体については、メソ細孔に特有な電気化学的選択性が存在することを見出した。これは、疎水性メソ細孔壁と内部に導入したナフィオンの主鎖の疎水性によって、メソ細孔内部の水の活量が低く保持されているからと推察される。一方、粒子間細孔径をメソスケールで制御可能なカーボンエアロゲル自立膜におけるメソ細孔内へのナフィオン浸透挙動を観測することにも成功した。触媒-担体間の相互作用を利用する SMSI (Strong metal-support interaction) 電極触媒の開発においては、メソポーラス構造を導入した Nb ドープ TiO_x 担体の調製とさらに光照射による高分散な白金ナノ粒子の担持にも成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

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

【研究題目】 セル構成要素と物質移動との相互作用

【研究代表者】 山本 義明 (固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター)

【研究担当者】 山本 義明、宮本 淳一、横山 浩司、安達 誠、新井 麻里、工藤 慶一、大山 淳平、渡部 那美 (常勤職員2名、他6名)

【研究内容】

概要：

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

上記を鑑み、以下の研究テーマに取り組んだ。

- ①発電環境（温度、湿度、締結圧）における水蒸気・水の透過挙動の把握
 ②熱伝導特性・電気伝導特性の測定
 ③触媒層の観察
 ④上記計測値を用いた熱・物質移動シミュレーション
 年度進捗：

平成21年度は、昨年度に引き続き、発電環境相当条件下におけるガス拡散層を中心とした物質移動に関する挙動把握と物性測定を行った。液体水の挙動の把握に関して、ガス拡散層内部の液体水移動を想定して、より小さい液滴径の水を測定対象とする装置を開発し、直径10 μ mの微小液滴における接触角の測定を行った。結果として、液滴径によって接触角は変化し、微小径では小さくなることが判明した。また、熱伝導に関しては、100 $^{\circ}$ C以上における測定を行い、温度依存性に関しては100 $^{\circ}$ C以下と同様な傾向を示すことを把握した。電気伝導については、温度及び湿度の影響は少ないが、締結圧の影響は大きく、さらに厚み方向に比較して面内方向がほぼ1桁高い結果が得られた。これらは熱伝導と同様の傾向といえる。走査プローブ顕微鏡（SPM）を用いて、電解質膜および触媒層の断面観察を実施した。ケルビンフォースモードによる観察では、高分子膜と他の部分との表面電位の違いにより、アイオノマーの分布を把握することができた。

以上の測定結果を反映した熱・物質シミュレーションを行った。セルの大きさは従来と同一であるが、実際の商用スタックの設計条件を考慮して流路構成を改良した。1.5A/cm²までの運転を確保しシミュレーションを行った結果、セパレータリブ下の触媒層において、反応酸素濃度が低下し、逆に水蒸気濃度が高くなる領域が存在することが分かった。電流密度を上げた場合に、この領域において物質移動の律速が生じるものと思われる。今後、触媒層内をフォーカスしたモデリングにより、更に物質移動の限界について明確化を行う。また、温度分布の解析により、触媒層内部で水が蒸発し、リブ近傍のガス拡散層で凝縮する、いわゆる潜熱移動が確かめられた。厚み方向の温度差により物質移動が助長されていると言える。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】膜電極ガス拡散層接合体、ガス拡散層、触媒層、物質移動、熱移動

【研究題目】燃料電池の基幹要素材料である電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上

【研究代表者】大平 昭博（固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター）

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

黒田 カルロス 清一、
 Seesukphronarak Surasak、
 Tavernier Bruno
 （常勤職員3名、他7名）

【研究内容】

概要：

固体高分子形燃料電池の基幹材料である電解質（電解質膜、触媒層電解質）においては、廉価で高いパフォーマンスを示す材料の開発が求められている。耐久性に加え、幅広い温度域（-40 $^{\circ}$ C～120 $^{\circ}$ C）かつ低湿度で高プロトン伝導性を実現し、さらに電解質膜ではガス遮断性、触媒層電解質ではガス透過性という相反する性質も要求される。これらの難題をクリアするためには、プロトン、水、各種ガス（水素、酸素等）、更には触媒層で生成する反応物等の移動現象を実作動環境に即した環境で正確にとらえ、電解質の構造（化学構造・高次構造・界面構造）との関係を明らかにすることが鍵となる。よって電解質研究チームでは、電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上をテーマに掲げ、実作動環境に即した精緻な解析による結果とシミュレーション、モデルサンプルによる検証試験により、現状技術の限界を把握し、限界打破に向けた材料設計指針の提案を目標とする。

具体的には以下の研究テーマに取り組んだ。

年度進捗：

①原子間力顕微鏡による電解質膜のプロトン伝導領域の直接観察

これまでに、原子間力顕微鏡（AFM）と電気化学的手法の組み合わせにより電解質膜表面のプロトン伝導チャンネルを直接観察する技術（electrochemical atomic force microscopy : e-AFM）を開発し、電解質膜表面のアクティブなプロトン伝導チャンネルの観察を行ってきた。平成21年度に於いては、さらに条件の見直しにより露点75 $^{\circ}$ Cまでの加湿ガスを供給できるようにし、これまで常温に限定されていた観察が、世界に先駆けて90 $^{\circ}$ C、55%RHの環境まで観察できるようになった。このような高温雰囲気にする事で、フッ素系と炭化水素系電解質膜の含水に伴う構造変化の相違が新たに判明するとともに、Nafion[®]の場合ではより広範囲かつ急激に表面の構造変化が起きるが、炭化水素系材料であるSPESでは高温条件下でも構造変化が見られない等の知見が得られた。

さらに、プロトン電流の分布解析からプロトン伝導性に寄与する電解質膜内部の親水領域の連続性と均一性を評価することが可能であることを見出した。通常、電解質膜の膜厚方向プロトン伝導性を正確に評価することは困難であるが、本技術を適用することで、極めて小面積のサンプルでも、プロトン伝導性すなわちプロトン伝導チャンネル形成の優劣を容易に評価する技術を世界に先駆けて確立した。

電解質膜に要求されている、高温・低加湿での高プロ

トン伝導性の確保という課題に対して、本手法を適応することで、プロトン伝導性向上のための大きなフィードバックツールとなっており、数社の素材企業との連携に至った。

②電解質膜の水挙動と高次構造解析

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

③ガス透過挙動と構造との相関性解明

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

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 高分子電解質材料、原子間力顕微鏡、NMR、陽電子消滅法

[研究題目] 水素社会構築共通基盤整備事業/定置用燃料電池システム等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発/マイクロ燃料電池システム等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発

[研究代表者] 宮崎 義憲 (ユビキタスエネルギー研究部門)

[研究担当者] 宮崎 義憲、山根 昌隆、西村 靖雄、宮崎 尚子 (常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

本研究開発では、多様なタイプの研究開発が内外で進められているマイクロ燃料電池システム等の利用の拡大、使用環境の広がり等を考慮し、メタノール燃料を用いたマイクロ燃料電池等に関して、性能試験等の試験方法・測定技術を開発するとともに、安全基準の設定、国際標準化、国内標準化に資する基盤データの取得、試験方法の開発を行う。

メタノール燃料電池発電システムにおける安全性評価試験方法では、排出特性に関する試験を実施し、ローカルイフェクト (LE) が存在する場合の LE の大きさ評価のため、時間的濃度変動が激しい場合の計測対象ガス成分の分析計測方法について検討を行った。対象成分の中で許容濃度基準値が低くかつ強い吸着性のため計測が難しいギ酸の計測方法に焦点を絞って検討した。米国公定法に採用されている活性炭捕集法その他、インピンジャー吸収法による方法を試みた。その結果後者の方法を用いればより安定な計測が可能であるとの見通しを得た。これらによりマイクロ燃料電池の安全性基準・標準案策定のための LE が存在する場合の分析計測方法としての基盤データが得られた。

メタノール燃料電池発電システムにおける性能評価試験方法では、燃料不純物特性に関する燃料評価試験方法について基盤データを取得しつつ検討を行い、レファレンス燃料により安定動作可能となる基本的評価手法の実施可能性の見通しを得た。エタノール、アセトアルデヒド、酢酸等の低分子有機化合物の燃料不純物特性についての基盤データを取得ならびに評価し、メタノール燃料マイクロ燃料電池システム等の国内外燃料品質基準・標準案策定に活かすための検討ならびに基盤データ整備を行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] マイクロ燃料電池、安全性評価、性能評価、標準化、規制緩和

[研究題目] セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業/バイオマスエタノール一貫生産システムに関する研究開発/早生樹からのメカノケミカルパルピング前処理によるエタノール一貫生産システムの開発

〔研究代表者〕坂西 欣也（バイオマス研究センター）
 〔研究担当者〕澤山 茂樹、遠藤 貴士、美濃輪 智朗、
 藤本 真司
 （常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

本事業は、「バイオ燃料技術革新計画」における技術革新ケース（2015～2020年においてバイオエタノール製造コスト40円/L、年産10～20万kL、CO₂削減率5割以上（対ガソリン）、化石エネルギー収支2以上）の実現に向けて、食料と競合しない草本系又は木質系バイオマス原料からのバイオエタノール生産について、大規模安定供給が可能なセルロース系目的生産バイオマスの栽培からエタノール製造プロセスまでの一貫生産システムを構築し、研究開発を実施する。また、環境負荷・経済性などを評価することを目的とする。産総研のほか、王子製紙、新日鉄エンジニアリングと共同で行っている。

平成21年度は、産総研では「一貫生産システムにおける経済性評価」を実施した。早生樹の栽培からエタノール生産までの一貫生産システムのフロー作成を行うことを目標として、栽培から変換場所までの輸送（前段）と変換場所におけるエタノール生産プロセス（後段）に関して検討を行った。

前段に関しては、オーストラリア・アルバニーおよびラオス中央部の産業植林地（製紙用）の調査を行い、地拵え、育苗、植え付け、選定や施肥等の手入れ、伐採、輸送、チップ化、輸送の手順となることを確認した。また、ユーカリのような萌芽更新を行う早生樹であれば、2回目からは地拵え、育苗、植え付け作業が不要になることが確認された。さらに、3年程度の伐期であれば選定や施肥等の手入れが不要になる可能性があった。伐採、輸送、チップ化に関しては、インフィールドチップング（林地内でのチップ化）を導入することで、簡素化できる可能性が確認された。土地利用改変に関連して、塩害地や水没地の調査も行った。

後段に関しては、「バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）／メカノケミカルパルピング前処理によるエタノール生産技術開発」の成果であるエタノール生産プロセスの基本フローをベースに、共同研究者間で工程、フロー名の統一、固液比等の定義と測定方法の統一を行い、3社間で物質収支の一致を行った。さらに、メカノケミカルパルピング前処理の動力や糖化発酵工程濃度の感度解析を実施した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕バイオマス、早生樹、微粉碎、メカノケミカルパルピング、酵素糖化、エタノール発酵、遺伝子操作、システムシミュレーション、経済性評価

〔研究題目〕戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム（サービ

スロボット分野）、全方向移動自律搬送ロボット開発

〔研究代表者〕堀 俊夫
 （デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕堀 俊夫、西田 佳史（常勤職員2名）

〔研究内容〕

本研究は、人と併存するオープンな環境で安全に移動可能なロボット要素技術の開発を目指しており、このうち産総研は移動ロボット用超音波タグシステムの開発を担当している。

平成21年度は屋内環境で自律的に移動するロボットの自己位置計測のためのセンサ・ネットワークの研究として以下の技術を開発した。

超音波タグを用いた位置計測技術の高度化に関しては、無指向性超音波タグを開発した。市販の超音波発振器は、発振器を頂点としてその正面から45～60度の円錐型の領域から外れる方向で受信可能な超音波の強度が極端に低下する特性（指向性）を持っている。そのため、従来の超音波タグでもその領域の外側にある受信器では計測に必要な強度の超音波を受信できない問題があった。そこで、より広範囲の受信器に超音波が到達できるようにするため、回折現象を利用して指向性の影響を低減した超音波タグを開発した。

また、H20年度に開発したパーティクルフィルタは、従来の方法より誤差は小さいものの高速かつ大量の演算が必要であり、高性能なコンピュータが要求される。そこで、これを演算性能が比較的低い安価なコンピュータでも高速に実現するため、並列処理が可能な演算をグラフィック用プロセッサ（GPU）で処理する GPGPU 技術の活用を目指し、パーティクルフィルタの GPGPU による実装について調査研究を開始した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕自律移動ロボット、超音波タグシステム

〔研究題目〕エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／高効率高速輸送システムの研究開発

〔研究代表者〕坂本 満
 （サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕坂本 満、佐藤 富雄、斎藤 尚文、
 重松 一典、上野 英俊
 （常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

超軽量の地面効果浮上走行機体の研究開発を目的として、実機体の製造のための難燃性マグネシウム合金製形材用合金の開発、その形材化技術の開発、形材接合技術の開発を行い、実機体の試作を行う。

超軽量難燃性マグネシウム合金の開発、形材化技術の開発においては、機体性能の目標値から要求される材料自体の機械的性質と、機体の形状に適した熱間押出形材

の製造が可能な成型性の観点から、高強度合金として AMX602合金を開発した。この材質による直径6インチ 鋳造ビレットの製造と幅180mm、長さ8m の中空型材の製作ができ、この型材については機械的性質における開発目標値を達成した。押出型材の接合技術開発においては、AMX602合金の押出板材と同組成の共材押出線材を溶加材に用いて、TIG 溶接、レーザー、摩擦撹拌接合 (FSW) の各種接合法を検討し、レーザー及び摩擦撹拌接合を適用した場合に、接合強度における開発目標を達成した。これらの知見に基づいて、平成21年度に難燃性マグネシウム合金中空押出型材の溶接構造による超軽量の地面効果浮上走行機体の製作を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 難燃性マグネシウム合金、軽量合金、押出加工技術、接合技術、高効率輸送機器

【研究題目】 揮発性有機化合物検知器の評価法に関する標準化事業

【研究代表者】 松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 松原 一郎、伊藤 敏雄、申 ウソク、伊豆 典哉、西堀 麻衣子、伊倉 尚 (常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

揮発性有機化合物 (VOC) は、シックハウス症候群の原因物質であり、室内環境や作業環境を安全に保つために、簡易型 VOC 検知器を用いたその場モニタリングに対するニーズが高まっている。しかし、簡易型 VOC 検知器の評価法は確立されておらず、各メーカーが独自の手法で評価しているのが現状であり、測定結果の信頼性に関する客観的なデータは提供されていない。

本研究では、簡易型 VOC 検知器を対象とした、「VOC 検知器の評価法 (仮称)」の ISO 化を目指し、①規格原案の作成、②「揮発性有機化合物検知器の評価法に関する標準化事業」国内委員会の設置による ISO/TC146 (大気の状態) /SC6 (屋内空気) からの提案に向けた体制の構築を行った。

上記目標を達成するために、以下の項目を実施した。

1) 関連規格の調査: 既存規格を調査・分析し、引用すべき既存規格を明確にした。2) 規格原案作成に必要な技術調査: VOC 混合物 (T-VOC) を対象とした市販の簡易型 VOC 検知器から半導体式、PID 式、干渉増幅放射式の検知器を選択し、厚生労働省と欧州委員会共同センター環境研究所が示す室内居住環境中に含まれる同定すべき物質のリストを基に模擬 T-VOC ガス成分を決定した。さらに各方式の検知器の特性を基に T-VOC 検知器用のテストガスとなる候補ガスを複数種作製した。3) 各種 VOC 検知器を用いた評価法の検証: マスク式とチャンバー式を選定した。4) 試験ガスの評価: 簡易型 VOC 検知器評価時にガス濃縮器併用の GC/MS による分析、お

よび Tenax 管捕集による分析を実施して試験ガス濃度を確認すると共に、模擬 T-VOC ガスと最も相関のある混合ガスを T-VOC テストガスの候補として選定した。

5) 国内委員会活動: 簡易型 VOC 検知器関連企業、VOC 検知器ユーザー、関連業界団体からなる国内委員会を発足させ、規格原案に関する議論を行った。

以上の結果を基に VOC 検知器の評価法の国際標準化へ向けて、ISO/TC146/SC6 に新規課題提案 (NWIP) を行った。NWIP は投票の結果採択され、TC146/SC6 に新たに設置された WG16 において、新規プロジェクトとして ISO 化へ向けた活動を開始した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ガスセンサ、揮発性有機化合物、評価法、国際標準化

【研究題目】 革新型蓄電池先端科学基礎研究事業／革新型蓄電池先端科学基礎研究開発

【研究代表者】 辰巳 国昭 (ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 辰巳 国昭、竹内 友成、小林 弘典、鹿野 昌弘、柴部 比夏里、菊園 康雄、松本 亮子、奥本 めぐみ (常勤職員5名、他3名)、共同研究者 (常駐) 3名

【研究内容】

本研究は、革新型蓄電池先端科学基礎研究事業の研究開発項目の一つである「材料革新」について、リチウムイオン電池のエネルギー密度の向上並びに長寿命化・高度信頼性の同時達成のための高電位正極および高容量負極の材料の革新に資する指針の提案を目指すものである。

平成21年度は、正極材料について湿式・乾式表面被覆処理を行うとともに、被覆結果のキャラクタリゼーション手法を選定した。まず、正極活物質として酸化物を取り上げ、湿式、乾式双方の表面被覆手法について検討を行った。乾式法については、乾式表面被覆装置の導入を行い、被覆条件の検討のため、まずは母材正極材料のみへの当該被覆装置による影響を検討し、表面被覆物の効果のみを正しく付与しうる処理条件マップを導出した。さらに、酸化物被覆について試行を開始し、被覆物の形状などの物理的特性を変えて、その影響を確認した。湿式法については、被覆物である酸化物の前駆体選択について検討し、前駆体化合物の熱分解挙動、特に各温度での組成変化を明らかにするとともに、被覆物の形態について調べ、好適な前駆体化合物の選定を行った。

被覆物の形態観察については、走査電子顕微鏡、電界放射型走査電子顕微鏡を用い、被覆物の組成・被覆形態・厚み毎に観察条件を適切に設定することで、被覆手法の検討に有用な情報の得られることを確認した。電極材料の電気化学的特性評価のためのセルについて、測定・解析機器の選定・導入を行い、定電流充放電測定や交流インピーダンス測定での評価を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、負極、自動車

【研究題目】グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発／触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発

【研究代表者】水上 富士夫（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】水上 富士夫、花岡 隆昌、白井 誠之、池田 拓史、佐藤 剛一、井上 朋也、山口 有朋、日吉 範人、Jin Ding-feng、村上 由香、守屋 智美、吉田 沙恵（常勤職員8名、他4名）

【研究内容】

エチレン、プロピレン、ブテン、BTXなどの基礎化学品原料は、ナフサを850℃で熱分解することにより得られている。化学産業におけるエネルギー消費削減のため、より低温かつ高い収率で上記基礎化学品原料を得るため、ナフサを接触分解する触媒の開発が求められている。ZSM-5ゼオライトはナフサ接触分解に高活性を示すが、反応の進行に伴い活性が急激に低下する。本研究では、高活性・高寿命・高選択的なナフサ分解触媒の開発を目指し、ZSM-5ゼオライト触媒の活性劣化機構解明を行った。始めに触媒にシリカアルミナ比50のZSM-5ゼオライトを用い、反応温度650℃で、ナフサのモデル物質としてヘキサンの分解反応を行った。反応初期には80%以上の転化率を示したが、反応時間と共に活性が低下、8-10時間で触媒活性はほとんど無くなった。次に活性低下の要因として考えられる、反応中に共存する水蒸気の影響を調べた。650℃の水蒸気で前処理したZSM-5ゼオライトを用いてヘキサン分解反応を行ったところ、前処理時間が長い試料ほど初期活性が低下し、また活性が無くなるまでの時間が短くなることが分かった。さらに水蒸気処理によるZSM-5ゼオライトでの構造変化を調べたが、XRD解析では水蒸気処理前後でゼオライト構造にほとんど変化は見られなかった。一方²⁹Al MAS NMR解析では、未処理のZSM-5ゼオライトでは4配位構造のアルミニウムに帰属されるシグナルが観測されたが、水蒸気処理後は、そのシグナルがほとんど観測されなかった。これらの結果は、650℃の水蒸気雰囲気下ではZSM-5ゼオライト構造は保たれるが、骨格からアルミニウム原子が脱離することを示している。以上から、ヘキサン分解反応中にZSM-5ゼオライト構造からアルミニウム原子が脱離することが、活性劣化の一因であると判断した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナフサ、ZSM-5、ゼオライト触媒

【研究題目】形状制御されたアルミナナノ粒子ゾルの実生産のための基盤技術の確立と用途開発

【研究代表者】水上 富士夫（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】水上 富士夫、伯田 幸也、小平 哲也、高島 浩、永井 直文（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

繊維状アルミナゾルは、自己組織化により多孔質透明自立膜を形成する。このアルミナ薄膜は耐熱性、耐薬品性に優れ、熱伝導性も高く、さらに、種々の機能性物質のホスト材料となり得るため、電子デバイス用基板やコーティング材等への利用が期待される。そこで、本研究は、繊維状を含めた種々の形状のアルミナナノ粒子ゾルの実生産を目指し、その大量生産および長期保存のための基盤技術の確立と用途開発を目的とする。

本年度は、まず、繊維状アルミナナノ粒子ゾルに着目し、ベンチスケールの反応器での合成実験を行い、反応器や反応条件の最適化を行った。その結果、ベンチスケールの反応器によっても、ラボスケールの反応器で得られる粒子と結晶構造および電子顕微鏡観察で同等の粒子の合成に成功した。

アルミナナノ粒子ゾルおよび自立膜のコーティング材料および光学材料としての応用研究として、基礎的な光学特性と表面特性の評価を行った。アルミナナノ粒子を基板上に塗布し、得られたアルミナ薄膜を100℃から900℃で焼成し、屈折率および膜厚の変化を評価したところ、一般的な金属酸化物薄膜と異なり、屈折率および膜厚がほとんど変化しないことを見出した。また、アルミナ自立膜のIR、可視—UVスペクトルによる光学特性評価を行ったところ、可視領域ではナノ構造に由来する散乱の影響で透過率は約50%程度であり、光学材料として応用するためには製膜手法の改善による透過度の向上が必要である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノファイバー、自己組織化、省エネ電子デバイス

【研究題目】次世代超薄型結晶シリコン太陽電池

【研究代表者】坂田 功（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】高遠 秀尚、劉 正新、山中 光之（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

太陽電池モジュールの大幅な低コスト化を実現するため、次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の研究開発を行う。

次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の実現に向け、作成プロセスの検討と最適化を通じて、厚さ80μmの単結晶シリコンセル（2cm角）で、変換効率16.0%を達

成した。薄型結晶シリコン太陽電池において特に重要な要素技術である、表面テクスチャ形成技術について詳細な検討を行い、多結晶シリコン表面のテクスチャ形成に酸系エッチングが有効であることを見出した。この手法は、as sliced 基板のダメージ層を利用し、室温で、ステン層の形成を伴わずにテクスチャ構造の形成が可能である。電気的な特性低下の原因となるダメージ層を除去しながら、表面反射率の低減を実現する最適なエッチング条件が存在することを見出した。薄型基板において有用と考えられる塗布拡散による n^+ 層形成においては、拡散の前に酸素雰囲気において低温 (550°C) アンニールにより、ウェハー中の炭素濃度が低減し、太陽電池の変換効率が向上することを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽電池、結晶シリコン、薄型基板

【研究題目】 細胞アレイを用いた薬物毒性評価システムの開発

【研究代表者】 三宅 正人

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 三宅 正人

(常勤職員1名、他7名)

【研究内容】

抗生物質 Flucloxacillin は10万人に8.5人の割合で重篤な肝毒性を引き起こす。連鎖不平衡解析の結果、6番染色体の HLA-B*5701が肝毒性を引き起こした患者の80%と関連していることが明らかになった。一方で、HLA-B*5701は西洋人10万人に5千人の割合で保有者が見つかる。そのため、HLA-B*5701単独では上記薬剤肝毒性の予測マーカーとはなりえていない。本研究では SNP と肝毒性メカニズムにおける関連性を解析することができる新しい細胞アレイシステムを開発することで、肝毒性の予測に資するマーカーを同定するための解決法を提供しようとするものである。

平成21年度は、SNPs を有した細胞の表現型を模倣した細胞モデルをアレイ状に配列させたデバイスを構築する技術の開発、並びに、上記薬剤に関わる SNPs の絞り込みを進めた。SNPs を有した細胞の表現型を模倣した細胞モデルの作製技術として、RNA 干渉条件を制御することで模倣できる場合があることが明らかとなった。さらに、Flucloxacillin 肝毒性に有意に関わる SNPs が6番染色体以外にも分布していることを示す結果を得ることができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 薬剤性肝毒性、バイオマーカー、細胞チップ

3) その他の収入

—文部科学省 科学研究費補助金—

【研究題目】 電子線を用いた単粒子構造解析法の研究

【研究代表者】 佐藤 主税 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 佐藤 主税、小椋 俊彦、川田 正晃、

佐藤 真理、KOHTZ ADELE ANNE

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

目標:

膜タンパク質は主たる薬のターゲットであり、その中でもイオンチャンネルは極めて重要なタンパク質の一つである。我々は細胞膜上に存在するイオンチャンネルを通して、様々な情報伝達を行っている。細胞機能を調節する Ca^{2+} は、各種刺激により小胞体から細胞質へと放出される。この放出が続くと、小胞体内 Ca^{2+} は枯渇し、その枯渇刺激により細胞外からの Ca^{2+} 流入が起きる。この流入を担うチャンネルとして、 Ca^{2+} 放出活性化 Ca^{2+} (CRAC) チャンネルが知られている。CRAC チャンネルは免疫応答に必須であるため近年注目を集めており、さらにある種の癌との密接な関連が報告されている。最近、このチャンネルを構成する二つの主要なサブユニットが明らかとなった。細胞膜上のチャンネルポアとなる Orai1 と、小胞体膜上で Ca^{2+} 枯渇を感受する STIM1 である。本研究ではイオンチャンネルを形成する Orai1 タンパク質の構造解明を目指す。

研究計画:

Orai1 タンパク質を発現・精製する。さらに、生化学的に、その生理機能単位が何量体であるかを突き止める。さらに、その分子を電子顕微鏡で撮影し、画像から単粒子解析によって三次元構造を決定する。

年度進捗状況:

Orai1 タンパク質を発現・精製することに成功した。さらに、生化学的に、その生理機能単位が四量体であることを突き止めた。その分子を電顕で撮影することに成功し、画像から単粒子解析によって、三次元構造を決定した。分解能は 21Å であった。Orai1 分子は高さ 150 Å、幅 95 Å の水滴形である。抗体やレクチンを用いてラベルした Orai1 分子を電顕観察したところ、水滴の先細りに相当する側が細胞質に、丸い側が細胞外にあった。さらに、その間の幅広い部分は、膜貫通領域と推定された。この先細りの細胞質領域は、STIM1 との直接結合が可能な長さ (100 Å) である。本研究で明らかにされた三次元構造は、CRAC チャンネル活性化機構の解明に大きく貢献すると思われる。ここまでの成果を JBC 誌に論文発表した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、画像解析、Ca channel、電子顕微鏡、免疫

【研究題目】 パスウェイ・ネットワークの絶対定量による動態解析

【研究代表者】 夏目 徹 (バイオメディシナル情報研究センター)

〔研究担当者〕 夏目 徹、家村 俊一郎
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

細胞内のシグナル伝達のパスウェイは、多くのシグナルリング分子は互いに相互作用し、複合体を形成しパスウェイを生み出す。このようにパスウェイを構成する相互作用を高次機能として捉えるには、統一的な方法論での網羅的相互作用解析を行う必要がある。またこれらの相互作用はシグナルの伝達に伴ってダイナミックに変化する可能性があり、これらの動態を捉える技術開発が生命システムの解明に必須である。

本研究では、著しく高感度化した質量分析システムを用い、パスウェイ全体の動態解析(パスウェイに関わるタンパク質の網羅的相互作用リンケージマッピングと、その動態変化の記載)を目指している。

このような目的のため、サンプルの質量分析計への導入とクロマトグラフィの再現性を飛躍的に高め、検出されたペプチドイオンの強度比から相対定量を行う方法として DQN 法 (Direct Quantitation of Non-labeled proteome) とその自動化システムを開発した。

本年度は、これらの技術を用い、神経細胞におけるカルシウムシグナルに関わる分子の網羅的な解析を行った結果見いだした、カルモジュリン依存的キナーゼである CaMK I の新規な基質の機能解析を行い、新たなパスウェイを発見した(現在論文投稿準備中)。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 質量分析、タンパク質相互作用、プロテオミクス、カルシウムシグナル、シグナル伝達

〔研究題目〕 イオン液体の電解質機能設計

〔研究代表者〕 松本 一
(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 松本 一、香山 正憲、
Hubert Valencia
(ユビキタスエネルギー研究部門)、
水畑 穰(神戸大学)
(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

本研究は高エネルギー密度の蓄電デバイスとして特にリチウム電池のための安全で耐久性のある電解質としてのイオン液体の開発並びに、デバイス構成材料のイオン液体への最適化のための設計指針を得る事を目的として、新規なイオン液体の合成とその物性測定、リチウム二次電池特性評価、電極界面の化学的および電気化学的解析等の実験から得られた情報と理論計算によるシミュレーション結果を相互にフィードバックする事によって、イオン液体やデバイス構成材料の最適化についての指針を得ることを最終目的とするものである。最終年度ではこ

れまで得られた知見をまず内部抵抗の観点から総括した。昨年度より検討している第一原理計算による Li(100)面上でのイオン液体(EMI[BF₄])分子のエネルギー計算について EMI[BF₄]結晶に展開し、Li 金属表面原子 ←BF₄←EMI のような電子の流れが Li 金属表面に存在するイオンのみ見られ、沖合のイオン種にはその影響がほとんどないことが判明した。電池特性にアニオン種が大きな役割を果たすという実験結果は、このような金属表面の接触界面での電子移動が表面第一層のみで起こっている現象によって引き起こされている可能性がある。アニオンと Li イオンとの相互作用、アニオンと Li 金属等との相互作用が電池全体の特性を支配することが明らかとなった。この知見はこれまで実験的に明らかとなっている界面電荷移動抵抗が、アニオン種に大きく依存する結果とも良い相関性を示しており、アニオン種開発がリチウム二次電池に与える影響が大きいことがわかった。これらの研究成果に基づき、学会発表(国内2件、海外4件)、論文4件(掲載受理済)の発表を行った。

〔分野名〕 エネルギー・環境

〔キーワード〕 イオン液体、リチウム二次電池、第一原理計算

〔研究題目〕 試験管内タンパク質合成の分子基盤と細胞機能の模倣に向けたその応用

〔研究代表者〕 片岡 正俊(健康工学研究センター)
〔研究担当者〕 片岡 正俊(健康工学研究センター)、
篠原 康雄
(徳島大学疾患ゲノム研究センター)

〔研究内容〕

細胞機能の模倣においては、細胞膜タンパク質の再構成が重要なキーになる。そこでリポソームを膜モデルとして、Pf3ファージの膜移行性ペプチドをリードペプチドとし膜貫通領域部分の疎水性や両末端の荷電などアミノ酸特性を考慮して、自発的に方向性を持って膜に移行する膜タンパク質の再構成を行った。その結果、各アミノ酸変異を行い膜移行部分の疎水性と末端部分の荷電状態をコントロールすることで任意の方向性で膜貫通可能なペプチド合成が可能になった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 試験管内タンパク質合成、細胞機能、膜タンパク質、合成ペプチド

〔研究題目〕 シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化

〔研究代表者〕 秋永 広幸
(ナノ電子デバイス研究センター)

〔研究担当者〕 秋永 広幸(常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標:

スピントロニクスとシリコンテクノロジーとの融合を

推進するため、シリコンベース素子へのスピン注入効率の最適化に焦点を絞り、

- (1) シリコンベース強磁性体の開発
- (2) 強磁性体金属/シリコンヘテロ構造におけるスピン偏極電子注入の実証
- (3) スピン流を用いたシリコンベースデバイス機能の実証

を目指して研究を行っている。

年度進捗状況：

平成21年度は(2)に関して研究を行った。本研究開始以前は、Fe₃Si 表面の凹凸を抑えることが出来なかったが、Fe₃Si 層の形成を低温 MBE で行い、その後、250°Cで熱アニールすることにより、平坦な Fe₃Si 膜の成膜が可能になることを平成19年度までに報告した。また、このヘテロ界面を積層したエピタキシャル磁気トンネル接合を作製できるようになり、平成20年度は Fe₃Si on CaF₂ (2nm) / Fe₃Si (5nm) / CaF₂ (2nm) 共鳴トンネル構造の設計と、その Si(111) 基板における MBE 法によるエピタキシャル成長を行った。そして、これらの成果を受け、平成21年度は、Fe₃Si / CaF₂ヘテロ接合からなる共鳴トンネルダイオードの動作実証を行った。また、Fe₃Si/CaF₂ヘテロ構造の界面状態を理解するために、界面構造と仕事関数の相関を第一原理計算を用いて評価したところ、Fe₃Si の最表面は Fe 終端となっている可能性が高いことが明らかになった。一方、平成20年度に、MBE 法により、MgO(001) 基板への Fe₄N 膜のエピタキシャル成長を実現し、さらに、a 軸に高配向した Fe₄N (100nm) / MgO(2nm) / Fe₄N (30nm) MTJ 構造の MBE 成長に成功したが、平成21年度においては、この Fe₄N のスピン偏極度などの評価を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 スピンエレクトロニクス、磁性、半導体物性

【研究題目】 配列ナノ空間物質を利用した次世代半導体デバイス

【研究代表者】 金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 金山 敏彦、多田 哲也、宮崎 剛英、内田 紀行 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

モノシラン (SiH₄) ガス中で遷移金属をレーザーアブレーションする方法で遷移金属内包シリコンクラスター (M_nSi_n) を合成し、それを基板上に堆積することで、キャリア移動度が高い非晶質の半導体薄膜が形成できることが明らかになっている。今年度は、この遷移金属内包シリコンクラスターを単位構造とする半導体薄膜の電気的・光学的特性を制御する指針を得ることと、電界効果による伝導度変調の実証を目標に研究を行った。レーザーアブレーション条件を制御することで、M_nSi_n(M=

Mo, Zr, W, n≥10) を単位構造とした Si 薄膜を合成する条件を確立し、それらが、1MΩ 以上の抵抗率、1.3-1.8eV の光学ギャップを持つことを実証した。また、M_nSi_n 膜のラマン散乱分光測定の結果、熱処理温度の上昇に伴って、Si ネットワークの短距離秩序が向上し、抵抗率と光学ギャップが増大すること、局所的に M_nSi_n 構造を形成することで熱的な安定性を獲得し、非晶質 Si よりも高い結晶化温度を持つことを発見した。さらに、M_nSi_n 膜をチャンネルにしたバックゲート構造の薄膜トランジスタを試作し、ゲート電極の電圧印加により伝導度変調が生じることを実証した。

第一原理計算による M_nSi_n 膜シミュレーションを行い、M_nSi_n 膜のエネルギーギャップ等電子状態評価、膜中の M_nSi_n 構造の構造類似性、非晶質 Si との比較による振動状態、M_nSi_n の凝集に伴う電荷分布の変化について調べることで、実験結果の解析を行った。その結果、XPS スペクトルの化学シフトやラマンスペクトルの形状が、M_nSi_n 膜特有の性質を反映していることが判明した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 遷移金属内包シリコンクラスター、クラスター凝集材料、薄膜トランジスタ

【研究題目】 グラフィカル・モデルに基づく生命情報からの因果・関連性解析

【研究代表者】 堀本 勝久

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 堀本 勝久、油谷 幸代

(常勤職員2名)

【研究内容】

グラフィカル連鎖モデル (GCM) の数学的枠組みを用いて PC アルゴリズムの拡張を行い、GCM による遺伝子群間のネットワーク構造変化の推定と同様に、より詳細な遺伝子間ネットワーク構造変化の推定が可能にするシステムを構築した。GCM 及び拡張 PC アルゴリズムを組み合わせることで、マクロとミクロの二つの観点から階層的にネットワーク構造変化を追跡できる。このシステムを肝がん進展過程に関する遺伝子発現データに適用し、肝硬変から肝がんに至る進展における要因遺伝子ネットワーク候補を提案した。先に GCM のみを適用した際に得られる知見に比べ、遺伝子名自体を候補として提案することにより、実験検証への移行が容易になった。

さらに、タンパク質相互作用推定法の開発のため、カテゴリーデータを用いた統計的因果推定法を開発した。従来の方法は、変数が多数の際適用不可能であるため大規模ネットワークの推定は計算不能に陥っていた。適用法では、推定法の枠組みはそのままにして前処理において少数変数にまずまとめ、それらを統合する手続きを採用した。GCM によって推定された枠組みを PC アルゴリズムによって細密化するアプローチと逆の方向に推定

する。プロトタイプを開発し、ドメインデータや実験計測データを用いて、既知相互作用知識との照応や、従来法との性能比較などを行った。

特定研究期間を通して、マイクロアレイなどの大規模計測データから、統計的に分子間相互作用を推定する方法を開発し、未知分子相互作用候補の絞り込みに関して、有用な方法を開発した。今後多方面への適用により、さらに改良を方法の重ねていくと共に利便性向上のためソフトウェア化が必要である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ネットワーク、遺伝子発現制御、グラフィカル・モデル、細胞変化

【研究題目】 脳損傷後の機能回復：分子からシステムまでの統合的研究

【研究代表者】 肥後 範行（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 肥後 範行（常勤職員1名）

【研究内容】

人に近い脳と筋骨格構造を持つサルをモデル動物として用い、大脳皮質運動野損傷後の運動機能回復を行動学的に解析した。第一次運動野の損傷の直後から指運動の完全麻痺が生じたが、その後運動機能は徐々に回復した。小孔から球状の物体を把握する課題を用いて課題成績の経時的変化を調べたところ、損傷後に積極的なリハビリ運動訓練を行った個体では、損傷後1-2ヶ月で課題成功率の回復が見られた。さらに課題成績は一時的な課題成功率の上昇を含む複雑な時間的な変化を示すことが明らかになった。指の動画を解析した結果、一時的な課題成績の上昇時には示指の先端と拇指の間接付近での把握が数多く見られた。これは指の運動が不十分なために手掌全体の動きを用いた代償的な把握であると考えられる。その後訓練個体では、示指と拇指の先端を用いた把握（精密把握）への切り替えが見られた。損傷後に積極的な運動訓練を行わなかった個体においても、手掌全体の動きを用いた代償把握が見られるようになったが、その後の精密把握への切り替えが起こらないことが明らかになった。このことから、特に精密把握の回復には損傷後の訓練が必要であると考えられる。損傷後の機能代償に関わる脳領域を明らかにするために、損傷前後の脳活動の比較を行った。その結果、第一次運動野損傷後把握機能の回復が見られた個体では、損傷前と比べ両半球の腹側運動前野において活動の上昇がみられた。さらに神経回路の変化を明らかにするために、回復途中または直後の個体において組織化学的解析を行った。その結果、腹側運動前野において、シナプスの構造変化にかかわる神経成長関連タンパクの発現の増加が見られた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リハビリテーション、霊長類、病態モデル、機能回復、神経可塑性

【研究題目】 前駆体 BDNF による神経回路の形成と機能に対する負の制御とその生理的役割

【研究代表者】 小島 正己

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 小島 正己、清末 和之

（脳神経情報研究部門）

（常勤職員2名）

【研究内容】

目標：

proBDNF ノックインマウス成体脳に関する解剖学的研究

研究計画：

proBDNF ノックインマウス成体脳の解剖学的解析を行うために、① 大脳皮質の層形成の定量的解析、② 細胞死マーカーを用いた蛍光染色法、③ *in situ hybridization* 法を用いて実験を行った。つまり、大脳皮質の細胞マーカーを用いて染色を行い、ゴルジ染色、ニッスル染色、髄鞘染色、BrdU 実験、大脳各層のマーカープローブを用いた *in situ hybridization* により、抑制性ニューロンの形態、セロトニンニューロンやコリナージックニューロンの繊維形成がどのような影響を受けているのかを、組織化学とトレーサー標識法を用いて解析した。ダブルミュタントマウス作出によるレスキュー実験 proBDNF のシグナルを担う情報分子として p75 受容体を含めた複数を同定しフェノタイプのレスキュー効果も検証した。その結果、大脳皮質パルブアルブミン (Pv) 陽性抑制性神経細胞の migration の異常に見られる proBDNF の新たな機能 BDNF^{pro/pro} マウスの大脳皮質の萎縮は、細胞密度が密であるためであり、細胞死が促進されているためではないことは見いだされた。このとき、大脳皮質層に存在する Pv 細胞が2層3層を中心とした分布を示すことを見いだした。しかし、他の抑制性神経細胞の分布には大きな差はなかった。現在、Pv 神経細胞の分布異常の原因を migration の観点から検証し、この分布差が大脳皮質機能にどのような影響を与えるかを電気生理学的に調べている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、神経栄養因子、脳発達

【研究題目】 アルファ粒子計測用ヘリウムビーム源の定常化の研究

【研究代表者】 榊田 創（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 榊田 創、小口 治久、木山 學

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

国際熱核融合実験炉（ITER）において生成されるアルファ粒子の空間・速度分布を計測するために、ヘリウム以上の重い粒子のビームを燃焼プラズマ中に入射するシステムが検討されている。入射された中性ヘリウム（He⁰）粒子はアルファ粒子と荷電交換反応を行い、ア

ルファ粒子は高エネルギーの He^0 に変換され、エネルギーアナライザーにより計測される。 He^0 ビーム生成法の一つとして、イオン源でヘリウム水素イオン (HeH^+) を生成し1次ビームとして取り出した後、 HeH^+ 成分のみを磁場で分離し、1MeV 程度まで加速する。その後、中性化セルで He^0 に変換しプラズマ中に入射することが考えられている。

本研究では、数 keV 程度の領域において HeH^+ ビーム電流の割合を EXB 型質量分析器を用いて計測し、ITER において必要とされる電流密度が得られるかを評価することが目的である。最初に、エネルギー分析型質量分析器を用いて HeH^+ ビーム引き出しの最適条件を調べた。その結果、水素ガス圧力を 0.3mTorr 以下にし、 He ガスの圧力を上げていくことで、 HeH^+ ビーム電流が増加した。更に、ガス圧力を上げた状態で（例えば、10-30mTorr）、アーク電圧を下げていくと（例えば、30-50V）、 HeH^+ ビーム電流は若干下がるものの、 He^+ ビームがほとんど引き出されなくなる条件を見出した。このことは、ビーム引き出し後にビーム種を分離する必要性がなくなるため、実機において簡便性を大きく向上させる結果となる。前述と同様な放電条件で、EXB 分離器を用いた各ビーム電流計測実験を行った結果、定性的に同様な結果を得ることが出来た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオンビーム、ヘリウム水素イオン、アルファ粒子、質量分析、核融合発電、ITER

【研究題目】単一分子伝導理論

【研究代表者】浅井 美博（計算科学研究部門）

【研究担当者】浅井 美博（常勤職員1名）

【研究内容】

昨年度は分子で架橋された2電極系を介したフォノン熱伝導と電子伝導の自己無撞着な理論計算を行った。本年度はこの理論を用いてアルカン・ジチオール分子架橋系における計算を行った結果、実験的に見積もられている有効温度の電圧依存性を定性的に良く再現する結果が得られた。またさらに、局所発熱に対する電子相関の寄与を調べるための理論を遮断クーロン近似 (GW 近似) の範囲で導出し、いくつかの系においてフォノン効果クーロン斥力効果を併せた競合問題に対するテスト計算を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】単一分子架橋系、電気伝導と熱伝導、理論・シミュレーション、電子・フォノン散乱効果、電子相関効果・GM 近似、局所熱発生、非弾性トンネル分光 (IETS)、分子エレクトロニクス

【研究題目】ガス吸収液としてのイオン液体の描像と

その応用

【研究代表者】金久保 光央（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】金久保 光央、新妻 依利子、山崎 ふじみ、児玉 大輔、亀田 恭男、梅林 泰宏（常勤職員1名、他5名）

【研究内容】

イオン液体は低揮発性、難燃性で、 CO_2 などの酸性ガスを大量かつ選択的に物理吸収することから、ガス分離・精製の吸収液として期待されている。これまで、長いアルキル側鎖をもつイオン液体では、アルキル部とイオン部とがそれぞれ凝集し、疎水および極性領域からなる“マイクロ相分離”が起こることが指摘されている。 CO_2 などの酸性ガスは極性領域に吸収されることから、イオン液体のガス吸収特性は自身もつナノメートルオーダーのドメイン構造と密接な関係があると考えられる。本研究では、イオン液体-ガス系において、マイクロからメゾ領域に渡る溶液構造とそれを反映したマクロ物性を主に採り上げ、ガス吸収メカニズムについて解明する。

本年度は、1-ブチル-3-メチルイミダゾリウム ビス（トリフルオロスルホニル）アミド（[BMIM][Tf₂N]）を採り上げ、NMR 縦緩和時間を測定し、そのダイナミクスについて検討した。カチオンの¹³C の回転相関時間は、イミダゾリウム環で非常に長く、アルキル側鎖では末端ほど短くなることが観察された。イミダゾリウム環の遅い回転運動は、アニオンとのイオンの相互作用によるものと考えられる。また、[BMIM][Tf₂N]に CO_2 を加圧、溶解したところ、回転相関時間は顕著に短くなることが確認された。特に、回転相関時間の減少はイミダゾリウム環において顕著であった。この結果は、カチオン-アニオン間の相互作用を破壊して、 CO_2 がイオン液体に吸収されることを反映したものと考えられる。さらに、分子動力学法や高エネルギーX線実験により溶液構造の解析を進め、ガス吸収メカニズムの解明に取り組んだ。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオン液体、高圧ガス、二酸化炭素、溶解メカニズム、溶媒機能

【研究題目】イオン液体中での界面電子移動反応計測

【研究代表者】加藤 隆二

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】加藤 隆二（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

イオン液体中での界面電子移動反応について、過渡吸収分光法によるアプローチを行う。

研究計画：

色素増感太陽電池をはじめとする太陽エネルギー変換デバイスでは界面の電子移動反応が最も重要な反応過程

である。デバイスの長寿命化のためにイオン液体が使われており、その反応の詳細を調べることが本研究の目的である。

本年度は下記の2つの課題について検討を行った。成果を以下にまとめる。

1. 界面電子移動反応の計測

昨年度開発した高感度サブナノ秒過渡分光計を用いて、色素増感太陽電池における電荷分離について、過渡吸収分光による計測を行った。具体的にはパルスレーザーで生成する色素のカチオンの吸収を検出し、電子注入効率を比較した。高性能デバイスで用いられているアセトニトリル中で得られた結果と比較したところ、イオン液体中では電子注入効率が抑制されていることを乱した。この特異な作用の起源について考察し、イオン液体の表面吸着が重要な寄与をしていると結論した。

2. 電子移動反応解析に関わる基本データ収集

色素増感太陽電池において、ヨウ素イオンは電子の輸送媒体として機能している。イオン液体中でのこれらの特異な挙動について、吸収スペクトルの計測に加え、外部光電子放出スペクトルの結果を併せて解析し、ヨウ素イオンの溶媒和エネルギーの起源について考察を行った。また、同様に溶媒和電子についても検討し、溶媒和電子の局在位置について考察を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】イオン液体、レーザー過渡吸収分光、電子移動反応

【研究題目】高分子電解質膜中でのプロトンダイナミクスと水輸送機構の解明

【研究代表者】崔 隆基（計算科学研究部門）

【研究担当者】崔 隆基、土田 英二（常勤職員2名）

【研究内容】

固体高分子型燃料電池の構成要素である電解質膜内でのプロトン伝導機構および水輸送過程の詳細を分子シミュレーションにより明らかにした。従来用いられてきたプロトン伝導のモデルでは、電気浸透係数のような物理量がうまく説明できなかった。電気浸透係数が大きいと燃料電池の性能が低下するため、この物理量の本質を理解することが性能向上のためには重要である。われわれが見出したプロトン伝導のメカニズムは高分子電解質膜中のプロトンの拡散係数、水の拡散係数、プロトンとカップリングした水輸送（電気浸透係数）の含水率依存性をうまく説明することができた。さらに、現在注目されている炭化水素系高分子電解質膜の計算を行い、この系で問題となっている低含水率でのプロトン伝導度の低下の原因を明らかにした。このような一連のシミュレーションの結果から、新しい高分子電解質膜を設計する際に、どのような官能基を選べば優れたプロトン伝導特性を付与できるかを提案した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナフィオン、プロトン伝導、固体高分子型燃料電池、電解質膜、電気浸透係数

【研究題目】イオンチャネル詳細構造解明に向けた単粒子解析技術の開発と複合体の構造解明

【研究代表者】三尾 和弘（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】三尾 和弘、佐藤 主税、小椋 俊彦、丸山 雄介、三尾 宗代（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

目標：

イオンチャネルは膜電位変化や特異的リガンド結合等の情報を伝播し、神経伝達や筋収縮、心拍のペースメーカーなど極めて重要な機能をつかさどる。解析の自動化、計算力の増強、タンパク精製のブラッシュアップ等を通じて高解像度解析を目指す。

研究計画：

精製条件の最適化と解析の大容量化により、生理機能上重要なタンパク質の構造解析を行う。微細構造の熱力学的振動も解像度低下の原因の一つと考えられるので、構造を安定化させるリガンド等の探索も併せて行う。さらに単分子ラベリング技術を開発し、試薬結合の可視化や複合体構造解明等に活用する。

年度進捗状況：

1. Ca^{2+} 放出活性化 Ca^{2+} (CRAC) チャネルの本体として近年同定された Orail陽イオンチャネルの構造解析を行った。動物細胞発現系を用いて Orailタンパク質の発現・精製方法を確立し、生化学検討から生理機能単位が四量体であることを突き止めた。更に負染色電顕画像を元に三次元構造を21Å分解能で再構成し、高さ150Å、幅95Åの水滴形構造と、小胞体膜上で Ca^{2+} 枯渇を感受する STIM1と相互作用可能な細長い細胞質ドメインが示された。本チャネルは以前我々が構造報告した TRPイオンチャネルとも相互的に機能制御することが知られているため、チャネル間相互作用を研究するための基盤と考えられる。

2. また薬物の作用機序を知ること、タンパク質構造解析の目的のひとつである。我々は喘息治療薬として開発が進められていたピラゾール化合物をリードに TRPC3チャネルを特異的に抑制する誘導体を見出し、その作用機序を電子顕微鏡を用いて検討した。光架橋と金粒子ラベルを組み合わせて TRPC3に結合したピラゾール誘導体を観察することで、単分子レベルでの薬物結合の可視化に成功し、細胞膜直下部を標的としていることを証明した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質構造解析、単粒子解析、電子顕微鏡、画像情報処理、イオンチャネル

【研究題目】巨大粒子ボルト核酸の機能解析

【研究代表者】 Penmetcha Kumar
(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 Penmetcha Kumar
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

ガン細胞中で vault RNA (vRNA) を大量発現させると化学療法剤に対する抵抗性が增大することを示してきた。今回は、RNAi 法を用いて、標的 vRNA の遺伝子発現を抑制 (ノックダウン) する実験を行い、これによってガン細胞株の化学療法剤に対する感受性、抵抗性 (薬剤耐性) についての評価を行った。

計画：

ボルトは、最近の研究で、細胞毒の無毒化プロセスの中で機能していると考えられている。我々はこの機能にボルトの RNA (vRNA) が関わっていることをつきとめており、この機能の詳細を明らかにするために RNAi の手法を用いて機能解析を行い、細胞株の薬剤排除作用を調べた。

年度進捗状況：

巨大粒子ヒト Vault は、3種類のタンパク質と3種類の non-coding RNA (vRNA-1, vRNA-2, vRNA-3) とから構成されているリボヌクレオプロテインである。電子顕微鏡下での観察によると粒子全体では樽状構造をとることが知られている。しかし、その詳細な分子構造と機能は明らかにされていないが、最近、本特定領域研究の領域代表者 (月原富武) のグループが結晶構造を解明した (Science 323, 384-388 (2009))。一方、機能であるが、近年の研究で、Vault は細胞内の無毒化機構の中で重要な役割をしていることを示唆するデータが報告されている。我々は、この無毒化排除作用に vRNA が関わっていると考えており、本課題では、癌化学療法剤耐性をもつ種々のガン細胞株と vRNA 過剰発現との関係、RNAi 法を利用した機能解析などを中心に研究を行った。今までの研究より、vRNA を含む Vault 構成成分は、ガン細胞、特に癌化学療法剤に耐性のあるガン細胞において過剰に発現していることが示されてきた。我々は、Vault 構成成分の過剰発現が癌化学療法剤耐性に関わっていることを分子レベルで明らかにするために、5類のガン細胞株 (MG63、U119MG、U937、U20S、U20S/mot-2) について vRNA 発現レベルの解析を行い、特に U20S と U20S/mot-2 が vRNA-1 の高度な発現レベルを示した。これらの U20S と U20S/mot-2 は他のガン細胞株に比べ、癌化学療法剤 mitoxantrone に対しより高い薬剤耐性を示した。

次に、vRNA-1 のガン細胞株における過剰発現の機能的な重要性を調べるために、RNAi 法を用いて、vRNA-1 の細胞内での発現レベルをノックダウンする実験を試み、U20S/mot-2 ガン細胞株における vRNA-1 の発現量が

30%抑えられた時に mitoxantrone の細胞内の濃度は増大した。さらに、相補的な実験法として、ガン細胞株 MG63 のように mitoxantrone 感受性の高いガン細胞株に対する救済実験 (rescue experiment) を試みた。MG63 ガン細胞内で vRNA-1 を約 1.5 倍過剰に発現させた時に、mitoxantrone 耐性が、コントロール群に比べ増大した。以上の実験より、vRNA-1 は、癌化学療法剤に対するガン細胞の耐性に関わる重要な役割をしていることが明らかになった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 Vault、RNA、薬剤耐性、RNAi、細胞株、化学療法剤、発現

【研究題目】 RNA 合成における翻訳因子の役割の解明

【研究代表者】 富田 耕造 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 富田 耕造、竹下 大二郎、濱田 梓
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

Q・ファージの複製酵素は Q β ファージ自身の RNA ゲノムにコードされている β サブユニット (レプリケース) の他に宿主である大腸菌由来の翻訳伸長因子である EF-Tu、EF-Ts、リボゾーマルタンパク質 S1 を含む複合体である。我々は、Q β ファージ由来の RNA 依存性 RNA 合成酵素 (RNA dependent RNA polymerase: RdRp) である Q・複製酵素複合体の X 線結晶構造解析、機能解析を通して、RNA 合成における翻訳因子の役割、そして、RNA 依存性 RNA 合成酵素の RNA 合成の動的分子基盤を明らかにすることを目的として研究を進めている。本申請課題にて、レプリケース、EF-Tu、EF-Ts 三者複合体と、レプリケース、EF-Tu、EF-Ts、S1 四者複合体を複合体として大腸菌にて大量に発現、精製するスキームを試みてきた。レプリケース、EF-Tu、EF-Ts、S1 四者複合体に関して結晶が得られたが、十分な分解能が得られる良質な結晶ではなく、また結晶化の再現性も得られなかった。そこで、レプリケース、EF-Tu、EF-Ts をアミノ酸リンカーでつないだタンパク質の精製、結晶化を試みた。この一本鎖にしたタンパク質は、通常のレプリケース、EF-Tu、EF-Ts の三者複合体と同様に、34ヌクレオチドのモデル RNA を鋳型として、それに相補的な RNA を合成できることを確認している。そこで、一本鎖にしたタンパク質を大量に発現し、精製するスキームを確立し、結晶化を行ったところ、PEG400 を沈殿剤とした条件で良質な結晶を再現性よく、確実に得ることができた。つくばの放射光施設 Photon Factory のビームライン BL-17A で X 線回折実験を行い、分解能 2.8 Å でデータ収集を行った。空間群は $C22_1$ であり、格子定数は $a=139.9$ Å、 $b=250.1$ Å、 $c=101.2$ Å であった。セレンメチオン置換体タンパク質をもちいて結晶化を行い、得られた結晶を用いて MAD 法によって 3.1 Å の分解能で位相の決定

に成功した。現在、モデル構築、精密化を行っている段階である。今後、得られた構造から、QB レプリケースによる RNA 合成の分子基盤の一端が明らかにされると期待している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 RNA 合成酵素、翻訳因子、構造解析

【研究題目】 HIRA-ヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明

【研究代表者】 千田 俊哉（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】 千田 俊哉（常勤職員1名）

【研究内容】

真核細胞生物のゲノムDNAは、ヒストンとDNAにより構成されるヌクレオソーム構造を基本単位として折り畳まれている。このヌクレオソーム構造は、DNAを小さな核内に収納するのに必要であるが、転写や複製などのDNA上で起こる反応を抑制することが知られている。従って、生体内には遺伝子発現の要不要に応じて特定の領域のヌクレオソーム構造を破壊したり再構成したりする分子機構が存在する。しかし、そのメカニズムの詳細は不明である。HIRAはヌクレオソームの再構成に関与すると考えられているヒストンシャペロンで、別のヒストンシャペロンであるCIAと相互作用して協調的に機能すると考えられている。そこで我々は、HIRA-ヒストン-CIA複合体の立体構造を明らかにし、クロマチン構造変換の分子機構を解明する事を目的として研究を進めている。HIRA-ヒストン-CIA複合体の立体構造を明らかにするにあたって、HIRA、ヒストン（H3-H4複合体）の精製蛋白質が大量に必要である（CIAに関しては既に大量発現・精製系を確立している）。昨年度の研究からpCold系の発現ベクターを用いれば、HIRAが大腸菌で大量発現可能であることが明らかになっているので、今年度はHIRAの大量精製系の確立に取りかかった。その結果、ニッケルカラムとイオン交換カラムを用いることで、高純度のHIRAを2Lの大腸菌培養液から数mgのレベルで精製することに成功した。更に、HIRAとヒストンH3.3/H3.1などの複合体の構造解析を行う上で必要なヒト由来ヒストンH3.3/H3.1などの大腸菌による大量発現・精製系の確立も行った。この際、ヒストン遺伝子を全合成することで大腸菌における低頻度コドンを高頻度コドンに置換し、効率のよい発現を目指した。H3.1-H4およびH3.3-H4の共発現系をそれぞれ作成しタグ精製を行ったところ、両者ともに複合体として精製することができた。以上のように、HIRAに加えヒストンH3.1-H4、H3.3-H4複合体の精製に成功したので、今後はこれらの複合体を組み合わせて結晶化をはじめとする物理化学解析を行っていく予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞核、転写反応、ヌクレオソーム、遺

伝子発現、蛋白質立体構造解析

【研究題目】 金融市場の執行分析のための経済情報抽出と行動が市場へ及ぼす影響評価に関する研究

【研究代表者】 和泉 潔

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】 和泉 潔（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究の目的は、テキストマイニングと人工市場という2つの情報技術の融合により、金融実務者の市場での売買執行を支援する手法を開発することである。

本年度は、前年度までに開発した簡略化した基本的なテキストマイニング手法の枠組みを、実際の市場参加者への調査や研究協力者との協力により、実際に市場分析に応用するために必要な手法の拡張および精緻化を行った。前年度に開発した長期市場動向分析のためのテキストマイニング手法を、実データによる運用テストで評価する手法を開発した。2008年1月から2009年5月の1年5か月間をテスト期間として、回帰式を更新しながら国債市場で運用テストを行った。その結果、年率平均に換算して、4.9%~88.05%の高いリターン成績を示すことが確認できた。

国債市場のテキストマイニングでは市場変動に大きな変化がある時に正答率が高く、それが高いリターンにつながった。前述のテキストマイニング手法を、英語の経済テキストを対象とした分析に使用できるように手法の拡張を行った。

日本銀行の金融経済月報の英語版を用いて有効性の評価を行った結果、1.13%~25.43%の年率の平均リターンを示すことができた。前述のテキストマイニング手法を拡張し、よりフォーマットが統一されていない新聞記事データを、市場分析に用いる手法を開発した。また、月次の国債市場から、より一般的な日次の株式市場を対象を拡張した。2008年1月1日~1月31日を外挿予測した結果、方向性（上下）の正答率は平均53.7%であった。日次の株式市場分析では、一般に運用には52%が合格ラインと言われているので、それより高い精度を達成することができた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 マルチエージェント、シミュレーション、意思決定、テキストマイニング

【研究題目】 液晶系の3次元秩序構造に関する連続体シミュレーションによる研究

【研究代表者】 福田 順一

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 福田 順一（常勤職員1名）

【研究内容】

(1) 連続体理論に基づくコレステリックブルー相の数値

計算

昨年度に引き続き、液晶系の3次元秩序構造の典型例であるコレステリックブルー相（強いキラリティを持つ液晶が示す、線欠陥が3次元構造を形成した秩序相）の挙動を、連続体理論に基づいた数値計算によって調べた。特に着目したのは、種々の平衡構造に対して電場を印加した場合の応答である。計算の結果、電場の強さ、方向、もとの平衡構造の対称性に応じて、様々な構造変化が引き起こされることを見出した。本年度は、強い電場を印加した際の配向構造、および位相欠陥の構造変化を特に調べた。その結果、複雑な変化を経て欠陥が消滅してゆく動的な過程を明らかにした。ただし、ある条件の元では位相欠陥は消滅せず、直線上の欠陥が6回対称の2次元格子を形成することも判明した。この変化のもとでは、線欠陥の秩序構造が連続的に変化していることも明らかにした。欠陥の構造の動的な制御は光学デバイス、メモリデバイスなどへの応用が期待され、その端緒を開いたと考えている。

(2) 強く閉じ込められたキラル液晶の欠陥構造

(1) とはやや異なった観点から、バルクでコレステリックブルー相を示す液晶を、セル厚がブルー相の単位格子の大きさ程度の薄いセルに閉じ込めた際に、どのような欠陥構造が生じるかを数値計算により調べた。その結果、2重らせんを形成した線欠陥の対が平行に並ぶ構造や、平行に並んだ波打った欠陥2組からなる構造など、これまで液晶の実験、理論研究では議論されることがないタイプの構造が、エネルギー的に安定な状態として生成しうることを明らかにした。この結果は、液晶が形成する欠陥構造にはこれまで知られている以上に豊かなバラエティが存在しうることを示している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 液晶、シミュレーション、コレステリックブルー相、位相欠陥、電場

【研究題目】 酸化ガリウムを用いた半導体へのスピン注入

【研究代表者】 齋藤 秀和

(ナノスピントロニクス研究センター)

【研究担当者】 齋藤 秀和 (常勤職員1名)

【研究内容】

強磁性金属から実用半導体材料への電氣的なスピン偏極電子の注入は、スピントランジスタなどの半導体スピンドバイス実現のための重要な基盤技術である。高スピン偏極電子を注入するためには、金属/半導体接合部をトンネル接合とする必要があることがわかっている。これまで、障壁層材料として AlO_x や MgO を用いて GaAs へのスピン注入実験が行われてきた。しかしながら、これまで高いスピン注入効率と電荷注入効率を兼ね備えた障壁層材料は見出されていない。すなわち、従来の障壁層材料は GaAs との界面で多量の界面準位が導入さ

れるため、接合界面から大きな寄生電流が発生する。

そこで本年度は、 $\text{Fe}/\text{GaO}_x/\text{(Al)GaAs}$ 量子井戸 (QW) 構造から構成されるスピン偏極発光素子 (spin-LED) を用いて、電子の電荷注入効率およびスピン偏極率を見積った。その結果、 Fe/GaO_x 注入源はオーム性接合に匹敵する電荷注入効率と高いスピン注入効率 (スピン偏極率約40%) を兼ね備えることが明らかとなった [Appl. Phys. Express 2, 083003 (2009), Appl. Phys. Lett. 96, 012501 (2010)]。この結果より、 GaO_x が GaAs ベースのスピン注入のための重要な障壁層材料であることが示された。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 スピントランジスタ、スピンLED、MIS構造、スピン依存伝導

【研究題目】 光一分子強結合場におけるプラズモン増強非線形光学応答・光化学反応の定量評価法開発

【研究代表者】 伊藤 民武 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 伊藤 民武 (常勤職員)

【研究内容】

光一分子強結合反応場における分子の非線形光学応答増強のモデル系として表面増強ハイパーラマン散乱 (SEHRS) を発現している銀ナノ粒子があげられる。本研究の目的は、SEHRSを用いることで光一分子強結合反応場の非線形光学応答増強効果を定量的に取り扱うことができる実験・計算手法を開発することである。光一分子強結合場では分子の光学応答は2段階の電磁場増強を局在表面プラズモン (LSPR) から受けると予想されている。従って、本研究の目標は、この2段階電磁場増強を用いたSEHRSの定量的再現となる。主な結果を述べる。SEHRS増強度を2段階電磁場増強効果に基づき定量的に取り扱う実験・計算手法の確立を行った。この2段階増強効果では、SEHRSは実験で取得可能な3つのパラメータ (LSPR増強光電場の強度、共鳴ハイパーラマン散乱断面積、2光子蛍光断面積) を増強効果に組み込むことで定量的に再現できるとされている。即ち、1) 励起光とLSPRの結合 (1段階目の増強)、2) 散乱光とLSPRの結合 (2段階目の増強) によってSEHRS増強度は再現されると予想できる。本研究では取得したSEHRSスペクトルを、この3つのパラメータを2段階増強効果に組み込むことで再現した。本研究成果の意義は、光一分子強結合反応場における非線形分子光学応答の定量的な分光評価手法を確立したことである。

【分野名】 ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光一分子強結合、銀ナノ粒子、ハイパーラマン散乱、

【研究題目】 界面反応計測に最適なプラズモニック結

晶型基板の開発と赤外領域への拡張

〔研究代表者〕 八木 一三 (固体高分子形燃料電池先端
基盤研究センターI)

〔研究担当者〕 八木 一三 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

概要:

本研究では、電極表面で起こる多電子移動反応機構を明らかにするため、表面に生じる反応中間体の濃度を追跡することが可能な分光計測ツールを開発することを目的としている。そのため、高感度・高速で、かつ表面構造が規定された反応場で利用できる必要がある。今年度は、分子検出に用いる分光信号を増強するために、試料電極表面を電気化学処理することでナノ構造が誘起され高感度化が可能であることを実証した。

年度進捗:

電極触媒表面における *in situ* 振動分光計測を実現するために、表面増強ラマン散乱 (SERS) 分光以外にも、表面増強赤外反射吸収分光 (SEIRAS) を用いた手法の開発にも注力した。今年度は、Si 半円筒プリズムの底面にスパッタリングで調製した非常に平坦な Au/Ti 膜では、調製直後に SEIRAS による表面吸着種の振動バンドをほとんど検出できないが、電気化学的な処理を適切に行うことで、サブモノレイヤー量の吸着アニオンや吸着水の振動吸収バンドを明確に検出できるようになった。従来の無電解メッキによる成膜法と比較して、表面構造が (111) 面に近い単結晶類似面を構築することができ、より構造の規制された表面での反応計測が可能になった。

また、同じく従来利用されてきた Au 直接蒸着と比較すると、Ti 層の存在により電極表面の安定性が格段に向上し、長時間・多数回電位サイクルでの計測が必要な時間分解分光計測にも応用できる。一方、SERS 計測に関しては、現状ではバルク Pt からの信号を計測できてはいない。逆ピラミッドピット構造では、光に誘起される表面プラズモン定在波のモードが限られているので、バルク Pt および Pd からの SERS が既に報告されている球状セグメントボイド (SSV) 型のプラズモニック結晶構造よりも増強度が低いことが想定される。そこで、SSV 型プラズモニック結晶の調製に取り組み始め、既に数枚の基板調製を済ませている。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

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

〔研究題目〕 フェムト秒分光による界面電子移動反応におけるプラズモン層強効果の機構解明

〔研究代表者〕 古部 昭広
(計測フロンティア研究部門)

〔研究内容〕

金属ナノ構造に光が照射された時に生成する局在プラズモンは、金属の近接場に大きな電場を作り出し、効率的な反応、新たな反応を引き起こすことが期待されており、多くの基礎的、応用的研究が進んでいる。

我々のグループもその重要性に以前から注目し、プラズモン誘起の界面電子移動反応の超高速ダイナミクスに関する研究を、特に反応素過程のメカニズム解明を目的として進めている。手法としては可視励起・赤外プローブのフェムト秒過渡吸収分光を用いており、金ナノ粒子やナノ構造から酸化チタンへの電子移動過程に着目して実験を行っている。

これまでに測定した、フェムト秒領域における電子注入効率のスペクトルの解析を進めた。試料は10nm の金粒子を数10nm 厚の酸化チタンナノ粒子膜に分散した系である。金ナノ粒子におけるプラズモン励起状態が、バンド間 (d バンドから sp バンド) あるいはバンド内 (sp バンド内) の一電子励起の状態、すなわち電子-正孔対の生成に至り、その後電子がバリアを超えるという描像が見えてきた。さらに、プラズモンの一つの特徴である電場増強効果も反応に関与していること、つまり、金-酸化チタンの界面で近接場光が集中することによって、効率的なプラズモンから電子正孔対への変化、それにつづく近距離での電子移動が起こるとことも見えてきた。

これらの情報は素過程ダイナミクスの理解および新たな反応系のデザインに貢献すると考えている。

これら成果は後述の学会および論文において積極的に発信した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 界面、プラズモン、過渡吸収、フェムト秒レーザー、電子移動、光電変換、ダイナミクス

〔研究題目〕 パターン化モデル生体膜を利用した膜タンパク質再構成技術の開発

〔研究代表者〕 森垣 憲一
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 森垣 憲一
(常勤職員1名)

〔研究内容〕

生体膜は、脂質膜と膜タンパク質などが高次に組織化された構造を持ち、細胞内において重要な機能を担っている。研究代表者は、光重合されたポリマー脂質膜と生体膜 (リン脂質膜) を光リソグラフィ技術でパターン化したハイブリッド型モデル生体膜作製手法を世界に先駆けて独自に開発し、これまで固体基板上に人工的なモデル生体膜を作製する手法を開発してきた。本研究では、これらのポテンシャルを活かし、構造の制御されたパターン化モデル生体膜に膜タンパク質を組込む方法論の開

発を行う。本年度は、膜タンパク質を含んだモデル生体膜作製の基盤技術として、界面活性剤の存在下で脂質二分子膜を基板表面に吸着する研究を行った。界面活性剤として短鎖リン脂質を用い、長鎖リン脂質 (POPC) との混合膜を作製して、基板表面への吸着過程を水晶振動子マイクロバランス (QCM) 法および蛍光顕微鏡観察によって検討した。その結果、これらの界面活性剤が基板表面におけるリン脂質二分子膜形成を促進することが観察された。また、短鎖リン脂質の分子構造や溶液の組成に応じて形成される脂質二分子膜の被覆率や安定性、物性が大きく左右されることが分かった。さらに、研究分担者は蛍光タンパク質 (CFP および YFP) を融合した膜タンパク質 (シトクロム P450) の作製に成功した。これらの結果は、基板上においてナノメートルオーダーで構造の制御された安定なモデル生体膜を形成し活性を維持した膜タンパク質を組み込む手法の確立に寄与するものと期待される。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生体膜、膜タンパク質、人工生体膜

[研究題目] 3次元ナノ相分離膜構造と高感度分子認識の動的解析

[研究代表者] 佐藤 縁 (生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 佐藤 縁、丹羽 修、吉岡 恭子
(常勤職員3名)

[研究内容]

本研究では、生体分子を高感度に認識する部位を有する分子と、夾雑物などによる非特異的な吸着を抑えるための分子とで、複合単分子膜を構築し、高感度なタンパク質認識とその機構解明、センシングシステムへの利用などを検討する。昨年度に引き続き、レクチン認識のための末端に二糖 (マルトシド) を有するアルカンチオール分子と、非特異的な吸着を抑制するためのトリエチレングリコール基を有するアルカンチオール分子とでナノ相分離膜を作製し、モデルレクチンであるコンカナバリン A (Con A) を、高い親和性および低い非特異吸着性の効果により高感度に認識・検出できることを確認した。Con A の高感度認識が膜内での糖部位の分散に起因するであろうと予想されたので、より単純化した水酸基末端チオール類を非特異吸着抑制のモデル分子として用い、これと糖鎖分子とで各種混合膜をつくり、Con A の認識について詳細に追跡した。修飾膜内において糖部位の位置と非特異吸着抑制分子の水酸基末端の位置との差がアルキル鎖長にして C4-6の差がある時に、Con A の吸着量が著しく増大し、速度論的にも吸着が早く解離速度が遅くなることを確認できた。糖鎖の膜内横方向の分散についても、100%糖鎖表面よりも仕込み比において10%程度の糖鎖の方が Con A の吸着量が著しく増大したが、この理由として、糖の表面濃度が高いところでは糖と Con A が1:1の結合をするのに対し表面濃度が低く

なるにつれて多価結合が中心となってくることに起因することを実験的に確認できた。この結果を踏まえて、ラクトシドを新規糖として採用し、疾病マーカーとして期待されるガレクチンを高感度に認識することにも着手した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ソフト界面、自己組織化膜、分子認識、レクチン、糖、非特異吸着抑制、金表面、表面プラズモン共鳴

[研究題目] 創発化学の自己組織化的デザイン

[研究代表者] 山口 智彦

(ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 山口 智彦、西村 聡、真原 仁、鈴木 航佑 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

本研究では、分子ナノシステムの創発化学における自己組織化の役割を明らかにすることを目的とする。エントロピー生成を基軸に据え、自己組織化を熱力学的立場から一元的に捉える学理の充実を図るとともに、時空間的ゆらぎの下でのコロイド系の秩序化条件を実験的に探る。

年度計画:

可逆3分子反応 (r-GS モデル) を化学的創発系のミニマルモデルと位置づけ、決定論的な内因性ゆらぎの建設的な役割について検討するとともに、階層間相互作用を熱力学的に評価するための整備を行う。また、フラーレン分子やコロイド粒子を用いて創発過程における形状因子 (球形、非球形) を抽出するとともに、外力としての時空間ゆらぎの影響について実験的検討を開始する。

年度進捗状況:

r-GS モデルを用いた検討により、系のダイナミクスによって外部環境が揺らぎ、固定境界条件下では得られない特異なパターンが形成することが示された。階層間の相互作用をエントロピー的視点から定量的に議論するために、系の状態 (平衡からの距離) に依存する新しい化学ポテンシャルを導入した。フラーレン溶液の脱濡れ実験では微結晶がラセン状に配列する条件が見出された。分子構造や空間的ゆらぎの影響についても予備的な知見を得た。交流電場下の球状・板状シリカコロイドのインピーダンス分散等の検討から、板状シリカコロイドでは界面分極現象が増強されることが示された。また、振動反応パターンに対する共存ミセルの摂動効果と生体反応系の動的階層機能との類似性について考察した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 自己組織化、分子デバイス、計算科学

[研究題目] 超分子単分子膜作製と刺激応答素子への応用

[研究代表者] 石田 敬雄

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 石田 敬雄（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

本年度は刺激応答型デバイスのための基礎実験として、昨年度に引き続き、その基礎としてスパッタ法による平坦な酸化チタン透明酸化物基板の作製とそれらの表面へのホスホン酸基を有する Ru 錯体超分子膜の形成手法の確立を検討した。まず非常に高い導電性を持つ $10^{-4}\Omega\text{cm}$ の酸化チタン薄膜の作製に成功した。また酸化物透明導電体である ITO 上に Ru 錯体超分子膜を形成し、この上に動的挙動可能な液晶分子を導入し、確率共鳴のための予備実験として、揺らぎレベルの微弱な信号を増幅できるかどうか、超分子膜を利用する液晶の配向制御に成功した。また ITO 上に形成した膜の縦方向の光電流測定を電気化学環境で行い、Ru 錯体超分子膜に C_{60} 誘導体を包摂することで分光感度を広げること成功し、超分子膜の刺激応答性を高めることに成功した。また新規に Ru 錯体超分子膜において、水素結合を介した多層化が浸漬時に用いる溶液の pH を小さくすることで可能であることを見出した。また多層化によって光吸収が大きくなり、光電流が大きくなることも見出した。また多層膜上に導電性高分子電極を形成したサンドイッチセルを作製し、縦方向の導電性を測定し、0.019という低い減衰定数を確認した。この極めて低い減衰定数は超分子膜が比較的高い電気伝導性を持つことを示している。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 表面コーティング、分子素子、自己組織化

〔研究題目〕 健康影響が懸念される PM_{2.5}粒子状物質のわが国風上域での動態把握

〔研究代表者〕 兼保 直樹（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 兼保 直樹（常勤職員1名）

〔研究内容〕

2009年3月から福江島・福岡市などわが国の風上域で通年の PM_{2.5}測定を開始し、3月下旬～4月上旬にはエアロゾル化学組成に関する第1回目の集中観測を実施した。さらに、10月からは長崎市でも PM_{2.5}測定を開始するとともに、A02-P7班の航空機観測と同期して秋期の集中観測を実施した。この結果、春秋の輸送イベント時には、2009年9月に設定された環境基準値を大幅に超える濃度の PM_{2.5}が頻繁に観測され、その組成は硫酸塩、次いで粒子状有機物の寄与が大きいことがわかった。福江島と福岡市での PM_{2.5}濃度レベルはほとんど変わらず、九州北部では春秋の PM_{2.5}濃度は基本的に長距離輸送に支配されていることが判明した。

春期の輸送の特徴的は、粗大粒子領域で硝酸塩濃度が非常に高く ($>20\mu\text{gm}^{-3}$)、微小域でも $5\mu\text{gm}^{-3}$ 程度の濃度を示した点である。これに対して、秋季の輸送においては硝酸塩はマイナーな成分であり、福江島・辺戸岬での濃度は $0.5\mu\text{gm}^{-3}$ 以下であった。秋期には低圧型多段

インパクト(LPI)によるエアロゾルの粒径分布も取得し、微小領域において化学組成毎の粒径分布を測定できるエアロゾル質量分析計(AMS)の果と併せて、硝酸塩の粒径分布の特徴の解析を始めた。また、2010年3月からは、高感度の NO₂、SO₂の計測装置と、YAG レーザー光源に換装したレーザー蒸発型エアロゾル質量分析計を福江島に運び、AMS 等と同時運用して春季の集中観測を開始した。

福江島、辺戸、福岡市で春期と秋期の集中観測時にハイボリューム・エアサンプラーにより捕集した多感芳香族炭化水素類(PAHs)の分析結果より、PAHsは黒色炭素(BC)濃度と良い相関を示した。これを用いて、発がん性が指摘されているベンゾ a ピレン(BaP)の通年濃度変動をBC濃度測定値から推定した。また、重金属など微量成分の化学組成分析のため、ハイボリューム・エアサンプラーに装着して使用可能なインパクト型分級器(HVI_{2.5})を開発し、集中観測で使用するとともに、実用新案として出願した。名古屋大学は、独自に開発してきたレーザーイオン化個別粒子質量分析装置を用いて、2010年3月から福江島で春季の観測を開始した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 大気エアロゾル、PM_{2.5}、長距離輸送、PAH、重金属、黒色炭素

〔研究題目〕 バイオリソグラフィー手法の開発と表面加工への展開

〔研究代表者〕 吉川 佳広（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 吉川 佳広

〔研究内容〕

近年、ボトムアップ手法(自己組織化)に基づくナノデバイスや分子回路が開発されつつある。これら有機分子素子をナノというサイズ特性を生かしつつ利用するためには、分子サイズのデバイスを適切に設置するための手法、あるいは基板が必要となる。本研究では、生分解性高分子の酵素分解を利用して、ソフトマテリアル表面をパターン化するバイオリソグラフィー技術の開発を目指している。そして、自己組織化デバイスを集積化するための、ナノパターン化基板の創製を目標とする。

本年度は、バイオリソグラフィー技術の開発に向けて、まず、生分解性高分子と分解酵素の選定を行った。バイオベースポリマーであるポリ乳酸の薄膜を調製し、proteinase K による酵素分解試験を行った。得られた酵素分解条件を用い、ポリ乳酸表面のスポットターによる酵素分解加工を行った。その結果、1mm 間隔でポリ乳酸の膜厚約70nm に相当する深さの、8×8のアレイ構造を形成することに成功した。したがって、酵素の塗布箇所を制御することにより、自在にアレイパターンを作製できると言え、バイオリソグラフィーへの足掛かりを得ることができた。次いで、効率的バイオリソグラフィーを目指し、生分解性高分子表面に規則的な構造付与を試

みた。生分解性ブロックコポリマーであるポリ(L-乳酸-*b*- ϵ -カプロラクトン)を合成し、高分子表面にナノ規則パターンを形成した。キャストに用いる溶媒の性質によって、粒状からストライプ構造まで多様な表面形態を形成できることがわかった。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] ソフトマテリアル、生分解性高分子、ブロックコポリマー、酵素、走査型プローブ顕微鏡

[研究題目] 固液界面での分子ダイナミクスに基づく電気化学的な自己報告型遺伝子検出デバイス(科研費)

[研究代表者] 青木 寛(環境管理技術研究部門)

[研究担当者] 青木 寛、北島 明子
(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

ターゲット DNA の蛍光標識化が不要な簡便・迅速な遺伝子検出法を開発するため、固液界面での分子ダイナミクスに基づく分析対象の標識化を必要としない電気化学遺伝子センサの開発を行った。具体的には、遺伝子認識部位であるプローブ DNA の両端に信号発生団である電気化学活性団とその信号を抑制する信号抑制団とを取り付けた新規プローブを開発した。

開発したプローブを用いて、ターゲットとのハイブリッド形成によるフェロセン酸化還元信号の変化を電気化学的に観測したところ、プローブとターゲットとを含む溶液では、プローブのみを含む測定溶液の場合と比較して、フェロセンの酸化還元電位が負にシフトした。これは、内包錯体を形成し酸化還元反応が抑制されていたフェロセンでは酸化還元電位が正にシフトしていたところ、ハイブリッド形成後は錯体が解離したためにシフト前の電位に戻ったためと考えられる。この結果から、今回開発したプローブによりターゲットの標識を行うことなく簡便な DNA 検出が可能となったと言える。

同時に遺伝子センサのデバイス化の基礎検討も行った。蒸着した金薄膜をエッチングして作製したガラス基板および配線パターンを同時焼成して作製したセラミックス基板に関して、遺伝子センサアレイに向けた微小電極アレイチップ化を検討した。ガラス基板においてセンサアレイチップを作製し、配列選択的な遺伝子検出が可能であることを明らかにした。一方で、ガラス基板と比較して、セラミックス基板は耐熱性・耐薬品性に優れており、また集積化にも適していることが分かった。この成果を踏まえることで、複数遺伝子の迅速・簡便な同時検出が可能となると期待される。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] DNA、核酸塩基、遺伝子、電気化学分析

[研究題目] 網羅的アミノ酸置換データベースに基づく蛋白質の揺らぎ制御

[研究代表者] 新井 宗仁(生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 新井 宗仁、横田 亜紀子、竹縄 辰行
(常勤職員3名)

[研究内容]

蛋白質の機能発現機構の解明には、蛋白質の揺らぎの理解が必要である。しかし、アミノ酸配列と蛋白質揺らぎとの対応関係は未解明である。本研究では、ジヒドロ葉酸還元酵素の様々な1アミノ酸置換変異体について、揺らぎの指標(構造安定性、酵素活性など)を測定したデータベースを用いることにより、アミノ酸配列と蛋白質揺らぎとの対応関係の解明を目指す。また、天然変性蛋白質の分子認識機構を調べることにより、天然変性蛋白質の揺らぎ制御機構の解明を目指す。平成21年度は、まず、データベースの見直しと実験データの再解析を行い、信頼性の高いデータベースを構築した。次に、実験結果と蛋白質構造・配列との相関解析などの統計的解析を行った。その結果、蛋白質の安定性や活性を向上させる変異部位やアミノ酸置換の種類、蛋白質の凝集性を決める因子など、様々な新しい知見が得られた。さらに、天然変性蛋白質である p53による転写コアクチベータ CBP の分子認識機構を解析し、p53-CBP 結合構造について新規の知見が得られた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 蛋白質、アミノ酸置換、構造安定性、酵素活性、揺らぎ

[研究題目] 分子シミュレーションによる機能性有機材料溶液の非平衡自己組織化挙動の研究

[研究代表者] 米谷 慎(ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 米谷 慎、山本貴広(常勤職員2名)

[研究内容]

自己組織化性を高度に取り入れた新規な溶液プロセスの探索を目標とし、分子論的シミュレーションをその手段として研究を行った。研究計画に沿って、まず、安息香酸誘導体の中から、それ自身液晶性を示す最も単純な誘導体である、末端鎖長4の4-プロポキシ-安息香酸についての分子モデリングとシミュレーションを行った。安息香酸誘導体は、カルボン酸部分の水素結合により二量体を形成することにより液晶相を発現しているといわれており、この水素結合の適切なモデリング手法を見出すことにより、二量体による液晶相を分子シミュレーションで再現できた。次に溶質であるペンタセンの分子モデリングを行い、その妥当性を X 線回折実験で得られている結晶構造の安定性により検証した。これらの溶媒・溶質分子のモデルを用い、安息香酸誘導体液晶溶媒中のペンタセンの分子配向について、分子シミュレーションを用いて検討した。その結果、上記液晶溶媒中のペンタ

セン分子の長軸配向について、平均的に溶媒液晶のダイレクタ方向に配向していると言う結果を得た。この事は、ペンタセン分子が液晶溶媒中において、いわゆるゲスト・ホスト的に配向した溶液構造をとっていることを意味し、協力研究者（山本貴広）による実験において確認されているペンタセン混合による液晶温度範囲の拡大と矛盾せず、それをサポートする結果と考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 分子配向、液晶、シミュレーション、有機半導体、溶液プロセス

【研究題目】 ウイロイド RNA の組織間トラフィッキングを可能にする多様な変異に関する研究

【研究代表者】 Penmetcha Kumar
(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 Penmetcha Kumar
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

ウイロイドは核酸のみからなる植物病原体 RNA であり、多様な変異によりトラフィッキングを可能にし、感染を引き起こす。ウイロイドは塩基数が200~400程度の長さをもつ環状の一本鎖 RNA であるが、トラフィッキングに関わる部位の特定を行うために本課題を行う。

計画：

in vitro 合成したキクわい化ウイロイド (CSVd) は354残基からなるので、その2次構造を基に6個のドメインに分け、各ドメインのループ部分に14~23塩基のランダム置換を行う。各ドメインに変異体をもつ計6サンプルをそれぞれキクに接種実験を行い、4週間後に、感染した上位にある葉より RNA を抽出して塩基配列を解析する。

年度進捗状況：

ウイロイドは野菜、果樹や花き類などの作物に感染し、わい化や生育不良などの病徴を引き起こす。ウイロイドは塩基数が200~400程度の長さをもつ環状の一本鎖 RNA のみで構成されている。我々は、これまでに、キクわい化ウイロイド (CSVd) の *in vitro* 合成系を確立し、キクを宿主とする CSVd をこの系で合成し、他の宿主であるトマトに接種して1か月後、感染していること、変異があることを確認した。*in vitro* で合成した CSVd が感染性をもつことがわかったので、ウイロイド研究の次のステップとして、本課題において CSVd を用いたトラフィッキング研究を開始した。ウイロイドのトラフィッキングに関わる部位の特定を行うために、ウイロイドにランダム変異を導入し、組織間トラフィッキングと変異部位との関係を明らかにする実験を行った。CSVd は354残基からなるので、6個のドメイン (A,B,C,D,E,F) に分け、各ドメインのループ部分に14

~23塩基のランダム置換を行った。従って、理論的には一つのドメインで $4^{14} \sim 4^{23}$ ($10^9 \sim 10^{14}$ に相当) 種類の変異体がつくられるが、これらの PCR 産物は NuSieve アガロース上で確認を行った。次に各ドメインの変異体を基に全長 CSVd の PCR 産物を作製し、NuSieve アガロース上で確認した。各ドメインに変異体をもつ CSVd (計6サンプル) をそれぞれについて、キクに接種実験を終えたところである。今後は、4週間の後に、感染した上位にある葉より RNA を抽出して RT-PCR、クローニングの後に塩基配列を決定し、接種葉から抽出した塩基配列と比較することにより、どのドメインがトラフィッキングに関与しているかを解析する予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ウイロイド、RNA、トラフィッキング、変異体

【研究題目】 シナプス接続とシナプス小胞放出の可視化による機能的神経回路網形成の解明

【研究代表者】 戸井 基道 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 戸井 基道、山下 正博、吉田 由美子
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

動物個体の脳や末梢神経系を形成する神経回路網において、各神経細胞によるシナプス接続パターンとその役割を理解することは、脳内の神経情報処理メカニズムを理解するための大きな手掛りとなる。しかしながら、実際に生体内の個々のシナプスがどのように生体の情報処理に寄与しているのかを明確にした研究はほとんどない。そこで本研究では、モデル生物線虫を用いて、行動や学習に伴う神経活動を個々のシナプスレベルで解析する観察システムを構築することを目標とした。

研究計画：

生体内での個々のシナプスの接続パターンと、行動や学習に伴うそのシナプスの活動をモニターする。そのために様々な蛍光タンパク質を用いて、標的神経特異的なシナプス接続を可視化する手法を改良する。また神経活動に伴うシナプスの活性を可視化する手法を開発する。この2つの可視化手法を基に、行動や学習時に生体内での情報処理をリアルタイムでモニターする。また、特異的なシナプス接続が異常になった突然変異体を用い、シナプスの位置や数の変化が個体の情報処理にどのような影響を与えるのかを解析する。

年度進捗状況：

21年度はまず、NaCl などを受容する化学感覚神経と介在神経との間のシナプスに注目し、シナプス伝達変化を蛍光量変化で解析するための GFP 融合タンパク質を構築した。pH 感受性の蛍光タンパク質をタンデムに繋げて、シナプス小胞の内膜側に発現させる融合遺伝子を作製し、これを線虫に発現させた形質転換体を作製した。

この線虫を用いたライブイメージングにより、受容する外界塩濃度を変化させることで、単一シナプスレベルでのプレシナプスの活動を観察することに成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳神経、シナプス、可視化、モデル生物

【研究題目】 人とかがわる共生型ロボットのためのロボットの適応的要素行動

【研究代表者】 松本 吉央 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 松本 吉央、石黒 浩 (大阪大学)、小泉 智史 (国際電気通信基礎技術研究所)、中村 泰 (大阪大学)、住谷 昌彦 (東京大学) (常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

本研究の目的は、アンドロイドや人間型ロボットが人の話を聞く際の“うなずき”や“微笑み”などのしぐさを、ゆらぎの概念を取り入れながら周囲の人間と同期させ、ロボットやアンドロイドとのコミュニケーションにおいて人間が感じる満足度や安心感を向上させることである。21年度は、これまでの研究成果を踏まえながら、本学術領域「ロボット共生学」全体の目標である「ロボットによるよい聞き手の実現」へ向けて以下の研究を行った。

(1) 表情を表出可能なアンドロイド研究プラットフォームの開発

従来のアンドロイドと比較し、アクチュエータの自由度を12と大幅に抑えつつも「微笑み」や「快・不快」などのコミュニケーションに欠かせない表情生成の性能を向上し、家庭用電源の100V電源で駆動可能、コンプレッサーのサイズが1/4、バルブコントローラを本体内に内蔵、ロボットの設置面積も小さくなるなど、様々な環境に設置することを想定した設計とした。

(2) 人間が自然に感じるロボットの制御アルゴリズムの研究

人間同士が会話をしているのを横で聞いている時のアンドロイドの動作を、より自然に見せるための制御方法について研究を行った。まず同様の状況での人の場合の動きを撮影し、視線の方向と、視線が遷移する時系列パターンを取得した。この動作パターンを確率的な状態遷移としてモデル化し、ロボットに実装した。この動作を行うアンドロイドの評価実験を行った結果、従来の待機動作に比べて、よりアンドロイドが話を聞いている印象を人に与えられていることが示された。

(3) 病院での実証実験

大阪大学附属病院の倫理委員会の承認のもとで、麻酔科外来診察室にロボットを設置し、アンドロイドの動作が患者に与える心理的影響を調べる実証実験を開始した。また、次のステップとなる東大病院の麻酔科外来診察室における実証実験についても、実験内容の検討を開始した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ロボット、アンドロイド、人間共存、存在感

【研究題目】 顔認知他人種効果の生起因を探る—ストラテジー、処理効率、内部ノイズによる検討—

【研究代表者】 永井 聖剛 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 永井 聖剛 (常勤職員1名)

【研究内容】

これまで他人種効果を扱った研究では現象を記述的に報告したものが大半であり、その生起因をシステムティックに検討したものは見当たらない。本研究では顔認知における他人種効果について、顔情報処理のストリームにおける複数のステージを詳細に分析する。実験結果から、顔認知におけるストラテジー、処理効率性、内部ノイズに関して自人種顔弁別、他人種顔弁別間で比較し、他人種効果がどの処理ステージに起因するかを明らかにすることを目的とする。本年度は実験で使用する、顔刺激データベースを作成し、構築した実験システムを用いて顔認知他人種効果を検討するための実験を行った。当初計画していた、空間処理ストラテジー、処理効率性、内部ノイズを同時測定だが、これら3指標を同時に分析することは非常に難しいことがわかり、まずは空間処理ストラテジーに絞った実験を行った。実験では、1) CI法によって顔のどの空間位置情報を用いているかという処理ストラテジーをピクセル単位で明らかにし、両者に利用ピクセルに大きな違いがあることを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 顔情報処理、分類画像法、内部ノイズ、処理効率

【研究題目】 顔画像の階層的情報処理の脳内メカニズムの解明

【研究代表者】 菅生 康子 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 菅生 康子、松本有央 (常勤職員2名)

【研究内容】

マカクザル下側頭皮質では「顔」画像の呈示に対して応答を示す「顔」応答性ニューロンが発見されている。本研究では、下側頭皮質で行われる「顔」の情報処理機構の解明を目指す。そのため、神経回路網(ハードウェア)およびそこで行われる処理についての計算理論とアルゴリズムを明らかにする。我々は顔を視覚刺激とした実験で、サル側頭葉の単一ニューロンがまずおおまかな分類情報(ヒトかサルか)を処理し、それから詳細な分類情報(個体や表情)を処理していることを明らかにしてきた。大分類情報および詳細分類情報を時間をわけてコードするメカニズムには少なくとも2つの可能性がある。1つは、下側頭皮質以前の処理の段階から、すでに

大分類情報および詳細分類情報がそれぞれ並列に処理され、それらが時間差を持って伝えられた可能性（フィードフォワードモデル）、もう1つは、下側頭皮質内でのニューロン同士（あるいは入出力関係のある別の領野と）の相互作用の結果である可能性（Matsumoto et al. 2005）である。本研究では、この2つの可能性のうちどちらが下側頭皮質における情報処理であるかを明らかにする。具体的にはモデル神経回路網を用いて視覚刺激の呈示条件を変えたときのシミュレーションを行う。シミュレーションの結果、予測されるニューロン活動の挙動が観察されるかどうか、電気生理学的手法を用いて調べる。

本年度は、1頭のサルの下側頭皮質から「顔」に応答を示すニューロンの活動を記録した。刺激呈示条件を変えるため、顔認知を低下させる操作として顔を逆さにして呈示した。正立顔および倒立顔に対するニューロン活動を比較した。その結果、顔に応答を示すニューロンのうち約半数で逆さ顔に対する応答は小さくなることが分かった。この結果は、下側頭皮質のニューロンがコードする情報が逆さ顔では少なくなることを示唆している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脳・神経、神経科学、認知、顔

【研究題目】温室効果気体の発生・吸収源の高精度分離評価を目指した同位体連続観測手法の開発

【研究代表者】村山 昌平（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】近藤 裕昭、村山 昌平
松枝 秀和、澤 庸介、坪井 一寛
（気象研究所）
（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

本研究では、レーザー光源を用いた赤外吸収法による観測現場で無人連続測定が可能な高精度CO₂同位体連続観測手法の開発を目標とする。今年度は、装置の設計および使用する部品の選定作業を行った。高精度化のためには、CO₂の各同位体についてどの吸収線を用いて測定を行うかが極めて重要であり、光源に使用中赤外レーザーの波長はそれに基づいて決定される。光源には、極めて狭い波長域を持ち安定した出力が得られる分布帰還型（DFB）量子カスケードレーザーが、本研究目的に適しているが、メーカーに製造を依頼する際、当レーザーは波長の可変範囲が狭いので、波長仕様を詳細に決めておく必要がある。このため、HITRANデータベースを基に検討を進めるとともに、中赤外域（4.3μm域）のCO₂吸収線付近の波長域で波長可変であり、波長幅がDFBレーザーより広いチューナブル量子カスケードレーザーを用い、MCT(HgCdTe)赤外検出器と組み合わせて実験を行って、上記データベースから選定された吸収線の中から最適な吸収線を選ぶ作業を開始した。また、本装置で使用する

測定セル部の設計を進め、高精度・高感度分析のために、セル内面についてCO₂吸収線波長域（4.3μm域）における光吸収ができるだけ小さい材質を選定して、吸収光路長を長く取れるように構造の検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】安定同位体比、連続測定、レーザ分光、炭素循環

【研究題目】超伝導ナノ細線構造による超高速単一光子検出技術の研究

【研究代表者】福田 大治（計測標準研究部門）

【研究担当者】福田 大治、藤井 剛、沼田 孝之
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

平成21年度は、GHz以上の繰り返し周波数で動作可能な単一光子検出技術として、従来用いられているNbNよりも小さなカイネティックインダクタンスを持つNbを超伝導ナノ細線の光受光素子を推進させた。昨年度試作した線幅200nmを持つ光受光素子に可視域から通信波長帯の微弱光子を入射させてその応答特性を測定した。その結果、応答時定数2nsを持つ高速信号を観測することに成功した。しかしながら、量子効率は通信波長帯で10⁻⁵以下でありさらなる改善が必要であることが分かった。考察の結果、量子効率を向上させるためには、光子入射時に超伝導体で作成されるホットスポットに対して超伝導体の線幅を狭くかつ膜厚を薄くすることが有効であることを理論的に明らかにした。この結果を受けて、まず線幅に対しては、より微小な加工が可能な高電圧電子線描画装置を適用し、50nm以下の線幅にまで狭めた超伝導細線を再現性良く作成できるプロセスを開発した。また、通信波長帯を越える2μmの波長域まで光子検出のカットオフ波長を伸ばすためには膜厚を5nm以下にする必要があるが、この厚さでは通常のNb膜では超伝導性を失ってしまうことが予備実験の結果判明した。そこで、薄膜化しても超伝導性を失わないNb膜のデバイス構造を考案し、これを超伝導ナノ細線に適用させたデバイスの試作を行った。その結果、Nb厚さ3nmにおいても5K以上で良好な超伝導転移を示す超薄膜超伝導ナノ細線の開発に成功した。このデバイスは、2μm以上のカットオフ波長を持つと予想され、通信波長帯での光子検出が可能となることから産業上非常にその意義は大きいといえる。また、今回の結果で得られたNbを用いた超薄膜ナノ細線による超伝導特性の報告は例が無く、世界初の成果である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超伝導材料、超精密計測、量子効率、超高速、低温検出器

【研究題目】木質材料の高機能化を可能とする超音波振動付加薬剤含浸・圧密技術の開発

〔研究代表者〕 三木 恒久

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 三木 恒久 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、持続的利用が可能であり、大気中の二酸化炭素の固定も可能な木質バイオマスの「材料」としての利用拡大のために、木材・木質材料の高機能化を可能とする超音波付加含浸・圧密技術の開発を目指す。そして、既存の含浸技術と比較して薬剤含浸量の向上が可能である超音波振動数や振動振幅、雰囲気温度などを変化させた実験的検討を行う。また、超音波振動を付加した圧密化技術に関して、超音波の作用下における木材の変形挙動の変化ならびに木材の乾燥や熱処理によって導入された木材構成分子の不規則な絡み合い (不安定状態) の解消への効果について検討する。この技術開発によって、既存技術によって得られる様々な木質材料の高機能と高品質化が実現でき、工業材料としての木材・木質材料の可能性を拡大できると考えられる。

本年度は、含浸処理後の乾燥状態を想定して、乾燥状態にある木材の微細構造変化について、熱的変化の観点からの検討を行った。示差走査型熱流測定装置 (DSC) を用いて、所定の乾燥工程を経た木材に対し昇・降温速度をパラメータとした実験を行った。その結果、これまでに報告されていない発熱的エンタルピー変化が室温を含む特定の温度域に存在することを見出した。この発熱挙動は、昇温速度の増加によって、温度域が高温側へシフトすることから、緩和現象に由来するものと考えられた。また、同じ昇温速度では数回の昇降温サイクル試験でも再現性よく検知されたことに加えて、熱機械測定 (TMA) においても、上記温度域において貯蔵弾性率 (E') のわずかな低下と損失弾性率 (E'') の増加が認められたことから、可逆的な構造変化が生じていることを示すものである。以上のことから、乾燥状態においても木材の微細構造変化が生じていることを示す知見が得られた。

現在は、これまでに得られた知見を基にして、超音波付加条件および乾燥条件の影響についての検討を進めている。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 木質材料、微細構造変化、超音波振動、含浸処理、圧密加工

〔研究題目〕 位相制御レーザーによる固体表面粒子放出現象の量子制御

〔研究代表者〕 大村 英樹

(計測フロンティア研究部門)

〔研究内容〕

レーザー光を用いて物質の量子状態や量子ダイナミクスを直接操作し、物性や機能を制御しようとする量子制御 (またはコヒーレント制御) に関する研究が近年精力

的に行われている。申請者は波長の異なるフェムト秒光パルスを重ね合わせ、その相対位相を精密に制御した位相制御光による異方的トンネルイオン化とそれに基づいた分子配向制御を世界に先駆けて実現し、位相制御光と気体分子との相互作用は位相に強く依存する多彩な量子現象を示すことを明らかにした。位相制御光は従来の光とは本質的に異なった性質を持っているため、光の位相に関わる新しい量子現象の観測、さらに位相制御光を用いた物質制御の新しい方法論を提示できる可能性がある。

本研究課題の目的は、位相制御光と物質との相互作用による量子現象の探索をこれまでの気体分子から固体表面に展開することである。具体的には以下のとおりである。(1) 位相制御光と固体表面および固体表面に担持された分子との相互作用によって引き起こされる量子効果を系統的に探索・分類し、総合的な理解をする。特に、十分に解明されていないフェムト秒パルスによるレーザーアブレーションのメカニズム解明を目指す。(2) 位相制御光を用いた新しい方法論に基づく極限計測手法として、位相制御レーザー支援電界イオン顕微鏡のプロトタイプの試作を行う。

平成21年度は、平成20年度の作製した光パルス照射下における固体表面からの放出イオンの運動量および放出角度分布の測定を行うことのできる固体表面反応制御用真空チェンバーの作製を用いて、レーザー光照射による固体表面からの放出イオンの測定を行った。また平成21年度に作製した位相制御光が導入できる電界イオン顕微鏡を用いて、タングステン短針からのレーザー光照射による電界蒸発現象の観測に成功した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 量子制御、コヒーレント制御、位相制御レーザーパルス、光トンネルイオン化、分子配向制御

〔研究題目〕 マイクロチャンネルを用いた高温高圧水溶液の全自動 pH 測定システムの開発

〔研究代表者〕 陶 究 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 陶 究 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

高温高圧水とマイクロ空間の利用は、環境調和型の高結晶性金属酸化物のナノ粒子の製造を可能とする。産業化において、所望の粒径や結晶構造等を有するナノ粒子を設計するためには、金属酸化物の溶解度を支配する pH が重要な物性である。しかし、高温高圧という苛酷環境における水溶液の pH 測定装置の開発は、温度圧力の厳密制御、耐食、耐温、耐圧、絶縁等の面で課題を多く残している。本研究では、マイクロチャンネルを有する新規な構造の pH 測定用電気化学セルを開発するとともに、pH を全自動で測定するための汎用的かつ先駆的な測定システムの開発を最大の目的としている。

本年度は、昨年度開発した高耐食性高温高圧用電気化

学セルを用いて測定を開始した。なお、溶液供給ポンプの接液部の腐食が問題となったため、当該部の改良 (Ti化) を実施した。また、測定の自動化のため、圧力調整弁およびポンプを外部制御対応に改良し、実際に制御方法についても検討を開始した。並行して、セル本体について、温度、圧力、セル内滞在時間のさらなる厳密制御を目指し、電気化学セル自体の小型化およびマイクロチャンネルの利用について検討し、次年度(最終年度)に向けた改良型測定セル作製の指針を整理した。さらに、各種カルボン酸水溶液の pH 測定を実施し、各温度圧力で解離定数を決定した。解離定数の温度圧力依存性について解析した結果、カルボキシラートイオンなどのイオンの溶媒和自由エネルギーの変化を Born の理論に基づき評価することで、その傾向を表現できることを見出した。これは、高温高圧下での解離定数の推算モデルの提案につながる重要な知見と考えている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 pH、高温高圧水、マイクロ空間、有機酸、解離

【研究題目】 マイクロ流体中での高次構造変化と触媒なき反応速度調整効果

【研究代表者】 山下 健一

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 山下 健一、天本 真理子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本年度は、前年度に整備した温調フローセルに若干の再調整を行い、層流が分子の挙動に及ぼす影響の知見(前年度成果)を基に、この知見を効果的に応用可能な反応系の構築を行った。言い換えれば、これまでの研究が、偶然見出した特異な反応の解析であったのに対し、本年度は、これまでの物理化学的知見から、特異な反応をデザインしていくことを目指すものである。層流によってもたらされる効果の定量評価法が確立されている2本鎖 DNA に注目し、2本鎖 DNA にミスマッチ塩基対があるとき、層流が、ミスマッチがない場合と比較して、2本鎖の熱的安定性の差を拡大させ、結果、層流による精密な配列選択的2本鎖検出に資することを見出した。また、その物理化学的性質の詳細な検討を行った。これは、二重鎖としての性質が、ミスマッチの前後で分断されるという性質と、これまでの層流の物理化学的知見から予測して検討を行ったものであり、初めて、層流中での特異反応をボトムアップ的に創り出すことに成功した。一方、酵素反応についても、このような「昨年とは逆の視点」から検討を行った。当然であるが、得られた酵素反応の反応性の変化の要因に関する知見は昨年の報告と同じで、層流は酵素が基質と会合体を形成する効率を変化させ、それに伴って全体の見かけの酵素反応効率を変化させているのであって、酵素の回転数や反応初速度と

いった、酵素そのものの化学反応性を変化させるのではない。しかしながら、酵素反応に対する知見の蓄積によって、影響を受けやすい/受けにくい反応系の予測などを、ある程度は見通すことができるようになった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロリアクター、層流、反応速度論

【研究題目】 ロジウム抽出剤開発のための金属抽出挙動及び溶液錯体構造解析

【研究代表者】 成田 弘一 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 成田 弘一、田中 幹也、森作 員子、高田 佳恵子 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

目標:

ロジウムは産地が偏在しておりその価格も非常に高価である。よって、ロジウム含有製品(自動車排ガス浄化触媒等)からのリサイクルは必須である。現在、白金族金属の分離精製は、塩酸溶液から溶媒抽出により分離する方法が主流であるが、他の白金族金属とは異なりロジウムに対し高分離性能を示す抽出剤は未だ皆無である。そこで本研究では、実用的なロジウム抽出剤の開発を目指す。

研究計画:

HSAB 則、サイズ効果などを考慮に入れた *N,N*-二置換アミド化合物の設計・合成、新規抽出剤による塩酸溶液からのロジウムの抽出分配測定、X線吸収微細構造法などによる構造解析及び界面反応解析を進めながら最適な基本構造を探索し、さらに実用化へ向けた改良を行う。

年度進捗状況:

前年度の研究で、3級アミンに *N,N*-二置換アミド基を2個導入した、*N-n*-ヘキシル-ビス(*N*-メチル-*N-n*-オクチル-エチルアミド)アミン (HBMOEAA)が、比較的高濃度の塩酸溶液においてロジウムに対し高抽出特性を示すことを見出した。本年度は、新たに3級アミンに *N,N*-二置換アミド基を1個導入した、*N*-ジ-*n*-ヘキシル-(*N*-メチル-*N-n*-オクチル-エチルアミド)アミン (DHMOEAA)及び *N,N*-二置換アミド基を3個有する、トリス(*N*-メチル-*N-n*-オクチル-エチルアミド)アミン (TMOEAA)を合成し、これらの化合物を用いて塩酸溶液からの白金族金属(パラジウム、白金、ロジウム)の抽出挙動を調べた。

従来型白金族金属抽出剤である、トリ-*n*-オクチルアミン (TOA)と比較すると、いずれも高いロジウム抽出率を示した。特に、TMOEAAでは抽出剤濃度0.5M—塩酸濃度2Mの条件下で、90%以上のロジウム抽出率が得られた。ロジウム抽出率の大きさは、TMOEAA > HBMOEAA > DHMOEAAとなりアミド基の個数に比例した。また、いずれの抽出剤も広範囲の塩酸濃度においてパラジウム、白金を良く抽出するが、塩酸濃度10M

付近ではロジウムのみ抽出しないために、10M塩酸溶液による逆抽出操作により、ロジウムを選択的に回収することができる。抽出機構はいずれもイオン対型であり、1:2 ロジウム—抽出剤錯体を形成することが示唆された。また、高酸濃度溶液との接触に対し、いずれの抽出剤も安定であった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ロジウム、溶媒抽出、抽出剤、白金族金属

【研究題目】 tRNA アンチコドンの転写後修飾における酵素反応機構の分子基盤解明

【研究代表者】 沼田 倫征 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 沼田 倫征 (常勤職員1名)

【研究内容】

tRNA アンチコドン1文字目のヌクレオシド修飾は、コドンの揺らぎと密接に関連しており、正しいタンパク質を生合成する上で極めて重要である。グルタミン酸、リジン、グルタミン、ロイシン、アルギニンに対応するtRNAのアンチコドン1文字目のウリジンは、全ての生物において修飾を受ける。真正細菌ではウラシル塩基5位のカルボキシメチルアミノメチル化もしくはメチルアミノメチル化修飾が確認されている。ウラシル塩基5位の修飾には複数の酵素が関与し、まず、MnmE と GidA が共同的に働くことによって、5位にカルボキシメチルアミノメチル基を付加する。次に、MnmC が、カルボキシメチルアミノメチル基をメチルアミノメチル基に変換することが知られている。本研究では、結晶構造解析と変異体機能解析から、ウラシル塩基5位の修飾メカニズムを解明することを目的としている。平成21年度は、MnmE の結晶構造を決定し、その立体構造に基づいた変異体解析から、活性部位近傍に位置するリジン残基がカルボキシメチルアミノメチル化修飾反応に不可欠であることを見出した。修飾反応過程において、MnmE は GidA と複合体を形成することが知られており、詳細な修飾反応メカニズムを解明するためには、MnmE-GidA 複合体の結晶構造解析が不可欠である。そこで、MnmE と GidA との複合体の結晶化条件の初期スクリーニングを行ったところ、MnmE-GidA 複合体の予備的な結晶を得ることに成功した。現在、解析中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、酵素、核酸、RNA、結晶構造解析

【研究題目】 In-SILICO 創薬のための機械学習を用いた生理活性配座予測

【研究代表者】 津田 宏治

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 津田 宏治 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の目標は、タンパク質に結合するリガンドの配座が複数ある場合に機械学習技術を用いて効率よく最適な配座を推定することにある。研究計画では、最初の2年はアルゴリズムの設計に費やし、最後の2年で実際のシステムを構築する予定である。

タンパク質に結合するリガンドの配座予測システムを構築する際に問題となるのは、一つのリガンドが取り得る配座の数が、百万を超えるほど多数になるという点である。最適配座の予測を、ガウシアンプロセスなどを用いて行う際には、まず類似した配座をつないだ類似度ネットワークを作成する必要がある。これを、通常の距離計算によって行おうとすると、配座数の2乗の時間がかかってしまい、のべ数週間以上の計算時間を必要とする。21年度は、このような大規模データの処理を高速に行うため、SketchSort というアルゴリズムの設計を行った。本アルゴリズムでは、リガンド結合部位を表す特徴ベクトルを、まず Locality Sensitive Hashing を用いて、ビットベクトルに射影し、その後、ブロック単位でソートを行うことによって類似したペアを探し出す。本手法の有用性を示すため、まず、タンパク質側のリガンド結合部位の解析を行った。PDB データベースから数百万の結合部位を取りだし、その類似度ネットワークを構築し、解析を行った。従来は、計算上の制約から、数万個のレベルまでしか解析が行われていなかったが、新アルゴリズムによって、数百倍の規模にまで拡大できた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 配座予測、計算創薬、タンパク質

【研究題目】 ゲルを用いた金属・半導体型カーボンナノチューブの分離原理の完全解明

【研究代表者】 田中 丈士

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 田中 丈士、浅野 敏

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

平成21年度はまず、実験に用いる試料として、高純度の金属型・半導体型カーボンナノチューブ (CNT) の調整法の確立を行った。新たに開発したカラムを用いた分離法を用いて、異なる条件での分離を組み合わせることで、金属型・半導体型ともに純度が99%程度の CNT を得る系を確立した。一方で、水晶振動子マイクロバランス (QCM) を用いた、金属型・半導体型 CNT とアガロース・界面活性剤 (SDS) の相互作用解析を行うための、センサーチップ上に CNT を固定化する方法を検討した。CNT 分散液を直接基板に滴下・乾燥した場合では、CNT が凝集して均一にならないため、測定値が大きくばらつく結果となった。そこで、CNT を固定化する前に、センサーチップ上の表面処理を行った後、CNT を堆積させると非常に均一性の高い膜が形成され、

測定精度が大幅に改善することを見いだした。また、CNT 自体のゼータ電位測定を行うための条件検討を行った。上記の方法で調整した高純度分離 CNT を様々な分散剤で分散したものを調製し、それぞれについてゼータ電位測定を行った。本測定においても結果のばらつきが認められた。分散剤の交換が不十分であると、分離試料調製時の分散剤の残留分がゼータ電位測定に影響を与えることや、再現性のある測定のためには、測定前に超音波処理を施し、十分分散した状態にする必要があることなどが明らかとなった。これまでに得られた再現性の高い測定条件を用いて、次年度以降、詳細な測定と解析を行っていく予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、金属、半導体、分離、ゲル

【研究題目】 金微粒子触媒における微細構造と触媒機能に関する研究

【研究代表者】 秋田 知樹

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 秋田 知樹 (常勤職員1名)

【研究内容】

金微粒子触媒について透過型電子顕微鏡 (TEM) 内でガスを導入し、触媒活性の評価と微細構造のその場観察ができることを目的に新たな試料ホルダーの設計、試作を行った。既存の透過型電子顕微鏡に対応できるような仕様とし、触媒粉末試料の取り付け方法を検討し、精密なガス導入量の制御が可能なバリアブルリークバルブを用いたガスの導入機構などを試作した。原子レベルでの表面、界面構造の TEM、高角度散乱環状暗視野走査透過型電子顕微鏡 (HAADF-STEM) 観察を目的に、低比表面積粉末でのモデル触媒を作製した。酸化コバルトや酸化ニッケルなどの様々な金属酸化物担体に析出沈殿法で金微粒子を担持した。金-酸化ジルコニウムモデル触媒ではナノサイズの金微粒子を担持することができ、高分解能透過型電子顕微鏡像、HAADF-STEM 像を得ることができた。金微粒子と酸化ジルコニウム担体結晶の界面では特に、優先方位関係は見られなかった。HAADF-STEM の観察から、金と酸化ジルコニウムの界面ではアモルファス層などの変質層が見られず直接界面を形成していることがわかった。金-酸化コバルト試料、金-酸化ニッケル試料では金微粒子が扁平な形状になることが見出され、金微粒子と担体との比較的強い相互作用が示唆された。酸化コバルト担体では5nm 以上の金粒子でも平坦な界面を形成している様子が観察され、特に特定指数の表面に強く担持される傾向が示唆されており、今後、面方位との関係を高分解能 TEM により詳細に検討していく。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 電子顕微鏡、触媒、金微粒子

【研究題目】 光コムを用いた広帯域光学特性計測技術の開発

【研究代表者】 粥川 洋平 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 粥川 洋平 (常勤職員1名)

【研究内容】

液体の濃度指標や、光学材料の特性評価などにおいて、屈折率の正確な計測は極めて重要であり、多波長での測定ニーズも増えている。本研究では、近年光周波数のものさしとして注目されている光周波数コムを用い、広帯域における屈折率を高精度に測定する手法を開発することを目指している。具体的には、光周波数の広がり数百 THz にわたる超広帯域の光源を用意し、この光を、測定対象である媒質中で多重反射させ、透過スペクトルを解析することにより、広帯域にわたる屈折率を一度に求める。

本年度は、研究期間の初年度であり、測定システムの主要な構成要素である、広帯域光源および分光計測のためのモノクロメータの導入を実施した。広帯域光源としては、EOM と共振器により狭線幅レーザのサイドバンドを無数に増やす方法と、超短パルスレーザのスペクトルを非線形光学結晶により広げる方法があるが、本研究では、よりスペクトル範囲が大きい後者を採用した。さらに、パルスレーザ光源としては Ti:S によって代表される固体パルスレーザと、モードロックファイバーレーザが考えられるが、システムの安定性とコストパフォーマンスから後者を選択した。導入した光周波数コム発生システムは、ファイバーモードロックレーザの光を Er ドープ・光ファイバーアンプにより増幅したのち非線形光学結晶によりスペクトルを広げるもので、波長範囲450~2100nm、出力2W と、本研究で用いる光源としては最適な能力を持つ。また分光光学系に関しては、入手可能な機種の中で波長分解能が最も高い0.008nm を実現する、大型モノクロメータを導入した。さらに、予備的な実験を行うための検証用のファブリペロー・エタロンを製作した。今後、受光系などを製作し、測定精度の評価などを実施していく。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 屈折率、光周波数コム、ファブリペロー干渉計、光学特性評価

【研究題目】 分散環境における結合演算に着目した RDF 問合せ処理手法の研究

【研究代表者】 的野 晃整 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 的野 晃整 (常勤職員1名)

【研究内容】

Resource Description Framework (RDF) は、様々なリソースをメタデータとして容易に記述するための枠組みとして定められたものである。RDF で記述されたデータは、様々な分野で利用され大規模化しているため、

問合せ処理の効率化が求められている。RDF データはトリプルと呼ばれる単位の集合で表現される。そのため一般的なデータベースでは全てのトリプルを一つの巨大な関係表に格納し、それに対する関係演算の組み合わせによって、RDF データの問合せを実現する。そのような大規模な関係表にもかかわらず、解が非常に小さい問合せのような場合であっても、従来手法では不要な候補にもアクセスしており、その I/O コストがボトルネックとなっていた。

3年計画の最終年度である今年度の課題は、このような選択率の低い演算のうち、特に結合演算の効率を向上させることを目的とした。提案手法の基本アイデアは、解に含まれない不要なデータを読み飛ばしながら結合演算することで効率化を図ることである。提案手法は木構造索引の代表である B+木を利用するマージ結合の一種で、まず B+木を各ノードで子孫に該当データが存在するかどうかを判定できるように拡張した。この特徴を利用して、二つの拡張 B+木において木の節同士で、共通集合、すなわち解が存在するかどうかを判定しながら読み飛ばしをするマージ結合演算を提案した。提案手法の性能を評価するためにプロトタイプシステムを構築し、実験を行なった結果、提案手法を使うことで、従来手法に比べ、ほとんどの場合で少なくとも5%程性能が改善したことを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】分散データベース、RDF、問合せ処理、索引、結合演算

【研究題目】ヒューマンエラーと向き合う次世代ロボットののためのリアルタイムの人間信頼性評価機能

【研究代表者】尾暮 拓也（知能システム研究部門）

【研究担当者】尾暮 拓也、横塚 将志
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は、ロボットと人間と一緒に作業する場合に人間が誤りを犯す可能性があるかどうかをロボットに認識させるための基礎技術を研究するものである。将来、ロボットと人間と一緒に作業する場合にはその安全確保が最重要課題となる。一般に機械側の限界を超えるような人間の誤った判断や行動はヒューマンエラーと呼ばれる。

危険をもたらすようなヒューマンエラーについて、その様態は状況に応じて様々であるが、しかしヒューマンエラーが発生しやすい条件は一般的に議論することができ、客観的な検出が可能である。このような、人間の信頼性を決定する要因をパフォーマンスシェーピングファクター（PSF）と呼ぶ。これは例えば、人間の性向や熟練度、疲労などである。FSF をロボットのセンサ系によって評価することによって、ロボットの動作速度を調節するなど効率と安全性のバランスを決定するような調

節をリアルタイムで実施できるようになる。

本研究ではパワーアシスト型の次世代ロボットを想定して機器の操縦履歴をサンプリングし、これの統計的な分散を分析した。この結果、個々人の操作の熟練度を客観的に観測できることがこれまでに確かめられた。また操縦履歴には熟練度の情報以外に操縦者固有のパタンも隠されており、これを個人の既知の PSF と紐付けして利用する安全技術も実現可能であることが分かった。実験の結果、機器の操縦履歴からパタンを抽出することにより、高い識別率で操縦者を弁別できることが確かめられた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、安全、ヒューマンエラー、センシング

【研究題目】生物発光を活用した細胞や組織の可視化技術に関する基盤研究

【研究代表者】呉 純

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】呉 純（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

本研究において、ウミホタルルシフェラーゼ発光スペクトルの制御やルシフェラーゼの化学修飾法を確立することにより、ウミホタル発光系を活用した *in vitro* ならびに *in vivo* での非破壊的な光分析方法を確立する。

研究計画：

本年度は、ウミホタルルシフェラーゼと生理活性物質を連結させ、生理活性物質の定量法や小動物個体内でのがんの可視化条件の最適化を行う。

年度進捗状況：

これまで、ウミホタルルシフェラーゼの特徴に活用したイムノアッセイ技術と個体のイメージング技術開発を進めてきた。1. ウミホタルルシフェラーゼのリジン残基にプロスタグラジン E2 (PGE2) を導入し、低分子生理活性物質 PGE2を検出する競合法を開発した。その結果、ウミホタルルシフェラーゼを用いたことにより、イムノアッセイの高感度化と短時間化の可能性が示された。2. ウミホタルルシフェラーゼは青い光を放出する。そのため、生体内のヘモグロビンの吸収による青い発光量の低減が予想されるため、ルシフェラーゼの糖鎖に近赤外線蛍光色素を導入し、人工的な生物発光共鳴エネルギー移動 (BRET) プローブを作成した。その結果、ルシフェラーゼの本来の青い発光ピークのほかに、新たな近赤外線の発光ピークが観測された。次に、この改変ルシフェラーゼと抗 Dlk-1モノクローナル抗体の複合体を調製した。腫瘍マウスにこの複合体を注入し、モノクローナル抗体が、がん細胞の表面に発現する Dlk タンパク質に集積していくことを生物発光イメージングで可視化することに成功した。以上、本年度の研究で確立した

技術は、臨床検査キット開発やモノクローナル抗体の評価における新しい強力なツールとしての展開が期待されている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生物発光、イメージング、ルシフェラーゼ

〔研究題目〕 日常刺激の視覚探索における記憶の働きに関する研究

〔研究代表者〕 武田 裕司（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 武田 裕司（常勤職員1名）

〔研究内容〕

日常生活場面をコンピュータグラフィックス上で作成した実験刺激や風景写真（以下、自然画像と呼ぶ）の記憶成績と注意制御との関係を明らかにする目的で本研究を行った。まず、記銘プロセスにおいて注意を向けるべきオブジェクトと無視すべきオブジェクトを操作的に分離し、想起時の文脈一致性の効果を検討した。その結果、記銘時に注意を向けたオブジェクトの配置が想起時に一致していない場合、オブジェクトトークンの再認成績が著しく低下することが明らかになった。一方、記銘時に注意を向けていないオブジェクトの一致性は再認成績にほとんど影響しなかった。これらの結果は、オブジェクトトークンの判断に寄与する自然画像の文脈が、注意を向けられたオブジェクト群から構築されていることを示唆している。次に、シーンそのものの記憶成績に注意が与える影響についても検討した。高速継時視覚提示された自然画像の再認成績を計測した結果、注意に関わる効果は認められなかった。このことは、シーンそのものの再認に寄与する自然画像の文脈の構築には視覚的注意が関与していない可能性を示唆している。以上の研究から、課題や状況（想起時のマッチングに必要とされる表象など）に依存して、レベルの異なる自然画像の文脈が構築されていると考えられる。本年度までに行った研究成果と合わせて考察すると、視覚探索課題における文脈手掛かり効果のように、シーン全体の文脈に依存した効果は記銘時に注意を必要とせず、系列的視覚探索中に生じるオブジェクトの繰り返し効果のような現象には、記銘時の注意が必要であると推測される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 注意、日常シーン、視覚探索、記憶

〔研究題目〕 陸上・海底堆積物における細胞外 DNA の分布とその重要性の解明

〔研究代表者〕 竹内 美緒（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 竹内 美緒（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、地下圏における細胞外 DNA の分布を解明するとともに、DNA を用いた微生物相解析における細胞外 DNA の重要性を明らかにすることを目的とした。

関東平野の沖積層において、細胞内 DNA と比べて高濃度の細胞外 DNA が存在することが明らかになった。しかし、微生物相解析において細胞外 DNA は大きな影響を与えないことが示唆された。これは多くの細胞外 DNA が断片化等の損傷を受けているためと考えられた。そこで、地下圏で生きている微生物の情報を得るために、RNA を用いた解析手法を確立し、DNA 解析の結果と比較した。その結果、通常海底堆積物に多く存在している古細菌グループが、陸域地下圏においてもアクティブであることが明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー、地質

〔キーワード〕 細胞外 DNA、地下微生物、RNA、微生物相

〔研究題目〕 複合的シミュレーション手法を用いた酵素機能の理論予測

〔研究代表者〕 石田 豊和（計算科学研究部門）

〔研究担当者〕 石田 豊和（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、大規模/高精度な量子化学計算と分子動力学計算を組合せた複合シミュレーション技術を基盤として、タンパク質の構造-機能相関を明らかにすることにある。特にタンパク質の基質認識と触媒反応に注目し、それぞれ *ab initio* QM/MM 計算を中心技術とした分子モデリングを駆使することで、原子レベルからの機能解析をめざした。

酵素反応に関して、単純な異性化反応を触媒する酵素 *Chorismate Mutase* を典型的なモデル系として選択し、自由エネルギー計算、QM/MM計算、FMO計算を組合せた系統的なモデル化手段を用いて、変異型酵素の活性低下について詳細な解析を行った。特にアミノ酸変異の効果を、1) 電子状態変化の観点と2) タンパク質ダイナミクスの観点から考察した。前者について、化学反応そのものは活性中心近傍のみで制御され、変異の導入に伴う電子状態変化に対しタンパク質環境はロバストであることが明らかとなった。後者に関しては、変異の導入に伴うタンパク質ダイナミクスの影響は活性中心遠方まで及び、変異の影響はタンパク質ダイナミクスを介して適時調節されることが明らかとなった。

〔分野名〕 バイオサイエンス

〔キーワード〕 電子状態計算、分子動力学計算、QM/MM法、自由エネルギー計算、酵素反応、*Chorismate Mutase*、FMO法

〔研究題目〕 ナノ・マイクロ領域における動的応力診断ツールを目指した応力発光微粒子の研究

〔研究代表者〕 寺崎 正（生産計測技術研究センター）

〔研究担当者〕 寺崎 正、山田浩志、徐 超男

(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究では、応力発光ナノ粒子の1粒を、ナノ領域・マイクロ領域に潜む応力分布を見抜く為のプローブとすることを、目的としている。これまで、平成19年度には、単一粒子からの応力発光を評価する為のシステムとして、微弱光検出器を装備した AFM システムの開発を行い、完成させた。更に、平成20年度には、本開発のシステムを用いることで、まずは、最も発光輝度の高い応力発光ナノ粒子 (SrAl₂O₄:Eu : SAOE) からの応力発光検出に成功し、更にその発光強度が印加応力に依存することを、世界で初めて明らかにした。

それを受けて、21年度は、単一粒子の応力発光に関するデータベースに向けて、1上記以外の粒子、更に2凝集系におけるナノ粒子の応力発光特性について、検討した。

1. 緑色応力発光マイクロ粒子 Ca₂MgSi₂O₇Si₂O₇:Eu, Dy (CMSED) からの発光

SAOE とは異なる緑色応力発光マイクロ粒子を用いて、単一粒子の発光特性評価を行った所、発光輝度の高い SAOE 程鮮明ではないものの、印加信号に対応した発光信号を得ることに成功した。このことは、SAOE に限らず、本開発の評価システムが、単一粒子の応力発光特性評価と DB 作製に有用であることを示唆している。

2. 凝集系における単一粒子からの発光

凝集系での応力発光特性として、ナノ粒子が3~4粒子凝集した状況を AFM 像から選別し、その中の1つの粒子に関して、応力発光特性評価を行ったところ、分散系と同様の応力発光を得た。更に、分散系と同様に、印加応力に応じて発光強度も増加する事を見出した。この事は、発光輝度を克服するために、凝集した状況で使用することが可能と示唆している。更に、高分子中の SAOE マイクロ粒子に関しては、非破壊・非侵襲の超音波刺激で発光することを確認17している。このことは、将来、超音波が診断の際、有用な刺激となり得ることを示唆している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】応力発光体、ユビキタス光源、走査プローブ顕微鏡、ナノ材料

【研究題目】隠れ部分群問題に対する効率的量子アルゴリズムの構築可能性の分析

【研究代表者】縫田 光司

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】縫田 光司 (常勤職員1名)

【研究内容】

RSA 暗号など現在標準的に用いられている暗号方式の多くが、将来的に量子コンピュータが実用化された際に破られてしまうという1990年代半ばの研究結果を受け、仮に量子コンピュータが実用化されても安全性が損なわれない暗号方式の実現が近年の情報セキュリティ分野に

おける主要な研究課題の一つとなっている。その目標へ貢献する研究分野の一つが、量子コンピュータが実用化された際に発揮し得る計算性能を明らかにするための量子アルゴリズム分野である。一方、量子コンピュータは既存の暗号方式への潜在的脅威となるだけでなく、より安全な暗号方式を構築するための道具にもなり得るといふ別の研究成果も知られている。量子コンピュータのとり得る計算性能を明らかにすることで、暗号方式への攻撃の予防と新たな暗号方式の開発という両面から未来の情報化社会の安全性確保に貢献することができる。この量子アルゴリズム分野における現在の主要な未解決問題の一つが、本研究の対象である「隠れ部分群問題」である。本研究では、この隠れ部分群問題が量子コンピュータにとってどの程度計算困難な問題であるか、数的手法によって明らかにすることを目的とする。

平成21年度は、本問題に関する既存の研究成果や研究動向の調査に加え、本問題の理論的解析に有効な量子情報理論の基盤整備と、本問題の適切な定式化に関する考察を主に行った。特に、本問題に関する従来の標準的な定式化について、実用上重要な具体的問題へ応用する際に注意すべき点を考察した。この点については平成22年度以降、更に詳しく研究を進める予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子情報セキュリティ、量子アルゴリズム、量子情報理論

【研究題目】仮想計算機の遠隔ライブマイグレーションに関する研究

【研究代表者】広瀬 崇宏 (情報技術研究部門)

【研究担当者】広瀬 崇宏 (契約職員1名)

【研究内容】

本研究では、仮想計算機 (VM) の動的再配置を、遠隔拠点に対して透過的かつ効率的に実現することを目指している。VM の再配置によって、データセンタの負荷を拠点横断的に分散させることで、データセンタのサービス継続性を高め稼働効率を向上できる。

しかし、既存の VM 技術は、LAN 環境を前提とした設計となっており、WAN 環境に対してそのまま適用することは難しい。VM を再配置する際には大量のデータ転送をともなうため、LAN 環境に比べて遅延が大きく帯域が狭い WAN 環境においては、効率的なデータ転送を行えないのが理由である。

そこで本研究では、VM を再配置する際のデータ転送手法を改良して、WAN 環境でも効率的な VM 再配置を可能とする機構を開発している。本年度は第一に、昨年度に引き続いて、VM を構成するデータにおいて最も大きな要素である仮想ディスクを効率的に移動するために、仮想ディスクの透過的な遅延再配置機構の開発を進めた。VM の再配置時に一度に仮想ディスクを遠隔拠点にコピーしてしまうと、データがすべて転送完了するまで待た

ねばならず、VMの実行場所をすぐに切り替えられない。そこで、重要なディスク領域のみ先に移動先にコピーし、その他の領域はあとからコピーすることで、VMの再配置時間の短縮をはかった。本年度はオープンソースで実装を公開するとともに実環境での有用性を検証した。第二に、VMを構成するデータとして次に大きい要素である仮想メモリに対しても再配置機構を開発した。必要なメモリ領域のみ移動先にコピーして、VMの実行ホストを切り替え、その後残りのメモリ領域をコピーする。実行ホストを切り替えるために必要なデータ転送量を1MB以下に抑えることで、従来10秒以上かかっていた実行ホストの切り替えを1秒以内で実現可能とした。国内外の学会等で研究発表を行い、インターネットカンファレンス2009では論文賞とデモンストレーション賞を受賞した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】仮想計算機、ストレージ、マイグレーション、広域分散環境、データセンタ

【研究題目】ソーシャルネットワークとソーシャルタギングを統合した情報推薦

【研究代表者】濱崎 雅弘（情報技術研究部門）

【研究担当者】濱崎 雅弘（常勤職員1名）

【研究内容】

消費者生成メディア（Consumer Generated Media：CGM）の発展にともない、構造化されていない、または多様で構造化が容易でない情報が大量にあふれ、その中から利用者にとって価値のある情報を発見することは困難になっている。本研究では、情報流通基盤の要素技術となる情報推薦に関して、ソーシャルネットワークとソーシャルタギングに着目して研究を行う。具体的には、情報推薦において利用者にとって価値のある情報を発見し届けるには、情報の価値を計量する方法が必要であると考え、利用者の社会的関係および情報の位置づけを捉えて、それに応じた価値を計量する技術を実現する。そのために、ソーシャルネットワークやソーシャルタギングを有する既存のウェブサイトのデータ解析を行い、ソーシャルネットワークとタグ間の関係性のようなこれまで分析が不十分であった部分の知見を蓄積するとともに、ソーシャルネットワークとソーシャルタギングに基づく情報構造化技術の研究開発を行う。

本プロジェクトは平成20年度より開始されたものであり、ソーシャルネットワークとソーシャルタギングという二種類の異なるメタデータを用いたCGMコンテンツの価値づけに関する分析とその構造化アルゴリズムの構築を目標とした。平成21年度は初年度より行ってきた、動画共有サイトにおける作者のソーシャルネットワークと動画へのソーシャルタギングとを用いた分析を進めた。分析対象となったCGMサイトではコンテンツの部品化とそれを用いたクリエイターの分業が生じており、創作

上の役割（例えば作曲や作画など）がイノベーターやフォロワーといった影響が伝播する上での役割と関係があることがわかった。これらの成果をまとめて国際ワークショップおよび国内論文誌にて発表を行った。この分析結果に関する考察は国内文芸誌に掲載されるなど工学分野以外からも注目を集めた。さらに、他のテーマにも適用可能なように、分析アルゴリズムを一般化した。CGMはコンテンツ発信源のみならずメタデータ発信源として今後ますます重要になると考えられる。ユーザが明示的・暗黙的に入力した疎かつ雑多なコンテンツおよびメタデータを元に情報構造化を行う本研究は、CGM時代における情報流通基盤システム構築に資するものと考えられる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報推薦、ソーシャルネットワーク、ソーシャルタギング、CGM、メタデータ

【研究題目】組立作業教示のための作業特徴量の抽出と制御方策切り替え条件のモデル化

【研究代表者】山野辺 夏樹（知能システム研究部門）

【研究担当者】山野辺 夏樹（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、人の持つ高度な組立技能をロボットに実現することを目標としている。複雑な組立作業を実現するためには、作業状態を適切に認識し、それに応じて制御方策（手先のコンプライアンス）を上手く切り替えていく必要がある。そこで本研究では、「作業状態を適切に表現するための作業特徴量の選定」ならびに「制御方策の切り替え条件のモデル化」の方法論の構築を行う。

本年度は、昨年度提案した、組立作業を実現するための基本的な作業戦略とそれに対応した対象物の基本構造を基に、作業状態を適切に表現・判断するための特徴量空間の検討を行った。対象物の構造は、対象物間の拘束やコンプライアンス（対象物間の柔らかさ）の配置で表現することとし、各構造に対して拘束を実現/解除する動作、抵抗にならう/抗する動作を基本として組立作業は実現されることとした。まずは対象作業について、そこで扱う対象物間の構造を表現し、その構造に基づいて大まかな作業戦略を構築する。対象作業を行った人の実演データ（手先位置・姿勢や反力）を解析し、その解析データと対象作業に対する作業戦略、作業中の対象物の構造状態の変化とを対応付けることで、特徴量空間の選定手法を検討した。また、ある特徴量空間において表現した実演データを作業戦略と対応付けて分割することで、制御方策の大まかな切り替え条件についても検討した。来年度は、特徴量空間ならび切り替え条件についてそれらの検証・改良を行い、全体の方法論の構築を目指す。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】知能ロボティクス、技能解析、マニピュレーション

〔研究題目〕 被介護者・介護者の会話の観察に基づき適切な作業支援を行う介護支援ロボットの開発

〔研究代表者〕 松坂 要佐（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 松坂 要佐（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、介護場面において介護者を補助するロボットの知的能力を向上させ、より効率の良い作業支援を実現しようというものである。介護の場面においては、介護者が二人一組で作業を行なうことが基本である。ロボットを導入した以後においても、一人の介護者（以降、主介護者と呼ぶ）が被介護者の体を抑えつつ、ロボットの操作を担当するもう一人の介護者（以降、複介護者）が被介護者の体を持ち上げるという二人一組での作業が基本であり、これまで2人以上の被介護者を確保することが難しい一般家庭においては、ロボット技術が使われることは少なかった。本研究の目的は、ロボットの知能化を推し進めることで、これまでその操作を担当していた複介護者の存在を不要にする技術を開発することである。

当該年度は、介護者を補助するロボットの知的能力向上のために以下の項目を実施した。

1. 典型的な介護作業において取り交わされる人間同士のコミュニケーションの収集・解析
2. 典型的な介護作業における複介護者によるロボット操作履歴の収集
3. 項目1の知見に基づく省略された指示を補完して理解する人工知能の開発
4. 項目1の知見に基づく介護ロボットへの組込みに適した音声認識・音声合成機能の開発

本研究を通して得られた成果のうちソフトウェア部分は国際会議 CIRA2009において査読付き論文として発表した。統合したロボットとしての初期実装に関して計測自動制御学会 SI2009にて発表した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 介護ロボット、会話システム、人工知能

〔研究題目〕 空間統計学を用いた生体情報システムを解析する手法の開発

〔研究代表者〕 根本 航（生命情報工学研究センター）

〔研究担当者〕 根本 航（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、二つの異なるネットワークデータ（タンパク質分子内の残基間ネットワーク・タンパク質間相互作用（PPI）ネットワーク）に、位置情報を考慮できる統計学（空間統計学）を適用し、タンパク質の生化学的機能・生物学的機能を解明する次の二つの手法を開発している。

手法A：タンパク質の立体構造が一つ与えられた時に、

その立体構造とフォールドが同じで、かつ、機能部位（触媒部位、タンパク質間相互作用インターフェイス）の位置が保存されている配列空間の範囲を予測する手法。

手法B：PPI ネットワークデータが与えられた時に、アミノ酸配列情報を利用して、ネットワーク内でハブとなっているタンパク質が、パーティーハブなのかデートハブなのかを予測する手法。

進捗状況

手法A：本研究に先立ち開発していた、タンパク質全般に適用できる機能部位予測手法とあわせ、Functional REgion Prediction by Spatial statistics (FREPS) としてウェブ上で公開した。<http://freps.cbrc.jp/index.html> において誰でも無料で利用できる。また、本研究で開発した手法に関する論文を現在投稿中である。

手法B：PPI ネットワークを構成する各タンパク質の保存度に関する空間的自己相関の利用に加え、タンパク質複合体の情報を活用することにより、ハーティハブらしさ、もしくはデートハブらしさを示す指標をデザインすることができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 空間統計学、タンパク質、機能部位、予測、バイオインフォマティクス

〔研究題目〕 学習中の大脳-小脳システムの可塑性の解明

〔研究代表者〕 竹村 文（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 竹村 文、大藤 智世、村松 朱愛（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、霊長類の滑らかな運動の学習メカニズムを明らかにすることにある。そのため、「学習の座は小脳にある」という仮説に基づき、これまでの研究によって追従眼球運動を対象とした制御モデルを構築し、シミュレーションした。そのモデルから、学習中の大脳皮質後頭・頭頂連合野の一部である MST 野および小脳腹側傍片葉のニューロン活動が予測された。本研究では、実際の慢性電気生理実験によって各脳領域から単一ニューロン活動を記録し、シミュレーションによって予測されたニューロン活動の時間波形およびそこにコードされている情報を比較・検討することを目標とする。

本年度は、2頭のサルを用いて、追従眼球運動の運動学習課題を行わせ、それぞれ大脳皮質 MST 野および小脳腹側傍片葉から単一ニューロン活動の記録を行った。これまでに蓄積した運動学習中および学習成立後のオーバーレーニング中の大脳皮質 MST 野のニューロン活動に含まれる情報を解析した。その結果、大脳皮質 MST 野のニューロンの多く（7割）は、学習前後で活動を変化させなかった。さらに変化した MST 野のニュー

ロンについても、ニューロン活動の変化が学習後に生じていることが分かった。この結果は、少なくとも大脳皮質 MST 野では運動学習の原因となる神経活動が生じていないことを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳・神経、神経科学、学習・記憶

【研究題目】 側頭葉における記憶形成の情報処理メカニズムの解明

【研究代表者】 菅生 康子 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 菅生 康子、内山 薫
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究の目的は、霊長類の脳の神経回路網の構造によってなされる、記憶形成のメカニズムを明らかにすることにある。そのため、既存の研究による知識の蓄積がある、視覚情報の記憶に関わる情報処理を解明する。現状では、記憶形成中の下側頭皮質あるいは内側側頭皮質のニューロン活動についてモデルの立場からの予測はあるが、その実験的検証が遅れている。そこで本研究では、単一ニューロン活動の記録実験を行い、記憶形成後および記憶形成中の情報処理を調べる。内側側頭皮質が記憶形成中あるいは形成後に果たす役割を究明する。

2頭のサルに対して記憶形成課題として視覚刺激—視覚刺激—報酬の連合課題を訓練した。連合記憶形成中および形成後のサルの内側側頭皮質より単一ニューロン活動の記録を行った。まず記憶形成後のニューロン活動に含まれる情報を解析した。その結果、内側側頭皮質の異なるニューロン集団が視覚刺激—視覚刺激の連合の情報処理あるいは報酬との連合の情報処理に関与することを示唆する結果を得た。これらの結果は、内側側頭皮質の神経回路網が視覚刺激—視覚刺激の連合情報を報酬の情報に結びつけるために重要な役割を果たすことを示す。報酬の有無のような動機付けや記憶に基づいた視覚刺激の柔軟な認知に内側側頭皮質が関わっていることを示唆している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳・神経、神経科学、学習・記憶

【研究題目】 MRI を用いた生体内超音波音場可視化技術の開発

【研究代表者】 新田 尚隆 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 新田 尚隆 (常勤職員1名)

【研究内容】

超音波音場を計測する際には、一般に水中にてドロホンや光学的手法など用いるが、これらの手法を生体内へ適用することは非常に困難である。従って、生体内での超音波音場が無侵襲で捉えられれば、開口合成時の位相歪み補正や集束超音波治療における焼灼域の高精度化、アーチファクトを除去した超音波イメージングの高

精細化など、超音波医学全般に寄与することが期待される。そこで本研究では、ドロホンや光学的手法に代わって MRI を用い、生体組織内部における超音波音場の可視化技術の確立を目的とした。

これまでに構築した超音波音場可視化システムにおいて、超音波音場を実際に可視化するための MR 信号処理方式の改良を検討した。現有の動物実験用 MRI 装置 (Bruker, BIOSPEC 20/30, 2T) から得られる、超音波振動を反映した MR 信号の SNR を改善するための信号受信系及びパルスシーケンスについて検討し、構築した音場可視化システムの実現可能性について、純水ファントムを対象とした実験を行って検証した。PP 容器内にファントムを封入し、容器内に超音波を放射しながら MR 撮像を行った。その結果、理論的な音場パターンとよく相関するコントラストを持つ MR 画像が得られた。さらに、空間的に不均質な音響特性を持つ媒体として、PVDC 薄膜を入れた純水ファントムを用い、超音波照射を行った。その結果、薄膜での反射が MR 画像上におけるコントラストの違いとして明瞭に描出された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 MRI、超音波、音場、可視化

【研究題目】 発声を伴った頭部ジェスチャーの認識手法と電動車いすなどの制御インタフェースの開発

【研究代表者】 佐宗 晃 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 佐宗 晃 (常勤職員1名)

【研究内容】

手が不自由で、かつ明瞭な発声が困難な方を対象として、発声を伴った頭部ジェスチャーの認識手法を開発する。そして、開発手法が効果的に活用されると思われる電動車いすや情報家電の操作インタフェースを開発する。従来、ジェスチャー認識ではカメラで撮影したユーザーの動画像から認識する手法が一般的であったが、提案手法では複数のマイクロフォンのみで行うことが特徴である。収録したユーザー音声から音源である口の位置を推定し、その移動軌跡を認識することで発声を伴った頭部ジェスチャーを認識する。従来カメラを用いた手法では、機器の操作以外の目的で頭部を動かすことはジェスチャーの誤認識を招いていたが、提案手法では発声がスイッチの役割を果たし、発声をしなければ自由に頭部を動かせるという利点がある。

平成21年度は、昨年度開発した発声時の口の移動軌跡を高次局所相互相関に基づいて認識する手法を改良した。また、隠れマルコフモデルを用いた手法との比較実験を行った。昨年度の手法では、学習に用いたデータを評価にも用いるクロスドテストの条件で10種類の頭部ジェスチャーを認識し、約90%の認識率を得ていたのに対し、改良手法は、評価用データを学習データに含めないオー

ブテストの条件で19種類の頭部ジェスチャーを認識し、90.25%の認識率を達成した。また同じタスクを隠れマルコフモデルで実験すると認識率は89.48%であった。電動車いすの操作用に設定した5種類の頭部ジェスチャーを認識する実験において、改良手法は99.67%の認識率を達成した。また、情報家電操作のデモシステムを開発し、手が不自由な被験者による実験によって確認したところ、提案方法が有効に機能する可能性があることが分かった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】福祉支援技術、自立支援技術、電動車いす、環境制御装置、マイクロフォンアレイ

【研究題目】海岸砂丘発達史復元のための統合調査解析手法の確立

【研究代表者】田村 亨（地質情報研究部門）

【研究担当者】田村 亨、渡辺 和明（常勤職員2名）

【研究内容】

日本列島の主に日本海側に発達する海岸砂丘は、完新世において飛砂の盛んな活動期と、植生に覆われた固定期を繰り返し経てきたと言われ、これらは人間活動や海面変動、気候変動に関連していると考えられる。しかしながら、従来は露頭分布に依存した観察と、遺物による年代決定により研究されてきたことから、これら手法の限界により、詳細な理解がされてこなかった。そこで、地中レーダとルミネッセンス年代測定、およびハンドオーガーによる地下試料採取を組み合わせた調査手法を確立し、海岸砂丘の堆積物に記録された過去の環境変動を詳細に読み取ることを試みる。平成21年度は、鳥取砂丘における地中レーダ探査と、ルミネッセンス年代測定を行ったところ、現在観光地となっている鳥取砂丘東部の表層の大部分が、過去450年間の風成作用により堆積したこと、17世紀のマウンダー極小期の寒冷化に対応する飛砂活動の上昇期があったこと、飛砂活動の断続性と砂丘地形の関連性などが明らかとなった。得られた結果は、適用した統合調査手法が砂丘堆積物の探査に極めて有効であることを示している。このことから、他の砂丘地に同様の手法を適用にすることで、完新世、特に近世から現在までの気候変動や人間活動の復元やこれらの事象と海岸地形変化との関連を詳細に明らかにできる見込みである。

【分野名】地質

【キーワード】物理探査、年代測定、古環境解析、沿岸

【研究題目】DNA プログラム自己組織化の触媒応用に関する研究

【研究代表者】前田 泰

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】前田 泰（常勤職員1名、他0名）

【研究内容】

DNA プログラム自己組織化を触媒に応用し、精密かつ柔軟な構造設計を特徴とする新しい触媒開発システムの構築を最終目標とする。本研究では、微粒子担持触媒を対象として、DNA プログラム自己組織化の触媒調整法としての有効性の実証を目的とする。

本年度は PVP 保護 Ag コロイドを原料とした Ag-Au 系複合体の作製に成功した。PVP 保護コロイドはこれまで用いてきた無保護コロイドに比べて、高濃度で、市販される金属種も多いことから、多様な複合体を作製することが可能となる。また、活性化処理についても、プラズマ処理装置に回転導入機を取り付け連続的に処理することで、従来に比べて10倍以上作業時間を短縮することが可能になった。その他前処理の検討などにより、プログラム自己組織化を用いた触媒調製技術をほぼ確立することができた。

次に、Pt-Au 複合体を TiO_2 に担持した触媒について触媒活性を測定したところ、その活性は複合化させないものに比べてかなり小さく、プログラム自己組織化による構造制御が触媒活性に影響を及ぼすことが明らかになった。しかし、触媒特性に対しては負の効果であることから、プログラム自己組織化の触媒応用の有効性を示すためには、正の効果を示すような物質・反応系の探索が必要である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自己組織化、DNA、触媒、微粒子、貴金属

【研究題目】自己テンプレート法を用いたナノ構造制御による酸化亜鉛色素増感型太陽電池の開発

【研究代表者】細野 英司（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】細野 英司（常勤職員1名）

【研究内容】

色素増感型太陽電池の電極材料として TiO_2 について多くの研究がなされている中、 ZnO を電極材料として利用する研究を試みてきた。 Ru 錯体色素において、色素から ZnO と TiO_2 への電子注入過程および電子注入効率は同様であるとの報告がなされていることから、電子の移動度が高い ZnO を用いることで、色素増感型太陽電池の効率向上へ向けて、新たな展開が期待されるためである。

本研究では、 ZnO のナノ構造を制御し、色素増感型太陽電池用の電極として適した構造を作製することで、変換効率の向上を目指しており、ナノ構造制御の手法として自己テンプレート法を用いたナノ構造制御を行うことが大きな特徴である。自己テンプレート法とは、ナノ構造体形成物質として、金属有機塩の豊富な種類と多様な分子性結晶構造に注目し、金属塩を析出させ、その結晶構造に由来するナノ構造制御を行い、これを熱処理す

ることによって金属塩の構造を維持したナノ結晶多孔質酸化物を得る手法である。本年度においては、これまでの自己テンプレートの一つであった、層状水酸化酢酸亜鉛 ($Zn_5(OH)_8(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) の層間に、ペンタデカフルオロオクタン酸をインターカレートさせた、 $Zn_5(OH)_8(CH_3COO)_1(C_8F_{15}OO)_1 \cdot 2H_2O$ と考えられる新規自己テンプレートの作製に成功した。今後、さらなるナノ構造制御を進めると共に、新規色素開発研究と合わせることで、変換効率の向上が期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 色素増感型太陽電池、ナノ構造、酸化亜鉛

【研究題目】 局在プラズモン共鳴測定用チップの開発と生体分子間相互作用解析

【研究代表者】 栗田 僚二 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 栗田 僚二、中元 浩平
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

平成21年度は、前年度に形状を最適化したプラズモンニックナノホール構造をマイクロフルイディスク中に実装した。プラズモンセンサの基板にはペットフィルムを使用し、ナノインプリントにより構造を転写することで、安価かつフレキシブルな基板を作成した。微小流路は、ポリジメチルシロキサン (PDMS) をソフトリソグラフィと呼ばれる技術により加工し作成した。光透過性の高い PDMS を流路材料として利用することで、基板上側からの白色光の直接入射、基板からの反射光の測定を可能とした。作成したプラズモンセンサチップを使用して、ウシ血清アルブミン (BSA) の金基板に対する非特異的な吸着をモニタリングした。その結果、BSA 溶液を導入するに従い、反射スペクトル中に存在するプラズモン共鳴由来のディップが徐々に長波長側にシフトする現象を確認することができた。これは金ナノホール構造表面に BSA が吸着することで、表面の屈折率が大きくなったことによると考えられる。続いて、炎症マーカーの一種である TNF- α の測定を行った。あらかじめ抗体を化学修飾により固定化した金ナノホール構造に種々の濃度の TNF- α を導入したところ、濃度に応じたディップのシフトを確認した。これより、我々は非常に簡便に作成されたセンサチップを用いて生体相互作用の一種である抗原抗体反応をリアルタイムで測定することに成功した。加えて、我々はさらなる検出限界の向上を目的として、抗原抗体反応を行った後、金コロイドを導入することでシグナルを増幅させた。その結果、検出限界は 10ng/mL となり2桁程度の検出限界向上を達成した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 局在プラズモン、ナノ構造、ナノインプリント

【研究題目】 噴火過程モデルの構築へ向けた基礎的研究～火山ガス放出量計測の高精度化～

【研究代表者】 森 健彦 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 森 健彦 (契約職員1名)

【研究内容】

火山噴火予知のための重要な観測項目である火山ガス (二酸化硫黄) 放出量の計測は紫外光吸収の原理を用いて行われている。しかしながら、紫外光が大気中のエアロゾルによって散乱してしまうため、紫外線吸光度が減衰し、火山ガス放出量が低く評価される事態が起こっている。火山活動に關与するマグマ量を推定するためには、火山ガス放出量を精度良く求めることが要求され、噴火予知のためにも欠かせない情報である。本研究においては、紫外線吸光度の減衰にエアロゾルがどの程度關与しているのかを明らかにし、火山ガス放出量の減衰量の定量化をめざして、大気中のエアロゾル量と火山ガス放出量の同時計測に取り組むことを目指した。

初年度、エアロゾル量を測定出来るパーティクルカウンターを選定し、購入したが、機器の納入がずれたため、僅か2回のパーティクルカウンターによるエアロゾル量と二酸化硫黄放出量の同時計測を阿蘇火山で実施した。これらの計測において、エアロゾル量の計測方法を取得することが出来たが、阿蘇火山におけるエアロゾル量の季節変化、時間変化を十分に捉えることが出来ず、よりよい成果をもたらすためには、エアロゾル量の連続観測が必要であると判断した。そこで、本年度、京都大学火山研究センターの協力を得て、阿蘇中岳火口から1km 南東に位置する本堂観測所において、エアロゾル量の連続観測を実施した。

エアロゾル量の連続観測において、時間変化を得ることに成功したものの、二酸化硫黄放出量の減衰要因である紫外散乱との関係を議論するまでの成果は得られなかった。これは、パンニング法による二酸化硫黄放出量の計測が、諸処の問題により、十分な計測回数を得ることが出来なかった事があげられる。しかしながら、3ヶ月間のエアロゾル量のデータにおいて、降雨後に、エアロゾル量が顕著に減少する現象が見られた。これは、降雨により、大気中に浮遊するエアロゾルが落ち、その直後はエアロゾル量が少ない状態になってと考えられる。一方、雨天後を除けば、阿蘇火山のエアロゾル量はほぼ安定していることがわかる。この結果から、今後の観測研究では、降雨後の極めて少ないエアロゾル量の状態とそれ以外の状態を選んで観測を実施し、関係性を得る必要があると考えられる。また、季節変化として、冬場の強風時や春先の黄砂が飛散する時期が想定され、これらのエアロゾル量の状態を知ること、大気状態を知る重要な鍵になると考えている。エアロゾル量の連続計測は、京都大学火山研究センターと協力し、現在も実施中である。今後の計測によって、初期の目標である、吸光度減衰問題に対する答えを見いだしていくつもりである。

〔分 野 名〕 地質

〔キーワード〕 火山、火山ガス放出量、大気環境、噴火過程、火山活動推移予測

〔研究 題目〕 活断層モデルに基づく大地震連鎖可能性評価手法の開発と適用

〔研究代表者〕 長 郁夫

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 長 郁夫、桑原 保人、多田 卓

(常勤職員2名、他1名)

〔研究 内容〕

大地震連鎖の評価技術の開発を目指して2種類の物理モデルを検討した。1つは断層摩擦に着目したモデルで、具体的には新潟県中越地域の六日町断層の活動に周辺の地震が与える応力擾乱の影響を評価した。その結果、六日町断層の地震サイクルのどの時期に応力擾乱が与えられるかにより次の地震が遅れるか早まるか系統的に変化することが分かった。得られた成果は国際論文として発表した。もう1つは地殻粘性の3次元的不均質構造に着目したモデルで、具体的には2004年中越地震と2007年中越沖地震との関係を検討した。結果として中越地震が中越沖地震を誘発した可能性が示唆され、それには地殻粘性が重要な役割を果たしたことが明らかになった。得られた成果は地球惑星連合および米国地球物理学会で発表した。

〔分 野 名〕 地質

〔キーワード〕 活断層、内陸地震、連鎖、中越地震、中越沖地震、物理モデル、摩擦則、地殻粘性

〔研究 題目〕 不安定化塩基対に選択的に結合する新規低分子リガンドの開発

〔研究代表者〕 小島 直

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 小島 直 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

目標、および研究計画：

遺伝子が外的環境因子等によって損傷を受けると、遺伝子上では損傷塩基に由来する不安定な塩基対が形成される。このような本来の塩基対とは異なる不安定化された塩基対の多くは、通常は修復酵素により修復されるが、修復されない場合にはそれらは遺伝子変異の原因となつて、種々の疾病を誘起する。そのため、こうした不安定化塩基対を検出する手法の開発は、遺伝子変異が原因となる疾患に対するリスク評価を行う上で重要な役割を果たすと考えられる。本研究課題では、このような遺伝子上に生成した不安定化塩基対に共通する構造を認識して、選択的に結合するリガンドの開発を目指す。

年度進捗状況：

本年度は、損傷塩基のうち核酸塩基が欠損した脱塩基

部位を選択的に認識して結合する分子の開発を集中的に行った。その結果、結合リガンドへの芳香族基の導入、あるいは陽電荷基の導入がいずれも脱塩基部位への結合能を向上させることを見いだした。芳香族基が脱塩基部位近傍の塩基対とスタッキング相互作用することで、また一方、陽電荷基が標的核酸のリン酸ジエステル基と静電的相互作用することで結合能が向上したと考えられる。そこで続いて、これらの官能基を組み合わせ導入したリガンド分子の化学合成を行ない、より高い結合能を有する化合物へと構造の最適化を行った。以上の研究により、脱塩基部位に対して高選択的に結合する小分子リガンドの開発を達成することが出来た。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子損傷、ミスマッチ塩基対、損傷塩基、低分子化合物

〔研究 題目〕 余震の精密解析に基づく地震発生前の絶対応力場復元に関する研究

〔研究代表者〕 今西 和俊

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 今西 和俊 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

本研究課題(科学技術研究費補助金・若手研究(B)により実施)では、余震のメカニズム解と本震の断層運動で生じた応力変化を組み合わせること地震発生前の絶対応力場を推定することを目指した。今年度は兵庫県南部地震と新潟県中越沖地震の震源域における絶対応力場を推定することに成功した。それぞれ、差応力として5MPa程度、数10MPa以上との結果が得られた。兵庫県南部地震の場合は非常に小さな差応力であり、野島断層の強度は弱いという研究を支持する結果となった。また、当初予定にはなかったが、駿河湾の地震についても同様な解析を開始した。研究成果は地球惑星科学連合、日本地震学会で発表するとともに、欧文誌として1編を発表した。

〔分 野 名〕 地質

〔キーワード〕 絶対応力場、余震、メカニズム解、新潟県中越沖地震、兵庫県南部地震

〔研究 題目〕 細胞膜動態を解析するための新規機能性マイクロ電極の開発

〔研究代表者〕 平野 悠

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 平野 悠 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

目標：

走査型電気化学顕微鏡(SECM)は微小な電極をプローブとし、試料表面に接近させて2次的に走査することによって表面の局所領域における電気化学反応を検出・誘起することが可能なシステムである。本研究では、

SECM をベースとしたバイオイメーキングにおいて、細胞動態を解析するための高感度機能性マイクロ電極を開発する。また、低温下で測定可能な SECM システムの開発を行い、一細胞単位で低温保存した細胞が受ける障害を解析することを目指す。

年度進捗状況：

細胞から放出される乳酸脱水素酵素 (LDH) の活性を測定することで、細胞が受けた障害を測定することができる。LDH 活性を測定可能なマイクロ電極を開発するために、酵素系および固定化法の検討を行った。その結果、電極表面にジアホラーゼを固定化し、LDH の活性を電気化学的に測定することが可能となった。また、SECM のプローブであるマイクロ電極の走査方法を複数組み合わせることで、測定系を安定させた独自の制御技術を構築し、さらに、温度性制御機構を導入した新しい SECM を開発した。本システムでは、一細胞を対象に3分間隔で24時間以上の連続した観察が可能となり、低温下における細胞高さの経時変化を測定できた。この時、イメージングだけではなく細胞高さの経時変化を50 nm 以下の解像度で測定できた。開発した SECM システムを用いることで、低温下の細胞だけではなく、細胞分裂の様子や薬物により刺激を受けた細胞の形状変化などの観察も可能となった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 走査型プローブ顕微鏡、走査型電気化学顕微鏡、電気化学、細胞

【研究題目】 Si/SOI 基板上への量子ドットレーザの集積

【研究代表者】 岡野 誠 (光技術研究部門)

【研究担当者】 岡野 誠 (光技術研究部門)
(常勤職員1名)

【研究内容】

InAs/GaAs 量子ドットレーザは、温度上昇に伴う特性劣化が小さく、かつ、低消費電力動作が可能であることから、LSI 上光源に適した発光デバイスであると期待されている。

本年度は、第一に、3次元電磁界解析を用いた量子ドットレーザに関する理論解析を実施した。特に、ハイメサ型光導波路の側壁にグレーティング構造を施したDFB (Distributed Feed-Back) 光導波路に関する伝搬モード解析を行い、伝搬モードの光導波路幅依存性等を明らかとした。

第二に、BCB 樹脂による GaAs/Si 異種材料接合技術の向上を実施した。BCB 樹脂を用いたウエハ接合法では、接合界面への空泡の混入が問題点として知られている。空泡が存在すると、加熱時、真空環境時に、GaAs 薄膜の破損が生じる。本研究では、ウエハ接合工程に、真空加熱工程 (150°C) を導入することにより、空泡の混入が防止できることを明らかとした。

第三に、Si 基板上量子ドットレーザの実現に必要な作製プロセス (SiO₂成膜プロセス、半導体微細加工プロセス) を、上記ウエハ接合工程を用いて作製された Si 基板上 GaAs 薄膜に対して実施した。その結果、作製プロセスに耐えられる、良好な GaAs/Si 異種材料接合の実現を実証した。例えば、SiO₂成膜プロセスにおいて、試料は、高温 (300°C以上)、かつ高真空環境におかれる。

本年度は、以上の通り、Si 基板上量子ドットレーザの実現を目指して、量子ドットレーザに関する理論解析、GaAs/Si 異種材料接合技術の開発、Si 基板上 GaAs 薄膜に対する作製プロセスの開発等を実施した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 異種接合、ハイブリッド集積、光電子集積回路、シリコンフォトリソ、量子ドット、レーザ

【研究題目】 冷却原子ビーム打ち上げ方式による原子泉型一次周波数標準器の開発

【研究代表者】 高見澤 昭文 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 高見澤 昭文、池上 健、柳町 真也、
白川 祐介 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

冷却原子の打ち上げ実験を試みたが、原子冷却部の真空チャンバーの機械精度の問題が発覚したため、この部分を作製しなおした。また、2台のマイクロ波共振器を真空チャンバー内に導入した。光学系に関しては、まず、レーザパワーの不足を解消するため、半導体レーザのインジェクションロックとテーパーアンプによる光増幅システムを構築した。これにより、1本あたり約15mWのパワーをもつ6本の冷却用レーザを得た。

また、パルスビーム原子泉におけるマイクロ波との相互作用領域での原子密度および検出原子数を計算し、衝突シフトと周波数安定度の量子限界を理論的に見積もった。そして、打ち上げ速度を時間とともに徐々にスイープさせることにより、衝突シフトを増大させてしまう相互作用領域での原子の密度を抑制しつつ、信号対雑音比に関わる観測領域での原子の密度を高くできることを見出した。この手法により、衝突シフトを 2×10^{-16} 程度に抑制しながら、周波数安定度の量子限界を $6.4 \times 10^{-14} \tau^{-1/2}$ (τ : 測定時間(s)) にできると見積もった。この結果は、同じ周波数安定度をもつ従来方法の原子泉よりも衝突シフトを1桁小さくできることを示している。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 時間周波数、原子泉、セシウム一次周波数標準器、冷却原子ビーム

【研究題目】 3次元タービン翼列の非定常流れの能動剥離制御

【研究代表者】 松沼 孝幸 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 松沼 孝幸（常勤職員1名）

〔研究内容〕

航空推進用ジェットエンジンや発電用ガスタービンで利用されているタービン翼列は、全世界で広範囲で利用されているため、わずかな性能向上でも大きな省エネルギー効果が期待できる。特に、低圧タービンでは、翼負圧面側の境界層流れが層流剥離を起こすことにより大幅な性能低下が発生するため、受動的・能動的に剥離を抑える研究が精力的に行われている。本研究の目的は、タービン翼列の空気力学的な性能を向上させるために、3次元的な翼形状を持つ環状タービン翼列風洞において、翼の負圧面側にアクチュエータを取り付けて、境界層の剥離を能動的に制御することである。平成21年度は、アクチュエータ付のタービン翼列を設置するために既存風洞の測定部を改造して、アクチュエータによるタービン翼列の負圧面側での剥離抑制効果を調べた。実施した具体的な内容は、1. 第2段のタービン静翼を設置するためのディスク支持部分を設計・製作した。2. タービン翼列に適した能動制御アクチュエータとして、DBD（誘電体バリア放電）プラズマアクチュエータを設計・製作した。3. 小型電源などのアクチュエータの駆動システムを構築した。アクチュエータの制御には、デジタル信号処理器を採用した。4. タービン翼列に設置したアクチュエータの駆動の有無により、層流剥離がどのように変化するかを、5孔ピトー管や熱線流速計によって調べた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 流体工学、ガスタービン、ジェットエンジン、タービン翼列、剥離抑制、能動制御、動静翼干渉

〔研究題目〕 熱負荷制御による系統周波数調整に関する研究

〔研究代表者〕 近藤 潤次（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 近藤 潤次（常勤職員1名）

〔研究内容〕

目標：

出力変動が激しい太陽光・風力発電の導入により懸念される電力系統の系統周波数変動問題への対策として、需要家が所有する電気温水器等の熱負荷の消費電力を制御することを検討する。この制御による電力系統への適用効果の数値解析、および可制御熱負荷の試作・運転を実施する。

研究計画：

自然エネルギー発電の出力変動による電力系統の周波数変動量の解析と、提案する熱負荷の消費電力制御による周波数変動抑制効果を、数値計算により定量的に示す。また、提案する熱負荷制御法の要求性能を満たす、周波数変動測定装置を開発する。そして、開発した周波数変動測定装置を組み込んだ熱負荷を試作し、その動作検証を行う。

年度進捗状況：

電力系統の周波数を計測し、周波数変動を抑制すべく消費電力を調節する電気温水器を試作した。周波数計測に関しては、要求する分解能10mHz に比べて十分に小さい誤差を、10サイクル(約0.2s)毎の計測で実現できることを確認した。また、試作した電気温水器を試運転し、系統周波数の安定化のために一晩のうちに複数回ヒータ電力のオン・オフを繰り返しながらも、貯湯槽内の湯を翌朝7時まで設定温度までに沸き上げられることを確認した。これにより、需要家利便性を維持しながら、系統周波数の安定化に貢献できる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽光発電、風力発電、出力変動、電力系統、周波数変動、熱負荷

〔研究題目〕 静電場多体間相互作用によるバイオプラットフォームの構築

〔研究代表者〕 石崎 貴裕

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 石崎 貴裕（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、官能基の異なる有機分子を利用した自己組織化単分子膜を作製し、その表面上での細胞接着および細胞の分化、増殖、アポトーシスに及ぼす静電ポテンシャルの影響について調査した。

H20年度に確立した自己組織化制御プロセスを用いて、シリコンをはじめとした数種類の基材上に異なる官能基を有する有機シラン系自己組織化単分子膜（Self-assembled Monolayer, SAM）を形成させ、その表面上での生体分子の吸着挙動に関する検討を行った。その結果、OTS-SAM 表面（疎水性）では、溶液滴下30秒後に、吸着層が高密度に形成され、600秒後には、凝集体の形成が確認された。このような凝集体の形成は、OTS-SAM と HPF の疎水性相互作用に起因する。PEG 表面上（疎水性）では、末端にある CH₃基の影響により、HPF 同士が凝集して吸着していったが、PEG 鎖のゆらぎにより、網目状に吸着が進行した。PEG 中の主鎖のエーテル結合（自由度が大きい）に起因するゆらぎにより、HPF の吸着阻害が生じるが、末端メチル基の影響により、吸着した HPF は疎水性表面と同様に高密度で凝集した。一方、親水性表面である AHAPS 上では、HPF は疎水性表面に比べ低密度に吸着した。600秒後には、局所的に凝集した HPF が観察された。より親水性の高い OH 表面上では、HPF は AHAPS 表面の場合と同様、低密度で吸着した。600秒後も、吸着した HPF の密度は低いままであった。これらの吸着挙動の違いの原因を調査するために、HPF および各種基板表面のゼータ電位測定を行った。pH7.7の PBS 溶液における HPF のゼータ電位は-8.7mV と負の値を示した。OTS、PEG、AHAPS、OH 表面のゼータ電位はそれぞれ

れ-19.1、-25.1、-24.2、-33mVであった。HPF に対する基板表面の静電的斥力の大きさの序列は、OH 表面 > APAHS 表面 = PEG 表面 > OTS 表面である。すなわち、HPF の基板表面への吸着のしやすさの序列は、OTS 表面 > PEG 表面 = APAHS 表面 > OH 表面になることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己組織化単分子膜、表面電位、生体分子

【研究題目】 組成が均一な層状チタン硫化物の創製と自然超格子構造を利用した熱電特性の向上

【研究代表者】 太田 道広 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 太田 道広 (常勤職員1名)

【研究内容】

産業、民生、運輸部門において、我々は大量のエネルギーを廃熱として棄てている。熱電発電は、廃熱を電気エネルギーに直接変換して回収できるために、大きな注目を集めている。熱電発電モジュールの発電性能向上のためには、熱電材料の高性能化が必要である。そこで、本研究では、チタン硫化物、シェブレル相硫化物、希土類硫化物といった新しい熱電材料(硫化物熱電材料)に注目して、材料の合成から、熱電特性の向上、そしてモジュール開発までの研究開発を一貫して遂行した。本年度は、2年計画の最終年度である。

本研究で注目しているチタン硫化物(TiS_2)は、Ti-S ブロックの層から成る層状構造を持つ。一般に、 TiS_2 は分解し易いために、焼結温度を十分に上げることができず、焼結密度を向上させることが困難である。そこで、本研究では、分解を防ぐために、硫黄雰囲気下で焼結する手法を開発して、緻密な焼結体の作製に成功した。その結果、n型の熱電特性は大幅に改善され、中温域で高い性能を実現した。さらに、Ti-S ブロック層と Sr-S ブロック層から成る層状硫化物($\text{SrS})_x\text{TiS}_2$ の合成に成功した。Sr-S ブロックは熱伝導率を低減すると期待され、更なる熱電特性の向上が見込める。

一方、シェブレル相硫化物の結晶構造は Mo_6S_8 クラスターを基本構造としている。本研究では、その Mo_6S_8 クラスター間に存在するナノ空隙に様々な金属を充填して、熱電特性の向上を試みた。その結果、充填金属の種類と充填量の調整を通じてクラスター価電子数を制御することで、p型の熱電特性を大幅に改善できた。

最後に、開発した p型のシェブレル相硫化物と n型の希土類硫化物を用いて、18の p-n 対から成る熱電発電モジュールを作製した。材料の熱電特性から、低温部が23℃、高温部が623℃の条件で、このモジュールの変換効率は3.9%と計算される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電変換、自然超格子構造、ナノ空間制

御、硫化物熱電材料、硫化反応、焼結体

【研究題目】 超短パルス電子ビームを用いた高出力テラヘルツ時間領域分光システムの開発

【研究代表者】 黒田 隆之助

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 黒田 隆之助 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、小型電子リニアックにより生成したエネルギー約40MeVの超短パルス電子ビームを用いて、そのコヒーレント放射により高出力 THz パルスを生成し、EO サンプリング法によるテラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) システムの開発を目指すものである。それにより、レーザーベースの低出力テラヘルツ光源ではこれまで測りえなかった吸収の多い物質の分析や、分析時間の短縮等が期待される。本年度は EO 結晶 (ZnTe 結晶) による THz 検出を柱としたシステムの実現を目指した。昨年度までの成果として、コヒーレント・テラヘルツ (THz) 放射光生成、簡易的な THz パルスの集光等を達成している。本年度では、まず、小型電子リニアックによって生成した超短パルス電子ビーム (約300~500fs 程度) を用いて、コヒーレント・テラヘルツ放射光を成し、Ni コーティング、及び金コーティングの軸はずし放物面鏡を用いて集光した。その際、集光サイズを回折限界 (波長程度) まで絞るため、光源点から取出し窓までの距離を正確に計測し最適化研究を行った。さらに、EO サンプリング法による THz パルス検出を行うため、集光した THz パルスの集光点に EO 結晶を配置し、THz パルスを結晶上に集光させた。同時にフェムト秒レーザーをプローブ光として結晶に集光照射するため、アライメント用のファイバーレーザー (波長800nm) により精密な光路調整を行った。その結果、結晶上でのプローブ光と THz パルスとの時間的・空間的オーバーラップ制御の重要性が確認され、本研究におけるシステム実現のための多くの知見が得られた。また、本研究の派生研究として高出力の THz パルスを利用した走査型の THz イメージングに成功したことは大きな成果であると言える。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 テラヘルツ、コヒーレント放射、時間領域分光、小型加速器

【研究題目】 核内受容体を介した体内時計の制御機構の解明

【研究代表者】 大石 勝隆 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 大石 勝隆 (常勤職員1名)

【研究内容】

これまで我々は、フィブレート投与による PPAR α の活性化が、体内時計に作用し、活動リズム及び時計遺伝子の日周発現の位相を前進させることを発表してきた。

飢餓の状態においては、フィブレート投与時と同様に PPAR α の活性化が誘導されることが知られている。今年度は、飢餓状態を模倣することで知られているケトン体ダイエットが、体内時計及び体温調節に及ぼす影響について検討を行った。その結果、2週間のケトンダイエット負荷によって、様々な末梢組織における時計遺伝子の発現位相が、4~8時間前進し、恒暗条件下での行動解析から、活動リズムを司る体内時計の位相も顕著に前進していることが判明した。このことは、PPAR α を活性化させるような食餌によって、体内時計の位相が調節できる可能性を示している。

これまで我々は、マウスにフィブレートを投与することにより日内休眠（暗期後半の体温低下）が誘導されることを発表してきた。この体温低下の誘導が、PPAR α の活性化によって発現誘導される FGF21 を介している可能性について、FGF21 のノックアウトマウスを用いて検討を行った。短期間の絶食による体温低下においては、野生型マウスと FGF21 ノックアウトマウスとの間に差異は認められなかった。その一方で、ケトンダイエットを用いた慢性的飢餓による体温低下に対しては、FGF21 ノックアウトマウスが、野生型マウスに比べて抵抗性を示すことが判明した。これらの知見は、PPAR α の活性化を伴う体温低下に何らかの役割を担っているものの、その関与は間接的である可能性を示している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 サーカディアンリズム、体内時計、時計遺伝子、体温リズム、PPAR α 、FGF21

【研究題目】 抗レトロウイルス作用のあるデアミナーゼの構造基盤

【研究代表者】 須藤 恭子（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 須藤 恭子（常勤職員1名）

【研究内容】

ヒトの持つ抗ウイルス因子である Apobec3G が逆転写された一本鎖 DNA に変異を導入する。HIV-1 由来の Vif による、Apobec3G に対する阻害の仕組みを調べるため、Apobec3G および Vif の X 線結晶構造解析と生化学的解析を目標とした。

X 線結晶構造解析を行うためには、結晶を得る必要がある。Vif と Apobec3G 各々にタンパク質のタグを付けた融合タンパク質の発現系を作製し、精製した。Apobec3G と Vif の活性を確認した。Apobec3G は脱アミノ化反応を触媒し、Vif 融合タンパク質が濃度依存的にその活性を阻害することを確認した。しかし、この融合タンパク質の結晶は得られなかった。タグを切り離れた、目的タンパク質のみの結晶も得られなかった。

さらに、Vif および Apobec3G に特異的に結合する RNA 配列を特定するため、Shelex 法による特定を試みた。16mer のランダム配列を含む RNA を合成し、各タン

パク質と複合体を作り、そこから RNA を抽出した。この RNA から cDNA を作製し、PCR で増幅後、これを鋳型に RNA を転写した。得られた cDNA の配列を読んだが、特異的と思われる配列は検出できなかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、ウイルス

【研究題目】 ロドコッカス・エリスロポリスが生産する抗菌活性物質とその遺伝子の解析

【研究代表者】 北川 航

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】 北川 航（常勤職員1名）

【研究内容】

これまで *Rhodococcus* 属細菌は抗生物質生産菌としては知られていなかったが、多数の株が多様な抗菌活性を示すことを初めて明らかにした。中でも *Rhodococcus erythropolis* に多くの活性株が存在することを示し、抗菌スペクトルの特徴から3つのグループ（Group I, II, III）に分類されることを示した。またこれらの抗菌活性株のうち最も強い抗菌活性を示した *Rhodococcus erythropolis* JCM 6824（上記の Group I）から新規のキノリン系抗生物質 *aurachin RE* を発見し、分子構造を決定した。さらにこの生合成遺伝子群を単離し、その遺伝子破壊株の解析から生合成経路の概要を決定した。*Rhodococcus* からは抗菌ペプチドがこれまでに2例報告されているが、いわゆる二次代謝産物としての抗生物質の報告は *Rhodococcus* として初めてであり、また生合成遺伝子の単離も初めての報告である。また *R. erythropolis* の Group II、Group III の株からもそれぞれ新規と見られる抗生物質、抗菌タンパクを発見した。

上記の様に *R. erythropolis* は同属同種でも株の違いにより異なる抗生物質を生産することが明らかになった。また上記の抗菌活性グループはそれぞれ他の2グループに対しても抗菌活性を示すという、三つどもえの種内競争が起こっていることも明らかした。これらのことから本種は広い種内多様性を持つことが示されたが、これらの株は16S rRNA 遺伝子配列にほとんど違いがみられず、詳細な系統分類を行うことは出来なかった。このためさらに解像度の高い分類を行う手法として、Multi-locus sequence analysis (MLSA) を行った。さらに MALDI-MS で測定したリボソームタンパクの質量を元にした新しい手法も採用し系統分類を行った。その結果 MLSA と MALDI-MS による方法の両方で詳細な系統分類を達成し、その系統樹は互によく似た形状を示した。まこれらの分類は抗菌スペクトルで分類したものとよく一致する結果であった。これらのことから、MLSA だけでなく MALDI-MS 法による分類も高い信頼性の得られる手法であることを示した。MLSA と MALDI-MS による分類を比較する研究は自身の知る限り初の試みである。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗菌物質、多様性、*Rhodococcus*

【研究題目】 細胞機能における糖鎖認識の役割

【研究代表者】 舘野 浩章（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】 舘野 浩章、矢部 力朗、福村 美帆子
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

本研究では(1) ヒトに発現するレクチンの糖鎖結合特異性を詳細に解析すること、(2) 糖鎖リガンド発現細胞を同定すること、(3) レクチンと糖鎖の相互作用が細胞機能に及ぼす影響を明らかにすることによりレクチンの糖鎖への結合を介した新たな機能について明らかにすることを目的としている。H21年度は、ヒト免疫系において重要な役割を担っている C タイプレクチン4種 (DC-SIGN、DC-SIGNR、LSEctin、Langerin) の糖鎖結合特性を、迅速・高感度な糖鎖複合体アレイと、定量的相互作用解析技術であるフロントアル・アフィニティークロマトグラフィー (FAC) で解析した。その結果、これら4種のレクチンの新規糖鎖リガンドを明らかにすることに成功した。すなわち、DC-SIGN 関連レクチン (DC-SIGN、DC-SIGNR、LSEctin) が、従来から知られていたフコースやマンノースに対する結合に加えて、N-アセチルグルコサミンを非還元末端に有するアガラクト N 型糖鎖に共通して結合する活性を有することを明らかにした。実際にアガラクト N 型糖鎖を有する糖タンパク質に結合して細胞内に内在化すること、血清中にアガラクト N 型糖鎖を有する糖タンパク質が存在することなどが分かり、これら DC-SIGN 関連レクチンが、アガラクト N 型糖鎖を有する糖タンパク質のクリアランスに関係していることが示唆された。一方、Langerin は従来から知られていたマンノース含有糖鎖に加えて、ガラクトース6硫酸含有糖鎖に強く結合することを見出した。硫酸化 Langerin リガンドの局在を調べたところ、悪性脳腫瘍組織で発現が増加していることが分かった。更に、脳腫瘍組織の間質では Langerin 発現細胞が確認され、Langerin は脳腫瘍組織特異的糖鎖を認識して何らかの機能を発揮している可能性が示唆された。また、Langerin はマンナンで細胞表層を被覆された *Candida* や *Malassezia* などの病原真菌に対しても強い結合活性を有することが分かった。以上の結果から、Langerin は進化の過程で1つの CRD を介して硫酸化糖鎖とマンノースという全く異なる糖鎖に結合する2重特異性を獲得した分子であることが分かり、ランゲルハンス細胞上で多様な機能に関係している可能性が示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、レクチン

【研究題目】 ナノ構造電極界面を用いた CYP の電気

化学酵素反応制御法の開発と応用

【研究代表者】 三重 安弘

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 三重 安弘（常勤職員1名）

【研究内容】

目的：

人の体に投与された薬は、主にシトクロム P450 (CYP) 薬物代謝酵素による代謝を受ける。この代謝が適切に行われぬ場合、薬物が血中に高濃度に滞在することになり副作用が発症する。遺伝子多型による酵素活性の低下や併用薬および併用食品等による酵素活性の阻害が、不適切な代謝の大きな原因と考えられている。そこで、副作用のない治療薬の開発および薬物投与設計のために、研究・開発現場において多くの薬や薬候補化合物に対する CYP の活性計測が必要となっているが、現在の代謝活性計測法は高価な試薬で CYP 反応を駆動して分光法で代謝物を分析する方法のためコストと時間を要することが問題となっている。本研究では、電極と電気化学装置を用いて電圧印加により CYP 酵素反応を駆動し、電流 (=代謝反応速度に比例) 計測により活性を測定する技術、すなわち低コストで迅速な CYP の薬物代謝活性計測法の基盤技術を開発することを目的とした。

研究計画：

電極を電子供給基質として CYP 酵素を活性化し薬物代謝反応を計測することは通常電極では困難であるため、電極界面に酵素反応駆動に適したナノ構造を構築することで、目的を達成する。すなわち、種々のナノ構造界面電極を作製し、これら界面上への CYP 酵素の固定化と電極反応計測を検討する。

年度進捗状況：

本年度は、1) 微粒子電着法など種々の手法を用いて様々なナノ構造電極界面を作製し、昨年度までに見出した「疎水薄膜コーティング法」と組み合わせて CYP の電極反応を調べたところ、酵素サイズのナノ凹凸を有する界面が CYP の電気化学駆動に非常に有用であることを見出した。また、汎用的なスパッタリング法を用いて同界面を作製及び CYP の電気化学駆動に成功し、工業利用にも有意であることを示すことができた。2) 上記ナノ構造電極を用いて、ヒト CYP の主要な分子種である CYP3A4および2C9の電気化学計測を行い、薬物結合能力等の性質を評価したところ、既存の方法と同様な結果が得られることを実証できた（しかしながら、電圧印加による CYP の失活が確認され薬物代謝速度の正確な評価には至らなかった）。3) CYP3A4を固定化したナノ構造電極を用いて、基質薬物であるテストステロン存在下において一定電圧を印加する電解反応を検討分析したところ、6 β 水酸化テストステロンが主要反応生成物として確認され、電極（電圧）駆動による医薬品代謝物の簡便な合成を行えることが示された。以上の成果から、

電気化学 CYP 反応駆動による薬物代謝計測や物質生産への応用の可能性を示すことができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 電気化学駆動、ヒトシトクロム P450、ミクロソーム、薬物代謝活性、ナノ凹凸界面

〔研究題目〕 熱帯熱マラリア原虫における膜輸送蛋白質の同定と機能解析

〔研究代表者〕 八代 聖基 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 八代 聖基 (常勤職員)

〔研究内容〕

ヒト・マラリア原虫 (*Plasmodium falciparum*) 赤血球内寄生時における原虫外膜系の形成機構と血球膜へのタンパク輸送機構を分子 (蛋白質) レベルで解明することを目的としている。これまで明らかにしている N-ethylmaleimide-sensitive factor のマラリアホモログ (Pf NSF) を足がかりにいくつかの原虫由来の膜融合装置関連蛋白質について同定することを目指した。昆虫細胞を用いた強制発現系を用いてマラリア NSF (Pf NSF) を大量に発現させ、特異的抗体を駆使し膜融合装置関連蛋白質の候補を選び出した。さらに液胞型 ATPase (V-ATPase) についてデータベースを用いた解析を行った。その結果、熱帯熱マラリア原虫の V-ATPase のサブユニット構成は他の真核生物同様13個のサブユニットからなっている事を明らかにした。構成サブユニットのうちの幾つかにはホモログが存在するが、それがゲノム上に見あたらないものがあつた。これは、マラリアの V-ATPase のサブユニット構成の一部が他の真核生物 (特にヒト) とは異なる可能性があることを示している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マラリア原虫、膜融合タンパク質

〔研究題目〕 複数組織の多様な資源を予約に基づき同時確保するスケジューリング手法の開発

〔研究代表者〕 竹房 あつ子 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 竹房 あつ子 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

管理者組織の異なるネットワークや計算機など多様な資源を用い、性能が保証された分散実行環境を構築するには、分散する計算機とその間のネットワークを同時に割り当てるコアロケーションが課題となる。本研究では、(1)予約に基づきネットワークと計算資源のコアロケーション手法の提案、(2)評価シミュレータの開発と提案手法の評価、(3)実システムへの応用を行う。2年計画の1年目である H21年度は、(1)、(2)を実施した。

ネットワークと計算資源のコアロケーションでは、利用者の要求する性能を満たす資源を選択するとともに、早い時刻/安い価格/高い可用性の資源を割り当てる利

用者の方針と、負荷の均質化/特定資源の優先/利用者の優先度を考慮する資源管理者の方針を資源割り当てに反映する必要がある。また、資源割り当て最適化問題は計算処理時間が長くなることが知られており、実用化するには処理時間が許容できることが求められる。

(1)の提案手法では、まず我々の開発する資源管理フレームワーク GridARS から利用可能な資源情報を取得し、指定された時間帯から予約時間帯候補を選択する。次に、各候補時間帯において、要求性能を満たす計算機とその間のネットワークを選択し、見つかった候補から適切な資源を割り当てる。ここで、資源選択を整数計画問題にモデル化し、目的関数や資源の重み付けを変化させて利用者と資源管理者の方針を資源選択に反映できるようにした。また、制約条件を加えることにより、割り当てに要する時間の短縮を試みた。

(2)のシミュレーションにより、提案手法の機能性、実用性について評価した。機能性の評価では、提案手法で計算機とその間のネットワークを適切に割り当てられることと、資源管理者の観点で資源割り当て方針が反映できることを示した。実用性の評価では、整数計画問題の求解時間を付加制約条件の有無と異なるソルバの組合せで比較し、現在の環境において提案手法が実用レベルであることを示した。

H22年度は、より大規模かつ現実的な環境を想定した評価を行い、有効な制約を追加する、現実解を求める、探索範囲を分割するなど提案手法を改善するとともに、(3)実システムへの応用として、GridARS への実装を行う。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 グリッド、ネットワーク、スケジューリング

〔研究題目〕 分離論理による現実的なプログラムの形式的証明

〔研究代表者〕 Reynald Affeldt

(ソフトウェアセキュリティ研究チーム)

〔研究担当者〕 Reynald Affeldt (常勤職員1名)

〔研究内容〕

組込みシステムの普及に伴い、組込みソフトウェアの安全性保証に対する要求が高まっている。コモンクライテリアで最も高い評価保証レベルを得るためには形式的手法が必須であるが、大規模なプログラムの形式的検証は技術的にまだ大変であり、一般にはあまり使われていない。本研究の目的は、この現状を改善するために、形式的検証の使い易い環境を実現することである。

プログラムの形式的検証を定理証明支援器というソフトウェアを用いて行う。定理証明支援器は高階述語論理をコンピュータで扱えるようにしたものであり、表現力が豊かである。しかし、組込みソフトウェアのような低レベルプログラムに対するサポートが現状では欠けてい

る。本研究では、既存の定理証明支援器に適切なサポートライブラリを追加し、現実的な組込みソフトウェアに応用する。

このサポートライブラリを用いることで、低レベルプログラムの仕様記述と検証が容易になる。たとえば、論理学の命題としての表現するのが一般に難しい低レベルプログラムでのメモリ操作は、分離論理と呼ばれる特殊な論理体系を用いて扱う。また、制御構造に関しても、ジャンプ命令を直接扱うことを避けるために、分離論理の仕様を保って翻訳するコンパイラを構築した。そして、このコンパイラの正しさも形式的に検証した。

応用として、現実的な疑似乱数生成器の開発とその形式的検証に成功した。このプログラムはスマートカード用のアセンブリ言語で記述されている。これは、現実的な安全性保証という意味で意義のある成果である。従来、暗号研究者らによる安全性証明の対象はアルゴリズムであり、実際に動作するプログラムではなかった。一方、この研究により、アセンブリ言語レベルで暗号論的安全性証明を形式的に行うことができるようになった。

より規模の大きい応用に向けて、サポートライブラリの拡張も始めた。組込みシステム用の低レベルプログラムでは、効率を考慮して直接人手で実装することも少なくない。そこで、低レベル記述による複雑さを省くために、疑似コードから半自動でアセンブリプログラムを構成する形式的アプローチを提案し、2進拡張互除法の実装を対象に予備実験を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 形式手法、定理証明支援器、ホア論理、疑似乱数生成器、プログラム変換

【研究題目】 3次元時空間データからの統計的特徴抽出に関する研究

【研究代表者】 小林 匠 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 小林 匠 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、近年増加しているコンテンツである動画画像やボリュームデータから認識等に有効な特徴を抽出する技術を提案する。

平成21年度は、動画画像認識における新たな特徴抽出手法として、時空間勾配共起特徴 (Space-time Auto-Correlation of Gradient, STACOG) を提案した。動画画像は空間 xy 次元に加えて時間 t 軸を加えた3次元時空間データと見なすことができる。対象 (人など) の動作はこの3次元における多様体 (Motion Surface) として幾何学的に表現されるため、その幾何特徴を効果的に抽出することが動画画像認識では重要となる。提案した STACOG 法では、基本的な幾何表現として3次元時空間勾配に注目し、さらにその近傍での共起性を抽出する。そのため、STACOG 特徴では勾配の分布のみならず、その共起分布の特徴も抽出することが可能となり、これ

らは幾何学的には勾配に加え曲率情報の抽出に相当する。さらに、計算量も非常に少ないという利点もある。また、STACOG 特徴を用いた新たな動画画像認識の枠組みとして Bag-of-Frame-Features (BoFF) 法も提案した。動画画像では空間 (frame) と時間は物理的に対等ではないためその扱いを分け、BoFF 法では動画画像を各 frame において抽出した多数の STACOG 特徴ベクトルで表現する。これにより動作の時間変化を詳細に記述することができる。最終的には STACOG 特徴ベクトルをクラスタリング (量子化) することで、各特徴に Motion Word と呼ぶクラスター ID を割り振り、動画画像を Motion Word のヒストグラムとして表現して認識を行う。STACOG 特徴の性能と併せて、BoFF 法により認識性能を向上させることができる。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 パターン認識、特徴抽出、時空間データ、動画画像認識、3次元形状認識

【研究題目】 RT ミドルウェア技術をベースとしたロボットシステム統合のためのプログラム言語

【研究代表者】 Geoffrey Biggs

(知能システム研究部門)

【研究担当者】 (他1名)

【研究内容】

本研究では、ロボット用ソフトウェアのモジュール化を推進する RT ミドルウェア技術に、それぞれのモジュールを統合してひとつの機能を実現するための構成手法を研究することを目的とする。RT ミドルウェア技術開発プロジェクトで解決されていない課題として、モジュール化された複数の RT コンポーネントを柔軟に組み合わせ、ユーザのニーズを満たす複雑なシステムを柔軟に構築するための枠組みや支援ツールが存在しないことが問題となっている。そこで、プログラム言語 Erlang の持つ並列実行記述能力を使って、ロボットシステムのための各種アプリケーションプログラムを容易に作成可能になることを狙って、RT ミドルウェア (OpenRTM-aist) の Erlang 版の研究開発を目指す。

初年度にあたる平成21年度では、開発の第一段階として Erlang の RT ミドルウェアの分散ネットワーク層として Erling に用意されている標準的な CORBA インタフェースを利用して RT コンポーネントとの通信を確認するとともに、検証実験のための移動ロボットプラットフォームを整備した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ロボット、ソフトウェア開発、RT ミドルウェア、並列実行、Erlang

【研究題目】 操作行動による視空間知覚の変容過程の解明

【研究代表者】梅村 浩之（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】梅村 浩之（常勤職員1名）

【研究内容】

違和感のないヴァーチャル・リアリティ（VR）の提示や、よりよいインターフェースの提供のためには、運動・操作行動とこれらの行動に伴う認知過程を実験的に検討し、その過程をモデル化する必要がある。この目的のため本研究ではダイナミックな環境下で視覚情報が触覚情報に修飾される場面を実験的に示すとともに、これらの情報統合における位置の一致の重要性を示した。実験では触覚と視覚情報の統合を検討するために、立体メガネ、力覚提示装置及び鏡を用いて、操作している位置と画面内でのカーソル位置が一致するような装置を作成し、この仮想環境に面を提示した。被験者が力覚提示装置のスタイラスを用いてこれにタッチすると、力覚（押し返す、引っ張る、なし）と視覚情報（出っ張る～へこむ）が同時に提示された。被験者は視覚的に出っ張って見えたか、凹んで見えたかを回答した。その結果、仮想空間内で操作位置と画面内の位置が一致しているときには、力覚情報が引っ張るであったとき、これに従って凹に見えたという反応が増加した。逆（押し返すによる凸反応の増加）は見られなかったが、これは元々視覚系は凸に見る傾向が強いためだと考えられる。これらの結果は、視覚系は触覚情報を用いて3次元構造を復元する、この影響は位置の一致性を必要とすることを示唆している。これらの知見は触覚の付与によるリアルなVRの提示（＝違和感のないVRの提示）や脳内における視覚と触覚情報統合過程のモデル化に重要な知見を与えるものである。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】3次元知覚、バーチャルリアリティ、操作

【研究題目】扁桃体ネットワークの動作機構と投射様式の同時可視化解析～嗅覚系を中心として～

【研究代表者】梶原 利一（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】梶原 利一（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

本課題では、嗅覚系における扁桃体ネットワークの機能構造を明確にする事を目的とした。扁桃体は海馬体とともに、認知症や統合失調症といった多くの精神疾患に関係する領域である。近年、嗅覚能力の異常が、これら精神疾患と関連している事が報告されるようになってきた。これには、扁桃体や海馬体のネットワークが、嗅覚系からの直接的な神経支配を強く受けている事が深く関係していると考えられる。しかし、扁桃体ネットワークが嗅覚系によって、どのような制御を受け動作しているのかは、あまりよくわかっていない。

研究計画：

モルモット単離脳標本を用いた生理実験を行うとともに、空間的に張り巡らされた神経ネットワークの動作と神経投射様式を同時に解析できる実験系の新規構築を目指した。

年度進捗状況：

単離脳標本を用いて膜電位イメージングを行った結果、10Hzの嗅索への繰り返し刺激には、扁桃体皮質を活性化させる性質がある事が判明した。解剖学的な知見を踏まえると、この刺激には、扁桃体深部の核の応答性を高める効果がある事が推測された。扁桃体皮質へは、梨状皮質を介した経路と嗅内皮質を介した経路の二種類がある事が、研究代表者らの先行研究によりわかっているが、繰り返し刺激は、これら双方の経路に影響を及ぼしていることも判明した。このような生理実験を遂行すると同時に、二波長マクロ蛍光観察が行える光学系システムの構築を試みた。当初予定した顕微鏡が導入できないことが判明し、代替機種によりシステムを構築した。次年度は、本システムを早期に完成させ、研究を進展させる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】可視化技術、齧歯類、嗅覚、記憶学習、神経可塑性

【研究題目】血液自身を潤滑液として回転浮上する長期使用可能な補助循環ポンプに関する研究開発

【研究代表者】小阪 亮（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】小阪 亮（常勤職員1名）

【研究内容】

開胸手術なしに生命維持を可能にする緊急医療では必要不可欠な、補助循環機器に使用されている補助循環ポンプは、短期使用が前提である接触式の軸受を採用している。そのため、危機的状況を脱した後の耐久性や血液適合性に課題が残っている。本課題では、血液自身を潤滑液として浮上回転する長期耐久性と血液適合性に優れた補助循環用動圧浮上遠心血液ポンプを開発する。

平成21年度は、スラスト動圧軸受として、ステップ動圧軸受を解析対象に設定し、補助循環用動圧ポンプに最適なステップ形状を求めた。まず、ステップ動圧軸受の微小隙間を数値流体（CFD）解析により解析した。CFD解析では、支配方程式として、レイノルズ方程式を用いた。CFD解析の結果、ステップ動圧軸受の発生力である流体力は、ステップ幅70%近傍で最大となることがわかった。CFD解析の結果を実証するため、軸受隙間と流体力を同時計測することが可能な流体力計測装置を開発した。評価モデルとして、ステップ幅0%、33%、66.7%のステップ動圧軸受を有するインペラを試作し、軸受性能を比較評価した。軸受性能試験を実施した結果、数値解析と同様に、ステップ0%、33.3%、66.7%の順番で流体力が大きくなることがわかった。ま

た、評価インペラを血液ポンプとして駆動させたときの浮上距離と血液適合性を評価した結果、軸受隙間はステップ0%、33.3%、66.7%の順で大きくなり、溶血成績も同じ順で、軸受隙間が大きいほど優れていることが確認された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工心臓、動圧軸受、流体力

【研究題目】 生体信号制御型義肢エージェントの開発と強化学習による動作獲得

【研究代表者】 福田 修（生産計測技術研究センター）

【研究担当者】 福田 修（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、上肢切断者などが使用する電動動力義肢とその制御システムに関して検討を行うものである。本提案の特徴は、電動動力義肢に自律的・知能的なエージェント機能を装備するとともに、生体信号を利用した人間とのインタフェース方法を確立し、両者の協調作業によるタスクの実現を目指す点である。

平成21年度は、自律機能を有する義肢エージェントの開発を実施した。この際、通信機能を有する小型のステッピングモータと小型のコントロールユニットを組み合わせることで比較的自由度の少ないシンプルな構造とした。また、実験などを円滑に進めるために、パーソナルコンピュータ上に仮想義肢制御システムを構築した。このシステムでは、操作者から計測した筋電位信号をインタフェース手段として利用し、仮想義手の制御を実施することができる。今後は以上の成果を踏まえながら、自律エージェントのプログラムを構築していくとともに、強化学習による自律動作の獲得についても検討したいと考えている。

【分野名】 計測制御・情報

【キーワード】 インタフェース、筋電、強化学習

【研究題目】 聴覚補助器による音声コミュニケーション能力を評価する尺度の開発

【研究代表者】 籠宮 隆之（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 籠宮 隆之（常勤職員0名、他1名）

【研究内容】

音声言語では、言葉の意味以外にも、話者の意図や態度、発話者が誰であるか、などの様々な情報を伝達している。例えば、「そうですか」という発話は、発話の仕方により「あいづち」「疑念」「感心」など、伝える意図を変えることができる。また、話し声を聞けば、知らない人の声でも、性別や年齢など、話者がどのような人物であるかを概ね推定できる。このような非言語・パラ言語情報は円滑な音声コミュニケーションを行うためには不可欠な情報であり、補聴器や人工内耳などの聴覚補助器を利用しているユーザにとっても、聴覚補助器に伝達してもらいたい情報である。しかし、これまで広く用

いられている聴覚補助器の評価法では、単音が正しく伝わるか、単語の聞き取りができるか、などに着目されており、上記のような非言語・パラ言語情報については着目されてこなかった。そこで、本研究では、聴覚補助器による非言語・パラ言語情報伝達性能を評価するための方法を確立することを目的とした。

本年度は、パラ言語情報および話者識別情報の伝達性能を評価法の確立にむけ、予備調査的なテストセットを用いて音声聴取実験を試行した。また、このテストセットを用いて、産総研人間福祉工学研究部門で開発している骨導超音波補聴器の性能評価を行った。その結果、1) これまで知られていなかった骨導超音波補聴器の音声伝達上の課題が明らかになった、2) 骨導超音波補聴器の性能をより分かりやすく説明することが可能となった、など、本手法により聴覚補助器を評価することにより、聴覚補助器のユーザにとって有益な情報を得られること可能性が示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 補聴器、音声知覚、心理実験、話者識別、パラ言語情報

【研究題目】 長期間の日常生活の生理計測に基づく個人適合型ストレス評価手法の開発

【研究代表者】 吉野 公三（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 吉野 公三（常勤職員1名）

【研究内容】

ストレス社会の中で、心の健康を適切に管理するためには、日常生活の中で生理信号を用いて心の状態を自動的に評価する技術の開発が必要となる。本研究では、長期間の日常生活に計測した自律神経系生理データと心理データを基にして、各個人に最適化した心拍変動を用いた気分状態評価手法を構築することを目的とする。平成21年度は、長期間（2ヶ月間）にわたる日常生活の被験者15名の心拍変動、気分変動、生活活動度（身体加速度）変動を同時に連続計測する実験を行った。被験者は心拍変動と生活活動度（身体加速度）変動を計測する携帯型装置を装着した状態で2ヶ月間通常通りの日常生活を行った。その間、睡眠時を含めてほとんど常時装置を装着した。被験者は、1時間に1回（睡眠時を除く）、その時の緊張感、不安感、幸福感、活気、疲労感、落ち込み感、怒り、混乱の8種類の気分状態を10cmのVisual Analog Scale (VAS)上に線を入れて回答した。回答結果を集計することにより、8種類の気分状態をそれぞれ数値化した。これに加えて、日常の基本活動動作（歩行、入浴、食事等）を記録した。さらに、起床時に睡眠充足度を10cmのVAS上に線を入れて回答した。睡眠充足度についても上記と同様に数値化した。これらの他に、被験者は印象的な事象（非常に嬉しかったこと、悲しかったこと、怒ったこと等）が起きれば、その内容と発生時刻をメモ帳に記入した。計測した心拍変動デー

タに対して、自律神経系活動や呼吸系活動に関連する心拍変動指標の値を算出した。次年度（平成22年度）は、これらのデータを基にして、各個人に最適化した心拍変動を用いた気分状態評価手法を構築する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 気分、心拍、日常生活、自律神経

【研究題目】 生理特性から捉える細菌群集の海洋物質循環過程における役割

【研究代表者】 山田 奈海葉（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 山田 奈海葉（常勤職員1名）

【研究内容】

海洋細菌は、非生物態有機物の利用を通して、物質循環過程の駆動に深く関わっている。海洋細菌には様々な種類が存在し、その生理特性や機能が異なるにも関わらず、多くの研究では、細菌群集をひとまとめにして、物質循環過程への関わりを調べている。逆に、海洋細菌が利用している非生物態有機物の中身についても同様ではない。本研究では、海洋細菌を含む自然海水中に、化学的性質の異なる様々なモデル基質を添加する培養実験を行い、生理特性の違いを指標とした海洋細菌のより詳細な物質循環過程への関わりを明らかにすることを目的とする。

平成20年度は、各基質を好む細菌を識別する方法と識別した細菌の分類方法について、分析手法を確立した。基質には、アミノ酸としてロイシンを、単糖としてグルコースを脂質としてオレイン酸を選定した。実験には、Kogureら(1979, *Can. J. Microbiol.*, 25, 415-420)のDirectly Viable Cell 計数法の改変法を用いる。具体的には、培養時に基質と共に細胞分裂阻害剤を添加し、基質を好んで利用したものについて、その基質を好む細菌として識別する。さらに、細菌の種類を識別する方法については、蛍光現場ハイブリダイゼーション（Catalyzed Reporter Deposition-Fluorescent in situ Hybridization; CARD-FISH）法を用いる。分類には代表的な種類である α -proteobacteria、 β -proteobacteria、 γ -proteobacteria、Cytophaga-Flavobacterer を選び、各オリゴヌクレオチドプローブを選定した。

またこの研究に加え、様々な海域において、化学的性質の異なる5種類の基質を用いて、それぞれの基質分解速度から海洋細菌の有機物分解特性について調査した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 海洋物質循環、海洋細菌、有機物

【研究題目】 海洋における真の密度測定

【研究代表者】 鶴島 修夫（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 鶴島 修夫（常勤職員1名）

【研究内容】

海水の密度測定方法についての検討を行った。測定装

置としては振動式密度計を用いる。測定装置の大きな改良は行う余地がないと思われるが、温度などの設定条件について最適なものを検討し、精度を求めた。まず、理想的な条件として、濾過・脱気を行った海水に対して、20℃で測定を行った。海水を複数のプラスチックボトルに密閉し、1ボトルにつき1回の測定を行って繰り返し精度を求めたところ、0.002kg m⁻³以下であった。本装置は、ポテンシャルとして、目的の精度を出すことが出来る性能を持っていることが確認できた。サンプリング容器について検討を進めたところ、一般的なプラスチックボトルは数ヶ月の保存では密度の上昇が見られ、水分の蒸発が起こっていることが示唆された。一方、ガラス製バイアル瓶では密度の上昇が起こらず、かつ複数本測定した場合の繰り返し精度も0.002kg m⁻³程度に保たれた。一方で、実際の海水の測定を行っていくうちに、様々な問題点も浮上した。低温での測定における機器の結露、振動管の汚れ、気泡の発生による密度変化の可能性、などである。今後、これらの問題点を整理し、解決手法を提示することを目標とする。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 海水、密度、標準化

【研究題目】 銅酸化物超伝導体の磁束量子ビットにおける量子コヒーレンスの研究

【研究代表者】 柏谷 裕美

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 柏谷 裕美（常勤職員1名）

【研究内容】

量子コンピュータは $|0\rangle$ と $|1\rangle$ の量子力学的重ね合わせ状態を情報として保持する。しかしながら、重ね合わせ状態のコヒーレンスは、外界との相互作用や外部ノイズが引き起こすデコヒーレンスのために破壊されてしまう。そのため、量子ビット中でいかに長いコヒーレンス時間を実現するかが重要な研究課題となっている。

本提案では、銅酸化物超伝導体の固有ジョセフソン接合に着目している。固有ジョセフソン接合を用いると高品質な接合作製が可能であり、巨視的量子効果が観測される温度が金属超伝導体よりも高いことなどの利点がある。また、d波超伝導性にもとづく π 接合を含んだ“静かな量子ビット”も提案されており、静かな量子ビットでは外部磁場をかけずに自発的に量子ビットが作製可能であるため、より長いコヒーレンス時間を保てるも期待される。将来的に静かな量子ビットの作製を目指すために、その前段階であるビスマス（Bi）系超伝導体の固有ジョセフソン接合の微細化を行い、銅酸化物超伝導体を用いた磁束量子ビットの実現を目指している。また、超伝導ループ構造を伴わないジョセフソン接合を使用した位相量子ビットに関しても量子コヒーレンスの測定を行うことも目的としている。

本年度は、Bi系固有ジョセフソン接合を利用した素

子作製および量子コヒーレンス測定に必要なマイクロ波印加のための測定系の構築を行った。マイクロ波回路を用いることによりマイクロ波アシスト MQT の観測に成功し、マイクロ波回路と超伝導素子が適切に結合系を構成していることが確認された。

〔研究題目〕新しい分子デバイスを目指したナノコンポジット熱起電力測定素子の開発

〔研究代表者〕 桐原 和大

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 桐原 和大 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、測定対象の分子に強電界などのストレスをかけずにその伝導性や電子構造を知る新しい分子デバイスとして、有機分子の熱起電力を測定する素子を構築する。21年度は、微小領域の熱起電力を測定するための、微細電極加工技術(電子線リソの条件など)を確立し、専用の計測用真空プローバーを自作し完成した。微細電極として熱酸化シリコン基板上にマイクロヒータ及び高温側・低温側の2つの4端子電極細線を加工した。マイクロヒータに電流を加えて、2つの4端子電極細線の間に温度差を与え、これらの細線間の起電力を測る。2つの細線間に金属ナノ粒子コンポジットを形成すれば、その領域で生じる熱起電力が測れる。熱起電力の測定のテスト及び測定精度の確認のため、2つの細線間に半導体ナノワイヤを配置して熱起電力測定を行った。数Kの温度差を与えて、高々数十 μV の熱起電力を測定する実験であるが、特に1本のナノワイヤから生じる熱起電力はノイズに埋もれてしまい計測が困難である。そこで、2 ω 法と呼ばれる交流加熱法を採用した測定の結果、ノイズに埋もれることなく高精度な絶対 Seebeck 係数(室温で $+63\mu\text{V/K}$)の測定結果を得た。この高精度な測定技術は金属粒子ナノコンポジットに架橋させた有機分子の場合にも有効であると考えられる。この成果を生かして今後、測定システムへのナノコンポジット薄膜の製膜及び有機分子の固定化を進め、熱起電力測定が可能かどうかを確認し、分子と電極の接触や結合性が及ぼす効果などについての結果を得て、知見をまとめていく予定である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノコンポジット、熱電変換、分子デバイス

〔研究題目〕超高分解能携帯型マイクロチップ電気泳動システム

〔研究代表者〕 長田 英也 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 長田 英也

〔研究内容〕

次世代の超早期診断技術の一つとして期待されるマイクロチップ電気泳動(Micro-chip electrophoresis:以下MCE)装置の小型化を目指し、分離能の高分解能化が

行える新規オンライン濃縮システムの開発を行う。

DNAについて泳動緩衝液を改良したオンライン濃縮技術を開発し、従来の緩衝液系と比較して3倍の分離能向上に成功した。しかもサンプル緩衝液にDNAを溶解するだけという簡単な操作で、1ステップでサンプル濃縮とその後の分離が行えるため、MCE操作の簡略化、解析の迅速化(既存技術と比較して1・3分程度短縮)を達成した。濃縮のメカニズムは過渡的等速電気泳動の濃縮効果であり、タウリンイオンをターミナルイオンとしてサンプル緩衝液に添加した変法である。また、単糖についても緩衝液を改良し、分離能向上と10倍検出感度が向上する結果を得た。

開発したオンライン濃縮技術は、従来のMCE装置にも適応である。高分解能化が達成されたので、分離流路の流路長短縮化(1cmまで)が可能なので、高電圧電源の小型化が容易になる。濃縮効果によって高感度化も期待されるので光学系の負担を軽減し、装置全体の小型化が可能となる。POCT用途で実用化されることが期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 電気泳動、オンライン濃縮技術、タウリンイオン

〔研究題目〕細胞培養のための微小環境を有する細胞増殖試験マイクロチップの開発

〔研究代表者〕 服部 浩二 (器官発生工学研究ラボ)

〔研究担当者〕 服部 浩二、杉浦 慎治、金森 敏幸 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

医薬品開発においては、培養細胞を用いた薬剤候補化合物の毒性試験が頻繁に実施されている。我々はこのような薬剤のスクリーニングを効率化する目的で、複数の薬剤候補化合物の細胞毒性を一斉に評価できるマイクロチップを開発している。細胞を用いた試験を実施するためのマイクロチップは国内外問わず報告されてきているが、様々な細胞をマイクロチップ上で培養するためには、各細胞に適切な足場因子と液性因子で構築された培養環境が必須である。以上の背景を踏まえ、代表者はマイクロチップ上のマイクロチャンバー内に微小な細胞培養環境を構築することを目標とし、本研究課題を開始した。本年度は、高分子マイクロパターン化技術により、マイクロチップの素材であるポリジメチルシロキサン(PDMS)上に細胞の足場として機能する細胞外マトリクス(ECM)を固定化する方法を確立した。本手法によりマイクロチャンバーに収まる直径約1mmの円形スポットからなるcollagen、fibronectin、lamininの3種のECMアレイを1枚のPDMS板上に相互汚染なく形成できた。単なるPDMS表面には接着しないCHO-K1細胞をECMマイクロアレイ上にて静置培養した結果、細胞はECMのない部分には接着しなかったが、ECM

アレイ上には接着し、増殖した。また、細胞の形態は ECM の種類によって異なっていた。以上の結果から、固定化した ECM が細胞接着・増殖に寄与したことが示された。本研究の ECM 固定化法は細胞接着・増殖が可能な足場を PDMS 上に簡便かつ安価に構築できるため、マイクロチップ上に微小な培養環境を構築するのに有効な手法である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マイクロアレイ、表面処理、培養環境

【研究題目】 nano-SQUID を用いた3次元磁気センサーの開発

【研究代表者】 松本 哲朗

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 松本 哲朗

【研究内容】

現在、超伝導量子干渉素子 (SQUID) の感度を向上させるために、素子の大きさをナノスケールまで微細化した nanoSQUID の研究が盛んに行われている。本研究は、ピット状の凹みまたは、突起を基板上に作製し、そこに3チャンネルの nanoSQUID を作り込むことで3次元磁束センサーの実現を目指している。

本研究で用いている nanoSQUID は、Nb 薄膜を微細加工した超伝導ループ及び、2つのブリッジ形状の弱結合型ジョセフソン接合から構成されている。これらの nanoSQUID は臨界電流値 (I_c) 大きくなりやすく、超伝導状態から常伝導状態へ転移した際の発熱が大きいという問題があった。この発熱は、 I - V 特性にヒステリシスが生じる原因になり、また極低温下での使用を想定した場合にも問題となる。そのために、立体構造上に3チャンネルの nanoSQUID を作製する前に、1つの nanoSQUID として動作する素子作製プロセスを確立する必要があった。本研究では、Nb 薄膜を用いた nanoSQUID 作製に際し、設定した目標値は、 $I_c \sim 20\mu\text{A}$ 、転移時における発熱量が $n\text{W}$ オーダーとした。

過去に、Nb 薄膜の上部に常伝導層を設け、熱・電氣的にシャントすることでヒステリシスが抑制されることが報告されており、本研究でも、この2層膜構造を採用し、常伝導金属は Au 又は W を用いることとした。その上で、 I_c を低減するためには接合断面積を小さくする必要があり、接合幅と Nb 膜の厚みを詰めていった。その結果、Nb/W (膜厚16nm/70nm) 2層膜を用いて、ブリッジ幅を80nm とすることで、4.2K において $I_c = 27\mu\text{A}$ 、転移時の発熱量が約 $1n\text{W}$ でヒステリシスのない I - V 特性を有する SQUID 素子が得られた。本プロセスで作製された nanoSQUID は、印加磁場中で周期的な I_c の振動を示し、SQUID として動作していることを確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 磁束センサー、超伝導量子干渉素子

(SQUID)、微細加工

【研究題目】 不均質な地質構造をもつ岩盤中でのダイク発達メカニズムの解明

【研究代表者】 下司 信夫 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 下司 信夫 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、火山体内部におけるマグマの貫入メカニズムのより高度な理解のために、ダイクの発達に対する地質構造の不均質性の影響を明らかにすることを目標とする。本研究では、三宅島火山をはじめとする侵食あるいは構造的な破壊によって火山体の内部が露出している火山において野外調査を実施し、ダイクの鉛直方向および水平方向の構造に関するデータを取得し、力学的解析と合わせてダイク発達に対する母岩構造の影響を評価する。本年度は三宅島火山の2000年カルデラ壁に露出する100以上のダイクの野外調査を行ない、ダイクの構造のデータを取得した。三宅島における野外調査では、高精度のダイク画像を取得し、その画像解析によってダイクの鉛直方向の構造、とくにダイクの厚さの変化に関するデータを解析した。ダイクの厚さと周辺の母岩の構成物質を合わせて解析した結果、ダイクの厚さは強度の大きな溶岩流や貫入岩体といった母岩中では、より強度の小さい火砕岩等の母岩に比べて有意に小さいことが明らかになった。また強度の大きな地層の厚さによってもその影響の大きさが異なることが明らかになった。また、ダイクの2次元形状と母岩の物性から、ダイク内部を満たしていたマグマの過剰圧を解析的に求める手法を開発し、三宅島のダイクに対して適用した結果、三宅島のダイクの定置時の過剰圧を推定することに成功した。さらに、ここで求めたダイクの過剰圧とダイクの形状を用いて、母岩の物性構造を仮定した有限要素法解析を行い、ダイクの厚さの変化に対する母岩物性の影響を定量的に評価した。

【分野名】 地質

【キーワード】 火山、噴火、マグマ、テクトニクス、地質構造

【研究題目】 異なる感覚モダリティ間・属性間の時間比較を可能にする脳内情報処理機構の解明

【研究代表者】 藤崎 和香 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 藤崎 和香 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は心理物理学の実験手法を用いて、物理的・生物学的な時間のずれや、誤対応、組み合わせの爆発といったさまざまな困難を乗り越えて、異なる感覚モダリティ間の時間比較を可能にしている人間の脳内情報処理機構を解明することを目的としている。研究成果から、物理的には時間がずれていても人間にはずれを感じさせない

ような、人に優しいマルチモーダルインターフェースの設計指針が得られることが期待される。平成21年度は、視聴覚、視触覚、聴触覚の感覚モダリティの組み合わせについて、同一被験者、同一実験装置を用いて、同期・非同期弁別課題を行って比較した。視覚属性として3種類（色、輝度、方位）、聴覚属性として1種類（音高）、触覚属性として1種類（左右の指への振動）を用いた。実験の結果、聴触覚の組み合わせの同期・非同期弁別の時間周波数限界が視聴覚、視触覚の組み合わせよりも高くなる（聴触覚の組み合わせでは視聴覚、視触覚の組み合わせよりも時間のずれが判りやすい）ことが明らかになった。しかし時間応答特性が特異的に高いことを除いては、聴触覚の同期知覚は視聴覚の同期知覚とよく似た特性を示すことが明らかになった。具体的には、聴触覚の組み合わせにおいても、視聴覚の組み合わせの同期知覚と同様に、トップダウンの注意による対応付ける特徴の選択が可能であることや、対応付ける刺激の属性を変えても同様の結果になるという属性普遍性が見られることが明らかになった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マルチモダリティ、同時性判断、時間情報処理

【研究題目】 顔情報処理における他人種効果：分類画像と視線解析法を用いた検討

【研究代表者】 永井 聖剛（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 永井 聖剛（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では視線解析と分類画像法とを組み合わせ、自人種顔弁別、他人種顔弁別時の視覚情報処理特性を詳細に示すことにより、他人種効果の原因を明らかにすることを目的とする。より具体的には、1) 分類画像と視線解析を同時測定し、解析する手法を確立する。2) 自人種顔、他人種顔弁別間で、視線分布に違いがみられるかを検討する。3) 自人種顔、他人種顔弁別間で、分類画像に違いがみられるかを検討する。4) 自人種顔、他人種顔弁別間で、視線分布と分類画像との関係を検討する。5) 以上から、顔情報処理における他人種効果の原因を明らかにすることを目的とする。今年度は本目的達成のための根幹となる1)のステップに十分な時間をかけた。このため本研究では従来よりも高解像度の刺激を用いて詳細な検討を行うこととし、より精密な刺激提示、並びにデータ解析に必要な実験システム（高精度色彩輝度計の導入等）を確立した。具実験で用いる顔刺激データベースについては、グラスゴー大学の Carl Gaspar 博士と協力して完成させた。その後、本実験システムを用いて、分類画像が計算可能であることを確認するための予備的な実験の実施、そしてそれらのデータ解析を行った。実験の結果、分類画像単独では他人種効果を記述することが不十分な可能性が指摘され、被験者反応一貫性分析

など他の反応指標と合わせてデータを記述する方法、複数の顔刺激対を用いて検討する方法を取る方法がよいことを示唆する結果を得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 顔情報処理、分類画像法、内部ノイズ、処理効率

【研究題目】 スピン3重項超伝導の新奇量子輸送現象

【研究代表者】 神原 浩（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 神原 浩

【研究内容】

本研究では、スピン3重項超伝導体 (Sr_2RuO_4) に微細加工を施した試料で輸送特性測定を行うことで、スピン3重項超伝導特有の内部自由度を反映した新奇な量子輸送現象の検出を目標とする。昨年度、我々は Sr_2RuO_4 -Ru 共晶系の局所輸送特性に通常のジョセフソン接合では説明のつかない異常な電流-電圧特性が現れることを見出した。この異常の起源が超伝導の内部自由度、特に軌道の自由度であるカイラリティに由来したものであるかどうかの検証実験を進めてきた。また、スピン3重項超伝導体のスピンまたは軌道の内部自由度を使うことで理論的に予言されている半整数磁束量子の検出を目指し、 Sr_2RuO_4 自身で作製した超伝導量子干渉デバイス (SQUID) で、臨界電流の磁場変調測定からその存在の検証実験を開始した。

1. Sr_2RuO_4 -Ru 共晶系における異常電流-電圧特性

試料の微細化を進めるほど、臨界電流密度が上昇していき、バルクと端が異なる臨界電流密度をもつと考えられる結果を得た。この結果から、試料の内部でカイラル p 波、端で p_x 波の状態を担うと仮定すると、異常ヒステリシスが電流駆動によるカイラルドメイン壁の移動によって生じるとするモデルで理解することができる。さらに、異常ヒステリシスのバイアス電流方向 (ab 面に平行、垂直)、外部磁場の影響についても調べた結果、(1) 電流の向きによらず、異常ヒステリシスは観測される、(2) 磁場中冷却とゼロ磁場冷却の過程の差異が異常ヒステリシスに与える影響はない、ということが分かった。これらの実験結果もふまえて、統合的に異常ヒステリシスの起源を解明することが今後の課題である。

2. 半整数磁束量子の検出実験

Sr_2RuO_4 の ab 面内に微細加工で“穴”をあけて作製した SQUID で、臨界電流の磁場変調を測定したが、磁束量子 Φ_0 単位の周期変動も観測することができなかった。これは加工した試料の質に問題があったと考えられる。今後、新しくデバイス作製を行い、再測定を行う予定である。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 異方的超伝導、スピン3重項超伝導、超伝導量子干渉デバイス (SQUID)

〔研究題目〕高精度で定量的な海水準変動を行うための
微化石データベース構築

〔研究代表者〕澤井 祐紀

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕澤井 祐紀 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

古生物学的なアプローチを用いて過去の地震に関係した地殻変動を検出するためには、現生と化石の群集の客観的な比較を行わなくてはならない。本研究は、科学研究費補助金(若手研究(B))の一環として、現生における微化石群集を調べ、客観的・定量的な地殻変動・海水準変動復元の研究に資するデータを提供することを目的としている。平成21年度は、東北日本各地の沿岸湿地において調査を行った。具体的には、北海道根室市温根沼(30地点)、北海道浜中町藻散布(5地点)、岩手県宮古市津軽石川河口干潟(22地点)、宮城県石巻市長面浦(18地点)、千葉県木更津市小櫃川河口干潟(3地点)、神奈川県三浦市江奈湾(9地点)・毘沙門湾(15地点)・小網代(12地点)において表層堆積物の採取を行った。採取した地点は、トータルステーションを用いて直近の水準点あるいは三角点との比高を計測した。採取した試料から珪藻殻を抽出し、試料中に含まれる個体を少なくとも500個体ずつ同定・計数した。計数の結果、温根沼では汽水産珪藻 *Scolioneis tumida* の分布、宮古市では *Entomoneis sp.* の分布、長面浦では *Amphora* 属や *Seminavis* 属珪藻の分布、小櫃川では *Pseudopodosira kosugii* の分布を知ることができた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海水準変動、層位・古生物学、生態、環境変動

〔研究題目〕沖縄周辺海域における最終氷期以降の
中・深層環境

〔研究代表者〕板木 拓也(地質情報研究部門)

〔研究担当者〕板木 拓也

(常勤職員1名)

〔研究内容〕

北太平洋の水深400~800m付近には、北半球高緯度を起源とした中層水(北太平洋中層水)が広く分布しており、その消長は気候変動に敏感に反応している。本研究の目的は、この水塊の南限域にあたる沖縄周辺海域から採取された海底コアの微化石(放散虫)を詳細に分析することで、この海域の中・深層環境の変遷に関する理解を得ることである。

沖縄本島東方海域から採取されたコア GH08-2004と GH08-2005について、有孔虫の摘出と放射性炭素年代の測定を計16層準で実施した。その結果、双方のコアが最終氷期以降の堆積物を連続的に記録しており、これらが高分解能の古環境研究に有望であることが明らかとなった。これらのコアに含まれている放散虫は、いずれも

亜熱帯域の表層付近に生息するものが優占していたが、僅かながら中深層などの深海域に生息する種も含まれていた。その内の一種である *Lithelius minor* の産出頻度は、最終氷期から完新世にかけての遷移期に増加する事が明らかとなった。この放散虫は、現在は北太平洋の中緯度域に多く生息し、沖縄海域では少ないことから、当時の深海環境が現在とは異なっていた事を示唆している。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕古環境、海洋循環、微化石、放散虫、年代測定

〔研究題目〕溶液ジェット法による糖薄膜の製膜と真空紫外円二色性データベースの構築

〔研究代表者〕田中 真人

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕田中 真人(常勤職員1名)

〔研究内容〕

糖・糖鎖はその重要性にも関わらず、その構造情報を得る手段は限られている。本研究課題は糖の薄膜を作製し、その真空紫外領域の円二色性スペクトルのデータベースを構築することを目的とし、将来的な糖鎖構造解析へと繋げていくことを目指している。円二色性による構造解析には広い波長範囲における測定が必須であるが、薄膜試料は溶媒の吸収・取り扱いの容易さなどから最も適した試料形態といえる。本年度は溶液ジェット法などの製膜手法を用いて、糖薄膜(試料:アラビノース)の端緒の製膜に成功した。真空中にパルスバルブで溶液を噴霧し、試料基板を回転させつつ糖薄膜を製膜した。次年度に顕微鏡観察、X線回折測定等を用いて、作製した膜の評価を行い、均一性、結晶性の確認を行う。そして、均一性が高くかつ、微結晶集合体など結晶性の低い膜を用いて、真空紫外円二色性計測を行う。また円二色性強度が比較的小さいと予測される糖試料の計測のために、光弾性変調器を用いた円二色性測定システムの高感度化を行った。産業技術総合研究所の放射光施設 Teras の真空紫外円二色性測定ビームラインにおいて、既に整備されている偏光アンジュレータ光源と組み合わせた新規円二色性測定システムの構築に成功し、計測感度を従来のアンジュレータによるものよりも約10倍以上向上させることに成功した。測定波長領域は光弾性変調器の光学材料であるフッ化カルシウムが透過可能な波長135nm程度までである。本計測装置を最大限に用いて、次年度の糖薄膜の真空紫外円二色性データベース構築を進めていく予定である。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕円二色性測定、糖、アミノ酸、真空紫外線領域、偏光可変アンジュレータ放射、キラリティ、溶液ジェット法

〔研究題目〕標識や分子マーカーの不要な電気化学

SNP 検出法の開発

【研究代表者】加藤 大（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】加藤 大、上田 晃生、小森谷 真百合
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

従来、標識や分子マーカーを必要とする DNA 中の SNPs 計測を、DNA 中の各々の核酸塩基を同時に、識別、定量可能なナノカーボン薄膜電極を利用して、電気化学的に高感度に直接検出する簡便な方法を実現することを目的とし、以下の点を明らかにした。

1. ナノカーボン薄膜-核酸塩基間の電気化学特性の把握と膜表面の最適化

ナノカーボン薄膜の全核酸塩基に対する電極活性を向上させるため、薄膜表面物性と核酸塩基の電子移動速度定数の関係性に着目し、膜表面の最適化を検討した。電気化学手法によりナノカーボン表面にその表面平坦性を保持したまま酸素官能基を導入でき、かつこれにより全核酸塩基の電子移動速度が向上することを見出した。その際、膜活性化前後の核酸塩基の速度定数を回転ディスク電極法によって算出し、ナノカーボン表面と全核酸塩基の電子移動速度定数との相関性を得ることができた。さらには、活性化によってナノカーボン電極表面への吸着を抑制でき、直接計測においても $\sim 24\text{mer}$ 程度までの DNA 鎖長であれば、安定に定量可能であることを確認した。

2. 実在遺伝子に基づく塩基配列中の SNP 部位の直接電気化学検出の予備検討

ハイブリダイゼーション法と DNA 分解酵素反応により対象領域の DNA 断片を抽出・回収する予備検討を行った。上記1で把握した安定な直接計測（ $\sim 24\text{mer}$ ）とハイブリダイゼーションの安定性の観点から、適当な DNA 断片長として $12\sim 20\text{mer}$ 程度であることを把握した。また前述の微量の酵素反応試料での電気化学計測を可能とする電気化学セルを設計し、最少 $5\mu\text{L}$ の反応溶液量で計測可能であることを確認した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ナノカーボン、DNA、一塩基多型（SNP）、電極

【研究題目】シグナル・オン型電気化学センシング法による高感度遺伝子センサ（科研費）

【研究代表者】青木 寛（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】青木 寛、北島 明子
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

従来の遺伝子検出法は、多大な時間や労力を要し定量性に欠ける問題があり、その根本的な原因はターゲット DNA の蛍光標識化が必要なことである。これらの問題を解決するため、分析対象の標識化を必要せず、さらに認識時に信号発生するシグナル・オン型の電気化学遺伝

子センサの開発を行った。

本研究で開発したプローブは、一本鎖時に柔軟な構造を有するプローブ DNA 両末端に電気化学信号発生団と信号抑制団とを取り付けた分子構造を有しており、ターゲット認識前・後において両団が内包錯体を形成・解離することで、信号が抑制・回復する仕組みを基盤とする。本年度は、信号発生団としてフェロセン、信号抑制団として β -シクロデキストリンを有する22塩基 DNA をプローブとして合成し、バルク溶液中でのターゲット認識前後によるフェロセン酸化還元信号の変化をくし形電極を用いて電気化学的に観測した。

プローブを $6.25\mu\text{M}$ 含む測定溶液では、 0.3V 付近から電流値の上昇が見られ 0.4V 付近で定常電流値に達する電流-電位曲線が得られた。一方で、プローブとターゲットとを混合し（ $6.25\mu\text{M} + 25\mu\text{M}$ ）インキュベーションを行った溶液では、 0.25V 付近から電流値の上昇が見られた。この電位シフトは 62mV であった。ここで観測された電流-電位曲線の変化から、決まった電位での電流値の増加に注目することで、シグナル・オン型のターゲット検出を可能とした。 0.3V での電流値変化は $1.3\text{nA}\rightarrow 6.9\text{nA}$ の約5倍であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】DNA、核酸塩基、遺伝子、電気化学分析

【研究題目】ディスコチック液晶相を示す光応答性蝶番分子の創製と液晶相の光制御

【研究代表者】則包 恭央（光技術研究部門）

【研究担当者】則包 恭央（常勤職員1名）

【研究内容】

高度情報化社会において、情報の伝送、処理および記録に光技術が多く用いられるが、その中で分子の配向状態を制御することによって、光の特性を操ることのできる液晶は、有用な材料として期待されている。ディスコチック相を示す液晶化合物は、一般的に円盤状の形をしており、次世代プリンタブルエレクトロニクスの基盤材料として盛んに研究されている。液晶材料に関する様々な物性は、一般的に液晶分子の配向状態に起因することから、液晶分子の配向状態を光刺激によって液晶相を自在に制御することができれば、種々の有機光スイッチング材料を提供することが可能となる。ディスコチック液晶の相転移を光で起こすことができれば、本液晶の特長を生かした種々の電子・光学材料として期待される。しかし、このようなディスコチック液晶の相転移を実現できた例はこれまでに報告されていない。そこで本研究では、ディスコチック液晶の電子的・光学的特性を光によって自在に制御することを目指し、光応答性を有する新しいディスコチック液晶化合物の探索を行った。その結果、新たに合成した大環状アゾベンゼンが、光照射により光学異方性を有する液晶相と光学的等方相を可逆的に

相転移させることが可能であることを明らかにした。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 液晶、光応答性材料、超分子化学

〔研究題目〕 アルキルフェノール類の立体選択的水素化法の開発

〔研究代表者〕 日吉 範人（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕 日吉 範人（常勤職員1名）

〔研究内容〕

アルキルフェノール類の水素化反応により得られるアルキルシクロヘキサノール類は香料原料として有用な化合物である。工業的には担持貴金属触媒と有機溶媒を使用した液相水素化法で製造されており、シス体とトランス体の二種のアルキルシクロヘキサノール異性体が得られるが、香気の点からシス体の選択率を向上させることが課題となっている。本研究では、有機溶媒の代替として超臨界二酸化炭素を溶媒として利用し、低環境負荷かつ高選択的にシス体のアルキルシクロヘキサノール類を合成するための触媒反応技術の開発を行った。

平成21年度は4-イソプロピルフェノールの選択的水素化反応を検討した。超臨界二酸化炭素溶媒中の4-イソプロピルフェノール水素化反応では、活性炭担持ロジウム触媒が高活性であった。超臨界二酸化炭素溶媒の利用により、有機溶媒使用（2-プロパノール）に比べ2倍の速度で反応を進行させることができ、反応時間の短縮や貴金属触媒使用量の削減が可能であることを示した。さらに、シス体の割合（＝シス体／（シス体＋トランス体））を、有機溶媒使用の73%から、超臨界二酸化炭素溶媒の利用により78%まで向上させた。また、超臨界二酸化炭素溶媒中では脱水酸基体の副生が抑制されることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超臨界二酸化炭素・触媒・水素化

〔研究題目〕 新しい電気磁気デバイスのための強相関ナノ界面磁性相の構築と制御

〔研究代表者〕 山田 浩之

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 山田 浩之（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究課題では、強相関電子系が多彩な電子相を示すことに着目し、「電界による巨視的磁化制御」というスピントロニクス デバイス必須の基盤技術を、強相関酸化ナノ界面で実現することを目指している。本年度は、典型的な強相関モット絶縁体である LaMnO_3 （LMO）と SrMnO_3 （SMO）からなる界面が有望な系の一つと考え、この2物質からなる人工超格子を中心に界面の基礎物性の解明と、新機能の探索を行った。LMO-SMO 超格子は、既に多くの研究例があるが、格

子整合条件に着目した基板の選択、界面の平坦性の改善を行い、高品質の試料を系統的に作製した結果、これまで広く信じられているシナリオでは全く説明できない新奇な物性を見出した。LMO-SMO 超格子全体の物性はLMO、SMO 各層の厚さに鋭敏に依存して反強磁性絶縁体-強磁性絶縁体-強磁性金属と変化し、金属と絶縁体の相境界にある超格子は、固溶体の $(\text{La,Sr})\text{MnO}_3$ には見られない、磁気リラクサー効果を伴う巨大磁気抵抗効果を示すことを明らかにした。さらに、LMO、SMO 層がともに正確に2層（8Å）の超格子において、数桁の抵抗変化を示す絶縁体-金属転移とも言うべき巨大な磁場応答を実現することに成功した。詳細な輸送特性、磁気特性の詳細な測定から、LMO-SMO 界面に位置する Mn サイトは、超格子内の他の Mn サイトとは異なる電子状態であり、界面では反強磁性絶縁性と強磁性金属という相反する二つの電子状態が激しく競合していると考えられ、LMO-SMO 界面というシンプルな系をもちいた電界による強磁性の on/off 制御の可能性を見出した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 強相関エレクトロニクス、巨大磁気抵抗、酸化物エレクトロニクス、ナノ材料

〔研究題目〕 有機色素太陽電池の高効率化を目指した機能性有機色素分子の開発研究

〔研究代表者〕 甲村 長利（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 甲村 長利、植村 由

（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

これまで色素増感太陽電池に用いる増感色素として、オリゴチオフェンにヘキシル基を導入したカルバズール系有機色素の開発を行ってきた。今回、オリゴチオフェン上のアルキル基の長さについて、ヘキシル基（C6）より短いプロピル基（C3）および長いドデシル基（C12）を持つ有機色素を新たに開発し、その光電変換特性の評価および電子寿命測定を行った。アルキル基の長短により、酸化チタン電極への色素吸着密度が大きく変化することがわかった。つまり、アルキル鎖長が短くなるにつれ酸化チタン電極上の色素吸着密度が向上し、酸化チタンに注入された電子寿命と開放電圧が向上する。逆にアルキル鎖長が長くなれば、酸化チタン電極上の色素吸着密度が低下し、電子寿命および開放電圧が低下することがわかった。したがって、色素吸着密度とアルキル鎖長をバランスよく制御し色素による酸化チタン表面の被覆率を向上させることが、光電変換特性の向上につながることを明らかにした。

電解液中のリチウムカチオンの影響により、酸化チタンからヨウ素レドックスへの電子の再結合が促進され、開放電圧が低下することがわかっている。そこで、リチウムカチオンを酸化チタン電極近傍から遠ざける目的で、オリゴチオフェン上のアルキル基に酸素原子を導入した

エーテル基を持つ新たな色素を合成し、光電変換特性を評価した。その結果は期待に反して、酸素原子のない従来の有機色素に比べると酸化チタン中の電子寿命が短いことがわかった。アルキル基上の酸素原子が逆にヨウ素レドックスを引き寄せ、電子の再結合が促進されていることが予想される。しかしながら、新規色素を用いた場合においては、酸化チタンの伝導帯端が負にシフトしていることがわかり、電子寿命は短いにもかかわらず開放電圧は従来の色素とほとんど変わらなかった。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 色素増感太陽電池、有機色素、電子寿命

【研究題目】 紫外光照射下における蛍光体酸化物薄膜の室温結晶成長

【研究代表者】 中島 智彦

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 中島 智彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

蛍光体 AVO_3 (A:K,Rb,Cs) について塗布照射法を用いた室温製膜手法の開発及びメカニズムの解明を行った。出発物質である金属溶液の選択、照射時の反応のプロセスを分光測定によって評価し、室温で結晶化に至るための製膜条件を探った。これまで有効な有機金属溶液の詳細が不明であったが、種々の溶液を調査したところ、2エチルヘキサン酸塩系溶液が非常に有効であることが明らかになってきた。紫外線照射下における反応過程も詳細に調べた。照射波長・強度・雰囲気を様々な状態に制御して照射実験を行ったところ、真空紫外線領域の波長の光を空气中 (酸素を含む雰囲気中) で照射する場合にのみ反応活性となり、結晶化が促進されることが分かった。また、これらの結晶化条件はどれか一つが欠けても結晶成長が進行しないことも明らかとなり、合わせて考察すると、真空紫外線照射下で起こる2つの効果、すなわち短波長の照射による金属-炭素結合の切断と雰囲気中の酸素が光を吸収して活性酸素とオゾンになり、その強い酸化作用により酸化物の結晶成長が格段に促進されることが分かった。また、これらの知見を生かして3元系酸化物 $Zn_3V_2O_8$ にも本手法を適用し、その結晶化を確認した。本物質は通常 AVO_3 よりも300°C以上も高温で結晶化が進行する物質であり、室温光照射のみで結晶化が確認できたのは非常に興味深い結果である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 蛍光体、照射プロセス、室温製膜

【研究題目】 シリコン表面上での原子層シリサイド半導体形成

【研究代表者】 内田 紀行

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 内田 紀行 (常勤職員0名、他1名)

【研究内容】

次世代ナノエレクトロニクスの材料として、2次元的な原子層半導体を形成する要求は高く、炭素の原子層材料であるグラフェンをナノデバイスの材料として利用する研究は精力的に展開されている。グラフェンのような非Si系の材料ではなく、Si系の材料で原子層半導体を形成することができれば、現行のSiLSIプロセスへの適応性が高く、集積化を考えると好ましい。そこで、本研究課題では、遷移金属-Siグラフェンのような、原子層シリサイド半導体を形成することを目的とする。そのために、遷移金属内包Siクラスター ($M\equiv Si_n$) を単位構造とする2次元原子層シリサイド半導体をSi表面にエピタキシャル的に形成し電子状態を調べることを目的とする。

本年度は、原子層シリサイド半導体の形成を実証するために、水素終端したSi(111)-1x1表面やSi(100)-2x1表面等のSi表面上に、 $M\equiv Si_n$ (M=Mo, W) を単位とする原子層構造を形成し、その構造や電子状態などの解析を行なった。レーザーアブレーション法を用いて、モノシランガスとM蒸気との気相反応で合成した $M\equiv Si_n$ をSi表面に堆積し、吸着・配列構造や電子状態をX線光電子分光と、透過電子顕微鏡 (TEM) 観察を用いて調べた。その結果、堆積、及び、熱処理に伴う、M結合状態や価電子帯端構造の変化や、Si基板/ $M\equiv Si_n$ 層界面でのエピタキシャル的なSi-Si結合形成が観測された。エピタキシャル層に対して、TEMの透過電子線を用いたエネルギー損失分光を行ったところ、Si基板とは明らかに異なる電子状態を持っていることが判明した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 原子層シリサイド半導体、遷移金属内包シリコンクラスター

【研究題目】 インコヒーレントヘテロダイン検出法による熱力学温度の決定

【研究代表者】 清水 祐公子 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 清水 祐公子 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の目標は安定化したレーザー光を局部発振光として、インコヒーレント光をヘテロダイン検出する方法を開発し、黒体からの熱放射を、2波長以上の波長で狭帯域で観測し、その強度比からプランクの放射公式によって、熱力学温度を決定することである。本年度は、標準黒体からのインコヒーレント光のヘテロダイン検出を行い、その信号の感度、精度および信頼度を見極め、温度決定法を評価することを計画とした。インコヒーレント光源はNaのD2線、ローカル光はYAG 1064nm線の2倍波、ローカル光パワー1mW、ビート周波数1000MHzであるため、ファイバー結合で、インコヒーレント光を1nW出力できれば、ビートパワーは-72dBmとなり、検出系のノイズレベルからみて、検出可能である。インコヒーレント光源として、スペクトルランプを

用い、ヘテロダイナミクス検出を試み、光スペアナにより、Na:D2線および、レーザー線のスペクトルを観測した。ファイバーへの結合を行った結果、大面積光源のエネルギーを小面積のファイバーに導入すると、Etendueの法則で、広がり角が大きくなり、ファイバーからもれ出るパワーが大きくなる。光源のスペクトルを観測したところ、D2線589.158nmより短波長側588.8nm付近にD2線より強い同定できない線があり、ファイバーに入ったパワーが未同定線である可能性を確認した。上記2要素を鑑みてインコヒーレント光源の検討を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】温度計測、インコヒーレントヘテロダイナミクス、黒体

【研究題目】液体中の分子を右へ左へ自在に動かす技術～ソーラー・マスドライバーの開発

【研究代表者】山本 泰之（計測標準研究部門）

【研究担当者】山本 泰之（常勤職員1名）

【研究内容】

液体中の溶質分子を非接触にマニピュレーションする技術として、ソーラー効果とレーザー加熱を組み合わせた“ソーラー・マスドライバー”を実現するため、研究開発を行った。

研究の当初は、数値計算による溶質分子の輸送効果の検討を進めた。その中で、溶媒の拡散係数が小さくなる場合に、特に強い効果が得られることが明らかとなった。そこで、電気泳動用ゲルのような媒体にタンパク質を分散させ、ソーラー効果を用いて移動させることで1分子レベルでの分子輸送が実現できるのではないかと着想するにいたった。これを実現するため、装置開発を行った。1分子レベルのタンパク質の実験を可能にするため、高感度カメラの選定を進め、干渉計に変わる蛍光顕微鏡システムの構築を行った。2次元的な移動を可能にするため、当初は空間位相変調器の導入を想定していたが、新考案の特殊レンズを用いることで加熱パターンを発生でき、より高効率であることが判明したため、そのように改善することにした。以上のような装置開発により、タンパク質を1分子レベルで移動させる実験の準備が大方整った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】マイクロマシン、タンパク質、マニピュレーション、1分子

【研究題目】界面スピントロニクス分析技術の開発と界面強磁性の直接解析

【研究代表者】甲野藤 真

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】甲野藤 真（常勤職員1名）

【研究内容】

スピントロニクスなど先端機能素子では、素子機能のもとな

る界面現象の発現領域は材料薄膜の接合面からわずかに数ナノメートル程度と予想されており、接合作製技術・分析技術ともにナノメートルスケールの精度が必要となる。本研究では、ナノスケールの空間分解能を備えたスピントロニクス計測技術であるスピントロニクス走査電子顕微鏡（SEM）と原子レベルで制御されたヘテロ接合を作製可能なパルスレーザー堆積法（PLD）を複合化し、界面のスピントロニクス機能を直接かつ定量的に評価可能な高機能界面分析技術を確立する。本年度は主に実験装置の製作および立ち上げ作業を実施した。まず、超高分解能スピントロニクス SEM装置と PLD装置を接続し、両者の機能統合を図った。スピントロニクス検出感度を確保するためには、雰囲気から試料への吸着汚染を十分に低減させる必要があることから、排気能力の改善や脱ガス機構の改良など真空性能の強化を行うことにより、試料作製・搬送・分析の全プロセスを高潔環境下で実施することが可能な装置を開発した。また、理想的な2次元薄膜成長を実現するため、成膜用レーザー制御機構や成膜時構造評価装置などを整備した。製作した装置を用い、原子層単位で制御された理想ヘテロ接合を形成するための予備的実験を開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】表面・界面、スピントロニクス、顕微鏡

【研究題目】伸縮性と弾性を持つ高導電エラストマーナノコンポジット材料の開発

【研究代表者】Li Yongjin

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】Li Yongjin（常勤職員1名、他0名）

【研究内容】

高導電性を有する柔軟かつ伸縮自在な材料は、伸縮性のある電子回路に利用できるもので非常に注目されている。カーボンナノチューブ（CNT）は大きなアスペクト比によりナノスケールの直径でチューブの軸（長さ）方向に高い導電性を有するため、理想的な導電性フィラーと考えられている。ポリマー/CNTナノコンポジット系の極めて低い閾値（CNT添加量）は従来の導電性フィラー高濃度充填系材料と同等の電気伝導度を実現するだけでなく、マトリクスポリマー自体の力学性能、透明性、成形性等の性質をそのまま維持させることができる。伸縮性を付与するためにマトリクスポリマーとしてはエラストマーを選び、かつエラストマーの伸縮性は極少量のフィラー添加でしか維持されないため、伸縮自在な導電性ナノコンポジット創製において用いる分散用フィラーとしてはCNTが最良だと考えられる。

H21年度においては、優れた伸縮性を有し、かつ高導電性のナノコンポジット材料の開発を目指し、熱可塑性エラストマーである、SEBSと多層CNT（MWCNT）とを高せん断成形加工装置（HSE3000mini）を用いて溶融混練した。特に、この実験では高せん断装置のスクリーニング回転数がSEBS中のCNT分散に与える効果を検

討した。さらには、CNT 添加量を変えて作製したナノコンポジットの導電性-伸長性-柔軟性の相関を検討した。

この結果、SEBS マトリクス中の MWCNT は、1000rpm のスクリュウ回転数で高せん断混練した場合には均一に分散していたが、300rpm 以下の低せん断混練の条件では MWCNT が凝集して大きな塊になっていることが分かった。均一分散している MWCNT は添加量が2.5wt%を超えるとネットワークを形成し、さらに添加すると絡み合いが増すことが分かった。しかも、マトリクスポリマーと CNT 表面との界面間で強い接着性があることが分かった。このようにして MWCNT の添加量2.5wt%以上のところで、伸長性（600%以上に伸びる）があり、柔らかい（200%ひずみからの回復ひずみが60%以下）、かつ導電性のナノコンポジットを創製することができた。また MWCNT の添加量が15wt%のときは、50%までの一軸伸長下でも、その電気伝導度が変わらないという優れた性質を示した。50%以上伸長させてしまうと MWCNT のネットワークが断裂してしまうため電気伝導度も柔軟性も低下してしまうことが分かった。

加えて、この系における MWCNT の優れた分散性がマトリクスポリマーである共重合体の相分離挙動にも大きな影響をもたらすことが分かった。即ち、このナノコンポジット系では SEBS の局所的な相分離が抑えられ、MWCNT のネットワークが相分離したグレインの形成を阻止するため、SEBS 単体よりも低い温度で秩序-無秩序転移が観測された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造分野

【キーワード】 カーボンナノチューブ、ナノコンポジット、エラストマー

【研究題目】 パラジウム代替触媒を用いた調光ミラーの開発と光学スイッチング特性評価

【研究代表者】 田嶋 一樹

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 田嶋 一樹 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は新規窓材として優れた省エネルギー効果を期待できる調光ミラーガラスの技術開発に関して実施した。

当該ガラスはマグネシウム系合金薄膜を用いた調光ミラー層中に水素イオンを出し入れすることにより、金属(鏡)状態⇔半導体(透明)状態の変化が生じる。この鏡⇔透明の変化(スイッチング)を利用した窓材用途においては、スイッチングにより太陽光の透過量を任意に制御することができ、特に夏季においては室内への日射からの熱の流入を抑えることができるために冷房負荷軽減が期待できる。

しかしながら、現状構造では触媒層としてパラジウム薄膜(厚さ4nm)を用いており、実用化および普及の

ためには高価で資源として乏しいパラジウムを削減・使用しない技術開発が必要である。そこで本年度は調光ミラーガラス用パラジウム触媒の使用量削減に主眼を置き、材料、組成、成膜条件の探索を行った。

まず、触媒層と調光特性の関連性について調査しパラジウム薄膜(厚さ1nm)程度でも駆動する条件を見出したが、その耐久性(繰り返し回数)は低かった。そこで単純に膜厚の削減による使用量削減ではなく、第二元素添加による使用量削減に着目した。パラジウム触媒に銀を添加することで、その使用量を抑えた当該ガラスを作製した。触媒層膜厚は4nmに固定した。様々な成膜条件ならびに諸特性の検討結果から、銀添加によりパラジウムの使用量の削減を行っても同程度の繰り返し耐久性を有し、かつ、パラジウムのみを用いた当該ガラスよりも速いスイッチング速度を有する触媒層の成膜条件を見出した。

次年度は非パラジウム系の様々な合金系薄膜の適用を鑑み、最適な調光性能を発現させ得る材料、組成、成膜条件の探索を行う予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 薄膜、スパッタリング、調光ミラー、触媒、希少金属代替・省使用化

【研究題目】 チタン系酸窒化物を用いた新規熱電変換材料の開発

【研究代表者】 三上 祐史

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三上 祐史 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、チタン系酸窒化物 TiO_xN_y の高い不定比性を利用して、ゼーベック効果が高い絶縁性の TiO_2 から、金属並みに導電性の高い TiN まで電気的特性を制御することによって、Ti系セラミックス材料において熱電性能を最大化するための材料設計指針を明らかにする。

本年度は主にチタン系酸窒化物 TiO_xN_y の単相試料の作製方法について検討を行った。その作製方法として、まず TiO_2 と TiN を出発原料とする固相反応による焼結を試みた。その結果、出発原料としてナノサイズの TiO_2 粉末と TiN 粉末を用いて、遊星型ボールミルにより湿式混合を行うことにより、組成の均質化が可能であることが分かった。ただし、メカニカルアロイニング効果などによる物理的な混合効果により TiO_xN_y 相を生成することは困難であることが分かった。一方、高温下での固相反応により出発原料として用いた TiO_2 と TiN を反応させ、 TiO_xN_y 相を生成させることに成功した。固相反応には大気中の酸素との反応による酸化を防ぐために真空雰囲気下が適していることが分かった。その際に、真空中での焼結においては酸素の脱離が認められたが、窒素成分については目的組成と同等の組成が焼結後も保

たれることが分かった。また、黒鉛型を用いた加圧下での焼結により、相対密度90%以上の緻密な焼結体が得られることが分かった。

作製した焼結体は、TiO₂に比べて高い導電性を示し、大きな負のゼーベック係数を示した。また、熱伝導率はルチル型の TiO₂に比べて大幅に低い値を示した。この結果、TiO₂や TiN に比べて飛躍的に高い熱電性能を示すことが分かった。さらに O と N の組成比を制御し、物性との関係をより詳細に検討することにより、熱電性能を最適化することが可能であると考えられる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 熱電変換材料、セラミックス、酸化チタン

【研究題目】 コロナ帯電を用いた超低光損失機能素子の開発

【研究代表者】 酒井 大輔 (光技術研究部門)

【研究担当者】 酒井 大輔 (他1名)

【研究内容】

本研究では申請者が独自に発見した新規現象を応用し、コロナ帯電を用いたガラス内部の屈折率制御方法の確立と超低光損失機能素子(光の反射、散乱、吸収に伴うロスを極限的に抑制する機能性ガラス)の実現を目的としている。具体的には、テンプレートとなる誘電体フィルムをコートしたガラスにコロナ帯電を施すことにより、ガラス内部にナノ～サブミクロン周期の屈折率分布を付与することを想定している。H21年度は屈折率変化量の測定から着手したが、誘起されている屈折率変化量が10⁻⁴以下(対初期値0.007%以下の変調度)と予想を下回る微弱な変化であることが判明した。そこで、ガラスの材質に着目した比較実験を行い、アルカリ金属イオン含有濃度と誘起屈折率変化量の間に正の相関関係を見いだした。現時点ではまだ10⁻⁴以上の屈折率変化が達成されていないが、引き続き材料選定とプロセス開発を進め、次年度には10⁻⁴以上の達成を目指す。さらに、異なる pH 溶液にガラス基板浸漬する方法により表面近傍のイオン濃度を制御する検討も行った。プロセスの最適化に関しては、コロナ帯電の再現性や安定性向上のための装置改良と条件出しを行い、光散乱ノイズを低減した回折構造の転写に成功した。さらに、従前使用して来たアゾベンゼンポリマーのみならず、ポリスチレン微粒子の自己組織化単層膜などもテンプレートとして有効であることを実証した。この結果は、テンプレート材料の汎用化や現象の応用にあたって非常に意義深い。さらに、転写構造の熱消去、あるいは、加熱とコロナ帯電処理の組み合わせによる消去などの実験を行い、現象のメカニズム解明に資する知見を得た。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光損失低減、表面加工技術、ガラス、コロナ帯電処理

【研究題目】 水蒸気を水素・酸素源とした重質油の脱硫技術の開発

【研究代表者】 麓 恵里 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 麓 恵里 (常勤職員1名)

【研究内容】

原油精製過程で副生する残油などの重質油の有効利用技術開発が求められている。重質油は多量の硫黄を含むため、重質油を分解して軽質油へ転換する際には、硫黄の除去(脱硫)が必要である。一般に水素化脱硫が行われているが、水素は高価である。そこで本研究では、安価な水蒸気を水素・酸素源として重質油の脱硫試験を行う。本年度は、水蒸気由来の水素と酸素が生成物へ組み込まれる反応経路について検討した。安価な酸化鉄系触媒を充填した固定層型流通式反応器に常圧残油を供給し、窒素気流中と水蒸気雰囲気下での結果を比較した。どちらの条件でも酸化鉄系触媒によって重質油が分解され、ガソリン、灯油、軽油等の軽質油と、軽質炭化水素ガス及び二酸化炭素が生成した。窒素気流中と比較して水蒸気雰囲気下では軽質炭化水素ガス中のアルケンの割合が少なかった。本反応ではまず、酸化鉄の格子酸素と重質油が反応して軽質化する。水蒸気雰囲気下では、酸化鉄の格子酸素を介して水蒸気から活性酸素種が生成し、さらに重質油と反応する。酸化鉄の格子酸素や水蒸気からの活性酸素種は、主に二酸化炭素として生成し、重質油の酸化分解により軽質化が進行する。水蒸気からの活性酸素種の生成と同時に、水蒸気から活性水素種が生成する。この活性水素種が軽質炭化水素へ組み込まれ、アルケンの生成が抑制されたと考えられる。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 重質油、脱硫、水蒸気、酸化鉄触媒

【研究題目】 生細胞におけるホスホリパーゼDの活性可視化と一分子計測による運動制御機構の解明

【研究代表者】 長崎 晃

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 長崎 晃

(常勤職員1名)

【研究内容】

細胞が継続的に運動を行うには様々なセルイベント(極性の維持、細胞-細胞間・細胞-基質間接着の制御、細胞骨格の再編成、細胞内小胞輸送等)が高度に制御される必要がある。しかし、運動中における細胞内における各セルイベントがどのように統括制御されているかはいまだ明らかになっていない。

我々は細胞性粘菌の高運動能変異株から細胞運動に関与する遺伝子のスクリーニングを行ったところ、ホスホリパーゼ D (PLD) を含む22の遺伝子を同定した。RNA 干渉実験や阻害剤添加実験により哺乳類細胞にお

いても PLD 活性が細胞運動に必須であることを明らかにした。また、PLD により産生されるホスファチジン酸は様々なセルイベントに関与していることが知られており、運動中における各素過程を統括している因子が PLD である可能性が考えられる。PLD の運動中における細胞内局在は仮足伸長部であるが、PLD のような酵素活性を有するタンパク質はその細胞内分布より活性化状態の分布や基質である細胞膜との相互作用こそが、PLD の細胞運動への関与を明らかにする上で重要である。

そこで、本申請研究では運動中における生細胞の PLD 活性の可視化と全反射顕微鏡による動態計測を試みる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞運動、ホスホリパーゼ D、ガン転移

【研究題目】 ホヤ幼生末梢神経の誘導メカニズム

【研究代表者】 大塚 幸雄（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 大塚 幸雄（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

ホヤ初期発生過程における nodal シグナル伝達経路を解析し、ホヤ幼生末梢神経の誘導メカニズムを明らかにする。

研究計画：

Chordin、snail、Pax3/7 はホヤ幼生末梢神経の前駆細胞に発現する nodal 標的因子である。これら3遺伝子の発現制御領域を単離・解析することで、ホヤ幼生末梢神経の誘導に関わる転写因子・シグナル因子を同定する。また、単離した Chordin、snail、Pax3/7 の遺伝子発現制御領域をもとに、ホヤ幼生末梢神経に外来遺伝子を発現させるためのツール開発を行う。

年度進捗状況：

Chordin、snail、Pax3/7 遺伝子の転写開始点近傍約 5kb のゲノム配列をユウレイボヤ近縁2種間で比較したところ非翻訳領域内に複数の保存領域が存在した。それらの保存領域内に転写調節配列が存在すると推定されることから、保存領域を PCR 法によりカタユウレイボヤゲノムから単離し、LacZ を含む解析用ベクターに組み込んだ。それらのコンストラクトをエレクトロポレーション法によりカタユウレイボヤ卵に導入し、囊胚期及び尾芽胚期における LacZ の発現を調べた。その結果、3 遺伝子ともに 5' 上流の保存領域（約 300bp）に転写調節配列があることが判明した。また、ci-Pax3/7 についてはさらに 1st インtron にも転写調節配列があることを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経誘導、シグナル伝達、転写制御

【研究題目】 バイアル抽出法の開発及び微量分析への応用

【研究代表者】 川口 研（計測標準研究部門）

【研究担当者】 川口 研（常勤職員1名）

【研究内容】

新規前処理法であるバイアル抽出法のデバイスの開発を行った。本年度は、バイアルにコーティングする抽出剤（ポリジメチルシロキサン:PDMS）の膜厚及び抽出デバイスの形状の最適化を検討した。

バイアルにコーティングされる抽出媒体の膜厚が抽出効率に影響を与えるため、最適化を検討した。50~500 μm の膜厚を検討した結果、膜厚を増加させると、回収率も増加する傾向が見られた。この結果は、抽出媒体の量が増加され、高い回収率が得られると推察された。一方、膜厚を増加させると、平衡化までの時間（抽出時間）が増大する傾向も観察された。この結果は、膜厚が増加すると、分析対象物質がポリマーの内部まで移行するのに、相応の時間を要することが考えられた。これらの結果から、高感度な測定を目指す場合、高い回収率が得られるように多量の抽出媒体を用いることが望ましい。また、前処理時間を短くし、ハイスループットな測定を目指す場合には、100 μm 以下の膜厚が好ましいことがわかった。

バイアル抽出デバイスの形状を検討した結果、抽出媒体と試料の接触面積が大きいものが、短時間で高い回収率を示した。また、内部が逆円錐状のバイアルの内面をコーティングすることで、HPLC 用のオートサンプラーでの自動分析も可能であった。

以上の結果から、抽出媒体は、多量の抽出媒体を用いて、試料との接触面積が広い形状の抽出デバイスが最適であることが確認された。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 バイアル抽出法、分析技術、試料前処理、抽出デバイス、高感度分析

【研究題目】 石灰質微化石の微小領域安定同位体研究：新しい環境変動シグナルの検出を目指して

【研究代表者】 石村 豊徳（地質情報研究部門）

【研究担当者】 石村 豊徳（派遣職員1名）

【研究内容】

本研究の目的は、微小領域の炭酸塩安定同位体分析を活用して、新たな研究対象を用いた研究を積極的に推進すると同時に、新規環境評価指標構築に向けた応用研究を推進することである。

本年度は、これまで分析することができなかった微細な有孔虫殻の酸素・炭素安定同位体比を個体毎に測定し、この炭素酸素安定同位体組成に炭酸塩重量の要素を加えた3要素を用いて殻成長過程の同位体組成の変化を解明する試みを開始している。これまで成長段階による同位

体組成の変化を明確に調べるためには、殻の成長部位を物理的に分離して分析する方法が一般的であった。しかし、本研究では分析毎に炭酸塩重量を高感度で定量できる特性を活用し、ある時期に形成された殻の同位体組成のみを推定することができるようになった。この研究手法は従来法に比べて、環境指標として信頼度の高い分析結果を得ることができることがわかってきている。

【分野名】地質

【キーワード】酸素炭素安定同位体比、有孔虫、環境指標、炭酸塩、CO₂

【研究題目】視覚 ID タグと物体操作知識を活用したロボット作業環境の知能化

【研究代表者】田中 秀幸 (知能システム研究部門)

【研究担当者】田中 秀幸 (他1名)

【研究内容】

本課題は、サービスロボットの自律動作を支援する「環境知能化」の技術において、とくに「ロボットによる物体操作」の支援を重視し、そのための汎用的かつ実用的な環境整備とロボット制御技術を研究するものである。昨年度は、ロボットに認識しやすい視覚マーカと扱いやすい物理的インタフェースによって環境を構造化し、各物体に合わせた作業知識（構造化情報）を利用することで日常生活動作を行う生活支援ロボットシステムを構築した。今年度は、こうした環境構造化の枠組みの拡張に取り組み、二つの成果を挙げた。一つは、ロボットアームにより飲み物カップを把持し、それを車椅子ユーザの口元に運ぶ福祉用ロボットアームシステムの開発である。ここでは、小型のハンドカメラによりユーザの顔を確実に認識し、ビジュアルフィードバックによって自動で飲み物を口元に運ぶ生活支援アームシステムを実現した。これにより、人間の顔のような非構造化対象についても本枠組みを適用可能であることを示した。もう一つは、環境情報を活用した屋外移動ロボットのナビゲーションである。ここでは、鉛直上向きの魚眼レンズ付きカメラによって上空画像を経路に沿って記録し、その画像列を再現するように制御することで、教示した経路を自律で追従走行する移動ロボットシステムを開発した。これは上空画像に位置情報を付加することで屋外環境の情報を構造化し、それを活用して自己位置推定を行うシステムである。これにより、本枠組みを非構造化対象および移動ロボットのナビゲーションに対しても拡張して適用可能であることを実証した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】サービスロボット、環境知能化、環境構造化

【研究題目】単一電子回路網形成へ向けてのカーボンナノチューブ単電子トランジスタの開発

【研究代表者】森 貴洋

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】森 貴洋 (常勤職員0名、他1名)

【研究内容】

本研究課題では、多数の SET を同時に構築できる手法を用いた高温動作可能なカーボンナノチューブ (CNT) を用いた単電子トランジスタ (SET) の開発を目的とした。CNT は直径約1nm という極めて微細な構造を持つため、デバイスサイズも温度特性向上のために重要な要素となる SET においては極めて有利な材料となる。

この目的を達成するためには、電子を量子ドット中に閉じ込めるためのバリアの形成方法が鍵となる。本研究課題では、イオンビーム変質法によるバリア形成手法を開発した。この手法は複数の CNT に対して同時にイオンビームを照射できるため、多数の SET を同時に形成することができる。これまでも CNT の変質にイオンビームを利用する方法は報告されていたが、本研究課題ではこれを低エネルギー化することによってデバイスプロセスに利用可能であることを示した。

この手法によって量子ドット長約25nm の CNT-SET を試作した結果、その動作に成功し、最高動作温度160K を達成した。最も簡便な CNT-SET の作製手法を用いた場合動作温度は20~30K 程度に留まるため、この結果は本研究課題で開発された手法によって動作温度向上が可能であることを示している。動作温度が向上した要因としては、バリア容量が0.53aF と極めて小さく、高温動作に適した低容量のバリアが形成できていることが挙げられる。その結果として、温度特性を決定する重要なパラメータである帯電エネルギーを十分に確保でき (実測値約80meV)、動作温度が向上したと考えられる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】カーボンナノチューブ、単電子トランジスタ

【研究題目】安全に配慮された電動車いす

【研究代表者】佐藤 雄隆 (情報技術研究部門)

【研究担当者】佐藤 雄隆、坂上 勝彦 (情報技術研究部門)、松本 治、本間 敬子 (知能システム研究部門) (常勤職員4名)

【研究内容】

本研究は、社会的な問題となっている電動車いすの安全をテーマとし、技術開発の立場から解決策を提案しようとするものである。電動車いすは、障害者の自立移動を促進する有効な福祉機器であると同時に、事故などによる危険を伴う機器でもある。本研究では、操作者に起因する危険性を軽減する技術や機械側が安全性の多くを担うことで自立移動の可能性を広げる技術を確立することを目指して、情報技術研究部門、知能システム研究部門、国立障害者リハビリテーションセンター研究所、アイシン精機株式会社が密接に連携し、電動車いすの安全

に関わる以下の機能を開発した。情報技術研究部門は、全方向ステレオカメラによって電動車いす周囲を全方向同時にセンシングし、衝突などの危険がある場合には自動的にブレーキ制御することによって、例え人混みの中であっても、人と衝突せずに走行することを可能にする機能の開発を行い、システム全体を取りまとめた。知能システム研究部門は傾斜路や段差等を安定に走破する技術、国立障害者リハビリテーションセンター研究所は、ユーザによる開発した機器の評価、アイシン精機は電動車いすの本体設計および各動作部の設計・試験をそれぞれ担当した。開発した各機能を実装した試作機を製作し、実際のユーザを交えた実証実験を行い、本研究の有用性を定量的に実証すると同時に、アンケート調査においても、本研究で開発した技術がユーザの安全安心向上に寄与することが示唆された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】インテリジェント電動車いす、画像センシング、高齢者や障害者の支援技術

【研究題目】視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発

【研究代表者】手嶋 吉法

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】手嶋 吉法、池上 祐司(産業技術総合研究所、理化学研究所)、渡辺 泰成(産業技術総合研究所、帝京平成大学)、大内 進(国立特別支援教育総合研究所)、金子 健(国立特別支援教育総合研究所)、藤芳 衛(大学入試センター)、山澤 建二(理化学研究所)、(常勤職員1名、他6名)

【研究内容】

2009年度は本研究課題の最終年度であり、研究開発と並行して、研究成果の発信にも時間を割いた。

《立体模型の研究開発》今年度新規に開発した立体模型を挙げる。数学曲面として、リングトーラス、ホーントーラス、スピンドルトーラス、水平円の鉛直円運動の軌跡(オリジナル数学曲面)およびそれらの分割模型。木製(板材の貼り合せ)の準正多面体16種類。地球儀の陸と海を区別しやすくし、エベレスト山やマリアナ海溝を局所的に切り出した部分拡大模型の作成。結晶学の対称性を理解する為の2次元教材。切頂8面体、菱形12面体の集合による空間充填結晶構造。また、これらの立体模型に対する認識実験を全盲の高校生を被験者としておこなった。

《立体の2次元表現に関する研究開発》3次元形状を2次元上に表現する方法(投影図)は各種あるが、視覚障害者がそれらを理解する上での困難が指摘されている為、2次元表現の活用可能性を研究した。視覚障害者が自分で各種投影図を生成できるソフトを開発した。2次

元表現(各種投影図および展開図)を視覚障害者が理解する上で難易の差を解析した。全盲の高校生を被験者としてこれらを解明する為の認識実験をおこなった。

《研究成果の発信》2008年度におこなった海外視察の報告を月刊誌「視覚障害—その研究と情報—」に公表した。4月号～8月号に連載された。・米国の団体AHEADが主催する会議においてポスターセッションの1つを主催し、研究成果を世界の研究者・教育者に発信した。9件のポスター発表と合わせて模型の展示をおこない、多くの聴衆と直接の意見交換を密に行なうことが出来た。・本研究課題の4年間の成果を国際的に発表する場として、国際会議ICCHPを選定し、査読付論文として5編が採択された。2010年7月にウィーンにて発表を行なう。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】立体模型、視覚障害、触覚、触認知、触覚学習、触覚教材、立体認識、投影図、数学曲面、多面体、科学模型、ユニバーサル・デザイン、共用模型

【研究題目】硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物からの硫化物の溶出抑制機構

【研究代表者】左山 幹雄(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】左山 幹雄

【研究内容】

富栄養化が進行し底層水の貧酸素化が進行している東京湾の堆積物表層には、細胞内に硝酸態窒素を高濃度に蓄積する硫黄酸化細菌(NA-SOB)が、広範囲にわたり高密度に生息している。本研究では、NA-SOBによる堆積物からの溶存硫化物($\Sigma\text{H}_2\text{S}$)の溶出抑制機構を定量的に解明することを目的として、青潮が頻発している東京湾を対象海域として、現場調査及び培養実験系によりNA-SOB、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ 及び鉄(Fe)の動態を解析し、NA-SOBを組み込んだ物質代謝数理モデルを開発する。平成21年度は、平成20年度に引き続き、培養実験系を用いて $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ 、 NO_3^- 、及び O_2 の動態に係る水-堆積物間のフラックス、濃度プロファイル、硫酸還元反応等の代謝速度、及びFeの形態別濃度プロファイル等を測定し、mass balance等からNA-SOB(細胞内に NO_3^- を高濃度に蓄積するイオウ酸化細菌)による $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の酸化過程を解析した。またNA-SOBが、Fe循環に影響を与えることにより間接的に $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の酸化を促進している可能性についても検討を行った。その結果、堆積物からの $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の溶出抑制機構として、Fe及びNA-SOB以外に、これまで全く未知の生物電気化学的過程が重要な役割を果たしていることが明らかとなった。そして平成19～20年度に行った東京湾湾央部における現場調査結果について解析を行い、東京湾湾央部においてもこの生物電気化学的過程による $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の酸化が堆積物からの $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の溶出抑制機構として重要な役割を果たしている

時季があることを明らかにした。 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の酸化に限らず、堆積物中の生物地球化学的物質循環過程の大部分は酸化還元反応であるので、細胞外電子伝達系を通じた微生物間の電子伝達が堆積物中の微生物群集による生物地球化学的物質循環過程において重要な機能を担っている可能性は極めて高いと考えられる。NA-SOB による堆積物からの $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の溶出抑制機構においても、NA-SOB と細胞外電子伝達系との相互作用が関与している可能性が考えられるが、その詳細については今後の研究課題である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 イオウ酸化細菌、硫化物、硝酸態窒素

〔研究題目〕 細胞内ネットワークモデルと分子計測データとの整合性評価法の開発

〔研究代表者〕 堀本 勝久

(生命情報工学研究センター)

〔研究担当者〕 堀本 勝久、富永 大介、油谷 幸代

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

既知ネットワーク構造についてデータがどの程度整合性を示すかを推定する2つの手法、統計アプローチと記号-数値計算アプローチ、の手法を実応用に向け改良した。これらアプローチにより、特定の条件下で計測されたデータと複数のネットワーク構造との整合性を推定することで、有意な整合性を示すネットワーク構造、すなわち条件に応じた活性化ネットワーク群の推定により、ネットワーク構造変化が追跡できる。

統計アプローチは、参照する制御ネットワークに関して知データを用いて整備すると共に、ChIP-seq データ等の転写因子結合情報に関する実験データから参照制御ネットワークを導出するシステムを開発した。これにより、実験計測データの入力のみから活性化ネットワーク群の出力が可能になり、利便性を向上した。記号-数値計算アプローチについては、微分方程式系をラプラス変換による代数方程式系へ変換するアプローチを採用で問題である、ラプラス空間の極の存在のため数値計測データとの照応に際して極めて不安定であり、また定式化において仮定が必要という点に関し改良した。代数算法の一つである Differential Elimination を利用して、微分方程式系と同等の方程式系を導出し、この系を評価関数の束縛条件の一つとして採用する方法を考案した。

2つの異なるアプローチによる既知整合性の評価法についてプロトタイプを完成させることができた。今後多方面への適用により、さらに改良を方法の重ねていくと共に利便性向上のためソフトウェア化が必要である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ネットワーク、環境応答、グラフィカル・モデル、記号計算、国際研究者交流

〔研究題目〕 インテグロン・ジーンカセットメタゲノム解析の基盤整備とその有効性評価

〔研究代表者〕 丸山 明彦 (生物機能工学研究部門)

〔研究担当者〕 エルセイド ホサム、久留主 泰朗、吉岡 秀吉、布施 博之、丸山 明彦、(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

微生物が保有するインテグロン・ジーンカセット (IGC) 部位に着目し、多種多様な微生物が混在する環境微生物試料を対象とした効率的な機能遺伝子探索手法 (IGC メタゲノム解析手法) として確立するための基盤整備を行う。これまで全く未解明な極限環境試料や汚染環境試料等を対象とし、この IGC システムの普遍性や特徴、見出された機能遺伝子の特徴や生息環境との関連性、発現産物の特徴や有用性等の解明を通し、本手法の有効性や得られた結果の科学的意義、応用の可能性等について評価することを目的としている。本年度は、複数の石油・重金属汚染沿岸環境微生物 DNA 試料の IGC 解析結果を比較するとともに、未だ報告例のないメタンハイドレート海域試料の解析を進めた。前者については、見出されたインテグレース (Int) の多様性とその宿主と見なされる環境微生物の 16S rRNA 遺伝子の多様性とを相互に比較し、Int の多様性が宿主微生物のそれよりかなり大きいことを見出した。独自に開発した PCR 条件は従来法より有効であり、当該システムの構成要素である attI、Pc、attC 等についても新しい特徴の発見をもたらした。得られた GC 中で最も発現可能性の高い第 1 遺伝子 ORF 解析では、海底堆積物試料ではじめて抗生物質プレオマイシン耐性遺伝子類縁遺伝子を見出すとともに、デハログネースやトランスポゼース等に類縁の遺伝子を多数見出した。後者のメタンハイドレート層由来掘削コア試料については、メタン代謝酵素遺伝子の多様性や現存量についてのデータと代謝活性データ等とを比較し、対象海域の特徴を明らかにした。さらに IGC 解析を進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 微生物、遺伝子、メタゲノム、機能、特殊環境

〔研究題目〕 不均質なベタバイト級時空間センサーデータ統合利用基盤

〔研究代表者〕 小島 功 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 小島 功、的野 晃整、Stenven Lynden (常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

本研究は産総研を代表として、筑波大、静岡大と共同で行っているもので、時間的・空間的に「不均質」なデータ、特にベタバイト級の大規模なセンサーデータを対象とした、情報統合と利用基盤を実現するための研究開発

である。特に、産総研 GEO Grid プロジェクトでの知見である、「時間・空間軸を共有しうる情報源にも関わらず、その解像度、発生時間間隔などが大きく異なると統合が困難」という、情報の「不均質さ」から生じる問題を扱っている点が特徴で、本年度は3年計画の2年目として以下の項目の研究開発を行った。

1: 「不均質さに注目したデータ統合基盤」としては、150万件の GEO Grid の衛星カタログについての検索基盤を開発し、商用製品も含めて性能を比較した。異種のスキーマを扱える点に特徴があり、性能については特に検索結果が増加する場合について応答性能の向上が得られ、有効性を確認した。

次に、最終年度における研究成果の連携のため、各分担者が開発した Web アプリケーションを連携するための基本的な手法を提案すると共に、そこで扱われるメタデータ管理について、Web サービスに基づくアクセス手法を開発した。

2: 「ブラウザに基づく対話的検索・可視化」については、wikipedia と衛星画像メタデータという、全く異なる二つの情報源を統合し、災害前後の衛星画像を効果的に検索するソフトを公開すると共に、温度などのセンサ情報の可視化についての基礎技術を開発した。

3: 「センサデータに対するストリーム処理基盤」としては、衛星画像データからのイベント検出手法を提案しており、これと Web コンテンツとの融合により、ビルの建設や大規模な開発といった社会事象の正確な理解を行えることを実データを利用して検証した。

統合利用の応用を念頭に、気象データの分析とアクセス方法に関する研究を続け、機械学習にもとづく気圧配置の自動判別技法についての実データによる評価を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 衛星画像、センサ、メタデータ、異種データ統合

【研究題目】 磁束量子を利用した量子交流電圧標準の研究

【研究代表者】 前澤 正明

【研究担当者】 前澤 正明、浦野 千春、平山 文紀、S. Gorwadkar (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究は、単一磁束量子デジタル/アナログ変換器と誘導分圧器を主構成要素とする量子交流電圧標準のシステムの開発を目標とする。平成21年度には以下の成果を得た。

(1) デジタル/アナログ変換器の開発：前年度の研究で明らかになったデジタル/アナログ変換器の変調方式の問題を抜本的に解決するために、バイナリコード入力方式に代わる1ビット変調方式を検討し、パルス密度変調方式を提案した。具体的には、バイナリコード入力方

式で用いるパルス数増倍回路の増倍率を可変にしてサンプリングクロック間隔に発生する磁束量子パルスの数を変えることでパルス密度変調符号を生成し、1ビットの電圧増倍回路アレイに入力する。これにより、出力電圧レベル切り替え時の過渡現象に起因するバイアス電流の負荷への流出を大幅に抑制できる。外部機関との共同研究による回路作製プロセス共通化に関しては、詳細な検討を重ねて回路プロセスの仕様を決定し、デジタル/アナログ変換器構築のための基本回路セルの設計に着手した。また、前年度に問題となった測定システムの不具合を解決して10ビットデジタル/アナログ変換器による波形合成を目指したが、測定システムの改修・再構築に予想以上の時間を要し波形合成の実証には至らなかった。

(2) 誘導分圧器の開発：前年度に開発した量子交流電圧標準用誘導分圧器の周辺回路を整備した。この誘導分圧器システムを用いて市販高精度電源（キャリブレーター）の出力電圧とジョセフソン素子の出力電圧を比較したが、定量的な誤差の測定には至らなかった。また、量子交流電圧標準の誤差・不確かさの検討のため、単一磁束量子デジタル/アナログ変換器と光パルス駆動ジョセフソン接合アレイの出力電圧の直接比較実験の検討を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 計測工学、超伝導回路

【研究題目】 複雑地形地におけるフラックス観測の代表性と広域化に関する研究

【研究代表者】 近藤 裕昭 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 近藤 裕昭、村山 昌平 (常勤職員2名)

【研究内容】

以下のような風洞実験と現地観測を行った。

(1) 風洞実験

産総研にある大型温度成層風洞(測定部20m×3m×2m)を用いて次の2種類の実験を行った。

①有限キャノピー層内外の気流と乱流の計測

実際に二酸化炭素フラックスを測定している観測点は、複雑地形地にあることが多く、現在フラックス計算の前提条件となっている一様・平坦という仮定からかけ離れている。このためまずあるところから森林キャノピーが始まるような状態を考慮するため、樹木を模した金網模型を用いてキャノピー内外の気流と乱流が流れ方向にどのように変化するかを調べる測定を行った。平均風、乱流エネルギー、レイノルズストレスの各成分の計測を安定度中立条件で行った結果、キャノピーの端から内部に向かって、風速が減衰する領域、増加する領域、一定となる領域の3つに分かれた。キャノピーに入る風は、金網の抵抗により一旦弱くなるが、その後キャノピー上部に発達する乱流層による乱流がキャノピーの上から運動量を輸送してくるため風速が増加する。

②面源発生源の検討

地形とフラックス測定の関係性を調べるため、高速度炭化水素分析計を用いて風洞内でフラックス測定を実施することを検討した。このために、場所毎の流出量が既知であるように設定した面源をトレーサ発生源として設置した。一様な面的なトレーサガスの発生が維持できる材質の材料を検討するとともに、平板状の面源が安定に作成できることを確認した。この発生源を用いて高速度炭化水素分析計と熱線風速計を用いて渦相関法によるフラックス測定を試みた。

(2) 現地観測

岐阜県高山市にある AsiaFlux 登録観測サイトである TKY サイトは標高1420m の稜線上の落葉広葉樹林内、TKC サイトは標高800m の谷の側面にあるスギ人工林斜面の中程にある。本研究においては小型ドップライダーをリースし、TKY では岐阜大の櫓タワー、上200m 程度までの上層層を測定した。TKY サイトでは南風の際、上流側となる山の影響を受けることがわかった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 炭素循環、フラックス観測、風洞実験

[研究題目] 重希土類元素およびインジウムの濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究 (基盤 A 海外)

[研究代表者] 渡辺 寧 (地圏資源環境研究部門)

[研究担当者] 渡辺 寧、村上 浩康、実松 健造、星野 美保子、松枝 大治、吉田 武義、水田 敏夫、石山 大三、清水 正明、木村 純一、渡邊 公一郎、今井 亮、浦辺 徹郎、鹿園 直建、林 謙一郎 (常勤職員4名、他11名)

[研究内容]

風化残留型重希土類鉱化作用の調査をタイおよびマレーシアで実施。タイ南部 Takua Pa 錫鉱床地域の Nok Hook 岩体では、花崗岩中の粘土鉱物脈から高い希土類元素含有量 (1311-786ppm) を得た。しかし、Haad Som Paen 地域、Phato 地域においては、顕著な希土類元素の濃集が認められなかった。マレーシアでは Taiping、Dindings、Bukit Tinggi および Tampin の4地域について調査を行い、花崗岩類の平均 REE 含有量は267ppm、風化殻の平均 REE 含有量は217ppm であり希土類の濃集は確認されなかった。LREE/HREE 比の平均値は 13で、軽希土に富む。Dindings 岩体の一部で風化殻が厚く (厚さ20~30m) 比較的高い希土類元素の含有量 (最大763-844ppm) が認められた。20年度に調査を行ったインドネシア・パンカ島の花崗岩風化殻の希土類元素の段階抽出実験の結果、硝酸カルシウム約8割という高濃度の希土類元素が測定され、カルシウムイオ

ンが希土類元素とイオン交換していることが示唆された。インジウムの濃集機構と資源評価の研究として、ロシア・カムチャッカ半島の熱水性鉱床およびウラル山脈で塊状硫化物鉱床の調査を実施した。ウラル中南部地域における7鉱床の火山性塊状硫化物鉱床の調査を行い、鉱床の産状の観察と母岩・鉱石の試料採取を行った。その中の6鉱床の試料について、試料の観察とレアメタル等の成分分析を行った。ウラル地域の火山性塊状硫化物鉱床は、鉱床下盤母岩変質がカオリナイトやパイロフィライトで特徴づけられることや鉱石の成分が Cu に富み、微量成分も Bi、Te で特徴づけられることが明らかになり、鉱化作用の際のマグマ成分の寄与が大きい熱水システムのなかで形成された鉱床群であることが推察された。

[分野名] 地質

[キーワード] 鉱物資源、重希土類、インジウム、東南アジア、ロシア

[研究題目] 水素吸蔵合金アクチュエータを利用した関節可動域訓練システムに関する生体工学的研究

[研究代表者] 井野 秀一 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 井野 秀一、佐藤 満、中島 佐和子、細野 美奈子 (常勤職員1名、他3名)

[研究内容]

高齢者を突然襲う脳血管障害、交通事故などによる骨折、スポーツ活動による関節運動障害を抱えてしまう人たちが増えている現代社会では、いつでもどこでも本人自身が手軽に医師や理学・作業療法士の指導のもとで客観的エビデンスに基づく運動リハビリが実施できるポータブルな関節可動域訓練システムに対する期待は大きい。しかし、現状では、電動モータを利用した装置はいくつか存在するものの、ヒトの関節でみられる柔らかな動きや身体への装着性を十分に考慮した生体適合性に優れた装置は見あたらない。そこで、私たちは生体機能と生活環境との調和を考慮した新しいソフトアクチュエータによる関節可動域訓練システムの実現を目指す研究課題に取り組んでいる。

具体的には、関節リハビリや褥瘡予防に関する生体工学や臨床運動学の立場からの基礎研究、クリーンなエネルギー利用につながるユニークな機能性材料である水素吸蔵合金を応用したソフトアクチュエータの設計、そして医工連携の研究体制のなかでの動作支援システムの開発が含まれる。

本年度は、関節運動システム構築に関する基礎知見を得るために、他動運動による血行促進効果や足趾関節の力学特性を調べ、それに基づいて、ラミネートフィルムによる拮抗タイプのソフトな水素吸蔵合金アクチュエータの動作機構を設計した。さらに、生活環境に配慮した電源に依存しない自然エネルギーによる新しい駆動システムを考案し、特許出願を行った。今後は、これらの研

研究成果をまとめて、関節可動域訓練システムの実用化や従来のモータ技術とは異なる仕組みの水素吸蔵合金アクチュエータの機能充実に努めていく予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 リハビリテーション、福祉機器、アクチュエータ、水素吸蔵合金

〔研究題目〕 アクションと連動する衣類状態の視覚認識に関する研究

〔研究代表者〕 喜多 泰代（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 喜多 泰代、喜多 伸之、植芝 俊夫、Neo Ee Sian（常勤職員4名）

〔研究内容〕

本研究はアクションと連動した視覚認識機能を機械によって実現することにより、人工的な自律システムの高度化に貢献することを目的とする。具体的には、将来的にロボットが衣類のような柔軟物を自然に扱うことを可能とし、高齢者や要介護者の日常生活支援に役立てることを目指す。本研究では、基本的で単純なアクションとの連動に課題を絞り、アクションに関する知識をどのように画像認識に活用できるかを明らかにし、構築する衣類ハンドリングシステムに組み込むことを目標とする。

平成21年度は、3カ年計画の最終年度にあたる。、昨年度までに開発したモデル駆動型衣類状態推定法を拡張し、片手で空中に把持した衣類の特定部位をもう片方の手で掴み上げるための動作計画を観測情報に基づき自動算出する手法を開発した。ヒューマノイドを用いた実験を行い、こうして算出された初期動作計画を、ロボット側で実現可能な動作計画に最適化する課題について要求仕様を明らかにした。また、これにより複数の状態で実際に把持動作を実現し、その有用性を確認した。後半は、認識に必要な情報が十分に観測されていない場合に、必要な情報を取得するためのアクションを自動算出する研究を行った。具体的に、対象衣類の深い折れを自動判定し、その折れを押し広げるためのアクションを自動生成する手法を開発し、複数の実験で認識率向上に対する有効性を確認した。この他、開発した広視野カメラシステムを用いた手元の状況観察データ、リアルタイム3眼ステレオシステムによる時系列3次元情報データの収集を行い、広範囲な視覚情報が連続的に獲得できることを確認した。総括して、アクションと連動することにより認識成功率を高める成果が得られ、この成果を示すデモビデオを作成し、WEB公開を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 コンピュータビジョン、ロボット

〔研究題目〕 視覚的注意の発達と発達障害に関する神経計算論的モデルの構築

〔研究代表者〕 Steven Phillips
（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 Steven Phillips、武田 裕司
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

視覚探索は注意のボトムアップ制御とトップダウン制御の交互作用によって行われると考えられている。近年のサル細胞活動記録実験において、高 γ 帯域（36–56Hz）での同期性はボトムアップ制御に、低 γ 帯域（22–34Hz）での同期性はトップダウン制御に関連している可能性が示唆されている（Buschman & Miller, 2007, *Science*, 315.）。そこで本年度は、頭皮上脳波を用いて、ヒトの注意制御においても同様の関係性が認められるかを検討した。また、二つの注意制御様式に対するバイアスが加齢効果（あるいは個人差）を生み出している可能性について検討した。

実験1では、標的-妨害刺激間の類似性が低い視覚探索課題（特徴探索課題）と、類似性が高い課題（結合探索課題）を10名の大学生（平均23歳）に課した。前者の課題はボトムアップ制御が優性であり、後者はトップダウン制御が支配的であることが知られている。実験の結果、結合探索課題における脳部位間の位相同期性が低 γ 帯域において高くなることが示された。一方、高 γ 帯域の位相同期性に有意な差異は認められなかった（Phillips & Takeda, 2009, *Int J Psychophysiol*, 73.）。

実験1において、高 γ 帯域での同期性とボトムアップ制御の間に有意な関係が認められなかった理由として、前頭葉機能が健常に発達した若齢者ではトップダウン制御が強く働くため、特徴探索課題においてもトップダウン制御にバイアスしていた可能性が考えられる。これに対して、高齢者では前頭葉機能が低下することが知られており、健常若齢者よりもボトムアップ制御にバイアスされる可能性が考えられる。そこで実験2では、同様の実験を14名の高齢者（平均68歳）に対して実施した。その結果、ボトムアップ制御が支配的な特徴探索課題において、高 γ 帯域の位相同期性が高くなることが明らかになった（Phillips & Takeda, 2010, *Int J Psychophysiol*, 75.）。

これらの研究結果は、脳波の位相同期性が視覚的注意の個人差や発達差を調べるための重要な手掛かりになることを示している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 認知科学、脳・神経

〔研究題目〕 左前頭葉における非言語的遂行機能の解明：脳外科的技術による認知科学へのアプローチ

〔研究代表者〕 熊田 孝恒（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 熊田 孝恒（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本年度は、非言語的な刺激を用い、Cue にしたがって切り替えを行う課題（非言語的タスク切り替え課題）

を、左前頭葉、右前頭葉の外科的手術を受けた患者30名に実施し、課題切り替えに関わる下位機能（ターゲットテンプレートの記憶、反応の切り替え、刺激と反応のマッピングの記憶など）の低下に特異的な脳部位を、損傷部位マッピングの手法を用いて解析し、抽出した。その結果、左右の中前頭回がタスクの切り替えに特異的であり、また、右の頭頂葉が課題セットの維持に重要であることが明らかになった。さらに、右前頭葉極部が、課題非関連な妨害刺激からの干渉を低減させる、フィルター機能を有している可能性が示された。

また、手術中に、覚醒下電気刺激法によって Broca 野が特定できた患者について、Broca 野と、損傷部位マッピングで明らかになった中前頭回の位置関係に関する詳細な検討を行ったところ、タスク切り替えに関わる左中前頭回部位は、Broca 野よりもわずかに前方かつ上方にある可能性が示された。

これらの結果から、従来の脳機能計測手法では明らかになっていなかった非言語的な刺激を用いたタスク切り替えにおける脳内のネットワークが明らかとなった。特に、これら課題の遂行においては、左前頭葉の Broca 野近傍の機能が重要であることが示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 注意機能、脳機能評価

【研究題目】 オプティック・コードによる癌の悪性度を認識する新規バイオセンシング技術の開発

【研究代表者】 カウル スニル
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 カウル スニル、ワダワ レスー、
吉崎 慎矢 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究は、癌細胞特異的マーカー及びナノ粒子を用いて、早期癌診断ツールを開発することを目的としている。我々は、本プロジェクト初期に開発した抗モーターン抗体が細胞に内在化するという特異的性質に関し、分子生物学的手法を用いて研究を継続した。ハイブリドーマから精製した抗体の細胞内での挙動を観察するために、抗体を4種類の量子ドット (Ab-QD525, Ab-QD655, Ab-QD705, Ab-QD800) と結合させた。これらの細胞内在化特性を様々な癌細胞種を用いて検証した。量子ドット結合抗モーターン抗体を用いることによって、光学イメージング手法により追跡可能なマルチカラー細胞を作製することに成功した。抗体の細胞内在化効率を、モーターンの発現量の異なる細胞を用いて比較した。我々は、1) 癌細胞は正常細胞と比較して細胞内在化率が高いこと、2) 癌細胞において、内在化率はモーターンの発現量に依存した関係にあることを発見した。これらは、レトロウィルスベクターを用いて作製したモーターン発現細胞においても確認した。細胞を分画することにより、

細胞内在化抗体の細胞内局在を決定した。これはミトコンドリア特異的な染色試薬であるミトトラッカーとの多重染色により確認した。さらに、核へ移行するモーターン変異体を発現させた細胞を作製した。これらの細胞において、内在化した抗体はタンパク質の場所により決定される抗体の細胞内局在を示す核に存在していた。また、癌浸潤および骨分化モデル用いた動物実験についても継続して行った。予備的なデータとして、量子ドットラベルした癌浸潤細胞をマウスの尾静脈から注入し、6~8週間後に肺でそれらの細胞を検出できることを確認した。浸潤診断技術開発のさらなる標準化を今後行っていく。これらのことから、抗モーターン抗体が、細胞レベル、動物レベルでのバイオイメージング技術、診断技術の開発に用いるために、信頼性が高く非常に有用であることを実証した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 癌、細胞、抗体、内在化、モーターン、量子ドット、診断、デリバリー

【研究題目】 新規酸化ストレスマーカーを用いた食品機能解析とリスク評価

【研究代表者】 吉田 康一 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 吉田 康一、小川 陽子、二木 鋭雄
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究では新規酸化ストレスマーカーを用いて、食品機能および食品含有化合物のリスクを科学的に実証、評価することを目的とする。培養細胞および実験動物を用いて各種機能性食品 (ビタミンE、コエンザイムQ等) を投与することによる細胞や動物の応答を、脂質酸化生成物やストレス応答タンパク質の変動を指標として、評価方法を確立することを目指した。

生体内酸化ストレスの指標としては、生体内で豊富に存在するリノール酸およびコレステロールに注目している。本研究で提案する新規酸化ストレスマーカーは、このリノール酸およびコレステロールが生体内で酸化を受けて生成したヒドロキシリノール酸 (HODE) およびヒドロキシコレステロール (OHCh) である。本研究で得られた一連のデータから、HODEおよびOHChの脂質酸化生成物が抗酸化物質や機能性食品の生体中における抗酸化能を評価する上でバイオマーカーとして有用である見通しが得られた。

既に、糖尿病、アルツハイマー病、動脈硬化、肝炎などの疾患患者でこれらのバイオマーカーが疾患特異的に変動することを見出している。実験動物を用いて様々な摂餌を行い、一連のマーカーの変動を追跡することは、各種機能食品や抗酸化物質のヒトに対する影響を科学的に実証・評価する手法の開発につながる。これらの研究成果を学術論文6報へ発表するに至った。

【分野名】 ライフサイエンス

〔キーワード〕 機能性食品、バイオマーカー、酸化ストレス、リスク評価

〔研究題目〕 遺伝子発現の周辺確率分布モデル構築

〔研究代表者〕 Paul Horton

(生命情報工学研究センター)

〔研究担当者〕 Paul Horton、堀本 勝久、油谷 幸代、Wijaya Edward

(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

目標：

この研究の目標は遺伝子発現周辺分布の解析にあったが、計画前半に行った結果、マイクロアレイデータで十分な精度が得られないことが示唆された。そこで、次世代シーケンサーによる遺伝子発現データを使用するように計画を変更したが、次世代シーケンサー・データでも誤読による影響を除く必要がある、当初そういったソフトウェアは開発されていなかった。そこで、後半の目標は遺伝子発現解析における、次世代シーケンサー誤読の影響を緩和するソフトウェアの開発にした。

研究計画：

手法として2004年に Beissbarth らが SAGE 用に提案した Expectation-Maximization 法などを実装する。検証は、次世代シーケンサーによる発現データ (CAGE に類似した実験) の誤読修正を行い、シミュレーションとゲノムへにより修正の効果を評価する。

進捗状況：

次世代シーケンサー誤読の影響を緩和する Beissbarth らの修正法を実装し、マウスの発現データでその結果を検証した。その結果誤読の影響を修正すると、より正確な遺伝子発現情報が得られることを示した (Wijaya et al. Genome Informatics, 23:189-201, 2009.)。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 次世代シーケンサー、配列解析

〔研究題目〕 電子移動を伴う化学反応を追う：電極／水溶液界面での第一原理シミュレーション

〔研究代表者〕 大谷 実 (計算科学研究部門)

〔研究担当者〕 大谷 実、池庄司 民夫

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

本研究では、電子移動を伴う電気化学反応を第一原理計算を用いてシミュレーションを行うことを目的としている。

本年度は、水の電気分解の負極反応における反応自由エネルギーの計算と正極の反応に関する解析を行った。電気化学反応はマクロなスケールでみるとまれにしか起こらないイベントである。したがって、分子動力学シミュレーションを用いた数十ピコ秒の計算で、実験に近い環境で反応を起こすのはほぼ不可能である。このようなまれな現象をシミュレートするための方法がブルームーンアンサンブル法であり、反応の自由エネルギーや活性化障壁などを計算することが可能となる。

本研究では、ヒドロニウムイオン中の水素原子と表面に吸着した水素原子が会合し水素分子になる反応であるヘイロフスキー反応のシミュレーションをブルームーンアンサンブル法で計算、反応の活性化エネルギーは約 0.1eV と見積もることができた。実験値では 0.2eV 程度であり、かなり良い一致をみた。固液界面における反応の自由エネルギー計算は今までに例のない計算であり、今後もさまざまな系への適用が期待される。本年度は水素発生反応に加えてさらに正極反応である酸素発生反応のシミュレーションを開始した。シミュレーションでは、プラチナ電極上にあらかじめ陰イオンとして水酸化物イオンを配置した表面を用意して、正電荷を印加しながらシミュレーションを行った。水酸化物イオンは界面上をグロッタス機構で拡散することが明らかとなった。また、水酸化物イオンがトリガーとなり界面付近の水が分解し、新しい水酸化物イオンとヒドロニウムイオンが生成することも明らかにした。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 電気化学反応、第一原理計算、固液界面、電気二重層、分子動力学シミュレーション、有効遮断媒質法、ブルームーンアンサンブル法

〔研究題目〕 高温超伝導体の電子状態における酸素同位体効果に関する角度分解光電子分光研究

〔研究代表者〕 相浦 義弘

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 永崎 洋、吉田 良行、増井 孝彦

(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

超伝導に転移すると、超伝導状態は常伝導状態にくらべてエネルギーが低くなる (超伝導ギャップ)。これまで知られてきた金属超伝導体と異なり、銅系高温超伝導体には超伝導に転移する温度よりもはるかに高い温度から、超伝導状態に類似した電子状態が観測され、エネルギーギャップ (擬ギャップ) が存在していることが良く知られている。高温超伝導の振舞いを解明するうえで、超伝導ギャップと擬ギャップの相互の関係を理解することが必要不可欠である。銅系高温超伝導体の超伝導転移温度の「特異な」酸素同位体効果を理解するために、これら2つのギャップに対する酸素同位体効果の解明を試みた。

最適ドーブ $\text{Bi}_2\text{Sr}_{1.6}\text{Ln}_{0.4}\text{CuO}_{6+\delta}$ を用いて、結晶歪を制御した銅系高温超伝導体試料について酸素同位体効果

の研究を行った。本研究において、超伝導転移温度の酸素同位体効果は結晶歪みの増加とともに急激に超伝導転移温度が低下するが、酸素同位体置換に伴う転移温度の低下幅は一定であることが示された。その結果、結晶歪みの増加とともに超伝導転移温度の酸素同位体効果は急激に増加することが明らかになった。この結晶歪みに対する酸素同位体効果の振る舞いは、「超伝導ギャップの酸素同位体効果は存在するが、擬ギャップの酸素同位体効果は存在しない」という電子対破壊モデルにより定量的に解釈できる。今回の実験結果は、酸素同位体効果は超伝導転移温度や擬ギャップでなく超伝導ギャップに直接関係していることを示唆している。超伝導ギャップと擬ギャップで酸素同位体効果が異なることを明らかにしたことは、今後の超伝導の起源の解明、特に電子フォノン相互作用の役割を解明する上で重要な知見を与えるものである。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超伝導、酸素同位体、電子格子相互作用、光電子分光、電子構造

【研究題目】レーザー法による超音波伝播映像のその場計測技術の開発と非破壊検査への応用

【研究代表者】高坪 純治

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】高坪 純治、津田 浩、遠山 暢之、宮内 秀和 (常勤職員4名)

【研究内容】

本研究では、実構造物を伝わる超音波をその場で動画映像として観察しながら欠陥検査できる分かりやすい超音波探傷法の開発を目指して、レーザー利用の超音波伝播視化技術を開発する。

本年度は、レーザー超音波可視化技術を実用レベルにまで完成させ、工業プラント配管試験片を用いて、映像化超音波探傷法による欠陥検出実証試験をおこない、実機検査に使える目処を得ることができた。また、超音波伝搬の映像化方法についてはJISCに標準仕様書の提案をおこなった。

本年度に得られた成果を以下に要約する。

- (1) 裏面き裂材の表面で観測される裏面き裂エコーと底面エコーとの関係から、裏面き裂の位置を標定する方法を見出した。
- (2) 表面に現れるき裂エコーの波頭形状と最大振幅履歴とから裏面き裂の深さと長さを推測する方法を見出した。
- (3) 電力会社、石油精製会社、検査会社等とのサンプル試験により、プラント配管内面のき裂を効率的に検出するための有効な手法であることが実証された。
- (4) 超音波伝搬の映像化方法については、外部委員9名からなる規格化検討委員会を設置してTS (標準仕様書) 原案「励起用レーザー走査による超音波伝搬

の映像化方法」を作成した。本原案は、この3月に鉄鋼技術専門員会で承認され、日本工業標準調査会 (JISC) に提出された (2010年5月公開)。

【研究題目】細胞内 mRNA の定量的分布解析と細胞への mRNA 導入技術の開発

【研究代表者】中村 史

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】中村 史 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

挿入されたナノ針表面のモレキュラービーコンに mRNA がハイブリダイズすれば、モレキュラービーコンの FRET が解消され、ナノ針表面で蛍光強度の上昇が観察される。ヒトの GAPDH で設計されたモレキュラービーコンの mRNA 認識配列は、ヒトとマウスの間で3塩基の違いがあるために、ヒト細胞である HeLa では蛍光強度の上昇が見られるが、マウス繊維芽細胞である C3H10T1/2では見られない。また、細胞内で上昇した蛍光強度は、針を細胞外へ抜き去り、培地中で測定すると減少し、複数の細胞で連続的に測定することが出来る。細胞外へ mRNA が抽出され、培地中で脱離、あるいは分解している可能性と、細胞内で抜去動作を行う際に、細胞膜などに衝突するために脱離する可能性の2つが考えられていた。ナノ針抜き去りによって結合した mRNA を抽出しているかどうかについて検討するために、同一細胞への10回の連続挿入試験を行った。1個の細胞の GAPDH の mRNA 分子数は1000~2000分子であると報告されており、1回の挿入時に上昇する蛍光強度から、数百分子の結合があると考えられ、結合した数百分子の mRNA が細胞外へ抽出されているならば10回の挿入操作で、全ての mRNA が運び出されてしまう可能性があり、その蛍光強度は減少しなければならない。しかしながら、10回までの連続操作で顕著な応答の低下は確認されず、細胞外へ mRNA を抽出していない、あるいは GAPDH の mRNA の合成速度が抽出速度と同等であり、見かけの濃度が変化していないことを示唆する結果が得られた。抽出されていないとすれば、細胞膜を通過する際に、1.2kb の GAPDH mRNA がモレキュラービーコンと形成したわずか19bp の2本鎖構造によって、細胞膜を通過できるかということが問題になる。核酸の unzip に必要な力は数十 pN であり、膜通過時の針表面にはそれ以上の応力が生じている可能性が高い。mRNA の応答速度についても調査した結果、ナノ針挿入後3分以内にモレキュラービーコンの蛍光は最大値に達しており、細胞内の濃度が数 nM であるにも関わらず、迅速な応答をしていることが確認された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞操作、RNA 抽出、AFM、ナノ針、タンパク質発現

**〔研究題目〕 “息づかい” のウェアラブル計測による
ストレス被爆量の推定**

〔研究代表者〕 三輪 洋靖

(デジタルヒューマン研究センター)

〔研究担当者〕 三輪 洋靖、中田 亨

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

心理的なストレスは、日々の生活の活力を失わせ、効率を下げるだけでなく、事故やヒューマンエラーの原因にもなっており、効果的な対処が期待されている。そこで、本研究では、ウェアラブル計測装置による日常生活環境下でのストレス計測技術の開発を目的とし、ストレス反応のウェアラブル計測技術、ストレス場面と個人反応特性の類型化、ストレス検知システムの構築を目指している。

平成21年度は以下の3点に重点化し研究を進めた。

- (1) 統制環境下でのストレス反応計測実験として、11名の被験者に対し、ストレス負荷時の生理反応の計測実験を実施した。実験では、5分間の暗算および鏡映描写のストレス負荷を与え、実験前15分～実験後45分の心電図、呼吸波形、連続血圧および唾液中コルチゾール濃度を計測し、ストレスによる生理反応の変化を確認した。
- (2) 日常生活環境下でのストレス反応計測装置の開発として、平成20年度に試作したウェアラブル体内音計測装置を2ch 同時計測から8ch 同時計測へ機能拡張を行い、8地点の体内音を同時計測可能にした。1名の被験者に対し、安静時の頸部、胸部、腹部体内音を同時計測し、ウェアレット変換による時間・周波数分析を行った結果、心拍・呼吸の計測には頸部が適しており、腹部で消化器音の計測が可能なが確認できた。さらに、平成20年度に開発した頸部体内音による心拍数、呼吸数の計測手法について評価実験によってその有効性を確認した。
- (3) 日常生活環境下でのストレス反応計測実験として、2名の被験者に対して、唾液中コルチゾール濃度の日内変動の計測実験を実施した。実験は平日と休日の各1日について、2～3時間間隔で唾液を収集した。分析の結果、コルチゾール濃度は起床後に最も高く、徐々に低下していく日内変動、および、休日よりも平日のコルチゾール濃度が高いことが確認できた。さらに、平成20年度に構築したものと同等の性能を有する日常行動記録装置を2台追加製作し、実験環境を整備した。

今後、日常生活における行動と体内音、生理信号の同時計測実験を行い、日常的なストレス負荷時の反応のモデル化を進める。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 生理信号計測、ストレス、体内音、呼吸

〔研究題目〕 嗅覚システムの統合的理解を目指した研究

〔研究代表者〕 諏訪 牧子

(生命情報工学研究センター)

〔研究担当者〕 諏訪 牧子、藤渕 航、杉原 稔、
百石 弘人 (常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

目標：

嗅覚受容体は、細胞外側の多様な匂い分子と結合して細胞内へ情報を伝達し、これらの情報がより高次の情報へと統合される。この嗅覚システムの統合的理解を目指し、匂い分子-受容体-細胞-匂い地図-ゲノム構造間の時間、空間的な因果関係を解明することを目指す。

計画：

平成 21 年度はマウスのゲノム配列上で、受容体遺伝子のクラスター領域、制御領域、リガンド結合部位を網羅的に同定し、それらの配置座標と予測した受容体-リガンドとの対応をつけた。具体的には以下の課題を行なった。本研究は文部科学省研究費補助金「基盤研究B」のもと行った。

年度進捗：

a) リガンドに対する嗅覚受容体応答プロファイルの作成と解析：

ゲノムから同定した嗅覚受容体配列を用いて、匂い物質に対する全受容体の応答を解析した。最新のマウスゲノム配列から 1,272 の嗅覚受容体配列を同定した。これらに対し既知の匂い分子 200 種を学習セットに、昨年度から構築中の 2way-Prediction 法を用いて匂い分子に対する応答予測を行っている。

b) 受容体遺伝子クラスター領域、制御領域の同定：

ゲノム配列上の嗅覚受容体の高度集積クラスターを同定しクラスター内の詳細情報を得た。既知遺伝子クラスター内の隣接遺伝子の特徴付ける記述子を基に機械学習手法 (SVM) を用いマウスゲノム配列上の嗅覚受容体の 181 箇所の高度集積クラスターを同定した。ヒトと大きく異なることとして特に 3-7 番染色体にフェロモン受容体のクラスターが多数発生しており、このうち一部が他の染色体上に類似領域を持っていた。

c) リガンド結合領域の解析：

マウスの嗅覚受容体の匂い分子結合部位の残基に物理化学的パラメータ (アミノ酸残基の大きさ、電荷、疎水性値など) を割り付けベクトル化した。これに対し主成分分析、正準相関解析、自己組織化マップ (SOM) 解析などで分類して、ゲノム配列上に位置付け分布構造を解明した。匂い分子結合部位を特徴付けるベクトル間の類似情報をゲノム上に視覚的に位置づけたが、通常の GPCR クラスター中のサブクラスターとして見出せた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マウスゲノム、嗅覚受容体、匂い分子、
機械学習、2way-prediction 法

〔研究題目〕 電子顕微鏡画像を用いたタンパク質構造

変化の自動解析技術の開発

〔研究代表者〕小椋 俊彦（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕小椋 俊彦（常勤職員1名）

〔研究内容〕

目標：

本研究は電子顕微鏡によりタンパク質を撮影し、この画像情報より3次元構造を構築する単粒子構造解析法の新しいアルゴリズム及び計測方法の開発を目的とする。タンパク質は、構造を変化させることで機能しているため、3次元的な構造変化を捉えることは極めて重要となる。本提案は、新たな画像情報処理アルゴリズムやより高コントラストかつ低ノイズの画像取得技術を開発することで、タンパク質の3次元構造変化を自動的に解析することを目標とする。

研究計画：

本年度は、アルゴリズムの開発とその並列化のためのコンピュータのセットアップ、さらに電顕画像を使った精度検証を進めた。まず、拾い上げた粒子画像に対して3次元構造変化に基づく画像分類を行うアルゴリズムの開発をした。これまで開発した GNG による画像分類では、分類されたクラス画像とクラス間の画像類似性に従うネットワークが自動的に作成される。今回のアルゴリズムの開発では、このクラス間ネットワークの情報に3次元構造情報を結びつけることで自動的に3次元構造を求めるように開発を進める。これと平行して高コントラストかつ低ノイズの生物サンプルの画像取得方法を開発し、よりクリアな構造変化の画像を得る。

年度進捗状況：

電顕画像の解析処理速度の向上を目指し、4コアのCPUを持つ画像情報処理用ワークステーションを3台購入し、並列分散処理化を行った。これにより、実験画像の解析処理速度が向上し、解析期間の短縮が可能となった。これに加えて、複数のステートを有するタンパク質画像の新たな解析方法として、シミュレーティッドアニーリングを用いて、各平均画像にそれぞれのステートを割り当てる方法を開発した。この方法を用いることで、自動的に様々な構造変化のクラス平均画像が生成され、それぞれの3次元構造を独立に求めることが可能となった。これと平行して、走査型電子顕微鏡を用いた新たな生物サンプルの観察手法を開発した。この方法では、水溶液中の生物サンプルを染色する事無く観察することが可能である。そのため、水溶液中での生物サンプルの構造変化を捉えることも将来的には可能になると予想される。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕単粒子構造解析、画像処理、アルゴリズム、3次元構造解析

〔研究題目〕スラブ光導波路分光法を用いたタンパク質の電子移動反応のその場測定

〔研究代表者〕松田 直樹

（生産計測技術研究センター）

〔研究担当者〕松田 直樹（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、固液界面に固定化したタンパク質の電気化学的活性を簡便に計測する手法を開発するとともに、界面に固定化したタンパク質を利用した新規なセンサー等のデバイス開発の指針を得ることである。そのためスラブ光導波路（SOWG）分光法を用いて紫外～可視域の時間分解吸収スペクトルのその場測定を行い、ヘモグロビン等のタンパク質のITO電極上に対する吸着過程を観察し、ITO電極とタンパク質間の電子移動反応を検討した。ITO-SOWG分光法の高感度化や最適化を達成し、単分子層の1/10の表面被覆率でも350～800nmの波長範囲で1ミリ秒以下程度の時間分解能の吸収スペクトル測定を行うことが可能な時間分解ITO-SOWG分光装置を開発した。現在確認した限り、本装置では0.6ミリ秒の時間分解能で最大1,000枚の吸収スペクトルを測定することが可能であり、1秒以内の吸着過程や電子移動反応の速度論的考察が可能となった。

ITO電極表面に吸着させたチトクローム*c*を直接電子移動反応によって酸化還元した場合の反応時間を時間分解ITO-SOWG分光装置を用いた吸収スペクトルの変化からその場観察したところ、10ミリ秒程度で終了していることが分かった。

〔分野名〕標準計測

〔キーワード〕スラブ光導波路分光法、時間分解、その場観察、チトクローム *c*、吸収スペクトル、電子移動反応

〔研究題目〕高集積ナノワイヤーの創製とその特異的・異方的電子状態の顕微偏光分光法による観測

〔研究代表者〕小平 哲也（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕小平 哲也、池田 拓史
江島 丈雄（東北大学 多元研）
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

本研究の目的は高集積半導体ナノワイヤーを合成し、その異方的かつ特異な電子状態・構造を明らかにすることである。この目的の実現のため、ナノワイヤーを高集積化する「容器」として多孔質結晶であるゼオライトを用いる。その際、異方性を有するナノワイヤーの特徴を考慮し、電子物性の解明に関しては単結晶ゼオライト1個を用い、外場と単結晶の方位との相関も物性パラメータとした計測を行う。

100ミクロン程度の単結晶の測定には独自に開発した顕微分光装置を用いる。平成21年度は、顕微分光装置におけるラマン散乱シグナルの高感度測定及び装置制御シ

システムの高度化を進めた。これらの改良によりハードウェアとしての顕微分光装置は現時点で考え得る必要な要素がほぼ整った。

一方、目的とする高集積半導体ナノワイヤーの合成に関し、特に無機半導体のゼオライト細孔への吸着特性はホストゼオライトの化学組成に強く依存することを明らかにした。そのため次年度では無機半導体としてセレンと硫黄に的を絞り、その異方的特性の解明を進める。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 半導体ナノワイヤー、ゼオライト単結晶、顕微分光技術

【研究題目】 ナノカーボン薄膜電極を用いたメチル化 DNA 定量デバイスの開発

【研究代表者】 丹羽 修 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 丹羽 修、加藤 大、上田 晃生、後藤 圭祐 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

本研究課題では、遺伝子の発現に大きな影響を与えるとされているオリゴヌクレオチド中のメチル化シトシンを識別して検出することを目的としている。前年度、DNA の電気化学直接酸化の際に、溶液の組成と pH を最適化することにより、定量性が向上し、小児ガンの一種である神経芽細胞腫で、メチル化が関与しているとされている配列 (24 mer) 中の1カ所のメチル化シトシンのメチル化の検出ができることが分かった。21年度は、より長い実在配列として、メチル化の頻度が高いとされている CpG アイランドのシトシンのメチル化率をいくつか変えた60mer の長さのシーケンス試料を用意し、各試料について矩形波ボルタンメトリにより応答を計測したところ、メチル化率とメチルシトシンのピークの大きさに良い直線性を得ることに成功した。しかし、塩基換算で同濃度の GMP を同様に電気化学直接酸化すると、ピークは、60mer の試料の数倍大きく、全ての塩基が酸化されている訳ではないことが確認された。一方、チップ上で微量のメチル化 DNA 試料を高感度に検出するため、微小ディスクアレイ電極をリソグラフィ技術により作製した。ECR スパッタナノカーボン電極では、金属の電極に比べて生体分子の吸着が少なく、DNA などの電気化学検出に関して、安定性を保持して使用できる見込みを得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 電気化学測定、メチル化 DNA、ナノカーボン薄膜電極、メチル化シトシン

【研究題目】 環境対応型光アクチュエータゲルの開発とシステム化

【研究代表者】 須丸 公雄

【研究担当者】 須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治、

佐藤 琢 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

我々は、光が照射されると化学構造が変化する色素で修飾したポリマーゲルが、酸性水溶液中で膨潤させた状態のゲルに青色光を照射すると、元の体積の30%にまで素早く収縮すること、その後暗所下で放置すると徐々に元の状態に戻り、同様の光応答収縮を繰り返し行えることを見出した。また、このゲルからなるシート状材料に、所定のマイクロパターンに沿って数秒間光照射することにより、このゲルシート材料の表面に、微小なレリーフ形状を即時形成できることなどを示した。光は、 μm スケールのごく小さい領域に対して、離れたところから即時的に作用させることができるので、光で自在制御できるポリマーゲル材料は、細胞のような小さな物体や、特別な生理活性物質などの貴重な極微量の溶液を、外部から操作する有用な手段となることが期待されるが、このように顕著な光駆動は、比較的強い酸性の条件でしか実現できていなかった。そこで、様々なバイオ系の制御に応用可能な、より中性に近い条件で駆動できる新しい光駆動アクチュエータゲルの開発および、それを組み込んで、細胞培養液やバイオ試料液の流れを、外部から光で自在に制御できるマイクロ流体システムの実現を目指した研究を進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ハイドロゲル、光駆動アクチュエータ

【研究題目】 磁気円二色性分光法による強磁性半導体の電子構造の解明

【研究代表者】 安藤 功兒

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 安藤 功兒 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の目的は(Ga,Mn)As を中心とする強磁性半導体の電子構造を明らかにすることにある。この物質の合成以来すでに14年が経過し、この間、大量の論文が出版されてきたにもかかわらず、その電子構造はいまだ不明なままとなっている。

本代表者が世界に先駆けて開発してきた磁気円二色性 (MCD) 分光法は、強磁性半導体の電子状態を探る最も強力な手法である。我々が2008年に *Physical Review Letters* 誌に報告した(Ga,Mn)As の MCD スペクトルの解析結果は、世界的な強い反響を引き起こした。従来知られていた (i) Zeeman 分裂した sp 半導体バンドに加えて、(ii) 非常に幅広い不純物バンドの存在を示しており、不純物バンドの存在を無視したこれまでの電子構造モデルの根本的な見直しが必要なことを明確に示していたからである。我々の研究結果をどう理解すべきかに関しては、現在議論が論争に発展するほど活発化している。本研究は MCD スペクトルの更なる解析を行うことにより、磁性半導体の電子構造に関する統一的な理解を

得ることを目的としている。

平成21年度は、(Ga,Mn)As の MCD スペクトルに及ぼすアニール効果の評価と、(Ga,Mn)As 以外の各種磁性半導体の MCD スペクトルの測定を行った。

(Ga,Mn)As のアニール効果に関しては、MCD 測定に適したサファイア基板上的(Ga,Mn)As 薄膜において、熱処理効による強磁性遷移温度 T_c の向上を確認した。サファイア基板上での確認は初めてである。この(Ga,Mn)As 薄膜を用いて、熱処理による T_c の向上が、3eV 以下の MCD スペクトル形状の変化と対応することを見出した。また CdTe および ZnTe をベースとする広範な磁性半導体の MCD スペクトルの詳細な測定も行った。これらのデータを用いて、現在、Model Dielectric Function 法による解析を進めている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、強磁性半導体、磁気円二色性分光法、電子構造

【研究題目】レーザーコンプトン準単色 X 線マルチパルスの生成と動的医用イメージングへの応用

【研究代表者】山田 家和勝
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】山田 家和勝、豊川 弘之、
黒田 隆之助、安本 正人、
関口 広美、小池 正記、青山 隆彦、
福山 直人(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

本研究課題は、X 線医用イメージングで一般に用いられる X 線管球に対して、単色性、エネルギー可変性、短パルス性、可干渉性等に高い優位性を持つ小型のレーザーコンプトン散乱(Laser Compton Scattering; LCS) X 線発生装置の高性能化と、その微小血管造影やコントラストのつき難い軟組織の低被曝・高精細イメージングへの適用可能性を検証することを目的としている。

平成21年度は、マルチパルス・レーザーコンプトン散乱用の再生増幅型チタン・サファイアレーザー共振器に4パルスのシード光を入射して増幅する場合を想定し、モードロックレーザーから切り出した光パルス列の強度を EO 変調器を用いて最適変調することに成功するとともに、チタン・サファイアレーザー共振器の光学コンポーネントパラメータやレーザー媒質励起等の動作条件を求めた。また同レーザー共振器の小型線形加速器最終段への導入を進めた。加速器のレーザーフォトカソード RF 電子銃から100バンチ電子ビームを取出し、40MeV まで加速することにも既に成功しており、マルチパルス・レーザーコンプトン散乱が可能となった。これと並行して、従来のシングルパルス・レーザーコンプトン散乱 X 線を用いて生体試料の高精細イメージングの予備実験を行い、画像が得られることを確認した。尚、予定

していた生体ファントムを用いた本イメージング手法の低被曝性評価に関しては、次年度に行うこととした。

【分野名】標準・計測

【キーワード】小型電子加速器、高出力レーザー、レーザーコンプトン散乱、単色 X 線、放射線、線量測定・評価、医用・生体画像

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

【研究代表者】桑原 正史
(近接場光応用光学研究センター)

【研究担当者】桑原 正史、島 隆之
(職員2名、他4名)

【研究内容】

「ナノスケールの熔融現象」をキーワードに、研究を遂行した。このキーワードのもと、(i)「ラマン散乱法によるナノ熔融領域熱現象の研究」および(ii)「高温時における材料の諸物性測定方法の確立」を柱とし、研究分担者と相互理解をしながら、研究を進めた。また、今年度から技術の応用として光通信用の超低消費電力型光スイッチ素子の開発を開始した。(i)のテーマにおいては、装置の構築、実験はほぼ終了し、ラマン散乱の解析を行い、論文としてまとめた。現在は、光源の青色化等の次の検討を行っている。

(ii)のテーマにおいては、試料の破壊が問題となった。数回の昇降温を行うと石英と内容物の熱膨張の違いにより、石英容器が破壊されるのである。これに対し石英容器の形状などを見直し、破壊のない試料となった。22年度にこの試料を用いて、再度光学定数の測定を行う。装置は完成しており、金やシリコンなどの基礎的な測定は問題なく、装置自体に問題はないことを確認している。電気伝導および熱伝導率測定では、試料の準備法や実験手法の検討を行ない、融点から1000℃まで連続して安定的に測定が可能となった。熔融後、電気抵抗が温度とともに低下等の興味深い現象が観測されている。また上記以外にも、近接場光によるデバイス評価に着手し、評価用のデバイスの作製を開始した。エッチング時のリデポなどの問題が生じており、電気的な測定まで至っていない。エッチングガスの見直しなどで、この問題は解決しつつある。デバイスが作製次第、近接場光による結晶性観察を行う。21年度からカルコゲナイド STM 発光分光測定、カルコゲン材料を用いた新規光学素子の開発を開始した。STM 発光測定では、可視領域で発光することがわかり、その発光機構について議論することができた。また、この機構によるとナノ領域評価が十分可能であることがわかった。新規光学素子の開発では、カルコゲナイドの結晶とアモルファス状態で光学定数が大きく異なることを利用し、スイッチ動作の可能性を検討した。理論計算により、スイッチ動作を確認し、その後素子の作

製を行った。現時点では、アモルファス状態の素子が理論計算とほぼ一致することを確認した。今後は、結晶での実験、相変化方法の検討を行い、実用的な素子に向けて開発を継続する。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高温熔融、相変化メモリー、光通信、電気伝導、熱伝導、近接場光顕微鏡、STM 発光

【研究題目】微小活性種場と液相の界面を利用した難生成ナノ粒子の創製

【研究代表者】越崎 直人

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】越崎 直人、中川 貴、川口 建二

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、従来液相法では生成不可能であった難生成ナノ粒子の作製技術を微小活性種場の利用により実現し、バイオ・医療分野での高度な利用を可能とするナノ粒子を提供することを目指す。これを実現するために、レーザーを使って室温・大気圧条件の液相中に微小な高温・還元環境の場(「微小活性種場」)を発生させて、その中あるいは液相との界面でナノ粒子合成反応を誘起させる。最近検討が進められてきている液相レーザーアブレーション法(主として物理的なプロセスが関与)と比較して、特に本研究では弱いレーザー光照射によって誘起されるさまざまな反応プロセスを利用したナノ粒子合成プロセスの開発を目指している。レーザー光の波長・フルエンス・繰り返し周波数・照射時間などの条件を変化させることで、生成物の形態・量・平均粒子サイズとその分布などがどのように変化するかについて実験を行った。また、原料としてバルクターゲット・ミクロンサイズの粒子・ナノ粒子を用いることで、生成物の形態が大きく異なることもわかってきた。特に今年度は、酸化銅・酸化鉄・酸化チタン・酸化亜鉛などの機能性酸化物に弱いレーザー光を照射することで、酸化銅や酸化鉄の場合は銅や鉄の球状サブミクロン粒子、酸化チタンや酸化亜鉛の場合は球状酸化物サブミクロン粒子が得られることがわかった。また、従来は集光照射によりレーザー光を照射していたが、非集光照射によってもこのような現象が起きることもわかってきた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】難生成ナノ粒子、液相レーザー照射、球状粒子

【研究題目】熱中性子ビームを利用した中性子線量計の2次元微分校正法の開発

【研究代表者】原野 英樹(計測標準研究部門)

【研究担当者】原野 英樹、松本 哲郎、増田 明彦、西山 潤、瓜谷 章

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

本研究では日本原子力開発機構研究3号炉(JRR-3M)即発ガンマ線分析装置で得られる高強度熱中性子ビームを用いて中性子線量計を校正する新しい方法を開発する。産総研で現在運用している黒鉛パイルと Am-Be 中性子源による熱中性子標準場では高い安定性が得られるが、線量率は約 $3\mu\text{Sv/h}$ であり線量計の校正に必要な 1mSv の線量照射に約2週間を要している。一方、JRR-3Mからの熱中性子ビームを利用すれば 0.3mSv/h 以上の線量率が得られ3時間程度で照射が可能になる。また新しい校正法では、中性子のエネルギー分布、線量計の応答を2次元で同時測定し、任意のエネルギー分布に対する線量校正を可能にする画期的なものである。2009年度は、中性子飛行時間法による中性子スペクトル測定、金箔放射化法による中性子フルエンス率測定、濃縮6フッ化リチウムとシリコン半導体検出器による中性子フルエンス測定を行い、ビームの特性評価を行った。また、ファイバー検出器による小型中性子プローブによって、中性子フルエンス率の時間変化にも対応できるようにした。さらに、ビーム径は、イメージングプレートにより測定した。ビーム径は約 10mm 直径であるため、多くの測定器に対して小さい。そこで、測定器全体に照射するためのスキャナー装置を作製した。最終的に、中性子線量計に対して校正を行うための準備が整った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】中性子標準、熱中性子、中性子線量、原子炉、高強度ビーム、校正

【研究題目】FACT-ヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明

【研究代表者】千田 俊哉(バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】千田 俊哉(常勤職員1名)

【研究内容】

真核細胞生物のゲノム DNA は、通常ヒストン蛋白質(H2A, H2B, H3, H4)と複合体を形成している。このDNA-ヒストン複合体はヌクレオソームとよばれており、全長 2m (ヒトの場合)にもおよぶDNAを小さな核内に収納するために必須の構造である。しかし、ヌクレオソーム構造はDNAに対する反応には阻害的に働くため、遺伝情報をDNAから転写する際には読み取り部位のヌクレオソーム構造をいったんほぐし、転写反応後にヌクレオソーム構造を再構築する機構(ヌクレオソーム構造変換)が必要である。FACT蛋白質は、ヌクレオソーム構造変換の際にヒストンH2A/H2Bの集合と解離に関係していると考えられており、転写に関する事が種々の生物学的、生化学的実験から示唆されている。本研究ではヌクレオソーム構造変換反応中での

FACT 蛋白質の役割を解明するために、FACT 蛋白質とヒストンとの複合体の X 線結晶構造解析を目指している。昨年度の研究により、昆虫細胞を用いた蛋白質の発現系を利用して充分な量の FACT 蛋白質を精製する事が可能になった。しかし詳細な解析の結果、この精製 FACT 蛋白質は一部のものがヒストン等の昆虫細胞由来のクロマチン因子群と結合している事が明らかになった。ヒストンの結合した FACT 蛋白質は、物理化学実験のみならず生化学実験にも悪影響を及ぼす可能性が大きいため、取り除くことが必要である。混入しているヒストンは、カラムクロマトグラフィーにより除去する事が可能であったが、収率が大幅に下がってしまい物理化学解析に充分な量の高度に精製された FACT 蛋白質を随時調製することが困難になってしまった。そこで FACT 蛋白質の精製方法を検討し直し、5L の培養液からヒストンを含まない10mg 程度の FACT 蛋白質を精製する方法を確立した。この FACT 蛋白質は、物理化学的解析や生化学解析に最適であると考えられる。今後は、この精製 FACT 蛋白質を用いて結晶化や相互作用解析等を行なっていく予定である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞核、転写反応、ヌクレオソーム、遺伝子発現、蛋白質立体構造解析

【研究 題目】 プロテアソームの単粒子解析による構造研究

【研究代表者】 光岡 薫 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 光岡 薫 (常勤職員1名)

【研究 内容】

プロテアソームは、真核細胞の細胞質でタンパク質を分解する、大型のタンパク分解酵素複合体である。タンパク質を短いペプチド鎖に分解するが、そのペプチド鎖は再利用されるのみでなく、抗原提示などにも利用されるので、その分解のメカニズムの解明は非常に重要である。しかし、その26S の全体構造は原子モデルが得られるような分解能ではまだ明らかになっていない。本研究では、プロテアソームに関して低温電子顕微鏡法を用いた単粒子解析を行うことで、26S の全体構造やその分解基質結合構造を得ることを目的とする。それにより、ユビキチン鎖認識からタンパク質の分解まで、全体の分子メカニズムに関する構造的な基盤を明らかにすることができる。特に単粒子解析を用いることで、複合体を結晶化すること無しに、いろいろな条件の立体構造を比較的素早く得ることができるので、いろいろなリガンドを用いることで、ユビキチン鎖の認識機構に関して詳細を明らかにできることが期待される。

今年度は、昨年度に見いだした、複合体が安定な変異体について、データ収集と、その得られた画像からの粒子切り出しの自動化について検討した。粒子の切り出し

を行う画像処理を検討し、現在、その変異体について、クライオ写真の収集と、粒子の切り出し、そこからの画像のアライメントや分類、平均化の作業を行っている。今後、このように得られた、試料作製法や撮影条件、解析パラメータなどを用いて、現在得ているクライオデータからの三次元再構成を進める。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 単粒子解析、プロテアソーム、生体高分子複合体、極低温電子顕微鏡

【研究 題目】 核内低分子 RNA による遺伝子発現の多様性獲得機構の解明

【研究代表者】 廣瀬 哲郎 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 廣瀬 哲郎 (常勤職員1名)

【研究 内容】

本研究では、真核生物に広く存在し「ガイド RNA」としての機能を果たす snoRNA の機能に焦点を合わせて研究を実施している。特にこれまでに本グループで開発し、至適化を進めてきた化学修飾を施したアンチセンス・キメラオリゴヌクレオチドによる細胞核内 RNA ノックダウン法を用いて、未だ機能不明なヒトのオーファン snoRNA (boxC/D 型、boxH/ACA 型) の標的 RNA を同定することを目指している。それによって、遺伝子発現の多様性獲得機構に核内低分子 RNA が、どのような役割を果たしているのかを明らかにすることを目的としている。本年度は、ヒトの U97 と HBII295 オーファン snoRNA についてノックダウンした HeLa 細胞を調製し、そこから回収した RNA を用いて次世代シーケンサーによってトランスクリプトーム解析を実施した。一方、snoRNA のユニークなイントロン内からの発現様式の新しい局面が明らかになった。細胞分画法によって取得した細胞核内構造体の精製画分の中に、snoRNA をイントロンに含む「ホスト遺伝子」の前駆体 mRNA が高度に濃縮されることが明らかになった。このことは、ホストイントロン上の snoRNA への生合成過程が、スプライシングによるイントロン除去以前に始まっていることを示しており、その場として特異的な核内構造体が用いられている可能性が浮上した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 核酸、RNA、遺伝子発現制御、遺伝子機能多様性、疾患

【研究 題目】 遺伝子修復、組み換え、スプライシングをターゲットとする新規抗癌剤の探索研究

【研究代表者】 新家 一男 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 新家 一男、中寫 瞳 (常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

癌化学療法における重大な問題の一つは、癌細胞の耐性獲得である。癌細胞では、癌抑制因子である p53が変異あるいは脱落していることが多く、そのために遺伝子の安定性が低い。このため、癌細胞は常に遺伝子変異を繰り返しており、周囲へのストレスから逃れるような様々な耐性を獲得する。したがって、遺伝子修復を阻害する化合物は、癌細胞の抗腫瘍剤、放射線療法への感受性を増大させることが期待される。また、ほ乳類の遺伝子の転写から翻訳までには複雑なメカニズムが関与しており、スプライシングはその過程の一つである。癌抑制因子である p27は、細胞が遺伝子損傷を受けた際に細胞死あるいは細胞増殖停止を誘導する因子として作用する。p27は通常スプライシングにより不安定なタンパク質として発現しているが、スプライシングが阻害されると安定なタンパク質として発現することが報告されている。したがって、遺伝子変異が頻繁に起こる癌細胞で安定な p27を発現させる、すなわちスプライシングを阻害する事により、癌細胞選択的に細胞死を誘導することが期待される。そこで、平成21年度は、p27遺伝子のスプライシングをターゲットとしたスクリーニングを展開した。

p27遺伝子の下流に、スプライシングを受ける通常時には蛍光タンパク質が発現し、スプライシングが阻害された際にはルシフェラーゼ遺伝子がコードされるような遺伝子配列を挿入したプラスミドを作成し、HeLa 細胞を形質転換した。

本アッセイ系を用いて、約5万サンプルの天然物ライブラリーについて、相同組み換え阻害剤のスクリーニングを行った結果、6個のヒットを得た。これらのヒット株について、活性物質の単離精製・同定を行った結果、FR901375、7-geranylindolactam-V、toyocamycin、Secalonic acid A および FD-895の5種類の化合物を見出した。これらの化合物のうち、FR901375（ヒストンデアセチラーゼ阻害剤）および FD-895（臨床開発中のスプライシング阻害剤類縁体）に関しては、その作用機作から本スクリーニング系で阻害活性を発現することが予測されたが、7-geranylindolactam-V、toyocamycin、Secalonic acid A の3つの化合物に関しては、その作用機作に関してさらなる検討の必要があると同時に、新たなスプライシング阻害機構メカニズム発見の優れたツールとして期待される。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 遺伝子修復、相同組み換え、レポーターアッセイ、天然化合物、スクリーニング

[研究題目] 多重時空間スケールで適応する多自由度ロボットのノンストップ運動計画

[研究代表者] 吉田 英一（知能システム研究部門）

[研究担当者] 吉田 英一、金広 文男、原田 研介、Jean-Paul Laumanod (LAAS-CNRS)、

Oussama Kanoun (LAAS-CNRS)

(常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

本研究では、従来研究におけるロボット運動計画機能を拡張し、計画した運動を多重時間・空間スケールで変化する環境に適応させる機構を導入して、ノンストップで機能する多自由度ロボットの運動計画システムを確立する。

平成21年度は、ケーススタディを通じて、多自由度ロボットシステムの時空間における微視的・巨視的特性に関する解析と、ノンストップ運動計画のためのデータ構造の考察を行った。

まず空間的適応手法では、多自由度ロボットの支配・詳細自由度間の対応関係を解析した。多自由度ロボットとして、手首に冗長自由度を追加した持つヒューマノイドの歩行と上半身動作を同時に行う全身運動計画を例にこの解析を行った。ここでは、ヒューマノイドの足の着地位置列の計画を、足に接続された仮想的なリンクで結ばれた冗長マニピュレータの計画とみなし、一般化逆運動学を適用して全身運動を導出する方法を構築した。作業の目標とする腕の先端部の目的位置が支配自由度に相当し、またリンクでモデル化した歩行動作が詳細自由度に相当する。歩行動作を明示的に操作せずに、支配自由度による作業を設定することで、歩行まで含めたロボットの動作計画を行うことができた。さらに、歩行中の自己干渉などの制約を考慮して実行可能な動作を導出する方法を構築した。また、時間的な適応手法については、環境変化に応じて巨視的な時間スケールで逐次的に適用できる手法として、計画した経路に最適手法を適用して時間軸を付与し、柔軟に変形する手法をモデル化した。

データ構造については、階層ロードマップについてはそのデータ構造について考察し、ロードマップのノードに階層構造を持たせることで、巨視的な支配自由度と微視的な詳細自由度を対応付けるデータ構造の仕様を定義し、このような構造に適用可能なロードマップを用いて運動計画と必要に応じた軌道変形を行うソフトウェアのプロトタイプを構成した。結果の一部を Humanoids 2009で発表し、Best paper award finalist を受賞した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 運動計画、多自由度ロボット、時間・空間適応

[研究題目] 強力水中超音波音場計測技術開発に関する研究

[研究代表者] 菊池 恒男（計測標準研究部門）

[研究担当者] 菊池 恒男、松田 洋一、吉岡 正裕、内田 武吉（常勤職員4名）

[研究内容]

本研究では、強力水中超音波の音場計測技術の開発を目的として、強力水中超音波音場計測用デバイス開発、

強力水中超音波パワー計測技術開発、キャビテーション発生量計測技術開発等を総合的に行った。

強力水中超音波音場計測デバイスの開発については、超音波送受信に用いる PZT 圧電多結晶膜を水熱合成法を応用して作成するため、水熱合成装置の設計・試作を行った。PZT は、温度160°C、圧力0.6kPa、回転数250rpm の条件下で、良好な結晶成長、結晶密度が得られることを実証した。

強力水中超音波パワー計測技術の開発では、100W 以上の超音波パワー測定を目指して、脱気水を発熱体とするカロリメトリ法の開発を行い、音響流、viscous heating 等の影響の軽減し、再現性の向上を目指して、超音波照射前後の水温度測定値から超音波パワーを算出する方法の妥当性を実証した。更に、自由音場を実現する小型水槽を設計・試作し、振動子、温度センサーなどのセッティングの再現性を向上させた。また、5MHz 以上の比較的高周波帯域における、振動子発熱の影響を定量的に実証した。

超音波医療やソノケミストリ（音響化学）応用の研究開発で不可欠な、キャビテーション発生量計測技術に関する研究では、キャビテーションセンサを試作し、センサーの出力電圧の周波数スペクトルの高周波数成分の積分値（Broadband integrated voltage-BIV）が、水中の溶存酸素濃度に依存すること、及びキャビテーションにより発生した活性酸素発生量と正の相関があること、等を実験的に明らかにした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 強力水中超音波、水熱合成法、カロリメトリ法、キャビテーション、超音波パワー、天秤法、医用超音波、ソノケミストリ

【研究題目】 公共空間において場所および方向を示す音案内の新しいデザイン方法

【研究代表者】 佐藤 洋（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 佐藤 洋、関 喜一、倉片 憲治、山口美恵子（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本研究の目的は、現在用いられている駅などでの誘導鈴に代表される、公共空間において場所および方向を示す音響信号について新たなデザイン方法の提案を科学的知見に基づき行うことである。

まず、大空間における歩行実験を行った。現在用いられている誘導鈴及びその発生装置が場所や方向を正確に伝えられる信号を提示しているか否かを確認するため、また超指向性をもつ超音波スピーカが誘導鈴の提示に有効かどうか、さらにこれまでの実験室実験の結果が歩行を伴った場合の誘導鈴の知覚を説明できるかどうかの3点について、体育館において歩行実験を行い確認をした。その結果現在利用されている機器は残響音の影響を受け

やすいこと、超指向性スピーカはカバーエリア外の誘導が行えなくなること、歩行時には音量の変化が手がかかりとなっていることなどを明らかにした。

次に、鉄道駅において誘導鈴の音響測定を行い、騒音と誘導鈴の音圧レベル差（SN 比）を求めた。その結果、平均的には0-5dB 程度の SN 比であったが、響きの強い空間などでは SN 比が十分であっても方向がわからない場合があることなど、現場における問題点を明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 誘導令、視覚障害者、音環境

【研究題目】 変動する温熱環境が睡眠時の人体に及ぼす影響の評価技術の開発

【研究代表者】 都築 和代（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 都築 和代、森 郁恵 佐古井 智紀（信州大学）（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究では、夜間就寝時ならびに就寝前の温熱環境が睡眠時の人体の体温調節ならびに睡眠に及ぼす影響を解明することを目的とする。実生活場面における睡眠温熱環境の実態のうち、睡眠に及ぼす季節の温熱環境の影響を調べてきた結果、高齢者では、就床時刻には季節による差は認められなかったが、冬や秋に比べて夏において、入眠潜時が有意に長くなり、起床時刻が有意に早くなり、総睡眠時間が有意に短くなり、中途覚醒時間が有意に長くなった。結果として、睡眠効率が夏に有意に低下した。また、皮膚温に季節による影響が認められた。夏の睡眠の悪化は、高齢者が冷房を好まない・使用しないことによると考えられた。青年については2ヶ月毎に温熱環境と睡眠について調べる実態調査を実施した。その結果、睡眠時間、睡眠効率や中途覚醒時間等について季節による違いは認められなかった。

睡眠環境を評価するための睡眠時の人体熱モデルを開発中である。睡眠時に特徴的な深部温（直腸温）の低下と朝方の上昇は、体熱平衡と体温調節機構の日周リズムによると考えられる。本年度は、3°C、10°C、17°Cの寒冷環境で布団（約6clo）を使用して就寝した際の睡眠時の直腸温データを基に、サーマルマネキンから得られた熱伝達特性を境界条件として与えた人体熱モデルによる解析により、体温調節機構が日周リズムによってどのように変化しているかの推定を試みた。体温調節機構として最も深部温が低くなる設定（血管収縮がなく、代謝量として基礎代謝量（0.7met）とする設定）においても、全ての温度条件で睡眠時の直腸温の低下を再現出来ず、逆に直腸温が上昇した。この原因は、動きの無いサーマルマネキンから得られた熱伝達特性では放熱を過小に評価するためと考えられ、身体の動きによる寝床内気候への影響を考慮するなどの行動性体温調節の要件を明らかにした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 睡眠、温熱環境、変動、評価

〔研究題目〕 西部北太平洋域における炭素同位体観測による黒色炭素粒子の発生源寄与・広域分布評価

〔研究代表者〕 兼保 直樹（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 兼保 直樹（常勤職員1名）

〔研究内容〕

長距離輸送される黒色炭素粒子のサンプリングを実施するに当たっては、土壌粒子に含まれる炭酸塩（ CaCO_3 ）との分離が重要となるため、吸引捕集時に $\text{PM}_{2.5}$ での粒径分離が必要となる。炭素系物質濃度が比較的高いと考えられる長崎県五島列島福江島においては、本研究費で購入した $\text{PM}_{2.5}$ 分級器付きローボリューム・シーケンシャルンブラーを2009年10月に設置し、自動で時間分解能1週間のフィルターサンプル採取を開始した。一方、濃度が低いと考えられる小笠原父島ではハイボリューム・エアサンブラによる大量採気が必要となるため、新たに開発した大採気流量用 $\text{PM}_{2.5}$ 分級器(HVI $_{2.5}$)の性能評価試験が終了するのを待って、12月より時間分解能1週間でのフィルターサンプル採取を開始した。両地点とも順調にエアロゾル試料が取得できている。

また、夏期の富士山頂において、付近の大気境界層起源のエアロゾルと自由対流圏エアロゾルを、 $\text{PM}_{2.5}$ 分級器付ハイボリューム・エアサンブラ2台を昼夜に分けて吸引用することで採取したが、7月中は風雨や濃霧の悪天候が続いたため良好なサンプルが取得できず、8月のみ4サンプルを取得することができた。

これらエアロゾル・サンプルの炭素同位体分析のため、現在、閉ループ燃焼装置の調整を進めている。また、国立環境研究所において、加速器質量分析計により2002～2004年に富士山頂で採取したエアロゾル中の ^{14}C 分析を開始した。予備的な分析結果では、夏期のサンプル中で非常にバイオマス燃焼性の炭素の割合が高いとの結果が出ている。また、富士山頂において、大気境界層高度の変動に伴う CO_2 濃度および炭素同位体比の日内変動を調べるために、7月末に大気試料採取集中観測を2日間にわたって実施した。しかし、観測局舎の室内空気によるコンタミネーションが生じた可能性があり、2010年度には採取方法を見直して再度実施する。さらに、大陸起源の気塊の輸送過程を調べるために、清浄大気についても測定できるように高感度型に改造した大気中ラドン濃度測定装置を父島に設置し、2009年12月より観測を開始した(冬季～春季のみの実施)。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 大気エアロゾル、長距離輸送、放射性炭素、黒色炭素、化石燃料燃焼、バイオマス燃焼

〔研究題目〕 エストロゲン様化学物質影響評価のための膜共役経路の解明

〔研究代表者〕 木山 亮一（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 木山 亮一（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

エストロゲンは女性ホルモンとして、性分化、妊娠、性行動などに関わっているが、その作用メカニズムの解明は化学物質の影響を評価するために重要である。本研究では、エストロゲンのシグナル伝達系に関して、膜受容体経路とは別の膜経路について注目し、様々な成長因子に対する膜受容体経路のシグナル伝達経路との共役経路を明らかにすることで、従来明らかにされた核内受容体経路だけでは説明できない化学物質による生理作用のメカニズムを明らかにすることを目標にしている。

本研究は平成21年度に開始し、以下の研究計画に従って研究を行っている。

(1) エストロゲン応答遺伝子によるシグナルカスケードの同定

DNA チップ解析によりエストロゲン応答遺伝子を明らかにし、データベースなどによりそれらの遺伝子が関与するシグナルカスケードの同定を行った。

(2) 化学物質を用いた膜共役系を含めた遺伝子応答のプロファイリング

我々は、ビスフェノールAがエストロゲンとは異なるGPR30受容体経路のシグナル伝達経路を示すことを見出した。今後は、膜共役系に関与するシグナルメディエーターを明らかにする。

(3) ラット脳の分化におけるエストロゲン応答シグナル伝達系の解析

DNA チップ解析によって明らかになったラット脳の性分化に関与する遺伝子(タンパク質)について、日齢変動によるタンパク質のリン酸化変動について解析した。今後は、性分化に関与する細胞の機能を明らかにする。

(4) 天然試料などの混合物を用いた遺伝子応答のプロファイリング

天然試料を用いて遺伝子応答のプロファイリングを行った。今後は、活性成分の同定と分離を行う。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 プロテオーム、エストロゲン、シグナル伝達、シグナルカスケード、脳神経系、DNA マイクロアレイ、プロファイリング、遺伝子機能

〔研究題目〕 熱水反応に基づく燃料電池用フッ素ポリマー膜材料の非焼却分解システム

〔研究代表者〕 堀 久男（環境管理技術研究部門）

〔研究内容〕

近年、燃料電池等に使われるフッ素ポリマー膜(電解質膜)の需要が増えている。その一方でこれらの原料である天然資源(蛍石、フッ化カルシウムの鉱物)は特定

国に偏在し、世界的な需要の増大と産出国の貿易統制により入手が困難な状況となっている。このため廃棄物からフッ素成分を回収し、循環利用することが望まれている。

これらの材料の廃棄物をフッ化物イオンまで分解できれば、既存の処理技術によりフッ化カルシウムに変換できる。フッ化カルシウムは酸処理によりフッ化水素酸となり、これは全てのフッ素材料の原料である。従ってフッ素資源を循環利用するためには、廃棄物をフッ化物イオンまで分解する効果的なプロセスを作ることが重要である。しかしながらこれらは強固な炭素・フッ素結合から成り立っているため分解は容易でない。高温での焼却は可能であるが、原子レベルまで分解させるためには相当の高温を必要とするだけでなく、生成するフッ化水素ガスが焼却炉材（耐火煉瓦）を激しく損傷するという問題がある。そこで本研究は燃料電池用フッ素ポリマー膜を焼却によらずに低エネルギーコストでフッ化物イオンまで完全に分解できる反応技術を世界に先駆けて開発することを目的としている。

21年度は燃料電池用ペルフルオロスルホン酸膜を熱水（亜臨界水）中、鉄、銅、アルミニウム、亜鉛等の金属の添加により還元分解させることを試みた。その結果、鉄粉を添加した場合にフッ化物イオンまで特に高効率に分解できることを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 燃料電池、フッ素、ポリマー、膜、熱水、亜臨界水、分解

【研究題目】 マイクロレンズー体型フィールドエミッタの構造最適化

【研究代表者】 長尾 昌善

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 長尾 昌善（常勤職員1名）

【研究内容】

電子顕微鏡や電子ビームリソグラフィーなどへ応用できるような電子源を目指し、申請者が発明したマイクロレンズー体型フィールドエミッタの構造を最適化する目的で、本年度は、電界計算および電子ビーム軌道シミュレーションによる最適構造の探索と、実際のデバイスの試作のための準備を行った。

シミュレーションには、当初は有限要素法によるシミュレーションを行っていたが、電界放出による電子ビーム軌道の計算には、初期はナノメートルオーダーの領域を正確に計算する必要があり、なおかつ、放出された電子はミリメートルオーダーの領域を飛ぶので、スケールのオーダーが10桁近く異なることからメッシュを使う計算では正確なシミュレーションは不可能であるとの結論に至った。そのため、メッシュをきる必要のない境界電荷法を取り入れて最適構造を得るための計算を行った。シミュレーションの結果、強収束電子ビームを得るため

には、電子の初速の小さい内に軌道補正を行わなければ、加速された後にいくら収束させようと電界をかけても収差を避けることができないことがわかり、そのために電子源の直近に軌道補正のための電極を形成することを発明するに至った（特許出願済み）。この電極を含めて合計6段の電極を有するマイクロレンズー体型フィールドエミッタが最低限必要であることを明らかにした。

また、実際にシミュレーションで最適化した構造のマイクロレンズー体型フィールドエミッタを試作するための準備として、多段のレンズを効率よく形成するために、スループットが高くなおかつ膜厚の面内均一性の高いスパッタ装置を設計・製作した。その装置を使ってニオブ電極の成膜条件の最適化を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 電界放出、電子顕微鏡、電子ビーム、マイクロ電子レンズ

【研究題目】 大気陽電子顕微鏡の開発

【研究代表者】 大島 永康

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 鈴木 良一、黒田 隆之助

（常勤職員3名）

【研究内容】

高強度の陽電子集束ビームを用いて大気中に設置した試料の極微欠陥を評価する装置（大気陽電子顕微鏡）の要素技術の開発研究を行っている。真空環境で生成した陽電子ビームを大気中に高効率で取り出すために、ビームを遮断しにくい薄膜を用いて真空窓を開発した。開発した薄膜真空窓を通して、静電場の加速管で加速した陽電子ビームを大気中に取り出すことに成功した。また実際に、この陽電子ビームを用いて、大気中に設置した薄膜試料の陽電子寿命測定を行うことにも成功した。

静電場方式の加速管によるビーム加速では、試料部に高電圧を印加しなくてはならないために、試料のハンドリングが困難になり、また加速エネルギーが大きくなると放電を起こす可能性もある。これを解決するために高周波加速空洞を用いたビーム加速システムについての開発を進めている。高周波加速空洞に関しては、同軸型高周波共振空洞をシミュレーション計算を元に設計しアルミ材で試作した。共振周波数は、陽電子ビーム発生部との相性から500MHzとした。試作した空洞の高周波特性の測定をネットワークアナライザ等を用いて継続している。

陽電子ビームの窓材の透過割合やビーム発散角について、シミュレーション計算を用いての評価もあわせて継続中である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 陽電子、顕微鏡、ビーム大気取り出し、レーザー、超音波、非破壊検査、可視化、欠陥

〔研究題目〕造礁サンゴの骨格形成と環境情報を記録するメカニズムに関する研究

〔研究代表者〕鈴木 淳（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鈴木 淳、石村 豊徳、川幡 穂高、吉永 弓子（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

サンゴの炭酸塩骨格の化学組成は、古気候を推定する間接指標として広く用いられている。しかし、その記録プロセスには生物が介在するため、これまで十分に考慮されてこなかった環境-生物間相互作用に起因する「推定の不安定性」が存在する。本研究では、実験計画法の基準に基づいて管理された環境で現生のサンゴを飼育し、環境と骨格組成を繋ぐ、より正確な関係式を構築する。初年度(平成21年度)は、まず、ハマサンゴを対象に、琉球大学瀬底実験所の屋外水槽を用いて、3段階光量制御による長期飼育実験が継続された試料の分析を行なった。実験には複数の元群体から切断されたクローン小群体が各光区に配置され、長期にわたり飼育された。サンゴ群体の骨格試料について間接指標として酸素同位体比と炭素同位体比を測定し、環境パラメータとの関係を検討した。酸素同位体比は基本的に水温に依存することが確認されたが、成長速度の影響も無視できないことが明らかになった。これらのサンゴ群体について、研究協力者により、パルス変調型（PAM）クロロフィル蛍光測定法による光合成量の経時変化を約1年間継続するとともに、サンゴおよび共生藻について分子生物学的手法による解析も実施した。また、室内の人工照明下での飼育実験も行ない、これらの試料を用いて骨格組成を分析し、骨格化学組成の種内変異および群体間変異を検討した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕サンゴ、骨格、水温、酸素同位体比、ストロンチウム

〔研究題目〕膜型反応器とマイクロ波照射の融合による化学反応の高効率化

〔研究代表者〕佐藤 剛一（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕佐藤 剛一、西岡 将輝、東 英生、夏井 真由美（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は、ガス流通式の固体触媒反応をより効率よく進行させるため、膜型反応器とマイクロ波照射技術を組み合わせた新規な反応手法を提案し、その実現に向けた基盤研究を行うものである。特に、(1)膜触媒-ガス流通反応系へのマイクロ波照射による活性化（分子の吸着、脱離挙動などに特有な効果）、(2)マイクロ波選択加熱による反応管内の熱的非平衡状態の実現による活性の向上に着目して研究を推進し、膜触媒反応へのマイクロ波照射効果を明らかにすると同時に、触媒反応制御法の新

たな発展に繋げることを目的とする。

本年度は、マイクロ波加熱を膜型反応器に適用するにあたっての装置、制御・測定技術の構築を中心に研究を実施した。マイクロ波発振源には従来のマグネトロンに変えて半導体アンプを用い、正確な出力制御を可能にした。マイクロ波実験で課題とされる温度測定については、サーモグラフィ、放射温度計、光ファイバー温度計を併用して、信頼性の高いでデータを取得できるようにした。その結果、2mm、10mm 径の膜触媒チューブを均一にマイクロ波加熱することに成功した。特に400℃以下の任意の膜温度において、正確かつ迅速な温度制御が昇温、降温のいずれにおいても実現できた。以上、マイクロ波利用膜触媒反応の装置環境を整えることが出来た。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕固体触媒、膜触媒、マイクロ波、誘電加熱

〔研究題目〕形状基板によるエバネッセント光の空気伝播光変換技術の研究

〔研究代表者〕王 学論（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕王 学論、小倉 睦郎（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

半導体材料の中で発生した自然放出光は、半導体と空気との界面における光の全反射現象の存在によって、半導体内部に閉じ込められやすく、高い効率で空気中に取り出すことが非常に難しい。例えば、通常の平坦な基板上に形成した半導体発光材料では、全発光量の数%しか空気中に取り出すことができない。これは、発光ダイオードなど各種の半導体光デバイスの発光効率の向上を妨げる大きな要因の一つである。我々は、予めV字型の溝形状加工を施した基板上に形成した微細な半導体リッジ構造において、リッジ構造の二つの傾斜面で全反射に伴って発生したエバネッセント光が波長より寸法の小さいリッジ頂上面で互いに干渉し、50%という非常に高い効率で空気伝播光に変換される現象を発見した。そこで、本研究の目的は、光学的評価法を用いてこの現象の基本的性質を明らかにすることによって取り出し効率をさらに向上させるとともに、応用上重要な基板形状や材料系において同現象を発現させることを目的とする。平成21年度では、リッジ構造の表面上に SiO_2 のような半導体層より屈折率の小さい薄膜を堆積させることによって、光の取り出し効率を SiO_2 膜のない試料の1.5倍に向上させることに成功した。また、有限差分時間領域法（FDTD 法）による理論シミュレーションの結果、 SiO_2 膜が堆積された試料において半導体・ SiO_2 膜および SiO_2 膜・空気という二つの界面でエバネッセント光が発生することが分かった。これによって、エバネッセント光の干渉効果が増強され、空気中に取り出される光の量が増えると考えられる。

[分 野 名] ナノテクノロジー・材料・製造
[キーワード] 発光ダイオード、取り出し効率、リッジ構造、エバネッセント光、干渉

[研究 題目] 光コムを用いたカスケード型コヒーレントリンクによるサブ波長精度の絶対距離計の研究

[研究代表者] 美濃島 薫（計測標準研究部門）

[研究担当者] 美濃島 薫、稲場 肇、高橋 永斉、岩本 裕（常勤職員2名、他2名）

[研究 内容]

本研究では、安定で高品位なファイバレーザによる光コム（楕型の光周波数モード列）を用いた、マイクロ波から光周波数までのダイナミックレンジの広い絶対周波数基準を構築し、周波数軸と時間軸の位相やタイミングを自在に操作することによって、任意の距離を高精度に絶対測定する技術原理を実証することを目的としている。上記の研究目的達成のために、本年度は以下の研究項目を実施した。

まず、エルビウム添加モード同期ファイバレーザにおいて、共振器の短尺化と分散の最適化により、100MHzの高繰り返し共振器を作成し、各周波数モード強度の増大を行った。同時に、ファブリーペロー共振器を用いて光コムモードのフィルタリングを行い、1.5GHzまでの高繰り返し化を実現し、モードビート信号の対ノイズ比の向上を実現した。

次に、2台の光コムの繰り返し周波数を基準周波数にそれぞれ高精度同期する制御技術を開発した。さらに、本技術の有用性を確認するため、テラヘルツ (THz) 帯スペクトラム・アナライザ及びテラヘルツ波シンセサイザに適用し、テラヘルツ周波数計測の大幅な精度向上を実現した。

さらに、エルビウム添加モード同期ファイバレーザによる光コムと同一波長1.5 μ m帯のCWレーザを用いて、光波干渉計と変調周波数を用いた距離計を同一の光学系によって構築した。同時に、スペクトル線幅の狭いCWレーザを光コムに同期制御して、光周波数を同期したまま、広帯域に走査できる干渉計用光源システムを構築した。実際に、光周波数のテラヘルツ範囲の広帯域走査を実現した。

[分 野 名] 標準・計測

[キーワード] 光周波数コム、干渉計測、光シンセサイザ

[研究 題目] 不凍タンパク質及び不凍合成高分子の凍結抑制メカニズムの解明

[研究代表者] 稲田 孝明（エネルギー技術研究部門）

[研究担当者] 稲田 孝明、平野 聡、小山 寿恵（常勤職員2名、他1名）

[研究 内容]

不凍タンパク質 (AFP) や不凍合成高分子 (AFSP) は、平衡融解点以下で氷の結晶成長を完全に止めたり、また氷の再結晶を抑制したり核生成を抑制するなど、氷に対して特殊な効果を持つことで知られているが、それらの効果の統一的な理解は進んでいない。本研究は、AF(S)P の凍結抑制メカニズムの解明を目的としている。平成21年度は、AF(S)P が氷の均質核生成に及ぼす影響を、W/O エマルジョンと顕微鏡観察を利用した核生成温度の測定によって調べ、AFP の一種である AFPIII の添加が氷の均質核生成温度に影響しないことを確認した。それと同時に古典的核生成理論に基づいた氷の核生成頻度の解析を行い、AFPIII が核生成頻度に影響しないことも確認した。これらの結果は、AFP の核生成抑制効果が、氷のエンプリオや水分子クラスターに対する直接的な作用によるものではなく、不均質核生成を引き起こす要因となる氷核物質に対する作用によるものであることを示唆している。さらに、氷スラリーを使った冷熱の蓄熱・輸送に AF(S)P を適用する技術について検討し、AF(S)P の氷の不均質核生成抑制効果を活用し、過冷却用水用熱交換器の凍結閉塞防止技術に応用できる可能性を実験的に示した。

[分 野 名] 環境・エネルギー

[キーワード] 氷、核生成、タンパク質

[研究 題目] MEMS 技術を用いた粘性センサ (MEMS) の開発

[研究代表者] 藤井 賢一（計測標準研究部門）

[研究担当者] 藤井 賢一、山本 泰之、松本 壮平、黒田 雅治、藪野 浩司（常勤職員4名、他1名）

[研究 内容]

日本学術振興会科学研究費補助金の基盤研究 (B) では、MEMS 技術を用いて超小型の粘性センサを実現するための研究開発を行っている。平成21年度は、MEMS 構造の製作方法と、非線形振動理論による粘度測定原理の開発を行った。基本構造の MEMS 化に関しては、粘度センサの構造を微細化した際の感度や、測定可能粘度範囲等を理論的に解析し、粘度域にあわせた最適形状の検討を行い、センサの構造を設計した。製作方法に関しては、酸化膜を中間層として含むシリコン基板に、深堀反応性イオンエッチング装置で両面から構造を作製するプロセスレシピを作成し、実際にプロセスを行い、粘度センサの基本構造の製作が可能であることを確認した。また、半導体タイプのひずみゲージの基本構造をセンサ上に製作可能であることも確認した。さらに開発の途上で、系統効果等が大幅に削減される高感度な原理を提案することができた。非線形振動理論を用いたファンデルポール型自励振動による粘度測定原理の検証に関しては、鉛直下向きの片持ち梁を用いた実験装置を試作し、空気中および水中にて、線形フィードバックゲイ

ンの値から粘度の推定を試みた。その結果、測定精度面において改善の余地があるものの、フィードバックゲインの値から粘度の違いが測定できることが判明した。また、市販の振動方式粘度計の自励発振型への改造のために、その制御系について検討した。円筒構造を用いた粘度測定原理の確認に関しては、測定原理の理論的検討を行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 粘性率、粘度、センサ、MEMS、微細化、シリコン、非線形振動

【研究題目】 キャスティング作業システムを用いた器用な遠隔物体操作に関する研究

【研究代表者】 有隅 仁 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 有隅 仁、中坊 嘉宏、武田 行生
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、大規模空間における物体搬送に着目し、遠方や近づきにくい場所の物体を素早く捕獲・回収する、キャストイングに基づく器用な物体操作方法を明らかにし、システムを構築して実験的検討を加え、遠隔物体の搬送作業を実現することを目的とする。具体的には、グリップを目標位置へ投擲する手法、ワイヤ張力を瞬時に制御可能なワイヤ繰り出し機構、ならびにグリップで把持する物体を回収する手法を提案し、開発した動的シミュレータと装置により、その有効性を確認した。具体的には、以下の4点を明らかにした。

(1) グリップを精度よく投擲する方法を検討した。具体的には、滑らかな加減速軌道で剛体アームを揺動させることによりワイヤ先のグリップを周期的に回転運動させて、ワイヤを拘束するブレーキの応答性を考慮して所望の位置でワイヤを解放し、目標点へ投擲する手法を提案した。開発した3次元空間用動力学シミュレータを用いて提案手法の有効性を検証し、目標位置へグリップが到達可能であることを確認した。

(2) ワイヤ張力を微小な大きさから瞬間的で非常に大きな大きさまで制御可能なワイヤ繰り出し機構を提案し、そのワイヤ張力制御特性の把握を解析的・実験的に行った。まず、釣りのスピニングリールの構造を基本とし、そのロータの回転を制動するトルクとロータとワイヤの接触位置(ロータの有効半径)の2つのパラメータによりワイヤ張力を制御する機構を提案した。そして、静力学モデルを構築してロータトルク・有効半径とワイヤ張力との関係を導出した。さらに、その結果に基づき実験機を製作し、この関係を実験的に把握した。その結果、2つの制御パラメータにより広範囲に張力が制御できること、および実験結果と静力学モデルから計算した結果とがほぼ同様の傾向であることが確認できた。同時に、解析精度向上のために解析モデルの改良が今後の課題として残った。

(3) 地面を引きずることなく空中で目標物体を高速に移動させて回収する動作方法について検討した。ここでは、ワイヤに弾性効果を付加することによりワイヤの引っ張り時のエネルギー散逸を抑制し、剛体アームの振りによる慣性を利用して把持物体を動的に引き上げる方法を提案した。開発した基礎実験用の装置により、地面に置かれた把持物体を瞬時に引き上げ、ロボット本体付近に設定した目標点へ到達させる動作を実現した。

(4) 高速移動物体の実時間位置測定技術に関する研究動向調査を行い、許容画素(512×512)画像に対して2000fpsでの実時間画像処理と映像記録を同時実現する高速ビジョンシステム(広島大開発)が、本研究における移動物体の高精度な測定に利用可能であることが分かった。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 足関節、関節可動域訓練装置、末梢循環状態

【研究題目】 巨大同位体効果にもとづくダイヤモンド半導体中のフォノンと電子物性に関する研究

【研究代表者】 渡邊 幸志

(ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】 中島 信一

(先進パワーエレセンター客員研究員)

【研究内容】

本研究では、シリコンに比べて極めて大きな同位体効果が予想されるダイヤモンドを合成し、その量子状態(フォノン状態、電子状態)を詳細に検討する。それによって、同位体半導体だけに出現する革新的な「要素」を見だし、将来の量子効果デバイス等の基盤となる知見探索を目標としている。本年度は、同位体ダイヤモンドホモ接合による超格子構造(30nm以下)を実現するため、マイクロ波プラズマCVD装置を用いた、同位体ダイヤモンドのホモエピタキシャル成長の合成条件探索を実施した。 $^{12}\text{C}_{1-x}^{13}\text{C}_x$ の混合比を操作して得られた同位体ダイヤモンドのCLスペクトル評価から、バンドギャップに付随した高いエネルギーを持つエキシトンからの発光が観察された。このとき、ダイヤモンド中の ^{13}C 濃度に対するエキシトンピーク位置は、理論予想より大きい21.5meV/amuのスロープでバンドギャップが高エネルギー側へシフトすることがわかった。また、ラマン散乱実験よりダイヤモンドの一次ストークス線のピーク波数の変化から、 ^{13}C ダイヤモンドの組成比を計算したところ、気相中のガス混合比と結晶内の組成比は高い精度でほぼ一致していることもわかった。次に、CVD法による薄膜の膜厚制御限界を調べるために、 ^{13}C ダイヤモンド中に層幅を変化させた ^{12}C ダイヤモンドを挿入したダイヤモンド薄膜の合成実験を実施し、SIMSによる組成分布を評価したところ、設計値1nmに対し、約

2nm の半値幅を持つ組成コントラストが観測された。この半値幅は観測装置の分解能に匹敵する。本研究では、次年度検証予定の同位体ダイヤモンド超格子を実現する上で必要となる結晶形成技術の獲得に成功し、同位体効果によるバンドギャップ差を利用した同位体ダイヤモンドによるホモ接合バンドエンジニアリングへの展開に有効な結果を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電気・電子材料、ダイヤモンド、同位体効果

【研究題目】 細胞分化の人工誘導経路を短時間で最適化する方法の研究

【研究代表者】 藤渕 航

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 藤渕 航、三宅 正人、千葉 啓和、田中 卓

(常勤職員2名、非常勤職員2名)

【研究内容】

バイオインフォマティクスの研究者が公共の遺伝子発現データから、間葉系幹細胞、脂肪細胞、骨芽細胞、軟骨細胞、繊維芽細胞などを含むデータを取得して細胞分化DBの作製を行った。これらのデータから脂肪細胞分化を誘導すると見込まれる転写因子を取り出すため、デジタルディファレンシャルディスプレイ法を用いて転写因子候補100個をリストアップした。一方、実験研究者は間葉系幹細胞を購入して培養し、これに様々なsiRNAを自由に導入する系を確立した。また脂肪細胞への分化を確認するためオイルレッドによる油滴を画像解析する予定であったが、同時にPPAR γ その他数種類の脂肪細胞マーカー遺伝子の発現により分化の程度をRT-PCR法で確認する系を確立した。この系において候補遺伝子の上位30個から、脂肪細胞への分化を促進する誘導剤と同等の作用を持つ見込みのある遺伝子10個を抜き出し、これらを組み合わせて探索を行ったところ、これまで未報告の強い誘導作用を持つ遺伝子の組み合わせが見つかったため、国際学会で発表を行った。これは本研究の目的である細胞分化誘導経路の高速化をバイオインフォマティクスによって実現できることを示したよい例であり、得られた知見から転写因子の役割の違いを類推することまでも可能となることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞分化、バイオインフォマティクス、組み合わせ探索、siRNA、転写因子

【研究題目】 希少金属回収を目的とする廃小型電子機器の高度識別分離・選択粉碎システム

【研究代表者】 古屋仲 茂樹 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 古屋仲 茂樹、小林 賢一郎
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本年度は、まずレーザ3次元計測システムとその制御プログラムを製作した後、廃小型電子機器の市中からの回収・サンプリングとデータベース化を実施した。具体的には、携帯電話、デジタルカメラ、CDプレーヤ、MDプレーヤ、カセットテープレコーダ、電子辞書、携帯ゲーム機を対象に、各機器につき5~10台程度をサンプリングして、重量、3次元形状、部品構成、元素組成を調査し、これらをデータベース化した。次に、レアメタル類の回収を目的とした選別フローについて検討した結果、携帯電話については回収ターゲットとなり得る希少金属類は、振動モータ(W)、スピーカ磁石(Nd)、液晶(In)、カメラ(Ni)及び部品実装プリント基板(Ta及び貴金属)といった部品に存在しており、これらを部品レベルで選別することが重要であることが明らかになった。さらに、上記の7種類の廃小型電子機器を製品レベルで選別することを目的として、マルチニューラルネットを用いた識別アルゴリズムについて検討した結果、90%以上の確率でこれらを識別可能であることが分かった。また携帯電話については、希少金属や貴金属類の含有率が比較的高い2000年前後に製造された棒状タイプのもので最近製造された折りたたみタイプのもので識別分離できる見通しを得た。以上によって、市中で回収される廃小型電子機器に対して実施者の独自技術であるレーザ3次元解析法を用いて製品レベル、部品レベルでの選別を行うことにより、含有している希少金属類の分離・濃縮が実現できることが明らかになり、本研究の基本的着想に間違いのない事が確認された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 廃小型電子機器、リサイクル、レアメタル、粉碎、選別

【研究題目】 溶存フミン物質の簡易分別定量法の開発：土壌-陸水系におけるDOM動態解析への応用

【研究代表者】 高橋 勝利

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 高橋 勝利 (常勤職員1名、他0名)

【研究内容】

炭素の循環・動態の把握は地球温暖化問題が深刻化するなかで、必須の課題であると広く認識されている。土壌-陸水系における炭素の循環・動態は移動性は生物利用性の高い溶存有機物(DOM)の動態に支配されている。

本研究では、このDOMを極性の異なる3成分(非フミン物質、弱疎水性フミン物質、強疎水性フミン物質)に分別し、1)各成分の化学特性解析を行い分別に対する化学的根拠を提示する、2)各成分の移動性と生物利用性について序列・数値化する、3)3成分の簡易分別定量法を開発し、最終的に、簡易分別定量法によってフィール

ドモニタリングを実施することと、モニタリング値により、DOMの動態解析を行う手法の開発を行う事を目的として研究を実施した。

今年度は日本国内の様々な箇所の陸水中に溶存している有機物をカラムを用いて抽出・濃縮して得られたフミン物質標準試料のフーリエ変換型質量分析装置 (FTMS) による超高分解能・超高精度質量分析のための条件検討を行った。特に、抽出・濃縮・乾燥したフミン物質は分析時に水に非常に溶けにくいいため、分析が難しい事が知られているが、簡単にこのフミン物質を溶解するための手法を発見した。また、そうして溶解した標準フミン物質の FTMS 測定を実施した。得られた質量スペクトル中に含まれる数千個のピークの同定方法についても検討を行った。

【分野名】分析機器開発

【キーワード】腐植物質、フミン酸、質量分析、化合物同定

【研究題目】アクチンフィラメントの構造多型と機能分化

【研究代表者】上田 太郎

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】上田 太郎、梅木 伸久、野口 太郎、中嶋 潤 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

目標：

アクチン・ミオシン系による力発生は、ミオシンがアクチンフィラメントと結合し、ミオシンのレバーアーム領域が角度変化することで力が発生するという「レバーアーム説」が有力である。この説によれば、アクチンフィラメントの機能はミオシンと結合してリン酸の解離を促進するとともに、それに引き続くパワーストロークの足場を提供するだけであり、単なる受動的な構造要素にすぎないという考え方も成り立つ。しかし、化学修飾アクチンフィラメントを用いた最近の研究などから、ミオシンとアクチンフィラメントの相互作用は、力発生に不可欠な未知の現象を引き起こすことを示唆しており、その未知の現象は、アクチンフィラメントのサブユニット間の協調的な構造変化を介するものである可能性が高い。こうした現象の分子機構を解明することは、アクチン・ミオシン相互作用の重要な未解明部分に光をあてるうえで大きな意義があるのみならず、レバーアーム説を超える新たな力発生機構の提唱につながる可能性もあり、運動タンパク質の研究における最重要なフロンティアの一つであると考えられる。そこで本研究では、われわれが新規に開発した効率的組換えアクチン発現系を利用して生成した変異組換えアクチンを様々な手法を用いて多角的に解析し、アクチンフィラメントの構造変化と、力発生におけるその動的機能を解明する。

進捗状況：

昨年度に引き続き、An and Mogamiの先行研究により同定された、ショウジョウバエの優性変異アクチンの生化学的解析を完了し、論文発表した。また、アクチン中の保存されたグリシン残基をバリンに置換した変異アクチンを作成し、その解析も進め、酵母の増殖能を指標に新たな優性変異アクチンを複数個同定した (グリシンスクヤニング)。この中から、まず G146V 変異に着目した解析に着手し、これが正常にミオシンと結合し、その ATP 分解活性を刺激できるにもかかわらず、ミオシン II と相互作用してもほとんど運動活性を持たない変異であることを発見した。そこでこの運動阻害機構の詳細を解明するため、分子内 FRET 解析を行った。その結果、ミオシンの結合は、フィラメント内の野生型アクチンサブユニットに顕著な構造変化を引き起こすが、運動能に欠損のある G146V アクチンサブユニットは、この構造変化が阻害されていることが明らかになった。これは、アクチンサブユニットの構造変化がミオシンとの相互作用による力発生に重要な役割を果たしていることを示唆する重要な証拠であり、学会等でも大きな注目を集めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質分子モーター、組換えタンパク質発現系

【研究題目】新規ヒト内在性レクチン探索と機能解析

【研究代表者】平林 淳 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】館野 浩章、矢部 力朗、福村 美帆子 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

ヒトではこれまでに約100種類のレクチンが同定され、C-type、siglec、galectin、P-type、R-type、M-type、L-type、calnexin、ficolins、chitinase-like、F-box lectin、intelectin など約10種類のファミリーに分類されているが、その全貌把握とは言いがたく、個々のレクチンに対する機能解析も、一部を除いては不十分なものが多い。また機能解明への大きな手掛かりとなる糖鎖との相互作用データに関して、解析手法が統一されていないため、レクチン間の糖鎖結合特性を系統的に比較する事が困難である。これらの理由から、ヒト体内における糖鎖-レクチン間の相互作用、及びそれを介した情報伝達機構は未だ十分に理解されていない。バイオインフォマティクスを利用して、ヒトのゲノム配列を対象としたデータマイニングを実行したところ、現在知られているヒト内在性レクチンをはるかに上回る数のレクチン候補遺伝子が存在することが示唆された。特に、従来ヒトではレクチンとして認識されていない新規ファミリーが多数存在する事が浮き彫りになった。そこで本研究では、(1) ヒトゲノムから抽出されたこれらレクチン候補遺伝子を選別・発現し、糖鎖結合活性を糖鎖複合体アレイでスクリーニングする、(2) 機能解析の一端として結合定数を含めた詳細な糖鎖結合特性を明らかにする、

(3) 結合パートナーの同定と作用機序の解明を行う、ことにより糖鎖機能をより深く理解し、糖鎖認識をキーワードとした新たな医工学シーズを見出すことを目的として研究を行った。その結果、複数の新規レクチンの同定に至った。すなわち、C21orf63タンパク質がヘパリンやヘパラン硫酸などの硫酸化糖鎖に結合する新規レクチンであることを見出した。更に、ジャッカリン関連レクチン様ドメインを有する ZG16がマンノースに結合性を示す新規レクチンであることを見出した。現在、ZG16の詳細な糖鎖結合機構、組織分布、機能に関する研究を行っている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖、レクチン

〔研究題目〕 間葉系幹細胞への高効率量子ドット導入法と間葉系細胞・組織の分化過程に関する研究

〔研究代表者〕 植村寿公 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 植村寿公、Renu Wadhwa
(常勤職員2名、他0名)

〔研究内容〕

本研究の目的は、モータリン抗体に結合した Q-dot を培養条件の検討により各種間葉系幹細胞に高効率で導入する方法を確立する。更にその技術を用いた前臨床試験モデルを確立する。そのために、初年度は、ラット、ラビット、モンキー、ヒトの骨髄由来間葉系幹細胞へのモータリン抗体—量子ドット結合体による細胞導入実験を行った。その結果、使用したモノクローナル抗体を用いる限り、種による大きな差はなく、3時間程度のインキュベーションで60%程度、7時間を超えるインキュベーションで90%程度の量子ドット導入効率を得た。導入された量子ドットは、どの種の間葉系幹細胞に対しても、細胞質に均質に導入され、核内や細胞内膜構造への侵入は観察されなかった。その意味で量子ドット導入による細胞機能への影響は小さいと予想される。間葉系幹細胞から、骨、脂肪への分化過程において、ラットの骨髄由来間葉系幹細胞を用いて評価した結果、増殖能、骨芽細胞マーカー (ALP 活性など) への量子ドット導入による統計的有意差はなかった。軟骨への分化に関してラビット骨髄由来間葉系幹細胞を用いて検討したが、増殖、機能への影響に統計的に有意な影響はなかった。以上の結果から、モータリン抗体を用いた量子ドットの間葉系幹細胞への導入リスクは極めて低いことが分かった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 量子ドット、間葉系幹細胞、分化

〔研究題目〕 抗モータリン抗体に関する研究

〔研究代表者〕 ワダワ レヌー

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 ワダワ レヌー、カウル スニル

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

モータリンに関する研究はその遺伝子のクローニングから機能解析、抗癌治療の標的としての検討にいたるまで産総研において17年間もの間、続けられてきた。その中で種々の発現プラスミド、アンチセンス、siRNA 発現プラスミド、ポリクローナル抗体、モノクローナル抗体を作製してきた。抗体はモータリンタンパク質の機能を知る上で非常に有用なツールであるが、それだけにとどまらず分子薬剤としても高い可能性を秘めている。本研究では、我々が作製したモノクローナル抗モータリン抗体の抗癌活性を評価し、抗癌治療に応用可能なヒト型抗モータリン抗体の作製を目指す。

我々は5種類の抗モータリン抗体および新たな新規抗体を作製し、新しいハイブリドーマを確立した。その中から細胞膜を透過する性質を有する細胞内在化抗体を得ることができ、その特異性と活性の関係についても解析している。5種類の抗モータリン抗体および新規抗体に関して、様々な種類の癌細胞に対する抗癌活性や活性評価についても検証した。ヌードマウスを用いた *in vivo* でのモデルアッセイを行い、活性評価などの基本的性質の解析や抗癌活性を検証した。また、これらの抗モータリン抗体のキャラクタライズを行った。さらに解析を進め、臨床試験に臨めるクオリティの高い抗体の作製を目指す。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 モータリン、抗癌作用、内在化抗体

〔研究題目〕 パターン認識のための探索的モデル選択法に関する研究

〔研究代表者〕 栗田 多喜夫 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 栗田 多喜夫 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

コンピュータの性能向上と PC クラスター等の並列実行環境の整備により、大量の計算パワーを手軽に利用できるようになったため、より良いパターン認識器を大量の計算パワーを使って構成しようとするアプローチが一般的になりつつある。そこで、本研究課題では、鳥やアリ等の群れからヒントを得て、中間の行動の結果を通信しながら次の行動を決定する集団による最適化手法である Particle Swarm Optimization 等に関する研究成果を取り入れて、最適なパターン認識器を構成するための実用的な最適化アルゴリズムの確立を目指す。具体的には、パターン認識器の最適なハイパーパラメータの決定法、パターン認識のための有効な特徴の自動選択法、画像中の対象の高速探索法、汎化性能が高く高速に動作する識別器の自動設計のためのモデル選択法等の実用的なアルゴリズムの開発を目指した研究を行っている。

サポートベクターマシンのような2クラスの識別器を利用して多クラスの識別問題を扱う場合、一対一法や一

対多法のように複数の2クラス識別器の識別結果を組み合わせて利用することが一般的である。また、誤り訂正出力符号化法では、誤り訂正符号の考え方を取り入れて、2クラスの識別器の出力の一部の誤りを訂正できるように識別器を設計する。しかし、多クラス識別の構成要素として利用可能な2クラス識別器は、これらの手法で用いられているもの以外にも多数存在する。そこで、多クラス識別に利用可能な全ての2クラス識別器の中から識別性能の高い2クラス識別器の組み合わせを探索する手法について検討した。クラス数が多くなると2クラス識別器の最適部分集合を探索するには膨大な時間が必要となるため、遺伝的アルゴリズムを用いて準最適な組み合わせを探索する手法を開発し、従来法よりも識別性能の高い多クラス識別器が構成できることを確認した。

また、一般物体認識のための特徴抽出手法についても検討し、事後確率画像上で相互相関特徴を抽出する手法を提案した。その他、最適非線形判別分析のベースとなる事後確率の推定に多項ロジットモデルを用いるロジスティック判別分析という新たな手法を提案し、線形の判別分析に比べて性能が飛躍的に向上することを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 パターン認識手法、最適化手法、Particle Swarm Optimization、モデル選択

【研究題目】 中性アミノ酸トランスポーターの制御分子開発と機能解析

【研究代表者】 茂里 康 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 茂里 康 (常勤職員)

【研究内容】

目標:

中性アミノ酸トランスポーターの一種であるalanine-serine-cysteine transporter (ASCT) については、ホモロジー検索によって、比較的早い時期に2つのサブタイプ遺伝子 (ASCT1, ASCT2) が単離されていたが、その実体・機構には不明な部分が多い。そこでその機能を制御する分子をスクリーニング・デザインし創製することを目的とした。

トランスポーターの解析には特異的に作用する制御分子 (特異的な基質・阻害剤) は不可欠である。研究が立ち遅れている原因の一つは、選択的な基質や阻害剤がほとんど開発されていないことである。そこで、(1)ASCTに特異的な阻害剤開発のためのスクリーニング系の開発と天然物や化合物ライブラリーからの阻害剤探索、及び(2)ASCT特異的制御物質 (基質・阻害剤) の分子設計を目標とした。

ASCT1, 2の阻害剤スクリーニング等のためのアッセイ系の開発のためには、内因性のASCT1, 2が高発現し

ていない宿主細胞を選ぶ必要がある。そこでヒト細胞であるHEK293細胞、チャイニーズハムスターの培養細胞であるCHO細胞等を用いて実験を実施した。しかしいずれの培養細胞でも内因性のASCT1, 2の発現量が高く、ASCT1, 2のアッセイ用の宿主細胞としては不向きであることがわかった。今後最適な発現系を探索する必要がある。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 グルタミン酸、トランスポーター、阻害剤

【研究題目】 有珠火山における噴火活動推移予測の高度化とマグマ活動の場の解明

【研究代表者】 鬼澤 真也 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 鬼澤 真也 (契約職員1名)

【研究内容】

噴火位置・時間・規模・様式・推移といった高次の活動予測を実践するために、活動推移の規則性や多様性に関する法則を見つけ出すこと、法則を支配する物理化学過程を理解することが重要である。本研究では有珠火山を対象として、過去の噴火現象・観測量のコンパイル・比較に基づく噴火活動推移予測の高度化と、その科学的背景の理解に向けてマグマ活動を規制する場の解明を目指している。

噴火活動推移予測の高度化に向けては、特に噴火前兆地震活動の時間別発生頻度・マグニチュード・震源に関して、過去の山頂噴火、山麓噴火の観点から定性的な比較を行った。この結果、1977年山頂噴火と山麓噴火前兆初期とは地震発生頻度、マグニチュード、震源に関して類似性が認められること、山麓噴火に関しては、前兆地震開始数日後の急激な地震発生頻度の増大・マグニチュードの増加・震源の水平方向への拡大といった特徴が挙げられ、活動推移予測のひとつの判断材料となる可能性を指摘した。一方、長期的活動予測に向けて、静穏期の地殻活動の解明に向けた観測研究を進めた。この結果、静穏期の山頂直下の定常的な地震活動が1977-82年噴火潜在ドームの沈降に伴い発生していること、その震源域は2000年噴火前兆地震より有意に浅く、2000年噴火が山頂直下の地殻活動にほとんど影響を与えなかったこと、を見出した。

また、マグマ活動規制する場の観点から、1943-45年溶岩ドーム、1977-82年潜在ドーム成長に伴い観測された非対称な地殻変動が、この北に向かい浅くなる基盤構造と密接に関わっていたことを指摘した。

【分野名】 地質

【キーワード】 火山、自然現象観測・予測、噴火、マグマ活動、地下構造

【研究題目】 量子モンテカルロ法および第一原理計算による2次元強相関系に研究

〔研究代表者〕 柳澤 孝 (エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 柳澤 孝、長谷 泉、山地 邦彦
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

銅酸化物高温超伝導体および鉄ヒ素系超伝導体の電子状態を明らかにするために、モンテカルロ法および第一原理計算による電子状態計算を行った。鉄ヒ素系新超伝導体に対して結晶構造に歪みが存在する時の状態密度を計算し、化合物によっては歪みにより状態密度が増加し、超伝導転移温度が上昇する可能性があることを示した。銅酸化物高温超伝導の相図を明らかにするために、量子変分モンテカルロ法による大規模なシミュレーションを、ハバードモデルおよび d-p モデルに対して行った。d-p モデルに対して、超伝導と反強磁性の共存も考慮したモンテカルロ計算を行い、二次元の d-p モデルに対する相図を明らかにした。実際、低ドーブ域 (ドーブ量 $x < 0.18$) では反強磁性と超伝導が共存し、さらにキャリア数を増やすと超伝導が単独で安定になることが明らかにした。Bi2212等の高温超伝導体で報告されている特異な電荷秩序状態 (チェッカーボード状態) の安定性を2次元ハバードモデルに対して変分モンテカルロ計算を行うことにより明らかにした。バンド構造を決める重なり積分 t' 、 t'' をパラメーターとして基底状態のエネルギーを計算し、Bi2212系の銅酸化物に対して得られているバンド構造を含むパラメーター領域でチェッカーボード状態が安定となることを示した。また、各種の高温超伝導体は特徴的なフェルミ面をもっており、それらのフェルミ面を再現するバンドパラメーターに対してモンテカルロ計算を行った。特に、La 系に対応するパラメーターに対して、実験とコンシステントな超伝導凝縮エネルギーが得られた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 二次元強相関係、量子シミュレーション、変分モンテカルロ法、第一原理計算、銅酸化物高温超伝導体、鉄系超伝導体、共存状態、チェッカーボード状態

〔研究題目〕 大陸地殻の脆性-塑性遷移と細粒長石の塑性変形

〔研究代表者〕 重松 紀生

〔研究担当者〕 重松 紀生、増田 幸治
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

年度前半に、平成19年度導入の加熱用炉の断熱の問題が見つかったため、加熱用炉の断熱性能向上の改良を行った。改良後、の実験から均質な塑性変形挙動を示す場合と、著しい応力降下と変形集中を示す場合があることが明らかになった。平成20年度の結果も合わせると、均質な塑性変形挙動を示した実験では、定常応力と歪速度に線形関係があり、粒界滑りなどの粒径依存クリープ、

一方応力降下と変形集中を示した実験は、正の歪速度依存性と歪速度は非線形性から、転位クリープと、変形機構の違いが推定される。実験によって変形機構が異なった原因は、細粒長石焼結を夏と冬に分けて行ったため、吸着水の量が異なっていたためと考えられる。

本研究課題は実験等の過程で、交付申請書に記載した当初には想定していなかった様々な部品調整の困難に直面し、また吸着水の違いによる挙動の違いも想定外であり、予想以上の長石の挙動の複雑性が明らかになった。また今後の本課題継続にあたり、解決すべき技術的課題が明らかになった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地殻、岩石のレオロジー、細粒長石、脆性-塑性遷移、岩石変形実験

〔研究題目〕 新生代後期における浮遊性珪藻類の進化過程の研究

〔研究代表者〕 柳沢 幸夫 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 柳沢 幸夫 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究は、北太平洋中-高緯度、低緯度赤道域および南大洋の3つの生物地理区の珪藻化石分析により、浮遊性海生珪藻の *Crucidenticula* 属、*Denticulopsis* 属および *Neodenticula* 属のダイナミックなグローバル進化過程を明らかにし、後期新生代における古気候変動との関係を解明することを目的とした。最終年度にあたる今年度は、北太平洋中-高緯度域での分類学的・生層序学的分析を行った。また、3つの主要な生物地理区で得られた生層序データをコンパイルし、それぞれの種のグローバルな出現・消滅年代を確定し、3属のダイナミックな進化過程を明らかにした。その結果、*Denticulopsis crassa* 系列に関しては、荒川層群でも形態変化系列を確認し、この進化系列が実在することが確実となった。主要な生物地理区で得られた生層序データをコンパイルし、進化系統を復元した結果、まず、温暖珪藻である *Crucidenticula* 属については、3つの進化系列が存在し、それぞれ地球環境の温暖期に生息域を高緯度まで拡大して多様化したことが明らかとなった。一方、*Denticulopsis* 属は、北太平洋中-高緯度に起源を持ち、16Ma以降の寒冷化に伴って生息域を拡大し、最終的にはコスモポリタンな進化系列を生み出したことが判明した。また *Neodenticula* 属は進化の初期段階である後期中新世には両極性を示すものの、鮮新世以降は南半球ではこの珪藻グループは絶滅し、北半球のみで進化し現在に至ることが明確になった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 古生物学、珪藻、進化

〔研究題目〕 固体 NMR を用いたナノ空間における分子のダイナミクス研究

〔研究代表者〕 林 繁信（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 林 繁信、小島 奈津子

（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

ナノメートルサイズの空間を内部に持つ多孔質材料は吸着、分離、触媒等の機能を持つ。ナノ空間内表面の性質はそれらの機能と密接に関係しており、本研究ではプローブ分子を用いた固体 NMR 法によりナノ空間内表面の性質を明らかにすることを目的としている。ナノ空間内表面の性質を調べるプローブ分子として、トリメチルホスフィンオキシドを選択した。トリメチルホスフィンオキシドは塩基性分子であり、ナノ空間の壁の酸点と相互作用を行う。平成20年度までに、試料調製上のいくつかの問題点を明らかにした。一つは、プローブ分子を溶媒に溶かして導入したところ、溶媒分子も同時に吸着してしまった。平成21年度は、溶媒分子の影響を除くために、溶媒を用いない気相吸着法を提案し、実際にプローブ分子を気相からゼオライトの一種であるモルデナイトに導入して固体 NMR スペクトルの観測を行った。その結果、ナノ空間内表面の酸強度分布を反映し、溶媒分子の影響の無いスペクトルが得られた。モルデナイトでは、Si/Al 比が高くなるにつれてプローブ分子の化学シフトが増加する傾向が見られ、酸強度が高くなること示された。温度変化測定をしたところ、温度の上昇によりスペクトルの形の変化が観測された。温度上昇に伴い、吸着したプローブ分子が動いたことが示された。今回用いた気相吸着法では、プローブ分子の吸着量が非常に少なかった。酸量に見合ったプローブ分子が導入できる条件についての検討が今後必要である。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 固体 NMR、ナノ空間、ダイナミクス、酸塩基性質、固体触媒、プローブ分子、in situ 測定

〔研究題目〕 濡れ性の制御による過冷却度制御の研究

〔研究代表者〕 平野 聡（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 平野 聡（常勤職員1名）

〔研究内容〕

物質の過冷却現象を利用することで、貯蔵された熱の抽出が需要に応じて可能な蓄熱技術を汎用化するために、接触面との濡れ性によって過冷却度を能動的に制御する研究を行う。具体的には、蓄熱材の不溶性粒子の平均粒径や容器への充填質量、濡れ性が過冷却度に及ぼす影響を、蓄熱材候補として検討されてきている数種の無機化合物および有機化合物について明らかにする。

本年度は、潜熱蓄熱材の候補となる数種の物質に対し、容器に対する濡れ性が過冷却度に及ぼす影響を定量化し、潜熱蓄熱材としての応用性を評価した。具体的には、蓄熱材候補物質を材質の異なる数種の容器に充填し、環境試験器で完全に融解させた後に、一定の緩慢な温度変化

速度で冷却して凝固開始温度を測定することにより、濡れ性と最大過冷却度との関係を定量化した。蓄熱材候補物質にはポリエチレングリコール（重量平均分子量 7,300～10,200、示差走査熱量計（DSC）による融点 57.1℃）と D-スレイトール（同87.0℃）を使用した。試験容器には、硬質ガラス、アルミニウム、ステンレス鋼、ポリプロピレン樹脂、フッ素樹脂を用いた。その結果、各物質の容器への濡れ性と最大過冷却度との関係をほぼ線形関数で近似させることができた。

高分子量のポリエチレングリコールや糖アルコールは給湯・暖房温度に適した安全な相変化蓄熱材として有望視されている。本研究結果によれば、カプセル型蓄熱材の最大過冷却度を接触面の材質あるいは表面性状によって制御できるので、相変化蓄熱材の最適設計に有用な知見となる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 蓄熱、過冷却、濡れ性

〔研究題目〕 並行システムの高信頼自動検証ツールに関する研究

〔研究代表者〕 磯部 祥尚（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 磯部 祥尚（常勤職員1名）

〔研究内容〕

並行システムの動作検証ツールとして、定理証明器やモデル検査器が利用されている。本研究では、定理証明器の高い証明能力と、モデル検査器の自動解析能力を併せ持つツールを開発している。本研究は3年計画であり、2年目である平成21年度の主な成果は、並行動作の逐次化アルゴリズムを考案して実装し、いくつかの無限状態並行システムに適用して、自動解析が可能であることを示したことである。以下、詳しく説明する。

本研究では、並行システム開発支援を目的として、モデル検査器の使い易さと定理証明器の高い証明能力の両側面から2つの並行システム解析ツール CSP-Prover と CONPASU の研究開発を行っている。CSP-Prover は並行システム検証用定理証明器である。無限状態システムの特性を証明できる特徴をもつが、その証明には人手が必要であり、その利便性の向上が課題になっている。平成21年度は、人手が必要な汎用の証明戦略の他に、ある条件を満たす場合は自動証明を優先するように CSP-Prover の証明戦略を改善した。その最新版を website から公開するとともに、CSP 研究会で発表を行った。また、CSP-Prover のデータ表現の強化と、動作表現の拡張を行った成果が論文誌に採録された（ENTCS, Vol. 250, 2009）。

また、定理証明器の記号処理による証明方法とモデル検査器の探索による自動検査方法の長所をもつ並行システム解析支援ツール CONPASU の研究も行っている。CONPASU は並行システムの設計図からその特性を自動的に解析することを目標としている。平成21年度は並

行動作の逐次化アルゴリズムを考案して Java で実装した。変数を有限値 (例:0, 1, 2) で具体化せずに記号処理するため、変域無限 (例:0, 1, 2, ...) の変数も扱える特徴がある。その成果を PPL 研究会と CSP 研究会で発表した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス
 【キーワード】 並行システム、検証、プロセス代数、定理証明器、モデル検査器

【研究 題目】 UML モデリングによる人と共存するロボットの安全設計と評価方法の研究

【研究代表者】 中坊 嘉宏 (知能システム研究部門)
 【研究担当者】 中坊 嘉宏 (常勤職員1名)
 【研究 内容】

UML モデリングによる安全システムの設計、評価手法を確立し、ロボットの安全に関わるセンサ、処理系、ネットワーク等の様々な内部モジュールやシステムの設計、評価を可能にする。また UML モデルを安全関連一般に適用し、基礎的な手法概念を確立する。これにより、人と共存するサービスロボットやセル生産ロボット等の開発に必要な、安全性評価や規格等への適合設計が容易に行える手法を実現する。

今年度は、つくばチャレンジ2009プロジェクトにて開発した自律移動型ロボットについて、SysML モデルを用いてモデル化を行った。またセンサの信頼度と精度について、確率的リスク解析手法への適用方法とシステムのコンポーネントの危険側故障確率を、確率的リスク解析手法に適用する方法を検討し、決定論的な UML モデルと確率的なリスク解析を統合したモデル化手法に基づいて、国際規格の ISO 機械安全規格と IEC 機能安全規格のどちらにも整合したモデルを作成した。またこのモデルに対して、規格適合製品を例としてモデル化し、妥当性を検証した。安全仕様開発ツールと MATLAB、Eclipse などのプログラム開発ツールを用い、上記の、決定論的、確率的統合モデルに対する、ツールを用いたロボットシステム開発環境を構築した。別プロジェクトで抽出される自律移動型ロボットのリスクアセスメント結果を、本モデルにおける外部要求仕様に変換する方法を検討し、仕様を開発した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス
 【キーワード】 国際安全規格、リスクアセスメント、UML モデル、サービスロボット

【研究 題目】 シナプス分子輸送の2光子吸収を用いた光標識による解析

【研究代表者】 清末 和之 (脳神経情報研究部門)
 【研究担当者】 清末 和之、 亀山 仁彦 (常勤職員2名)

【研究 内容】
 シナプスの可塑変化は“電気活動の履歴”が“蛋白質

と構造の変化”として記憶される現象として考えることができる。このシナプスを構成する蛋白質分子は自律性、または他の分子との結合特性による受動的輸送によって時空間的な局在特性をもつが、この“記憶”に伴う、分子の挙動の変化等は入力空間的、時間的特異性を制御するものと考えられるが、その詳細は明らかにされていない。シナプス後部には多種の蛋白質分子があるが、本研究ではシナプス可塑性の発現に重要な役割をもつリン酸化酵素 (CaMK II 等) に注目している。今年度は、光活性化タンパク質とのキメラタンパク質をもちい、神経細胞で長期間安定発現するシステムを構築した。これによって標的タンパク質を発現した神経細胞での動態を計測することに成功した。現在、複数のリン酸化分子の動態の比較を進めており、分子種によって差があることが明らかになってきた。来年度は特定のスパインの活動によって、そのスパインと近傍のスパインでの動態の検討を進める。

【分 野 名】 ライフサイエンス
 【キーワード】 神経科学、脳・神経、光スイッチ、可視化

【研究 題目】 逆コンプトン γ 線を用いた原子核共鳴蛍光散乱同位体イメージングに関する基礎的研究

【研究代表者】 豊川 弘之 (計測フロンティア研究部門)
 【研究担当者】 大垣 英明、早川 岳人、静間 俊行、羽島 良一 (常勤職員1名、他4名)

【研究 内容】
 隠蔽された任意の物質を測定する手段として、原子核共鳴蛍光散乱を利用した非破壊同位体イメージングについて研究している。本手法では、高エネルギー電子とレーザーの散乱によって生成した高単色性でエネルギー可変な MeV 領域の γ 線を用いる事で、数 cm 程度の鉄を透過して測定可能である。本研究では、逆コンプトン γ 線を用いて世界に先駆けて、2・3次元のイメージングの実証を行うと同時に、危険物質として炭素、メラミン等の測定を行う。また、測定手法の比較検討を行う事で現実的なシステムについて提案を行う。

H21年度は、産総研の準単色 LCS γ 線を用いて、LaBr を用いた検出器系の試験を行い、NRF 実験への応用が可能である事を明らかにした。また10mm 厚の鉄中に隠された核物質を模擬した鉛 (natural Pb) に対し、2次元イメージング画像の取得を行った。LCS γ 線は5.6MeV で数%の準単色度のものを用いて、鉛208の5.5MeV レベルを励起し、その NRF を高純度 Ge 検出器2台 (相対効率110%、140%、既存) と LaBr 検出器により観測した。二次元画像は、測定対象物を X-Y ステージに載せ、直径2mm の LCS ガンマ線ペンシルビームを用いてスキャンすることで測定した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 核共鳴蛍光、ホームランドセキュリティ、ガンマ線、同位体分析

〔研究題目〕 足関節他動運動訓練機器が末梢組織の循環状態に与える影響に関する研究

〔研究代表者〕 本間 敬子(知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 本間 敬子、薄葉 真理子
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、足関節を対象として、他動運動訓練機器の適用が末梢組織の循環状態に与える影響を実験的に説明することを目的としている。

本年度は、前年度に引き続いて、訓練動作と末梢循環状態との関連性についての評価を行った。具体的には、中高年の健常者10名および対照群の若年者6名を被験者として被験者実験を実施した。被験者実験では、これまでに開発した足関節底背屈訓練装置を用いて、一方の脚に対して、一定時間連続する他動的な足関節底背屈訓練動作を実施し、訓練中および前後の安静時における下腿の組織血流量、局所表面温、局所深部温等の生体信号を計測して評価を行った。

実験の結果、高齢者群においては、他動運動に伴って、動作側の脚における組織血流量の増加および動作側の脚における局所表面温の上昇が認められた。一方、対照群においては、他動運動に伴う局所血流量の有意な変化は認められなかったが、動作側の脚において、他動運動に伴って局所表面温の上昇が生じる傾向がみられた。

以上のように、組織血流量および局所表面温の変化が、一定時間持続する他動運動と関連する可能性があること、および関連の強さに加齢が影響する可能性があることを示唆すると考えられる結果が得られた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 足関節、関節可動域訓練装置、末梢循環状態

〔研究題目〕 黄銅表面からの鉛ナノウィスカー自然発生現象の解明

〔研究代表者〕 孫 正明
(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 孫 正明、橋本 等(常勤職員2名)

〔研究内容〕

前年度の研究結果により、鉛を含有する種々の黄銅合金において、加工や研磨した表面から鉛のナノウィスカーの自然発生が確認された。また、鉛含有量の多い合金系にはウィスカーが多く発生することが分かった。そこで本年度に、鉛ウィスカーが最も多く観察されたC3604合金(快削黄銅)を研究対象材料とした。鉛ナノウィスカーの自然発生メカニズムを解明するために、異なる表面研磨などの加工処理を施し、その影響を明らかにする

ことを研究目的とする。

C3604合金に対して、機械切断加工、120#、600#、1200#研磨紙による研磨、バフ研磨および化学エッチング等の処理を行い、それらの表面における残留応力をX線回折法により測定した。また、これらの試料表面をSEMにより定期的に観察し、表面から自然発生した鉛ウィスカーの数量、寸法を測定した。その結果、異なる表面研磨などの加工処理を施してから、表面における残留応力はそれほど差が見られなかったが、ウィスカーの発生状況は著しく異なることが分かった。例えば、ウィスカーが最も多く発生した600#研磨表面には残留応力が平均的なレベルにあるが、ウィスカーが全く発生しないバフ研磨およびバフ研磨後に化学エッチングした表面には平均より高い残留応力が測定された。

これらの結果から、ウィスカーの自然発生が応力による現象との一般的な見解を見直す必要があることが分かった。これらの現象を解明するために、最終年度では、黄銅合金および模型材料を用いて、金属等の表面における低融点金属ウィスカーの自然発生挙動を調べ、ウィスカーの発生メカニズムを解明することを目指す。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 人間生活環境、Cu-Zn合金、鉛毒性、応力、再結晶

〔研究題目〕 表面増強ラマン活性ナノ粒子による単一細胞表面タンパク質のイメージング

〔研究代表者〕 石川 満(健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 石川 満、伊藤 民武、安部 博子、Manikantan KIRAN
(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、表面増強ラマン散乱(Surface Enhanced Raman Scattering: SERS)法に着目して、細胞膜のタンパク質分子をin situで迅速に検出・同定できる有効な測定手段を開発することが目標である。遺伝子解析のモデル細胞としてもよく研究されている出芽酵母細胞に着目して、細胞膜で発現しているタンパク質をin situで解析した。

酵母細胞膜表面に局在させたSERS活性を与える2量体状の銀ナノ粒子について、SERSおよび局在表面プラズマ共鳴(LSPR)を評価した。SERS輝点のスペクトルは、2量体銀ナノ粒子に吸着したタンパク質分子に起因する可能性が高く、このスペクトルを帰属するために、既知のタンパク質分子および多糖(マンナン、グルカン、キチン等)について、そのSERSスペクトルと通常のラマンスペクトルを比較した。その結果、得られたスペクトルはマンナンを含むタンパク質の可能性が高いことが明らかとなった。さらに、酵母細胞の分裂にともなうSERS輝点の有無の時間変化を調べたところ、SERS輝点は、細胞周期においてマンノタンパク質の発現が活発

になるときにより多く観測されることが明らかになった。

以上、SERSによって出芽酵母の細胞周期を実時間で簡便に評価する新しい方法となる可能性を示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 表面増強ラマン散乱、タンパク質、多糖類、酵母細胞

【研究題目】 糖鎖バイオマーカー探索を目的とした新規シアロ糖ペプチドエンリッチメント法の開発

【研究代表者】 亀山 昭彦 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】 亀山 昭彦、豊田 雅哲
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

糖鎖はバイオマーカー探索のターゲットとして期待されている。シアル酸を有する糖タンパク質にフォーカスしたマーカー探索のアプローチは、これまでの知見から極めて有望である。しかし、現在のところ良い方法がない。研究代表者は、これまでの別の研究においてカルボン酸を高効率にアミド化する手法を開発した。また、樹脂などに固相化された糖ペプチドの N-グリカンは N-グリカナーゼによりはずせる事が知られている。この二つの事実に基づいて、糖タンパク質糖鎖の非還元末端に存在するシアル酸を介した新規なシアロ糖タンパク質の濃縮・分離法 (Glycan Tail Immobilization 法) を考案した。本研究では、それを実現するための研究およびそれを応用したバイオマーカー探索手法の開発を行っている。平成21年度は、固相担体へのシアロ糖鎖の固定化反応について検討を行った。液相反応で WSC を用いてシアル酸をヒドラジドで修飾する場合は、シアル酸に対し過剰量のヒドラジドを加えて酸性条件で反応させることにより定量的に修飾できたが、ヒドラジドが固相に固定化されている場合は、ヒドラジドの濃度を変更することができない。結果として酸性条件下で長時間反応させざるを得ず、活性化されたシアル酸が分解してしまうということが判った。そのため、シアル酸と固相担体の結合をアミド結合ではなく、混合するだけで結合するアルデヒドとオキシアミンとの反応を本研究に応用することを検討することとした。そこで、シアル酸のカルボン酸を化学修飾によりオキシアミンへ変換するためのリンカーを設計し、有機化学的に合成した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオマーカー、糖鎖、質量分析

【研究題目】 ノイズ刺激の追加による認知成績向上と適応的メンタルセット形成に関する研究

【研究代表者】 河原 純一郎

(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 河原 純一郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

本年度の実験では、知覚認知心理学の研究領域で1994年以来論争が続いてきた問題である、視覚的注意の制御の所在を画期的な手法で検証した。従来、視覚探索事態での注意制御を説明するモデルは2つあった。一つは、注意は刺激駆動的に顕著な対象に、意図にかかわらず向いてしまうという考え方である。もう一つは、意図によって注意を向ける対象が制限でき、顕著な刺激による注意の非意図的な定位(注意捕捉)は未然に防ぐことができる、という考え方である。この立場では、刺激駆動的に探索する様式(仲間外れ検出モード)と、特定の対象を探索する様式(特徴探索モード)という2つのメンタルセットを意図的に使い分けことができると主張している。これまでの研究では後者の立場が支配的であった。本研究では、オペラント条件付けに基づいた新たな刺激呈示手法を用いて、被験者が主観的にどちらの探索様式をとるかを自由に選ばせた。この手法を用いれば、片方のメンタルセットを自発的に選んだ状態で、行動成績に基づいて、客観的にその探索ができていたかを評価することによって、注意が意図的に制御できていたかを判断できる。実験の結果、被験者の主観的な探索様式と客観的な探索様式の間には大きな乖離があることがわかった。主観的には特定の特徴を探索する様式を採っていたと報告した場合でも、客観的な測度では、そのような探索様式を採っていたときには起こりえない注意捕捉のパターンを示していた。また、この結果は時空間を含めた複数のタイプの探索課題でも確認され、刺激駆動的なメンタルセットが既定の探索様式であることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 視覚的検出/同定 メンタルセット

【研究題目】 p 波超伝導体における半整数磁束量子状態の観察

【研究代表者】 柏谷 聡 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 柏谷 聡、柏谷 裕美、神原 浩
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

トポロジカル量子計算 (QC) に関する実験的な基礎を確立することを目的として、非アーベル統計に従うと期待される半整数磁束量子を、ルテニウム系酸化物超伝導体 Sr_2RuO_4 (以下 SRO と略す) 超伝導体において観測する試みを行った。SRO はカイラル内部自由度を有する超伝導として、半整数磁束量子の存在が許されるということは理論的には予言されているが、実験的な確認は現在までになされていない。整数磁束量子に対して、半整数状態が安定化される条件は磁束進入長の2-3倍程度と予測され、1ミクロン程度サイズのブリッジ加工が必要と見積られる。FZ 法により作成された単結晶から ab 面内、c 軸方向いずれの方位に対しても微細素子が作成できる技術を構築し、輸送特性を測定した。その結果 c 軸方向では大きなヒステリシスループを有する

I-V 特性を観察し、Nb などの従来型超伝導と類似のスイッチング特性を観察した。一方面内ではジョセフソンスイッチングとは別の起源を有すると考えられるヒステリシスループを観察し、その起源はカイラルドメインと関連するものと考えられる。超伝導ループ内の2カ所に弱結合を有する DC-SQUID の輸送特性の測定に関しては、非常にランダムなスイッチングと、規則的ではあるが磁場応答の無いスイッチングの2種類の応答を観察した。磁場応答が無いことより期待された DC-SQUID としての動作はしていないと考えられ、現在その理由を明らかにすべく、追加加工デバイスの作成を行っている。SRO の内部自由度と連動し、臨界電流が単純なジョセフソン効果ではなく、d ベクトルや l ベクトルの連動した複雑なメカニズムに依存している可能性を明らかにすべく、回転磁場を応用した測定を計画している。

[分野名] 超伝導

[キーワード] ピン3重項超伝導、半整数磁束量子、トポロジカル量子ビット

[研究題目] カルデラ噴火機構とマグマ溜まりの発泡プロセスに関する研究

[研究代表者] 斎藤 元治 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 斎藤 元治、森下 祐一、川辺 禎久、東宮 昭彦 (常勤職員4名)

[研究内容]

火山観測に基づくカルデラ噴火の予知や推移予測を行うためには、カルデラ噴火の噴火機構を理解する必要がある。噴火の引き金として予想されているプロセスは、マグマ溜まり内の揮発性成分 (主として、水、二酸化炭素、硫黄) の濃集と発泡である。本研究の目的は、「メルト包有物」という微小な岩石試料を用いて、後期第四紀に国内で起きた巨大カルデラ噴火のマグマの揮発性成分濃度を決定し、マグマ溜まり内の揮発性成分の濃集と発泡がカルデラ噴火で果たした役割を定量的に検証することである。

今年度は、3つの巨大カルデラ噴火 (鬼界葛原、始良、阿多) を研究対象とした。鬼界葛原噴火試料については昨年度も実施していたが、試料数が少ないために今年度も研究対象にした。各カルデラ噴火試料について蛍光X線分析 (XRF) による全岩化学分析を行い、噴火マグマの主成分元素組成を決定した。また、各試料について、メルト包有物分析のための試料調整 (岩石粉碎、鉍物分離等) を行った。また、二次イオン質量分析による水および二酸化炭素濃度測定に必要な標準ガラス試料を準備し、同分析の測定条件と誤差を検討した。

[分野名] 地質

[キーワード] 火山、カルデラ噴火、マグマ溜まり、メルト包有物、揮発性成分濃度、二次イオン質量分析

[研究題目] 地中レーダーを用いた巨大津波痕跡のイメージング技術の開発

[研究代表者] 七山 太 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 七山 太、村上 文敏、渡辺 和明 (常勤職員3名)

[研究内容]

我々の地中レーダー (GPR) 探査研究の目的は沿岸低地の浅層地下構造を実験的にイメージングし、この地に残された地震痕跡や津波痕跡調査への GPR の応用の可能性を検証することにある。平成21年11月、根室市の建設業者の協力を得て、市内桂木地区にある採石場において幅100m、深さ5mの湿原断面を観察する機会を得た。ここで今年度の GPR 探査実験を実施した。巨大トレンチの沖積基底は標高-2mであり、基盤の根室層群を貝殻遺骸混じりの海進礫層が覆っている。その上位に外浜-海浜相の砂層が存在し、表層付近の約2.2m には泥炭が発達していた。さらに、この泥炭中に6層の火山灰と14層の津波堆積物 (NS1-NS14) の存在を確認することが出来た。

今回の探査実験には、産総研所有のエコータイプの GPR で200MHz の送受信アンテナを使用した。この際、シールドタイプである250MHz の GPR もレンタルし、両者から得られる画像の解像度の比較を行った。そして、今回の実験では、それぞれ深度10m、5m 程度のトレンチ断面の可視化に成功し、現在の湿原表層を覆う泥炭層 (層厚1-3m) の厚さ、さらにその下位の海浜層の堆積構造も読み取ることができた。これらの実験結果は湿原環境での非破壊 GPR 探査の有効性を意味している。

さらに前述したテフラ層序と昨年度の南部沼 NB 測線測線で得られていた GPR イメージと、今回のトレンチ壁面での探査結果との対比により、過去5500年間に汀線後退によって南部沼の湿原環境が広がっていった過程が明確となった。

[分野名] 地質

[キーワード] 海面変動、津波堆積物、沿岸湿原、地球環境、地中レーダー

[研究題目] 大規模軽石噴火をもたらすマグマ溜まりの条件

[研究代表者] 東宮 昭彦 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 東宮 昭彦 (常勤職員1名)

[研究内容]

大規模軽石噴火がどのような条件下で起こるのか、特に噴火直前のマグマ溜まりで何が起きているのかを解明するため、3つの噴火 (北海道駒ヶ岳1640年、有珠山1663年、樽前山1667年) を例として岩石学的分析を進めている。

平成21年度は、樽前山1667年噴火および北海道駒ヶ岳1640年噴火の噴出物の岩石学的観察・分析を実施した (樽前山については去年度からの継続)。主に電子線マ

イクロアナライザによって斑晶鉱物の化学分析・組織観察等を行った。北海道駒ヶ岳1640年噴出物中の斑晶にも、樽前山と同様に、由来の異なる複数のタイプが存在することを明らかにした。これにより、1640年噴火前にもマグマ混合（異種のマグマの混入）が起こっていることを示した。また、北海道駒ヶ岳1640年噴出物は、斑晶の累帯構造や斑晶量などの岩石学的特徴に関し、樽前山1667年噴火とは多くの共通点を持つ一方、有珠山1663年噴出物とは相違点が多かった。

さらに、樽前山1667年輕石および北海道駒ヶ岳1640年輕石の噴火直前のマグマ溜まりの条件について、予察的な実験（主に熱力学的モデルを用いた数値実験）を行った。様々な圧力・温度における鉱物およびメルト相の種類・化学組成・量比を計算し、天然の軽石と同じ岩石学的特徴を再現する圧力・温度を求めた。その結果、両噴火の条件はよく似ており、いずれもおおよそ900-950℃で100MPa前後（深さ4km程度）であると推定できた。これは、前年度に高温高压岩石融解相平衡実験によって推定した有珠山1663年噴火直前のマグマ溜まり（780±20℃、200-250MPa）に比べ、高温かつ低圧（低含水量）な条件である。前述の岩石学的特徴の共通点・相違点は、マグマ溜まりの条件の差異と密接に結びついている可能性が示唆される。

【分野名】地質

【キーワード】火山、軽石噴火、マグマ溜まり、高温高压岩石融解実験

【研究題目】光化学修飾法による硫黄官能基化ダイヤモンド粉末の作製及び生体分子固定に関する研究

【研究代表者】中村 挙子
（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】中村 挙子、大花 継頼
（常勤職員2名）

【研究内容】

光化学修飾法を利用することにより、ダイヤモンド粉末表面へリンカー鎖を介さずに直接硫黄官能基を修飾し、基材であるダイヤモンドの特性を保持しつつ、新規特性を付与することを目的とする。

当該年度においては、前年度において作製に成功した硫黄官能基化ダイヤモンド粉末の基板上へのパターン修飾について集中的に検討した。具体的には、硫黄官能基化ダイヤモンド粉末（粒径 500nm）のヘキサ分散液を調整した後、金薄膜蒸着基板を作用させた。SEM 観察および XPS、Raman 測定により、硫黄官能基化ダイヤモンド粉末が金薄膜基板上に均一に堆積することを明らかにした。シリコン基板を硫黄官能基化ダイヤモンド粉末分散液に作用させた場合にはダイヤモンド粉末の堆積は観察されなかったことから、ダイヤモンド粉末は硫黄官能基-金間の自己組織化反応により、基板上へ堆積

されたことが明らかとなった。

さらに、マスクを利用したパターン化金薄膜蒸着基板（金スポット径 100μm）を作用させ、EDS 分析によりシリコン、金、硫黄および炭素各元素のマッピングを観察したところ、金スポット上へ選択的にダイヤモンド粉末を堆積させることに成功した。以上の結果より、従来数段階の手法が必要など手間がかかると言う問題点があったパターン形成の簡便な手法を開発することに成功した。

さらに、パターン化堆積ダイヤモンドを種剤として利用した、位置選択的 CVD ダイヤモンド成長への応用についても検討した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド粉末、光化学修飾、硫黄官能基、金ナノ粒子

【研究題目】線量絶対測定による医療用密封小線源からの放射線量の方向依存性の研究

【研究代表者】柚木 彰

【研究担当者】柚木 彰、海野 泰裕、佐藤 泰
（常勤職員3名）

【研究内容】

前立腺がんの放射線治療に用いられる、よう素125密封小線源について、線量測定の精度向上を目指して、線量の方向特性の精密測定を実現するための研究を進めている。平成21年度は大容積の自由空気電離箱の電極間隔を変えながら、よう素125から放出されるX線及びγ線と空気の相互作用により発生する微小電流を計測し、線量の絶対測定を行った。電流測定には市販の振動容量電位計を用い、電極間隔を変えても信号配線ルートが変動しないように装置構造を工夫する事で、雑音による短期間の変動幅が約1fA以下という低雑音測定を実現した。また、よう素125からの放射線照射をしない時の電流値が、一日周期で4fA程度変動していたが、測定環境の改善により天然放射線の影響を半分以下に低減させ、電流測定結果の補正を可能とした。これらの改善を施した大容積自由空気電離箱を用い、よう素125密封小線源からの線量の方向特性を評価した。その結果、線源の中心と検出器中心を結んだ線と、線源長軸がなす角が90°の場合に対して、30°では線量が65%まで減少することを確認した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】放射線、放射線治療、線量、絶対測定、密封小線源

【研究題目】先進磁気センサを用いた複雑形状き裂の非破壊評価・解析システムの構築

【研究代表者】鈴木 隆之
（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】鈴木 隆之、笹本 明、西村 良弘

(常勤職員3名)

【研究内容】

近年開発された優れた感度を有する先進磁気センサを用いた非破壊評価システムを構築し、複雑形状き裂の定量的評価を行うことを目的としている。

平成20年度に引き続き、先進磁気センサである FG センサを用いた非破壊評価システムの整備・開発を継続した。SS400材を用いて貫通欠陥、非貫通欠陥等様々な欠陥の漏洩磁束密度測定を行い、それらのデータを取得・集積した。周辺磁気ノイズを低減するためのプローブの多連化について検討を進めた。

これまで作成した順・逆解析プログラムを非貫通き裂等の複雑形状き裂へ拡張した。漏洩磁束密度と欠陥に生じる磁荷との関係を複雑形状欠陥についてもコンボリューション型の積分方程式に定式化した。逆解析に関しても、従来のフーリエ変換、逆フーリエ変換を用いる方法に加え、特異値分解法、Tikhonov の方法についても実施した。測定点数、リフトオフ等の測定条件、および実際の測定において漏洩磁束密度データに含まれるノイズ等の逆解析に及ぼす影響を調べるために、それらを種々変化させた場合の解析を行った。

さらに、FG センサにより測定した漏洩磁束密度を用いて、開発した順・逆解析プログラムにより欠陥形状再構成を行い、欠陥寸法や形状が同定できることを示した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 機械材料・材料力学、磁性、長寿命化、非破壊検査、欠陥

【研究題目】 トライボケミカル反応を利用した自動車排気ガス浄化に役立つ低摩擦・低摩耗材料の開発

【研究代表者】 村上 敬 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 村上 敬 (常勤職員1名)

【研究内容】

1997年の京都議定書以来、国内外では CO₂排出量低減が大きな課題となっている。ここで自動車エンジンから取り出される仕事の25~40%は摩擦によって失われており、自動車エンジン摺動部品の低摩擦化・耐摩耗性改善は CO₂排出量低減に大きく貢献すると考えられる。

このことから平成21年度、研究代表者らは最近添加剤を含まない合成潤滑基油 PAO 潤滑下で鋳鉄、鉄などに比べて非常に低く安定した摩擦係数、かつ低摩耗を示すことを明らかにしている Fe₇Mo₆金属間化合物基合金について、粉末化したものを鋼基板上に減圧プラズマ溶射し、得られる被膜の組織、機械的性質、摺動特性等について評価した。その結果、溶射の際のアーク電流値を変えることにより、得られる被膜の構成相を例えば準安定の体心立方構造相に変えることができることを明らかにした。ここで Fe₇Mo₆金属間化合物基合金は室温で脆い欠点があるものの、準安定の体心立方構造相は高い靱性

が期待できることからより工業的に利用しやすいと考えられる。また PAO 潤滑下における摩擦試験の結果、この体心立方構造相ベースの被膜の摩擦・摩耗特性は Fe₇Mo₆金属間化合物基合金と同程度であることがわかった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 トライボロジー、表面・界面物性、材料加工・処理、エネルギー効率化、環境対応

【研究題目】 光トラップポテンシャル場の動的形成による非接触マイクロ操作の研究

【研究代表者】 田中 芳夫 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 田中 芳夫 (常勤職員)

【研究内容】

本研究は、光学顕微鏡下の様々な形状と光学的性質の物質を対象に、特徴認識技術と光トラップポテンシャル場分布の実時間制御技術の融合化により、非接触で被操作対象物の姿勢や位置を高精度かつ動的に制御するための基盤技術を開発することを目的とし、これまでに、以下の3項目を実施した。

(1) 特徴認識アルゴリズムの開発：顕微鏡下の実画像に対して、ハフ変換による円、楕円、直方体の検出と多値化判別閾値法による色の分類法などを検討し、ブラウン運動により大きく外れない処理時間内で、微小球、珪藻、ウイスカなどのサイズと配向を実時間認識できることを実証した。

(2) 空間分布制御による非球状物の複数同時捕捉：非球状微小物の形状モデル化による実時間認識を利用した多点光クランプ法を提案し、時分割同期走査による多点光ピンセットと項目(1)の認識アルゴリズムにより、楕円状の珪藻、棒状のウイスカなど、複数個の対象物の安定した同時捕捉と位置および配向を制御した自動マイクロ操作が可能であることを実証した。

(3) 時間分布制御による微粒子の同時移動操作：色付ポリスチレン球などを対象に、微粒子中心位置認識と時分割同期走査による孤立点型の多点光トラップ場で、指定した数十個の微粒子の安定した自動捕捉が可能であることを実証した。また、孤立点型の多点光トラップ場の時間分布を逐次制御することで、衝突回避などの微粒子の高精度な同時操作ができることを実証した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 光ピンセット、レーザマニピュレーション、マイクロ操作、画像処理

【研究題目】 分離プロセスにおけるゼオライト膜劣化機構のマルチスケール解明

【研究代表者】 井上 朋也 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 井上 朋也、長谷川 泰久、

長瀬 多加子、清住 嘉道
(常勤職員4名)

【研究内容】

目標

本研究では、脱水用途の親水性ゼオライト膜ならびに脱アルコール用途の疎水性ゼオライト膜について、それらの劣化要因を、膜を構成するゼオライト結晶の変性といった原子・分子レベルにまでさかのぼって把握するため、膜の分離性能劣化のメカニズムをゼオライト結晶変性の速度論に、さらに変性の空間分布を加味した速度論として理解することを目標とする。

研究計画

- ・親水性ゼオライト膜の劣化に関する、現象論的速度式導出
- ・疎水性ゼオライト膜の劣化に関する、現象論的速度論導出
- ・パームポロメトリー装置改造
- ・ゼオライト結晶変性モデルの構築

年度進捗状況

今年度はとくに、我々の研究グループで開発した脱水用途の新規親水性ゼオライト膜（マリーノアイト膜、MER）についてイオン交換の効果を検討し、ゼオライトケージ中のカチオンのサイズとゼオライト膜の性能、ならびに劣化挙動との相関を整理した。具体的には、はじめにカリウムイオンを用いて MER 膜を調整し、のちにイオン交換法により Mg、Ca、Sr、Ba 等のカチオンを導入してゼオライト膜を調整した。のち浸透気化法（パーバレーション）法により水＝アルコールの溶液から脱水を行うことでゼオライト膜の分離能ならびに透過流束の評価を行った。その結果、カチオンのサイズが小さくなることによって流束が増大することがわかった。さらに、酸を共存させた場合の劣化挙動との定量的な相関については検討中である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 膜分離、劣化メカニズム、ゼオライト

【研究題目】 CUT-homeodomain 転写因子の DNA 結合におけるドメイン間相違と協同性

【研究代表者】 山崎 和彦

(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】 山崎 和彦、山崎 智子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

DNA 結合ドメインとして CUT ドメインとホメオドメインをもつ転写因子である SATB1 タンパク質と Cut/Cux/CDP タンパク質は、翻訳後修飾やプロテオリシスによる部分切断の結果、DNA 結合活性や認識配列が変化する。本研究はその仕組みについて、構造生物学的手法によって詳細に解明することを目指す。今年度は、SATB1のホメオドメインの立体構造精密化を行うと

時に、CUT ドメインとホメオドメインの融合タンパク質による DNA への結合に関して、タンパク質ドメイン間の連結部分の長さや DNA 配列に対する依存性について精査を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【研究題目】 モールディングインソールによる歩行安定化メカニズムの解明

【研究代表者】 河内 まき子

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 河内 まき子、持丸 正明

(常勤職員2名)

【研究内容】

個人の足裏形状に対応したモールディングインソールが適合感に影響を与えるメカニズムを明らかにすることを最終目標に、今年度はヒール高6.5cm の足首ベルト付きセパレートパンプスを実験靴として選定し、7名の女性を対象にシリコン型どりにより個別対応アーチサポートを作成した。

ヒール形状のみ異なる2種の靴（A、B）、アーチサポートの有無、まさつ係数の異なる2種の中敷を用いて、評価構造を知るためにインタビュー調査を行った。官能評価上の重要項目は、ヒールのぐらつき、靴内での足のすべり、足底圧の集中／分散であった。これら物理現象の知覚として足裏の接触や圧迫と足首のぐらつきや姿勢のどちらがより重要かを知るため、中敷条件は一定として2つの実験を行った。

1) 靴2条件（A、B）で歩行運動と靴内足底圧を計測、官能評価。靴 A の方がヒールの外倒れが大きく、官能評価の結果は概して悪く、ボール内側部後方への荷重が靴 A の方がやや大きいという差があった。

2) 靴2（靴 A、B）×アーチサポート2（有無）の4条件で歩行時の足底圧を計測し、官能評価をさせた。靴 A、B とも AS 無しで認められたボール部内側の後方の蹴り出し時の高い圧力がアーチサポート有りではなくなり、中足部外側を中心に体重がやや分散されていた。アーチサポートにより履き心地が改善される場合とかえって悪くなる場合があり、この差は足底圧からは区別できなかった。接触や圧迫に対する好みの個人差によるのかもしれない。

以上から、ヒール外倒れの評価では筋・腱のセンサによる足の姿勢の知覚が主体であり、アーチサポートの評価では接触や圧迫が直接的評価基準になっていると思われる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 足、適合性、靴、バイオメカニクス

【研究題目】 暗号ソフトウェアの実装に対するセキュ

リティ検証

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

【研究担当者】 Nowak David、山田 聖
(常勤職員2名)

【研究内容】

暗号のソフトウェア実装の安全性を証明するための新たな手法を提案した。この手法は、暗号アルゴリズムをゲームの概念を用いて定式化し、識別可能性に関して数学的に等価なものに順次変換して行くことで、安全性の証明を行う手法(ゲームに基づく手法)を拡張したものである。本手法は、(1) アルゴリズムレベルの抽象的な安全性定義をソフトウェアの実装レベルの安全性定義に具現化する手法と(2) 実装レベルにおける新たなゲームの変換手法から構成されている。また、中国科学院の Zhang 氏と共同で、任意の様なデータからの標本抽出をランダムビットで実現する問題と、それがゲームに基づく手法による安全性証明にどのような影響を与えるかについて研究を行った。この研究の予備的な結果は、国際ワークショップで発表された。

事例研究としては、アセンブリ言語で書かれた疑似乱数生成器の実装に対し、安全性の証明を付与することに成功した。この成果は国際ワークショップで発表された。また、以前から開発を進めてきたアセンブリ言語で書かれたプログラムを検証するための 'Toolbox' の拡張を行った。コンピュータ上での整数表現を扱うライブラリも開発し、その結果は国内ワークショップで発表した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 形式手法、定理証明支援器、型システム、暗号、疑似乱数生成器

【研究題目】 マルチエージェントの学習過程に注目した系安定化・全体最適化に関する研究

【研究代表者】 野田 五十樹 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 野田 五十樹、山下 倫央
(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究では、社会システム等の安定化・全体最適化を実現することを目指して、複数のエージェントの学習過程の相互作用に着目し、エージェント学習の不感度と不均質度を制御する学習パラメータの調整する手法を確立することを目的とする。3年計画の1年目である平成21年度は、これまで開発を進めてきた RASP (Recursive Adaptaion of Stepsize Parameter) などの手法の一般化を行い、理論的な裏づけのある枠組みの構築を行った。

知的なエージェントの集団により構成される系では、多数の個々のエージェントの知的な適応がかえって系の挙動を不安定にし、個々のエージェントのパフォーマンスを低下させる場合があることが知られている。本研究では学習を制御するパラメータ等と系や環境の安定性の

関係を洗い出すことで、この問題を解決することを目指している。RASP は、強化学習のステップサイズパラメータを周りの環境に合わせて予測誤差を最小化するように調整する方法をとっている。本年度はこれを一般化し、任意の評価関数を最小化できるよう整理を行い、具体的な学習アルゴリズムとして定式化した。この方法は、強化学習で用いる指数移動平均を再帰的に求めることでステップサイズパラメータによる学習対象値の高次導関数を効率よく求めるというものであり、数学的に裏づけのある汎用性の高い手法となっている。特に、本質的な変化とノイズによる変化の区別が難しい金融データや気象データなどに対しノイズ成分を除去しつつ本質的な変化を検出できるなど、複雑な振る舞いを示す系の分析に適用できることがわかってきた。また、学習性能についていくつかの数値実験を行ったところ、OSA (Optimal Stepsize Algorithm) などの既存手法より迅速に環境の変化を検出し、パラメータ学習ができることが確認できた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 マルチエージェント、機械学習、全体最適化・安定化、社会シミュレーション、安全安心

【研究題目】 推薦システムにおけるスタートアップ問題の転移学習による解消

【研究代表者】 神嵐 敏弘 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 神嵐 敏弘、赤穂 昭太郎
(常勤職員2名)

【研究内容】

推薦システム (recommender system) は、利用者の好むであろうアイテムや情報を予測し、それを利用者へ提示するシステムであり、現在では、電子商取引サイトなどで幅広く利用されている。

しかし、依然としていくつかの重大な問題が残っている。その一つがスタートアップ問題である [1, 2]。推薦システムでは、利用者のいろいろなアイテムへの好みを提示した嗜好データを収集して推薦する。しかし、利用者が使い始めの時期には、嗜好データがまだ十分ではなく、適切な推薦ができない。新規アイテムについても、登場当初では情報が不足している。

この問題への対処として、同じシステムを利用している利用者だけではなく、他のシステムを利用している利用者の情報を再利用することで、初期の情報不足の問題に対処する方法について研究する。しかし、同じシステムを利用している利用者間では、利用目的や、配布されるアイテム・情報の共通性から、等質な情報が得られる。ところが、他のシステムでは整合性は低いため、そうした情報を活用するための枠組みである転移学習によりスタートアップ問題に対処する。

本年度は、生成モデルに基づく方法と、アンサンブル

学習を行う方法を対象にプロトタイプの実装を行った。生成モデルに基づく方法は、階層型ベイズのアイデアと、代表的な pLSA を使った協調フィルタリングを組み合わせたものである。残念ながら、この方法では、顕著なスタートアップ問題の改善は見られなかった。もう一方のアンサンブル学習を用いた方法の改良も行った。協調タグ付けシステムのタグ推薦というタスクに対し、有効な結果を得た。これらの結果をふまえ、来年度以降は、アンサンブル学習を用いた方法に重点をおきたいと考えている。

【分野名】 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 推薦システム、協調フィルタリング、転移学習

【研究題目】 グラフオートマトンにおける自己組織原理の研究

【研究代表者】 富田 康治（知能システム研究部門）

【研究担当者】 富田 康治、黒河 治久
（常勤職員2名）

【研究内容】

グラフオートマトンは、動作を行って構造を変更するルールと、ルールの適用を制約する構造との間の相互作用を記述する数理モデルである。これは静的な格子構造の上での格子点における状態変化を扱うセルオートマトンを、動的なグラフ構造に拡張したものといえ、より豊かな表現力をもつ。ここでは、各ノードが状態をもち、他の三つのノードと隣接するように制限されたグラフ構造を想定している。また、各ノードに接続しているエッジ間に循環順序を仮定する。セルオートマトンと同様、初期グラフと局所的なルールセットからグラフの発展過程が一意に定まる。このような枠組みの元で、ある条件を満たす任意のグラフが二つ与えられた時、一方から他方に書き換えるルールセットが存在することを示した。元の枠組みがこの性質をもつことは、自己組織化を考える際には有益である。具体的には、そのようなグラフから、相異なる状態をもつ4ノードの構造に書き換えられ、逆向きの書き換えも可能であることを示した。実際には、4ノードの構造を経由せずとも、ある種の正規形を用いることにより、ノード数の増減を少なくすることもできる。また、このようなモデルにおいては、可逆的であること、すなわち遷移後の状態から遷移前の状態が一意に決まることが重要な場合がある。そこで可逆的なシステムへの拡張について検討を行った。ここでは簡単のため、分割セルオートマトンにならって各ノードが3つの部分に分割された場合を考えたが、初期的な段階であり、有用な計算を実行させるための拡張などは今後の課題として残った。さらに、シミュレータに関して、次年度以降に向けて改良を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グラフ、セルオートマトン、自己組織化、複雑系、動的ネットワーク

【研究題目】 発達障害者の療育におけるゲーム性を応用した身体制御機能訓練用補助装置に関する研究

【研究代表者】 佐藤 滋（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 佐藤 滋、森川 治
（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

近年少なからぬ発達障害者が感覚の過敏性や、自分の身体コントロールの巧緻性に困難を持つことが知られるようになり、特に知的障害を伴わない自閉症等で、感覚の訓練や身体コントロール能力の練習が、社会性の困難の軽減にも役立つとの報告もあり、身体、知的、社会性の3機能が相互に関係しあって生活上の困難が軽減されるような訓練方法が存在する可能性がある。一方、ゲームは使用者のモチベーションを高めるのに適しており、特に、多動性・衝動性による困難に対し、ゲームのモチベーション効果を利用すべきである。ただし、不適切な使用を抑制し適切な使用に誘導することが特に重要なので、市販のゲーム機器やゲームソフトをそのまま利用すれば足りるものとは言えず、必要な機能とその実現方法を研究する必要がある。

本課題は以上の観点に基づく全く新たな研究課題である。初年度の平成21年度においては、これらの方の多く共通する身体制御機能などの困難項目（たとえば姿勢保持困難、注視困難、感覚過敏やそれらに関連した不適切な反応行動など）、既存のゲームをそのまま適用する場合の副作用、訓練補助機器または訓練方法として必要な機能や設計に必要な仕様を検討し、次の結論が得られた。ひとつは、対象とする動作としてまず基本的な姿勢の保持を最初の訓練項目とすべきことである。その際、常同行動などに配慮が必要で、具体策を次年度に引き続き検討することとした。さらに、市販機器の応用可能性を調査し、一部機器を利用して検討が可能な見通しが得られた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 発達障害、リハビリテーション、福祉工学、教育工学、ゲーム

【研究題目】 古細菌におけるチオレドキシシン系抗酸化システムの解明

【研究代表者】 中村 努

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 中村 努（常勤職員1名）

【研究内容】

細胞の抗酸化機構を進化の観点から理解し、同時に熱に安定な抗酸化タンパク質の産業利用を目指すため、超好熱性古細菌由来の抗酸化タンパク質の反応機構の解析

を行っている。特に、現在発見されている中で最も高温ではたらくペルオキシレドキシニン（Peroxiredoxin, Prx）を好気性超好熱性古細菌 *Aeropyrum pernix* K1から取得し、反応の各段階における立体構造解析を通じて反応機構を解明する。さらに、チオレドキシニンをはじめとする他のタンパク質との相互作用を解明することによって、生命史上最も古い抗酸化システムの姿をつかむ。

年度進捗状況：

Prx は反応中心のシステイン残基のチオール基で基質の過酸化水素を還元する。通常の水溶液の系では、反応中心の近傍に基質があれば、ただちに反応が進行し、反応初期段階の立体構造を捉えることは極めて難しい。しかし本研究では、タンパク質の結晶内で基質を添加し、低温でトラップすることによって、*A. pernix* 由来 Prx の反応中心に過酸化水素が結合し、しかも反応が全く進んでいない状態の立体構造を明らかにすることができた。このタンパク質において、反応の進行に伴って反応中心の立体構造が変化することをすでに明らかにしていたが、その構造変化に先だって基質が結合することが明らかになった。これにより、Prx 反応のごく初期の段階を立体構造の点から観測することができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 活性酸素、超好熱性古細菌、基質複合体

【研究題目】 放射線源を利用した高性能微弱光源による発光溶液の新領域応用に関する研究

【研究代表者】 原野 英樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】 松本 哲郎、丹羽 一樹、原野 英樹、増田 明彦（常勤職員4名）

【研究内容】

ルミノメータのような微弱光を測定する機器はエネルギー検査など様々な領域で利用されている。また、近年、発光溶液を生体に適用することによる医療診断など新しい技術が開発されてきている。これらに利用される光は、通常の生活で利用される光に比べてとても弱く、利用される機器の光検出器に適用できる標準・基準が存在しない。そこで、シンチレータに放射線源を組み合わせることにより発生するシンチレーション光を用いて標準とするための研究を行う。平成21年度は、プラスチックシンチレータ、BGO シンチレータ、GSO シンチレータのそれぞれ光測定に一般的に利用される6インチ積分球の中央に設置し、外部からコバルト-60ガンマ線源を照射した際に、積分球から取り出せるシンチレーション光の特性評価を光電子増倍管を用いて行った。積分球全体は、外部からのバックグランドガンマ線の影響を受けないようにするため、鉛遮蔽体で覆った。一方で、積分球式分光全光子束測定装置の絶対感度校正を行った。また、市販の発光測定装置の絶対感度校正技術の実証試験を行い、本研究により発光現象を定量的に解析することが可能であることを確認した。将来的に液体シンチレータを利用

した場合の基礎技術の確立及び基礎データを整備できた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 放射線源、微弱光、シンチレータ、光検出器

【研究題目】 単分子膜形成技術の応用によるペロブスカイト蛍光体発光機構の解明

【研究代表者】 池上 敬一

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 池上 敬一（常勤職員1名）

【研究内容】

本課題では、ペロブスカイト蛍光体とその近傍に配置した色素との間のエネルギー移動による増感効果もしくは消光効果の有無を明らかにし、もって当該蛍光体の発光機構を解明しようとしている。蛍光体を石英などの紫外透過性基板上に堆積させるにおいては、基板と蛍光体との格子不整合性を解消するため、予め基板上に無機ナノシートを吸着させるという方法を採用している。本年度は、ペロブスカイト蛍光体薄膜の品質安定化のため、基板上に無機ナノシートを吸着させる過程の詳細な検討を行った。アニオン性である無機ナノシートの自由水面への吸着挙動、並びに、同ナノシートのカチオン性界面活性剤により被覆された水面への吸着挙動を、Langmuir の考え方に基づいて解析を行い、技術の改善につなげた。また、蛍光体との間でエネルギー移動を起こさせる候補物質として、共役鎖長の異なる二種類のカチオン性シアニン色素について、長鎖アルキル基が導入されたものを用意し、薄膜化の検討を行った。これら色素は純水上に展開するよりも、無機ナノシートの希薄懸濁液上に展開した場合の方が、安定な単分子膜を形成することが分かった。すなわち、LB 法を用いれば、シアニン色素-無機ナノシートの単分子膜をペロブスカイト蛍光体上に堆積できる可能性が高いと判断できる。さらに、既存設備である楕円鏡付 Xe ランプを光源として有効活用する形で、蛍光測定装置を組み上げた。このランプは強力であるので、回折格子で分光した後でも十分な蛍光励起能力を持つが、一方で熱や紫外線による分光器の劣化が懸念されたので、その問題に対応した特殊な分光器を導入した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超薄膜、発光材料

【研究題目】 第一原理的固体光物性の提唱：分子性結晶の特徴づけとその光誘起相転移

【研究代表者】 下位 幸弘

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 下位 幸弘、岩野 薫（高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所）
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

分子性固体は、分子間に働く相互作用、つまり周りの分子が作る環境場のために、孤立した分子や溶液状態と異なる多彩で興味ある物性や現象を示す。その好例として、1個の光子で数百の分子の状態を変えることができる光誘起相転移があげられる。本課題では、光誘起相転移現象を中心に固体光物性について、周りの分子が作る環境場を取り入れて、第一原理計算を用いて解明することを最終的な目的にしている。このために、結晶構造から切り出したクラスターに対して、第一原理的に電子状態を計算する。その際、クラスター内部の各原子の価数と自己無撞着になるように点電荷をクラスター周囲に配置することで、結晶状態により近い状況で計算する。

平成21年度には、擬1次元有機固体(TMTTF)₂PF₆について研究を行った。この物質は、光誘起相転移物質(EDO-TTF)₂PF₆に類似した構造にもかかわらず、電荷秩序相の様相が大きく異なる。環境場を無撞着に取り入れた第一原理計算を行ったところ、電荷秩序がかなり小さく、報告されている実験と定性的に同様な結果を得た。周囲の分子ならびに対イオンによるポテンシャルバイアスがかなり小さいことが、電荷秩序が弱い原因と考えられる。さらに、励起状態におけるダイナミクスに向けて、原子位置を緩和させる方法の検討に着手した。環境場として分子力場を加える方法が原子位置緩和に対して有効であることが基底状態に対して実証出来た。一方、構造安定性を確認するための振動計算に負荷が非常にかかることが課題として明らかになり、次年度、改善に向けて研究する計画である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 光誘起相転移、有機導体、第一原理計算

〔研究題目〕 圧力反応場を利用した超伝導体をはじめとする新規機能性材料の物質設計と実験的検証

〔研究代表者〕 鬼頭 聖 (エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 鬼頭 聖 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

圧力場を利用し、NdFeAsO_{1-y}系鉄ヒ素酸化物超伝導体に匹敵する、仮に匹敵しないまでもNdFeAsO_{1-y}系超伝導体と同等の性能を有する新超伝導体やLaCuOS、SrCuSF化合物等と同等な特性をもつ新規透明電極材料の物質設計を実証する。平成21年度は、LnFeAsO_{1-y}超伝導体をとるZrCuSiAs型結晶構造、LiFeAs超伝導体をとるCu₂Sb型結晶構造をはじめとした化合物のデータベースを構築するとともに、ZrCuSiAs型、Cu₂Sb型結晶構造をとりうる系統性を見出すことを試みた。特にZrCuSiAs型結晶構造をとる物質を中心にサーベイし物性理解することに重点をおき、類縁化合物にも着目した。ここでは、ZrCuSiAs型結晶構造はThCr₂Si₂型結晶構造をとる金属間化合物と並び、比較的多数存在する為、全ての化合物を網羅することは現実的ではない為、

主として鉄族化合物に着目した。なお、LiFeAs超伝導体、この母物質と考えられるFe₂As化合物のとるCu₂Sb型結晶構造に関連したFe₂P関連化合物としてCo₂Si型結晶構造との関連性があるので、探索にあたってはこれらの結晶構造にも着目をしながら周辺化合物の新化合物探索を行った。その結果、Mg-Ru-P系においてMgRuP相とおぼしき新化合物を見出したものの、2K以上では磁化測定では超伝導転移に対応する反磁性は観測されなかった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金属間化合物超伝導体、物質探索、新化合物

〔研究題目〕 バクテリア氷核タンパク質と昆虫不凍タンパク質の類似性および相違性の計算科学研究

〔研究代表者〕 灘 浩樹 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 灘 浩樹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究は、寒冷圏生物の持つ水の結晶化を制御する特殊なタンパク質に注目し、タンパク質構造と発現する結晶化制御機能との関係を明らかにすることにより、それらタンパク質機能をヒントとした省エネルギー効率の高い冷凍技術や有機分子機能を利用した環境負荷物質の分離・回収技術など新しい環境・エネルギー技術の創成へつなげるためのシーズ発掘を目的とする。

本研究では、氷の核生成を著しく促進させるバクテリア氷核タンパク質および氷の結晶成長を著しく抑制する不凍タンパク質を主な研究の対象とする。これら二つのタンパク質はアミノ酸配列の特徴が類似しているものの、発現する機能は正反対である。研究手法として、氷の結晶成長実験と分子動力学法などによる計算機シミュレーションを用いる。本研究の期間内に、タンパク質構造の違いと発現する機能の違いとの関係を探り出すことを目指す。尚、バクテリア氷核タンパク質の構造解析は極めて困難なため、本研究では氷の結晶成長実験から氷吸着結晶面を特定し、その結晶面の分子配列構造より氷核タンパク質の構造特性を推測する方法をとる。昆虫不凍タンパク質に関しては構造が既に判明しているため、構造を調べる研究はここでは実施せず、氷表面吸着特性と成長抑制機構の解明に焦点を当てた計算科学研究を中心に実施する。

本年度は、氷の核生成を著しく促進させるキサントモナス属のバクテリア氷核タンパク質を取り上げ、その氷の結晶成長への影響を実験的に調べた。その結果、氷核タンパク質があると元々の氷の成長形(薄い円盤もしくは六角樹枝形態)の成長の遅い方向がさらに遅くなり、また成長の速い方向がさらに速くなることがわかった。この結果は、氷核タンパク質の氷吸着に強い結晶面方位

依存性があることに起因したものと考えられる。また、その吸着の結晶面方位依存性は氷核タンパク質の原子配列構造特性を反映したものであると考えられる。この氷核タンパク質が氷の結晶成長に与える影響は、氷の成長を抑制する不凍タンパク質の場合とは全く逆であることがわかった。これより、氷核タンパク質と不凍タンパク質には構造上の本質的な違いがあるものと考察される。これらタンパク質の構造と発現する結晶化制御機能との違いをさらに深く追及していくことにより、水の結晶化を制御するための有機分子の構造条件が明らかとなり、さらに環境負荷物質など様々な物質分子の結晶化や分離・回収への分子機能応用技術へつながるヒントが得られるものと期待される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】氷核タンパク質、不凍タンパク質、結晶成長

【研究題目】急激な気候変動に対する海底扇状地の発達と二酸化炭素固定能力の応答の評価

【研究代表者】中嶋 健（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】中嶋 健（常勤職員1名）

【研究内容】

富山深海長谷から採取された13m のロングピストンコアのタービダイトの頻度・層厚変化、粒度分析、有機炭素・窒素分析及び花粉分析を行った。その結果、過去25万年間の堆積物中の花粉組成に10万年周期の寒暖の陸上気候の変化が記録されており、タービダイトは寒冷期から温暖期に向かう時期に頻度・層厚・粒度ともに増加していることが判明した。このタービダイトの増加は、北アルプスにおける氷河の発達と融解による砕屑物の供給の増加に対応している可能性がある。タービダイトに含まれる有機炭素量と C/N 比の間には正の相関があり、陸起源の有機物の寄与が多いほど有機炭素量も多くなることを示唆している。このことから、タービダイト中には、陸上植物により有機炭素の形で固定された二酸化炭素が多量に蓄えられていると考えられる。また、タービダイトにより海底に固定される有機炭素は急激な温暖化の時期ほど多いことになり、定性的には海底扇状地が地球温暖化に対してバッファーとなってきたことが裏付けられた。このほか、IODP の熊野沖の南海トラフで掘削された中新世の堆積物について鉱物組成分析を予察的に行い、タービダイトの供給源についての情報を得た。

本年度の研究実施により、これまでほとんどデータのなかった最終間氷期以前の中部日本の陸上気候の記録を初めて連続的に解明するとともに、長周期の氷河性気候変動に対応した中部日本の陸上気候と深海のタービダイト・有機炭素固定能力の応答の関係の一般的なモデル化に資するデータが得られた。

【分野名】地質

【キーワード】気候変動、地球温暖化、海底扇状地、タ

ービダイト、有機炭素、中部日本

【研究題目】スプライトに類似した実験室内放電における分枝形成機構の解明

【研究代表者】高橋 栄一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】高橋 栄一、加藤 進（常勤職員2名）

【研究内容】

近年、雷放電に伴い高層大気圏にスプライトと呼ばれる特徴的な分枝構造を有する放電が観測されている。有害ガスの分解に用いられているストリーマ放電等の過渡的な放電にも広く分枝構造が現れているが、それらの形成機構はいまだに良く分かっていない。従来の実験室で発生させているストリーマ放電は、針電極という極端に非一様な電界強度分布下において、初期プラズマ条件が明確に定義されない状態から放電が発生していた。一方、我々はスプライトに類似した構造を持つ放電を、平行平板により形成した一様な電界中に UV レーザーにより初期電子を局所的に供給することで実験室内において再現した。本研究では、このスプライト類似放電において分枝形成機構を解明することを目的とする。本年度は、初期状態としての UV レーザーにより形成された初期プラズマ密度の評価を行い、およそ 10^6 / cm^3 の電子密度がレーザーの軌跡に沿って1mm ϕ で形成されていることを確認した。さらに ICCD を用いた時間分解計測により、スプライトに類似した構造の形成を再確認するとともに、正負ストリーマそれぞれの伝搬速度の評価を行い、20kV を電極間間隔1cm に印加した状態でおよそ 5×10^7 cm/s であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】スプライト、ストリーマ、分枝放電

【研究題目】分子特異的元素を指標としたタンパク質・核酸の高感度分析法の開発

【研究代表者】高津 章子（計測標準研究部門）

【研究担当者】高津 章子、稲垣 和三、藤井 紳一郎（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究では、“分子特異的元素を指標とする計測”を可能とすることで、対象分子そのものから得られる測定データを単純化し、タンパク質・核酸の分析の高感度、高精度及び高確度化を実現することを目的とする。平成21年度は、本研究の最大の技術的課題であるキャピラリー液体クロマトグラフィーやキャピラリー電気泳動（CE）といったナノ・マイクロ分離技術と誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）を結合するための全量消費型高効率フォーカス試料導入インターフェースの設計開発を行った。これまでのインターフェースを改良したテーパー型試料導入キャピラリーを新規作成することで、フォーカススプレーを可能にし、キャピティ内壁での衝突ロスやプラズマ内拡散を抑制し、効率の良い試料導入

ができるようになった。さらに、開発したインターフェースを用いてキャピラリー液体クロマトグラフィーと ICP-MS とを接続したシステムの構築を行った。開発したインターフェースを用いることでキャピラリー液体クロマトグラフィーからの低流量の溶出液を ICP-MS に効率よく導入することができた。試料として DNA を酵素消化して得られたヌクレオチドの混合溶液を用いたところ、それぞれのヌクレオチドを分離し、リンイオンを用いて検出・定量することができた。その際、水素をプラズマモディファイヤーに用いる分子ガス混合プラズマでリンの検出限界を1桁下げることにも成功した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】誘導結合プラズマ質量分析、核酸、タンパク質、液体クロマトグラフィー、キャピラリー電気泳動

【研究題目】ICP プラズマ分析における分析感度の化学形態依存性機構の解明と環境分析への適用

【研究代表者】成川 知弘（計測標準研究部門）

【研究担当者】成川 知弘、黒岩 貴芳、千葉 光一（常勤職員3名）

【研究内容】

ひ素は様々な化学形態で存在し、毒性はその化学形態に依存する。そのため、正確なリスク評価を行うには、化学形態と各形態濃度を正確に測定する必要がある。しかし、定量の際に必要なひ素化合物の標準液の種類は限られており、さらに化学形態によって分析時の定量感度が異なる可能性などが懸念されている。本件では、高純度なひ素化合物試薬を純度評価し、さらにその調製溶液中のひ素濃度を SI トレーサブルな分析を行うことで、厳密に濃度決定したひ素化合物の基準液を調製すると同時に、化学形態に依存する分析感度の影響を検討した。ひ素化合物には、モノメチルアルソン酸、ジメチルアルシン酸、トリメチルアルシンオキシド、ヨウ化テトラメチルアルソニウム、アルセノバタイン、アルセノコリンブロマイドを用いた。

試薬純度評価では、元素分析により炭素、水素、酸素、塩素、臭素、よう素量および水分量を測定した。また、試薬から調製した溶液中のひ素を ICP 発光分光分析法および高速液体クロマトグラフィー-ICP 質量分析法によって分析した。得られた結果をひ素化合物の分子量およびひ素の原子量と比較した結果、試薬純度は99.8%~101.2%であった。また、その他の構成元素量は理論量に一致した。よって、水分補正などを厳密に行った各試薬を重量比混合によって調製し、各化合物の基準液となる1000mg/kg 溶液を調製した。この溶液の一部を用いて、JCSS を基準としたひ素分析を行い、SI トレーサブルなひ素化合物基準液を調製した。よって、今後実分析における SI トレーサブルなひ素の形態分析が可能と

なった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ICP プラズマ分析、化学形態分析、環境分析

【研究題目】光応答性自己組織体のフォトメカニカル効果・機構解明と展開

【研究代表者】松澤 洋子

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】松澤 洋子、畑中 綾子

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

代表的フォトクロミック分子であるアゾベンゼンは、光幾何異性化反応によって分子構造や極性が大きく変化するため、機能材料創出に多く利用されている。本研究では、アゾベンゼンが光幾何異性化することによって励起されるマクロな構造変化、いわゆる「フォトメカニカル効果」に焦点を絞り、これまでに開発した超構造を有する組織体を用いて、光に高感度に応答して駆動する分子系を創出するための基盤技術確立を最終目標としている。平成21年度は、発現する現象を分光学的に測定・解析するための実験系を確立することを目指した。動的光散乱の原理を用いて光照射を行いながら *in situ* で経時変化を追跡することのできる測定系を確立した。構成分子の種類を変えて組織体を作製し、光照射を行いながら自己相関関数の経時変化を測定したところ、光幾何異性化反応にとまらぬ、各分子由来の挙動（例えば、①光幾何異性化反応によって組織体の分散⇔凝集を繰り返す組織体。また、②構造を保ったまま光幾何異性化反応のみが進行する組織体等）に応じた測定結果を得ることができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】自己組織化・光反応

【研究題目】抗菌ペプチドの細菌外膜への結合機構の単一分子感度解析に基づく高活性抗菌剤の開発

【研究代表者】福岡 聡（健康工学研究センター）

【研究担当者】福岡 聡、伊藤 民武（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究は、細菌表層複合糖の膜機能の物理化学的なマクロ解析、及び、生きた細胞の表層その場での単一分子計測に基づいて、高活性抗菌剤を開発することを目的としている。

実験には、細菌外膜リポ多糖から分離したリピドA、及びリン脂質膜で5量体のポアを構築するマガニン2とそのアミノ酸の部分置換ペプチドを用いる。物理化学的なマクロ解析は各種分光スペクトルの測定や熱分析し、ナノサイズの金属微粒子を用いた表面増強ラマン分光法（SERS）、局在表面プラズモン共鳴法（LSPR）など

による単一分子イメージング解析を検討する。平成21年度は、マガニン2のグリシンなど一部のアミノ酸を、疎水性アミノ酸のバリンなどに置換したペプチドをリポドA膜に作用させたときの機能変化をマクロ解析した。また、リポドAのレーリー散乱分光に最適な金属微粒子凝集体のレーリー散乱スペクトルの測定用の顕微分光システムを構築した。同凝集体のサイズや形状を制御して分子双極子の共鳴波長とLSPR波長を調整し、LSPRの増強光電場の持続時間改善を検討した。

バリン置換ペプチドをリポドA膜に作用させると同膜の分子配列変化が顕著で、従来報告されているリン脂質膜でのポア形成とは異なる機構が推察された。抗菌ペプチドの細菌外膜への作用機作解明はペプチドの高活性化に向けて技術基盤となる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】抗菌ペプチド、表面増強ラマン分光法、局在表面プラズモン共鳴法

【研究題目】高安定原子時計のための冷却原子とイオンの相互作用の研究

【研究代表者】渡部 謙一（計測標準研究部門）

【研究担当者】渡部 謙一、高見澤 昭文、保坂 一元（常勤職員3名）

【研究内容】

冷却原子とイオンの相互作用によるイオン冷却と状態選択・状態検出を採用した、従来の水素メーザーなどに置き換わる全く新しい実用原子時計の開発を行う。

高フラックスかつ低速度の冷却ビームを生成するための真空チャンバの設計・製作を行った。また、原子ビームの減速・冷却を行うための外部共振器半導体レーザーおよびその出力を100mW以上に増幅するテーパー増幅器の整備を行った。

多数のイオンを軸上にトラップできるリニアトラップおよびそれを収納するための真空槽の設計・製作を行った。また、原子をイオン化するためのオープン、電子銃を開発した。イオンをトラップするための電極は、閉じこめられるイオンの分布を変化させることができるように、4重極、8重極、16重極と複数の方式のトラップが可能な構造とした。

【分野名】標準・計測

【キーワード】時間周波数、原子時計、イオントラップ

【研究題目】顕微イメージング・エリプソメーターの開発

【研究代表者】大槻 荘一（健康工学研究センター）

【研究担当者】大槻 荘一（常勤職員）

【研究内容】

本研究では、デバイスや細胞の表面構造をマイクロ～ナノスケールで非標識かつ定量的にイメージングを行うことを目的とし、対物レンズ下に設置した試料に、リン

グ状の光を設定した入射角で照射することのできる高解像度の顕微イメージング・エリプソメーターを開発する。平成21年度では、基本光学系の設計を行い、必要な光学部品の仕様を決定した。平行光および収束光を対物レンズ入射口の異なる位置および深さに入射し、射出光の形状を観測することにより、対物レンズの後焦点面の位置および大きさを評価した。また、対物レンズの後焦点面で収束する光を入射し、対物レンズの前に設置した試料表面に光を照射することのできる照射側光学系、および試料の表面で反射した光を対物レンズで集光し、CCDに結像することのできる射出側光学系を構築した。光軸調整をmの精度で行うことにより、対物レンズから試料に対し設定した入射角で均一に光を照射するとともに、CCDにより試料の明瞭な像を得た。また、リング光の発生に用いる最適なリング光の径および幅を決定し、それに適した円錐状プリズムを設計・試作した。

本装置は高い水平分解能で試料表面に存在する多層膜の屈折率と膜厚が同時に測定できる。特に、病気の早期診断を目的としたナノ・マイクロデバイスの表面構造を調べることが可能となり、それらの研究開発や生産段階における品質管理に貢献できる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】顕微イメージング、エリプソメーター

【研究題目】気泡核生成制御による超音波化学反応の高効率化に関する研究

【研究代表者】辻内 亨

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】辻内 亨（常勤職員1名）

【研究内容】

パルス超音波と核生成サイト供給のための粒子添加を組み合わせることで、超音波化学反応の高効率化を実現するとともに、今回導入したレーザ変位計により液面振動を測定し、高音圧振幅下における低反応効率の機構を解明することを基本的な研究目的とした。具体的には、超音波化学反応としてルミノール発光を用いて、アルミナ粒子添加の下でパルス波照射を行い、連続波照射との発光強度比較を種々の投入パワーで行った。同パワー範囲で液面振動振幅を計測した。その結果、パルス波、連続波ともに添加粒子のないとき、投入パワーの増大とともに発光強度は増加し、ピークを示した後、減少した。パルス波の場合、発光強度減少は急激かつ顕著であり、このときの液面振動振幅は100ms程度で、照射していないときの液面位置から音波長にして4分の1であることがわかった。投入パワーをさらに高くしても液面ゆれが大きくなるだけで、発光強度の回復は観られなかった。音波長の4分の1長さを越える変動は、反応に有効な共鳴定在波の音圧の腹と節の周期的構造の安定化を阻害し、高音圧振幅時の反応効率減少は液面ゆれが主因であることを解明できた。パルス波で粒子添加した場合の発光強

度は、粒子のない場合と比べて最大2倍程度の増大が得られた。この増大効果は連続波時の粒子添加効果と比べて比較的lowパワーで実現でき、高効率化の指針を得ることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、超音波化学反応、パルス照射、粒子

【研究題目】 超低摩擦発現条件の解明

【研究代表者】 安藤 泰久

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 安藤 泰久 (常勤職員1名)

【研究内容】

自然酸化膜に覆われた単結晶シリコンに対して複数種類の多結晶金属を摩擦させ、原子間隔と摩擦係数の関係を検討した。その結果、多結晶金属の原子間隔が3Å 近傍に近づくにつれて、摩擦係数が増加していく傾向が認められた。シリコン自然酸化膜中でのシリコンの原子間隔が3.1Å (文献値) 付近にあることから、金属の原子間隔がシリコンの原子間隔に近いほど、摩擦係数が高くなったものと認められる。また、本研究で採用している摩擦条件において、格子間の相互作用が摩擦係数に影響を与えていることを確認するために、単結晶シリコン基板に対して、単結晶の金属ピンを摩擦させた。そのさい、シリコン基板を回転させることで、相対的な結晶方位を変化させた。シリコンの(111)面に対して、金の(111)面を摩擦させたときに、60度周期で摩擦係数が5倍増減し、格子間の相互作用が摩擦に影響を与えていることを確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 摩擦係数、原子間隔、摩擦異方性、単結晶、多結晶

【研究題目】 差分法に基づくはりのインピーダンス整合制御

【研究代表者】 西郷 宗玄

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 西郷 宗玄 (常勤職員1名)

【研究内容】

(1) 差分はりの時間領域での波動伝播解の導出：差分はりの運動方程式(差分方程式)の実一般解をラプラス変換とラプラス逆変換によって導出した。差分間隔で隣接する節点間の変位伝播特性を表す解であり、一方向に伝播する解に対して2つの任意実定数を含む。一方の任意定数を含む項は減衰を伴う進行波成分のみ表現し、他方の任意定数を含む項は大きな減衰を伴う後退波に近い定在波成分を表現する。この任意定数の組み合わせによって分布定数はりの進行波解と定在波解の組み合わせに対応する解を表現できる。後退波特性の符号を逆にすることで定常状態では不完全な進行波特性を表現できる。そ

こで、平成20年度科研費基盤研究(C)「走行ロープシステムの振動抑制」で開発した制御手法を用いて任意定数の制御特性に及ぼす影響を解析した。その結果、境界制御に起因する境界変位の増加を抑制する任意定数の組み合わせが存在することを見出した。内部節点の制御応答周波数特性から定在波成分を発生させて境界変位を抑制していることが確認され、進行波制御と定在波制御のハイブリッド制御が実現している。(2) 圧電素子型制御法：はりの曲げモーメントを駆動/検出する圧電素子型制御力発生構造として、モーメントで表現する境界差分制御法を解析した。自由端境界では提案している波動制御が基本的には可能であることを確認した。(3) 実験装置製作：片持ちはり自由端波動制御実験装置のアクチュエータの部分製作を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 振動制御、波動制御、はり

【研究題目】 超音波によるマイクロ流路中の微小物体の非接触操作技術の開発

【研究代表者】 小塚 晃透

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 小塚 晃透、安井 久一、畑中 信一

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究の目的は、マイクロ流路中を媒質と共に流れる微小物体(固体粒子、気泡等)を、超音波の定在波音場を用いて、非接触で捕捉、操作するための技術を開発することである。本年度は、基本的なマイクロ流路を試作して流路中に定在波を生成すること、および定在波の音圧の節に固体粒子を捕捉する等の基礎実験に注力した。

まず、横50mm×縦50mm×厚さ5mmのガラス板上の中央に、幅1mm×長さ50mm×深さ1mmの流路を作成した。水槽中で2.4MHzの水中超音波を放射し、水槽の水面にこのガラス板を配置して流路中に粒子を懸濁した水を投入したところ、粒子が層状に整列する様子が観察された。水槽中の超音波がガラス板を介して流路中の水に伝搬し、流路中に定在波音場が生成されたと考えられる。また、ガラス板の端面に5mm×30mmのPZT振動子(1MHz、2MHz、4MHz、6MHz)を直接貼り付けた場合にも、同様に定在波が生成されることを確認した。

次に、2つに分岐する流路をガラス板上に作製して同様の実験を行ったところ、それぞれの流路について粒子が層状に凝集した。この状態で周波数をスイープさせると、わずかではあるが片側に粒子の層が引き寄せられる現象が見られた。すなわち、流路中を流れる固体粒子を分岐点で操作して出口を選択できる可能性があることが分かった。音場を評価するために、有限要素法を用いて流路中の二次元の音圧分布について計算したところ、実験による粒子捕捉位置との対応を確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超音波、マイクロ流路、粒子、音響放射圧、非接触、マニピュレーション

〔研究題目〕 超低エネルギーイオン注入によるシリコン半導体極浅接合形成実用化技術の開発

〔研究代表者〕 山本 和弘
(計測フロンティア研究部門)

〔研究内容〕

シリコン半導体デバイスの高集積化に伴い極浅ドーピング層の形成が必要である。国際半導体技術ロードマップ (ITRS) によれば2014年にはドーパント層の厚さはおよそ10nm になるとされている。従来の高エネルギーイオン注入法ではシリコン結晶中に多量の原子空孔および格子間原子がなだれ現象的に形成されてしまい、ターゲットであるシリコン半導体の結晶性が著しく劣化する。結晶性の回復と導入したドーパントの活性化のためには熱処理が必要であるが、ドーパントの拡散が生じて極浅ドーピングプロファイルを保つことが困難となる。本研究では、上記問題を解決するために1keV 以下の超低エネルギーボロンイオンを用いた超低エネルギーイオン注入実用化技術の開発を行った。実用プロセスでは真空度が 10^{-5} Pa 程度であり、レジストパターン形成後にイオン注入を行うため、室温でイオン注入を行うことが必須である。そのため超高真空排気状態であった既設置装置の真空排気系コンダクタンスの改造を行い、実用プロセスと同等の真空度が 10^{-5} Pa 程度のイオン注入が可能であるように装置改造を行った。次にイオン注入後においてボロンの拡散を生じない800°C以下の熱処理による活性化プロセスを検討した。照射条件の最適化を行った結果、イオン注入真空度が 4×10^{-5} Pa イオンエネルギーが300eV の時にシート抵抗が最小値 $4k\Omega/\square$ まで減少した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 イオン注入、シリコン、ボロン、超低エネルギー、極浅接合

〔研究題目〕 強相関酸化物強磁性トンネル接合の低電流スピン注入磁化反転機能の開拓

〔研究代表者〕 佐藤 弘 (エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 佐藤 弘 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、低電流密度で動作するスピン注入磁化反転素子の開発を目標とする。スピン注入磁化反転の効率向上には、材料性能の向上、電極構造の最適化が重要である。電極材料には、スピン分極率がほぼ100%でハーフメタル特性を示す強相関酸化物磁性体を用い、電極構造の最適化を実際に作製した強相関酸化物磁性体電極をスピンSEMで直接観察・解析することにより進める。

最終目標であるスピン注入磁化反転素子の開発においては、効率的な動作のため、磁化方向制御可能な、微小接合の作製が求められている。この要求を満たすために、

サブミクロン寸法素子を作製するための作製技術、電極内の磁化方向やその制御を評価する評価技術が重要である。平成21年度においては、この2点に着目・並行して研究を進めることにより、スピン注入磁化反転素子開発のための基礎技術の開発を行った。

電極材料には、強相関酸化物である $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}$ ($x=0.4$ 、以下 LaSrMnO) を、パルスレーザー蒸着法にて、 SrTiO_3 基板上に成膜した薄膜 (50nm) を用いた。微細加工は、まず、電子ビーム直接描画法でレジストパターンを形成、その後、Ar イオンエッチングでメサ構造への加工を行なった。電子ビーム直接描画法では、装置のトラブルで、本来加速電圧を50kV とすべき所、30kV 程度しかかけることができず、本来の装置性能である100nm \square 以下の描画はできなかったが、200nm \times 160nm 程度のレジストパターンを得ることができた。引き続き、このレジストパターンに対し、Ar イオンミリングを行い、メサ構造を作製できることを確認した。一方、評価技術としては、スピン SEM 用いて、 LaSrMnO 薄膜表面の磁化方向分布の観察を行なった。次年度以降、サブミクロン寸法に微細加工した LaSrMnO について、磁区構造の観察を行なう予定である。

〔分野名〕 機能性セラミクス

〔キーワード〕 強相関酸化物、ハーフメタル、磁性トンネル接合、スピン注入磁化反転、スピンSEM

〔研究題目〕 デュアルピーク FBG センシングシステムの開発

〔研究代表者〕 津田 浩 (計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 津田 浩 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

構造物の欠陥や異常を超音波を利用して検出する手法がある。FBG センサは電磁波障害を受けないことや多重化可能といった特徴から、超音波検出センサとして従来用いられてきた圧電素子に替わることが期待されている。これまでに提案された FBG 超音波検出システムはシステムが高価、または大型であったりすることから普及には至っていない。そこで本研究では小型・軽量で安価な FBG をセンサとして超音波検出システムを開発することを目的とした。

初年度である本年度において行った研究の要点を以下に記す。

(1) FBG に局所的なひずみ分布を持たせることにより、一つの FBG にセンサと復調用フィルタの二つの機能を持たせたセンサの開発を試みたが、検出感度の向上が難しいことがスペクトル形状の計算解析から分かった。

(2) 新たな原理に基づくシステム開発を試み、復調用フィルタを用いない広帯域光を光源とするシステムを開発した。しかしながら同システムでは材料の微視破壊時

に生じるアコースティック・エミッション (AE) などの微弱な超音波の検出が難しいという問題が残っていた。

(3) 上記した (2) と同じ原理に基づいてファイバ・レーザを光源とする超音波検出感度を高めたシステムを開発した。さらに同システムを用いて AE が十分検出可能であることを実証した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 光ファイバセンサ、超音波、アコースティック・エミッション、非破壊検査、構造体診断

【研究題目】 リサイクルプロセス構築のための高温水中でのモノマー類の熱安定性評価と基礎物性測定

【研究代表者】 佐藤 修 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 佐藤 修、増田 善雄 (常勤職員2名)

【研究内容】

本研究では、高温水によるポリエステル樹脂のケミカルリサイクルプロセスの設計に必要な、反応条件下における原料モノマーの存在形態、平衡定数、熱安定性ならびに微量副生物の検出確認、高温水への溶解度測定を行う。得られた知見を基にコンピューターシミュレーションによるエネルギー計算を行い、ケミカルリサイクルプロセス実用化のモデル提案を行う。

1) ポリマー及びモノマーの高温水中での安定性評価

ポリエステル樹脂のひとつであるポリブチレンテレフタレート (PBT) について、高温水中での分解挙動を調べたところ、250~300℃の温度領域でモノマーまでの分解が進行し、化学原料として有用なテレフタル酸 (TPA) とテトラヒドロフラン (THF) が得られることがわかった。生成する THF は、PBT の加水分解によって生成した原料モノマーである1,4-BudOH が高温水により脱水・閉環反応したものであることも確認した。また、生成した TPA によって、上記の閉環反応が著しく促進されることを明らかにした。更に TPA 溶解度測定に必要な超臨界水用可視化セル (設計圧力40MPa、設計温度500℃) の作成に着手した。

2) プロセスシミュレーション評価

これまでに得ていたポリエチレンテレフタレート (PET) の分解挙動の知見を基に、地域分散処理を前提とした高温水を利用する PET のケミカルリサイクルモデルを構築 (処理能力1000kg/日)、コンピューターシミュレーションによる基礎プロセス部分のエネルギー計算を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 シミュレーション工学、廃棄物再資源化、物性測定

【研究題目】 多種の血管新生因子を同時検出するため

の蛍光プローブの創製と医療診断への展開

【研究代表者】 鈴木 祥夫 (産学官連携推進部門)

【研究担当者】 鈴木 祥夫 (常勤職員1名)

【研究内容】

本申請では、これまでに得られた知見を基に、癌細胞の増殖・転移に密接に関与する代表的な2種類の血管新生因子 (FGF と VEGF) を同時認識し、可視化イメージングを行うことが出来る新規蛍光分子プローブの設計・合成およびその性能評価を行う。

平成20年度は、VEGF検出用蛍光分子プローブ及びFGF検出用分子プローブに導入するための蛍光発色団の設計及び合成を中心に行った。それぞれの蛍光分子プローブの蛍光発色団は、これまでに開発したタンパク質検出用試薬を改良し、標的物質との疎水性相互作用による複合体形成および分子内のICT状態の変化によって強い蛍光発光を誘起する部位として4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-4H-ピランを有するものとした。また、上記化合物と二重結合を介してフェニル基を結合させることによって、共役系を伸長し、励起波長および蛍光波長の長波長化を誘起することができた。また、二重結合の数および蛍光発色団中の官能基を電子供与性あるいは電子吸引性に変えることによって、VEGF検出用蛍光分子プローブとFGF検出用分子プローブの互いの励起波長が重ならないようにした。さらに開発した蛍光発色団をVEGFとの親和性が確認されているペプチド鎖の末端に導入し、VEGFとの相互作用を確認した。その結果、VEGF添加前は弱い蛍光が観察されたが、室温下、VEGFを添加すると、瞬時に蛍光強度の増加が確認された。検量線については、VEGF濃度と蛍光強度との間には良好な直線関係が成立した。また、妨害物質の影響について検討したところ、分析試薬とVEGFとの反応に影響を与えないことが分かった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、蛍光分析、分子プローブ

【研究題目】 induced folding 機構の獲得を抗体の親和性成熟に学ぶ

【研究代表者】 古川 功治

(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】 古川 功治、古川 安津子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

C57BL/6マウスのハブテン、NP、に対する免疫応答で起こる抗体の親和性成熟を我々は精査してきた。最近我々はこの抗体の親和性成熟の過程で induced folding 機構を新たに獲得する成熟経路を見出した。この経路では抗原結合に伴う induced folding により得られた構造安定化エネルギーを抗原結合に活かし、高親和性を獲得していると考えられた。本研究では生体内で行われたこ

のような親和性成熟について経路に沿って分子基盤を精査していく。具体的には出発点のクローンから最終点のクローンへ到達するまでに導入された10個の変異導入のすべての組み合わせ（1024通り）の変異体を作製しフェアージディスプレイによりスクリーニングすることで、**induced folding** のデザインを変異導入の順番を含めて議論できると考えた。21年度は変異体の作製を行った。H鎖の変異6個とL鎖の変異4個、それぞれすべての組み合わせ（それぞれ64通りと16通り）について変異体作製が完了した。次年度以降これらを組み合わせることで1024通りすべての変異体を作製し、スクリーニングおよび必要なクローンについては熱力学測定を行うこととする。なお、21年度に作製した変異体の中で興味深いものについては既に滴定型熱量測定計を用いて抗原抗体反応を解析した。H鎖との界面に位置するL鎖上の変異導入が、親和性上昇をもたらすH鎖の変異を活かすために必須であることが示唆された。今後 **induced folding** との関連にも興味を持たれる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗体、蛋白質フォールディング、親和性成熟、安定性

【研究題目】 動物の進化におけるミトコンドリアの遺伝暗号と tRNA の共進化の分子機構

【研究代表者】 渡辺 公綱（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】 渡辺 公綱、嶋 直樹、横堀 伸一
（東京薬科大学生命科学部講師）
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

動物ミトコンドリアの遺伝情報系は他（バクテリア、細胞質、植物ミトコンドリア）のシステムに比べ、1）非普遍暗号を使う、2）tRNA が標準からかなり外れた構造をもつ、3）リボソームは RNA が著しく短縮化され、代わりにタンパク質が肥大化している、などの顕著な特徴をもつ。これらの特徴の構造的、機能的基盤を解明し、動物ミトコンドリアの遺伝情報系の起源を探究する。

当研究では、まだ解析の完結していない尾索動物マボヤのミトコンドリア遺伝情報系の解析を、主に1）と2）に焦点を絞って行った。遺伝子の全塩基配列は決定済みであり、tRNA 遺伝子も同定済みであるが、tRNA レベルの解析が未完成である。コドンとの対応関係を明らかにするには、特に tRNA のアンチコドン1字目の塩基を同定する必要がある。ホヤにおける非普遍暗号は UGA（普遍暗号では終止コドンが Trp に変化）、AUA（Ile から Met に変化）、AGR（Arg から Gly に変化）の3種類のみである。未解析の UGA に対応する tRNA^{Trp} のアンチコドン1字目が、他のシステム（マイコプラズマ、線虫ミトコンドリア）で同定されている5-メチルアミ

ノメチル-2-チオウリジン（ $\text{cmnm}^5(\text{s}^2)\text{U}$ ）と同一かを解析する。AUA に対応する tRNA^{Met}_{UAU} と AGR に対応する tRNA^{Gly}_{UCU} のアンチコドン1字目はマスペクトル解析から分子量380.3の未同定の U の誘導体と判明した。これがヒトやウシのミトコンドリア tRNA で構造決定済みの5-タウリノメチルウリジン（ tm^5U ）であるかを同定する。以上の課題を解決するために再度ホヤミトコンドリア tRNA の単離精製を行いつつある。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝情報系、ミトコンドリア、遺伝暗号、tRNA、修飾塩基

【研究題目】 FGF 受容体の変異による骨・軟骨形成不全疾患発症メカニズムの分子レベルでの解析

【研究代表者】 浅田 眞弘（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 浅田 眞弘、今村 亨、鈴木 理
（常勤職員3名）

【研究内容】

繊維芽細胞増殖因子（FGF）は受容体（FGFR）と結合することで様々な生理活性を發揮する。この際、ヘパラン硫酸をはじめとするグリコサミノグリカン（GAG）の共存が必須であると考えられている。近年、先天性奇形である Apert 症候群に見られる FGFR2 の点突然変異によって、FGFR がヘパラン硫酸非依存的にリガンドと結合する例が報告され、FGFR の突然変異による受容体活性の亢進をヘパラン硫酸への依存性の消失で説明できる可能性が考えられた。本研究では、他の部位の変異や類似の疾患における FGFR の変異が三者（リガンド、受容体、GAG）複合体の形成や細胞内でのシグナル伝達に及ぼす影響を解析し、FGFR の変異がもたらす疾患の発症メカニズムを分子レベルで解明することで、これらの先天性奇形疾患の治療法開発の足がかりを築くことを目指した。

初年度である平成21年度には、変異導入型の受容体遺伝子を構築し、これらを組換え体可溶性蛋白質として発現する実験を開始した。これまでに報告されている FGFR1、FGFR2、FGFR3 の点突然変異を網羅し、これらを用いて、*in vitro* のリガンド結合試験に供し、その結合特異性（選択性）と GAG 依存性を解析した。その結果、これまでに報告されている結果が、本研究手法においても再現できることを確認した。今後は、各変異受容体を発現する培養細胞を樹立し、リガンド特異的、GAG 依存的なシグナルの惹起を評価する予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 繊維芽細胞増殖因子、先天性奇形、グリコサミノグリカン

【研究題目】 生物発光長期イメージングによる時計タンパク質の核-細胞質間シャトル機構解

析

〔研究代表者〕 中島 芳浩

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 中島 芳浩 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標:

本研究では、発光タンパク質ルシフェラーゼをプローブに用い、発光イメージングという新しい細胞内局在の可視化テクニックを駆逐することで、既存の技術では困難であった24時間周期で起こる時刻依存的な時計タンパク質の核-細胞質間シャトルの分子機構を解明することを目的とする。

年度計画:

本年度は申請者らが独自に開発した発光イメージング用ルシフェラーゼ (ELuc) の物理化学的特性及び細胞内の特性について、最も汎用されているホタルルシフェラーゼ (FLuc) を比較対象に解析する。さらに、ELuc を発光プローブに用い、哺乳類細胞内での核-細胞質間シャトルの長期発光イメージング測定系を確立する。

年度進捗状況:

ELuc は哺乳類細胞において、FLuc よりも10倍以上強い発光を示すことが明らかとなっているが、この理由について解明するため、両ルシフェラーゼタンパク質を精製し、酵素学的特性について検討した。その結果、 K_m 、 V_{max} 、 K_{cat} 等の物理化学特性は FLuc と比較して相違いは認められなかったが、ELuc の *in vitro* での decay kinetics は FLuc のそれよりも数倍遅いことが明らかとなった。さらに、細胞内での特性について比較検討した結果、ELuc の発現量及び安定性は FLuc と比較し、各々数倍高いことが判明した。以上の結果より、ELuc の持つ decay kinetics、高発現及び高安定性により、従来のルシフェラーゼに比し強発光を放つことが明らかとなった。続いて ELuc と時計遺伝子 *mPer2* を融合した融合タンパク質が *mPer2* プロモーター支配下で発現するベクターを作製、これをマウス繊維芽細胞 NIH3T3 に一過的に導入し長期発光イメージングを行った。その結果、融合タンパク質の核-細胞質間シャトルは観察されたものの、その周期は従来、免疫染色や western 解析で報告されている結果とは異なったため、発現方法をさらに改良する必要があることが示唆された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ルシフェラーゼ、発光イメージング、概日リズム

〔研究題目〕 核共鳴散乱を用いた放射性同位元素の非破壊検出

〔研究代表者〕 豊川 弘之

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 静間 俊行、早川 岳人、大垣 英明、

羽島 良一 (常勤職員1名、他4名)

〔研究内容〕

原子炉からの放射性廃棄物処理処分、核燃料サイクルでは、長寿命核分裂生成物の非破壊検査法の開発が望まれている。従来、自然崩壊の測定やスクリーニングファクター法などが検討されたが、長寿命の放射能は比放射能が小さく他の物質に吸収されるので検査は容易ではない。我々は、エネルギー可変 (2~4MeV) の準単色な逆コンプトン線を用いた光核共鳴散乱による新しい測定法について研究した。

本年度は、この非破壊検査システム設計・性能評価に必要なモンテカルロシミュレーションコードを開発し、軽水炉の使用済燃料中の Pu239 検出シミュレーションを行った。水中に保管された使用済燃料に対し、外部からガンマ線を照射し、Ge 検出器で Pu239 の原子核によって原子核蛍光散乱されたガンマ線を検出するシミュレーションを行った。この結果、水中に保管された使用済燃料中の Pu239 の検出は十分可能であることが分かった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 核共鳴蛍光、放射性廃棄物、核燃料サイクル、ガンマ線、同位体分析

〔研究題目〕 ディスフェルリン欠損症の治療を目的とした骨格筋細胞膜修復機構の解明

〔研究代表者〕 松田 知栄 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 松田 知栄 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標:

ディスフェルリンは病態の異なる2つの筋ジストロフィー(三好型遠位型筋ジストロフィー、肢帯型筋ジストロフィー2B型)の責任遺伝子産物である。ディスフェルリンは骨格筋細胞膜の損傷部位においてカルシウム依存的にパッチを形成することから膜修復に関与することが示唆される。ディスフェルリン欠損による筋ジストロフィーの分子病態を解明するために、細胞膜損傷・修復時におけるディスフェルリン、ディスフェルリン結合タンパク質の動態を培養細胞、アフリカツメガエル卵母細胞の系を用いて明らかにする。

年度進捗状況:

当初はアフリカツメガエル卵母細胞に蛍光タンパク質を付加したディスフェルリンを発現させ、膜損傷・修復時における挙動を解析する予定であったが、卵母細胞の自家蛍光が強く断念せざるを得なかった。

そこで GFP-ディスフェルリンまたは mCherry-アフィキシン (我々が同定したディスフェルリン結合タンパク質) を骨格筋特異的に発現させたトランスジェニック (Tg) マウスの作製を開始した。

骨格筋特異的クレアチンキナーゼプロモーターに GFP-ディスフェルリンまたは mCherry-アフィキシン

をつないだ Tg マウス用コンストラクトを作製し、C2C12 (マウス) 筋管細胞において発現が可能であることを確認した。このコンストラクトをマウス受精卵にマイクロインジェクションし、生まれたマウスのジェノタイプを現在行っている。Tg マウスが得られたら筋線維を単離し、2光子顕微鏡で筋細胞膜に損傷を与え、膜損傷・修復の過程における蛍光タンパク質の挙動をリアルタイムで観察する。

最近、竹島教授 (京都大) らにより筋細胞膜修復に関与する新たな分子、MG53が同定された。MG53は膜損傷による酸化ストレスに反応してオリゴマーを形成し、損傷部位に凝集することが報告されている。我々は竹島教授と共同研究を行い、ディスフェルリンはオリゴマーのMG53に結合し、モノマーのMG53には結合しないことを明らかにした。また、ディスフェルリンの C2A ドメインはMG53との結合において重要であり、両者の結合のカルシウム依存性を担うことを見出した。正常な C2A ドメインは $[Ca^{2+}] = 100 \cdot M$ においてMG53に結合するが、筋ジストロフィーを引き起こす C2A ドメインの mutation、V67D は $[Ca^{2+}] = 0$ のみ MG53に結合した。これらの結果は、ディスフェルリンとMG53は筋細胞膜の損傷部位において Ca^{2+} 依存的に複合体を形成することを示唆しており、現在論文投稿中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ディスフェルリン、筋ジストロフィー、アフィキシン (β-パルビン)、MG53 (ミツグミン)

【研究題目】 拡散強調画像法と脳磁場計測によるヒトの第一次味覚野の同定

【研究代表者】 小早川 達 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 小早川 達 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、ヒトの第一次味覚野の場所を同定することを目的とし、同一の実験協力者に対して味覚誘発脳磁場計測およびMR装置による拡散強調画像撮影を行った。

まず、味覚に対する主観的評価において障害を感じていない22~42歳の男女7名を対象に味覚誘発脳磁場の計測を行った。脳磁場計測装置の SQUID センサと実験協力者の頭部との位置関係を知るために、実験協力者の鼻根部と両耳珠部にコイルを取り付けた。味覚刺激として300mM 食塩水を用い、刺激提示時間400ミリ秒、刺激提示間隔20秒という設定で1セッションあたり60試行を実施した。計測中、実験協力者は1試行ごとに、0~5の6段階尺度 (0: 無味~5: 強烈) を用いて味覚刺激の内省強度を評定した。データ解析において、瞬きなどのアーチファクトが混入した試行を除外した後、加算を行ったところ、加算回数は42~60試行 (平均55.4±6.9試行) であり、内省強度は1.7~3.2 (2.5±0.5) であった。続い

て、味覚誘発脳磁場計測に参加した実験協力者の内、22~42歳の男女4名を対象にMR装置による脳の拡散強調画像撮影を行った。実験協力者には、脳磁場計測の際にコイルを取り付けた箇所と同じ部分にマーカーを取り付けた。脳磁場データから推定された脳の活動部位の座標をMR画像にマッチさせることにより、神経繊維の連絡が追跡可能となる。脳磁場の活動部位の推定およびMR画像とのマッチングについては現在解析中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 味覚誘発脳磁場、第一次味覚、拡散強調画像撮影

【研究題目】 FT-ICRMS 分析を用いた森林皆伐地の溶存有機物動態

【研究代表者】 高橋 勝利

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 高橋 勝利 (常勤職員1名、他0名)

【研究内容】

淡水は、人間の生活に不可欠な資源であり、その大部分は森林地帯に蓄えられている。従って地上部を覆う森林の密度や樹種、伐採などの管理状態は、地下部に蓄えられる水の溶存成分に大きく影響し、溪流河川の水質をも支配している。溶存有機物は、主要な炭素のリザーバーであり、水質を決定付ける重要な因子である。しかし、その存在形態や存在量を把握することは難しく、従来は有機物全体の蛍光スペクトルや元素組成比などの特徴を調べる、いわゆるバルクキャラクター化によるものであった。本研究では、森林地域における降雨・林内雨・土壌水・地下水・河川水中溶存有機物の組成を超高分解能質量分析器を用いて分子レベルで特徴づけ、さらに植栽地と伐採地との比較を行うことで、河川水質に土地利用形態が及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。21年度はフィンランド北東部・カレリア地方の森林流域試験地において採取された水試料から抽出・濃縮した溶存有機物をフーリエ変換型質量分析装置により超高分解能・超高精度質量分析するための条件検討及び試料測定を実施した。1サンプルの質量スペクトル中に含まれる数千以上のピークの同定を行い、サンプル中に含まれる溶存有機物を同定するための解析手法についての検討を実施した。

【分野名】 有機物分析

【キーワード】 溶存有機物、森林皆伐地、質量分析、化合物同定

【研究題目】 ナトリウムチャネルの E3領域をターゲットにしたペプチド系鎮痛剤の開発

【研究代表者】 稲垣 英利 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 稲垣 英利、木本 光
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究は、ナトリウムチャンネル阻害ペプチド SKTX の誘導体ライブラリーを、哺乳類ナトリウムチャンネル 1.3 ($\text{Na}_v1.3$) の3番目の細胞外領域 (E3領域) への結合を指標としてスクリーニングし、 $\text{Na}_v1.3$ の活性を特異的に阻害する SKTX ペプチド誘導体を開発することを目的とするものである。

この研究は、①ナトリウムチャンネル E3領域の発現及び精製②SKTX の誘導体ライブラリーの作製③ $\text{Na}_v1.2$ 及び $\text{Na}_v1.3$ を発現する HEK293細胞の樹立④誘導体ライブラリーからのナトリウムチャンネル結合ペプチドの選択⑤選択された SKTX の誘導体の電気生理学的な方法による活性の検討、⑥実験動物を使用した生理活性の検討、以上の6段階に分けて行う。

平成21年度は、ナトリウムチャンネル E3領域を GST の融合タンパク質として発現及び精製するとともに、この領域に対応する合成ペプチドを作製した。また、SKTX の誘導体ライブラリーを作製した。次年度より、ナトリウムチャンネル ($\text{Na}_v1.3$) 結合ペプチドの選択作業を行いたいと考えている。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ナトリウムチャンネル、E3領域、ペプチド系鎮痛剤

[研究題目] 高速クラスターイオン照射による非線形的2次イオン強度増大効果の解明

[研究代表者] 平田 浩一 (計測標準研究部門)

[研究担当者] 平田 浩一 (常勤職員1名)

[研究内容]

クラスターイオン照射と重イオン照射による正2次イオン生成強度比較実験を行うとともに、新たなパルス化装置の設計・作成、2次イオン電流を直接測定する装置の作成、を行った。2次イオン生成強度測定実験に関しては C_8 イオンおよび Mo イオンを有機系高分子薄膜に照射し、正2次イオン強度の比較を行い、成果の一部を国際会議で発表した。パルス化装置に関しては、加速装置の高エネルギービームライン側に設置するべく、パルス化電極形状のシミュレーションを行い、装置の一部の製作を行った。また、入射イオン強度と放出される2次イオン強度の関係を得る2次イオン電流直接測定装置を試作し、ポリチロシン、PMMA、ポリスチレン等有機系高分子試料を中心に測定を行い、正2次イオン測定を行うに当たっての試作装置の最適測定条件をもとめた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] クラスタ、2次イオン分析

[研究題目] 極微細ナノ多孔質構造によるパラジウムおよびニッケル触媒の高機能化

[研究代表者] 袴田 昌高

(サステナブルマテリアル研究部門)

[研究担当者] 袴田 昌高、多井 豊 (常勤職員2名)

[研究内容]

1. 研究目的

金属触媒において多用される白金族元素・貴金属の使用量低減および代替触媒開発を目的とし、金属材料へのナノ多孔質構造の導入プロセス、およびナノ多孔質構造による触媒特性の改変を明らかにする。白金に比べて低価格の触媒元素であるパラジウムおよびニッケルについて、そのナノ多孔質化技術を確認するとともに、触媒作用におけるナノ多孔質構造独自の効果を明らかにする。

2. 年度進捗

平成21年度はパラジウムおよびニッケルのナノ多孔質化の条件精査を行い、ナノ多孔質構造形成のための条件を検討するとともに、気相反応触媒特性評価のための実験環境を整えた。ナノ多孔質金属の微細孔化を目指し、種々の脱合金化条件 (電解条件、出発合金等) を検討した結果、ナノ多孔質パラジウムの出発合金としては、単相固溶合金のなかではパラジウム-コバルトが適しており、この場合、硫酸や硝酸等、コバルトを溶解する種々の酸を電解液として用いることで、ナノ多孔質パラジウムを作製できることをつきとめた。一方、パラジウム-鉄やパラジウム-ニッケルの組み合わせの場合はナノ多孔質パラジウムが形成されなかった。このナノ多孔質パラジウムの形成の成否に関しては、固体/電解質界面におけるパラジウム原子拡散挙動が出発合金の組み合わせによって異なることが原因であることを、表面分析 (EDXS および XPS) により推測した。また、ナノ多孔質パラジウム作製のための脱合金化時に電解時間を過度に長くすると、パラジウム原子の固体/電解質界面における拡散が進み、細孔径が粗大化した。このことから、孔径微細化のためには適切な電解時間での電解が必要であることがわかった。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 触媒、多孔質、金属、パラジウム、ニッケル、酸化、電気化学

[研究題目] 新たな放射能絶対測定法を用いた PET 装置の定量性向上に関する研究

[研究代表者] 佐藤 泰 (計測標準研究部門)

[研究担当者] 佐藤 泰 (計測標準研究部門)、
村山 秀雄 (放射線医学総合研究所)、
織田 圭一 (健康長寿医療センター研究所)、
(常勤職員1名、他2名)

[研究内容]

陽電子放射断層撮影装置 (以下、PET) は、定量性の高い画像診断装置および分子イメージング装置として考えられているが、実際には PET 装置のポテンシャルが十分に活用されておらず、相対測定を行っているため、定量性の精度が不十分なままである。そこで、本研究開発では、新たな放射能絶対測定法を確認し、精度の高い画像測定を行う基盤を確立する。

本年度は、PET 装置を簡素化したモデルであるシンチレーション検出器アレイについて、新たな放射能絶対測定法の検証を数値計算により行った。計算機上で、アレイの素子ごとに点線源から発生する陽電子消滅放射線と γ 線を弁別しながら計数するシミュレーションを行い、陽電子消滅放射線単数または複数検出事象の計数率、陽電子消滅放射線単数検出事象の計数率、 γ 線検出事象の計数率、陽電子消滅放射線単数検出または複数検出および γ 線単数検出事象の同時計数率、陽電子消滅放射線単数検出および γ 線検出事象の同時計数率を用いて、放射能絶対値を求められることを確認した。さらに、線源の形状、シンチレーション検出器アレイの位置等を変えて計算を行い、それらに対して放射能絶対値は頑健であることが確認できた。また、シンチレーション検出器、計数装置を整備して、それらの動作確認を行った。

今後の本研究開発の進展により、既存の PET 装置を含めた全ての PET 装置の測定の定量性が向上でき、多施設間による診断画像の比較を高精度に行うことで、より精密な画像診断が可能になると期待される。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 放射線、陽電子放射断層撮影装置、放射能絶対測定、シンチレーション検出器、点線源

〔研究題目〕 水熱粉碎前処理によるリグノセルロースの糖化特性

〔研究代表者〕 美濃輪 智朗

(バイオマス研究センター)

〔研究担当者〕 美濃輪 智朗 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

リグノセルロースの糖化前処理として多くの研究開発が行われている。本研究では、その中で水熱前処理と粉碎処理に注目する。水熱前処理の利点は酸などの化学薬品を用いることなく分解処理を行うことができる点であり、また、ヘミセルロースとリグニンを加圧熱水中に溶解させて除去する能力に優れるが、セルロースの結晶性低下には必ずしも有効ではない。一方、粉碎処理は衝撃によるセルロースの結晶性低下に有効であることが確認されているが、リグニンおよびヘミセルロースで強固に固められた構造を粉碎するのに動力が必要となっている。そこで、粉碎を行うミルを水熱条件仕様とし、水熱条件下で粉碎を行う水熱粉碎前処理を検討する。

初年度である平成21年度は、広島大学において、内容量800mLの超臨界ボールミル実験装置を設計、制作し、基本的な運転条件(バイオマススラリー量100g、バイオマス濃度10wt%、回転数0~200rpm、温度180~220℃、ボールサイズ3~10mm径、ボール添加量1kg)において運転を行い、水熱条件下でボールミル粉碎を行いながら前処理が行われることを確認した。引き続き、実際にセルラーゼを用いて後段の酵素加水分解処理を行い、生

成物である糖(グルコース)の定量を、高速液体クロマトグラフ(HPLC)を用いて行った。水熱粉碎前処理実験が可能となり、生成物の分析手順も確立できた。

産総研では、得られた結果に基づいて、実機プロセスにおいて削減できる動力、生成物収率を計算し、実際に本プロセスを導入する効果と、最適なシステムを確認するため、本年度は、リグノセルロースからのエタノール発酵に関する基礎データを整理し、既存のプロセス(NEDOで開発された濃硫酸糖化、NRELで開発している希硫酸前処理-酵素糖化、産総研で開発している水熱・微粉碎前処理-酵素糖化)についてのLCAならびに経済性評価を整理した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、酵素糖化、エタノール、水熱、粉碎、システムシミュレーション、経済性評価

〔研究題目〕 物理気相蒸着法により作成したガス吸着膜の特性

〔研究代表者〕 野田 和俊 (環境管理技術研究部門)

(研究代表機関：金沢大学)

〔研究担当者〕 野田 和俊 (職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、高周波スパッタリングやプラズマ支援真空蒸着法などの物理気相蒸着法(PVD)法により有機薄膜を水晶振動子上に形成し、微量濃度のガス分子の吸着性や原子状酸素などの反応性を調べ、有機薄膜の吸着現象や反応メカニズムを解明すると共に、微量濃度の揮発性有機化合物(VOC)ガスや酸性活性化学種などの検知用センサを開発することを目的としている。ここでは、水晶振動子を利用した検知法(QCM)を応用し、QCMの電極上に高周波スパッタリングやプラズマ支援真空蒸着法により形成した有機薄膜を形成し、微量濃度のガス分子の吸着性や、原子状酸素などの反応性を検討した。

今年度は、水晶振動子上に高周波スパッタリング法による高分子薄膜を形成し、薄膜の有無によるガス吸着特性の変化と、スパッタリングガスの種類や薄膜の膜厚が吸着性に与える影響について評価を行った。

その結果、窒素ガスで形成したスパッタ膜のガス吸着量は、薄膜を形成しないものおよびアルゴンガスで薄膜を形成したものより大きいことが分かった。検知対象物質の吸着量はいずれの薄膜においても膜厚を大きくすることにより向上することを明らかにした。窒素ガスを用いて成膜を行うことによりガス吸着量が増加する原因として、表面粗さがアルゴンガスを用いて形成した薄膜よりも大きいことが原因と考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 センサ、スパッタリング、水晶振動子、ケミカルセンサ、プラズマ

〔研究題目〕 X線励起による金属酸化物表面の高度親水化現象の機構解明と応用

〔研究代表者〕 大古 善久（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 大古 善久、田村 和久
（日本原子力研究機構）（常勤職員1名）

〔研究内容〕

酸化チタン光触媒の励起光として、紫外光の枠を超え、TiのK殻電子を励起できるX線（約5keV）を用いると、水の接触角が2分程度で5度以下になり、両親水性表面となる。この内殻励起による親水化反応は、これまでの紫外光下での反応と異なる部分があり、この現象の機構を解明すれば、高精度表面改質技術や放射光触媒となることが期待される。

H21年度は、単結晶基板を用いた場合の紫外線励起光触媒性能の詳細を調べ、X線励起光触媒反応の特徴を改めて見出した。例えば表面に付与した油の分解性能においては紫外線励起の光触媒反応効率が高かったが、表面親水化反応はX線励起の場合が非常に良かった。X線励起を行った試料に対してXPS分析を行った結果、酸素欠陥が多く認められた。しかし未反応の試料表面との違いが認められなかったため、X線励起による試料の損傷は少ないと考えられる。一方で、より厳密に見極めるために実験準備段階における弗化水素酸による表面清浄化の段階で入る表面構造変化を更に調べる必要性が判明した。AFM観察のための焼成を基本とする独自の表面清浄化技術を開発した。現在、医療分野における放射線療法への展開の可能性を探っている。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 酸化チタン光触媒、X線励起、親水化反応、酸化分解反応

〔研究題目〕 鞭毛ダイニン複合体と微小管からなる運動ナノモジュールの構築と解析

〔研究代表者〕 広瀬 恵子

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 広瀬 恵子、原野 純
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

軸糸外腕ダイニンは重鎖・軽鎖・中間鎖など10個以上のサブユニットからなる巨大分子であり、ドッキングコンプレックスを介して微小管に規則的に配列し、ストーク先端で微小管とヌクレオチドに依存した相互作用を行って力を発生する。本研究では、ダイニンとそれに付随するサブユニット、および微小管のみから成り、ダイニンが生体内と同様ドッキングコンプレックスを介して微小管上に配列し、ストークとシステムの双方で相互作用するような「運動ナノモジュール」を開発し、その構造を解析することを目的とする。これまで我々の研究室で用いてきたウニ精子外腕ダイニンは、ドッキングコンプレ

ックスを含んだ状態での精製が難しいため、筑波大学の協力により、ホヤの精子から抽出した外腕ダイニンを用いた研究を行った。精製したホヤ外腕ダイニンを微小管に結合させて電子顕微鏡で観察したが、昨年度までの実験では、規則的な結合が得られる確率が非常に低かった。イオン強度や、微小管の重合法などの条件を検討した結果、抽出・精製したダイニンの濃度が高いときに、規則的な結合が得られやすいことが分かった。結合様式の詳細については、現在解析中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 分子モーター、鞭毛、微小管、電子顕微鏡、構造解析

〔研究題目〕 想定状況データと現実状況データの融合による状況依存な嗜好モデリング

〔研究代表者〕 麻生 英樹（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 麻生 英樹（常勤職員1名）

〔研究内容〕

個人の嗜好に適応した使いやすいインタフェースを実現するために、ユーザの嗜好の統計的モデルを構築している。モデル構築に用いるデータをアンケートで採取する際には、様々な状況を被験者に想定させて回答を得ることがしばしば行われている。そうした想定状況下で得られるデータは現実状況下で得られるデータと異なっている可能性があるが、その差異はこれまで着目されてこなかった。本研究項目では、この差異の統計的な構造を明らかにし、想定状況下で採取された大量のデータと現実状況下で採取された少量のデータを組み合わせ、より精度の良い嗜好モデルを得る方法を確立することを目的として研究を行っている。二年目である平成21年度には、昨年度に収集した食事嗜好に関するアンケートデータの解析を進めた。まず、想定状況下での嗜好と現実状況下での嗜好の差を分析し、それらの間に有意な差があることを明らかにした。また、メニューごとの嗜好の分布の差を詳細に分析した結果、想定状況下の嗜好分布のほうが、現実状況下の嗜好分布よりも解釈しやすいことを明らかにした。このことは、想定状況下においては、回答者が状況を想像するのではなく、知識に基づく推論をして回答している可能性を示唆する。さらに、大量の想定状況データと少量の現実状況データを組み合わせる嗜好モデルの適応方式について検討を進めた。二つのベイジアンネットによるモデルを重みづけて組み合わせる手法を提案し、実状況下での嗜好の推定精度が向上することを確認した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ユーザインタフェース、個人適応、機械学習、嗜好モデリング

〔研究題目〕 透明メダカを用いた心筋再生の定量的評価系の開発

〔研究代表者〕 大石 勲

(セルエン지니어リング研究部門)

〔研究担当者〕 大石 勲 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

小型魚類メダカ及びゼブラフィッシュを用いて心筋細胞の可視化と定量評価系の開発を行った。メダカ *mlc2a* 遺伝子の上流1.2kb 並びに2.0kb を単離し、変色性蛍光分子 *Kaede* 遺伝子の上流に配置し、これを透明メダカに導入した。1.2kb を有するトランスジェニック (以下 *Tg*) メダカは心筋特異的に蛍光分子を発現するが、心筋全体で均一には発現せず、再生研究に用いるには不適であった。2.0kb を有する *Tg* メダカは現在スクリーニング中である。一方、同様の *Tg* ゼブラフィッシュの作製を行い、心筋細胞特異的に蛍光分子を発現する個体を得た。この *Tg* 成魚を開胸し、紫外線照射により緑色から赤色変光後、タングステン針で傷をつけ、強緑色-弱赤色の再生心筋の発生を経時的に検討した。その結果、損傷後14日で明瞭な強緑色-弱赤色の再生心筋を再現性良く認めるとともに、FGF シグナルの抑制による心筋再生の抑制と FGF 添加による心筋再生の増進を認めた。このことは新たに心筋再生の定量評価系を樹立したことに留まらず、心筋再生制御とその評価系を開発したという点でその意義を示唆する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ゼブラフィッシュ、メダカ、心筋再生、再生制御、FGF

〔研究題目〕 磁気双極子遷移強度の測定によるニュートリノ非弾性散乱反応率の評価

〔研究代表者〕 豊川 弘之

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 菊澤 信宏、静間 俊行、早川 岳人、大垣 英明、羽島 良一

(常勤職員1名、他5名)

〔研究内容〕

研究の目的ニュートリノは超新星が爆発を起こすための衝撃波を生み出す上で重要である。原始中性子星から放出されたニュートリノは、残留した鉄コアを透過してエネルギーを輸送する。その際、鉄近傍核に対するニュートリノ非弾性散乱反応が、ニュートリノの透過率に影響を与える。しかし、反応率データに不備があるため、非弾性散乱反応を考慮した研究は進展していない。一方、最近になって、鉄近傍核の磁気双極子 ($M1$) 遷移強度の実験データに基づく非弾性散乱反応率の計算が行われるようになった。しかしながら、 $M1$ 遷移強度を求めるためには、励起準位のパリティを決める必要があるが、これまでの実験結果には疑問点が多く、反応率計算に大きな誤差を与えている。本研究では、従来にない高精度でのパリティの決定が可能な偏光度100%をもつレーザー逆コンプトンガンマ線を用いた光核共鳴散乱実験によ

り、鉄近傍核の励起準位のパリティの決定と $M1$ 遷移強度の測定を行う。得られた実験データに基づき、殻模型と乱雑位相近似 (RPA) 模型を精密化し、ニュートリノ非弾性散乱反応率の評価を行う。

本年度はレーザー逆コンプトンガンマ線を ^{56}Fe 、 ^{58}Ni 試料に照射して光核共鳴散乱実験を行った。レーザー逆コンプトンガンマ線のピークエネルギーを 7~10MeV に設定し、 ^{56}Fe 、 ^{58}Ni の共鳴準位からの散乱ガンマ線を大容量の高純度ゲルマニウム検出器を用いて測定した。 $\lambda/2$ 波長板を用いてレーザー光の偏光軸を垂直方向から水平方向へ変換し、レーザー逆コンプトンガンマ線の偏光軸を変換し、偏光軸に対する散乱ガンマ線の非対称性を測定した。 $M1$ 遷移と $E2$ 遷移を識別するため、90度方向と140度方向に設置したゲルマニウム検出器を用いて散乱ガンマ線の角度分布を測定した。モンテカルロシミュレーションコード (EGS-5) を用いて、ガンマ線エネルギースペクトルを再現するように、実際の入射ガンマ線のエネルギー分布を決定した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 核共鳴蛍光、ニュートリノ非弾性散乱、偏極ガンマ線、同位体分析

〔研究題目〕 電子写真法による有機半導体ナノ粒子の配列制御と素子応用

〔研究代表者〕 長谷川 達生 (光技術研究部門)

〔研究担当者〕 山田 寿一 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

ファン・デア・ワールズ的な弱い分子間相互作用からなる分子性半導体では、常温から100°C程度までの温和なプロセスだけで、異種・同種材料間の界面に良好な電気的接触を形成することが可能である。プラスチック基板上での成膜を可能にするこの特性こそが、有機エレクトロニクスを優位づける特徴の一つと考えられる。本研究では、この特徴にコピー機の原理である静電印刷プロセスを組み合わせることで、より低コストの有機エレクトロニクス素子製造プロセスが可能かどうかの検証を行う。特にここでは、静電印刷プロセスによって作製した高移動度材料 HMTTF の薄膜デバイスの構築を行った。実験においては、まず粒径 $1\mu\text{m}$ 程度の有機半導体粒子、及び有機導電体ナノ粒子を粉砕法により形成した。次に半導体ナノ粒子をカールソン式電子写真法により局所的に帯電させたポリエチレンナフタレート (PEN) フィルム上にチャンネル層として吸着させ、また導電体ナノ粒子をソース・ドレイン電極として厚さ $2\mu\text{m}$ の PEN フィルム上に形成させて、これらを貼りあわせて $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度の圧力を印加し、デバイス構造を形成した。チャンネル層の厚さは約 $5\mu\text{m}$ であった。ドレイン電圧-1V を印可して伝達特性を測定したところ、閾ゲート電圧が+18V のノーマリーオン型の p 型特性を示した。また伝達特性の傾きから移動度は $0.3\text{cm}^2/\text{Vs}$ と見積も

られた。これにより、コピー機の原理を利用する新しいプロセス技術を用いて、有機エレクトロニクス素子の構築が可能であることを示し、真空・溶媒フリーのきわめて簡易なプロセスによって電子シート製造が可能であることを実証することに成功した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 有機トランジスタ、電子写真法、ナノ粒子

【研究題目】 パターン化モデル生体膜を利用した膜タンパク質再構成技術の開発

【研究代表者】 森垣 憲一
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 森垣 憲一
(常勤職員1名)

【研究内容】

生体膜は、脂質膜と膜タンパク質などが高次に組織化された構造を持ち、細胞内において重要な機能を担っている。研究代表者は、光重合されたポリマー脂質膜と生体膜(リン脂質膜)を光リソグラフィ技術でパターン化したハイブリッド型モデル生体膜作製手法を世界に先駆けて独自に開発し、これまで固体基板上に人工的なモデル生体膜を作製する手法を開発してきた。本研究では、これらのポテンシャルを活かし、構造の制御されたパターン化モデル生体膜に膜タンパク質を組み込む方法論の開発を行う。本年度は、膜タンパク質を含んだモデル生体膜作製の基盤技術として、界面活性剤の存在下で脂質二分子膜を基板表面に吸着する研究を行った。界面活性剤として短鎖リン脂質を用い、長鎖リン脂質(POPC)との混合膜を作製して、基板表面への吸着過程を水晶振動子マイクロバランス(QCM)法および蛍光顕微鏡観察によって検討した。その結果、これらの界面活性剤が基板表面におけるリン脂質二分子膜形成を促進することが観察された。また、短鎖リン脂質の分子構造や溶液の組成に応じて形成される脂質二分子膜の被覆率や安定性、物性が大きく左右されることが分かった。さらに、研究分担者は蛍光タンパク質(CFPおよびYFP)を融合した膜タンパク質(シトクロムP450)の作製に成功した。これらの結果は、基板上においてナノメートルオーダーで構造の制御された安定なモデル生体膜を形成し活性を維持した膜タンパク質を組み込む手法の確立に寄与するものと期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体膜、膜タンパク質、人工生体膜

【研究題目】 鉄マンガンクラストのヨウ素129による超新星爆発確認と古地磁気層序による年代推定

【研究代表者】 小田 啓邦(地質情報研究部門)

【研究担当者】 小田 啓邦、臼井 朗(高知大学)、

有本 信雄(国立天文台)

(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究は、海底の鉄マンガンクラストのヨウ素129測定により超新星爆発の痕跡を確認し、SQUID 顕微鏡を用いた極微細古地磁気層序により年代を推定することを目的とする。超新星爆発で放出される γ 線等のエネルギーは地球に降り注ぐ宇宙線の源と考えられており、超新星爆発が地球近傍で起こった時には、強い γ 線とそれに伴うオゾン層破壊が地球環境と生物進化に影響を与えたと考えられている。これまでに赤道太平洋の海底に沈積した鉄マンガンクラスト試料(237KD)から超新星爆発起源と思われる ^{60}Fe (半減期1.5Myr)が検出されている(Knie et al.,2004)。超新星爆発起源の核種には ^{129}I ・ ^{60}Fe ・ ^{26}Al 等があるが、本研究では鉄マンガンクラストに選択的にとりこまれるヨウ素129(半減期15.7Myr)を測定することにより超新星爆発の痕跡をとらえる。

本年度は SQUID 顕微鏡によって得られた北西太平洋試料(D96-m4)の極微細古地磁気層序についてデータ解析を進め、成長速度を $5.1 \pm 0.2 \text{mm/Myr}$ と推定することができた。これは、 $^{10}\text{Be}/^{9}\text{Be}$ による成長速度($5.5 \pm 0.1 \text{mm/Myr}$)と整合的である。また、鉄マンガンクラストに含まれる磁性鉱物についても EPMA および EBSD による分析を進め、多磁区粒子については Mg、Al、Mn を若干含むチタン磁鉄鉱($\text{Ti} \sim 7\%$)であることがわかった。

【分野名】 地質

【キーワード】 鉄マンガンクラスト、超新星爆発、古地磁気層序、SQUID 顕微鏡、ヨウ素129

【研究題目】 ナノ粒子の高速結晶変態現象の解明とこれを利用した高感度センサ

【研究代表者】 越崎 直人
(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 越崎 直人、石川 善恵
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、ナノ粒子特有の高速結晶変態現象の解明とこれを利用した高感度センサの開発を目指した基礎データの蓄積を目指して研究を進めた。この現象は、これまでのわれわれの研究成果である、サイズが20nm以下の酸化コバルトナノ粒子を堆積させた膜がガス雰囲気によって Co_3O_4 と CoO の間で可逆的高速相変態を起こすという実験結果に基づいたものである。この場合、スピネル型の Co_3O_4 とNaCl型の CoO という結晶構造類似性が低い2つの異なる構造間で現象であり、これまでほとんど研究されてこなかったものである。しかもこのような現象は、同じ酸化コバルト系薄膜でもサイズの大きいナノ粒子の堆積膜や連続膜では観測されないことがわかっている。そこで本研究では、この現象の本質をより深く理解するために、可逆的な相変態を高速に起こさせるため必要な条件(物質、サイズ、表面状態、分散状

態)とそのメカニズムの解明を目指した研究に取り組んできた。本年度は、酸化コバルトのナノ粒子堆積膜について、主としてレーザーアブレーション法を用いてその調製条件と生成膜の構造や組成、高速結晶変態現象の有無と大きさの関係を系統的に調査した。調製圧力の変化により連続膜からナノ粒子堆積膜へと構造が変化し、これに伴いセンサ応答特性が変化した。最高の感度と構造安定性を持つ膜はナノ粒子凝集連続膜であることがわかった。さらに斜方蒸着法とレーザーアブレーション法を組み合わせることで、ナノ構造薄膜の次元性を制御できることを利用した結果、センサ特性としては1次元ナノワイヤ堆積膜よりは0次元ナノ粒子凝集連続膜が最も優れていることがわかった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、結晶構造変化、酸化コバルト

【研究題目】 物理化学的解析に適した高分子量型クロマチン因子群の大量発現系の開発

【研究代表者】 千田 俊哉 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 千田 俊哉 (常勤職員1名)

【研究内容】

ヌクレオソームの構造変換をつかさどる因子としてヒストンシャペロンと呼ばれる一群のヌクレオソーム構造変換因子が広く知られるようになってきた。しかし、物理化学的解析の遅れから、ヌクレオソームの構造変換機構については不明な点が多い。物理化学的解析が進まない一つの理由として、高純度な高分子量型ヒストンシャペロンを大量に調製することが困難な点があげられる。一般的に高分子量の蛋白質は大腸菌を利用した大量発現が難しいため、昆虫細胞などの真核細胞を利用して大量発現を行なうことが多い。しかし、ヒストンシャペロンを昆虫細胞で発現させると、発現させたヒストンシャペロンと昆虫細胞由来のヒストン等のクロマチン因子群とが複合体を形成してしまう。これは、ヒストンシャペロンと相互作用するヒストン等のクロマチン因子が、真核生物内で高度に保存されているためである。これらの相互作用因子を目的のヒストンシャペロンから取り除くことは可能ではあるが、目的蛋白質の回収率が大幅に低下し、物理化学実験に耐えうる高純度なサンプルを大量に調製することが難しくなる。そこで本研究では、真核生物の宿主由来因子を含まないコリネ型細菌を用いた新たなタンパク質高発現系を開発し、上記の問題を回避できる発現系を構築することにした。今年度は、大腸菌由来の Lac プロモータおよびコリネ型細菌由来の cspB プロモータを利用した外来蛋白質用の発現ベクターの作成に加え、これらを用いたコリネ型細菌内の蛋白質の大量発現を、2つのヒストンシャペロン (TAF-I β および CIA) をテストケースとして試みた。その結果、 cspB プロモータを利用した TAF-I β と CIA の大量

発現に成功し、Ni アフィニティカラムで粗精製も行なう事ができた。今後は、高分子量型のヒストンシャペロンへの応用や他の誘導型プロモータの利用を検討する予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞核、ヌクレオソーム、ヒストンシャペロン、大量発現、コリネ型細菌

【研究題目】 ソフトウェアによる高精度パケットスケジューリング機構の開発

【研究代表者】 高野 了成 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 高野 了成 (常勤職員1名)

【研究内容】

ネットワークの大容量化は年々進展しているが、利用可能なネットワークの帯域が大きくなればなるほど、輻輳時に実効通信帯域が大きく低下する現象が起き、ネットワーク本来の性能を効率良く使用することが困難になる。本研究では、新しいパケットスケジューリング機構を開発し、輻輳の原因となる通信のバースト性を削減して輻輳の発生を防ぎ、ネットワークの利用効率を最大化する。また、個々のアプリケーションに対する柔軟な帯域の割当てを実現する。バーストは、短時間に大量のパケットを送信する現象であり、パケット送信時刻の偏りととらえることができる。そこで、上記目的を達成するためには、(1) 高精度なパケット送信時刻の制御、(2) 複数の競合する要求に対する調停、が課題となる。研究担当者らは、パケット送信時刻の決定に絶対時刻を用いるのではなく、媒体上の送信バイト数を時間に換算するバイトクロックを用いるパケットスケジューリング機構を提案しており、本研究ではこれを高度化した。2年計画の1年目である H20年度は、送信時刻制御にダミーのパケットを用いるギャップパケット方式を基に研究を進めたが、ワイヤレフトで通信できないシステムやイーサネット以外の通信媒体に対応できないといった問題があった。H21年度は、上記の問題を解決するために高解像度タイマ方式を提案し実装した。課題 (1) については、マイクロ秒精度の高解像度タイマを用いることで、10ギガビットイーサネット通信でも実用上十分な精度を確保できることを確認した。課題 (2) については、Linux の QoS 機能と組み合わせることで、アプリケーションの要求に応じた階層的な帯域割当てや優先度制御を実現した。研究成果は学会発表の他、オープンソースソフトウェアとしても公開している。さらに民間企業との共同研究で開発したトラフィック制御設定の自動化システムにおいても本研究の成果が活用されており、商用音楽配信サービスにおけるシステム構築費用の削減、運用コストの軽減に貢献できた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 帯域制御、インターネット高度化、計算機システム

〔研究題目〕 能動的音楽鑑賞支援のための楽曲推薦技術に基づくソーシャルネットワーク構築

〔研究代表者〕 吉井 和佳 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 吉井 和佳 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、ユーザに対して高精度かつ優れたレスポンスで楽曲推薦を行う技術およびユーザが WEB システム上で楽曲評価履歴を残すことで、能動的に推薦結果を変えられるようにするための技術の開発を行う。近年、インターネットを通じた楽曲の聞き放題・ダウンロードサービスが一般的となっているが、大量の楽曲を前にして、ユーザが自分の好みに合う楽曲を見つけることは容易ではない。この問題を解決するため、(1)音楽音響信号から音楽内容を自動認識し、楽曲推薦に利用する手法、(2)ユーザが重視する音楽内容に重みを付ける機能および同じ好みを持つユーザを発見できる機能の2点の研究開発を行う。さらに、これらをソーシャルネットワークを活用したサービスの機能として利用可能となるよう実用性能を高め、それと並行してインタフェースの実装も行う。

平成21年度は(1)に関して、推薦システムの高精度化および音楽内容解析技術の開発に取り組んだ。本システムにおける楽曲の推薦は、ユーザが楽曲を選択する過程を表現する確率モデルに基づいて行われる。確率モデルの学習には、ユーザの楽曲評価と音楽内容を自動解析したデータとを利用する。しかし、楽曲数の規模が大きくなると、確率モデルのパラメータ数の増大に比べてユーザの楽曲評価データが不足し、推薦精度の低下を招いていた。この問題を解決するため、パラメータのタイピングと楽曲のクラスタリングの2つの手法を提案し、実験によって推薦精度の改善を確認した。また、音楽内容の自動認識に利用している歌声特徴量を高精度に抽出するために必要な技術として、多重音中の基本周波数推定に関する新たな手法を提案した。本手法は従来とは異なり、事前に音源数や倍音数を指定する必要がなく、人手によるチューニングも不要であるにもかかわらず、従来手法と同等以上の性能を達成できることを実験で確認した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 音楽情報処理・音楽推薦

〔研究題目〕 室内実験を用いたデータ同化手法の開発ー地震発生予測を目指してー

〔研究代表者〕 安藤 亮輔

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 安藤 亮輔 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、物理モデルを用いた地震発生の予測を目指して、室内実験系での模擬地震を用いて、データ同化手法を開発している。データ同化とは、断層の固着滑り

を表現する物理モデルを構築し、観測データによりモデルの未知パラメータを推定し、将来予測をするといった手法である。そのために、本研究期間内では、東京大学地震研究所において実験装置の立ち上げとデータ取得を行うとともに、物理モデルのシミュレーションのための数値計算コードの開発を行った。また、そのシミュレーションコードを用いて2008年岩手・宮城内陸地震および南海トラフ等で観測されている深部低周波地震・微動のモデル化を行い、結果を国際誌上で発表した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 データ同化、室内実験、シミュレーション、地震

〔研究題目〕 実プラント実証に向けたバイオマスガス化触媒の開発

〔研究代表者〕 宮澤 朋久 (バイオマス研究センター)

〔研究担当者〕 宮澤 朋久 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標：

再生可能エネルギーであるバイオマスのエネルギー利用の一環として、非可食性のバイオマス(主に木質系バイオマス)から液体燃料生産が可能な BTL (Biomass to Liquids) 技術の実用化を見据えた高度化を目指す。ベンチスケールの BTL 実証プラントと、ラボレベルでのガス化実験や触媒開発の結果をプラント運転にフィードバックし、より後段の触媒反応に適したガスの製造や、液体燃料製造プロセスの効率化によりプロセス全体の経済性を高め、BTL 技術のより広範な普及に繋がる成果を目標とする。

研究計画：

BTL プロセス中での触媒利用という観点から、バイオマスのガス化部分だけでなく低環境負荷で LP ガス代替としての利用が期待されるジメチルエーテル (DME) のバイオマスガス化ガスからの合成プロセスや、FT 合成プロセスでの触媒適用に関しても、ラボスケールでの予備的実験を行う。活性成分の探索や、微量の貴金属の選択的表面修飾などの調製方法の高度化により触媒機能の高度化を図り、それを実プラント運転に反映させることにより、BTL 実証プラントのトータルの効率向上を検証する。また実験結果を再びラボスケールでの触媒設計にフィードバックし、最終生成物(液体燃料)の収率向上を目指す。

平成21年度進捗状況：

BTL (Biomass to Liquid fuel) プロセス中での触媒利用という観点から、バイオマスのガス化部分だけでなく低環境負荷で LP ガス代替としての利用が期待されるジメチルエーテル (DME) のバイオマスガス化ガスからの合成プロセスや、石油代替燃料としてのバイオマスガス化ガスからの FT (Fisher-Tropsch) 合成プロセスでの触媒適用に関しても、ラボスケールでの予備的実験

を行った結果を元に、高機能化を図った触媒を実プラント運転に反映させた。

ラボスケールでの高い活性を確かめられた Ru/Mn/Al₂O₃触媒を実際の BTL ベンチプラントでの FT 合成プロセスに適用した結果、ラボスケール試験の結果とほぼ遜色のない90%を超える高い H₂転換率や炭素連鎖成長確率 (α) を示し、ガス化プラントで得られた高い合成ガス分圧のバイオマスガス化ガスとの組み合わせにより、最終的な液体燃料収率で約60%の収率向上が認められた。

【研究 題目】 ナノ正極材料におけるリチウムイオン拡散現象への界面効果の解析

【研究代表者】 大久保 將史
(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 大久保 將史 (常勤職員1名)

【研究 内容】

近年、地球温暖化、及び、化石燃料資源の枯渇が盛んに論じられ、高効率乗用車の実用化が非常に重要な社会ニーズとなっている。現在、携帯電気機器に用いられるリチウムイオン2次電池を高性能型電源装置として応用するに当たっては、電極材料・電解液といった構成要素それぞれが課題を抱えている。本研究では、リチウムイオン2次電池の高性能化のために電極材料のナノ化を行い、表面積の増加に伴う電気化学特性の変化を解明することを研究目的にした。LiCoO₂については、ナノ化に伴い表面近傍のコバルトが還元されており、15nm 以下のナノ化は容量・電位の低下により電極特性の劣化が著しいことが分かった。LiMn₂O₄については、ナノ化に伴い構造変化が緩和し、バルク材料では利用できない酸化還元反応についても利用可能になることを明らかにした。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウムイオン2次電池、電極材料

【研究 題目】 情報漏洩に強く実用的な検索可能公開鍵暗号方式に関する研究

【研究代表者】 崔 洋
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 崔 洋 (契約職員1名)

【研究 内容】

本研究では、大規模データベースのサービスの提供における管理者の不注意による情報漏洩や管理者自身の内部犯行に対処する耐情報漏洩、かつ実用に検索可能公開鍵暗号方式を提案する。今年度は暗号の安全性を中心に研究を行い、特に以下の二点について成果を挙げることができた。①既存の攻撃方法に対する耐情報漏洩性の評価および対処策に関する研究：格子理論および符号理論ベースの公開鍵暗号構成法に対する部分情報漏洩攻撃方法を洗い出し、攻撃に必要な情報、計算量、並びに解読の程度（秘密鍵の完全解読、秘密鍵の部分解読、平文の

完全解読、平文の部分解読）等の評価した。攻撃への対処法に関しては、暗号化の事前処理に誤り訂正符号を用いて秘密分散を付け加えることで安全性を向上させる手法を提案した。さらに、その方式が確定論的な暗号として使用できることを証明した。②確定論的な暗号の情報検索の効率性に関する研究：耐情報漏洩暗号技術の設計に関し、これまでに符号理論に基づく公開鍵暗号技術を構成するために得られた知見を使用することで、より安全かつ効率の良い方式を実現した。さらに、新たなセキュリティ概念である確定論的な暗号に適用し、暗号文のままキーワードを検索可能な暗号を提案した。本研究の独創的な点は、データ保護と検索などデータベースの高度な機能の両立を可能とする暗号方式を実現することにある。本年度の研究成果が、次のステップとしての、最強な能動攻撃に対する情報漏洩対策の提案につながることを期待される。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 耐情報漏洩、実用的な検索可能公開鍵暗号方式、確定論的な暗号

【研究 題目】 応力印加後の有機電界効果トランジスタ特性に関する研究

【研究代表者】 佐守 真悟 (光技術研究部門)

【研究 内容】

フレキシブル性を有するフィルム基板上に作製した有機薄膜トランジスタ (TFT) に歪を加えると、有機 TFT を構成する分子によっては、その電荷輸送特性が大きく変動してしまうことがあることが知られている。そこで、本研究では、歪印加後の TFT 動作安定性に与える分子構造の影響を明らかにし、フレキシブル性と高動作安定性を兼ね備えた有機 TFT を達成することを目的に有機トランジスタのフレキシブル耐性に関する研究を行う。

本年度は、歪印加時に電流電圧特性を *in situ* で計測可能にする評価装置を開発した。この評価装置を用い、有機 TFT に歪を加えた状態で、電荷輸送特性を調べた。有機 TFT としては、代表的な有機半導体であるペンタセンおよびポリチオフェンを用いて、PET フレキシブルフィルム基板上に作成したものをを用い、それぞれの特性比較を行った。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 印刷デバイス、フレキシブルデバイス、有機トランジスタアレイ

【研究 題目】 構造柔軟性と安定動作を両立した有機デバイス実現に向けた半導体内回転部位密度の設計

【研究代表者】 末森 浩司 (光技術研究部門)

【研究担当者】 末森 浩司、山本 龍登

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

フレキシブル半導体として期待の高い有機半導体は、分子中にC-C単結合などの回転自由度の高い部位を導入することで材料柔軟性の向上が図られている。しかし、こうした回転自由度の高い部位の存在は、電圧印加によってもキャリア輸送の場の変動を引き起こし、デバイス動作安定性の低下を引き起こす要因となってしまう。従って、物質としての構造柔軟性を付与しつつも、デバイスとしての動作安定性を確保できる材料設計指針を得ることが必要である。このような観点から、本研究では、代表的な有機半導体の1つであるポリチオフェン誘導体に種々の鎖長のアルキル側鎖を導入し、二重結合と単結合の比率を種々に変えた材料の電気伝導特性について検討した。ポリチオフェン誘導体の移動度は、導入された単結合の密度が小さいほど高くなる傾向が観測された。また、バイアスを印加し続けた場合の出力電流値の変化を測定したところ、材料中の単結合濃度が少ないほど、変化量が小さく、安定動作することが明らかとなった。これらの知見から、有機半導体へ単結合を導入して、構造柔軟性を付与する場合、電気伝導特性と単結合濃度がトレードオフの関係になっていることが明らかとなった。このことは、単結合導入により有機半導体の構造柔軟性を向上させるためには、電気伝導特性を低下させないように、特段の工夫を凝らした分子設計が必要であることを示している。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 フレキシブル電子材料、出力安定性、構造柔軟性

【研究題目】 酸化型 DJ-1 特異的な抗体を用いたパーキンソン病簡易診断キットの開発

【研究代表者】 赤澤 陽子 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 赤澤 陽子、吉田 康一
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では酸化型DJ-1の測定により、パーキンソン病を血液検査で診断できる酵素免疫定量 (ELISA) キットの開発を目的とする。家族性パーキンソン病の原因遺伝子のひとつであるDJ-1は、酸化ストレス化において106番目のシステインがスルホン酸 (Cys-SO₃H) へと酸化されることが報告されている。これまでの研究から、106番目のシステインが酸化修飾したDJ-1に特異的に反応するモノクローナル抗体の作成および競合法ELISA系の構築を行った。本研究では酸化DJ-1とパーキンソン病の関連の検証およびそのメカニズム解析を目標とする。

パーキンソン病患者より得た臨床検体を用いた検討の結果、薬物治療を行っていない初期パーキンソン病患者

の赤血球中の酸化DJ-1値は、健常人および薬物治療中のパーキンソン病患者と比較して、顕著に増加していた。本研究では、薬物投与によるパーキンソン病モデル動物の赤血球中および脳内の酸化DJ-1を測定することにより、酸化DJ-1の発生メカニズムの解析を行っている。

これらの研究により、現在主に自覚症状に基づいて診断されているパーキンソン病を、血液検査で行うことが可能となり、パーキンソン病の早期発見と確実な診断、さらには治療への貢献が期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酸化DJ-1、パーキンソン病

【研究題目】 G タンパク質共役型受容体の網羅的データベース (SEVENS)

【研究代表者】 諏訪 牧子

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 諏訪 牧子 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：本研究では、様々な生物種のゲノム配列から、Gタンパク質共役型受容体 (GPCR) 遺伝子を網羅的に同定し、総合データベース化する。従来から開発しているSEVENS データベースに、新規機能解析情報を加えながら、現状よりさらにアクセス数を増大させ、世界的なデータベースとして定着させることを目指している。

計画：SEVENS に対し、H21年度は以下の更新を行う。遺伝子あたりの既存の解析項目に加え、既知機能情報をリンクしながら追加する。特に今年度は立体構造情報を加える。ループなど断片構造も含め PDB 中に含まれるGPCR 関連の立体構造領域情報を全て GPCR 配列に帰属する。また、染色体上の遺伝子類似性や遺伝子クラスター構造なども視覚的に表示する。②H21年度に新たに増大する真核生物ゲノムから GPCR 遺伝子を同定し、各々に対し構造、機能情報を付加する。一生物種あたり2000~3000遺伝子分の入力量であり、今年度約10数種程度の生物種が増大すると想定した。(本研究は、文科省研究費補助金「研究成果公開促進費」をもとにしている。)

年度進捗：

①GPCR 関連の立体構造を断片領域も含めて全て PDB から抽出し GPCR のアミノ酸配列上に 1640件帰属した。また、ゲノム配列の精度の良い生物種に関してはまた、ゲノム配列の精度の良い生物種に関しては染色体上の遺伝子類似性や遺伝子クラスター構造なども視覚的に表示し、DBにリンクした。

②平成21年度に増加した真核生物種に伴い、遺伝子及びその解析データを増加させた。真核生物ゲノムから GPCR 遺伝子を同定し、各々に対し構造、機能情報を付加した。11種の哺乳類を追加した結果、今年度の入力総データ量は20000以上の遺伝子で約7000MB となった。

この1年で利用者が増え、国内、国外（アメリカ、ドイツ、フランス、ブラジル、スペイン、イタリア、台湾）の製薬企業や、政府機関等からひと月あたりの訪問件数（同じサイトから複数回入る場合もカウントする場合）は平均2500件になった。また SEVENS を METHODS in Molecular Biology に掲載した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム、GPCR、総合データベース、SEVENS、真核生物

【研究題目】 音地図作成による移動ロボットの空間的聴覚とその利用法の研究

【研究代表者】 佐々木 洋子

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】 佐々木 洋子（常勤職員1名）

【研究内容】

車輪型ロボットに搭載したマイクロホンアレイを用いて、移動中のロボットによる複数音源同時知覚の実現を目指し、(1)実験用住宅での日常音認識、(2)移動ロボットによる音源地図作成について研究を行った。

(1)については、数十ミリ秒の入力音から何の音かを識別する Pitch-Cluster-Maps法を提案し、車輪型ロボット搭載用32チャンネルマイクロホンアレイおよび、天井設置型128チャンネルマイクロホンアレイに提案法を実装し、マイクロホンアレイで分離した音の認識を実現した。PCMs認識の結果を音声フィルタとして利用し、人の声のみを音声認識器へ入力することで、掃除機やテレビといった雑音がある場合でも雑音の誤認識を防ぐことが可能である。実際に、うめき声を検出してロボットが近づく、雑音下で音声指示による家電操作を行う、といったデモンストレーションを通して、実環境中でのシステムの有効性を確認した。

(2)については、移動しながら得られる音源方向および認識結果を用いて「どこで何の音がするか」を示す音源地図の作成を行った。ロボットが移動中に定位した音源の角度情報から三角測量+RANSACによる短区間音源位置推定を行い、さらにPitch-Cluster-Mapsによる音の認識結果を加えることで、より広範囲での音源位置推定が可能となった。評価実験では、10×18mの部屋内に11の音源を配置し、平均0.4m/sで移動するロボットによる結果は、位置推定の平均誤差282mm、認識の正解率70.7%であった。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 マイクロホンアレイ、移動ロボット聴覚、音源地図作成

【研究題目】 微生物燃料電池システムの高効率化に関する研究

【研究代表者】 石井 俊一（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 関口 勇地、石井 俊一

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

微生物燃料電池プロセスの高効率化に関する研究として、空気正極微生物燃料電池を用いて、下水処理場の実排水サンプルを用いた電気発生試験を行った。一年以上の長期運転の結果、約1～2週間の回分サイクルで、廃水中の有機物がほぼ完全に分解される事が分かった。処理水の水质評価を行ったところ、BOD は2-6ppm まで分解され（分解率98%）、電子回収率は25%ほどであった。集積された電気発生微生物群衆の電気産生活性を解析したところ、負極の開回路電位は -250mV vs SHE、限界電流密度は、約800mA/m²、電力密度は13mW/m²となった。電気発生微生物の群集構造を16S rRNA 遺伝子によるクローン解析で解析した所、デルタプロテオバクテリアとバクテロイデスが優占化していく事が分かった。これより、嫌気呼吸により生育するデルタプロテオバクテリアは、電極還元反応において重要な役割を果たしている事が示唆された。また、バクテロイデスは、下水が有するさまざまな有機化合物を分解していると考えられる。これらの微生物は、電極還元反応に依存した生活を送っていると考えられる。廃水処理効率を向上するために、電気発生と処理時間の関連性を解析した。750Ωの外部抵抗による電流発生は約0.3mA であるが、回路をつなげない場合は、電流発生が起こらない。無電流条件での処理時間は、20日程度であり、電流発生により処理時間の短縮が見られた。また、ポテンシostatを用いて電極電位設定培養 (+100mV vs SHE) を行うと、電流発生量が約4mA まで上昇した。その結果、処理時間は4日まで短縮され、電子回収率は60%まで上昇した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物燃料電池、微生物ナノワイヤー、廃水からの電気生産

【研究題目】 第一原理シミュレーションによる炭素系物質の脱水素化特性の研究

【研究代表者】 香山 正憲、坂本（原田）晶子

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】 坂本（原田）晶子、香山 正憲

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

ナノ構造化グラファイトはグラファイトを水素雰囲気中でミリング処理して得られる物質であり、多量の水素を吸蔵する可能性が報告されている。吸蔵された水素は温度700K および950K 付近の2種類の温度で放出され、このうち高温側の水素放出は試料中の炭素原子と共有結合した水素によるもの、低温側の水素放出は試料の欠陥構造中に弱く結合した水素によるものだと考えられているが、水素放出のミクロなメカニズムは明らかになっていない。本研究では、第一原理分子動力学シミュレーションにより、水素放出のメカニズムを明らかにする。特

に以下の点について検討する。①700K 付近及び950K 付近で放出される水素の起源と放出のメカニズム、②脱水素化過程において鉄原子が果たす役割、③吸蔵されている水素原子間の相互作用、④放出される CH_4 などの起源。H21年度は、①、④等の課題に取り組み、グラフェンのエッジに水素および炭化水素が結合した様々なモデル系の高温での第一原理分子動力学シミュレーションを行った。エッジの水素や炭化水素の運動過程とそれに伴う電子状態の変化を分析し、水素や炭化水素が脱離に至る様子とその特徴を分析した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】第一原理分子動力学法、水素吸蔵材料、グラファイト、グラフェン

【研究題目】知的好奇心の本質と処理機構の解明—認知神経科学的観点から—

【研究代表者】榊美 知子（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】榊美 知子

【研究内容】

人の学習は記憶・問題解決といった認知的側面のみで構成されている訳ではない。個々の学習者の持つ知的好奇心が、学習の根幹を担っていると考えられる。しかし、その概念の曖昧さゆえに、知的好奇心が学習を支えるメカニズムは十分に明らかにされてこなかった。本研究では、知的好奇心を「感情」という観点から捉える。そして、知的好奇心が学習にどのようなメカニズムで影響を与えているのかを明らかにすることを目的としている。

ただし、一口に感情と言っても、その内容は様々である。個体や種の保存に直結した本能的な感情（生存関連感情）と、知的好奇心のような高次の社会的感情（社会関連感情）とでは、異なる性質を持つと考えられる。そこで、これらの感情の性質を比較する研究に着手した。まず、行動実験を行ったところ、生存関連感情刺激は自動的に処理されるのに対して、社会関連感情刺激の処理には認知的資源が必要とされ、自動的に処理するのは難しいことが明らかになった。更に、脳イメージングを用いて、それぞれの感情の神経基盤を検討した。その結果、生存関連感情も、社会関連感情も、扁桃体という感情を司る脳部位の活動を高めることが明らかになった。しかし、生存関連感情の処理の際には、視覚領域からの低次の入力によって扁桃体が活動するのに対して、社会関連感情においては、前頭葉からの高次入力が扁桃体の活動を規定していることが明らかとなった。このように、高次の社会的感情は、本能的な感情と同じ扁桃体という脳部位に依存しつつも、複雑な心的プロセスを必要としていると言える。こうした結果に基づき、次に知的好奇心と感情との関わりを直接的に検討した。その結果、知的好奇心を喚起させるようなクイズを遂行している際には、興味のないクイズを遂行しているときに比べて、感情を司る脳部位の活動が高まることが明らかとなった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】実験系心理学、脳イメージング、感情、学習

【研究題目】活断層から発生する大地震の連動パターン解明の古地震学的研究

【研究代表者】近藤 久雄

（活断層・地震研究センター）

【研究担当者】近藤 久雄（JSPS 特別研究員）

（他1名）

【研究内容】

本研究では、科学研究費補助金・特別研究員奨励費により、トルコ・北アナトリア断層を対象として過去の大地震像を具体的に復元し、連動パターンの時空間変化を解明するための調査研究を実施している。H21年度は前年度までに実施した野外調査結果について、国際学会における成果公表、学術論文の作成をおこなった。国際学会における発表では、アメリカ地震学会において招待講演をおこない、地震規模に応じて大地震に伴う地表変位が地震サイクル毎に異なる古地震学的データを初めて提示すると共に、変位量の変動が地震発生間隔に依存する可能性を指摘した。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、古地震、北アナトリア断層、トレンチ調査、連動型地震、歴史地震

【研究題目】重度難聴者のための骨導超音波による音の到来方向知覚支援に関する研究

【研究代表者】保手浜 拓也

（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】保手浜 拓也（常勤職員0名、他1名）

【研究内容】

骨導超音波は、通常の補聴器では聞きとりが出来ない重度難聴者でも聞き取りが出来る場合があることから、この重度難聴者のための補聴デバイスとして「骨導超音波補聴器」の実用化に向けた研究・開発が進められている。本研究では、骨導超音波に対する両耳知覚特性の解明や骨導超音波補聴器で音の方向定位を実現する方法を検討することを目的としている。本年度は、骨導超音波補聴器での方向定位を実現する方法を検討し、その定位精度について検証した。これまで、心理実験により骨導超音波で振幅包絡の両耳間時間差（ITD）および両耳間強度差（IID）を手がかりとして定位できる可能性を示した。しかしながら、気導音と骨導超音波の両耳知覚特性の違いから、骨導超音波補聴器を単純に両側提示しても音の方向を正確に知覚できない問題があった。そこで、正確に外部音の位置を知覚するための信号補正方法を提案するとともに方向定位精度を検証した。提案した信号提示方法について、補正の有無に対して方向定位に関する心理実験により定位精度を検証した。結果は、補正しないものは、すべての方向からの外部音に対して、ほぼ

正中面の前方（真正面）あるいは後方（真後ろ）に知覚され、外部音の方向に対して正確に定位しなかった。ITD の補正効果について、前後の判断は出来なかったが、外部音の提示方向を回答する場合があります、若干の改善がみられた。IID の補正効果について、ITD の補正と同様に前後判断はできなかったが、外部音の提示方向とほぼ正しい方向を回答し、補正によって外部音の方向定位がある程度可能であることを示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 骨導超音波、両耳知覚、方向定位

【研究題目】 ヒストンシャペロンおよびその複合体の X 線結晶構造解析

【研究代表者】 赤井 祐介（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】 赤井 祐介（他1名）

【研究内容】

総延長1m に及ぶゲノム DNA は生体内でヒストン蛋白質と結合し、「ヌクレオソーム」と呼ばれる高次構造体を形成することで核内に収納されている。そのため、ヌクレオソーム DNA からの特異的な遺伝子発現制御機構の解明には特定領域のヌクレオソーム構造だけを一時的にほどこ仕組みを解明する必要がある。そこで我々は、部位特異的なヌクレオソーム構造変換の分子機構を明らかにするため、ヌクレオソーム構造変換において主要な役割を果たすヒストンシャペロンとその複合体の X 線結晶構造解析を進めている。平成21年度は、2種類の研究テーマについて、タンパク質の大量発現系の構築、結晶化、*in vitro* での機能解析を行い、下記の結果が得られた。ヒストンシャペロン CIA-プロモドメイン複合体の解析に関しては、立体構造情報に基づいて遺伝学的・生化学的・クロマチン免疫沈降解析を行い、「ヒストンのアセチル化修飾を認識するプロモドメインが CIA を特定の遺伝子プロモーター上にリクルートし、CIA がヒストンに受け渡されてヌクレオソーム構造をほどこことで遺伝子を活性化させる」という分子機構モデルを導き出すことができた。TAF-1b-ヒストン H3-H4複合体の解析に関しては、2種類のタンパク質の大量発現・精製系を確立し、常時、結晶化できる体制を整えることができた。さらに、これらの精製標品を用いて、ハンギングドロップ蒸気拡散法により結晶化を行ったところ、針状のタンパク質性の単結晶を得ることに成功した。今後、結晶化条件の最適化を行うことで、構造解析に使用できるレベルの結晶が得られることが期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 X 線結晶構造解析、転写、クロマチン

【研究題目】 反復接触による視覚情報処理過程の適応的変容の解明

【研究代表者】 八木 善彦（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 八木 善彦（常勤職員0名、他1名）

【研究内容】

人間の視覚情報処理系は、同一の刺激に繰り返し接触することにより、その処理様式を質的に変化させることが知られている。本研究の目的は、こうした情報処理の変容が視覚情報処理のどの段階において、どのように生じるのかを解明することであった。本年度は、報酬または罰を伴う視覚刺激の反復提示が、選択的注意機能に及ぼす影響について検討した。実験は二つの段階から構成された。はじめの学習段階において参加者は、次々と提示される建物の写真のペアのどちらか一方を選択するよう求められた。写真ペアは、少額の報酬、少額の罰金、または無報酬のいずれかと連合していた。さらに、報酬または罰金のペアのうち、一方の写真は他方と比較して高い確率で金銭の授受を引き起こした。続く注意課題段階において参加者は、高速で系列的に提示されるモザイク刺激（妨害刺激）の中から、二つの標的を検出するよう求められた。第一標的は、男性または女性の顔刺激であり、第二標的は、第一段階で報酬または罰との連合が学習された建物の写真であった。第一段階の結果から、参加者は選択すべき刺激（つまり高確率で報酬と連合した建物の写真）と回避すべき刺激（つまり高確率で罰金と連合した建物の写真）を同程度に学習していたことが確認された。にもかかわらず、第二標的が高い確率で報酬と連合した写真の場合にのみ、第一標的と第二標的の提示間隔が短い場合に生じる第二段階の見落とし現象が消失することが、第二段階の結果から示された。このことは、報酬と連合して反復提示された刺激は、特異的に、注意を補足する性質を持つ可能性を示している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 反復接触、潜在記憶、情動、視覚的注意

【研究題目】 輝度の時間的変動を伴う光環境の心理学的及び神経生理学的評価に関する研究

【研究代表者】 岡本 洋輔（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 岡本 洋輔（常勤職員0名、他1名）

【研究内容】

複数の正弦波状点滅光を合成した刺激や、点滅光を正弦波状に振幅変調した刺激に対しては、刺激の周波数成分には含まれない、輝度の時間変動のエンベロープに対応した周期性が知覚されるが、その知覚メカニズムの詳細は不明である。このような複合波パターンに対する知覚現象は、輝度変動の周波数スペクトルだけではその知覚を正確に予測できないことがあることを示しており、その知覚の検討を行うことは、人間の視覚系の時間情報処理メカニズムを明らかにする上で重要である。

人間の視覚系には、主に低時間周波域を処理するチャンネルと、高周波域を処理するチャンネルの2つの時間周波数チャンネルが存在することが示唆されている。そこで本研究では、振幅変調点滅光のエンベロープ知覚に対す

る時間周波数チャンネルの影響を調べることを目的とした。ある時間周波数に順応させた後、高時間周波数の構成信号（キャリア信号）と低時間周波数のエンベロープ周期を持つ振幅変調点滅光のエンベロープに対する検出閾と脳磁界反応を測定した。その結果、低時間周波数に順応（低時間周波数チャンネルの感度が低下）した場合に、振幅変調点滅光のエンベロープに対する感度の低下がみられた。この結果は、高時間周波数成分によって構成される刺激における低周波のエンベロープ成分は低時間周波数チャンネルによる処理を受けていることを示しており、さらに、エンベロープ成分は視覚系の低時間周波数チャンネル以前の処理過程において生成されている可能性を示唆している。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 光環境、時間周波数、振幅変調

【研究 題目】 メカイラリティの揃った単層カーボンナノチューブ単電荷結合デバイスの開発

【研究代表者】 上村 崇史

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 上村 崇史（外来研究員1名）

【研究 内容】

単電子トランジスタは、原理的に微小な容量を持つことから、単電荷検出感度のある電荷センサーとしても応用が期待されるデバイスである。電子回路の集積度の向上によるデバイスサイズの微細化によって、究極的に、単電荷によるメモリデバイスや信号輸送デバイスが必要となる。単層カーボンナノチューブ-単電子トランジスタの単電荷検出感度を利用して、単電荷メモリの読み出しや単電荷信号輸送デバイスの電荷カウント計（微小電流計）として単層カーボンナノチューブ-単電子トランジスタを動作させることも可能である。

これまでに単層カーボンナノチューブ-単電子トランジスタの作製とトンネル抵抗の大きさを変化させることにより、量子ドット内への電荷閉じ込め強度を変化させ、単電子トランジスタ特性と共鳴トンネルトランジスタ特性の可逆的な特性変化を示すことをこれまでに見出した。この素子を用いて単電荷メモリと高速信号伝達動作を実現できる可能性がある。

本年度は、上記素子において、単電子トランジスタ特性と共鳴トンネルトランジスタ特性の遷移領域において、近藤効果を観察した。これは、単層カーボンナノチューブ内の孤立電子と電極内の多数の電子のスピンを介した相関を示す。また、電荷閉じ込め強度を制御することにより、相関の強度の制御を行った。この技術は、量子コンピュータにおける電子相関の精密な制御に応用できる可能性がある。

【分 野 名】 ナノテクノロジー

【キーワード】 近藤効果、量子効果素子、単電子トランジスタ、共鳴トンネルトランジスタ

【研究 題目】 サル第一次運動野損傷後のトレーニングにより生じる神経システムの再構築

【研究代表者】 村田 弓（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 村田 弓、肥後 範行
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内容】

脳に損傷を受け特定の機能が障害された後、失われた機能が回復することがある。その背景には神経回路の可塑的变化による代償があると考えられるが、メカニズムの理解は不十分である。本研究課題では、機能イメージングの手法と薬理学的手法を用いて脳損傷後の機能回復に関わる脳領域を明らかにすることを目的とする。これまでの研究から、第一次運動野損傷後の運動機能回復過程には訓練を必要とする要素と訓練を必要としない要素の両方があり、特に精密把握の回復に関しては損傷後の訓練が必要であると考えられる成果が得られた。損傷後の訓練による精密把握の回復の背景として、損傷を免れた脳領域による機能的代償があると考えられる。第一次運動野損傷後の機能代償に関わる脳領域を明らかにするために、 $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$ を用いた陽電子放出断層撮影（PET）により、損傷前後の脳活動の比較を行った。その結果、第一次運動野損傷後に把握機能の回復が見られた個体において、損傷前と比べ両半球の運動前野腹側部において活動の上昇がみられた。このことから、第一次運動野損傷後の把握機能回復の背景として、運動前野腹側部における機能代償があると考えられる。さらに運動前野腹側部が損傷後の機能代償への関連を明らかにするために、特定の領域の神経活動を一時的に抑制することができる GABA のアゴニストであるムシモールを運動前野腹側部や第一次運動野の損傷部周辺に注入する薬理学的手法を用いた実験を行っている。回復した把握動作が薬剤によって障害されるかを調べることで機能代償に関わる脳領域を明らかにしたいと考える。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リハビリテーション、霊長類、病態モデル、機能回復、神経可塑性

【研究 題目】 タンパク質分解経路における初期シグナル付加反応の分子機構の解明

【研究代表者】 渡邊 和則（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 渡邊 和則 富田 耕造
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内容】

タンパク質分解の初期シグナルとして働くタンパク質の1つとして、アミノアシル tRNA タンパク質転移酵素がある。アミノアシル tRNA タンパク質転移酵素は原核生物、真核生物、病原性原核生物、病原性真核生物においてアミノアシル tRNA タンパク質転移酵素が存在しているが、基質認識及びアミノ酸配列が異なっており、

進化の上で非常に興味深く考えられている。

これまでに真核型アミノアシル tRNA タンパク質転移酵素はヘムの1つであるヘミンに結合し、酵素活性を調節していることが報告されている。そこで我々は真核型以外にもすべてのアミノアシル tRNA タンパク質転移酵素においてヘミンに結合することを確認した。また、ヘミンがアミノアシル tRNA タンパク質転移酵素に結合することにより、基質の1つであるアミノアシル tRNA の結合を阻害することにより酵素活性を調節していることが明らかになった。さらに、真核型ではヘミンが2つ結合することが報告されているが、原核型にアミノ酸配列が類似している病原性真核生物型では2つ、原核型及び、真核型にアミノ酸配列が類似している病原性原核生物では1つの結合が確認できた。このことから、アミノ酸配列だけでは結合部位を類推することが難しく、また、進化の過程を考える上でアミノ酸配列の1次情報だけでは難しいことを示唆していると考えられる。現在、これらのファミリーの結合部位を検討している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、RNA、修飾

【研究題目】 見落としの回避における時間・空間要因の検討-RSVP 課題と視覚探索課題を用いて

【研究代表者】 木原 健 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 木原 健 (常勤職員0名、他1名)

【研究内容】

「見落とし」現象とは、複数の視覚標的が連続して出現すると後続標的に気づかなくなる、という頑健な現象である。しかし、現実場面では見落としは生じにくいことが知られている。本研究課題の目的は、現実場面での見落としが回避されるのかを明らかにすることである。そのために、高速逐次視覚提示 (RSVP) 課題と視覚探索課題を用いて実験的に検討する。本年度は、現実場面における標的検出の処理過程を検討するため、自然画像を用いた視覚探索課題を実施した。先行研究より、自然画像が提示されてから50ミリ秒以内に、画像にどのような風景が映っているのかを判断できることが明らかにされている。これは、自然画像の認知処理は、人工的な無意味画像と比べて、高速に遂行されることを示唆している。また、自然画像はその中心となる物体と背景で構成されることが多いが、物体の処理には高空間周波数成分、背景の処理には低空間周波数成分が主要な役割を担っていることが知られている。したがって、幅広いレンジの空間周波数情報を利用して、自然画像における標的の検出がなされている可能性が考えられる。そこで、低空間周波数成分条件、高空間周波数成分条件、両者を重ねたハイブリッド条件で、標的の検出成績を比較する実験を行い、この仮説を検討した。実験の結果、刺激が100ミリ秒間呈示された場合、ハイブリッド条件で

は、低空間周波数条件と高空間周波数条件の結果から算出された予測値を上回る標的検出率が認められた。これらの結果は、人間の視覚系は100ミリ秒程度の時間で低空間周波数情報と高空間周波数情報を統合して、高速な自然画像の認知処理を可能にしていることを示唆する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 視覚機能、注意機能

【研究題目】 デジタルハンドを用いた情報機器製品に対する仮想エルゴノミック評価システムの開発

【研究代表者】 遠藤 維

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 遠藤 維 (常勤職員0名)

【研究内容】

本研究は、デジタルカメラ、携帯電話といった、手での操作を必要とする情報機器に対し、人間の手の形状と運動を精密に模擬できるデジタルハンドモデルを用いて、計算機上で仮想的に「持ちやすさ」「操作しやすさ」の評価 (エルゴノミック評価) を行い、機器の設計を支援するシステムを開発することを目的としている。

これまで使用してきたデジタルハンドがもつ初期姿勢の表皮メッシュには、CT スキャンによる手の測定時に発生した、一部の部位における実際の手形状に対する大きな誤差が存在するため、システムが生成した把持姿勢が実把持姿勢を正確に再現できない場合があった。また、従来の、手指の関節回転にもとづく表皮メッシュ変形手法では、手の部位によっては変形の再現性が低く、かつ、ユーザーが手動でパラメータを定義しているため、変形の妥当性が保証されていなかった。そこで、新たな複数姿勢の手表皮形状測定データにもとづき、関節回転にもとづくデジタルハンド表皮メッシュ変形を、高精度かつ高速に行う手法を開発した。

これまでに提案した把持姿勢生成手法では、わずかなハンド初期姿勢の差異によって、得られる把持姿勢が大きく異なる可能性があり、適切な把持姿勢を生成するために、ユーザーが試行を何度も繰り返さなければならない場合があった。また、運動学にもとづくハンド把持姿勢最適化では、考えられうる制御変数の組み合わせが莫大であるため、計算コストが大きかった。そこで、物理シミュレーションエンジンを用いて、動力学シミュレーションにもとづいたデジタルハンドの姿勢制御を行うことで、動力的に安定な把持姿勢を高速かつ安定に得る手法を新たに開発した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 デジタルヒューマン、デジタルハンド、把持、エルゴノミック評価

【研究題目】 蛍光性半導体ナノ粒子を含有する微小ガラスビーズへの抗体分子の接着と活性の

保持

【研究代表者】村瀬 至生（光技術研究部門）

【研究担当者】村瀬 至生、楊 萍
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

蛍光性のナノ粒子（直径3-6ナノメートル程度）を含有した微小なガラスビーズ（数10ナノメートル程度）の表面に、発光特性を保ちつつ抗体を取り付けることを目的としている。

作製したガラスビーズの表面に抗体分子を接着するためには、まず表面に官能基をつける必要がある。この官能基として、カルボキシル基とチオール基を選択しそれぞれの合成法を開発した。

カルボキシル基の場合は、ガラス分子のもとになるケイ素に炭化水素を介してカルボキシル基が付いた分子（CES）を用いることでガラスビーズ表面を修飾した。この際、もとのガラスビーズの作製に用いたケイ素含有分子とCESを予め混合することが、反応時間を減らして蛍光特性を維持するために有効であった。カルボキシル基が付いたガラスビーズは、接着分子（カルボジイミド）を用いることでアミノ基のついた抗体に容易に結合できた。

チオール基の場合は、ガラス分子のもとになるケイ素に炭化水素を介してチオール基が付いた分子（MPS）を用いることでガラス表面を修飾した。この際、もとのガラスビーズを作製後にMPSを混ぜることが、ガラスビーズの形状と大きさを保つのに有効であった。MPSはゲルを作り易いので、少量の添加に抑える必要があった。チオール基が付いたガラスビーズは、マレイミド付きストレプトアビジンに容易に接着できた。そのあとで、ビオチン付の抗体に選択的に結合させた。

それぞれの場合について、培養液中で強い蛍光が得られることを確認した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノ粒子、蛍光、安定性、抗体

【研究題目】高性能ナノコンポジット希土類永久磁石薄膜の開発

【研究代表者】秋永 広幸

（ナノ電子デバイス研究センター）

【研究担当者】秋永 広幸、ZHANG Wenyong

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標：当研究課題では、希土類永久磁石や希土類・遷移金属・貴金属元素を含む強磁性体のナノ構造を制御することによって、高性能ナノコンポジット強磁性薄膜の実現を目標に研究開発を行っている。より具体的には、第一候補として Pr-Fe-B/Fe 系ナノコンポジット薄膜を選択し、そのナノ構造を制御することによって磁気異方性を高め、目標の達成を目指すこととした。また、永久

磁石を薄膜化することによってナノ構造を制御しやすくし、そしてそのナノ構造を制御することによって希土類ナノコンポジット永久磁石の持つ潜在的な能力を最大限に高めることを目指し、部材の究極の性能を引き出すためのナノ構造機能相関を明らかにするという新しい手法を試みる。

進捗状況：当研究課題においては、平成21年度が最終年度であることから、事業成果のまとめを行った。それらを以下に記載する。

1、Pr_{12.5}TM_{77.5}B₁₀（TM=Fe, Co）薄膜

このような永久磁石薄膜の作製例は極めて限られていることから、まずは、当初研究計画に従って Pr-Fe-B/Fe 系ナノコンポジット薄膜をするためのスパッタ成膜技術の開発を行った。成膜中ガス圧や基板の温度を変えて、成膜技術の最適化を行った結果、極めて平坦な Pr-Fe-B 系薄膜を作製することが出来た。また、基板温度を制御することによって膜のナノメートル領域での組織が変わることに、そのナノ組織構造や基板との界面の状況に応じて、Pr-Fe-B 系薄膜の磁気異方性或磁気的硬さが変わることを磁化測定及び磁気力プローブ顕微鏡観察にて明らかにした。さらに、当初想定されていなかったことであるが、この薄膜が青～近紫外光領域で大きな磁気光学効果を示す可能性があることも明らかになった。

2、FePt / Cr, Cu 多層膜構造

FePt 材料は極めて大きな結晶磁気異方性を持つことが知られているが、Fe と Pt が規則合金化することによって初めてその特性が発現する。通常は、500～600℃程度の熱アニールを施すことによって、この規則合金化は達成される。一方、この熱アニール温度は、FePt を実用化するには高すぎる。例えば、半導体テクノロジーで活用されるようなエレクトロニクス素子とのハイブリッド化を図りたくても、この温度に耐えられる半導体素子は数少ない。そこで、当研究員は、FePt と他の金属を多層化することに着眼し、FePt で Cu を挟んだユニットを Cr で挟むという積層構造の薄膜を作製した。その結果、規則化温度を約340℃まで下げることに成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】希土類永久磁石、ナノコンポジット薄膜

【研究課題】経皮デバイスの軟組織接着を向上させるためのセメント質様構造表面層の形成

【研究代表者】伊藤 敦夫（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】伊藤 敦夫、王 秀鵬、十河 友

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

人工歯根、創外骨折固定具、人工心臓用送電ケーブル、カテーテル、透析用留置針、静脈留置針など、皮膚を貫通して機能する経皮デバイスについて、長期安定安全使用のための技術開発が要求されている。本研究の目的は、

経皮デバイス表面に、皮膚や上皮組織の再生を促すための人工セメント質様の構造を構築し、経皮デバイスの抗感染能を向上させることである。

本年度は、複数のシグナル分子を混合したリン酸カルシウム過飽和溶液中に陽極酸化処理したチタンを37°C48時間及び25°C24時間で浸漬した。この過程で、リン酸カルシウムと複数のシグナル分子が複合化された皮膜（セメント質様構造表面層）がチタン表面に形成されることを、SEM、XPS、化学分析、XRDで確認した。上記で得られたセメント質様構造表面層に対する、骨芽細胞様細胞MC3T3-E1、線維芽細胞NIH3T3の接着性、増殖性、細胞分化、コラーゲン産生を評価した。

上記でスクリーニングしたセメント質様構造表面層付基板の経皮的動物埋入実験を行った。基板としては陽極酸化チタンピンを使用し、体重約3kgの家兔を用い、埋入期間は4週間とした。本研究のセメント質様構造表面は骨形成を促進し、皮膚組織再生を促進した。陽極酸化チタンピンの抗感染性はFGF-2を担持しただけの従来の結果と有意差は無いようであった。しかし、セメント質様構造表面層付陽極酸化チタンピン表面に埋入後形成される周囲組織を組織学的に評価したところ、歯根膜・セメント質様構造組織が効果的に再生していることが判明した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 経皮デバイス、抗感染、リン酸カルシウム、シグナル分子

【研究題目】 ナノ構造有する電極材料の合成とリチウムイオン電池への応用

【研究代表者】 周 豪慎（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 周 豪慎、王 永剛
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

合成したナノサイズの LiFePO_4 （コア）／カーボン（シェル）（ $=\text{LiFePO}_4/\text{C}$ ）の安定性を検討した。特に、空気中長時間の暴露による安定性を評価した。また、 LiFePO_4/C の技術移転を促進するために、量産化の可能性も検討してみた。

ハイブリッド電解液（＝有機電解液／固体電解質／水溶液）という新しい概念を用いて、ポストリチウムイオンとして、新型のリチウム・空気電池を開発すると共に、大容量且つリサイクル可能なリチウム－銅二次電池、リチウム－水酸化ニッケル二次電池、リチウム－酸化銀二次電池などの開発も試みた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノサイズ、カーボン、 LiFePO_4 、リチウム・空気電池、リチウムイオン電池、リチウム－銅二次電池、リチウム－水酸化ニッケル二次電池、リチウム－酸化銀二次電池

【研究題目】 新規1次元複合ナノ構造体の調製と熱電応用

【研究代表者】 越崎 直人

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 越崎 直人、Liang LI

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究では、1次元ナノ構造集合体の調製・物性測定技術と、その物性測定技術を組み合わせることで、サイズ効果が現れる条件を精密に決定するとともにサイズ効果の本質やメカニズムについて検討することを目標に研究を進めた。前年度は、斜め蒸着法とレーザーアブレーション法を組み合わせるさまざまな形態をもつ酸化コバルトナノ構造体の調製を試みたが、今年度は単層コロイド膜をテンプレートとして、これにレーザーアブレーション法を用いて各種酸化物を蒸着することで1次元ナノ構造体の調製を試みた。数 Pa 前後の圧力領域で蒸着することにより、酸化コバルトや酸化鉄の場合ではテンプレートとして用いた真球状ポリスチレンの表面に垂直・放射状に1次元ナノ構造体が成長したナノ構造をもち、これらがコロイド粒子集合体の凹凸を反映したマイクロ構造を形作っているマイクロナノ階層構造体が得られた。この構造は上から見ると規則配列ポリスチレン粒子に起因する六方最密充填構造を取るが、さらにこれを熱処理することによりこれらの格子点はそのままの位置を保ったまま収縮することで、六方「非」最密充填と言うべき構造を得ることに成功してきた。さらにこれらの構造体は、接触角がほぼ 0° で長期間安定な優れた超親水性を示すこと、ナノワイヤなどのさまざまな一次元構造体と比較しても同等で安定性に優れた電界放射特性を示すことがわかってきた。さらに、光応答型のガスセンサ機能に関しても酸化コバルトの系で透過率が0-100%の広い範囲で変化する高感度応答特性を示すことがわかった。しかし、当初の目標である熱電特性の測定までには至らなかった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 斜め蒸着、ガスセンサ、光応答型

【研究題目】 希土類金属リサイクルのための溶媒抽出分離モデルの開発

【研究代表者】 田中 幹也（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 田中 幹也、黄 瑛

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

希土類金属（ジスプロシウム、サマリウム、ネオジム、ユーロピウムなど）は、さまざまな先端技術産業に用いられており、日本はその供給の95%以上を中国に依存している。しかし、最近、中国は希土類金属の生産および輸出を制限しており、その影響で希土類価格が高騰する

とともに、日本でも供給不安が高まっている。このため、希土類金属のリサイクルは日本の産業発展にとって非常に重要である。

ネオジム磁石は非常に磁力が強く、ハードディスクドライブやハイブリッド自動車等のモータ、MRI、音響機器などの先端技術製品に使用されている。ジスプロシウムはネオジムなどの希土類金属と化学的性質が極めて類似しているため、相互分離は非常に難しい。従来より溶媒抽出法が希土類金属の分離精製に用いられているが、多数の操作因子があり、最適分離条件を見出すためにはシミュレーションモデルの開発が必要である。

20年度の本研究では、まず酸性有機リン抽出剤であるPC88Aによるジスプロシウムの抽出平衡を検討した。酸濃度、ジスプロシウム濃度、抽出剤濃度を変化させて、低酸濃度域で $\text{Dy}(\text{NO}_3)_3\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系の抽出平衡実験を行ない、ジスプロシウムの抽出分配比、pH、水相密度を測定した。次に、抽出データを、陽イオン交換型の抽出平衡式に基づいて、水相中のイオン種については活量、抽出剤についてはAlstadの非理想性経験式に基づく有効濃度を考慮したモデルにより解析した。その結果、抽出データを精度良く相関する見かけの抽出平衡定数 K_{ex} とAlstad式中の係数Aを求めることができた。

21年度は上記結果のまとめを行い、国際会議での発表および論文文化を行った。論文は国際誌Trans. Nonferrous Met. Soc. China誌に採択された。この成果は、今後、実用的な条件での希土類金属イオンの陽イオン交換型抽出を整理する際の方法論を提供するものであり、分離精製の際の高精度のシミュレーションにも組み込むことができる。さらに塩酸溶液および硫酸溶液からの抽出平衡も調べたところ、硫酸溶液については硝酸溶液の結果と整合する結果、すなわち、同一の抽出平衡定数が得られたのに対し、塩酸溶液については、整合する結果は得られなかった。この原因として、陰イオン種がジスプロシウムイオンに帯同した抽出される可能性を考えたが、イオンクロマトグラフによる検討等でも共抽出の証拠は得られなかった。すなわち陰イオン種による挙動の差異の説明は今後の課題として残った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】磁石リサイクル、希土類金属、溶媒抽出、ジスプロシウム、PC88A

【研究題目】新しい多孔質金属錯体による高性能水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】徐 強 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】徐 強、Baoxia Dong
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

水素エネルギー社会の構築には、高効率水素貯蔵技術

の確立が必要不可欠である。本研究では、細孔制御しやすく、水素等の小分子を吸蔵できる可能性が高い多孔質金属錯体高分子の持つ優れた性質に着目し、高性能可逆的水素貯蔵技術の確立を目的としている。有機リンカー4, 4', 4''-benzene-1, 3, 5-triyl-tribenzoic acid (H_3BTB)及び希土類金属硝酸塩を用いて、化学式 $\text{Ln}_3(\text{BTB})_4(\text{DMA})_3(\text{H}_2\text{O})_9$ ($\text{Ln}=\text{Tb}, \text{Yb}, \text{Y}, \text{Er}, \text{Sm}, \text{Eu}$ and Dy ; $\text{DMA}=\text{N,N-dimethylamide}$)を有する一連の金属錯体を構築した。これらの金属錯体は、パーマネント多孔質性を示す。窒素吸着による表面積測定の結果、 Tb-BTB 化合物は77KにおいてI型吸着等温線を示し、Brunauer-Emmett-Teller (BET)表面積は $732\text{m}^2/\text{g}$ である。本化合物の水素吸着量測定の結果、77K, 1 atmでは、 $180\text{cm}^3/\text{g}$ の水素吸着能を示す。

【分野名】環境・エネルギー分野、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】水素、燃料電池、多孔質材料

【研究題目】超音波キャビテーション気泡の動的挙動解析とバイオ系新材料創製への展開

【研究代表者】安井 久一

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】安井 久一、Judy Lee

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

キャビテーション気泡集団のダイナミクスを理解することはソノプロセッシングなどの超音波産業応用に重要である。超音波キャビテーション気泡は音場や気泡間での複雑な相互作用により、反応槽内で特異な空間分布を形成する。そこで、マイクロホンによる音圧分布やソノルミネッセンスの空間分布を測定し、気泡群の構造形成に与える超音波の周波数と液温の影響を明らかにした。さらに、イオン性界面活性剤や電解質の存在による多数気泡ソノルミネッセンス強度の空間構造の変化を明らかにした。さらに、超音波照射下で、帯電した気泡間に働く相互作用に対して、様々な電解質の及ぼす影響を明らかにした。界面活性剤がマイナスに帯電している場合、プラスイオンの性質によって、ソノルミネッセンスの強度が変化する事を明らかにした。一方、医用マイクロバブルに関する応用的研究においては、アルブミンやリゾチームなどのタンパク質を殻としたマイクロバブルの調製プロセスを発展させた。そして、強力な超音波ホーンを用いると、他のホモジナイザーを用いる時よりも、効率良くたんぱく質マイクロバブルが調製できた。そして、付加的な化学結合を起こす事で、殻を強固にする事もできた。さらに、超音波照射による殻の破壊に与える気泡間相互作用の影響を、数値シミュレーションによって調べた。気泡からの音響放射の数値シミュレーションも行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超音波、ソノルミネッセンス、キャビテーション、マイクロバブル

【研究題目】回転する金型に金属板を押し付けて形成するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御を研究し、軽量なロボットによる大サイズの加工を実現する。

【研究代表者】荒井 裕彦
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】荒井 裕彦、Abdullah Ozer
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、回転する金型に金属板を押し付けて成形するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御方法を研究し、軽量なロボットによる大サイズの製品の加工を実現することを目指す。スピニング加工では、従来 XY ステージ型の直線機構によってローラ工具を駆動しているが、これをより動作範囲の大きなアーム型のロボットに置き換えても実用的な加工が可能かどうかを明らかにする。本年度はアーム型ロボットを用いてスピニング加工実験を行い、振動抑制制御の効果を確認した。

6軸のロボットアーム（三菱重工 PA-10-6C）を用い、スピニング加工用ローラ工具をロボットアームの先端に装着した。ロボット手首部の6軸力覚センサでローラ工具先端の加工力を検出した。制御用パソコンから ARCNET 経由でロボットアームを位置制御・速度制御した。また円錐形状の金型を、簡易旋盤で回転させた。まず、振動安定時の速度符号に応じて位置目標値を偏移させることにより振動エネルギーを吸収する振動抑制制御側を C 言語で開発し制御用パソコンに実装した。自由空間内での運動において振動抑制の効果を確認し、次いで本制御側を適用して実際にアルミ板のスピニング加工を行った。ローラ工具における加工力の変動やロボット各関節の振動などのデータを収集し、本制御側を用いた場合と用いない場合を比較した。ローラ送り速度、金型回転数などの加工パラメータを変化させ、それらが加工中の振動や成形結果の良否に及ぼす影響を調べた。ローラ送り速度を上げると、フランジ部分にしわが発生しやすくなる。また振動抑制制御側を適用すると加工中の振動が減少する。以上の結果を国際会議論文3件にまとめ発表した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】スピニング加工、ロボット、振動制御

【研究題目】人間型ロボットのための人のような滑らかな動作計画法

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】横井 一仁、DAVID Anthony Nicolas

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

人間型ロボット HRP-2のモデルに柔軟な足裏モデルを組み込んだ動作生成法を研究した。これには、昨年度開発した柔軟足裏の解析モデルを用いた。これまでの人間型ロボットの動作生成法は、剛体モデルを対象としているものの、遊脚着地時の衝撃を機構的に低減する手法は十分考慮されておらず、そのため着地時には速度0で床面と足裏が並行となる状態で着地する動作が主に生成されていた。これに対し、柔軟足裏要素を付加することで、着地時の速度が0でなくても、十分衝撃力が吸収できることが期待され動作パターンの幅が広がることが望める。そこで、人間型ロボット HRP-2の足裏に柔軟要素を付加した場合に対応した歩行パターン生成プログラムを作成した。これは、足裏軌道を入力とし、そこから全身動作を生成するものである。従来の、歩行パターン生成プログラムで得られていた足裏は床面と水平に着地する動作とは異なり、人間の足裏は踵から着地し、爪先から離陸する。そこで、足裏の柔軟要素の変形も考慮して、踵着地・爪先離脱の歩行パターンを生成できるように歩行パターン生成プログラムを改良した。

次に、人間型ロボット HRP-2の足裏に柔軟要素を取り付けるため、足裏の改造を行った。しかし、昨年度に行った数値解析結果により、人間型ロボット HRP-2に最適な柔軟要素として求めた物性値をもつ適当なサイズの柔軟要素を入手することがかなわなかったため、実験の検証には至らなかった。これについては今後の課題とする。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際研究者交流、人間型ロボット、柔軟要素、シミュレーション

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

【研究代表者】長谷川 達生（光技術研究部門）

【研究担当者】山田 寿一（常勤職員2名）

【研究内容】

近年の有機電界効果トランジスタの顕著な進歩に伴い、デバイス構造を利用して分子性半導体材料の新側面を切り拓く研究が可能になりつつある。本研究では、電界効果型デバイス構造を利用した変調分光測定によって、有機半導体界面に蓄積した電荷キャリアの電子状態を明らかにする分光学的研究を進展させた。特に、有機トランジスタがユニポーラ型であるという特徴を活用し、半導体チャネルへの電場印加効果と電荷蓄積効果のそれぞれを、光吸収スペクトルの変化分として分離し測定することが可能なことを見出した。この結果にもとづき、さらに電荷変調スペクトルの印加ゲート電圧依存性と温度依存性の詳細な測定を行い、スペクトル構造の起源を明らかにすることに成功した。電荷変調スペクトルでは、負

のゲート電圧印加によってチャンネル内に正孔が蓄積することから、基本的に分子のイオン化による吸収スペクトルのブリーチング（吸収減衰）による吸収変化が観測される。しかしながら測定により得られた吸収減衰の強度は、電荷キャリア数から期待される強度の5～10倍程度にも達した。詳細な解析により、このような吸収減衰増強の原因が、空間的に広がった局在電子状態（トラップ準位）へのキャリアの蓄積によりキャリア当たり5～10個に及ぶ近接分子の振動・電子エネルギーが再構成されたため生じたことが明らかになった。特にこれらの結果は、高品質のペントセン薄膜トランジスタにおいて、電荷輸送が浅いトラップ準位を媒介としたトラップーリリースモデルの実験的な証拠を与えるものである。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】分子性半導体、界面、変調分光法、有機トランジスタ

【研究題目】実環境情報サービスのためのユビキタス音声認識技術

【研究代表者】児島 宏明（情報技術研究部門）

【研究担当者】児島 宏明、Suk Soo-young
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

通常的生活環境で音声認識を利用した実用的なサービスを実現するためのコア技術を確認することを目的として、a)平均的でない声にも適応できる技術、b)雑音による悪影響を受けにくくする技術、c)ユーザの状況に応じて家電等を操作するのに必要な機能をシステムが把握して適切に音声コマンドと対応付ける技術、の3点に関して研究開発を行った。

2年間の研究計画の2年目となる平成21年度は、より実際の生活空間に近い実験環境を構築して、より大規模に配置したセンサによるデータ収集と検証実験を進めた。a)については、前年度に開発した音声認識用音響モデルの精密化手法について実験結果を整理し、今年度の国際会議で発表した。b)については、前年度に開発した遠隔マイクを用いる状況での雑音対策技術について改良を進め、複数のマイクや携帯電話からの音声情報と、他のセンサからの情報を統合し、ユーザの意図とセンサ情報との関連性を抽出するための手法を開発した。さらに、それらを複数の音声認識システムに同時に適用して並行的に処理を実行した上で、それらの結果を統合して最終的な結果を得る手法を開発した。c)については、部屋の状況や利用したい機器の種類などユーザの要望に応じてカスタマイズが容易にできるように、ユーザインタフェースを改良し、マイクや操作対象となる家電装置などの位置を画面上でアイコンを動かすことにより容易に設定可能なシステムを実現した。これらの手法を総合的に実装したデモシステムを構築し、家電機器等を配置した産総研内の実験室において評価実験と手法の改良を行った。

。これらにより、生活環境での音声による家電等の機器の効率的な操作が可能になった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】音声認識、ユビキタス、センサ

【研究課題】長寿社会における住環境の快適性向上のための音環境の評価とアセスメント手法の開発

【研究代表者】佐藤 洋（人間福祉理工学研究部門）

【研究担当者】佐藤 洋、柳 宗寛
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究の目的は長寿社会における住環境の快適性向上のための音環境の評価とアセスメント手法の開発をすることである。本年度は高齢者にとって、音環境が生活の質にどのように影響するかについて、居住空間を含んだ室内外空間での騒音の評価、環境音の物理的特性と感覚的特性との関係の解明を行った。具体的には、住環境の音環境要素として住宅の床衝撃音および住宅における低周波騒音に対する感覚評価を対象に研究を行った。

住宅の床衝撃音の「うるささ」に関する影響因子の調査については床衝撃音の物理的な大きさを人の音の大きさに対応する物理モデルとして提案されているラウドネスを用いて「うるささ」との対応関係を表現した。その結果、ラウドネスと「うるささ」は極めてよい対応であることがわかり、ラウドネスで大きさおよび周波数特性の影響を考慮することが可能となった。

また、複合成分をもつ低周波音の最小可聴閾値の調査については、昨年度までの基礎的な検討で複合成分をもつ低周波音の最小可聴閾値が純音のそれよりも小さいことがわかり、現実的な低周波音は現在評価されているよりもうるさく感じられている可能性が示唆されたため、本年度は複合成分の周波数範囲やレベルの関係を調査し実験室実験を行った結果、現実の複合音の評価に近づけることができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】住環境、快適性、音環境

【研究題目】ゲルマニウムアンチモンテルル系材料の超格子構造を用いたデータストレージデバイス

【研究代表者】富永 淳二

（近接場光応用工学研究センター）

【研究担当者】富永 淳二

（職員1名、他1名）

【研究内容】

ゲルマニウム-アンチモン-テルル系三元合金薄膜材料を人工的な超格子として、2004年に発見した新規でかつ画期的な相変化機能を実現させ、大幅な繰り返し記録回数と動作電力の低減を目指すものである。この研究の

中で、材料の基礎的な光学的特性、レーザーパルスによるスイッチング速度、電気抵抗変化等の基礎的なデータを測定し、固体メモリへの応用を支援する。また、日本の研究者と外国人研究者との研究交流促進も大切な業務と位置づける。

平成21年度は、ゲルマニウム-アンチモン-テルル合金による相変化メモリに関する新原理を具現化するため、真空成膜装置を用いて20層-100層構造のゲルマニウム-テルル原子薄膜層とアンチモン-テルル原子薄膜層を、それぞれコンピューターで予め計算した厚さで交互に積層して超格子と呼ばれる人工的にしか得られない薄膜を作製した。これらの超格子薄膜の物理特性を評価する目的で、新たにレーザーを用いたスイッチング速度測定装置を作製し、これを用いて超格子薄膜と通常の合金膜とのスイッチ速度を比較測定した。その結果、我々の期待した通り、新原理に基づくゲルマニウム原子の集団的一次元動作が確認され、これまでの相変化固体メモリよりも遥かに速い動作速度が達成できることを見いだした。さらに、実際のデバイス上に超格子構造膜を形成し、電気的な動作確認もおこなった。その結果、従来の相変化デバイスに比べて1/10程度までスイッチ動作に必要なエネルギーを低減できることがわかった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ゲルマニウム-アンチモン-テルル、超格子、不揮発性メモリ、光メモリ、相変化、GST225

【研究題目】視覚的注意の脳機能イメージングにおけるブートストラッピング

【研究代表者】Steven Phillips

(脳神経情報研究部門)

【研究担当者】Steven Phillips、Archana Singh

(常勤職員1名、その他1名)

【研究内容】

脳イメージングデータのような多元的な解析には、Type Iエラーや Type IIエラーが増大するといった多重比較問題がある。たとえば、位相同期性分析による脳波の同期値は、時間と周波数帯域ごとに膨大な電極ペアが示され、多重な検定を行っている。

脳イメージング研究において、FDR (false discoveries rate) 法は、ボンフェロニーなどの FWER (family-wise error rate) 法よりも標準的な方法に採用されている。標準的な FDR 法 (FDR-BH、FDR-BY、FDR-BKY) では、複数の仮説検定がある場合、すべての帰無仮説を個々の検定としてとらえるのではなく集合としてとらえ、ファミリーに属すると定義する。そのため、下位階層の依存構造を説明することができない恐れがある。さらに、あまりに保守的な傾向があるため、本来差があるものにさえ有意差がみられないことがある。また、脳波同期値は、神経活動イベントが一様ではない

うえに、時間や周波数帯域に依存している。したがって、標準的な FDR 法を採用するのは、適切ではないといえる。

そこで、本研究ではより適切な統計技術を検討するために、複数のファミリーを定義する hFDR (Hierarchical False Discoveries Rate) 法の新しい application を開発し、その効果とシミュレーションデータの評価を行った。この方法は、位相同期性分析による同期値データを階層的な tree で組織した後に、仮説検定を行う。その結果、FDR を増大させることなく有意差を検出することができた。一方、標準的な FDR 法では、有意な結果を検出することはできなかった。これらの結果は、hFDR 法が、脳波など多元的な脳イメージングデータの分析に対して効果的な手法であり、さらに既存の方法を上回ることを示唆している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脳波、同期性、多重比較、FDR

【研究題目】X線吸収分光の「その場」観察と計算手法の組み合わせによるナノ物質研究

【研究代表者】大柳 宏之 (光技術研究部門)

【研究担当者】Z. SUN、大柳 宏之、深野 敦之 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目的:

マイクロリアクタを用いた In-situ X 線吸収分光法 (EXAFS) により、核形成から成長の段階でのナノ粒子の局所構造と結合 (分解・生成) キネティクスを調べる。

・意義、当該分野での位置づけ:

マイクロリアクタは基本的にコンビナトリアル合成グループが使用するものと同一規格で、反応時間の精密制御と時間軸の空間展開 (1msec を1mm に展開) を可能にしたものである。放射光ビームをマイクロリアクタのチャンネルの任意のマイクロ空間 (500ミクロン幅) に照射し、内殻励起蛍光 X 線を放出させて、収量を計測することにより、高感度 EXAS 法により特定原子の局所構造を時間 (空間) 分解測定する装置を設計製作することとした。EXAS 法は長距離秩序に依存しないため溶液から固相にいたる注目する原子の局所構造を観察できる点、および高感度 (mM/l) に微量 (マイクロ空間) の対象を調べることができる特徴を持つ。マイクロリアクタを用いたナノ粒子形成のその場観察は当研究グループの独創的な研究手法で、類似の研究はない。放射光を用いたピコ秒、ナノ秒オーダーの反応ダイナミクスへの応用は活発に行われているが、反応キネティクスのフローセルによる研究はほとんどなされていない。

・国際的な研究レベル:

放射光利用研究は世界中の放射光施設で計測技術の開発が行われており、時間分解能トップ性能を狙う開発競

争は熾烈である。本研究では方向性が異なる秒オーダーのナノ粒子評価に応用し、ナノ粒子モデルと UV-vis 吸収データを用いるとナノ粒子サイズと粒子濃度を独立に評価できることをみいだした。結合の生成を直接観測して結合キネティクスから粒子サイズと粒子濃度を直接的に観測する手法は、本研究グループが独自に開発したもので UV-vis 分光による評価が不可能な初期成長にも適用できる強力な評価ツールとなり得る。開発から応用までの幅広い視野に立つ研究展開に特徴があり他の追随を許さないレベルにある。

【分野名】分野：情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】マイクロリアクタ、ナノ粒子、XAF その場観測、光誘起構造相転移、高温超電導

【大項目名】タンパク質の二次構造の予測法の改良に関する研究

【研究代表者】栗田 多喜夫（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】栗田 多喜夫、DEBNATH, Rameswar（外国人特別研究員）
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究課題では、情報科学的手法を用いることによって生命現象を解析する研究分野であるバイオインフォマティクス（Bioinformatics）のための統計的パターン認識や機械学習等の基盤技術を確立することを目指して、申請者が行ってきた最適なパターン認識器を自動的に構成するための実用的なアルゴリズムの開発に関する研究と外国人特別研究員の持つサポートベクターマシンに関する深い理解と改良のための豊富なアイデアを融合した研究を進める。

本年度は、マイクロアレイデータから病気を識別する課題に対して、サポートベクターマシンを用いて汎化性能の高い識別器を構成するための効果的な遺伝子（特徴量）を選択する手法を開発した。具体的には、特徴量の評価にサポートベクターマシンの誤差の上限を与える理論を利用し、進化型アルゴリズムを用いて最適な変数の組み合わせを探索するアルゴリズムを開発した。この成果については、国際会議で発表し、論文誌に掲載された。また、多クラスの識別課題についても検討し、多クラスの識別のための変数の選択のために、誤差の上限の微分を利用する手法を提案した。この成果については、国際会議の論文として投稿し、採択されている。

【分野名】ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バイオインフォマティクス、統計的パターン認識、機械学習、進化論的計算、特徴選択、サポートベクターマシン

【研究題目】動的環境における視覚情報に適応的なパ

ーティクル・フィルタを用いた SLAM 手法

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】横井 一仁、Nosan KWAK
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

Rao-Blackwellized particle filter を用いた SLAM（RBPF-SLAM）の一貫性と多様性の向上とヒューマノイドロボットの視覚センサを用いて3Dの占有地図を構築することを目標とした。BPF-SLAMの性能は長い期間では保証されないという問題を軽減するために、ランクに基づいたリサンプリング（RBR）手法を考案した。提案手法を用いることにより、従来手法に対し10倍の長期間にわたりパーティクルのダイバーシティを保つことができた。この結果は、Advanced Robotics（vol. 24, no. 4, April 2010）に掲載された。

このRBPF-SLAMのフレームワークに則り、与えられた時刻におけるロボットの姿勢を修正するために、3次元のボクセルマッチングのスケジューリング手法を提案し、3次元のRBPF-SLAMをヒューマノイドロボットに実装した。提案手法により、従来手法のGMappingに比較して計算時間を数分の一に縮めることができた。ただし、計算時間と得られるマップの精度との間にはトレードオフがあり、提案手法によるマップは一部においてGMappingを用いるよりも精度が落ちている。この結果についてはIEEE Conf. on Humanoidsにおいて発表した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際研究者交流、人間型ロボット、SLAM、パーティクル・フィルタ

【研究題目】シリコン/希薄窒化物半導体ヘテロ複合の高品質化と薄型結晶シリコン太陽電池への応用

【研究代表者】坂田 功（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】坂田 功、Bibhu Prasad Swain
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は、薄型結晶シリコン太陽電池のback-surface-field（BSF）層に適した特性を有するシリコン/希薄窒化物半導体ヘテロ接合の技術的課題を解決し、高品質化を図ることを目標とする。希薄窒化物半導体としてはGaPNを検討対象とする。具体的には、GaPNの窒素組成制御、GaPN膜のn型高濃度ドーピング、プラズマ源で発生した窒素をGaPN膜に導入する際のイオンダメージの低減、GaPN膜中の点欠陥とキャリア伝導機構の理解と制御、シリコン/GaPNヘテロ接合のバンド不連続評価、試作した太陽電池特性による膜質評価などを行う。また、GeSi基板と希薄窒化物半導体ヘテロ接合についても技術課題を明らかにする。

平成21年度は、GaPN薄膜の分子線エピタキシー成長を継続した。前年度に確立した窒素組成制御技術を元に、GaPN薄膜の高品質化を行った。膜品質の検討はノンドーブ膜で行った。薄膜成長時のV族元素/III族元素の分子ビームの比率が膜質に大きな影響を及ぼすことを、フォトルミネセンス測定から初めて明らかにし、膜品質向上のための指針を得た。

GaPN膜へのn型ドーピングを行った。ドーパントとしてシリコンを選び、フォトルミネセンス測定、ホール効果測定からドーピングに伴う膜特性の変化を明らかにした。高濃度ドーピングに必要な薄膜作成条件を現在検討中である。

ノンドーブ及びシリコンドーブGaPN薄膜の評価に、ショットキー接合を用いた電流-電圧、容量-電圧測定が有効であることを見出し、作成条件を広く変えた試料で系統的な測定を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、希薄窒化物半導体、ヘテロ接合

【研究題目】高性能窒素系化学水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】徐 強 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】徐 強、Sanjay Kumar Singh

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、高い水素含有量を持ち、燃料電池用水素源として高い可能性を持つ水和ヒドラジンに注目し、水和ヒドラジンの触媒による選択的完全分解反応で、室温という温和な温度において、制御可能な条件下で水素ガスを発生させることができることを見出した。ロジウム (Rh) ナノ粒子触媒を用いた場合、放出された水素及び窒素ガス量に基づき、ヒドラジンの完全分解反応 ($\text{H}_2\text{NNH}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2$) の選択率を計算すると、Rh ナノ粒子触媒の場合の放出ガスは1.5当量であることから、完全分解・水素生成選択率は43.8%である。ヒドラジンの部分分解・アンモニア生成反応 ($3\text{H}_2\text{NNH}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{NH}_3$) を含め全反応は $\text{H}_2\text{NNH}_2 \rightarrow 0.63\text{N}_2 + 0.88\text{H}_2 + 0.75\text{NH}_3$ となる。一方、ロジウムとニッケルの複合金属触媒を用いることにより、室温において水和ヒドラジンから選択的に水素を発生させることができることを見出した。ロジウムとニッケルの比を調整することにより、水素生成の選択率は100%に達する。水和ヒドラジンは、液体であるため移動型燃料タンクへの充填が容易であり、既存の液体燃料用供給・貯蔵インフラ設備が利用可能という大きなメリットを有する。さらに完全分解によって水素と窒素に分解するため、生成物回収・再生が不要である。

【分野名】環境・エネルギー分野、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】水素、燃料電池、複合金属触媒

【研究題目】メタゲノム及び進化工学的手法によるリグノセルロース系廃棄物の微生物分解

【研究代表者】宮崎 健太郎 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】宮崎 健太郎、

Bidyut Ranjan Mohapatra

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

リグノセルロース系のバイオマスの酵素分解の効率化を目指し、高機能β-グルコシダーゼの創出を目的に研究を行った。変異 PCR 法によりランダムに遺伝子変異を導入した好冷性細菌由来のβ-グルコシダーゼ遺伝子を pET ベクターに連結し、大腸菌内で発現させると、低温 (20-25°C) では約半数のクローンで呈色基質の分解により現れる青色コロニーの出現が確認された。このライブラリーをさらに高温の、37°C-40°Cでスクリーニングを行った。その結果、それぞれの温度で数個ずつ、やや青色を帯びたコロニーが得られた。

耐熱化を確かめるために、大腸菌内で発現させた組み換え酵素を Ni-NTA スピニングカラムで簡易精製した。こうして得た酵素の安定性を調べたところ、安定性の向上というよりも、高温での発現量が増していることが示唆された。さらに変異部位を同定するために塩基配列解析を行ったところ、いくつかの変異体はオープンリーディングフレーム内に変異が認められず、疑陽性 (ベクター領域に予期せぬ変異が生まれた可能性がある) であり、実際に変異を有するものは一種類のみであった。ただし、これについても同義置換であり、酵素そのものが耐熱化されたわけではないことが明らかとなった

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】β-グルコシダーゼ、好冷菌、進化分子工学、耐熱化、機能改変

【研究題目】機能性炭素・炭素ナノシート多孔質材料の創製と応用

【研究代表者】王 正明 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】王 正明 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

単一原子層で構成されるグラフェン層及びその積層で構成される炭素ナノシートは、有機物に対する吸着親和性が大変優れており、カーボンナノチューブのように特異な電気的・機械的特性をも有しているため、近年大変注目され始めている。本研究は、種々の特殊な幾何構造を持つ機能性有機系大分子・ポリマーをグラファイト酸化物の層間に挿入し、共有結合で炭素ナノシートの層間をリンケージすることを試みると同時に、パラジウム等の金属種、錯体種との組み合わせ方法を探究し、吸着やガス貯蔵等の分野における応用を目指す。

平成20年度において、貴金属アミン錯体を前駆体に用いれば、グラファイト酸化物の層間に前駆体が容易にイ

タカレーションされ、炭素ナノシートとパラジウムナノ粒子の複合体を簡単に合成できることが分かった。平成21年度において、更にこの方法の合成条件や合成ルートを精査し、規則構造を制御でき、高表面積を持つ複合体を合成できるように複合化構造を最適化した。その結果、pH が9以上のアルカリ条件下で一定比率以上の錯体前駆体を使用すれば、極めて大きい前駆体利用率（92%）が実現され、大きいパラジウム含有量を有する複合体を得ることができた。また、 NaBH_4 を用いる液相酸化法を適用すれば、粒子サイズ2-6nm、パラジウム含有量20wt%以上の炭素ナノシート・パラジウムナノ粒子複合体を合成できることがわかった。X線回折法、赤外/RAMAN分光法、熱重量・示差熱分析法、昇温脱離法、低温窒素吸着法、電顕解析などの手法を用いて得られた物質の構造や物性を解析し、複合体がメソポーラス構造であること、パラジウムナノ粒子が炭素ナノシートの間挟み込まれて spacer として存在することを明らかにした。水素への複合体の吸着量が従来のナノカーボン担体とするパラジウム系のそれらよりも大きく、このような特殊な複合構造を形成するグラフェンの担体としての優位性が認められた。また、グラファイト酸化物の層間と結合可能な有機反応の種類やリンケージに用いる有機化合物種についても検討し、二元型（パラジウムと白金の混合金属ナノ粒子系）でも複合体を合成できることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】グラフェン、炭素ナノシート、パラジウムナノ粒子、水素貯蔵

【研究題目】磁性ナノ粒子材料の作成とその形態制御

【研究代表者】川口 建二
(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】川口 建二、Zaneta SWIATKOWSKA
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究は、液相レーザー照射法という新規なレーザープロセスを用いて、機能材料への展開が期待出来る磁性ナノ粒子の作製と形態制御を目指すものである。昨年引き続き、鉄酸化物系を原料として研究を進めた。今年度は、原料のマグネタイトナノ粒子を主に酢酸エチル中に分散させた溶液に、紫外光である Nd:YAG レーザーの3倍波 (355nm) を照射した。その結果、照射レーザーの強度を変えるだけで、生成粒子の粒子径のみならず鉄と酸素の組成比が異なる複合ナノ粒子の生成に成功した。生成ナノ粒子は、マグネタイト (Fe_3O_4) 及び還元されたウスタイト (FeO) やセメントイト (Fe_3C)、及び金属 Fe の混合溶融粒子になっている。熱力学計算から、マグネタイトが溶融する1500°Cの高温では酢酸エチルは、水素、一酸化炭素という還元性気体と固体炭素に分解することが分かっており、溶融粒子表面での還元反応によ

るものと思われる。照射レーザーエネルギーを増加することで、粒子組成はマグネタイト→ウスタイト→セメントイト+金属 Fe と系統的に変化させることが出来る。また、ウスタイトとマグネタイトの混合粒子の磁化測定を行ったところ、明瞭な磁気交換バイアス効果が観測された。これは、反強磁性のウスタイトとフェリ磁性のマグネタイトが強い磁気相互作用を行う界面を形成していることを意味しており、ウスタイトとマグネタイトの混合ナノ粒子は、それぞれが独立したナノ粒子である混生成物では無く、強く粒子結合した二次粒子を形成していることを示している。電子顕微鏡観察では、約100nm程度の粒径を持つ球形粒子が観測されるが、この球形粒子の内部は2種類のナノ粒子の結合によって構成されているものと思われる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノ粒子、磁性、レーザープロセス、鉄酸化物、界面

【研究題目】老化と腫瘍形成におけるリン酸化反応に対するモータリンの役割

【研究代表者】ワダワ レヌー
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】ワダワ レヌー、CHEUNG, Caroline TY (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

我々がクローニングしたストレス反応性シャペロンであるモータリンは、癌抑制因子である p53機能を癌細胞中で抑制することが明らかになっている。我々はモータリンの制御、特に、p53癌抑制経路の因子との相互作用について研究を行い、モータリンと p53がミトコンドリアに共局在し、モータリンが p53の活性を阻害することにより細胞増殖と腫瘍形成能に関与することを発見してきた。さらに、過剰発現系では抗アポトーシスタンパク質である Bcl-2と Bcl-xl がモータリン及び p53の両方と相互作用し、p53を遊離させる結果、細胞の老化を引き起こすことを明らかにした。現在、Bcl-2と Bcl-xl が結合するモータリンの結合ドメインの特定を行っており、これらのデータは近い将来、論文としてまとめる予定である。

また、p53のもう一つの経路を構成している CARF の制御についても研究を行った。これまでに CARF の過剰発現は細胞の老化を誘導する一方で、CARF のノックダウンがアポトーシスを引き起こすことを明らかにしている。そこで、CARF 発現抑制によるアポトーシス誘導機構を明らかにするために、低分子干渉 RNA 法による CARF 遺伝子の発現抑制後、影響を受ける遺伝子群の同定を試みた。具体的には、p53、pRb、Ras、ATM および ATR 経路を検討した。現在、得られた知見をもとに論文を作成中である。さらに、我々は CARF 遺伝子発現抑制アデノウイルスが、新規抗癌剤

として有用である可能性を強く示唆した。また、種々の CARF 過剰発現細胞を樹立し、細胞増殖と発癌機構における CARF の機能解析も併せて行った。CARF 作用の分子メカニズムを解明するために、CARF を過剰発現させたヒト癌細胞を用いて、遺伝子発現解析を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 モータリン、老化、癌、分子メカニズム、CARF

【研究題目】 不揮発性メモリへの応用のため、静的および動的 EXAFS 法を用いた相変化材料の研究

【研究代表者】 Alexander Kolobov

(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 Alexander Kolobov

(職員1名、他1名)

【研究内容】

メモリ応用の相変化材料の実験と第一原理シミュレーションを行った。ゲルマ過剰 Ge-Sb-Te アロイの局所構造解析の為、高輝度光科学研究センター (SPring-8) において X 線吸収分光法実験を多数行った。この実験とその分析結果は、常に相変化材料に存在する局所的な歪み (ブラッグ回折に見えない) の問題に対して明確な答えを導きだした。X 線吸収分光法を用いた Ge₂Sb₂Te₅ その場結晶・アモルファス相転移サブナノ秒時間分解構造解析実験を行った。この実験の結果により、アモルファス状態が、通常考えられていた融点から急冷経路で作られたのではなく、直接個々相転移によって作られたことが分かった。英国のケンブリッジ大学と共同でシミュレーションを用いて、アモルファス Ge₂Sb₂Te₅ の局所構造は4面体対称ビルディングブロックで構成されただけでなく、ピラミッド形も存在していることを証明した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 相変化、メモリ素子、結晶-アモルファス転移、EXAFS、XANES、第一原理シミュレーション

【研究題目】 人間型ロボット動作の最適化に関する研究

【研究代表者】 吉田 英一 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 吉田 英一、Wael Suleiman

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、ロボットの運動に関する最適化理論の新規な展開を目指すとともに、これを人間型ロボットの運動に適用することにより、その運動機能と作業機能を向上させること目的とする。

平成21年度は、まず前年度に構築した最適化手法に基づく人間型ロボットの軌道に時間パラメータ決定手法に

おける制約を、パラメータに多項式表現となるように再定式化した。これにより、最適化手法の収束速度を改善した。これに加え、最適化問題が凸であることを証明し、局所最適化手法を適用することで大域的な最適解を導出できることを示し、ヒューマノイドロボット HRP-2 を用いてその有効性を証明した。次に、人間型ロボットの動的な歩行運動を信頼性高く実現するため、システム同定手法による ZMP を規範とした制御システムの性能向上に関して研究を行った。この手法は、歩行ロボットの歩行パターン生成のための倒立振り子モデルに2次システムのモデルを適用することで、単純な倒立振り子モデルに比較して安定性の高い動作が導出されることを示した。

日本人女性の平均の体格をモデルとして産総研で最近開発された HRP-4C に対してこの手法を適用し、動的に安定な歩行運動を導出した。実機による実験を行って、新たに導出した手法の有効性を確認した。さらに、HRP4-C のように、より人間に近い形態を持つロボットの自然な動作を生成するための研究を進めた。モーションキャプチャにより取得した人間の動作をヒューマノイドへの移植は、骨格構造の差異や、関節動作や安定性の制約により困難な問題となる。そこで、最適化手法を適用することでこれらの制約を満たしつつ動的に安定な動作を導出する手法を導出し、シミュレーションにより有効性を確認した。研究成果を、Humanoids2009で発表した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 最適化、時間パラメータ決定、ロボット工学、ヒューマノイド

【研究課題】 生物学的シグナル分子を担持した癌免疫療法用複合メソポーラスアジュバンド

【研究代表者】 伊藤 敦夫 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 伊藤 敦夫、李 霞、十河 友

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究の目的は、「肝癌免疫補助治療用の新規癌ワクチンアジュバント材料を創製すること」である。本年度は、マイクロウェーブ焼灼療法と併用することを前提とし、患部局所に投与可能で、さらに高い効果を有する肝癌免疫補助治療用の新規アジュバント材料を探索した。P123またはCTABをテンプレート化合物に用い、気孔径、粒子形状の異なるメソポーラス体を作製した。生物学的シグナル物質としては生体活性分子やマグネシウム塩などを用いた。リンゲル液、クリニザルツB 及びバイフィル専用炭酸水素ナトリウム補充液の混合し、37°C48時間~25°C24時間程度の条件で保持し、キャリアーとシグナル物質の複合化を行った。合成物をX線回折、SEM、化学分析で評価したところ、メソポーラスシリカ・リン酸カルシウム複合体が生成していることを確認した。メソポーラス複合体表面を-NH₂基や-SH基で表面修飾する必要

はなかった。複合体の結晶相、表面構造、化学組成、シグナル物質担持量を検討するとともに、このようにして得られたメソポーラス複合体を細胞培養液に添加し、当該培養液中でNIH3T3細胞の培養を行い、細胞毒性を評価した。以上の工程を繰り返し、 $300\ \mu\text{g/mL}$ の粒子濃度でも細胞毒性が極めて低い、メソポーラス複合体を調製することができた。メソポーラス複合体のアジュバント活性を測定する準備として、THP-1細胞によるin vitro バイオアッセイ（培養プロトコール）の確認と、予備実験を進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 肝臓がん、免疫刺激剤、シグナル分子

【研究題目】 超臨界流体を用いたリチウム電池用電極材料の革新的合成法の研究

【研究代表者】 本間 格（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 本間 格、Rangappa Dinesh
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

二次元構造の単原子層シート炭素材料であるグラフェンはカーボンナノチューブに勝る可能性に満ちた革新的なナノカーボン材料である。本研究ではグラフェンの革新的エネルギー物性開拓のため超臨界流体を用いた量産化技術の開発を行った。出発グラファイト材料を超臨界エタノールや DME 溶媒の超臨界流体中で1時間熱処理を行い生成した炭素粉末の構造と電気化学特性を評価した。グラファイトは超臨界流体処理により単原子層から約10層積層したグラフェンシートに剥離され、それらの構造と積層数の分布をラマン分光で解析した。剥離したグラフェンは1-10枚の積層したシートに分布しており、ナノサイズ厚さのグラフェンシートに分解されていることが判明した。また、AFM により剥離したグラフェンのサイズを測定した結果、約100nm レベルの横サイズを有した小片にカットされていることが判明した。これらのグラフェンの XRD、TEM 分析をした結果、グラファイトから数枚の積層したシートで剥離分解していることが推察された。リチウム貯蔵特性を評価した結果、これらのグラフェンにグラファイトと同程度のリチウムが貯蔵されることも明らかとなった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 グラフェン、炭素電極、リチウム電池電極、キャパシタ、超臨界流体

【研究題目】 非分散型溶媒抽出法による廃蛍光管からの希土類金属の回収

【研究代表者】 田中 幹也（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 田中 幹也、Basudev Swain
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

蛍光体廃棄物の塩酸浸出液からイットリウムとユーロ

ピウムを、それぞれ、分離回収するための基礎研究を行った。具体的には、従来から希土類金属の相互分離に用いられている溶媒抽出法の問題点である、多量の有機溶媒が必要であることを克服するために、中空糸モジュールを利用した含浸液膜法の適用を検討した。抽出試薬には、希土類の分離に最も一般的に使用される2-ethylhexyl phosphonic acid mono-2-ethylhexyl ester (EHPNA)を使用した。供給液中の Eu(III)と Y(III)の初期濃度は、共に 0.001kmol m^{-3} とした。供給液の塩酸濃度、逆抽出液の塩酸濃度、含浸時の EHPNA 濃度を体系的に変化させることにより、相互分離のための最適条件として、供給液塩酸濃度 0.1kmol m^{-3} 、逆抽出液塩酸濃度 4kmol m^{-3} 、EHPNA 濃度 $0.05\sim 0.1\text{kmol m}^{-3}$ を求めた。このとき、Y の初期流速は $3.2 \times 10^{-6}\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、分離係数（初期透過係数の比）は27程度であった。また、希土類金属イオンの透過機構も考察し、 4kmol m^{-3} の塩酸を逆抽出剤として用いたときは、供給液の pH が低く、EHPNA 濃度も低いときは、供給液側界面での反応が律速となり、pH および EHPNA 濃度が高くなると液膜内での拡散が律速になると思料した。さらに、液膜の耐久性も調べ、5回程度の繰り返し操作によって、含浸した抽出試薬が剥離され、透過速度が著しく低下することもわかった。本研究で得られた成果より、今後、各種の金属イオンの分離精製プロセスを提案していくにあたって、中空糸モジュールを利用した含浸液膜法は考慮すべき重要なオプションであることが認識された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 蛍光体、希土類金属、液膜抽出、ユーロピウム、イットリウム

【研究題目】 新しい水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】 徐 強（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 徐 強、Xiaojun Gu
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究では、多連結金属クラスターと大きな配位子を用いることによって、フレームワークの相互貫通を防ぐと同時に、フレームワークの剛性を高め、細孔径の大きなメソ孔金属配位高分子 (MOF) の合成に成功した。本金属配位高分子 (MOF) は、大きな表面積を持ち、さらに高い水素 (H_2)、二酸化炭素 (CO_2) 及びメタン (CH_4) の吸蔵能を有する。本研究結果は、新しい物質・エネルギー貯蔵材料や単分散金属ナノ粒子の固定化担体としての機能性メソ孔金属配位高分子 (MOF) の合成に新しい手法を提供する。さらに、メソ細孔を有する金属配位高分子 (MOF) を担体として用いて、メソ細孔内に内包・固定化した金属ナノ粒子触媒を合成した。本触媒を用いて、高い水素含有量を有し、水素貯蔵材料として有望なギ酸の選択分解反応における活性評価を行った。その結果、金属配位高分子 (MOF) 担持異種金

属複合触媒はギ酸の脱水素・水素生成反応に高い触媒活性を示すことを見出した。一方、単成分金属を担持した触媒は異種金属複合担持触媒と比べて触媒活性が低いことが明らかになった。この結果は、メソ細孔内に内包・固定化した異種金属間の協同効果を示している。

〔分野名〕 環境・エネルギー分野、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 水素、燃料電池、メソ孔金属配位高分子、触媒

〔研究題目〕 液相レーザープロセスにより調製したナノペーストを利用したマイクロパターン作製

〔研究代表者〕 越崎 直人
(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 越崎 直人、Xiangyou LI
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、今後ますます重要性が増してくるミクロン以下の精度の室温・大気圧環境下でのリソグラフィを使わない直接パターン形成技術の開発を目指した研究に取り組んでいく。レーザーマイクロクラディング法では、従来法と比較して、パターン精度や生成速度でメリットがある。本手法による更なるパターン精度向上には、ペースト中に含まれる原料粒子のサイズが最も重要な要素であり、現状の数 μm 以下の粒子が入ったペーストのナノサイズ分散粒子化が喫緊の課題である。これまでに取り組んできた液相レーザーアブレーション法(液相中に設置した固体あるいは粉体ターゲットにレーザー光を照射してナノ粒子を生成させる手法)により、ナノペーストとして期待される安定化剤フリーの金ナノ粒子などのナノペースト作製に必要となる技術をこれまでに開発してきた。そこで本年度は、ペーストとしての需要が大きい配線用材料である Au、Ag、Cu、Pt などの貴金属や C などのナノペーストの作製が可能かどうかを、液相レーザーアブレーション法により検討した。その結果、照射レーザー光のエネルギーを小さくすることでサブミクロンサイズ球状粒子が生成することを見出した。特に Cu に関しては、原料に酸化銅を用いて有機溶媒中でレーザー光を照射することにより、還元反応が起こり銅のサブミクロン粒子が生成することが明らかになった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 レーザー、パターン形成、ナノインク

〔研究題目〕 高効率フレキシブル色素増感太陽電池の作製と評価

〔研究代表者〕 南條 弘 (コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕 南條 弘、

Shanmugam Venkatachalam

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

イオンスパッター法でガラス基板と粘土膜基板上にITO膜を作製し、膜厚やアルゴン及び酸素ガスの流量がITO薄膜の構造的、光学的、電気的特性に強い影響を及ぼすことを見出した。ITO膜の堆積条件を最適化したところ、粘土膜上にITO膜を堆積させる場合のスパッターガス濃度として、Ar+3%O₂の混合ガスを選定した。ITO膜はフレキシブル粘土Clay1及びClay2膜基板に室温で堆積させた。また、比較のため、ガラス基板にもITO膜を作製した。粘土膜基板の作製は文献を参照して行った。ガラス基板に作製したITO膜は多結晶であったが、Clay1上においては一部に多結晶を含む非晶質構造であった。ITO膜の結晶性は250℃の真空下で焼き鈍しすることにより向上した。X線解析によれば、ガラス上では(400)面方位の構造が顕著に観測されたのに対し、粘土膜上では(222)面への配向がより顕著になることが分かった。このようなITO膜の優先配向特性はITOとサポナイト系粘土膜の良好な格子整合によって引き起こされたと考えられる。フレキシブル基板にコートしたITO膜の機械的、光学的、電気的特性を測定し明らかにした。ITO付きのClay2は他の基板の場合に比べて、フレキシビリティ、光透過性、透過率/抵抗比、耐熱性において優れていた。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 スパッター法、ITO膜、チタン膜、陽極酸化、多孔質化、ナノホール

〔研究題目〕 ヒューマノイドロボットのための視覚探索と物体操作に基づく能動全身動作生成

〔研究代表者〕 横井 一仁 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 横井 一仁、Claire DUNE
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

環境内の既知構造(特徴)を視覚で追跡することを基本機能として有するヒューマノイドロボットの全身動作によるビジュアル・サーボ手法を、INRIA Rennesにおいて考案された3次元エッジを特徴量として追跡するアルゴリズムに基づく3D Trackerの技術に基づき開発し、我々が保有するヒューマノイドロボットHRP-2に実装し、その有効性を検証した。歩行動作中の既知構造のトラッキング性能については、ヒューマノイドロボットが既知物体に向かって歩いて行く場合は、歩行動作に伴うカメラの揺れ等にかかわらず良好な追従性能が得られたが、既知構造と並行に歩行する場合は、歩行動作に伴うカメラの揺れが大きすぎて、既知構造が追従できないことがあった。これについては、ヒューマノイドロボットの姿勢を、カルマンフィルタを用いて推定した情報を用いることにより、性能向上を図れると予想している。

これについては次年度に実装する予定である。

また、視覚情報に基づく歩行動作の制御手法についても検討を始めている。これは、既知構造のトラッキング情報から、ヒューマノイドロボットの歩行方向のずれを検出し、それに基づきヒューマノイドの足の踏み出し位置を修正するものである。これに関する研究成果をIEEE/RSJ IROS2010に投稿した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 国際研究者交流、人間型ロボット、ビジュアル・トラッキング、ビジュアル・サーボ

〔研究題目〕 高性能水素貯蔵システムの研究

〔研究代表者〕 徐 強 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 徐 強、Hai-Long Jiang
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、温和な条件下で水素を効率よく発生することができる高水素含有量を有する化学水素化物に着目し、高機能水素発生触媒を開発することにより、高効率水素貯蔵システムの確立を目的としている。硝酸コバルト、4,4'-ビピリジン (bpy) 及び 2-アミノ-1,4-ベンゼンジカルボン酸を DMF 溶媒中で反応させることにより、多孔性金属錯体を合成した。本錯体は反応条件によって、無孔、ミクロ孔、メソ孔金属錯体間可逆的構造変換が可能であることを見出した。さらに、含浸、物理混合などの手法を用いることにより、ナノ細孔を有する多孔性金属錯体に金属ナノクラスターを固定化した。多孔性金属錯体に固定化した金属ナノクラスターは、アンモニアボランの加水分解反応に高い触媒活性を示し、室温において、効率よく水素を発生することを見出し、高効率水素貯蔵システムとしての高い可能性を示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー分野、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 水素貯蔵、金属ナノクラスター、触媒

〔研究題目〕 量子ドットマルチカラーラベリングによる間葉系幹細胞を用いたガン治療の基礎研究

〔研究代表者〕 植村 寿公

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 植村 寿公、Xiao-hui Long
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

間葉系幹細胞 (MSCs; Mesenchymal stem cells) は、骨髄などに豊富に存在し、骨、軟骨、筋肉、脂肪などに分化する多能性幹細胞であり再生医療の細胞ソースとして期待され盛んに研究されている。最近、この MSCs とがん細胞の相互作用が注目を集めている。MSCs がガン化の起こっている組織部位にホーミングし、ガン細胞

の機能を阻害するという研究報告が発表されたからである。MSCs の微小環境はガン細胞が増殖することを抑えるようなシグナルをガン細胞に発していると考えられるが、そのメカニズムは全く解明されていない。MSCs とガン細胞は細胞生物学的に類似した分化プロセスをもつため、MSCs を人体に静注することによる治療法が期待でき、ガンの臨床治療に大きく貢献する可能性を秘めている。その実現には、基礎、応用面から多角的なアプローチが必要になるが、詳細な実験モデルの確立がすべての基礎となる。そのためには本年度は以下の項目に関する研究を行った。a) ガン細胞が生体内と近い状態で培養できること (3次元培養) を目的として RWV 回転培養を用いた3次元細胞培養を行い良好な組織形成を確認した。b) MSCs、ガン細胞を識別可能な方法で標識できること。そのために量子ドットの MSCs・ガン細胞への高効率導入技術を確立した。以上の基盤技術をベースに次年度以降、メカニズム解明に進める予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 量子ドット、間葉系幹細胞、癌治療

〔研究題目〕 インパクトを含む3次元非周期・多点接触動作の実時間生成

〔研究代表者〕 吉田 英一 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 吉田 英一、Sebastien Lengagne
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、人間型ロボットのような多数の自由度を持つロボットが移動できる領域を拡張するため、必要に応じて環境との多数の点で接触してロボットの体を支え、またその接触の際のインパクトも考慮して、非周期的かつダイナミックな全身動作を高速にオンラインで生成する手法を明らかにすることを目的としている。

平成21年度は、接触を含む動作生成の高速化を実現した。具体的には、まず、各関節の動作範囲と速度の制限範囲を陽に計算せずに、動作を記述するパラメータに制約を追加することで表現した。さらに、制約を多項式で表現することで、動作中のある時間の区間でこの制約が満たされていることを保障する手法を新たに構築した。これまでの手法では、区間で離散的にサンプリングした点が制約を満たしているかのみを検証しており、これらの点の間で制約が満たされることは保障されないうえ、計算時間も非常に多くかかることが問題であったが、提案した手法によりこれを解決した。さらに、連続的な等式制約を満たす動作を生成することも可能になった。これは、今後の研究でインパクトを含む多点接触を伴う移動動作を生成するために重要な要件である。提案した手法を、ヒューマノイドロボット HRP-2による実機実験により検証した。複数の制約を満たさなければならない動的な動作として、一方の手の位置・姿勢を一定に保ち

つつ、片足で全身を支えて床面のボールを蹴る動作を取り上げた。全身の安定性を損なわずに目的とする動作を生成することができ、構築した手法の有効性が確認された。

関連する研究成果を IROS2010 に投稿し、採択された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】接触動作計画、インパクト、ロボット工学、ダイナミクス、区間解析

【研究題目】分子間の特異的相互作用を有する液晶性半導体に関する研究

【研究代表者】清水 洋 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】清水 洋 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究ではイミダゾリウム塩を骨格に含む新規イオン性液晶における電子的過程による電荷輸送及び有機太陽電池への応用を意識した、液晶の自己組織化性による階層構造形成と電荷輸送特性に関する基盤研究を行い、プリンタブルエレクトロニクス等有機エレクトロニクスのデバイス用材料の開発に資する。具体的には、前者ではスイス博士の学位研究の対象物質であったイミダゾリウム塩のイオン性液晶を飛行時間計測 (Time-Of-Flight) 法によりキャリア移動度の計測を行い、イオン性液晶における電子伝導挙動を明らかにする。これにより、移動度の異なるイオンと電子のそれぞれ固有の伝導度制御の可能性を探り、新たな電荷輸送材料の可能性を研究する。一方、後者では有機薄膜太陽電池のイノベーションに必要とされている正負両電荷の分離と輸送を効率的に担う新たな階層構造の自発的形成に液晶性半導体がどの程度対応可能かどうかを研究する。これにより新たな有機薄膜太陽電池の開発に資する材料設計コンセプトを提案するイミダゾリウム塩を骨格に含む新規イオン性液晶のスメクチック相における電荷輸送特性について飛行時間計測法 (TOF 法) によるドリフト移動度計測を行った。その結果、内在イオンが注入された電荷に対して局所的な相互作用を持ち、そのために光電流過渡波形が異常なものとなることが判明、この問題が測定用セルの電極が持つ仕事関数により解決されるかを検討しつつある。また、定常電場におけるイオン種の動きとの関係を論じるためにパルス電場の印加が可能となるよう装置改造を開始した。一方、p 型、n 型のバルクヘテロ型有機太陽電池を意識した、p 型液晶性半導体として新規に側鎖アルキル基の一部をベルフルオロ化したフタロシアンニン液晶性誘導体の合成を開始した。また、太陽電池との関係で興味深い双連続キュービック相を示す化合物についてそのキャリア移動特性の初期的知見を得た。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

【研究題目】選択溶解と陽極酸化による自己組織化チタニアナノチューブの形状制御

【研究代表者】南條 弘 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】南條 弘、Fathy M. Bayoumi (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

電気化学的な手法により、チタニアナノチューブの構造を制御する材料技術を開発することを目的とする。それによって、吸着表面積の増大や最適なバンドギャップを制御する。

フッ化物を含むイソプロピルアルコールやグリセリン中においてチタニアナノチューブ (TiNT) の作製に成功した。また、作製した多孔質構造は水溶液中よりも有機溶媒中における陽極酸化の方が制御しやすいことを見つけた。TiNT の構造は、イソプロピルアルコール中の水の含有量によって影響を受け、水の体積濃度16vol% が最適濃度であり、TiNT が一様に自己組織化された。

電解溶液を超音波振動させると、TiNT 内部に沈殿物の少ない、より均一な TiNT が形成された。グリセリン中における陽極酸化でも超音波振動下では自己組織化された TiNT が形成された。

従来、チタニアナノチューブはほとんどフッ化物を含む溶液で作製されてきたが、フッ化物は環境負荷が大きいため、脱フッ化物溶液の探索を試みた。その結果、フッ化物を含まない塩化物有機溶媒を用いて非常に高いアスペクト比のナノチューブを高速成長させることに成功した。すなわち、わずか10分の陽極酸化で長さ30 μ m に達する平均直径20nm のチタニアナノチューブが形成できた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】陽極酸化、チタニア、ナノチューブ、多孔質、比表面積

【研究題目】巨大地震断層の力学的・水理学的特性の解明

【研究代表者】金川 久一 (千葉大学)

【研究担当者】廣瀬 丈洋 (JAMSTEC)、堤 昭人 (京都大学)、高橋 美紀 (活断層・地震研究センター) (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究の目的は、南海トラフ地震発生帯掘削により得られた掘削試料および巨大地震断層 (プレート境界断層及び巨大分岐断層) 掘削試料の、原位置条件における変形実験と透水実験に基づいて、付加体内部における力学的・水理学的性質の深度変化、および巨大地震断層の力学的・水理学的性質を明らかにし、沈み込み帯における海溝型巨大地震の準備・発生過程の解明に貢献すること

である。研究開始初年度として、変形や孔隙構造等の内部構造を反映する弾性波及び弾性波速度を高速サンプリングが出来るよう機器の調整を行った。また、正確に反射波を検知するための作業手順を確立した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕南海トラフ地震発生帯掘削、孔隙構造、弾性波速度

〔研究題目〕廃油脂類を原料とした動脈静脈連携型の次世代バイオディーゼル燃料製造技術の開発と評価

〔研究代表者〕鳥羽 誠

(新燃料自動車技術研究センター)

〔研究担当者〕鳥羽 誠、葭村雄二(常勤職員2名)

〔研究内容〕

目標、研究計画、年度進捗状況

本研究では、廃油脂類からの次世代バイオディーゼル燃料化を目的として廃油脂類の水素化脱酸素処理を行い、触媒の金属種のスクリーニングによる脱酸素挙動の解明、原料油性状による影響を調べ、得られた燃料品質の評価により最適な反応条件を見出すための検討を行った。本年度の進捗状況は以下の通り。

バッチ式反応装置により反応条件の最適化を検討した。反応温度の検討では、反応温度250℃では脱酸素率が57.6%にとどまり、油脂が分解して生成した遊離脂肪酸、遊離脂肪酸が水素化されて生成したアルコールおよび両者が縮合して生成した長鎖エステルなどの中間生成物が多量に残存した。反応温度300～350℃で反応を行うと、ほぼ完全に脱酸素反応が進行した。触媒種の検討では、コバルト-モリブデン触媒は酸化安定性に劣るオレフィンが残存するため、貯蔵安定性により生成油を得るためにはニッケル-モリブデンやニッケル-タングステン触媒の方が適していることがわかった。触媒の活性劣化や触媒種の生成物組成への影響を検討するため、小スケールの固定床流通式反応装置により廃食用油の水素化脱酸素を行った。ニッケル-モリブデン触媒およびニッケル-タングステン触媒は安定した水素化脱酸素活性をしめし、80時間まで含酸素化合物残存率は0.4%以下となった。しかし、コバルト-モリブデン触媒の場合は反応時間経過とともに脱酸素活性の低下とオレフィン分の増加が見られ、バッチ式反応装置と同様の結果が得られた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕第二世代バイオディーゼル、廃油脂、水素化脱酸素

〔研究題目〕ジェノミクス技術を用いたウイルス性肝炎に対する新規診断・治療法の開発

〔研究代表者〕堀本 勝久

(生命情報工学研究センター)

〔研究担当者〕堀本 勝久(常勤職員1名)

〔研究内容〕

グラフィカル連鎖モデルに基づく統計的なネットワーク解析手法を肝硬変及び肝がん細胞において計測されたデータについて適用し、肝がん進展の要因となるネットワーク候補群を同定することで、疾患機序の解明のための実験支援を行うことを目的とした。そのために、グラフィカル連鎖モデル及び経路整合性アルゴリズムに基づくネットワーク推定法を肝がんについて計測されたデータに適用し、遺伝子間の関連性をグラフ表現する。

既開発のグラフィカル連鎖モデルに基づくネットワーク推定法を、経路整合性アルゴリズムに基づく推定法と組み合わせることで、クラスター間の関係性から遺伝子間の関係性を推定する方法に改良した。肝硬変及び肝がん細胞において計測されたデータに適用し進展要因遺伝子ネットワーク群を同定することに成功した。

従来、グラフィカル連鎖モデルに基づく推定法では定性的な進展要因遺伝子群の推定のみ可能であったが、経路整合性アルゴリズムの適用により、遺伝子群の推定が可能になった。具体的な要因遺伝子ネットワーク候補の推定により、推定結果の実験的検証が可能となり、より具体的な実験支援が実現できた。

グラフィカル連鎖モデルに基づく統計的なネットワーク解析手法を、ネットワーク表現の部分について改良し、肝がん進展の要因となるネットワーク候補群を可視化することで、さらに疾患機序の解明のための実験支援を行う予定である。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕疾患ネットワーク、遺伝子発現制御、細胞状態変化

〔研究題目〕確率推論型アルゴリズムに対するヒト胚性幹細胞試験データ適用法の標準化

〔研究代表者〕藤渕 航

(生命情報工学研究センター)

〔研究担当者〕藤渕 航(常勤職員1名)

〔研究内容〕

1) 化合物やタンパク質の構造を特徴とするサポートベクターマシンの開発

論文から GPCR タンパク質と結合する化合物を抽出しまとめた対応表を作成した。化合物の構造式から共通に存在する構造パターンを全て抜き出した。また、GPCR タンパク質からリガンド結合部位のアミノ酸配列をライメントし、重要な10～20残基長を抜き出した。この構造パターンおよびアミノ酸配列を特徴として、GPCR と化合物の対応をカーネルサポートベクターマシンで予測した。その結果、同じ GPCR に結合する化合物や同じ化合物に結合する GPCR がある程度わかっているデータで学習させた場合に GPCR と結合するテスト化合物は93%、テスト GPCR は97%もの高い精度が得られた。

さらに、結合する化合物も GPCR も全く例がないデータで学習させた場合でも72%の精度が得られた。

2) カーネル正準相関解析を利用した化合物の生体ネットワークへの影響パターンの解析法の開発

16種類の抗癌剤を3種のヒト細胞株に濃度を変えて暴露した場合のマイクロアレイデータ66枚と KEGG にあるヒトの遺伝子を含むパスウェイデータ197枚全てを用いてその相関をカーネル正準相関解析を行った。その結果、線形カーネルでは低い相関しか得られなかった。非線形カーネルとして RBF カーネルを用いると $r=0.98$ と高い相関が得られたため、これを詳細に解析した。

その結果、carmustine を含む3つのニトロソ尿素系アルキル化剤である抗癌剤が Ascorbate and aldarate metabolism と Pentose and glucuronate interconversions の2つのパスウェイと高い正の相関を示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境毒性、ES 細胞、神経発達、遺伝子発現情報、ベイジアンネットワーク、機械学習

【研究題目】 感性バイオセンサの開発

【研究代表者】 野田 和俊（環境管理技術研究部門）
（研究代表機関：九州大学）

【研究担当者】 野田 和俊、古川 聡子
（職員1名、他1名）

【研究内容】

化学物質に由来する味と匂いに関して分子と人工受容膜とのナノレベル相互作用の構築とそのメカニズム解明、さらにこの結果に基づき、味・匂いの計測を可能とする感性バイオセンサの研究、開発を行うものである。

今年度は、水晶振動子の各種金属検知膜をナノサイズ化して作成し、各匂い物質に対する基本検知特性を検討した。基本検知特性として、水、エタノール、トルエン、アセトン、アセトアルデヒド等の物質に対する検知特性評価を行った。その結果、検知原理としての物理吸着に依存するものの、表面をナノサイズ化することによって、通常の表面状態とは大きく異なる特性を見いだした。特に、金属検知膜の種類によって検知特異性があり、その物理吸着メカニズムについて検討を行った。これらの特性の違いを利用して選択性を高めることが可能であることを明らかにした。さらに、電極表面をナノサイズ化するための成膜上の諸条件（温度、時間等関数）についても検討を行い、最適な条件を見いだした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 センサ、匂い、水晶振動子、ケミカルセンサ、MEMS

【研究題目】 熔融塩および合金隔膜を用いた廃棄物からの希土類金属分離・回収プロセスの開発

発

【研究代表者】 大石 哲雄（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 大石 哲雄（常勤職員1名）

【研究内容】

希土類金属は、希土類磁石や電池の電極材料、蛍光体をはじめとして様々な産業分野に不可欠な元素であるが、資源の偏在性が高く、元素によっては埋蔵量も非常に限られているなどの理由から、将来的な安定供給が不安視されている。そのため、廃棄物からリサイクルすることが重要であるが、現状では工程内廃棄物が主な対象であり、使用済み製品からの回収は極めて限定的である。また、現行のリサイクルプロセスは上記の工程内廃棄物に特化した、あるいは非常に複雑かつ高コストなプロセスであることから、今後廃棄物の適正処理を進めて循環型社会に移行していくためには、簡便かつ効率的な希土類金属の分離・回収プロセスが不可欠である。そこで、我々は新規な希土類金属分離・回収技術として、熔融塩および合金隔膜を用いたプロセスを検討している。これは、熔融塩電解において特定の合金相内を希土類元素が高速かつ選択的に移動するという特異な現象を利用したプロセスであり、初期的な研究段階ではあるが高い分離性と処理速度を持ち、必要な電力も少ないなど優れた特性が期待される。

平成21年度は、まずこのプロセスの原理的な確認を行った。希土類金属イオンを選択透過する合金隔膜として Ni 薄膜で作成した箱状の電極をその場で希土類と合金化させたものを用い、その内側から外側に希土類金属を透過させる実験を行った。その結果、流した電気量にほぼ対応した量の希土類金属が外側に透過しており、このプロセスが原理的に実現可能であることが実験的に確認された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 希土類金属、レアメタル、リサイクル、分離、熔融塩、電解

【研究題目】 海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物プロセスとの相互作用

【研究代表者】 鈴木 昌弘（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 鈴木 昌弘・國生 照枝
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

海洋表層における生物生産性を制御する因子として、有機物や栄養塩類の分解・再無機化プロセスが重要である。これらのプロセスは各種加水分解酵素によって駆動され、海水の生物（種類・生物量）、化学（塩分）および物理（水温）パラメータの影響を顕著に受けるが、特にpHの変動は酵素の活性に著しい影響を及ぼすことが懸念されている。そこで、親生物元素を構成する主要有機化合物の分解活性についてpHの影響を検討したところ、タンパク質と脂質の分解活性が酸性化で顕著に抑制

されることがわかった。また、タンパク質やリン酸エステルの分解活性は沿岸（東京湾）から外洋（黒潮沖）にかけてpHの影響のパターンが大きく異なり、環境勾配が分解活性の支配要因のひとつであることが示唆された。その動態が環境影響を受けやすいタンパク質について、植物プランクトン由来成分の分離・同定手法を検討し、電気泳動により複数のタンパク画分の存在を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋生態系、生元素、分解酵素、pH、物質循環

【研究題目】有害物質管理・災害防止・資源回収の観点からの金属スクラップの発生・輸出状況の把握と適正管理方策

【研究代表者】和田 有司（安全科学研究部門）

【研究担当者】和田 有司、若倉 正英、和田 祐典、中島 農夫男、尾和ハイズィック 香吏、阿部 祥子、内村 紗希（常勤職員1名、他6名）

【研究内容】

中国などへ輸出されてきた金属スクラップの一部が有害物質や使用済み家電などの混入により返送される事例や経済情勢の変化によって輸出が滞り国内で行き場を失う状況が生じている。貨物船や船積み現場では火災事故が発生して、環境と災害上の問題が懸念されている。このような金属スクラップについて、発生源・品目・組成調査や火災実験などを通じて、有害物質管理・防災・資源回収の実態を解明し、適正管理方策を提示することが本研究の目的である。産総研では安全管理情報提供システムの構築を担当した。

防災の観点では、金属スクラップの火災やその他の廃棄物火災、関連する設備や工程、物質による国内外の事故事例を収集し、産総研で開発した事故分析手法 PFA によって分析し、事故の直接的な原因や人的、組織的な間接要因、事故が進展した要因の抽出を試みた。また、大きな事故に至らなかった場合にはその要因（拡大阻止要因）の抽出も試みた。さらに、安全工学や廃棄物安全の専門家の知見に基づく教訓や再発防止策を加味して事故事例を知識化し、安全管理に資することを目標とした。また、過去の金属スクラップ火災事例を総合的に分析して、リレーショナル化学災害データベース（RISCAD）にこれらの事例を取り込むための事例分類キーワードのカスタマイズを検討した。

これらの作業を通じて、金属スクラップ火災の再発防止に役立つ情報、ならびに、一般市民を含めた幅広い利用者に金属スクラップ火災に関する情報を提供するためには、安全管理情報提供システムに、安全に関する法規制、物質やプロセスの危険性情報やその評価方法、消火方法を含む安全管理手法などを収録する必要性が明らか

になった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リレーショナル化学災害データベース（RISCAD）、事故分析手法 PFA、金属スクラップ、安全管理情報提供システム、廃棄物

【研究題目】微傾斜基板を用いる III 族窒化物半導体薄膜及びヘテロ構造に関する研究

【研究代表者】沈 旭強（エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ）

【研究担当者】沈 旭強、奥村 元、清水 三聡、井手 利英（常勤職員5名）

【研究内容】

高周波、高出力、高温動作電子デバイス、特にマイクロ波高出力デバイスは次世代通信分野では非常に大きな実用価値がある。しかし、現在の材料及びプロセスがその限界に達しており、それ以上に発展させることが困難である。社会の発展ニーズに適合するためにワイドバンドギャップ半導体の利用が現在の困難を克服する鍵を握っている。ワイドバンドギャップ半導体である窒化物半導体は優れた特性を持ちながら AlGaIn/GaN のようなヘテロ構造の作製が可能であるので、近年最も注目されている分野の一つとも言える。本研究目的は、窒化物半導体材料品質改善及び電子デバイス（特に高周波、高出力、高温動作電子デバイス）実用化のために基礎研究を行うことである。研究内容として、微傾斜サファイア基板上に MBE 法および MOCVD 法による高品質な AlN と GaN 薄膜を成長する。そして AlGaIn/GaN ヘテロ構造を作製とその構造特性及び電気特性の評価を行う。今年度では、まず微傾斜基板上に成長した AlGaIn/GaN ヘテロ構造を用い、デバイスの試作と評価を行った。デバイスのゲートリーク電流が最小になる最適な基板傾斜角度条件（0.5度）を見出した。そして、新しい擬似混晶 AlGaIn/GaN ヘテロ構造を用い、電子デバイス（HFMT）の試作と評価を行った。結果として、デバイス動作中に電流クラッシュが大きく抑制できたことが分かった。また、ソース・ドレン間の最大電流密度は 800mA/mm であり、通常の HEMT と比較すると約3倍大きくなることが分かった。それはこの新しいヘテロ構造の採用でシート抵抗が飛躍的に低減できたと考えられる。研究成果を国際学会に発表した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒化物半導体、薄膜、電子デバイス、電流クラッシュ

【研究題目】液晶性半導体分子設計のためのディスコチック液晶の基礎研究

【研究代表者】清水 洋（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】清水 洋（他常勤職員1名）

〔研究内容〕

π 電子共役系を分子中心に有するディスコチック液晶では、分子が積層し形成されるカラムナー相においてアモルファスシリコンに迫る高速の電荷移動度を示すものが見出されており、液晶性半導体として近年の有機エレクトロニクス研究の一つの興味深いカテゴリーとして活発に研究されている。本研究では、中華人民共和国四川師範大学化学興材料学院趙可清教授を代表とする研究グループと共同でトリフェニレン骨格を持つ種々のディスコチック液晶について、液晶状態における水素結合等の分子間相互作用による分子揺動の変化と観測される電荷輸送特性の相関について研究を行ない、ディスコチック液晶をベースとした液晶性半導体の分子設計指針の確立に資する。日本側は中国側の合成した試料について電荷輸送特性を評価し、電荷移動度の高速化を目指した分子設計指針の確立を目指す。本年度は2年目の取り組みとして分子中に水素結合ポイントが一つ以上存在するトリフェニレンを先方から入手、電荷移動度を飛行時間計測法により評価すべく電子物性測定用に再度精製を加えたが電荷移動度を決定することが出来なかった。一方、新たな系として通常6本以上必要な長鎖が3本でカラムナー液晶性を示すトルキセン誘導体が先方で見いだされ、その電荷移動度を計測したところアモルファスシリコンに迫る高速電荷輸送液晶であることが判った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

〔研究題目〕 ダイヤモンド製バイオナノ針を用いたDNAの輸送

〔研究代表者〕 藤森 直治

(ダイヤモンド研究センター)

〔研究担当者〕 上塚 洋

(ダイヤモンド研究センター)

〔研究内容〕

ダイヤモンドのバイオ応用の一つとして、DNA等の生体物質搬送をダイヤモンドナノ針で行うことを想定し、その基礎的な検討を行った。本プロジェクトは日仏の研究交流事業の一つとして行われ、フランスのCEA (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE: 原子力研究所) とこの分野での情報交換と研究者の相互訪問を進めた。研究課題としては、ダイヤモンド表面への生体物質固定技術の進化を取り上げ、CAEと連絡を取りながら研究を行った。特に当センターで開発したダイヤモンド上への生体物質固定技術を先方でも実現するために、CEAの研究者2名が当方に3週間来訪して技術習得を行った。また、当方から1名がCEAへ出向して、問題点の解決のための検討を行った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ダイヤモンド、バイオ、生体物質

〔研究題目〕 多孔質媒体中におけるガスハイドレートの自己保存効果

〔研究代表者〕 竹谷 敏 (計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 竹谷 敏、後藤 義人 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

実環境下におけるガスハイドレートの安定性を理解するうえで重要な、細孔内でのガスハイドレートの自己保存性に関し、モスクワ大学の研究グループと共同で、機構の解明に取り組んでいる。今年度は、各種測定手法に適応可能なガスハイドレート試料の作成方法を検討し、土壌粒子を模した均一粒子径で各種サイズのシリカビーズ (サブミクロン～数百ミクロン径) 中にメタンハイドレートを生成することに成功した。さらに、粉末 X 線回折および熱量測定手法による細孔中のガスハイドレートの測定手法の最適化を行った。

X 線回折測定に関し、粉末 X 線回折の高速測定による時間分割測定で、温度変化により結晶が相転移・組成変化する過程のその場観察測定に取り組んだ。氷点下温度のハイドレートの成長・分解では、氷・ガスハイドレート結晶中へのガスの吸収・放出量から成長・分解速度やその存在を見積もる一般的な方法では情報が間接的なため、仮定する結晶構造モデル、結晶化率等に依存し、成長・分解現象の解析が困難である。今年度の研究により、X 線回折法でシリカビーズ細孔中に共存する様々な結晶相の体積比率を定量的に求めることを可能にした。

熱量測定に関し、任意の温度圧力条件下での解離熱および比熱を求めるため、保有の装置で使用する熱量測定専用耐圧容器に接続するガス配管システムを構築し、各種ガス雰囲気での測定を可能にした。さらに、試料形状および測定条件を最適化することにより、これまでに実施してきた土壌等の不純物を含まないガスハイドレートのための試料に関する測定データとの比較検討が可能となった。また、分解時のガス放出による系内の圧力上昇を保有の高精度圧力測定システムでとらえ、熱量データと合わせることで、より詳細な現象の解釈が可能となった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ガスハイドレート、自己保存効果、X 線回折、熱量測定

〔研究題目〕 酸化物界面での電子相転移の制御を用いた新概念の酸化物エレクトロニクスの研究

〔研究代表者〕 井上 公 (エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 井上 公、伊藤 利充、富岡 泰秀
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本研究は「強相関電子系」と呼ばれる遷移金属の酸化物が研究対象です。通常の金属や半導体や絶縁体中では、電子は波として振る舞っているのですが、この酸化物中

においては、電子が波としての性質だけでなく、粒子としての性質も示します。すると様々な面白い相転移が出現します。これを電界で制御できれば、現在の半導体では不可能な新概念のエレクトロニクスが生まれ出されるでしょう。その基礎を作るのがこの研究の目標です。

今年度は、シンガポールから大学院生が来日し、無機と有機のハイブリッドゲート絶縁膜を開発する研究に取り組みました。これを介して強相関の遷移金属酸化物に電界を印加し、相転移を引き起こすというのが二年間の計画です。今年度で、遷移金属酸化物の表面に電界のみで $10^{13}/\text{cm}^2$ ものキャリアを誘起するという事に成功しました。これは相転移を引き起こすのに十分な量です。試しに SrTiO_3 単結晶をチャンネルに用いた FET にこの新型ゲート絶縁膜を用いたところ、室温で $10\text{Vs}/\text{cm}^2$ を超える移動度を得られることもわかりました。非常に驚くべき数値であり、特許出願中です。

さらに Sr_2IrO_4 などといった電界効果でキャリアドープして物性変化を見るのに適した単結晶の作製をすすめ、その切りだし面を原子スケールでフラットにするための研究を行いました。3月の日本物理学会で研究の成果を発表しました。来年度後半にはシンガポールにて極低温での実験を開始します。研究の進捗状況は順調です。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 強相関電子系、遷移金属酸化物、相転移、電界効果、ハイブリッドゲート絶縁膜

【研究題目】 3次元画像情報に基づく看護教育支援のためのヒューマンセンシング

【研究代表者】 依田 育士 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 依田 育士、大西 正輝、佐藤 雄隆、小林 匠、坂上 勝彦、細谷 大輔、佐藤 信彦 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

本研究は、ライフイノベーションにおける医療の質を向上させるために、英国キングストン大学工学部・健康科学部と共に、3次元画像情報を利用した看護教育支援の手法に関して2年計画の国際共同研究を実施するものである。具体的には、健康科学部の基礎看護実習において実施されているロールプレイング実習において、個々の学生ごとに看護スキルのきめ細かな指導を支援するために、3次元画像情報を用いた学生の移動軌跡情報の解析技術を開発する。対象となる実習授業は、よりリアルな看護実習を実施するために、6台のベッドが置かれた看護実習室内において、異なる6人の患者に対して複数の看護師が同時並行的にケアするという状況で指導が行われている。そのため、複数の講師が見ても、細かい状況認識や指導が難しい環境である。このような状況に対して、3次元ステレオビジョンを利用することで、学生の移動軌跡を自動取得し、さらには行為に抜け落ちがないかなどを自動で認識し報告することで、よりきめ

細やかな指導を支援することが可能かを検討している。産業技術総合研究所では3次元ビジョン技術を担当し、キングストン大学は看護教育方法と2次元画像処理を担当する。2年計画の最終年度(半年間)である平成21年度は、昨年度取得した個人のジェスチャーデータの詳細な動きを分析して、その結果を持って英国キングストン大学を訪問・滞在し、看護側、画像工学側双方の研究者と議論を行った。そして、一昨年度行った部屋全体のマクロな動きと、ミクロな動き双方を含む2年間のフィジビリティ研究をとりまとめた。マクロな動きに関しては現状で取得可能な個人動線に対し、患者との関係(意味付け)を加えることが重要課題であることがわかった。また、ミクロな動きに関しては、車いすからベッドに移動する移乗と呼ばれるような体幹の動きが重要な動作に関しては、ジェスチャー認識による動きデータが、その教示に有効であることが判明した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 看護教育実習、3次元動線解析、ステレオビジョン、画像処理

【研究題目】 メソポーラスゼオライトの触媒への応用

【研究代表者】 藤原 正浩

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 藤原 正浩 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ゼオライト等のマイクロ細孔材料は、石油化学や化成品合成の工業用触媒として実用化されているが、1nm以下の狭い細孔内では、触媒反応の原料基質や反応生成物の拡散が著しく抑制され、反応速度が遅くなるという欠点もある。そのため、ゼオライトのマトリックス内に物質拡散を容易にするメソポーラス部分が共存する材料の創出が求められている。産業技術総合研究所では、シリカの生成と有機ポリマーの重合とを同時に行わせることによる有機無機ナノ複合体の合成に携わっており、この手法によってシリカとエポキシ樹脂のナノ複合体が合成できることをすでに見いだしていた。本研究では、この知見・技術を元に、メソ細孔を有するゼオライト材料の創出と高活性触媒化に関して、日本側は主に材料の合成、インド側は材料の触媒活性を評価するという共同研究体制で行なった。

平成21年度では、上述の方法で合成したシリカ・アルミナ/エポキシ樹脂ナノ複合体をアンモニウム塩存在下のアルカリ性条件で水熱処理を行うと、非晶質であったシリカ・アルミナ成分が MFI 型のゼオライト構造へと相転移した。一方、エポキシ樹脂部も水溶液中で相分離を起こした。アンモニウム塩とエポキシ樹脂部を焼成処理により取り除くと、除去された部分にメソ細孔が現出した。得られたメソ細孔の分布は10nm~80nm程度であり、触媒反応の基質分子や生成物分子等を効率良く拡散させるに十分なものであった。こうして得られたメソ

ポーラスゼオライトは、フリーデルクラフト反応に対し、メソ細孔を持たないゼオライト材料と比較して十分に高い触媒活性を持っていた。

〔分野名〕 ナノテクノロジー

〔キーワード〕 ゼオライト、メソポーラス材料、有機無機複合材料、ゾルーゲル反応

〔研究題目〕 印日高温環境からの環境ゲノミクス手法による新規糖代謝関連遺伝子の単離と応用

〔研究代表者〕 川崎 隆史
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 川崎 隆史、宮崎 健太郎、藤森 一浩
(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

インド研究者と、お互いの特色を発揮した交流により、環境微生物に関し、個々に新規の発見を目指すと共に、情報交換や技術的協力などを通じた持続的ネットワークの形成を目指す。本共同研究を遂行するインド・日本の研究者は、環境中に存在する糖代謝に関連する新規有用酵素の単離と応用に興味を有している。インドの研究者は、環境中の微生物に関する培養や酵素活性による検出を得意としている。一方、日本の参加研究者は環境ゲノミクス手法による新規有用遺伝子の単離を得意としている。そこで、互いが得意としている分野間の交流を図るために本年度の本共同研究を実施した。

本共同研究の目的である新規有用酵素の両国高温環境からの単離について、まず、インド側研究者が来日し、研究交流及び学術交流に努めた。その際、環境から難培養性微生物が有する有用遺伝子を効率的に単離する手法であるメタゲノミクス手法及び関連する手法・手技についての実際の応用に取り組んだ。その中で、宮崎県・霧島地区、栗の岳温泉でのサンプリングを行った。その後、各環境サンプルから核酸の抽出を行い、環境ライブラリーの構築を行った。今後、このライブラリーを用いてスターチ（澱粉）分解に関与する既知遺伝子と相同性の有る有用遺伝子の単離に取り組む予定である。また、インド側研究代表者が来日し、研究交流を行った。セミナーも開催され、多くの研究交流が行われた。さらに、極限環境微生物研究に携わっている研究者の多い、九州大学大学院農学研究科においてもセミナーを開催するなど数多くの有意義な研究交流を行うことができ、日本とインドの大きな研究交流となった。

日本側研究者も、インド研究代表者が在籍する Dehli 大学南キャンパスを訪問し、環境中に存在する糖代謝に関連する新規有用酵素の単離と応用についての今後の取り組みについて意見交換を行った。またその間、研究室の博士研究員・大学院生と数多くのディスカッションを行うことで、研究交流に取り組んだ。

また、Dehli 大学・生化学教室で、セミナーが開催さ

れ、多くの大学スタッフ研究者との交流も生まれた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 環境微生物、糖代謝、新規有用酵素

〔研究題目〕 持続的社会的のための感性価値を創造する情報通信・ロボティクス技術

〔研究代表者〕 柴田 崇徳 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 柴田 崇徳 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、日本学術振興会 (JSPS) と Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) による日韓共同セミナーを通して、日韓の研究者が関連分野の情報収集、意見交換を行うことを目的とした。日韓セミナー参加者は、ロボットやコミュニケーション分野の専門家であり、日本側の参加者は、主にライフイノベーションに関する基礎研究から実用的なシステムについて発表した。韓国側の参加者は、実用的なサービスロボットのシステムやサービスロボットとネットワーク・システムに関する機能的な技術について発表した。

日韓セミナーと同時期に、関連分野のイベントとして、各種のロボットが展示されるジャパン・ロボット・フェスティバル、および人とロボットのインタラクティブ・コミュニケーションに関する IEEE RO-MAN 国際会議が併催されたため、ロボットの見学を行い、これらイベントの参加者とも交流し、関連分野の情報収集、意見交換、さらには、日本と韓国の交流を深めた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ロボット、コミュニケーション

〔研究題目〕 広帯域観測データの精密解析に基づくゆっくり地震の物理過程解明

〔研究代表者〕 今西 和俊

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 井出 哲 (東京大学)、
廣瀬 仁 (防災科学技術研究所)、
今西 和俊 (常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

近年発見されたゆっくり地震の性質を明らかにするためには、地震データから地殻変動データまで含めた総合的な解析が必要である。本研究課題では地震データと地殻変動データを統合的に分析するために広帯域地震計を用いた臨時観測を東海地域で開始した。今年度は、昨年度設置を終えた広帯域地震計のデータの蓄積を行うとともに、データ品質チェックを含めた予備的な処理に着手したところである。なお、本研究課題は、科学研究費補助金・基盤研究 (B) (研究代表者・井出哲 (東京大学)) の研究分担者として行っている課題である。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 広帯域地震計、ゆっくり地震、臨時観測

〔研究題目〕 地下構造推定のための微動アレイ探査法の実用性向上

〔研究代表者〕 多田 卓
(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 多田 卓、長 郁夫、
篠崎 祐三 (東京理科大学)
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

常時微動とは、地震等が起きていないときにも常時発生している、人体に感じられないほど微小な地盤の揺れのことをいう。地表面で常時微動を計測することにより、地下の地盤構造を非破壊的に推定する諸手法を総称して、微動探査法と呼ぶ。本研究では今年度、微動探査の有力手法の一つである空間自己相関法 (SPAC 法) に着想を得て、ラブ波と呼ばれる表面波の位相速度を簡便に推定することのできる画期的な手法を新規開発し、SPAC+L法と命名した。また、SPAC法の基礎の上に本研究でこれまでに開発してきた種々の新規手法を全部ひとまとめにして、汎用性の高い微動解析用ソフトウェア・パッケージを作成し、学界内での普及に努めた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 物理探査、地盤、常時微動、アレイ観測、表面波、レイリー波、ラブ波

〔研究題目〕 くも膜下出血後の脳血管れん縮における脂質過酸化と PAF アセチルヒドロラーゼの関与

〔研究代表者〕 吉田 康一 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 吉田 康一、赤澤 陽子、七里 元督
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

くも膜下出血患者において、出血後に生じる脳血管れん縮は患者の予後を左右することがよく知られている。出血後に脳血管がれん縮することで抹消への血流が途絶え、脳梗塞を生じることになる。このれん縮を早期に診断し早期に治療することが可能になれば、くも膜下出血患者の予後を改善することが期待される。しかしながら、この血管れん縮の発症機序に関しては解明されておらず、また、発症を予見できるようなバイオマーカーが未だに開発されていない。そこで本研究ではくも膜下出血後の脳血管れん縮の原因解明のため、「くも膜下出血後に髄液中に漏出する脂質酸化生成物が血管れん縮を誘導する」という仮説のもと、脳脊髄液中の脂質酸化生成物 (網羅的ヒドロキシリノール酸、網羅的ヒドロキシコレステロールなど)、platelet-activating factor (PAF) および PAF acetylhydrolase (PAF-AH) の活性を測定し、臨床経過との関連性を検討した。

くも膜下出血患者の髄液を測定した結果、脳血管れん縮を生じた患者では、それを生じなかった患者に比べ、髄液中の脂質酸化生成物が増加していることを認めた。

くも膜下出血後の脳血管れん縮の早期発見、予防に関する重要な知見を得ることが出来た。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 くも膜下出血、バイオマーカー、酸化ストレス、脂質過酸化物

〔研究題目〕 中央構造線の連続コアによる断層帯内部構造解析

〔研究代表者〕 重松 紀生
(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 藤本 光一郎 (東京学芸大学)、
重松 紀生、高橋 美紀、
ウォリス サイモン (名古屋大学)
(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

コアの基本記載作業に基づく断層帯内部構造の正確な把握はほぼ完了するとともに、コア中の断層岩が被った古応力を求めることで、中央構造線の変形履歴を明らかにした。また X 線粉末による変質鉱物解析と古応力解析を合わせることで、中央構造線が 300°C 付近の脆性-塑性遷移通過時の熱水活動を被った後、断層と熱水の活動中心が、現在の中央構造線から離れた場所に移動したことを明らかにした。

また、断層深部の物性と歪集中や内陸大地震発生とのかかわりを解明に向け、断層の歪集中に伴う剪断発熱の痕跡を検証するための、炭質物のラマン分光法による解析、および脆性-塑性遷移条件付近での歪集中過程を明らかにするための、マイロナイト中の石英の結晶定向配列を SEM-EBSD による解析、歪集中に伴う物質移動を明らかにするための全岩分析を開始した。

断層深部の歪集中過程を観測によりとらえるための基礎研究としての弾性波測定については、測定システムは一応完成したが、細かい調整はまだ必要である。一方、上記記載により中央構造線周囲の断層岩は異なる変形を何度も経験しており、仮に弾性波速度が測定できたとしてもこれが、断層深部の歪過過程を観測によりとらえるための基礎研究になるかには疑問があり、今後の方策の検討が必要である。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 中央構造線、断層帯内部構造、柱状図、変形の重複、変形条件

〔研究題目〕 地震サイクルを考慮した想定地震シナリオの予測方法の研究

〔研究代表者〕 関口 春子 (京都大学防災研究所)

〔研究担当者〕 関口 春子 (京都大学防災研究所)、
加瀬 祐子 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、地震学的知見をベースに地震時の動的破壊と非地震期間の断層載荷過程を組み合わせた数値シミュ

ュレーションシステムを開発し、地質学的調査・物理探査から得られる活断層の活動履歴データを拘束条件として、断層固有の地震サイクルモデルを構築する。今年度は、震源パラメータの不均質モデルの改良方針の検討と導入試験を行った。すべり量の確率分布にはコーシー分布、空間自己相関性としては $k-2$ に近い波数スペクトル分布をモデルに導入した。また、動的応力降下量と破壊強度の相関性について、過去の動力学的な震源モデリング研究のレビューをした結果、それぞれのピーク位置が相補的となっている例が多いものの、ピークの位置が重なる例や関係性が見いだせない例もあり、更なる検討が必要と考えられる。

【分野名】地質

【キーワード】地震サイクル、地震シナリオ、活動履歴、動力学、数値シミュレーション

【研究題目】ボアホール検層による破砕帯のキャラクタリゼーションの研究

【研究代表者】桑原 保人

(活断層・地震研究センター)

【研究担当者】Fabian Wenzlau (JSPS サマー・プログラムフェロー)、桑原 保人 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究は、日本学術振興会 (JSPS) のサマー・プログラム制度により、断層等の破砕帯の水理特性のキャラクタリゼーション手法を開発することを目的として、6月末から8月までの期間実施した。ここでは、破砕帯を有する岩盤内に孔井を掘削し、弾性波の実体波が破砕帯を通過した時に発生するチューブ波と呼ばれる波動に着目し、この波動の発生を数値シミュレーションし、波動場と破砕帯の水理特性の関係を明らかにすることを目標とした。Wenzlau & Muller (2009) による、空隙を有する弾性体物質の直角座標系での弾性波動場の差分法プログラムをもとに、円筒座標系で定式化し直し、計算プログラムを開発した。本プログラムにより、破砕帯でのチューブ波の発生と、チューブ波の強い速度分散が確認できた。本計算プログラムは、現状では、計算能力の問題で数 kHz 程度の音波検層に適用可能と考える。

【分野名】地質

【キーワード】チューブ波、ポロエラスティック、破砕帯、波動方程式

【研究題目】メガデルタ監視技術に関するアジアにおけるネットワーク構築と人材育成

【研究代表者】齋藤 文紀 (地質情報研究部門)

【研究担当者】齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、田中 明子、船引 彩子、山本 政一郎、松本 弾、佐藤 智之 (地質情報研究部門)、

金井 豊 (地圏資源環境研究部門)

(常勤職員6名、他4名)

【研究内容】

アジアに数多く分布するメガデルタ (巨大デルタ) の環境保全や人材育成を目的として、日本、中国、ベトナム、タイの4ヶ国が参画し本課題を遂行している。各国の拠点機関は、日本が産業技術総合研究所、中国が中国海洋大学、ベトナムがベトナム科学技術院海洋環境資源研究所、タイがチュラロンコン大学である。平成21年度は、11月1日から11月6日にタイのバンコクとパタヤで、デルタの沿岸侵食に関するセミナーを実施した。同セミナーは CCOP-DelSEA プロジェクトのセミナーと共同で開催し、11ヶ国から36名が参加した。また12月20日から12月22日に上海の華東師範大学において、デルタと海水準変動に関するセミナーを実施し、中国国内の9つの機関から約60名が参加した。これらに加えて、人材育成と共同研究を兼ねて、中国から3名、ベトナムから3名の研究者を約1~3週間産業技術総合研究所に招聘した。

中国との共同研究では、黄河デルタ、長江デルタ、黄海西部を対象に、第四紀後期の環境変遷、デルタへの人間活動の影響、近年のデルタの変化の検知とその要因の解析などの研究を行った。これらの成果については国際学術誌に投稿した。ベトナムとの共同研究では、紅河デルタの完新世における変遷、ホアビンダム運用による土砂運搬量の変化と海岸線の変化、メコンデルタの近年の海岸線の変化と完新世の変遷などの研究を行った。タイのチャオプラヤデルタでは、デルタの沿岸侵食評価と対策に貢献するため、堆積と侵食のモニタリング結果と数値解析結果を総合的に解析し、沿岸侵食の機構を明らかにして国際学術誌に投稿した。日本の雲出川デルタの完新世における変遷をとりまとめて国内学会誌に投稿した。

【分野名】地質

【キーワード】アジア、デルタ、環境変動、監視技術、沿岸侵食

【研究課題】骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発

【研究代表者】中川 誠司 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】中川 誠司、伊藤 一仁、籠宮 隆之、大久保 裕子、神原文、飯塚 雅代 (常勤職員1名、他5名)

【研究内容】

従来の補聴器を使用しても聴覚を回復することができない重度難聴者は、日本国内に約85000人存在するといわれている。重度難聴者に残された聴力回復のための唯一の手段は人工内耳であるが、皮下への埋め込みを必要とするうえ、必ずしも十分な性能を有しているとは言えない。一方、骨導 (骨伝導) にて呈示された周波数20 kHz 以上の高周波音 (骨導超音波) であれば、聴覚健全者はもとより、重度感音性難聴者であっても知覚する

ことができる。本研究では、骨導超音波知覚を利用した重度難聴者用の新型補聴器（骨導超音波補聴器）に実用的な性能を持たせることを目的として、各部の最適化や、安全基準・適用基準策定のためのメカニズムの解明に取り組んだ。

骨導超音波補聴器による音声知覚特性を詳細に調べ、分節音のみならず話者情報・発話意図といったパラ言語情報の伝達においても実用的な性能を有すること、人工内耳にくらべて正確な情報伝達が可能であることを明らかにした。変調方式として Transposed-AM 方式を導入し、聞き心地の改善および2ch 化した場合の音像定位能の向上に有用であることを見いだした。また、重度難聴者を対象とした長期モニタリングを実施し、実生活場面においても有用な補聴効果および耳鳴遮蔽効果があることを確認した。なお、重度難聴者からは遅発性聴覚剥奪の防止、読話補助という点での有用性も高いという意見等が寄せられた。さらに、骨導音のラウドネス特性や頭部振動特性の推定に取り組み、工業標準策定に向けた基礎データを得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 重度難聴、補聴器、骨導超音波、明瞭度

【研究題目】 蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リスク管理への応用

【研究代表者】 野田 尚宏（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 野田 尚宏、関口 勇地
（常勤職員2名）

【研究内容】

微生物の産業利用においては利用しようとする微生物の挙動を追跡し、その安全性評価・リスク管理を行うことが極めて重要である。本研究では微生物の挙動を迅速・簡便・ハイスループットに解析できる新規遺伝子定量技術（Alternately Binding probe Competitive : ABC法）の開発を行った。

Helicase-dependent amplification (HDA) 法とは、PCR のように2つのプライマーを使用し、helicase の活性を用いて2本鎖核酸の解離を行い、等温増幅を行うというシステムであり、次世代の等温増幅法として注目を集めている。HDA 法での簡便で定量的な遺伝子検出法の確立を目指して、ABC 法と HDA 法を組み合わせた ABC-HDA 法の開発を行った。

ABC-HDA 法、Real-time PCR 法の両手法を用いてノロウイルスゲノムの中で最も高度に保存された領域を標的とし、遺伝子定量を行った。さらに、環境中におけるノロウイルスの定量を模擬するため、池の水に添加した標的を ABC-HDA 法を用いて定量し、Real-time PCR 法による定量結果と比較した。HDA 法により、標的配列であるノロウイルスゲノムを10 copies より増幅することが可能であった。また、ABC-HDA 法を用い

ることによって、標的配列 10^{-10} copies の範囲において、相関係数0.999の検量線を作成することが可能であった。さらに、産総研内の池より採取した環境水に添加した標的配列を ABC-HDA 法、Real-time PCR 法で定量した結果、両者は同等の精度・再現性を持つことが示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物産業利用、環境微生物、遺伝子定量、DNA

【研究題目】 モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを用いた光周波数計の開発

【研究代表者】 稲場 肇（計測標準研究部門）

【研究担当者】 稲場 肇、中嶋 善晶
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

波長多重通信の基準波長や、製造業で重要な長さの基準としての波長(周波数)安定化レーザの周波数校正の労力を軽減するべく、正確かつ小型な「光周波数計」を開発する。

平成20年度までに、①長期連続稼働が可能な光コムシステムを用いた波長633nm ヨウ素安定化ヘリウムネオンレーザ（精密測長用途）および波長1.5 μ m 帯アセチレン安定化レーザ（光通信用途）の測定、②豪州国立計測研究所へファイバコムを輸送して比較実験を実行し、日豪両国の周波数測定能力を確認すると共に、開発したファイバコムの堅牢性と可搬性の実証、③光パルス増幅における光周波数計測に最適な入射チャープ量の発見、④光周波数計の小型化に必須の条件であった「CEO モジュール」の開発、⑤光周波数計を産総研に輸送し、産総研の光コムとの比較計測を行うことにより、最終目的に十分な13桁の分解能を持つことの確認、といった成果が得られている。平成21年度、産総研により開発された「光周波数コム装置」は経済産業省により長さの国家標準（特定標準器）として告示を受け、jcss 校正サービスを開始することができた。また、これまでのモード同期ファイバレーザ製作のノウハウの蓄積に加え、電気光学変調器を利用した高速制御型光周波数コム装置の開発に成功し、ミリヘルツ級相対線幅を実現した。

【分野名】 標準・計測、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 モード同期ファイバレーザ、光周波数コム、光周波数計

【研究題目】 運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製

【研究代表者】 寺崎 正（生産計測技術研究センター）

【研究担当者】 寺崎 正、山田浩志、徐 超男
（常勤職員3名）

【研究内容】

本提案では、力を光に変換する応力発光体を光源として使用し、環境・衛生分野で既に実績を持つ酸化チタン等の光触媒を、上記の発光で駆動させる力学駆動型光触媒システムの創生を目指した。

本年度の計画は、系の最適化による高効率化・実用化の観点、研究期間の観点から、基本的には前年21年度と同様の4課題に関して検討した。特に、最も効率の良い材料系に絞り最適化を行なうこと、大量合成の結論を得ること、次に繋がる実用・実効性に向けた情報（キラーアプリなど）を得ること、に研究の重心を移動させることを計画していた。

①大量合成法の検討：前年同様、実験室レベルにおいてスケールアップさせた合成品に関しては安定的な供給が可能である。しかし、工業的に連続的な焼成に関しては、雰囲気、温度条件の均一性の観点から、現時点では難しいという結論に至っており、その点に変更はない。

②紫外（～青色）発光性応力発光体の開発：耐久性、発光色の観点から検討を行ったところ、 $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu, Dy}$ において目視可能な応力発光（560nm）を得ることに成功し、その特性評価を行った。

③近接固定化：酸化チタンに対する発光色の最適化として、これまでの緑色応力発光体（ $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ ）だけでなく、青色（ $\text{CaYAl}_3\text{O}_7:\text{Eu}$ ）、紫外（ $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{HoCe}$ ）発光型（応力発光体本予算で開発）と酸化チタン光触媒（MPT623）の複合体作製に成功した。

④システムの評価：本システムのキラーアプリを考えた場合、光が届かない生体内部での利用がある。しかし、その為には、生体にとって非破壊・非侵襲刺激に対して発光する事、更には本システムが駆動することを確認することが必要である。そこで上記の力学刺激として、超音波（37kHz）を利用し、発光評価を行ったところ、超音波出力に応じた発光を示すことが明らかになった。応力発光粒子のサイズは10nm～10 μm と制御可能な事を考慮すると、応力発光体は、例え生体の中であっても持ちこめて使用可能な“ユビキタス光源”になると言える。更に、青色応力発光体（ $\text{CaYAl}_3\text{O}_7:\text{Eu}$ ）が、生体イメージングに使用する蛍光色素に対する励起光源として機能することを実証した。このことは、本システムとも共通する「応力発光体」の光源としての利用が可能であることを示唆している。

また、③で作製した応力発光体－酸化チタン複合体に関して性能評価を行った所、超音波照射に伴った応力発光を誘起することで、色素の退色が可能であることを見出した。このことは、本プロジェクトで目標としていた、運動を検知して駆動可能な光触媒システムの駆動を実現した結果と考えている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】応力発光体、ユビキタス光源、光触媒、

【研究題目】カルコパイライト型半導体による Cd フリー蛍光標識の開発

【研究代表者】上原 雅人

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】上原 雅人（常勤職員1名）

【研究内容】

半導体ナノ粒子は、退色性、蛍光強度、単色励起多色発光など、ライフサイエンスにおける蛍光標識として、優位な特性を有している。しかし、市販の半導体標識は、RoHS等の法規制の対象である Cd を含んでおり、生産および取り扱いに難点がある。我々は、これまでに Cd を含まない半導体として、カルコパイライト型蛍光ナノ粒子の合成に成功した。本研究では、同材料による蛍光標識の開発を目的とし、他の材料との複合化による発光強度（蛍光量子収率）の向上を図る。

本年度は、量子収率向上を目的とした複合化技術の確立と、蛍光標識化に向けた、化学的安定性の向上および生体適合性の付与のための表面構造改質法の最適化を行った。表面構造改質については現在も調査中である。一方、複合化技術については、ZnS との複合化を調査した結果、良質な ZnS ナノ粒子の合成が可能となり、今後の高品質化が期待できるようになった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノ粒子、蛍光体、半導体

【研究題目】金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製

【研究代表者】川本 徹（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】川本 徹、田中 寿、渡邊 浩、

大村 彩子、石崎 学、栗原 正人、

西島 史夫、木村 悠二、福島 千賀子

（常勤職員2名、他7名）

【研究内容】

金属錯体、特にプルシアンブルー型錯体ナノ粒子のエレクトロクロミック特性を利用し、液体電解質を具備する表示装置、調光装置の開発を実施した。プルシアンブルー型錯体 $\text{M}_x[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y$ は、光学、磁性、電気化学などに外部刺激応答性を示し、興味深い物質である。我々の中でも、安定な顔料として知られる、プルシアンブルー（PB $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ）のエレクトロクロミック特性に注目し、そのデバイス化の検討を行っている。我々は、バルクの PB に表面処理を行いナノ粒子化し、水に安定に分散させることで、安全性やコスト面で大きなメリットがある水溶性インクを作製し、それらを塗布や印刷に利用することにより、簡便・安価にこれまでにない機能を実現すべく、研究を進めた。

今年度は特に、水分散プルシアンブルー（PB）ナノ粒子に、チタニア顔料を混合したゲル電解質を組み合わせ、地が白色となる電子ペーパー素子を開発した。この

電子ペーパー素子は、白色コピー用紙と同等の反射率を示し、50万回の繰り返しに対しても劣化しない。また、 $M=Zn$ のナノ粒子合成にも成功した。これは、 K イオンの出し入れによる色変化が小さく、 PB ナノ粒子と組み合わせ、対極として利用することにより、より透明度の高い調光ガラスの製造が可能となる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金属錯体、ナノ粒子、エレクトロクロミック、電気化学、スピコート

【研究題目】 調光ミラー複層ガラスの省エネルギー効果の評価手法の開発、及び省エネルギー効果を最大にするように光学特性を最適化した調光ミラーの作製

【研究代表者】 山田 保誠

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 山田 保誠 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、スウェーデン・ウプサラ大学と国際共同研究を行うことで、透明な状態と鏡の状態を自由にスイッチングすることのできる「調光ミラー」を用いた複層ガラスの省エネルギー効果を評価する技術を開発する。

本年度の成果は以下の通りである。

① 透明時にほぼ無色化でき、且つ可視光透過率の高い調光ミラーの開発

$Mg-Ca$ 合金を用いた調光ミラーに関する基礎的なデータをもとに、 Ca 組成が調光ミラーの光学特性及びスイッチング特性に与える影響を調べ、① JIS Z8701記載の D65標準光を用いた際の透明時における透過光の xy 色度図上の xy 座標が、 $0.3 < x < 0.33$ 、 $0.3 < y < 0.35$ の間に入り、さらに、② 可視光透過率50%以上の調光ミラーを開発した。

② 調光ミラーのスイッチングメカニズムの解明

調光ミラーが金属状態から透明状態（水素化過程）、透明状態から金属状態（脱水素化過程）にスイッチングする過程を分光エリプソメータで測定するために、カマボコ型をした中空の石英ドームを作製し、この中の雰囲気ガスを制御できる測定システムを開発した。さらに、石英ドーム中のガスを「アルゴンで4%に希釈した水素」に徐々に置換しながら、その際の Ψ と Δ の変化を測定し、それを解析することによって「水素化」、「水素化による膨張様子」等を「ナノメーターの位置および長さ分解能」で解析した。

③ 調光ミラー複層ガラスの冷暖房低減効果の評価

事務所ビルで一般的な大きさの調光ミラー複層ガラスを作製し、冷房負荷低減効果の実証実験を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 調光ミラー、分光エリプソメータ、省エネルギー効果、コンピューターシミュレーション

【研究題目】 高性能なプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタの開発と有機 CMOS への応用

【研究代表者】 近松 真之 (光技術研究部門)

【研究担当者】 近松 真之、堀井 美徳
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

p 型に比べて開発の遅れているプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタ (TFT) の高性能化、安定性の向上を目指し、実用化に向けた研究を行っている。また、 p 型と n 型を組み合わせることにより有機 CMOS を作製し、論理回路としての応用も検討している。

今年度は、 n 型有機 TFT の高性能化および高安定化を目指し、新規なセミフルオロアルキル基を有する C_{60} 誘導体の合成と TFT の作製評価を行った。昨年度までは、パーフルオロアルキル基を有する誘導体について合成と TFT の作製評価を行ってきたが、パーフルオロ体よりも溶解度および安定性に優れた誘導体の合成に成功した。中でも、フェニル基のパラ位にドデシル基を付加した誘導体が、最も高い安定性を示した。また、低仕事関数の金属である Ca を電極に使うことにより、電流注入障壁の低減による TFT 特性向上が見られ、 $C60MC12$ の電子移動度は $0.49 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と高い値を示した。さらに、自己組織化単分子膜を用いることでゲート絶縁層を極薄化した塗布型有機 TFT の作製に p 型および n 型ともに成功した。これらを組み合わせて CMOS インバータを作製した所、駆動電圧2V で良好な反転特性が観測された。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 有機トランジスタ、 n 型有機半導体、塗布プロセス、フラーレン

【研究題目】 単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

【研究代表者】 大澤 尊光 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 大澤 尊光、佐藤 理、近藤 余範
(計測標準研究部門)、小森 雅晴
(京都大学) (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

自動車をはじめ、風力発電装置、航空機、船舶等、様々な分野で使用されている歯車等の回転体用の円ピッチ測定を対象として、国家標準レベルから生産現場レベルまでの技術的欠落のないナノ精度ピッチ保証体系の構築を目指し、以下のような研究開発を実施する。

- ① 高精度に製作可能な単純形体 (球・円筒・平面等) に着目したピッチ標準器 (ピッチマスターゲージ) の開発、
- ② 角度標準技術である等分割平均法とレーザ干渉による高精度距離測定法を組み合わせたピッチマスターゲ

- ージのナノ精度測定技術の開発、
- ③ ピッチマスターゲージを用いた生産現場用測定機の高精度検査・校正法の開発、
- ④ ピッチ測定用の小型・高精度検出器の開発を行う。

平成20年度前年度までに球、円筒、平面を利用した4種類のピッチマスターゲージを開発した。H21年度は、製作したピッチマスターゲージを歯車測定機評価に使用した場合の誤差要因の解析、歯車測定機を使用してピッチマスターゲージ測定を実施し、実際の測定に基づく評価法の検証を実施し、0.2 μ mの精度評価を実現した。また、小モジュール歯車評価用のピッチマスターを製作し、その評価を実施し、安定性を確認した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 歯車、ピッチ、精密測定、トレーサビリティ

【研究題目】 化学増幅を用いた携帯可能な超高感度診断チップの開発

【研究代表者】 栗田 僚二 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 栗田 僚二、新井 久美、阿部 泰、中元 浩平 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

計画に従い、小型電気化学測定器の一次試作を行った。これまでにない、極めて小型かつ軽量の電気化学測定器を開発することが出来た。本電気化学測定器を用いて、i-v 特性を評価したところ、良好な応答直線が得られ、正常に作動していることを確認した。さらに、電気化学活性種であるフェロシアンイオンを用いてサイクリックボルタメトリーおよびクロノアンペロメトリー法により電気化学測定を行ったところ、理論値通りの酸化還元電流値を得ることに成功し、本装置を用いて測定可能であることを確認できた。一方、これらをさらに高感度化および装置の小型化が出来るように、またアレイ測定可能な新規分子の合成を開始した。また、血液測定の妨害になると考えられる血球の分離デバイスの研究開発を山形県工業技術センターと進め、血球の分離と抗原抗体反応による目的分子の同時検出を確認した。これまでの本プロジェクトの成果をまとめ論文化した。(Chemistry letters 38 (2009) 804-805. Analytical Chemistry, 38 (2010) 1692-1697.) さらに、これらの測定を行う血球分離の前処理機能を有するデバイスについては、特許を出願した(特願2009-209046、免疫センサ)。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 電気化学、化学発光、医療用デバイス

【研究題目】 新規リード化合物をつくりだすコウジ菌プラットフォームの創製と応用

【研究代表者】 小池 英明

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小池 英明、西村 麻里江、丸井 淳一郎、大橋 澄子 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

麹菌は日本固有の食品産業に使われる安全な菌であるが、ゲノム解析の結果、麹菌を含む糸状菌には、抗生物質をはじめとする二次代謝に関連する遺伝子の存在が明らかとなった。これら天然型の代謝経路を利用しながらも、一部の酵素遺伝子を外来の類似遺伝子と置き換える人為的改変により、非天然型の新規化合物を生産するシステムを開発する。さらに様々な遺伝子との組み合わせが可能な設計を施し、多数の化合物を創るシステムを構築して広く産業に応用できる技術の確立を目指す。

本年度は、麹菌に外来の遺伝子を複数入れるため、3つのマーカーをもった麹菌ホストを作成した。二次代謝のモデルとして、ペニシリンおよびその他の二次代謝1つを選び、プロモーターの変換によりその合成遺伝子を麹菌で高発現した。その結果、ペニシリンおよびその他1つの物質を人為的に高生産化することに成功した。これらの2つの物質を、さらに修飾する可能性がある遺伝子50個を導入した株を作成し、その代謝による産物が修飾を受けているか、種々の分析手法により解析した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、ゲノム解析、二次代謝

【研究題目】 3次元ディスプレイを指向した空間発光媒体の開発 (NEDO 助成金)

【研究代表者】 木村 龍実 (光技術研究部門)

【研究担当者】 木村 龍実、山崎 孝志 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

有機材料の非線形光学効果を利用した、体積走査型3次元ディスプレイのための媒質の開発を行った。有機誘電体ナノ結晶の分散媒質中でナノ結晶を磁場配向させ、媒質の光重合によってそのまま配向を固体化させた。これに赤外レーザーを集光照射し、焦点近傍での波長変換・光散乱現象を発光輝点として用いる3次元ディスプレイを考えている。また、媒質中の輝点の強度等を測定する光学系も新たに開発した。結晶を配向させることにより、非配向の媒質中よりも高効率な輝点の発生を観察できた。また、微結晶のサイズを従来よりも大きくミクロンサイズとすることによってさらに高度に配向できることを明らかにした。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 3D ディスプレイ、有機色素、非線形光学効果

【研究題目】 触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術の開発

【研究代表者】金 賢夏（環境管理技術研究部門）

【研究内容】

本年度も昨年度に引き続き、吸着と酸素プラズマによる吸着 VOC の分解を交互に用いるサイクルシステムに最適な触媒材料開発を進めてきた。触媒の評価パラメータとしては、吸着能力と酸素プラズマ中における触媒活性の評価には性能向上係数を用いた。金属触媒としては、粒径10nm 以下のナノサイズの銅（Cu）をゼオライトに担持すると、性能向上係数では銀より5～20程度低いものの、ゼオライト単独よりは酸素プラズマ中における触媒活性が大幅に向上することが分かった。銅担持ゼオライト触媒上における放電プラズマの進展様子を「光学顕微鏡-ICCD カメラ」を用い観察を行った結果、ゼオライトのみに比べプラズマが広い面積に広がっていることが分かった。また、触媒表面におけるプラズマの生成は、部分放電と触媒表面上で進展する表面ストリーマの二つのモードで構成されていることを明らかにし、活性金属種のナノ粒子の担持は主に表面ストリーマに大きく影響することを明らかにした。また、放電プラズマが発生している触媒表面における温度分布を赤外線カメラを用いて計測した結果、プラズマが発生している領域の温度上昇は数°C程度であり、プラズマによる発熱の影響は大きくないことを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】低温プラズマ、吸着、ゼオライト、酸素プラズマ、VOC

【研究題目】高緻密高絶縁性を有する酸化物薄膜のフィルム上塗布作成技術の開発

【研究代表者】植村 聖（光技術研究部門）

【研究担当者】植村 聖、小笹 健仁（常勤職員2名）

【研究内容】

電子デバイスを低温塗布技術で作製することによって、製造にかかるエネルギーを削減できるばかりか、フレキシブルデバイスという全く新しい形態のデバイスの実現が可能になる。本技術開発は、そのフレキシブル電子デバイス用の高機能性絶縁膜を作製する技術として、我々が新規に開発したマルチソース光酸化技術を用いて、フレキシブルプラスチック基板上に優れた絶縁性およびバリア性を示す高緻密高絶縁性酸化物薄膜を溶液プロセスで作製することを目的としている。さらに、こうした絶縁薄膜のフレキシブル耐性を向上させる技術の開発を行っている。

この技術は有機溶媒に可溶性原料化合物を塗布法によって製膜し、それにマルチソース光酸化技術を適応することで酸化ケイ素膜等の薄膜を得るものである。平成21年度は更なるフレキシブル化と高バリア性を目指し、上記の酸化ケイ素薄膜に、単層で剥離させたクレイ平板を基板面に対して並行に配列したナノコンポジット薄膜の作製技術のブラッシュアップを行った。それらを詳細に

検討することで、バリア性とフレキシブル性を両立させるための製膜条件に関する最適化を行った。さらに大型基板に適応するための要素技術と製造装置の開発を行い、8インチサイズのナノコンポジット膜の作製に成功した。本技術により、様々なフレキシブル電子デバイスの保護膜を塗布法によって作製することが可能となる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】印刷デバイス、フレキシブルデバイス、保護膜

【研究題目】新規マイクロ化学合成・ガス拡散型リアクター（MC-GDR）により爆発雰囲気完全に制御し、ナンバリングバックアップにより生産性を強化した、水素および空気（酸素）の直接反応によるオンサイト過酸化水素合成プロセスのプロトタイプの開発

【研究代表者】井上 朋也（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】井上 朋也・大瀧 憲一郎
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標

安価かつ高品位の過酸化水素を供給できるオンサイト製造プロセスについて、マイクロ化学合成技術に立脚してプロトタイプを開発する。過酸化水素製造プロセスには水素および空気の直接反応プロセスを採用する。爆発リスクを著しく低減する観点から新規にマイクロ化学合成・ガス拡散型リアクター（以下 MC-GDR）を提案・製作する。さらに、MC-GDR の50～200倍へのナンバリングアップ技術を確立する。

研究計画

今年度は、2次元方向に固定床を並列化した、10-20倍ナンバリングアップ技術を確立する。ならびに、3次元方向のナンバリングアップ（パイルアップ）のための要素技術を確立する。

年度進捗状況

ナンバリングアップに当たり気液混相流を各固定床マイクロチャンネルへ分配するための圧力損失を補償することを着想した。エッチングと機械加工を併用し、それぞれガス流通路と液流通/固定床部を加工することにより、MC-TMR の製作に成功した。MC-TMR、ならびに TMR を用いた反応方法をクレームし、特許出願を行った。さらに昨年度出願した TMR の特許、および触媒に関する新規発明を追加したうえで、共同研究先との共願により PCT 出願を行った。本発明の MC-TMR を用いることで、10気圧で10重量パーセントを超える過酸化水素製造が可能になった。水素に対する収率も、定常的に10%を超えており、気液混相反応が効率よく行われていることが示唆されている。この成功の要因は、一つに

は TMR のデザインにより、マイクロ固定床内の気液混相流が、理想的なトリクルフロー条件に保たれていること、さらに気液の分配が均等に行われることで生産性が見込まれたナンバリングアップ分向上したことによる。

もう1点の成功要因は、触媒の選択である。昨年度はもっぱら Pd/Al₂O₃触媒を用いてきたが、今年度は民間企業との共同研究の結果 Pd/TiO₂触媒を中心に用いることとした。本触媒では過酸化水素の水素化分解が抑制された結果、過酸化水素の高濃度の蓄積が可能となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロリアクター・ナンバリングアップ・水素および空気（酸素）の直接反応プロセス・過酸化水素

【研究題目】高品質半導体ダイヤモンドによる耐環境低損失パワーデバイスの開発

【研究代表者】梅澤 仁（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当者】アシュラフ M.M. オマル（ダイヤモンド研究センター特別研究員）

【研究内容】

ダイヤモンドは既存材料では難しかった高温環境動作や、安定かつ低損失な次世代パワーデバイス材料として有望視されている。本研究では、高電圧・高温動作パワーデバイスを実現するために必要な材料面及びデバイス面の要素技術研究・評価を行い、冷却システムフリーの革新的低損失パワーデバイス実現に向けた先導的研究をおこなう事を目的としている。本年度は4年計画中の3年目として、目標である(1)高品質ダイヤモンド合成技術：エピ欠陥評価（放射光を用いた X 線トポグラフィ評価）、ドーピング技術の定量評価、高速成長（高耐圧ドリフト層成長）、(2)要素技術開発：ダイヤモンド加工による低抵抗コンタクト形成、表面修飾技術評価（障壁高さ制御技術）、(3)評価技術開発：高温・高出力素子評価技術の確立、を目指して研究を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド、半導体、パワーデバイス、高温動作、ショットキーダイオード

【研究題目】ゼオライトを用いたタンパク質リフォールディング法の確立

【研究代表者】富樫 秀彰（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】池田 拓史、富樫 秀彰、奈良 貴幸、関川 千里
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

大腸菌などで生産された組換えタンパク質は不溶性のタンパク質へと変化してしまう場合が多いが、その不溶性タンパク質を変性させた後に再び巻き戻すことによつて活性型のタンパク質として再生可能な場合がある。そ

の手法は「タンパク質のリフォールディング技術」と呼ばれ、タンパク質の大量生産につながる技術として期待されている。本研究は、β型ゼオライトをタンパク質吸着担体として用いる新たなリフォールディング技術の確立を目標としている。本年度は、昨年度の知見に基づき、ゼオライト担体からのタンパク質の溶出条件の検討を主眼として研究を進めた。また、タンパク質のリフォールディングに最適な条件を迅速かつ効率的にスクリーニングするシステムの実証を続けた。

今年度は新たに、ゼオライトの粒状化への検討を進めた。ゼオライトは焼結による粒状化が不可能なため、バインダーを用いた造粒法を適用することになる。バインダーの選定や造粒方法を各種検討し、試作を行った。各種試料について、粒状特性の評価を行うと共に、カラムを構成し、流通法によるリフォールディング法の特性を評価した。カラムとして用いることで大規模なリフォールディングにも対応できる装置のプロトタイプを構成し、装置性能の評価を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ゼオライト、タンパク質生産

【研究題目】DNA 伸長合成反応のリアルタイム1分子検出による高速 DNA1分子シーケンス技術の研究開発

【研究代表者】平野 研（健康工学研究センター）

【研究担当者】平野 研（常勤職員1名）

【研究内容】

来るべきゲノム医療では、個々人のゲノム情報を解析することで罹患可能性を科学的に高い確率で予測し、がん等疾患の予防のためのリスク把握と自己管理が将来的に実現できると考えられている。そこで、本申請研究では、DNAポリメラーゼが伸長合成反応時に順に取り込む蛍光標識された塩基をリアルタイムに識別し、DNA1分子から超高速にDNAシーケンスを行う手法を確立し、将来的に装置実用化を行うための布石を構築することを目標としている。現在までに、蛍光色素1分子を検出するシステムを改良・構築することで、微弱1分子蛍光の高感度検出と高コントラストの画像取得を確立し、1分子シーケンスに必要な4種類の蛍光色素1分子をリアルタイムで検出可能な改良型全反射顕微鏡システムを確立することができた。DNAポリメラーゼの取り込み活性について忠実度等の詳細な機能解析や当該解析を行うための支援技術の開発も併せて行った。現在当該助成の前期が終了し、提案手法の基本的確立を達成した成果を踏まえて、後期では実用化に必要な検討を実施する予定である。実用化に道筋を付けることにより、将来のゲノム医療の実現と個人レベルでの疾病予防と健康寿命延伸に期待される超大規模シーケンスが期待される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ゲノム解析、DNA シーケンス、1分子

計測、DNA ポリメラーゼ、テーラーメード医療、遺伝子

【研究題目】フレキシブル実装のための金属インク直描パターン非熱的焼結技術の開発

【研究代表者】 吉田 学 (光技術研究部門)

【研究担当者】 吉田 学・末森 浩司 (常勤職員2名)

【研究内容】

我々は、プラスチックフィルム上にアルミニウムなどの電極や配線をスクリーン印刷などの印刷法で形成する方法の研究開発を行っている。これは金属ペーストを用いてパターンを印刷形成した後、力学的エネルギーを加えることで焼結させる技術で、高温処理を必要としない。この方法を用いれば、熱に弱い汎用プラスチックフィルム上でもアルミニウムなどの電極や配線パターンが印刷により形成できる。

従来は、金属ペーストを用いて印刷パターンを形成した後、400℃以上の高温で加熱焼成処理して金属粒子を凝集させ金属パターンの抵抗を低下させる必要があった。しかしながら、アルミニウムなど高温で酸化しやすい金属は、この焼成過程で酸化され抵抗が大きくなってしまいうため、電極や配線パターンを印刷形成することは困難とされてきた。我々は金属粒子間の接合を形成させるために熱エネルギーの代わりに力学的エネルギーを用いる方法を開発し、高温による酸化を進行させずに金属粒子を接合させ、150℃以下の低温で金属パターンの抵抗を低下させることに成功した。また、この方法を用いてアルミニウムをはじめ、さまざまな金属での印刷パターン形成が可能であることを見出した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 印刷デバイス、フレキシブルデバイス、印刷金属配線、低温焼成技術

【研究題目】カーボンナノチューブの金属・半導体型大規模分離技術の開発

【研究代表者】 田中 丈士

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 田中 丈士、卜部 泰子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

分離カーボンナノチューブ (CNT) の産業化を実現するには、大量の CNT を安価に分離する必要がある。カラムを用いた連続分離は大量生産・低コスト化に適しているだけでなく、バッチ (回分) 法と異なる非平衡系であることから分離純度の上昇も期待できた。そこでまず、容量1ml 程度のミニカラムを用いた分離を試みた。アガロースゲルを充填したカラムにドデシル硫酸ナトリウム (SDS) で分散した CNT 分散液を添加すると、半導体 CNT のみがゲルに吸着し、金属 CNT は通り抜けて分離された。以前に開発した、電気泳動や遠心を利用し

た分離法では、アガロースゲルに吸着した半導体 CNT はゲルを溶かして回収していたが、ここでは、吸着した CNT を脱着するために、種々の界面活性剤溶液を使用した。その結果、デオキシコール酸を用いた時に吸着した半導体 CNT を高い回収率で溶出できることを発見した。さらなる条件検討の末、金属型・半導体型 CNT の純度は大幅に改善し、密度勾配遠心分離法に匹敵する純度99%程度のものが得られるまでになった。繰り返しても分離精度は変わらず、分離時間も約10分と大幅に短縮されるほか、半導体 CNT からゲルを取り除く操作も不要となる。ゲルの繰り返し使用や分離の自動化も可能となり、大幅なコストダウンも達成された。以上の成果により、中間目標をすべて達成したため、最終目標の小項目の一つである「ラボスケールでの大型化」を実施し、約60ml サイズのカラムで、一回で mg オーダーの CNT を分離する系の確立に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、金属、半導体、分離、ゲル

【研究題目】高真空中におけるイオン液体のエレクトロスプレーを用いた正負両極性を選択可能な高収束性クラスターイオンビーム源の開発ならびに二次イオン質量分析 (SIMS) への展開

【研究代表者】 藤原 幸雄

(計測フロンティア研究部門)

【研究内容】

近年、クラスターイオンを二次イオン質量分析 (Secondary Ion Mass Spectrometry: SIMS) における一次イオンビームとして用いることで、高精度かつ高感度な SIMS 分析が可能となることがわかり、 Au_3^+ (分子量591u) や C_{60}^+ (分子量720u) などを用いた Cluster SIMS に大きな関心が集まっている。

クラスターイオンビーム照射の特徴を一層顕在化させるためには、より原子数が多く、より大きいクラスターイオンを利用することが望ましい。また、マイナスの電荷を有する負イオンビームは、分析試料が絶縁性材料の場合であっても、深刻な問題となるチャージアップが発生しないことが知られており、マイナス電荷を有するクラスターイオンビーム技術の開発が求められている。

本研究は、“イオン液体”を用いた新コンセプトのクラスターイオンビーム源の研究開発を行うものである。イオン液体は、真空中でも蒸発せず、またイオン性であるため、高真空中においてもエレクトロスプレー法により正イオンならびに負イオンの巨大クラスターイオンビームを集束性良く生成でき、イオン源のコンパクト化も可能となるものと期待される。

今年度は、高真空条件におけるイオン液体のエレクトロスプレー特性を調べた。印加電圧と供にエレクトロス

プレー電流は増大し、正負両モードにおいて安定的な電流を生成できた。得られた実験結果から、高真空中におけるイオン液体のエレクトロスプレーを用いた帯電液滴ビーム源の実現に向けて、明るい見通しを得ることができた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】SIMS、クラスター、イオンビーム

【研究題目】マイクロ流体の特殊な流れとその操作性を利用した自発的会合体の精密調製と製剤技術への展開

【研究代表者】山下 健一

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】山下 健一、Maria Portia B. 永田、石地 友香（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

前年度までに、リポソームを層流環境下に置き、そこに超音波を照射することで、均一性高い大きさに再構成させるという基本プロセスを見出していた。本年度においては、この基本プロセスの一般性の確認、メカニズムの検討、ならびにマイクロ流体を用いた薬剤内包化効率の向上に関する検討を行った。前もってフィルムハイドレーション法によって準備しておいたリポソームの溶液をキャピラリー中に送液しながら、超音波を照射する。この時、キャピラリーの大きさや材質、流速、滞留時間、超音波の出力、温度などの条件が適切に設定されなければならない。温度は、あまり高くなりすぎない範囲で、相転移温度以上である必要があり、キャピラリーの内径と流速は、超音波照射時間を決定する。またキャピラリーの材質は、内部への超音波の到達の強度に影響する。本年度は、このような手法により、汎用性の高い別の種類の脂質の場合（例えば、コレステロールを含むもの）、遺伝子導入などでよく用いられる種類のもの（例えば、Dioleoyl phosphatidyl ethanolamine と cholesteryl hemisuccinate から成るもの）、などを代表するリポソームの、再現性高い均一化に成功した。また、各種条件が、リポソームの大きさや均一性に与える影響について検討した。本手法によって再現性高く、特定の大きさの範囲にリポソームが再構成されることが明らかとなったが、その機構については、次のような現象を考えている。層流状態では、放物線型の速度分布勾配が形成される。他方、バッチ反応器内、もしくは静置状態においては、分子の衝突は等方的である。リポソームのような柔軟性のある巨大分子集合体は、層流中においてはそのせん断力によって変形を受ける。しかしながら、表面エネルギーを最小化するために、本来、球形のほうが安定である。このような状況下で、超音波照射を受けると、大きなリポソームは小さなリポソームへと分離する。この分離は、層流によってもたらされるせん断力の影響がなくなる大きさまで繰り返され、結果、特定の大きさのリポソーム

へと再構成される。このとき、流速、流路の形状と材質、超音波の強度や周波数、照射時間、温度等の条件を調節する必要がある。またこれらの条件により、リポソームの粒径分布を変化させることができる。一方、バッチ環境下において超音波を照射すると、小さなリポソームは合体して大きくなり、大きなリポソームは分裂して小さくなるという、両方の現象が起こるため、特定の大きさに均一化されることはない。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】マイクロリアクター、リポソーム、層流

【研究題目】故障解析用レーザ IC 開封技術及び開封装置の開発

【研究代表者】栗田 恒雄

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】栗田 恒雄、笠島 永吉、小倉 一朗（常勤職員3名）

【研究内容】

IC の故障解析のため、同一光源を用いた IC モールドレーザ加工計測技術を開発する。除去面に加工用レーザの強度を弱めた計測用レーザを照射し、その反射光と照射したレーザの出射光をセンサで測定、そのデータを処理することにより、IC チップ面におけるモールド除去量の制御を行う。従来的高温強酸加工に対し、本技術はドライ高速加工を実現する。また同一光源で加工、計測を行うため加工（計測）位置のずれが無い、同一光源、同一光学系を用いるため加工装置がシンプル、小型、軽量となる特徴を持つ。

昨年度はモールドの加工が可能、計測光として利用可能な波長、パルス光、連続光特性、レーザ出力等のレーザ特性について検討した。本年度は検討結果を基にレーザ加工計測システムを構築し、同システムを用いて残留モールド厚と計測光量の関係を導出した。残留モールド厚 100 μm 以下の場合に測定値が上昇する傾向が存在し、この関係を応用することで測定値から残留モールド厚を求めることが可能である事が分かった。従って計測値の変化する残留モールド厚が100 μm 以下であれば、計測結果を反映させ、残留モールドをフィードバック除去加工するシステムを実現することができると考えられる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】レーザ加工、複合加工、微細加工、IC、開封、モールド

【研究題目】低コスト省エネルギー型太陽電池用 Si 製造方法の開発

【研究代表者】大石 哲雄（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】小山 和也、大石 哲雄（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

太陽電池の急速な普及により太陽電池用高純度シリコ

ンの供給は不足しつつあり、価格も高騰している。しかし、Siemens 法に代表される現行の高純度シリコン製造プロセスは、非常に高純度なシリコンを得られる反面、複雑かつエネルギー多消費であり、コストも高いなどの問題を抱えている。そのため、太陽電池用シリコンを低コストかつ省エネルギー的に製造するプロセスの開発が必要とされている。そこで我々は、Al-Si 液体合金と熔融塩電解を利用した新しいプロセスを考案し、その実現可能性を検討する研究を行っている。これは、①高純度シリカ (SiO₂) を原材料として熔融塩 (電解浴) に投入し、陰極として用いる Al-Si 液体合金上でシリコンに還元して採取する、②シリコン濃度の上がった Al-Si 合金を取り出し、所定の温度に保つことでシリコンを析出させる、③シリコンが析出してシリコン濃度が下がった Al-Si 合金を電解に戻して再度陰極として使用するというものであり、従来の Siemens 法に比べて消費エネルギーおよびコストの大幅な削減が期待できる。

平成21年度においては、電解中に同時進行する反応、特に金属霧と呼ばれるアルミニウムが電解浴中に溶解する反応および金属アルミニウムとシリカが自発的に反応する置換反応について、各種測定により知見を集積した。これらの検討をもとに、安定した電解が可能な条件を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、高純度シリコン、熔融塩、電解

【研究題目】フォトニック結晶ならびに光細線導波路を用いた超小型光クロスコネクタスイッチの研究開発

【研究代表者】山本 宗継(光技術研究部門)

【研究担当者】山本 宗継、岡野 誠、杉坂 純一郎(技術研修)、酒井 美孝(技術研修)(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

(目標) 光通信路の高速ルーティングには電気-光の相互変換を必要としない光クロスコネクタスイッチが不可欠である。より加入者側に近い領域でルーティングの高速化を行うためには光クロスコネクタの小型・集積化が不可欠であり、フォトニック結晶を用いて小型集積光スイッチアレイの実現を目指す。

(年度計画)

昨年度実証した空気/GaAs/空気スラブ型スイッチのアレイ化と Si 光回路への発展を目指して、作製プロセスの改善によるスイッチアレイの実現を行う。

(年度進捗状況)

空気/GaAs/空気スラブ型構造は、空気/GaAs/AlGaAs 構造上にデバイスパタン、電極パタンを形成後、酸によるエッチング処理で余分な AlGaAs 層を除去することにより作製する。本研究ではフォトニ

ック結晶方向性結合器領域の両側に幅約500nm、厚さ222nm の GaAs 細線導波路がつながる構造になっており、細線導波路部分が非常にもろく、上記の酸処理時に破壊される確率が高かった。酸処理工程、特に処理後の乾燥工程の見直しを進めた結果、高歩留まりの加工が実現でき、フォトニック結晶スイッチを2個縦続接続した2x3スイッチの試作に成功した。マイクロヒーターによる制御で消費電力10mW 以下、動作速度約5us のスイッチアレイ動作を行った。

【分野名】情報通信、エレクトロニクス

【キーワード】フォトニック結晶、光スイッチ、光集積回路

【研究題目】自己組織化マイクロリンクルを利用した微小体積液体のマニピュレーション

【研究代表者】大園 拓哉(ナノテクノロジー研究部門、本務:ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】大園 拓哉、物部 浩達(常勤職員1名)

【研究内容】

シリコンゴム表面に密着する比較的硬い薄膜表面は側方応力下において固有な空間波長(200nm-20um)を有するマイクロリンクル(シワ)が自発的に発生する。この微小スケールでのメカニカルな不安定性により形成した自発的凹凸構造は、パターンの鋳型、マイクロ流路、細胞の制御培養、光学材料などの幅広い応用が考えられる。本研究の目的は、マイクロリンクルの溝を大気開放型毛細管として利用することでの微量の液体のパターン化や操作である。マイクロリンクルの微細形状は外部からの応力刺激に対して、可逆的に応答し、その溝の深さや、方向が制御できることが分かっている。

柔らかい弾性体基板であるシリコンゴムの清浄表面上に様々な高分子材料で硬い層を形成させ、応力下でマイクロリンクルを発生させる。さらに、外部応力によって凹凸構造を変形させることで、表面に載せた様々な液体に対して毛細管力を発生させ、液体が溝に浸透していく現象を見つけ、さらにその液体形状を変形させる技術を確認した。今後さらに研究を進めることで、新しいプリンタブルエレクトロニクスへ応用できるパターンニング方法や、バイオセンサーや微小反応場として応用可能なマイクロ流路技術として利用が見込まれる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】マイクロリンクル、微小液体操作、パターンニング、自己組織化

【研究題目】微弱電磁波による異常状態判定システムの開発と応用

【研究代表者】鍛冶 良作(情報技術研究部門)

【研究担当者】鍛冶 良作(常勤職員1名)

【研究内容】

目標

私生活の「安心・安全」向上のために、転倒等の事故の自動検出技術を開発する。寝室や洗面所等での転倒を検出するには、カメラを用いるとプライバシーの侵害に該当することが問題であり、個人情報を取得せずに人の状態を判別する技術が必要である。そのため、本研究では、RFID タグが出す微弱電磁波の強度変化を利用して人の状態を判定する技術を開発することを目的とする。目標として RFID タグシステムを利用した人の転倒状態を判別する情報処理システムの構築を平成23年度までに達成する。

4年計画の2年目である平成21年度は以下の三項目を実施した。1. 人の転倒状態識別に有利な RFID タグ周波数の検討、2. 介護ホームへの RFID センサネットワークの構築、3. 介護者が知らせを必要とする事例の抽出。

- 実施内容
- 315MHz 帯と2450MHz 帯の RFID タグによる転倒状態識別実験の結果、より少数の発信機で大まかな動作を捕捉するためには、315MHz 帯の方が適しているとの測定結果を得た。特許出願し、転倒実験に関する論文が情報処理学会論文誌に掲載された。
 - 介護ホームに RFID タグと RFID リーダを8セット設置し、介護施設に設置したサーバにデータを収集するネットワークを構築し、測定データをインターネット経由で産総研に集積するシステム (RFID センサネットワーク) を構築した。
 - 測定データの分析と現場取材を行った結果、電気配線や水分が、転倒の判定に悪影響を与えることを発見した。事故原因は排泄行動に起因するが、事故現場はベッド周りが多く、ベッド周辺の記録が介護指針に重要であるとの知見を得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】RFID タグシステム、動体検知、状態検知、介護、防犯、環境電磁場

【研究題目】酸化物交流電界発光原理の探求と素子開発

【研究代表者】高島 浩 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当】高島 浩 (常勤職員1名)

【研究内容】

ペロブスカイト型酸化物薄膜 EL 素子の低コスト化を図るため、ガラス基板上にナノシートを配し、その上部にペロブスカイト型酸化物蛍光体薄膜の試作を行った。 $\text{Ca}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ (CNO) ナノシートの単層膜は、長鎖アルキルアンモニウムとハイブリッド化し、Langmuir-Blodgett (LB) 法を適用して、石英基板上に作製しその上部に、パルスレーザー堆積 (PLD) 法あるいは溶液法によってペロブスカイト型酸化物蛍光体 Pr 置換 CSTO 薄膜の成長を行った。PLD 法により作製した Pr 置換 CSTO 薄膜の X 線回折の結果、ナノシート単層膜

上に作製した Pr 置換 CSTO 薄膜からはシャープな (004) 反射ピークのみが観測され c 軸方向に配向していることが分かった。ナノシート単層膜上に作製した高配向 PCSTO 薄膜はその高い結晶性から優れた赤色蛍光を示すことが分かった。さらに、透過率測定の結果、可視光領域で70%以上の透明性を有していることが分かった。さらに光学的バンドギャップを求めたところ、as-grown 薄膜で3.85eV、1000 °Cで熱処理を施した薄膜で3.72eV を得た。また、溶液法により10×36mm の石英基板上に高配向した PCSTO 薄膜の作製が可能であることが分かり、安価なガラス基板上に容易な作製手法でラージスケール化を図るための基盤技術構築に成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】無機 EL、ペロブスカイト型酸化物、薄膜

【研究題目】ピコリットル微小液滴反応場を利用した低分子系有機薄膜デバイスプロセスの開発

【研究代表者】長谷川 達生 (光技術研究部門)

【研究担当】山田 寿一 (常勤職員2名)

【研究内容】

真空プロセスを介することなく高度な有機半導体デバイスを製造する技術基盤を確立することを目的に、ダブルショット・インクジェット法を用いた革新的なナノ液体プロセスの技術開発を行った。本年度は、まず単成分系有機半導体材料のダブルショット・インクジェット印刷技術の開発に取り組み、有機半導体材料との親和性が異なる二種類の有機溶媒を駆使することにより、きわめて均質性が高い半導体薄膜を形成することが可能なことを見出した。また基板表面の親水・疎水制御を利用することにより、ダブルショット法により混合したピコリットル液滴の一定領域への閉じ込め技術を確立するとともに、化合物系材料薄膜において高精細パターンニングに成功した。さらにインクジェット印刷法により作製した導電性有機薄膜をボトムコンタクト型電極とするペンタセン薄膜トランジスタを作製し、ドナー/アクセプター組成比によるキャリア注入効率の制御が可能なことを示すとともに、トップコンタクト型金電極を用いたデバイスとの比較から、印刷法によって作製した有機薄膜電極は、熱輻射等によるチャネルへのダメージを最小化できるため、接触抵抗だけでなくチャネル抵抗も大きく低減させる効果があることを明らかにした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】印刷技術、有機エレクトロニクス、インクジェット法

【研究題目】曲がり管を利用した超小型質量流量計の開発

【研究代表者】小阪 亮 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 小阪 亮（常勤職員1名）

〔研究内容〕

人工心臓を適用された患者の生理状態や人工心臓の駆動状態の管理するためには、血流量を計測することが重要である。現在、人工心臓の血流量を計測するためには、超音波や電磁力を利用した市販の流量計が使用されているが、計測方法が複雑で機器が大型である。また、ポンプの消費電力から流量を推定する方法は、ポンプ消費電力と流量に相関の無い軸流ポンプでは適用困難である。そこで、本課題では、人工心臓のポンプ特性や血液粘性の影響を受けない質量流量に着目し、体内埋め込み型人工心臓に使用される曲がり管をセンサとして利用した質量流量計を研究開発する。

平成21年度は、質量流量計の設計と解析、試作、評価を行った。質量流量計の設計を行うため、有限要素ソフトウェアを用いた曲がり管の数値流体（CFD）解析を実施した。CFD 解析の結果、曲がり管内の最も遠心力の影響が大きく、静圧上昇が大きい計測位置を求めることが出来た。そして、静圧補償を目的に、曲がり部の遠心力の影響が小さい直管部の計測位置を求めることが出来た。また、連続流と拍動流下で、遠心力が流量に相関することが確認できた。CFD 解析の結果を元に、曲がり管を用いた質量流量計を試作した。曲がり管には、曲がり部と直管部にそれぞれ遠心力計測用歪ゲージと静圧補償用歪ゲージを管路外周面に取り付けた。体循環系を模擬した閉鎖回路を構築し、計測性能を評価した結果、短時間の計測においては、市販流量計とほぼ同等の計測性能を有することが確認できた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 質量流量、流量計、人工心臓

〔研究題目〕 ヒト型糖鎖を均一に有する組換え糖タンパク質を高効率に生産する代替宿主としての酵母株の開発

〔研究代表者〕 安部 博子（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕 安部 博子（常勤職員1名）

〔研究内容〕

バイオ医薬の低抗原化と薬効の向上を目指して、必要な糖鎖を均一に持ったタンパク質を安全かつ安価に生産することができる宿主の開発が望まれている。本提案では、申請者が開発したヒト型糖鎖生産酵母育種に関する革新的技術および細胞表面固定化技術を駆使して、自在にデザインされた糖鎖が均一に付加したタンパク質を効率よく生産する酵母株を開発する。本開発はタンパク質医薬の薬価引き下げにつながる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖、酵母株、タンパク質医薬

〔研究題目〕 ステレオビジョンとシミュレーション技術の統合による大型複合施設での人流解

析と新しいサービスモデルの創出

〔研究代表者〕 大西 正輝（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 大西 正輝、山下 倫央、副田 俊介（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

ステレオビジョンを用いた画像認識に基づく人の追跡技術と人流シミュレーション技術を統合することで、人流解析によるマーケティング支援や避難誘導支援を行うことを目的としている。4年間で(1)ステレオビジョンシステムによる動線取得・解析技術の構築、(2)実動線データを利用した施設全体の人流解析技術の構築、さらには(3)人流解析を利用したマーケティングや避難誘導支援などのサービス創出を行う。4年計画の1年目にあたる平成21年度は(1)に関してステレオカメラに非球面レンズを用いることで視差計算に関する精度を向上させ、処理対象領域を1割以上広くすることができた。また3次元復元した身長などの特徴を用いることで、抽出した人物が男性か女性か、大人か子供かを識別するアルゴリズムを開発し、93%程度の識別率が得られることを確認した。また、(2)に関しては、カメラを設置しているレストラン街だけではなく、上階にあるオフィスフロアを含めてシミュレーションモデルを構築し、カメラに映っていない領域も含めたフロア全館における人流シミュレーションのための要素技術を確立した。最後に、(3)に関して施設管理者に提供する新しいサービスとして長期間にわたるデータの可視化と比較に関するウェブアプリケーションを実装した。さらに施設管理会社と協力して、看板の設置前後やイベントの有無による人流変化を比較することで実際のイベントや看板の誘導効果を測定した。本可視化手法と実験結果に関してはビジョン技術の実利用ワークショップ（ViEW2009）で講演を行い、優れた画像処理技術に触れるーViEW2009よりーと題して雑誌「映像情報インダストリアル」の2010年2月号の特集記事で紹介された。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 人流解析、人流シミュレーション、マーケティング支援、避難誘導支援

〔研究題目〕 しきい値可変型 FinFET による極低消費電力アナログ回路の開発

〔研究代表者〕 大内 真一

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 大内 真一、坂本 邦博

（常勤職員2名）

〔研究内容〕

低電源電圧化が困難なアナログ回路にしきい値可変型 FinFET を導入することで、当該回路の低電源電圧化による極低消費電力化、高性能化、更にはデジタル・アナログ混載による低コスト化を目指す。具体的には、しきい値可変型 FinFET が導入された新提案の低電圧演

算増幅器及び比較器を試作し、動作電圧0.7Vでの動作実証を行う。

本年度は、しきい値可変型 FinFET を用いた差動増幅器について、シミュレーションを駆使し、ゲート長100nm級の通常型・しきい値可変型 FinFET 混載プロセスで1.0Vから0.7Vまでの電源電圧での動作を実現するための設計指針を得る。また、これを用いた演算増幅器、比較器を設計し、シミュレーションで実現可能性を示すこととした。

本年度設計検討を行った回路は、0.7V 差動増幅器並びにこれを用いた比較器であり、センサフロントエンドや A/D 変換器を低電圧化するために必須の基本回路である。同回路設計は、産総研で独自に作成した FinFET コンパクトモデルを用いた回路シミュレータ SPICE によって行った。検討の結果、差動増幅器については、独自方式の基本回路を採用するとともに、新たに、しきい値可変型 FinFET によって動作領域を拡大することが可能なソースフォロア増幅器を考案し、同相帰還に適用した。これにより、ゲート長100nm、Fin 幅20nm 程度のプロセスにおいて、0.7V 動作時に初段で20dB 程度の利得を得られる見通しが示された。さらに、同回路について、レイアウト設計検討を進め、マルチフィントランジスタの加工条件とレイアウト方法を見出した。これを来年度実施の試作に適用する。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】FinFET、演算増幅器、比較器、低電圧動作、システムオンチップ (SoC)

【研究題目】エンジンの潤滑油粘性モニタリングや流体プラントの多点プロセス粘性計測を実現する超小型粘性 MEMS センサの開発

【研究代表者】山本 泰之 (計測標準研究部門)

【研究担当者】山本 泰之、松本 壮平(集積マイクロシステム研究センター)
(常勤職員2名)

【研究内容】

助成期間の開始後に、MEMS センサに適した新しい測定原理を考案したため、多少計画とは異なる進行となったが、概ね当初の目標を達成した。新たな測定原理の考案によって、粘度の測定範囲を非ニュートン流体にまで広げることができ、且つ、端部効果を大幅に削減することに成功した。このため、FEM を用いたシミュレーションや系統効果の検討は必要なくなった。以下に、成果をまとめる。

粘度測定原理に関して次の成果が得られた。

- 測定範囲が大幅に拡張される粘度の測定原理を考案した。
- 端部効果は極端に小さくなったため、シミュレーションの必要性は減じた。
- 新しい理論に合わせたモックアップを設計した

おし、レーザドップラー変位計を導入し、テストシステムとモックアップを構築した。

MEMS 構造の製作方法の確立に関して次の成果が得られた。

- Deep-RIE などによる構造作成方法は一通り、実現可能であることが確認された。
- 構造の加工精度は $5\mu\text{m}$ 程度の構造でも可能であることが分かった。一方、ばね定数は当初の設計ではばらつきが大きく、破壊する可能性が高いことが分かった。現在、より強い構造を再設計し、マスクを調達中である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】粘度、粘性率、センサ、MEMS、マイクロマシン、プロセス粘度計

【研究題目】光通電ハイブリッド・パルス加熱法による高速多重物性測定装置の実用化開発

【研究代表者】渡辺 博道 (計測標準研究部門)

【研究担当者】渡辺 博道、山下 雄一郎
(常勤職員2名)

【研究内容】

高温機器の設計や材料開発に必要な200~3000℃超における固体の複数の熱物性値を同時測定する装置を開発することを目標とする。本装置は、通電加熱とパルス光加熱を高速制御して試料を物性測定する際に必要な境界条件(温度・熱流環境)に瞬間的に保持すると共に試料の温度、電流、電圧、形状、光学特性を同時測定することで熱伝導率、熱拡散率、比熱、全放射率、分光放射率、電気抵抗率、熱膨張率を同時測定する。測定を1秒以内で終了させ、試料汚染を回避できると共に測定効率を画期的に向上させることを目指す。

H21年度は、熱膨張率を同時測定するために放射温度計測機能、試料形状撮影機能、試料の傾きを検出するオート・コリメータ機能を有する多機能放射温度計を試作した。波長0.4~12 μm の範囲における分光放射率を分離黒体法により測定するために必要な FTIR とマルチチャンネル分光光度計を導入した。薄板形状の試料全体を加熱するため、ストレート形状のキセノンランプとライン状集光加熱に最適な楕円平固面を使用したコンパクトなパルス光加熱装置を試作し、この装置により試料全体を均一に加熱できることを確認した。電流加熱制御プログラムを改良して試料温度を一定に保持するために必要な時間の短縮を実現した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】熱物性、金属、炭素材料、フラッシュ法、熱量法

【研究題目】3次元集積型錯体における配位空間・ヘテロ界面の融合制御による革新的エネルギー貯蔵材料の開発

〔研究代表者〕 大久保 將史
(エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 大久保 將史 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

地球温暖化、及び、化石燃料資源の枯渇が盛んに論じられ、高効率乗用車の実用化が非常に重要な社会ニーズとなっている。現在、携帯電気機器に用いられるリチウムイオン2次電池を高性能型電源装置として応用するに当たっては、電極材料・電解液といった構成要素それぞれが課題を抱えている。本研究では、プルシアンブルー類似体 (PBA) を利用した高出力・高容量・高電位を併せ持つ革新的な電極材料の開発を遂行するために、欠損の無い PBA の合成を達成し、また、PBA のサイクル特性を改善し、ヘテロ界面における電子状態制御を行う。平成21年度においては、イオン挿入に伴う構造変化、電子状態変化を詳細に解析し、実用可能な充放電反応への耐久性を達成した。また、高容量化への道筋を欠損の無い PBA 合成法の確立により示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リチウムイオン2次電池、電極材料

〔研究題目〕 高効率成膜プロセスを用いた機能性酸化物薄膜の開発および調光ミラーデバイスへの応用と優れた耐環境性能を有する構造開発

〔研究代表者〕 田嶋 一樹
(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 田嶋 一樹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

調光ミラーデバイスは電氣的に状態変化を生じさせることができるため複層ガラスあるいは遮熱フィルムへ応用することにより優れた省エネルギー効果を期待できる。本研究では、調光ミラーデバイスの実用化のため特に生産性を律速する機能性酸化物薄膜の省使用化および代替材料技術開発を行い、生産性に優れた新規の高効率成膜プロセスを適用する。さらにこれらの使用環境に対する適合性を調査し、優れた耐環境性能を有するデバイス構造の開発を行う。

以上に関与した本年度の主な成果は以下の通りである。
①調光ミラーデバイスに適する酸化物系薄膜の構造・特性把握と成膜条件の最適化

材料の省使用化技術開発の一旦として各酸化物層の膜厚削減に主眼を置き、様々な条件下で当該デバイスの作製を行うことで調光特性と関連付け検討を行った。

反応性直流マグネトロンスパッタ法により酸化タンタル薄膜を WO₃/ITO/ガラス基板上に蒸着し、サイクルックボルタンメトリ (CV) 評価およびデバイス構造構築後の相関を検討した。その結果、酸化タンタル薄膜の膜厚を現状デバイスより25%削減を行ってもほぼ同程度の特性が得られ、当該年度における材料の使用量削減を

行っても調光性能を有する調光ミラーデバイスを作製する目標を達成した。

次年度は本年度の結果を踏まえ、さらに材料の使用量削減を図ることで現行性能と同程度の調光特性を有するデバイス作製手法の探索を行う予定である。

②調光ミラーデバイスの環境性能把握による耐環境性能の向上に資する構造開発

これまでの知見より、当該デバイスは周辺環境の影響を受けるために劣化が進行する。例えば、大気中保持においては2ヶ月持たずに劣化によりデバイスの調光特性が消失した。これらの定量的評価が行えていないため、本助成により JIS 規格に準拠した恒温恒湿槽を導入し、様々な温度および湿度を再現した模擬環境下で当該デバイスを保持し、劣化に与える影響について加速試験的に調査を行った。

一例として、温度30度および湿度80%で当該デバイスを保持した際の表面形状観察から、経時に伴い粒径が粗大化し表面粗さも1ヶ月経過後で約10倍増大した。これらに関連した当該デバイスの調光特性結果からも、表面調光層の劣化によりスイッチング速度も徐々に遅くなり、その最大透過率も同様に減衰を示した。1ヶ月以上経過ではもはや調光特性を示さなかった。これら劣化試料を X 線光電子分光法により分析した結果、高湿度雰囲気調光層 (Mg₂Ni) を酸化物および水酸化物の非金属状態に変化させ、調光層としての機能が失われたために調光特性も消失したと示唆された。

上記等を踏まえ、次年度はこれら劣化を抑制するための手法に関して、より詳細に検討を行う予定である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 薄膜、スパッタリング、調光ミラー、加速試験、耐環境性能、保護層、希少金属省使用化

〔研究題目〕 革新的な光取出し技術を利用した AlGaInP 高効率発光ダイオード

〔研究代表者〕 王 学論 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 王 学論、徐 鐘旭
(常勤職員1名、契約職員1名)

〔研究内容〕

AlGaInP を材料に用いた赤-黄色発光ダイオードは、交通信号機や液晶パネルのバックライト、車載ランプ、植物工場の光源などの様々な分野で利用されており、InGaN 系デバイスと並んで最も重要な可視光発光ダイオードである。しかし、AlGaInP の屈折率が InGaN より大きいため、界面での光の全反射現象が強く、50%を超える光取出し効率の実現が困難であった。我々は V 字型の溝を持つ半導体基板上に形成した微細な半導体リッジ構造の自然放出光はエバネッセント光の干渉効果によって50%以上の効率で空气中に放出される現象を発見した。本研究の目的は、この技術を利用し、光の取り出

し効率が従来より50%以上高い AlGaInP 系赤-黄色発光ダイオードを実現することである。平成21年度では、上記目標達成の第一歩として、ターシャリブチルフォスフィン(TBP)を原料とした有機金属気相成長法を用いて、平坦基板上への AlGaInP 結晶成長技術の確立および SiO₂マスク基板上への GaInP 微細リッジ構造の作製を行った。その結果、10度の微傾斜角を持つ基板上に作製した (Al_{10.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P/Ga_{0.5}In_{0.5}P(7nm) 量子井戸は、10K において世界最高に匹敵する10meV の狭い発光半値幅を示し、世界最高水準の成長層が得られたことが分かった。また、[011]方向のストライプ状の SiO₂マスク基板上への選択成長を行い、スムーズな (111)B 傾斜面を持つ平坦面横幅約 0.5mm の Ga_{0.5}In_{0.5}P リッジ構造の作製に成功した。0.5μm の横幅はエバネッセント光の結合現象の発現に十分小さい寸法である。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 発光ダイオード、AlGaInP、取り出し効率、リッジ構造、エバネッセント光、結合

[研究題目] 新型インフルエンザウイルスの高感度その場分析装置の開発

[研究代表者] 栗津 浩一

(近接場光応用光学研究センター)

[研究内容]

新型インフルエンザが流行すると、過去の大流行をふまえると日本で210万人が死亡すると考えられている。現在、イムノクロマトグラフィーによる、A型、B型のインフルエンザの迅速診断は普及している。しかし感度が不十分であるため発症初期の感染ウイルス検出率は30%程度と極めて低い上、新型ウイルスの検出は行えない。そこで、小型携帯可能で感染初期に多種類の新型インフルエンザウイルスの一括迅速検出装置を開発する。これは、我々の発明であるエバネッセント場結合導波モードセンサーを用いて達成可能であり、その他の既存の分析方法では時間を要する上に感度不足、不安定であるからである。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 導波モードセンサー、インフルエンザ

[研究題目] ハルミン類縁体またはアセロゲニン類縁体を担持した高齢者対応整形外科医療デバイスの研究開発

[研究代表者] 稲垣 雅彦

(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 加藤 且也、永田 夫久江、

稲垣 雅彦、禹 濟泰、車 炳允

(常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

本研究は、骨再生能を有する低分子化合物(化学シグナル)を利用して骨粗鬆症に対応可能な人工骨・人工関節などの高齢者対応医療デバイスを開発することを目標としている。そのためには、骨再生能を有する化学シグナルを包含した担体と、組織の形成を促す表面/内部構造を有するインプラントとを組み合わせることで有効成分の骨再生能を有効に引き出す必要がある。このため、組織が効率よく形成され、有効成分の骨再生能の発現を高める表面構造の探索を行うとともに、骨再生能を有する化学シグナルを安定に包含、徐放する担体の開発を行う。

平成21年度においては、骨形成促進作用を有する化学シグナルを包含した担体の形成を試みた。化学シグナルを含む生分解性ポリマー溶液を用いてエレクトロスピニング法により不織布の形成を試み、化学シグナルを包含した均質な厚さの担体シートを形成することに成功した。さらに、繊維の方向を配向させたシートの形成にも成功した。また、生薬や食品素材由来の天然低分子化合物ライブラリーから骨芽細胞の分化を促進する物質のスクリーニングを行った結果、強力な骨芽細胞の分化促進作用を有する類縁体があることを見出した。マウス骨芽細胞様細胞株(MC3T3-E1)細胞の培養系において、当該類縁体の投与は骨芽細胞分化の指標であるアルカリホスファターゼ(ALP)の活性を著しく増大させることを明らかにした。アセロゲニン類縁体のALP活性促進作用は強力な骨形成誘導サイトカインであるBMP-2(50ng/ml)と同等レベルの強い活性を示した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 整形外科用医療デバイス、骨再生、除法担体、エレクトロスピニング

[研究題目] ナノ結晶による低熱伝導率化を利用したシート状熱発電モジュールの開発

[研究代表者] 馬場 創(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 馬場 創、佐藤 宏司、船橋 良次

(常勤職員3名)

[研究内容]

150℃以下の排熱は変換効率が悪いためにフレキシブルで大面積な熱発電技術による排熱回収が期待される。エアロゾルデポジション法(AD法)は様々な基材上にナノ結晶厚膜を高い寸法精度で形成できるため、狭ピッチの素子形成と共に粒界によるフォノン散乱で熱電特性の向上が期待される。本研究ではAD法でフレキシブル基材上に高性能熱電厚膜を形成し、150℃以下の排熱で発電できるシート状熱発電モジュールを開発する。

本年度は低温排熱から発電できる熱電材料として合金系のBi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃や酸化物セラミックス系のNaCo₂O₄などの粉末を合成し、ポリイミドテープやアルミテープなどフレキシブルテープ上へ成膜した。その際、成膜は排熱配管に巻きつけたときに膜に応力がかかって破損しな

いようにあらかじめテープ長手方向に対して傾けたデザインとした。その結果、例えば NaCo_2O_4 において $200 \mu\text{m}/\text{min}$ の高速成膜に成功した。AD 膜は数十 nm 微結晶構造を有するためにフォノンが散乱され、熱伝導率が低減する可能性がある。その結果、 $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ においてバルクの $1.0\text{W}/\text{mK}$ に対して $0.2\text{W}/\text{mK}$ という 80% の熱伝導率低減に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 熱電変換、フレキシブル、高速成膜、熱伝導率、エアロゾルデポジション、微結晶構造、フォノン散乱

【研究題目】 ミリ波・サブミリ波領域の S パラメータ測定国際標準化に向けた評価技術研究開発

【研究代表者】 堀部 雅弘（計測標準研究部門）

【研究担当者】 堀部 雅弘（常勤職員1名）

【研究内容】

標準器を用いたベクトルネットワークアナライザ (VNA) の評価方法について開発を進めた。同軸線路を用いたおもに 1GHz 以上の位相測定の確度と、1GHz 以下でも適用可能な方法の開発を進めた。1GHz 以上の周波数において、標準同軸線路の導体の内径外径寸法から決まる特性インピーダンスと長さから伝送線路理論に基づき、VNA の測定確度を評価する方法を提案した。また、1GHz 以下の領域では標準同軸線路が利用できないため、標準終端器群の特性から VNA の測定不確かさを求める手法を開発・提案した。本方法は、校正に関する品質規格 (ISO/IEC 17025) に準拠した産総研内の標準供給業務に試験的に導入・運用している。今後は、EURAMET VNA Guide および IEEE P378規格化に提案する予定である。

導波管についても電磁波が伝搬する導波路の形状が高周波特性を決定するため、特性の標準化や測定基準となる計量標準の確立の上でも、導波管開口部の評価が基本となる。導波路の伝搬方向の寸法均一性、導波路壁面の凹凸、コーナーの丸みや接続部近傍の形状などは反射特性へ影響するため、寸法評価の不確かさが導波管の特性の決定に不可欠である。ミリ波、サブミリ波領域になると開口寸法が 1mm 以下となる。今年度は、開口部が約 $800\mu\text{m} \times 400\mu\text{m}$ より大きい導波管について評価技術を確立した。そして、これまで確立できていない開口部内のコーナー半径の評価も実現した。これらの結果より、導波管の不要反射成分を推定し、325GHz までの導波管の高周波特性の決定を可能とした。次年度以降、さらなる小開口導波管の寸法評価について研究開発を実施する。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 ベクトルネットワークアナライザ評価技術、導波管伝送特性、国際標準化

【研究題目】 ASEAN 諸国における角度標準技術の高度化と国際比較の確立に関する研究

【研究代表者】 渡部 司（計測標準研究部門）

【研究担当者】 Anusorn Tonmueanwai（タイ）、
Watcharin Samit（タイ）、
Agustinus Praba Drijarkara
（インドネシア）
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

各国の角度の国家標準装置は校正原理が異なるだけでなく、校正対象の角度計測器が異なり統一性が無い。このことが角度標準のグローバルな相互承認の確立への障壁となっている。当該研究の目的は共通の自己校正方式に基づく自己校正機能付きロータリテーブルの開発を共同で行い、各国の異なる校正原理を持つ装置をユニバーサルな立場で精度評価するとともに、角度標準の相互承認を高度化するため、社会ニーズにあった新しい国際比較を ASEAN 諸国が先導的に行う。

一昨年に製作した日本用の自己校正機能付きロータリテーブルの性能評価結果をもとに、ロータリエンコーダの目盛盤の周りに配置するセンサヘッドの個数を減らしたインドネシア・タイ用の2台の装置を開発した。本装置は低価格センサヘッドを採用することで小型軽量化と低価格化を実現しつつ、ロータリエンコーダを 0.1秒で角度校正できる精度を達成し、角度の国家標準器に対応できる十分な性能を持った装置であることを実証することができた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 長さ計測、角度、技術移転、計測技術

【研究題目】 レーザフラッシュ法による固体材料のインヒレントな熱拡散率測定方法の確立および国際的ガイドラインの提案

【研究代表者】 阿子島 めぐみ（計測標準研究部門）

【研究担当者】 阿子島 めぐみ、阿部 陽香
（常勤職員2名）

【研究内容】

熱対策・熱利用の観点から、固体材料の熱拡散率・熱伝導率に対し、より信頼性の高い値が求められている。現状の熱物性値実用測定装置や測定規格は、経験的でプロセス的な内容であり、そのニーズには対応していない。本研究では、日本（産総研）とフランスの計量標準研究所（Laboratoire national de metrologie et d'essais, LNE）の共同研究チームにより、レーザフラッシュ法（以下、LF 法）を用いてインヒレントな熱拡散率・熱伝導率を絶対測定する技術を確立することが目的であり、その測定手順や不確かさ評価のガイドラインを作成して、産業界へ波及させるとともに、同分野の計量標準や標準化における日本の先導力および欧州との協力関係の強化を図ることが目標である。本プロジェクト

は平成20年1月1日～平成24年12月31日までの4年間を予定している。今年度は、産総研が提案しているLF法によるインヒレントな熱拡散率測定手順を用いて、2種類のセラミックス試料についての測定を行い、その測定結果から、この手順の有効性と問題点を議論した。また、産総研におけるLF法測定装置の開発とガイドラインとしての文書案の作成を進めた。同分野の計量標準コミュニティへガイドラインを提案するための基盤作りに努めた。熱伝導率を議論する際に必要になる比熱容量の測定方法に関して、ISOやJISを中心に文献調査を行い、レポートにまとめた。断熱型熱量法による比熱容量測定技術の高度化を進めた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】熱拡散率、材料評価、標準化

【研究題目】シアル化糖鎖を介した癌の免疫制御メカニズムの解明と利用技術の開発

【研究代表者】池原 譲 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】池原 譲 (常勤職員1名)

【研究内容】

これまでに、「糖鎖を介した免疫応答の解析とその介入技術開発」のため、リボソームの糖鎖被覆技術を用いた検討を実施してきた。例えばオリゴマンノースで被覆した場合(OML)は、ドラッグデリバリーシステム(DDS)のデバイスとなるので、「腹腔内転移巣に対する抗がん剤の送達技術」としての有用性(Ikehara Y et al., Cancer Res 66(17):8740-52, 2006)と、ワクチン抗原デリバリーとしての有用性(Ikehara Y et al., Cancer Lett. 260(1-2):137-145, 2008)を明らかにしている。

本研究では、1)シアル酸を介する免疫応答抑制作用の詳細と、2)シアル酸を介する免疫応答を技術シールドとしてその可能性を検討し、潰瘍性大腸炎やアレルギー疾患への適応可能性を検討している。一連の検討によって、「シアル化糖鎖による免疫監視機構の破綻」が存在するかどうかを明らかにし、その分子機構の解明を試みる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】がんの腹腔進展、癌関連糖鎖マーカー、sTn抗原、腫瘍免疫、抑制メカニズム

【研究題目】呼気中の微量ガスを迅速に定量解析するアレイ型マイクロガスセンサ

【研究代表者】西堀 麻衣子

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】西堀 麻衣子、申 ウソク、松原 一郎、伊藤 敏雄、伊豆 典哉、深見 麻衣、喜多 純一、木下 太生

(常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

呼気分析は最も有望な非侵襲性生体情報計測であるが、これまで簡便で迅速に呼気中のガス成分を検出する技術がなく、ガスクロマトグラフを用いる必要があった。本課題では、触媒燃焼熱を電圧に変換して出力する熱電式ガスセンサ原理を利用したアレイ型マイクロデバイスを新たに設計・作製すると共に、マイクロデバイス上に集積化するためのCOおよびCH₄選択燃焼触媒を開発し、これらを融合することでガスクロマトグラフを用いることなくCO、CH₄、H₂濃度を単一チップで迅速かつ選択的に計測できるマイクロガスセンサを試作し実証する。

平成21年度は、(1)マイクロデバイス集積化用COおよびCH₄燃焼触媒の開発、(2)高温駆動アレイ型マイクロデバイスの開発を行った。マイクロデバイス集積化用CO燃焼触媒の開発については、マイクロデバイス上でのAu/Co₃O₄触媒の燃焼性能および選択性の向上に努め、マイクロデバイス上に集積化する触媒の形状等のマクロ構造を制御することで、動作温度170℃でのCO転換率50%を達成した。CH₄燃焼触媒の開発については、Pd/SnO₂、Pd/Al₂O₃などのCH₄燃焼触媒を調製し、担体の種類と微構造を制御することで、マイクロデバイス上で動作温度280℃でのCH₄転換率50%を達成した。また、高温駆動アレイ型マイクロデバイスの開発では、単一チップ上に3つのメンブレン構造を有するアレイ型マイクロデバイスプラットフォームを作製し、400℃駆動を達成した。また、350℃で4週間安定して動作することを確認した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ガスセンサ、アレイ、燃焼触媒、熱電デバイス

【研究題目】高圧二酸化炭素によるポリマー微粉化プロセスの開発

【研究代表者】鈴木 明 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】鈴木 明、川崎 慎一郎、大川原 竜人、伊藤 一 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

粒径100μm以下のポリマー微粒子は電子材料用フィラーやトナー材など多用途での利用が期待されているが、その製造は粒径制御の課題や環境への負荷等多くの問題を抱えている。それに対し高圧二酸化炭素による微粉化プロセスは、熔融樹脂中に二酸化炭素を溶解させて低粘度化し、微細な液滴状に噴霧することで小粒径ポリマー粒子を製造する技術であり、上記の問題点を解決できる技術として期待されている。本研究では、極めて高粘性な熔融樹脂に二酸化炭素を迅速・完全に溶解させる混合器や高粘性用噴霧ノズルの開発を目的とする。

本年度は、上記の目的のために新規に開発したカルマン型ミキサを用いて、熔融樹脂の低粘度化効果を検討し

た。その結果、高圧二酸化炭素を複数の溶融樹脂に迅速かつ安定して混合させることが可能となり、低粘度化できることを確認した。次いで、使用する二酸化炭素の量や混合、噴霧時の圧力、温度を調整することで粒子の形状を制御することができ、粒径 $100\mu\text{m}$ 以下の球形ポリマーを生成することに成功した。以上の成果により、高圧二酸化炭素によるポリマー微粉化プロセスの基本技術を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、ポリマー、微粉化（微粒化）

【研究題目】虐待などの意図的傷害予防のための情報収集技術及び活用技術

【研究代表者】山中 龍宏

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】山中 龍宏、西田 佳史、本村 陽一、北村 光司（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本課題の目的は、「犯罪」を子どもの健康被害と位置づけ、個人の個別的な問題ではなく、科学技術および社会システムの問題としてとらえ、子どもが受ける意図的な傷害行為（intentional injury）を予防するための科学的なアプローチを実施することにある。具体的には、従来、子どもと接する各種の専門家に、客観的に判断し介入可能にするための、現場で利用できるデータや技術を提供し、現場での負担の軽減に寄与する。そのために、医療機関を中心に情報を収集・解析し、現場で使用できる形に加工し、また、社会実装のツールを開発し、その検証を行う。

意図的傷害と不慮の事故の傷害情報のデータベースに関しては、病院における意図的傷害事例の調査として、国立成育医療センターにて虐待の相談依頼のあった症例223件（411件）の集計を行い、意図的傷害発生の初診時の現状を把握した。また、千葉大学法医学教室では、小児の事故や犯罪の解析を目的とした精細なCT3D画像を蓄積し、また、骨の強度の検査装置を開発した。歯科外傷データに関しては、長崎大学病院小児歯科外来、及び長崎小児歯科臨床医会に所属する長崎県下の小児歯科医院（計14施設）の協力のもと、口腔外傷を主病名として来院した小児を対象とし、「子どもの事故防止のための調査票」を用いて受傷時の状況、外傷の状況、処置内容等の傷害データを収集し、調査データの電子化（データベース化）を行った。

傷害の生体力学的シミュレーション技術に関しては、実際に司法解剖された事例について、鑑定の基礎的データベースを作成するために、骨・筋肉・皮膚などの軟部組織の硬度や脆弱性を計測するシステムを千葉大学の法医学教室と産業技術総合研究所で共同開発した。開発したシステムを用いて、千葉大学の法医学教室にて、4

例の計測を行った。金沢大学との共同研究では、乳児ダミーを用いて、揺さぶりと転落を想定した実験を行い、外力条件のデータベース化を行った。実験は、主に自動車の衝突実験で用いられているCRABI（Child Restraint Air Bag Interaction）6-month-oldダミーを用いて行った。この実験により、揺さぶりに関しては、精査及び揺さぶり姿勢に対する急性硬膜下血腫の発生可能性の違いが定量的にデータベース化された。また、揺さぶりの方が転落よりも高い $\Delta\omega$ が生じており、急性硬膜下血腫の発生可能性が高いことなどが分かった。

【分野名】情報通信

【キーワード】デジタルヒューマン、傷害データベース、統計数理、傷害予防、傷害サーベイランス技術、インパクトバイオメカニクス（生体衝突工学）

【研究題目】ミトコンドリア β バレル型外膜タンパク質の輸送と膜組み込み機構及びタンパク質相互作用の解明

【研究代表者】Paul Horton

（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】Paul Horton、Wijaya Edward、藤田 直也、傳 思縉、深沢 嘉紀（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

目標：産総研 CBRC、名古屋大学、とスウェーデンのストックホルム大学との連携し、ミトコンドリア β 型膜タンパク質の局在化と複合体形成に寄与する配列・構造的特徴について新しい知見を得ることを目標とする。なお、この国際研究交流において、CBRCの担当分野は配列解析である。

研究計画：2010年度では、

- 1) 新規ミトコンドリア β 型膜タンパク質を探索する為、公開データベース（Uniprot）に登録してあるタンパク質のアミノ酸配列を集め、重複を除くなどして解析に適した真核生物プロテーム・データセットを整える。
- 2) ミトコンドリア β 型膜タンパク質の膜組み込みシグナルなどの性質を明らかにする為、Uniprotから各ミトコンドリア β 型膜タンパク質ファミリーの類似配列を集め、進化的に保存されている特徴を調べる。

進捗状況：Uniprotに登録してある真核生物タンパク質のアミノ酸配列（約124万本）の配列解析を行い、有望な新規ミトコンドリア β 型膜タンパク質がないことを確認した。さらに、オルソログ解析を用い、ミトコンドリア β 型膜タンパク質の膜組み込みシグナル（ β シグナル）に保存される特徴を調べた。その結果 β シグナルは何らかの認識配列というより、構造モチーフに近い性質を持つことが示唆された。この成果を纏めた論文は今現在国際科学誌に投稿中である。

【分野名】ライフサイエンス

〔キーワード〕 ミトコンドリア、 プロテオーム、 膜タンパク質

〔研究題目〕 人間適合性に関わる設計向上に貢献する面圧測定システムの開発

〔研究代表者〕 持丸 正明
(デジタルヒューマン研究センター)

〔研究担当者〕 持丸 正明、河内 まき子
(常勤職員2名、他3名)

〔研究内容〕

メガネやガスマスクなど頭部に装着する製品の人間適合性を評価するために、製品を人体同様に装着でき、かつ接触部の面圧測定を可能とする、ダミーヘッドとデータ可視化システム開発を行うことを目標とした。

まず、既存の平均頭部形状データに対して、圧力センサの配置を設計した。圧力センサは、(株)ニッタが販売するウレタンフォーム内での光の拡散を用いた圧力センサを使用。

皮膚表面厚さの部位差を考慮して、平均頭部形状データから皮膚などの表皮軟部組織分をオフセットした骨格形状データを作成し、さらに、センサの厚さ5mmを考慮して圧力センサ部分の座ぐりを加えた。これを骨格模型として造形し、39箇所センサを配置、配線した。

平均頭部形状データから雌型を用意して、その中に、センサを配線した骨格模型を入れ、両者の隙間に皮膚弾性形状を良く再現する樹脂を充填した。樹脂は、(株)ビューラックス社のバイオスキン素材を使用。

樹脂を充填した後、雌型から取り外し、回路と台座をつけて、圧力センサを内蔵したダミーヘッドが完成した。樹脂の下にある圧力センサからの光ファイバーが台座内回路まで導引され、回路でデジタル化された後、USBでPCにデータ転送される。

センサの校正には、ヤジロベエ型の押し込み荷重装置を自作し、各センサに対して法線方向に負荷と除荷を100g単位で行いその数値を記録した。39箇所の校正結果を元に各センサ感度バラツキを線形回帰式で荷重に変換した。

変換後の荷重データを平均頭部形状データ上に色情報として付加し、それらを可視化するデータ可視化システムを整備した。

(a) センサ校正・検証 (担当：産総研・ホリカワ・重松)

計画では、ダミー表面から押し込み硬さ計で法線力を加え、押し込み力とセンサ出力値の校正を行うこととしていた。

さらに、メガネやガスマスクなど実際の製品をダミーに装着させセンサ感度やセンサ密度の検証を行い、また、平均的な被験者に装着させた場合に実測可能な箇所の圧力とダミーの出力値を比較して精度を検証することとしていた。

実施では、計画通りセンサ校正を行った。

(1) センサ出力値の測定

市販の押し込み硬さ計では法線方向に正確、かつ、安定に押し込むことができないため、ヤジロベエ型の押し込み荷重装置を自作し、各センサに対して法線方向に負荷と除荷を100g単位で行いその数値を記録した(計39箇所)。センサ単体の感度はほぼ同一であるが、センサの上に充填された樹脂の厚さ等によってダミー表面押し込み力に対する感度は部位ごとに異なった。39箇所の校正結果を元に各センサ感度バラツキを線形回帰式で荷重に変換して (b) で行う表示ソフトの出力値として使用した。

(2) センサ密度の検証

センサ配置時に隣り合うセンサの距離が少ない場合、センサの押し込み時に隣のセンサが反応してしまう現象が起こる可能性があったが、実際にその場所を検証した結果、影響がない事が出力値より明らかになった。

(3) 実際製品装着における精度検証

計画では、この段階で行う予定だったが、各センサ感度のバラツキが大きく、また出力値が安定しない状態でしか表示されない為、(b)のソフトの完成を待つこととした。

(b) 圧力表示ソフトウェア開発 (担当：産総研・福井大学)

計画では、センサ出力を色情報として簡易的なイメージ上に提示するソフトウェアを開発することとしていた。

実施では、センサ単体の出力データ(11bit解像度のデジタル出力値)を、(a)の校正によって得られたデジタル出力値と荷重の線形回帰式を用いて荷重に変換するソフトウェアプログラムを開発した。(a)の設計時に用いた顔形状データのセンサ位置に相当する頂点の色を、センシングされた荷重に応じて青から赤に段階的に変化させるプログラムと、そのデータを可視化するソフトウェアを開発した。

頂点の色を段階的に変化させるアルゴリズムと測定結果を3Dにて回転・縮小・拡大等の表示手法について、福井大学の助言と協力を得て、産総研がプログラムを実装した。

表示に使用している頭部データ量が大きい為とセンサより受け取ったデータ変換処理の改良と表示精度の検証の為、専用PCを用意しプログラムの改良に充てた。

(c) 妥当性の最終検証

メガネやガスマスクなど頭部に装着する製品の人間適合性を評価するために、製品を人体同様に装着でき、かつ接触部の面圧測定を可能とする、ダミーヘッドとデータ可視化システムを開発することが本研究の目標であった。ここでは、成果物であるダミーヘッドと可視化システムの最終検証として、ダミーヘッドに実際にメガネやガスマスクを装着した場合に、十分な圧力値を検出できるか、さらには、メガネやガスマスクの製品ごとのフィ

ット性の違いを定量的に比較できるか、と言う検証試験を行った。メガネは非常に小さな圧力であるが、センサはその圧力を検出し、タイトなフレームとルーズなフレームの差を量的に比較可能であった。また、ガスマスクの装着圧も検出でき、ガスマスクのベルト調整などによる差も比較可能であった。

■得られた成果

(1) 試作物など具体的成果

本研究の最大の成果は、感圧ヘッドダミーの試作物を完成させたことである。ダミー表面の形状や圧力センサは既存の技術であるが、センサの感度を十分に発揮でき、十分な空間解像度を有し、かつ、皮膚弾性を十分に反映できるように独自設計した骨格模型である。なお、この骨格模型は、知的財産（著作物）である。

(2) 目標との比較、達成状況

メガネやガスマスクなど頭部に装着する製品の人間適合性を評価するために、製品を人体同様に装着でき、かつ接触部の面圧測定を可能とする、ダミーヘッドとデータ可視化システムを開発することが本研究の目標であった。ダミーヘッドの開発に関しては、日本人頭部の平均形状を再現するだけでなく、皮膚の厚さと皮膚弾性までも再現するダミーであって、かつ、その弾性樹脂内で動作する高感度（1gf）の圧力センサを備えたダミーヘッドという具体的目標を設定した。その性能をほぼ満足する成果が得られた。

(3) 技術的課題の解決度、新たに得られた技術的課題

頬の部分など骨格との距離が大きく樹脂が厚く充填されている部位では、ダミーの皮膚表面固さが人体皮膚よりも固い仕上がりになってしまった。また、樹脂層が厚かったことでセンサ感度が落ち、分解機能が十分に得られない部分があった。これらについては、樹脂層の下にウレタン発泡層を加えるなどの方策が必要であることが分かった。

データ可視化システムについては、センサ出力をUSB経由でPCに転送し、圧力情報を平均人頭モデル上で色情報として可視化することを具体的目標として設定し、それを実現した。実際には、リアルタイム可視化までチャレンジしたが、センサの圧力が安定するのに時間がかかるというハードウェア上の制約もあり、今回は、データを計測→処理→可視化というシステムになった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】人体形状、人間計測、デジタルヒューマン

【研究題目】集団としての人間の行動軌跡解析と場のデザイン

【研究代表者】和泉 潔

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】和泉 潔（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、実社会で相互作用する複数の人間の行動データから、集団としての人間行動モデルを構築するための情報処理技術を開発する。本技術によって、手術のようなチーム作業を行う物理環境や、金融取引のような社会経済活動を行う情報環境において、頑強性・安定性を向上させる空間や制度の設計を支援することを目指す。

本年度は、共同作業および経済行動現場での行動データ取得に関して、データ取得環境の構築を中心にして研究を進めた。さらに、行動データ解析技術の開発に関して、解析手法の全体枠組みの検討を行った。共同作業現場として、計50時間以上の手術での各5-8名のスタッフの移動データを取得した。取得した動線データから手術の各ステージでの典型的な行動パターンを抽出する手法を新たに開発した。経済行動として、模擬的な金融取引時の取引行動履歴・内面的な状況を計測する環境を構築した。特に、ユーザーの内面的状況の推定のために、視線計測（アイトラッキング）や心拍などの生体現象の計測できることを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】マルチエージェント、シミュレーション、行動計測、データマイニング

【研究題目】クラウドコンピューティングによるタンパク質間相互作用解析プラットフォームの開発

【研究代表者】福井 一彦

（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】福井 一彦、山崎 智、横田 恭宣、廣瀬 修一

（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

本研究の目的は、inSilico タンパク質間相互作用スクリーニングであり、計算機により網羅的にタンパク質同士の膨大な組み合わせについてドッキング計算を行い、データベースと連携させた相互作用解析を実施する。このような生命情報に関する解析システムを利用するには、高度なプログラム技術や情報通信機器の知識が必要とされ、一般ユーザには敷居が高く、なかなか使いづらいのが現状である。本開発では、一般ユーザにより使いやすい解析システムとするため、クラウドコンピューティング（計算リソースの確保として GRID 技術等を用いる）に向けたワークフロー形式によるバイオ解析ツール、ここでは主にタンパク質分子間相互作用のプラットフォーム化やデータベースの統合ミドルウェア開発を行う。この開発は、ライフサイエンスやバイオ産業にかかわる情報へのアクセスと利用における利便性向上及び効率化を目指し、解析ソフトウェアやデータベースを組み合わせ高度な研究解析をより簡単に効率よく実現できる解析環境構築が期待できる。

平成21年度は、先ず統合ミドルウェアによる仮想化データベースの構築に向けてタンパク質関連の2つのデータベースの整備を行い、両データベースを統合した仮想化データベースを定義した。それと並行し、データベース仮想化プログラムの設計およびプロトタイププログラム開発を実施した。整備したデータベースと開発したプログラムを用いて、仮想化データベースからのデータ取得の動作検証を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】クラウド、タンパク質間相互作用、仮想化

【研究題目】テラーメイドクラスターイオン源の研究開発

【研究代表者】金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】金山 敏彦、内田 紀行

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

産業技術総合研究所で開発された多重極イオントラップは、ガスを原料に狙った組成・大きさのクラスターイオンを合成しビームとして送り出せるイオン源である。本研究では、新規触媒や磁性材料の探索研究などに有用な、構成原子組成とサイズの揃った多元金属クラスターイオンを供給できるイオン源を、このイオントラップをベースとして開発することを目的とする。そのために、高周波誘導加熱を利用した原子状金属源を開発し、イオントラップに搭載して金属クラスターの原料となる原子状金属を供給し、Ni、Fe、Coなどの触媒活性や磁性が期待できる金属のクラスターイオンの合成を試みた。高周波電圧を印加した銅製のコイルをグラファイトるつぼの周囲に配置した構造を持つ原子状金属供給装置を作製し、これを多重極イオントラップに搭載して金属クラスターイオン源の開発を行った。多重極イオントラップの動作は、希ガスイオンを用いて、確認することができたが、原子状金属供給装置から、金属クラスターイオン合成に十分なFe、Co、Niのフラックスを安定的に得ることができなかった。原子状金属供給装置は、高周波誘導加熱によってグラファイトるつぼを加熱し、るつぼ内の金属を蒸発する方式を用いている。原子状金属供給装置を用いて、Fe膜をガラス基板上に真空蒸着することで、Feの蒸発も自体は確認できたが、研究期間内では金属蒸気の安定供給を実現できなかった。今後、るつぼ材料や形状、コイル形状の見直しを軸に、原子状金属供給装置の開発を継続し、本研究の目標の達成を目指す。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】遷移金属クラスター、構造制御、イオントラップ

【研究題目】機能性酸化物を用いたナノ界面相転移デ

バイス開発

【研究代表者】秋永 広幸

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】島 久

(ナノ電子デバイス研究センター)、

赤穂 博司

(強相関電子科学技術研究コア)

澤 彰仁、井上 公、佐藤 弘

(エレクトロニクス研究部門)

石橋 章司、織田 望、橋本 保、

田村 友幸 (計算科学研究部門)

(常勤職員9名、他4名)

【研究内容】

目標：

半導体エレクトロニクスが持続的に発展していくためには、遷移金属酸化物など新材料の導入と、それらによって構成される界面を制御する技術の開発が必要不可欠となっている。本事業では、金属/絶縁性酸化膜の界面電子状態および強相関相転移の物性制御研究を通して、それらを利用した不揮発性スイッチングデバイス技術の開発を行う。より具体的には、下記の2課題を設定した。

1、金属/遷移金属酸化物界面の電子状態制御

金属/絶縁性酸化膜の界面電子状態に関する学術的理解を徹底的に深め、その理解に基づいたデバイス機能実証として、電界あるいは電流にて制御することで不揮発に極性反転可能な2端子デバイスを開発する。

2、界面における強相関相転移を利用したスイッチ機能の開発

ゲート長を超微細化しても動作する界面電子相をチャンネルにした3端子型界面相転移スイッチデバイスを実現するための要素技術を開発し、そのデバイス動作を実証する。

年度進捗状況：

課題1に関して、平成21年度はPt/TiO₂系において、界面の酸素のストイキオメトリーとショットキー障壁高との関連や酸素空孔形成エネルギーの界面からの距離依存性を明らかにした。その際、オンサイトクーロン相互作用Uが酸素欠陥由来の電子状態の局在性に大きな影響を与える事が分かった。酸素空孔の拡散の活性化エネルギーも評価した。さらに、現実のPt/TiO₂系での酸素空孔検出スキーム確立に向けて、電子エネルギー損失分光(EELS)スペクトルの計算手法を確立した。ペロブスカイト酸化物系においては、CaMnO₃およびLaVO₃におけるエピタキシャルと磁気秩序の相対的安定性の関係を評価した。さらに、LaAlO₃/SrTiO₃超格子([011]積層と[001]積層)における誘電率分布の計算を実施し、界面での非線形項の増強を確認した。また、整流特性を変化可能なPt/TiO₂/Pt素子において、酸化雰囲気でのアニールや素子への電界印加によってO-K端のEELSスペクトルの形状が変化し、素子中でTiの酸化

状態が影響を受けることを実験的に検出した。素子作製プロセス技術開発も併せて実施し、i 線ステッパーを用いた素子の集積化を行った。

課題2に関して、Si 基板上に強相関酸化物のエピタキシャル薄膜を作製するための SrTiO₃/TiN の二層構造バッファ層の作製技術の開発と評価を行った。また、酸化物単結晶基板上に作製した Mn 酸化物、Ni 酸化物の薄膜と Au、Pt など仕事関数の深い金属との接合界面でオーミック接触が得られていることを確認した。電界効果素子の開発に関しては、室温でも動作する可能性のあるペロブスカイト型 Ni 酸化物をチャンネルに用いることを目的に、薄膜作製条件の最適化と、輸送特性のキャリア濃度依存性を評価した。さらに、電界効果により高濃度のキャリア蓄積が可能なイオン液体を用いた電気二重層電界効果素子の作製に着手し、ゲート電圧印加による抵抗変化を確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 機能性酸化物、界面相転移、第一原理計算、スイッチ素子、極微細加工

【研究題目】 FMO-MD の実装と応用

【研究代表者】 古明地 勇人（計算科学研究部門）

【研究担当者】 古明地 勇人（常勤職員1名）

【研究内容】

共同研究者らと協力して、FMO-MD 法の改良と実用計算を推進した。まず、三体効果を取り入れた FMO3 法を導入、精度を大幅に上げることに成功した。これにより、H⁺(H₂O)_n のような、プロトン移動が頻繁に起こる系でも、安定に FMO-MD を実行できるようになった。さらに、電子相関効果を採り入れるため、MP2法を導入、これにより、疎水性の強い分子も研究対象にすることが可能になった。また、従来のマリケン法に加えて、Natural Population Analysis 法を導入することで、化学的直感に近い電荷解析ができるようになった。一方、実用計算としては、ホルムアルデヒドのアミノ化反応の第一原理シミュレーションを行い、この反応が、協奏的ではなく、段階的に起こることを示した。加えて、Zn²⁺ の水和構造を計算し、実験値と対応する結果を得ることができた。このように、FMO-MD 法に新たな機能を導入しつつ、実際の化学反応や分子構造の計算を推し進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 FMO-MD 法、全電子反応シミュレーション

【研究題目】 高精度多体多階層物質シミュレーション

【研究代表者】 三宅 隆（計算科学研究部門）

【研究担当者】 三宅 隆、Ferdinand ARYASETIWAN、
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

密度汎関数理論などの大域的電子構造計算と低エネルギー有効模型に対する多体論的手法の複合的手法により相関電子系を精緻に取り扱うことを目的とする。今年度は GW 計算の改良を行った。GW 近似は、密度汎関数法と LDA を組み合わせた標準的な第一原理計算法を超える方法であり、半導体のギャップ問題などに有効であることが確立されている。通常の GW 計算では LDA 解に対して自己エネルギーを摂動項として加える (1-shot GW と呼ばれる)。しかし、昨年度調べた VO₂ のように、相関電子系では LDA が良い出発点とならないため 1-shot GW 法で正確な電子状態を記述できない。そこで、Lowdin の直交化を用いた自己無撞着 GW 法を考案し、NiO と Gd に適用した。これらの系では LDA では d-d、あるいは f-f 準位間の占有-非占有エネルギー差が過小評価されるが、自己無撞着計算で改善することが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダウンフォールディング法、GW 近似、遷移金属酸化物への応用

【研究題目】 DDS ナノ粒子の分子シミュレーションの研究開発

【研究代表者】 三上 益弘（計算科学研究部門）

【研究担当者】 三上 益弘、内丸 忠文、都築 誠二、
篠田 渉、古明地 勇人、
Dmitri FEDOROV、三浦 俊明、
森下 徹也、石田 豊和、西尾 憲吾、
中村 壮伸、澤田 敏彦、高岩 大輔
（常勤職員10名、他3名）

【研究内容】

本研究では、リポソームを用いた DDS 設計に利用できる DDS シミュレータを開発する。そのために、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発を実施する。

本年度は、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発の各研究項目について下記の研究を実施した。

(a) DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発では、粗視化モデルを開発し、脂質集合体のサイズに依存しディスク状構造体のバイセルから小胞体のリポソームに構造転移する様子を分子シミュレーションにより観測することに成功した。代表的な脂質 DMPC 分子が1512分子からなる集合体を選び、バイセル構造とリポソーム構造の間の自由エネルギー障壁の計算にも成功した。さらに同手法を用いて膜の線張力を測定したところ、脂質分子種によって大きく変化することが判明し、これはリポソームの安定性が分子種によって変化することを意味しており、半定量的な粗視化モデルがリポソーム設計において大変重要な情報を与えることを示した。

(b) 糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発

では、糖分子であるフコースとフェニルアラニン、チロシン、トリプトファン残基の芳香環のモデルであるベンゼン、フェノール、インドールの相互作用を *ab initio* 分子軌道法で解析し、フコースの疎水面とベンゼン、フェノール、インドールの間に引力が働くことを明らかにした。また、白血球の毛管浸潤過程で重要な役割を果たす E セレクチン-シアリルリス X 糖鎖複合体を取り上げ、系統的な分子モデリング法を開発し、溶媒和と糖鎖の配座変化を表す2次元エネルギー面上に糖鎖構造を射影することにより糖鎖結合構造を予測することに初めて成功した。

【分野名】 バイオサイエンス

【キーワード】 レクチンと糖鎖の分子間相互作用解析、DDS ナノ粒子の血管内における流動解析、DDS ナノ粒子設計、マルチスケールシミュレーション技術

【研究題目】 パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得ならびにパラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究

【研究代表者】 大山 英明 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 大山 英明、野田 五十樹、篠田 孝祐、城間 直司 (茨城大学) (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

目標：

パラサイトヒューマン (PH) とは、人間が装着するウェアラブル・ロボットであり、視覚情報等の感覚刺激の提示によって、装着者の行動を誘導することが可能である。CREST 研究領域「先進的統合センシング技術」の「パラサイトヒューマンネットによる五感情報通信と環境センシング・行動誘導」(代表：前田 太郎氏 (大阪大学)) では、医療の専門家が、遠隔から PH 装着者を誘導して、応急手当を行うことや、PH 装着者への避難方向指示により、安全な避難を実現し、安全・安心の実現を目指している。産総研ではシステム開発と応用部分を担当する。

研究計画：

(1) パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得に関する研究

本テーマでは、PH 装着者の行動認識のための行動モデルを構築する。また、行動モデル検証のために小型ロボット操縦システムを構築する。

(2) パラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究

本テーマでは、センサネット他の情報を集積し、集団を安全に誘導するための PH 装着者への避難方向指示システムを開発する。

年度進捗状況：

(1) パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得に関する研究

本年度は、ARToolKit を利用して、カメラや PH 装着者の運動学的パラメータのキャリブレーション機能を持つ、ポータブルな簡易型 PH システム (ウェアラブル行動誘導システム) を開発し、作業実験により有効性を検証した。また、人間の行動誘導やロボットの遠隔操縦において、非同期的な操縦を可能とする画像提示システムを開発した。

(2) パラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究

本年度は、昨年度に開発した、エージェントベースの避難誘導シミュレータを利用して、様々な環境下で、PH システムによる避難誘導の効果の評価を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 パラサイトヒューマン、テレグジスタンス、避難誘導、マルチエージェント

【研究題目】 強磁性絶縁体超薄膜を用いた新規スピントロニクスデバイスの創製

【研究代表者】 長浜 太郎

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 長浜 太郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

近年電子のスピンの自由度を利用して様々な機能実現しようというスピントロニクスが注目を集めている。スピントロニクス素子の実現のためにはスピン偏極電流を生成することが必要である。本研究では、スピン偏極電流源として強磁性 (またはフェリ磁性) 絶縁体を用いたスピンフィルターと呼ばれるトンネル接合素子の実現を目指している。強磁性絶縁体ではトンネル障壁高さがスピンの方向に依存するため、スピンフィルター素子では高スピン偏極した電流を得ることが期待される。また、現在困難とされている半導体中へのスピン注入の実現の可能性も考えられる。フェリ磁性絶縁体としては NiFe_2O_4 を選定し、超高真空蒸着法をもってトンネル接合の作成を試みた。また、電極には NiFe_2O_4 を格子整合性の良い Fe_3O_4 または TiN を用いた。基板は主に $\text{MgO}(001)$ を用い、製膜中に高速電子線回折 (RHEED) により成長の様子をその場観察し、エピタキシャル成長していることを確認した。作成した素子の磁気抵抗効果の測定を行ったところ、0.1%程度と小さい値ではあるが、有意な磁気抵抗の観測に成功した。しかし、電圧依存性などから、この効果はトンネル磁気抵抗ではなく巨大磁気抵抗効果であり、 NiFe_2O_4 の絶縁性がよく実現できていないと考えられる。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 スピントロニクス、強磁性トンネル接合、スピンフィルター

【研究題目】 強磁性金属/界面制御によるスピントラジスタの創製

〔研究代表者〕 齋藤 秀和

(ナノスピントロニクス研究センター)

〔研究担当〕 齋藤 秀和 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

現在、将来の情報通信技術の核となる高速・大容量不揮発性メモリをターゲットとし、この新技術を利用した「スピントランジスタ」と呼ばれる不揮発性トランジスタの実現を目指した基礎研究が世界規模で行われている。しかしながら、これまでに明確に不揮発機能を実証した例は皆無である。本研究は、独自に提案する金属強磁性/半導体ハイブリッド構造を有するパイポラ型スピントランジスタの情報記憶機能を担う、金属/絶縁体/半導体 (MIS) 構造を有するトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子の開発を中心として行ってきた。

本年度はこれまでの成果を基に、強磁性半導体 (Ga,Mn)As を用いてスピントランジスタを作製したが、残念ながら多大なリーク電流が発生することから増幅機能が得られないことが判明した。この理由を調べたところ、増幅動作の際には (Ga,Mn)As ベース層のバンドギャップ (約1.5 eV) に相当する電圧程度が必要であり、このため強磁性金属エミッター (Fe) から (Ga,Mn)As に電子が流れる前に逆に (Ga,Mn)As から Fe に大きなホール電流が流れてしまう。そこで、バンドギャップが約 0.4 eV である狭ギャップ強磁性半導体 (In,Mn)As を用いた TMR 素子の開発に取り組んだ。狭ギャップ強磁性半導体を有する TMR 素子 Fe/ZnSe/(In,Mn)As において世界で初めて TMR 効果の観測に成功した (H. Saito, S. Yuasa and K. Ando, Appl. Phys. Lett. **95**, 192508 (2010))。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 スピントランジスタ、磁性半導体、磁気トンネル接合、スピン依存伝導

〔研究題目〕 鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子の解明と物質設計への適用

〔研究代表者〕 永崎 洋 (エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当〕 石橋 章司、三宅 隆 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

第一原理計算により、1111系において、静水圧下の結晶構造変化に対する La サイト置換・酸素空孔導入の影響を調べ、さらに対応する電子状態も求めた。また、122系 (Sr-Fe-As) において、Fe-As ボンド長とボンド角の関数として電子状態の系統的な変化を調べ、大きな磁気モーメントの発現は、Fermi 面のネスティングの有無に依らないことを確認した。鉄の3d 状態の軌道分極の様子を調べたところ、非磁性状態での変化は大きくないが、ストライプタイプの反強磁性状態では、ボンド長・ボンド角により大きく異なることがわかった。最局在ワニエ軌道を用いて、6種類の鉄系超伝導体の母物質の第一原理有効モデルを構築した。その結果、ニクトゲ

ン/カルコゲン原子が鉄原子面に近づくにつれて擬ギャップが形成されることや、11系では他のファミリーより電子相関が強いとの結論を得た。上記で得られた LaFeAsO の第一原理有効モデルを動的平均場理論 (DMFT) で解き、強電子相関効果を議論した。その結果、フェルミ準位近傍で準粒子バンドが良く定義され、有効質量の繰り込みが1.6と中程度の相関をもつ物質であることがわかった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 電子状態、鉄ヒ素系超伝導体、第一原理計算、最局在ワニエ軌道、動的平均場理論 (DMFT)

〔研究題目〕 上肢機能の代償にともなう遺伝子発現の in situ hybridization による解析

〔研究代表者〕 肥後 範行 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当〕 肥後 範行、山本 竜也 (連携大学院)、杉山 容子 (連携大学院) (常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

マカクザル皮質脊髄路の損傷後、回復過程で生じる神経回路の変化を調べるため、神経突起の伸長に関わるタンパクである GAP-43の遺伝子発現に着目した (Higo *et al.*, 2009)。皮質脊髄路損傷後、回復途中 (損傷後2週間-1ヶ月) または回復後 (損傷後3-4ヶ月) の脳組織において、in situ ハイブリダイゼーションを用いた組織化学的解析を行った。皮質脊髄路損傷個体と健常個体との間で、運動関連皮質領域における GAP-43遺伝子発現の定量的比較を行った結果、皮質脊髄路の損傷を受けたサルでは、回復時に両半球の第一次運動野 (M1) の II-III 層に存在する興奮性ニューロンにおいて GAP-43 遺伝子の発現上昇がみられた。発現の上昇の程度は、回復途中のほうが、回復後と比べより顕著であった。発現の細胞の大きさ毎に GAP-43の遺伝子発現強度の違いを解析したところ、M1の V 層に存在する大型ニューロンでも、両側性に発現の上昇がみられることが明らかになった。大型ニューロンの大部分は、大脳皮質から脊髄への運動出力を担う皮質脊髄路の起始細胞であると考えられる。さらに運動前野腹側部 (PMv) や第一次体性感覚野 (S1) においても II-III 層のニューロンで GAP-43遺伝子の発現上昇がみられた。これらの結果は、M1と PMv、S1を含む運動関連領野間の皮質間投射、および M1から皮質下への投射を担う神経細胞で可塑的な変化が生じていることを示す。本研究成果は、脊髄損傷後に大脳皮質レベルの神経回路再編成が実際に生じており、それが機能代償に関与していることを示唆するものである。皮質脊髄路切断後に大脳皮質の特定の領野で生じる変化を明らかにしたことは顕著な成果である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子発現、霊長類、皮質脊髄路、機能回復、神経可塑性

〔研究題目〕 電顕を用いた単粒子画像解析技術の開発による膜たんぱく質構造決定の促進

〔研究代表者〕 佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 主税、三尾 和弘、川田 正晃、守屋 俊夫
（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

目標：

単粒子解析法は、結晶を必要とせずかつ疎水的な膜タンパク質に適用できる構造決定法である。この方法では電子顕微鏡写真に微かに写った様々な向きの分子像から、情報学を頼りに3次元構造を求めてゆく。結晶を必要としない汎用性から、海外では急激な勢いで研究者が増えている。この方法は、本来は巨大で対称性の高いタンパク質の解析を得意とする。それを通常サイズのタンパク質に拡張するため、我々はスイスパーゼル大の研究者達と共同で、Neural Networkなどの柔らかな情報処理法を駆使して単粒子解析法を開発する。

研究計画：

日本側はスイス側と以下の研究を共同で行う。単粒子解析のための画像処理プログラム開発、イオンチャンネルタンパク質の精製法の開発、スイス側を中心としたSTEM技術開発。これらの開発は、それぞれが相互に連携して行われ、プロジェクト全体としての効率よい進展を目指す。

年度進捗状況：

21年度は、本プロジェクトにより、この単粒子解析法をより広く膜たんぱく質の構造研究に適用可能にし、さらには創薬に用いられるようにするための密接な共同研究開発を行った。情報学的には、自動画像切り出しプログラムの改良を行った。現在の単粒子解析で高解像度の構造を得るには、初期の低分解能構造からスタートして、その投影像を参照画像として自動で画像を電子顕微鏡写真中から多数切り出して、そこから分解能を改善してゆく必要がある。そのため、日本側では非線形関数を用いた参照画像依存の自動拾い上げプログラムを開発した。また実際にイオンチャンネルタンパク質を精製して、STEMで撮影した。

〔分野名〕 生物物理学

〔キーワード〕 タンパク質構造、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、画像解析

〔研究題目〕 安心・安全・環境モニタ用空間ロボットの開発

〔研究代表者〕 恩田 昌彦（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 村上 裕、恩田 昌彦
（常勤職員1名、他8名）

〔研究内容〕

地下から上空までの3次元空間において、自由に移動且つ高い運動性能を持つ空間ロボットの開発を目指し、有人機の飛行しない地上300m迄の低空域で観測・監視・情報中継等の業務を遂行でき、地上支援等の要員数を最小とした実用機の性能を実証する。

空間ロボットは全方位推進機サイクロイダル・プロペラ（CP）を搭載した無人飛行船型ロボットで、特徴は従来の飛行船にない敏捷性能で、船体左右に装備したCPがそれを可能にしている。CPは、従来の機構が油圧駆動等で重量が大きく、飛行船搭載に適しないので、翼が遠心力で回転円外へ押し出される事を利用し、制御棒を軽量張力構造にし、ピボットの中心結合を平面化で小型軽量化し、全体の機構を軽量化した。

空中基地ロボット（全長10～20m）は、地上からの無線操縦で飛行し、無線操縦が機能しなくなった場合は搭載計算機による自律飛行で帰還する安全航行性能をもつべく開発した。この基本機能は10m級機により屋外飛行試験で確認した。

輸送運搬用空間ロボットはCP4機を2基づつ両舷に直列に装備して、搭載CPの推力増力のため100kgf級のCPを試作し推力試験を実施し、所期の性能を達成した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 飛行船型ロボット、空中基地、上空からの観測や監視、無人自律

〔研究題目〕 実環境のオンライン情報構造化を用いたロボットの運動計画および実行に関する研究

〔研究代表者〕 吉田 英一（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 吉田 英一、横井 一仁、金子 健二、原田 研介、金広 文男、森澤 光晴
（常勤職員6名、他12名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、ロボットに複雑な実環境でダイナミックな動作能力を与えるため、センサ情報処理と環境情報の抽出を実時間でやり、ロボットの運動を計画し実行する手法を構築することである。この目的のため、研究交流を通じて、日仏で相互補完的な共同研究を行った。

2009年度は、日本側からは4月から7月にかけて吉田、11月から1月にかけて金子、金広の各主任研究員がフランス LAAS-CNRS を訪問し、実世界で動作するロボットが、予期しない外力等を受けた場合にこれを検出し、関節可動範囲や関節速度、自己干渉の回避といった物理的制約を満たした即応的な脚の運動を生成する手法の研究を行った。研究成果の一部を国際会議 Humanoids 2009で発表し、Best paper award finalist を受賞した。

2009年5月に、神戸で開催されたロボット工学関連の最大の国際会議 IEEE ICRA（International Conference on Robotics and Automation）において、

“Humanoid Motion Planning in Real World”と題して公開でワークショップを開催した。最近世界的な注目を集めている Disney 社との共同ラボに参画している、米国 Carnegie Mellon 大学の山根克准教授をワークショップに招聘し、基調講演をしていただいた。山根准教授には、今後実世界でのモーションプランニングを実用化するには、自律的にタスクを理解・定式化する技術が必要ではないか、また、ヒトの動作生成技術は、人間から見て自然なロボット動作の実現にも重要との助言をいただいた。50人以上の参加があり、当プロジェクトの発表を含め各国の関連分野の研究者の6件の発表を通じ、活発な議論が行われた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】運動計画、行動計画、ロボット、オンライン情報構造化

【研究題目】調音的特徴に基づく雑音に頑健な音声コマンド認識システムの研究開発

【研究代表者】児島 宏明（情報技術研究部門）

【研究担当者】児島 宏明、佐宗 晃、大村 浩

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究は、工場など雑音の多い環境でも有効に利用可能な音声コマンド認識装置の実現を目的とした企業との共同研究である。比較的小語彙のコマンドを対象として、雑音環境下で頑健に動作する手法を研究開発する。

年度をまたがる1年間の研究計画の後半となる平成21年度は、前年度に開発した特徴抽出手法と音声コマンド認識手法に基づき、それらの実装と改良を進めた。このうち、産総研では手法の改良と評価実験を中心に行い、企業側ではシステムへの実装とデータ収録を中心を実施した。特徴抽出については、雑音に対する頑健性のために、人の発声時の舌の位置など口の動きを反映する調音的記述に対応した特徴量を採用し、それを安定に抽出する手法を実装した。認識手法については、一般的に普及している統計的手法とは異なり、調音的特徴とその発声ごとの変形パターンに関する規則に基づいてマッチングする手法を実装した。その際に、コマンド語彙セットのテキストから標準的な発声に対応する発音辞書と、そこから派生する発音辞書の変形パターンを自動生成し、それを調音的特徴と対応付けることにより、テキストで記述した任意の語彙を認識対象とできるようにした。これらの手法について、評価用標準音声データを用いて評価実験を行い、その結果に基づいてシステムの改良を進めた。雑音環境での音声認識精度に関して、従来より少ない次元の特徴量でベースライン性能を上回る結果が得られ、特徴量の頑健性が確認された。これらに関して特許出願を行うとともに、小型実装のための処理の効率化を進め、小型 PC 上で動作する音声コマンド認識プロトタイプシステムを構築した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】音声認識、雑音

【研究題目】シミュレーションコードのグリッド化

【研究代表者】田中 良夫（情報技術研究部門）

【研究担当者】田中 良夫、谷村 勇輔、宋応文
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

グリッド上で大規模アプリケーションを長時間実行するためには、動的に変わる資源の利用可能性や障害に対してアプリケーションの実行を動的に対応させるフレームワークの確立が必要である。本研究においては、本プロジェクトの参画機関である名工大グループにより開発された材料シミュレーションのナノスケール用およびマイクロ・メゾスケール用ハイブリッドコードのグリッド化を行ない、複数の高性能計算機が高速ネットワークで接続されたグリッド環境上で大規模ハイブリッドシミュレーションを長時間実行するための技術開発を行う。平成21年度は、計算グリッド上の非均質な計算資源を効率よく利用する手法の確立に向け、名工大グループが開発する格子ボルツマン法（LBM 法）による流体シミュレーションをヘテロジニアス・マルチコアアーキテクチャの1つである Cell Broadband Engine (Cell/B.E.™) 上に移植し、その性能評価を行なった。Cell/B.E.™ は、PPU と呼ばれる汎用のプロセッサコアを1基と、SPU と呼ばれる単純な演算を高速に行なうプロセッサコアを8基搭載したプロセッサであり、複数の SPU を利用して、独立した計算を並列に行なう事が出来る。LBM 手法の定式は既に周知され、カーネルの実装もいろいろなバージョンがある。我々の実装は初期化に続いて衝突計算、移流項計算、境界条件の処理、そして物理量算出を収束まで繰り返すが、実行時のプロファイルを解析した結果、衝突計算について、全体の半分弱を占めている他に、各メッシュ点も依存していない事がわかった。そこで我々は、衝突計算を SPU 上で行なう実装を行なった。SPU 側はダブルバッファを利用して通信時間を隠ぺいする最適化を行なったが、アルゴリズムおよび実装の制約上 SIMD は利用できなかった。他の計算は PPU が独自で行なう。Cell/B.E.™ を1台搭載した Playstation3 (PS3) 上で性能評価を行なった。衝突のテスト計算では PS3 上で PPU だけを利用する場合188秒である。これに対して、1 SPU、2 SPU、4 SPU、6 SPU を用いる場合、それぞれ111、74、44、31秒になった。今後は GPU を用いた高速化も行ない、非均質な計算機をリソースとするグリッド上で、利用可能な計算機の性能を十分に活用する技術の開発を進める予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド、GridRPC、連成シミュレーション

〔研究題目〕直感的インタフェースと市民芸術創造 SNS の研究・開発

〔研究代表者〕 西村 拓一（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 西村 拓一、中村 嘉志、濱崎 雅弘、
Thomas Hope、久保田 秀和、
江渡 浩一郎（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

昨今の情報技術の発展により市民が経験や作品を公開するなど、地球規模の協働創造活動が活発になってきた。しかし、適切なメディアと市民活動のデザインがあれば、現状に比べてより深い喜びや感動を享受できると考えている。そのために、本研究では、研究代表者である多摩美術大学須永教授他4グループで、メディア論と情報デザインをベースにした市民芸術創出プラットフォームの構築を目指している。産総研グループは、実世界のワークショップにて芸術表現を支援する直感的インタフェースおよびオンラインで表現物の流通を促す市民芸術創造 SNS の研究を進めている。

直感的インタフェースの研究では、ワークショップの場において、気軽に積極的に自己表現・協調創造活動を行うための情報記録、認識、閲覧、共有環境の技術を開発する。市民芸術創造 SNS の研究では、ユーザが発信した作品をインターネット上で共有し、知識の動的再構成支援システムによる作品群の可視化や検索を行う環境を提供するとともに、ユーザ間の遠隔協調創造活動支援や熟練者による遠隔教育、作品への評価やオンライン展覧会による創造意欲支援技術を研究する。

平成21年度は、直感的インタフェースの研究として、これまでの参加型ワークショップ用表現システム「Zuzie」を改良し、図を手に取り直接操作できるようにすることを目標とした。「Zuzie」は参加者が作成した複数の「図」を「地」の上に配置する作業を繰り返すことで協働的な発見を促し表現の深化を狙った活動プログラムおよび PC 上のシステムであり、従来は紙面に描画した図を PC に取り込んでマウスで操作していたため、図の取り扱いが直感的でなかった。結果として、参加者が各自のスマートフォンで図を作成・表示し、これらを直接移動したり描画できる表現活動支援ツールを開発し、写真や音声、描画を実世界ベースで共有し表現を深化することを可能とした。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 創造活動支援、市民芸術、直観的インタフェース、音響信号解析、Web マイニング

〔研究題目〕3次元映像の解析

〔研究代表者〕 依田 育士（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 依田 育士、大西 正輝、浅野 由紀子、
佐藤 信彦、本田 祐美子、桑田 純哉、
下寄 ゆり、渡邊 将博、高橋 勇佑、

石崎 琢弥、宇佐美 敦志、玄番 由紀
（常勤職員2名、他10名）

〔研究内容〕

本研究は、患者の QOL（Quality of life）を向上させることを目的とし、救急車による搬入前の病院前治療から始まる救命救急を対象として、医療を医療従事者だけでなく一般市民も主体として取り込んだ「共有する医療」として実現することを目標に4年計画で研究を進めている。救命処置を要する患者は意識不明のことも多く、時間的制約から通常の「説明と同意」は例外視されてきた。医療を情報共有に基づく当事者間の納得を目指すプロセスとして、これを「共有する医療」と表現する。この病院内外を含む救急診療の過程において、医療者同士、医療者と患者・その家族の間、消防庁など外部機関との間に起こる人の位置的關係とその会話を情報工学と社会学よって解析し、さらに説明と同意に役立てることを目的とする。そのために本研究は、医学・工学・社会学の異分野の研究機関が参画する共同研究として実施され、実施場所である東京医科大学、医療行為の3次元解析を行う産業技術総合研究所、さらに医療建築の研究を分担する工学院大学が連携して行う。

産業技術総合研究所が担当する3次元映像情報技術の研究は、救命救急センター内の初療室（ER）において、3次元ビジョン技術により ER 内の救命活動時の医療者などの動線（移動軌跡）を主な対象とした、「動きの自動的な記録」に関する研究を実施する。これによって得られる動線情報と、社会学者による会話分析を組み合わせることにより、ER 内におけるチーム医療行為に関して様々な観点から解析を行う。この解析結果をもとに、診療チームの検討、研修医教育、診療の標準化の基本資料の作成を行う。これと同時に、患者とその家族に対して、画像情報を利用した説明方法に関して検討を進める。

4年計画の2年目である平成21年度においては、ER 内において医療者の動線取得を行っているステレオカメラを4台から8台まで設置可能なシステムに増強した。そして、医療者の動線とその会話に関して、工学的分析手法と社会学の相互行為分析手法を同時に用いることで、会話の中での間違いを修正するリペアの会話と動線の間に関連性があることを発見した。さらに、患者とその家族に対する事後の説明のために、3次元 CG による医療者の動線表示機能を実現し、取得した3次元映像の利用方法に関して検討した。また、東京医科大学病院と工学院大学が共同で取り組んだ多数傷病者救助訓練において、災害医療現場における傷病者の治療優先順位を決定するトリアージの動線取得をユビキタスステレオビジョンによって行った。これによりトリアージの際の医療者の動きや必要面積を取得可能とする手法を開発し、今後の医療建築への活用に資するデータ解析を工学院大学と共同で開始した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 チーム医療の解析、ステレオビジョン、救命救急、トリアージの解析、画像処理

〔研究題目〕 低消費電力を削減するグリッドデータセンター運用管理システムの研究

〔研究代表者〕 伊藤 智（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 伊藤 智、関口 智嗣、中田 秀基、竹房 あつ子、小川 宏高、広瀬 崇宏、横井 威（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

データセンターにおける電力消費量の増大が大きな問題となっており、サーバのプロセッサが遊んでいたり、空調が効きすぎているなど、データセンターに潜む無駄を排除することで消費電力を削減する技術開発を行う。本研究は NEC と東大との連携プロジェクトであり、産総研超低消費電力ユビキタスセンサ端末を産総研集積マイクロシステム研究センターが開発、NEC がデータセンターの設備的な観点から省電力化を進め、産総研情報技術研究部門が運用の観点から省電力化を進め、東大はユビキタスセンサを用いた社会実験と将来の電力需要予測を行う。当部門では、使用するサーバにはなるべく多くの仕事を与え、使用しないサーバは電源を落とすことで電力消費量を削減するグリッドデータセンター運用管理システムを開発する。

5年計画の2年目にあたる平成21年度は、昨年度にプロトタイプとして開発した、仮想クラスタ構築システム、仮想計算機システム、および運用決定モジュールの高度化を行うとともに、それらを統合した運用管理システムの開発を行った。仮想クラスタシステムでは、負荷の低いアプリケーションをなるべく少ない計算機上に素早く集めるために、仮想マシンの高速なライブマイグレーション機能を実装した。仮想マシンの切り替えを先に行い、その後アプリケーションが必要とするメモリ内容のコピーを行うことで、1秒未満での仮想マシンの切り替えを実現した。運用管理システムでは、管理下の計算機のCPU 負荷を監視し、アプリケーションの負荷に応じた仮想マシンの配置を決め、決定した配置となるよう仮想マシンのマイグレーションと必要に応じた計算機の起動／シャットダウンをリモートから行うことを可能とした。さらに、計算機の状態をメモリ上に保持したまま主電源を落としてスタンバイする S3モードを活用することにより、消費電力を下げつつ、起動を迅速に行うことが可能となった。S3モードでのスタンバイおよびリモートからの再起動が可能なデスクトップ型 PC6台を用いて、デモ環境を構築し、運用管理システムの機能が想定通りに動作することを確認した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 省エネ、データセンター、仮想化技術

〔研究題目〕 暗号と理論：計算機によって検証された

安全性証明

〔研究代表者〕 今井 秀樹

（情報セキュリティ研究センター）

〔研究担当者〕 今井 秀樹、花岡 悟一郎、大塚 玲、Reynald Affeldt、David Nowak、大岩 寛、古原 和邦、渡邊 創（常勤職員7名、他1名）

〔研究内容〕

本研究はセキュリティプロトコルの自動安全性証明法の研究および開発を、日仏の研究者の交流によって達成することを目的とする。具体的には日本側の暗号理論に基づくセキュリティ科学技術と、フランス側の論理学に基づいた計算機科学技術を組み合わせ、計算量理論上で厳密に定義された仮定に基づいて記号レベルで安全性証明を行うための、理論構築と技術開発を行う。

3年目に入った今年度は、フランス側メンバーとの本分野での共著論文発表を行う等、更なる日仏研究の連携が強化された。論文発表では、セキュリティプロトコルのモデル化を拡張することで、本課題において使用しているアプローチの適用範囲を広げたもの、具体的な暗号プロトコル（疑似乱数生成アルゴリズム）の実装に対する安全性証明など、実際のシステムへの適用に向け、大きな進歩を報告したものが発表されてきた。また1、2年目と同様、引き続き国際研究学会・集会等に参加し、関連する研究分野の最新動向について調査を行った。4月には日本とフランスを中心に、本分野の著名な研究者を講師として欧米各国から招待した、Spring School 形式のワークショップ（暗号の計算論的・記号的的安全性証明に関するスプリングスクール）を主催した。ワークショップには世界中の第一線の研究者や学生も参加し、合計64名の参加者を集めることができた。結果として本分野の世界のトップが一堂に会する、最高レベルかつ初の研究集会となった。集会の成果は、産総研情報セキュリティ研究センターの Web ページにおいて、発表資料や参加した日独伊の学生によってまとめられた報告書として広く公開することができた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 暗号、形式検証

〔研究題目〕 RFID とセンサネットワーク向け暗号基礎技術とそれを用いた構成要素の設計および安全性評価

〔研究代表者〕 渡邊 創

（情報セキュリティ研究センター）

〔研究担当者〕 渡邊 創、古原 和邦、萩原 学、辛 星漢（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は、特に RFID などの単純なハードウェアのみの利用や、低電力消費といった要求条件においての実現を、日印の研究者の交流を通じて行うことを目指して

いる。プロジェクトの最終目標は、このような制限された環境において用いることのできる、基礎暗号技術や汎用部品の設計、およびにその安全性の評価を行うことである。

今年度は2年度目に入り研究交流が本格化した。4月の日本側研究者のインド訪問、6～7月にかけておよび2月のインド側研究者の日本訪問を行い、主にストリーム暗号の安全性に関する共同研究を進め、国際誌への論文投稿を実現した。12月にはインド統計研究所デリー校で、JST 日印交流プロジェクトのうち、本研究に関連の深い他の2つのプロジェクトとともに、Indo-Japan Joint Workshop on Cryptology and Related Areas を開催し、各プロジェクトの共同研究成果を含む成果の紹介と議論を行った。さらに前述の2プロジェクトのインド側研究者が日本を訪問した際には、産総研に招待して互いの研究についての意見交換を行い、本プロジェクトを超えた日印交流を進めることができた。その他数学専門雑誌において本プロジェクトの紹介記事を執筆する等、アウトリーチ活動にも注力した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】RFID、センサネットワーク、暗号、認証

【研究題目】偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発

【研究代表者】吉澤 明男（光技術研究部門）

【研究担当者】吉澤 明男、土田 英実、薛 迎紅
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発を研究項目に掲げ、通信波長帯での量子もつれによる多者間量子情報処理技術の開発及び実験検証を行う。具体的には、高品質な多光子間量子もつれ合い生成技術の確立、光ファイバ量子干渉計最適制御技術の確立、多者間量子情報処理の実験検証などを行う。本年度は、経路内に擬位相整合型ニオブ酸リチウム光導路を備えた偏波ビームスプリッタ付ファイバループ構成による偏波もつれ光子対源を2台使用して、パルス励起による量子もつれ四光子の発生、Mandel dip 測定及び量子もつれ交換実験を行った。Mandel dip 測定では励起パルス幅に対応したフィルタを採用することで可干渉度75%を達成、量子もつれ交換実験では無偏波ビームスプリッタによるBell 測定を実施することで忠実度55%を達成した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子もつれあい、光ファイバ、光子検出

【研究題目】光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測

【研究代表者】鳥塚 健二（光技術研究部門）

【研究担当者】鳥塚 健二、吉富 大、高田 英行、

周 翔宇（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

光の究極的な制御とその応用をめざした「高強度光電界による電子操作技術の開拓」（JST CREST、テーマ代表：東京大学物性研究所）において、研究分担者として標記のテーマを担当している。本研究では、多波長位相同期パルスのフーリエ合成による、電界波形の完全に制御された高強度任意波形レーザーの開発を主な目標として取り組んでいる。今年度は、以下の三項目の成果を得た。

- (1) 励起光源としての Yb ファイバレーザーの高出力化
非線形効果抑制のために、チャープパルス増幅方式におけるストレッチ幅を1ns まで伸ばし、さらに大口径（70ミクロン）のファイバを用いた増幅段を追加した増幅器構成として、繰り返し0.4MHz において、前年度の10倍の50 μ J を得ることに成功した。
- (2) パラメトリック増幅による任意電界波形の高強度化
前項(1)の励起光源を用いて、任意波形光源の成分であるチタンサファイアレーザー光をシードとしたパラメトリック増幅実験を行い、100倍程度の増幅率を確認した。
- (3) エンハンスメント共振器による高繰り返し紫外パルス光発生

効率的な高繰り返しパラメトリック増幅の実現を目指して、エンハンスメント共振器による励起光パルスの蓄積・増強を利用した新しい方式を試みている。今年度は、予備段階として、エンハンスメント共振器内での高効率な第二高調波発生を実証した。波長258nm の紫外光を高効率に発生させることができ、平均出力で1W を得た。100MHz 高繰り返し領域でフェムト秒の紫外光源としては、知りうる限り最高出力である。

今後、任意波形光源をマイクロジュールレベルまで高強度化し、電界波形に依存した現象の観測を行う予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】レーザー、超短パルス、フェムト秒、超高速現象

【研究題目】磁性酸化物系における遷移ダイナミクスの解明

【研究代表者】岡本 博（光技術研究部門）

【研究担当者】矢田 祐之

（招聘研究員1名、非常勤職員1名）

【研究内容】

マンガン酸化物における光誘起反強磁性絶縁体一強磁性金属転移は、磁化の超高速制御の観点から注目されている現象であるが、実際に光照射で強磁性になることが実証されている物質は非常に少ない。これは、光照射では正負、両極性のキャリアが生じるため、光強度の増加に伴い高速のキャリア再結合が生じ、有効なキャリア

密度の制御が困難であることに起因している。そこで、キャリア生成層と強相関酸化物層からなるヘテロ構造を作製し、キャリア生成層を光励起することによって酸化物層へキャリアを注入し、酸化物層での磁化制御を目指した。具体的には、本方法による磁性制御のプロトタイプとして、マンガン酸化物 $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$ と SrTiO_3 (STO)からなるヘテロ接合を作製し、時間分解光磁気カー効果と過渡反射分光の同時測定による光キャリア注入磁性制御の可能性を検討した。その結果、STOからマンガン酸化物への正孔注入が時間分解能(200フェムト秒)以内の高速で生じること、 $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$ 層では正孔注入後やはり高速(200フェムト秒以内)に磁化の増加が生じることがわかった。 $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$ 層での磁化増加は、エネルギースケールの大きな二重交換相互作用に起因するため、高速に生じるものと理解される。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光誘起相転移、遷移金属酸化物、強磁性、レーザー分光

【研究題目】 Yb 光格子時計の構築と精度評価・高精度周波数計測ネットワークの研究

【研究代表者】 洪 鋒雷 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 洪 鋒雷、安田 正美、今江 理人、藤井 靖久、大嶋 新一、河野 託也、稲場 肇、保坂 一元、雨宮 正樹、中嶋 善品、赤松 大輔
(常勤職員8名、他3名)

【研究内容】

極低温¹⁷¹Yb 原子を光格子に捕獲し、狭線幅レーザーを用いて、その時計遷移を分光することに成功した。また、魔法波長を実験的に求め、759.353(3)nm と決定した。その上、光周波数コムを用いて時計遷移の絶対周波数計測に成功した。時計遷移の中心絶対周波数は、4本のスペクトルのピーク周波数をそれぞれフィッティングにより求め、それらの平均値としたさらに各種の不確かさ要因を分析した結果、¹⁷¹Yb 原子の時計遷移の絶対周波数は、518 295 836 590 864(28)Hz と決定した(相対不確かさ: 5.4×10^{-14})。この測定値が、2009年6月に国際度量衡局で行われた時間・周波数諮問委員会において周波数標準のリストに新規追加された。これにより、Yb 原子光格子時計も秒の二次表現として採択される道が開かれた。Yb:YAG(1030nm) と Nd:YAG(1319nm) レーザの和周波により波長578nm の光を生成し、高フィネスの縦置き光共振器に対して安定化した。光周波数コムを用いてこの光源を評価し、周波数安定度は10秒で約 2×10^{-14} であることが分かった。Yb 光格子時計の評価のために、Sr 光格子時計の開発に着手した。これにより、マイクロ波を介さない、光-光比較が可能となり、迅速な評価が可能となる。さらに、微細構造定数の恒常性の実験的検証も可能となると考えられる。具体的には、新

たな光学テーブルを購入し、真空装置を組み立てた。また、1次冷却に必要な光(461nm)のための光源(922nm)を開発した。長期稼働性に優れるファイバレーザーを用いた光周波数コム「ファイバコム」を Yb 光格子時計の時計遷移観察用レーザー(578nm)に適用し、その絶対周波数測定を行った。また、ファイバコムを時計遷移レーザーの線幅評価などに用いるため、ファイバコムの狭線幅化を行った。その結果、1Hz 以下の相対線幅を得た。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 光格子時計、光周波数コム、光周波数測定

【研究題目】 プリズムペア干渉法による光学ガラス屈折率と光源波長の精密同時校正技術の開発

【研究代表者】 平井 亜紀子(計測標準研究部門)

【研究担当者】 平井 亜紀子、美濃島 薫、堀 泰明
(常勤職員3名)

【研究内容】

光学ガラスの屈折率は光学素子の設計・製造において重要な基礎特性値であり、近年の光学機器の技術進歩に伴って、高精度な屈折率測定(10^{-6} オーダー)への要求が高まっている。光学産業界での屈折率測定は、ランプ光源の輝線スペクトルを用いることが多く、ランプ光源を用いた固体屈折率標準への需要が大きい。ランプ光源を用いる場合は、トレーサビリティを確保するために輝線スペクトルの波長校正が必要となる。本研究では、波長633nmのHe-Neレーザーを用いて固体屈折率測定不確かさ 1.1×10^{-6} を実現したプリズムペア干渉法を発展させ、水銀ランプe線(546nm)を用いた固体屈折率測定を行い、かつ干渉計の一部を波長計として用いることで、水銀ランプe線の波長校正を同時に行うシステムの開発を行った。

2008年度に擬似ランプで基礎評価したシステムに波長既知の水銀ランプe線を導入し、屈折率測定および波長校正不確かさの検証を行った。屈折率測定ではプリズム試料(材質:BSL7Y)を用い、同じ母材から切り出したプリズム試料を最小偏角法で測定した結果と比較した。その結果、本システムの不確かさ(10^{-6} オーダー)以内で一致することが確かめられた。また波長校正結果を文献値と比較し、相対不確かさ 4.2×10^{-6} 以内で一致することを確認した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 固体屈折率、干渉法、ランプ光源

【研究題目】 量子界面制御量子ナノメモリの開発

【研究代表者】 松本 和彦

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 永 宗靖、林 豊、上村 崇史、

阿部 益宏（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

ナノ細線をチャンネルとし、電界集中効果を利用して従来の1/10の電圧で書き込み可能なフラッシュメモリの開発を行う。ナノ細線としてはシリコンナノワイヤと、カーボンナノチューブを用いる。ナノ細線の周りに、窒化シリコン/酸化シリコンの2層絶縁膜を形成し、外周にゲート金属を形成する。ゲート電圧を印加すると、細線の為に電界集中が生じ、電荷が細線から2層絶縁膜の界面にトンネル電流で注入され、界面にとどまりメモリとして働く。今年度はシリコンナノ細線の作成を行い、導電性の確認に成功した。またナノチューブを用いた素子では、ALDを用いてナノチューブ周辺に円形状に2層絶縁膜を形成する事に成功した。今後これらの電気特性を評価し、メモリとしての特長、低電圧電荷注入の特長を抽出する予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 メモリ、ナノチューブ、量子界面

【研究題目】 軟骨再生医療のための GMP 対応自動回転培養システムの構築

【研究代表者】 植村 寿公

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 植村 寿公、大藪 淑美、吉岡 友和、神郡 玲子、（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

軟骨再生技術を事業化するためには、軟骨再生技術の適用範囲を広げ、かつ CPC を使わない培養システムを構築する必要がある。本研究で用いる培養システムでは、骨髄に多く含まれる間葉系幹細胞を細胞ソースとして、RWV(rotating wall vessel) バイオリアクターを用いて移植可能な軟骨組織を構築する。開発代表者は RWV バイオリアクターを用いて骨髄細胞から移植可能な大きさの軟骨組織を構築する新規培養技術を開発し、権利化している。当技術を臨床応用するために、大規模な CPC 施設が不要な GMP 基準を満たした自動培養システムを開発する。病院の1室に設置可能で、ヒトの手による細胞播種、培養液交換、組織の採取を自動化できる装置を GMP レベルで開発することを目的とする。上記目標を達成するために、GMP 対応の自動回転培養システムを設計、開発した。そのために、培養液交換を自動化するための専用の培養ベッセルの設計と試作、薬事方をクリアするための漏れ試験を行った。また、RWV 回転培養を自動化するための本体部は回転培養インキュベータ部、新しい培養液を保存する保冷庫、古い培養液を回収する保冷庫からなり、ロボアームにより、培養液交換用のシリンジ、回収用のシリンジを培養液交換時にベッセルに挿入し交換できるシステムに作り上げた。ベッセルの回転の自動制御機構などを取り入れたトータルシステムを完成させ、手培養での培養と比較し同等以上の細胞

組織の再生が行えることを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 軟骨再生、回転培養、自動化

【研究題目】 第二世代カーボンナノチューブ創製とデバイス開発

【研究代表者】 片浦 弘道

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 片浦 弘道、榊原 陽一、西出 大亮、馮 叶、劉 華平、田賀 美樹、白石 誠司（常勤職員2名、他5名）

【研究内容】

近年の合成技術の革新により、高純度のカーボンナノチューブ（CNT）が得られるようになった。しかし、CNTには金属型と半導体型の2種類が存在し、どちらか一方だけを合成する手法は未だに実現していない。そのため、相反する性質を持つ2種類の CNT が混ざった材料しか得ることができず、電子デバイス応用への大きな障害となっている。本研究では、独自技術により CNT の金属・半導体分離を高度に実現し、さらに CNT の内側の空間に異種分子を挿入することにより、精密なキャリア制御の実現を目指す。金属と半導体が混ざったままであった、これまでの CNT を第一世代とすれば、分離され、高度に電子状態を制御された CNT は第二世代 CNT と呼ぶべきものである。この第二世代 CNT を用いて、CNT でしか実現できない優れた特性を持つデバイスを開発する事が、本研究のメインテーマである。本年度は、超遠心分離による金属・半導体分離の前段階として、ゲルを用いた大量分離技術を導入し、効率良く高純度化を実現する事に成功した。また、ゲルカラムクロマトグラフィー法により、金属型と半導体型を分離すると同時に、溶出液の濃度を制御する事により、溶出させる半導体型 CNT の直径分布を制御する手法を開発した。これは、CNT のエネルギーギャップを制御する事に相当する。また、薄膜デバイスを作製するために、自己組織化単分子膜を用いて、CNT 薄膜のパターンニングを行う事に成功した。今後、さらなる高純度化、キャリア制御を目指した取り組みを行う。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、分離精製、トランジスタ、センサー、分子内包

【研究題目】 金属ナノギャップによる抵抗スイッチ効果の発生メカニズム解明

【研究代表者】 内藤 泰久

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 内藤 泰久、（常勤職員1名）

【研究内容】

研究目標

外部から電気信号を印加することにより、ナノギャップ

ブ電極の電気抵抗を制御できる現象を発見した。この現象をナノギャップスイッチ効果（以下 NGS 効果）と命名した。NGS 効果は不揮発な抵抗変化で構造も非常にシンプルなため、次世代の不揮発性メモリとして応用が期待できる。本研究課題は、この NGS 効果をさまざまな材質の試料やさまざまな環境下で動作させることにより、この現象自身の発生メカニズムは探求することを目標としている。

研究計画

本年度は目標に対して、

- (1) スイッチ効果を発生させるキーパラメータの解明
- (2) NGS 効果の大気中動作

以上、2点について特に検討を行った。

年度進捗状況

(1) これまで NGS 効果はトンネル抵抗の変化によって発生し、また電極表面原子が動作していることが明らかになった。しかし、その動作を発生させているメカニズムは明らかになっていなかった。そこでスイッチが起こる過程を詳細に検討した結果、抵抗が小さく変化する効果は電界が、抵抗が大きくなる効果は電流密度が依存していることが分かった。

(2) これまで NGS 効果は真空下もしくは不活性ガス中で動作が確認されていた。それに対し大気中では動作は確認できなかった。そこで測定装置の真空度を調整し、この動作が起こる領域起こらない領域を調べた結果、電流密度を抑制すれば大気中でも動作可能であることが分かった。しかし、大気中では白金のナノギャップ電極で数十回が限度であり、さらに安定に動作させるためには乾燥大気中での置換が有効であることが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 不揮発性メモリ、ナノギャップ電極、ナノギャップスイッチ効果

【研究題目】 ULP ユビキタスセンサの開発

【研究代表者】 前田 龍太郎
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 前田 龍太郎、高橋 正春、
伊藤 寿浩、廣島 洋、松本壮平、
銘苅 春隆、松本純一、張 毅、
松本 光崇、李 東建、小幡 實
(常勤職員9名、他2名)

【研究内容】

IT 機器の消費電力を無給電・非接触で測定する平均消費電力1μW レベルの無線センサ端末およびネットワークシステムを開発するため、次の研究項目を実施する。

- 1) 高効率超小型コイル開発
- 2) 超低消費電力専用回路開発
- 3) 超低消費電力無線センサ端末の開発
- 4) ネットワーク測定システムの開発
- 5) 社会実証実験の実験計画

平成21年度は、高効率超小型コイル作製専用パターンニング装置の開発および改造を行った。開発した専用装置の露光光学系の光源はブロードな波長を持つ特徴があり、パターンニング結像面で多重結像を発生する色収差の原因となった。この色収差は、結像面での像ボケの主因となるため、半値全幅10nm、中心波長436nm の狭帯域干渉フィルタを用いることで光学系の改造を行った。また、無限遠補正光学系を構成するマスク後方の単一両凸レンズにより生じた像面湾曲収差を補正するため、三枚のレンズからなる組みレンズを用いることによって、露光光学系の改善を行った。その結果、計算上湾曲収差は単一両凸レンズより、最大1/30以下となり、ほぼ設計通りのマスク結像が得られることが確認できた。

また、電磁界シミュレーションを用いた高効率超小型コイルの最適化設計を行い、商用電源周波数でもセンサ端末における発電に十分な誘導電圧が得られること、形状としては実質上ギャップを生じないようなコア構造を採用する必要があること、コア材料・形状の最適化が重要であることが明らかとなった。

さらに、小型クランプ型コイルを用いた温度センサ付きプロトタイプ電力測定無線センサ端末の改良を行うとともに、データセンターやオフィス・家庭において空調制御と組み合わせた電力制御への応用を視野に入れたネットワーク測定システムの試作を行った。具体的には、本領域の各チームに対し配付可能な、端末10台からなる無線電力・温度測定システムを実現した。また、無線センサ端末を用いた社会実証実験に向けて、エコデザイングループと連携して実験計画を具体化した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロコイル、ユビキタスセンサ端末、MEMS、センサネットワーク

【研究題目】 超高速ナノインプリントリソグラフィー高スループットー

【研究代表者】 廣島 洋 (先進製造プロセス研究部門)
【研究担当者】 廣島 洋、高木 秀樹、銘苅 春隆、
尹 成圓、王 清、跡部 英正
(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

超高速ナノインプリントリソグラフィー高スループットーの研究においては、凝縮性ガスを利用したモールドへの樹脂の完全充填効果を検証し、スケーリングにより20nm レベルでも有効に機能することを確認する。また、容積均一化モールドの充填に影響を与える因子を抽出し、モールド構造の最適化の指針を得る。ナノインプリントリソグラフィの高スループット化のボトルネックであるモールドへの樹脂充填時間を最小化するためのモールド構造を作製し、スループット100枚/時を実現する上で必要となる0.1秒以下の樹脂充填を実現し、モールド全域の充填が20nm レベルにおいても完了可能であること

を実証する。

超高速ナノインプリントはモールドに充填される樹脂の移動速度を高速化し、移動距離を短縮化することが重要であり、充填現象の理解のためには現象に関わるパラメータを正確に知る必要がある。このため、薄膜状の樹脂の粘度を測定するために、光ナノインプリントの実際のプロセス条件に近い状態で樹脂の粘度特性を評価する装置を開発した。本装置を利用して、ウエハーモールド間に保持される光硬化樹脂 PAK-01は、滴下方式であればボトルの粘度とほぼ同じであるが、スピコート方式では粘度が5倍程度上昇することが分かった。また、光硬化樹脂 PAK-01を使用し、ペンタフルオロプロパン (PFP) 中で光ナノインプリントを行うと、離型力が1/3程度になり、2) 収縮率が20%程度まで増大し、3) 樹脂の粘度が大気中の1/5に低下することが示唆された。このように光硬化樹脂の評価では光ナノインプリントにおける使用状態に近い状態で評価を行うべきであることが分かった。PFP は離型力を低減し、量産離型にも好ましい効果があり、離型剤評価等でも大気中ではなく、PFP 中での評価を行うべきということが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光ナノインプリント、インプリントリソグラフィ、次世代リソグラフィ、半導体製造技術

【研究題目】 音楽デザイン転写・音響信号理解に基づくインタフェース

【研究代表者】 後藤 真孝 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 後藤 真孝、吉井 和佳、藤原 弘将、栗原 一貴、齋藤 毅、中野 倫靖 (常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

本研究は、デジタル化された音楽が急増する現代において、それらの音楽が十分に利活用するための解決手段を提供し、一般のエンドユーザーによる新しい音楽の愉しみを創成することを目的としている。このために、音楽音響信号の分析理解技術によって既存の音楽のデザインを推定し、それを音楽制作や鑑賞に活用するための具体的な音インタフェースを考案し、ユーザーが実際に操作可能なインタフェースシステムとして実現する。

本プロジェクトの5年目である平成21年度は、前年度に引き続きプロジェクトの重点課題に挙げられている「歌唱デザイン」に関する研究に注力し、音楽において重要な要素である歌声、歌詞に着目した「歌声情報処理」に関する研究開発を様々な角度から進めた。その具体的な成果として、音楽制作における歌声の合成を支援するために、ユーザー歌唱を真似る歌声合成パラメータを自動推定するシステム「VocaListener」、話声を歌声に変換するシステム「SingBySpeaking」等を開発した。特に VocaListener はヤマハ株式会社に技術移転し、実

用化活動が進行している。基礎研究として、楽曲の混合音中の歌声に対する音素認識手法の検討も進めた。また、他の重要な研究課題として、音楽家でないエンドユーザーが容易に能動的な音楽の聴き方を体験できる「能動的音楽鑑賞インタフェース」に関するこれまでの研究開発を進展させ、新たな研究アプローチとして「音楽理解力拡張インタフェース」の研究に拡大させた。そして、この我々の独自の研究アプローチの重要性と主要な成果に対する対外的認知度を学会の基調講演等によって高めた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 音楽情報処理、音響信号理解、音楽インタフェース

【研究題目】 エピタキシャル相変化材料の合成と時間分解構造解析

【研究代表者】 Fons Paul

(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 Fons Paul、Alexander Kolobov、(職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究は相変化メモリ材料のエピタキシャル結晶成長膜をとおしてその様々な光学特性に関する実験データを取得し、これらの材料の三次元的な物性を理解し、応用目的に即した最適材料特性を導き出すことを目的とする。

本年度は主に3つの課題を実施した。第一に相変化材料 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST) のエピタキシャル成長の最適化と物性評価を進めた。評価は GaSb (100) 基板上に成長させた GST の構造解析と X 線吸収分析を進め、菱面歪みを観察した。GST のエピタキシャル薄膜面内に歪みが発生し、薄膜の点欠陥と表面の荒さが強くなることが分かった。そのため、欠陥を少なくするための解決策として (111) 面 GaSb 基板上への成長技術を開発した。この新しい成長プロセスにより表面が平になった薄膜を得ることに成功した。また、結晶性をさらに良くするため、格子不整合がもともと少ない InAs (111) 基板への成長実験にも成功した。

第二には、エピタキシャル成長させた GST 薄膜をフェムト秒レーザー励起によって結晶とアモルファスの間でスイッチングさせる技術を開発することである。最初にこのスイッチング特性を実現するため、日本側はアメリカのアルゴン国立研究所の共通大型放射光設備 (Advanced Photon Source) にあるフェムト秒レーザーポンプ・X 線プローブ実験装置で評価を進めた。この装置による実験により、フェムト秒レーザーによる GST 薄膜のスイッチング条件を決定することができた。この実験結果をもとに、ドイツに納品されたフェムト秒レーザー (Coherent Legend Elite) を使って大面積のエピタキシャル成長 GST サンプルでの結晶-アモルファスのスイッチングに成功した。

第三には超格子の成長を行った。日本側では超格子素

子の実用化に向けて、多結晶 GST 電気/光メモリー素子よりスイッチングスピードが大幅に早く、消費エネルギーを9割減らすことに成功した。ドイツ側では日本側が開発した超格子構造に基づいて MBE を利用して単結晶超格子構造を作製し、基本物理を調べている。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 材料基礎特性、相変化メモリ

【研究 題 目】 半導体ナノ構造を用いた量子状態転写・検出・操作の理論解析

【研究代表者】 今村 裕志

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 今村 裕志、余越 伸彦、谷口 知大、大鳥 博之(常勤職員1名、他3名)

【研究 内 容】

本年度は主に (1) 2電子スピン量子状態の電氣的測定手法の理論提案と (2) 異なる g 因子を持つ2重量子ドットを用いた量子情報処理デバイスの理論提案を行った。

(1) の課題では2重量子ドットの左右の量子ドット上と量子ドット間に配置されたゲート電極の電圧を断熱的に調整した後、一連のゲート操作を行ったあとで、2つの量子ドットに滞在する電子数をそれぞれ測定し、電子の集団として処理するアンサンブル平均を取ると、左右の電子数差は重ね合わせ状態における一重項と三重項の相対位相の関数として振動することを見いだした。これによりスピン一重項・三重項が現れる確率と2状態間の相対位相を同時に測定することが可能となる。(2) の課題では異なる g 因子を持つ量子ドットを結合した2重量子ドットの外部磁場に対する応答、およびスピンの依存した電気伝導(スピンプロケード)について詳細な解析を行い、その結果2つの量子ドットが絶対値は同じであるが符号の異なる g 因子を持つ場合には、交流磁場を外側から印加することにより3つのトリプレット状態の中の1つの状態を他の2つの状態に影響を与えずシングレット状態と入れ替えることが可能であることを明らかにした。従って交流磁場の印加とスピンプロケード測定を連続して行うことにより2電子スピン量子状態の完全測定を電氣的に行うことが可能となる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 半導体、量子ドット、量子情報処理、電子スピン

【研究 題 目】 3次元表示デバイスの高性能化・高解像度化に関する研究

【研究代表者】 島田 悟(光技術研究部門)

【研究担当者】 島田 悟、欠端 雅之、木村 龍実、塚田 勇二(常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

平成21年度計画

前年度に見出した3次元スクリーン材料の候補物質を

基本として、室内型3次元表示装置の開発を進め、性能評価のための3次元映像表示の実現を目指す。また、引き続き3次元スクリーン材料の候補物質の探索と改良を進める。空中描画装置については、安全装置の改良に資するため、安全関連の検証実験を進める。

平成21年度実績

3次元スクリーン材料を用いた3次元スクリーンを作製し、1号機となる室内型3次元表示装置の開発に成功し、スクリーン内に3次元実像を表示できた。空中3次元描画装置については、安全装置の導入を行い、国内初の一般展示を実現した。

平成22年度計画

空中3次元描画については、光源、光学系の最適化を進め、よりいっそうの表示性能向上を図るとともに、制御系、コンテンツとの調整を進める。室内型3次元表示装置についても装置性能の向上に努める。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 空間描画装置、3D ディスプレイ

【研究 題 目】 ネットワーク MEMS デバイスの開発

【研究代表者】 伊藤 寿浩

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 伊藤 寿浩、張 毅、小林 健、岡田 浩尚、田中 久美子(常勤職員3名、他2名)

【研究 内 容】

動物の健康状態や行動を無線ネットワークでモニタするセンサでは、極めて低消費電力であることが求められるため、消費電力を限りなくゼロに近づけた加速度センサおよび温度センサを実現する。特に、MEMS 技術を利用し、加速度センサでは圧電素子による発電型センサ、温度センサではバイメタルによるスイッチ型センサを研究開発する。また、デジタル型出力とすることで、信号処理回路での電力消費も抑制する。さらに、圧電素子の特性を生かし、センサノードでの発電および機器の小型化を行うため、発電素子および受動素子内蔵基板についても並行して研究を行うとともに、MEMS センサ実装技術やフレキシブル端末実装技術の開発を行う。

平成21年度は、超低消費電力温度センサの開発として、3D-MEMS ベースのバイモルフ構造の作製プロセスのうち、低応力 Ni 薄膜の形成以降のプロセス開発を行った。スプレーコーティング法の改善や、側壁部の構造の工夫による配線金属パターニングの信頼性向上などを行うことにより、基本作製プロセスの確立の見込みが立った。また、超低消費電力加速度センサの開発として、電極用金属の成膜方法の改善により、PZT 薄膜の結晶配向性の向上に成功し、出力電圧の大幅な増加を実現した。

さらに、鶏舎ウォッチセンサネットの開発として、無線センサ端末のアクティブ状態分の平均消費電力を100 nW 以下で鶏の病変判別を可能とする方法を開発した。

鶏の加速度（活動量）に対し、閾値を1つ設け、この閾値以上の加速度が入力されたとき、マイコンが起動し、30分間でのマイコンの起動数を活動量データとして送信する方法とした。感染実験で取得したデータからシミュレーションを行った結果、6～30時間程度、死亡による体温低下より早く病変が検知できる見込みを得た。

MEMS センサ共通実装プロセスとして、封止されたマイクロキャピティ内部の圧力を測定するため、櫛歯型振動子の減衰と周囲圧力の関係を検討し、チップレベルの封止評価デバイスの開発に成功した。また、Au 薄膜を用いた表面活性化法による常温封止接合に関する検討を行い、必要な封止構造の指針を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、センサネットワーク、温度センサ、加速度センサ、発電デバイス、低消費電力

【研究題目】 ジャトロファからの高品質輸送用燃料製造・利用技術(非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術)

【研究代表者】 葭村 雄二

(新燃料自動車技術研究センター)

【研究担当者】 葭村 雄二、後藤 新一、濱田 秀昭、鳥羽 誠、小熊 光晴、望月 剛久

(新燃料自動車技術研究センター)

村田 和久 (バイオマス研究センター)

杉本 義一、堀江 裕吉

(エネルギー技術研究部門)

西嶋 昭生 (イノベーション推進室)

佐村 秀夫 (産総研イノベーションズ)

(常勤職員7名、他4名)

【研究内容】

目標、研究計画、年度進捗状況

本研究では、タイとの国際共同研究の中で、非食糧系バイオマスとして注目されている *Jatropha* 果実の総合利用効率を高めるため、オイル留分からの高品質バイオディーゼル製造技術、並びにオイル抽出残渣の熱分解から得られるバイオオイルの輸送用燃料化技術の開発を行うと共に、各種バイオ燃料の燃焼特性、エンジン特性、排ガス特性等から新燃料の社会実装に向けた基盤を構築する。更に、タイ国研究者への技術指導等を通し、タイ国研究者の自立に向けた能力開発も併せて推進する。

本年度は、ジャトロファオイルからの高品質バイオディーゼル (BDF) の製造技術の中で、BDF の酸化安定性の強化対策の検討を行った結果、BDF 中の不飽和結合部 (二重結合数 ≥ 2) を部分水素化し、二重結合数=1を主体とする BDF に改質することが極めて有効であることを見出した。搾油後のジャトロファ残渣からの急速熱分解によるバイオオイル製造技術の中では、パイロライザー付 GC-MS を用いて触媒探索を開始すると共に、

残渣の熱分解と触媒存在下の熱分解 (接触分解) の差異がバイオオイル生成物組成等に及ぼす影響を一部明らかにした。バイオオイルを高品質な輸送用燃料に転換する改質 (アップグレーディング) 技術の中では、擬似バイオオイルとして木質系バイオマスの緩速熱分解から得られた木質タールを原料とし、擬似バイオオイルの単味処理及び擬似バイオオイルと石油系燃料との共処理 (コプロセッシング) 技術の検討を行った。この結果、擬似バイオオイルの改質反応では脱酸素反応が求められるが、軽油脱硫用の硫化物系脱硫触媒が利用可能であることを見出した。製造された新燃料のエンジン材料適合性、燃焼特性評価及びエンジン特性評価の中では、エンジン整備や排出ガス評価装置の整備・点検等を行い、次年度以降の計画に備えた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 非食糧系バイオマス、ジャトロファ、第二世代バイオ燃料、接触熱分解、バイオオイル、改質触媒、コプロセッシング、エンジン適合性、環境適合性

【研究題目】 事故予防のための日常行動センシングおよび計算論の基盤技術

【研究代表者】 西田 佳史

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 西田 佳史、山中 龍宏、本村 陽一、堀 俊夫、三輪 洋靖、北村 光司、掛札 逸美、金 一雄、野守 耕爾

(常勤職員5名、他4名)

(常勤職員5名、他4名)

【研究内容】

本研究の目的は、子どもの事故予防を目的に、①ユビキタスセンシングを用いた全空間的行動センシング技術と、インターネット型センシングを用いた事故現象センシング技術、②これらのセンシング技術によって収集された大規模な行動蓄積データに基づいてデータ駆動型モデルを構築する乳幼児行動モデリング技術、③構築した乳幼児行動の計算モデルを有用な社会応用サービスと連携させる技術を確立することにある。また、これらの技術を、要素技術としてだけでなく、次に述べる社会システム技術として、乳幼児の事故予防分野に応用し、実際的な成果をあげつつ、事故予防のためのセンシング技術および計算論の検証を行なう。

本プロジェクトでは、①一般家庭での事故予防のための実時間見守りセンシングサービス、②製造物の設計者向けの事故情報提示や人工物の危険部位提示サービス、③WEB 等を利用した保護者向けの事故予防情報収集・提示サービスといった3つの社会応用シナリオ (社会応用システム) を想定し、各々の実装と検証を進める。平成21年度は、各要素技術の高度化だけでなく、3つの社会応用シナリオ実現に向けた社会応用サービスの具体化

と、人間行動の計算論構築技術の開発を重点化して進める。平成21年度に得られた成果は、以下のとおりである。

ユビキタス型・インターネット型センシング技術の開発とデータ蓄積の研究： センサルームや保育園でのデータ蓄積を継続し、さらに、新たに協力が得られることになった柏市立花野井小学校と協力し、カメラを取り付けることで、6ヶ月間連続して、校庭での小学生（6歳以上～13歳以下）の行動データを計測した。センサルームの行動観察実験に関しては、目的指向型の行動観察を行うために、これまで蓄積してきた事故データベースを分析した結果、転倒・転落事故が半数以上を占めていることが判明しており、平成21年度は、特に、数の多い住宅内転倒・転落事故に焦点をあて、よじ登り行動の発生、物体の属性、乳幼児の性質（月例、発達段階など）の関係を明らかにするための乳幼児行動分析を行った。流体解析システムによる浮体構造物の最適浮体形状解析に基づいて、検証実験用の溺れ防止センサを作成した。身体地図機能を有する事故サーベイランスシステムによる事故情報提供 WEB サービスに関して、製品分類コード（JICFS）を利用した製品の曖昧検索機能を実現したソフトウェアを開発した。

人間行動の計算論（人間行動モデル）の開発：平成21年度は、流通業界で使用されている製品分類コード（JICFS 200万種類のオーダ）を利用することで、製品の標準化に基づく確率的因果モデリング構築機能を実現した。ブランコで遊ぶ子どもの行動を例題に、製品の使われ方データを画像処理することで抽出するプログラムを作成し、これを乳幼児行動シミュレータに統合することで、日常の使い方を反映させたシミュレーション機能を実現した。さらに、この機能と、身体地図機能を有する事故サーベイランスシステム、有限要素解析技術とを統合することで、傷害情報や日常の使われ方データから事故のあり得そうな状況を再現するシミュレーション機能を実現し、ブランコの事故を例題に機能を検証した。また、小学校（花野井小学校）、自治体（葛飾区）の協力を得て、一般保護者・学校関係者向けの事故予防プログラムを開発した。小学校との共同研究では、児童参加型のリスクコミュニケーションシステムを作成し、実際に学校の安全委員会・保健委員会と協力し、運用の検証を行った。その結果、事故再現アニメーションと情報の適切なコンビネーションによって、特に、起こりやすさと深刻さに対する認知を変化させることが可能であることを実証した。

平成21年度は、事故のアニメーションと意識変容の関係分析のための社会心理学的観点からの被験者実験を実施した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 デジタルヒューマン、日常行動理解技術、センサネットワーク、人間行動モデル、統計数理、傷害予防、傷害サーベイラ

ス技術、行動シミュレーション

【研究題目】 交互分子積層により結晶性を制御した高性能太陽電池の研究開発

【研究代表者】 當摩 哲也（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】 當摩 哲也

（太陽光発電研究センター）

（常勤職員1名）

【研究内容】

(1) 研究の背景

有機薄膜太陽電池の高効率化には半導体材料ごとに適した最適構造の探索が必要である。例えば、共蒸着によるバルクヘテロ構造、極端にフラレン（C60）が過剰なバルクヘテロ構造、そして本研究の中核技術となる交互積層構造である。なぜこのような、構造の導入が必要なのであるか？それは、分子間相互作用が強い分子は凝集を起こしてしまい、膜が不均一となりデバイスとして機能しなくなるからである。

“半導体同士の凝集によるデバイス特性の低下”との戦いに打ち勝たなければ有機薄膜太陽電池の高性能化の余地はない。変換効率10%を越えるであろう半導体分子をシミュレートするとドナーアクセプター性の強い材料や、キャリア輸送性を高めるためスタック性の高いすなわち分子間相互作用の強い材料が生み出される可能性があり、凝集を抑え光吸収やキャリア輸送に最適な分子配列が可能な技術が開発されなければ有機薄膜太陽電池の高性能化は絵に描いた餅になる。

(2) 従来法の問題点

分子の配向を制御し高品質の単結晶膜の形成法としてエピタキシャル成長法があるが、1cm 平方の面積単結晶膜の形成は不可能であり、現実的な膜形成法が求められる。蒸着分子は吸着・離脱を繰り返しながら基板上に核を形成し、結晶成長過程に入る。基板温度・基板の種類（分子との親和性）などの条件により平行配向や垂直配向をとり分子レベルで単層レベルの膜が形成される。その後、分子膜が成長に何層も重なりエピタキシャル成長の場合は単結晶膜が形成される。エピタキシャル成長などのコントロールがない場合は凝集膜となり、これがデバイスの低下の原因となる。

(3) 本研究の探索事項

初期成長の段階（単分子レベルの薄膜が形成された時点）で異種の分子を蒸着し、交互に分子レベルで積層する技術を探る。同種分子による凝集過程に入る前に異種分子を積層するため同種分子による凝集を防ぐことができる。また、p型半導体分子とn型半導体で交互積層することでバルクヘテロ接合同様に p-n 接合面積が飛躍的に増大するため光起電流の増大が可能になる

(4) 本年度の研究成果

真空蒸着で有機半導体膜を形成する低分子系有機薄膜太陽電池では、共蒸着で BHJ 構造を形成しても光電流

が向上せず高性能化できない材料も報告されている。半導体材料の結晶性がもたらす凝集膜による太陽電池性能の低下や、p型とn型半導体の均一混合などが考えられ、新規材料にはBHJ構造に代わる制御可能な構造の開発が必要である。過去において、制御可能な構造として交互積層構造を提案し、ペンタセン/C₆₀系で大幅な性能向上を報告した。本研究では、高い光開放電圧を持つために単純p-n接合でも変換効率(PCE)3.6%を発現すると報告されたDBP(tetraphenyldibenzoperiflanthene)p型半導体材料の交互積層構造による光電流向上の効果を検討した。実験内容として、2mm角のITO基板に単純p-n接合、1:1共蒸着BHJ、交互積層構造のセルを作製し比較した。単純p-n接合セルではJ_{sc}が4.18mA/cm²でPCEは2.5%であった。1:1共蒸着BHJセルでは光電流の大幅な低下が見られ、BHJ構造による光電流の向上は見られなかった。一方の交互積層セルではFFなどのパラメータは低いが、J_{sc}が4.39mA/cm²と光電流の向上が確認できた。交互積層の最適化により更なる性能向上が期待でき、交互積層の手法は光電流の向上に効果があるとわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有機薄膜太陽電池、有機太陽電池、有機半導体、交互積層、フラーレン太陽電池、太陽光発電

【研究題目】ウォータージェットによるキチン系未利用バイオマスの高度有効活用

【研究代表者】石川 一彦
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】石川 一彦、川崎 一則、上垣 浩一
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

キチンは、セルロースに次いで地球上に多く存在するバイオマスで、抗菌性・創傷治癒性・生分解性の特性を有し、生体適合材料として利用されている。また、キチンを加水分解して得られるN-アセチルグルコサミンも健康食品・医薬・化粧品に幅広く利用されている。しかし、キチンは強固な結晶構造を形成しており、その利用(分解・成形加工)には酸や特殊な溶媒などが用いられているため環境高負荷となっている。そこで、産業技術総合研究所で開発された超耐熱性酵素群と高性能高分子解析装置を技術シーズとして、株式会社スギノマシンのウォータージェットと組み合わせることにより、環境低負荷なキチン系未利用バイオマスの高度有効活用技術の開発を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】キチン、バイオマス、前処理、ウォータージェット

【研究題目】複雑系の計測評価技術—ニオイの計測—

に関する調査研究

【研究代表者】木内 正人
(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】木内 正人(常勤職員1名)

【研究内容】

ニオイは、人の生活の安全を脅かす情報を含んでいる場合があり、人が集まる場所でニオイを分析することは、生活の安心にとって重要である。特に、微生物の代謝により放散する揮発性有機物質(MVOC)の検出は、感染症の予防や微生物腐食の防止に有用であると考えられるが、簡便で安価なMVOC分析装置は、現在のところ無い。MVOCの分析を行う安価な装置の開発を目指して、調査研究を行った。

特に悪臭防止法に定められた22成分については、種々の検討が行われているが、それ以外の病気に関する化学物質については、臨床に用いることができる測定法が確立されていない。

そこでAir Activator/MS法をこのような目的に利用するための装置開発の可能性、問題点、システム化に関する課題などを調査し、このような課題を解決できるか調査研究を行った。

研究会を3回実施し、施設におけるニオイの状況、ニオイ計測装置などに関する調査を実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ニオイ、先端計測、イオンモビリティ、質量分析

【研究題目】モデル化技術によるMCU仕様検証と機能検証の自動化

【研究代表者】木下 佳樹
(システム検証研究センター)

【研究担当者】木下 佳樹、岡本 圭史
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究はルネサスエレクトロニクス社との共同研究であり、科学技術振興機構の研究成果最適展開支援事業本格研究開発 ハイリスク挑戦タイプ「モデル化技術によるMCU仕様検証と機能検証の自動化」として採用されている。本研究の目標は、CAN仕様に対するモデルベーステストである。この目標を達成するために、平成22年度には、①Agda言語によるCAN仕様の形式化(モデル化)、②検証項目生成ノウハウのアルゴリズム化、③検証項目自動生成器の作成の三つの研究開発を行う。

【分野名】情報通信

【キーワード】CAN、モデルベーステスト、モデル化、検証項目自動生成

【研究題目】構造の解析と設計及び触媒探索

【研究代表者】秋田 知樹

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 秋田 知樹、香山 正憲、前田 泰、
徐 強、桜井 宏昭、木内 正人、
竹内 孝江、江 海龍、Yan Junmin、
Hao Xianfeng (常勤職員6名、他4名)

【研究内容】

金微粒子触媒における触媒機能発現メカニズムを明らかにすることを目的として、金-酸化物担体の相互作用について調べた。Au 粒子が TiO_2 表面に接する周縁部の原子・電子構造の解明を目的に第一原理計算を行った。Au-ロッドと TiO_2 表面の接する周縁部の構造について分析を行い、水素分子の吸着・解離のエネルギー分析を進めた。実験により Au/ TiO_2 の界面の電子構造を探るために、金クラスター/ TiO_2 モデル触媒について、ケルビンプローブ顕微鏡による表面電位測定を行った。 TiO_2 から金クラスターへの電荷移動が予想されたが、その移動量は金原子1つ当たり0.0023電子と極めて小さく見積もられた。電子顕微鏡観察では Au/ ZrO_2 触媒において、電子線照射による金微粒子の構造変化を見出した。物理混合法を用いて、金クラスターをゼオライト型多孔質金属錯体 (MOF) の一つである ZIF-8 に担持し CO の酸化反応に 200°C 以下の温度で触媒活性を示すことを見出した。また、球状シリカナノ粒子内に固定された金-ニッケル粒子を合成した。金またはニッケル単金属の触媒と比べ、アンモニアボランの加水分解・水素放出反応における触媒活性及び耐久性が著しく向上することを見出した。また、 CeO_2 等に金クラスターを担持すると、液体燃料中の難除去性硫黄化合物であるジベンゾチオフェン (DBT) 類を選択的に吸着し、吸着脱硫剤として使用可能であり、加熱により再生して繰り返し使用できることがわかった。特に難除去性である4,6-ジメチルジベンゾチオフェンについても単独であればメチル基のない DBT と同等に吸着除去可能であることを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 金微粒子、触媒、赤外分光法、顕微鏡、第一原理計算

【研究項目】 蛍光試薬用高輝度ナノ粒子分散ガラスビーズの作製

【研究代表者】 村瀬 至生 (光技術研究部門)

【研究担当者】 村瀬 至生、安藤 昌儀、李 春亮、
楊 萍、北野 博司
(常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

コロイド法で作製する半導体ナノ粒子 (直径およそ3-6ナノメートル) は、強い発光を示し、サイズが小さくなるほどその波長が短くなるという特徴がある。このため、従来の色素分子に替わる蛍光体として、バイオ用の蛍光試薬へ応用し、生命現象の解明や疾病の診断に応

用することが期待される。

しかしながらこのナノ粒子は、小さいために凝集しやすく、また、表面が劣化して発光強度が低下しやすいという欠点がある。一方で、ガラスは高い透明性、化学的安定性を有するため、マトリックスとして理想的である。このため、ナノ粒子を微小なガラス球に閉じ込めて安定で強い発光を示す蛍光試薬を作製することを目的として研究を推進した。

前年度より発光特性に優れた ZnS でコートした CdSe ナノ粒子を選択し、その粒子の発光特性を保ちつつ分散数を制御し、かつ全体の大きさを揃えたガラスビーズの作製に成功した。一例として、直径50ナノメートルでは、ナノ粒子分散数を20個程度にすることができた。これを培養液に分散させて1個1個のガラスビーズからの蛍光を測定したところ、分散数に応じて蛍光強度が上昇することが確認できた。ナノ粒子1個では時間的に蛍光が明滅することが知られているが、多数個を分散させたことにより平均化されてこの明滅がなくなった。蛍光強度が強くて一定になったことで、蛍光試薬として生体内の微量成分の動きを追跡する場合に有用性が特に向上した。神経細胞に導入し、分布や動きを観察した。

カドミウムを含まないナノ粒子 (ZnS でコートした InP) の合成も行った。昨年度までで、水分散性で発光効率の高いものの作製に成功し、さらにこれらを微小なガラスビーズに導入することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、蛍光、ガラス、診断薬

【研究題目】 多粒子量子ドットの合成

【研究代表者】 田口 隆久

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 田口 隆久、細川 千絵、川崎 一則、
安藤 昌儀 (光技術研究部門)、村瀬
至生 (光技術研究部門)、
鈴木 真理子 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

疎水性 CdSe/ZnS 量子ドットを改良ストーパー法によりガラスビーズに内包することに成功した。新規法にて合成した CdS/ZnS 系のガラスナノビーズは、広く用いられている市販品である Qtracker と比較して、褪色速度の遅い量子ドットであることが確認できた。蛍光強度は市販品の3~5倍程度と優れた特性を示し、プリンキングに関しても、市販 Qtracker に比べて大幅に改善されていることを確認した。さらに、水中において分散性のよいマルチ InP/ZnS 量子ドットを内包したガラスナノビーズの作製にも成功した。市販の量子ドットは10nM 程度の希薄溶液においても多数の凝集体を形成するのに対して、この多量子ドットを含むガラスビーズを培養神経細胞内に導入し、蛍光顕微鏡観察を行うと、細胞内においても良好な分散性を示し、市販の Qtracker

が凝集したと思われる光強度の強い輝点を多数形成している像とは対象的であった。これらの結果より、作製した新規マルチ量子ドットナノガラスビーズは、市販品を凌ぐ性能のガラスビーズであることが明らかとなった。これらのビーズは、表面コーティングやひとつのビーズ内の量子ドット個数をさらに制御することにより、高速で長時間の *in vivo* イメージングに応用可能であると期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、量子ドット、光計測、神経回路

【研究題目】 利用者指向ディペンダビリティの研究

【研究代表者】 木下 佳樹

(システム検証研究センター)

【研究担当者】 木下 佳樹、武山 誠、高村 博紀、

松野 裕、水口 大知、松岡 聡、

渡邊 宏、高井 利憲、山田 陽滋、

和泉 憲明、岸本 充生

(常勤職員9名、他2名)

【研究内容】

オープンシステムに対するディペンダビリティの概念を確定し、それを反映した規格策定、適合性評価法の検討、システムライフサイクル技術の提案などを行う。今年度の主な成果は以下の通りである。

- ・ディペンダビリティの概念規定を試みた古典的論文を翻訳しテクニカルレポートとして5月に出版した。
- ・リスクコミュニケーションを促進し、責任を利害関係者の間で共有する枠組みとして、assurance case に注目し、DEOS センターなどと共同で、D-case と称して、ツール化やプロセスガイドラインの策定などを通じて具体化を始めた。
- ・assurance case の国際規格として改訂中である ISO/IEC15026の coeditor に木下と高井が認められ、現在草稿執筆作業に参加している。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ディペンダブルシステム、オープンシステム、認証、利害関係者、リスク、標準化、assurance case、システムライフサイクル

【研究題目】 BDNF 機能障害仮説に基づいた難治性うつ病の診断・治療法の創出

【研究代表者】 小島 正己

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小島 正己、北島 真子、上垣 浩一、

広川 貴次 (生命情報工学研究センター) (常勤職員4名、他5名)

【研究内容】

BDNF プロセッシング障害マウス (BDNF pro/pro

マウス) について、うつ病難治化モデルとしての妥当性を検証した。その結果、

(1) 複数の抑うつ行動試験から抑うつ様行動を確認し、連日の強制水泳が与えるストレスが抑うつ症状を亢進することを見いだした。

(2) セロトニン神経繊維密度が著しく低下していた。

(3) proBDNF が神経伝達に重要な構造スパインの密度を著しく低下させることを発表し、うつ病における神経可塑性仮説の検証に有用な細胞モデルの作製に成功した。

(4) BDNF pro/pro マウスは Y 字迷路試験において精神運動抑止を呈するので、このときの神経活動マーカー c-Fos の陽性細胞数を調べた。うつ病患者は conflict 特定課題に対して帯状回前部・内側前頭前野の脳活動を著しく減少させるが、BDNF pro/pro マウスもこれらの領域の c-Fos 陽性細胞数が減少していることが見いだされた。

以上の実施内容から、うつ病患者およびモデル動物には様々な BDNF 機能障害が伴うことが判明した。しかし、うつ病とは極めて多様な臨床症状が混在した難治性疾患であることを再認識したとき、これらの BDNF 機能障害 (生物学的中間表現型) と複雑な臨床症状のクロストークをより詳しく解明することが、うつ病の生物学的診断治療技術を創出していくためにも今後の重要課題である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、神経栄養因子、うつ病、モデル動物

【研究題目】 自然ナノ構造材料の開発とモジュール製造技術の構築

【研究代表者】 舟橋 良次

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 舟橋 良次、浦田 友幸

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

作動温度範囲で ZT が 1.5 を超える熱電変換材料のナノ構造設計・構築指針を打ち立て、それを実現するための材料合成プロセスを確立することを第一目標にする。さらに、従来型の素子・モジュールの変換効率を大幅に凌駕する革新的モジュール・システムを提案し、ナノ熱電変換材料を組み込んだ新しい高効率熱電発電システム (システム効率10%) の設計と試作を第二目標として、強力かつ速やかに研究推進する。平成21年度は冷却速度により結晶粒内のナノ構造を制御できる $\text{Co}_{1.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 酸化物の熱電特性とナノ構造との関係を明らかにした。試料を加熱後、冷却速度を制御することで正方晶相の立方晶相マトリックス中での分散状態を制御できることが分かった。冷却速度が速くなるに従い、小さな正方晶相が多数分散するようになった。これにより熱伝導度も低減

した。また、瞬間気相合成法で作製した平均粒径が約50nmの原料粉末を焼結したCaMnO₃の微細組織の焼成条件による制御を行い、熱電特性との関係を明らかにした。その結果、焼結体内の平均粒径が減少するに従い、熱伝導度が低減することが分かった。一方、電気抵抗率は焼結密度が高いほど低くなった。瞬間気相合成法で作製したナノ粉末を用いた焼結体のZTは、従来のマイクロサイズ粉末から作製した焼結体より800℃において約2倍高くなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 熱電変換、廃熱利用、酸化物

【研究題目】 s-ブロック金属負極のデンドライト析出制御と表面観察

【研究代表者】 柴部 比夏里

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 柴部 比夏里、松本 一、竹内 友成、小池 伸二、佐野 光、中村 典子、山下 奈美子 (常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

研究計画・目標：本研究の最終目的は、s-ブロック金属表面の改質を行うことにより、可逆性の高い溶解析出挙動を示す負極を得ることにある。2年目となるH21年度には、電解質の選択における研究のポイントを設定し、候補となる電解質で溶解析出挙動を追跡し、問題をさらに絞り込む。その過程で表面分析の手法(走査型電子顕微鏡観察とX線光電子分光等)を用いて基礎データの収集を継続し、表面構築の検討を開始した。

平成21年度進捗状況：前年度に調査した結果に基づき、まずはLiに対して還元安定性の高い環状4級アンモニウムアミド系イオン液体を用いた溶解析出挙動の調査を行い、表面形態観察における問題点等を抽出した。過去に実電池に近い形での析出溶解実験において用いたガラス繊維のセパレータは、電気化学反応を妨げないが繊維が脱落し形態観察を妨害するという欠点があった。そのため種々のセパレータを検討し、シリカ微粒子含有ポリオレフィンセパレータを用いると、電気化学反応における妨害も小さく表面形態観察が容易になることがわかった。このセパレータを用いてイオン液体に表面改質剤(ビニレンカーボネート(VC)、エチレンサルファイト(ES))を添加した電解質を用い、Ni上へのLi析出形態を調べたところ、無添加<ES添加<VC添加<汎用有機電解液の順に粒径が大きくなり、また他のセパレータ使用時と比較して粒径が大きくなりデンドライトとは言えない形態であった。この粒径はシリカの粒径よりはるかに大きく、セパレータの形態というよりは化学的性状に影響されている可能性が高い。この結果を踏まえ電解質組成の影響とも合わせて検討を続ける予定である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウム、リチウム電池、デンドライト

抑制、表面状態、イオン液体

【研究題目】 応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出

【研究代表者】 徐 超男 (生産計測技術研究センター)

【研究担当者】 徐 超男、上野 直広、今井 祐介、山田 浩志、寺崎 正、福田 修、ト 楠、安達 芳雄、西久保 桂子、竹村 貴人、李 承周、小野 大輔、椿井 正義、Li Chenshu、金 宗煥、古賀 義人、川崎 悦子、林 玲子、百田 理恵、山口 ふじ子、松尾 修身、河野 陽子

(常勤職員9名、他13名)

【研究内容】

本研究は、構造物全体の応力履歴・異常を独自の応力発光デバイスによって包括的に監視し、重大事故につながる破壊や劣化を早期に予知・検出する新安全管理ネットワークシステムを創出することを目的としている。具体的には、「リアルタイム応力異常検出システム」、「応力履歴記録システム」の創出を行い、これらを「ネットワークの接続・統合」によって包括的な安全管理システムとし、実構造物での「実証試験」へと繋げていくものである。

これまでに、応力発光塗膜センサの発光特性データベースの構築、応力異常検出システムの構築に最適化した光センシング方式の開発、微小亀裂発生検出システムの構築、光記録システムの検証と最適化についての具体的な技術開発を行い、「リアルタイム応力異常検出システム」および「応力履歴記録システム」の創出を行った。また、ネットワークシステムのノードの設計・試作し、応力発光による亀裂進展の検出に成功した。さらに、研究加速のため、実構造物の安全状態を検出するリアルタイム応力異常検出システムの適用化、これを補完するものとして応力履歴記録システムの最適化、並びに、これらのシステムの二次元的なセンシングエリアをネットワークによって連結・統合することにより対象物全体を包括的にモニタリングするシステムの構築の研究と同時に、実構造物での実証試験を平行して行った。上記の各システムの適用化を図りながら、実構造物・実現場環境での実稼働を実現し、センサ・システムの有用性が実証された。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 応力発光、可視化、センシング、非破壊計測、デバイス化、システム化

【研究題目】 ソリューションプラズマ中ナノ微粒子析出のその場計測

【研究代表者】 松田 直樹

(生産計測技術研究センター)

〔研究担当者〕 松田 直樹（常勤職員1名）

〔研究内容〕

ソリューションプラズマはナノ粒子創製や表面処理に関して他のプロセスには見られない特徴を有する魅力的な反応であるが、いろいろな点で未知の現象であるため反応プロセスとして制御し利用するには種々の条件に関して電気的および分光学的にその場計測を行い、現象を理解する必要がある。そのため、①放電電極間の電圧と電流の経時変化の計測、②Langmuirプローブを用いたソリューションプラズマポテンシャルのその場計測、③ナノ微粒子反応場計測としてソリューションプラズマシステムの微小化、及び④スラブ光導波路（slab optical waveguide：SOWG）分光法を用いたソリューションプラズマの紫外可視吸収スペクトルのその場測定に関して検討を行った。

特に Langmuir プローブを用いた計測では、放電電極で発生するガスを溜めこむため特殊なセル構成を考案し、印加するパルスポテンシャルによって引き起こされるノイズを分離しながら微小電極で電流を計測する事に成功し、発生する気泡が負に帯電している事を明らかにした。

また、ソリューションプラズマを用いて金属や金属酸化物ナノ粒子を合成し、その構造制御を試みた。特に酸化タングステンナノ粒子を合成し、可視光応答型光触媒としての機能の検討を行った。

〔分野名〕 標準計測

〔キーワード〕 ソリューションプラズマ、プラズマポテンシャル、金属ナノ粒子、Langmuir プローブ

〔研究題目〕 マイクロ空間場によるナノ材料の超精密合成

〔研究代表者〕 前田 英明

（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 前田 英明、古屋 武、中村 浩之、

山下 健一、上原 雅人

（常勤職員5名、他10名）

〔研究内容〕

本研究は、マイクロ空間化学合成技術をナノ粒子合成反応の精密解析ツールとして応用し、ナノ粒子生成過程を精査・解析することで、ナノ粒子利用時に要求される種々の付随的要件を満足するような最適合成ルートの選定指針確立と製造プロセスへの展開を目的とする。本年度は、以下の項目に関して検討した。

1) コンビナトリアル合成システムの構築：昨年度（H20年度）に試作したコンビナトリアルシステムに関し、再現性の向上を目的にハードウェア的視点から種々の改良・改善を加えた。その結果、長時間（数週間）に渡り非常に安定した合成が実施でき、かつ得られた合成データの再現性・信頼性が向上した。

2) in-situ 測定システムの設計と構築：H21年度には CdSe ナノ粒子を対象として、多重散乱を考慮した EXAFS 精密解析を行い Se-Cd 結合から CdSe ナノ粒子成長の初期過程のキネティクスを評価した。この結果をナノ粒子モデルと UV-vis 吸収データを用いるとナノ粒子サイズと粒子濃度を独立に評価できることを見出した。

3) 計算機シミュレーション技術の開発：分子シミュレーションについては、ナノ粒子成長過程のシミュレーション手法開発の第一段階として、核発生の基本となる Cu および CdSe クラスタの安定構造計算を電子状態理論に基づいて実施した。さらに、分子モデリングおよび計算処理の自動化を進めた。また、ニューラルネットワークを用いた解析システムが、大規模なコンビナトリアル合成実験データに対応可能であること、ナノ粒子特性に対して高い予測能力を持つことを確認した。加えて、ネットワークの予測能力向上を目指してアンサンブル学習の手法を適用し、その効果を検証した。

4) 各種材料合成：Cu ナノ粒子に関しては、バルブを用いた原料溶液選択システムを構築し、コンビナトリアル装置による反応系の探索を試みた。その結果、1実験あたり15分程度の時間での実験が可能だった。ZnO ナノ粒子に関しては、Al ドーピング量に対する加熱プロファイルの影響を検討し、加熱速度が ZnO に対する Al ドーピング量に影響を与えることを見出した。さらに、有機光導電体であるチタニルフトロシアニン（TiOPc）に関して、貧溶媒が混合されて粒子形成がなされる数10ミリ秒間の温度が最終的な結晶相に大きく影響を与えることが分かった。温度制御性の高いマイクロリアクターを用いることにより、この間の温度制御による結晶相の制御が可能で、OPC 特性の高い Y 型 TiOPc が高い再現性で得られることが分かった。また、本年度よりタンパク質の結晶化実験を開始し、マイクロ空間を用いて核発生頻度を制御できる可能性を見出した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノ粒子、マイクロリアクター、in-situ 測定

〔研究題目〕 里海に対する藻場の役割解明と藻場再生の提言

〔研究代表者〕 谷本 照己（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 谷本 照己（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

過去に実施した埋め立て等の沿岸域開発が社会に与えた影響および藻場が里海に果たす役割を明らかにするとともに、新たな藻場造成方法について検討した。瀬戸内海における過去の藻場の資料を収集、整理し、広島湾と安芸灘におけるアマモ場の分布、面積の推移を検討した。1971年における広島湾と安芸灘のアマモ場面積は、1965年と比較して約 1/2 以下までに減少しており、こ

れの主な要因は、広島湾北部と安芸灘本州沿いの大部分のアマモ場が消滅したことによることがわかった。

里海として最適な藻場の形態を明らかにするため、三津口湾において刺し網などの調査により藻場の場所による魚介類の生息、利用状況の違いを定量的に把握した。2009年8月と11月に一昼夜実施した刺し網結果によれば、藻場の生え際において魚介類の種類数と個体数が最も大きいことがわかった。魚介類の藻場利用形態の結果に基づき、三津口湾のアマモ場において魚介類が藻場内まで進入できるようにアマモを抜き取って裸地を作成し、人手を加えることにより生物が利用しやすい生産性の高い藻場とする里海検証実験を開始した。

【分野名】地質

【キーワード】里海、アマモ場、人手、藻場分布、生物生産

【研究題目】RLCP 分類の拡張、相同反応解析システム及び酵素反応予測システムの開発、類似反応解析システムの構築

【研究代表者】長野 希美

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】長野 希美、加藤 毅、中条 裕子、

大澤 文、宋毅暉 (Song Yixuan)

(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

目標：本研究開発では、EzCatDB データベースにおける酵素反応分類 (RLCP 分類) を網羅的に行うために、自動予測システムを構築する。機能未知のタンパク質 (クエリ) に対して RLCP のクラスを予測するには、RLCP に収録されているクラス分類済みの全ての酵素と比較し、最も類似する酵素を選び出すことで行われる。研究計画：共通の祖先蛋白質からの分岐進化した酵素が同じクラスの反応を担うことを相同反応という。進化的類縁関係がなく、全体構造が異なる酵素蛋白質同士でも、活性部位、触媒機構の類似性を有する場合がある。このように異なる祖先から収束進化した酵素が同じクラスの反応を担うことを類似反応という。これらの相同反応の予測方法と類似反応予測方法を個別に開発し、最終的に統合する予定であるが、今年度は第一段階として個別に開発を進めている。

年度進捗：本年度は、主に下記の研究開発を行った。

1. 相同反応解析：

(1) UniProt データベースにおける相同配列の解析：一般に、酵素の種類により生物種間の活性部位、触媒機構などの機能の保存度が異なることが知られている。そこで、酵素反応分類データベース・EzCatDB に登録されている酵素蛋白質の配列をシードにして、蛋白質の配列データベース (UniProt) をこうした触媒部位情報を加味して、次のような解析した。(i) 各エントリの配列クラスターリング、(ii) マルチプル・アラ

イメントによる触媒部位の代表配列へのマッピング、

(iii) 相同蛋白質の同定、活性部位保存度の確認、

(iv) 相同酵素配列の生物種の解析

(2) 相同反応データ検索システムとしての EzCat-BLAST の開発：上記の (1) の (ii) 「マルチプル・アライメントによる触媒部位の代表配列へのマッピング」で、活性部位がアノテーションされた代表配列のセットが得られたので、これらの配列データを基に、相同反応データ検索システムとして EzCat-BLAST という新しいツールを開発した。具体的には、FASTA 形式のクエリ配列に対して、BLAST 検索を行い、EzCatDB データベース中の配列と活性部位の一致度をウェブ上に表示することができるシステムを開発した。この際に、活性部位の保存度 (Active-site conservation) というものが、0から1になるように定義した。この値が1になった場合、クエリ配列は、EzCatDB 中でヒットした配列に対して完全に保存された (同じ) 活性部位残基を持つことになる。ヒット配列と活性部位残基のマッチ、ミスマッチの数を求め、更に、マッチした活性残基とクエリ配列の残基の類似度に従ったウェイトを与えられる。完全に同じ残基の場合、ウェイトは1.0になり、化学的に類似する残基の場合は、類似しない残基の場合よりも高いウェイトを与えられる。ウェイトを付与したマッチ残基を合計する事によって、活性部位の保存度は算出される。このソフトウェアに関しては、ウェブ上で、一般公開予定である。

2. 類似反応解析：

触媒部位テンプレートの作成：平成19年度に開発した「テンプレート作成支援システム」などを活用して、EzCatDB データベース中の各酵素に対して、対応する反応を特徴付ける原子を選び、その原子の集合のテンプレートを作成した。主に、PDB のデータ数が多く、機械学習に適した酵素データを中心に65種類程度の酵素反応の触媒部位のテンプレートを作成した。この段階では主に、加水分解酵素、転移酵素の反応を中心に、テンプレートを作成した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】酵素、タンパク質、データベース、酵素反応、配列、立体構造

【研究題目】グリッドコンピューティング環境による生体高分子複合体の認識メカニズム研究

【研究代表者】浅井 潔 (生命情報工学研究センター)

【研究担当者】浅井 潔、福井 一彦、

グロミハ マイケル、清水 佳奈

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究は、情報通信技術を利用した生命情報研究であり、日本とインドの研究拠点 (産業技術総合研究所 生

命情報工学研究センター (CBRC)、インド工科大学デリー校 (IITD)、バラディガーゼン大学 (BARD)) をグリッド技術により繋ぐことで、これまで各々推進してきた生命情報に関する研究を二国間の特徴を活かし、協力・共同し国際交流を通して促進させていくことを目的とする。具体的には、グリッドコンピューティング環境を整備したうえで、生体高分子複合体解析ソフトウェアの開発や大規模複合体シミュレーションを実施し、生体高分子複合体の認識メカニズムに関する研究を推進する。

平成21年度は構築したグリッド環境を利用することで、これまで開発したタンパク質複合体に関するソフトウェア・プログラムをシームレスに使用し、タンパク質複合体解析を実施した。この研究では、タンパク質-タンパク質相互作用に着眼することとし、両国間のこれまでの研究経緯を考慮して、配列解析や二次構造予測を行い立体構造解析、分子シミュレーション、残基間相互作用ネットワークやタンパク質間相互作用ネットワーク解析へと発展させる計画である。またより効率よく両国間での情報共有を推進するため、実験や計算結果をもとにタンパク質-タンパク質相互作用やタンパク質間ネットワーク解析に利用できるタンパク質複合体に関する Bio-Complex データベースの構築に着手している。

国際交流としては平成21年4月下旬に CBRC (福井チーム長、グロミハ研究員、根本研究員) から3名がインドに渡航し BARD を訪れ研究発表及び研究議論を行った。また両国間交流のイベントとして平成22年3月に、インド側 IITD を福井チーム長、グロミハ研究員の2名が訪問し Jayaram 教授主催のワークショップを IITD にて開催し口頭発表を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 グリッド、タンパク質複合体、認識メカニズム、国際研究者交流

【研究題目】 タンパク質立体構造予測システム構築に向けた研究

【研究代表者】 本野 千恵

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 本野 千恵、野口 保、富井 健太郎、

長野 希美、清水 佳奈

(常勤職員5名)

【研究内容】

研究目的：

JST BIRD の研究開発課題「タンパク質の構造・機能相互作用予測システムの開発と展開」(代表：太田元規教授(名大))において、ヒトゲノムにコードされるタンパク質に適応可能なタンパク質立体構造予測法の開発と、構造・機能アノテーションデータベースの維持管理と拡張を行う。

研究手段：

タンパク質立体構造予測、タンパク質複合体の機能予

測に関する研究開発を推進し、その成果をアノテーションシステムとして統合する。それをヒトゲノム由来の配列に適用し、結果をデータベース (SAHG: Structure Atlas of Human Genome) として構築、公開する。

方法論：

マルチドメイン構造をとる、長大な天然変性領域を保持する、等の高等生物由来のタンパク質に良くみられる特徴に配慮した立体構造予測法を開発する。それを基に、アポ体とホロ体を同時にモデリングするような構造予測パイプラインを完成させる。開発したパイプラインをタンパク質の立体構造・分子機能アノテーションシステムに統合する。

平成21年度進捗は以下の通り。

(1) タンパク質立体構造予測パイプラインの開発

17-20年度にかけて、高等生物由来のタンパク質に特化した立体構造予測法を研究し、開発した予測法をタンパク質の立体構造・分子機能アノテーションシステムに統合した (入力配列に対し BLAST・PSI-BLAST・FORTE による鋳型探索とアラインメント作成を行い、MODELLER でモデルを構築する)。本年度は、予測精度向上のため、SWPPA (Smith-Waterman profile-profile alignment) と Probabilistic Profile profile alignment 法による鋳型同定の仕組みをパイプラインに追加した。

開発した構造予測パイプラインを、ヒト1、11、13、17、18、19、20、21、22、Y染色体の全タンパク質配列に適用して、立体構造予測精度の向上を確認した。

(2) SAHG データベースの維持管理と拡張

(1)の結果を SAHG データベースへ統合し、ウェブ上 <http://bird.cbrc.jp/sahg/> で公開した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質立体構造予測、ヒトゲノム、データベース、パイプライン

【研究題目】 実時間並列ディペンダブル OS とその分散ネットワークの研究

【研究代表者】 加賀美 聡

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 加賀美 聡、松井 俊浩、西脇 光一、

Simon Thompson、石綿 陽一、

梶田 秀司、金広 文男、安藤 慶昭、

尹 祐根 (常勤職員4名、他5名)

【研究内容】

ロボットなど多様な環境で運用される組み込みシステムにとって、想定外の使われ方をした場合や、さまざま機能を組み合わせたサービスを行った場合などに発生する仕様外のエラーは避けられない。そこでこのようなエラー時にもクリティカルな事故を起こさないで、システムのダウンを最小限にし、発生した事故の原因を後から明らかにすると共に、効率的に PDCA のサイクルをま

わすという、ディペンダビリティ向上の仕組みが重要となってくる。

本研究ではロボットを主たるターゲットとして、ディペンダビリティ向上の仕組みを持つ OS を開発することを目的とする。組み込みシステムのソフトウェアの特徴として、システムを利用する環境が多様であったり変化することにより、システムへの入力、要求される出力、組み込まれているソフトウェアの構成などが変わることや、ソフトウェアもハードウェアもアップデートが行われること、などが挙げられる。

本研究では、a) ～ c) の3つのディペンダブル機能を提供する OS を実現することを目的とする。a) カーネルおよびアプリケーションの異常をリアルタイムで検出し、分散ネットワークによりその異常をリアルタイムに伝達する機能、b) システムを安全に停止させる非常機能を保護する機能、c) カーネル、アプリケーション、デバイスドライバの何が悪かったかがロギングにより事後に解析可能な機能。

この目的を実現するために Linux に、1) 実時間、2) AMP 機能を実現し、3) カーネルとユーザー空間アプリケーションの監視、非常機能の保護、およびロギング、に関わるコードを AMP 機能を利用して独立に実時間で実行する機能を開発した。

本年度は、ART-Linux の開発を継続し、Linux 2.6.18～2.6.32 に対応する実時間機能、AMP 機能、実時間通信機能を持つ OS を開発した。本 OS は他の Linux ベースの実時間 OS よりも数倍から数十倍、実時間処理のジッターが少ないという特徴がある。

開発した OS を Sourceforge より一般公開し、これまでに約四千件のダウンロードがあった。開発した OS をヒューマノイドロボット HRP2, HRP3, HRP4 や移動ロボット Pen2, Segway RMP などを利用して、実証実験を行った。また開発した OS を搭載した組み込み用ボードが GRX から販売されている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、ディペンダビリティ、実時間 OS、ヒューマノイド、サービスロボット

【研究題目】安全と利便性を両立した空間見守りシステムアーキテクチャ

【研究代表者】車谷 浩一（情報技術研究部門）

【研究担当者】車谷 浩一、幸島 明男、河本 満、山下 倫央、麻生 英樹、池田 剛、石橋 睦美、斉藤 美行、久我 幸史（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

街角や展示会場のような公共空間においては、不慣れな場所での道案内や緊急時の避難誘導手段等の整備が生活の安全と利便性を向上する上で必要である。日常的に

活用される情報通信インフラストラクチャー上で環境や人の運動・身体状態のセンシングデータを取得し、総合的に解析することで、生活の安全・安心感を提供するような情報サービスシステムの実現を、本研究開発の目標とする。

具体的な対象空間としては、ショッピングモール・展示会場・美術館・街角のような公共空間を想定する。空間内の環境センシングや携帯デバイスによる人の運動・身体状態のモニタリングを行い、1) センサ情報の統合的解析結果を用いて屋内空間におけるユーザの位置・移動軌跡を推定し、通常時・緊急時の道案内・誘導・緊急情報の伝達を行う「屋内自律型ナビゲーションシステム」、2) 小型・軽量のモバイル生体センサを用いて、遠隔地からユーザの身体状態を見守れる「モバイル生体センシングシステム」の実現を目指す。本研究は、北海道大学との共同研究で、産業技術総合研究所は屋内自律型測位ならびにナビゲーションシステム、モバイル生体センシングシステムを担当し、北海道大学は環境側におけるユーザの位置推定システムを担当する。

平成21年度は6年度計画の第5年度に当たり、1) に関しては、屋内空間におけるユーザ位置・軌跡の測位や環境の状態を計測するセンサネットワークを構成するために、無線センサネットワークの通信方式である IEEE 802.15.4 を用いた低消費電力のセンサネットワークデバイスと、その上で動作する測位とセンサ情報の伝送を同時に実現するセンサネットワーク通信プロトコル、ならびに1～数 m の精度で測位が可能な屋内自律型測位システムを開発した。さらには環境内に設置された無線ビーコンデバイスから発信されるビーコン信号を受信し、ユーザの位置・移動軌跡・向きなどを確率的に推定し、屋内空間において避難誘導を行うナビゲーションシステムを開発し、シミュレータ上でその機能を検証した。これと並行して、2) に関して、携帯情報端末上で動作する、人の姿勢・動作を推定可能なモバイル生体センシングのアルゴリズムを開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】無線センサネットワーク、測位、屋内ナビゲーション、空間見守り、生体見守り、マイクロフォンアレー

【研究題目】マイクロ・ナノバブル技術を活用した半導体ウエハ、治工具の洗浄技術開発

【研究代表者】高橋 正好（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】高橋 正好

【研究内容】

半導体製造において、ウエハの洗浄は全体の 30% 以上を占める非常に重要な工程である。その中でもフォトリソの除去は硫酸過水を 130℃程度の高温にして利用している SPM 洗浄に基づいており、コストや環境負荷、安全性などの点で大きな問題となっている。そこ

でオゾンマイクロバブルを利用したフォトレジスト除去技術の確立を進めた。その結果、ベーク処理したフォトレジストについては通常のオゾン水に比べて5倍以上の洗浄速度を達成することができた。また、現場で利用されるようなイオンインプラントやプラズマ処理したウエハについても洗浄試験を実施したが、ベーク処理した条件とさほど変わらない処理速度を実現することができた。このことから常温の蒸留水ベースでありながら、現在のSPMを凌駕する洗浄速度を達成できる可能性を示唆できた。さらに酸性条件下での試験も実施したところ、中性領域と遜色のないレジスト除去を実現したことから、金属類の汚染に対してもレジストと合わせて一度の処理で対処できる可能性が高い。基礎技術についてはほぼ確立できたため、今後は実用機の開発に移行する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロバブル、半導体ウエハ、洗浄、フォトレジスト、オゾン

【研究題目】 単原子層シート電極の特性評価

【研究代表者】 本間 格 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 本間 格 (常勤職員1名)

【研究内容】

二次元構造の単原子層シート炭素材料であるグラフェンはカーボンナノチューブに勝る可能性に満ちた革新的なナノカーボン材料である。本研究ではグラフェンの大容量キャパシタ応用のため量産化技術と表面修飾技術の開発を行った。出発グラファイト材料を強酸性溶液中で酸化処理することにより酸化グラファイトの単原子層シートを作製した。これをヒドラジン溶液中で還元することによりグラフェンシートを合成した。合成されたグラフェンは1-20枚程度のグラフェンが積層するシート構造炭素である。これらの単原子層グラフェンの収率を向上させるため新しい合成法を検討した。超臨界流体を用いて、合成時に有機酸を添加することにより触媒効果を利用した剥離効率の向上と、さらにグラフェン表面の化学的修飾効果の双方の同時達成を試みた。得られた生成物のラマン測定結果より有機酸添加により単原子層シートの収率が向上し、超臨界流体の合成条件を制御することにより単原子層だけのグラフェンシートの量産化に向けた有望な化学的合成プロセスの基礎研究を行うことが出来た。さらにこれらのグラフェン材料のリチウム貯蔵特性を評価した結果、グラファイトと同程度のリチウムが貯蔵されることも明らかとなった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 グラフェン、単原子層シート、リチウム電池電極、キャパシタ、超臨界流体

【研究題目】 ラベル不要の高機能性バイオセンサシステムの開発

【研究代表者】 富永 淳二

(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 富永 淳二

(職員1名 他1名)

【研究内容】

光ディスク技術に利用されている高感度・高精度光ピックアップヘッドと回転型光ディスク機能を転用して、高速・高感度なバイオセンシングデバイスを構築することを目的としている。

プロトタイプの前駆段階として、新規にDioDVD基板を作製し、コンピューターによって設計した光学薄膜を形成した後、パターンを記録して、バイオ試薬のスポットティングポジションを作製することで、大幅に作業効率を向上できた。また、インフルエンザAおよびBの判別計測を行い、ヘマグルチニンの型別を区別できた。さらに、濃度によって比例関係が観測され、定性的のみならず定量的な評価も可能となった。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 バイオセンサ、光ディスク

【研究題目】 材料創成に資する動的その場解析のためのX線吸収測定装置

【研究代表者】 小林 慶規 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 小林 慶規、松林 信行、平田 浩一

(計測標準研究部門)、熊谷 俊弥、

土屋 哲男 (先進製造プロセス研究部門)、越崎 直人 (ナノシステム研究部門)、鈴木 良一 (計測フロンティア研究部門) 西嶋 昭生

(常勤職員7名、他1名)

【研究内容】

放射光などの大型施設を用いずに動的その場計測を可能とするX線吸収測定装置開発のための要素技術に関する調査および研究を行った。カーボンナノ構造体を電子源とする冷陰極X線管を用いてX線発生実験を行うとともに、シミュレーションにより電子エネルギーやターゲット材の材質・形状による効果を調べた。市販のX線吸収測定装置によりユーロピウム系材料などのX線吸収測定を行い、その限界・問題点を明らかにした。また、学会参加や訪問調査により、関連技術および研究動向の調査を行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 X線吸収測定、その場分析、材料分析、動的解析

【研究題目】 大脳皮質への神経活動入力による機能回復促進

【研究代表者】 肥後 範行 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 肥後 範行 (常勤職員1名)

【研究内容】

ニューロリハビリテーションの1つに慢性脳電気刺激

法があり、脳損傷後の運動機能回復への関与が報告されている。従来法では運動のタイミングと無関係な刺激が与えられているが、より適した神経活動を入力することで回復を促進できる可能性がある。本研究課題では運動皮質を損傷したサルから機能代償に関わる神経活動を計測し、それを損傷直後の個体に入力する。運動のタイミングに合わせた神経活動入力機能が回復に及ぼす効果を行動学的に評価し、従来型電気刺激法との相違を検証する。このとき日々の課題の成功率を記録するとともに、把握時の手の動きを撮影し、動画像解析ソフトを用いて把握方法の変化を行動学的に評価する。さらに回復の背景にある神経の可塑的变化を調べる。具体的には、神経活動入力を行った領域の組織を採取し、神経活動入力により発現が増加する遺伝子を、DNA マイクロアレイを用いて網羅的に探索する。さらに神経活動入力により発現が増加する遺伝子に関する組織化学的検証を行い、発現を細胞レベルで明らかにする。本研究計画では微小電極を用いた神経活動の生理学的記録を行うため、本年度は環境に存在する電磁波ノイズを除去するための簡易シールドルームの設置をおこなった。さらにサルが把握課題を用いた運動訓練を行うためのモンキーチェアを作成するとともに、把握課題遂行中のサルの行動を記録及び解析する装置の構築を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リハビリテーション、霊長類、病態モデル、機能回復、神経可塑性

【研究題目】 グラファイト複合構造体の基礎物性解明

【研究代表者】 大谷 実（計算科学研究部門）

【研究担当者】 大谷 実（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、次世代の超高速・低消費電力の新たなエレクトロニクスデバイスの候補であるグラファイトの基礎物性を明らかにする。

本年度は、様々な積層構造を考慮したグラファイト薄膜の電子状態を明らかにした。

グラファイトには1層目と2層目がずれた位置に積層し、3層目以降はその繰り返しで得られる AB 積層構造と、3層目も1、2層目とは異なる位置に積層し、4層目以降はその繰り返しで得られる ABC 積層構造がある。天然のグラファイトの存在比は AB:ABC=80:16と、AB 構造が安定であるが、ABC 構造も存在している。我々は ABC グラファイト薄膜に対して第一原理電子状態計算を行った。8層積層した ABC 積層型構造のグラファイト薄膜を用意したところ、薄膜の上下の表面にスピン分極があることが明らかになった。これはジグザグ端を持ったグラファイトナノリボンに現れるエッジ状態と同様の状態であり、系のネットワーク構造に起因する状態である。したがって、ネットワーク構造の異なる AB 積層型のグラファイトではこのような磁性状態は存在しない。

各表面内ではアップスピンとダウンスピンの数が異なるフェリ磁性状態が実現しており、上下の表面間では反強磁性磁気相互作用が働き、系全体としては常磁性状態である。このスピン状態を何らかの方法で制御することができれば、グラファイト薄膜を利用したスピンに依存した伝導チャンネルの作成が可能であり、シリコンに代わる超高速・低消費電力の新しい機能デバイスや半導体デバイスと融合した高性能デバイスを実現する可能性を示唆している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 グラファイト、薄膜、第一原理計算、スピン、エッジ状態、スピントロヒクス

【研究題目】 サイドチャンネル攻撃への安全性評価手法の確立と PUF デバイスによるセキュリティシステムの構築

【研究代表者】 佐藤 証

（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】 佐藤 証、坂根 広史、片下 敏宏
（常勤職員3名）

【研究内容】

交通・流通系で急速に普及した非接触 IC カードなどに見られるように、LSI を利用した金銭情報や個人情報情報を保管するシステムが社会基盤として広く普及している。これらセキュリティ LSI に保存される機密情報の窃取や LSI の偽造に対する脅威が高まっており、その防止技術の研究開発が急務となっている。セキュリティ LSI への主な物理的解析・攻撃手法としては、動作時の消費電力や電磁波などの漏えい情報を解析するサイドチャンネル攻撃、LSI にスパイクノイズ等を印加して誤動作を誘起することで機密情報を窃取するフォールト攻撃、パッケージを開封し、内部を直接観測・改造する侵襲攻撃などが挙げられる。さらに、機密情報の窃取にとどまらず、回路パターンを解析複製した偽造 LSI の製造と悪用など、さまざまな脅威が存在する。耐タンパ性を指向したディペンダブル VLSI システム実現のためにはこれらの攻撃への対策が不可欠である。

本研究では、機密情報の観点でディペンダブルなセキュリティ LSI すなわち、上記の物理攻撃と偽造 LSI の製造に対する防御方法を備えた、耐タンパ LSI を実現するための技術開発を行い、以下の2項目の研究を主テーマとしている。

(1) 耐タンパ性能評価プラットフォーム

セキュリティ LSI の耐タンパ性能を評価する指針を提示するとともに、上記の様々な物理解析攻撃実験用の LSI ボードを開発し、評価試験環境を構築する。

(2) 偽造 LSI を識別する PUF を用いたセキュリティシステム

IC カードなどの偽造複製防止対策として、各 LSI に固有の物理特性の差異を識別する PUF (Physically

Unclonable Function) の回路設計・開発を行うとともに、PUF と暗号技術を融合した新しいセキュリティシステムの提案を行う。

本年度は、第一の研究テーマに対して、各種フォールト攻撃およびサイドチャネル攻撃の実験対象として、65nmCMOS スタンダードセルライブラリを用いた暗号 LSI を設計した。共通鍵暗号にはすべての ISO/IEC18033-3標準ブロック暗号、公開鍵暗号としては RSA および楕円暗号を実装する。また共通鍵暗号 AES には各種サイドチャネル攻撃対策を施している。2010年4月に製造を開始し9月に納品され、その後様々な実験を行う予定である。

第二のテーマに対しては、従来提案されてきた、2入力セレクタを多段直列接続し、指定した経路対のどちらが早く信号を伝えるかを検出して ID とするアービター PUF を FPGA ボード上に実装し、実験を行った。128ビット ID を繰り返し生成することで出力値のエントロピーを評価すると共に、同一デバイスにおける出力の再現性、および異なるデバイス間での出力の差異性について評価を行った。今後はサイドチャネル攻撃の電力測定ノウハウを応用した独自の PUF 方式を実装し、その実用性の検証を行う予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、暗号モジュール、サイドチャネル攻撃、国際標準、安全性評価、PUF、偽造防止

【研究題目】励起子サイエンス（有機太陽電池のためのバンドギャップサイエンス）

【研究代表者】吉田 郵司（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】原 浩二郎

（以上、太陽光発電研究センター）

（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究では、次世代の太陽電池として期待されている有機薄膜太陽電池の高性能化に向けて、原理検証から高変換効率の達成まで行うものである。特に、半導体のバンドギャップ理論からの理解を有機半導体に適用し、バンドギャップサイエンスとして確立する。研究項目として、励起子サイエンスの確立を分担している。

本年度は、まず励起子解離挙動の解明および新規電荷分離機構の導入に向けた双極子を有する候補材料の予備的検討を行った。候補材料の一つである巨大表面電位効果を示すアルミキノリノール錯体 (Alq₃) は、有機 EL において電子注入バッファ層として用いられており、太陽電池では逆に励起子ブロック層および電子収集バッファ層として期待される。しかしながら、標準的に用いられる BCP に比べて励起子ブロック層としての性能が劣っていることが先行研究におい

て確認されている。励起子分離界面への直接挿入で無いので当該効果に関しては未だ検討の余地があるが、フッ素系材料など他の材料系を優先的に検討すべきであると考えている。

電荷分離界面で生じた電荷の挙動を明らかにする手法として、熱刺激電流測定装置 (TSC) を検討しているが、今年度は予備測定を実施した。今回の測定対象として、n型有機半導体であるフラーレンの電荷、特に薄膜中のトラップ電荷の精密測定を行った。当該研究の研究項目にも挙げられている「高純度化」に着目し、当方で購入品を精製したものと、高純度品とを比較した。薄膜内部に蓄積されたトラップ電荷量に差が出ており、高純度品でそのトラップ電荷密度が $3.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 、産総研精製品で $6.7 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ であった。この様に、純度に依存した電荷密度の微妙な変化をも検出することが可能であることが確認できた。また、太陽電池特性に影響を及ぼす薄膜中の電荷トラップ、即ち欠陥、不純物などの定量化が可能であることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有機薄膜太陽電池、有機半導体、バルクヘテロ接合、励起子、バンドギャップ

【研究題目】新規ホウ素中性子捕捉療法用薬剤開発に向けた炭化ホウ素ナノ粒子の大量合成技術の確立

【研究代表者】石川 善恵

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】越崎 直人、永禮 三四郎、馮 旗、

中川 義信、森谷 真紀

（常勤職員1名、他5名）

【研究内容】

B₄C の生成効率の向上を目指して分散液へのレーザー照射方法を検討した、その結果、従来法の集光照射法から非集光照射法へと変更したところ、従来の生成速度 0.2mg/h から13mg/h へと向上し、生成速度としては目標値の1mg/h の13倍と大幅な改善に成功した。さらに仕込み量を増やすことによって、1バッチの生成量も現状の10倍に改善することにも成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】炭化ホウ素、球状粒子、中性子捕捉療法

【研究題目】次世代計測標準基盤構築に向けた時間周波数遠隔校正用端末装置の開発

【研究代表者】今江 理人（計測標準研究部門）

【研究担当者】今江 理人、藤井 靖久、鈴山 智也、

吉田 春雄、宮本 祐介

（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

平成20年度までに NEDO 委託開発（計量器校正情報

システム技術開発事業（e-trace プロジェクト）で培った GPS 衛星を仲介とした周波数遠隔校正技術をベースとして、より利便性の高く電子計測機器などに組込可能な超小型端末装置によるベンチャー起業の実現可能性の検証を行うことを目的とした課題である。

平成21年度は、当該課題を実現する上で、

- ①遠隔校正用端末装置の高度化（超小型化、高感度・省電力化）の検証
- ②遠隔校正用端末装置内蔵発振器の同期時間の短縮方法の検討
- ③データ通信系のバリアフリー化に関する方策の検討を実施した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 時間周波数標準、GPS、遠隔校正

【研究 題 目】 超偏極技術で高感度化した MRI 装置の研究開発

【研究代表者】 服部 峰之（光技術研究部門）

【研究担当者】 服部 峰之、本間 一弘
（常勤職員2名）

【研究 内 容】

目標：光ポンピング法による核スピン偏極技術を適用して、核磁気共鳴（NMR）信号を高感度化し、低磁場（0.01テスラ程度、信号の周波数は100kHz 帯の超低周波）でも利用可能な NMR 検出回路および分光計システムを開発し、これに多重変調法と回転座標系に基づく信号検出システムを導入し、軽量小型の MRI 装置を開発する。

研究計画：超偏極技術と回転座標系 MRI 法によって、低磁場（0.01テスラ程度）で動作し、2種類以上の核種の同時測定が可能な小型 MRI 装置（本体の重さ5kg 以下）を開発する。超偏極核種は、 ^{129}Xe に加えて、 ^1H 、 ^{13}C 、 ^{15}N の画像およびスペクトルの同時測定が可能である。①連続フロー型超偏極キセノンガス供給装置から、今回試作する小型 MRI 装置のスケールに合わせて、偏極物質を導入する方法を開発する。②多重変調法と回転座標系 MRI 法に基づく信号検出システムの技術に基づき、具体的なパルスシーケンスを開発する。③液体窒素温度において、 ^{129}Xe から、 ^1H 、 ^{13}C 、 ^{15}N への磁化移動シーケンスを開発し、市販の DNP 装置や、パラ水素経由の超偏極装置と比較する。

年度進捗状況：超偏極キセノンガス供給装置から、今回試作する小型 MRI 装置のスケール、約50ml に合わせて、超偏極物質を生成および導入するために、流量制御装置と自動化バルブ、注射器を利用した治具を開発した。多重変調法と回転座標系に基づく信号検出システムの具体的なパルスシーケンスを検討し、既存の分光計での動作確認を行った。3次元画像化が可能なパルスシーケンスに拡張した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 MRI、光ポンピング、高感度化

【研究 題 目】 高性能薄膜トランジスタおよびそれを用いた不揮発メモリ

【研究代表者】 金山 敏彦

（ナノ電子デバイス研究センター）

【研究担当者】 金山 敏彦、内田 紀行
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

本研究は、産業技術総合研究所（産総研）で開発された新材料である、遷移金属内包シリコンクラスター（ $\text{M}\equiv\text{Si}_n$ ）薄膜が、特性の優れた非晶質半導体であることを利用して、高性能の薄膜トランジスタおよび不揮発メモリを実現することを目的とする。産総研が上記薄膜の堆積方法の改良と膜質の改善を、台湾側がその材料を用いてトランジスタとメモリの試作と特性評価を分担することで、効率的に、新しい Si ベースの高性能 TFT の開発を行っている。今年度は、高性能 TFT のための高品質な $\text{M}\equiv\text{Si}_n$ 薄膜を形成するための、プロセス条件の見直しや装置の改良を行なった。 $\text{M}\equiv\text{Si}_n$ 膜の作製には、レーザーアブレーション法を用いている。モノシランガス（ SiH_4 ）雰囲気中で、M ターゲットにパルスレーザーを照射し、ターゲットから放出された M 原子と SiH_4 の気相反応で $\text{M}\equiv\text{Si}_n$ を合成し、それを固体基板上に堆積することで $\text{M}\equiv\text{Si}_n$ 膜を作製している。透過型電子顕微鏡により $\text{M}\equiv\text{Si}_n$ 膜の組織を観察した結果、レーザーアブレーションに由来する、数100nm から1 μm 程度の直径を持つ遷移金属や結晶 Si のドロップレット、M の2量体や3量体などの、欠陥が多数存在することが確認された。膜の高品質化に向けて、これらの密度を低減する必要がある。レーザーパワーの調整や SiH_4 ガス圧力の最適化など、レーザーアブレーションの条件を見直し、ドロップレットや M クラスターの発生の抑制を行ない、ドロップレットが観察されない試料を作製することができた。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 遷移金属内包シリコンクラスター凝集材料、高性能薄膜トランジスタ

【研究 題 目】 テラバイト時代に向けたポリマーによる三次元ベクトル波メモリ技術の実用化研究

【研究代表者】 福田 隆史（光技術研究部門）

【研究担当者】 福田 隆史、渡辺 歴、有本 英伸、古川 祐光、内田 江美、酒井 大輔、野口 尚美（常勤職員4名、他3名）

【研究 内 容】

三次元ベクトル波メモリ技術の開発にあたり、産総研は以下の3つの課題に取り組む。①新規な偏光感受性材料の開発、②ホログラフィックメモリスステムの評価基

準検討用材料の開発、③高精度屈折率三次元イメージング技術の基盤開発。H21年度は、課題①について、照射下における複屈折変化を測定するための光学系を構築の上、偏光感受性物質について、マトリクス・増感剤・重合開始剤などの組成検討に着手し、複屈折発現メカニズムの解明に向けた検討を行った。その結果、従来材料系の光誘起複屈折性を数倍凌ぐ物質がいくつか見いだすことに成功した。課題②については、ホログラフィックメモリスステムの構築と材料評価基準の検討に対して必要となるフォトポリマーを供試に向けて、低屈折率性マトリクスと高屈折光重合性モノマーからなる材料の調整環境、ならびにプロセスを確立した。課題③については、屈折率変調材料の三次元構造を計測し、変調度や変調構造、あるいは、記録特性と材料の相関を明らかにするために、光波の干渉や回折、あるいは、共焦点系などを活用した三次元顕微映像化技術開発のための基礎実験を行った。H21年度は研究開発期間が3ヶ月間と極めて短期間の事業であったが、予定以上の進捗を図ることができ、H22年度に向けて順調なインフラ整備とデータ蓄積が進行している。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 光情報記録材料、ホログラフィックメモリ、三次元屈折率イメージング

〔研究題目〕 高感度 NMR システムの生体分子の応用測定法の開発

〔研究代表者〕 山崎 和彦
(年齢軸生命工学研究センター)

〔研究担当者〕 山崎 和彦、山崎 智子
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

NMR 分光法の適用範囲拡大を目指し、タンパク質など生体高分子の関与する反応や立体構造の動的変化について詳細に解析するための測定法の開発を行う。今年度は、タンパク質の変性・巻き戻り過程で生ずる準安定状態の構造解析へ向け、実験が可能となる適切なタンパク質試料の探索を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 NMR 分光法、タンパク質、動的構造変化、変性

〔研究題目〕 新しい高性能ポリマー半導体材料と印刷プロセスによる AM-TFT を基盤とするフレキシブルディスプレイの開発

〔研究代表者〕 長谷川 達生 (光技術研究部門)

〔研究担当者〕 山田 寿一 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

本プロジェクトでは、10年後の有機エレクトロニクス産業における基盤技術の本命が、ポリマー半導体を用いた印刷プロセスによる大面積・フレキシブルなデバイス

であるとの認識から、印刷特性に優れた高性能ポリマー半導体の開発を基軸に、新構造トランジスタ、界面制御技術を駆使し、フレキシブル基板上に集積化することで、アクティブマトリックス (AM) -TFT を開発する。特に各機関が有する材料開発技術 (広島大学)、新構造トランジスタ作製技術 (大阪大学)、界面評価・制御技術 (産総研) と、ポリマー半導体技術 (住友化学) を融合させることにより、フレキシブルディスプレイを出口とするプリンタブルでフレキシブルなポリマー・エレクトロニクス技術の研究開発を推進する。特にステージ I において産総研は、①電界誘起電子スピン共鳴 (FI-ESR) 測定を駆使してポリマー半導体のキャリア輸送機構を明らかにするとともに、キャリア輸送のボトルネックとなる微視的原因の特定、②ポリマー半導体へのキャリア注入効率の最適化 (コンタクト抵抗の最小化) に関する検討を実施する。本年度はその初年度として、ポリマー半導体の骨格の一つとなる低分子系高移動度半導体・DNNT のキャリア輸送を電界誘起電子スピン共鳴法による検討を実施し、デバイス内のキャリア輸送における不純物の寄与について重要な知見を得ることができた。また、ポリマー半導体材料の界面評価と界面制御等の有機デバイスプロセスを、高純度の不活性ガス雰囲気下において行うために必要な、グローブボックスシステムの導入を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 有機トランジスタ、ポリマー、印刷プロセス、有機半導体

〔研究題目〕 高次ナノ構造・酵素を利用した迅速・高感度な農業センサの開発

〔研究代表者〕 花岡 隆昌 (コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕 伊藤 徹二、
下村 威 (船井電機新応用技術研究所)
角谷 透 (船井電機新応用技術研究所)
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

本開発では、食品の生産・流通をはじめとした各種現場で必要とされているその場での残留農薬スクリーニングを実現するため、これまでにない迅速・高感度・高精度な農薬検出を実現する革新的なセンシング技術の確立及びそれを備えた農薬センサを開発することを目的とする。そのために、酵素の優れた特性を大きく引き出すことができる高次のナノ構造体を酵素センサへ応用し、飛躍的に能を向上させる。農薬の中でも使用量・検出事例が最も多く (80%以上)、毒性が非常に強い有機リン系およびカーバメート系農薬を検出対象とし、現場でのスクリーニング作業への要求 (簡単・確実・スピーディー) から、前処理時間3分以内、検出感度1ppb (厚生労働大臣の定める一律基準は10ppb)、検出時間5分以内、

精度±5%以内を達成するセンサの開発を行い、将来的に低コストな可搬型機器に搭載することを鑑み、酵素反応に不可欠な電解液を含む測定試料の循環機能も備えた構造とする必要最小限の大きさである5cm×5cm×5cm以下まで小型化する。平成21年度はセンサに搭載する高次ナノ構造体の設計・開発を実施し、達成目標である陽極酸化ポーラスアルミナの微細管を利用したメソポーラスシリカの配向制御により、酵素サイズに合致した直径約13nm～14nmの大きさの無数の微細孔を壁面部分に有する口径約200nm、長さ約50μm程度の微細管の束から成る薄膜状の高次ナノ構造体を開発に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酵素センサ、メソポーラスシリカ、陽極酸化アルミナ、農薬

【研究題目】筋電位信号による空気圧ハンドの動作研究

【研究代表者】福田 修（生産計測技術研究センター）

【研究担当者】福田 修（常勤職員1名）

【研究内容】

筋電義手は手先がモータで駆動する電動ハンドである為、重くその軽量化が課題であった。この問題を解決するため、本研究では空気圧アクチュエータを駆動源とした空気圧ハンドの開発に取り組む。本年度は、インタフェースの制御アルゴリズムを空気圧アクチュエータ用にカスタマイズし、筋電位パターンから「握る」、「掴む」、「摘む」などの基本動作を実現することを目指した。その結果、空気圧アクチュエータの電磁弁制御を実現するプログラムを構築し、80%以上の概ね良好な推定精度で、空気圧ハンドを制御できることを確認した。以上により、実証実験を実施する目処が立った。

【分野名】計測制御・情報

【キーワード】空気圧アクチュエータ、インタフェース、筋電

【研究題目】タンパク質超高感度質量分析のための次世代微量サンプル導入システム

【研究代表者】夏目 徹（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】夏目 徹（常勤職員1名）

【研究内容】

平成16～19年度に実施した要素技術プログラムにおいて、タンパク質の質量分析のサンプル導入技術を扱い、精密電鍍加工法と無発塵精密ロボット技術を組み合わせることによって、質量分析の感度とS/N比を飛躍的に向上させることに成功した。しかし、この技術は、クリーンルーム内で使用することを前提としている。その理由は、ミクロンレベルの流路が空気中のエアロゾル粒子により閉塞するとともに、環境由来の夾雑物質がノイズ源となり、且つサンプルのイオン化を阻害するためであ

る。しかし、半導体工場なみのスーパークリーンルームを備えることは限られた研究施設でしか行えない。このことは、前プログラムでの要素技術の普及・一般化を図るための大きな障害となっている。

本プログラムでは、本技術の普及・一般化を目指しシステム全体を小規模なクリーン環境に格納するなどし、通常の実験環境で稼働可能なシステムを開発する事を目指している。

そのために、クリーンボックスと、環境由来のノイズの混入を防止する溶媒供給システム等の開発を行った。本年度は最終デザインを決定し検証研究を行った。その結果、スーパークリーンルーム中での稼働にほぼ準ずるノイズレベルと感度を達成するとともに、マイクロ流路の製作に金（Au）電鍍を採用する事により、メンテナンス性の向上にも成功した。

来年度は、プロトタイプを完成させ産業化を目指す。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】質量分析、微量解析、タンパク質、クリーンルーム

【研究題目】リグニンを原料とする中空炭素微粒子の環境調和型製造技術の開発と微粒子の実証評価

【研究代表者】亀川 克美

（バイオマス研究センター）

【研究担当者】亀川 克美、安部 英一

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

リグニン系中空炭素微粒子をフィラーとして利用する場合において重要な物性である物理的強度の測定、ポリマーと複合化して得られる複合材料の物性の計測、更には事業化において重要である製造原料の一つである無機化合物のリサイクル性について検討した。

中空炭素ナノ微粒子について、水銀ポロシメーターを用いて強度試験を実施した結果、その炭素ナノ微粒子は数百 kg/cm²以上の高圧に耐えることがわかった。そして、中空炭素ナノ微粒子はゴム素材に対して良好な分散性を有するとともに、一般的なカーボンブラックと比較して軽量性、耐摩耗性、更には転がり抵抗性が比較的良好であることが確認された。

一方、ミクロンサイズの軽量中空炭素微粒子は、それをポリプロピレンと複合化することにより曲げ弾性率や熱伝導率が増大し、電気抵抗が著しく低下して静電気防止効果があることが確認された。しかし、この軽量中空炭素微粒子には当初予想していた軽量化の効果は認められなかった。

高濃度無機化合物水溶液のリサイクル性について調べた結果、4回繰り返した場合にも得られる中空炭素ナノ微粒子の構造には影響がないことがわかった。この結果から、今回の中空炭素微粒子を製造する技術は経済性が

高いこと、および環境負荷の少ない製造方法であることがわかった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 バイオマス、リグニン、炭素微粒子

〔研究題目〕 ナノ構造を殻部分に持つシリカ中空粒子による反射防止機能の創出

〔研究代表者〕 藤原 正浩

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 藤原 正浩 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

反射防止膜は、各種ディスプレイにおいて、外光の映り込みを無くし眩しさを軽減させる技術として欠かせないものとなっている。特に、近年のディスプレイの大画面化に対応した反射防止技術が求められている。シリカ微粒子および中空粒子は、ディスプレイ表面にコーティング処理で凹凸を作ることで外光を散乱させて反射を抑制する技術(アンチ・グレア)に適した材料である。本研究では、産業技術総合研究所の独自技術である殻部分にナノサイズの特異な構造を持つシリカ中空粒子の合成法を応用し、このナノ構造を持つシリカ中空粒子を用いた高性能な反射防止技術の創出を研究した。

本研究の内容は、ナノレベルで特異な構造を持ったシリカ中空粒子をガラス等の透明基板上に塗布し、得られた基板材料の前面および裏面における基本的な光の反射・透過特性を評価すること等で行った。その際、反射防止機能と、殻部分に形成される細孔や微粒子のサイズや性状との相関関係を明らかにし、反射防止膜用のシリカ粒子に要求される条件を抽出した。また、合成に用いる母液(水ガラス水溶液)そのものをガラス基板上に塗布し、薄膜を形成する技術も検討した。

平成21年度の研究より、水ガラスにポリメタクリル酸ナトリウム等の有機ポリマー塩を添加した溶液を用いてコートする方法が、反射防止膜技術として有効であることが明らかとなった。安価な原料である水ガラスや有機ポリマー塩の溶液を用いたコーティング技術で、反射防止機能を持った薄膜を創製できることが明らかとなったことは、大画面ディスプレイのアンチ・グレア技術の低コスト化の可能性も見いだしたことになる。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 シリカ、反射防止膜、水ガラス、ナノ構造体食の安全

〔研究題目〕 重度難聴者のための新型補聴器の開発：両耳装用方式による音像定位能の付加

〔研究代表者〕 中川 誠司 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 中川 誠司 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

骨伝導で呈示された周波数 20,000Hz 以上の超音波(骨導超音波)であれば、聴覚健常者はもとより重度難

聴者にも知覚されことから、この現象を利用した重度難聴者のための新型補聴器(骨導超音波補聴器)の開発が進められている。一方、補聴器の性能を向上させる手段の一つとして、両耳装用が挙げられる。両耳装用の最大の利点は音源方向の把握(音像定位)が可能になることであるが、音声明瞭度の向上、非装用耳に生じる耳鳴の低減などの効果が得られることも知られている。これまでに骨導超音波補聴器を両耳装用することによってある程度の音像定位が可能であること、両耳知覚特性は通常の音(気導音)とはやや異なることが示されている。本提案課題では、これまでに行ってきた骨導超音波の両耳知覚の成果を発展させることで、両耳装用方式の骨導超音波補聴器の開発に取り組んだ。

両耳装用した骨導超音波による水平面内の音像定位能に及ぼす音響特徴量の効果を調べた。その結果、両耳間音圧差(IID)の変化に伴って知覚される音像位置はおよそ正確であるものの、両耳間時間差(ITD)による音像位置は精度が低くなることを明らかにした。また、両耳知覚特性の成果から、IID、ITD を操作して音像定位能を向上させる信号加工方式や、音像定位能を向上させる変調方式を開発した。さらに、各2チャンネルの指向性マイクロホンおよび骨導超音波呈示によって構成される両耳装用型骨導超音波補聴器を試作し、提案した信号処理方式、変調方式の有効性を確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 骨導超音波、両耳知覚、音像定位

〔研究題目〕 窯業廃棄物(キラ粘土等)と、高効率化光触媒を活用した環境浄化材の実用化研究開発

〔研究代表者〕 埜田 博史

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 埜田 博史 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、産業廃棄物として現状埋め立て処分されている窯業廃棄物(廃キラ)を特殊な加工技術を用いて造粒固化して、骨材として再資源化し、光触媒や量子触媒機能を付加させて大気浄化・抗菌・防かび、水質浄化などの効果を付加させる。これらの市場でのニーズや用途は、藤前干潟に代表される閉鎖水域における富栄養化現象の原因となるリン化合物を触媒機能で分解し水質を浄化することや、NOx等の自動車排気ガスの分解除去によって大気を浄化することなどである。当該環境浄化資材・製品の实用化研究開発により、汚染水域の浄化や環境浄化用道路資材として製品化することで、地球環境に配慮した製品の普及と、廃棄物再利用による資源循環サイクルの確立を図る。

本年度は、窯業廃棄物である粘土キラに固化材を添加し造粒固化し焼成して、骨材を作製した。そして、それに光触媒ゾルや可視光型光触媒を付加させて環境浄化資

材を作製した。骨材の配合や焼成条件を検討し、強度や耐久性を評価するとともに、作製した骨材に光触媒を塗着させ、光触媒の性能評価を行った。

その結果、低温焼成下で耐摩耗性や圧縮強度や耐水性に優れ、可視光光触媒を付与した高性能の環境浄化材を作製できた。得られた環境浄化材は吸着性能が高く、光触媒性能はガスバッグ B 法において VOC 濃度を20時間以内でほぼ0に除去できるなど、極めて高性能の浄化材が得られた。また、製品化や水中での使用を考慮したデザイン性の高いオブジェの試作品を作製することができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窯業廃棄物、キラ粘土、光触媒、環境浄化材、環境浄化用道路資材、大気浄化、抗菌・防かび、水質浄化

【研究題目】アルミナナノファイバーにより安定化された高温耐熱性白金触媒の開発

【研究代表者】尾崎 利彦

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】尾崎 利彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

工場排ガス浄化システムに用いられる耐久性の高い触媒を開発することを目的とした。具体的には均一サイズの白金ナノ粒子を、アルミナナノファイバーのナノ細孔空間に固定することで、白金の高耐久性を実現した。本研究では耐久性向上のため、アルミナナノファイバー表面に、酸化セリウム-酸化ジルコニウム均一固溶体を分散修飾するための新しいプロセッシング技術を開発した。また白金をファイバー内部に分散固定するため、シュウ酸アンモニウムを白金の保護剤として用いることが有効であることも見いだした。その結果、酸化セリウム添加量が34wt%以上で900℃耐久後にも白金の焼結が顕著に抑制された(従来触媒では600℃で白金の焼結が認められた)。開発した触媒の白金表面露出率は800℃耐久後に50%を示し、同耐久後に実施した CO 酸化反応では、未修飾アルミナナノファイバーを使用した白金触媒に比べて150℃ほど、従来触媒に比べて180℃ほど、触媒反応温度を低下させた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】アルミナナノファイバー、高温耐久性、ナノ細孔空間、排ガス浄化触媒、酸化セリウム-酸化ジルコニウム固溶体

【研究題目】フッ素ゴムの気体透過低減コーティングの研究開発

【研究代表者】池山 雅美

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】池山 雅美、増田 晴穂

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

フッ素ゴムは種々の真空装置のシール材として広く用いられているが、フッ素ゴム表面の分子間に大きな隙間があるため気体透過率低減は難しい。本課題では、フッ素ゴムの気体透過を1/10以下に低下させることを目標として取り組んだ。その結果、より低温でのダイヤモンド炭素(DLC)成膜が不可欠で、高速なパルス電源の利用が有効であることが明らかになった。またDLC成膜によりフッ素ゴム表面が硬くなり、摩擦係数も著しく低下し、磨耗もほとんど生じなくなった。しかしながら、目標としていた1/10の気体透過率低減は達成できず、最大で約3割の低減にとどまった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】フッ素ゴム、ダイヤモンド炭素、ガス透過率、硬度、摩擦・磨耗特性

【研究題目】液滴の滑着性を向上させたガラスのはっ水／はっ油処理

【研究代表者】穂積 篤

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】穂積 篤 (常勤職員1名)

【研究内容】

最近、自動車用はっ水ウインドウの開発において、雨滴の滑着性を向上させる目的で、変性ポリジメチルシロキサン(PDMS)による表面処理が報告されている。しかしながら、末端官能基がメチル基であるため、水滴に対して高いはっ水性を実現しているものの、油に対しては親油性を示すため、実環境下での使用には適さない。また、これまでのはっ水処理に関する研究は、静的接触角の値を大きく(超はっ水化)することにのみ焦点がおかれ、液滴の動的な挙動に注目した動的濡れ性についてはほとんど無視されてきた。従来のCF₃基終端の直鎖状有機シラン(FAS17)に代表されるガラスのはっ水処理では、ヒステリシスが大きく、水滴が“ピン留め効果”により表面にひっかかるため、その除去性に問題があった。今回の研究で、SiO₂下地層処理(表面のフラット化と反応サイトの導入)と枝状フッ素系有機シラン分子膜処理を組み合わせるにより、ガラスの光学特性を失うことなく、かつ、再現性よく水だけでなく油に対してもヒステリシスのない表面を作製できることを実証した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】動的濡れ性、滑着性、単分子膜、はっ水／はっ油

【研究題目】高耐食性・導電性ダイヤモンド炭素膜の低温成膜と応用

【研究代表者】中尾 節男

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】中尾 節男 (常勤職員1名)

【研究内容】

固体高分子型燃料電池のセパレータ電極には、金メッキした316ステンレス鋼が主に用いられているが、その耐食性は必ずしも十分ではない。また、一般に高い出力を得るため、このセパレータ電極の組を多数直列に接続するため、電池全体が重くなるという欠点がある。一方、電極にグラファイトを用いる場合もあるが、もろく加工しにくいいため、製造コストが高くなる。そのため、電極材料の改善が強く望まれている。ここで、機能性のみを考えると、耐食性と導電性が十分確保できれば、電極材料は薄膜でも構わない。高耐食性・導電性のダイヤモンド状炭素(DLC)膜を高分子上に直接電極として成膜することができれば、燃料電池の軽量化、低コスト化に寄与できる。

そこで、高分子等の低融点材料の表面に耐食性、導電性の機能を付与することを目的として、具体的にはセパレータ電極への応用を目指し、耐食性と導電性という2つの機能を持つ DLC 膜を低温で成膜するプロセス技術の開発を行った。当所で開発したバイポーラ型プラズマ利用イオン注入(PBII)装置に、①冷却可能な試料ホルダーを作製し、②基板温度と膜特性との関連を明らかにして、③高分子材料上に、高耐食性・導電性 DLC 膜のコーティングを試みた。

具体的には、①水冷式の試料ホルダーを設計・制作し、バイポーラ型 PBII 装置に取り付けた。試料ホルダーには最大で+4kV、-20kV(電位差24kV)のパルス電圧を印加し、熱電対を用いて水冷なし試料ホルダーと水冷有り試料ホルダーの場合で、基板温度(熱電対表示温度)の測定をおこなった。②基板温度と膜特性の関係を明らかにするため、水冷無し試料ホルダー(基板温度、約150℃)と水冷有り試料ホルダー(基板温度、約13℃)を用いて、DLC 膜の作成を行った。特性評価は、4探針法(抵抗率)、ラマン分光法(微細構造)、イオンビーム分析(水素量、密度)により行った。③基板には、シリコン、ガラスに加えて、高分子材料の一つとしてカプトン(ポリイミド、厚さ75ミクロン)を採用し、水冷式試料ホルダーを用いて、DLC コーティングを行い、抵抗率の膜厚依存性等を調べた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド状炭素膜、高分子材料、バイポーラ型 PBII 装置

【研究題目】 ナノポーラス材料を酵素固定化担体として利用する新規バイオリアクターの開発

【研究代表者】 加藤 且也
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 加藤 且也、斎藤 隆雄、永田 夫久江
(常勤職員3名)

【研究内容】

細孔径及び粒子径の異なる5種類のメソポーラスシリカ(NPS)を合成し、シリカの構造が酵素固定化能力

に及ぼす影響について検討した。リパーゼ溶液(約1.0 mg/ml protein)に各種 NPS を加え、4℃で2日間攪拌することにより、吸着固定化させた。リパーゼの活性測定は、2-オクチルアセテートの立体選択的加水分解で生成される2-オクタノール量を GC により測定した。また、逆反応である酢酸ビニルによる有機溶媒中でのエステル化反応での活性測定も同時に行った。合成したシリカの粒子サイズおよび細孔径は Fine-SBA(粒子サイズ0.2 x 0.2μm、細孔径 13.5nm)、F-108(0.4x0.4μm、13.0nm)、Rod-SBA(0.4x2μm、9.0nm)、F-127(2x2μm、16.1nm)、SBA(2x5μm、8.1nm)であった。吸着固定化の結果から、粒子サイズの小さい構造のシリカほど酵素吸着率が高い値が得られることが分かった。同様に加水分解反応及びエステル化反応における活性発現率も、粒子サイズに依存して高くなる傾向を示した。また、酵素の固定化速度においても、粒子サイズの小さいシリカほど短時間で多量の酵素が吸着されることが明らかとなった。以上の結果から、メソポーラスシリカの粒径を制御することで、溶液のタンパク質分子を100%吸着固定化することに成功した。また酸化還元反応タンパク質であるチトクローム c(ウマ由来 MW=12500, pI=10)を各種 MPS に固定化し、酸化活性を安定化するために必要な MPS の最適細孔径の決定や固定化酵素の溶媒安定性などについて検討した。細孔径(2.8~15.0nm)の異なる MPS への固定化は、細孔径 3.4nm が最も高い活性発現率を示した。この結果より、チトクローム c のサイズが、2.5x2.5x3.7nm であり、3.4nm NPS の細孔内にサイズ適合しているために高い活性発現率を示したと考えられる。しかし、溶媒安定性実験では、細孔径 11.3nm NPS や細孔径 15.0nm NPS など、細孔径が大きい MPS が高い活性発現率を示したこれらの MPS は細孔径が大きいため、細孔内にチトクローム c が大量に吸着すると考えられる。よって、3.4nm NPS と比較して、より細孔サイズの大きい NPS に固定化されたチトクローム c が溶媒の影響を受くことが少ないと考えられ、その結果高い活性安定性を示したと考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 メソポーラスシリカ、酵素、固定化、酸化還元反応、触媒

【研究題目】 表面薄膜における反射干渉の位相検出に基づく高感度非標識検出技術

【研究代表者】 大槻 荘一(健康工学研究センター)

【研究担当者】 大槻 荘一(常勤職員)

【研究内容】

蛍光色素による標識化を行うことなく、血液中などに含まれるタンパク質を高感度に計測することを目的とし、基板表面に設けた薄膜の反射干渉によって生じる、2つの直交する偏光の位相差を検出することにより、表面に

結合したタンパク質の量を、従来技術の性能である基板表面 1mm^2 あたり 1pg (10^{-12}g)以上の感度で検出することを目標とした。

基板として石英またはBK7ガラス、高屈折率層として酸化タンタル、低屈折率層としてシリカをそれぞれ用いることにより、空気中および水溶液中における測定において、高感度を実現できる基板の構成を見だし、それぞれの最適化を行った。試作した基板はアミノプロピルメチルジエトキシシランでアルゴン気流下一晩処理することにより表面に高密度にアミノ基を形成させた。アビジンヒドロキシコハク酸イミドのジメチルスルホキシド溶液を基板表面にスポットティングすることにより、ビオチンを基板上の特定の領域に固定化した。内反射型エリプソメトリに基づき、プリズムを用いて反射干渉による高感度測定を行う光の波長および入射角を最適化することにより、ビオチンと特異的に結合するタンパク質であるアビジンを、リン酸緩衝溶液中基板表面 1mm^2 あたり 5pg の感度で検出することに成功した。本研究により開発した手法は、血液中に微量に存在するタンパク質の測定が可能な感度に達している。検出対象とするタンパク質を限定した普及型センサなどへの応用が大いに期待できる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛍光色素、反射干渉、普及型センサ

【研究題目】 耐塩性・耐アルカリ性を有する銀系無機抗菌剤の開発と持続性向上に関する研究

【研究代表者】 榎田 洋二 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 榎田 洋二、梅野 彩

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

水溶性切削油の腐敗に伴う悪臭は、微生物が排出する有機酸が原因とされる。水溶性切削油の初期pHは9~10であるが、酸化や空気中の炭酸ガスの吸収によりpHが徐々に下がり、微生物が増殖し悪臭を放つ。本研究では、耐塩性・耐アルカリ性を有する銀系無機抗菌剤を開発するとともに、水溶性切削油に対する抗菌性について評価する。

抗菌成分となるメチオニン銀錯体およびヒスチジン銀錯体溶液の使用済み水溶性切削油に対する抗菌性について評価した。使用済み切削油に直接銀錯体溶液を添加すると微生物が死滅した。しかし、微生物の生菌数に応じて銀錯体が必要となるため、微生物が増殖し始める前あるいは直後に抗菌剤を添加し効果的に微生物を死滅させることを想定し、10倍希釈したpH9.5の使用済み切削油を用いて詳細に銀錯体の抗菌特性を調べたところ、メチオニン銀錯体よりもヒスチジン銀錯体の方が、切削油に対して高い抗菌性を示すことがわかった。また、ヒスチジン銀錯体担持ニオブ酸も使用済み切削油に対して抗菌性を示すことから、水溶性切削油の悪臭防止への応用が

期待できる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 銀系無機抗菌剤、水溶性切削油、メチオニン銀錯体、ヒスチジン銀錯体

【研究題目】 抗菌ペプチドの膜結合性評価に基づく高活性化技術の開発

【研究代表者】 福岡 聡 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 福岡 聡

【研究内容】

ペプチド系抗菌剤は抗敗血症性で耐性菌の発生が少なく、細菌感染症の治療に有用と考えられるが、低活性なことから実用化は進んでいない。本研究は、抗菌ペプチドのアミノ酸を部分的置換による実用レベルの活性を有する薬剤開発を目的に、ペプチドのアミノ酸の一部を修飾し、抗菌活性や細菌外膜に及ぼす影響を検討した。

抗菌タンパク質NK-リシンの活性部位のアミノ酸27個からなる部分ペプチドに着目し、同ペプチドのアミノ酸の一部を修飾し、抗菌活性を細菌類の増殖により評価した。また、サルモネラ菌から分離したリポ多糖を用いて、免疫細胞によるサイトカイン生産挙動や、同ペプチド類が結合したときのリポ多糖膜の高次構造や相転移挙動、膜表面の電気状態の変化などを調べた。その結果、同ペプチドの鎖長を短くすると外膜結合性が低下し、高次構造や物性変化も小さくなった。

NK-リシンの部分活性ペプチドをモデルとして、リポ多糖膜の構造や機能を変化させる構成アミノ酸の種類とその結合位置が示された。これらは感染症の治療に有用な抗菌ペプチドを高活性化するための設計指針となる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗菌ペプチド、高次構造、NK-リシン

【研究題目】 X線分析装置用透過型多層膜集光レンズの開発

【研究代表者】 安本 正人

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 安本 正人、小池 正記、田村 繁治
(常勤職員3名)

【研究内容】

今までX線集光光学素子(X線レンズ)の開発を行ってきた。このX線レンズは、主として放射光X線を光源として利用することを想定して、高エネルギー放射光X線においては集光径がサブマイクロオーダーを実現している。本研究においては、その中で培ってきた多層膜製膜技術や集光特性評価技術を用いて、X線管など普及型光源からのX線を集光することを目指した多層膜X線レンズを開発し、顕微蛍光X線分析などの広範囲な応用研究を目指している。

開発を目指している多層膜型X線レンズは、基板上に2種類の元素を交互に積層した(X線にとって透明・

不透明の層が交互に配列した) 構造で、基板から離れるほど層の幅が狭くなるように設計している(フレネル・ゾーンプレートと呼ばれる)。したがって、このレンズは、透過型の不等間隔回折格子として機能する。

今年度は平面型(1次元)レンズの作製を行った。具体的には、2元 RF/DC スパッタ装置を用いて、Si 平面基板上に多層膜(30層)を製膜し、それを切断・研磨すること(スパッタ・スライス法)によって作製した。空間分解能は300nm 程度の多層膜1次元型 X 線レンズとなる。また、その多層膜の微細構造を電子顕微鏡・イオン顕微鏡を用いて、高分解能観察・評価を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】X 線、光学素子、多層膜、顕微鏡、蛍光 X 線分析

【研究題目】高出力光周波数コム発振器の開発

【研究代表者】植村 禎夫(光技術研究部門)

【研究担当者】植村 禎夫(常勤職員1名)

【研究内容】

小型高性能の光シンセサイザーの実現に資するため、1ミクロン波長帯において、LD 励起カーレンズモード同期レーザーの特質を生かし、光周波数コム1本1本の分離・結合が行え、光周波数コムモード1個当りのパワーが実用に耐えるサブ mW (従来比 10^5 倍)レベルの高出力光周波数コム発振器の技術開発を行う事を研究目的とした。本研究では、レーザー媒質として Yb:YAG を用い、共振器長を現状の1/10程度に縮小する技術とレーザー媒質中における熱レンズとカーレンズ効果の分析評価に基づき、高出力光周波数コム発振器の研究開発を行った。まず、LD 励起カーレンズモード同期レーザーの安定な発振を実現するため、Shack-Hartmann 波面計測器を用いたレーザー結晶中の熱レンズの観測実験を行った。実験中、熱レンズの形が歪んでいる時が多々あったが、カーレンズモード同期は形状が良好な時にかかりやすく、熱レンズの細かな制御がモード同期の始動には不可欠であることが分かった。Yb:YAG カーレンズモード同期レーザー発振器の繰り返し周波数を上げるため、共振器長を23cm (繰り返し周波数: 0.65GHz) に短くして発振器を構成し発振実験を行った。更に、繰り返し周波数1GHz 以上にするための共振器製作上の細かい課題チェックを行った。次に、分散補償をプリズム対で行い、共振器長は少し長くなってしまったが、カーレンズモード同期により、パルス幅35fs のパルス列発生に成功した。このパルス幅は、Yb ドープバルクレーザーで世界最短パルスとなっている。今後は、研究成果の論文発表を行うとともに、関連する企業に出向いて成果を売り込み、早期の実用化に繋げていきたいと考えている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、計測標準

【キーワード】超短パルスレーザー、レーザー発振器、Yb:YAG、カーレンズモード同期

【研究題目】SiC 単結晶の放電加工ワイヤー技術開発と応用

【研究代表者】加藤 智久(先進パワーエレクトロニクス研究センター)

【研究担当者】加藤 智久、多和 晴展
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究グループではワイヤー放電加工によって SiC 単結晶の切断が可能であることを見出し、本研究課題で従来のダイヤモンドマルチワイヤーソーを越える速い切断速度とカーフロス(切り代)の低減を両立するワイヤー素材の方向性を見出すことを主な開発目的とした。黄銅モリブデンや鋼などのワイヤーを中心に放電加工による線材の変化を調べたところ、切断能率を阻害する金属組織の変化による脆化破断が起こる可能が判明した。また各種ワイヤーと切断加工時の放電発生率の関係および放電集中によるワイヤーの引っ張り破断の関係を調べ、従来のダイヤモンドソーより速く、かつ平坦に SiC 単結晶を切断することに成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】放電加工、切断、炭化珪素、ワイヤー

【研究題目】デジタル音源のための多重アンプ PC デジタル音源装置の開発

【研究代表者】長嶋 雲兵(計算科学研究部門)

【研究担当者】長嶋 雲兵(常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、音楽の多様なデジタルフォーマットに対応し、従来スピーカとアンプの間でアナログ技術を用いて行われていたチャンネル分割処理を、音源の PC 上でデジタル技術を用いて実行し、装置によるノイズや歪みを極端に除いたデジタル音源のための高性能多重アンプ PC デジタル音響装置を試作した。性能評価のために同じ構成要素を用いて従来の高性能音響装置システムも試作した。併せて性能評価システムを構築し、従来システムと試作システム両者の性能比較を行った。

通常の高性能音響装置は、まず CD や PC などに格納されているデジタルデータをアナログに変換(DA 変換)し、それをプリアンプに伝え、そこで左右2つに分割、その後パワーアンプに伝えて増幅し、その増幅された信号がスピーカに伝えられる。スピーカでは、その構成(3way など)に従ってスピーカ内部でアナログデータを分割(チャンネル分割処理)して、音を再生していた。この場合、最終のスピーカにおいてチャンネル分割がなされるため、ノイズや歪みのない情報を取り出すことが難しく、歪みの少ない高性能な音響装置は、おのずとシステム全体が高価なものにならざるを得なかった。

本研究では、PC 上のデジタルデータをそのまま離散フーリエ変換(DFT)技術を用いてチャンネル分割する

ことで、アナログ分割ではとうてい実現できない急峻な分割を実現した。この分割処理はスピーカの性能に合わせて自由に分割を設定できるアクティブクロスオーバー処理となっている。本装置では PC 上で分割したデータを DA 変換してアンプに伝え、それぞれ独立にスピーカを駆動する。そのため、装置によるノイズや歪みを極端に除いた音響装置を作成することが可能となった。

これにより、家庭用音響装置のみならず、映画館やコンサートホール、競技場などの大規模会場においても高品質の音響装置を安価に構築することが可能となった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】音響、音響再生装置、マルチアンプ、チャネル分割、アクティブクロスオーバー処理、離散フーリエ変換 (DFT)

【研究題目】超分子電気化学に基づく高感度遺伝子センサアレイチップの開発

【研究代表者】青木 寛 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】青木 寛、北島 明子
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

測定系に何ら手を加える必要なしに高感度検出可能な、迅速で簡便な電気化学遺伝子センサの開発を行った。超分子化学の概念に基づき、測定対象 DNA の認識に伴い信号増加する検出原理を構築し、高感度遺伝子センサアレイチップを開発した。

信号発生団としてフェロセン、信号抑制団としてβ-シクロデキストリンを両端に取り付けたプローブ DNA を合成した。このプローブ DNA を目的のターゲット DNA とともに過熱・冷却すると、フェロセンの酸化還元電位が負側にシフトした。これは、フェロセン-シクロデキストリンの内包錯体が解離したためにフェロセンの酸化還元反応が起こりやすくなったことを示しており、プローブがターゲットを配列選択的に検出できた。

一方、光リソグラフィによりガラス基板上に96ch マイクロ電極アレイを作製し、遺伝子プローブを修飾することでセンサの遺伝子センサアレイチップ化を行った。このチップを用いて、1センサあたり約4秒足らずの検出時間で、配列選択的な遺伝子検出が可能であることを明らかにした。これは当初目的の1センサあたり数十秒を大幅に超える良好な成果である。本研究期間内に、ターゲット DNA 濃度1pmol (=10⁻¹²mol) での検出まで完了している。当初目標の検出下限は1~10amol であるため、開発した遺伝子プローブを用いてより低濃度領域の測定を行うとともに、このプローブに電極固定用のアンカー部位を取り付けることで高性能化を目指し、臨床や環境の現場における一次スクリーニング用の遺伝子センサチップとして、今後さらなる検証を続けていきたい。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】DNA、核酸塩基、遺伝子、電気化学分

析

【研究題目】動物実験に代わる循環器系医療機器の血液適合性評価法確立のための試験研究

【研究代表者】丸山 修 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】丸山 修 (常勤職員1名)

【研究内容】

循環器系医療機器の開発には、血液凝固を抑制する血液適合性を有することが必須となる。血液適合性評価は、ウシやヒツジなどの大型実験動物を使って行われるが、実施できるのはそれらの設備を備え、手術ができる技術者のいる研究機関にとどまるのが現状である。本提案では、動物の血液を使用して、in vitro での血液適合性評価法の有用性を科学的に明らかにすることを目標とし、その試験キットの実用化を目指すとともに、本キットによる循環器系医療機器開発促進に期待するものである。これまでの研究で、開発中の循環器系医療機器について、ウシ保存血を使った in vitro 血液適合性評価結果と、ヒツジを使用した動物実験結果が、再現率80%で相関が得られた。しかし、血液の動物種による影響、採血から使用までの保存時間の影響、またそれらの生化学的裏付けについては明らかでない。相関が得られた事実が、科学的な根拠に基づくものであることを立証することが早急に必要である。

本試験によって、「保存血液と新鮮血液では、活性化凝固時間を同一に維持しても得られる結果が大きく異なり、新鮮血液による in vitro 血液適合性評価結果は、動物実験による抗血栓性評価と相同しており、より正確に動物実験の結果を予測することができた。」との結論を得た。さらに、これまで保存血では実験結果に差が得られなかった遠心血液ポンプについても、新鮮血液を使用することで、in vitro で血液適合性を評価できることが証明された。新鮮血液を使用した本法により、循環器系医療機器の血液適合性について、迅速に、さらに正確に評価でき、これを基に血液適合性評価キットの確立にも期待できると確信している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】循環器系医療機器、血液適合性、評価法

【研究題目】マイクロバイオ燃料電池の開発と応用

【研究代表者】宮崎 真佐也

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】宮崎 真佐也、杉山 大輔、山口 浩
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究では、マイクロ流路の持つ比表面積の大きさを利用し、提案者の開発したマイクロチャネル表面への凝集膜形成による酵素固定化技術を応用してチャネル内に作製した金及び白金電極表面に酵素を多量に固定化し、糖類を含む緩衝液をマイクロ流路に流すことにより起き

る糖の分解とそれにより生じる水素から水を生じる連続酵素反応の組み合わせを利用した高安定性・高出力のマイクロ燃料電池の開発を行うものである。本年度はまず、カルボキシ末端およびアミノ末端にシステイン残基を導入したポリリジンを合成し、これにフェロセン基をアミノ酸残基5～10個あたり1個導入したものを合成した。これらを用いて酵素（フルクトース脱水素酵素、ラッカーゼ）をそれぞれ電極に固定化する方法について検討し、固定化における課題を明らかとした。さらに、フェロセンの導入量を変えたポリリジンをを用いて固定化を行い、得られた電極の電気化学特性を行って、フェロセンの導入量が与える影響についての検討を行った。また、最適化した電極をベースにマイクロデバイスを設計・作製した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロリアクター、固定化酵素、燃料電池

〔研究題目〕 機能性酸化物を用いたナノ界面相転移デバイス開発

〔研究代表者〕 秋永 広幸

(ナノ電子デバイス研究センター)

〔研究担当者〕 石橋 章司、織田 望、橋本 保、
田村 友幸、塚原 宙
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

Pt/TiO₂系において、界面の酸素のストイキオメトリとショットキー障壁高との関連や酸素空孔形成エネルギーの界面からの距離依存性を明らかにした。その際、オンサイトクーロン相互作用 U が酸素欠陥由来の電子状態の局在性に大きな影響を与えることがわかった。酸素空孔の拡散の活性化エネルギーも評価した。さらに、現実の Pt/TiO₂系での酸素空孔検出スキーム確立に向けて、電子エネルギー損失分光 (EELS) スペクトルの計算手法を確立した。ロブスカイト酸化物系においては、CaMnO₃におけるエピタキシャルと磁気秩序の相対的安定性の関係性を評価した。さらに、LaAlO₃/SrTiO₃超格子 ([011]積層と[001]積層) における誘電率分布の計算を実施し、界面での非線形項の増強を確認した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 電子状態、遷移金属酸化物、界面、酸素欠陥、第一原理計算

〔研究題目〕 よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパーの開発

〔研究代表者〕 石崎 貴裕

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 石崎 貴裕 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究開発では、平成20年度でめざした「超はっ水ナ

ノ分子ペーパー製造技術」の残された課題を解決するとともに、「超はっ水ナノ分子ペーパー」に新たに汚防性を付与するための技術開発を行った。

本事業により、よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパー製造試作機を開発した。本試作機は、常温・大気圧下で SAM 処理が可能である。また、以前は毎時300枚の処理能力であったが、大気圧プラズマ照射装置による前処理を採用し、A2サイズの紙を毎時2,000枚で処理可能になった。試作機で毎時1,000枚の搬送速度ではっ水処理を行った結果、高い均一性が得られた。

防汚・抗菌機能を付与するための、防汚ナノ粒子分散溶媒噴霧装置を開発した。本装置は、エレクトロスピンニング方式を応用し、噴霧した溶媒を紙面到達後、瞬時に固定化させるための溶媒活性化機構を備える。現在、Ag ナノ粒子で抗菌効果試験を行っている。

よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパーの耐候性を評価する目的で、屋外での環境曝露試験を行った。約3ヶ月屋外に掲示した後、掲示前と掲示後での色の変化を測定したところ、未処理の紙白は色差4.1、ナノ分子ペーパーの紙白は色差1.16であったことから、よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパーは汚れに強いことを明らかにした。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超はっ水、ナノ分子膜、紙

〔研究題目〕 薄肉複雑形状で強度・放熱性・耐候性に優れた成型品の開発～半凝固材に最適化した成型法の開発～

〔研究代表者〕 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀、
李 明軍、村上 雄一朗
(常勤職員5名)

〔研究内容〕

目標及び研究計画：電機製品分野、情報機器分野のアルミ筐体において、一般ダイカスト法並みの薄肉複雑形状と、強度、放熱性、耐候性などの特性を両立させるニーズは数多いが、従来成型法ではこの両立をなし得ない。本研究開発における成型法においては、強度、放熱性、耐候性などの特性を確保するために、成型材としてダイカスト合金や鋳造用合金ではなく、展伸・加工用合金を利用する。展伸・加工用合金は、ダイカスト合金、鋳造用合金と比べて融点が高く、凝固収縮量が大きいため、単純に一般ダイカスト成型にて使用した場合には金型の焼付きや鑄巣の発生などの問題が生じる。そこで、本研究開発では焼き付きや鑄巣の発生を防ぐセミソリッド材の特性を利用しつつ材料の流動性の低下の影響を最小化させた成型法を実現することにより、薄肉複雑形状を得る。

本年度は、セミソリッド成形におけるスラリーの流動

形態を把握するため、材料投入部構造試験用金型による試験成形品（A6063合金）、風力発電機筐体成形品（A6063合金、4A12合金）、デジカメ筐体成形品（A6063合金）といった各種成形品のスラリー流動方向に沿って組織観察を行った。この結果、製品におけるスラリーの流動形態と充填不良の原因について明らかにした。また、デジカメ筐体成形品のランナ部分から引張試験片を作製し、引張強度、0.2%耐力、伸びといった機械特性を求めた結果、伸びに関しては当初の目標値（7%）を超える特性（8.4%）が得られたものの、0.2%耐力は目標値（150MPa）を下回った（47.7MPa）。ただし、0.2%耐力が目標値に達しなかった原因として、ランナ部分の微視組織が製品部分に比べ粗大化していることが考えられ、製品部分での強度はこれを上回ると推測された。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】 半凝固、ダイカスト、アルミニウム合金、耐候性、放熱性、高強度

【研究 題目】 微小振れツール製作システム開発

【研究代表者】 尾崎 浩一
（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 尾崎 浩一、碓井 雄一
（常勤職員1名）

【研究 内容】

本研究は、戦略的基盤技術高度化支援事業（サポートインダストリー）における企業との共同研究により、マシニングセンターの機上で振れが極小のツール/スピンドルのセットを製作可能なシステムを開発し、それを用いて加工を行う工法を確立することで、今までの加工技術に比べて格段に加工精度、加工時間、加工仕上りの向上を誰でも簡単に実行できる環境を作り、大きな加工及び囲う製品の市場を切り拓くと共に、日本の製造技術の底上げと中小企業の戦力の向上を併せて狙うものである。

この共同研究開発の中で、開発する精密ツール製造装置を実機加工により評価し、さらに本装置を加工現場で有効に活用する加工技術（工法）の構築を図るための支援を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 微細加工、機上成形、工具形状創成、心振れ

【研究 題目】 自己抗体を活用した効率的な特定のがんの総合診断システムの開発

【研究代表者】 五島 直樹（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】 五島 直樹、川上 和孝、高坂 美恵子
（常勤職員1名、他2名）

【研究 内容】

腫瘍からは多くのタンパク質が血液中に放出される。癌患者の免疫系はこれら腫瘍関連抗原（Tumor Associated Antigen : TAA）にたいして抗体（すなわち抗 TAA 自己抗体）を作りだす。このことに着目した Old らは1977年に悪性メラノーマ患者の血清と自己由来メラノーマ細胞表面抗原との反応を調べ、TAA および抗 TAA 自己抗体の存在を証明した。以来、数々の抗 TAA 自己抗体の検出が行われ、癌マーカーとしてのスクリーニングが行われてきた。しかし、決定的な癌マーカーとしての自己抗体は、まだ、検出されていない。その原因として、自己抗体スクリーニングのためのタンパク質が量比や発現系に問題があり、十分な網羅的自己抗体解析がなされていないことがあげられる。

本プロジェクトでは約2万種類のヒト抗原タンパク質（19813 clones）の構造を保持したままで搭載したプロテイン・アクティブアレイにより血清または尿中の腫瘍関連抗原（Tumor-Associated Antigen: TAA）に対する自己抗体の探索と同定を行った。また、臨床データと検出された抗 TAA 自己抗体との関連を多変量解析し、肺癌および膀胱癌に特徴的な抗 TAA 自己抗体候補を絞り込んだ。その結果、約500個程度の抗原候補を得る事ができた。また、癌の種類の違い、癌の初期ステージでも特徴的な自己抗体が検出された。

今後、これら抗原候補からさらに多変量解析を行い、より抗 TAA 自己抗体に対して特異性のある抗原を100から200程度に絞り込み、健康人や良性疾患との識別などの基礎データを重ね、各疾患の100人以上でのマーカーとしての有効性を検証する予定である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 自己抗体、癌抗原、プロテインアレイ、プロテインチップ、肺癌、膀胱癌、臨床診断、癌マーカー、疾患マーカー

【研究 題目】 環境調和型顔料・塗料の開発及び非石膏型によるプレス・鑄込み成形量産システムの開発

【研究代表者】 杉山 豊彦
（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 杉山 豊彦、大橋 優喜、垣内田 洋、砥綿 篤哉、森川 久、長江 肇、伴野 巧、楠本 慶二（常勤職員8名）

【研究 内容】

環境調和型顔料・塗料の開発として、無毒高安全性の顔料および塗料の開発、さらに環境改善に有効な機能性塗料の開発を行う。

陶磁器は、日常の使用においては、有害成分の溶出はなく、安全性は高い。しかし、表面に施す着色部分には、人体にとって極めて有害な Cd、Se、Pb、Cr、Co 等の金属酸化物が使用される場合がある。これらの有害成分

は、埋め立て処分後、時間の経過とともに溶出され、環境や生物に影響を及ぼすため、これらの使用に関する規制が年々厳しくなっており、毒性の少ない成分を含有する顔料の開発が必要である。

本研究では、毒性のない Ta 系酸窒化物顔料の大量合成に向けた安全性の高い合成法を研究する。また、釉薬における有害元素の含有量の低減化と、釉薬への機能付与を研究する。

平成21年度においては、Ta 系酸窒化物による黄色、赤色の新規合成法開発と、その実用化に関する研究を行った。また、釉薬の光学特性を評価、解析することにより、機能付与の方法を検討し、釉の日射反射特性について解析を進めた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境適合、顔料、釉薬

【研究題目】 環境調和型顔料・釉薬の開発及び非石膏型によるプレス・鋳込み成形量産システムの開発

【研究代表者】 北 英紀（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 北 英紀、近藤 直樹、日向 秀樹、長岡 孝明（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

石膏型は有効なリサイクル技術が確立されておらず、現状、産業廃棄物となっている。また鋳込みにより薄肉品を製作する場合、保形性維持のため成形時に有機バインダーを添加し、焼成前には脱バインダーを行っていた。消耗-廃棄というサイクル、および脱バインダーに伴う廃ガスの発生は環境負荷への影響が大きい。さらにセラミックスの重要な用途としてストックやラドル、ラジアントチューブ、キルンファニチュアのような極薄・大型が必要なセラミック部材の製作において、石膏型を用いた成形プロセスは精密性や薄肉化等、形状賦与の面で制約も大きく、それらを克服する技術開発が必要であった。石膏型では、成形可能な製品の極薄・大型化に限界があり、十分なニーズに応えることは困難である。こうした背景にあって、石膏型による量産システム自体を見直す必要があり、本研究はその代替移行技術として新たな量産システムを確立し、作業負担の軽減と効率化を図り、産業廃棄物処理とエネルギー消費の削減による環境調和を目的とするものである。本研究では、石膏型の代替技術として、繰返し使用と有機バインダレス化が可能なセラミック型を開発するとともに、それらを用いた形状付与に関する検討を実施する。次に得られた結果を基盤として形状デザイン開発から型加工、陶磁器およびファインセラミック製品の量産にいたる製造プロセスの確立を目指す。

平成21年度は、セラミック型の特性を活かした形状の検討をおこない、コンセプトの実証試作に成功した。非石膏型によるプレス・鋳込み成形量産システムの開発に

おいては、繰返し使用と有機バインダレス化が可能なセラミック型を開発するとともに、それらを用いた量産化に関する検討を実施した。具体的にはセラミック型の大型部材成形への適合性を明らかにするため型材として必要な組織制御、そのセラミック生加工、焼成、薄肉化、同時焼成、再生等に関わる一連の検討を実施し、セラミック型によるセラミックス製薄肉部品や螺旋等の特異形状大型部品等の形状付与の可能性を明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境、セラミックス、鋳込み成形、石膏

【研究題目】 耐穿刺性・潤滑性を有するカテーテルの開発

【研究代表者】 穂積 篤

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 穂積 篤（常勤職員1名）

【研究内容】

カテーテル素材の耐穿刺性・潤滑性を向上させる目的で、下記の研究を実施した。

1) Pt触媒固定用表面改質技術

SiO₂系硬質薄膜を作製するのに必要なKarstedt触媒(Pt^{0.1-5}[(CH₂=CH(Me)Si)₂O])を固定化するための表面改質技術を確立した。原料にはVinyl dimethylchlorosilane ((CH₂=CH)(CH₃)₂SiCl)の蒸気を用いた。70°Cで6時間、シリコン基板を気相処理したところ、親水性を示していたシリコン基板は疎水化し、前進接触角(θ_A)と後退接触角(θ_R)はそれぞれ、92°/90°となりヒステリシスのない表面となった。エリプソメータにより見積もった膜厚は約0.4nmで、単分子膜であることが確認された。

2) 環状シランを利用したSiO₂系硬質薄膜の低温形成技術

Karstedt触媒を環状シランである、1,3,5,7-tetravinyl-1,3,5,7-tetramethylcyclotetrasiloxane (D₄^V)で希釈した(1vol%)溶液を1)のビニル基終端基板にスピンキャストしたところ、Ptが固定化されていることがXPSにより確認された。この基板の上に、1,3,5,7-tetramethylcyclotetrasiloxane(D₄^V)/D₄^V 混合液(1mol/1mol)を利用した気相反応によりSiO₂系薄膜を室温で堆積させることができた。

3) 高分子表面の活性化処理法の検討

次年度に向けた予備的な検討として、波長172nmの真空紫外光と酸素プラズマを利用して、高分子表面(ナイロンおよびウレタン)の活性化処理を実施した。酸素プラズマで処理した場合、ナイロンでは水滴接触角が92°のから48°まで下がり、真空紫外光では15°まで下がったことから、活性化には波長172nmの真空紫外光が有効であることを確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 シリカ皮膜、気相反応、耐摩耗性

〔研究題目〕 高品質自動車めっき鋼板用、世界初大型セラミックスロールの開発

〔研究代表者〕 岸 和司（生産計測技術研究センター）

〔研究担当者〕 岸 和司、田原 竜夫、前田 英司、
菖蒲 一久（常勤職員4名）

〔研究内容〕

本研究は、地域イノベーション創出研究開発事業（日立金属㈱等との共同研究）として、めっき浴中で使用しても腐食や摩耗を生じない窒化ケイ素製のセラミックロールを開発することを目的として行った。当所では、窒化ケイ素と熔融亜鉛合金あるいはアルミ合金中における表面の腐食、摩擦磨耗による劣化挙動を、現在実機ロールで使用されているタングステンカーバイド溶射材（WC-Co）と比較して評価した。

その結果、窒化ケイ素は、いずれの浸漬試験においても全く侵食されず、反応層も見られないことから、この窒化ケイ素の優れた耐食性は、素材そのものに起因するもので、ロールとしての特性は WC-Co 溶射材に比べてはるかに優れていることが分かった。また、回転摩耗条件下および摺動条件下での耐食性を熔融 Zn-Al 合金中で評価した結果、WC-Co 溶射材では、腐食により層状に WC が剥離するのに対し、窒化ケイ素は表面に Zn-Fe(-Al)あるいは Fe-Al 等の付着があるのみで、全く腐食されないことが分かった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 セラミックス、窒化ケイ素、ロール、耐食性、特性評価

〔研究題目〕 1,4-ジオキサンの分解特性に関する研究開発

〔研究代表者〕 高橋 信行（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 高橋 信行、清野 文雄
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

1,4-ジオキサンに関する周辺情報および実態調査を調査するとともに、オゾン処理、紫外線照射、オゾンと紫外線照射の併用による促進酸化処理（O₃/UV）による1,4-ジオキサンの分解特性の把握を行った。

1,4-ジオキサンに関する周辺情報の調査からは、周辺情報の調査としてこれまでの和文文献の収集を行い、水環境中への1,4-ジオキサンの排出量を減らすためには、当該物質を使用している工場や事業所等における排水中濃度のモニタリングが必要であるとともに、排出を低減化するための対策が必要であることがわかった。また繊維工業関連の事業所排水に関する調査結果では、染色工程の分散剤に含有される製品のため、使用や排出の実態がないままに1,4-ジオキサンが水域中に排出されていることが危惧されていた。さらに分解除去に関する文献事例からは、1,4-ジオキサンの分解除去は凝集処理、生物処理、活性炭吸着などの処理では十分に除去できないが、

オゾン処理およびオゾンを用いた促進酸化処理では効率的に分解できることが確認された。

周辺情報の調査を基に、染色排水を事例とした実態調査を行ったところ、染色事業所からの原水や生物処理後の放流水中では排出実態が確認された。排出実態の特徴として、排出されている場合の実測値には変動が認められること、また排出されている場合でも実測値はいずれも予想される排水基準値0.5mg/L 以下であることが確認できた。

促進酸化処理での1,4-ジオキサンの分解特性の把握では、促進酸化処理による1,4-ジオキサンの分解効果の基礎資料とするため、始めに1,4-ジオキサンのオゾン処理および紫外線（UV）照射単独での分解効果を検討し、次にオゾン処理と紫外線照射の併用による促進酸化処理（O₃/UV）での分解効果について検討した。その結果、オゾン処理では1,4-ジオキサンの分解にともない生物化学的酸素要求量（BOD₅）は初期には増加するが後半には減少し120分で極大値を示したが、溶存態有機炭素（DOC）の低減は7~8mg/L 程度とごく僅かであった。また、UV 照射単独だけでも1,4-ジオキサンの分解は認められたが、分解にともなう DOC の減少程度はごく僅かであった。一方、促進酸化処理では1時間でほぼ完全に1,4-ジオキサンは分解されるとともに、BOD₅には極大値が認められ、DOC はしだいに減少した。以上のことから、オゾン処理単独および UV 照射単独と比較して、促進酸化処理（O₃/UV）では1,4-ジオキサンの分解効果が著しく促進されることが確認できた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 難分解性有害物質、1,4-ジオキサン、オゾン処理、促進酸化処理

〔研究題目〕 長期挙動予測シミュレーションモデルの高精度化等の研究

〔研究代表者〕 中尾 信典（地図資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 中尾 信典、當舎 利行、菊地 恒夫、杉原 光彦、西 祐司、雷 興林、相馬 宣和、徂徠 正夫、加野 友紀、船津 貴弘、西澤 修、石戸 恒雄、内田 利弘、中島 善人、高倉 伸一、佐々木 宗建、宮越 昭暢、高橋 美紀、上原 真一、稲崎 富士
（常勤職員17名、他5名）

〔研究内容〕

CCS の早期実用化に向けては、共通・汎用性の高い技術基盤を確立することが必要である。特に、CCS を実施する際の安全性評価に関わる長期挙動予測等の技術の確立が急務である。本研究開発では、CO₂地中貯留における長期挙動予測シミュレーションモデルの高精度化、弾性波探査を補完して定量的な圧入量評価をするための複合モニタリング手法の開発、および砂泥互層による多

層バリア複合システムのシール機能の評価に基づくCO₂移行性評価手法の研究を実施した。

1) 長期挙動予測シミュレーションモデルの高精度化
長期挙動予測シミュレーションモデル（地質モデル）のヒストリーマッチングにおいて、これまで間接的にしか使用できなかった物理探査モニタリング・データを直接ヒストリーマッチングさせることを目指し、反射法地震探査データを合成する反射法ポストプロセッサの開発・整備を行った。

2) CO₂複合モニタリング技術の開発

CO₂圧入において定量的な貯留量の評価を目指して、弾性波走時変化を利用する反射法地震探査と電気的手法を組み合わせた複合モニタリング手法開発を、産総研敷地内の浅部坑井（深度62m）を用いた小規模CO₂圧入実験を行うことにより考察した。

3) 砂泥互層におけるCO₂移行性の評価

(i) 砂泥互層人工試料によるシール圧測定

砂泥互層が岩相に応じて異なる粒径分布を持つ点に留意し、粒径を制御した人工試料についてシール性能の評価を行った。

(ii) 砂泥互層内微小亀裂試料による浸透率測定

採取深度の異なる複数の泥岩試料について、人工的に破断面を形成させ、封圧を段階的に上昇させながら浸透率の測定を行い、流体に水を用いて亀裂が流路として働かなくなる圧力（亀裂閉鎖応力）と埋没履歴の関係を考察した。

(iii) 砂岩鉱物の化学的反応プロセスの評価

地化学反応が砂層におけるCO₂の移行性に及ぼす影響を明らかにするために、砂岩鉱物の溶解と二次鉱物の沈殿プロセスの評価を行った。

【分野名】環境・エネルギー、地質

【キーワード】CO₂地中貯留、長期挙動予測、シミュレーション、反射法ポストプロセッサ、複合モニタリング、地震探査、電気探査、砂泥互層、シール圧、亀裂閉鎖応力、砂岩鉱物、地化学反応

【研究題目】織染加工工程において排出される新規なVOC低減・回収技術の開発

【研究代表者】小原 ひとみ（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】小原 ひとみ、脇坂 昭弘
（常勤職員2名）

【研究内容】

溶液の比表面積を増加させる手法として、静電霧化法が挙げられる。その実用化のためには、サブミクロン領域の微小液滴（ナノドロプレット）を安定的に発生する技術を確立することが必要である。本課題では、静電噴霧ノズルで発生する液滴に対する印加電圧および水溶液の組成の効果を検討し、ナノドロプレット発生に最適な静電噴霧の条件について検討した。

1) 印加電圧の効果

エタノール濃度が高い場合、電圧が強くなるとマイクロドロプレットの生成が抑制され、ナノドロプレットの生成が促進される傾向が観察された。静電反発による溶液の微細化が進んでナノドロプレットの発生につながることを示唆している。一方、エタノール濃度が低い場合は印加電圧による粒径の変化はほとんど見られなくなった。エタノール水溶液のクラスターレベル微細構造は、エタノール濃度が低い場合は水分子間の水素結合が主であるのに対し、エタノール濃度が高い場合はエタノール分子同士の相互作用が主となる。印加電圧による液滴発生プロファイルは、溶液中微細構造の違いを反映していると考えられた。

2) エタノール濃度の効果

一定の印加電圧でエタノール濃度を変化させて静電霧化を行うと、エタノール濃度が増すにしたがってマイクロドロプレットが発生しにくくなり、ナノドロプレット発生が優勢となる傾向がみられた。エタノール濃度が高い場合、溶液中では水分子間水素結合ネットワークの分解が起こっている。このため相対的に水素結合の効果が弱くなり静電反発の効率が上昇するため、溶液はより微小な液滴に破碎されると考えられた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】静電霧化、液滴、ナノドロプレット、エタノール、クラスター

【研究題目】任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発

【研究代表者】碓井 雄一

（デジタルものづくり研究センター）

【研究担当者】碓井 雄一（常勤職員1名）

【研究内容】

戦略的基盤技術高度化支援事業のひとつとして、極細注射針用をターゲットにして、ステンレス製シームレスパイプを外径0.18mm以下のテーパ付極細パイプにつぼめ成形できる加工技術の開発、ならびにその量産製造技術の開発を行っている。産業技術総合研究所においては、パイプの成形加工法の開発の一部を分担した。

前年度までに、切欠付円錐形のダイスを使用することによって、0.35mmのパイプの径を約0.22mmまで縮小することができたが、途中でパイプが切断することが多かった。安定した加工ができない原因として、ダイス材質とパイプの親和性が高いこと、1回の加工での縮小量が大きすぎることを仮定して、DLCコーティングダイスの使用と加工の多段階化による加工特性の検討を行った。

DLCコーティングダイスを使った実験では加工ができなかった、ダイスの曲率の設定が適切でなかったことが原因と思われる。パイプ径の縮小を2回に分けて行う2

段階加工によって、 $\phi 0.35\text{mm}$ のパイプ径を $\phi 0.20\text{mm}$ に安定的に縮小することができた。パイプの曲がりには十分に小さく、内径 $100\mu\text{m}$ のパイプが得られた。他の方式に比べれば内径を確保でき、パイプの真円度・真直度も良好であった。この方式はパイプを円錐形ダイスに押し込む成形方式に比べて、良質なパイプが成形されるが加工時間がかかるので、パイプ曲がりの補正加工などの仕上げ用として実用化の検討をおこなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 小径パイプ 絞り 縮径

【研究題目】 国際的セキュリティフレームワークへの対応に関する調査研究

【研究代表者】 関口 智嗣 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 関口 智嗣、伊藤 智、永見 武司、松井 俊浩、田中 芳夫 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

本研究は、セキュリティフレームワークに関して、クラウドコンピューティングへの取り組みが先行しているヨーロッパ、アメリカを中心に国際的な視点から情報収集を行い、日本の状況とともに分析し、クラウドコンピューティング促進とグローバルスケールでとり得る日本の役割、ソフトウェア産業活性化について提言をまとめることを目的とする。

平成21年度のみ単年度事業として、北米および欧州主要国の関連施策や事業に関する資料および担当者へのヒアリングによってデータ収集を行い、分析した。その結果、アメリカ先行のデファクトスタンダード的な流れに対し、ヨーロッパがオープン化、データ保護、セキュリティ、プライバシーなどの観点からグローバルフレームワークの必要性を提唱し、デジュールスタンダード策定の流れを作ろうとしていることが明らかになった。またヨーロッパは、特にベンダーロックインを嫌っており、このポイントに焦点を当てた取り組みを行っている。一方、日本は国内仕様のクラウド策定を目指しており、グローバルな視点が今のところ薄い。我々は、短期的対応策および中長期的対応策の2つに分けて、モバイル機器や組み込み等の日本の強みを生かし、先進的アプリケーションの開発を促進しながらグローバルな枠組みでの標準化活動等を行うこと、これらに対応する企業間連携や人材育成を積極的に進めることなどを提言し、報告書としてまとめた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 セキュリティ、ディペンダビリティ、クラウドコンピューティング

【研究題目】 圧造成形順送プレス工法による LED 用機能部品の製造技術開発

【研究代表者】 鳥阪 泰憲

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 鳥阪 泰憲 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、増肉機能 (据込み、潰し、しごきなど) および複合化機能 (金型内での積層接続機能) を有する複雑三次元加工が可能な高機能金型技術と、この金型を用いた板鍛造順送プレス技術により、現在主に切削加工で製造されている自動車および情報家電用の LED 用機能部品を、安価に、大量に、短納期で製造することができる、新しい複雑三次元加工部品の製造技術開発を目的とする。

分担課題では、順送プレスを用いて高出力 LED 用のアルミニウムおよび銅製リフレクタを作製し、その材料の物性の最適仕様を決定するため、微細組織と結晶方位の解析を行い、加工条件の検討を行う。反射は材料表面の組織や配向性に依存することからその影響を調べた。

プレス加工実験により作製した高出力 LED 用アルミニウムリフレクタ加工表面を金属マイクロ組織観察および結晶構造解析 (EBSP) 法で評価した結果、純アルミニウムリフレクタのプレス加工断面には欠陥が無く、加工組織は小傾角の結晶粒界となっており、結晶組織は歪集中の少ない、小さな塑性変形粒からなっていることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 軸対称弾塑性有限要素法、集合組織、FE-SEM/EBSP、ミスオリエンテーション

【研究題目】 表面改質型焼結技術の開発

【研究代表者】 加藤 正仁

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 加藤 正仁 (常勤職員1名)

【研究内容】

自動車業界や電気業界では、エレクトロニクス部品の実装密度の増加やパワーデバイスの増加・高出力化にともない発熱量が増大し、放熱対策が緊急課題となっている。そこで本研究では粉末冶金技術と拡散接合一体成形技術を応用して、高熱伝導・高熱伝達率の放熱基板・ヒートシンク材を開発することを目的としている。

平成21年度は、AlN 基板と Cu 基板の接合強度の向上及び線膨脹係数のミスマッチの改善を図るために Ag 合金系、Cu 合金系中間材の開発を行った。

熱伝導率の高い Ag、Cu をベースとし、かつ目標とする一体成形温度 600°C 以下で半溶融状態となり、AlN 基板と Cu 基板の線膨脹係数ミスマッチ緩和と接合を可能にする中間材として、Ag-50at%Al、Ag-40at%Al-10at%Mg、Cu-50at%Mg を作製し、 $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 1\text{mm}$ に加工して使用した。得られた中間材は、示差熱分析 (DTA) の結果、Ag-50%Al 材では 582°C 、Ag-40%Al-10%Mg 材では 537°C 、Cu-50%Mg 材では 565°C

で部分溶融が開始し、作製した中間材の中で Ag-40%Al-10%Mg 材が最も低い溶融開始温度であった。

次に、中間材を用いて AlN 基板と Cu 基板の接合実験を行った。それぞれの基板 (10mm x 10mm x 1mm) を黒鉛型に挿入し、パルス通電加装置を用いて約 10^{-2} Torr 程度の真空雰囲気下で所定の接合温度まで加熱し、数 MPa で加圧接合した。その結果、Ag-50%Al 材及び Ag-40%Al-10%Mg 材を中間材として使用した場合、基板を浸食した形跡や割れもなく、AlN 基板と Cu 基板の接合も良好な結果が得られた。一方、Cu-50%Mg 材の場合、AlN 基板と Cu 基板は接合しているものの、AlN 基板に割れが生じていた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 粉末冶金、ネットシェイプ、放熱基材

[研究題目] フルメタル水素配管接合システムの研究開発

[研究代表者] 上野 直広

(生産計測技術研究センター)

[研究担当者] 上野 直広、ト 楠、福田 修、

末成 幸二

(常勤職員3名、契約職員1名)

[研究内容]

本研究開発では、水素脆化などの問題点をクリアした、安全・安心なフルメタル水素配管接合システムを開発することを目的とする。これまでの研究によってオーステナイト系のステンレスである SUS316L では水素脆化を受けにくいことが明らかにされており、水素システムにおいて、配管や貯蔵装置への適用が行われている。したがって、これまでの液体を対象としたステンレスパッキン技術をベースに、数値シミュレーションなどによって高圧気体を対象にした最適設計・試作・評価を行い、配管の材料と同一の SUS316L を用いた水素配管接合用のステンレスパッキンの製品化によるフルメタル水素配管接合システムの実現を目的とする。

まず既存ステンレスパッキンのシーリングメカニズムの機構を解明した。幾何学的な解析、力学的な解析、数値計算による接触状態の応力分布計算などによって、そのメカニズムを明らかにし、従来ステンレスパッキンの構造による機能実現とそのシーリング限界の明確化を行った。これらの解析をベースとして、従来ステンレスパッキンに弾性変形する機構を追加した DY リング機構を開発した。これはステンレス製 O リングとも言うべきもので、外周に従来ステンレスパッキンと同じストップ部を持ち、その内周に弾性変形部を有する構造となる。大きなポイントは、弾性変形部に配管の内圧が直接かかるため、内圧が高くなるほど弾性変形部と配管の密着強度が増し、より稠密なシーリングを実現することにある。この開発した DY リングを用いて、70MPa 高圧水素のシーリング実験を行い、19時間の静的シーリングに成功

した。その後、実験装置の分解・再組立を行い、0.85MPa の窒素ガスでのシーリング実験を行ったが、リークは認められず、繰り返し使用可能であることを実証した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素、配管接合、ステンレス、弾性変形、シーリング

[研究題目] MEMS における形状計測法に関する標準化

[研究代表者] 池原 毅 (先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 池原 毅 (常勤職員1名)

[研究内容]

MEMS の幾何形状は、機械加工で作られる部品とは異なり、ウェットエッチングや深堀ドライエッチング技術によって立体的3次元構造体が形成されている。しかしながら、テーパがついたエッチング断面や、高アスペクト比を持つ溝構造の底面・壁面粗さ等、MEMS 構造に適した幾何形状計測法や表示法の標準化は、ほとんど行われていない。そのため、外注試作時の形状の指定やできあがりの評価において、正確な形状情報の伝達が行われない可能性がある。本研究では、様々な測定機のうち、触針式形状測定機により MEMS 形状を測定した場合、どのような測定項目が測定可能であるか、また、どのような精度の結果が得られるかを実験し、適用の妥当性について議論した。触針式形状測定機は表面性状の測定に広く用いられているとともに、薄膜製造の分野では薄膜エッジの段差を測定する「段差計」として一般的に用いられ、半導体分野の膜厚測定には欠かせない測定機となっている。本年度はドライエッチングで作製した溝状 MEMS 構造体を主に測定した。触針式測定機では触針先端のテーパ角と先端半径により溝底面が測定できるかどうかが決まる。様々な深さと幅を持つ溝構造についてプロファイル測定を行い、各種測定項目について、寸法計測精度、計測限界を議論した。また、触針の先端テーパ角、先端半径を変えた場合の効果の見積もりを行った。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] MEMS、形状計測、エッチング、計測精度、断面プロファイル、標準化

[研究題目] 枠組壁工法における実需型高性能床遮音工法の開発のための「うるささ」評価法の開発

[研究代表者] 佐藤 洋 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 佐藤 洋、倉片 憲治、柳 宗寛

(常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

本研究の目的は、木造枠組壁工法住宅における床衝撃音の評価および設計を日常的な衝撃力を用いて主観的評

価に基づく物理量で行うことである。

これまで住宅の重量床衝撃音は標準重量衝撃源を用いてL数により評価されてきた。木造住宅を考えると標準重量衝撃源であるバングマシンは加振力が過大であり、日常生活で体験し、居住者が不満に思う音からはかけ離れていると考えられる。また、L数による評価値はどの程度主観評価と対応するかについての知見は少ない。

本研究では、木造枠組壁工法により建設された4階建の実験家屋において6種類の幅広い特性をもつ床を対象として床衝撃音の録音を行い、録音された床衝撃音に対する心理評価値とラウドネスレベルとの関係を調べた。

その結果、床衝撃音においてラウドネスレベルと心理量との対応がよいことが示された。また、一対比較法により周波数特性が大きく異なる衝撃音を用いて調べたところ、現在用いられている評価指標よりもラウドネスレベルでの評価が適切であることを示した。さらに得られた心理量から不満率を算定し、ラウドネスレベルを用いて不満率に基づく設計値が得られることを示した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】床衝撃音、主観評価、評価指標

【研究題目】未利用木材・廃プラスチックを用いた再生複合材の製造技術の開発

【研究代表者】金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究開発では、間伐材等未利用木質系原料及び未利用廃プラスチックを用いた木材・プラスチック再生複合材製造開発を行い、品質向上および生産性向上による高汎用性・低コスト化・高品質製品化を可能にし、資源の有効利用、二酸化炭素削減、林業・木材関連産業の活性化、森林保全及びその健全な育成等に寄与することを目的とする。

共同研究体に含まれる産総研では、親水性である木質材料と疎水性である樹脂との馴染み良さ（相溶性）に関して、熱量計（DSC）および熱機械測定機（TMA）などの熱分析を用いた検討を行った。所定量のスギ粉末とバージンポリプロピレン（PP）に対して、相溶化剤（MAPP）の添加率ならびに混練温度および時間を変化させた条件下で熱分析用試料を作製した。また、熱分析用試料と同じ条件で作製されたコンパウンドから、プレス成形で機械的性質把握用の試料も得た。

DSCの結果から、相溶化剤の添加率5部までの増加では、ガラス転移温度 T_g が、PP単体の場合に比べて高温側へシフトした。しかし、それ以上の添加率では、逆に T_g は低温側へシフトする傾向にあった。また、高い混練温度、長い混練時間の設定によっても、 T_g の高温側へのシフトが見られた。

TMAの結果から、相溶化剤の添加率の増加、高い混練温度および長い混練時間の設定は、貯蔵弾性率（ E' ）の増加、損失弾性率（ E'' ）の低下をもたらし、結果的に $\tan\delta$ を測定温度域全体で低いものとした。

木質プラスチック複合体（WPC）の機械的物性値と比較して解釈すると、熱分析の結果から得られた T_g の高温側シフト量ならびに $\tan\delta$ を指標として、相溶性に関する議論が可能であることがわかった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】混練型木材・プラスチック複合材料（WPC）、相溶性

【研究題目】粉末の放散評価

【研究代表者】中山 良男（安全科学研究部門）

【研究担当者】中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、飯田 光明（常勤職員4名）

【研究内容】

建屋内部で爆破が発生したことを想定し、それに伴い放散される粉末が、通路、扉及び排気口等を通じて屋外に放出された場合に環境に及ぼす影響を評価するデータを得るため、野外において、これらを模擬した鋼鉄製のボックス（以下、「模擬工程室」という。）内に試験体（模擬粉末、模擬燃料棒）を設置して試験を実施する。

試験体の近傍に爆薬をセットし、起爆させ、模擬工程室内の内圧の時間変化、屋外に放散された模擬粉末の飛散状況の高速度カメラ撮影を行う。また、模擬燃料棒の破壊状況の観察、飛散した供試体の回収を行う。以下に検討方法の概要を示す。

(1) 模擬粉末の放散実験

模擬工程室の中央に爆薬を配置し、その近傍に模擬粉末（酸化鉄）をセットする方法で、薬量と模擬粉末の重量をパラメータとして放散試験を行う。模擬工程室内部に放散した試料は爆発後に回収し、重量計測した。外部に放散した粉末は、高速度撮影して、飛散状況を観測した。

(2) 模擬燃料棒の放散実験

模擬工程室の中央に爆薬を配置し、その近傍に模擬燃料棒4本をセットする方法で、薬量と試験体までの距離（スタンドオフ）をパラメータとして放散試験を行う。模擬工程室内部に放散した試料は爆発後に回収し、重量と変形状況を計測した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】野外実験、模擬燃料、模擬工程室、火薬類、爆風、破壊、飛散

【研究題目】水素燃料電池自動車等の海上輸送に関する安全性確認実験

【研究代表者】緒方 雄二（安全科学研究部門）

【研究担当者】緒方 雄二、和田 有司、椎名 拓海、堀口 貞茲、江渕 輝雄、大屋 正明

(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

高圧水素ガスを充填した燃料電池車を自動車専用船で運搬する場合の安全性を検証するために、実規模での水素漏洩挙動を確認する。実験では、実規模の漏洩を想定して、可燃性ガス風洞を用いた実験を実施して、自動車運搬船を模擬したデッキを作成して、水素ガスの拡散を計測することで、水素燃料自動車等の海上輸送時の安全性を実験的に検証した。実験の結果として、想定した最大の漏洩量(120l/min)で漏洩した場合に、通気量が無い場合は、30%以上の高濃度の水素の滞留領域がデッキ天井部に形成されることを明らかにした。また、通気が無い場合は、水素自体の拡散で緩やかに濃度が低下するが、条件による数時間要する可能性を示した。しかし、0.5m/s程度の通気が確保されれば、滞留する濃度も低くなり、十数分で安全になることを実験的に示した。

【分野名】 環境・エネルギー**【キーワード】** 水素安全、拡散実験、可燃性ガス風洞、燃料電池、海上運搬**【研究題目】優れた耐摩耗性と放熱特性を有する軽量化エンジン用シリンダーの開発****【研究代表者】** 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀、村上 雄一郎(常勤職員4名)**【研究内容】**

自動車やチェーンソー・芝刈り機等の機材は、環境問題・安全問題への対応から、軽量化が求められており、部品の素材についての見直しが進められている。特に、高品質を要求する汎用エンジンは、アルミニウム化までではできているが、それ以上の軽量化はできていない。今回、半凝固鑄造技術を用いて、新たなマグネシウム合金の開発を行い、耐クリープ特性、耐摩耗性を有する低コストな汎用エンジン部品の開発を行う。

本年度は、一般的なダイカスト用マグネシウム合金(AZ91D)および水沢規格マグネシウム合金を用いて、ダイカスト、半凝固鑄造それぞれの方法で製品(芝刈り機用シリンダー)を作製し、その凝固組織および内部鑄造欠陥について詳細に観察を行なった。その結果、従来のダイカスト法に比べ半凝固鑄造法で作製することにより、凝固組織は製品全体において非常に均一となること分かった。また、初晶粒子を均一微細にすることで、ダイカストと同等の湯流れ性(型充填性)が得られることも分かった。更に、ゲート部の断面積を大きくすることで湯流れ性は向上するものの、巻込みガスと見られる内部鑄造欠陥は増加することを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー**【キーワード】** 半凝固鑄造、マグネシウム合金、耐摩耗

性、放熱性、エンジン、シリンダー

【研究題目】優れた金型転写性と寸法精度を有する超精密部品の開発**【研究代表者】** 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀、村上 雄一郎(常勤職員4名)**【研究内容】**

優れた金型転写性と寸法精度が要求される超精密部品に対して軽量化のニーズを満足したアルミニウムダイカスト製品の事業化を図る。従来の成形法では高い機械的強度と耐熱性の要求は満足しているが、軽量で高い運動性能、複合部品による部品点数の減少、超精密構造の高再現性に対する要求は満足できていない。そこで、本研究開発によって、軽量かつ内部欠陥がない光学ドライブの記録再生ユニットのアルミニウムダイカスト化を実現しようとするものである。

本年度は、セミソリッド成形におけるスラリーの流動形態を把握するため、電池筐体成形品および光ピックアップ成形品のスラリー流動方向に沿って組織観察を行った。材料はAC4Cアルミニウム合金であり、注湯温度、カップ温度、攪拌時間などを変化させて、製品を成形することにより、固相率や固相粒子の形状を変化させ実験を行った。この結果、製品におけるスラリーの流動形態と適切なスラリー作製条件を明らかにした。また、光ピックアップ筐体に関しては硬さ試験を行い、硬さは組織の違いに強く依存し、固相率による硬さの差は小さいが、混合組織と共晶部分の硬さは固相率の減少に伴い上昇し、初晶の硬さは固相率の減少に伴い低下する傾向があるという結果を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー**【キーワード】** 半凝固鑄造、ダイカスト、アルミニウム合金、光ピックアップ、寸法精度、硬度、固相率、共晶組織**【研究題目】特徴のある糖質の機能を生かした健康バイオ産業の創出****【研究代表者】** 仲山 賢一(健康工学研究センター)**【研究担当者】** 仲山 賢一、安部 博子、藤田 靖子(以上常勤職員2名、他1名)、柴崎 博行(香川県産業技術センター)**【研究内容】**

香川県に特徴的な食材などから糖脂質を抽出し、その活性を確認後、機能性食品へ応用し、新たな健康産業を創出するとともに、地域の健康にも貢献することを目的に研究を行った。

主な特産品としては、小豆島で栽培されるオリーブや、瀬戸内海で産出されるナマコなどを選んだ。オリーブに

については、従来は廃棄されているオリーブオイルを搾った残渣を用い、ナマコについても廃棄される蒸煮廃液を用い糖脂質の抽出を行った。それぞれの糖脂質は有機溶媒を用い常法通り抽出を行った後、マウスのマクロファージ様細胞である RAW264を用い免疫の賦活化や LPS で誘発される炎症反応の抑制効果の有無について検討を行った。さらに、マウスを用いて同様に免疫の賦活化や炎症反応の抑制効果についても検討を行った。その結果、それぞれに特徴的な反応を見いだすことができた。さらに、種類の糖脂質については HPLC を用いた精製単離を行い、質量分析や糖鎖構造解析を行うことで、構造決定も行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖脂質、機能的食品

【研究題目】 高精度加工用大型ダイヤモンド切削工具の開発

【研究代表者】 茶谷原 昭義

(ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】 空野 由明

(ダイヤモンド研究センター)

【研究内容】

目標、研究計画、年度進捗状況

産総研で開発した大型単結晶ダイヤモンドを使った切削工具や金型を開発するとともに、さらに低コスト合成を可能にするためパルス放電 CVD 装置を新規に開発し、工具に利用することを目的とする。プロジェクト参画企業により、刃長約1cm の大型単結晶ダイヤモンド工具およびダイヤモンドガイドを持ったプレス金型工具を試作し、耐久性などの性能実証試験を行った。開発した工具は製品化の予定で、CVD 装置はこれを利用したダイヤモンド製造の事業化に向けた開発が続行される。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド

【研究題目】 自己整合技術を用いた有機光テープモジュールの開発

【研究代表者】 加藤 一実

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 加藤 一実、鈴木 一行

(常勤職員2名)

【研究内容】

有機光テープモジュール群を事業化するため、その基本的な部位を構成する、絶縁部材、透明電極部材、保護膜部材などについて、高分子基板上に200℃以下の低温で形成するためのテラードリキッドとプロセス技術を開発すること、デバイス構造において優位性を実証することを目的とした。平成21年度は、高誘電率絶縁材料の低温形成と特性向上、半導体酸化物材料の有機太陽電池への適用について検討した。特に、有機高分子基板の

耐熱温度以下で、溶液原料の化学組成や紫外線照射プロセスが膜形成に与える影響を科学的に解明し、機能的薄膜の特性の向上を検討した。

有機溶液原料を ITO/ポリイミドフィルム上にコーティングして作製した前駆体薄膜を、低圧水銀灯を用いて紫外線照射した後、200℃ で加熱処理することにより、非晶質ハフニア薄膜を形成した。フィルムの前処理、紫外線照射条件、加熱処理条件を検討し、薄膜の絶縁性と誘電特性を改善した。このハフニア膜を Cytop と積層して試作したハイブリッド有機トランジスタが良好に作動した。さらに、紫外線照射時の雰囲気調節することにより、150℃ で Hf-O 結合の形成が進み、緻密で均質なアモルファス構造が形成されること、この薄膜が均質な微構造と平滑性の高い表面形態を備え、高誘電率と低誘電損失を示すことを明らかにした。一方、バルクヘテロ接合型有機太陽電池の陽極電極界面に酸化亜鉛ナノ構造膜、陰極電極界面に酸化モリブデン超薄膜の同時挿入により、光電変換効率の向上を確認した。酸化亜鉛及び酸化モリブデンが、有機半導体における電子・ホール分離を促進し、再結合を抑制したためと考察した。テラードリキッドのフレキシブル有機デバイスへの展開可能性が確かになった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 フレキシブル光機能部材、低温合成、UV アシスト法、機能的薄膜、High-K 材料、酸化ハフニウム、酸化モリブデン、酸化亜鉛、界面制御

【研究題目】 耐熱・難燃性マグネシウム合金 casting によるパワートレイン耐熱部材の開発

【研究代表者】 坂本 満

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 坂本 満 (サステナブルマテリアル研究部門)、柘植 明 (計測フロンティア研究部門) (常勤職員2名)

【研究内容】

本研究開発は、難燃化し耐熱性をあげたマグネシウム合金を用いてエンジン部材の casting による製造を目指すものである。 casting 工程においては、押湯、湯道などの部品以外の部分も発生し、それらは工場内で溶湯中に戻すインハウスリサイクルが必須である。このリサイクル段階で合金組成の変動と共に酸化物介在物の増加が懸念されることから、酸化物介在物と比例関係にあると考えられる合金中の酸素量を把握し得る適正な品質管理技術を開発する。

平成21年度は、産総研で開発したマグネシウム合金中酸素の不活性ガス融解法による分析方法について、開発合金への適用確認と、プロジェクトを実施している共同研究相手先企業に分析技術の技術移転を行った。

まず開発合金の製造工程中抜き取り試料について産総

研で分析を試みたところ、問題なく分析できることを確認した。相手先企業にこの不活性ガス融解法の分析装置を導入し、分析方法の技術移転を行った。入札によって導入した分析装置は産総研で用いている装置とは異なるメーカー製であるが、同一の分析条件で問題なく分析出来ることが分かった。開発合金の類似合金を用いて分析値の整合性確認用の試料を作成し、産総研と相手先企業で共に分析したところ、良い相関が得られた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 難燃性マグネシウム合金、耐熱合金、酸素分析、不活性ガス融解

【研究題目】 測位用擬似時計技術開発

【研究代表者】 岩田 敏彰（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 岩田 敏彰、村上 寛、今江 理人、
鈴山 智也、岩崎 晃、福島 聡、
松沢 孝、齊藤 甲次朗、高橋 靖宏、
町田 久美子（常勤職員4名、他6名）

【研究内容】

測位を目的とした平成22年度打ち上げ予定の準天頂衛星を用いて、搭載される原子時計に代わり、低コストで管理が容易な水晶発振器を搭載し、地上局に置いた原子時計を用いてその時刻情報を送信することにより衛星の時刻管理を行う手法（擬似時計と呼ぶ）に関する研究を実施している。

平成21年度はフィードバックに用いる測位信号の組み合わせについて地上実験により検証した。その結果、測位信号の組み合わせとして L1CD/L5I の組み合わせがもっとも誤差を小さくできる可能性があることを示し、実験で得られた同期精度は1.44ns 以内であった。これはプロジェクトの数値目標である同期精度10ns 以下を一桁程度上回って満たしている。

また、長期安定度についても調査し、停波がない場合には100,160秒で 1.23×10^{-14} の、一日2回停波がある場合でも 1.44×10^{-14} の Overlapping Allan 標準偏差を得ることができた。これらはいずれもプロジェクトの10万秒での安定度の数値目標である 1×10^{-13} 以下を一桁程度上回って満たしている。

他機関とのインタフェース確認のための試験を計3回実施し、コマンド・データのインタフェース、地上系ハードウェア間のインタフェース、衛星と組み合わせたインタフェースすべてにおいて、大きな問題がないことを確認した。

さらに、相対性理論による効果について調査した。相対論効果のうち、準天頂衛星の軌道がもつ離心率の影響については測位ユーザの受信機の特性を考慮し、その分を補正して時刻同期を取る必要があることがわかった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 測位衛星、時刻同期、原子時計

【研究題目】 バイオマス活用に向けた高発熱量ブリケット製造技術開発と低コスト木チップ化実証試験

【研究代表者】 玄地 裕（安全科学研究部門）

【研究担当者】 玄地 裕、小寺 洋一、田原 聖隆、
河尻 耕太郎、本下 晶晴、井原 智彦、
田畑 智博（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

石炭は、重量あたりの温室効果ガス排出量が化石燃料の中で最も多い一方、日本の一次エネルギー生産に用いられる燃料の約25%を占めており、使用量削減が急務である。そこで本プロジェクトでは、石炭使用量を削減する方法の一つとして、木質バイオマスの燃料化および石炭火力発電所における混焼に関する事業を提案し、そのビジネスモデル化を目指した評価を行った。プロジェクトでは、スギ・ヒノキの間伐、半炭化技術を用いた燃料化に関する事業の実施方法の検討、環境面、経済面からみた事業の実行可能性の評価を行ったが、我々はそのうち、LCA 手法を用いた温室効果ガス削減効果の評価を担当した。まず、和歌山県中部地域を対象とし、地理情報システムを用いて、対象地域におけるスギ・ヒノキ植林分布を把握するとともに、間伐材の発生量を推計した。次に、プロジェクトで行われた実証試験等の結果を踏まえ、間伐材の伐採、チップ化、燃料の陸上・海上輸送、混焼利用までの一連のライフサイクルにおける CO₂排出量を算出した。石炭火力発電所で石炭を単焼した場合、木質バイオマス燃料と石炭を混焼した場合とで CO₂排出量を比較した結果、混焼は単焼に比べて約47,000t-CO₂/年の CO₂を削減できることがわかった。以上の結果を通じて、本事業の環境面からみた優位性を示すとともに、ビジネスモデルとしての実行可能性をさらに高めるためのプロセス改善方法を論じた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 木質バイオマス、チップ化、石炭混焼

【研究題目】 水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価

【研究代表者】 福山 誠司

（水素材料先端科学研究センター）

【研究担当者】 今出 政明、安 白、文 矛、張 林、
甲斐 絢也、横川 清志
（計測フロンティア研究部門）
（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

目標：

水素を安全に利用するための技術開発を行うとともに、安全性の確保を前提とした燃料電池に係わる包括的な規制の再点検に資する各種材料の技術開発や特性データ取得を行い、民間事業者等が主体となっていく技術基準案や例示基準案の作成等につなげる。

研究計画：

100MPa超水素特性試験装置を開発し、性能向上のための改善を進めるとともに、水素用材料の基礎物性評価に関する研究を実施する。特に、高圧水素貯蔵関連材料（特にオーステナイト系ステンレス鋼）の高圧水素ガスに関する基礎物性を評価すると共に、磁気力顕微鏡（MFM）を導入し、マルテンサイト相の局所観察を実施することで、水素脆化の要因解析を行う。

年度進捗状況：

オーステナイト系ステンレス鋼に関する水素脆化の要因を解析するために、水素脆化に及ぼす化学成分の影響を系統的に検討した。その結果、準安定オーステナイトにおいてはオーステナイトの安定化とともに水素脆化は小さくなり、水素脆化と加工誘起マルテンサイトとの関係が明確になった。オーステナイトステンレス鋼の亀裂生成・成長のメカニズムは従来明確ではなかったが、導入した磁気力顕微鏡（MFM）を用いて観察を行ったところ、水素チャージ材の亀裂は α' 加工誘起マルテンサイトとオーステナイトのゾーン境界に沿って生成・成長することを見出した。また、安定オーステナイトになれば水素脆化は発現しなくなるが、化学成分によってはオーステナイトの水素脆化が新たに発現することも明らかになった。さらに、水素ガス中での水素脆化と、水素チャージ材の水素脆化との相違は、水素の拡散および分布の相違によることが明らかになった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 データベース、金属材料、引張性質、高圧水素、高圧水素脆化、内部可逆水素脆化

【研究 題目】 高度難削材・複雑形状の先進ファブリケーション技術体系構築

【研究代表者】 今村 聡

（デジタルものづくり研究センター）

【研究担当者】 今村 聡、尾崎 浩一

（常勤職員2名）

【研究 内容】

光学機器産業や金型産業において生産される製品や金型には、特殊素材が用いられ、複雑曲面形状、微細形状を有しているものが多い。一方、このような難削材加工や複雑形状加工は工程設計や加工条件の選定が難しいため、その実現には熟練技術者のノウハウや試行錯誤に依存する面が大きかった。しかしながら、これまで企業を支えてきた熟練技術者の高齢化に伴い、後継者にノウハウを伝承しなければ、生産そのもの維持すらも懸念されるという危機的な局面を迎えている。

本研究開発事業は、地域イノベーション創出研究開発事業の元で、難削材や複雑形状品の加工に携わる顧客を対象として、最適な加工条件をユーザが容易に獲得できるシステムチックな技術体系を構築するものである。難

削材・複雑形状品加工の短納期化・低コスト化を実現し、ひいては新産業・新事業創出による新規雇用創出など、地域経済産業を活性化することを目的としている。

そこにおいて、産総研がすでに所有する難削材切削加工に関する加工技術データに加え、新たに取得する加工データを、「先進加工技術データベース」として構築する研究開発に協力した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 難削材加工、加工条件、工具摩耗

【研究 題目】 無償譲渡に伴う同財産の使用状況の確認並びに NEDO への報告等

【研究代表者】 菱川 善博（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】 菱川 善博、大谷 謙仁、高島 工

（常勤職員3名）

【研究 内容】

タイ国バンコク市の国立研究機関 NSTDA (National Science and Technology Development Agency) に無償譲渡され、NSTDA 内の SOLARTEC (Institute of Solar Technology Development) から、同市郊外の PTEC (Electrical and Electronic Products Testing Center) に移設された太陽電池屋外測定システムで計測された屋外気象データ、太陽電池の I V 特性等のデータの解析に関する状況の確認および NEDO への報告等に関する技術支援を実施した。2008年に計測系が Solartec から PTEC に移動したが、移設後装置のシステム障害によるデータの欠損は非常にまれである。地元電力供給当局のメンテナンスによる停電は殆どない。得られたデータを元に気象データと PV データの相関等の検討を今後実施する予定である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽電池

【研究 題目】 ハイパースペクトルセンサ代替校正手法の研究開発

【研究代表者】 土田 聡（情報技術研究部門）

【研究担当者】 土田 聡、中村 良介、山本 浩万、

亀井 秋秀、中村 和樹

（常勤職員3名、他2名）

【研究 内容】

経済産業省では、現在、次期衛星センサとして高精度なハイパースペクトルセンサを開発しており、このセンサ打上後の放射輝度品質保証のための地上ターゲットを用いた校正手法（代替校正）の確立が急務となっている。ハイパースペクトルセンサは、これまでのマルチスペクトルセンサの大気の窓（大気による吸収がほとんどない帯域）での断続的波長帯によるバンド観測とは異なり、可視から短波長赤外域（おおよそ 400~2500nm）の連続波長による観測、つまり大気による吸収帯域をも観測対象とするため、これらの帯域でも品質保証できる代替

校正手法の確立を、また、このための各種地上測定の高精度化、さらには、この測定に適したサイト選定が望まれている。

本研究では、このハイパースペクトルセンサの代替校正手法の確立を目標に、単年度プロジェクトとして、まずは、代替校正を実施するための適切なサイトの選定、および、センサ仕様に適した代替校正手法の検討および問題点の抽出を行った。

サイトの選定にあたっては、米国2地域、および、豪州2地域を代替校正候補地と選定し、現地調査および従来手法による代替校正の模擬実験を実施した。結果、ロジスティック・アクセシビリティは、米国および豪州は共に良好であり、また、海外のカウンターパートとも良好な協力関係が期待できた。また、現地での各種地上観測（反射率・オゾン・水蒸気・エアロゾル等）、および、現地の天候状況から、米国を夏季に、豪州を冬季に実施することにより、効率的に代替校正を実施できることが分かった。

一方、手法の検討については、上記測定結果により、反射率測定方法や放射伝達コードの再検討が必要であることが明らかとなった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】衛星画像、校正・検証、ハイパースペクトルセンサ、代替校正

【研究題目】温・熱間鍛造用高耐久性金型材料の開発

【研究代表者】尾崎 公洋

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】尾崎 公洋、多田 周二、小林 慶三

(常勤職員3名)

【研究内容】

温・熱間鍛造用金型に適した超硬合金素材として、WC-FeAl 系超硬合金を選定し、実用化可能な金型を作製することを目的として、研究開発を行った。耐摩耗性に優れた超硬合金を基本として、結合相をさらに見直し、温・熱間鍛造に優れた材料開発を行った。結合相のFeAl 金属間化合物への添加元素の検討、WC 粒度分布、さらに、新規な結合相の検討も行った。この開発材料に関して温・熱間領域での鍛造用金型への適用の可能性を探るため、機械特性について評価を行った。また、実際の温・熱間鍛造用金型を想定した熱衝撃性の評価を行った。得られたデータを解析し、材料開発へフィードバックすることにより、特性の向上を行い、機械的特性はロックウェル硬さ（HRA）80、抗折強度2.9GPa、破壊靱性値23.7MN/m^{3/2}を同時に満たす材料を開発できた。今後さらなる材料特性の向上と、製造方法の効率化を行い、事業化を推進するため、補完研究を行うこととした。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超硬合金、FeAl 金属間化合物、通電焼結

【研究題目】リアルタイム発生ガス分析システムの開発

【研究代表者】齋藤 直昭

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】齋藤 直昭、

津越 敬寿 (計測標準研究部門)

(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究では、地域イノベーション創出研究開発事業「リアルタイム発生ガス分析システムの開発」の一部を産総研が分担実施し、迅速簡便な測定が可能であり、且つ、熱抽出による発生ガス性状を正確に反映したデータ出力が可能なりリアルタイム発生ガス分析システム(示差熱熱重量/イオン付着イオン化-飛行時間型質量分析装置：TG-DTA/IA-TOFMS)の開発とその用途技術の確立により、様々な分析シーンに利用できる迅速スクリーニング分析装置・技術の実用化を目的とする。

H21年度の研究開発目標は、コアとなる TG-DTA/IA-TOFMS システムの設計及び試作品製作を行なうこと、および、システムの試作品を、地域イノベーション創出研究開発事業を統括実施する東葛テクノプラザに設置して、動作検証・性能評価を行うことである。

スクリーニング分析システムの開発（システム仕様の検討、システムの評価）、アプリケーション開発（基礎データの収集、統合表示/データ管理プログラムの開発、試料比較・同定技術の検討）、分析システム試作機の動作検証・性能評価に参画し、H21年度の開発目標を達成した。

【分野名】計測標準

【キーワード】質量分析、熱分析、発生ガス分析、示差熱熱重量分析、イオン付着イオン化

【研究題目】大面積光学素子・部品への低コスト反射防止技術の開発

【研究代表者】栗原 一真

(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】中野 隆志、島 隆之、富永 淳二

(職員4名、他1名)

【研究内容】

SUS 金型に金属ナノ粒子形成する方法を用いて、大面積光学部品・素子へ成形と同時に反射防止性能を付与し、現行の真空蒸着法より大幅な工程削減「9工程→1工程」することで低コスト化を可能にする。大面積光学部品・素子としては、平面3インチ以上、φ50mm 以上球面レンズの80%を超えるコストを20%以下にするため、研究課題の目標を1. 大面積光学素子・部品の光学特性均一化の確立：視感度反射率98%以上、反射率0.5%以下。2. 高サイクル成形方法確立：成形サイクル1分以内、成形回数 10,000回以上。3. ナノ構造体の検査技術確立ナ

ノ構造付き金型を従来の1/5時間で測定とする。

平成21年度は、曲面レンズ金型面内温度分布の均一化技術・曲面レンズ金型表面への均一なナノ構造作製技術開発・曲面レンズ金型を用いてエリプソメトリ法の高速検査技術の開発を行った。曲面レンズ金型面内分布の均一化技術では、金型面内温度のシュミレーションによる金型設計開発を行い、曲面レンズ金型面内温度分布±1℃以下を実現した。また、エリプソメトリ法を用いた高速検査技術開発では、従来の走査型プローブ顕微鏡を用いた検査方法に比べて、1/5以下の高速検査と曲面レンズへの非接触評価を実現した。最後に、本開発結果から、連続成形10,000回以上を達成し、生産性の目処をたてることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、インプリント、反射防止

【研究題目】 鉛フリー銅合金の減圧凍結システムによる低コストで無公害な鑄造技術の開発

【研究代表者】 小林 慶三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 小林 慶三、多田 周二、西尾 敏幸、中山 博行、(常勤職員4名)

【研究内容】

本研究開発は、わが国の中小鑄物工場が抱える環境問題(3K)や銅合金鑄造材の国際的な鉛フリー化要求に対応するための技術開発を行うものであり、開発した減圧凍結システムの適用によって、鉛の代わりにビスマスを添加した青銅合金鑄物(CAC902)の機械的性質を高め、製品の薄肉化および材料歩留まりの向上を目指すものである。

本年度は、減圧凍結システムにより鑄造したCAC902に従来の砂型鑄造に劣らない品質を確保するため、凍結鑄造特有の伝熱モデルを組み込んだ鑄造シュミレーションを活用し、実鑄造品形状に適した鑄造方案の作成を行った。減圧凍結システムでは、熔融した金属が凍結した鑄型に接触した際に発生する水蒸気の挙動により鑄物の冷却速度が決定されることが明らかとなった。単純形状のCAC902鑄造品をモデルとして、実際の凍結鑄型および熔融金属の温度変化と比較することで鑄型/鑄物の熱伝達境界条件等を精査した。その結果、複雑な実鑄造品形状における鑄造欠陥の発生部位等の予測が可能となった。

複雑形状の青銅合金鑄造に不可欠な中子について、有機系のバインダーを用いない凍結中子を開発した。これにより鑄造品からの中子の取り出しが容易となり、産業廃棄物の量も大幅に減少させることができた。中子と接触している部分の鑄肌はシェル中子に比べて少し荒れざみではあるが、実用上問題のないレベルであった。

減圧凍結システムで鑄造したCAC902の機械的特性についても検討した。凍結鑄型に用いる鑄物砂の材質を熱

伝導性が良いセラミックに替え、通気性に優れた球状の砂粒を用いることで、CAC902鑄造材の冷却速度が速くなり機械的特性は向上するが、鑄造組織の微細化はそれほど顕著ではなかった。これはCAC902の材料特性であると考えられ、他の青銅合金では凍結鑄造により鑄造組織が微細化した。CAC902鑄造材における機械的特性の向上は、凝固時に膨張するビスマスの微細分散による影響と考えられる。近年様々な鉛フリー青銅合金が開発されていることから、本システムに適した材料との組み合わせが実用化を加速するものと考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 鉛フリー銅合金、凍結鑄型、青銅合金、環境、ビスマス、シュミレーション

【研究題目】 振動プロセスによる高品質、高強度、高信頼性自動車用アルミニウム部品創製技術の開発

【研究代表者】 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀、李明軍、村上 雄一朗、(常勤職員5名)

【研究内容】

目標及び研究計画：本研究開発では、自動車産業における車体の軽量化ニーズに対応するため、鉄系材料を軽金属であるアルミニウムに置き換え可能な鑄造技術を開発する。具体的には、熔融・凝固途中のアルミニウム合金に振動を付与することにより結晶粒を微細化して、高品質、高強度、高信頼性の自動車用アルミニウム部品を、低コストで創製するための新たなダイカストおよび金型鑄造に関する鑄造技術を開発する。

本年度は、金型鑄造時の金型に機械振動を付与し、得られる製品の高品質化、高信頼性化を行なう『振動凝固鑄造プロセス』の実用化を目指し、研究開発を行なった。まず初めに簡易型を用いて振動凝固鑄造を行い、実機サイズの振動鑄造設備を開発・設計する上での基礎データを取得した。この結果を基に、実機サイズの振動鑄造設備を製作し、本装置を用いてφ25試験片(実機サイズ金型)の振動凝固鑄造を行った。微視組織、内部欠陥分布、冷却速度、機械的特性等に及ぼす振動条件の影響を調査した結果、振動付与により凝固組織が微細化し、また鑄造欠陥が減少することが分かった。それに伴い、機械的特性も向上した。凝固組織は振動周波数が高くなるほど細くなる傾向が見られたが、鑄造欠陥は欠陥量が最小となる最適な周波数が存在し、それより周波数が高くても低くても鑄造欠陥が増加することが分かった。更に、振動を付与することにより、鑄造時の冷却速度が増加することが分かった。このφ25試験片での研究開発より得られた結果を基に、実生産部品の振動凝固鑄造を試み、量産プロセスへの適用可能性について検討を行った。こ

の結果、適切な条件の振動を印加することで、製品内部の鑄造欠陥が減少し、製品の外觀不良や圧漏れ不良を大幅に低減することが可能であることを確認した。また、実生産において多く用いられる砂中子を有すモデル試験片への振動の影響について調査を行なったところ、製品表面への多少の焼き付きが認められたが、鑄造中の砂中子の崩壊はまったく見られず、砂中子を用いた方案への適用も可能であることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】 機械振動、組織微細化、アルミニウム合金、固液共存状態、比重、高強度、金型転写性、金型冷却速度

【研究題目】 環境負荷低減セラミックス成形用無機バインダー技術の研究開発

【研究代表者】 長岡 孝明
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 長岡 孝明、
Yoshimura Humberto Naoyuki、
北 英紀、堀田 裕司、佐藤 公泰
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

セラミックス原料粉末はそれ自身では可塑性を持たないため、原料粉末から成形体を作成する過程で有機バインダーが添加されている。有機バインダーの役割は原料粉末に可塑性（流動性と保形性の両立）を付与することである。その結果、任意の形状への成形と焼成までの形状保持が可能になる。しかしながら、有機バインダーは焼成前に完全に分解されなければならない。特に、高純度セラミックスを作製する場合、有機バインダーが炭素、灰分として焼結体中に残留しないように加熱分解して完全に除去しなければならず、この加熱分解と排気ガス処理に大量の熱エネルギーを必要とする。一方、焼成後にセラミックス成分となる無機バインダーの開発も進められているが、その添加量は無視できない。そのため、バインダー添加量の減量化が必要である。以上の背景から、本研究ではこれまでのバインダーを介した粒子間相互作用による可塑性発現ではなく、粒子表面間の相互作用だけで可塑性が発現する環境負荷低減セラミックス成形用無機バインダー技術の確立を目指す。

平成21年度は、高純度アルミナ粒子を対象に粒子表面の改質を試み、改質手法が表面性状に及ぼす効果を検討した。その結果、物理的及び化学的処理によりさまざまな表面性状を持つアルミナ粒子が得られることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境、セラミックス、可塑性、バインダー

【研究題目】 実装基板検査に資する高度画像処理技術並びに検査装置の開発と最適化

【研究代表者】 豊川 弘之
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 鈴木 良一、安本 正人、植芝 俊夫
(常勤職員4名)

【研究内容】

両面実装基板における X 線透視検査では片側面の透視画像を得ようとしても両面に実装された電子部品が映し出され、またこの両面の混在画像が特定部位の検査に支障をきたし、X 線透視画像では両面全てが透けて見えるために片側の検査部位のみに着目した検査が困難である。本研究では CdTe X 線センサーと針葉樹型のカーボンナノ構造体 (CNX) 冷陰極 X 線源技術を利用し、透視画像における空間的配置関係を割り出す特徴量抽出法の開発、センサーや X 線源空間的配置も含めた技術開発を行い、両面実装基板に代表される混在画像空間に対する適切な検査手法に関する研究と装置開発を行うことで、これら課題を解決する。

センサー配置条件を含めた両面実装基板検査に対応する、画像採取条件の策定と最適化においては、X 線 TDI カメラの最適空間配置条件と画像読み出し速度の関係を把握することができた。CdTe パネルは、直接変換方式を用いているため、繊細な部分の X 線透過画像が取得可能で有ることが分かっている。特性分析を行った結果、CdTe パネルの持ついくつかの特性により、輝度に異常が出る条件があるため、それを補うために輝度補正を実施する必要があることが分かった。ソフトウェアの諸改良によってカメラの諸特性が改善され、基板の画像を取得することに成功した。CNX カソード冷陰極タイプのマイクロフォーカス X 線管の開発を行った。階調混在画像における特定部位（階調部位）抽出アルゴリズムの開発と適正化について検討し、X 線透過画像をもとに、両面実装基板の片面を撮影する方法について研究した結果、複数方向からの投影画像を用いたラミノグラフィによって、裏面ハンダ画像の除去に成功した。全数検査装置化の為のコアとなる条件の策定を行い、機材の空間配置、センサー改良並びに透視画像における立体的配置を割り出す特徴量抽出法を統合し、アプリケーションソフトウェアの構築を行った。このアプリケーションソフトウェアを用いて全数検査装置化に向けたコア条件の策定を行った結果、複数の X 線源、あるいは複数の X 線カメラを用いるシステムについて検討する必要があることが分かった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 カーボンナノ構造体、電子源、エックス線源、冷陰極、非破壊検査、実装基板、ラミノグラフィ、CdTe

【研究題目】 「CNX 冷陰極 X 線管」特有真空環境の

最適化及び X 線発生装置の開発

〔研究代表者〕 鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 鈴木 良一 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

針葉樹型のカーボンナノ構造体 (CNX) の電子源を用いた X 線源は、ヒーターやフィラメント無しに従来の熱電子放出型の電子源を用いた X 線源と同程度の X 線を発生することができ、次世代の X 線源として期待されている。この CNX 冷陰極 X 線管を製造する際に、真空下で高電圧をかけて電子を出しながら熱処理やエージング処理を行う必要があるが、熱処理時にはガス放出、エージング時にはターゲットからのガス放出に加え X 線も放出するため、特有な真空環境下での処理が必要となる。また、X 線を発生するためには、高電圧を安全に印加できるものが必要である。そこで本研究では、CNX 冷陰極 X 線管の熱処理やエージング処理に最適な真空環境を実現する処理装置の開発を行った。開発した処理装置は、200kV 以上の管電圧の X 線管まで処理できる装置で、熱処理とエージング処理が同一真空槽内で行えるものである。この装置を用いて CNX 冷陰極 X 線管及び乾電池駆動の可搬型 X 線発生装置を試作し、従来の処理装置よりも電子放出性能の高い X 線管を製作できることを確認した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 カーボンナノ構造体、電子源、エックス線源、冷陰極、真空、熱処理

〔研究題目〕 パーソナル情報保護・解析基盤の開発・改良と検証

〔研究代表者〕 山口 (繁富) 利恵

(情報セキュリティ研究センター)

〔研究担当者〕 山口 (繁富) 利恵、大塚 玲、渡邊 創 (常勤職員3名)

〔研究内容〕

プライバシー保護を行うに当たっては、どのような性質を持つ情報が、プライバシー保護された情報なのかを定義する必要がある。今年度は、そのまま公開するとプライバシーが侵されると判断される情報が集まっている場合、どのように加工すれば、プライバシーが保護された情報となり、その情報を安全に二次利用できるのか、という問題について形式化の検討を行った。また、プライバシーが保護された状態の形式化についても検討し、k-匿名性と呼ばれる性質が現状の社会状況とも合致した優れた指標であると考えた。そして、データの k-匿名性実現のための情報加工化法である k-匿名化手法に関し、効率的な手法を提案した。さらに、アダルトデータセット、パーソントリップデータなどの既に存在する具体的なデータを用い、提案手法を適用し、実際にプライバシーが保護されているかについて考察を行った。その結果、提案

手法の効率性とプライバシー保護の実現の両方が達成されていることが確認できた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 個人情報保護、プライバシー保護、匿名性

〔研究題目〕 超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発

〔研究代表者〕 尾崎 浩一

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 尾崎 浩一、伊藤 哲、澤井 重信 (常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

金型を利用した加工を含む生産工程のコストダウンのため、金型を利用した工程の後工程の加工プロセスを金型の中で行い、工程を集約的に収縮することが重要な技術テーマとして注目される。そこで、戦略的基盤技術高度化支援事業として、九州工業大学先端金型センター、福岡県工業技術センター機械電子研究所、金型やめっき加工企業と協力して、射出成形時に金型内で高品質なメッキを行う技術開発を行うことにより、複数工程の同時処理によって、高品質メッキ・プラスチック部品の短納期化・低コスト化を実現する研究開発を行ってきた。本研究では、超臨界流体付加成形に必要な個別要素技術の確立、超臨界流体付加成形による金型内メッキ前処理技術の確立を通して、超臨界流体付加成形による金型内メッキ技術の確立 (単工程化) を達成した。そこにおいて、産業技術総合研究所では、成形実験・型に関する評価のテーマを分担した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金型、射出成形、めっき

〔研究題目〕 プラスチックを代替する木質成形体の工業的製造技術の開発

〔研究代表者〕 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行 (常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

本研究開発では、90%以上木質材料からなる原料を射出・押出成形しプラスチックと同等の物性を与えるとともに、それへの透明あるいは鏡面の塗膜を形成する技術を開発することを目的としている。これにより、従来は不可能であった木質材料からの複雑成形可能な樹脂状の成形物を高速で工業生産でき、そのプラスチック代替による環境問題への寄与が期待できる。

共同研究体に含まれる産総研では、流動化条件の検討と塗膜形成による成形物の耐久性・意匠性向上技術の検討をそれぞれ行った。

熱処理によって流動性および自己接着能が向上する。射出成型品に用いるために、熱処理の最適な条件について

て検討した。各種条件で熱処理を行った試料に対して静的力学試験および動的粘弾性試験、シャルピー衝撃試験をそれぞれ行った。その結果、流動化が生じる条件では、熱処理温度の増加と共に、得られる試料の曲げ・引張強度は低下し、衝撃吸収エネルギーも低下した。また、同じ試料に対してガス吸着試験を行った。その結果、試料を成形したものに対して熱処理と共に木質材料内部のnm以下(0.3nmから0.6nm)の空隙量ははっきりと減少しており、200℃でわずかに増加していることがわかった。これらの空隙量の減少は、粘弾性測定の結果による粘性項の減少とも一致した。一方、流動性および自己接着性は、熱処理温度が200℃で良い結果を得られた。流動性および自己接着性と強度等の力学物性値とはトレードオフの関係にあり、製品ごとの最適化を行う必要があることが分かった。

塗膜形成による成形物の耐久性・意匠性向上技術の検討に関しては、種々の成形体に対して塗膜を作製し、促進劣化試験により、その耐候性の評価を行った。流動性を付与させるための添加剤の添加によって、その耐候性が著しく低下した。これは、流動性付与添加剤が吸水性を有するためと考えられた。また、透明および鏡面塗膜を比較した場合、鏡面塗膜が耐候性向上に有効であることが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 プラスチック代替材料、射出成型

【研究題目】 自然エネルギーを利用した船内補助電源供給システムの開発

【研究代表者】 舟橋 良次

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 舟橋 良次 (常勤職員1名)

【研究内容】

境港湾・空港整備事務所所属「みほかせ」、広島港湾・空港整備事務所所属「りゅうせい」のエンジンからの廃熱発電を実現するための熱発電システムの設計と熱発電機の試作を行った。具体的に行った内容は以下の通りである。

- ①海上及び陸上実験に必要な熱発電システムの設計
- ②海上及び陸上実験に必要な発電量計算、蓄電配線設計
- ③海上及び陸上実験に必要な実験規模、数量の算出
- ④算出した発電量から補機関の燃料消費量、CO₂の削減効果を算出する。

港湾業務艇の主機関に付随した消音器壁面からの熱回収により発電を行う。一艇当たり主機関は機器搭載され、消音器は一次、二次消音の二台ある。最終的には四個の消音器への熱電パネルの搭載を目指す、それに先立って実証試験を行い、発電特性と耐久性などを評価する。そのための熱電アレイを本年度に試作した。

【分野名】 エネルギー

【キーワード】 熱電変換、廃熱利用

【研究題目】 カーボンフットプリント試行用データ提供及び品質の評価

【研究代表者】 田原 聖隆 (安全科学研究部門)

【研究担当者】 田原 聖隆、本下 晶晴、玄地 裕、井原 智彦、河尻 耕太郎、工藤 祐揮、高田 亜佐子、尾上 俊雄、小林 謙介、田畑 智博、城石 登、生田 目紀子、横田 真輝、池田 洋、村松 良二、松林 芳輝 (常勤職員6名、他10名)

【研究内容】

カーボンフットプリント (CFP) 算出する上で、検討対象となる範囲のインベントリデータを収集することは、必要不可欠である。これらの分析では CFP 実施者である企業がインベントリデータまたは温室効果ガスの排出原単位を収集し、評価が行われることが望ましいが、全てのデータを収集するためには、膨大な時間や労力を費やしてしまう場合や、不可能な場合がある。多種多様な製品の CFP を算定するには、一定の信頼性・品質を確保しつつも汎用性・網羅性の高い CO₂排出量原単位データベースが要求される。また、収集されたデータはデータベースとして整理するだけでなく、平成21年度経済産業省カーボンフットプリント試行事業に利用可能な CO₂排出量原単位データを提供する必要がある。そこで、データの階層構造を有するデータベース分類を利用し、統計、既存インベントリデータ、聞き取り調査、現地調査を活用して素材製造を中心に1500項目以上収集した。データは欧米をはじめとした海外における CO₂排出量原単位データの作成手法を確認し、国際的に整合性の取れた手法にて算定した。また、作成したデータベースは、様々な情報源からデータを収集してインベントリデータを作成しているため、品質にばらつきが出るので、簡易的な品質評価手法により品質を示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 カーボンフットプリント、データベース、温暖化、見える化、LCA

【研究題目】 平成21年度環境負荷表示制度構築等事業に関わる事業者意識調査、消費者受容性調査、及び Web 意識調査

【研究代表者】 田原 聖隆 (安全科学研究部門)

【研究担当者】 田原 聖隆、本下 晶晴、玄地 裕、井原 智彦、河尻 耕太郎、藤井 千陽、平山 由希子 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

新たな環境情報表示として LCA をベースとした温室効果ガスの排出量表示 (カーボンフットプリント : CFP) について、一般の消費者および CFP 制度に取り組む事業者の印象や意見に関する調査事業として受託したプロジェクトである。インターネット調査および

CFP 制度説明会での会場調査の結果では、一般の消費者の CFP についての認知度は約3割程度と現状ではそれほど高くないが、その重要性の評価や活用意欲は非常に高く、価格が同程度であることを条件として約8割程度の消費者が CFP を商品・サービスの選択基準として活用する意志を示していた。表示する CFP の数値が幅を有することに対して多くの消費者が寛容に捉えており、コストが上がらない程度の精度で大まかな数値が表示されればよいとの回答が大半であり、こうした意見は今後の制度構築に役立つ知見であると考えられる。また、CFP 制度説明会に参加した事業者へのアンケート調査から、CFP に取り組むことは社会的責務、あるいはビジネスチャンスとして捉えている事業者が多く、こうした事業者の取り組みを支援するための仕組み（PCR 策定支援、CFP 計算支援）や、事業者が安心して CFP 表示に取り組むことができる制度設計（信頼性確保や消費者とのコミュニケーション方策）に対するニーズが強いことが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】カーボンフットプリント、消費者、温暖化、見える化、LCA

【研究題目】サプライチェーン型環境配慮設計手法の調査・開発

【研究代表者】増井 慶次郎
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】増井 慶次郎、近藤 伸亮、三島 望、
尊田 孝史、大泉 和也
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

本研究は、経済産業省「サプライチェーン省資源化連携促進事業」のサブテーマとして実施した。事業全体の目的は、省資源化を個別企業単体で実施するには限界があり、サプライチェーン全体での最適化を支援することにある。このため近年注目されているマテリアルフローコスト会計手法によって、製造段階でのマテリアロス削減を推進する一方、産総研では製品の設計段階からの見直しを支援するツール（環境配慮設計支援ツール）の開発を実施した。

これまで先進製造プロセス研究部門エコ設計生産研究グループでは、製品ライフサイクルを通じた環境負荷、コストに対してユーザに提供される付加価値を定量分析するトータルパフォーマンス解析（TPA）を提案している。今回の事業は中小企業支援が目的であり、これまで開発した手法の簡易版を作製した。年度後半にはこの簡易版 TPA を、組立製品であるオープンショーカーケース（開放型店舗用冷蔵庫）および中間製品である差圧発信器の2例に適用し、省資源化の観点から改善が必要な部品などを抽出することに成功した。

今後は開発した手法を幅広い製品に適用し、設計支援

手法としての有効性をさらに検証するとともに、ツールのアウトプットであるトータルパフォーマンス指標の標準化と活用方法について、企業と連携して検討を継続する。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】省資源化、サプライチェーン、環境配慮設計、トータルパフォーマンス解析

【研究題目】有機フォトリソグラフィ/エレクトロニクス素材の合成、デバイス化技術の研究開発動向

【研究代表者】谷垣 宣孝（光技術研究部門）

【研究担当者】谷垣 宣孝、阿澄 玲子、
溝黒 登志子、近松 真之、
堀井 美徳、水野 冬矢、
名子屋 俊介、植村 由、玉浦 祐介、
夫 恒範（常勤職員4名、他6名）

【研究内容】

財団法人新化学発展協会より委託を受け、「有機フォトリソグラフィ/エレクトロニクス素材の合成、デバイス化技術の研究開発動向」の調査を行った。有機発光材料、有機半導体、有機強誘電体等の素材の合成技術、および素材をデバイス化するためのプロセス技術、デバイス技術について調査した。当該分野の研究・開発の大きな流れについて調べ、研究動向調査として代表的な有機デバイス3種について、データベースを利用して、学術論文について検索を行った。また、材料、プロセス、デバイスの各分野について、重要な技術などについてまとめ、研究開発動向をレビューした。産業技術総合研究所光技術研究部門では様々な有機デバイスに関する基盤的な研究から実用化に近い開発研究（国家プロジェクトや企業との共同研究など）を行っているため、これらについての研究・開発事例をまとめた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】有機デバイス、合成技術、プロセス技術

【研究題目】可視光応答型光触媒の標準試料の作製および光源の効果の検討

【研究代表者】佐野 泰三（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】佐野 泰三、筒井 咲子、根岸 信彰、
竹内 浩士（環境管理技術研究部門）
(常勤職員3名、非常勤職員1名)

【研究内容】

平成18年度から開始された「可視光応答型光触媒の性能評価試験方法に関する標準化調査事業」では、NO_x、アセトアルデヒド、トルエン、ホルムアルデヒド等を試験用ガスとする可視光応答型光触媒の分解・除去性能試験方法を開発している。平成21年度には、性能評価試験で用いる標準試料を産総研で一括して作製し、ベンチマークテストを行った上で上記事業の各 WG に標準試料

とその基礎データを提供した。これにより性能評価試験の精度評価が容易になり、JIS 原案作成が促進された。光源に関する検討では、異なるカットオフ波長を有する紫外光カットフィルターを用い、試験方法への適応性を検討した。400nm の波長の光を1/100以下にするフィルターを用いると（従来は380nm）、蛍光灯の種類に依存しない性能評価ができるが、トルエン除去率は従来のフィルターを用いた場合の1/6未満となり、試験の成立しない光触媒サンプルが大部分になると推察された。また、反応器側面から進入する光の影響を調べ、可視光であれば無視できることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒、標準化、可視光応答形光触媒、トルエン、窒素酸化物

【研究題目】陽子線照射と免疫補助療法を併用する新たな肝癌治療法の開発

【研究代表者】伊藤 敦夫（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】伊藤 敦夫、十河 友
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

茨城県に多い肝がんは C 型肝炎、B 型肝炎から生じた肝硬変を背景に生じることから、肝内に多発または再発する傾向にあり、再発ごとに治療が繰り返され、最終的には肝不全に陥るという経過を辿ることが多い。陽子線療法は肝がんに対して有効で侵襲の少ない先進的治療として注目されているが、現時点ではこの照射野外再発を予防する有効な手段は存在しない。そこで、本研究開発テーマでは、新たな免疫刺激剤を陽子線治療と併用した「陽子線治療+新規のがん免疫療法」という新しい概念の治療法を開発し、肝がんの再発を防いで患者の予後向上をめざしており、その実用化に向けた臨床研究を実施する。

本年度は、平成20年度に作製した自動合成システムにて低溶解性型特殊試薬ハイドロキシアパタイト核液を無菌、エンドトキシンフリー製造するための製造技術と品質管理技術構築の一環として、合成システムパラメータ選定のための基礎データ解析、及び操作手順書の策定を行い、得られた合成物に対してエンドトキシン検査、粒度分布解析、結晶相同定した。操作手順書は企業に技術移転した。また、ハイドロキシアパタイト核液を筑波大陽子線医学利用研究センターに供給し、核液としての性能評価を共同で実施した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】肝臓がん、免疫刺激剤、陽子線療法

【研究題目】マリンバイオ産業創出事業

【研究代表者】丸山 進（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】丸山 進、山中晶子
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は沖縄の地域資源である亜熱帯性マリンバイオ資源の多様な利活用を図るための研究事業の一部として行っている。沖縄沿岸に生息する海藻と県内の加工工場から排出される未利用の海藻加工残渣について、メラニン生成抑制活性などの機能性について評価する研究を行った。その結果、ヒト皮膚3次元モデルにおいてヒジキの加工残渣やキリンサイ抽出物にメラニン生成抑制活性のあることを確認した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】メラニン、化粧品、海藻、亜熱帯資源

【研究題目】平成21年度地域経営推進事業調査「図書情報システム及びバイオコミュニティバス導入による地域中継機能強化」事業

【研究代表者】後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】後藤 新一、高岡 丈士、貝塚 昌芳、
田中 亜紀子

（常勤職員1名、契約職員3名）

【研究内容】

地域中継機能強化により住民が安心して生活できる環境を築くことを目的に、「図書情報システム」及び「コミュニティバス」の導入を実施し、導入のための基礎的な調査研究と試験運用を行った。

図書情報システム導入により、これまで図書館のみで行えた図書検索が、自宅のインターネットや市庁舎、公民館等8箇所に設置した専用端末から可能となった。今後は、貸出情報の閲覧や貸出予約機能の追加や、住民の意見を取り入れたシステムの改善を検討する。

コミュニティバスは、地域中継機能強化に加え、地産サトウキビから製造されるバイオエタノール3%混合ガソリン（E3ガソリン）の地消利用とマイカー依存低減による CO₂排出量削減が見込まれ、導入の意義は大きいと判断できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地域中継機能強化、図書情報システム、コミュニティバス、バイオエタノール、E3ガソリン、CO₂、地球温暖化

【研究題目】CSI におけるグリッドプログラミングミドルウェアの高度化

【研究代表者】関口 智嗣（情報技術研究部門）

【研究担当者】関口 智嗣、田中 良夫、中田 秀基、
高野 了成（常勤職員4名）

【研究内容】

広域に分散配置されたグリッド上の計算資源上で安定して効率良く動作するアプリケーションを開発・実行する方法が確立されておらず、グリッドを用いた大規模計算の実現への障害となっている。本研究においては、複

数の計算資源が高速ネットワークで接続されている Cyber Science Infrastructure (CSI)において、単体のスーパーコンピュータからグリッドに至る様々な計算基盤上で高い性能を発揮し、長時間安定して動作するグリッドアプリケーションの開発、実行を支援するプログラミング環境の構築・提供を目指している。そのため、Grid Message Passing Interface (Grid MPI)および Grid Remote Procedure Call (GridRPC)に基づくプログラミングミドルウェアについて、機能拡張や性能改善などの高度化を容易に実現するために、内部仕様書等のドキュメント整備を行なった。具体的には、GridMPIおよび GridRPC のそれぞれについて、以下の内容を含む内部仕様書を作成した。

- ・ パッケージ一覧
- ・ 関数一覧
- ・ 関数の階層構造
- ・ 各関数の仕様 (名称、機能概要、引数および変数の説明、戻り値)

GridMPI については次の1つのドキュメントを作成した
(1)内部仕様書 (130 ページ)

GridMPI の内部仕様書として、プログラムで用いられているデータ構造の説明と索引、パッケージ一覧、さらに関数一覧、関数の階層構造、および各関数の仕様の説明。

GridRPC については次の3つのドキュメントを作成した。
(1)内部仕様書 (464 ページ)

GridRPC の実装である Ninf-G の内部仕様書として、プログラムで用いられているデータ構造の説明と索引、パッケージ一覧、さらに関数一覧、関数の階層構造、および各関数の仕様の説明。

(2)プロトコル仕様書 (42 ページ)

Ninf-G クライアントと Ninf-G Executable 間の通信プロトコルの仕様を記載。

(3)Ninf-G Invoke Server 仕様書 (13 ページ)

Ninf-G が別プロセスとして独立させているジョブ起動モジュールである Invoke Server の仕様書。

これらのドキュメントを整備したことにより、機能拡張や性能改善などの高度化を容易に実現する資料が整えられた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 グリッド、プログラミング、GridMPI、GridRPC

〔研究題目〕 仕様書の統一様式の策定と仕様整合性検証システムの研究開発

〔研究代表者〕 木下 佳樹
(システム検証研究センター)

〔研究担当者〕 木下 佳樹、大崎 人士、
松崎 建男、北村 崇師、矢田部 俊介
(常勤職員2名、他3名)

〔研究内容〕

共同研究により、組込みシステム開発のための仕様書の統一様式と、文書処理システム (入力フォーム・清書システム・仕様整合性検証システム) を開発した。

平成21年度は、前年度の成果を受けて実装とシステムの洗練を行い、β版を完成させた。また関西の組込みソフトウェア系企業9社の協力を得て現場でのテストを行った。その結果、以下のような成果を得ることができた。
①仕様書の統一様式の策定：上流工程の仕様書からその数学的構造を抜き出すための「ドメインモデルスキーム」を定義し、用語の厳格な意味を定める方法を確定した。

②仕様整合性検証システムの研究開発：産総研担当部分では、証明支援系 Agda を使用し、仕様書の用語の誤使用検査と高度な検査 (遷移の無矛盾性、決定性、到達不可能性及びデッドエンドの検出) を行い、仕様の曖昧さや矛盾を明示化することを可能にした。また、フォーム入力システムからワンタッチで Agda 検証を行うことができる機構を開発した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 形式技法、仕様書の形式化、仕様書の整合性検証

〔研究題目〕 高付加価値医工学用ミニブタの創成と効率的生産システムの開発

〔研究代表者〕 岩橋 均 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 岩橋 均、東 哲司、掛井 基徳、
北村 慎一、脇 詩織、小竹 隼嗣、
松本 令奈、宮地 崇之、高橋 淳子
(常勤職員2名、他7名)

〔研究内容〕

ミニブタを医工学関連機器等の評価・開発用プラットフォームとして整備するために、用途に富みかつ国際的優位品質の高付加価値ミニブタを創成し、清浄な状態で効率よく生産するシステムを開発する。これにより、南九州に、医工学評価開発技術を基盤とした医工学関連産業クラスターの形成を目指す。健康工学研究センターでは、ミニ豚の網羅的遺伝子発現解析、ミニ豚試料の殺菌技術の開発を担当した。網羅的遺伝子発現解析では、飼育管理、モデル非臨床試験、別サブ課題で利用したミニブタについて、血液などの組織から、RNAを解析し、生理的状態の評価を行った。飼育管理では、ミニブタ個体間の再現性評価、飼育管理を逸脱した場合の指標遺伝子の特定を行った。モデル非臨床試験では、試験中のストレスの程度の評価を行った。また、高度化ミニブタについても生理的解析結果の蓄積を行った。試料殺菌においては、ガス圧を用いた殺菌システムの導入を検討した。マッシュ飼料を液体化する材料は産業廃棄物に分類される焼酎粕を用いた。殺菌効果の確認はもとより、嗜好性、健康に与える影響を検査し、理論的には、利用可能な殺

菌リキッドフィーディング飼料を開発した。以上の研究により、ミニ豚受託試験に必要な基礎的データを蓄積することができた。また飼料供給については、実験室レベルでの検査を終え滋養段階へとつなぐことができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ミニブタ、医工学、網羅的遺伝子発現解析、炭酸ガス、殺菌

【研究題目】配向性板状チタン酸バリウム粒子を用いた鉛フリー圧電材料の開発

【研究代表者】榎田 洋二（健康工学研究センター）

【研究担当者】榎田 洋二、細川 純嗣
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は、鉛フリー圧電材料を開発することを目的とし、配向性の高い板状チタン酸バリウム粒子を前駆体として用いることを特徴とする。配向性の圧電セラミックスを作製し、現在使用されているPZT（有鉛圧電材料）に匹敵する能力を持つ圧電材料を得ることを目標とした。配向性の高い板状チタン酸バリウム粒子とその原料の層状チタン酸の微細構造を走査電子顕微鏡および透過電子顕微鏡で詳細に調べた結果、板状結晶の大きさおよび厚さがほぼ一致することから、トポタクテックにチタン酸バリウムが生成していることがわかった。また、板状結晶は、約30nmの大きさの無数のBaTiO₃ナノ粒子で構成されており、ほとんどのナノ粒子は同じ結晶方位であることが明らかとなった。この配向性チタン酸バリウム粒子を積層させ、焼結条件を詳細に検討した結果、PZTに匹敵する圧電定数を有する配向性圧電セラミックスの作製に成功している。圧電定数の異なる配向性圧電セラミックスの断面薄膜試料を作製しドメイン等の微細構造を透過電子顕微鏡で調べたところ、圧電定数の高いセラミックスほど高い配向度を示し、粒子界面にはポアが形成されず高密度であった。

開発した配向性圧電セラミックスのキュリー温度は約130℃であるため使用できる温度範囲は限られるが、PZTの代替材料として期待できる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造／ライフサイエンス

【キーワード】圧電体、無鉛、ナノ粒子、配向制御、イオン交換、結晶構造解析

【研究題目】東アジアにおけるバイオディーゼル燃料の基準調和

【研究代表者】後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】後藤 新一、小熊 光晴、葭村 雄二
（常勤職員3名）

【研究内容】

平成19年度に ERIA（東アジア・アセアン経済研究セ

ンター）Energy Project の一つとしてワーキンググループ「Benchmarking of Biodiesel Fuel Standardization in East Asia」を立ち上げ、良質なバイオディーゼル燃料の流通を目指した各国の標準化支援と基準調和活動を行っている。平成21年度も事業のワーキンググループ運営を継続した。平成20年度までの成果や非食用系バイオディーゼル原料の可能性調査、実市場でのバイオディーゼル燃料品質の管理方法などの議論を重ね、「Biodiesel Fuel Trade Handbook (1st Edition)」を作成した。この成果が東アジアサミットエネルギー大臣会合（平成21年7月、マダレーイ）の共同声明文に明記された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】東アジア、アセアン、ERIA、バイオディーゼル燃料、BDF、FAME、脂肪酸メチルエステル、酸価安定性、ハンドブック

【研究題目】花崗岩成因研究に基づく希土類資源評価と希土類元素濃集機構の解明

【研究代表者】村上 浩康（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】村上 浩康（常勤職員1名）

【研究内容】

中国江西省南部地域の花崗岩と花崗岩風化殻、並びに日本の西南日本山陽帯における花崗岩、花崗岩風化殻及び粘土堆積物について、風化帯中の鉱物の分布や形成機構を解明すると共に、試料の鉱物組み合わせと岩石化学組成変化とを関連づけた解析を行い、希土類元素を濃縮する花崗岩風化殻や粘土堆積物を探査する際に有効と考えられる指針を抽出した。平成20年度に、これらの成果について纏めた論文を Resource Geology 誌上に発表した。

【分野名】地質

【キーワード】希土類鉱化作用、花崗岩風化殻、粘土堆積物、イオン吸着型鉱床、カオリン

【研究題目】革新的省エネセラミックス製造技術開発

【研究代表者】北 英紀

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】北 英紀、近藤 直樹、日向 秀樹、長岡 孝明（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

製造システムに用いられるセラミックス部材は、今後各種製造分野における品質と生産性の飛躍的な向上に向けて、大型化だけでなく、より軽量で高い剛性、あるいは難濡れ性や断熱性の向上といった高機能化が求められている。こうした要求に添えていくには形状付与の自由度を高める必要があるが、従来の一体型のセラミックス成形技術では対応が困難であり、その解決を図るため、高機能化された小さな精密ブロックを作製し、立体的に

組み上げ、高効率で接合・一体化して所望とする大型（巨大）・複雑・精密性を鼎立した部材を得ることの出来る革新的なプロセス技術の開発が必要である。本プロジェクトでは、従来ファインセラミックス材料では作製が困難であった複雑形状付与や大型化を容易にし、製造プラントの省エネ化と製品の品質向上に貢献しうる革新的省エネセラミックスの製造技術を開発することを目的とする。そのために、高機能中空小型ユニットを一体化して大型複雑形状の部材を得るための基盤技術として、①ニアネット成形・接合技術の開発、及び②ユニットの高機能化技術の開発を行う。

本年度は、プロジェクトを効率的に進められる為のベース作りとして、①詳細な年間実行計画の策定、調査、基本設計・検討、②可能性を見るための基礎試験、③特殊装置の設計とその導入を重点的に行なった。具体的にはまず、適用を想定している各種部材に関するニーズや並びに材料並びに材料物性を収集し、それらを踏まえて断熱と軽量性を両立させる等の新規な構造に関する基本設計を実施した。研究の具体的な内容としてユニットのニアネットシェイププロセスの検討を実施し、鑄込み成形により、一片が50mm 以上の中空ユニットを作製し、焼結後において、組立て・一体化し、250mm 程度のモデル部材に組上げ、加工レスでほぼ必要な精度が確保されていることを確認した。また、省エネ型接合技術として有望と考えられるアーク溶解により Si と C を接合面で反応させ SiC 同士を接合する技術、Al-B-C 系の固体反応を利用した接合で、中間目標の1.5倍に相当する300MPa の強度を得た。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、製造、環境、省エネ、生産部材

【研究 題目】 一般・産業廃棄物中に含まれる PFOS 関連の安全性評価

【研究代表者】 谷保 佐知（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 谷保 佐知（常勤職員1名）

【研究 内容】

2009年に POPs 条約に追加が決定されたペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）及びその関連物質は、国際的に生産使用が禁止されるため行政・産業界対応が緊急に必要とされている。本研究では、産総研の開発した技術を元に2009年に確立した ISO 国際標準分析法（ISO25101 ”PFOS/PFOA の水試料分析法”）と、同じく2007年に産総研が開発した0.6ng のフッ素の測定が可能な世界最高感度フッ素分析装置（CIC-F, AIST type）を用いて残留分析を行うことで、個別の PFOS 関連物質の高精度測定と、高感度総フッ素測定により、総フッ素・有機フッ素・個々の PFOS 関連物質のそれぞれを測定し、試料に含まれる全フッ素化合物（無機フッ素も含む）の中でどの成分がどの程度の危険性を持つ

か、いわゆるマスバランス解析を行う。本年度は、排水処理場の流入水および流出水について、ISO25101を用いた個々の PFOS 関連物質の測定を行い、基礎的データを蓄積した。次年度は、さらに総フッ素・有機フッ素分析を行い、マスバランス解析を行う。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 残留性有機汚染物質（POPs）、ペルフルオロオクタンスルホン酸、ペルフルオロオクタノ酸

【研究 題目】 微高圧炭酸ガス処理技術を用いた南高梅の梅干加工技術の研究開発

【研究代表者】 岩橋 均（健康工学研究センター）

【研究担当者】 岩橋 均、大淵 薫
（生物機能工学研究部門）
（常勤職員2名）

【研究 内容】

梅干市場の停滞の中で消費者の嗜好が変化し、梅干の減塩化が進み、酵母増殖のリスクが高まっているが、熱殺菌が必ずしも有効で無く、日持ち剤が添加されている。日持ち剤は、独特の香りを出すことから、消費者の指向に影響し、日持ち剤の香りが梅干しの香りと理解されるなどの弊害が多発している。そこで、微高圧炭酸ガス殺菌技術を応用し、南高梅を用いた非加熱で日持ち剤フリーの低塩梅漬を開発し、南高梅のブランド化を一層促進し、市場の停滞を打破することを目的に研究を行った。微高圧炭酸ガスは10気圧を上限と設定した。これは、10気圧以下では、高圧ガス保安法の適用外で、法的な制限を受けることなく、生産、流通過程で微高圧炭酸ガス殺菌技術の使用が可能であるためである。これまでに、500L容微高圧炭酸ガス殺菌容器を作成することができた。本容器は、立方体上の形状をしており、現在の生産段階、梅干し脱塩や調味処理において使用している四角形の網をそのまま封入できる容器に設計している。殺菌条件としては、10気圧炭酸ガス気流下、45度1日程度で、高度な殺菌が可能であることを確認している。また、汚染酵母として既分離の酵母について、10種類程度の酵母の同定を行った。さらに、上記条件において、細菌汚染が認められないことを確認している（産総研分担）。今後は、作成した容器を用いて、梅干し製品を作成し、モニター試験などを通して、殺菌・流通・保存に関する評価を行う予定である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 梅、炭酸ガス、殺菌

【研究 題目】 FY21液化天然ガス／液体酸素ロケット推進薬の爆発威力に関する実験

【研究代表者】 角館 洋三（安全科学研究部門）

【研究担当者】 角館 洋三、飯田 光明、藤原 修三、薄葉 州、若槻 雅男、金 東俊、

中山 良男、緒方 雄二、和田 有司、
椎名 拓海、堀口 貞茲、江渕 輝雄
(常勤職員7名、他5名)

〔研究内容〕

本研究は、ロケット推進薬としての液化天然ガス/液体酸素の爆発威力に関して、シミュレーション解析および大規模検証実験の実施に必要な推進薬特性の取得と実験手法を確立することを目的としている。

そのため、昨年度の百グラムオーダーの液化天然ガス/液体酸素を使用した実験に引き続き、量をキログラムオーダーに増やして、ロケットの転倒あるいは墜落時に起こりうる現象に対応して、以下の要素実験を実施した；①沸騰蒸発挙動の調査、②混合ガスを起爆源とした混合液の爆発可能性の調査、③衝突時の液体飛散状況の調査、④気相爆発における遠方での爆発威力特性の取得評価、⑤液相爆発における遠方での爆発威力特性の取得評価。

①に関しては地表（コンクリート）に液化ガスが漏洩した場合の蒸発過程の定量的な評価を行い、特に漏洩初期の激しい沸騰時のモデルを作成した。④は漏洩した液化ガスにより形成された蒸気雲の爆発を想定したものであり、火炎伝播に関する規模効果が見られ、また爆源近傍での爆風挙動は爆薬の爆発（爆ごう）とは異なっていることが分かったが、遠方での爆風に関しては規模効果がなく従来の TNT の爆風挙動と一致する傾向があることが見いだされた。②では蒸気雲の爆発により、地表に滞留している液化ガスが誘爆する条件があることが判明した。③に関しては、衝突時の燃料の飛散速度、液滴径やその時間変化に関するデータを取得し、①のデータとともにシミュレーション解析手法の確立および精度向上に必要な基礎データとして提供した。⑤に関しては、液化ガスの秒速約30m/sの衝突実験を行い、着火過程に関して新たな知見を得るとともに、爆発の収率に関するデータを得ることができた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ロケット燃料、推進薬、液化天然ガス、液体酸素、飛散、蒸発、拡散、爆発、爆風、爆発威力

〔研究題目〕 平成21年度リフトオフ技術によるフレキシブル CIGS 太陽電池の検討

〔研究代表者〕 石塚 尚吾（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 石塚 尚吾、山田 昭政
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

リフトオフ技術を用いた新たな CIGS 太陽電池のフレキシブル化の検討として、リフトオフ処理を施した基板上に CIGS 太陽電池を形成する技術に関する検討を行う。リフトオフ技術に適した CIGS 太陽電池構造を検討し、デバイスを作製する。

本年度は、ベース基板上に形成した CIGS 太陽電池をリフトオフ技術によって引き剥がすことにより、フレキシブル太陽電池化する技術の検討を行った。

結果、新規リフトオフ層材料を用いることで、当初の目標であったリフトオフ技術によるフレキシブル CIGS 太陽電池の作製の可能性を見出すことができた。実際に、これまで小面積セルでは比較的良好な変換効率を達成している。しかし、デバイス化工程の歩留まりは良いとは言えず、特にバッファ層溶液成長工程における剥離を生じさせないリフトオフ層製膜条件の検討が今後の課題とされる。

今回用いた新規リフトオフ層材料の製膜条件最適化を行い、デバイス化工程の歩留まりを向上させることで、再現性に優れたフレキシブルフィルム CIGS 太陽電池の製造法確立が期待される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 フレキシブル、太陽電池

〔研究題目〕 イオン交換樹脂の火災・爆発安全性に関する比較論的研究 (IV)

〔研究代表者〕 岡田 賢（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 岡田 賢、佐藤 嘉彦、秋吉 美也子、
松永 猛裕（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

先進オリエントサイクルの研究開発が行われており、アクチニドの精密分離技術として3級ピリジン型樹脂を用いたイオン交換法が開発されている。本技術では塩酸、硝酸およびメタノールを溶媒として用いており、酸化剤と還元剤との混触となるため、潜在的な発火・爆発危険性がある。熱的安全性を定量的に把握することが必要不可欠である。(1) 小型ガラス反応容器を用いた溶媒効果の確認試験 (2) DSC を用いたピリジニウム塩と硝酸との反応熱測定 (3) 断熱熱量計 ARC を用いた、硝酸型イオン交換樹脂の温度・圧力測定について実施した。その結果、以下の点が明らかになった。

- ・ TBP/硝酸系においてドデカンを添加することにより温度・圧力が上昇するまでの時間が短くなった。イオン交換樹脂/硝酸系においてメタノールを添加しない場合、硝酸の見かけの濃度が上がり、樹脂と硝酸の反応性が上がり温度上昇が特に顕著であった。

- ・ 塩化ピリジニウム単体では、室温から500℃まで熱的に安定であった。8 N 硝酸の混合物は、約180℃にピークをもつ約1 kJ g⁻¹の発熱を示し、硝酸型樹脂-8 N 硝酸混合物の発熱挙動と比較的似かよっており、ピリジニウム基が硝酸との反応に何らかの寄与をしている。

- ・ 断熱、密閉条件下で、硝酸型樹脂は109℃から反応暴走を起こす可能性がある。また、その温度から反応暴走（最大発熱速度）に至る時間は約5時間である。熱損失を考慮すると、97℃付近から反応暴走を引き起こす可能性がある。

硝酸型 IER/メタノール/硝酸の混合物は、断熱状況下では潜在的な発火危険性があるため実際の運転では温度、酸濃度、メタノール含有量に注意を払う必要がある。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 原子力安全、新再処理システム、工学的評価、熱的安全性

【研究 題目】 「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」 海域活構造の地形・地質調査

【研究代表者】 岡村 行信

(活断層・地震研究センター)

【研究担当者】 池原 研 (地質情報研究部門)、
岡村 行信 (常勤職員2名)

【研究 内容】

粟島南方沖陸棚上から3本の長さ4.5~6m のピストンコア試料を採取し、試料中に含まれる貝殻片による年代測定を実施した。得られた試料はすべて完新世の堆積物で、均質な泥層からなる上部層と生物擾乱の著しい砂質シルト層からなる下部層に区分できる。年代測定結果は3本のコアとも、上部層/下部層の境界がおよそ1万年前であることを示した。昨年度得た音波探査断面上に認められる顕著な不整合面は厚さ15-20m の地層に覆われているが、その上部が約1万年間の堆積物であることが明らかになったことから、不整合の年代は約18,000年前の最終氷期極大期に対比できると考えた。活断層は不整合面に約10m の変位量を与えていることから、活断層の垂直変位速度は千年で0.5-0.6m と推定した。

【分 野 名】 地質

【キーワード】 ひずみ集中帯、新潟地震、粟島、高分解能音波探査、ピストンコア

【研究 題目】 平成21年度ナノ界面制御技術を用いた大容量電気二重層キャパシタの開発委託業務

【研究代表者】 本間 格 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 本間 格、松田 弘文、大久保 将史、
Rangappa Dinesh、Sathish Marappan、
平林 正之 (常勤職員3名、他3名)

【研究 内容】

ナノ界面制御技術を用いて擬似容量付与した大容量型カーボン電極と耐電圧型固体電解質の2つの技術を融合することにより、革新的な高エネルギー密度ナノ界面を構築し、従来材料では達成出来なかった大容量電気二重層キャパシタの研究開発を行った。

①耐電圧型固体電解質の開発：耐電圧特性に優れ、且つ液体と同程度のイオン伝導性を有する新規固体電解質を目的とした新材料設計と合成プロセスの開発を行った。3次元連結的な無機固体ネットワーク中にイオン液体を閉じ込めることにより、液体と同様なイオン伝導機構を

有する固体電解質材料の合成と伝導特性評価を行った。

②擬似容量付与した大容量型カーボン電極の開発：グラフェンは柔軟な2次元炭素六員環ネットワークを有し高い電子伝導性、高比表面積と電気化学活性を有しているため大容量キャパシタに適した新規ナノカーボン材料といえる。本年度の研究開発ではグラフェンの量産化技術の開発、単原子層シート構造の解析、電気特性、電気化学特性の評価を行った。また、それらのキャパシタ特性を評価した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 大容量キャパシタ、電気二重層、固体電解質、グラフェン、イオン液体

【研究 題目】 ダイナミックネットワーク技術の研究開発 課題Ⅱ 大規模資源の管理・制御に関する研究

【研究代表者】 田中 良夫 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 田中 良夫、小島 功、工藤 知宏、
児玉 祐悦、中田 秀基、竹房 あつ子、
高野 了成 (常勤職員7名)

【研究 内容】

高品位映像サービスや大規模科学技術計算など、ネットワーク、計算機、ストレージなど複数の資源を動的に組み合わせることを期待する分散アプリケーションは多岐にわたるが、そのための技術が確立されておらず、実用には至っていない。本研究では、大量のネットワーク資源、ストレージ資源ならびに計算機資源を、管理組織の境界を超えて仮想化して提供する、スケーラブルな仮想インフラストラクチャー構築技術の研究開発を行う。具体的には、①複数の組織から提供される多数の資源の情報を管理する高機能分散資源レジストリ、②複数の管理組織にまたがって資源のモニタリングを行う分散モニタリングシステム、③複数の組織により提供される資源を束ねて仮想インフラストラクチャーとして提供し、資源の負荷状況に応じてその構成を動的に変更可能にする資源管理システム、の3つの要素技術の研究開発を行う。

高機能分散資源レジストリについては、すでに行った設計に基づき実装を行い、基本的な実装を完了した。実装と並行して性能の評価等を行い、基本的な機能では実用的な性能が得られていることを確認し、KDDI 研究所と共同で基本接続試験を行い、資源記述のデータ転送に成功した。分散モニタリングシステムについては、昨年度行った設計に基づき、詳細設計とプロトタイプの開発を行った。インターオペラビリティのための標準的な資源監視情報表現と技術を採用し、③資源管理システムと連携して、資源情報収集、予約資源の監視機能および適切な認可に基づく情報提供機能を実現した。資源管理システムについては、昨年度行った設計に基づき、詳細設計とプロトタイプ開発を行った。モジュール間インタフ

ェースと授受データに標準技術を採用し、①高機能分散資源レジストリからの各資源サービス (RS) の静的情報取得機能、ユーザの要求に応じて複数 RS と連携して仮想インフラストラクチャーを構成するための資源確保機能、仮想インフラストラクチャーの再構成機能を実現した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド、ダイナミックネットワーク、仮想インフラストラクチャー

【研究題目】 新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発 課題イ ネットワーク広域制御を利用するアプリケーションのためのフレームワーク技術

【研究代表者】 中田 秀基 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 中田 秀基、工藤 知宏、竹房 あつ子、高野 了成 (常勤職員4名)

【研究内容】

ネットワークの高速化が進み、複数の拠点に分散した計算資源を連携させた利用が将来一般的になると期待されている。しかしアプリケーションによっては拠点間のネットワーク帯域の確保が必要な場合がある。オンデマンドに確保したネットワーク上でアプリケーションを動かすための環境の構築を目指す。本研究は KDDI 研究所と共同で受託しており、KDDI 研究所が高度なネットワーク予約機構の開発を行い、産総研がアプリケーション実行環境の構築を行っている。

アプリケーション実行環境は、ごく普通のクラスタ環境で実行することを前提とした広域分散ユーザアプリケーションを、計算機と光パスネットワークを同時に事前予約・確保する広域分散環境で、プログラムを変更することなく実行可能とする。

本プロジェクトは平成20年度から22年度までの3年計画である。平成20年度に設計を行い、平成21年度に実装を行った。平成22年度には実証実験を予定している。本フレームワークは、ネットワーク、計算資源を予約ベースで動的に確保し、その上でアプリケーションを実行する。アプリケーションの実行に先立ち、各ノード上で起動するアプリケーションプロセスの実行環境を、あらかじめ整備する。このために、計算機上でユーザプロセスを直接起動せず、パイロットジョブと呼ぶ、環境設定と、アプリケーション本体の実行を司るジョブを起動する。パイロットジョブは、仮想 OS やユニファイドファイルシステムを利用して、実行環境を整え、その中でユーザアプリケーションのプロセスを起動する。また、実行時に動的に定まるネットワークアドレスなどの情報やノード間通信に必要な暗号キーの交換なども、パイロットジョブが請け負う。

平成21年度は、パイロットジョブを実行するノードマネージャの設計とプロトタイプ実装を行った。このプロ

トタイプでは、スタックブルファイルシステムを用いて、個々のノードでユーザが持つファイル環境上に、アプリケーション実行用の新たな環境を構築した。また、動的に確保した環境上で、静的な環境用のアプリケーションを変更することなく実行できることを確認した。平成22年度は、われわれが別途開発したネットワークと計算機を同時に確保するシステムに本システムを統合し、実証実験を行う予定である。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド、スケジューリング、事前予約、光パスネットワーク

【研究題目】 非ガウス型量子情報処理の実現に向けた、超低雑音・高感度光子数識別器とその量子効率評価方法の研究開発

【研究代表者】 福田 大治 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 福田 大治、藤井 剛、沼田 孝之、雨宮 邦招 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本委託研究では、情報通信研究機構 (NICT) で目指す新しい量子情報通信処理の実現に向け、高量子効率、低雑音 (高分解能) で動作する光子数識別器の開発を行った。波長 850nm 帯で最大の吸収を持つように超伝導体を無反射層と高反射率ミラー内に埋め込んだ光共鳴キャビティを設計し、99%以上の光吸収率を持つキャビティを実現させた。また、超伝導光子数識別器の読み出しアンプとして、超伝導量子干渉素子による低雑音の電圧変換アンプを開発した。これらを組み合わせて 200mK 以下の極低温で動作確認実験を行ったところ、0.39eV (FWHM) の高い光子数分解能を達成した。また、国家標準とトレーサブルとなる量子効率測定装置を開発し、本素子の量子効率を評価したところ、波長 844nm にて 98%±1%を達成した。この量子効率は、他のどんな光検出器でも達成できていない世界最高の分解能である。この結果を踏まえて、NICT で開発を行っている新しい情報処理通信システムの一つである量子最適受信に本技術を組み込み、通信システムの性能を実証する実験を行った。

今後は、TES の速度や光子数識別能力に関する更なる改良や暗計数率特性の評価等に取り組むと共に、新しい量子情報処理の実現に向け、より実践的な光子検出技術の開発について実施していく予定である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 超伝導材料、超精密計測、量子効率、超高速、低温検出器

【研究題目】 プロサポシンによるファブリー病に対する酵素増強薬の開発

【研究代表者】 千葉 靖典 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】 千葉 靖典、渡邊 徹

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕 遺伝性難病である幾つかのリソソーム病に対して、疾患責任酵素を遺伝子工学で産生し、その組み換え酵素を血管内に投与する酵素補充療法が導入された。しかし、酵素製剤の血中での不安定性、ターゲット臓器への取り込みの低さ、繰り返し投与によるアレルギー性有害副反応の発生や治療効果の減弱などが大きな問題となっている。

本プロジェクトでは、明治薬科大学の櫻庭均教授を代表研究者とし、分子設計により、従来の治療薬酵素よりも安定で、細胞内取り込みに優れ、アレルギー反応を起し難い新規リソソーム病治療用酵素を開発する目的で研究を行なっている。

研究担当者らは分担部分である「プロサポシンによるファブリー病に対する酵素増強薬の開発」において、リソソーム病の中で最も発生頻度が高いファブリー病に対して、その疾患責任酵素である α -ガラクトシダーゼ (GLA) の活性化因子であるプロサポシンを CHO 細胞において大量発現し、精製法を確立することを目的としている。今年度はプロサポシンを発現させるため、その遺伝子を pEE14.4ベクターに組み込んだ。現在、これを CHO 細胞に導入中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ファブリー病、プロサポシン、酵素補充療法

〔研究題目〕 二酸化炭素データの標準化法

〔研究代表者〕 鶴島 修夫 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 鶴島 修夫、原田 晃 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

二酸化炭素測定パイを用いた測定データの評価を行なうために、これまでの観測データを吟味し、データベース作成作業を行った。具体的には、表面二酸化炭素データに関しては太平洋全域を対象として、最新の観測データを探り入れた。その上で、太平洋全域で1度×1度グリッドでの統計解析を実施した。平均値・標準偏差・データ個数を求め、年間・月別・季節別のそれぞれについてマッピングし、温度・塩分などの相関関係を調査し、作図・データ集にまとめた。これらの統計解析結果をHP上で公開できる形式に整備した。また、海洋の二酸化炭素に関わる成分の標準物質の作成・管理・配布手法について、検討を行った。高濃度の参照物質について、125ml バイアルビンによる検討を行い、1年半の間で0.1%以上の変動が無いことを確かめた。これに加え、参照物質の値を決めるための塩酸の標定方法について、検討した。フタル酸水素カリウムを用いて0.03%以下の精度・正確さで標定を行うための滴定条件を精査し、標定方法として確立した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 海洋、二酸化炭素、標準化、データベース

ス

〔研究題目〕 津波波源モデルの精度向上に関する研究

〔研究代表者〕 岡村 行信

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 行谷 佑一、佐竹 健治 (東京大学)、

上野 俊洋 (東京大学)

谷岡 勇市郎 (北海道大学)

Aditya R. Gusman (北海道大学)、

伊尾木 圭衣 (北海道大学) (他6名)

〔研究内容〕

前年度検討を行った津波波形インバージョン手法などを用いて、2007年能登半島地震や2003年十勝沖地震などによる隆起・沈降量分布や断層すべり量分布を推定した。2007年能登半島地震については、南東傾斜の断層面を仮定したところ、最大で2.9mのすべり量が推定された。その位置については、強震動波形から推定された最大すべり量の位置とほぼ重なった。2003年十勝沖地震については、津波波形から断層すべり量分布を推定し、強震動波形による断層すべり量分布と比較したところ、そのパターンは比較的良く一致していた。しかしながら、強震動波形から推定された最大すべり量は5.9mであるのに対し、津波波形から推定された最大すべり量は4.8mと若干小さく、その位置は40kmほど陸域方向に位置していることがわかった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 新潟県中越沖地震、津波シミュレーション、津波観測、地殻変動

〔研究題目〕 平成21~22年度原子力安全基盤調査研究 (その1) (震源断層評価に係る地質構造調査の高度化に関する研究)

〔研究代表者〕 光畑 裕司 (地圏資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 光畑 裕司、内田 利弘、横田 俊之、

神宮司 元治、山口 和雄、大熊 茂雄

(常勤職員6名、他1名)

〔研究内容〕

埼玉県榑挽断層近傍の2箇所の対象エリアで、主に電気・電磁探査法による適用実験を実施した。対象エリア1では探査深度に関して極浅部から深部、探査エリアについて、局所域から中域の探査を実施した。さらに対象エリア2では極浅部の探査を中域レベルの範囲で実施した。これらの探査は比較的浅部の断層構造をより詳細に、そして複眼的に把握するには有効であるが、より深部 (深度2km以上の大深部) の断層構造把握には、MT法による探査が欠かせない。

榑挽断層と深谷断層、平井断層の関係、そして先新第三系基盤の構造を把握するには、探査深度5km程度までを目標に、測線長12km程度のMT法探査が必要である。しかし、今年度の試験的なMT法データの取得で

は、直流電化鉄道等の人工的な電磁ノイズの影響のため、5日間の夜間測定とリモートリファレンス処理にもかかわらず、良質なデータ取得は困難であった。将来的には、今回の対象エリアのような都市近郊の田園地域においても、MT法探査が可能となるようなノイズ軽減のデータ処理法の開発が急務である。特に、直流電化鉄道のようにノイズ源が特定できるものについては、そのノイズをモニター計測し、データ処理時に利用するデータ処理法の開発により問題が解決される可能性がある。

極浅部の電気探査に関して、対象エリア2で実施した比抵抗法2次元探査の結果は、トレンチ調査や群列ボーリング調査で明らかとなった礫層の分布を、良く捉えていた。ただし、過去の群列ボーリングで確認された、逆断層の乗り上げの直接的証拠と考えられた礫層の層厚急増部分（層厚9m）は把握できなかった。この原因としては、局所的な礫層分布の異常であった可能性、2次元探査では検知が困難であった可能性などが考えられる。比抵抗3次元探査は、市販の測定システムや解析ソフトウェアもあり、実施は可能であると考えられる。しかし実際の対象エリア2の現場では、近傍に舗装道路や人家が存在し、3次元探査適用のための面的な電極配置が困難であり、現場適用面でのこのような問題を解決しなければならない。

【分野名】地質

【キーワード】震源断層評価、電気探査、電磁探査、比抵抗2次元探査、3次元探査

【研究題目】変動地形に基づく伏在断層評価手法の高度化

【研究代表者】吾妻 崇

（活断層・地震研究センター）

【研究担当者】岡村 行信、宮下 由香里、吾妻 崇、丸山 正、林 舟、木村 治夫
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究は、原子力施設の耐震安全性評価に資するため、地質調査により活断層評価をする手法の高度化にかかる検討のうち、地表に明瞭な痕跡を残さない断層（伏在断層）の評価方法を検討することを目的に、（独）原子力安全基盤機構から2010年7月までの契約で研究を請け負うものである。伏在断層から発生する地震の検討として、横ずれ断層については、1) 尾根や谷の横ずれ屈曲の明瞭度を定量化する手法を検討するため、7断層（根尾谷、跡津川、丹那、駄口、高山、鹿野、猪ノ鼻）を対象として、平均変位速度と累積変位量および周辺の地形の侵食速度との関係について詳細地形情報（LiDARDEM）を利用した解析を行なった。また、2) 連続する断層上で活断層が非活動的に変化する場所での航空レーザー測量による検出限界を検討するため、丹那断層の北端部において航空レーザー測量を実施し、詳細な地形情報を入

手した。さらに、3) 断層破砕物質を用いた活断層の活動性評価手法の検討として、岩国断層帯を対象として断層破砕物質の化学的特性と断層の活動性を比較するため、断層破砕物質試料の採取と古地震トレンチ調査を実施した。また、伏在逆断層については、4) 活動に伴う地表近傍の変形構造の認定手法を検討するため、2008年岩手・宮城内陸地震の地表地震断層においてトレンチ調査等を実施したほか、5) 断層関連褶曲の考え方を適用した震源断層形状を想定する手法の検討として、1993年北海道南西沖地震の震源域を対象に3次元バランス法を用いた検討を行なった。

【分野名】地質

【キーワード】伏在断層、評価手法、航空レーザー測量、トレンチ調査、断層破砕物質、断層関連褶曲、3次元バランス断面法

【研究題目】平成21-22年度地下水流動解析モデルの総合的検証手法の検討（「幌延変動観測調査」）

【研究代表者】渡部 芳夫（地質調査情報センター）

【研究担当者】渡部 芳夫、関 陽児、塚本 斉、杉原 光彦、富島 康夫、風早 康平、高橋 正明、森川 徳敏、佐藤 努、金井 豊、上岡 晃、佐藤 功、内藤 一樹、鈴木 庸平
（常勤職員14名、他1名）

【研究内容】

日本原子力研究開発機構（JAEA）幌延深地層研究センターおよびその周辺地域において、既に規制支援研究で実施した広域地下水流動解析結果を新たに取得する実データを使って検証し、地下水流動の評価にかかわる技術的課題をとりまとめ、規制支援に必要な技術基盤を整備することを目標として実施している。

この目標への到達を目指して、水文地質構造モデルの高度化のための解析手法の整備と、広域地下水流動概念モデルの構築のため地下水水質形成機構解明のための研究を行う。そのための具体的な調査研究として、以下の7項目を平成21-22年度の2か年にわたり実施中である。

1) 観測孔を利用した地下水の間隙水圧分布の連続モニタリングと原位置地下水の採取、2) 絶対重力計を併用したハイブリッド重力測定による立坑掘削に伴う浅層地下水状態変化の把握、3) 人工衛星搭載合成開口レーダーを用いた高精度の地表面形状計測による立坑掘削に伴う地表面変形の実態把握、4) 水理-力学連成による観測結果の解析と水文地質構造モデルの高度化手法の提示、5) 原位置地下水試料と周辺地下水試料の化学・同位体分析による地下水の起源と年代の検討、6) 原位置地下水試料を用いた地下水の生物化学的特性の検討、7) 地下水流動概念モデルのとりまとめと地下水流動解析結果との比較検討。

平成21年度は、上記7項目につき以下の内容を実施した。1) 観測井 (SAB-1) における地下水の間隙水圧鉛直分布の連続モニタリングの開始および同観測井の3深度からの高品質な原位置地下水試料の採取、2) 幌延センター周辺における1 μ gal 精度の精密重力測定の実施および平成20年度測定結果との比較による1年間の重力変化の空間分布の把握、3) 平成20年度に引き続くRadeSAT2データの取得と2年間のデータ解析に基づく幌延センター近傍における mm オーダーの地表面変位の捕捉ならびに PALSAR データの継続的取得と広域の地表面変位解析、4) SAB-1における軸対象モデルを用いた立坑掘削に伴う水理-力学連成解析の実施と人工衛星データ解析結果との比較、5) SAB-1 から採取した原位置地下水と周辺地表水の化学・同位体分析結果に基づく幌延地域の地下水の起源水の推定ならびにヨウ素同位体とヘリウム同位体に基づく地下水年代の試算、6) 全菌数、微生物代謝活性、DNA を用いた微生物群集構造解析、地下水中の微生物代謝関連基質濃度分析などに基づく幌延地域の地下水の生物化学的な基本特性の把握、7) 地下水流動概念モデルの基本的な検討による4つの端成分の識別。

[分野名] 地質

[キーワード] 地層処分の安全評価、地下水流動モデル

[研究題目] 新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発 課題A ネットワークユーザを支援する計測技術～ネットワーク『見える化』の実現に向けて～

[研究代表者] 小林 克志 (情報技術研究部門)

[研究担当者] 小林 克志 (常勤職員1名)

[研究内容]

効率的なインターネットアプリケーションの実現には、通信経路の状況 (回線容量、誤り率、位置情報など) の把握と、それに応じたアプリケーション端末側の最適な対応が不可欠である。一方、インターネットでは通信経路の状況を端末側に提供する枠組みは存在せず、端末は通信経路の状態を推定、これに基づいて自身の振る舞いを決定してきた。回線の広帯域化と無線の普及によるネットワーク基盤の多様化は、通信経路の状態の推定を一層困難としている。コンテンツ配信ではトラフィックの地理的な局所化による効率化が見込まれる一方で、通信経路の位置情報取得の困難さがこれを阻んでいる。

これらの問題を解決するため、本研究では、通信経路の状況を端末側に提供する枠組み『ネットワークの見える化』の実現に必要な技術開発をおこなう。

本研究の『見える化』は、送受信をおこなう端末および、通信経路上のルータの協業によって実現される。一方の端末は情報要求を送信データに重畳して送信、ルータは要求に基づいて自身の状況を通過データに上書き、もう一方の端末がこのデータを受信し、経路上の情報を

得る。

本研究では、『見える化』にあたって必要な上述した基盤技術の実装に加えて、アプリケーションが内部情報を活用するための機構、サービス提供者、利用者の意向に沿った『見える化』の枠組みの技術開発をおこなう。本研究は早稲田大学と共同で実施しており、産総研は『見える化』方式およびアプリケーションインターフェース (API) を、早稲田大学は『見える化』アプリケーションを分担している。

本研究は20年度から22年度までの3年間でおこなっており、2年目にあたる21年度は、20年度に実装した『見える化』基盤機能をアプリケーションが活用するためのインターフェースおよび概念デモ向けプロトタイプを実装した。さらに、国内広域テストベッドを構築し、『見える化』の実証実験をおこなった。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] インターネット計測、クロスレイヤ

[研究題目] 平成21年度海底熱水鉱床採鉱技術開発等調査 (製錬技術分野) に係る選鉱技術の検討

[研究代表者] 大木 達也 (環境管理技術研究部門)

[研究担当者] 西須 佳宏、羽澄 妙子、高橋 綾子 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

海底熱水鉱床の起源は海底の火山活動にあり、重金属元素に富む熱水が海底から噴出すると、重金属が沈殿して鉱床が生成される。産地によって異なるが、鉄または亜鉛の硫化物を主体とし、ついで鉛や銅の硫化物の含有率が高く、金や銀などの貴金属元素も含む。海底熱水鉱床の鉱石を採鉱する際、熱水鉱石のみを選択的に採鉱するのは非常に困難であり、海底基盤岩の混入が避けられない。基盤岩の混入によって引き起こされる問題としては、揚鉱地点から製錬所までの運搬コストの増大、有用金属成分の低品位化、製錬工程における技術的問題などがあげられる。また、熱水鉱石は複数の微細な有用鉱物や脈石鉱物からなる複雑硫化鉱であるため、基盤岩との分離後に、熱水鉱石を微粉碎し、鉱物ごとに選別する必要がある。

本研究では、我が国の排他的経済水域内で採掘された海底熱水鉱床鉱石について、主要鉱物のドメインサイズを分析、その単体分離性を推定して、選鉱学的特性を評価するとともに、粉碎試験を実施、選鉱による有害物除去の可能性についても検討した。また、比重選別、浮選を駆使して、海底熱水鉱床鉱石から銅、鉛、亜鉛などの精鉱を回収し、選鉱による有価鉱物濃縮特性と選鉱フローの検討を行うと共に、一部ベンチスケール試験にも着手した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 海底資源、複雑硫化鉱、枯渇性資源、単

体分離、浮選、比重選別

【研究題目】 日本周辺海域における砂層充填型メタン
 ハイドレート濃集帯以外のメタンハ
 ドレート賦存層に関する予備検討

【研究代表者】 棚橋 学 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 棚橋 学、坂田 将、内田 利弘、
 松林 修、中嶋 健、森田 澄人、
 後藤 秀作、竹内 美緒、
 吉岡 秀佳、池原 研、松本 良
 (東京大学) (常勤職員10名、他1名)

【研究内容】

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構が実施するメタンハイドレート開発促進事業の一環にて実施している、日本周辺海域におけるメタンハイドレート賦存状況の把握作業において、日本周辺海域における砂層充填型メタンハイドレート濃集帯以外のメタンハイドレート賦存層に関する既存の知見のレビューと総括を行い、同時にメタンハイドレート研究開発に資する今後の計画案を提示することを目的として以下の検討を行った。

(1) 日本周辺海域における砂層充填型メタンハイドレート濃集帯以外のメタンハイドレート賦存層に関する既存の知見のレビューを文献調査、地質地球物理データコンパイルおよび地質地球化学試料追加分析により実施した。文献調査においては、日本周辺海域における砂層充填型メタンハイドレート濃集帯以外のメタンハイドレートの地質学的存在状況の特徴について整理した。地質地球物理データコンパイルにおいては、長年調査が行われてきた上越沖海域について、今後の研究計画立案、調査研究のため地域地質を総括し、GISを用いて既存の地質情報地球物理情報を整理した。地質地球化学試料の追加分析では、上越沖海域等でこれまでの地質調査成果のまとめと地質試料の追加分析を行い、ガスチムニー調査、速度異常の解明、ハイドレート層の貫入、ポックマークの深部構造解明、奥尻海域における試料採取という課題を整理し、長尺ピストンコアリングによる海底浅層の数十mまでの深部試料採取を提案した。

(2) 砂層充填型メタンハイドレート濃集帯以外のメタンハイドレート賦存層に関する今後の調査研究を進めるための考え方のまとめとして、地質学的調査方法の検討および地球物理学的調査方法の検討を行った。地質学的調査手法として数十mのコア採取が可能な調査法について検討し、長尺ピストンコアリングシステムのコアリングによる調査の有効性及び使用可能性について調査した。フランス極地研究所(IPV)が運航する海洋調査船Marion Dufresne号のCalypsoシステムを使用することで、上越沖海域での課題となっている海底浅層部に存在するメタンハイドレートの存在状況の解明、ポックマークの構造解明等が可能な地質試料を得られることが判明した。さらに、地震探査、電磁気探査、熱流量探査、

微生物研究について、フラクチャ充填型メタンハイドレートに関する研究を中心として現状と課題を整理した。

(3) 砂層充填型メタンハイドレート濃集帯以外のメタンハイドレートの調査研究に関し、短期的及び中長期的な調査計画案の作成を行った。短期的には、上越沖海域等において、長尺ピストンコアリングによる体系的なコアリング調査の実施を提案した。中長期的には、地質試料採取として、海底200m程度のBSR深度までの試料採取・物理検層によるメタンハイドレートの地質特性把握のための浅層掘削調査が必要であることを示した。また、地球物理学的調査方法としてフラクチャ充填型メタンハイドレート探査には海底浅所における三次元的な形状、物性の把握が重要であることを示し、超高分解能三次元的地震探査及び海洋電気・電磁気探査の適用を提案した。

【分野名】 地質

【キーワード】 メタンハイドレート、フラクチャ充填型、
 海底表層型、長尺ピストンコアリング、
 海洋電気電磁気探査法

【研究題目】 NTC 設置カメラによる映像自動分析と
 可視フィードバックを可能にするシステ
 ムの検討

【研究代表者】 大津 展之 (フェロー)

【研究担当者】 大津 展之、小林 匠、吉川 文人、
 渡辺 顕司 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

スポーツにおける競技力の客観的な評価に資するデータを指導者や競技者の望むタイミングで提供することが求められるトレーニング支援では、より精緻なデータ収集とその処理の効率化、オペレータの負担の軽減が重要な課題である。それは、国内における各種スポーツ競技の強化拠点となっているナショナルトレーニングセンター(NTC)でも同様であり、コンピュータによる映像からの自動動作分析技術の貢献が期待されている。

本研究は、NTCを管理する国立スポーツ科学センターからの受託研究であり、本年度における目標は、競技力の客観評価や映像閲覧の効率化のための要素技術の研究・開発し、いくつかの応用事例についてその適用可能性を示すことである。

本年度の研究計画は、NTCからバドミントン競技やテニス競技の映像の提供を受け、選手やボールの位置データを自動的に取得する手法や、ラリー区間やショット時点で自動的にインデックスを付与する手法を開発し、その適用可能性を検討することであり、十分にその目標を達成することができた。さらに、テニス競技施設に設置された三台のカメラを用いたプレーエリア全体映像の生成を含め、映像分析によって得られたインデックスを用いたデータ編集や可視化、所望の映像へのアクセスを効率化するためのGUIの検討を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 スポーツトレーニング支援、動作映像分析、可視化支援システム

〔研究題目〕 バイオマス地域循環利用システムの影響評価手法の開発（地域モデルにおける物質循環を検討する手法の開発）

〔研究代表者〕 玄地 裕（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 玄地 裕、田原 聖隆、本下 昌晴、菱沼 竜男（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

再生可能な有機性資源であるバイオマスの有効利用システムを構築していくことは、持続的な社会システムを目指すうえで重要である。また、システム構築を進めるのと同時に、そのシステムの環境側面を評価することも重要になる。これは、構築するシステムが環境負荷を低減するかどうかを確認し、今後どの部分を改善すべきかを判断する必要があるからである。本研究では、各地域におけるバイオマス利用事例を統一的に評価できる環境影響評価手法の開発に資するために、バイオマス利用システム評価の枠組みや調査項目の整理を行った。バイオマスの循環的な利用における主要資材のマテリアルフロー、環境負荷排出量および環境影響量を定量的に把握するために、各地域実証モデルにおけるバイオマス利用システムのプロセスフロー案を作成した。プロセスフロー案では、各バイオマス利用システムの代替資材の製造プロセスを明示した。また、これらの作業は LCA の手続きを基に行った。これにより、構築するシステムの評価における比較対象の把握が容易になると考える。また、バイオマス利用によって生産されたバイオマス変換資材と代替資材とを比較する場合の比較基準を整理した。本研究の成果で、各地域実証モデルの環境側面を評価する際に、データ収集を必要とするプロセスの整理や比較対象とするシステムの把握に活用できると期待される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、地域循環、環境影響評価

〔研究題目〕 食品の安全性評価用ナノチップの作製と P450 活性測定

〔研究代表者〕 森垣 憲一（H21.9まで）

達 吉郎（H21.10以降）
（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 森垣 憲一、達 吉郎、田和 圭子、常 鋼、森 里織

（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

食品中に残留している極微量の農薬、環境負荷化学物質および潜在的危険化学物質とヒト P450 酵素との直接的な相互作用を超高感度に検出・評価することにより、現在までその毒性が明らかになっていない潜在的危険化学物質を含めた新たな食品の安全性評価用超高感度ナノ

センサーを試作することが本研究の目標である。ナノチップ作製技術の開発としては、酸素センサー層と固定化 P450 を基板表面で積層化する技術を開発した。P450 を固定化するマトリックスとしてアガロースゲルを用いることで、P450 を基板表面に安定に固定化することが可能になった。今後、多分子種の P450 酵素活性を同時計測するため、微細加工技術により微小ウェルと微小流路が組み合わさった基板構造を形成し、インクジェット式超微量スポッター装置を用いて酸素センサーをウェル内に位置選択的に塗布することに成功した。ナノ計測手法としては、酸素センサー／固定化 P450 積層構造を用いて、P450 による酵素反応を酸素センサーの蛍光増加として観測することに成功した。モデル基質としてクロロトルロン（農薬）や食品中に含まれ潜在的危険が疑われる成分を複数種選択して、CYP1A1、CYP2C8、CYP2E1、CYP3A4 に対する代謝活性を計測した。化合物によって特有の代謝パターンが得られることが観察された。また、ケージド補酵素を用いて P450 の酵素反応開始を光制御し、酵素反応の初期速度を正確に評価する技術の開発に成功した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 酵素、チトクロム P450、センサー、人工生体膜

〔研究題目〕 切断識別モジュールの開発

〔研究代表者〕 谷川 民生（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 谷川 民生、大場 光太郎
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、クローニング作業に係る卵細胞切断作業の自動化を目指した切断モジュールの開発を目標としている。直径約100ミクロンの牛の未受精卵を対象とし、細胞核の除去を目的として、細胞を自動的に切断する。また、本作業は微小流路系内部といった閉鎖系で行うこととし、解放系での作業のようにマイクロマニピュレータといった外部の機器は利用しないシステムを目指している。クローニング作業には切断、分離、カップリング、融合作業に大きく分けられ、それぞれがモジュール化される。この中の切断モジュールについては、卵細胞の単なる切断のみだけではなく、切断部の大きさ等の制御性を向上すると共に、他のクローニング作業に必要とされる作業モジュール組み合わせ、デスクトップバイオプラントとして自動クローニングシステムの構築を目指す。なお、スループットについては、50個/h 以上の速度で切断することを目標とする。

本年度はプロジェクトの最終年度であるため、産業技術総合研究所の切断モジュールをはじめとした各機関のモジュール（分離モジュール、カップリングモジュール、融合モジュール）を統合化し、一つのガラス基板上に全てのモジュールをつなげた統合システムを構築した。こ

れを利用し、投入からカップリングまでの一連の操作がワンチップ上で行われ、各工程が稼働することを実証した。また、供給から融合までの一貫自動化については未検証であるが、投入操作から融合操作までの各工程の自動化が確認され、各工程については自動化、処理時間、成功率を評価することができた。この結果からトータルの処理時間は100[秒/個]と推定され、概ね目標値をクリアする値が示された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

【キーワード】クローニング、切断、卵細胞、微小流路、流れ制御

【研究題目】消化管免疫細胞の活性化と機能成熟機構の解明

【研究代表者】辻 典子

(年齢軸生命工学研究センター)

【研究担当者】辻 典子、閻 会敏、山崎 元美、鈴木たえ子(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

多糖類は C-タイプレクチンなどの自然免疫シグナル受容体を介して免疫細胞を活性化し、生体防御能および免疫恒常性の維持に寄与していることが示唆されている。パイエル板では、多糖類を認識する C-タイプレクチンのうち dectin-1の発現が高く、そのリガンドである β -グルカンを経口摂取することにより、樹状細胞上 dectin-1の活性化を介して IL-10および IFN- γ を産生する炎症性細胞が効率よく誘導されることが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

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

【研究題目】高度食味プロファイリングにおける脳内感覚処理の研究

【研究代表者】小早川 達(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】小早川 達、戸田 英樹、後藤 なおみ(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究では、官能評価における重要な認知過程のひとつと考えられる「内省強度の評定」に焦点をあて、脳磁場計測法を用いて味覚刺激に対する内省強度の評定に関わる脳活動の潜時と部位について検討した。

本年度は、まず、昨年度の研究成果として報告された味覚刺激に対する内省強度の評定に関わる2回の潜時における脳の活動部位の同定を行った。その結果、味覚刺激提示後0.4秒の潜時では前部帯状回と海馬が同時に活動し、0.8秒の潜時では第一次味覚野と中前頭回に活動が見られることが分かった。

続いて、官能評価パネルにおける内省強度の評定が日

間変動を含め、味覚刺激の物理濃度に依存するかについて検討した。パネルを用いた官能評価では、通常、評定を行う前に提示する味覚刺激に合わせて内省強度のスケールを作成するが、本研究ではスケール作成のプロセスを意図的に省略した条件下で官能評価パネル群と未訓練群の比較を行った。実験協力者に3段階の濃度(100mM、300mM、1M)の食塩水を提示し、脳磁場計測を行うと共に、一試行ごとに感じた味覚刺激の内省強度を評定するよう求めた。その結果、内省強度の評定の細かさは、未訓練群に比べ官能評価パネル群が高かったが、物理濃度に対する精度、バラツキなどは両群で差があるとは言えなかった。

以上の結果から、味覚刺激に対する内省強度の評定における脳内認知処理メカニズムに関しては、一次味覚野から海馬に伝わった味覚情報が前部帯状回とのやり取りを経て中前頭回に送られ、そこで一次味覚野に保持されていた味覚の入力情報との比較が行われた後、内省強度の評定という出力がなされると考えられる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】官能評価、内省強度、活動潜時

【研究題目】放出選択的ドラッグデリバリーのための無機カプセル材料の研究開発

【研究代表者】藤原 正浩

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】藤原 正浩(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

鶏肉におけるカンピロバクターや牛肉等におけるサルモネラ属菌、および牛肉における腸管出血性大腸菌等のリスクを低減する技術が求められている。それら菌類から家畜類を守る際、薬剤等を無為に投与することなく、薬剤の有効性維持、家畜の副作用や排出された薬剤による環境や生態系等への影響の低減も実現するためには、薬物等を必要量、適切な部位(家畜体内および臓器等)へ選択的に運搬(デリバリー)する必要がある。さらに、菌類によるリスク軽減には、薬剤の投与方法が簡便であることも重要な要素である。従来の薬剤投与の多くは、注射等による直接的な方法が多く、家畜一体を捕獲して行うという煩雑で負担の大きな操作が必要であった。また、エサ等に漫然と混入させる方法では、家畜が摂取する量が少なく、多量に薬剤を使用しなくてはならなくなるため、薬剤のコストが上がる、あるいは環境中への薬剤の拡散という問題も想定させる。

本研究では、畜産物における病原微生物のリスク低減を有効に行うため、産業技術総合研究所が独自に開発したシリカや炭酸カルシウム等の無機マイクロカプセル等へ病原微生物に対し高活性な薬剤を封入し、エサ等に混入するという簡便な方法で当該薬剤を家畜体内の必要とする部位(臓器)等に選択的に運搬・放出できるドラッグデリバリー技術を開発する。平成21年度では、産業技

術総合研究所が独自に開発している炭酸カルシウムのマイクロカプセルヘタンパク質やポリペプチドを、分子量の影響を受けることなく有効に封入できる方法を見だし、また炭酸カルシウムが溶解することで内包された蛋白質等が放出されることを見いだした。

【分野名】 ナノテクノロジー

【キーワード】 食の安全、ドラッグデリバリーシステム、マイクロカプセル、畜産物

【研究題目】 稲わら等の作物の未利用部分や資源作物、木質バイオマスを効率的にエタノール等に変換する技術の開発/稲わら変換総合技術の開発稲わら水熱・酵素糖化・エタノール発酵基盤技術の研究開発

【研究代表者】 澤山 茂樹（バイオマス研究センター）

【研究担当者】 矢野 伸一、滝村 修、井上 宏之、
松鹿 昭則、塚原 建一郎、遠藤 貴士、
井上 誠一、美濃輪 智朗、藤本 真司
（常勤職員10名、他3名）

【研究内容】

環境負荷が低く経済的で効率の高い、稲わらからのバイオエタノール製造技術の確立を研究目的として、稲わらからのバイオエタノール製造原価100円/L以下を達成する技術の開発を目標とする。セルロース系バイオエタノール製造技術においては、前処理技術、糖化技術、発酵技術が重要な要素技術であり、稲わらを原料とする場合は水熱処理と酵素糖化を組み合わせる方法が最も有望な技術の1つと考えられる。従って、稲わらのエタノール変換技術において、これらの要素技術と経済性を含めた統合化技術に関する基盤的研究開発の進展が必要である。

カッターミルにより<2mm サイズに粉碎を行った稲わらに対し、リン酸水熱処理を施し、投入糖化酵素量の削減を試みた。通常の水熱処理時では、糖化酵素量を削減すると、グルコースの生成が大きく減少してしまった。それに対し、リン酸水熱処理を施した原料に対しては、酵素量を従来用いていた10FPU/g-基質から2FPU/g-基質程度に落とすともほとんど糖化率に差がないことが明らかとなった。また、140~160℃の水熱処理を組み合わせることで、ディスクミルの処理回数を5回程度にまで減らしても、高収率で単糖を得ることができ、ディスクミルの処理回数の低減が可能であった。

稲わらをカッターミルで2mm以下に裁断したものを出発原料とし、水熱およびボールミル、ディスクミル処理をそれぞれ行い、これらの前処理物を炭素源として含む培地を用い、本研究室で取得された *Acremonium cellulolyticus* CF2612 株による糖化酵素生産をそれぞれ行ったところ、ディスクミル処理で10.4 FPU/mlの酵素生産を達成した。さらに、*A. cellulolyticus* 培養液によるディスクミル処理稲わらの酵素糖化性も優れて

いた。また、ディスクミル処理稲わらを炭素源にしたスクリーニング培地を用いて、稲わらへミセルロースを効率的に分解するへミセルラーゼ生産糸状菌3株（KIF78, 109, 125）を見出した。これらの株は、いずれもキシロシダーゼ生産性が高かった。市販セルラーゼに0.2 U/g-基質キシロシダーゼ相当の培養液を添加することによって、60-70%のキシランがキシロースとして回収できた。また、キシロース代謝遺伝子を導入した組換え1倍体同士のメイティングで得られた2倍体において、5%グルコース、2%キシロースの培地でエタノール発酵収率85%を超えるものを取得した。

昨年までに作成した経済性シミュレーションをベースに、糖化率の向上が期待されるリン酸水熱前処理について、リン酸の購入費用や回収費用によるコストアップと糖化率向上によるコストダウンのトレードオフ関係を検討した。糖収率が約3%以上増加が見込まれる場合にはリン酸水熱前処理が有利になることを明らかにした。また、実験データに基づき、経済性シミュレーションに脱水工程を組み込んでその効果を検討したところ、脱水により可溶化した糖の損失があり、原料コストや前処理エネルギーコストの増加はあるものの、糖化発酵工程以降のコスト削減により、全体の製造コストは6~15%の削減、必要なエネルギーは12~19%の削減が可能であった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、バイオエタノール、稲わら、メカノケミカル、微粉碎、酵素糖化、エタノール発酵、システムシミュレーション、経済性評価

【研究題目】 備讃地域陸海域の水・栄養塩動態解明と農業への再利用技術の開発

【研究代表者】 高橋 暁（地質情報研究部門）

【研究担当者】 高橋 暁、湯浅 一郎、三島 康史、
三好 順也（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

閉鎖性海域の栄養塩濃度は陸域からの負荷の影響を受けるが、富栄養化や貧栄養等、栄養塩濃度に起因する水産被害が生じて、陸域からの栄養塩負荷による海域水質への影響の範囲と程度が明らかでないために対策が取りにくいという問題があった。そこで、水資源に乏しく閉鎖性海域を有する備讃地域を対象とし、水産被害等の軽減対策立案に貢献することを目的として、これまで陸域と海域において別個に取り扱ってきた栄養塩の動態を、発生源（陸域）から海域まで一貫して解明することを試みてきた。

これまでに、水温・塩分を考慮できる数値モデルを作成し、水温・塩分場を精度良く再現することに成功しており、このモデルにより、流況および水温・塩分場の季節変動を再現した結果、備讃瀬戸は強い潮流のため鉛直混合が盛んで、夏でさえ成層が発達しないこと、このた

め河口のごく近傍を除き、密度流が卓越しないため、流況に季節変動がほとんど現れないこと等が明らかとなっている。

今年度は、昨年度作成を開始した栄養塩の動態解明のために当該モデルをベースにした生態系モデルによる数値実験を行い、1年間を通じた計算で栄養塩等の水質項目を精度良く再現することに成功し、この実験結果を詳細に解析することで、備讃瀬戸の水質は岡山県側から流入する河川の影響を強く受ける海域であることが明らかとなった。一方、平行して赤潮データおよびノリ養殖に関するデータの収集・解析を行った。これらの結果と、数値モデル実験で得られた栄養塩や Chl.a 分布の計算結果を詳細に対比することにより、備讃瀬戸においては植物プランクトン（赤潮）の発生には、栄養塩濃度だけではなく、潮流の強さが重要な要因の1つであること、ノリ養殖被害に関しては、栄養塩フラックスの大きさに加えて、生産規模の大きさも被害発生の1つの要因であることが明らかとなった。

【分野名】地質

【キーワード】瀬戸内海、備讃瀬戸、栄養塩の動態、陸海一環、赤潮、ノリ養殖被害

【研究題目】比較ゲノミクスによる標的遺伝子領域の決定と解析

【研究代表者】町田 雅之

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】町田 雅之、小池 英明、玉野 孝一、戸田 智美、石井 智子

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

目標：

これまでに構築された約300の転写制御因子破壊株について、異なる培養条件での生育性、形態形成などの表現型解析を行う。また、長鎖 DNA 領域欠失株の発現プロファイル解析、二次代謝産物・基礎代謝産物解析などの表現型を解析し、高機能性麹菌の効率的育種と今後の麹菌産業の研究開発のための情報基盤を構築する。また、作製された高機能性麹菌の基礎・二次代謝の解析による生産効率の評価および安全性評価結果を得ることを目標とする。

研究計画：

これまでに作製した転写制御因子遺伝子の破壊株について、各種培養条件での二次代謝生産能を網羅的に解析し、二次代謝の生産に関与する転写因子とその制御機構を解析する。これにより、二次代謝系、加水分解酵素系などの代謝に関連する遺伝子を中心としてゲノム全体にわたって制御する方法論を開発することなどにより、高機能性麹菌の特性を設計する。

年度進捗状況：

これまでに、二次代謝物の生産能が変動する多数の影

響する破壊株を同定し、代謝物のパターンの特徴が異なる複数の株の遺伝子発現および代謝物の比較解析を実施した。これらにより、不要な代謝を含む7番染色体大領域の欠失株において、医薬品として有用な二次代謝化合物であるペニシリンと醸造に有用な加水分解酵素であるプロテアーゼの生産の増大した株の作製を試みた。これにより、従来使用している麹菌株に比べて、高純度に有用物質を高生産する高機能な麹菌を作製することに成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】麹菌、ゲノム解析、二次代謝、転写制御因子、染色体加工

【研究題目】病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立

【研究代表者】池原 譲 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】池原 譲、山口 高志、山中 将大、池原 早苗 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

本研究は、「病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明」と、「糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」を目指して実施するものであり、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターの行う新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業より助成されている。

当該年度は、タイレリア原虫の p23 抗原について T 細胞受容体エピトープの同定を行い、p23ペプチドを用いた ELISpot 検査を開発した。さらに、糖鎖被覆リポソームワクチン後に実験感染を行った個体の解析を行い、ワクチン投与後のウシでは非接種群のウシに比べて、1) 原虫抗原に特異的に反応して IFN-g を産生する T 細胞免疫が誘導される事、2) 赤血球寄生率が低下すること、3) 肥育率が向上する事が明らかとなった。一連の成果は、原虫由来の組換え抗原を OML に封入したワクチン接種実験において、その有用性を示唆するものであると考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖被覆リポソーム、細胞性免疫活性化ワクチン、評価技術、タイレリア原虫感染症

【研究題目】SKYNET サイトにおけるエアロゾル直接観測のサンプリング・計測システムの統一

【研究代表者】兼保 直樹 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】兼保 直樹 (常勤職員1名)

【研究内容】

a) エアロゾルの直接観測に関わる検定活動

平成21年度は、共通化を行ったサイトの計測データの

確認を行うため、取得データの一次処理及び物理量変換を前年度に引き続き行った。エアロゾル光散乱係数を測定する積分型ネフェロメータ（Integrating Nephelometer: IN）は、定期的なキャリブレーションが必要である。2008昨年度の途中からは SKYNET サイトでの IN の定期的なキャリブレーションの実施を開始され、ある程度信頼性のあるデータが蓄積され始めた。測定されたデータに対する一時処理として、ノイズ、測定値の異常（主として停電前後の機器不安定時）やローカルな汚染の影響を除くため、測定された1時間値が、その時刻を中心とした12時間の測定値の算術平均値から 2σ 以上外れた場合、そのデータの除外を行った。

b) エアロゾル光吸収係数の導出に関する予備的検討

辺戸サイトにおいて、長期稼働中である Aethalometer の測定値からエアロゾル光吸収係数を導出することが可能かどうか、2009年春に Particle Soot Absorption Photometer (PSAP) との同時運転を行い、データを比較した。PSAP によるエアロゾル光吸収係数と Aethalometer 出力の Black carbon 濃度には非常に良い比例関係があり、Aethalometer 測定値から光吸収係数を導出することが可能であることが判明した。また、3月には福江サイトにおいて PSAP の運転を行い、同様の換算係数を取得した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】大気エアロゾル、ネットワーク観測、光学的特性、気候影響

【研究題目】材料イノベーションのための教育研究拠点

【研究代表者】水谷 亘（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】水谷 亘（常勤職員1名）

【研究内容】

本課題では、東京工業大学のグローバル COE プログラムに協力し、海外の若手研究者の受け入れと、そのための研究拠点としての整備を行っている。21年度は、2009年6月7日より8月1日の間、Institut des NanoSciences de Paris より Marco Ravaro 氏を招聘し、励起子の寿命が長い InAs の量子井戸に生成する半導体量子ドット (QD) から、発光を効率よく取り出すための研究を行った。また、2010年1月29日より3月16日、Universite Joseph Fourier and CNRS より Andrey S. Vasenko 氏を招聘し、強磁性体を挟んだジョセフソン接合における準粒子輸送及び巨視的量子トンネル現象に関する理論を完成させ、その特性解析を行い、準粒子散逸が巨視的量子トンネル現象に与える影響は無視できるほど小さくなることを明らかにした。有機薄膜デバイスの研究拠点として多元蒸着可能な装置を立ち上げ、有機 EL 素子の作製に必要な周辺装置を整備した。別制度であるが、韓国から学生を1名受け入れ（2010年1月8日より2月17日）、有機 EL の作製と高効率化に関する研究を

行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】国際拠点、招聘制度

【研究題目】三次元複合臓器構造体研究開発

【研究代表者】本間 一弘（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】本間 一弘、兵藤 行志、三澤 雅樹、新田 尚隆、谷川 ゆかり、小阪 亮、鎮西 清行、小関 義彦、鷲尾 利克、林 和彦（常勤職員10名、他2名）

【研究内容】

骨軟骨および血管の再生を評価することを目的とする非侵襲および低侵襲的評価法の確立を図り、必要な機器の試作を行った。また、開発した技術および機器の精度を検証するとともに、計測評価法の標準化を検討した。

(1) MRI（磁気共鳴イメージング）による評価結果から、組織再生に伴って測定量（緩和時間、拡散係数）が短縮した。この結果は測定する組織の化学的な結合状態が増進されていることを示唆する。開発した無侵襲計測法（局所血液循環、組織弾性）も含め、再生組織の計測評価法として臨床適用を可能とする。軟骨再生組織の有効性評価法として標準化を図る。(2) X線透過率計測による軟骨基質の再生度評価を行って軟骨基質の産生量を評価した。ビーグル犬に移植した試料は移植前の培養期間が長いほど、また、細胞数が多いほど軟骨基質の産生量が増える傾向が得られた。これに基づいて開発したマイクロフォーカス X線発生装置による基質の産生量評価法として確立した。(3) 血管新生に伴って赤血球数が増大することから、近赤外光を照射した際の吸収スペクトルの変化を分析することで、血管新生を無侵襲計測する技術を確認した。計測対象は体表面近傍に位置する血管新生で、無侵襲計測評価法として臨床適用を可能にする。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】三次元複合臓器、再生医療、計測評価技術、指標化

【研究題目】HFO1234yf 混合冷媒の熱物性の測定

【研究代表者】藤井 賢一（計測標準研究部門）

【研究担当者】粥川 洋平、狩野 祐也、赤坂 亮（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

NEDO「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」事業の「実用的な性能評価、安全基準の構築」のなかの「エアコン用低 GWP 混合冷媒の物性と LCCP 評価」では、温室効果が高い現在冷媒として使用されている代替フロン類のノンフロン化を図るために、ノンフロン冷媒や自動車関係で探索されている次世代冷媒として HFO1234yf を選び、これを主成分として HFC32、HFC125、HFC134a などを混合した2成分混合冷媒の熱

物性の測定を行っている。平成21年度は HFO1234yf と HFC32を混合した2成分系混合冷媒を測定対象とし、磁気浮上密度計を用いた PVTx 性質測定、循環式気液平衡性質測定装置による気液平衡性質測定ならびに球共鳴式音速測定装置による気体の音速測定および理想気体状態比熱の評価を行い、得られた実験データから Helmholtz 型の状態方程式を開発し、最適動作条件や理論成績係数 (COP) の評価などを行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ヒートポンプ、混合冷媒、熱物性、PVT 性質、気液平衡性質、音速、状態方程式

[研究題目] 「糸魚川ー静岡構造線断層帯を対象とした重点的な調査観測」より詳しい地震活動履歴解明のための地質学および史料地震学的研究

[研究代表者] 桑原 保人
(活断層・地震研究センター)

[研究担当者] 桑原 保人、今西 和俊、長 郁夫、丸山 正、遠田 晋次 (京都大学防災研究所)、奥村 晃史 (広島大学文学部) (常勤職員4名、他2名)

[研究内容]

本研究は文科省による5ヶ年計画「糸魚川ー静岡構造線断層帯を対象とした重点的な調査観測」の一環で、東京大学地震研究所からの委託研究として、産総研では、「断層帯周辺における自然地震観測 (メカニズム・応力)」と「より詳しい地震活動履歴解明のための地質学および史料地震学的研究」の2つのサブテーマを実施した。本年度が最終年度であった。

[分野名] 地質

[キーワード] 糸魚川ー静岡構造線、古地震、松本盆地東縁断層、神城断層、極微小地震、メカニズム解、地殻応力場

[研究題目] 「光コムを用いた空間絶対位置超精密計測装置の開発」の一部「大気揺らぎ補正法の開発」

[研究代表者] 美濃島 薫 (計測標準研究部門)

[研究担当者] 美濃島 薫、新井 薫
(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

大気屈折率の自動補正のために、長光路干渉計における分散の計測に有効な光コムレーザを調査・検討・試作することを目標として研究を行った。そのために以下のことを実施した。まず、エルビウムドープ・ファイバーレーザを用いたモードロックレーザを設計し、部品を選定・購入した。それに基づき、中心波長1.5 μ m、繰り返し周波数50MHz のファイバーレーザ共振器を試作し、

分散特性を変化させながら、安定なモード同期発振の実現に重要な要因を調べた。次に、エルビウムファイバー増幅器を作成し、シードパルス光の特性を変化させながら、増幅率、パルスの時間特性、及び、スペクトル特性を最適化した。さらに、増幅器の出力を非線形光学結晶に入力し、中心波長780nm の第2高調波発生を確認した。パルスの特性、集光光学系を調整しながら第2高調波発生の効率を評価し、22%の変換効率を得た。同時に、光コムの制御を行った。レーザ共振器長を可変にし、光コムのモード間隔周波数を制御した。同時に、非線形ファイバーを用いてスペクトルを広帯域化してキャリアエンベロップオフセット (CEO) 周波数を検出し、非線形分散の調整によって制御を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 光コム、光周波数コム、ファイバレーザ、空気揺らぎ、長さ計測

[研究題目] クリーン開発メカニズム適用のためのパームオイル廃液 (POME) の高効率の新規メタン発酵プロセスの創成

[研究代表者] 関口 勇地 (生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 関口 勇地 (常勤職員1名)

[研究内容]

パームオイルは世界で最も多く生産されている食物油であるが、パームオイルを生産する際に大量に発生する廃水 (Palm Oil Mill Effluent, POME: 2008年には10,800万 m³との試算) は、その96%が嫌気性ラグーン法によって処理されている。本研究では POME 分解過程で嫌気性ラグーンから発生する温室効果ガス量および POME の微生物による分解挙動を把握するために、マレーシアにある中規模なパームオイル工場の嫌気性ラグーンを対象とし、現地調査及び分子生物学的な手法によってこれらを解明することを試みた。発生ガス量はクロードチャンバー法を用いて測定し、微生物群集構造解析については合計4ヶ所より汚泥を採取しクローンライブラリーを作成した。調査期間中、ラグーンから発生するガス組成は、酸生成ラグーンでは水素および二酸化炭素が多く、メタン生成ラグーンでは、メタンが70%近くを占めた。第3ラグーンが主なメタン発生源であり、1日当りおよそ7,100 Nm³のメタンが放出されていることが示唆された。微生物群集構造は、酸生成ラグーンでは場所により群集構造が大きく異なっていたが、メタン生成ラグーンでは殆ど差がなかった。また POME 中の有機物分解に関わる主要な微生物群に関する情報を幾つか取得することが出来た。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 嫌気性廃水処理、パームオイル、微生物相解析、微生物定量技術

[研究題目] 重点地域研究開発推進プログラム (育成

研究)「活性酸素を利用したディーゼル パーティキュレートセンサの開発」

〔研究代表者〕 兼松 渉 (計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 西田 雅一、深谷 治彦、兼松 渉
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本研究開発は、排ガス中の浮遊粒子状物質 (パーティキュレートマター: PM) 濃度をその場で瞬時に測定することができ、ディーゼル車の排気マニホールドに設置可能である小型サイズの全固体センサの実用化を、最終的な目標としている。PM センサの性能及び信頼性向上のためには、センシング機構の詳細を明らかにする必要があるが、特に、電解質を構成するピロリン酸スズ (SnP_2O_7) の特性を調べる必要がある。この SnP_2O_7 はプロトン導電体 (物質中の水素イオン (プロトン) の移動が電荷の移動を担い、電気伝導性を示す物質) として知られ、構造中の Sn^{4+} の一部を低原子価カチオンで置換することで、プロトン導電率の大幅な増加や酸性質の変化が見られる。平成21年度は、ドーパントとして In^{3+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} を使用し、プロトン環境 (物質中でのプロトンと他の原子との相互作用)、及びプロトン導電性へ与える影響とその原因について、固体 NMR を主な計測手法として実験的解析を行った。 $\text{Sn}_{1-x}\text{M}_x\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{M} = \text{In}$, Al , Mg) のプロトン環境を調べるために、固体¹H MAS NMR 測定を行なった結果、 SnO_2 を測定した際に見られた物理吸着した水のピーク (5.7ppm) とは異なる酸性プロトンの位置 (8-13ppm) にピークが観察され、中でも Mg^{2+} の場合には他のドーパントを加えた場合と比較して、高磁場側へのシフトが見られた。同様に、核磁気緩和時間解析を行った結果でも、 Mg^{2+} の $T_1\rho$ が他と比較して長くなっており、ドーパントの価数によるプロトン環境の違いが、 H_2O -TPD 法 (昇温による水の脱離挙動の解析) に続き、固体 NMR でも明らかになった。この $T_1\rho$ の違いは導電率における活性化エネルギーとも相関性が見られ、 Mg^{2+} の導電率が In^{3+} 、 Al^{3+} と比較して低くなるのは、低温領域のバルク中で Mg^{2+} によりプロトンが束縛を受けるためであることがわかった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ピロリン酸スズ、ドーパント、プロトン導電性、固体 NMR

〔研究題目〕文化財環境保護モニター開発-土壌由来のカビの検出

〔研究代表者〕 木内 正人

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 木内 正人、本城 国明

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

国民の貴重な文化遺産である高松塚古墳やキトラ古墳では、カビをはじめとする微生物の汚染により、壁画な

どの貴重な文化財が大きな損傷を受けてきた。カビからの文化財保全にとって最重要なことは、その発生の兆候をいかに早期発見できるかにあり、それを可能にするモニタリング先端計測分析機器の開発は急務である。

文化財に発生するカビをはじめとする微生物が、それぞれの種類に特有な揮発成分 (MVOCs) を分泌することに注目し、MVOCs を質量分析器によって検出し、カビごとの MVOCs に関するフィンガープリントを作成した。次に、個々のカビの MVOCs のうち、古墳などの文化財におけるカビ発生の兆候を IMS の原理に基づくモニタリング装置が検出する場合には、どの揮発性成分を指標としたらよいかの検討を行った。

さらに土壌由来の MVOCs を、古墳などの文化財の現場で、連続的に、多定点的に、遠隔操作でその場検出する小型の環境モニター装置を開発した。

そのために必要な大気中での濃縮装置を開発し、ニオイ物質を100倍以上の濃度に濃縮する装置の開発を行い、その性能評価を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ニオイ、真菌、生態、濃縮、イオンモビリティ

〔研究題目〕クリープ疲労試験に基づく劣化損傷評価技術の開発

〔研究代表者〕 鈴木 隆之

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 鈴木 隆之 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

「もんじゅ」および実用炉で用いられる構造材料のクリープ疲労試験を実施し、マイクロキャラクタリゼーションによる劣化損傷評価法を開発し、クリープ疲労における劣化・損傷過程を解明することを目的とする。平成21年度は高クロム鋼及びオーステナイト系ステンレス鋼 SUS316FR のクリープ及びクリープ疲労挙動のデータを取得するために、既設の耐久性評価試験装置の油圧源及びクリープ・疲労試験ソフトの調整を行った。また、耐久性評価試験装置を用いてオーステナイト系ステンレス鋼のクリープ試験に着手した。さらに、クリープ疲労損傷によるき裂発生メカニズムについて調べるため、原子間力顕微鏡や磁気力顕微鏡で電磁気的手法を用いたマイクロキャラクタリゼーションを実施し、オーステナイト系ステンレス鋼の疲労による劣化損傷部位では磁性相が生成していることを確認した。本報告の内容は、特別会計に関する法律 (エネルギー対策特別会計) に基づく文部科学省からの受託研究として、平成21年度「「もんじゅ」における高速増殖炉の実用化のための中核的研究開発」において国立大学法人福井大学が受託し、産業技術総合研究所が国立大学法人福井大学から再委託を受けて実施した成果である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー、材料、製造

〔キーワード〕 もんじゅ、高速増殖炉、オーステナイト系ステンレス鋼、高クロム鋼、クリープ疲労、マイクロキャラクタリゼーション

〔研究題目〕 広域的情報共有と応援体制の確立 (C)
情報システム連携の枠組み構築

〔研究代表者〕 野田 五十樹 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 野田 五十樹、下羅 弘樹
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究は、首都直下地震の減災に貢献すべく、首都圏内外の防災関係機関や企業などの数多くの組織による広域連携を円滑に行う枠組みの構築を目指しており、産総研はこの中で、事前、準備、対応、復旧・復興過程に対応できる情報共有プラットフォームを構築し、広域連携による応援体制を構築し、広域的危機管理・減災対策を検証することを目的としている。

5年計画の3年目である平成21年度は、前年度までに拡張した DaRuMa による広域連携の評価実証のため、個別研究テーマの他グループで開発するシステムとの連携ツールの開発および改良を進め、2009年12月および2010年3月の実証デモに参画し、DaRuMa の機能・性能の確認を行った。デモにおいて接続を行なったシステムは以下の通りである。(1) 東京大学生産研において設計・開発他進められている医療機関と救急搬送の管理システム、(2) 山梨大学において開発されている自治体向け庁内災害対策管理システム、(3) 消防研で開発されている延焼シミュレーションシステム、(4) JAXA で進められている救急ヘリのための管制システム(D-Net)、(5) 東京大学竹内研究室で進められている汎用 Viewer。デモにおいては、現実に起こりうるシナリオに基づき状況付与を行い、開発したプラットフォームにより実現される情報共有により防災業務が円滑に行えることを示し、災害時の情報共有の重要性と当プラットフォームの有効性を自治体関係者などに啓発することができた。また、プロジェクト終了時の自治体への実装に向け、不可欠な要件など自治体関係者からの意見聴取を進めた。これらにより、既存システムとの連携をより円滑にする必要性が判明し、今後はこれらのシステム連携を円滑にする機能やツール、ガイドラインなどの整備を進めることが重要であることが確認できた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 災害救助、情報共有システム、データベース

〔研究題目〕 エンジン燃焼反応モデルの構築の一部

〔研究代表者〕 土屋 健太郎

(エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 土屋 健太郎 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

サロゲート燃料の反応機構は数千から数万の反応素過程から構成され、このような大規模詳細反応機構を手作業で行うことは実際的ではなく、コンピュータによる反応機構の自動生成が必須である。このための自動生成プログラムが開発されているが、その適用範囲を広げるためには、燃料のタイプによる反応機構と速度定数予測の一般規則を明らかにする必要があり、実用燃料を構成する成分の各コンポーネントについて代表的な化学種を選択し詳細反応機構を構築する。実用燃料はこれらのコンポーネントの混合燃料であるので、コンポーネント単体燃料の反応機構のみならず、混合燃料の反応機構が必要になる。このためには各燃料コンポーネントから生成する化学種(ラジカル)間の反応(クロス反応)を明らかにする必要がある。今年度は芳香族からのラジカルであるベンジルラジカルとアルケン的一种であるイソブテンの反応に注目し、その反応機構を計算化学的手法を用いて調べた。ベンジルラジカルの反応には、イソブテンの二重結合への付加反応と水素引き抜き反応の2つがある。両反応経路のエネルギー障壁の高さは、前者の方が後者より低いことがわかった。また、前者の後続過程の反応を調べると、ベンジルラジカル様の安定なラジカルを生成する方向よりも、分子内環状付加を経て水素原子を放出する過程のほうがエネルギー的に有利であることがわかった。また、これらの反応過程で生じる中間体と酸素分子との反応についても調べた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 燃焼、反応機構、モデリング、計算化学

〔研究題目〕 ナトリウムカリウム化合物 (NaK) の安全性評価業務

〔研究代表者〕 松永 猛裕 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕 松永 猛裕、秋吉 美也子、岡田 賢、薄葉 州 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

ナトリウムカリウム化合物(以後、NaK と略す)は常温で液体の金属である。流動性があり、放射線遮蔽効果があるため、原子力研究施設の冷媒として使われていた。平成21年、京都大学工学部放射実験室で、NaK 含有施設の解体/撤去作業中に、室内で NaK が突沸・発火するという事故があった。

本受託研究では、これを契機に NaK および NaK の経年劣化から生成する過酸化物の発火・爆発危険性を明らかにすることを目的とし、種々の実験を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

・NaK 過酸化物は単純に空気と混合させても生成しない。むしろ、空気よりも低酸素下で長時間攪拌することで生成する。生成する NaK 過酸化物は黄色の固体であり、潮解性がある。ラマン分光分析によると過酸化物の他、水酸化物等の多くの物質が混在している。

・熱分析により窒素雰囲気下で単体の熱反応性を検討した結果、熱感度は NaK 過酸化物が高いが、熱反応性についてはカリウム過酸化物が高かった。ただし、NaK 過酸化物は、合成後空気雰囲気下で数日放置された後に測定を実施しており、雰囲気の影響を受けている可能性がある。

・NaK 過酸化物と水、有機化合物を混合した結果、NaK 過酸化物と水が接触すると爆発的な激しい反応を起こすことが確認された。他の有機化合物と混合したときは、今回の条件のような mg スケールでは激しい反応は確認されなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】原子力施設、発火・爆発、過酸化物、爆発危険性予測

【研究題目】持続可能な発展へ向けた環境政策・経済システム研究：GS 等の動態分析による政策評価業務

【研究代表者】西尾 匡弘（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】西尾 匡弘（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

これまでの経済システムは大量生産-消費-廃棄によって成り立ってきたが、その後「成長の限界」論、ブルントラント・レポートの「持続可能な発展」を経て、最近では低炭素・循環型社会推進へと、産業革命以降続いてきた経済システムの大幅な変革の必要性が謳われている。いずれも、エネルギー資源・環境の制約の中で、エネルギー技術の研究開発・実証・普及を行いつつ、環境を基盤として発展する新たな経済システムに変革するものである。そのための「持続可能な発展」の経済学的研究が世界的に取り組まれ始めた。持続的発展の評価指標として、ピアスとアトキンソンによって提唱された「ジェニユイン・セイビング (GS)」が経済学的理論に準拠したものとして認識されている。しかしながら、我が国では GS に関する十分な学術研究の蓄積が少ない上に、政策形成の場での認知度は低い。このようなことから、GS を測度としてエネルギー資源・環境の制約下での持続的発展を目指した経済システムの到達方法や到達度に関する評価手法開発を研究することを目的とする。

本年度は、エネルギー技術、鉱産物資源、環境影響評価、土地利用、マクロ経済などを明示的に考慮した大規模シミュレーションモデルを用いた GS の将来推計を行うために、先行研究における GS 推計方法に関するレビューを実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】持続可能性、ジェニユイン・セイビング、環境政策、経済指標

【研究題目】小型高性能 MEMS アレイによる移動型重力探査システムの開発研究

【研究代表者】大熊 茂雄（地質情報研究部門）

【研究担当者】大熊 茂雄、駒澤 正夫、村田 泰章、名和 一成、内田 利弘（地圏資源環境研究部門）（常勤職員5名）

【研究内容】

平成21年度科学技術試験研究委託事業「海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム」の一部「小型高性能 MEMS アレイによる移動型重力探査システムの開発研究」（再委託業務）では、海底熱水鉱床の構造把握のための基盤ツールとなるシステムとして、小型で高性能の MEMS 素子加速度センサを用いた、海中移動型マルチアレイ方式による MEMS 重力探査システムの開発と、その解析手法の確立を目指す。平成21年度においては、アレイ方式による MEMS 重力探査法に関するフィージビリティスタディとして、MEMS 素子加速度センサを用いた重力探査に関する概念設計を実施するとともに、既存の MEMS 素子を用いた重力探査装置を試作し、高感度重力計と対比しながら、陸上において重力測定を実施し、MEMS センサの性能試験を行った。また、MEMS 重力調査方法と解析方法の検討を行った。その詳細については、以下のとおり。

(1) プロジェクトの総合推進

再委託元及び他の再委託先と協力して、アレイ方式による MEMS 重力探査法に関する概念設計を行った。また、既製品 MEMS 素子を用いた探査装置全体の設計を行い、シミュレーション・模擬実験によって、センサの間隔などのアレイ仕様を決定した。さらに、フィージビリティスタディに資するため、米国及びカナダの重力計製造会社を訪問し国外における重力探査に関する研究の動向を把握した。国内開催の学会等に参加し、重力探査に係わる情報を収集した。

(2) 既存 MEMS 素子を用いた MEMS 重力探査装置の試作

再委託元及び他の再委託先と協力して、観覧車を用いて試作した MEMS 重力探査装置の基本動作確認試験を行った。また、基本動作確認試験のため、再委託元の京都大学桂キャンパス内の建物内で陸上用高感度重力計を用いて重力測定を行い、各階での重力値を決定した。

(3) MEMS 重力調査方法及び解析方法に関わる研究開発

再委託元及び他の再委託先と協力して、MEMS 重力探査に向けた調査方法を検討し、解析方法を検討した。典型的な海底熱水鉱床による重力異常をモデル計算によりシミュレーションし、当該システムで重力異常を検出可能な見込みを得た。

(4) MEMS 重力探査の性能評価

試作した MEMS 重力探査装置の性能試験のため、陸上でのテストフィールドを茨城県涸沼に選定し、当該地域で陸上用高感度重力計での重力測定と測定点の位置測量を実施した。また、今後の海域での実証試験に備えて、

我が国の代表的な海底熱水鉱床賦存地域である小笠原と沖縄地方周辺の最寄りの陸域である小笠原諸島と慶良間諸島で当該地域の詳細な重力場を決めるため、既存の陸上用高感度重力計で重力調査を実施した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕重力、重力異常、重力計、加速度計、MEMS、MEMS アレイ、移動型重力探査システム

〔研究題目〕透過型陽電子顕微鏡

〔研究代表者〕鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕大島 永康、大平 俊行、木野村 淳、小林 慶規、伊藤 賢志

(常勤職員6名)

〔研究内容〕

透過型陽電子顕微鏡の実現のために電子加速器を用いて生成した高強度陽電子ビームのビーム径を10ミリメートルから数十マイクロメートルにまで集束する技術を開発したが、この集束技術を転用して、高強度の陽電子集束ビームを用いて物質内での陽電子寿命を測定することにより欠陥や空隙サイズ評価を行う装置(陽電子プローブマイクロアナライザー:PPMA)を開発した。PPMAの性能を高めるために、新しいビーム光学系の開発やビームエネルギーを変えるための加速管の開発を行った。また、装置の操作性能を高めるための制御回路および制御ソフトの開発を行った。これにより、陽電子ビームエネルギーやビーム集束径等の実験条件が効率よく最適値に調整することが可能となった。また、PPMAの測定中の操作性も大幅に改善された。

PPMAの欠陥評価装置としての有用性を実証するために、引っ張り試験機により延伸破壊した高純度鉄の欠陥分布イメージング測定を行った。純鉄試料内部に塑性変形により欠陥が集積することが、陽電子寿命のマッピング像から明らかとなった。また、興味深い事実として、引っ張る前の試料のゲージ部に陽電子寿命の長かった箇所が見られたが、その周辺が最終的に破損した。このような電子顕微鏡画像では得られない情報をPPMAにより得られることがわかった。

〔分野名〕計測・標準

〔キーワード〕陽電子、顕微鏡、ビーム集束、陽電子プローブマイクロアナライザ

〔研究題目〕電子顕微鏡制御共通ソフトウェアの開発に関する予備調査

〔研究代表者〕林田 美咲(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕林田 美咲(常勤職員1名)

〔研究内容〕

電子顕微鏡において、その制御ソフトウェアはメーカー毎に異なっているだけでなく、機種毎にも異なってい

る。そのため、新機種開発の際には新たなソフトウェアを開発する必要があり、また周辺機器を組み込んだ新しい研究を行う場合には、ソフトウェア開発自体が大きな負荷となり、研究の進展を阻害している。そのため、周辺機器を含めて統一的に制御できるソフトウェアが必要となってくる。そこで、電子顕微鏡において撮像装置や周辺機器を含めて共通に制御でき、得られる画像の処理も行う事のできるソフトウェアについて、どのようなコマンドや機能が必要となるのかを具体的に詳細な調査を行うことが本研究の目的である。産総研はコンピュータトモグラフィーに関する予備調査を担当した。顕微鏡関連の学会に参加し、情報収集を行うと同時に、コンピュータトモグラフィー制御ソフトの独自開発、実験を行った。そして、コンピュータトモグラフィーを行う場合を仮定してユーザーサイドからの求められる機能のリストアップを行った。その調査内容を元に、大阪大学及び、日立ハイテクノロジーズと協力して、共通プラットフォームに従った電子顕微鏡制御共通ソフトウェアの基本構造の構築を行った。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕透過型電子顕微鏡、ソフトウェア、プラットフォーム

〔研究題目〕「宮城県沖地震における重点的調査観測」地質調査・津波シミュレーション

〔研究代表者〕岡村 行信

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕岡村 行信、宍倉 正展、澤井 祐紀、行谷 佑一、藤野 滋弘

(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

宮城県仙台市と山元町で得た大型ジオスライサー試料から津波堆積物を認定し、その年代測定を500AD-920AD(貞観津波)、280AD-560AD、700BC-460BC、1200BC-940BC、1430BC-1090BC、1680BC-1350BC、1810BC-1560BCと推定した。南相馬市小高区では、珪藻化石による古環境変遷の復元を行い、貞観津波とそのひとつ前の巨大津波に伴い、海岸が沈水したと推定した。一方、津波シミュレーションを実施し、従来から明らかになっていた仙台平野と石巻平野に加えて、常磐海岸で確認された津波堆積物の分布域まで浸水する波源モデルを検討した。その結果、断層長が100kmのモデルでは、全域の津波堆積物の分布を説明することが困難であること、200kmのモデルでは石巻平野から福島県の津波堆積物の分布をほぼ説明できることが確認できた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕貞観津波、津波堆積物、地殻変動、津波シミュレーション、仙台平野、常磐海岸

〔研究題目〕R-BTP吸着剤の性能評価研究

〔研究代表者〕和久井 喜人（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕和久井 喜人、林 拓道、鈴木 敏重、丹野 秀一
（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は東北大学ラジオアイソトープセンターが主委託先となって実施している原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ「新規 R-BTP 吸着剤による簡素化 MA 分離プロセスの開発」の一環として再委託されている。

疎水性複素環化合物である、CyHeptyl-BTP 及び新規合成する R-BTP を多孔質シリカゲルに担持して合成する吸着剤を用い、硝酸溶液から種々の希土類元素（La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Dy、Yb 等）のバッチ吸着およびカラム分離試験を実施する。さらに溶媒抽出法も併用して吸着抽出機構を解明する。また種々の温度条件下で硝酸溶液と接触させた後の R-BTP の分解溶出量および性能変化を測定評価する。また、上記の硝酸溶液と接触させた後の吸着剤の熱分解挙動を測定し、吸着剤の熱的安定性を評価する。

硝酸濃度を変えた吸着試験では高レベル放射性廃液の酸濃度に近い3~4M に吸着の極大を示し、吸着剤としての有効性が示された。また低酸濃度域で吸着性を示さず、担持された金属の回収と吸着剤の洗浄再生が容易であった。3M 硝酸中からの希土類元素の吸着特性を比較した結果、ディスプロシウム近辺に極大を有する特異な元素選択性が得られると共に、軽希土と中希土の間で大きな分配の差が得られた。カラム吸着試験ではバッチ吸着特性に準じる分離特性が観測された。種々の硝酸濃度で接触させた吸着剤について熱重量-示差熱分析を実施した結果、全熱重量減少値や有機物の分解に伴う発熱ピーク位置の変化は硝酸濃度や接触時間に殆ど依存しないことから、吸着剤からの試薬溶出量は僅かであると判断できた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕原子力、放射性廃棄物、希土類元素、吸着剤、イオン交換分離

〔研究題目〕低転位・極低曲率窒化物単結晶基板の創成による飛躍的省エネルギー化支援研究—対流におけるシミュレーション解析業務

〔研究代表者〕増田 善雄（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕増田 善雄（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は低転位・極低曲率窒化物単結晶基板である窒化ガリウム単結晶基板を作成することを目的とし、オートクレーブ内での超臨界アンモニアの挙動を数値解析して内部の状況を推測することを目的としている。熱流体

解析は SCRYU/Tetra を用いて行った。内径が18φのオートクレーブについて、温度の測定結果と合致するような境界条件を用いて自然対流の解析を行った。解析は二次元軸対称と三次元解析を行った。計算の結果、二次元軸対称解析では現象をよく表すことが出来ることがわかった。三次元解析では二次元解析と同様な結果が得られたものの、計算時間及びメモリーが膨大となってしまうこと、メッシュの設定が難しいこと、などから現状では二次元軸対称解析でも十分な結果が得られると考える。また自然対流の構造と結晶育成についての理論的考察を行い、理論と計算とがよく合うことを確認した。また、これは今回の計算の目的で有る対流解析とは直接関係はないが、実験で超臨界状態のアンモニアが水素、窒素に分解していることが確認された。このことについて理論的な考察を加えるため化学プロセスシミュレータである VMGSim を用いて平衡状態にあるアンモニアの分解及びその時の物性値について解析を行った。その結果、結晶育成でよく使われる条件で20から30%程度というかなり大きな割合でアンモニアが分解していることがわかった。

これらの結果について東北大にレポートとして提出し、さらに International Journal of Heat and Mass Transfer の2010年2月号に論文が掲載された。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕窒化ガリウム単結晶、計算機シミュレーション、超臨界アンモニア

〔研究題目〕プローブ情報システムにおける匿名認証方式に関する検討

〔研究代表者〕山口（繁富） 利恵
（情報セキュリティ研究センター）

〔研究担当者〕山口（繁富） 利恵（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、位置・時間を含む車両情報を集約するプローブ情報システムにおいて、情報発信者の安心の為に求められる「匿名」の性質に関する検討を行う。また車両情報を収集する際に、個の特定を必要とせず、有する権利の認証・承認を行うことが出来る具体的な手法を提案する。

本年度は典型的なプローブ情報システムのモデルについて、権利の認証・承認を行うための手順を定義した。この手順に従うことで、車からサーバなどの情報伝達において、情報が適切に扱われたかどうかを後からでも確認できるようになり、個人情報漏洩の可能性を排除することができるようになる。また匿名性の指標として、従来から存在する指標を改良した1-point k-匿名性を提案した。本指標を用い、位置情報に関してプライバシーを守るとはどのような意味を持つのかについて検討を行った。さらに実際の位置情報データを利用して、この指標がユーザのプライバシー保護を評価するのに非常に有効で

あることを示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】プローブカー、プライバシー保護、個人情報保護

【研究題目】万能ヒドロゲル化学センサアレイ開発のための調査研究

【研究代表者】牛島 洋史（光技術研究部門）

【研究担当者】牛島 洋史、石田 尚之、福田 伸子、真中 潤（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

シクロデキストリン複合体による超分子センサーアレイを開発することを目的に、超分子ヒドロゲルの設計法と構造評価、ヒドロゲルの高性能化、ヒドロゲル内の動的分子認識反応の解析と評価に関する調査研究をおこなう。本年度は、シクロデキストリン複合体の固体基板上への固定化法とその分子認識反応を表面プラズモン共鳴分光法による検出について検討し、ガラス基板上に蒸着したアルミニウム/シリカ多層膜上にシランカップリング反応でシクロデキストリン誘導体を固定化し、分子認識能を有する蛍光分子を包接させることに成功した。また、このシクロデキストリン複合体が分子認識する様子を吸収および蛍光スペクトルと表面プラズモン共鳴により検出することにも成功した。更に、検出感度向上のため、プラズモンの長距離伝搬モードによる蛍光増強の利用や、センサーアレイ作製のためのマイクロコンタクトプリント法の適用についても基礎的な検討をおこなった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超分子

【研究題目】質量分析計（MS）による多項目同時臨床検査技術の包括的開発

【研究代表者】五島 直樹（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】五島 直樹（常勤職員1名）

【研究内容】

質量分析機の診断応用においては、マーカー候補の質量分析計（MS）による多検体評価法（MS 評価法）が探索法に基づいていること、その MS 評価法が MS 診断法のプロトタイプであること、さらにペプチドや血中の組織由来タンパク質断片を含む血中濃度 ng/mL 以下の（従来の抗体を利用した評価法構築が困難な）マーカー候補タンパク質に対しても他の候補と同様の診断応用が可能であること、多項目同時定量分析が可能なことなど利点は多い。

したがって、本調査研究では、有効な MS 評価法を迅速に構築するための基盤を整備し、既存の診断法と同等の診断能を持つこと、疾患特異的なタンパク質の翻訳後修飾（疾患特異的な切断等による分子量変化も含む）の変化を診断に応用できること、血清以外で探索された

疾患関連タンパク質を診断応用できることを示し、MS 診断の具現性、可能性を実証することとした。

当期間では、標準化タンパク質とするトランスサイレチン、シスタチン-Cの粗精製品の発現、調製を行った。トランスサイレチンに関しては、当初目的としていた $10\mu\text{g}$ 以上の粗精製品の調製に成功し、現在、北里大学にて定量分析のための試料調製法ならびに質量分析を行った。シスタチン-Cに関しては、発現するが、その後、精製段階で沈殿することが問題となっている。これは、シスタチンCのN端側に非常に疎水性の強い領域があることが原因と考えられ、発現時に付加する精製用タグの検討を行っている。また、プレアルブミンに関しては、安定同位体標識タンパク質の調製法を検討している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】診断マーカー、定量 MS、ペプチド、天然化合物、トランスサイレチン、シスタチン-C

【研究題目】自動車車体駆動系&家電用中空 AI 合金 LPD 鋳物の開発

【研究代表者】岡根 利光

（デジタルものづくり研究センター）

【研究担当者】岡根 利光（常勤職員1名）

【研究内容】

炭酸ガス排出規制が国際的に強化される中、日本における主たる排出源である自動車の燃費向上が急務とされている。車両の軽量化は動力源の変化に係わらず有効な手段であるため、各社が競って軽量化を進めている。

自動車・二輪の大型強度部品では、タンクフレーム、サスペンションメンバー等の複雑な曲面形状を有した中空構造部品を、プレスや溶接無く一体成形する技術のニーズがある。大型ディスプレイに代表される家電品にも同様のニーズがあるが、適切な加工技術がないのが現状である。自動車用構造部材に対応できる鋳造技術では、高真空ハイプレッシャーダイカスト等が実用化されているものの、中子の使用が困難なため中空部品の製造は不可能である。

こうした川下産業のニーズに応えるため、新たな金型低圧鋳造技術を開発し、自動車の車体用、パワートレイン用、家電、IT 機器向けの、複雑・中空・大型部材の一体成形技術を確立する。産業技術総合研究所においては、型内真空・流動凝固シミュレーション技術支援を分担した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】鋳造、輸送機械、家電、アルミニウム合金、薄肉化・複雑形状化・一体成形化

【研究題目】坑内精密電気探査技術の研究

【研究代表者】高倉 伸一（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】高倉 伸一（常勤職員1名）

〔研究内容〕

地下の比抵抗分布や充電率分布を把握する比抵抗法やIP法などの電気探査は、金属鉱床探査における最も有効な物理探査法の一つであるが、電気探査の分解能には限界があり、特に探査深度が大きくなるほどその分解能は指数関数的に低下するため、地下深部を高精度に調査するためには、地下に電極を直接設置するため坑道（トンネル）を利用することが有効で、また、水や粘土鉱物の存在に敏感なパラメータである比抵抗や充電率によって、岩盤あるいはコンクリート中の含水クラックや変質部が検出されると期待されるので、坑壁で実施する精密な電気探査は坑道の維持管理の方法にもなりうる。本研究は、平成19年度から3年間、坑内に適用する精密電気探査技術の開発を目的に実施した。

昨年度に引き続き、三信鉱工株式会社栗代鉱山において、坑内測定の実験を行った。今年度は、高密度比抵抗法とIP法測定を実施した。

高密度比抵抗法の測定では、坑壁（岩盤）の所定の位置にドリルで穿孔し、ベントナイトを付けた鉄電極を差し込んだ。測定はダイポール・ダイポール配置とウェンナー配置で行った。

IP法測定では、非分極性電極を使う必要があり、電極で使用されている塩を混合させた石膏をその棒に付け、そのまま電気探査で使用した穴に差し込んで、電極設置にかかる費用を大幅に減らすことができた。測定にはSYSCAL-R2を使用し、1秒ごとにオンとオフを繰り返す約50～100mA程度の交替直流を流し、ダイポール・ダイポール配置による時間領域IP法のデータを取得した。得られたデータに2次元解析を適用し、探査深度に応じた精密な比抵抗断面や充電率断面を求めた。その結果、熱水変質を受けた領域と推測される低比抵抗異常や高充電率異常を検出することができた。

本実験で取得した比抵抗法/IP法の実データを用いて、比抵抗法/IP法の2次元解析プログラムにおける解析パラメータの影響を考察し、安定した解を得ることと詳細な構造を解析することはトレードオフの関係にあるが、最適なパラメータを使うことで、両者を満足させる結果が得られることを確認した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕坑内測定、比抵抗法、IP法、構造解析

〔研究題目〕平成21年度低周波音に係る閾値等に関する被験者実験

〔研究代表者〕倉片 憲治（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕倉片 憲治、佐藤 洋、桐生 裕美、新井 康弘（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

平成16年に環境省が公開した「低周波音問題対応の手引書」に示される「低周波音による心身に係る苦情に関する参照値」を参考に、若齢者及び苦情者を対象とした

聴感実験を行った。平成15年度に環境省の「低周波音対策検討調査」で行われた「低周波音にかかる聴感特性実験」と基本的な測定条件を揃えて実施したところ、「聴覚閾値」及び「寝室の許容値」について、以下の点を明らかにすることができた：

(1) 苦情者群の閾値は、すべての測定周波数において標準閾値レベルよりも高かった。これはおもに、加齢による閾値の上昇を反映したものと考えられた。

(2) 若齢者群の「寝室の許容値」の10パーセンタイルは、40 Hz及び80 Hzにおいて、環境省の参照値に非常に近い値であった。これら2つの周波数、及びその間の50 Hz及び63 Hzの参照値が「寝室の許容値」の10パーセンタイルに相当することが確認された。

(3) 40 Hzより低い周波数では、今回の実験の「寝室の許容値」の10パーセンタイルと参照値との乖離が大きかった。環境省の参照値は20 Hz以下で標準閾値レベルを下回っているが、今回の実験の10 Hz及び20 Hzにおける許容値は、閾値とほぼ同じか又はそれよりも高かった。

(4) 苦情者群の「寝室の許容値」が若齢者群に比べて著しく低いことを明確に示す結果は確認されなかった。

なお、上記の測定結果は、「低周波音問題対応の手引書」の「低周波音による心身に係る苦情に関する参照値」提案のために行われた測定とは条件の詳細が異なるため、それと直接関連づけて考察すべきものではない。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕低周波音、聴覚閾値、許容値

〔研究題目〕セラミックリアクター開発

〔研究代表者〕淡野 正信

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕淡野 正信、藤代 芳伸、鈴木 俊男、山口 十志明、濱本 孝一、吉澤 友一、平尾 喜代司、周 游、福島 学、佐藤 緑、市場 都萌、杉原 万理江、奥野 智子、永山 理恵、上田 幸弘、内藤 志麻子、古川 一夫、宮崎 敦子、Zahir Hasan（常勤職員9名、他10名）

〔研究内容〕

本研究は、電気化学的に物質やエネルギーを変換する高効率の次世代型セラミックリアクターを創製することにより、エネルギー・環境問題の解決に有効な手段を提供すると同時に、我が国の産業競争力の強化に資することを目的とする。その実現へ向けて当所では、マイクロ集積化及びセルスタックモジュール化技術の開発及び評価解析技術開発を進め、革新的な製造プロセス技術として確立することを目指す。最終目標として、径0.5mm以下のセルが100本以上／キューブで集積したモジュール

を、一連の連続行程により製造可能とする等のプロセス技術を開発し、マイクロ集積化セラミックリアクターの高効率物質・エネルギー変換機能実証を目指した。平成21年度は、これまで開発した高性能チューブ型マイクロSOFC製造技術を発展させ、燃料極のナノ構造制御と薄膜電解質形成技術により、ジルコニア系(ScSZ)で、セルレベルで $1\text{W}/\text{cm}^2$ @ 600°C の発電性能が可能となる低温化技術を開発した。さらに、チューブセルの高度集積化技術により、200W級のプロトタイプモジュールを試作し、 $2\text{W}/\text{cm}^3$ で効率 $>40\%$ の作動が可能で高性能のマイクロSOFCモジュール製造技術を開発した。また、100セル以上/ cm^3 の集積化が可能でハニカム型キューブでの電極製造技術の向上により、体積発電密度として $2.8\text{W}/\text{cm}^3$ 発電を 650°C にて実現し、直列接続での30W級モジュール試作を行った。高性能電気化学浄化電極技術と組合せ、NOx浄化検証も実施した。以上の検討によりセラミックリアクター開発での技術目標(作動温度 650°C 以下での発電出力密度 $2\text{W}/\text{cm}^3$ 以上の達成等)を達成した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 機能-構造部材融合化、マイクロ部材、高集積化プロセス、電気化学リアクター、排ガス浄化、マイクロ燃料電池

【研究題目】 瀬戸窯業資源対策委員会/微粒珪砂の活用に係る調査研究業務

【研究代表者】 前田 雅喜

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 前田 雅喜(サステナブルマテリアル研究部門)、渡村 信治(産学官連携推進部門)(常勤職員2名)

【研究内容】

瀬戸市内で産出する微粒珪砂(ガラス製造に適さない $0.1\sim 0.005\text{mm}$ の珪砂、通称『キラ』)の総量は年間16万トン超(平成21年度)であり、鉱山跡地の埋め立て整備用土として利用しているところであるが、資源循環型社会の構築を目指し、微粒珪砂を未利用資源として有効活用するため、微粒珪砂を活用した商品の開発及び実用化を目的とした調査研究を実施した。

発明の名称または特許検索システム(パトリス)の抄録から内容を確認し、60件についての公開特許広報を日本特許庁が提供する特許検索システム、特許庁電子図書館(IPDL)から入手し、精査した。関連文献の内容から活用方法を大別し、セラミック製品のシリカ源がコンクリート製品の微骨材と考え、キラを原料とすることが最終製品に付加価値を与え得るものを検討すべきとの結論を得た。

特許検索結果を基に、微粒珪砂を活用した商品の開発及び実用化のための情報を得るため、各分野の有識者からの聞き取り調査を行った結果をもとに、微粒珪砂を活

用した新製品や新事業について、可能性がありそうな用例として、1) ALC(軽量気泡コンクリート)原料、2) ポーラスコンクリート用骨材&雨水浸透・貯留浸透工法用置換材、3) 結晶化ガラス、4) 調湿建材、5) 亜炭廃鉱等地下空洞の埋め戻し材、6) 水浄化処理用基材(水質浄化用セラミックス)、7) 土壌改良材・園芸用培土、の用途を提案するに至った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 微粒珪砂(キラ)、多孔質材料、調湿建材

【研究題目】 真空維持技術を利用したテラーメード的バイオ医薬用の保存安定化プロセスの研究開発

【研究代表者】 小島 正己

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小島 正己、小林 厚子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

治療効果の高い新規バイオ医薬の早期実用化に向けたプロセスの研究開発を行った。

①高品質化の実証(品質管理試験)

凍結乾燥した新規バイオ医薬候補を癌細胞株に添加し透過電子顕微鏡像をした結果、次のような実証結果が得られた。ここでは、マウス悪性腫細胞に0、1000、10000mNAUの新規バイオ医薬候補を5分間あるいは1時間添加した。その結果、1) 1000mNAU、5分間の処理後において、新規バイオ医薬候補の粒子状構造が十分に観察された。

②安定性向上に関する研究開発

上記実験条件において安定性向上を示す知見が得られた。つまり、1000mNAU、5分間の処理を受けたがん細胞と新規バイオ医薬候補の膜融合が認められ、さらには核酸の細胞への注入像が認められた。さらに、1000mNAU、1時間の処理後(さらに反応が進んだ状態)においても、注入像が顕著に認められ、十分な反応時間後においても新規バイオ医薬候補が安定して癌細胞に反応していることが見出された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞、バイオ医薬、治療、電子顕微鏡

【研究題目】 未利用森林資源のバイオオイル化等による小規模分散型・トータル利用システムの構築/ガス化合成ガス製造の実証

【研究代表者】 鈴木 善三(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 松岡 浩一、村上 高広

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

林野庁委託事業として、木材をオイル化処理した後の残渣分を燃料とし、ガス化させることによって、汎用性

の高い高品位な液体燃料（DME、メタノールなど）をフレキシブルに製造できる技術の実証を目指す。ガス化装置として、流動層を利用した2重循環3塔型流動層ガス化炉を提案した。本装置の特徴として、熱分解炉、ガス化炉および燃焼炉が分離されており、珪砂およびタール吸収粒子がそれぞれ独立して循環し、珪砂の循環箇所燃料を供給することにある。よって、反応後に生成するボトムアッシュと高価なタール吸収粒子とが混在しないため、タール吸収粒子の長寿命化が可能となる。まず本装置を模擬した研究室規模の二段流動層ガス化実験装置により、熱分解および水蒸気ガス化実験を実施し、得られたデータを活用して熱バランス計算を行い、目標値である70%以上の冷ガス効率を得られる可能性のある運転条件を明らかにした。さらに、10kg/d 規模の粒子の挙動が観察できる流動層ガス化炉コールドモデル実験装置を製作して運転し、粒子の循環確認および目標循環量を含む広範な循環量を得ることができた。これらの成果を活かして、高温での連続実験が可能なホットモデル実験装置を製作した。今後、試運転を実施することにより、高温条件での粒子循環、燃料連続供給など、長時間安定して運転できることを確認したうえで、連続実験を実施する。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、ガス化、流動層

〔研究題目〕 活断層帯におけるセグメンテーションと最大地震規模の推定

〔研究代表者〕 栗田 泰夫

(活断層・地震研究センター)

〔研究担当者〕 栗田 泰夫、加瀬 祐子、谷口 薫、近藤 久雄 (JSPS 特別研究員)

(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

本研究は、原子力安全基盤機構における新しい震源断層の調査手法を検討することを目的とした事業の中において、応用地質(株)が実施した内陸の活断層調査に基づく震源断層評価手法の検討の一環として、一部範囲の業務について役務委託を受けて実施している。本研究では、様々な規模・形状の不連続部を介して連なる断層が連動破壊する可能性について、地質学的データと物理学的な理論・シミュレーションの融合を通じた検討を行った。なお、本研究の実施期間は平成20～22年度の3カ年度にまたがっている。

地質学的データの検討では、長大地震断層のセグメント区分について既存資料を収集して断層形状と変位量分布に関するデータを比較した結果、長さ200km以下の地震断層と同様に、長さ10-数10km程度のセグメントに区分できること、および最大変位量が8-9m程度で飽和することが判明した。また、2001年 Kunlun 地震断層について、ALOS-PRISM 衛星画像を用いて断層の詳

細形状を判読した結果では、破壊は長さ40kmの2重屈曲を飛び越えたことが明らかになった。以上の結果を踏まえて、活断層のセグメント区分と地震規模推定手法の一般化に着手した。断層破壊の動力学的シミュレーションにおいては、平行な2つの主セグメントが走向の異なる短い副セグメントで結ばれている屈曲した横ずれ断層系モデルについて、数値計算を実施した。その結果、圧縮性屈曲は伸張性屈曲に比べて破壊を伝播させやすいこと、破壊が伝播しやすい屈曲では20°、伝播しにくい屈曲でも10～15°より緩い屈曲では破壊は停止しないこと、および屈曲部の強度と応力降下量の比が3を越えると破壊がなめらかに伝播することは難しくなることを見出された。また、逆断層の破壊シミュレーションにも着手した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地震断層、セグメンテーション、連動破壊、断層の動的破壊

〔研究題目〕 製鋼スラグと腐植物質による生態系修復技術の受容性と環境リスクの総合評価

〔研究代表者〕 駒井 武 (地圏資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 駒井 武、川辺 能成、竹内 美緒、原 淳子、福嶋 正巳、山本 光夫、肴倉 宏史 (常勤職員4名、他3名)

〔研究内容〕

製鋼スラグと腐植物質の活用による生態系修復技術は、フィールドにおける実証試験によりその効果が検討されており、その実用化はバイオマスと工業副生物の有効利用の側面からも期待が大きい。この修復技術は腐植物質と溶存鉄との錯体形成による海水中の溶存鉄濃度の上昇によるものと考えられ、海域バイオマスの回復による二酸化炭素吸収効果も期待できる。本研究では、製鋼スラグと腐植物質の相互作用により、環境中で可溶性のフルボ酸鉄を新たに生成させ、海域の藻場再生を促進させるための化学的、生物学的な研究を行う。また、製鋼スラグと腐植物質の長期安定性の評価を行い、人や生態系への環境リスクに関わる基礎データを集積し、環境安全性に関わる技術的な指針を得ることを目的とする。

研究成果は以下のとおりである。

(1) 製鋼スラグと腐植物質の相互作用と環境リスク評価

様々な製鋼スラグと腐植物質を用いて鉄および有害成分の溶出特性を検討し、各種条件下で鉄成分(全鉄、二価鉄)の溶出速度および促進方を明らかにした。溶出する重金属等による環境リスク要因を同定し、製鋼スラグは環境リスクが小さいこと、腐植物質の共存による環境安全性が向上することがわかった。さらに、海水溶媒中で製鋼スラグの長期安定性に関する試験を行い、実環境における鉄と重金属成分の溶出データを集積した。

環境微生物の相互作用では、ダム底質や地下水に棲

息する微生物による製鋼スラグからの鉄溶出について検討した。実験結果よりスラグや腐植物質を環境中に供与した場合、微生物との相互作用により鉄イオンが環境中に放出されることが明らかになった。実際にスラグや腐植物質を環境中に供与する場合、事前の調査やトリータビリティ試験が重要であると考えられた。

(2) 腐植物質の構造解析に基づく共存金属の環境挙動

腐植物質中のフルボ酸、フミン酸の分画と錯体形成に関して、その経年変化とその詳細な構造分析を行い、フルボ酸鉄の生成機構を明らかにした。

(3) 腐植酸鉄の生成機構および実海域での実証的検討

海洋を模擬した小型水槽試験により、最適な腐植物質と鉄(II)の量を推定し、腐植酸鉄の生成機構の解明と生成促進に関する基礎データを集積した。水槽試験に使用した未移行スラグを含むユニットから溶出する重金属等はほとんど無いことが示され、鉄分供給ユニットの環境安全性を示す結果を得ることができた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 土壌汚染、生態系、腐植物質、スラグ、環境影響

[研究題目] 液状化実験による液状化メカニズムの解明に関する研究

[研究代表者] 宮地 良典 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 宮地 良典、小松原琢 (常勤職員2名)

[研究内容]

地震が発生したときにおこる被害のひとつに地盤の液状化などによる被害がある。地盤の液状化現象によって、1964年の新潟地震でアパートが倒壊するなどの大きな被害が生じた。近年でも1995年兵庫県南部地震や2003年釧路沖地震などで大規模な液状化現象が発生し、噴砂やマンホールの抜け出しなどによる被害が発生した。

液状化現象は地下水位の高い砂地盤の場所で、地震による振動で地下水圧が上昇することによって発生する。このため液状化現象の実験は大規模な装置を使用することが多い。

簡易な実験装置として、担当者の一人が考案した「エキジョッカー」(産総研知財登録番号 H19NOH-513)がある。これは、500cc 程度のペットボトルに異なる粒度の砂を入れたものに水を満たしたもので、簡易に液状化実験ができるものである。

今回、これをもとに実験装置を3種類作成し、それぞれに粒径の異なる砂をその配合を変えて実験した。

実験装置1は、長さ1メートル直径20cm の円柱に砂と水を満たしたものである。この装置で発生する液状化現象を「エキジョッカー」と比較することでスケールの比較を行った。

実験装置2では板状のアクリル板の間に砂と水を封じ込めたもので、円柱では再現できない側方への変化が見られる。これにより、側方から噴砂が噴出する砂脈の発

生状況を観察することができるようになった。

実験装置3は液状化を起こす震源として手回し式で振動の発生具合を変化させることができるようにした。これにより地震の固有振動や継続時間との関係をみるのが可能になった。

今回、このような実験装置を作成し、地震発生時の液状化メカニズムを解明するための実験が可能になったことが分かった。今後これらの装置を利用してメカニズムの解明を行い、地震国である日本の災害軽減に生かすことを目指す。

[分野名] 地質

[キーワード] 地震、液状化現象、実験装置、地下水

[研究題目] 重金属汚染土壌の重金属類溶出特性の研究

[研究代表者] 丸茂 克美 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 丸茂 克美 (常勤職員1名)

[研究内容]

土木工事で発生する掘削残土中の砒素や鉛などの重金属は水に接すると溶出し、土壌汚染対策法の溶出量基準値を超過する場合もある。特に堆積岩の中には、汚染対策を講じる必要がある掘削残土が問題とされている。本研究は、沖積層中の有機質粘土を対象に、砒素の溶出メカニズムを解明し、溶出を加速させる要因を明らかにする手法を開発することを目指した。

土壌汚染対策法の溶出量試験では試料粉末と水を混ぜて6時間振とうさせ、試料粉末から溶出して検液に移行する砒素を原子吸光度計で分析するが、この方法を有機質粘土に対して実施した結果、多くの試料で砒素の溶出が促進されることが判明した。この原因としては溶出量試験の際に粘土中の硫化物が分解し、硫化物中の砒素が解放されることが挙げられる。この場合検液の pH は酸性になってしまい、砒素が有機物に吸着されると考えられるが、硫化物の分解に伴われて解放される砒素量はそれを上回っていることが判明した。

[分野名] 地質

[キーワード] 溶出量試験、砒素、有機質粘土、土壌汚染対策法、掘削残土

[研究題目] 地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究

[研究代表者] 竹内 圭史 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 竹内 圭史 (常勤職員1名、他3名)

[研究内容]

日本及び東アジアの地質科学界にとって効果的な成果発表の場の在り方を明らかにし、今後必要とされる国際学術誌の具体像を示すことを目的として、地質科学分野における国際学術誌のオンライン化の現状と将来動向について調査分析を行う。

最終4年目の21年度は、前年度までに調査整理した地

質科学分野の主要70国際学術誌の諸元を補充更新しつつ、それらの資料および日本におけるオンライン投稿システムの実例の検討により、オンラインの投稿・出版についての現状分析と課題の抽出を進めた。

【分野名】地質

【キーワード】国際学術誌、オンライン投稿、オンライン出版

【研究題目】**土壤中の鉛及びほう素の簡易分析手法開発に関する研究**

【研究代表者】丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美（常勤職員1名）

【研究内容】

蛍光X線分析法は土壤中に含まれる鉛の迅速分析をす
る有効な手段であるが、土壤汚染調査で活用されること
の多いエネルギー分散型蛍光X線分析装置ではふっ素や
ほう素などの軽元素の分析は困難である。波長分散型蛍
光X線分析装置はふっ素の分析が可能であるものの、ほう
素分析に適した分光結晶を装着していない場合が多い。

本研究では土壤中のほう素濃度を簡便に測定するため
の手段として蛍光X線分析法の可能性を調べた。具体的
にはほう素分析に適した分光結晶であるSX48-を波長
分散型蛍光X線分析装置に装着して、土壤中に含まれる
ほう素を定量するための基礎実験を行った。ほう素の認
証値のある標準試料の入手が困難であるため、本研究で
はカオリンにほう素（ほう酸）を混ぜて標準試料とし、
ほう素の蛍光X線スペクトルを得るとともに検量線を作
成した。カオリンにはほう素が含まれていないため、ほう
素の蛍光X線は検出されないが、ほう素を3.6%混ぜた
標準試料ではほう素の蛍光X線スペクトルが検出され
た。さらに、ほう素が7.2%以上含まれる試料ではほう
素の蛍光X線が明瞭になる。これらのデータに基づいて
作成したほう素の検量線はバラツキが大きく、ほう素の
分析が難しいことが判明した。

【分野名】地質

【キーワード】ほう素、分光結晶、土壤汚染、蛍光X線
分析法、波長分散型蛍光X線分析装置

【研究題目】**重金属汚染土壤のマッピングと要因識別
に関する研究**

【研究代表者】丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美（常勤職員1名）

【研究内容】

重金属汚染土壤のマッピングのため、可搬型蛍光X線
分析装置とストリッピングボルタンメトリーを広島県の
火山岩地帯に運び、ボーリング調査で得られたコア試料
の現場分析を行い、重金属の分布様式を把握するととも
に、重金属の分布様式を支配する要因を識別する技術の
開発を行った。コア試料を蛍光X線分析した結果、一
部の風化火山起源の土壤中に高濃度の砒素で含まれるこ

とが確認された。これらの砒素濃度は、鉄と正の相関を
示し、火山岩中の砒素が硫化物の風化によって鉄ととも
に移動し、鉄とともに再沈殿したものと考えられる。

この火山岩地帯の河川水と地下水中の砒素濃度をスト
リッピングボルタンメトリーを用いて測定した結果、砒
素は河川水や地下水に移行していないことが判明した。
従って砒素は硫化物の分解に伴って解放されたフェリハ
イドライトなどの鉄鉱物に迅速に吸着され、拡散しない
ものと考えられる。

現場での蛍光X線分析による土壤分析とストリッピ
ングボルタンメトリーによる水質分析は汚染の実態把握
を行う上で有効であり、砒素と共存する元素の濃度を調
べることにより、砒素のリスク評価を行うことが可能で
ある。

【分野名】地質

【キーワード】土壤汚染、砒素、地下水汚染、蛍光X
線分析、ストリッピングボルタンメ
トリー

【研究題目】**超音波を用いた藻場分布測定に関する研
究**

【研究代表者】谷本 照己（地質情報開発部門）

【研究担当者】谷本 照己、橋本 英資、高杉 由夫
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

温排水影響調査における海藻調査の高度化、合理化を
図るため、超音波を用いて遠隔的に海藻類の判定と分布
を簡易に計測、解析図化する藻場分布計測システムの構
築および愛媛県伊方沖海域における藻場分布の季節変化
について検討した。2009年5月、8月、11月および2010年
2月に伊方沖海域において簡易型の超音波底質解析装置
を用いた現地試験を行い、超音波の一次と二次反射強度
の関係から海藻の有無等の海底状況をリアルタイムで判
定、計測することができた。また、本装置による超音波
による計測結果とDGPSによる位置データとの組み合わせにより、
広域および詳細な海藻水平分布を簡易にマ
ッピング処理する解析手法を確立した。本手法により、
2009年度における伊方沖海域の四季の広域および有寿来
マウンドと町見マウンド周辺海域における詳細藻場分布
を明らかにした。

【分野名】地質

【キーワード】藻場分布、超音波、遠隔計測、クロメ

【研究題目】**北太平洋高緯度域における第四紀後期の
地球磁場変動：古気候研究とのリンケー
ジ**

【研究代表者】山崎 俊嗣（地質情報研究部門）

【研究担当者】山崎 俊嗣、下野 貴也
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

オホーツク海中央部の3地点で採取された堆積物コアについて、昨年度までの研究により、相対古地磁気強度を用いた年代モデルが構築された。この年代モデルと環境岩石磁気学分析結果を合わせて解釈することにより、過去数十万年間において、漂流岩屑（IRD）の供給が北端の地点では温暖期に増加し、南部の2地点では寒冷期に増加することが判明した。これは、寒冷期には北部では通年結氷することにより漂流岩屑の供給が減少したためと推定され、気候変動に伴う海水分布の地域差が明らかとなった。

相対古地磁気強度変動を用いて、北半球高緯度と南半球高緯度の堆積物コアの精密年代対比を行うことにより、古環境変動イベントの南北差の検出など古気候変遷研究に資することを目的として、2009年2～3月に実施された調査船「みらい」MR08-06航海において、南東太平洋にて3本のピストン・コア試料を採取した。チリ海溝に近い地点のピストン・コアは約100万年間の古地磁気変動を記録しており、北半球コアとの古地磁気強度を用いた精密年代対比が可能と考えられる。

【分野名】地質

【キーワード】古地磁気、古地磁気強度、オホーツク海、南東太平洋、古環境

【研究題目】コケムシ骨格を利用した新たな古海洋環境復元指標の開発

【研究代表者】町山 栄章（海洋研究開発機構）

【研究担当者】町山 栄章（海洋研究開発機構）、兼子 尚知、石村 豊穂（地質情報研究部門）（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

コケムシ動物は、無性出芽した多数の個虫が集合した固着性の群体性動物である。特に唇口目コケムシの個虫（虫室）の大きさは、それが出芽した時の水温と逆相関の関係にあり、同一群体内における虫室の大きさの変異を解析すれば、海水温の平均年較差が算出できる（MART 指標と呼ぶ）とされる。MART 指標は、データの地域的不均質性や形態測定の問題、コケムシ動物そのものの生態や生活環などの情報が不足しているために、その信頼性と汎用性の問題がある。本研究では同位体地球化学の側面から MART 指標の検証を行い、コケムシ骨格を新たな海洋環境指標として確立することを目指す。

研究の第1のステップとして、本邦近海の広い緯度範囲で MART 指標が適用され得るかを検証するため、平成21年度は熱帯域に分布するコケムシ試料として、沖縄県の八重山諸島に位置する石西礁湖の水深5～20m からの試料採取を実施した。3地点からコケムシ群体試料を採取し、その分類を行った。

また、静岡県沼津市の大瀬崎で得られた現生コケムシ群体（*Parasmittina* sp. など）から MART 指標を算出

した。3群体を計測した結果、MART 指標が各群体でそれぞれ異なり、値にばらつきがあることが判明した。このような結果が得られた原因の一つとして、各群体の大きさが小さいことから、若齢のコケムシ群体であることが推定される。すなわち、夏・冬という水温が極大・極小となる時期を越していない群体であるために、年較差の情報を有していないことが予想される。

【分野名】地質

【キーワード】古海洋、古環境、酸素同位体、炭素同位体

【研究題目】最終氷期最寒冷期の中部～西南日本のレフュージアにおける生物群の分布様式

【研究代表者】水野 清秀（地質情報研究部門）

【研究担当者】水野 清秀（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究の目的は、最終氷期最寒冷期の植物化石・昆虫化石の分析などから、現在までの生物群集の空間分布の変遷、レフュージアの位置を復元することである。担当者の役割は、全国に広く分布する始良 Tn テフラ（約2.6～2.9万年前）を年代指標としてその前後の層準の泥炭層から大型植物化石、花粉化石などを採取し正確な年代を明らかにすると共に、比較のためのより古い泥炭層の年代をテフラの対比を用いて求めることである。平成21年度は、宮崎平野西部から加久藤盆地にかけて分布する始良 Tn テフラ（あるいは入戸火砕流堆積物）前後の泥炭層の層準の特定と、泥炭層に挟まる複数のテフラの同定を行った。入戸火砕流堆積物の下位には6枚以上のガラス質テフラが認められ、鉍物組成分析と屈折率測定などから、それらのうちの3枚は始良大塚、始良岩戸、阿多テフラの可能性が高いことがわかった。また下位にある小林火砕流堆積物との間の厚いテフラは、小田火砕流堆積物に対比される可能性が高く、泥炭層の発達層準が始良 Tn テフラ前後と、40万年前頃の2層準に大きく分かれることが明らかとなった。

【分野名】地質

【キーワード】気候変動、植物地理、最終氷期、レフュージア、始良 Tn テフラ

【研究題目】ストレスとサンゴ礁の歴史的変化

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳（常勤職員1名）

【研究内容】

地球温暖化、人間居住史、都市化や農林畜産業の構造変化に伴う変化に着目し、数十から数百年で、ストレス要因（温暖化による水温上昇、海洋酸性化、陸源負荷等）の過去からの変遷とサンゴ礁の状態（サンゴ分布の変化、断片化等）を復元し、人-サンゴ礁共生・共存系の変遷・崩壊過程とその要因を明らかにすることが本研究課題の目的である。研究期間第二年度は、研究対象地

域に選定された沖縄県石垣島とインドネシア・ジャカルタ湾から得られた試料について、酸素同位体比分析によって年数及び季節性を確認し、誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）による重金属分析に着手した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕サンゴ、骨格、水温、ストレス

〔研究題目〕宝石サンゴ類の持続的利用と適切な国際取引管理に関する研究—ワシントン条約への貢献

〔研究代表者〕鈴木 淳（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鈴木 淳（常勤職員1名）

〔研究内容〕

深海に生息する宝石サンゴは資源枯渇が懸念されており、国際取引規制の議論も起きている。しかし、宝石サンゴ類の成長率、繁殖期、資源量等の科学的知見がないため、規制の是非を判断することができない。そこで、本研究では、日本近海の宝石サンゴ類は高知県および沖縄県沖から採取されたモモイロサンゴおよびウミタケについて骨軸の化学組成と酸素同位体を分析し、生息環境の復元を試みた。成長に伴い酸素・炭素同位体比に変動が認められ、対応する変動がマグネシウム／カルシウム比とストロンチウム／カルシウム比にも認められた。これらの変化は水温、塩分などの環境変動によると考えるには大きすぎるため、骨軸の形成速度など生物的要因によって起こる可能性が示唆された。これらの知見を整理検討して、宝石サンゴ骨軸の化学組成とその環境指標との関連について総説を取りまとめた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕宝石サンゴ、骨軸、水温、酸素同位体比、マグネシウム／カルシウム比

〔研究題目〕東ユーラシアにおける新生代後半の霊長類進化に関する古生物学的研究

〔研究代表者〕鈴木 淳（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鈴木 淳（常勤職員1名）

〔研究内容〕

化石霊長類の産出地点の地理的情報、古生物学的な相対的年代、地質学的な絶対年代などのデータを組み合わせることにより、霊長類の拡散時期と経路を決定し、化石種を含めたアジア産霊長類のユーラシア大陸における分布域の変遷を、全地球規模のグローバルな気候変動と植生変化の背景を基にして、「北方展開説」の立場から検討しようとするものである。本年度は、水棲哺乳類の歯の炭酸塩成分について炭素・酸素の安定同位体の分析手法の検討を行った。炭素同位体比の結果から、生息環境およびその植生についての情報が得られる可能性が示された。引き続き、酸素同位体比については分析上の問題について検討を進めた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕霊長類、哺乳類、歯、化石歯、酸素同位体比

〔研究題目〕生物起源炭酸塩の生成機構と精密間接指標の開発に関する研究

〔研究代表者〕鈴木 淳（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鈴木 淳、中島 礼、川幡 穂高、吉村 寿紘、泉田 悠人（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

生物起源炭酸塩の化学組成・同位体比は、周囲の環境のみならず、生物体内の炭酸塩生成機構にも影響されることがわかってきた。そこで、地質学的試料を用いて過去の水温などを精密に復元するためには、バイオミネラリゼーション（生物鉱化作用）の機構解明が求められる。本年度は、引き続き霞ヶ浦近傍に生息するイケチョウガイの複数試料を対象に検討を行った。また、生息環境との対比を行なうために、通年で湖水の採取を行い、pHほか関連水質項目についてモニタリングを実施した。イケチョウガイの殻は内層、中層、外層のすべてがあられ石で構成されている。外層について酸素炭素同位体比分析およびストロンチウム／カルシウム比などの元素分析を行い、生息環境が骨格化学組成に与える影響を検討した。また、殻の炭素同位体比は溶存無機炭素の値と近く、基本的に周囲の海水の値を記録していることが判明した。淡水産二枚貝は、侵食作用が卓越する場として良好な連続記録が得られない淡水域における古気候学研究に大いに貢献することができる。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕イケチョウガイ、霞ヶ浦、水温、酸素同位体比、あられ石

〔研究題目〕環礁立国におけるサンゴ礁の防災機能と礁-洲島系の構造維持

〔研究代表者〕鈴木 淳（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鈴木 淳、吉永 弓子（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

環礁立国における住民・社会基盤の安全を維持するため、サンゴ礁とそこに載る洲島の「礁-洲島系」を防災基盤として総合的に評価し、成果を社会に還元することを目標とする研究課題である。このため、サンゴ礁地形学・炭酸塩堆積学の観点から、太平洋・インド洋の環礁立国の防災基盤としてのサンゴ礁の役割の解明を試みた。まず、インド洋モルディブにて発生した現成サンゴ礁についてサンゴ礁構造の記載と試料採取を行った。併せて採取されたサンゴ化石骨格について、環境復元解析を実施した。ここでは表層の厚さ約2mの堅固な礁構造が礁内の未固結堆積物を保持する役割を果たしていることが明らかになった。太平洋地域では、マーシャル諸島

共和国マジュロ環礁にて航路浚渫跡等より採取した試料と礁斜面のボーリング試料を基にサンゴ礁地盤の構造的特徴とその形成過程を明らかにした。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕環礁、サンゴ、骨格、酸素同位体比、モルディブ共和国

〔研究題目〕走査型 ESR 顕微鏡による非破壊コア分析の開発

〔研究代表者〕今井 登（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕今井 登、福地 龍郎
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

野島断層沿いで発見されたシュードタキライトと断層ガウジから採取した試料を用いて走査型ESR顕微鏡による解析を行った。マグヘマイト (γ -Fe₂O₃) 起源のFMR信号をターゲット信号として二次元計測した結果、過去の断層摩擦熱により黒色化したシュードタキライト脈では、非常に高い二次元強度分布が得られた。しかし、検出感度を上げるために当初使用した穴あき共振器のスリットが幅3m×長さ10mmと大き過ぎ、得られる二次元強度分布の解像度が非常に低かったため、スリットを2～3mφのピンホールに変更した結果、検出感度は多少減少したが解像度は飛躍的に向上し、0.25mm程度の分解能を持たせることができた。また、1999年台湾・集集地震を引き起こしたチェルンプ断層の浅部掘削コア中にある断層破砕帯の平板状試料を使用して二次元ESR計測を実施した。その結果、断層ガウジ帯から加熱により生成したと考えられるFMR信号が検出され、部分的に摩擦熱による影響を受けていることが明らかとなった。さらに、車籠埔断層深部掘削コア試料の化学分析と通常のESR測定を行った結果、有機ラジカル信号が摩擦熱の検出に利用できることが示された。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ESR、VMS、断層、年代、元素分析

〔研究題目〕本州中部日本海側山地の亜高山・高山域における最終氷期以降の植物群・環境変遷史

〔研究代表者〕植木 岳雪（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕植木 岳雪（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、千葉大学大学院園芸学研究科の沖津進教授を研究代表者とする科学研究費基盤研究（B）の一部として行われるものである。本研究の目的は、本州中部日本海側山地において、高山・亜高山域での最終氷期以降の植物群と環境の変遷史を、湿潤多雪環境の推移および植物地理学的な分布要素に基づき整理した植物群の挙動を中心として、固有性の高い植物群落の形成過程に焦点を当てて明らかにすることである。

平成21年度は、長野県北部の松本市セバ谷の標高1,470 m の地点において、2.9万年前の始良 Tn テフラ（AT）前後の湖成層を採取し、花粉分析を高知大学に依頼した。松本市池尻の標高1,050mの湿原において、機械式ボーリング掘削は困難であることが判明し、平成22年度にハンドボーリング掘削を行うよう手続きを進めることになった。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕中部日本、最終氷期、植物群、植物化石、ボーリング掘削

〔研究題目〕霞ヶ浦沿岸花室川流域の旧石器文化の研究

〔研究代表者〕中島 礼（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕中島 礼（常勤職員1名）

〔研究内容〕

茨城県つくば市と土浦市を霞ヶ浦にむかって流れる花室川の中流域では、ナウマンゾウをはじめとする大型哺乳類化石や植物化石が多数産出することが知られている。この産出層は、桜川段丘堆積物相当層である緩斜面堆積物で、3万年前後の年代とされている。1万年より前の時代は旧石器時代とよばれ、花室川流域では旧石器時代の遺跡が数多く報告されており、かねてより旧石器時代の人類と大型哺乳類との関連が議論されていた。最近になって花室川より、ナウマンゾウ臼歯化石と旧石器が転石として採集され、また海生哺乳類であるニホンアシカ化石が見つかり、放射性炭素年代で約28,000年という値が測定された。そこで本研究では、花室川流域における旧石器時代の人類と大型哺乳類の関連、当時の気候などを復元する総合研究を行うこととした。

初年度である21年度は、分布する緩斜面堆積物の地質調査を行い、植物化石の放射性炭素年代測定や化石採集、花粉化石分析などを行った。その結果、緩斜面堆積物は4万年～2万年の氷河期極相期の堆積時期であることが判明した。また、流域の沖積面において大規模掘削やボーリング調査を行うことで、緩斜面堆積物の地下分布を把握することが出来た。今後は地下分布を踏まえた上で、他地域での大規模掘削を行い、さらに大型哺乳類化石自身からの放射線炭素年代測定や人為的なカットマークの確認などを進めることで、当時の環境と人類の生活を解析していく予定である。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕旧石器時代、哺乳類化石、霞ヶ浦、古環境

〔研究題目〕FEP 解析を応用した火山噴火の想定シナリオ作成手法の高度化

〔研究代表者〕下司 信夫（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕下司 信夫、及川 輝樹
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

本研究は、噴火シナリオの作成にあたって、過去の経験則だけにとどまらず火山学的により客観的で正確な噴火推移予測の手法を開発することを目標とする。本研究の目標は、ある物理プロセスで説明できる二つの火山現象の組み合わせを、FEP 解析手法を用いて統合することにより、実際の噴火プロセスを物理過程の連鎖として説明することである。そのために、それぞれの噴火前駆現象が次のどのような事象にどのようなプロセスを経て繋がってゆき、最終的に地上の噴火に至ったのかを火山学的な知見から解析し、最終的には、噴火前駆現象である地下の活動を捉えた時点で、そこから可能性のある事象の連鎖とその結果を抽出できるツールとして完成させることを目標とする。本年度は、まず火山現象に FEP 解析を導入するに当たり、それぞれの観測事実や火山現象を事象とプロセスに区分する論理構造の構築を行った。さらに、解析に用いる実際の例として伊豆諸島のいくつかの火山噴火の事例を抽出し、それらの噴火事例において噴火間の静穏期から異常の発生、マグマの上昇過程をへて噴火の発生までの観測事象の整理を行い、それらの間をつなぐ物理プロセスを推定することを行った。これらの事象の組み合わせを FEP 解析することにより、ある限定された火山噴火に至るプロセスを、地下におけるマグマの移動と上昇過程で説明し、ごく単純な噴火シナリオを作成した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕火山、噴火、シナリオ、防災、FEP 解析

〔研究題目〕高精度変動地形・地質調査による巨大地震断層の活動履歴の解明

〔研究代表者〕池原 研（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕池原 研（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、南海トラフ沿いを中心とする海域において、海底堆積物中に残された地震発生の記録から過去の巨大地震の発生履歴を解明することを目標とする。本年度は対象海域を相模湾西部と東南海海域に設定し、既存試料の分析と結果のとりまとめを行った。「ちきゅう」で熊野トラフ海溝陸側斜面から採取されたコアの表層部分について堆積物中に含まれる浮遊性有孔虫を用いた放射性炭素年代測定を実施したが、すべてにおいて年代測定限界を超える年代が得られた。さらに追加確認の必要はあるが、このコアには最近の堆積物は残されていないと考えられる。一方、相模湾西部では大正型関東地震の再来間隔にはほぼ対応した地震履歴が推定できた。さらに地震と海底斜面崩壊との関連について、海底掘削も含めた今後の調査方法の検討を開始し、その一部については新しい海底掘削計画の科学計画に反映させるべく、他機関の研究者と協力して提案書の作成と提出を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海底堆積物、地震、タービダイト、海底掘削計画、海底地すべり

〔研究題目〕地殻流体の発生と移動のダイナミクス

〔研究代表者〕風早 康平（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕風早 康平（常勤職員1名）

〔研究内容〕

Hi-net 地震観測網等により観測された深部低周波地震分布の特徴は、1) 西南日本において、沈み込むフィリピン海プレートの最上面に相当する部分において深さ約35km 幅約1000km にわたり生じるもの。2) 第四紀火山近傍、および、3) 火山の存在と無関係に深さ20-45km において点在するものがある。これらの地震に関係する熱水の情報を得るため、震源周辺の地下水データを調査し、その化学・同位体組成等に関する特徴をまとめた。関係すると考えられる水は、遊離炭酸ガスを付随する塩水であり、同位体的にも、化学的にも、非常によく似た特徴を持っていることがわかった。

まず、1) に関連すると考えられる水は、中央構造線に沿って四国-近畿-東海にかけて存在する有馬型塩水がある。構造線に沿って塩水ではないが、遊離炭酸ガスを多く含む炭酸水も多く存在する。このスラブ内の地震発生場所の上盤には付加体があり、マントルは存在しない。したがって、この塩水はマグマ起源ではなく、スラブ内の変質玄武岩が脱水したものであろう。2) ほとんどの活火山周辺で深部低周波地震を生じているが、その場には遊離炭酸を多量に含む塩水が存在する場合がある。この熱水は浅部マグマ起源の熱水のように酸性でなく中性であり、硫黄種に欠乏するという特徴がある。このような熱水は、非常に還元的で地下深部で硫黄種は硫化物として沈殿したのであろう。さらに、炭酸ガスを多量に含むため浅部マグマより放出されたものではない。3) このような非火山地域で生じる深部低周波地震は中国-近畿地方および東北-北海道地方に存在している。この地震に対応するように、非火山性流体と考えられる炭酸ガス含有の塩水が湧出している地点がいくつか確認された。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕深部低周波地震、塩水、遊離炭酸ガス、同位体比、スラブ起源熱水

〔研究題目〕首都圏の渓流域における窒素高濃度化のメカニズム解明

〔研究代表者〕田林 雄（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕田林 雄（契約職員1名）

〔研究内容〕

近年、首都圏の渓流域において渓流水の硝酸イオン濃度が高いことが報告されている。同地域のダム湖においても、流入する渓流水の全窒素濃度が上昇しておりダム湖の富栄養化が指摘されている。これらの流域には直接

の排水の流入等がないことから窒素の供給源として大気降下窒素が考えられている。窒素は大気降下物として森林に降下し、樹木や土壌中の代謝を経た後に、渓流水に流出する。大気からの窒素負荷量は各地の自治体や酸性雨モニタリングステーションとして観測されており、渓流水も全国の大学の演習林等の水質調査が進められている一方で、土壌における挙動については不明な点が多い。特に、根圏よりも深度の深い地点においては実態がわかっていない。大気から負荷された窒素がどのように渓流水まで至るかを明らかにするためには、従来よりも深い深度をもつ土壌断面を作成し土壌や土壌抽出水の化学組成を分析する必要がある。平成21年度は、秩父地方の森林域に地表から深さ3mの土壌断面を作成し、各深度から土壌を採取した上で、土壌および土壌抽出液の化学分析を行った。実験の結果、土壌に含まれるバルクの窒素の割合は土壌の表層で最も高く、深くなるにつれ減少し、根圏で最小を示し、根圏以深でも根圏とほぼ同等の割合を示した。また、土壌抽出水中の無機態窒素は表層でも最も濃度が高く、中程度の深度で低下し、根圏の下部で再び上昇することが明らかになった。

【分野名】地質

【キーワード】窒素循環、土壌、渓流水質、大気降下窒素

【研究題目】熱水性鉱床におけるインジウムの濃集機構の解明

【研究代表者】清水 徹（地質情報研究部門）

【研究担当者】清水 徹、森下 祐一（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究の目標は、インジウムを運搬した鉱化熱水の温度・塩濃度および硫黄種の起源を明らかにし、インジウム濃集機構を物理化学的に解明することである。今年度（3年実施計画の次年度）は、初年度の基礎的な記載情報（顕微鏡による鉱物組織観察結果など）を基に、豊羽鉱床産インジウム含有鉱石を用いて、X線回折実験による鉱物同定や、X線マイクロアナライザー（EPMA）による元素分析を実施した。さらに、赤外線顕微鏡及び加熱・冷却実験装置を用いて、流体包有物の産状観察及び均質化温度測定を行った。その結果、以下が明らかになった。豊羽鉱床産のインジウム含有鉱物は閃亜鉛鉱であり、インジウムを最大8.3wt%含んでいた。同鉱物の流体包有物のサイズは大部分10 μm 以下であり、鉱物成長縞に沿って初生的に分布する気液二相のものが見られた。それらの包有物の均質化温度は273～288 $^{\circ}\text{C}$ であり、豊羽鉱床での同鉱物の形成温度であると解釈された。一方、流体包有物の冷却実験も併せて実施したが、閃亜鉛鉱の光屈折率が極めて高く、包有物中の氷相観察の光学的限界を超えていたことから、塩濃度測定には至らなかった。均質化温度及び同鉱物の鉄含有量データから、同鉱物晶出時の物理化学的環境が次のように示唆された。

すなわち同鉱物は、温度：273～288 $^{\circ}\text{C}$ かつ硫黄ガス分圧： $10^{-12.0}$ ～ $10^{-10.8}$ atm の流体から形成した。なお、本温度を、別手法によって得られた従来温度データと比較した結果、熱水性鉱床の一般的なインジウム鉱化作用の最低温度は、270～290 $^{\circ}\text{C}$ の範囲と見積もれた。本情報は同鉱床探査の指針作成にとって役立つ。

【分野名】地質

【キーワード】インジウム、熱水性鉱床、豊羽鉱床、閃亜鉛鉱、EPMA 分析、流体包有物、均質化温度、鉱床探査

【研究題目】Refractory Gold Study

【研究代表者】森下 祐一（地質情報研究部門）

【研究担当者】森下 祐一、清水 日奈子
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

金の世界的な需要は今後も高水準で推移すると考えられ、未利用鉱物、特に硫化鉱物中に潜在するいわゆる invisible gold や低品位鉱の効果的な処理による金回収の必要性が急速に高まっている。本研究では、「見えない金」を、大型二次イオン質量分析装置（SIMS）を用いて高感度で定量分析し、金の存在状態を解明することを目的とする。この成果は、金鉱床の探査・採鉱に新たな指針を提供するだけでなく、実収率向上のための選鉱・製錬上の知見を提供するものと期待される。

金はエレクトラムとして産出する他、硫化鉱物中にナノ粒子として相当量が存在する。本研究では、コロンビア共和国の鉱床から採取した試料につき、SIMS による高感度局所分析により、黄鉄鉱中の金とヒ素濃度を分析した。分析領域は3 μm ×3 μm で、2pg の微小試料の分析で検出限界は金50ppb である。黄鉄鉱中の様々な部位での分析により、1650ppm から検出限界までの金の分析値が得られた。ヒ素濃度は6.1%から0.01%以下の値まで得られ、全体として金濃度との相関が見られるが、局所的には相関関係がない場合が多い。SIMS 分析で生じたクレーターは、ダイヤモンド触針式荒さ計で形状測定を行い、深さも測定しておく。これにより、深さ方向 SIMS 分析との照合が可能になり、0.1-1 μm 程度の深さでの金とヒ素の細かい濃度変化や相関関係を可視化することができた。

本年度は昨年度に取得した測定データの解析と取りまとめを行い、研究成果の解釈と鉱業への提言を記載して南アフリカ共和国の大学に報告書を提出した。報告書の理解を助けるため、29葉の図版・写真からなる Appendix を報告書に添付した。

【分野名】地質

【キーワード】二次イオン質量分析装置、SIMS、深さ方向分析、金鉱床、金、ヒ素

【研究題目】ナノ・ゴールドの探索—探査・採鉱・選

鉍製錬への貢献

〔研究代表者〕 森下 祐一（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 森下 祐一、上野 宏共
（千葉科学大学）、
島田 允堯（九州大学）、
島田 和彦（九州大学）
（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

金の世界的な需要は今後とも高水準で推移すると考えられ、未利用鉍物、特に硫化鉍物中に潜在するいわゆる invisible gold や低品位鉍の効果的な処理による金回収の必要性が急速に高まっている。本研究では、「見えない金」を、大型二次イオン質量分析装置（SIMS）を用いて高感度で定量分析し、金の存在状態を解明することを目的とする。この成果は、金鉍床の探査・採鉍に新たな指針を提供するだけでなく、実収率向上のための選鉍・製錬上の知見を提供するものと期待される。

本研究は国内で操業中の鹿児島県の金鉍床を対象とする。対象鉍山は菱刈鉍山（北薩地域）、春日鉍山、岩戸鉍山、赤石鉍山（南薩地域）であり、3カ年計画の中でそれぞれの鉍山についての研究を進めていく。金とヒ素の微小領域定量分析で採鉍・選鉍製錬への知見が得られ、必要に応じた硫黄同位体比測定で鉍床成因への知見から金鉍床の探査法に寄与する事を目標とする。

本年度は初年度であり、菱刈鉍山と春日鉍山から採取した試料を EPMA で分析し、SIMS 分析に適した試料を選定した。これら試料中の黄鉄鉍を対象として、菱刈鉍山では SIMS による金とヒ素の定量分析を行った。分析領域は $3\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$ で、 2pg の微小試料の分析で検出限界は金 50ppb である。春日鉍山ではボーリングコアから採取した試料を対象として金・ヒ素の予察分析を行った。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 二次イオン質量分析装置、SIMS、金鉍床、金、ヒ素、菱刈鉍山、春日鉍山

〔研究題目〕 バイオマス由来溶媒を用いた使用済み電気電子機器からの資源

〔研究代表者〕 加茂 徹（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 加茂 徹、中尾 和久、鄒 卓裔
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

電気電子機器には貴金属の他に電子製品を製造する上で不可欠な希少金属等も多く含まれており、使用済み電気電子機器から有用資源を分離回収することは今後の重要な課題である。エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂は加熱しても大部分が固体残渣となるため、これまで再生利用することは困難であった。提案者らは最近、杉の乾留タール中でエポキシ樹脂を加熱処理すると常圧下で可溶化できることを見出し、特許を出願した。本研究ではこの

新しい知見に基づき、使用済みの電気電子機器やFRP廃材から金や希少金属等の有用な資源を分離回収すると共に、製鉄で製品の品質を著しく低下させる銅等の共存物質を除去し、有機成分をコークス炉化学原料化法の原料として利用する技術を開発する。H21年度では、杉とクレゾール系溶媒から製造したタール中でエポキシ基板を加熱すると樹脂部の大部分が溶けて銅など金属やガラス繊維が容易に分離できることを見出した。また、エポキシ基板の可溶化物を 764°C で急速熱分解するとクレゾール誘導体を主成分とする液体と僅かな残渣が生成し、これらの液体生成物を循環溶媒として再利用すると共に残渣をコークス原料として利用できることを見出した。本研究ではバイオマスを単にエネルギー源として利用するのではなく、その化学構造を利用して化学原料化するもので、バイオマスの高度利用技術の開発を目指している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リサイクル、可溶化、廃電子機器、熱硬化性樹脂、バイオマス、コークス

〔研究題目〕 廃棄物系バイオマスと熱硬化樹脂の共処理による有用資源の回収

〔研究代表者〕 加茂 徹（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 加茂 徹、安田 肇、中込 秀樹、
鄒 卓裔、中尾 和久、足立 真理子
（常勤職員2名、他4名）

〔研究内容〕

プリント基板には、金・銅等の金属の他にパラジウム等のレアメタルが多く含まれている。これらの金属類は電子製品を製造する上で不可欠な元素で需要が急速に増加しているが、可採埋蔵量は少なく廃電子機器から回収される再生資源は、将来、重要な供給源になると考えられている。廃木材等の廃棄物系バイオマスは主に発電燃料として利用されているが、本技術を用いればバイオマス固有の化学構造を生かしてプリント基板やFRP 廃材の可溶化溶媒として利用することができ、しかも可溶化物を化学原料あるいはエネルギー資源へ転換すれば貴重なバイオマス資源をより効率的に利用することが可能になる。熱硬化性樹脂を可溶化するには、これまで超臨界などの特殊な反応場を用いなければならなかったが、本研究グループではエポキシ基板を木材の乾留タール中で可溶してできることを見出した。H21年度では、クレゾール等の溶媒中で杉を加熱処理して得られるタール中でエポキシ基板を可溶化し、生成した可溶化物を熱分解するとクレゾール系溶媒が再生でき、溶媒を循環して利用できることを見出した。本法は全ての操作が常圧下で行われるため、従来法に比べて飛躍的に高い実用性を有している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リサイクル、可溶化、廃電子機器、熱硬化性樹脂、バイオマス

〔研究題目〕 溶融炭酸塩を用いた使用済み電子機器からのレア金属の回収

〔研究代表者〕 加茂 徹（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 加茂 徹、中尾 和久、張 尚中
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

本研究グループでは、溶融混合炭酸塩を用いて使用済み電子機器の筐体、基板、配線等の有機成分をガス化することにより、効率よく金属やレア金属を回収する技術を開発している。このプロセスの大きな特徴は、手作業で筐体や基板を解体し基板を微粉砕する工程が省かれるために非常に経済的であり、またこれまでほとんど有効利用されていない筐体や基板のプラスチックを水素へ転換してエネルギー源として利用でき点にある。本研究では初めにモデル化合物とし活性炭を用い、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、および炭酸リチウムの3つの混合炭酸塩共存下で水蒸気ガス化を行った。活性炭の水蒸気ガス化による水素生成速度は共存する炭酸塩の組成によって大きく影響を受け、溶融塩中のカリウム濃度および炭酸塩の融点が重要であることが示唆された。混合炭酸塩共存下でガラス繊維強化エポキシ樹脂を水蒸気ガス化すると、熱分解に比べて水素の生成速度が大きく、一方、メタンや一酸化炭素の生成は抑制され、本反応系がプラスチックの水蒸気ガス化反応による水素生成に適していることが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 レア金属、水蒸気ガス化、廃電子機器、炭酸塩、水素

〔研究題目〕 地質情報整備に関する研究

〔研究代表者〕 高橋 浩（地質調査情報センター）

〔研究担当者〕 高橋 浩、二宮 芳樹、高橋 裕平、
宮崎 一博、西岡 芳晴、宮下 由香里、
青矢 睦月、古宇田 亮一
（常勤職員8名）

〔研究内容〕

今年度より、マダガスカルの地質情報整備に関する共同研究を開始した。マダガスカル側カウンターパートは、マダガスカル鉱山地質局（エネルギー鉱山省、Ministry of Energy and Mines: MEM）である。地質情報研究部門の研究者を中心にマダガスカル南部地域の地質情報整備のため現地地質調査を行い、地質図の標準化手法をサポートする。2009年度に予察調査を行った後、2010、2011年度に現地調査を行い試料を採集し、地質図改訂地域の地質の全体像を把握し地質図を作成する。さらに、収集試料について定方位薄片を作成し、岩石学的及び構造地質学的解析を行い、地質構造発達史を検討する。また、ASTER 熱赤外データを用いた岩相マッピングを併用し、地質図の精度を向上させる予定である。

2009年度は共同研究の初年度に当たり、治安状況により現地野外調査が困難だったため、マダガスカル鉱山地質局、鉱業振興プロジェクト（Projet de Gouvernance des Ressources Minerales: PGRM）事務所、アンタナナリボ大学、JICA マダガスカル事務所を訪問し現地情報を収集した。また、JICA の依頼出張により、マダガスカル鉱山地質局で局長を含めた幹部・専門家15名に対して、リモートセンシングによる資源探査の講義を3日間行った。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地質図、マダガスカル、JICA、MEM、PGRM、熱赤外リモートセンシング、汎アフリカ変動、先カンブリア紀

〔研究題目〕 高品質ソフトウェア技術に関する研究

〔研究代表者〕 大崎 人士（関西産学官連携センター）

〔研究担当者〕 大崎 人士、相馬 大輔、
グエン バン タン
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

本プロジェクトでは、駅務機器に搭載されるソフトウェアを対象とし、現状の開発工程の上流から超上流に存在している問題点を解決し、駅務機器ソフトウェアの信頼性を高める開発手法を構築することを目標としている。

現状の開発工程の上流から超上流では

1. 仕様書に不備が存在する。
2. 仕様書が意図した性質を満たしているかを完全に保証できていない。

という二つの問題点がある。

これまで、「1. 仕様書に不備が存在する」という問題点を解決するために、仕様書を形式仕様記述言語 VDM によって仕様書を記述し、その効果の確認を行った。これにより

- I. 仕様書に存在する不備の指摘
- II. 仕様書の保守性、再利用性の確保

という成果が得られた。

現在は「2. 仕様書が意図した性質を満たしているかを完全に保証できていない。」という問題点を解決するために、プログラムの動的テストのように VDM 仕様書のテスト（上流工程大規模テスト）を行うことを考えている。仕様書のテストを大規模に実施するためのテスト環境の開発を行っている。さらに、この上流工程大規模テストを行うことで開発フロントローディング化も目的としている。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 形式手法、形式仕様記述

**〔研究題目〕 大規模組込みネットワークシステムの高
度テスト環境の研究開発**

〔研究代表者〕 崔 銀恵（関西産学官連携センター）

〔研究担当者〕 崔 銀恵、尾崎 弘幸、木下 佳樹、
中原 早生
(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

本プロジェクトの目標は、大規模組込みネットワークシステムの高信頼テスト環境の研究開発である。本年度は、企業との共同研究により、従来のテスト環境の問題点を整理し、それを解決するための新しいテスト環境の構想と概要図を設計した。提案するテスト環境は次の2つのサブシステムから構成される：

1. 形式モデルベーステスト (FMBT) システム：システムの要件を形式仕様として記述し、形式仕様からテストケースを自動生成する。これによって、従来の日本語の仕様書を基にした経験ベースのテスト設計ではできなかった、設計段階での仕様の明確化、手戻りコストの削減、高品質のテストケースの自動生成を実現する。
2. クラスタシミュレーションテスト (CILS) システム：産総研の大規模クラスタシステム「さつき」上で組込みネットワークシステムの構成機器、ネットワーク、動作環境をシミュレーションしてテスト実行する。これによって、従来の実機テストではできなかった、大規模システムに対するスケーラブルで柔軟なテスト実行、コスト削減、実機が完成する前の早期テスト実行を実現する。

本年度は、更に、形式仕様言語の簡易版 (TeSS) と、SAT (充足可能性判定) ツールを用いて TeSS 仕様からテストケースと期待出力値を自動生成する基本アルゴリズムを開発した。また、実際の空調組込みネットワークシステムに対する評価実験を行い、研究開発の今後の課題と見通しを得た。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 組込みネットワークシステム、形式仕様、
モデルベーステスト、クラスタシミュレーション

2. 研究関連・管理業務

産総研発足時から研究を支援する業務を担う機能を東京及びつくばに集中した。これは、各所に分散していた研究関連業務、管理業務等を可能な限り集中し、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い組織、制度を確立させたものである。統合の際には、各業務の電子化を積極的に導入し、ネットワークを活用した事務処理により効率化・迅速化を図り、無駄のない業務運営を行っている。また、各業務の実績と運営状況を常に把握し、評価結果、社会状況を踏まえた経営判断により、コンプライアンス対応体制や産学官連携体制の強化、個人情報保護のための体制整備等最適な体制に向けて不断の見直しを行っている。

21年度においては、「既存部門への業務付加を軽減した迅速な業務効率化の推進」「産業技術人材育成業務の体制強化、対外的プレゼンスの向上」の2つの視点から以下の組織再編を実施した。

①既存部門への業務付加を軽減した迅速な業務効率化の推進

定常業務を抱えながら業務効率化施策の検討は業務負担が大きく、非効率であることから、既存部門への業務負担を軽減しつつ迅速な業務効率化を推進するため、業務推進本部に、業務効率化推進室を設置。

②産業技術人材育成業務の体制強化、対外的プレゼンスの向上

産業界の関心が非常に高い、産業技術人材の育成に係わる業務について、運営体制強化及び対外的なプレゼンスの一層の向上を図るため、イノベーションスクールを組織化。

【研究支援体制】

1. 理事長直属部門

理事長直属部門は、企画本部、業務推進本部、コンプライアンス推進本部、評価部、環境安全管理部、広報部、男女共同参画室、イノベーション推進室及び特許生物寄託センターを置き、産総研の総合的な経営方針及び研究方針の企画を行うなど理事長を直接的に補佐する部門として、業務を遂行している。

2. センター等

センターは、先端情報計算センター、ベンチャー開発センター、サービス工学研究センター、地質調査情報センター及び計量標準管理センターを置き、研究所情報基盤の高度化等、産総研ミッションのうち特別の任務を担った業務を遂行している。また、イノベーションスクールを置き、産業技術に係る研究開発等に資する人材の育成に関する業務を遂行している。

3. 研究関連部門

研究関連部門は、産学官連携推進部門、知的財産部門及び国際部門を置き、政策提言、産総研の基本方針に係る中長期的視点での研究戦略の立案に資する調査研究や産学官連携活動及び成果の普及等、研究に直接関連した業務を遂行している。

4. 管理部門

管理部門は、研究業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門及び研究環境整備部門を置き、職員の日常的職務環境の維持や職員の能力向上に向けた業務等により組織運営の基盤となる研究に間接的に関わる業務を推進している。

<凡 例>

研究管理・関連部門名 (English Name)

所在地：つくば中央第×、△△センター

人 員：職員数 (研究職員数) 又は実効人員数 (職員数)

概 要：部門概要

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

○○部 (○○English Name Division)

(つくば中央第○、△△センター)

概 要：業務内容

××室 (××English Name Office)

(つくば中央第○)

概 要：業務内容

△△室 (△△English Name Office)

(△△センター)

概 要：業務内容

業務報告データ (表等で報告)

(1) コンプライアンス推進本部 (Compliance Headquarters)

所在地：東京本部、つくば中央第1

人員：23名 (3名)

概要：当本部は、「研究所のコンプライアンスの推進及び内部統制に係る基本方針の企画及び立案並びに総合調整並びに研究所の業務の監査に関する業務を行う」(産総研組織規程第6条の2)の規定に基づき、産総研における各部署や職員等のコンプライアンスに関する取組みを支援するとともに、リスク管理の最終責任部署として関連部門等と連携を図りながら、研究所運営の効率化及び社会からの信頼に応える組織の構築を推進している。

当本部の平成21年度の主な活動は以下のとおりである。

1. 各部門等及び組織全体としてのリスク管理活動の向上
2. 参加型によるコンプライアンスの周知徹底
3. リスク管理体制の検討及び強化
 1. については、リスク管理のPDCAサイクルを遂行し、研究ユニット、地域センター及び研究関連・管理部門において、年2回のリスク管理活動プランの策定とその自己評価を実施した。

また、ヒアリング中心の内部監査から、個別の業務に係る内在リスクの管理状況及び残存リスクの把握と、研究等の現場における対応状況及び課題の抽出を中心とする監査に重点を移し、リスク管理活動のモニタリングの効果を高めた。

2. については、コンプライアンス推進を行うに当たり、個人の意識向上が重要と捉え、当本部の活動が押しつけにならないよう、「参加型」コンプライアンス推進を意識して施策を展開した。具体的には、業務遂行上最低限知る必要がある事項について取りまとめたハンドブック(「コンプライアンスの道標」)の作成及び配布、職員等のコンプライアンス研修の実施及び「コンプライアンスに関するセルフチェックリスト」による役職員等チェックを実施した。特に、研修資料及び当該チェックリストの改訂には役職員等が参加できる体制とし、「ルール」の遵守が自然体で無理なく継続的に行われるような体質(文化・風土)の醸成が不可欠であることなどのコンセンサス作りを推進した。

3. については、リスク管理委員会において、部門等が取り組んだリスク管理活動や、リスク顕在化事例を報告した。この結果、委員からの意見や助言を踏まえて、各研究関連・管理部門におけるポジション整備や、行動者目線での原因究明として事故当事者の心理状態の把握を試みるなどのリスク顕在化対策を強化した。

機構図 (2010/3/31現在)

[コンプライアンス推進本部]

本部長 (兼) 小野 晃
 副本部長 (兼) 井内 撰男
 総括企画主幹 白田 良幸
 藤本 俊幸
 (兼) 渡邊 誠

[法務企画室] 室長 杉田 実 他

[情報公開・個人情報保護推進室]

室長 小松崎 実 他

[リスク管理室] 室長 黒羽 義雄 他

[監査室] 室長 上野 俊夫 他

法務企画室 (Legal Planning Office)

(東京本部)

概要：法務企画室の業務は、(1)産総研内のコンプライアンスの推進及び内部統制に係る基本方針の企画・立案・総合調整、(2)法務・訴訟事務の総括、(3)規程類の整備、(4)法律相談、(5)内部通報制度の実施、(6)利益相反マネージメントである。法務企画室は、これらの業務により、産総研の業務の公正かつ効率的な実施及び役職員等が安心して業務の遂行ができる環境の確保に努めている。

情報公開・個人情報保護推進室

(Information Disclosure and Personal
Information Protection Promotion Office)

(東京本部、つくば中央第1、地域センター)

概要：情報公開・個人情報保護推進室の業務は、(1)研究所の情報公開と個人情報保護に関する基本方針の企画・立案・総合調整及び相談窓口、(2)公開請求窓口業務、(3)独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律及び独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律に関する業務の実施である。

リスク管理室 (Risk Management Office)

(東京本部)

概要：リスク管理室の業務は、研究所における研究活動や一般業務を阻害する要因を“リスク”と捉え、適切なリスク管理による業務内容の高度化と研究所運営の効率化に向けて、(1)研究所全体のリスク管理のとりまとめ及び組織横断的なリスクの管理・対策に係る企画立案・総合調整、(2)研究所におけるリスクの定量的な評価の実施、重大リスク(優先的に取り組むべきリスク)の掌握、(3)過去の失敗事例やリスク評価の結果に立脚した重大リスクの低減策の策定、(4)事故・事件等の危機に対応し、被害を最小限に留める対策、(5)適切なコミュニケーション(情報提供・公表等)による信頼の維持・確保に向けた各部門等との調整、(6)リスク管理委員会の事務局に係る業務の実施である。

監査室 (Audit Office)

(東京本部)

概要: 監査室の業務は、(1) 研究所の業務の執行状況を正確に把握して適切な助言及び勧告を行うことにより、内部統制システムの充実及び改善を図り、業務の適正かつ効率化及び業務の透明性の確保等に寄与することを目的とした内部監査業務、(2) 会計検査院法第22条第5号に基づく会計検査院による会計実地検査及び独立行政法人通則法 (以下「通則法」という。) 第39条の規定に基づく会計監査人の監査、その他の外部機関の検査及び監査への対応に関する業務、(3) 研究所の財務内容等の監査を含む業務の能率的かつ効果的な運営を確保することを目的とした通則法第19条第4項に基づく監事の監査業務の支援に関する業務の実施である。

業務報告データ

平成21年度監査室業務内容

(1) 内部監査業務

内部監査では、会計処理の正確性・合规性等の観点の「財務監査」、業務執行の適法性・事務処理の効率性等の観点での「業務監査」及び、法令・規程等の遵守の観点の「コンプライアンス監査」を実施するとともに、フォローアップ監査を実施した。具体的には、平成21年度内部監査年度計画書に基づき、研究所の内部組織である研究関連・管理部門、研究実施部門における、組織運営に係る内部統制の状況の監査を実施した。

(2) 外部の検査及び監査に対する対応業務

① 会計検査院に係る対応

会計実地検査は、つくば本部4回 (5月28日～29日6月23日～26日、12月8日～11日、平成22年3月8日～12日)、中部センター2回 (4月6日～9日、平成22年1月21日)、北海道センター1回 (4月14日～17日)、中国センター1回 (11月16日～20日) が実施され、被対象部門等との調整を行い対応した。

② 会計監査人に係る対応

会計監査人の候補者を経済産業大臣に推薦し選任された。これを受けて、監査法人が行う監査の実施状況について報告を受けるとともに、監事監査及び内部監査との連携を図った。

(2) 研究コーディネータ (Research Coordinator)

所在地: つくば中央第2他

人員: 6名 (6名)

機構図 (2010年3月現在)

[ライフサイエンス担当]

研究コーディネータ 田口 隆久

[情報通信・エレクトロニクス担当]

研究コーディネータ 松井 俊浩

[ナノテクノロジー・材料・製造担当]

研究コーディネータ 清水 敏美

[環境・エネルギー担当]

研究コーディネータ 大和田野 芳郎

[地質担当]

研究コーディネータ 佃 栄吉

[標準・計測担当]

研究コーディネータ 田中 充

(3) 産業技術アーキテクト (Innovation Architect)

所在地: つくば中央第2

人員: 1名 (1名)

概要: 産業技術アーキテクトは、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、理事長の命を受けて、研究所を核としたイノベーションの創出及び推進等に関わる統括業務を行っている。

産業技術アーキテクトの役割は、(1) 産総研内外、特に産業界の有識者と積極的に意見交換し、(2) 産総研の研究成果を基に外部の研究成果も取り入れて、将来の産業化シナリオを描き、(3) 産総研と産業界との戦略的連携やプロジェクトを立案・推進を実施することである。

産業技術アーキテクトの主な活動は、(1) 産業変革研究イニシアティブ (大型連携プロジェクト) の継続課題の推進として「中小規模雑植性バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」、「SiC パワーデバイス量産試作研究およびシステム応用実証」、終了課題のフォローアップとして「ユーザ指向ロボットアーキテクチャの開発 (UCROA)」について、産業化を加速するための事業化プランを企業と共同でシナリオを作成、(2) 産学官連携の更なる促進のため、企業の研究人材が一定期間産総研に移籍する形で共同研究を実施する研究人材移籍型共同研究を策定、(3) 共有知財の取扱変更、産総研の技術移転をより促進するために特許出願の類型分けを実施および分類分けガイドラインを策定、(4) 異分野融合の促進を目指し、産業界との組織的対話システム「連携千社の会・イノベーションオンライン」を活用し、産業界と産総研との連携強化を図った。

機構図 (2010/3/31現在)

産業技術アーキテクト (兼) 伊藤 順司

産業技術アーキテクト 景山 晃

(4) 企画本部 (Planning Headquarters)

所在地：東京本部、つくば中央第2

人員：73名 (44名)

概要：企画本部は、理事長を補佐し、研究所の総合的な経営方針の企画及び立案、研究所の業務の実施に係る総合調整並びに業務合理化の推進等に係る業務（業務推進本部の所掌に係わるものは除く）を行っている。

具体的には、理事長の執務補佐を行うとともに、研究所の経営企画業務として、経済産業省と密接なコミュニケーションをとりつつ、法人運営全体に係わる企画調整、経営方針の企画立案、中期計画及び年度計画の取りまとめ、研究資源の配分、研究センター・研究部門・研究ラボの新設及び改廃案の策定等を行っている。研究企画業務として、研究方針の企画立案、研究戦略の策定、分野融合による重点研究テーマの設定、研究スペースの調整、研究計画の取りまとめ等を行っている。

また、国会、経済産業省、総合科学技術会議や独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構等の外部機関への総括的な対応を担っている。

機構図 (2010/3/31現在)

【企画本部】

企画本部長	脇本 眞也
企画副本部長	倉田 健児
	松岡 克典
	島田 広道
総括企画主幹	四元 弘毅
	渡邊 誠
	白田 孝
	濱川 聡
	前崎 雄彦
	羽鳥 浩章
	田中 哲弥
	上田 満治
総括主幹	松崎 一秀
	佐脇 政孝
	中村 浩一郎
【特別事業推進室】	室 長 渡邊 誠
【戦略経営室】	室 長 吉田 康一

特別事業推進室 (Special Project Promotion Office)

概要：特別事業推進室は、研究所の特別事業として推進する建設物及び連携研究等の総合調整に関する業務を行っている。

戦略経営室 (Management Strategy Office)

概要：戦略経営室は、中長期的な戦略策定、中期計画

策定、長期ビジョン事務局、地域センター設計及び地域戦略に関する業務を行っている。

(5) 評価部 (Evaluation Division)

所在地：つくば中央第2

人員：18名 (15名)

概要：評価部は、研究ユニット及び研究関連・管理部門等の評価を行う。評価の目的は、① 研究ユニットにおける研究活動の活性化・効率化を図ること② 研究関連・管理部門等におけるサービスの向上及び業務の効率化・活性化を図ること③ 経営に資するデータの提供や提言を行い、産総研のマネジメントへの反映を促すこと、④ 独立行政法人評価委員会（経済産業省）や国民に対する説明責任を果たすことである。

評価結果は理事長に報告されると共に、社会や国民への説明責任と併せて、産総研の活動についてより広い理解が得られるよう、評価報告書として刊行される。

1. 研究ユニット評価

社会・経済的価値の創出をもたらす成果を着実に上げるため、アウトカムの視点から、研究計画の妥当性、研究の成果及び研究実施体制の適切性等について評価を行う。

研究ユニット毎に研究ユニット評価委員会（外部委員と内部委員で構成）を設置して、成果評価及びモニタリング意見交換を行った。外部委員は延べ227名、内部委員は延べ55名であった。

1) 成果評価

アウトカムの視点からのロードマップ評価、アウトプット評価、マネジメント評価を行い、評点とコメントによる評価を実施した。本評価は隔年度実施であり、本年度は12研究ユニットを対象とした。

2) モニタリング意見交換

成果評価を実施しない年度において、研究ユニットが主体的に研究活動状況を評価委員に提示して、有益な助言を得ると共に、成果評価の信頼性を向上させるために実施した。本年度は31研究ユニットを対象とした。

2. 研究ユニット中間・最終評価

中間評価は、研究ユニットの運営状況を検証して、その方向性を明確にすることにより、研究パフォーマンスを最大限に発揮するために実施した。本年度は3研究ユニットを対象とした。

最終評価は、全期間を通じた研究ユニットの研究活動を総括し、十分なパフォーマンスを発揮して社会にプレゼンスを示すことができたかどうかを明らかにするために実施した。本年度は2研究ユニットを対象とした。

3. 研究関連・管理部門等活動評価

研究関連・管理部門等活動評価委員会において、研究関連・管理部門等、ベンチャー開発センター、地質調査

情報センター、計量標準管理センター、各地域センター（北海道、東北、臨海副都心、中部、関西、中国、四国、九州）の活動について目標管理型の評価を行う。

本年度は、研究関連系部門（広報部、産学官連携推進部門、知的財産部門、国際部門）及び管理系部門（環境安全管理部、先端情報計算センター、研究業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門、研究環境整備部門）を対象に評価を実施した。本評価は隔年度実施であり、活動評価を実施しない部門等については、モニタリングを実施した。

 機構図（2010/3/31現在）

評価部 部長 (兼) 上田 完次
 首席評価役 赤穂 博司、工藤 勝久、地神 芳文、富樫 茂子、中村 和憲、濱 純
 次長 大井 健太
 審議役 遠藤 秀典
 室長 須田 洋幸、岡 修一

 評価企画室（Evaluation Planning Office）

（つくば中央第2）

概要：評価に係る業務の企画及び立案並びに総合調整に関する業務を行う。研究関連・管理部門等の評価及びその推進に関する業務を行う。評価に係る業務であって、他の所掌に属しないものに関する業務を行う。

研究評価推進室（Research Evaluation Office）

（つくば中央第2）

概要：研究に係る評価及びその推進に関する業務を行う。

業務報告データ

平成20年度研究ユニット評価報告書（平成20年5月20日）
 平成20年度研究関連・管理部門等活動評価結果報告書（平成21年7月10日）

* 産総研公式ホームページから閲覧可能
 (<http://unit.aist.go.jp/eval/ci/report.html>)

(6) 環境安全管理部（Safety and Environmental Protection Department）

 所在地：つくば中央第1

人員：30名（12名）

概要：環境安全管理部は、理事長を補佐し、研究所の環境及び安全衛生の管理並びに防災対策等に係る業務を行っている。環境及び安全管理は、産総研で働く職員のみならず周辺住民の環境及び安全にも関わる重要な事柄である。また、産総研自体にとっても生命線であり、あらゆる種類の事業の前提となる最優先事項であると位置付けている。

環境安全管理部は、産総研環境安全憲章に記載された

基本的活動理念を実現、遂行するために、他の関連部門との密接な協力のもと、安全で快適な研究環境を創出し、これを確保することを最上の活動目的としている。この目的を実現するため、安全ガイドラインやマニュアル等の整備と普及、環境安全関連の施設及び設備整備と改善等のハード及びソフト両面での積極的活動を行うとともに、環境影響低減化に向けた活動及び事故発生数抑制のため全職員の環境安全に対する意識の向上を図る活動を重点的に行っている。

 機構図（2010/3/31現在）

[環境安全管理部]	[安全企画室]
部長 飯田 光明	室長 横須賀三泰
次長 米田 理史	総括主幹 白波瀬雅明
次長 扇谷 悟	総括主幹 川島 裕之
審議役 大和田 一雄	主査 高塚 弘行
審議役(兼) 本田 一匡	(兼) 井坪 信一
部総括 関河 敏行	[環境対策室]
総括主幹 飯倉 昇	室長 望月 経博
総括主幹 野神 貴嗣	総括主幹 森本 研吾
	主幹 木下 好司
	職員 長谷川 恵子
	[ライフサイエンス実験管理センター]
	センター長
	(兼)大和田 一雄
	総括主幹 細矢 博行
	総括主幹 森川 治
	主幹 石村 美雪
	職員 矢野 初美
	[放射線管理センター]
	センター長 工藤 勝久
	副センター長 吉成幸一
	主幹 井坪 信一
	職員 佐野 将之

[管理推進室]

室長(兼) 扇谷 悟
 (兼) 長谷川恵子

 平成21年度の主な活動

1. 安全衛生管理体制の水準向上及び維持
 - 昨年度に引き続き安全衛生管理体制の水準向上を図った。
 - 1) 安全衛生管理体制の強化等
 - ・安全衛生委員会（各事業所月1回）、産業医巡視（月1回）及びユニット長巡視（年2回）の立会い、指導を行った。
 - ・グループ／チーム安全衛生会議（最低月1回）の実施

状況の把握及び徹底を行った。

- ・ 高圧ガス、危険薬品等安全講習会、一般職員及び契約職員研修を実施した。
- ・ 巡視月間テーマの設定を行い、巡視のマンネリ化対策を行った。
- ・ 安全ガイドラインの改訂を行った。
- ・ 資格取得講習会や安全講習会の企画及び開催を行った。

2) 環境安全マネジメントシステム (ESMS)

- ・ 環境安全マネジメントシステムについては、導入作業の支援を行っていた11事業所が新たに運用を開始し、導入予定事業所全てにおいて導入又は ISO からの移行作業が完了した。

3) 事故防止活動

- ・ 事故報告、ヒヤリハット報告の周知及び分析を行った。
- ・ 全国管理監補佐会議（月1回）及び全国安全衛生管理担当者会議（年2回）を開催した。
- ・ 全国の管理監と TV 会議による安全管理報告会（毎朝）を実施した。また、報告事項を毎月取りまとめ、各事業所経由で研究ユニットへ周知した。

2. 個別事項の法令遵守並びに施設、設備及びシステムの整備、運用

環境や化学物質等の関連法規を遵守するため、危険物、高圧ガス、ライフサイエンス実験、放射線管理等の個別事項の管理監督、薬品・ボンベのデータベースによる管理を実施した。

1) 薬品管理

- ・ 機能強化して運用を開始した薬品ボンベ管理システムの操作マニュアル（安全担当者及び管理者向け）を全面改訂し、各事業所の担当者向け説明会を開催した。
- ・ 薬品取扱責任者をユニットに配置することにより、法改正情報の周知、危険薬品の減量化等の薬品管理体制の強化を図った。

2) ライフサイエンス実験管理

- ・ 平成19年度に構築した一元管理体制による倫理及び安全委員会の運営とともに、組換え DNA 実験及び人間工学実験について、複数年度承認制度を導入した。また、申請件数の増加傾向にある人間工学実験については、審査対象となる範囲を見直し、迅速な審査スキームを導入した。
- ・ 組換え DNA 実験、動物実験の従事者向け教育訓練（全体）を実施し、さらに個別教育として組換え DNA 実験教育訓練（28回）及び動物実験教育訓練（6回）を実施した。
- ・ 組換え DNA 実験及び動物実験の従事者の利便性を図るため、教育訓練に日本語版及び英語版による「eラーニング」システムを構築した。
- ・ ヒト由来試料、組換え DNA 実験、生物剤毒素使

用実験及び動物飼育施設について全ての実験現場の現地調査を行った。

- ・ 「動物実験施設の管理及び作業の手順書作成の手引き」を作成し、実験動物管理者研修などで活用した。また、動物実験用教育教材として「動物実験ハンドブック」を作成し、教育訓練の際に実験従事者に配布し活用を図った。

3) 放射線管理

- ・ 前年度に整備した放射線取扱業務従事者登録システムに各種記録類を一元的に管理する体制を構築し、過去の被ばくデータ等を含め3000名超のデータを放射線管理センターに集約した。
- ・ 地域センターにおいてもつくばセンターと同様に WEB 申請により放射線業務従事者登録ができる放射線管理の一元化体制を構築した。
- ・ 昨年度改正した産総研共通の X 線障害予防要領により、装置及び従事者に関する登録管理システムの本格的な運用を開始した。また、X 線教育訓練について、昨年度中に作成した教育訓練用ビデオを配布することにより、教育訓練をそれぞれの事業所で随時受講できる体制を構築して利用者の利便性の向上を図った。

4) ナノ材料ばく露防止対策

- ・ 国内の研究機関に先駆けて「ナノ材料ばく露防止のためのガイドライン」及び「ナノ材料管理要領」を制定するとともに、将来における作業員へのリスク管理及び作業現場のばく露防止対策を推進するため、ナノ材料取扱業務の届出を義務化した。
- ・ ナノ材料取扱作業現場のばく露防止のための施設整備を実施した（つくば、中部、関西）。さらに、防じんマスクの正しい取扱方法に関する講習会を開催した。

3. 環境影響低減化対策

- ・ 環境安全マネジメントシステムについては、導入作業の支援を行っていた11事業所が新たに運用を開始し、導入予定事業所全てにおいて導入又は ISO からの移行作業が完了した。
- ・ 環境配慮促進法に基づき「環境報告書2009」を作成・公表した。

4. 防災及び地震対策

- ・ 防災用備品、消耗品、食料など備蓄品の補充を行った。

(7) 業務推進本部

(General Administration Headquarters)

所在地：東京本部・つくば本部

人員：3名（0名）

概要：「適正かつ効率的にその業務を運営するよう努めなければならない。」（独法通則法第3条第1項）という独

立行政法人の使命にのっとり、産総研の業務運営の効率化を図ることを目的とし、理事長直属部門として平成13年7月10日に発足。

当本部では、「研究所の業務効率化に係る基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること。」及び「研究所の業務効率化の推進に関すること。」(組織規則第5条)の各業務を担当。

【平成21年度の主な業務内容】

(研究関連・管理部門等の業務効率化)

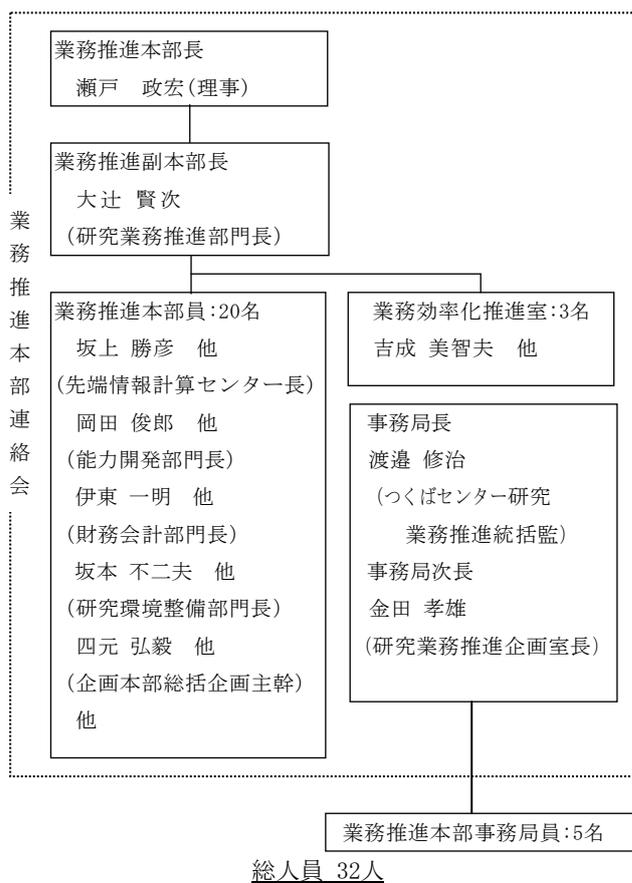
- 第3期中期目標期間における組織体制について、現場ニーズへの的確な対応と業務の効率化を図るべく、産学官連携に関連する業務等に関し、本部部門に集中している業務実施体制について、中央と事業所における最適な業務分担について検討を開始した。
- 平成20年度に引き続き、施設整備業務について新たにアウトソーシングの可能性を、外部有識者の意見も踏まえて検討し、平成21年度から施設整備業務の一部について、試行的にアウトソーシングを実施することとした。補修(緊急修繕)については、その都度契約を行う方式から、100万円未満の少額な案件を施設設備に係る保守の請負契約に含める方式に見直した。これにより補修(緊急修繕)契約業務量の約90%削減、及びより迅速な補修対応を実現した。さらに、施設建設・改修工事等については、これまで設計・施工・監理を個別に発注していたが、品質の確保と工期短縮を図るため、耐震補強工事をモデルとした一体的な発注方式への見直しを行うとともに、総合評価方式を取り入れた。
- 研修業務のアウトソーシング等について集中した検討を行うため、平成21年7月に業務効率化推進室を設置し、実施計画を取り纏めた。
(地域センターにおける業務のあり方)
- 平成20年度に策定した研究関連・管理部門等の業務・組織・制度の見直しの方向性についての継続的取組みや、第三期中期計画期間における組織体制及び業務のあり方の検討の中で、地域センター所長の権限を含め、地域センターとつくば本部における業務について基本的な考え方の検討を実施した。
(業務効率化及び時間外労働削減キャンペーンの実施)
- 健康管理、業務効率化等の観点から時間外労働削減キャンペーンを実施し、3ヶ月連続して労使協定の上限を超える者がいるユニットに対して、管理監との意見交換・指導の場を設け、ユニットにおいては、ユニット長が該当職員に対して指導するとともに、業務の配分の変更等を行うなどの改善状況を報告することとした。また、残業時間の多いユニット等を業務推進本部連絡会の場で報告することにより、各ユニット等における勤務時間管理の意識を向上させた。
(ワンストップサービスの推進)
- 業務改善提案を受けた担当部署から直接、提案者の意

図を確認できる仕組みを活用しながら、担当部署のみでの回答が困難な案件については、業務推進本部事務局が調整を行い、前年度の未解決事案を含め、全ての案件について回答を行った。

【今後の計画】

第3期中期目標期間中の業務効率化目標を達成するため、職員等から提案された業務改善策、コスト削減策を着実に推進していく。

機構図 (2010/3/31現在)



(8) 男女共同参画室 (AIST Gender Equality Office)

所在地：つくば中央第2

人員：3名(2名)

概要：産業技術総合研究所男女共同参画推進策(平成17年度策定)に基づき、性別にかかわらず能力を発揮できる環境の実現を目指し、所内システムの改善や職場環境の整備を行う。

具体的には、以下の4つを業務内容とする。

- 男女共同参画の啓発と広報に関すること
- 女性職員の採用拡大の支援に関すること
- 男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関すること

●その他、男女共同参画の推進に関すること

平成21年度の活動の概要

●男女共同参画の啓発と広報に関すること

広報誌「産総研 TODAY」において前年度連載したシリーズ「男女共同参画プログラム」をパンフレットとして別刷りし、産総研における男女共同参画の取り組みについて所内外へ情報発信を行った。

平成19年9月に設置した産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」加入のつくば6研究機関による男女共同参画合同シンポジウムを開催し、6研究教育機関の長による男女共同参画宣言を発表した。

●女性職員の採用拡大に関すること

大学や学会等での就職説明会において、産総研の支援制度・体制についてのアピールを行った。また、次世代育成のための情報発信として特に10代女子学生向けに、科学一般や産総研への関心を培うためのホームページを拡充した。

●男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関すること

科学技術振興調整費の女性研究者支援モデル育成「女性研究者グローバルエンカレッジ」(平成19～21年度)事業として、キャリアカウンセリング/キャリアアドバイジングを行うとともに、ロールモデルとの懇談会、エンカレッジセミナーなどを実施した。また、ロールモデルとの懇談会の講師によるエッセイ集を2冊作成し、出版した。本事業では組織を超えて女性研究者支援を行うことを目的とし、産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」での連携を通して支援活動を行った。

産総研の各研究拠点を結んで「介護に関する勉強会」を実施し、介護施設や任意後見人制度に関する理解を深めた。介護に関する情報交換の場としてイントラ上に「介護掲示板」を開設した。

●その他、男女共同参画の推進に関すること

内閣府男女共同参画局、つくば市や他の自治体の男女共同参画活動、科学技術振興調整費事業に関するシンポジウムなどに参加、出展をした。

産総研の勤務環境整備やキャリアカウンセラーの設置などの取組が評価され、平成21年度「茨城県子育て応援企業表彰」で優秀賞を受賞した。

機構図 (2010/3/31現在の役職者名)

室 長 澤田 美智子
総括主幹 山崎 和彦

業務報告データ

【出版物】

●パンフレット「独立行政法人産業技術総合研究所 男女

共同参画プログラム」

●ロールモデルによるエッセイ集「先輩研究者からのメッセージ Vol. 3 -ワークライフバランスを考えよう-」
AIST08-X00004-3

●ロールモデルによるエッセイ集「先輩研究者からのメッセージ Vol. 4 -実践!ワークライフバランス-」
AIST08-X00004-4

●つくば6研究機関男女共同参画合同シンポジウム「好奇心が開く つくば発 共同参画文化の扉」報告書
AIST09-X00012

(9) イノベーション推進室
(Research and Innovation Promotion Office)

所在地：つくば中央第2

人 員：41名 (33名)

概 要：イノベーション推進室は、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、イノベーション推進コア、産業技術アーキテクトを補佐し、イノベーション創出のための実践的活動の推進に係る業務を行っている。

イノベーション推進室の担当業務は、次の通りである。

- (1) イノベーションの創出及び推進等に係る総合調整。
- (2) イノベーションの創出及び推進のための研究分野間の調整。
- (3) イノベーションの創出のためのプロジェクトの推進。
- (4) 産業技術アーキテクト及び研究コーディネータが行う業務の支援。
- (5) イノベーションの創出及び推進等に係る業務であって、他の所掌に属さないもの全て。

イノベーション推進室の主な活動は、次の通りである。

○イノベーション潮流の形成

- ・産総研の総合力を発揮するため、データベース(産総研データバンク構想)や先端機器共用イノベーションプラットフォーム(IBEC-IP)、ファウンダリー機能の整備を通じて、イノベーション推進基盤の強化を推進した。
- ・イノベーション推進人材の育成(産業技術ポスドクの育成事業(産総研イノベーションスクール)、技術研修制度、中小企業人材育成事業)を実施した。
- ・公的研究開発の経済インパクト評価として、経済インパクトシミュレーションモデルを改良し、これまでの成果を国際学会で発表すると共に、英文国際誌より論文として発表した。
- ・産総研内外のニーズに応じて、イノベーション推進に寄与する技術や経営に関する国内外の情報を収集・分析し、迅速に発信・提供した。

○戦略的研究経営の推進

- ・本格研究の実践によるイノベーション推進の具体論について議論をする場として、本格研究ワークショップ

を全地域拠点で開催、理事長をはじめとする経営層・研究者と地域の産業、行政との双方向で本格研究の理念・方法論の情報発信、地域との共有に貢献した。

- ・大型連携プロジェクトの推進（産業変革研究イニシアティブ）として、「中小規模雑植性バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」、「SiC パワーデバイス量産試作研究およびシステム応用実証」を実施した。（継続課題2件）
- ・研究ユニットと対話し、研究資源の最適配置を行い、関係部署と連携し、外部資金の獲得について推進した。
- ・イノベーション推進担当理事、産業技術アーキテクト、産学官連携推進部門、知的財産部門等との連携を推進し、イノベーション推進連携体制の強化を図った。
- ・経済産業省に対する政策立案における支援、環境問題など社会的ニーズへの対応を推進した。
- ・各種展示会を含むオープンラボ機能の強化や、「連携千社の会」の運営などを通じて、総合的な成果を発信した。
- ・産学官及び異分野間の対話の場・知識融合のツールとして、組織的対話システム「イノベーションオンライン（Technology Policy JAM）」を実施し、イノベーション促進を支援した。
- ・企業の研究人材が一定期間産総研に移籍する形で共同研究を実施する「研究人材移籍型共同研究」制度を導入し、産業界との連携強化を図った。

 機構図（2010/3/31現在）

室長	三木 幸信
審議役	ニタ村 森
審議役	岩田 普
審議役	岡田 道哉
総括企画主幹	渡邊 政嘉
	渡利 広司
	町田 雅之
	栗津 浩一
	佐々木 毅
	北本 大
	牧野 雅彦
	市川 直樹
	小森 和弘
	（兼）白田 孝
	（兼）上田 満治
	（兼）内藤 耕
総括主幹	田崎 英弘
	津田 泉
	朴 慶浩
	横田 慎二
	木村 行雄
	濱崎 陽一

阿多 誠文

（兼）小笠原 敦

(10) 情報化統括責任者 (Chief Information Officer)

 所在地：つくば中央第2他

概要：情報化統括責任者（CIO）は、産総研の情報化戦略の企画及び立案並びに研究所の情報化に関する業務の統括をミッションとしている。そのため、(1) 電子行政推進国・独立行政法人等協議会を通じて、情報化に関して政府との調整を行うこと、(2) 産総研の情報化戦略委員会を主宰して、情報化戦略及び情報化に関する重要事項を審議し、情報化関連予算の調整、次期情報システム（EAI2）の開発、所内の研究情報の共有化に関する検討、業務・システム最適化計画の策定等を行うこと、(3) 総括情報セキュリティ管理者（CISO）として、所内の情報セキュリティ業務を総括し、情報セキュリティ委員会を主宰し、セキュリティ事故等への対応、セキュリティ対策の改善を行うこと等を実施している。

 機構図（2010/3/31現在）

情報化統括責任者	（兼）一村 信吾
情報化統括責任者補佐	（兼）坂上 勝彦
	（兼）久野 巧

 情報化戦略委員会を1回開催し、次期情報システムの移行スケジュールを決定した。総括情報セキュリティ管理者（CISO）として、情報セキュリティ委員会を4回開催し、情報セキュリティポリシーの改訂、情報の格付・取扱制限、情報セキュリティ研修の基本方針等について審議した。

(11) 次期情報システム研究開発推進室 (EAI2 Project Research and Development Office)

 所在地：つくば中央第1

概要：次期情報システム研究開発推進室は、研究所の次期情報システムを企画・立案し、構築することを目的として平成18年10月に発足した。産総研の現行基幹業務システムは、各種の研究支援業務をサポートする個別業務システムとそれらのプラットフォームとなる共通基盤システムから成る。現在の基幹業務システムは産総研発足以来、研究支援に大きく寄与しているが、より一層の高度化のため、平成16年から更改の構想を練ってきた。次期情報システムの狙いは、産総研の保有する情報システムに関する知見を活かし、研究支援業務の高度化、効率化及び所内研究情報の有効利用を図ることである。

 機構図 (2010/3/31現在)

次期情報システム研究開発推進室長
 (兼) 一村 信吾

 平成21年度においては、次期情報システムの構築を完了し、利用を開始した。

次期情報システムの構築においては、産総研における研究支援の高度化と業務効率化の実現に向け、会計システムや人事給与システム等を開発した。また、品質の高いシステムを効率的に構築するため、開発の手法、規約及び共通ソフトウェア等の各種の枠組みを包括フレームワークとして標準化し、次期情報システム構築に適用した。このフレームワークを他の独立行政法人や地方自治体へ適用することを目指しており、具体的に進めている。

(12) 先端情報計算センター
(Tsukuba Advanced Computing Center)

 所在地：つくば中央第1、先端情報計算センター

人員：20名 (4名)

概要：

先端情報計算センターは、我が国有数の情報技術に関する研究を行っている産総研の特長を最大限に活かし、最先端の技術の知見を用いて、全所的な情報ネットワークの構築・管理、情報セキュリティポリシーの運用、及び基幹業務システムの構築・管理・支援を実施している。また、産総研の情報基盤の高度化を図り、より生産的な研究活動と円滑で効率的な業務推進を支援する役割を担っている。

 機構図 (2010/3/31現在)

先端情報計算センター長 坂上 勝彦
 次長 久野 巧
 (情報企画チーム長) 田沼 弘次
 (情報セキュリティチーム長) 鈴木 智行
 (情報ネットワークチーム長) (兼) 久野 巧
 (情報システム管理チーム長) (兼) 田沼 弘次
 (インフラ企画チーム長) 池田 勉 他

 情報企画チーム、情報セキュリティチーム、情報ネットワークチーム、情報システム管理チーム、インフラ企画チームの5チーム体制で、下記の業務を実施した。また、次期情報システム研究開発推進室の業務を積極的に支援し、次期情報システムの開発に寄与した。

(情報セキュリティの向上)

情報セキュリティポリシーの改定を行い、それに伴い情報セキュリティ(e-ラーニング)研修用のコンテンツを全面的に見直した。不正アクセス、ウイルス感染防止等の情報セキュリティ対策等のためのURLフィルタリングシステムを導入した。情報セキュリティ監査及び外部公開サーバの脆弱性診断を実施した。

(産総研ネットワークの構築、運用、保守、管理)

研究拠点間広域通信網 AIST-WAN について、旧 AIST-WAN の運用実績を踏まえて接続帯域やサービス内容の見直しを行い、新しい AIST-WAN に更新した。AIST-WAN を含む全所的な情報ネットワーク AIST-LAN を安定的に運用し、研究所共通の業務用公式 WEB サーバ及びメールサーバを安定稼働させた。

(基幹業務システムの運用、保守、管理)

イントラネットシステムをより使い易くするため、各業務システムに所要の改修を加えるとともに、コンテンツの見直しを行い、目的とする情報にたどり着きやすくするなどシステム全体の利便性を向上させる工夫を図った。

(13) 広報部 (Public Relations Department)

 所在地：つくば中央第2、つくば中央第7、つくば中央第1

人員：33名 (7名)

概要：

広報部は、産業技術や国民生活の向上に貢献することを目的として、報道発表、ホームページ、広報誌、パンフレット、所内公開、イベント出展、地質標本の保存・展示、見学等の広報活動を通じ、広く国民に対して研究所の研究成果を分かりやすい情報として提供している。

 機構図 (2010/3/31現在)

[広報部] 部長 (兼) 瀬戸 政宏
 次長 宮入 豊
 審議役 石川 雄一、石井 武政
 総括主幹 下村 正樹
 [広報企画室] 室長 助川 友之 他
 [CC 推進室] 室長 馬場 正行
 [広報業務室] 室長 亀卦川 広之 他
 [e 広報室] 室長 梶原 茂 他
 [出版室] 室長 藤田 茂 他
 [展示業務室] 室長 田中 伸一 他
 [地質標本館] 館長 (兼) 佃 栄吉
 副館長 酒井 彰 他

 広報企画室 (Public Relations Planning Office)

(つくば中央第2)

概要:

広報企画室は、広報の基本方針の企画・立案、並びに広報部の業務を総括している。

史・変動のメカニズム、人間生活との関わりについて展示し、土・日・祝日も開館している。また、地球科学を普及するための特別展、講演会、野外観察会などのイベントの他、地質相談業務、試料調製業務、並びに地質標本の整備・管理に関する業務も行っている。

CC 推進室

(Office of Corporate Communications Development)

(つくば中央第2)

概要:

CC 推進室は、コーポレート・アイデンティティ (CI) を基本とした、産総研ブランドの確立に関する業務を行っている。

広報業務室 (Press Office)

(つくば中央第2)

概要:

広報業務室は、報道発表を中心にマスメディア対象の広報活動に関する業務を行っている。

e 広報室 (Website Office)

(つくば中央第2)

概要:

e 広報室は、産総研公式ホームページ・メールマガジンなどインターネットを通じた最新研究成果等の発信、広報のための映像・画像の作成、旧工業技術院各研究所ホームページを含めたアーカイブ・データの整理、ウェブマスター宛の問い合わせ等の対応に関する業務を行っている。

出版室 (Publication Office)

(つくば中央第2)

概要:

出版室は、広報誌、刊行物その他印刷物の編集、発行及び頒布、広報のための画像作成に関する業務を行っている。

展示業務室 (Exhibition Office)

(つくば中央第2、つくば中央第1)

概要:

展示業務室は、所内公開等の催し物、外部イベントへの出展、見学対応などの業務を行っている。つくばセンターに設置された「サイエンス・スクエアつくば」においては、土・日・祝日も開館し、一般向けに産総研の最新研究成果の展示を行っている。

地質標本館 (Geological Museum)

(つくば中央第7)

概要:

地質標本館は、世界的にユニークな地球科学専門の博物館として、地質標本、地球科学全般と地球の歴

1) 報道関係

平成21年度プレス発表件数（ユニット別）

所 属 名	発表件数
研究コーディネータ	1
企画本部	1
イノベーション推進室	3
糖鎖医工学研究センター	1
近接場光応用工学研究センター	1
ダイヤモンド研究センター	2
太陽光発電研究センター	3
コンパクト化学プロセス研究センター	2
生産計測技術研究センター	1
バイオメディシナル情報研究センター	1
ナノチューブ応用研究センター	3
活断層・地震研究センター	1
メタンハイドレート研究センター	1
計測標準研究部門	2
地圏資源環境研究部門	1
知能システム研究部門	4
エレクトロニクス研究部門	2
光技術研究部門	2
人間福祉医工学研究部門	2
脳神経情報研究部門	1
ナノテクノロジー研究部門	7
生物機能工学研究部門	4
計測フロンティア研究部門	1
ユビキタスエネルギー研究部門	1
セルエンジニアリング研究部門	1
ゲノムファクトリー研究部門	3
先進製造プロセス研究部門	5
サステナブルマテリアル研究部門	2
環境管理技術研究部門	1
環境化学技術研究部門	1
エネルギー技術研究部門	4
情報技術研究部門	2
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	1
産学官連携推進部門	1
中部センター	1
総 計	70

※発表件数は68件。

※作成にあたり、新組織に移行している研究ユニット、管理関連部門があるが、発表当時の組織名で掲載している。

平成21年度取材対応件数（所属別）

所属名	発表
理事	13
コンプライアンス推進本部	1
研究コーディネータ	1
顧問	1
企画本部	18
評価部	6
業務推進本部	1
イノベーション推進室	24
広報部	34
特許生物寄託センター	1
年齢軸生命工学研究センター	1
デジタルヒューマン研究センター	17
近接場光応用工学研究センター	2
ダイヤモンド研究センター	6
太陽光発電研究センター	44
システム検証研究センター	2
健康工学研究センター	9
情報セキュリティ研究センター	11
コンパクト化学プロセス研究センター	5
バイオマス研究センター	8
デジタルものづくり研究センター	3
水素材料先端科学研究センター	7
糖鎖医工学研究センター	13
新燃料自動車技術研究センター	4
生産計測技術研究センター	23
バイオメディカル情報研究センター	2
ナノチューブ応用研究センター	23
活断層・地震研究センター	32
メタンハイドレート研究センター	12
幹細胞工学研究センター	1
デジタルヒューマン工学研究センター	1
計測標準研究部門	24
地圏資源環境研究部門	39
知能システム研究部門	127
エレクトロニクス研究部門	19
光技術研究部門	15
人間福祉医工学研究部門	31
脳神経情報研究部門	8
ナノテクノロジー研究部門	18
生物機能工学研究部門	10
計測フロンティア研究部門	10
ユビキタスエネルギー研究部門	14
セルエンジニアリング研究部門	11
ゲノムファクトリー研究部門	11
先進製造プロセス研究部門	23
サステナブルマテリアル研究部門	8

所属名	発表
地質情報研究部門	90
環境管理技術研究部門	23
環境化学技術研究部門	9
エネルギー技術研究部門	36
情報技術研究部門	7
安全科学研究部門	33
バイオメディカル研究部門	5
ヒューマンライフテクノロジー研究部門	3
器官発生工学研究ラボ	3
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	7
社会知能技術研究ラボ	1
地質調査情報センター	27
計量標準管理センター	2
ベンチャー開発センター	3
サービス工学研究センター	8
産学官連携推進部門	42
研究業務推進部門	1
能力開発部門	7
東北センター	2
つくばセンター	1
関西センター	1
九州センター	1
総計	1,006

平成21年度マスコミ等報道数

媒体名	件数
新聞	
朝日新聞	76
読売新聞	61
毎日新聞	50
産経新聞	19
日本経済新聞	113
日刊工業新聞	413
フジサンケイ ビジネスアイ	108
日経産業新聞	182
化学工業日報	226
科学新聞	113
電波新聞	29
電気新聞	58
他	607
計	2,055
雑誌等	179
TV/ラジオ	
NHK	90
民放 他	96
計	186
WEB その他	631
合計	3,051

産業技術総合研究所

2) 主催行事等

平成21年度講演会等実施一覧

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
1	2009.4.8-2009.4.10	国際セラミックス総合展2009	フジサンケイ ビジネスアイ	出展	東京都	東京ビッグサイト
2	2009.4.14-2010.3.5	展示施設「先端技術館@TEPIA」	機械産業記念事業財団	協力	東京都	TEPIA
3	2009.4.21-2009.4.23	第8回国際医薬品原料・中間体展(CPhI Japan 2009)	CMP ビジネスメディア株式会社および株式会社化学工業日報社	出展	東京都	東京ビッグサイト
4	2009.4.22-2009.4.24	第21回最新科学機器展 第9回計量計測総合展	東海科学機器協会、愛知県計量連合会、フジサンケイビジネスアイ(日本工業新聞新社)	出展	愛知県	吹上ホール(名古屋市中企業振興会館)
5	2009.4.25-2009.6.7	百年前の大震災ー姉川地震に学ぶその備えー	琵琶湖博物館・滋賀県防災危機管理局	出展	滋賀県	琵琶湖博物館 企画展示室
6	2009.5.13-2009.5.15	第6回 情報セキュリティ EXPO	リード エグジビション ジャパン株式会社	出展	東京都	東京ビッグサイト
7	2009.5.16-2009.5.21	日本地球惑星科学連合2009年大会	日本地球惑星科学連合	出展	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
8	2009.5.18-2009.5.22	SIPit24	日本ネットワークインフォメーションセンター	協力	東京都	秋葉原コンベンションホール
9	2009.5.20-2009.5.22	第19回西日本食品産業創造展 '09	日刊工業新聞社西部支社	後援	福岡県	マリンメッセ福岡
10	2009.5.24-2009.5.26	ロボティクス・メカトロニクス講演会2009	日本機械学会	協賛	福岡県	福岡国際会議場
11	2009.5.27-2009.5.29	中小企業総合展2009 in Kansai	中小企業基盤整備機構	後援	大阪府	インテックス大阪
12	2009.5.28	日本ゾルゲル学会第6回セミナー「ゾルゲル法における構造制御と最新応用」	日本ゾルゲル学会	協賛	神奈川県	慶応義塾大学日吉キャンパス
13	2009.6.1-2010.3.31	板橋製品技術大賞	東京都板橋区	協力	東京都	板橋区役所
14	2009.6.1-2009.8.10	第4回高校生映画コンクール 規定部門	学校マルチメディアネットワーク支援センター	協力	東京都	学校マルチメディアネットワーク支援センター
15	2009.6.3-2009.6.5	JPCA Show 2009/2009マイクロエレクトロニクスショー/JISSO PROTE2009	日本電子回路工業会	後援	東京都	東京ビッグサイト
16	2009.6.3	イノベーション・クーリエ - モデル: 移動型海水飲料水化システム-	民間活力開発機構	後援	神奈川県	山下公園(実演)、ホテルモントレ横浜(講演等)
17	2009.6.3-2009.6.5	JPCA Show 2009 第39回国際電子回路産業展	日本電子回路工業会(JPCA)	後援	東京都	東京ビックサイト
18	2009.6.4-2009.6.5	Embedded Technology West 2009組込み総合技術展 関西	組込みシステム技術協会	出展	大阪府	インテックス大阪
19	2009.6.11-2009.6.13	福岡 now ナノテック2009	福岡ナノテック推進会議	出展	福岡県	西日本総合展示場
20	2009.6.18	航空機産業の展望 - 地元企業はどう参入していくのか-	日本貿易振興機構仙台貿易情報センター	後援	宮城県	ホテル法華クラブ仙台
21	2009.6.24-2009.6.26	PVJapan2009 - 太陽光発電に関する総合イベント-	太陽光発電協会、有限会社 セミ・ジャパン	協賛	千葉県	幕張メッセ
22	2009.6.29	「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」プロジェクト平成19年度・平成20年度成果報告会	マイクロ化学プロセス技術研究組合	協賛	東京都	日本化学会
23	2009.7.4-2009.7.5	学都『仙台・宮城』サイエンス・デイ2009	特定非営利活動法人 natural science	後援	宮城県	東北大学片平さくらホール
24	2009.7.4-2009.7.27	「知っていますか身近なアブナイ!」 「暮らしの中にアブナイがいっぱい!」	横浜市、横浜開港150周年協会	協賛	神奈川県	「横浜開港150周年記念イベント」 ヒルサイド地区
25	2009.7.5-2009.7.9	第27回宇宙技術および科学の国際シンポジウム(27th ISTS)「ロボットの街 つくば」ブース出展(つくば市と共同出展)	第27回宇宙技術および科学の国際シンポジウム組織委員会	出展	茨城県	つくば国際会議場1F ロビー
26	2009.7.7	産学官交流のつどい	福島県中小企業団体中央会・福島県電子機械工業会	後援	福島県	ウェディングエルティ
27	2009.7.21-2009.7.22	第3回ビジネスマッチングフェア in Hamamatsu2009	浜松商工会議所、浜松信用金庫	後援	静岡県	浜松市総合産業展示館
28	2009.7.22-2009.7.24	BioFuels World 2009 conference&Expo	Boi Fuels World 協議委員会	後援	神奈川県	パシフィコ横浜
29	2009.7.25-2009.7.26	サマーライフ in つくば2009	つくば市東京事務所	後援	茨城県	産総研
30	2009.7.29-2009.7.31	第20回マイクロマシン/MEMS展	マイクロマシンセンター(MMC)	後援	東京都	東京ビッグサイト
31	2009.7.30-2009.7.31	日本ゾルゲル学会第7回討論会	日本ゾルゲル学会	協賛	京都府	メルパルク京都
32	2009.8.2-2009.8.5	第5回全国物理コンテスト 物理チャレンジ2009	物理チャレンジ・オリンピック日本委員会	協力	茨城県	筑波大学、つくば国際会議場、高エネルギー加速器研究機構

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
33	2009.8.4	四国テクノブリッジ計画「コア企業ビジネスマッチング」	四国テクノブリッジフォーラム	出展	香川県	サンメッセ香川 2F サンメッセホール
34	2009.8.5	「日本のものづくり技術戦略マップ 成果報告会 ～ものづくり技術戦略 ロードマップ検討委員会報告会～」	製造科学技術センター	後援	東京都	JDX ギャラリー
35	2009.8.6～2009.8.7	The 4th Joint Workshop on Information Security 2009	情報通信システムセキュリティ時 限研究専門委員会	協賛	台湾	National Sun Yat-sen University
36	2009.8.6～2009.8.7	第7回全国高専テクノフォーラム	国立高等専門学校機構	後援	香川県	アルファあなぶき ホール（香川県民 民ホール）
37	2009.8.8	第3回つくば3Eフォーラム会議	筑波大学、つくば3Eフォーラム	後援	茨城県	つくば国際会議場 中ホール
38	2009.8.8～2009.8.9	サイエンス in 秋葉原	首都圏新都市鉄道株式会社（つくば エクスプレス）	出展	東京都	つくばエクスプレ ス秋葉原駅
39	2009.8.22～2009.8.23	ふしぎと遊ぼう！青少年のための科 学の祭典2009サイエンス・フェスタ	「青少年のための科学の祭典」大阪 大会実行委員会、日本科学技術振興 財団・科学技術館、日本物理教育学 会近畿支部、日本物理学会大阪支部、 大阪市教育委員会、大阪市立科学館、 関西サイエンス・フォーラム、読売 新聞大阪本社	協力	大阪府	ハービス・ホール
40	2009.9.1～2009.10.31	第5回キャンパスベンチャーグランプリ 東北（CVG 東北）	キャンパスベンチャーグランプリ （CVG）実行委員会	後援	宮城県	日刊工業新聞社仙 台総局
41	2009.9.2	2009分析展 JAIMA コンファレンス ワークショップ「メタボリック・プロ ファイリング再入門」	メタボリック・プロファイリング研 究会	後援	千葉県	幕張メッセ 国際 会議場
42	2009.9.2～2009.9.4	2009分析展	日本分析機器工業会	出展	千葉県	幕張メッセ 国際 展示場
43	2009.9.2	平成21年度かわ糖質バイオフォー ラム 第1回複合糖質研究会	かわ糖質バイオフォーラム「複合 糖質研究会」	後援	香川県	ホテルニューフロ ンティア
44	2009.9.9～2009.9.12	第7回全日本学生フォーミュラ大会	自動車技術会	協賛	静岡県	エコパ小笠山総合 運動公園
45	2009.9.10～2009.9.11	全地連「技術 e-フォーラム2009」松江	全国地質調査業協会連合会	協賛	島根県	くにびきメッセ
46	2009.9.14～2009.9.17	17th International Conference on MHD Energy Conversion	東京工業大学	協賛	神奈川県	湘南国際村センタ ー
47	2009.9.16～2009.9.18	イノベーション・ジャパン2009- 大学 見本市-	科学技術振興機構、新エネルギー・ 産業技術総合開発機構	出展	東京都	東京国際フォーラ ム
48	2009.9.18	第59回東レ科学講演会	東レ科学振興会	後援	東京都	有楽町朝日ホール
49	2009.9.21～2009.9.25	IRMMW-THz20092009年の赤外～ミ リ波とテラヘルツ波に関する国際学 会	IEEE Society	出展	韓国	Paradise Hotel
50	2009.9.26～2009.9.27	ジャパンロボットフェスティバル 2009 in TOYAMA	ジャパンロボットフェスティバル実 行委員会	後援	富山県	富山産業展示館< テクノホール>
51	2009.9.27～2009.10.2	RO-MAN 2009	IEEE RO-MAN 2009 ロボットと人 間の双方向コミュニケーションに関 する国際シンポジウム	後援	富山県	富山国際会議場
52	2009.10.1	2009 IEEE Workshop on Advanced Robotics and Social Impacts	IEEE Robotics and Automation Society	後援	東京都	産総研 臨海副都 心センター
53	2009.10.1	平成21年度<池銀>ニュービジネス 助成金	株式会社池田銀行	後援	大阪府	株式会社自然総 研、ニュービジネ ス目利き委員会
54	2009.10.2	B-net（環境ビジネスネット）フォー ラム	岡山県、岡山県産業振興財団	後援	岡山県	ピュアリティまき び
55	2009.10.2～2009.10.4	第1回スポーツサイエンス・テクノロ ジー	スポーツサイエンス・テクノロジー 実行委員会	後援	東京都	東京ビッグサイト
56	2009.10.4～2009.10.6	科学技術と人類の未来に関する国際 フォーラム 第6回年次総会	特定非営利活動法人 STS フォーラ ム	後援	京都府	国立京都国際会館
57	2009.10.6～2009.10.10	CEATEC JAPAN 2009	CEATEC JAPAN 実施協議会、電子 情報技術産業協会、情報通信ネット ワーク産業協会、コンピュータソフト ウェア協会	出展	千葉県	幕張メッセ
58	2009.10.7	イノベーションコーディネータ表彰	科学技術振興機構	後援	北海道	道新ホール
59	2009.10.7～2009.10.9	バイオジャパン2009	バイオジャパン組織委員会	後援	神奈川県	バンフィコ横浜
60	2009.10.14	東北大学イノベーションフェア2009in 仙台	東北大学	後援	宮城県	仙台国際センター
61	2009.10.15～2009.10.17	エコプロダクツ東北2009	環境会議所東北協賛エコプロダクツ 2009、みやぎ産業交流センター、東 北大学大学院工学研究科創造工学セ ンター、産総研 東北センター	協賛	宮城県	夢メッセみやぎ

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
62	2009.10.15	NEDO かんさい産業技術フォーラム 2009「関西発、オープンイノベーション」～低炭素社会の基盤技術となる「蓄電池」をテーマに～	新エネルギー・産業技術総合開発機構 関西支部	協賛	大阪府	ブリーゼタワー
63	2009.10.15～2009.10.16	第10回く池田銀行>TOYRO ビジネス マッチングフェア2009	株式会社池田銀行	後援	大阪府	マイドームおおさか
64	2009.10.21～2009.10.23	国際光触媒展2009	光触媒工業会、株式会社東京ビッグ サイト	協賛	東京都	東京ビッグサイト
65	2009.10.21～2009.10.24	粉体工業展大阪2009	日本粉体工業技術協会	後援	大阪府	インテックス大阪
66	2009.10.22～2009.10.23	北陸技術交流テクノフェア2009	技術交流テクノフェア実行委員会	後援	福井県	福井産業会館
67	2009.10.23	APPIE 産学官連携フェア2009 - 粉の 技術 -	日本粉体工業技術協会	後援	大阪府	インテックス大阪 センタービル
68	2009.10.23～2009.10.24	建築設備展2009	香川県設備設計事務所協会	後援	香川県	サンメッセ香川
69	2009.10.24～2009.10.25	つくば産業フェア	つくば産業フェア実行委員会、つく ば市、つくば商工会	出展	茨城県	つくばカピオ
70	2009.10.26～2010.3.10	2009四国産業技術大賞	四国産業・技術振興センター	後援	香川県	四国地域イノベ ーション創出協議会 総会
71	2009.10.28～2009.10.30	第9回産学連携フェア	北九州学術研究都市産学連携フェア 実行委員会、財団法人北九州産業学 術推進機構 (FAIS)	出展	福岡県	北九州学術研究都 市
72	2009.10.28～2009.10.31	第39回名古屋国際木工機械展/ウッド エコテック2009	全国木工機械工業会、中部木工機械 工業会	出展	愛知県	ポートメッセなご や
73	2009.10.30～2009.10.31	第47回全国繊維技術交流プラザ	全国繊維工業技術協会、日本産業技 術振興協会	後援	栃木県	栃木県南地域地場 産業振興センター
74	2009.10.30～2009.10.31	障害者ワークフェア2009	高齢・障害者雇用支援機構、茨城県	出展	茨城県	ひたちなか市運動 公園
75	2009.10.30～2009.11.3	サイエンスアゴラ2009	科学技術振興機構	協力	東京都	産総研 臨海副都 心センター他
76	2009.10.31	香川大学工学部オープンキャンパス 2009	香川大学工学部	出展	香川県	香川大学工学部林 町キャンパス
77	2009.11.2～2009.11.4	第22回国際超電導シンポジウム「ISS 2009」	国際超電導産業技術研究センター	後援	茨城県	つくば国際会議場
78	2009.11.4～2009.11.6	中小企業総合展2009 in Tokyo	中小企業基盤整備機構	後援	東京都	東京ビッグサイト
79	2009.11.4～2009.11.6	東京国際航空宇宙産業展2009	東京都、(株)ビッグサイト	出展	東京都	東京ビッグサイト
80	2009.11.5	ファッションビジネス学会 IT 件研究 会「3D データから衣服製作への活用」 セミナー	ファッションビジネス学会 関西支 部	後援	東京都	ジャコフホール
81	2009.11.7～2009.11.8	出雲産業見本市2009	出雲市「21世紀出雲産業見本市」実 行委員会	出展	島根県	出雲ドーム
82	2009.11.7～2009.11.8	あいち少年少女創意くふう展2009	あいち少年少女創意くふう展	後援	指定なし	トヨタテクノミ ュージアム 産業技 術記念館
83	2009.11.9	第5回バイオ計測プロジェクト「食の 安全・安心のバイオ計測」発表交流会	京都高度技術研究所、京都市、バイ オ計測・試薬研究会 他	後援	大阪府	千里ライフサイ エンスセンター
84	2009.11.10～2009.11.11	オルガテクノ2009(有機テクノロジー 展/有機テクノロジー国際会議)	有機テクノロジー実行委員会	後援	東京都	ベルサール八重洲
85	2009.11.11	内閣府総合科学技術会議 ナノテク ロジーの研究開発推進と社会受容 に関する基盤開発連携群シンポジ ウム 「社会のためのナノテクノロジー」	内閣府	協力	東京都	富士ソフト・アキ バプラザ アキバ ホール
86	2009.11.12～2009.11.13	ビジネス EXPO「第23回 北海道 技 術・ビジネス交流会」	北海道 技術・ビジネス交流会実行委 員会	後援	北海道	アクセスサッポロ
87	2009.11.13～2009.11.14	ものづくり岐阜テクノフェア2009	岐阜県工業会	後援	岐阜県	大垣市体育館、ソ フトピアジャパン ビル及び周辺
88	2009.11.18	第5回日独産業フォーラム イン ジャ パン 2009	ドイツ貿易・投資振興機関	後援	東京都	マンダリンオリ エンタルホテル東京
89	2009.11.18～2009.11.20	計測展2009TOKYO	日本電気計測器工業会	協賛	東京都	東京ビッグサイト
90	2009.11.19	TX アントレプレナーパートナーズ設 立記念シンポジウム	TXアントレプレナーパートナーズ設 立準備委員会	後援	千葉県	千葉県産業振興セ ンター東葛テクノ プラザ
91	2009.11.19	第3回産学官連携交流会	大府市・大府商工会議所	出展	愛知県	大府市役所
92	2009.11.24	フラウンホーファーシンポジウム in SENDAI	東北大学、仙台市、フラウンホー ファー研究機構	出展	宮城県	ホテルメトロポリ タン仙台
93	2009.11.24～2009.11.26	神奈川科学技術アカデミー H21年度 教育講座「医療用具の強度評価にお ける FEA シミュレーション活用」 コ ース	神奈川科学技術アカデミー	後援	神奈川県	かながわサイエ ンスパーク (KSP)
94	2009.11.24～2009.11.27	Internet Week 2009	日本ネットワークインフォメーショ ンセンター	協力	東京都	秋葉原コンベン ションホール

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
95	2009.11.24	平成21年度「ベンチャープラザ近畿2009」	中小企業基盤整備機構 近畿支部	後援	大阪府	中小企業基盤整備機構近畿支部 経営支援プラザUMEDA
96	2009.11.25～2009.11.27	産学官ビジネスフェア2009	日刊工業新聞社	出展	東京都	東京ビッグサイト
97	2009.11.25～2009.11.28	2009国際ロボット展	日本ロボット工業会、日刊工業新聞社	出展	東京都	東京ビッグサイト
98	2009.11.26～2009.11.27	宣伝会議 プロモーション&メディアフォーラム2010	株式会社 宣伝会議	出展	東京都	東京国際フォーラム
99	2009.11.27～2009.11.29	第11回西日本国際福祉機器展	西日本国際福祉機器展実行委員会、西日本産業貿易コンベンション協会	出展	指定なし	西日本総合展示場
100	2009.11.27	中部ものづくりシンポジウム2009	中小企業基盤整備機構 中部支部	後援	愛知県	愛知県産業労働センター
101	2009.11.29～2009.12.2	日本地熱学会平成21年学術講演会	日本地熱学会	協賛	京都府	京都大学桂キャンパス
102	2009.12.2～2009.12.4	セミコン・ジャパン 2009	Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI)	出展	指定なし	幕張メッセ
103	2009.12.4	第2回 私立大学合同シンポジウム	津田塾大学	協賛	東京都	津田塾大学千駄ヶ谷キャンパス 津田ホール
104	2009.12.7	第1回ウェブ学会シンポジウム	ウェブ学会準備委員会	協賛	東京都	東京大学 安田講堂
105	2009.12.8～2010.1.17	「工芸発祥」と仙台展 ～仙台発信の近代工芸デザイン～	東北電力グリーンプラザ	協力	宮城県	東北電力グリーンプラザ とうほく文化情報コーナー
106	2009.12.9～2009.12.10	燃料電池総合イベント「FC FESTA 2009 in Osaka」	大阪科学技術センター	後援	大阪府	大阪国際会議場
107	2009.12.11～2009.12.16	せんだいデザイン・ウィーク2009	せんだいデザイン・ウィーク実行委員会	協力	宮城県	せんだいメディアテーク
108	2009.12.15	先端加工技術講演会「高速コーティング技術の最前線」	先端加工機械技術振興協会	後援	東京都	日本工業大学 神田キャンパス
109	2009.12.16	香川発大学・高専連携シーズ発表会	香川大学、徳島文理大学、香川高等専門学校	後援	香川県	サンメッセ香川
110	2009.12.16	四国5高専技術シーズ発表会	阿南工業高等専門学校、香川高等専門学校、新居浜工業高等専門学校、弓削商船高等専門学校、高知工業高等専門学校	後援	香川県	サンメッセ香川
111	2009.12.19～2009.12.20	つくば科学フェスティバル2009	つくば市、つくば市教育委員会	出展	茨城県	つくばカビオ
112	2009.12.20	きのくにロボットフェスティバル2009	きのくにロボットフェスティバル2009実行委員会	協賛	和歌山県	御坊市立体育館
113	2009.12.24～2009.12.26	第10回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	計測自動制御学会システムインテグレーション部門	協賛	東京都	芝浦工業大学 豊洲キャンパス
114	2010.1.28～2010.1.29	クラスターカンファレンス2010	経済産業省、文部科学省	後援	東京都	秋葉原ダイビル
115	2010.1.28	第5回酸化亜鉛フォーラム	高知大学工科大学総合研究所マテリアルデザインセンター	後援	東京都	富士ソフトアキバホール
116	2010.2.1	元素戦略／希少金属代替材料開発＜第4回シンポジウム＞	元素戦略／希少金属代替材料開発合同戦略会議	後援	東京都	東京大学 安田講堂
117	2010.2.2～2010.2.4	ベンチャーフェア Japan2010	中小企業基盤整備機構	後援・出展	東京都	東京国際フォーラム 展示ホール
118	2010.2.3	県内6金融機関との連携による“茨城ものづくり企業交流会2010”	茨城県経営者協会	後援	茨城県	三の丸ホテル
119	2010.2.6	「放課後ひろば」実験教室	東北電力グリーンプラザ	出展	宮城県	電力ビル
120	2010.2.10	かがわ糖質バイオフォーラム第2回シンポジウム	かがわ糖質バイオフォーラム、かがわ産業支援財団	後援	香川県	高松シンボルタワー かがわ国際会議場
121	2010.2.16	第3回つくば産学連携促進市 in アキバ	つくば市	後援	東京都	秋葉原ダイビル
122	2010.2.17～2010.2.19	ナノバイオ Expo2010	ナノバイオ Expo 実行委員会	後援	東京都	東京ビッグサイト
123	2010.2.17～2010.2.19	nano tech 2010 国際テクノロジー総合展・技術会議	nano tech 実行委員会	後援・出展	東京都	東京ビッグサイト
124	2010.2.17	技術・情報交流フェア2010 in ICHINOSEKI	岩手県南技術研究センター、一関商工会議所、両磐インダストリアルプラザ	後援	岩手県	ダイヤモンドパレス
125	2010.2.22～2010.3.7	iPhoneを使った科学館学習支援システム実験	科学技術館	協力	東京都	科学技術館
126	2010.2.26	第5回光応用新産業創出フォーラム	日本光学会（応用物理学会）産学官連携委員会	協賛	東京都	慶應義塾大学三田キャンパス
127	2010.3.8	第5回セラミックリアクター開発シンポジウム	ファイナセラミックス技術研究組合	後援	東京都	世界貿易センター
128	2010.3.11～2010.3.13	第3回としまものづくりメッセ	豊島区	後援	東京都	サンシャインシティ 展示場ホール

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
129	2010. 3. 15～2010. 3. 16	プラズマ生成・電離過程に関わる突発性と構造形成 研究会	自然科学研究機構核融合科学研究所、京都大学	協賛	京都府	京都大学百周年時計台記念館会議室
130	2010. 3. 15	かがわ糖質バイオフォーラム第1回機能糖鎖研究会シンポジウム	かがわ糖質バイオフォーラム「機能糖鎖研究会」	後援	香川県	ホテルニューフロンティア
131	2010. 3. 17～2010. 3. 20	第57回応用物理学関係連合講演会 理化学・計測機材展	応用物理学会	出展	神奈川県	東海大学 湘南キャンパス
132	2010. 3. 17～2010. 3. 19	健康博覧会（第28回）	UBMメディア株式会社	出展	東京都	東京ビッグサイト
133	2010. 3. 18～2010. 3. 19	地域イノベーションフォーラム2010	地域イノベーションフォーラム実行委員会	出展	東京都	日本青年館ホテル
134	2010. 3. 24	かがわ糖質バイオフォーラム複合糖質研究会・自然免疫賦活技術研究会合同シンポジウム	かがわ糖質バイオフォーラム「複合糖質研究会」・「自然免疫賦活技術研究会」	後援	香川県	ホテルニューフロンティア
135	2010. 3. 26	産学官連携フォーラム2010「新世代全固体ポリマーリチウム二次電池の開発と高度部材イノベーションへの展開」	三重県、三重県産業支援センター	後援	三重県	ホテルグリーンパーク津

研究関連・管理業務

1. 主催行事（共同主催を含む）

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
1	2009.4.8	第4回 FC-Cubic ワークショップ	産総研 固体高分子形燃料電池先端 基盤研究センター (FC-Cubic)	主催	東京都	ホテル グランパ シフィック LE DAIBA
2	2009.4.10	ソフトウェアと検証のワークショッ プ (WSV2009)	産総研 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研 関西セン ター 千里サイト
3	2009.4.14～2009.4.19	サイエンス・スクエア つくば「科学 技術週間特別イベント」	産総研 広報部	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター
4	2009.4.17	第15回産総研サイエンスカフェ「共に 生きるこの本質とは？～内部共生 からみた生き物の多様性と進化～」	産総研 広報部	主催	茨城県	カフェ ベルガ
5	2009.4.20～2009.5.11	「地質の日（5月10日）」記念展示	産総研 地質調査総合センター	主催	東京都	経済産業省 産業 技術環境局
6	2009.5.16	第18回産業界就職支援セミナー『ひと 工夫こらしたキャリアデザイン』～論 理スキルの水平展開から自己マーケ ティングまで～	産総研 能力開発部門 人材開発企画 室	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター 共用講堂
7	2009.6.1～2009.6.4	Asia-Pacific Symposium on Measurement of Mass, Force and Torque (APMF2009) 質量・力・トルク計測に関するアジア 太平洋地域国際シンポジウム	計測自動制御学会 力学量計測部会	主催	東京都	メルパルク東京
8	2009.6.5	第19回産業界就職支援セミナー『就職 活動に関するスタートセミナー』～企 業就職活動の仕方から、具体的 PR の 仕方まで～	産総研 能力開発部門 人材開発企画 室	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター 共用講堂
9	2009.6.13	第18回産業界就職支援セミナー『若手 キャリアデザインレッスン』Part II～ 論理力の異分野等への展開方法&VC の視点からの企業分析～	産総研 能力開発部門 人材開発企画 室	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター 共用講堂
10	2009.6.19	第16回産総研サイエンスカフェ「手と 目で感じる立体模型～空間を味わい、 形を造る～」	産総研 広報部	主催	茨城県	カフェ ベルガ
11	2009.6.20～2009.6.21	第8回産学官連携推進会議	内閣府、総務省、文部科学省、経済 産業省、日本学術会議、日本経済団 体連合会	共催	京都府	国立京都国際会館
12	2009.6.22～2009.6.30	AIST Technology Policy JAM	産総研 イノベーション推進室 イノ ベーションオンライン事務局	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター
13	2009.6.22～2010.3.31	第10回バイオビジネスコンペ JAPAN	バイオビジネスコンペ JAPAN 実行 委員会	共催	大阪府	国際文化公園都市 (株)
14	2009.6.22～2009.6.23	第5回「産業技術総合研究所 太陽光研 究センター 成果報告会」	産総研 太陽光発電研究センター	主催	東京都	日本科学未来館
15	2009.6.24～2009.6.26	第17回産業用バーチャルリアリティ 展	リード エグジジション ジャパン株 式会社	主催	東京都	東京ビッグサイト
16	2009.6.24～2009.6.26	第4回新エネルギー世界展示会	再生可能エネルギー協議会	共催	千葉県	幕張メッセ
17	2009.6.24	産総研中部センターオープンラボ	産総研 中部センター	主催	愛知県	産総研 中部セン ター
18	2009.6.27	産総研中国センター 一般公開	産総研 中国センター	主催	広島県	産総研 中国セン ター
19	2009.7.9	つくばロボットフォーラム2009	茨城県圏央道沿線地域産業・交流活 性化協議会	共催	茨城県	つくば国際会議場
20	2009.7.17	日米における環境リスク懸念物質研 究の最新動向～ PFOS/PFOA および新 規化学物質 ～	産総研 環境管理技術研究部門 未 規制物質研究グループ	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター
21	2009.7.25	産総研つくばセンター一般公開	産総研 つくばセンター	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター
22	2009.7.30	「連携千社の会」交流会	産総研	主催	東京都	東京ステーション シティサビアタワ ー
23	2009.8.1	産業技術総合研究所中部センター一 般公開	産総研 中部センター	主催	愛知県	なごやサイエンス パーク
24	2009.8.3	第1回 Dr's ミーティング（交流会） 『企業のニーズとギャップを探る』	産総研 能力開発部門 人材開発企画 室	主催	茨城県	産総研 つくばセン ター 共用講堂
25	2009.8.4	産総研関西センター一般公開	産総研 関西センター	主催	兵庫県	産総研 関西セン ター 尼崎事業所
26	2009.8.11	平成21年度第1回次世代バイオナノ 研究会	四国工業研究会次世代バイオナノ研 究会、産総研 健康工学研究センタ ー、産総研 四国センター	主催	香川県	産総研 四国セン ター
27	2009.8.21	産総研四国センター一般公開	産総研 四国センター	主催	香川県	産総研 四国セン ター
28	2009.8.22	産総研東北センター一般公開	産総研 東北センター	主催	宮城県	産総研 東北セン ター

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
29	2009.8.24	3次元体形データのモデリング	産総研 デジタルヒューマン研究センター	主催	東京都	産総研 臨海副都心センター
30	2009.8.24	健康データの活用 -新サービス・ものづくりへの展開-	経済産業省、産総研、産総研 デジタルヒューマン研究センター	共同主催	東京都	産総研 臨海副都心センター
31	2009.9.2-2009.9.4	2009分析展	日本分析機器工業会	出展	千葉県	舞張メッセ
32	2009.9.4-2009.10.9	第2回 Dr's ミーティング(交流会)『若手博士と民間企業の幸せな出会いのために必要なことは?』	産総研 能力開発部門 人材開発企画室	主催	茨城県	産総研 つくばセンター 共用講堂
33	2009.9.4	第17回産総研サイエンスカフェ「虹色の炭 カーボンナノチューブ-小さな小さな筒に詰められた大きな夢-	産総研 広報部	主催	茨城県	カフェ ベルガ
34	2009.9.8	第9回溶接・表面改質フォーラム	溶接・表面改質フォーラム	共催	高知県	高知県工業技術センター
35	2009.9.26	ジオネットワークつくば 野外観察会「筑波山のなりたちと花こう岩の生き方を考えよう」	産総研 地質調査情報センター	主催	茨城県	筑波山梅林、笠間市
36	2009.9.29	第20回産業界就職支援セミナー『産業界就職成功に導くための研究経歴書と面談』	産総研 能力開発部門 人材開発企画室	主催	茨城県	産総研 つくばセンター 共用講堂
37	2009.10.3	九州センター一般公開	産総研 九州センター	主催	佐賀県	産総研 九州センター
38	2009.10.5	新燃料自動車技術研究センター研究発表会	産総研 新燃料自動車技術研究センター	主催	東京都	星陵会館ホール
39	2009.10.5-2009.10.7	Workshop on Simulation Based Development of Certified Embedded Systems (SBDCEs)	産総研 システム検証研究センター	主催	兵庫県	兵庫県立 淡路夢舞台国際会議場
40	2009.10.7	第4回糖鎖産業技術フォーラム (GLIT) in BioJapan2009	糖鎖産業技術フォーラム(産総研、バイオインダストリー協会)	共催	神奈川県	パシフィコ横浜 アネックスホール
41	2009.10.14	産学官連携フェア2009みやぎ - 研究成果発表・交流の集い-	みやぎ産業振興機構	共催	宮城県	仙台国際センター
42	2009.10.15-2009.10.16	産総研オープンラボ	産総研	主催	茨城県	産総研 つくばセンター
43	2009.10.24	第21回産業界就職支援セミナー『そのまま使える応募書類作成セミナー』	産総研 能力開発部門 人材開発企画室	主催	茨城県	産総研 つくばセンター 共用講堂
44	2009.10.27	半導体計測・評価技術ネットワーク 第4回ワークショップ	つくば半導体コンソーシアム (TSC : Tsukuba Semiconductor Consortium)	共同主催	茨城県	つくば国際会議場 (EPOCHAL TSUKUBA)
45	2009.11.2	第18回産総研サイエンスカフェ「プライバシー保護と利便性-官民の取り組みを通して考える、安心・安全な情報化社会-	産総研 広報部	主催	茨城県	カフェ ベルガ
46	2009.11.7	ジオネットワークつくば・森林総合研究所 第2回野外観察会「筑波山の森林ハイキング」秋の一日、筑波山でハイキングしながら森について考えてみませんか?	ジオネットワークつくば、森林総合研究所	共同主催	茨城県	森林総合研究所・筑波共同試験地
47	2009.11.11-2009.11.14	中部地域公設研テクノフェア2009	産総研 中部センター	主催	愛知県	名古屋市国際展示場 (ポートメッセなごや)
48	2009.11.13	ジオネットワークつくば 第5回サイエンスカフェ「つくばのブランド米“北条米”のひみつとお米の研究最前線」	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	つくばエキスポセンター内「レストラン滝」
49	2009.11.14	第2回博士ネットワーク・ミーティング@つくば『新時代、発信する科学者』	産総研 能力開発部門人材開発企画室	主催	茨城県	つくば国際会議場
50	2009.11.18-2009.11.20	第6回バイオマス・アジアワークショップ (Sixth Biomass-Asia Workshop)	農林水産省経済産業省バイオマス・アジアリサーチコンソーシアム、産総研、国際農林水産業研究センター、農業・食品産業技術総合研究機構、森林総合研究所、東京大学、広島大学	共同主催	広島県	ホテルグランヴィア広島
51	2009.11.20-2009.11.23	マイクロマウス2009つくばチャレンジ2009/第30回全日本マイクロマウス大会	ニューテクノロジー振興財団	共催	茨城県	つくば中央公園周辺
52	2009.11.24-2009.11.26	第26回日韓国際セラミックスセミナー	第一組織委員会、第26回日韓国際セラミックスセミナー実行委員会	共催	茨城県	つくば国際会議場
53	2009.11.27	ジオネットワークつくば 第6回サイエンスカフェ「イノシシと人間の関わり」	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	つくばエキスポセンター内「レストラン滝」
54	2009.12.1	中堅中小企業向けセラミックススクール	中部イノベーション創出共同体(構成機関のひとつとして産総研 中部センター)	共同主催	愛知県	産総研 中部センター瀬戸サイト

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
55	2009.12.2	産総研本各研究ワークショップ（東北センター）	産総研 東北センター	主催	宮城県	ホテルモンテレ仙台
56	2009.12.2	第10回溶接・表面改質フォーラム- 四国企業の技術紹介とシーズ/ニーズのマッチング-	溶接・表面改質フォーラム	共催	愛媛県	(株) 参上産業情報支援センター
57	2009.12.3~2009.12.6	International Conference on Information Theoretic Security (ICITS 2009) 情報理論的セキュリティに関する国際会議	産総研 情報セキュリティ研究センター	主催	静岡県	静岡県コンベンションアーツセンター「グランシップ」
58	2009.12.3~2009.12.10	第2回 AIST Technology Policy JAM	産総研 イノベーション推進室	主催	茨城県	産総研 つくばセンター
59	2009.12.3	第8回地圏資源環境研究部門成果報告会	産総研 地圏資源環境研究部門	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
60	2009.12.7~2009.12.8	「東北/関東『環境とものづくり』技術交流フェア」- 地域連携による新たな産業創出を目指して- および「産総研・コンパクト化学プロセス研究センター 研究成果発表会」- ものづくりとプロセスの融合による産業技術の新展開-	産総研 東北センター、産総研 関東産学官連携センター、産総研 コンパクト化学プロセス研究センター	主催	東京都	秋葉原ダイビル
61	2009.12.8	健康工学研究センター研究成果発表会	産総研 健康工学研究センター	主催	香川県	サンポートホール高松
62	2009.12.11	第19回産総研サイエンスカフェ「サイエンスカフェ アンコール! 太陽の光で電気を作る- 太陽電池のこれまでと、これから-	産総研 広報部	主催	茨城県	カフェ ベルガ
63	2009.12.12	ジオネットワークつくば 第3回野外観察会	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	つくばエキスポセンター内「レストラン滝」
64	2009.12.16	2009年 半導体 MIRAI プロジェクト成果報告会	半導体 MIRAI プロジェクト	共同主催	茨城県	つくば国際会議場
65	2009.12.16	第4回（大阪・兵庫・和歌山地区）非公開型科学技術情報交換会	科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ大阪	共催	大阪府	大阪国際会議場
66	2009.12.16	計測フロンティア研究部門 第19回公開セミナー「加速器利用ライフサイエンス研究の新展開」	産総研 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	産総研 つくばセンター 共用講堂
67	2009.12.18	ジオネットワークつくば 第7回サイエンスカフェ「花と緑の役割と新しい活用法- 植物がヒトに及ぼす効果って何?-」	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	つくばエキスポセンター内「レストラン滝」
68	2009.12.18	第22回産業界就職支援セミナー『面接演習』	産総研 能力開発部門 人材開発企画室	主催	茨城県	産総研 つくばセンター 共用講堂
69	2010.1.15	ジオネットワークつくば 第8回サイエンスカフェ 「ご近所の防災力アップ - つくば市民レポーターになりましたか?-」	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	つくばエキスポセンター内「レストラン滝」
70	2010.1.21	次世代ユビキタス・パワーエレクトロニクスのための信頼性科学ワークショップ	北九州産業学術推進機構	共催	東京都	発明会館
71	2010.1.22~2010.1.23	第9TX テクノロジー・ショーケース in つくば2010	茨城県科学技術振興財団 つくばサイエンス・アカデミー	共催	茨城県	筑波大学大学会館
72	2010.1.23	ジオネットワークつくば 第4回野外観察会「つくばの大地の地下の地層を調べてみよう」	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	応用地質（株）
73	2010.1.23	シンポジウム『3E 実現のための科学技術と人材育成- 若者に期待する-』in 第9回 TX テクノロジー・ショーケース in つくば2010	茨城県科学技術振興財団 つくばサイエンス・アカデミー	共催	茨城県	筑波大学 大学会館「ホール」
74	2010.1.28	システム設計検証技術研究会 平成21年度第5回講演会	産総研 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研 関西センター 千里サイト
75	2010.1.29	地下熱等利用システム普及促進セミナー	長野県（環境部環境政策課）	共催	長野県	メルパルク長野
76	2010.1.30~2010.1.31	産総研キャラバン2010みやぎ	産総研、宮崎県総合博物館	共同主催	宮崎県	宮崎県総合博物館
77	2010.1.30	第23回産業界就職支援セミナー『若手研究者・技術者のための産業界就職説明会 in つくば』	産総研 能力開発部門 人材開発企画室	主催	茨城県	つくば国際会議場
78	2010.2.1	サービス工学シンポジウム in 北海道	産総研 サービス工学研究センター	主催	北海道	札幌 サンプラザ「金枝の間」

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
79	2010.2.3～2010.2.4	水素先端世界フォーラム2010	産総研 水素材料先端科学研究センター、福岡水素エネルギー戦略会議、福岡県、九州大学	主催	福岡県	グランドハイアット福岡
80	2010.2.4～2010.2.5	H21年度 産総研・産技連 LS-BT 合同発表会	産総研 研究コーディネータ（ライフサイエンス分野）、産業技術連携推進会議 ライフサイエンス部会 バイオテクノロジー分科会	主催	茨城県	産総研 つくばセンター 共用講堂
81	2010.2.5	ジオネットワークつくば 第9回サイエンスカフェ「地球科学がさぐるお米の世界」	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	つくばエキスポセンター内「レストラン滝」
82	2010.2.9	平成21年度 産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ5「21世紀の化学反応とプロセス」- 低炭素社会の実現に向けて-	産総研	主催	茨城県	つくばカピオホール
83	2010.2.10	サービス工学シンポジウム in 関西	産総研 サービス工学研究センター	主催	大阪府	ザ・リッツ・カールトン大阪
84	2010.2.10	第20回公開セミナー「フッ素と計測フロンティア- フッ素で見える計測の世界とその技術的展望-	産総研 中部センター	主催	愛知県	名古屋工業大学19号館
85	2010.2.15	低炭素社会に向けた日米国際標準化シンポジウム Japan-U.S. Symposium on International Standardization toward a Low Carbon Society Third International Symposium on Standard Materials and Metrology for Nanotechnology (SMAM-3)	産総研	主催	茨城県	産総研 つくばセンター 共用講堂
86	2010.2.17	つくばナノテック拠点シンポジウム最前線のナノテック研究拠点と人材育成ーつくばイノベーションアリーナ(TIA)への期待ー	産総研、物質・材料研究機構、筑波大学、日本経済団体連合会	共同主催	東京都	東京ビッグサイト
87	2010.2.17～2010.2.19	nano tech 2010 国際テクノロジー総合展・技術会議	nano tech 2010 実行委員会	主催	東京都	東京ビッグサイト
88	2010.2.19	ジオネットワークつくば 第10回サイエンスカフェ「植物の生育環境をはかるー小型計測ロボット『フィールドサーバ』の世界」	ジオネットワークつくば	共同主催	茨城県	つくばエキスポセンター内「レストラン滝」
89	2010.2.20～2010.2.21	産総研キャラバン2010えひめ	産総研、愛媛県総合科学博物館	共同主催	愛媛県	愛媛県総合科学博物館
90	2010.2.26	第20回産総研サイエンスカフェ「サイバネティックヒューマン HRP-4C 未夢ー人間型ロボットはここまで来たー」	産総研 広報部	主催	茨城県	カフェ ベルガ
91	2010.3.5	第11回溶接・表面改質フォーラム	溶接・表面改質フォーラム	共催	香川県	産総研 四国センター
92	2010.3.5	平成21年度技術情報調査報告会	産総研 イノベーション推進室 技術情報チーム	主催	茨城県	産総研 つくばセンター
93	2010.3.8	産総研サービス工学シンポジウム「環境サービスイノベーション - 製品リユース・リマニュファクチャリングの展開と今後の可能性」	産総研 サービス工学研究センター	主催	東京都	産総研 臨海副都心センター
94	2010.3.9	一般公開 「ヒト ES 用に関する指針」説明会	産総研 環境安全管理部 ライフサイエンス実験管理センター	主催	東京都	産総研 臨海副都心センター
95	2010.3.12	中小企業等製品性能評価事業成果発表展示会	産総研 産学官連携推進部門地域連携室	主催	東京都	九段会館
96	2010.3.23～2010.3.25	スプリングサイエンスキャンプ2010「地球を探る - 仙台市郊外で地質の調査 - 」	科学技術振興機構	共催	宮城県	産総研 東北センター
97	2010.3.24～2010.3.30	Agda Implementors Meeting XI	産総研 システム検証研究センター	主催	兵庫県	淡路夢舞台
98	2010.3.25	産業技術総合研究所 融合重点化課題「健康データベース」平成21年度成果報告会	産総研 健康工学研究センター	主催	東京都	産総研 臨海副都心センター
99	2010.3.26	日・EU エネルギー研究協力	駐日欧州連合代表部、産総研、物質・材料研究機構	共同主催	茨城県	産総研 つくばセンター

2. その他参加行事

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
1	2009.4.8-2009.4.10	国際セラミックス総合展2009	フジサンケイ ビジネスアイ	出展	東京都	東京ビッグサイト
2	2009.4.14-2010.3.5	展示施設「先端技術館@TEPIA」	機械産業記念事業財団	協力	東京都	TEPIA
3	2009.4.21-2009.4.23	第8回国際医薬品原料・中間体展 (CPhI Japan 2009)	CMP ビジネスメディア株式会社および株式会社化学工業日報社	出展	東京都	東京ビッグサイト
4	2009.4.22-2009.4.24	第21回最新科学機器展 第9回計量計測総合展	東海科学機器協会、愛知県計量連合会、フジサンケイビジネスアイ(日本工業新聞新社)	出展	愛知県	吹上ホール(名古屋市中区小企業振興会館)
5	2009.4.25-2009.6.7	百年前の大震災-姉川地震に学ぶその備え-	琵琶湖博物館・滋賀県防災危機管理局	出展	滋賀県	琵琶湖博物館 企画展示室
6	2009.5.13-2009.5.15	第6回 情報セキュリティ EXPO	リード エグジビション ジャパン株式会社	出展	東京都	東京ビッグサイト
7	2009.5.16-2009.5.21	日本地球惑星科学連合2009年大会	日本地球惑星科学連合	出展	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
8	2009.5.18-2009.5.22	SIPit24	日本ネットワークインフォメーションセンター	協力	東京都	秋葉原コンベンションホール
9	2009.5.20-2009.5.22	第19回西日本食品産業創造展 '09	日刊工業新聞社西部支社	後援	福岡県	マリンメッセ福岡
10	2009.5.24-2009.5.26	ロボティクス・メカトロニクス講演会2009	日本機械学会	協賛	福岡県	福岡国際会議場
11	2009.5.27-2009.5.29	中小企業総合展2009 in Kansai	中小企業基盤整備機構	後援	大阪府	インテックス大阪
12	2009.5.28	日本ゾルーゲル学会第6回セミナー「ゾルーゲル法における構造制御と最新応用」	日本ゾルーゲル学会	協賛	神奈川県	慶応義塾大学日吉キャンパス
13	2009.6.1-2010.3.31	板橋製品技術大賞	東京都板橋区	協力	東京都	板橋区役所
14	2009.6.1-2009.8.10	第4回高校生映画コンクール 規定部門	学校マルチメディアネットワーク支援センター	協力	東京都	学校マルチメディアネットワーク支援センター
15	2009.6.3-2009.6.5	JPCA Show 2009/2009マイクロエレクトロニクスショー/JISSO PROTE2009	日本電子回路工業会	後援	東京都	東京ビッグサイト
16	2009.6.3	イノベーション・クーリエ - モデル:移動型海水飲料水化システム-	民間活力開発機構	後援	神奈川県	山下公園(実演)、ホテルモントレ横浜(講演等)
17	2009.6.3-2009.6.5	JPCA Show 2009 第39回国際電子回路産業展	日本電子回路工業会(JPCA)	後援	東京都	東京ビッグサイト
18	2009.6.4-2009.6.5	Embedded Technology West 2009組込み総合技術展 関西	組込みシステム技術協会	出展	大阪府	インテックス大阪
19	2009.6.11-2009.6.13	福岡 now ナノテク2009	福岡ナノテク推進会議	出展	福岡県	西日本総合展示場
20	2009.6.18	航空機産業の展望 - 地元企業はどう参入していくのか-	日本貿易振興機構仙台貿易情報センター	後援	宮城県	ホテル法華クラブ仙台
21	2009.6.24-2009.6.26	PVJapan2009 - 太陽光発電に関する総合イベント-	太陽光発電協会、有限会社 セミ・ジャパン	協賛	千葉県	幕張メッセ
22	2009.6.29	「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」プロジェクト平成19年度・平成20年度成果報告会	マイクロ化学プロセス技術研究組合	協賛	東京都	日本化学会
23	2009.7.4-2009.7.5	学都『仙台・宮城』サイエンス・デイ2009	特定非営利活動法人 natural science	後援	宮城県	東北大学片平さくらホール
24	2009.7.4-2009.7.27	「知っていますか身近なアブナイ」「暮らしの中にアブナイがいっぱい」	横浜市、横浜開港150周年協会	協賛	神奈川県	「横浜開港150周年記念イベント」ヒルサイド地区
25	2009.7.5-2009.7.9	第27回宇宙技術および科学の国際シンポジウム(27th ISTS)「ロボットの街 つくば」ブース出展(つくば市と共同出展)	第27回宇宙技術および科学の国際シンポジウム組織委員会	出展	茨城県	つくば国際会議場 1F ロビー
26	2009.7.7	産学官交流のつどい	福島県中小企業団体中央会・福島県電子機械工業会	後援	福島県	ウェディングエルティ
27	2009.7.21-2009.7.22	第3回 ビジネスマッチングフェア in Hamamatsu2009	浜松商工会議所、浜松信用金庫	後援	静岡県	浜松市総合産業展示館
28	2009.7.22-2009.7.24	BioFuels World 2009 conference&Expo	Boi Fuels World 協議委員会	後援	神奈川県	パシフィコ横浜
29	2009.7.25-2009.7.26	サマーライフ in つくば2009	つくば市東京事務所	後援	茨城県	産総研
30	2009.7.29-2009.7.31	第20回マイクロマシン/MEMS展	マイクロマシンセンター(MMC)	後援	東京都	東京ビッグサイト
31	2009.7.30-2009.7.31	日本ゾルーゲル学会第7回討論会	日本ゾルーゲル学会	協賛	京都府	メルパルク京都
32	2009.8.2-2009.8.5	第5回全国物理コンテスト 物理チャレンジ2009	物理チャレンジ・オリンピック日本委員会	協力	茨城県	筑波大学、つくば国際会議場、高エネルギー加速器研究機構
33	2009.8.4	四国テクノブリッジ計画「コア企業ビジネスマッチング」	四国テクノブリッジフォーラム	出展	香川県	サンメッセ香川 2F サンメッセホール
34	2009.8.5	「日本のものづくり技術戦略マップ成果報告会 -ものづくり技術戦略ロードマップ検討委員会報告会-」	製造科学技術センター	後援	東京都	UDX ギャラリー
35	2009.8.6-2009.8.7	The 4th Joint Workshop on Information Security 2009	情報通信システムセキュリティ時限研究専門委員会	協賛	台湾	National Sun Yat-sen University

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
36	2009.8.6-2009.8.7	第7回全国高専テクノフォーラム	国立高等専門学校機構	後援	香川県	アルファあなぶきホール（香川県県民ホール）
37	2009.8.8	第3回つくば3Eフォーラム会議	筑波大学、つくば3Eフォーラム	後援	茨城県	つくば国際会議場中ホール
38	2009.8.8-2009.8.9	サイエンス in 秋葉原	首都圏新都市鉄道株式会社（つくばエクスプレス）	出展	東京都	つくばエクスプレス秋葉原駅
39	2009.8.22-2009.8.23	ふしぎと遊ぼう！青少年のための科学の祭典2009サイエンス・フェスタ	「青少年のための科学の祭典」大阪大会実行委員会、日本科学技術振興財団・科学技術館、日本物理教育学会近畿支部、日本物理学会大阪支部、大阪市教育委員会、大阪市立科学館、関西サイエンス・フォーラム、読売新聞大阪本社	協力	大阪府	ハービス・ホール
40	2009.9.1-2009.10.31	第5回キャンパスベンチャーグランプリ東北（CVG 東北）	キャンパスベンチャーグランプリ（CVG）実行委員会	後援	宮城県	日刊工業新聞社仙台総局
41	2009.9.2	2009分析展 JAIMA コンファレンス ワークショップ「メタボリック・プロファイリング再入門」	メタボリック・プロファイリング研究会	後援	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
42	2009.9.2-2009.9.4	2009分析展	日本分析機器工業会	出展	千葉県	幕張メッセ 国際展示場
43	2009.9.2	平成21年度かがわ糖質バイオフィオフォーラム第1回複合糖質研究会	かがわ糖質バイオフィオフォーラム「複合糖質研究会」	後援	香川県	ホテルニューフロンティア
44	2009.9.9-2009.9.12	第7回全日本学生フォーミュラ大会	自動車技術会	協賛	静岡県	エコパ小笠山総合運動公園
45	2009.9.10-2009.9.11	全地連「技術 e-フォーラム2009」松江	全国地質調査業協会連合会	協賛	島根県	くにびきメッセ
46	2009.9.14-2009.9.17	17th International Conference on MHD Energy Conversion	東京工業大学	協賛	神奈川県	湘南国際村センター
47	2009.9.16-2009.9.18	イノベーション・ジャパン2009- 大学見本市-	科学技術振興機構、新エネルギー・産業技術総合開発機構	出展	東京都	東京国際フォーラム
48	2009.9.18	第59回東レ科学講演会	東レ科学振興会	後援	東京都	有楽町朝日ホール
49	2009.9.21-2009.9.25	IRMMW-THz20092009年の赤外-ミリ波とテラヘルツ波に関する国際学会	IEEE Society	出展	韓国	Paradise Hotel
50	2009.9.26-2009.9.27	ジャパンロボットフェスティバル2009 in TOYAMA	ジャパンロボットフェスティバル実行委員会	後援	富山県	富山産業展示館<テクノホール>
51	2009.9.27-2009.10.2	RO-MAN 2009	IEEE RO-MAN 2009 ロボットと人間の双方向コミュニケーションに関する国際シンポジウム	後援	富山県	富山国際会議場
52	2009.10.1	2009 IEEE Workshop on Advanced Robotics and Social Impacts	IEEE Robotics and Automation Society	後援	東京都	産総研 臨海副都心センター
53	2009.10.1	平成21年度<池銀>ニュービジネス助成金	株式会社池田銀行	後援	大阪府	株式会社自然総研、ニュービジネス目利き委員会
54	2009.10.2	B-net（環境ビジネスネット）フォーラム	岡山県、岡山県産業振興財団	後援	岡山県	ビュアリティまきび
55	2009.10.2-2009.10.4	第1回スポーツサイエンス・テクノロジー	スポーツサイエンス・テクノロジー実行委員会	後援	東京都	東京ビッグサイト
56	2009.10.4-2009.10.6	科学技術と人類の未来に関する国際フォーラム 第6回年次総会	特定非営利活動法人 STS フォーラム	後援	京都府	国立京都国際会館
57	2009.10.6-2009.10.10	CEATEC JAPAN 2009	CEATEC JAPAN 実施協議会、電子情報技術産業協会、情報通信ネットワーク産業協会、コンピュータソフトウェア協会	出展	千葉県	幕張メッセ
58	2009.10.7	イノベーションコーディネータ表彰	科学技術振興機構	後援	北海道	道新ホール
59	2009.10.7-2009.10.9	バイोजパン2009	バイोजパン組織委員会	後援	神奈川県	パシフィコ横浜
60	2009.10.14	東北大学イノベーションフェア2009in 仙台	東北大学	後援	宮城県	仙台国際センター
61	2009.10.15-2009.10.17	エコプロダクツ東北2009	環境会議所東北協賛エコプロダクツ2009、みやぎ産業交流センター、東北大学大学院工学研究科創造工学センター、産総研 東北センター	協賛	宮城県	夢メッセみやぎ
62	2009.10.15	NEDO かんさい産業技術フォーラム2009「関西発、オープンイノベーション」-低炭素社会の基盤技術となる「蓄電池」をテーマに-	新エネルギー・産業技術総合開発機構 関西支部	協賛	大阪府	ブリーゼタワー
63	2009.10.15-2009.10.16	第10回<池田銀行>TOYRO ビジネスマッチングフェア2009	株式会社池田銀行	後援	大阪府	マイドームおおさか
64	2009.10.21-2009.10.23	国際光触媒展2009	光触媒工業会、株式会社東京ビッグサイト	協賛	東京都	東京ビッグサイト
65	2009.10.21-2009.10.24	粉体工業展大阪2009	日本粉体工業技術協会	後援	大阪府	インテックス大阪
66	2009.10.22-2009.10.23	北陸技術交流テクノフェア2009	技術交流テクノフェア実行委員会	後援	福井県	福井産業会館

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
67	2009.10.23	APPIE 産学官連携フェア2009 - 粉の技術 -	日本粉体工業技術協会	後援	大阪府	インテックス大阪センタービル
68	2009.10.23～2009.10.24	建築設備展2009	香川県設備設計事務所協会	後援	香川県	サンメッセ香川
69	2009.10.24～2009.10.25	つくば産業フェア	つくば産業フェア実行委員会、つくば市、つくば商工会	出展	茨城県	つくばカピオ
70	2009.10.26～2010.3.10	2009四国産業技術大賞	四国産業・技術振興センター	後援	香川県	四国地域イノベーション創出協議会総会
71	2009.10.28～2009.10.30	第9回産学連携フェア	北九州学術研究都市産学連携フェア実行委員会、財団法人北九州産業学術推進機構 (FAIS)	出展	福岡県	北九州学術研究都市
72	2009.10.28～2009.10.31	第39回名古屋国際木工機械展/ウッドエコテック2009	全国木工機械工業会、中部木工機械工業会	出展	愛知県	ポートメッセなごや
73	2009.10.30～2009.10.31	第47回全国繊維技術交流プラザ	全国繊維工業技術協会、日本産業技術振興協会	後援	栃木県	栃木県南地域地場産業振興センター
74	2009.10.30～2009.10.31	障害者ワークフェア2009	高齢・障害者雇用支援機構、茨城県	出展	茨城県	ひたちなか市運動公園
75	2009.10.30～2009.11.3	サイエンスアゴラ2009	科学技術振興機構	協力	東京都	産総研 臨海副都心センター他
76	2009.10.31	香川大学工学部オープンキャンパス2009	香川大学工学部	出展	香川県	香川大学工学部林町キャンパス
77	2009.11.2～2009.11.4	第22回国際超電導シンポジウム「ISS2009」	国際超電導産業技術研究センター	後援	茨城県	つくば国際会議場
78	2009.11.4～2009.11.6	中小企業総合展2009 in Tokyo	中小企業基盤整備機構	後援	東京都	東京ビッグサイト
79	2009.11.4～2009.11.6	東京国際航空宇宙産業展2009	東京都、(株)ビッグサイト	出展	東京都	東京ビッグサイト
80	2009.11.5	ファッションビジネス学会 IT 件研究会「3D データから衣服製作への活用」セミナー	ファッションビジネス学会 関西支部	後援	東京都	ジャコフホール
81	2009.11.7～2009.11.8	出雲産業見本市2009	出雲市「21世紀出雲産業見本市」実行委員会	出展	島根県	出雲ドーム
82	2009.11.7～2009.11.8	あいち少年少女創意くふう展2009	あいち少年少女創意くふう展	後援	指定なし	トヨタテクノミュージアム 産業技術記念館
83	2009.11.9	第5回バイオ計測プロジェクト「食の安全・安心のバイオ計測」発表交流会	京都高度技術研究所、京都市、バイオ計測・試薬研究会 他	後援	大阪府	千里ライフサイエンスセンター
84	2009.11.10～2009.11.11	オルガテクノ2009(有機テクノロジー展/有機テクノロジー国際会議)	有機テクノロジー実行委員会	後援	東京都	ベルサール八重洲
85	2009.11.11	内閣府総合科学技術会議 ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発連携群シンポジウム 「社会のためのナノテクノロジー」	内閣府	協力	東京都	富士ソフト・アキバプラザ アキバホール
86	2009.11.12～2009.11.13	ビジネス EXPO「第23回 北海道 技術・ビジネス交流会」	北海道 技術・ビジネス交流会実行委員会	後援	北海道	アクセスサッポロ
87	2009.11.13～2009.11.14	ものづくり岐阜テクノフェア2009	岐阜県工業会	後援	岐阜県	大垣市体育館、ソフトピアジャパンビル及び周辺
88	2009.11.18	第5回日独産業フォーラム イン ジャパン2009	ドイツ貿易・投資振興機関	後援	東京都	マンダリンオリエンタルホテル東京
89	2009.11.18～2009.11.20	計測展2009TOKYO	日本電気計測器工業会	協賛	東京都	東京ビッグサイト
90	2009.11.19	TX アントレプレナーパートナーズ設立記念シンポジウム	TX アントレプレナーパートナーズ設立準備委員会	後援	千葉県	千葉県産業振興センター東葛テクノプラザ
91	2009.11.19	第3回産学官連携交流会	大府市・大府商工会議所	出展	愛知県	大府市役所
92	2009.11.24	フ라운ホーファーシンポジウム in SENDAI	東北大学、仙台市、フ라운ホーファー研究機構	出展	宮城県	ホテルメトロポリタン仙台
93	2009.11.24～2009.11.26	神奈川科学技術アカデミーH21年度教育講座「医療用具の強度評価における FEAシミュレーション活用」コース	神奈川科学技術アカデミー	後援	神奈川県	かながわサイエンスパーク (KSP)
94	2009.11.24～2009.11.27	Internet Week 2009	日本ネットワークインフォメーションセンター	協力	東京都	秋葉原コンベンションホール
95	2009.11.24	平成21年度「ベンチャープラザ近畿2009」	中小企業基盤整備機構 近畿支部	後援	大阪府	中小企業基盤整備機構近畿支部 経営支援プラザ UMEDA
96	2009.11.25～2009.11.27	産学官ビジネスフェア2009	日刊工業新聞社	出展	東京都	東京ビッグサイト
97	2009.11.25～2009.11.28	2009国際ロボット展	日本ロボット工業会、日刊工業新聞社	出展	東京都	東京ビッグサイト
98	2009.11.26～2009.11.27	宣伝会議 プロモーション&メディアフォーラム2010	株式会社 宣伝会議	出展	東京都	東京国際フォーラム
99	2009.11.27～2009.11.29	第11回西日本国際福祉機器展	西日本国際福祉機器展実行委員会、西日本産業貿易コンベンション協会	出展	指定なし	西日本総合展示場

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
100	2009.11.27	中部ものづくりシンポジウム2009	中小企業基盤整備機構 中部支部	後援	愛知県	愛知県産業労働センター
101	2009.11.29～2009.12.2	日本地熱学会平成21年学術講演会	日本地熱学会	協賛	京都府	京都大学桂キャンパス
102	2009.12.2～2009.12.4	セミコン・ジャパン 2009	Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI)	出展	指定なし	幕張メッセ
103	2009.12.4	第2回 私立大学合同シンポジウム	津田塾大学	協賛	東京都	津田塾大学千駄ヶ谷キャンパス 津田ホール
104	2009.12.7	第1回ウェブ学会シンポジウム	ウェブ学会準備委員会	協賛	東京都	東京大学 安田講堂
105	2009.12.8～2010.1.17	「工芸発祥」と仙台展 ～仙台発信の近代工芸デザイン～	東北電力グリーンプラザ	協力	宮城県	東北電力グリーンプラザ とうほく文化情報コーナー
106	2009.12.9～2009.12.10	燃料電池総合イベント「FC FESTA 2009 in Osaka」	大阪科学技術センター	後援	大阪府	大阪国際会議場
107	2009.12.11～2009.12.16	せんだいデザイン・ウィーク2009	せんだいデザイン・ウィーク実行委員会	協力	宮城県	せんだいメディアテーク
108	2009.12.15	先端加工技術講演会「高速コーティング技術の最前線」	先端加工機械技術振興協会	後援	東京都	日本工業大学 神田キャンパス
109	2009.12.16	香川発大学・高専連携シーズ発表会	香川大学、徳島文理大学、香川高等専門学校	後援	香川県	サンメッセ香川
110	2009.12.16	四国5高専技術シーズ発表会	阿南工業高等専門学校、香川高等専門学校、新居浜工業高等専門学校、戸割商船高等専門学校、高知工業高等専門学校	後援	香川県	サンメッセ香川
111	2009.12.19～2009.12.20	つくば科学フェスティバル2009	つくば市、つくば市教育委員会	出展	茨城県	つくばカピオ
112	2009.12.20	きのくにロボットフェスティバル2009	きのくにロボットフェスティバル2009実行委員会	協賛	和歌山県	御坊市立体育館
113	2009.12.24～2009.12.26	第10回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	計測自動制御学会システムインテグレーション部門	協賛	東京都	芝浦工業大学 豊洲キャンパス
114	2010.1.28～2010.1.29	クラスターカンファレンス2010	経済産業省、文部科学省	後援	東京都	秋葉原ダイビル
115	2010.1.28	第5回酸化亜鉛フォーラム	高知大学工科大学総合研究所マテリアルデザインセンター	後援	東京都	富士ソフトアキバホール
116	2010.2.1	元素戦略／希少金属代替材料開発＜第4回シンポジウム＞	元素戦略／希少金属代替材料開発合同戦略会議	後援	東京都	東京大学 安田講堂
117	2010.2.2～2010.2.4	ベンチャーフェア Japan2010	中小企業基盤整備機構	後援・出展	東京都	東京国際フォーラム 展示ホール
118	2010.2.3	県内6金融機関との連携による“茨城ものづくり企業交流会2010”	茨城県経営者協会	後援	茨城県	三の丸ホテル
119	2010.2.6	「放課後ひろば」実験教室	東北電力グリーンプラザ	出展	宮城県	電力ビル
120	2010.2.10	かがわ糖質バイオフィォーラム第2回シンポジウム	かがわ糖質バイオフィォーラム、かがわ産業支援財団	後援	香川県	高松シンボルタワー かがわ国際会議場
121	2010.2.16	第3回つくば産産学連携促進市 in アキバ	つくば市	後援	東京都	秋葉原ダイビル
122	2010.2.17～2010.2.19	ナノバイオ Expo2010	ナノバイオ Expo 実行委員会	後援	東京都	東京ビッグサイト
123	2010.2.17～2010.2.19	nano tech 2010 国際テクノロジー総合展・技術会議	nano tech 実行委員会	後援・出展	東京都	東京ビッグサイト
124	2010.2.17	技術・情報交流フェア 2010 in ICHINOSEKI	岩手県南技術研究センター、一関商工会議所、両磐インダストリアルプラザ	後援	岩手県	ダイヤモンドパレス
125	2010.2.22～2010.3.7	iPhone を使った科学館学習支援システム実験	科学技術館	協力	東京都	科学技術館
126	2010.2.26	第5回光応用新産業創出フォーラム	日本光学会（応用物理学会）産学官連携委員会	協賛	東京都	慶應義塾大学三田キャンパス
127	2010.3.8	第5回セラミックリアクター開発シンポジウム	ファイナセラムックス技術研究組合	後援	東京都	世界貿易センター
128	2010.3.11～2010.3.13	第3回としまものづくりメッセ	豊島区	後援	東京都	サンシャインシティ展示場ホール
129	2010.3.15～2010.3.16	プラズマ生成・電離過程に関わる突発性と構造形成 研究会	自然科学研究機構核融合科学研究所、京都大学	協賛	京都府	京都大学百周年時計台記念館会議室
130	2010.3.15	かがわ糖質バイオフィォーラム第1回機能糖鎖研究会シンポジウム	かがわ糖質バイオフィォーラム「機能糖鎖研究会」	後援	香川県	ホテルニューフロンティア
131	2010.3.17～2010.3.20	第57回応用物理学関係連合講演会 理化学・計測機材展	応用物理学会	出展	神奈川県	東海大学 湘南キャンパス
132	2010.3.17～2010.3.19	健康博覧会2010（第28回）	UBMメディア株式会社	出展	東京都	東京ビッグサイト
133	2010.3.18～2010.3.19	地域イノベーションフォーラム2010	地域イノベーションフォーラム2010実行委員会	出展	東京都	日本青年館ホテル
134	2010.3.24	かがわ糖質バイオフィォーラム複合糖質研究会・自然免疫賦活技術研究会合同シンポジウム	かがわ糖質バイオフィォーラム「複合糖質研究会」・「自然免疫賦活技術研究会」	後援	香川県	ホテルニューフロンティア

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研 との かわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
135	2010.3.26	産学官連携フォーラム2010「新世代全固体 ポリマーリチウム二次電池の開発と高度 部材イノベーションへの展開」	三重県、三重県産業支援センター	後援	三重県	ホテルグリーンパ ーク津

3) 見学

平成20年度見学視察対応数（ユニット別）

部 署	総 計
企画本部（理事等含む）	331
イノベーション推進室	74
広報部 サイエンス・スクエア つくば	543
広報部 地質標本館	317
デジタルヒューマン研究センター	93
近接場光応用工学研究センター	1
ダイヤモンド研究センター	22
太陽光発電研究センター	112
システム検証研究センター	11
健康工学研究センター	40
情報セキュリティ研究センター	7
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	23
コンパクト化学プロセス研究センター	18
バイオマス研究センター	90
デジタルものづくり研究センター	24
水素材料先端科学研究センター	36
糖鎖医工学研究センター	14
新燃料自動車技術研究センター	30
生命情報工学研究センター	7
生産計測技術研究センター	81
バイオメディシナル情報研究センター	11
ナノ電子デバイス研究センター	65
ナノチューブ応用研究センター	47
ネットワークフォトンクス研究センター	3
活断層・地震研究センター	3
メタンハイドレート研究センター	31
計測標準研究部門	494
地圏資源環境研究部門	34
知能システム研究部門	236
エレクトロニクス研究部門	35
光技術研究部門	54
人間福祉医工学研究部門	150
脳神経情報研究部門	30
ナノテクノロジー研究部門	113
計算科学研究部門	6
生物機能工学研究部門	17
計測フロンティア研究部門	30
ユビキタスエネルギー研究部門	48
セルエンジニアリング研究部門	70
ゲノムファクトリー研究部門	83
先進製造プロセス研究部門	108
サステナブルマテリアル研究部門	56
地質情報研究部門	69
環境管理技術研究部門	75
環境化学技術研究部門	40
エネルギー技術研究部門	168
情報技術研究部門	32
安全科学研究部門	35

研究関連・管理業務

部 署	総 計
バイオメディカル研究部門	1
健康工学研究部門	1
ナノシステム研究部門	2
器官発生工学研究ラボ	7
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	14
ダイヤモンド研究ラボ	1
特許生物寄託センター	1
地質調査情報センター	12
計量標準管理センター	35
ベンチャー開発センター	4
サービス工学研究センター	3
管理・関連部門	951
北海道センター	22
東北センター	1
つくばセンター	6
臨海副都心センター	35
中部センター	4
関西センター	48
中国センター	2
四国センター	1
九州センター	6
総計	5,174

4) 地質標本館

平成21年度 地質標本館行事一覧

実施期間	特別展および速報	講演会	移動地質標本館	イベント	入館者・参加者
2009/4/14～ 2009/7/5	春の特別展「五百沢智也山のスケッチとフィールドノート」				入館者 10,980人
2009/4/20～ 2009/5/11			経済省鉱物・鉱石展示		
2009/4/19		「地質探偵ハラヤマと探る槍穂高連峰の生い立ち」			来場者 110人
2009/5/9				作って学ぼう！デスマスチルスのペーパークラフト	参加者 21人
2009/5/9～ 2009/5/10			つくばフェスティバル2009		工作作成数 350個
2009/5/10		「氷河の痕跡を探せ！北アルプスの氷河地形調査」			来場者 52人
2009/5/16				野外観察会「霞ヶ浦は昔、海だった？」	参加者 26人
2009/6/27			中国センター一般公開		来場者 1,600人
2009/7/1			つくばセンターインフォメーションセンター・標本展示		
2009/7/22～ 2009/9/27	夏の特別展「ジオパークへ行こう！」				入館者数 19,204人 (7/26の一般公開日を含む)
2009/7/25		「地球はもっとおもしろい！ージオパークへ行こうー」			来場者 80人
2009/7/25				つくばセンター一般公開	入館者 2,351人
2009/7/25				施設見学ツアー「石に光を通す-岩石薄片の世界」	参加者 21人
2009/8/5				職場体験学習「博物館の仕事」(つくば市立手代木中・同吾妻中・牛久市立下根中)	参加者 9人
2009/8/8～ 2009/8/9			サイエンス秋葉原		
2009/8/21				化石クリーニング体験	参加者 20人
2009/8/22				地球何でも相談	相談数 14件
2009/8/22			東北センター一般公開		来場者 1,470人
2009/9/3～ 2009/9/5			地質情報展2009おかやま		来場者 2,026人
2009/9/26				野外観察会「筑波山のなりたちと花こう岩のでき方を考えよう」	参加者 26人
2009/10/2～ 2009/10/3			九州センター一般公開		入館者 1,213人
2009/10/24～ 2009/10/25			つくば産業フェア		
2009/11/17～ 2010/1/11	秋の特別展「日本石紀行ー写真家・須田郡司の世界ー」				入館者 3,883人
2009/11/21		「日本石巡礼」			来場者 35人
2009/11/21		サイエンスカフェ「石の語りべ」			参加者 21人
2009/11/29			産総研キャラバン鉦田		来場者 2,081人
2009/12/19～ 2009/12/20			つくば科学フェスティバル2009		来場者 18,400人
2010/1/26				職場体験学習「博物館の仕事」(竜ヶ崎市立愛宕中)	参加者 3人
2010/1/30			うしくサイエンスフェスタ		来場者 1,000人
2010/1/30～ 2010/1/31			産総研キャラバンみやぎ		来場者 3,000人
2010/2/2～ 2010/3/28	冬の特別展「地質情報展2009おかやま ワクワク発見瀬戸の大地」				入館者 4,566人

研究関連・管理業務

実施期間	特別展および速報	講演会	移動地質標本館	イベント	入館者・参加者
2010/2/20～ 2010/2/21			産総研キャラバンえひめ		来場者 3,418人
2010/2/27～ 2010/2/28			ジオネットワークフェスティバル「つくばアースデー」・標本展示		来場者 1,740人
2010/3/20				第21回自分で作ろう!! 化石レプリカ	参加者 89人 作成数 90個
2010/3/24～ 2010/3/26				第4回国際地学オリンピック大会予選【協力】	
2010/3/27～ 2010/3/28			国際惑星地球年(IYPE) 終了記念イベント「地球フォーラム2010in アキバ」		

地質標本館 平成20年度 入館者総数 44,610人

地域別入館者数内訳

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
市内	1427	849	441	3,032	3,622	449	337	415	222	230	365	320	11,709
県内	1,006	2,369	1,367	2,714	4,352	1,299	1,281	995	478	763	848	772	18,244
都内	338	364	347	433	695	629	393	353	124	168	131	325	4,300
他県	516	1,191	927	1,270	2,257	844	1,285	1,323	857	551	437	1208	12,666
外国	66	60	248	294	95	23	123	136	134	29	36	124	1,368
計	3,353	4,833	3,330	7,743	11,021	3,244	3,419	3,222	1,815	1,741	1,817	2,749	48,287

職業別入館者数内訳

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
小学	537	1137	505	2,479	3,673	756	642	377	235	341	209	397	11,288
中学	527	402	260	296	533	221	132	222	201	24	152	43	3,013
高校	179	72	265	384	556	74	668	402	440	33	52	156	3,281
大学	111	332	213	142	238	170	64	78	97	49	113	123	1,730
教諭	91	128	189	270	362	117	145	168	82	65	66	92	1,775
家庭	1016	1,552	1169	2,828	3,945	953	864	950	368	569	618	1204	16,036
一般	892	1,210	729	1,344	1,714	953	904	1025	392	660	607	734	11,164
計	3,353	4,833	3,330	7,743	11,021	3,244	3,419	3,222	1,815	1,741	1,817	2,749	48,287

団体見学への館内説明対応件数 194件

団体見学への館内説明対応実績内訳

	区分	回数	講演内容
学校関係	小学校	37	地層の話
	中学校	48	地層の話
	高校	78	地域の地質・館内説明
	高等専門学校	4	地域の地質・館内説明
	大学	7	地域の地質・館内説明
視察・VIP	視察・VIP	4	地域の地質・館内説明
海外研修生	海外研修生	5	地域の地質・館内説明
その他(一般団体)	その他(一般団体)	134	地域の地質・館内説明
合計		317	

職場体験学習生・研修受入

職場体験学習生	つくば市立手代木中学校 2年生 4人	館内見学・「微化石拾い」とイベント教材作成補助。
	つくば市立吾妻中学校 2年生 2人	
	牛久市立下根中学校 2年生 3人	
	竜ヶ崎市立愛宕中学校 2年生 3人	

博物館実習	千葉大学 6人	10日間	博物館業務に係わる 試・資料の収集・保管・ 展示等の指導
	川村学園女子大学 5人	11日間	
	愛媛大学 1人	11日間	
	日本大学 1人	11日間	
	昭和音楽大学 1人	11日間	
	筑波大学 5人	11日間	

(14) 特許生物寄託センター (International Patent Organism Depository)

所在地：つくば中央第6

人員：9名（6名）

概要：

- ・特許庁の指定機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物の受託並びに求めに応じての分譲業務を行う。
- ・寄託生物種の生存試験等を行うとともに、その保存技術や各種試験・検査・解析技術の高度化に資する研究開発を行う。

機構図（2010/3/31現在）

センター長（兼）湯元 昇

—	次長	丸山 明彦
—	次長	花田 智
—	[寄託生物業務室]	
	室長（兼）	丸山 明彦
—	[寄託事務業務室]	
	室長	谷島 清一
—	[特許生物寄託支援研究室]	
	室長（兼）	花田 智

特許生物寄託制度について

生物に関連した発明について特許出願する際は、寄託機関にその生物を寄託し、寄託機関が発行する受託証を提出する必要がある。寄託機関はその生物の生存等を確認し、必要な期間保存する。また、第三者に試験・研究を目的として生物の試料を分譲する。特許生物寄託センターは特許庁長官から指定された寄託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として国内外からの特許生物を受託・分譲している。

特許生物の受託・分譲業務においては、保存法や生存試験法、汚染検査法、安全性確認法の改良など解決すべき技術課題が多い。特許生物寄託センターではサービスの向上を目的とし、寄託生物種ごとに適した保存技術や各種試験・検査・解析技術の高度化を図るなど業務支援のための研究開発を行っている。

安全を強化した寄託業務の実施に向けた取り組み

新規受託時における受託菌株の同定根拠の確認や受託菌株名の自動照合システムによる安全性確認など、受託時の安全性確認を強化している。過去に受託し保管している菌株についても、その同定根拠や入手先等を確認するとともに、必要により遺伝子解析等を行うことで、その安全性の確認を進めている。これらの取組を促進するため、経験のある専門従事者の再配置や専門家の採用による寄託業務の体制強化を図っている。

平成21年度寄託等の件数及び手数料収入実績

事項	微生物の保管手数料					試料の分譲手数料					
	原寄託	新規寄託	再寄託	継続寄託	寄託特例	菌株分譲		海外送付追加（一般）		海外送付追加（動物）	
	（国際）	（国内）	（国際）	（国内）	（国内）	（国際）	（国内）	（国際）	（国内）	（国際）	（国内）
件数	139	157	0	3,259	0	70	49	19	0	4	0
金額(円)	30,580,000	3,297,000	0	35,860,000	0	700,000	490,000	2,850	0	132,000	0

事項	証明書の交付手数料							情報の通知手数料		合計	
	届出に関する証明		最新の生存情報証明		生存試験証明		諸証明		情報通知		
	（国際）	（国内）	（国際）	（国内）	（国際）	（国内）	（国内）	（国際）	（国内）		
件数	1	0	2	0	0	0	1	0	0	3,701	
金額(円)	2,000	0	4,000	0	0	0	2,000	0	0	71,069,850	

(15) ベンチャー開発センター
(AIST Innovation Center for Start-ups)

所在地：秋葉原事業所、つくば中央第二
人員：11名（3名）
概要：

ベンチャー開発センターでは、「スタートアップ開発戦略タスクフォース」（以下、タスクフォース）という産総研独自のベンチャーインキュベーションシステムにより、ビジネス経験者であるスタートアップ・アドバイザーと技術開発チーム（研究者）が一体となった技術シーズの事業化を目指している。平成21年度は、ベンチャー創出の拠点機能を高度化し、より成功確率の高いベンチャーの創出・支援に注力した。

1. 組織運営改革

イノベーションプラットフォームとしてのタスクフォースの活用や運営体制の一層の改善のため、大企業から技術と人材を切り出して産総研内で育成・ベンチャー事業化する「産総研カーブアウト事業」の開始、タスクフォース候補案件に対する特許などの事前調査の強化、タスクフォース実施におけるマイルストーンの設定とステージゲート法を用いた進捗管理の導入を行った。また、引き続き研修の実施、成果普及のための情報発信、他機関との連携などに力を入れた。

2. ベンチャー創出の実践

平成21年度には、タスクフォースを、新規5件（内カーブアウト事業1件）を含めて13件設置し、ベンチャー創業に向け、ビジネスプランの策定、事業化に向けた技術開発等の集中的な取組みを行った。タスクフォース（以前に実施したものを含む）から創出したベンチャーは2社であった。

法務・経営・財務等各種専門家と13件の請負契約のもと、起業者及び既存ベンチャーに専門家相談の場を提供した。2社について、会社定款認証や会社設立登記手続きなどの代行業務を行った。

結果として、4社に対して産総研技術移転ベンチャーの称号を付与するとともに、知的財産権の独占的実施権許諾や施設等の使用許可等の技術移転促進措置を実施した。さらに、創出したベンチャー間の交流促進、およびベンチャー支援機関等関係者とのネットワーク構築・連携のため、「AIST スタートアップスクラブ」を開催した。

第一期・第二期を通じて創出された産総研技術移転ベンチャーは累計102社となり、第二期中期計画の目標である第一期中期目標期間から通算してベンチャー創業100社を達成した。

機構図（2010/3/31現在）

ベンチャー開発センター

センター長：河野 満男
次長：永壽 伴章
センター付：事務スタッフ 重松 直道 他
スタートアップ・アドバイザー
：藤田 和博
高橋 通
押小路 実明
富士岡 芳樹
齋藤 浩幸 ウィリアム
古川 博之
平林 隆

スタートアップ・アドバイザー補佐

：竹生 一行

開発企画室：室長 酒井 夏子 他

ベンチャー支援室：室長 鈴木 光男 他

スタートアップ・アドバイザー

(Start-up Advisor)

(秋葉原事業所他)

概要：

産総研内のベンチャー化に適した技術シーズの発掘とともに、タスクフォースを統括し、ベンチャー創業に向けて必要な追加的研究開発やビジネスプランの作成等を行う。必要に応じて、産総研の職を離れ、創業後の企業経営に参画する。

開発企画室

(Planning office of business and innovation)

(秋葉原事業所他)

概要：

ベンチャー開発センターの活動計画を企画立案するとともに、活動における諸問題について産総研内外との調整を行う。また、センター予算の管理を行うとともに、産総研の内部を対象とした「ベンチャー創出・支援研究事業」の公募に関する事務など、タスクフォースの運営管理に関する事務を行う。また、ハイテクベンチャーの創出を担うイノベーションプラットフォーム化に向けて、産総研の組織改革や制度改革を推進するとともに、産総研内部の人材育成や意識改革を図るために、ベンチャー創出に関する職員向け研修やセミナーの企画・運営、さらに、成果の発信のための広報活動を行う。

ベンチャー支援室

(Office of business development)

(秋葉原事業所他)

概要：

研究者からのベンチャー起業相談に対して、関連部門と連携して創業のためのオーダーメイド・サービスを提供する。インキュベーション・マネージャーの資格を有する職員が、研究者からの創業に関する各種の相談に応じるほか、会社の設立にあたって、設立事務代行などの支援を行う。産総研外部の人材を対象とした「ベンチャー支援任用制度」の公募に関する事務を行う。さらに、産総研ベンチャー技術移転促進措置実施規程に基づく称号付与及び技術移転促進措置に関する事務を行う。

○スタートアップ開発戦略タスクフォース

- ・ベンチャー創出・支援研究事業 10件
新規採択 4件（応募数は10件）
継続案件 6件
- ・カーブアウト事業 1件
新規採択 1件
継続案件 0件
- ・ベンチャー支援任用 2件
随時募集による新規採択 0件

定期募集による新規採択 0件（応募数は8件）
継続案件 2件

○ベンチャー支援室が受けた創業関連相談件数
112件

○会社設立等代行業務の実施数
2件

○産総研技術移転ベンチャー

- ・産総研技術移転ベンチャー企業数
新規 4社（累計102社）
- ・産総研技術移転ベンチャーのうち、スタートアップ開発戦略タスクフォース発ベンチャー企業数
新規 2社（累計36社）
内訳 新規創業2社（累計29社）
（表1の「TF 案件」2社）
新規共同研究0社（累計7社）

表1 平成21年度に称号付与した産総研技術移転ベンチャー一覽

	企業名	称号付与年月日	創出元研究ユニット	備考
1	アイアールスペック(株)	2009/ 5/18	ナノテクノロジー研究部門	TF 案件
2	(株)イーディーピー	2009/10/ 1	ダイヤモンド研究センター	TF 案件
3	ピースミール・テクノロジー(株)	2009/12/16	サービス工学研究センター	
4	(株)ナノルクス研究所	2010/ 3/ 8	ナノテクノロジー研究部門	

○研修

- ・「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けビジネスプラン作成演習」(1泊2日)
実施回数：1回(8名が受講)
- ・「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けアラカルトセミナー」(1回あたり2時間)
実施回数：4回(4回合計で103名が参加)
- ・新規採用職員のための研修(30分)
実施回数：1回(能力開発部門による「平成21年度第1回新規採用職員研修」の一部として実施)
- ・「ベンチャー開発センター人材育成研修 I(初級)・II(中級)」(6時間50分)
実施回数：1回(能力開発部門による「平成21年度エキスパート研修」の一部として実施)

- ・平成21年度第1回 AIST スタートアップスクラブ
平成21年7月29日開催
会場：秋葉原ダイビル11階
秋葉原事業所大会議室(2)
参加者数：61名

- ・平成21年度第2回 AIST スタートアップスクラブ
平成22年1月27日開催
会場：つくば本部・情報技術共同研究棟1階
ネットワーク会議室
参加者数：86名

- ・第6回タスクフォース成果報告会
平成22年2月22日開催
会場：秋葉原ダイビル5階 5B 会議室
参加者数：125名

○広報誌

「ハイテク・スタートアップス」第9号(平成21年12月発行)

○ベンチャー開発センターの主催イベント

○展示会・見本市への出展

14イベント

1. 第6回 情報セキュリティ EXPO
開催期間：2009年5月13日～15日
開催場所：東京ビッグサイト
2. 第17回 産業用バーチャルリアリティ展
開催期間：2009年6月24日～26日
開催場所：東京ビッグサイト
3. イノベーション・ジャパン2009 - 大学見本市
開催期間：2009年9月16日～18日
開催場所：東京国際フォーラム
4. 産総研オープンラボ2009
開催期間：2009年10月15日～16日
開催場所：産総研つくばセンター
5. CEATEC JAPAN2009
開催期間：2009年10月6日～10日
開催場所：幕張メッセ
6. 産業交流展2009
開催期間：2009年11月4日～6日
開催場所：東京ビッグサイト
7. アグリビジネス創出フェア
開催期間：2009年11月25日～27日
開催場所：幕張メッセ
8. 産学官ビジネスフェア
開催期間：2009年11月25日～27日
開催場所：東京ビッグサイト
9. 2009国際ロボット展
開催期間：2009年11月25日～28日
開催場所：東京ビッグサイト
10. セミコン・ジャパン2009
開催期間：2009年12月2日～4日
開催場所：幕張メッセ
11. ベンチャー・フェア Japan 2010
開催期間：2010年2月2日～4日
開催場所：東京国際フォーラム
12. 第3回つくば産産学連携促進市 in アキバ
開催期間：2010年2月16日
開催場所：秋葉原コンベンションホール
(秋葉原ダイビル2階)
13. 応用物理学会 理化学・計測機材展
開催期間：2010年3月17日～20日
開催場所：東海大学湘南キャンパス
14. 健康博覧会2010
開催期間：2010年3月17日～19日
開催場所：東京国際フォーラム

(16) 地質調査情報センター (Geoinformation Center)

所在地：つくば中央第7

人員：26名（13名）

概要：

地質調査情報センターは、産業技術総合研究所内の「地質の調査」業務に係わる研究センター・研究コア・研究部門・地質標本館等と連携し、地質・地球科学の調査・研究に関する企画・立案を行うと共に、信頼性の高い、公正な地質情報を国民に提供している。また、国土の利用、地震・火山噴火等の災害対策、資源の確保、環境問題などへの対応に効果的に使われるべき公共財として、地質情報の活用の利便性向上を図っている。

機構図（2010/3/31現在）

[地質調査情報センター]	センター長 脇田 浩二
	次長 渡部 芳夫
	総括主幹 大竹 勝、高橋 裕平
—	[地質調査企画室] 室長 牧野 雅彦
—	[地質情報出版室] 室長 下川 浩一
—	[地質情報管理室] 室長 中澤 都子
—	[地質情報統合化推進室] 室長 阪口 圭一

地質調査企画室

(Geological Survey Planning and Coordinating Office)

(つくば中央第7)

概要：

地質情報の整備・統合・発信、及び法制化・標準化・国際関係・産学官連携に関する業務において、「地質の調査」業務に係わる研究センター・部門・地質標本館等と連携し、関係ユニット間の連絡会議・各種部会・委員会の運営を行い、調整・企画立案を行うとともに、関連する外部の委員会や機関・団体への対外的窓口の役割を果たした。対応した政府機関としては、経済産業省（知的基盤課、産総研室、宇宙産業室等）、文部科学省（地震調査研究推進本部、海洋地球課等）、内閣府（総合海洋政策本部、原子力委員会、中央防災会議等）、国土交通省（国土計画局総務課国土情報整備室）、外務省（広報文化交流部国際文化協力室）などがある。また、外部機関・団体との連携に関する具体例としては、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」、産技連知的基盤部会地質地盤情報分科会、自治体－産総研地質地盤情報連絡会、全国地質調査業

協会連合会－地質調査総合センター懇談会等がある。さらに、平成21年度に2回開催された地質調査総合センターシンポジウム、岡山大で開催された地質情報展に加えて、各種学会・展示会等におけるブース出展を通して、地質調査総合センターに関わる成果の普及・情報発信に努めた。これらにより、産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化し、関係方面のニーズの把握と成果発信によるフィードバックを行った。その他、地質情報を利活用するための各種パンフレット等を企画製作した。

地質の調査等に係わるさまざまな国際共同研究や国際協力活動を関連ユニットや外部機関と連携して取りまとめ、地質調査総合センターの対外的窓口の役割を果たした。具体的には、CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）、ICOGS（国際地質調査所会議）等の多国間国際組織への国の窓口としての役割を担った。特に、CCOPでは地下水資源、沿岸域環境、GEO Grid（地球観測グリッド）に関するワークショップ、セミナーを開催し、アジア地域での日本のリーダーシップを発揮した。

平成21年度は国際地質科学連合（IUGS）とユネスコが主催する国際惑星地球年（2007 - 2009年）の最終年度にあたり、終了記念イベントを開催した。そして継続事業として、地域の地球環境意識を高めるアウトリーチ活動主体である、JST 地域ネットワーク支援事業「ジオネットワークつくばの構築」（平成21年度～23年度予定）を、連携自治体であるつくば市ならびに市内9機関と開始し、年間11回のリレーサイエンスカフェ、4回の野外観察会、他各種一般公開型イベント等を実施した。

また、一般の人々が地質をより身近に感じ、理解する日として制定された「地質の日」ではイベント活動を推進し、経済産業省本館での展示も実施した。

さらに、ユネスコが支援するジオパーク活動では、3回の日本ジオパーク委員会を事務局として開催し、8月には日本初の世界ジオパーク3地域が誕生し、10月に新たに日本ジオパーク4地域を認定、世界ジオパークに1地域を申請した。

第7事業所を中心とした地質分野での活動に対して、野外調査・観測時のコンプライアンス確保ならびにリスク管理のための計画や役務仕様書案の技術的点検等を行い、野外実験審査会を支援した。

地質情報出版室

(Geoinformation Publishing Office)

(つくば中央第7)

概要：

地質情報出版室は、産総研の「地質の調査」業務に基づく地質・地球科学に関する研究成果の出版及び管理、地質情報の標準化整備及び数値化、並びにこれら

研究成果の普及に関する業務を行った。

研究部門・センターで作成された地質図・地球科学図の編集と出版、研究報告書の編集と出版、数値地質図やデータ集の CD-ROM 出版を行った。

また、既刊出版物の管理・頒布・払い出しを継続して行った。地質出版物・データベースの著作物利用申請には81件対応した。

地質情報整備では地質情報に関する標準化を進めており、既刊地質図類のラスターデータ・ベクトルデータ整備を実施した。

また、地質標本館及び地質調査企画室と協力して地質情報展の開催、地質関連イベントへの参加等の成果普及活動を行うとともに、地質図類のより一層の利活用促進を目指し、Web 等を通じて研究成果品の紹介・普及を進めた。

地質情報管理室 (Geoinformation Administration Office)

(つくば中央第7)

概要:

地質情報管理室は、「地質の調査」に関わる数値情報の整備及び提供、データベースの整備及び管理、地質文献資料・地質図等の収集・管理に関する業務を掌る。数値情報の整備については、既刊地質図類の数値化を行った。データベースの整備については、統合地質図データベース、地質文献データベース、地質情報総合メタデータおよび政府クリアリングハウスにおいて、それぞれの管理・運営とデータの追加更新およびシステム改修等を行った。文献資料・地質図等の収集活動については、国内外関連機関との文献交換等を通じて行った。数値化や文献収集活動等の情報の整備とデータベースによる提供を組織的に行うことによ

り、地質情報の活用を促進した。

地質情報統合化推進室

(Geoinformation Integration Office)

(つくば中央第7)

概要:

地質情報統合化推進室は、地質の調査に係る数値情報の統合及び提供に関すること、地質の調査に係るデータベースの統合及び提供に関すること、地質の情報に係る連携及び融合に関することを担当する組織として、地質調査総合センター全体における研究情報の集約・共有・発信のあり方を検討するとともに、Web GIS システムの運用とデータ整理作業を行った。また分野融合課題や総合化戦略課題に参画した。

地質調査総合センター全体における研究情報の集約・共有・発信のあり方については、地質情報のシステムティックな収集とアーカイブ化のための課題抽出と方策の検討を行い、地質調査総合センター連絡会議に報告した。また、コンテンツ管理システム及び機関リポジトリシステムの試験使用を開始した。平成18年度に開始した Web GIS を用いた統合地質図データベースの運用を継続し、掲載地質図の登録を進めた。また、既存出版物のテキスト・データ化作業を実施した。産業技術総合研究所の分野融合課題である GEO Grid の地質分野の窓口となり、GEO Grid 運営委員会等への参加、CCOP-AIST GEO Grid ワークショップへの協力等を通じて、GEO Grid の推進を図った。また、総合化戦略課題「沿岸海域の地質・活断層調査」において、「海陸統合データベースの構築－資料の公開と整備」を担当すると共に、経済産業省受託研究費「石油資源遠隔探知技術の高度化研究」において、統合利用システム構築技術の研究を実施した。

地質の調査

①地球科学図

本年度の各種地質図類の編集・発行は、20万分の1地質図幅 5件、5万分の1地質図幅 8件、火山地質図 2件、海洋地質図 1件、重力図1件、水文環境図 1件、数値地質図 3件、単独 1件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
	図類・冊子		
20万分の1地質図幅	5・0	各 2,000	静岡及び御前崎、伊勢、西郷、八代及び野母崎の一部、与論島及び那覇
5万分の1地質図幅	8・6	各 1,500	宇都宮、三峯、伊良湖岬、小滝、西郷 (地質図のみ)、大洲、佐賀、延岡 (地質図のみ)
火山地質図	2・0	各 2,000	十勝岳火山、樽前火山
海洋地質図	CD-ROM 1	1,000	No. 68 北見大和堆表層堆積図
重力図	1・0	1,100	No.28 高知地域重力図
水文環境図	CD-ROM 1	1,000	No.6 山形盆地

数値地質図	CD-ROM 2	各 1,000	G-17 九州地質ガイド FR-2 燃料資源地質図「東武南海トラフ」
	DVD-ROM 1	1,000	S-1 海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」
その他単独	0・1	1,300	海と陸の地球化学図

②地球科学研究報告

本年度の研究報告書は、地質調査研究報告が60-3/4号～61-5/6号 8件、活断層・古地震研究報告 1件、地質調査総合センター速報 2件、CCOPテクにあるブリティン 1件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
地質調査研究報告	8	各 1,600	Vol.60 No.3/4～Vol.61 No.5/6
活断層・古地震研究報告	1	1,800	活断層・古地震研究報告 第9号 (2009年)
地質調査総合センター速報	2	300 300	No.49 平成20年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告書 No.50 新潟堆積盆地3次元地盤構造モデル (CD-ROM)
CCOPテクニカルブリティン	1	1,200	CCOPテクニカルブリティン vol. 32
地質ニュース	12	各 3,000	No.656～667 (地質調査総合センター編集、㈱実業公報社発行 1,180部買い上げ)

③刊行物販売状況

研究成果普及品のうち「地質の調査」に係るものは、地質情報等有料頒布要領 (21要領第61号) により、地質調査情報センター及び地質標本館が有料頒布業務を遂行することになっている。平成21年度は、下記のように有料頒布を実施し、収入を得た。

○平成21年度 研究成果普及品頒布収入

地球科学図及び地球科学データ集

11,314,153円

内 訳	頒布部数	頒布金額
委託販売収入 (4社合計)	5,466	8,907,528
直接販売収入 (地球科学図ほか)	681	1,546,780
直接販売収入 (オン・デマンド)	623	859,845
合 計	6,770	11,314,153

普及出版物及び絵葉書

1,155,517円

内 訳	頒布部数	頒布金額
直接販売収入 (普及出版物ほか)	1,901	1,155,517

○平成21年度 シリーズ別 頒布部数トップ5

シリーズ名	頒布部数
5万分の1地質図幅	2,468
20万分の1地質図幅	1,270
数値地質図	1,038
火山地質図	404
単独 (シリーズ外)	165

○平成21年度 出版物別 頒布部数トップ10

シリーズ名	出版物名	頒布部数
数値地質図	20万分の1日本シームレス地質図	241
火山地質図	伊豆大島火山地質図	92
火山地質図	雲仙火山地質図	85
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「関東甲信越及び伊豆小笠原諸島」	83
単独	日本の地球化学図	68
数値地質図	日本の温泉・鉱泉分布図及び一覧	66

研究関連業務

数値地質図	20万分の1地質図幅集「北陸、中部及び近畿」	63
数値地質図	20万分の1地質図幅集「中国東部、中国中部及び四国」	63
5万分の1地質図幅	村所	62
20万分の1地質図幅	名古屋	58

④文献交換

「地質の調査」に係わる研究成果物をもとに、国内外の「地質の調査」に関係する機関と文献交換を行い、地質文献資料の網羅的収集に努めている。さらに、収集資料の明確化と広範囲の利用者の利便性を考慮して、地質文献データベースを構築し、インターネットで公開を行っている。

国内外交換先

	計	JAPAN	EUROPE	ASIA	AFRICA	U.S.A.	CANADA & C. AMERICA	SOUTH AMERICA	OCEANIA
国数	155	1	36	39	43	1	12	12	11
機関数	1,248	560	237	176	65	86	36	49	39

交換文献内訳

	計	地質調査研究報告	その他報告類	地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)	その他図幅	CD-ROM
件数	34	12	4	4	6	8
所外送付部数	9,409	6,297	466	609	761	1,276
国外送付部数	11,148	6,342	462	952	1,964	1,964

⑤文献情報活動

文献交換等で収集した地質文献資料の効率的・効率的な利用を目指して、地質文献データベースを構築し、Web公開している。このデータベースは日本及び周辺地域に関する地球科学の文献データベースである GEOLIS+（日本地質文献データベース）と、所蔵する外国の地質図類の書誌データを収録する G-MAPI（世界地質図データベース）の2つから成り立っている。これらはともに同様の検索方法を採用していること、GEOLIS+は地図検索不要の利用者への対応として地図を使用しない検索システムを開発・公開していることから、利用者インターフェースの利便性が高く、利用アクセス数は非常に多い。G-MAPIは拡大・縮小機能のついたサンプル地図表示の充実に努め、利用者への情報提供サービスの質の向上に努めた。GEOLIS+の蓄積データ数は343,691件（うち位置情報データは13,108件）、Web公開で年間709,757件のアクセス数があり、G-MAPIはデータ数24,406件（うちサンプル地図表示は2,908件）で、Web公開での年間アクセス数は308,853件となって、2つのデータベースを合わせて年間アクセス数が740,610件となっている。また、GEOLIS+と G-MAPI データベースを統合し、検索地図に Google Map を採用したシステムを構築し所内試験公開した。

受 入

	単行本（冊）	雑誌（冊）	地図類（枚）	研究資料集・受託研究資料	電子媒体資料（個）
購 入	247	149	86	0	27
寄贈・交換	190	3,456	1,634	15	222
計	437	3,605	1,720	15	249

製本・修理（冊） 1,033

地質文献データベース

	採録数	登録数	アクセス件数
GEOLIS+	17,502	343,691	709,757
G-MAPI	2,164	26,406	30,853

閲覧・貸出など情報提供

所外閲覧者	入館者 (括弧内外国人)	閲覧件数	貸出件数	返却件数
151	6,565(408)	12,244	3,017	3,032

地質文献複写外部委託

件数 (件)	通常コピー (枚)	カラーコピー (枚)	電子媒体 (部)
1,493	12,397	905	5

⑥メタデータ・データベース

「地質の調査」の成果である地質図・地球科学図等の情報をインターネットを通じて利活用出来るよう、メタデータ作成、数値化及びデータベース化を行っている。

メタデータ整備業務では、電子政府クリアリングハウスのノードサーバーにおいて、標準フォーマット JMP 第2版に基づくメタデータを1,582件整備し Web 公開した。また、地質情報総合メタデータシステムに、日本版1,986件・アジア版4,296件のメタデータを整備し Web 公開した。

地質図類ベクトル数値化整備業務では、5万分の1地質図幅16図幅、20万分の1地質図幅2図幅および海洋地質図8件をベクトル数値化し、データの校正・編集を行った。

統合地質図データベースは、インターネット経由で地質調査総合センターの地質図類出版物の閲覧・ダウンロードできるようにしたシステムである。2009年1年間のアクセス累計は17,747回、ページビュー数は2桁増の1,745,785回に達しており、WebGIS の特徴が読み取れると同時に、ダウンロード利用等により地質情報の利活用促進に貢献した。平成21年度は、1/5万地質図ラスター版2件と1/20万地質図ラスター版3件の追加、登録済みラスター版の凡例追加146件、1/20万シームレス地質図2009年版への更新1件(175分割×7種、計1,225件入れ替え)、同凡例修正に伴うシステム改修等を行った。

平成21年度 地質図・地球科学図データベース及びメタデータ整備

1. 地質図・地球科学図データベース整備 (件数)	
5万分の1地質図幅、20万分の1地質図幅等の数値化数	26
2. メタデータ整備 (件数)	
電子政府クリアリングハウス：メタデータ登録数	1,582
地質情報総合メタデータ(日本版)：メタデータ登録数	1,986
同上(アジア版)：メタデータ登録数	4,296

平成21年度 統合地質図データベースの整備

アクセス状況

アクセス数	ページビュー	ダウンロードGB
17,747	1,745,785	112

登録作業

種類	新規追加(件)	更新(件)
1/5万地質図ラスター版	2	
1/20万地質図ラスター版	3	
凡例	146	
1/20万シームレス地質図ラスター版およびベクトル版		1,225

(17) 計量標準管理センター
(Metrology Management Center)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3-9

人員：30名(19名)

概要：

計量標準は円滑な国際通商を実現するために不可

欠であり、さらに産業技術や研究開発の技術基盤であるとともに、環境・安全を評価するための技術基盤を与えるなど、国民の生活に密着したものである。

社会に必要とされる計量標準を的確に把握してその整備・普及の方向性を見出し、標準の供給を的確に行うとともに、計量標準に係わる活動の成果を社会に広く普及していく役割を担っている。

 機構図 (2010/3/31現在)

[計量標準管理センター]

センター長 三戸 章裕

総括主幹 計良 寛 他1名

[計量標準計画室]

室長 三戸 章裕 (兼) 他5(4)名

[標準供給保証室]

室長 岸本 勇夫 他8(6)名 (内2名は兼任)

[標準物質認証管理室]

室長 下坂 琢哉 他2(1)名 (内1名は兼任)

[国際計量室]

室長 藤間 一郎 他4(3)名 (内2名は兼任)

[計量研修センター]

センター長 小島 孔 他6(6)名 (内3名は兼任)

 計量標準計画室 (Metrology Planning Office)

(つくば中央第3-9)

概要:

計量標準の開発や供給を欧米先進国並に充実させるため、研究実施部門と密接に連携して、計量標準整備計画の策定、維持、改善を図るとともに、講演会や成果発表会などの開催、報告書・モノグラフの発行などを通して、新しい計量標準に関する研究成果の発信を行っている。

また、計量標準に係る活動内容や研究成果などを広く普及するため、ホームページ、展示会出展、パンフレット等、様々な形態の広報・啓発普及活動の企画運営を行っている。

標準供給保証室 (Metrology Quality Office)

(つくば中央第3-9)

概要:

産総研の成果である多岐にわたる物理系計量標準の供給事務(申請書受付、証明書類発行など)を一元的に行うとともに、その信頼性を保証するために必要なISO/IEC17025、ISO/IECガイド65に基づいた品質システムの支援業務を行う。

標準供給業務としては、次のものがある。

- ・特定計量器の検定、比較検査、基準器検査
- ・特定計量器の型式承認試験
- ・特定二次標準器の校正
- ・特定副標準器の校正
- ・技能試験参照値の付与
- ・研究開発品の頒布
- ・その他計量に係わる試験・校正サービス

標準物質認証管理室 (Reference Materials Office)

(つくば中央第3-9)

概要:

産総研において研究開発された標準物質の頒布に関する事務を行うとともに、その品質を保証するために必要なISOガイド34、ISO/IEC17025に基づいた品質システムの支援業務を実施している。主な業務としては、標準物質の認証のための業務(標準物質認証委員会の開催、標準物質認証書の発行等)、標準物質の該当法規に従った安全な管理、標準物質の頒布業務、標準物質に関わる技術相談、ホームページやカタログ配布等による標準物質関連情報のユーザーへの発信などがある。

国際計量室

(International Metrology Cooperation Office)

(つくば中央第3-9)

概要:

計量標準・法定計量に関わる国際戦略策定の取りまとめ。国際メートル条約、及び国際法定計量条約に関係する各種国際会議・委員会・作業委員会(国際度量衡委員会、国際法定計量委員会等)への対応。国際相互承認(CIPM MRA、OIML MAA)への対応。計測標準研究部門が参加する国際比較等の支援・管理。二国間MoUに基づく国際活動の取りまとめ。途上国支援のためのJICAプロジェクト等の管理。途上国向け技術研修の受入支援。国際機関事務局(APMP及びAPLMF)との連絡・調整などを実施している。

計量研修センター (Metrology Training Center)

(つくば中央第1)

概要:

計量研修センターは、都道府県・特定市の計量行政公務員の研修及び民間の計量技術者に対して、一般計量士、環境計量士の資格付与などのため、一般計量関係及び環境計量関係の教習を企画・実施する研修機関である。前身は、1952年に当時の通商産業省傘下に創設された計量教習所で、2001年に独立行政法人化し、産総研に合流した。

年間約700人の研修生を迎えて一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量講習(濃度、騒音、振動関係)、及び地方公務員のための特定教習などを企画し実施している。また、計量標準に係わる校正事業者認定制度の品質システム審査員研修、計測技術者向けの技術研修などを実施している。

 業務報告データは、計量標準総合センターの業務報告データに記載。

(18) 産学官連携推進部門
(Collaboration Promotion Department)

所在地：つくば中央第2

人員：140名 (61名)

概要：

産総研の使命である、国の安全・安心の確保及び産業競争力の強化に資する研究の促進、さらには新産業創出への貢献を実現するため、産学官連携推進部門は、産学官連携の円滑な推進に資する企画・立案・制度の効率的運用に努めるとともに、研究ユニットと産業界等との「対話とコミットメント」を促進し産業戦略とともに創造していく。

産学官連携推進部門の組織を図1に示す。

機構図 (2010/3/31現在)

[産学官連携推進部門]

部門長 和田 敏美
次長 松田 宏雄
審議役 向坪 均
審議役 岡部 和彦
総括主幹 青砥 勤
総括主幹 増田 治彦

[産学官連携コーディネータ]

[北海道] 太田 英順、千葉 繁生
[東北] 横山 敏郎、松永 英之、
小野 實信
[つくば] 綾 信博、伊藤 日出男、岩崎 孝志、
古宇田 亮一、小高 正人、名川 吉信、
(兼) 松田 宏雄、伊ヶ崎 文和、
池田 喜一、伊東 宇一、岡田 三郎、
齊藤 敬三、広瀬 正起、平野 隆
[関東] (兼) 森 和男、山中 忠衛、
鈴木 英一
[臨海副都心] 野村 信夫
[中部] 山東 睦夫、立石 裕、都築 明博、
渡村 信治、藤井 篤
[関西] 小黒 啓介、堀野 裕治、
奥野 康二、山崎 宏之
[中国] 大谷 敏昭、小田 喜一、
埜口 英昭、山岡 到保
[四国] 勝村 宗英、細川 純、和田 英男
[九州] 犬養 吉成、安部 英一、吉田 重治

[連携企画室]

室長 谷口 正樹

総括主幹 吉原 公一

[企業・大学連携室]

室長 齋藤 直昭

総括主幹 大久保 泰邦

総括主幹 糸 正市

総括主幹 橋本 亮一

総括主幹 増岡 登志夫

室長 (兼) 岩崎 孝志

総括主幹 久場 康良

部長 (兼) 向坪 均

[地域連携室]

[連携業務部]

[連携管理検査室]

[プロジェクト推進室]

[企業・大学契約室]

[工業標準部]

[工業標準企画室]

[工業標準整備室]

[地域産学官連携センター]

[北海道産学官連携センター]

センター長 北野 邦尋

総括主幹 中川 充

総括主幹 永石 博志

総括主幹 根本 輝利

ものづくり基盤技術支援室長

(兼) 太田 英順

[東北産学官連携センター]

センター長 原田 晃

ものづくり基盤技術支援室長

米谷 道夫

[関東産学官連携センター]

センター長 森 和男

副センター長 花田 康行

総括主幹 小川 博文

総括主幹 松本 成司

ものづくり基盤技術支援室長

清水 聖幸

[臨海副都心産学官連携センター]

センター長 上原 斎

総括主幹 井坂 正美

総括主幹 東 晴彦

[中部産学官連携センター]

センター長 三留 秀人

総括主幹 阪口 修司

総括主幹 棚瀬 峰晴

総括主幹 中島 弘志

総括主幹 林 永二

ものづくり基盤技術支援室長

阪口 康司

[関西産学官連携センター]

センター長 神本 正行

副センター長 (兼) 小黒 啓介

総括主幹 近藤 功

総括主幹 勝谷 透

総括主幹 (兼) 齋藤 俊幸

総括主幹	佐藤 義幸
総括主幹	清水 潔
総括主幹	田中 隆裕
総括主幹	玉利 信幸
総括主幹	廣野 順三
総括主幹	牧原 正記
ものづくり基盤技術支援室長	齋藤 俊幸
—[中国産学官連携センター]	
センター長	多屋 秀人
副センター長	末国 博文
ものづくり基盤技術支援室長	黒田 正範
—[四国産学官連携センター]	
センター長	三木 啓司
副センター長	林 克寛
総括主幹	矢野 哲夫
ものづくり基盤技術支援室長	内海 明博
—[九州産学官連携センター]	
センター長	立山 博
総括主幹	武内 鼓
総括主幹	田中 一裕
ものづくり基盤技術支援室長	(兼)田中 一裕

を任務としている。中でも、産学官連携に関するさまざまな制度や活動の方針の企画・策定、事業予算や政策的支援予算の管理・運用、他の技術移転担当部署との連携による、研究成果のイベント出展活動など、連携活動の総合的な調整を行う。

企業・大学連携室
(Corporate and Academic Collaboration Office)
(つくば中央第2)

概要:

産総研の研究成果に基づいて、企業や大学等との連携の推進、すなわち、共同研究、受託研究、技術移転、人事交流を行い、産業や科学技術の発展に寄与することを任務としている。専門分野を担当する産学官連携コーディネータの活動を補佐・補完し、研究ユニットと産業界の橋渡しを行っている。

大学との連携として、連携大学院制度や共同研究の実施等を通じて、研究・人材交流を行っている。さらに、企業や大学等との連携活動をスムーズに推進するための仕組み作りや、各種協力協定の締結および活動支援等も行っている。特に、組織的戦略的連携として、企業等と包括的協力協定を締結し、協議会の開催等を通して共同研究等の効率的な推進・運営支援を行っている。

地域連携室 (Regional Collaboration Office)
(つくば中央第2)

概要:

地域に関連する技術開発について、技術政策の立案や研究開発等の技術審査及び各経済産業局が実施する戦略プロジェクトへの支援等を行っている。

また、外部からの技術相談窓口業務を遂行するとともに、産業技術連携推進会議の技術部会事務局として産総研と公設試験研究機関との研究開発関連ネットワークの構築、強化を推進している。

さらに、地域・中小企業ニーズを取り込み、産総研の技術を活用して製品化を目指して、公設研・中小企業と共同で研究開発を実施する地域産業活性化支援事業を行っている。

加えて、経済産業省補助金事業である「地域イノベーション創出共同体形成事業」を円滑に実施できるよう調整を行うとともに、中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業(「産業技術研究開発事業(中小企業支援型)」)および、中小企業等性能評価事業による中小企業のシーズとニーズの製品化支援業務を行っている。

産学官連携コーディネータ
(Collaboration Coordinator)
(8地域センター、つくば及び東京本部)

概要:

全国10センターに配置し、企業や大学等と産総研との連携の橋渡しを行う。主に以下のような役割を果たしている。

- ・企業や大学と産総研との連携プロジェクト(共同研究や受託研究、協力協定)の企画・立案・調整
- ・企業等のニーズと産総研の有する技術ポテンシャル・シーズのマッチング
- ・産総研における研究成果の把握・掘り起こし・権利化の支援(知的財産部門と協力)
- ・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援(産総研イノベーションズと協力)

連携企画室
(Collaboration Planning and Coordination Office)
(つくば中央第2)

概要:

産総研の産学官連携活動全般について企画・立案を行うとともに、地域産学官連携センターも含めた産学官連携推進部門全体の業務を円滑に推進させること

連携業務部
(Collaboration Affairs Division)
(つくば中央第2)

概要：

連携業務部は、以下の3室から構成されており、研究成果の普及・技術移転、産業界を担う人材育成等各種連携制度に係る契約事務等を行うとともに、これら各種連携制度の運用に伴い発生するリスクの管理等を行っている。また、近年、増加傾向にある外部研究資金について、その受入を支援するための業務、並びに外部研究資金の適正な執行を確保するためのコンプライアンス活動等を行っている。

連携管理検査室

(Collaborative Administration and Inspection Office)
(つくば中央第2)

概要：

受託研究等外部研究資金について、その適正な執行を確保するため、職員説明会の開催、自主点検等の実施を通じ、職員に対するコンプライアンスの向上に努めている。また、各種連携制度の実行に伴い発生するリスクについて、棚卸・分析、管理活動計画等を実施し、リスクの未然防止に努めている。

プロジェクト推進室

(National Project Collaboration Affairs Office)
(つくば中央第2)

概要：

産総研における研究成果の普及、技術移転等を図るための受託研究及び請負研究並びに産総研から他機関への委託研究に係る契約事務等の業務を行うとともに、受託研究及び研究助成金等外部からの研究資金受入のための支援業務を行っている。また、外部からの現金、機械装置等寄付金の受入に関する業務を行っている。

企業・大学契約室

(Corporate and Academic Affairs Office)
(つくば中央第2)

概要：

産総研における外部機関との連携、技術移転等を図るための共同研究に係る業務、産業技術力向上のための外来研究員制度に基づく外部有識者受入業務、技術ポテンシャルを活用した技術研修制度に基づく外部人材の受入業務、人的ポテンシャルを活用した連携大学院制度による学生指導、各種学協会・委員会への委員就任、依頼・受託出張等職員の派遣に関する業務を行っている。また、他機関との連携を推進するための連携研究体及び産総研コンソーシアム設立支援等の業務を行っている。

工業標準部 (Industrial Standards Division)

(つくば中央第2)

概要：

工業標準部は、産総研の研究ポテンシャルを活用した標準化研究開発を実施することにより、工業標準化に貢献し、もって我が国の産業競争力強化や安心・安全な社会の実現に貢献する各種活動を行っている。これら活動は「産総研工業標準化ポリシー」「産総研・工業標準化戦略」に従って、組織的・戦略的に行っている。工業標準化を目的とした研究開発は、工業標準化研究として実施され、社会ニーズや、行政からの要請を受けて、交付金によって行う「標準基盤研究」、経済産業省からの委託を受けて行う「基準認証研究開発事業（国際標準共同研究開発事業）」、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構が NEDO 研究開発プロジェクトの終了後に実施する「標準化調査研究事業（フォローアップ型）」、「研究開発プロジェクトにおける標準化事業（同時並行型）」などの事業として行っている。これら研究開発の成果は、国内標準 (JIS)、国際標準 (ISO、IEC) などの公共財として世の中に出され、社会に貢献する。近年は、国際標準の獲得に向けた取り組みを強化している。

また、工業標準部は、「くらしと JIS センター」を運営・管理し、(独)製品評価技術基盤機構と高齢者・障害者に配慮した標準化のための共同事業の実施を推進するとともに、「JIS パビリオン」を常設の展示室として運営・管理し、工業標準化の意義、概要などを分かりやすく紹介するなど産総研の取組みや社会貢献事例を紹介して一般見学者への広報活動を行っている。

工業標準企画室

(Industrial Standards Planning Office)
(つくば中央第2)

概要：

工業標準化研究テーマの発掘・選定、研究開発の進捗管理、成果の普及・管理及び産総研における標準化活動に対する支援に関する業務、くらしと JIS センターの運営・管理を行っている。

また、ISO/TC229 ナノテクノロジーの国内審議団体事務局として活動している。

工業標準整備室

(Industrial Standards Management Office)
(つくば中央第2)

概要：

産総研の研究成果の規格化に関する支援業務、工業標準に関する技術専門家 (委員等) の産総研内外への推薦や派遣に関する業務を行っている。

地域産学官連携センター (Collaboration Centers)

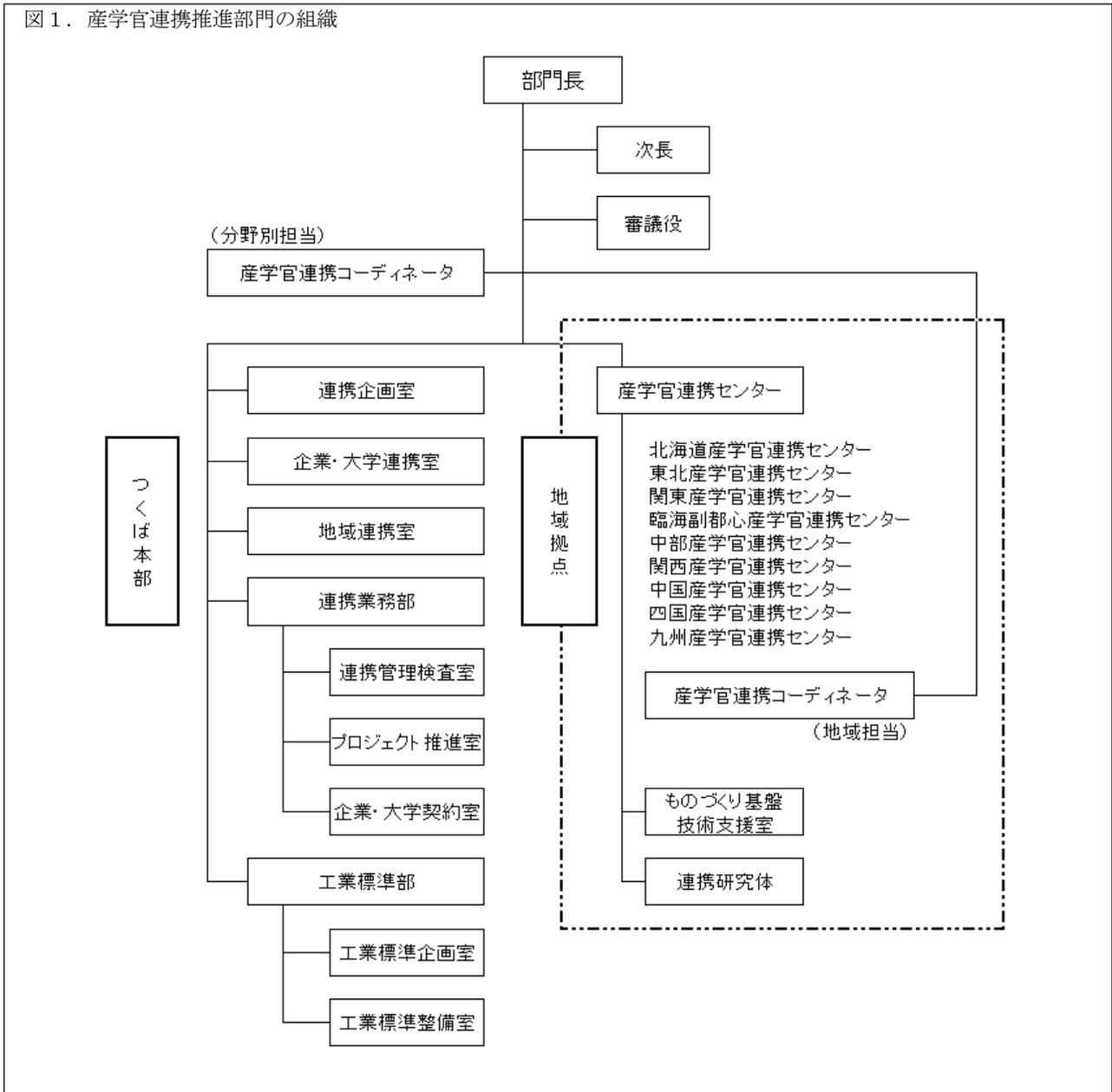
(8地域センター、つくば及び東京本部)

概 要：

全国10研究拠点、及び関東地域における産学官連携推進部門は地域の産業界・大学・公設研及び経済産業局等との連携活動を推進するとともに、各地域経済産業局が主宰する地域産業技術連携推進会議への協力を行っている。

また各産学官連携センターに設置された [ものづくり基盤技術支援室] では、技術相談窓口業務、技術情報のデータベース化に取り組むとともに、公設研ネットワークを活用してものづくり技術の普及を行っている。

図1. 産学官連携推進部門の組織



研究関連・管理業務

1) 共同研究

企業、大学や公設研究所などと産総研が、共通のテーマについて対等な立場で共同して研究を行う制度である。

共同研究ユニット別件数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31	4	1	4	3		12
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	6	6	27	4	2	45
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	5	2	9	13	2	31
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31	2	6	4	6	2	20
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	14	6	90	23	2	135
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31	6	1	4	1		12
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	12	4	36	23	13	88
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31	23	9	8	15	8	63
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	9	1	7	1		18
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31		2				2
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～	6	1	8	6	6	27
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31		4	7	9	1	21
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	5	1	3	2		11
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	6	2	7	1	1	17
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	4	1	18	4	2	29
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	8	2	7	3	1	21
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	25	6	6	10	12	59
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	14	5	13			32
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	6	4	23	5		38
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	14	9	7	8	2	40
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	3	3	9	1		16
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～	12		1			13
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～	4	1	1	1	3	10
		小計	188	77	299	139	57	760
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	33	26	69	72	17	217
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	9	9	28	8	5	59
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	20	5	16	18	2	61
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	30	15	30	47	5	127
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	29	5	65	25	2	126
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	42	9	19	18	2	90
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	31	8	11	19	2	71
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	33	8	31	27	3	102
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	3		2			5
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～2010.3.31	7	12	13	17	7	56
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	35	19	20	20	2	96
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	13	2	28	10		53
セルエン지니어リング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	34	10	19	17	6	86
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	23	14	15	18	1	71
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	45	11	71	47	6	180
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	36	9	40	56	17	158
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	5	2	1	4	3	15
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	19	9	29	28	4	89
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	21	5	45	16	8	95
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	53	15	57	21	1	147
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	10	6	15	15	2	48
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	13	6	28	16	1	64
		小計	544	205	652	519	96	2,016
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31	12	1	7	6		26
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31	15	3	18	8	1	45
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～	4	1	2	1	4	12
		小計	31	5	27	15	5	83
フェロー、関連・管理部門等	その他		9	2	12	20	5	48
		計	772	289	990	693	163	2,907

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

2) 委託研究

産総研で研究するより、産総研以外の者（大学、企業等）に委託した方が、研究の効率性や経済性が期待出来る場合に、産総研以外の者に委託する制度である。

委託研究ユニット別件数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31						0
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31						0
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	1					1
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31					1	1
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	1					1
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31						0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31				1		1
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31						0
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	4	1		1		6
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31						0
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～	1					1
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31	1				1	2
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	5	1	1			7
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～						0
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～						0
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～						0
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	1					1
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～						0
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	2					2
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～		1		2		3
ネットワークフォトリソグラフィ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～						0
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～	2	2	4	4		12
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～	4	2			1	7
		小計	22	7	5	8	3	45
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	15	3	7	2		27
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	4	1				5
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	3					3
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～			1			1
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	5			1		6
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	6					6
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	1				1	2
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	2		1			3
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31						0
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～2010.3.31	2			1	1	4
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	4			2		6
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～						0
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	3					3
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31			1			1
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	3	3			3	9
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	4	1				5
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	5	2		1		8
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	3				1	4
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	2					2
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	10					10
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	8	2				10
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	8	3		1		12
		小計	88	15	10	8	6	127
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31						0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31		1				1
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～						0
		小計		1				1
フェロー、関連・管理部門等	その他		7	1			1	9
		計	117	24	15	16	10	182

※国内案件のみ

3) 受託研究

企業、法人など他機関から産総研に研究を委託する制度である。その成果は委託元で活用できる。委託元の研究者を外来研究員として受け入れることも可能である。

受託研究ユニット別件数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計	
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31			2		1	3	
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31			7			10	
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31			4		1	9	
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31			3	1		5	
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～			14	3	2	20	
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31			2	1		3	
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	1		5		6	13	
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31			6	1	5	15	
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	1		4			9	
固体高分子燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31			1			1	
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～			10	3		14	
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31	1		4	1	2	10	
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～			2			4	
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～			5			6	
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～			3		1	9	
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～			6			7	
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～			6			6	
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～			9			10	
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～			8	1		10	
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	1		2		1	4	
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～			1			2	
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～						1	
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～	2		2			6	
			小計	6	106	11	19	35	177
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	3		9	1	3	45	61
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～			4	4	4	10	22
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～			11		2	2	15
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	1		18	2	2	8	31
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	1		16		5	11	33
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	1		9		5	8	23
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31			8		1	6	15
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	2		22	3	2	7	36
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31			10				10
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～2010.3.31	1		14	1	1	5	22
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	3		9	2	7	13	34
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～			14	1	1		16
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31			14			4	18
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	1		8		2	3	14
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	1		20	1	9	10	41
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～			23	1	1	3	28
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	1		4	1		10	16
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	1		11		2	15	29
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～			19	1	1	3	24
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	1		22	4	3	8	38
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	1		17	1	1	9	29
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～			12	3	5	7	27
			小計	18	294	26	57	187	582
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31			5		1		6
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31			6	2		2	10
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～							0
			小計		11	2	1	2	16
フェロー、関連・管理部門等	その他				7	1	2	15	25
			計	24	418	40	79	239	800

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

4) 請負研究

受託研究によることができない研究を他機関からの依頼に応じて産総研が行うものであり、その経費は依頼者に負担していただく。

請負研究ユニット別件数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31						0
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31				1		1
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31						0
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31						0
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～						0
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31						0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31		1				1
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31						0
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～						0
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31						0
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～						0
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31						0
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～				1		1
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～						0
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～				1		1
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～						0
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～						0
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～						0
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～						0
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～						0
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～						0
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～						0
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～			1	1		2
		小計	1	1		4		6
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～				2	1	3
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～				1	1	2
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～						0
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～						0
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～						0
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31						0
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31						0
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31				3		3
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31						0
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～2010.3.31						0
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～						0
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～						0
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31						0
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31						0
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～			1			1
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～						0
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～					1	1
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～			2			2
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～						0
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～		1		1	2	4
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～			2			2
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～		1	1		2	4
		小計	2	6		7	5	22
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31						0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31						0
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～						0
		小計	0	0	0	0	0	0
フェロー、関連・管理部門等	その他							0
		計	3	7	11	5	2	28

※国内案件のみ

5) 技術研修

外部機関等の研究者、技術者を産総研が受け入れ、産総研の技術ポテンシャルを基に研修を行う制度である。

技術研修ユニット別人数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31	4					4
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	23			2		25
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	10					10
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31	1					1
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	28		5			33
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31						0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	37				1	38
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31	12	1	1	2	1	17
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	4					4
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	7					7
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～	7					7
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31	3			2	1	6
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	81			2		83
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	4			1		5
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	8					8
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	22		11	3	1	37
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	23					23
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	9					9
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	35	3	16	2		56
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	15		5	1	1	22
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	4					4
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～	10		2	3		15
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～	3				1	4
小計			350	4	40	18	6	418
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	21	5		2	2	30
地図資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	10		3		1	14
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	8		1	2	1	12
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	57	1	6			64
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	63		12	5		80
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	35	2				37
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	23			1		24
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	50		2	2		54
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	0					0
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～2010.3.31	38		1		1	40
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	18		4	1		23
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	10		7		1	18
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	42					42
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	45		1		3	49
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	63	1	1	1	3	69
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	8				2	10
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	10					10
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	31	1	2	3		37
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	32	16	7	4	1	60
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	45		2	2		49
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	22		1			23
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	26					26
小計			657	26	50	23	15	771
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31	8					8
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31	4		2			6
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～	1					1
小計			13		2			15
フェロー、関連・管理部門等	その他		41			1	1	43
計			1,061	30	92	42	22	1,247

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

6) 外来研究員

外部機関等の研究者等が産総研において研究を行う際に研究員として受け入れる制度である。

外来研究員ユニット別人数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31	2			1	1	4
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	5		1		6	12
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	2	1			3	6
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31		1				1
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	6	1	1		2	10
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31	1				1	2
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	8		2	3	2	15
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31	20	2		1	3	26
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	9		7			16
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	1		3			4
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～	1	6		1	3	11
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31	4	2		2	9	17
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	69	5	6			80
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	1					1
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	1	9	1		1	12
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	9	1			2	12
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	5	1	3		2	11
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	7		1		2	10
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	22	7	19	24	2	74
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	1		1	1	3	6
ネットワークフォトリソグラフィ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	2		1			3
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～	4		1			5
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～	19	11			1	31
小計			199	47	47	33	43	369
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	5	2	1	1	17	26
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	17	4	7		6	34
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	19	2		1	6	28
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	10	4	2	1	6	23
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	20	2	2	1	11	36
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	38	5	1	1	24	69
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	13	2	2	1	7	25
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	24	6	3	2	18	53
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	10	2			2	14
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	8	2		2	3	15
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	4				2	6
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	6		1		4	11
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	15	4	1		6	26
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	4	2	1	3	4	14
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	18	3	1	2	9	33
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	5	1			5	11
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	65	7	1	3	17	93
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	10	3		2	4	19
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	2	1		4	5	12
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	25	7		3	23	58
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	7	1			5	13
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	6	5	2		3	16
小計			331	65	25	27	187	635
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31	8		1		3	12
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31	4	2	5	1	1	13
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～	3		1		2	6
小計			15	2	7	1	6	31
フェロー、関連・管理部門等	その他		19	1	2	5	32	59
計			564	115	81	66	268	1,094

※国内案件のみ

7) 連携大学院

大学と産総研が協定を結び、産総研研究者が大学から連携大学院教官の発令を受け、大学院生を技術研修生として受け入れ、研究指導等を行う。この制度による大学院生には被指導者であると同時に研究協力者としての側面があり、産総研にとっても研究促進を図ることができる。

(参考：大学院設置基準「第13条第2項 大学院は、教育上有益と認めるときは、学生が他の大学院又は研究所等において必要な研究指導を受ける事を認めることができる。(後略)」)

○連携大学院派遣教員ユニット別人数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	派遣教員数			
			国公立大学		私立大学	
			教授	准教授	教授	准教授
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01~2010.3.31	1	0	1	0
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01~2010.3.31	1	2	1	1
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01~2010.3.31	0	0	2	0
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01~2010.3.31	0	0	0	0
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01~	3	1	1	0
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01~2010.3.31	0	0	0	0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01~2010.3.31	3	2	8	0
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01~2010.3.31	2	2	1	0
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01~	0	0	0	1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01~2010.3.31	0	0	0	0
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01~	0	0	1	0
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01~2010.3.31	0	0	0	0
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01~	0	0	1	0
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01~	1	1	0	0
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01~	0	0	0	0
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01~	2	10	8	2
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01~	5	3	0	0
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01~	2	2	0	0
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01~	1	0	0	0
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01~	2	5	0	0
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01~	0	0	1	0
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01~	0	0	0	0
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01~	0	1	1	0
		小計	23	29	26	4
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01~	2	2	4	1
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01~	3	1	0	0
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01~	5	0	1	2
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01~	2	1	10	2
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01~	3	4	5	3
人間福祉医学工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01~2010.3.31	1	0	4	1
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01~2010.3.31	6	2	1	0
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~2010.3.31	3	5	3	1
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~2010.3.31	2	0	0	1
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01~2010.3.31	3	4	1	1
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01~	1	1	3	0
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01~	3	0	1	0
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01~2010.3.31	2	5	0	1
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01~2010.3.31	5	3	0	0
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01~	7	2	11	1
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01~	1	2	1	0
地質情報研究部門	地質	2004.05.01~	3	3	0	0
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01~	3	1	1	0
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01~	5	1	4	0
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01~	5	3	5	1
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15~	6	4	2	1
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01~	0	1	0	3
		小計	71	45	57	19
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01~2010.3.31	0	0	1	0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01~2010.3.31	1	0	1	0
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01~	1	2	1	0
		小計	2	2	3	0
フェロー、関連・管理部門等	その他		17	2	6	0
		計	113	78	92	23

*准教授には講師を含む

産業技術総合研究所

○連携大学院派遣教員一覧

平成21年3月31日現在

地域	国公立の別	大学名	学科名	派遣教員数	
				教授	准教授
北海道	国立	北海道大学	理学院	2	1
		北海道大学	農学院	2	1
東北	国立	東北大学	理学研究科	2	4
東北	国立	山形大学	理工学研究科	6	0
関東	国立	茨城大学	理工学研究科	2	0
関東	国立	東京工業大学	総合理工学研究科	4	0
関東	国立	東京農工大学	工学府	2	1
関東	国立	東京医科歯科大学	生命情報科学教育部	0	7
関東	公立	首都大学東京	理工学研究科	4	4
関東	国立	宇都宮大学	工学研究科	3	0
関東	国立	群馬大学	工学研究科	2	0
関東	国立	筑波大学	システム情報工学研究科	16	4
		筑波大学	人間総合科学研究科	2	2
		筑波大学	数理物質科学研究科	9	6
		筑波大学	生命環境科学研究科	5	3
関東	国立	千葉大学		0	0
関東	国立	横浜国立大学	環境情報学府・環境情報研究院	0	0
関東	国立	長岡技術科学大学	工学研究科	5	1
関東	国立	静岡大学		0	0
関東	国立	電気通信大学	電気通信学部	0	2
関東	国立	埼玉大学	理工学研究科	2	0
関東	国立	東京大学	新領域創成科学研究科	1	6
関東	国立	信州大学	総合工学系研究科	0	0
関東	国立	お茶の水女子大学	人間文化創成科学研究科	1	1
中部	国立	名古屋工業大学	工学研究科	2	2
中部	国立	岐阜大学	工学研究科	2	1
		岐阜大学	連合創薬医療情報研究科	2	0
中部	国立	金沢大学	自然科学研究科	2	1
中部	国立	北陸先端科学技術大学院大学	マテリアルサイエンス研究科	2	2
		北陸先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	1	1
		北陸先端科学技術大学院大学	知識科学研究科	0	1
関西	国立	福井大学	工学研究科	1	0
関西	国立	京都工芸繊維大学	工芸科学研究科	0	1
関西	国立	大阪大学	理学研究科	3	1
関西	公立	大阪府立大学	工学研究科	0	0
関西	国立	奈良先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	3	1
関西	国立	神戸大学	工学研究科	4	2
		神戸大学	人間発達環境学研究科	0	2
		神戸大学	理学研究科	1	0
関西	公立	兵庫県立大学	工学研究科	0	0
中国	国立	広島大学	工学研究科	2	1
		山口大学	理工学研究科	0	0
四国	国立	徳島大学	ソシオテクノサイエンス研究部	2	2
四国	国立	香川大学	農学研究科	2	0
九州	国立	九州大学	総合理工学府	2	1
九州	国立	熊本大学	自然科学研究科	0	0
九州	国立	佐賀大学	工学系研究科	4	2
九州	国立	鹿児島大学	理工学研究科	2	1
九州	公立	北九州市立大学	国際環境工学研究科	0	1
国公立大学 小計				107	66
東北	私立	東北学院大学	工学研究科	5	0
関東	私立	東京理科大学	基礎工学研究科	2	2
		東京理科大学	理学研究科	3	0
		東京理科大学	理工学研究科	17	5
関東	私立	東京電機大学	先端科学技術研究科	3	0
関東	私立	芝浦工業大学	工学研究科	4	2
関東	私立	日本大学	工学研究科	5	0
関東	私立	上智大学	理工学研究科	2	0
関東	私立	東邦大学	理学研究科	4	2
関東	私立	立教大学	理学研究科	3	2

研究関連・管理業務

地 域	国公立の別	大 学 名	学 科 名	派遣教員数	
				教 授	准教授
関東	私立	神奈川工科大学	工学研究科	10	0
関東	私立	湘南工科大学		0	0
関東	私立	青山学院大学	理工学研究科	1	2
関東	私立	早稲田大学	理工学術院	8	4
関東	私立	東京都市大学	工学研究科	1	2
関東	私立	明治大学	理工学部	2	0
関東	私立	東海大学	開発工学研究科	0	0
中部	私立	大同大学	工学研究科	1	0
中部	私立	名城大学	理工学研究科	1	0
中部	私立	中部大学	工学研究科	2	0
中部	私立	愛知工業大学	工学研究科	1	1
中部	私立	金沢工業大学	工学研究科	9	0
関西	私立	立命館大学	理工学研究科	2	0
関西	私立	同志社大学	工学研究科	1	0
関西	私立	大阪電気通信大学	工学研究科	0	0
関西	私立	関西学院大学	理工学研究科	2	2
			私立大学 小計	92	23
			合計	205	101

*准教授には講師を含む

8) 技術相談

産業技術総合研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、民間企業、公設試験研究機関等からの技術相談を受ける。

1) 平成21年度「技術相談届け出システム」に入力された件数：4,127件 (内GSJ 656件)

2) 拠点件数

拠点名	相談件数
北海道センター	169
東北センター	76
つくばセンター	2,894
東京センター	82
臨海副都心センター	23
中部センター	412
関西センター	204
中国センター	61
四国センター	51
九州センター	155
上記の合計	4,127
相談件数	4,127

3) 相談者の分類

相談者の分類	全体件数	全体%	GSJ以外 件数	GSJ以外 %	GSJ 件数	GSJ %
大企業	988	23.9	934	26.9	54	8.2
中小企業	1,841	44.6	1,717	49.5	124	18.9
教育機関	278	6.7	208	6.0	70	10.7
公的機関	461	11.2	344	9.9	117	17.8
出版放送マスコミ	81	2.0	21	0.6	60	9.1
個人	314	7.6	111	3.2	203	30.9
外国	104	2.5	92	2.7	12	1.8
その他	60	1.5	44	1.3	16	2.4
合計	4,127	100	3471	100	656	100

4) 分野別問い合わせ件数

ライフサイエンス	333
通信・情報	183
ナノテク・材料・製造	1,330
環境・エネルギー	850
地質・海洋	656
標準・計測	649
その他	126
合計	4,127

9) 依頼出張・受託出張

外部機関からの要請により、研究打ち合わせ、調査、講演等のために、職員が出張する制度である。

依頼・受託出張ユニット別人数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31						0
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31						0
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31					2	2
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31	1					1
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	2		1			3
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31	3		1			4
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	2	12			1	15
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31	4	2		1		7
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	6					6
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31						0
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～	1	5				6
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31						0
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～						0
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	1	8			7	16
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～		3				3
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	15	1			1	17
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～					1	1
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	14					14
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	1	1				2
バイオメディカル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	10	9				19
ネットワークフォトンクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	2					2
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～	1					1
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～	32	4			27	63
		小計	95	45	2	1	39	182
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	15	111	2		9	137
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	4	14		3	4	25
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～		3			8	11
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	11	2			1	14
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	10	2	1	1	2	16
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	18	10	1	3	4	36
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	9	3				12
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	22	3	1		2	28
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	20	27		1	1	49
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～2010.3.31	2	3		1	1	7
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	4				2	6
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	12	1	1			14
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	4	1			4	9
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	1	1				2
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	10	6		1	1	18
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	1	4			3	8
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	38	13		1	18	70
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	12	4				16
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	3	1	1	1	7	13
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	25	15				40
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	6	2			2	10
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～		8	2			10
		小計	227	234	9	12	69	551
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31					1	1
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31	3	3				6
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～						0
		小計	3	3			1	7
フェロー、関連・管理部門等	その他		25	32	1	7	27	92
		計	350	314	12	20	136	832

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

10) 委員の委嘱

産総研の職員が外部の委員等に就任し、必要とされる情報、アドバイス等の提供を行う。

委員の委嘱ユニット別人数一覧

平成22年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	件数
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～2010.3.31	6
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	16
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～2010.3.31	11
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～2010.3.31	8
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	32
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～2010.3.31	14
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	11
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～2010.3.31	39
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	39
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～2010.3.31	7
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.10.01～	35
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～2010.3.31	29
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	2
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	6
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	41
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	15
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	23
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	12
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	12
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	10
ネットワークフォトリクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	14
メタンハイドレート研究センター	環境・エネルギー	2009.04.01～	7
活断層・地震研究センター	地質	2009.04.01～	61
		小計	450
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	624
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	172
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	96
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	46
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	77
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	172
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～2010.3.31	39
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	72
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～2010.3.31	12
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～2010.3.31	33
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	82
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	92
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	32
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～2010.3.31	14
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	203
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	102
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	184
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	85
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	65
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	163
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	103
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	100
		小計	2568
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～2010.3.31	6
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～2010.3.31	9
社会知能技術研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2010.02.01～	14
		小計	29
フェロー、関連・管理部門等	その他		710
		計	3757

11) 産業技術連携推進会議

約120の公設試験研究機関（支所を含む）並びに産総研との協力体制を強化し、これらの機関が持つ技術開発力及び技術指導力をできる限り有効に発現させることにより、機関相互の試験研究を効果的に推進して、産業技術の向上を図り、我が国の産業の発展に貢献するために、産業技術連携推進会議を設置し運営している。

平成19年度4月には本会議の組織改正を図り、技術分野を6部会に再編するとともに、新たに地域部会（事務局：地域産学官連携センター）を設置し産業技術関連情報の相互提供、戦略の検討、活動状況及び活動成果の情報発信等を行っている。

また、経済産業局ブロックごとに設置されている地域産業技術連携推進会議とも協力して地域関連施策の連携強化を図っている。

産業技術連携推進会議開催実績

平成22年3月31日現在

部会等名称		開催回数
総 会		1
企画調整委員会		1
技 術 部 会	ライフサイエンス部会	4
	情報通信・エレクトロニクス部会	8
	ナノテクノロジー・材料部会	36
	製造プロセス部会	10
	環境・エネルギー部会	6
	知的基盤部会	8
地 域 部 会	北海道地域部会	11
	東北地域部会	16
	関東・甲信越静地域部会	6
	東海・北陸地域部会	5
	近畿地域部会	10
	中国地域部会	6
	四国地域部会	9
地 域 産 技 連	北海道地域産業技術連携推進会議	1
	東北地域産業技術連携推進会議	1
	関東・甲信越静地域産業技術連携推進会議	1
	東海・北陸地域産業技術連携推進会議	1
	近畿地域産業技術連携推進会議	3
	中国地域産業技術連携推進会議	2
	四国地域産業技術連携推進会議	1
	九州・沖縄地域産業技術連携推進会議	3
合 計		171

12) 工業標準

①JIS/TS 制度の概要

日本工業規格（JIS）は、鉱工業品の品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の単純公正化、使用、消費の合理化を図る等を目的として、鉱工業品の種類、形式、形状、寸法、構造、品質等の要素、また、鉱工業品の生産方法、設計方法、使用方法等の方法、もしくは試験、検査等の方法その他について規定した技術文書として、工業標準化法（昭和24年6月1日法律第185号）に基づく手続きによって制定される。

標準仕様書（TS）は、日本工業標準調査会の審議において、市場適合性が確認できない、又は技術的に開発途上にあるなど、JIS 制定へのコンセンサスが得られなかったが、将来 JIS 制定の可能性があると判断され、公表される標準文書である。

②工業標準化研究制度の概要

産業競争力強化の必要性が高まる中、研究開発成果の普及促進の観点から、研究開発と標準化との連携が重要な課題となっている。このような背景の下、産総研は、平成15年11月、「産総研工業標準化ポリシー」を制定し、所を挙げて工業標準化に取り組むこととしている。

このため、産総研の研究開発成果を工業標準化を通じて普及するために必要な研究及び経済産業省等行政からの要請に対応した工業標準化のために必要な研究を実施している。

工業標準化研究は、日本工業規格（JIS）、国際規格（ISO・IEC）、国際的フォーラム等への提案を直接の目標として掲げるものであり、現在、下記の3つの制度を実施している。

イ 標準基盤研究

産総研の研究開発成果の普及に資するため、社会ニーズ及び行政からの要請を反映しつつ、工業標準（JIS、ISO、IEC、国際的なフォーラム等の規格）の素案を作成することを目的とした研究を行う制度である。

研究実施者は、当該研究テーマについて、工業標準化の前提となる基礎的データ等の関連情報の収集・蓄積・体系化や、試験評価方法の確立の基礎となる評価データの取得・分析等を行いつつ、JIS や ISO、IEC、国際的なフォーラム等への国際提案の素案を作成する。なお、各研究テーマの研究期間は原則として1～3年である。

ロ 基準認証研究開発事業（国際標準共同研究開発事業）

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」の4分野及び推進分野である「エネルギー」分野や中小企業比率が高く我が国の優れた技術を有する「ものづくり技術」分野等、我が国産業の国際競争力を強化する技術分野や「安全・安心」等の社会ニーズに対応する分野について、国際標準提案のための研究開発等を実施し、国際標準の獲得を通じて、我が国の国際競争力を一層強化し、持続的発展のできる国づくりに寄与することを目的とした制度（経済産業省競争的資金）。

既に研究開発段階を終了しているものについて、3年以内に我が国の技術を盛り込んだ国際標準原案の提案を目指す。

ハ NEDO 技術開発機構における標準化事業

NEDO 技術開発機構の研究開発から生み出された研究成果をはじめ、我が国がこれまで蓄積してきた技術的知見を「産業競争力の強化」、「経済の持続的発展」及び「エネルギー及び地球環境問題の解決」に向けて、適切に国際標準化に反映させるため実施している制度。①研究開発プロジェクトにおける標準化事業（研究開発プロジェクトと同時並行して標準化を実施する事業であり、事業期間は、原則2～5年。）、②標準化調査研究事業（研究開発プロジェクトが終了後、得られた研究開発の成果に基づき国際標準化等を実施する事業であり、事業期間は、原則1～3年。）

国際標準 (ISO、IEC) 提案実績一覧

平成22年3月31日

No.	規格番号等	名称	提案	提案者	所属ユニット	研究名	標準発行機関等
1	ISO/WD13975	Plastics-Determination of the ultimate anaerobic biodegradation of plastic materials in controlled slurry digestion systems-Method by measurement of biogas production プラスチック-制御されたスラリー状汚泥でのプラスチック材料の究極的嫌気生分解度の求め方-生成バイオガスの測定法	H21. 4	船橋 正弘	環境科学技術研究部門	H19-20標準基盤 (プラスチック材料の生分解性試験用試料及び参照試料作成方法の標準化) H21国際標準共同開発事業 (経済産業省委託) 生分解性プラスチックの微生物嫌気分解試験方法に関する標準化	ISO/TC61 (プラスチック) /SC5 (物理化学的性質) /WG22 (生分解性)
2	ISOXXXXX	Test method for rolling contact fatigue of silicon nitride ceramics at room temperature by balls-on-flat method. ファインセラミックスの転動疲労試験 (旧: ボールオンフラット方式による窒化ケイ素の室温転動疲労特性の試験法)	H21. 6. 22	兼松 渉 宮崎 広行	先進製造プロセス研究部門 計測フロンティア研究部門	H17-19基準認証研究開発事業 (経済産業省委託) 転動部材用ファインセラミックスの破壊特性試験方法の標準化	ISO/TC206 (ファインセラミックス) / WG36 ベアリングボール
3	ISOXXXXX	Test method for fracture resistance of silicon nitride materials for rolling bearing balls at room temperature by indentation fracture (IF) method. IF 法による破壊抵抗評価試験 (IF 法によるベアリング球用窒化ケイ素の室温圧入破壊抵抗の試験法)	H21. 6. 22	大司 達樹 兼松 渉 宮崎 広行	先進製造プロセス研究部門 計測フロンティア研究部門	H17-19基準認証研究開発事業 (経済産業省委託) 転動部材用ファインセラミックスの破壊特性試験方法の標準化	ISO/TC206 (ファインセラミックス) / WG36 ベアリングボール
4	ISO/WD 16000-29	Test method for VOC detectors (VOC 検知器の試験方法)	H21. 9. 3	松原 一郎	先進製造プロセス研究部門	H21NEDO 標準化調査事業 (揮発性有機化合物検知器の評価法に関する標準化)	ISO/TC146 (大気(質) / SC・(屋内空気) /WG16 (VOC 検知器の試験方法)
5	ISOXXXXX	Diagnosis of a ToF SIMS system using peaks from Ir4 (CO) 12 metal cluster complex sample (金属クラスター錯体のピークを用いた ToF SIMS 装置の診断法)	H21. 9. 13	一村 信吾 野中 秀彦 鈴木 淳	計測フロンティア研究部門	H18-20基準認証研究開発事業 (METI 委託費) 有機薄膜の高精度組成分析のための標準化	ISO/TC201 (表面化学分析) /SC6 (SIMS) /WG4 (スタティック SIMS)

国内標準（JIS、TS）提案実績一覧

平成22年3月31日現在

No.	TR/JIS 規格番号	名 称	経済省提出 年月日	提案者名	所属ユニット	研究名
1	JIS R 1688	ファインセラミックス用マグネシア微粉末の化学分析方法（旧名称：セラミックス用高純度マグネシア粉末の化学分析方法）	H21. 5. 26 （申出）	森川 久	計測フロンティア研究部門	H17-19 標準基盤（ISO/TC206（ファインセラミックス）の戦略的運営のための基盤研究推進）
2	TS Z 0027	ナノテクノロジーナノ物体（ナノ粒子、ナノファイバ及びナノプレート）の用語及び定義	H21. 6. 29	阿部 修治	計測標準研究部門	H19-21標準基盤（ナノ材料の用語・計測手法に関する国際標準化）
3	TS Z 0028	励起用レーザー走査による超音波伝搬の映像化方法（旧名称：発振レーザー走査法による欠陥部を伝わる超音波の映像化方法）	H21. 6. 29	高坪 純治	計測フロンティア研究部門	H18エネ・環（発電プラント配管の超音波映像化方法及び亀裂検査方法の標準化）
4	JIS R 3258	ガラス中の微量のカドミウム、クロム及び鉛の定量方法（ガラス中の微量金属元素の分析方法）（旧名称：ガラス中の微量金属不純物（Cd、Cr、Pb）分析方法）	H21. 6. 30 （申出）	赤井 智子	環境化学技術研究部門	H18-19標準基盤（ガラス中の微量金属不純物（Cd、Cr、Pb）分析方法）
5	TR S 0004	指標検出視野の加齢変化に関するデータ集（旧名称：有効範囲の加齢変化に関するデータ集1部：輝度差を検出するための有効視野）	H21. 7. 14	佐川 賢	人間福祉医工学研究部門	H14-16標準基盤（有効視野と視認性評価法）
6	TR S 0005	ロービジョンの基本色領域データ集	H21. 7. 14	伊藤 納奈 佐川 賢	人間福祉医工学研究部門	H17-18標準基盤（ロービジョン者用視覚表示物における色及び輝度コントラストの標準化）
7	JIS X7301	グリッドシステム要求事項策定のための指針	H21. 8. 20	伊藤 智	情報技術研究部門	H17-19+H20 METI 基準認証グリッドコンピューティング標準化調査研究

(19) 知的財産部門
(Intellectual Property Department)

所在地：つくば中央第2

人員：29名（10名）

概要：

産総研の研究成果を社会に普及させることにより、経済及び産業の発展に貢献していくことは、産総研の大きな使命である。このため、知的財産部門においては、研究成果が技術移転につながるよう知的財産権を戦略的に取得し、適切に維持・管理すると共に、産総研所有の知的財産を広く一般に紹介し、技術移転機関を活用することにより、技術移転を強力に推進している。

また、研究者を始めとする職員に対して研修や説明会を開催することにより、研究開発等において知的財産権を強く意識するよう促しているほか、内部弁理士や技術移転機関と連携し、産総研内外の知的財産に関する各種ニーズに対応している。さらには、ベンチャー開発センターとの連携により、産総研発ベンチャーへの知的財産に関する支援も行っている。

機構図（2010/3/31現在）

[知的財産部門]

部門長	桂 正憲	
審議役	渡部 陽介	
— [知的財産コーディネータ]		
	[つくば]	元吉 文男 他
	[中部]	山田 豊章
	[関西]	山中 裕
— [知的財産企画室] 室長		
		菅野 智子
— [知的財産高度化支援室]		
	室長（兼）	古沢 清孝
— [知的財産管理室] 室長（兼）		
		渡部 陽介

知的財産コーディネータ

(Intellectual Property Coordinator)

(つくば中央第2、中部及び関西センター)

概要：

産総研の研究成果を知的財産権としての確に保護し円滑に技術移転するため、研究開発の段階から技術移転の局面に至るまでシームレスに支援している。具体的には、知的財産高度化支援室と連携して、主に以下のような役割を果たしている。

- ・研究ユニットの知的財産戦略の策定支援
- ・技術移転案件の発掘と実用化支援施策の適用
- ・技術移転活動に係る研究ユニット及び外部との調整
- ・技術分野に即した内外出願および維持案件の審査

知的財産企画室

(Intellectual Property Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：

産総研の知的財産に関する企画及び立案を行うとともに、知的財産に係る各種業務を幅広く行うことで、産総研職員の知財マインドの向上及び産総研研究成果の技術移転を推進している。

具体的には、秘密保持契約、研究試料提供契約等の交渉及び締結事務、知的財産権の侵害に関する業務、特許取得のためのインセンティブ予算や発明者補償金等の配布など実施料等還元関連の業務、技術移転機関と連携した研究成果の技術移転推進業務、知的財産に関する研修企画業務、知的財産権等の管理業務、共同研究契約・産総研技術移転ベンチャー等への知的財産に関する支援業務を行っている。

知的財産高度化支援室

(Intellectual Property Advancement Office)

(つくば中央第2)

概要：

研究成果を効果的に知的財産化し、さらに産業界へ円滑に技術移転するため、知的財産コーディネータと協力して、知的財産戦略の策定、知的財産の強化、技術移転等についてシームレスに支援している。

具体的には、先行技術調査セミナーの開催・特許マップ作成サポート等の研究ユニット知財戦略の立案遂行支援、出願前相談・特許骨太化等の知的財産権化・高度化支援、特許出願プレビューにおける出願紹介と有望特許の発掘、展示会出展等の情報発信・技術移転支援、国内外出願審査・維持審査等の保有知的財産の絞り込み、侵害対応等の技術的サポートを行っている。

知的財産管理室

(Intellectual Property Administration Office)

(つくば中央第2)

概要：

内外弁理士と連携しながら、研究ユニットにおいて発生した発明を特許庁へ速やかに出願し適切に知的財産化すると共に、予算の範囲内において最大限に有効な外国出願を行っている。具体的には、産総研単一出願において研究者が内部弁理士に特許相談（リエゾン）を受けられるように調整を行い、外部機関との共同発明の場合は、共同で出願するための契約締結等の調整を行っている。

また、研究ユニットへの知財関係の窓口として、知財関連情報の提供や各種調査への対応、知財全般に関する相談業務を行っている。その他、特許出願プレビュー等の各種委員会の事務局、出願案件の情報管理、出願関係予算の管理、外部弁理士事務所との契約締結

業務を行っている。

産総研平成21年度特許関連統計

国内特許	出願件数	844件
	登録件数	704件
国外特許	出願件数	197件
	登録件数	190件
実施 (国内+国外)	実施契約件数	775件
	技術移転収入	354百万円

平成21年度ユニット別出願件数（国内・外国出願）

研究ユニット	21年度国内出願件数			21年度外国出願件数			21年度外国権利数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
年齢軸生命工学研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
デジタルヒューマン研究センター	0	11	11	0	0	0	0	0	0
近接場光応用工学研究センター	1	5	6	5	5	10	5	2	7
ダイヤモンド研究センター	2	1	3	1	0	1	1	0	1
バイオニクス研究センター	4	2	6	0	4	4	0	3	3
太陽光発電研究センター	2	15	17	0	5	5	0	4	4
システム検証研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
健康工学研究センター	3	6	9	1	3	4	1	2	3
情報セキュリティ研究センター	3	2	5	3	0	3	3	0	3
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
コンパクト化学プロセス研究センター	14	16	30	0	1	1	0	1	1
バイオマス研究センター	5	3	8	1	1	2	1	1	2
デジタルものづくり研究センター	1	0	1	0	0	0	0	0	0
水素材料先端科学研究センター	3	5	8	3	7	10	3	6	9
糖鎖医学研究センター	4	6	10	1	3	4	1	3	4
新燃料自動車技術研究センター	1	4	5	2	0	2	2	0	2
生命情報工学研究センター	1	3	4	0	0	0	0	0	0
生産計測技術研究センター	14	3	17	1	1	2	1	1	2
バイオメディシナル情報研究センター	2	2	4	0	6	6	0	6	6
ナノ電子デバイス研究センター	2	4	6	0	3	3	0	2	2
ナノチューブ応用研究センター	17	9	26	5	7	12	4	3	7
ネットワークフォトニクス研究センター	7	4	11	0	1	1	0	1	1
サービス工学研究センター	3	1	4	3	0	3	3	0	3
計測標準研究部門	15	8	23	1	0	1	1	0	1
地圏資源環境研究部門	2	4	6	1	0	1	1	0	1
知能システム研究部門	11	4	15	0	1	1	0	1	1
エレクトロニクス研究部門	24	23	47	9	7	16	9	5	14
光技術研究部門	22	9	31	3	2	5	3	2	5
人間福祉医学工学研究部門	15	1	16	2	2	4	2	2	4
脳神経情報研究部門	10	6	16	4	1	5	4	1	5
ナノテクノロジー研究部門	40	16	56	10	3	13	10	3	13
計算科学研究部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生物機能工学研究部門	20	6	26	0	1	1	0	1	1
計測フロンティア研究部門	9	5	14	0	3	3	0	3	3
ユビキタスエネルギー研究部門	13	25	38	5	9	14	5	7	12
セルエンジニアリング研究部門	12	13	25	4	5	9	4	5	9
ゲノムファクトリー研究部門	5	10	15	3	5	8	3	5	8
先進製造プロセス研究部門	55	42	97	9	5	14	7	5	12
サステナブルマテリアル研究部門	17	20	37	3	4	7	3	3	6
地質情報研究部門	1	1	2	0	0	0	0	0	0
環境管理技術研究部門	17	17	34	4	1	5	4	1	5
環境化学技術研究部門	36	15	51	1	3	4	1	3	4
エネルギー技術研究部門	33	18	51	2	1	3	2	1	3
情報技術研究部門	9	3	12	4	0	4	4	0	4
安全科学研究部門	0	2	2	0	0	0	0	0	0
メタンハイドレート研究センター	4	0	4	0	0	0	0	0	0
器官発生工学研究ラボ	2	0	2	3	0	3	3	0	3
創薬シーズ探索研究ラボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
バイオセラピューティック研究ラボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	9	15	24	1	1	2	1	1	2
ヒューマンストレスシグナル研究センター	0	0	0	1	0	1	1	0	1
フェロー	1	0	1	0	0	0	0	0	0
バイオベースポリマー連携研究体	3	1	4	0	0	0	0	0	0
知的機能連携研究体	1	1	2	0	0	0	0	0	0
連携研究体 バイオ技術産業化センター	0	1	1	0	0	0	0	0	0
元物質工学工業技術研究所	0	1	1	0	0	0	0	0	0
特許生物寄託センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	475	369	844	96	101	197	93	84	177

(20) 国際部門
(International Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人員：18名（7名）

概要：

- 1) 「選択と集中」を念頭に置き、とりわけ、アジア諸国において、連携のパートナー機関および研究テーマを選択し、戦略的な研究パートナーシップを構築。
- 2) 環境・エネルギー分野において、米国エネルギー省傘下の研究機関及び米国標準機関との共同研究協力を円滑に進めるため、派遣・受け入れに係る研究者支援を実施。また、バイオマス分野でのアジア人材育成を重点的に推進。
- 3) 外国人研究者が言語、文化、習慣の違いに起因する不自由を感じずに研究に専念できる生活環境を整備し、産総研の国際化を推進。
- 4) 海外からの視察・見学に対し、研究ユニット等の協力を得ながら積極的に対応し、産総研の国際的知名度の向上を図った。また、外部の要請に応じ、海外ミッション等への参加や海外の展示会への出展を行い、科学技術外交の観点からも産総研の知名度を高めた。
- 5) 海外への技術の提供ならびに貨物の輸出に関し、法令順守の徹底を図るため様々な取り組みを継続し、法令順守にかかる国の政策に積極的に貢献。また、海外での危機管理については、海外の危機発生時に出張等している研究者に対し、様々な情報を提供し、リスク回避に貢献。

機構図（2010/3/31現在）

[国際部門]

部門長	宇都 浩三
次長	作田 宏一
審議役	並木 壯壽
国際コーディネータ	清水 隆 宮崎 芳徳
部門総括	谷川原 久明
総括主幹	山田 理 橋本 佳三 他2名
— [国際関係室]	室長 切田 篤 他2名
— [国際交流推進室]	室長（兼）谷川原 久明他3名
— [研究セキュリティ管理部]	部長（兼）並木 壯壽 他3名

審議役

(Councillor for International Affairs Department)、
国際コーディネータ (International Coordinator)、
部門総括

(Assistant Director, International Affairs Department)、
総括主幹 (Assistant Director)

(つくば中央第2)

概要：

産総研の国際連携を推進するため、海外の主要研究機関を中心に研究協力を一層促進するため、新たな研究協力分野の開拓を含め関連機関等との連絡調整業務を実施。具体的には、以下のとおり。

- 1) 海外の主要研究機関との連携を推進するため、海外の関連機関、関係省庁その他国内の各機関及び産総研内の研究ユニット等との調整・研究支援を実施。特に、環境・エネルギー分野において、米国エネルギー省傘下の研究機関及び米国標準機関との共同研究協力促進のための支援を実施。
- 2) 政策要請に基づき、非食糧系バイオマス資源の燃料エネルギーとしての利活用を促進するためのバイオマス・アジアの推進。
- 3) 産総研のプレゼンスを高めるための戦略的な情報発信、連携強化を図るための海外研究機関の情報収集及びVIP等の来訪者への積極的な対応。
- 4) 研究者交流促進のための外部資金獲得。

国際関係室 (International Relations Office)

(つくば中央第2)

概要：

海外の研究機関等と産総研の間で連携及び研究協力を推進するための包括的研究協力覚書の締結及び、海外研究機関等と研究ユニットが実施する共同研究・受託研究等の研究契約関連業務を行っている。また、研究ユニットが海外機関等と研究協力を推進し、具体的な共同研究への発展を促すための個別研究協力覚書の締結に関する支援を行っている。

国際交流推進室 (International Cooperation Office)

(つくば中央第2)

概要：

産総研の国際的な人材交流や人材育成・ネットワーク化を推進するための各種の業務を行い、産総研の国際的な研究活動の支援を行っている。具体的な業務は以下のとおり。

- 1) 産総研フェロウシップ（派遣・招へい）制度の運営等、国際的な人材育成・ネットワーク化の推進。
- 2) 産総研研究者の海外派遣及び海外研究者の招へいに関する諸手続きによる国際研究交流活動の支援。
- 3) 外部の派遣・招へい制度への応募に関する諸手続きによる国際研究交流活動の支援。
- 4) 外国人研究者の生活支援等業務実施及び研究活動支援のための活動拠点室である産総研インターナショナルセンター (AIST International Center (AIC)) の運営。

5) 国際研究活動の支援の一環としての海外危機管理業務の実施。

6) 技術移転業務として、国際協力機構等からの研修生の受け入れや海外への技術協力に係る業務の実施。

研究セキュリティ管理部 (Research Security Control Division)

(つくば中央第2)

概 要 :

外国為替及び外国貿易法を確実に実施するため、産総研の安全保障輸出管理を的確に実施した。

具体的には、産総研の安全保障輸出管理規程・要領に基づき、輸出管理業務を的確に実施できるように、研究ユニット等への関連法規の周知、研修、具体的輸出案件の審査、相談、輸出指導、監査等を実施した。さらに、政策要請に基づき、大学への輸出管理の普及に貢献した。産総研での外部人材受け入れに関し、外部人材の事前登録業務も実施。

1) 海外出張

職員の海外出張は、「独立行政法人産業技術総合研究所旅費規程」（13規程第42号）に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所における試験研究等の推進を目的として自ら行う出張と「独立行政法人産業技術総合研究所依頼出張規程」（19規程第13号）により外部機関から依頼を受けて行う出張に大別される。平成21年度は、出張者総数（国・地域別）は、3,548名、実出張者数（組織別）は、3,238名。分類のカテゴリーは、以下のとおり。

産総研予算による出張…運営費交付金等を原資とし産総研自らが行う出張

依頼出張…公益法人等からの依頼による出張

受託出張…民間企業からの依頼による出張

外部制度による出張…JSPS等の外部制度に応募により採択された出張

海外からの招へい…海外の大学、研究機関等からの依頼により招へいされる出張

文科省科研費による出張…文部科学省科学研究費補助金により行う出張

表1 平成21年度外国出張者数（国・地域別）

国・地域名	人数（人）	計	1. 産総研予算による出張	2. 依頼出張	3. 受託出張	4. 外部制度による出張	5. 海外からの招へい	6. 文科省科研費による出張
アジア・大洋州地域								
インド	65	59	2					4
インドネシア	30	20	7				3	
カンボジア	5	5						
シンガポール	53	45	2				2	4
タイ	122	107	8		1	1		5
パキスタン	1			1				
フィリピン	5	5						
ブルネイ	1	1						
ベトナム	30	28	2					
マレーシア	76	67					3	6
ミャンマー	6	6						
モンゴル	9	8		1				
ラオス	2	2						
韓国	235	188	13				19	15
中国	318	260	7		2	1	11	37
台湾	95	73	4			1	11	6
日本（海外在住）	12	11						1
オーストラリア	71	51	8			2	2	8
サモア	1	1						
ニュージーランド	9	7		1				1
北マリアナ諸島	1	1						
米州地域								
米国	951	815	37			11	4	84
アルゼンチン	3	3						
エルサルバドル	1	1						
カナダ	112	95	3			3		11
コスタリカ	2	2						
チリ	1	1						
プエルトリコ	1	1						
ブラジル	32	31						1
ペルー	3	2			1			
ボリビア	2	1			1			
メキシコ	9	8					1	
英領ケイマン諸島	2	2						
米国	951	815	37			11	4	84
アルゼンチン	3	3						
ヨーロッパ地域								
アイルランド	7	6						1
イタリア	75	66		1		1		7

研究関連・管理業務

人数(人) 国・地域名	計	1.産総研予算 による出張	2.依頼出張	3.受託出張	4.外部制度に よる出張	5.海外からの 招へい	6.文科省科研 費による出張
ウクライナ	1	1					
英国	116	87	14		2	1	12
エストニア	1	1					
オーストリア	89	74	8				7
オランダ	41	31	4			1	5
ギリシャ	16	12				1	3
クロアチア	9	7	2				
サイプラス(キプロス)	5	3					2
スイス	54	40	4		3	1	6
スウェーデン	41	36	1				4
スペイン	51	48				1	2
スロバキア	6	5			1		
スロベニア	5	3					2
チェコ	11	10					1
デンマーク	18	15					3
ドイツ	277	241	11		1	1	23
ノルウェー	22	15	5			2	
ハンガリー	5	5					
フィンランド	28	22	3				3
フランス	209	179	8		4	6	12
ブルガリア	1	1					
ベルギー	40	34	2				4
ポーランド	11	9					2
ポルトガル	22	17					5
モンテネグロ	1						1
リトアニア	1	1					
ルーマニア	3	3					
ロシア	22	17			1		4
その他の地域							
アラブ首長国連邦	2	1	1				
アルジェリア	1					1	
イスラエル	17	15	2				
エジプト	6	5					1
ガーナ	1			1			
ケニア	3	2	1				
サウジアラビア	1		1				
トルコ	23	14	3				6
ナミビア	1		1				
マダガスカル	2	1	1				
マラウイ	1	1					
モールシャス	1	1					
モロッコ	1					1	
南アフリカ	34	29	3				2
合 計	3,548	2,965	172	6	32	72	301

※1つの出張で数カ国またがる場合には、それぞれの国にカウントしております。

表2 平成21年度外国出張者数（組織別）

組織別	人数（人）	計	1. 産総研 予算による 出張	2. 依頼出 張	3. 受託出 張	4. 外部制 度による 出張	5. 海外か らの招へ い	6. 文科省 科研費に よる出張
理事長、理事、フェロー、研究コーディネータ、顧問		60	56	3			1	
理事長直属部門		76	62	10	1	1		2
研究ユニット		2,885	2,374	143	4	28	69	267
研究センター		761	627	28	1	5	36	64
研究部門		2,075	1,699	115	3	23	33	202
研究ラボ		49	48					1
特記センター		80	73	3				4
研究関連・管理部門		74	68	5			1	
地域センター		10	3	5		1	1	
その他		53	50					3
合 計		3,238	2,686	169	5	30	72	276

表3 出張目的別出張者数（複数申告）

目的	人数（人）	計	1. 産総研 予算による 出張	2. 依頼出 張	3. 受託出 張	4. 外部制 度による 出張	5. 海外か らの招へ い	6. 文科省 科研費に よる出張
国際会議・学会等		2,450	2,030	123		15	51	231
動向調査		197	171	11		1	5	9
実地調査		133	107	10		1	3	12
在外研究		48	33	1		8	4	2
共同研究		240	207	7		4	5	17
技術協力		40	24	7	4		4	1
交渉折衝		21	18	3				
在外研修		8	7	1				
その他		101	89	6	1	1		4
合 計		3,238	2,686	169	5	30	72	276

【各区分の定義】

- 国際会議・学会等：国際会議や学会への参加
動向調査：海外の大学・研究所・企業等を訪問し、動向を調査
実地調査：地質調査等の野外における調査
在外研究：海外の大学・研究所等における研究
共同研究：海外の大学・研究所等との共同研究の実施
技術協力：JICA 専門家等として、海外機関における技術協力
交渉折衝：海外の大学・研究所等における交渉、折衝
在外研修：海外の大学・研究所等における研修
その他：上記に属しないもの

2) 外国人研究者受入

産業技術総合研究所における試験研究等の推進を目的として、「独立行政法人産業技術総合研究所外来研究員規程」(16規程第4号)に基づき、海外の研究機関、大学等からの研究者の受入れを実施している。平成21年度は、192名を受け入れた。主な区分けは、表4の注のとおり。

表4 平成21年度外国人研究者受入実績(制度別)

受入制度	受入人数
外国人外来研究員 (内 JSPSフェロー19人)	181
その他	11
合 計	192

※ 新規受入分、滞在6日以上

【各区分の定義】

- ・ 外来研究員：産総研以外の者であって、自己の知見、経験等を活かし研究の推進に協力するために行う研究、調査、指導、助言等を行う者で原則として5年以上研究に従事した者をいう。
- ・ JSPSフェロー：JSPSフェロースhipにより来日している外国人外来研究員
- ・ その他：上記以外の外来研究員

表5 平成21年度外国人研究者受入実績(国・地域別)

国・地域別	人数	合計
アジア地域		
インド		20
インドネシア		9
大韓民国		11
タイ		16
台湾		2
中華人民共和国		44
ベトナム		5
香港		6
マレーシア		7
ニュージーランド		1
オーストラリア		2
米州地域		
アメリカ合衆国		10
カナダ		3
ブラジル		1
ヨーロッパ地域		
アゼルバイジャン		3
イタリア		6
オランダ		1
英国		8
スイス		1
スウェーデン		1
スペイン		2
デンマーク		1
ノルウェー		2
ドイツ		6
フィンランド		1
フランス		10
ポーランド		4
ロシア		2
ルーマニア		1
ポルトガル		1

国・地域別	人数	合計
その他の地域		
ガーナ		1
エジプト		2
南アフリカ		1
モロッコ		1
合計		192

表6 平成21年度外国人研究者受入実績（組織別）

組織別	人数	合計	外来研究員	その他
活断層研究センター		4	3	1
年齢軸生命工学研究センター				
デジタルヒューマン研究センター				
近接場光応用工学研究センター		3	3	
ダイヤモンド研究センター				
バイオニクス研究センター				
太陽光発電研究センター		4	4	
システム検証研究センター		3	3	
健康工学研究センター				
情報セキュリティ研究センター		8	8	
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター				
コンパクト化学プロセス研究センター		3	3	
バイオマス研究センター		2	2	
デジタルものづくり研究センター		1	1	
水素材料先端科学研究センター				
糖鎖医工学研究センター				
新燃料自動車技術研究センター		3	3	
生命情報工学研究センター		7	6	1
生産計測技術研究センター		1	1	
バイオメディシナル情報研究センター				
ナノ電子デバイス研究センター		1	1	
ナノチューブ応用研究センター		1	1	
ネットワークフォトンニクス研究センター				
計測標準研究部門		3	2	1
地圏資源環境研究部門		4	4	
知能システム研究部門		10	8	2
エレクトロニクス研究部門		9	9	
光技術研究部門		7	7	
人間福祉医工学研究部門		5	5	
脳神経情報研究部門		1	1	
ナノテクノロジー研究部門		11	11	
計算科学研究部門		8	8	
生物機能工学研究部門		13	13	
計測フロンティア研究部門		1	1	
ユビキタスエネルギー研究部門				
セルエンジニアリング研究部門		7	7	
ゲノムファクトリー研究部門				
先進製造プロセス研究部門		7	5	2
サステナブルマテリアル研究部門				
地質情報研究部門		19	19	
環境管理技術研究部門		19	16	3
環境化学技術研究部門		4	4	
エネルギー技術研究部門		15	15	
情報技術研究部門		2	1	1

研究関連・管理業務

組織別	人数	合計	外来研究員	その他
安全科学研究部門		1	1	
社会知能技術研究ラボ				
器官発生工学研究ラボ				
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ		2	2	
地質調査情報センター				
関西産学官連携センターバイオベースポリマー連携研究体		2	2	
フェロー		1	1	
合 計		192	181	11

3) 技術研修

「独立行政法人産業技術総合研究所技術研修規程」（13規程第23号；最終改正 19規程第12号）に則り、外国の企業及び大学等から派遣された者に対して研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、産業科学技術の発展及び継承を図るために技術研修を実施している。

また、(独)国際協力機構 (JICA) や (独)日本学術振興会 (JSPS)、(社)科学技術国際交流センター (JISTEC)、日欧産業協力センターからの依頼により、JICA 集団研修、個別研修、JSPS サマープログラム研修、ウインターインスティテュートプログラム研修やヴルカヌス・イン・ジャパン プログラム研修を実施している。

平成21年度は、6日以上滞在の技術研修員受入数は83名、5日以下 0名の総数 83名を受け入れた。

(平成20年度から継続滞在 [6日以上滞在12名] を含むと、95名となる。)

表7 平成21年度 外国人技術研修受入実績 (制度別)

制 度	6日以上	5日以下	計
技術研修 (JICA/サマー/ウインター 研修以外)	46		46
サマープログラム研修	8		8
ウインターインスティテュート研修	11		11
JICA 個別研修	5		5
JICA 集団研修/国別特設	13		13
「バイオマス有効利用技術」	(3)		(3)
「法定計量分野の社会・産業基盤整備」	(5)		(5)
「環境調和技術」	(2)		(2)
「産業・社会的基盤技術」	(3)		(3)
小 計	83		83

平成20年度からの継続

JICA 集団研修 「バイオマス有効利用技術」	4		4
JICA 集団研修 「産業・社会的基盤技術」	3		3
技術研修	5		5
小 計	12		12
合 計	95		95

表8 平成20年度 外国人技術研修受入実績 (組織別) (6日以上滞在)

組織別	人数 (人)	計	JICA	ウインター インスティテュート	サマープログラム	技術研修
活断層研究センター		1			1	
年齢軸生命工学研究センター						
デジタルヒューマン研究センター						
近接場光応用工学研究センター						
ダイヤモンド研究センター						
バイオニクス研究センター						
太陽光発電研究センター		2				2
システム検証研究センター						
健康工学研究センター						
情報セキュリティ研究センター						
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター						
コンパクト化学プロセス研究センター		2	2			
バイオマス研究センター		2	1			1
デジタルものづくり研究センター						
水素材料先端科学研究センター						
糖鎖医工学研究センター		1				1
新燃料自動車技術研究センター		1	1			
生命情報工学研究センター						
生産計測技術研究センター						
バイオメディシナル情報研究センター						

研究関連・管理業務

組織別	人数(人)	計	JICA	ウインター インスティテュート	サマープログラム	技術研修
ナノ電子デバイス研究センター						
ナノチューブ応用研究センター		2			1	1
ネットワークフォトニクス研究センター						
計測標準研究部門		6				6
地圏資源環境研究部門		2	2			
知能システム研究部門		12	1	1	1	9
エレクトロニクス研究部門		9				9
光技術研究部門		3			2	1
人間福祉医工学研究部門		2	1		1	
脳神経情報研究部門						
ナノテクノロジー研究部門		5		2		3
計算科学研究部門						
生物機能工学研究部門		3				3
計測フロンティア研究部門						
ユビキタスエネルギー研究部門						
セルエンジニアリング研究部門		2		1		1
ゲノムファクトリー研究部門						
先進製造プロセス研究部門		5	2	1	1	1
サステナブルマテリアル研究部門						
地質情報研究部門						
環境管理技術研究部門		6		2	1	3
環境化学技術研究部門		3	2			1
エネルギー技術研究部門		1				1
情報技術研究部門		3		2		1
安全科学研究部門		1		1		
メタンハイドレート研究ラボ		1		1		
超高速光信号処理デバイス研究ラボ						
器官発生工学研究ラボ						
創薬シーズ探索研究ラボ						
バイオセラピューティック研究ラボ						
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ						
計量標準管理センター		7	5			2
サービス工学研究センター						
関西産学官連携センターバイオベースポリマー連 携研究体		1	1			
計		83	18	11	8	46

表9 平成21年度 外国人技術研修 国・地域別受入れ一覧表 (6日以上滞在)

国・地域別	人数(人)	受入れ人数	JICA	ウインター インスティテュート	サマープログラム	技術研修
アジア・大洋州地域						
インドネシア		2	2			
パキスタン		1	1			
韓国		22		11		11
タイ		8	1			7
中国		4	1			3
日本(海外在住)		1				1
バングラデシュ		2	2			
フィリピン		2	2			
ベトナム		3	3			
香港		2				2
マレーシア		4	2			2
米州地域						
ブラジル		1	1			
米国		2			2	
カナダ		2			2	
メキシコ		2	2			
ヨーロッパ地域						
イタリア		2				2
英国		1			1	
スウェーデン		1				1
スペイン		3				3
ドイツ		3			2	1
フランス		11			1	10
ポーランド		1				1
リトアニア		1				1
エストニア		1				1
その他の地域						
ケニア		1	1			
合計		83	18	11	8	46

表10-1 平成21年度 外国人技術研修受入実績(組織別;平成20年度からの継続;6日以上滞在)

組織別	人数(人)	計	JICA	技術研修
情報セキュリティ研究センター		1		1
コンパクト化学プロセス研究センター		1	1	
バイオマス研究センター		3	3	
生物機能工学研究部門		3	2	1
サステナブルマテリアル研究部門		1		1
先進製造プロセス研究部門		2		2
環境化学技術研究部門		1	1	
計		12	7	5

表10-2 平成21年度 外国人技術研修国・地域別受入れ一覧表 (平成20年度からの継続；6日以上滞在)

国・地域別	人数(人)	受入れ人数	JICA	技術研修
アジア地域				
タイ		2	2	
中国		1		1
シンガポール		1		1
バングラデシュ		2	2	
ベトナム		1	1	
米州地域				
ブラジル		1	1	
ヨーロッパ地域				
イタリア		1		1
スペイン		1		1
フランス		1		1
その他の地域				
ケニア		1	1	
合 計		12	7	5

4) 外国機関等との覚書・契約等

外国機関との研究協力を推進するに当たり、研究協力覚書や共同研究契約等を締結している。それらは、産総研全体として諸外国の主要研究機関との連携強化を目指して戦略的に締結する包括的研究協力覚書、個別研究分野での研究協力促進を目的とする個別研究協力覚書、特定の研究課題を共同で実施する際に締結する共同研究契約、海外機関に資金を提供し研究委託するための委託研究契約、海外機関から研究を受託する際に締結する受託研究契約、の5種類である。平成21年度に有効な覚書・契約等の実績は表11、12、13のとおりである。平成21年度は米国エネルギー省傘下の5つの研究所（ロスアラモス国立研究所（LANL）、サンディア国立研究所（SNL）、国立再生可能エネルギー研究所（NREL）、ローレンス・リバモア国立研究所（LLNL）、ローレンス・バークレー国立研究所（LBNL））および、商務省所属の国立標準技術研究所（NIST）と、太陽光発電、水素貯蔵材料技術等の再生可能エネルギー分野や、エネルギー・環境関連ナノテク・材料分野における共同研究の実施、国際標準化の推進、および人材交流などの研究協力を通じた低炭素社会の実現に向けた革新的な技術開発を目指して、新たに包括的研究協力覚書を締結した。また、タイの国家科学技術開発庁（NSTDA）およびタイ科学技術研究院（TISTR）とは、タイと産総研との研究連携強化を通して、二国間のみならず、アジアにおける経済発展への貢献、地球全体の温暖化防止、環境改善、エネルギー問題の解決などに資することを目指して、包括的研究協力覚書の更新を行った。

表11 外国機関等との包括的研究協力覚書

国・地域名	機関名
アジア・大洋州地域	
インド	文部科学省バイオテクノロジー局（DBT: Department of Biotechnology） 科学産業研究委員会（CSIR: Council for Scientific and Industrial Research）
中国	中国科学院（CAS: Chinese Academy of Sciences）
台湾	工業技術研究院（ITRI: The Industrial Technology Research Institute）
韓国	韓国産業技術研究会 （ISTK: Korea Research Council for Industrial Science and Technology）
マレーシア	標準・工業研究所（SIRIM Berhad）
ベトナム	ベトナム科学技術院（VAST: Vietnamese Academy of Science and Technology）
タイ	国家科学技術開発庁 （NSTDA: National Science and Technology Development Agency） タイ科学技術研究院 （TISTR: Thailand Institute of Scientific and Technological Research）
シンガポール	科学技術研究局（A*STAR: Agency for Science, Technology and Research）
オーストラリア	連邦科学産業研究機構 （CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization）
米州地域	
米国	国立標準技術研究所 （NIST: The National Institute for Standards and Technology）*
	ローレンス・バークレー国立研究所 （LBNL: Lawrence Berkeley National Laboratory）*
	国立再生可能エネルギー研究所 （NREL: The National Renewable Energy Laboratory）*
	ロスアラモス国立研究所（LANL: Los Alamos National Laboratory）*
	ローレンス・リバモア国立研究所 （LLNL: Lawrence Livermore National Laboratory）*
	サンディア国立研究所（SNL: Sandia National Laboratories）*
ヨーロッパ地域	
ノルウェー	ノルウェー科学技術大学（NTNU: Norwegian University of Science and Technology）
	エネルギー技術研究所（IFE: Institute of Energy Technology）
	ノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF: The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology）
フィンランド	フィンランド技術研究センター（VTT: The Technical Research Centre of Finland）
フランス	国立科学研究センター（CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique）

国・地域名	機関名
ドイツ	ヘルムホルツ協会 (Helmholtz Association of German Research Centres)
	カールスルーエ研究センター (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH)
	ユーリッヒ研究センター (Forschungszentrum Julich GmbH)
その他の地域	
南アフリカ共和国・日本	南アフリカ共和国地球科学評議員会 (CGS: Council for Geosciences of the Republic of South Africa)、石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC: Japan Oil, Gas and Metals National Corporation)

注) 平成21年度に有効な包括的研究協力覚書。*印は21年度新規締結分。

表12 外国機関等との個別研究協力覚書

国・地域名	機関名	ユニット名
アジア・大洋州地域		
インド	国立ジャワハラル・ネール研究所 (JUCASR: Jawaharal Nehru Centre for Advanced Scientific Research)	エレクトロニクス研究部門
インドネシア	技術評価応用庁 (BPPT: Agency for the Assessment and Application of Technology)	バイオマス研究センター
オーストラリア	オーストラリア国立計量研究所 (NMI: National Measurement Institute, Australia)	計量標準総合センター
タイ	タイ国立計量研究所 (NIMT: National Institute of Metrology, Thailand)	計量標準総合センター
	鉱物資源局 (Department of Mineral Resource, Ministry of Natural Resources and Environment)	地質調査総合センター
モンゴル	モンゴル鉱物資源石油管理庁 (Geological Department of Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia)	地質調査総合センター
韓国	ソウル国立大学強相関電子材料研究センター (CSCMR: The Center for Strongly Correlated Materials Research)	計算科学研究部門
	韓国エネルギー研究所 (KIER: Korea Institute of Energy Research)	太陽光発電研究センター
	高麗大学 (Korea University)	健康工学研究センター
	韓国産業技術研究院 (KITECH: Korea Institute of Industrial Technology)	先進製造プロセス研究部門
	韓国標準科学研究院 (KRISS: Korea Research Institute of Standards and Sciences)	計測標準総合センター
	韓国技術標準院 (KATS: The Korean Agency for Technology and Standards)	計測標準総合センター
	延世大学 (Yonsei University)	ナノテクノロジー研究部門
	韓国地質資源研究院 (KIGAM: Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)	地質調査総合センター
	韓国電子通信研究院 (Electronics and Telecommunications Research Institute) *	知能システム研究部門
台湾	工業技術研究院 (ITRI: The Industrial Technology Research Institute)	太陽光発電研究センター
中国	中国地質調査局 (CGS: China Geological Survey)	地質調査総合センター
	中国計量科学研究院 (NIM: The National Institute of Metrology of the People's Republic of China) *	計量標準総合センター
中国・韓国	中国計量科学研究院 (NIM: The National Institute of Metrology of the People's Republic of China)、韓国標準科学研究院 (KRISS: the Korea Research Institute of Standards and Science) *	計量標準総合センター
日本・マレーシア	九州工業大学、マレーシアプトラ大学 (Kyushu Institute of Technology, University Putra Malaysia)	バイオマス研究センター

米州地域		
カナダ	カナダ国立研究機構 国立ナノテクノロジー研究所 (NINT: National Institute for Nanotechnology, National Research Council of Canada)	ナノテクノロジー研究部門
ブラジル	国立工業度量衡・品質規格院 (INMETRO: National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality) *	計量標準総合センター
米国	国立標準技術研究所 (NIST: The National Institute of Standards and Technology)	計量標準総合センター
	ロスアラモス国立研究所 (LANL: Los Alamos National Laboratory)、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization)	固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター
		エネルギー技術研究部門
ヨーロッパ地域		
オーストリア	オーストリア地質調査所 (GBA: The Geological Survey of Austria)	地質情報研究部門
	ヨハネスケプラー大学 (Johannes Kepler University Linz)	生命情報工学研究センター
ドイツ	バイロイト大学 (UB: Universität Bayreuth)	先進製造プロセス研究部門
	カールスルーエ研究センター (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH)	安全科学研究部門
	ドイツ物理工学研究所 (PTB: Physikalisch-Technische Bundesanstalt)	計量標準総合センター
フランス	ルイ・パスツール大学 (ULP: L'universite Louis Pasteur)	国際部門
オランダ	オランダ計量研究所 (Nmi Certin B.V.)	計量標準総合センター
ベルギー	ゲント大学 (Ghent University)	糖鎖医工学研究センター
ロシア	ロシア計量試験科学研究所 (VNIIMS : Russian Scientific-Research Institute for Metrological Service of Gosstandart of Russia)	計量標準総合センター
その他の地域		
トルコ	トルコ共和国鉱物資源調査開発総局 (The General Directorate of Mineral Research and Exploration of the Republic of Turkey)	地質調査総合センター

注) 平成21年度に有効な個別研究協力覚書。 *印は21年度新規締結分。

表13 外国機関等との共同研究、受託研究、委託研究契約数

共同研究	101 (19)
受託研究	5 (1)
委託研究	1 (0)

注) 平成21年度に有効な契約数。()内は21年度新規締結件数。

5) その他の連携活動

表14 国際シンポジウム等開催（国際部門扱い）

国際シンポジウム等名称	開催場所	開催期間	備考
ハノーバー・メッセ2009	ハノーバー（ドイツ）	2009年 4月20日～24日	出展
南アフリカ関係機関（CSIR、CGS、MINTEK）との合同ワークショップ	プレトリア（南アフリカ）	2009年 9月14日～16日	共催
CNRS-AIST-JSPS ライフサイエンスワークショップ	パリ（フランス）	2009年 9月22日～23日	共催
第3回 インド科学技術省バイオテクノロジー局（DBT）とのワークショップ	つくば（日本）	2009年10月27日～28日	共催
第6回 バイオマス・アジアワークショップ	広島（日本）	2009年11月18日～20日	共催

※ 研究ユニット等が主催し国際部門が関与しない国際会議等のうち、重要なものは下記URLにて紹介されております。

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/old_event_main.html

表15 平成21年度主な外国要人来訪

国名・機関名・役職	来訪者
南アフリカ地質調査所所長	シベディ・ラモンジャ
セルビア副首相	ボジダル・ジェーリッチ
スイス連邦工科大学チューリッヒ校学長	ラルフ・アイヒラー
マレーシア元副首相	マハティール・モハメド
ロシアナノテクノロジー公社社長	アナトーリ・チュバイス
中国広東省科学技術庁副庁長	葉景図
欧州委員会総局長	ホセ・M・S・ロドリゲス
キエフ工科大学副学長	セルゲイ・I・シドレンコ
ベネズエラ科学技術中工業大臣	ジェシー・チャコン・エスカミジョ
台湾經濟部常務次長	黄重球
ハンガリー科学アカデミー副会長	ノルベルト・クロー
ノーベル博物館長・スウェーデン王立科学アカデミー会長	シュバンテ・リンクビスト
シンガポール科学技術研究庁（A*STAR）長官	リム・シュン・ポー
タイ科学技術大臣	カラヤ・ソフォンパニク
アルゼンチン科学技術・生産革新大臣	ジョセ・リーノ・バラニーャオ
英国上院議員（元エネルギー大臣）	デイビット・ハウウェル卿
アイルランド緑の党副党首	メアリー・ホワイト
韓国産業技術研究会（ISTK）理事長	韓 郁
国際再生可能エネルギー機関（IREANA）事務局長	エレヌ・ペロス
フランス首都圏開発担当大臣	クリスチアン・ブラン
ドイツ・アーヘン工科大学教授、フランフォーファー研究所アーヘンセンター長	フリッツ・クロッケ

※ 公式訪問 全118件

(21) 研究業務推進部門
(General Administration Department)

総括主幹 恩田 則之 他

所在地：東京本部、北海道センター、東北センター、つくばセンター(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター

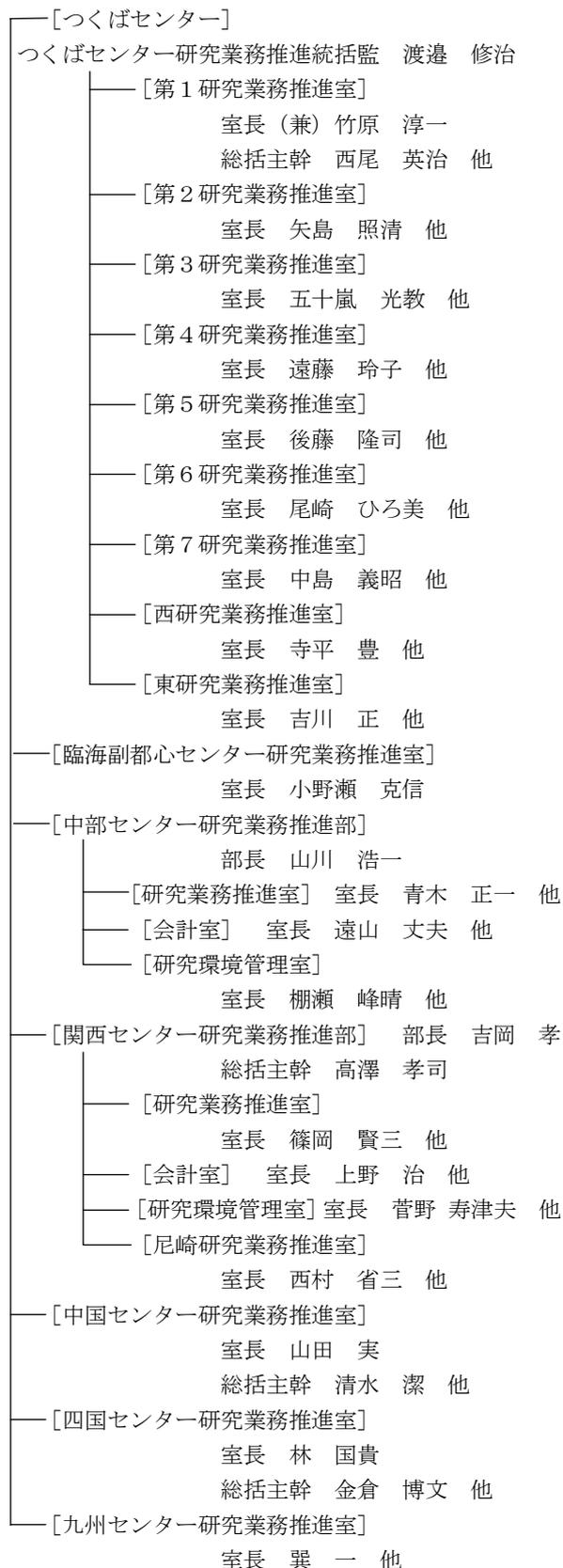
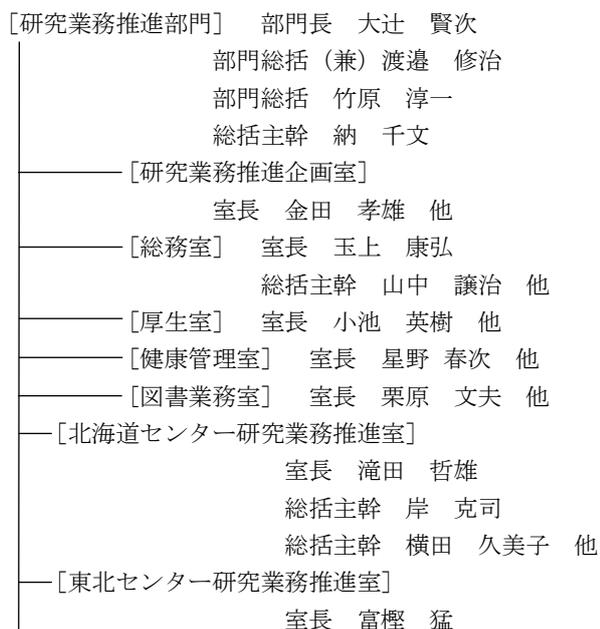
人員：171名 (0名)

概要：

研究業務推進部門は、産総研の文書・公印管理、職員等の福利厚生の実施及び健康の維持増進を図り、職員等の勤務及びサービス管理など研究ユニットに密着した支援を行うとともに、職場の安全・衛生管理、建物及び施設の管理を主な業務としている。また、地域センターの研究業務推進部(室)では、会計室又は会計担当を配置し、物品の調達・管理等の会計事務を行う等、環境安全管理、能力開発等及び研究環境整備に関する業務の一部を分掌している。これらの業務は、職員等の日常生活(業務)に極めて密着していることから、職員等の要望への積極的な対応姿勢、適切な業務運営と業務の効率化を推進している。

また、研究ユニットと研究関連・管理部門等、双方の情報共有の促進と相互支援体制を強化し、質の高いユニット支援の提供することを目的として、総括事務マネージャーを配置し、ユニットスタッフと研究業務推進室が一体となって研究ユニットに対する研究支援を行う体制としている。

機構図 (2010/3/31現在)



研究業務推進企画室 (General Affairs Planning Office)
(つくば中央第2)

概要：

研究事務業務の企画・立案・総合調整、つくば本部における役員の秘書、理事長が主宰する会議の庶務、文書・公印管理、職員等の勤務・服務管理及び廃棄物の処理・管理に関する業務を行っている。

総務室 (General Affairs Office)

(東京本部)

概要:

東京本部における職員等の勤務・服務管理、文書管理、安全衛生管理、施設管理等定常的な庶務業務を行うとともに、役員の秘書業務及び官庁との事務連絡等の業務を行っている。

厚生室 (Welfare Office)

(つくば中央第2)

概要:

福利厚生業務として、宿舍、団体扱の財形・生保・損保・簡保の差引き、レクリエーション費配分及び実施・サークル助成、災害補償、契約職員社会保険手続、退職相談等の業務の他、つくばセンター、中部センター、関西センターでは一時預かり託児・児童保育も行っている。経済産業省共済組合産総研支部業務として、短期給付、長期給付、福祉事業の3つの主な事業の他、支部及び分室診療所運営、食堂・売店・理美容・自動販売機等の委託を行っている。

健康管理室 (Healthcare Office)

(つくば中央第1)

概要:

つくばセンター・東京本部・臨海副都心センター職員等に対する健康診断の企画・実施、健康相談及び保健指導ならびに労働基準監督署への報告、職場巡視等を行うとともに、つくばセンターでは健康管理システムによる特殊検診受診項目確定、受診票作成・配信、結果管理及び結果通知配信、保健指導のためのデータ管理を行っている。インターネットによるメンタルヘルス相談、産業医等の雇用に係る業務も行っている。

図書業務室 (Library Office)

(つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西)

概要:

研究活動を行うために不可欠な情報源である学術雑誌の収集・管理、文献情報の提供、各図書室の運営、各図書室からの図書情報の一元管理を行う。オンラインジャーナルによるサービスの提供、文献データベースの利用促進ならびに所蔵データの整理・統一を推進する。

研究業務推進室 (General Administration Office)

(北海道センター、東北センター、つくばセンター (つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター)

概要:

つくばセンターの各事業所研究業務推進室は、事業所職員等の勤務・服務管理、庁舎の維持管理、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務を主な業務としている。

地域センター (つくばセンターを除く) の研究業務推進室は、センターの文書・公印管理、職員等の勤務及び服務に関する管理・指導、職場の安全衛生管理、建物及び施設管理等を行い、安心して研究に取り組める環境整備に努めている。

また、北海道センター、東北センター、中国センター、四国センター、九州センターでは、計画的な研究及び業務の遂行に期するため、各種物品の的確な調達及び資産管理を行うとともに関係機関等との連絡調整業務を行っている。

これらの業務は、職員等の規律の遵守とサービス支援の日常生活に密着しており、迅速な業務対応を行い効率的な組織運営を図っている。

会計室 (Accounting Office)

(中部センター、関西センター)

概要:

会計室は、予算及び決算に関する業務、支払い、収入及び旅費に関する経理業務、物品、役務契約などの調達業務、固定資産の管理、運用、資産取得に係る検収などの財産管理業務を行っている。

これらの業務は、適正かつ迅速な業務執行を求められる支援業務であり、的確な業務の推進を図っている。

研究環境管理室

(Research Environmental Management Office)

(中部センター、関西センター)

概要:

研究環境管理室は、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務及び情報化を推進するため情報システム運営管理の業務を主な業務としており、より良い研究環境を形成すべく、これらの業務を推進している。

◆図書蔵書数

平成21年度末

センター・事業所	区分	単行本					雑誌					
		21年度受入数(冊)				総蔵書数 (冊)	21年度受入数(冊)				製本冊数 (冊)	総蔵書数 (冊)
		購入	寄贈	除籍	計		購入	寄贈	除籍	計		
北海道センター	外国	0	0	0	0	1,281	92	0	△ 222	△ 130	92	15,265
	国内	0	0	△ 43	△ 43	3,976	353	0	△ 927	△ 574	353	7,570
	計	0	0	△ 43	△ 43	5,257	445	0	△ 1,149	△ 704	445	22,835
東北センター	外国	1	0	0	1	432	160	0	0	160	160	6,144
	国内	0	0	0	0	2,112	214	0	0	214	214	2,172
	計	1	0	0	1	2,544	374	0	0	374	374	8,316
つくばセンター 第2事業所	外国	113	0	△ 80	33	67,465	823	0	△ 4,974	△ 4,151	823	48,286
	国内	19	4	△ 51	△ 28	67,647	109	0	0	109	109	10,643
	計	132	4	△ 131	5	135,112	932	0	△ 4,974	△ 4,042	932	58,929
第3事業所	外国	3	1	0	4	2,756	142	178	△ 2,742	△ 2,422	116	7,419
	国内	1	2	0	3	4,482	99	0	0	99	98	4,337
	計	4	3	0	7	7,238	241	178	△ 2,742	△ 2,323	214	11,756
第5事業所	外国	79	6	△ 13	72	24,179	1,053	151	△ 3,602	△ 2,398	1,008	57,793
	国内	7	38	△ 34	11	15,464	290	70	0	360	360	17,405
	計	86	44	△ 47	83	39,643	1,343	221	△ 3,602	△ 2,038	1,368	75,198
第6事業所	外国	38	17	△ 5	50	7,852	996	201	△ 3,733	△ 2,536	994	32,275
	国内	35	42	△ 53	24	10,073	209	40	0	249	239	12,672
	計	73	59	△ 58	74	17,925	1,205	241	△ 3,733	△ 2,287	1,233	44,947
第7事業所	外国	60	0	0	60	17,607	557	142	△ 1,190	△ 491	557	49,395
	国内	0	0	0	0	13,585	95	0	0	95	95	19,152
	計	60	0	0	60	31,192	652	142	△ 1,190	△ 396	652	68,547
東事業所	外国	260	16	△ 1	275	15,881	565	38	△ 3,514	△ 2,911	554	39,202
	国内	0	88	△ 68	20	12,740	295	1	0	296	226	8,895
	計	260	104	△ 69	295	28,621	860	39	△ 3,514	△ 2,615	780	48,097
西事業所	外国	7	33	0	40	8,165	204	53	△ 7,880	△ 7,623	204	22,815
	国内	13	102	0	115	9,254	728	1	0	729	728	10,251
	計	20	135	0	155	17,419	932	54	△ 7,880	△ 6,894	932	33,066
中部センター	外国	7	4	0	11	6,946	124	0	△ 601	△ 477	124	44,486
	国内	2	9	0	11	9,502	136	12	△ 632	△ 484	148	11,865
	計	9	13	0	22	16,448	260	12	△ 1,233	△ 961	272	56,351
関西センター	外国	49	709	0	758	10,335	431	30	△ 6,566	△ 6,105	461	35,935
	国内	22	60	△ 249	△ 167	8,142	39	44	△ 239	△ 156	83	9,867
	計	71	769	△ 249	591	18,477	470	74	△ 6,805	△ 6,261	544	45,802
中国センター	外国	0	6	△ 123	△ 117	1,442	26	0	△ 2,904	△ 2,878	0	5,396
	国内	2	9	△ 454	△ 443	3,168	60	32	△ 438	△ 346	0	2,729
	計	2	15	△ 577	△ 560	4,610	86	32	△ 3,342	△ 3,224	0	8,125
四国センター	外国	0	0	0	0	1,441	64	0	△ 2,644	△ 2,580	64	4,415
	国内	0	0	0	0	2,791	94	0	△ 2,540	△ 2,446	94	1,368
	計	0	0	0	0	4,232	158	0	△ 5,184	△ 5,026	158	5,783
九州センター	外国	0	10	0	10	2,826	281	0	0	281	281	16,380
	国内	0	51	0	51	5,417	146	0	0	146	146	14,235
	計	0	61	0	61	8,243	427	0	0	427	427	30,615
産総研 合計	外国	617	802	△ 222	1,197	168,608	5,518	793	△ 40,572	△ 34,261	5,438	385,206
	国内	101	405	△ 952	△ 446	168,353	2,867	200	△ 4,776	△ 1,709	2,893	133,161
	計	718	1,207	△ 1,174	751	336,961	8,385	993	△ 45,348	△ 35,970	8,331	518,367

※関西センターには尼崎事業所の蔵書の一部も含む

(22) 能力開発部門
(Human Resource Department)

所在地：つくば中央第2

人員：43名（5名）

概要：

能力開発部門は、産総研組織規程第29条に規定されている人事、個人評価、給与、兼業、栄典、表彰、研修その他の能力開発並びに労働条件、労使関係の調整、服務規律及び懲戒に係る業務を実施している。

機構図（2010/3/31現在）

[能力開発部門]

部門長	岡田 俊郎
審議役	八木 康之 片桐 清 大嶋 新一
部門総括	菊地 正寛 鈴木 浩一
[人事室]	室長(兼) 菊地 正寛 他
[勤労室]	室長 吉岡 有二 他
[人材開発企画室]	室長 加藤 英幸 他
[バリアフリー推進室]	室長 関根 英二 他
[能力開発センター]	センター長(兼) 加藤 英幸 他

人事室 (Personnel Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 役職員の任用に関する事。
- ② 評価制度の構築・実施に関する事。
- ③ 給与の支給に関する事。
- ④ 人件費の把握、見直しに関する事。
- ⑤ 兼業の許可に関する事。
- ⑥ 栄典及び表彰に関する事。

勤労室 (Staff Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 職員の労働条件の基準に関する事。
- ② 労使関係に係る総合調整に関する事。
- ③ 服務規律に関する事。
- ④ 役職員の懲戒に関する事。

人材開発企画室

(Human Resources Development Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① キャリアパス開発及び研修企画に関する事。

- ② その他人材開発に関する事。

バリアフリー推進室

(Barrier-free Promotion Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 障害者の雇用促進に関する事

能力開発センター

(Human Resource Development Center)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 職員の研修、能力開発に関する事。
- ② 職員等に対する就職情報の提供及び相談に関する事。

業務報告データ

年度特記事項

1. 平成21年度採用実績

① 事務職員	18名
② 研究職員 (パーマネント)	13名
③ " (招聘型任期付)	1名
④ " (産業技術人材育成型任期付)	10名
⑤ " (研究テーマ型任期付)	6名
計	48名

2. 平成21年度研修実績

	コース	実施回数	受講者数
① 職員等基礎研修	3	15回	1,030名
② 階層別研修	10	11回	304名
③ プロフェッショナル研修	13	24回	760名
合計	26	50回	2,094名

(23) 財務会計部門

(Financial Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人員：78名（0名）

概要：

財務会計部門は、独立行政法人の趣旨に則り、研究支援の高度化及び組織運営の高度化を、財務会計諸施策を通じて実現することにより、産総研ミッションの遂行に寄与することとしている。

なお、財務会計に係るコンプライアンスとリスク管理を適切に行いつつ支援業務を遂行するため「財務室、制度・審査室、経理室、財産管理室及び調達部（4室で構成）」を配置している。

<平成21年度活動トピックス>

○ 契約監視委員会の設置

「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」

(平成21年11月17日閣議決定)に基づき外部有識者等によって構成する産総研契約監視委員会を設置し、競争性のない随意契約の更なる見直し及び一般競争入札等の競争性の確保のため、平成20年度・平成21年度(未契約分)及び複数年度契約について点検・見直しを行った。産総研契約監視委員会では随意契約の妥当性及び真に競争性が確保されているか等を確認。

○随意契約の見直し

独立行政法人整理合理化計画(平成19年12月24日閣議決定)により策定した随意契約見直し計画に基づき、競争性のない契約の占める割合を随意契約見直し計画では8.4%(件数)、18.9%(金額)を目標に掲げていたところ、更なる見直しにより、一般競争入札等に移行した結果、20年度実績に比べ、21年度は更に2.2%(件数)、7.8%(金額)に縮減された。

○新財務会計システムの運用開始

情報システム開発のための包括的な枠組みである「包括フレームワーク」を適用し開発を進めた財務会計システムが、平成21年9月から運用を開始。新財務会計システムにより、予算の支出予約機能を初めとする予算管理機能や財務データを研究所経営に利用するための管理会計機能が充実した。

機構図(2010/3/31現在)



財務室 (Finance Office)

(つくば中央第2)

概要:

財務会計に係る業務の企画及び立案並びに総合調整、予算のとりまとめ、予算の分野別情報の管理、余裕金の運用、資金の借入及び償還、年度計画に基づく実行予算の配賦の計画及び示達、予算の執行管理、財務会計に係る業務であって、他の所掌に属しないものに関する業務を行っている。

○収入件数 約6,500件、収入金額 約1,144億円。

制度・審査室

(Finance System Management and Monitoring Office)

(つくば中央第2)

概要:

財務会計制度の整備、運用及び推進、財務会計に係る業務の審査、財務分析に関する業務を行っている。

経理室 (Accounting Office)

(つくば中央第2)

概要:

資金計画、決算、金銭の支払、出納及び保管、税務、計算証明、財務会計システムの管理に関する業務を行っている。

○支払件数 約17万件、支払金額 約1,062億円。

○旅費件数 約10万件、支払金額 約28億円。

財産管理室 (Property Administration Office)

(つくば中央第2)

概要:

有形固定資産の検収、管理及び運用、共通在庫消耗品の払出及び在庫管理、借地権の取得及び管理に関する業務を行っている。

○リサイクルの促進

リサイクル物品情報システムを活用した資産等の有効活用を積極的に推進

登録件数 5,843件(うち、成立件数498件)

経費削減効果 約3.7億円(取得価格ベース)

○つくばセンターにおける共通在庫消耗品センターの運営

つくば中央第3事業所で運営。アイテム数は約710。

調達部 (Procurement Division)

(つくば中央第2)

概要:

物件の調達、物件の売払及び賃貸等の契約、役務の提供等の契約、調達物品等の市場調査、競争参加者の資格審査、調達業務の調整、政府調達に係る協定に基づく調達公告等の官報掲載に関する業務を行っている。

○全契約件数 約112,000件

○政府調達協定の対象案件数 143件、約160億円

○インターネット調達

単価契約を締結している電子購買業者の電子購買サイト上で、商品検索・注文を行い、翌日又は翌々日には指定場所まで納品され、支払は毎月一括というスキームのインターネット調達は運用している。オフィス用品(約34,000アイテム)、理化学用品(約25,000ア

アイテム)、電子部品(約72,000アイテム)、試薬類(全メーカー)、書籍(全般)の物品が調達可能。利用件数約3.1万件、利用金額約5.8億円。

○グリーン購入法の適用

「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」に基づき、産総研として、平成21年度における「環境物品等の調達の推進を図るための方針」を定め、実施してきたところ。

**(24) 研究環境整備部門
(Research Facilities Department)**

所在地:つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第5、つくば中央第7、つくば西、つくば東

人員:58名(1名)

概要:

研究環境整備部門は、施設及び設備の整備計画、建設及び管理、共用研究設備・施設及びエネルギー等の供給施設の運営、電気工作物の保安、依頼試作等に関する業務を行っている。

これらの業務を遂行するため、計画室、プロジェクト室、テクニカルセンター及び建設部(建設第一室、建設第二室、施設管理室)を配置している。

産業技術総合研究所の活動基盤となる施設・設備の整備を行い、良好な状態に保つために保全を行い、使用可能期間等を向上させるとともに、創造的で効率的な研究の実施に必要な技術支援を推進し、もって競争力ある研究環境を創出することを部門のミッションとしている。

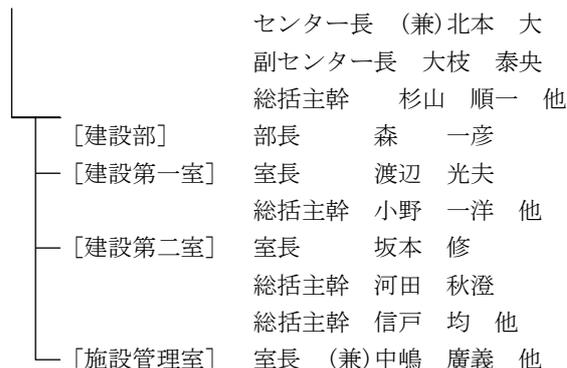
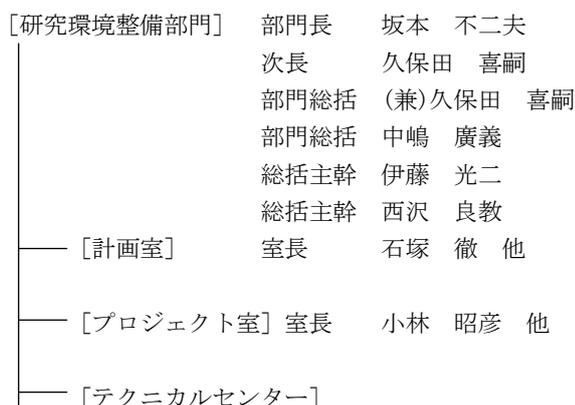
次の通りの施設等をその管理対象としている。

○敷地面積 約249 ha

○建築面積(延床面積) 約76万 m²

平成21年度においては、今後20年間に予測される施設の経年劣化を考慮した長期的な視野に立った施設整備の基本的な方針とする長期施設整備計画(マスタープラン)を策定した。

機構図(2010/3/31現在)



計画室 (Facilities Planning Office)

(つくば中央第1)

概要:

計画室は、研究環境整備に係る業務の企画及び立案並びに総合調整、施設及び設備の整備計画、技術審査及び関連法令に関する業務、研究実施部門等の施設使用の管理に関する業務、工事及び工事関連役務の提供等の契約業務を行っている。

プロジェクト室 (Facilities Project Office)

(つくば中央第1)

概要:

プロジェクト室は、設計基準及び施工基準の整備、施設及び設備に係る耐震対策、省エネルギー対策、石綿除去対策、技術動向調査を行っている。

テクニカルセンター (Technical Service Center)

(つくば中央第2、つくば中央第5、つくば中央第7、つくば西、つくば東)

概要:

テクニカルセンターは、研究活動を技術的な側面から支援する業務を行っている。

主な業務は、研究用品の設計・試作、研究者が自ら試行錯誤して工作ができる共用工作室の維持管理と講習等の指導、作業環境測定、物質の化学分析・解析及び試作・工作・分析等に関する技術相談を行っている。

建設第一室 (Construction Office 1)

(つくば中央第1)

概要:

建設第一室は、老朽化対策による電力電灯設備改修、給排水衛生設備改修、空調設備改修など施設及び設備の建設工事に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

建設第二室 (Construction Office 2)

(つくば中央第1)

概要:

建設第二室は、ユニットからの工事依頼の受付窓口

を行うとともにこれらの工事に係る設計・積算・監理、
監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

運営を行っている。

これらの管理・運営に係る労働安全、電気工作物の
工事、運用及び保安、研究廃液の処理に関する業務を
行っている。また、施設設備等の補修、修繕の業務を
行っている。

施設管理室 (Facilities Maintenance Office)
(つくば中央第1)

概要:

施設管理室は、施設及び設備・外構・植栽に係る維
持管理、エネルギーの供給施設及び廃水処理施設等の

1) 施設の整備 (平成21年度に産総研資産になった主な
もの)

○老朽化対策

a) 耐震化改修

1. 目的

耐震化改修は、耐震性が低い建物の耐震改修を行った。

2. 整備費用 (老朽化対策) 18.2億円 (平成19・20・21年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
関西センター化学分析実験棟耐震改修 (建築) 工事	オリジナル設計株式会社 (設計) 株式会社三弘建築事務所 (監理)	コーナン建設株式会 社	平成21年2月20日～ 平成21年10月30日
関西センター化学分析実験棟耐震改修 (機械設備) 工事		三建設備工業株式会 社	平成21年2月19日～ 平成21年12月17日
関西センター化学分析実験棟特殊ガス 設備改修工事		三建設備工業株式会 社	平成21年10月16日～ 平成21年12月22日
関西センター高分子化学実験棟耐震改 修 (建築) 工事		株式会社浅沼組	平成21年2月20日～ 平成21年11月30日
関西センター高分子化学実験棟耐震改 修 (電気設備) 工事		浅海電気株式会社	平成21年2月20日～ 平成21年12月22日
関西センター高分子化学実験棟耐震改 修 (機械設備) 工事		株式会社日立ビルシ ステム	平成21年2月20日～ 平成21年12月22日
北海道センター第1研究庁舎耐震補強 その他工事	株式会社綜企画設計	日本メックス株式会 社	平成21年3月6日～ 平成21年12月14日
九州センター図書館棟耐震他改修そ 他工事	株式会社綜企画設計	飛島建設株式会社	平成21年9月30日～ 平成22年3月26日

b) エレベーター設備改修

1. 目的

エレベーター設備は、老朽化による機能低下を改善するためエレベーター制御などの改修を行った。

2. 整備費用 (老朽化対策) 3.4億円 (平成20年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第2事業所エレベーター改 修工事	株式会社綜企画設計	株式会社日立ビルシ ステム	平成21年9月4日～ 平成22年3月19日
つくば中央5-2棟エレベーター改修 工事		東芝エレベーター株式 会社	平成21年9月4日～ 平成22年3月18日
つくば中央第7事業所エレベーター改 修工事		株式会社日立ビルシ ステム	平成21年9月7日～ 平成22年3月18日

c) 建築設備改修

1. 目的

建築設備は、老朽化しており建築、電気、機械設備全般の改修を行った。

2. 整備費用 (老朽化対策) 1.2億円 (平成20年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設 計	施 工	工 期
北海道センター石炭ガス化庁舎内装改 修その他工事	株式会社綜企画設計	日本メックス株式会 社	平成21年7月29日～ 平成22年2月18日

d) 廃水処理設備改修

1. 目的

研究排水理設管などは、老朽化しており漏洩を防止するため改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1.4億円（平成20年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
東北センター廃水処理施設改修その他工事	株式会社総合設備コンサルタント	エルゴテック株式会社	平成21年9月18日～平成22年3月26日

e) 電力関連設備改修

1. 目的

電力関連設備等は、老朽化による機能低下を改善するため自家発電設備や受変電設備などの改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 8.1億円（平成20・21年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央5-2棟実験盤他改修工事	株式会社荒井設計	株式会社中電工	平成21年9月30日～平成22年3月30日
つくば北サイト変電施設他改修その他工事		株式会社関電工	平成21年9月30日～平成22年3月30日
つくばセンター受変電設備（高圧遮断器）改修工事	—	株式会社明電舎	平成21年7月28日～平成22年2月10日
つくば中央5-2棟自家発電設備改修その他工事	株式会社日本設計（設計）	日本メックス株式会社	平成21年7月10日～平成22年3月26日
つくば中央第6事業所自家発電設備改修その他工事		株式会社ユアテック	平成21年8月31日～平成22年3月11日

f) 高圧ガス設備改修

1. 目的

高圧ガス設備は、老朽化による機能低下を改善するため高圧容器などの改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1億円（平成20年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
つくば中央第2事業所液化ガス貯槽設備改修工事	日和エンジニアリング株式会社	高砂熱学工業株式会社	平成21年8月24日～平成22年3月29日

g) ナノテク拠点整備に伴うゾーン化整備

1. 目的

ナノテク拠点整備に伴う実験室等の改修を行った。

2. 整備費用 2.2億円（自己財源）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば西-1棟03105室他空調機改修他その他工事	—	株式会社日立プラントテクノロジー	平成22年1月18日～平成22年3月31日
つくば西事業所5群受変電設備改修工事	—	浅海電気株式会社	平成22年1月8日～平成22年3月31日

○高度化対策

a) スーパークリーンルーム産学官連携研究棟高度化改修

1. 目的

運用時にコスト削減を踏まえた省エネルギー対策を考慮した冷熱源設備の更新、停電及び瞬時電圧低下対策の改修整備を行った。

2. 整備費用（高度化対策） 13.5億円（平成20年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
スーパークリーンルーム産学官連携研究棟高度化改修の設計及び施工	高砂・日立プラ・新日空特定建設工事共同企業体代表者高砂熱学工業株式会社		平成21年9月18日～平成22年3月31日

b) つくば中央2-12棟01111室他改修

1. 目的

新世代情報研究事業の一環として、セキュリティ評価技術の研究開発を行うためのセキュリティ整備工事を行った。
(国際認証取得を考慮した設備整備)

2. 整備費用(高度化対策) 1.9億円(平成20年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央2-12棟01111室他改修工事	日和エンジニアリング株式会社	株式会社弘電社	平成21年11月24日～ 平成22年3月24日

c) つくば西-5D棟特殊ガス配管工事、つくば西-5D棟クリーンルーム設置工事

1. 目的

4インチウエハー用の半導体製造装置を設置するためのクリーンルーム及び特殊材料ガス配管の設置を行った。

2. 整備費用(高度化対策) 9.4億円(平成20年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば西-5D棟特殊ガス配管工事	株式会社日立プラントテクノロジー		平成21年10月23日～ 平成22年3月10日
つくば西-5D棟クリーンルーム設置工事	株式会社日立プラントテクノロジー		平成21年10月29日～ 平成22年3月24日

d) つくば中央2-13棟安全施設整備他工事、つくば中央7-6棟他高度化改修、つくば東-2F棟他高度化改修

1. 目的

研究環境の整備を目的に、ボンベ庫、実験別棟等の設置及び室内改修を行った。

2. 整備費用(高度化対策) 6.2億円(平成20年度消費税還付金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央2-13棟安全施設整備他工事	オリジナル設計株式会社・株式会社塩見設計東京支社	高砂熱学工業株式会社	平成21年3月27日～ 平成21年11月30日
つくば中央7-6棟他高度化改修工事	オリジナル設計株式会社・株式会社塩見設計東京支社	佐田建設株式会社	平成21年3月27日～ 平成22年3月23日
つくば東-2F棟他高度化改修工事	オリジナル設計株式会社	新日本空調株式会社 関東支店	平成21年3月27日～ 平成21年10月30日

○新営棟建設

1. 目的

中国センターが連携に基づく地域発イノベーションを創出し、中国地域連携のための拠点としての役割を担うため、呉市から東広島市へ移転することに伴い建設した。また、中国センター移転に伴い研究開発用プラント(BTLプラント及びエタノールミニプラント)の移設を行った。

2. 整備費用 41.2億円(自己財源)

整備費用(中国センター移転整備費) 5.7億円(自己財源)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
中国センター本館庁舎他建築工事	株式会社梓設計	株式会社銭高組	平成20年12月8日～ 平成22年3月24日
中国センター本館庁舎他電気設備(電力)工事		株式会社日鉄エレクトクス	平成21年1月20日～ 平成22年3月24日
中国センター本館庁舎他電気設備(通信)工事		浅海電気株式会社	平成21年1月20日～ 平成22年3月18日
中国センター本館庁舎他機械設備(空調)工事		高砂熱学工業株式会社	平成20年12月8日～ 平成22年3月18日
中国センター本館庁舎他機械設備(衛生)工事		株式会社三晃空調	平成21年1月20日～ 平成22年3月18日
中国センターバイオマス実験プラント移設工事(仮称)	広島ガステクノ株式会社		平成21年10月23日～ 平成22年3月31日

○地下水等総合観測点整備

1. 目的

東南海・南海地震予測精度向上を目的とした地下水等観測施設を設置した。

2. 整備費用（東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備費） 5.6億円（平成20年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施 工	工 期
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（高知県須崎市地区）	—	(株)日さく	平成21年2月5日～ 平成22年1月29日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（三重県津市地区）	—	(株)日さく	平成21年3月12日～ 平成22年3月10日

(25) イノベーションスクール
(Innovation School)

所在地：つくば中央第2、つくばセンター

人員：0名 (0名)

概要：

産総研イノベーションスクール制度は、産総研特別研究員を対象として、特定の専門分野について科学的・技術的な知見を有しつつ、より広い視野を持ち、異なる分野の専門家と協力するコミュニケーション能力や協調性を有する人材の輩出を目指す事業である。「産総研イノベーションスクール制度」では、本格研究に関する講義、本格研究実践のためのツールを用いた研修、キャリアカウンセリング、産総研の人材育成に協力いただける企業との間で行われる実践的な On the Job training (OJT) などのカリキュラムを通じて、企業等で即戦力として活躍できる人材を輩出させ、社会的なニーズと有用な人材のミスマッチを解消していくことに寄与していくことを目的とする。

具体的に、イノベーションスクールは、次の業務を行う。

- ・イノベーションスクールの運営の基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること
- ・その他イノベーションスクールの運営等に関すること

平成21年度の活動の概要

- ・イノベーションスクールの運営の基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること

平成21年度二期生と三期生講義を計12クラス開講し、マナー・コミュニケーション研修や標準化と研究、研究成果の社会化、環境・エネルギー研究、企業での研究開発、構成学輪講などについて講義し、研究発表会を行った。

- ・その他イノベーションスクールの運営等に関すること
- 平成21年度三期生講義をまとめた受講者による受講レポートや構成学輪講・研究発表レポート、企業 OJT 参加報告書をまとめた。また、イベントとしてオープンラボに参加した。

機構図 (2010/3/31現在の役職者名)

イノベーションスクール長	小野 晃
副スクール長	瀬戸 政宏
副スクール長	景山 晃
企画運営室長	羽鳥 浩章

出版物・プレス発表等業務報告データ

【広報誌「産総研 TODAY」】(かっこ内は掲載年・月)

- ・平成21年度 産総研イノベーションスクール開校式～第二期生(67名)(2009.06)
- ・座談会：産総研イノベーションスクールに参加して～第1期生からのメッセージ (シンセシオロジー 2巻2号) (2009.07)
- ・産総研オープンラボ開催のお知らせ～第二期生・第三期生(2009.10)
- ・平成21年度 第2回イノベーションスクール開校式～第三期生(71名)(2009.12)
- ・平成21年度 産総研イノベーションスクール修了式～第二期生・第三期生(2010.05)
- ・シリーズ：産総研イノベーションスクール(第1回)「若手博士人材の育成と期待」～小野 晃(スクール長・副理事長)(2010.06)
- ・シリーズ：産総研イノベーションスクール(第2回)「ポストクと本格研究」～小野 晃(スクール長・副理事長)(2010.07)
- ・シリーズ：産総研イノベーションスクール(第3回)企業研修と就業状況～金沢 康夫、坪田 年(2010.08)
- ・シリーズ：産総研イノベーションスクール(第3回)「座談会：産総研イノベーションスクールを体験して2期生・3期生からのメッセージ」(2010.08)

【プレス発表等】(かっこ内は発表日)

- ・「産総研イノベーションスクール」の開講～第一期生の開校式(2008.07.28)
- ・中期計画 I. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項 4. 「知恵」と「人材」を結集した研究開発体制の構築 (3) 若手研究者のキャリアパス支援及び研究人材の交流推進
- 中期計画 II. 業務運営の効率化に関する事項 2. 研究活動の高度化のための取組 (1) 研究組織及び事業の機動的な見直し、外部からの研究評価の充実(2010.03.29)

3. 地域拠点

<凡 例>

地域拠点名 (English Name)

所在地：住所

代表窓口：TEL：、FAX：

人 員：常勤職員数 (研究職員数)

概 要：部門概要

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

(1) 東京本部 (AIST Tokyo Headquarters) つくば本部 (AIST Tsukuba Headquarters)

所在地：

(東京本部)

〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1

(つくば本部)

〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

概 要：

産業技術総合研究所は、東京及びつくばに本部機能を集中した2本部体制をとり、それぞれの地理的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行っている。

東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として産総研の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくばには補完する本部機能として、産学官連携、国際、研究業務推進等を研究現場と隣接して配置し、より効率的な組織運営を行っている。

また、テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図っている。

機構図 (2010/3/31現在)

東京本部

役員

企画本部

コンプライアンス推進本部

イノベーション推進室

ベンチャー開発センター

関東産学官連携センター

研究業務推進部門総務室

つくば本部

役員

企画本部

業務推進本部

評価部

環境安全管理部

広報部

男女共同参画室

次期情報システム研究開発推進室

イノベーション推進室

イノベーションスクール

産学官連携推進部門

知的財産部門

国際部門

研究業務推進部門

能力開発部門

財務会計部門

研究環境整備部門

(2) 北海道センター (AIST Hokkaido)

所在地：〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17丁目2-1

代表窓口：TEL：011-857-8400、FAX：011-857-8900

サイト：札幌大通りサイト

(住所：〒060-0042 札幌市中央区大通西5丁目8

TEL：011-219-3359、FAX：011-219-3351)

人 員：70名 (51名)

概 要：

北海道センターは、地域における中核研究機関として、「バイオテクノロジーを使ったもの作り」を研究目標とするゲノムファクトリー研究部門を中心とした研究拠点の構築とともに、北海道経済産業局が推進する「北海道スーパークラスター振興戦略」と連携して、北海道バイオ産業の活性化や、新産業創出に資するための地域連携拠点の構築を目指している。

また、メタンハイドレート研究センターは、将来の

エネルギー資源として注目を浴びているメタンハイドレート資源の利活用を目指すナショナルプロジェクトの中心的な役割を担っている。

特にゲノムファクトリー研究部門では、遺伝子組換え植物や微生物によるバイオプロセスの開発、高能タンパク質等の生産を目的とした研究を推進しており、「完全密閉型植物工場システム」では、企業・大学等外部機関と連携して、植物によるイヌインターフェロン等の動物用医薬原料の生産システムの構築および、人工環境下での植物栽培技術（ジャガイモや稲の水耕栽培等）の研究開発を進めた。

産学官連携・地域連携拠点の強化として、北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学、帯広畜産大学、公設・独法研究機関、経済産業局、自治体、経済団体等17機関と協力して企業等の技術相談に対するワンストップサービスを行うなど、企業の技術開発、新事業創出のための各種相談、セミナー・交流会等の人的交流を促進する場である札幌大通サテライトを中心に、産業界と産総研・研究ユニットとの連携の強化を図った。平成21年度のサテライトの利用者数は約4,600人、技術相談の件数は約380件であった。当センターでは、産総研の技術シーズに基づく起業、産総研の技術ポテンシャルを活用したバイオベンチャーの支援を目的に「バイオベンチャー育成センター」を独自に設置しており、入居ベンチャー企業に対し、研究支援はもちろんのこと、全国規模のマッチング事業に共に出席し、販路開拓やマッチングなど、ビジネス支援を実施している。この成果に対して、第8回産学官連携推進会議において、科学技術政策担当大臣賞を共同受賞した。

さらに、専門学校生を技術研修員として受け入れ、バイオ技術者としての技術・資質の向上を図る「バイオテクニシャン育成事業」を実施しており、平成21年度は2名の研修生の受入を行った。

広報業務として、約300名の見学者の受入、各種展示会や科学体験イベントへの出展を行った。一般公開は、耐震工事のため11月開催となったが、前年並の970名が来場した。本格研究ワークショップは、農商工連携を一つのテーマに、在札の他研究機関の講演も得て開催した。

機構図（2010/3/31現在）

[北海道センター]

所 長 北野 邦尋
所長代理 太田 英順

—[北海道産学官連携センター]

センター長 (兼)北野 邦尋
産学官連携コーディネータ
(兼)太田 英順、千葉 繁生

総括主幹 中川 充、永石 博志、
根本 輝利

—[ものづくり基盤技術支援室]

室長 (兼)太田 英順

—[北海道センター研究業務推進室]

室長 滝田 哲雄

総括主幹 中川 啓子、横田 久美子

---[ゲノムファクトリー研究部門]

---[メタンハイドレート研究センター]

(3) 東北センター (AIST Tohoku)

所在地：〒983-8551 仙台市宮城野区苦竹4-2-1

代表窓口：TEL:022-237-5211、FAX：022-236-6839

(サイト)

仙台青葉サイト (東北サテライト)

〒980-0811 仙台市青葉区一番町4-7-17

TEL：022-726-6030、FAX：022-224-3425

人 員：43名 (31名)

概 要：

産業技術総合研究所東北センターは、東北経済産業局が推進する産業クラスター計画「TOHOKU ものづくりコリドー」と連携しながら地域産業の振興に向けて、東北地域における研究拠点および連携拠点として、先端的な低環境負荷型化学プロセス分野のCOE化を目指すとともに、東北6県の公設研との連携を基軸にした広域連携のハブ機能としての役割を果たしている。

当センターには、環境負荷の小さい機能性材料の開発と低環境負荷かつ省エネルギー型の化学プロセス技術の開発研究を集中的に実施している「コンパクト化学プロセス研究センター (H22.3.31満了)」が置かれており、化学産業分野におけるエネルギー多消費型化学プロセスから省エネルギー・省資源・低環境負荷型化学プロセスへの革新的転換を目指した技術開発と、実用化及び新しい産業創出を目的として「グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム (GIC)」を組織し、産学官連携活動による産業ニーズと研究シーズのマッチングの促進を図っている。GICには企業会員106社が参加している。具体的な活動としては、隔月にシーズ毎の講演会を開催し、研究情報の交流促進に努めており、その結果、会員企業との共同研究は36件に達し、研究ユニットのシーズを核とした関連企業との連携強化が図られている。さらに、東北地域のものづくり産業基盤を支える各種計測技術に関する産学官連携組織として、東北分析・計測科学技術コンソーシアム (TCAST) を組織し、計測関連技術力の向上に向けた活動を行っている。これらのコンソーシアム活動の成果の一端として、宮城県産業技術総合センター及び加美電

子工業（株）との地域産学官連携共同研究プロジェクトである《有機溶媒フリー革新的塗装技術》は第3回ものづくり大賞特別賞の栄に浴した。

また外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技術研修、研究助成金等に係わる契約業務、JSPS等によるフェロシップや研究交流（派遣・招へい）等の手続きの円滑化、さらには質の高い特許取得のための弁理士相談を積極的に推進した。

さらに、経済産業省が推進する「地域イノベーション創出共同体形成事業」に東北大学と共同で提案し、20年度に引続き採択され、大学や公設研等が参加する広域ネットワークを形成及び各研究機関が保有する研究開発資源の相互活用を進めることで、地域経済の活性化を目指している。特に、産総研東北サテライトに事務局を置く、産総研東北地域部会とも連携し、県域を越えた企業への技術支援体制を構築している。

主な成果普及活動として、8月に東北センター一般公開を開催し過去最高の1,470名の来場者が訪れ、10月には産学官連携フェアみやぎ2009、エコプロダクツ東北2009等を経済団体等と共催し、研究成果の紹介や技術相談を通して成果普及に努めた。12月には東京秋葉原を会場とした、今回で2回目となる東北/関東「環境とものづくり」技術交流フェアの開催とコンパクト化学プロセス研究センターの研究成果発表会を併催し、東北と関東地域が保有する技術シーズ及び研究センター設立からの研究成果の紹介と交流を行った。

高温高圧実験室、防塵室、除振室を備えた東北産学官連携研究棟（とうほく OSL）では、平成21年度末で、32実験・研究室が使用され、東北地域における新たな産業技術創生のための研究開発が行われている。

コンパクト化学プロセス研究センターは平成22年3月31日で満了し、4月1日からは「コンパクト化学システム研究センター」を新設し、環境負荷低減の新素材・化学プロセスの実用化を目指した研究・開発を開始する。

業務報告データ：

○刊行物

名称 (Vol. No.)	刊行区分	発行部数
産総研東北 Newsletter No. 27～30	季刊	900部/回

○主な行事（主催・共催・協賛）

開催年月日	名称
21. 04. 24	平成21年度 GIC 総会及び特別講演会
21. 05. 26	産業技術連携推進会議 東北地域部会総会
21. 06. 12	第16回 GIC 研修セミナー
21. 07. 05	学都仙台・宮城サイエンスデイ
21. 07. 07	産学官交流のつどい
21. 07. 30～31	TCAST 基礎分析講習会

21. 08. 22	産総研東北センター一般公開
21. 08. 27	第17回 GIC 研修セミナー
21. 10. 14	産学官連携フェア2009みやぎ －研究成果発表・交流の集い－
21. 10. 15～17	エコプロダクツ東北2009
21. 10. 15～16	産総研オープンラボ
21. 10. 27	MEMS.PC/GIC 第4回連携シンポジウム (第18回 GIC 研修セミナー)
21. 11. 19～20	知的財産権セミナー
21. 12. 07～08	東北/関東「環境とものづくり」技術交流フェア及びコンパクト化学プロセス研究センター研究成果発表会
21. 12. 11～16	せんだいデザイン・ウィーク2009
22. 02. 16	TCAST 総会・講演会
22. 02. 23	平成21年度 GIC 報告総会及び特別講演会
22. 03. 23～25	スプリングサイエンスキャンプ2010

東北センター 機構図 (2010/3/31現在)

所 長：原田 晃
所長代理：横山 敏郎

[東北産学官連携センター] センター長：(兼) 原田 晃 産学官連携コーディネータ： (兼) 横山 敏郎 松永 英之 小野 實信
[ものづくり基盤技術支援室] 室 長：米谷 道夫
[東北センター研究業務推進室] 室 長：富樫 猛
[コンパクト化学プロセス研究センター]

(4) つくばセンター (AIST Tsukuba)

所在地：〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

人 員：2,243名 (1,763名)

概 要：

産総研つくばセンターは、産総研全体の研究機能の中核として、およそ70パーセントの施設や研究者が集積した大規模研究拠点である。その特徴を生かし、幅広い研究分野をカバーするとともに、分野を融合した、これまでにない新規研究分野の創出を目指している。また、それらの研究ユニットとともに研究関連・管理部門の大部分が集中配置され、東京本部及びつくば本部との密な連携によって、産総研の中核を担う役割を持っている。

つくばセンターは、全国に展開する地域センターと

連携して、また、その立地する茨城県やつくば市そして首都圏の大学・研究機関・民間企業とも密接な連携を進め、研究人材の供給や研究成果の移転を促進する役割を果たしている。地域から国際社会までを視野に入れて、社会や産業界が直面している困難な問題について、科学技術の立場から解決策を提供している。

つくばセンターは、つくば地域に展開する最大規模の研究所の一つとして、地域の環境と安全への取り組みも行っている。

機構図（2010/3/31現在）

[つくばセンター] 所長 小野 晃
 [つくば中央第1] 管理監 三石 安
 管理監補佐 西尾 英治
 [つくば中央第2] 管理監 松永 烈
 管理監補佐 矢島 照清
 [つくば中央第3] 管理監 田中 充
 管理監補佐 五十嵐 光教
 [つくば中央第4] 管理監 三石 安
 管理監補佐 遠藤 玲子
 [つくば中央第5] 管理監 島田 広道
 管理監補佐 後藤 隆司
 [つくば中央第6] 管理監 田口 隆久
 管理監補佐 尾崎 ひろ美
 [つくば中央第7] 管理監 佃 栄吉
 管理監補佐 中島 義昭
 [つくば西] 管理監 山崎 正和
 管理監補佐 金山 敏彦
 管理監補佐 寺平 豊
 [つくば東] 管理監 矢部 彰
 管理監補佐 吉川 正

---[企画本部]
 ---[業務推進本部]
 ---[評価部]
 ---[環境安全管理部]
 ---[広報部]
 ---[男女共同参画室]
 ---[次期情報システム研究開発推進室]
 ---[イノベーション推進室]
 ---[年齢軸生命工学研究センター]
 ---[デジタルヒューマン研究センター]
 ---[近接場光応用工学研究センター]
 ---[ダイヤモンド研究センター]
 ---[太陽光発電研究センター]
 ---[固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター]
 ---[コンパクト化学プロセス研究センター]
 ---[バイオマス研究センター]
 ---[デジタルものづくり研究センター]

---[水素材料先端科学研究センター]
 ---[糖鎖医工学研究センター]
 ---[新燃料自動車センター]
 ---[バイオメディシナル情報研究センター]
 ---[ナノ電子デバイス研究センター]
 ---[ナノチューブ応用研究センター]
 ---[ネットワークフォトンクス研究センター]
 ---[活断層・地震研究センター]
 ---[メタンハイドレート研究センター]
 ---[計測標準研究部門]
 ---[地圏資源環境研究部門]
 ---[知能システム研究部門]
 ---[エレクトロニクス研究部門]
 ---[光技術研究部門]
 ---[人間福祉医工学研究部門]
 ---[脳神経情報研究部門]
 ---[ナノテクノロジー研究部門]
 ---[計算科学研究部門]
 ---[生物機能工学研究部門]
 ---[計測フロンティア研究部門]
 ---[ユビキタスエネルギー研究部門]
 ---[セルエンジニアリング研究部門]
 ---[先進製造プロセス研究部門]
 ---[地質情報研究部門]
 ---[環境管理技術研究部門]
 ---[環境化学技術研究部門]
 ---[エネルギー技術研究部門]
 ---[情報技術研究部門]
 ---[安全科学研究部門]
 ---[器官発生工学研究ラボ]
 ---[エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ]
 ---[サービス工学研究センター]
 ---[先端情報計算センター]
 ---[特許生物寄託センター]
 ---[ベンチャー開発センター]
 ---[地質調査情報センター]
 ---[計量標準管理センター]
 ---[イノベーションスクール]
 ---[産学官連携推進部門]
 ---[知的財産部門]
 ---[国際部門]
 ---[研究業務推進部門]
 ---[能力開発部門]
 ---[財務会計部門]
 ---[研究環境整備部門]

(5) 臨海副都心センター
 (AIST Tokyo Waterfront)

所在地：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目3番地26号

人 員：91名（74名）

概 要：

産業技術総合研究所臨海副都心センターは、文部科学省及び経済産業省の連携協力によって整備された国際研究交流大学村に、産学官連携の役割を担う研究拠点として、平成13年4月1日に設置された。当センターは国内外産学官各分野の一線級研究者による多様な研究に対応できるフレキシビリティの高い空間を設けている。

平成17年4月からは、産学官連携の研究拠点を拡張し、新たにバイオテクノロジーと情報工学の融合研究のための施設として、バイオ・IT 融合研究施設の運用を開始し、技術者等の人材育成から最先端の研究開発まで積極的な事業活動を展開している。

そして9つの研究ユニット（生命情報工学研究センター、バイオメディシナル情報研究センター、デジタルヒューマン研究センター、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、セルエンジニアリング研究部門、情報技術研究部門、計測フロンティア研究部門、サービス工学研究センター、社会知能技術研究ラボ）が、新産業の創出や市場拡大につながる独創的かつ先端的技術シーズの研究開発とともに国内外の研究者との交流や研究成果の情報交換を行っている。

当センターへは、平成21年度に内外の大学・企業・政府関係者等約580名が視察に訪れており、国際的な産学官による研究交流拠点としての役割を果たしている。

平成21年度における外部機関と行った連携研究は、共同研究116件、受託研究24件、委託研究5件である。

また、展示コーナーの休日特別公開を夏休み期間中及び国際研究交流大学村を舞台に開催された、サイエンス・アゴラ2009開催に合わせて実施するなどの広報活動を行っている。

機構図（2010/3/31現在）

〔臨海副都心センター〕 所長 上原 斎

所長代理 野村 信夫

〔臨海副都心産学官連携センター〕

センター長 (兼)上原 斎

総括主幹 東 晴彦

総括主幹 井坂 正美

〔臨海副都心センター研究業務推進室〕

室 長 小野瀬 克信

総括事務マネージャー 前田 康司

室長代理 島田 静夫

生命情報工学研究センター

バイオメディシナル情報研究センター

デジタルヒューマン研究センター

固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター

セルエンジニアリング研究部門

情報技術研究部門

計測フロンティア研究部門

社会知能技術研究ラボ

サービス工学研究センター

(6) 中部センター（AIST Chubu）

所在地：〒463-8560

名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞2266-98

代表窓口：TEL:052-736-7000、FAX:052-736-7400

サイト：瀬戸サイト：〒489-0884瀬戸市西茨町110番地

TEL：0561-82-2141～2

人 員：150名（121名）

概 要：

産業技術総合研究所中部センターは、ものづくり産業が高度に集積した中部地域における研究開発ゾーンの一つである「なごやサイエンスパーク」に立地し、その中核的研究機関となっている。当センターは、地域における伝統的なものづくりである窯業や機械・金属に関わる技術の開発を出発点として発展し、ファインセラミックスや金属などの工業材料の創製・部材化とそのプロセス技術を軸として研究開発を行い、新産業の創生と産業競争力強化に寄与してきている。当センターは、現在、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門及び計測フロンティア研究部門を擁し、持続的発展可能な社会の構築に貢献できる産業技術を確立するため、材料・プロセス・計測評価技術に関わる高度な研究を展開している。また、中部における産業政策の展開に貢献するため産業クラスター計画、中小企業のものづくり基盤技術の高度化支援事業等に協力・支援するとともに、さらに地域の企業・大学・公設研と連携し各種研究開発事業への提案を行った。連携・協力提携協定を締結した名古屋大学および名古屋工業大学とそれぞれ連携協議会を開催すると共に連携強化のため技術交流会を開催した。また、昨年度から開始した共同研究構築のための FS 調査研究を本年度も名古屋大学、名古屋工業大学と共同で実施した。地域の公設試験研究機関とは産業技術連携推進会議の活動を通じ、産総研を中核とした連携を構築するための活動を展開している。中部地域における産学官連携に携わる機関が、活動拠点を共同で運営することにより、当地域のイノベーションの創出基盤の強化に資することを目的として、平成20年度に關係の7機関により設置した「名古屋駅前イノベーションハブ」を活用して、ワンストップサービスが可能な企業向けの技術相談事業を実施するとともに

に、各種イベントを開催した。平成21年度の代表的な活動状況を以下に示す。

中部センター所属の研究ユニット合同により「産業技術総合研究所中部センター研究発表会」を開催し、「サステナブルマテリアル研究部門」より28件、「先進製造プロセス研究部門」より16件、「計測フロンティア研究部門」より3件の研究成果を発表した。また新たな試みとして「オープンラボ」を研究発表会と協調し中部センターにおいて開催した。同時開催により研究発表会の参加者は昨年度より増加し283名、オープンラボはほぼ定員に達する67名の参加者があり、中部センターの研究動向をアピールした。また「メッセナゴヤ2009」（来場者44,119名）において、産総研中部センターならびに中部地域の公設試験研究機関が、各機関の紹介やシーズ・連携成果等の展示を合同で行う「中部地域公設研テクノフェア2009」を開催し好評を得た。

技術普及講演会（参加者62名）を石川県で開催した。

一般公開（来場者1,321名）を8月に開催した。これらの行事以外に、本年度の延べ見学者は479名に達している。

知的財産権の取得を積極的に推進し、国内特許66件、外国特許14件を出願した。

技術相談件数は430件あった。

産業界をはじめとする外部機関との連携も積極的に展開し、共同研究247件、委託研究7件、受託研究38件を行った。大学とは、連携大学院の拡充強化に努め、9大学（名古屋工業大学、岐阜大学、大同大学、名城大学、中部大学、愛知工業大学、長岡技術科学大学、上智大学、北海道大学）に12名の教授と4名の准教授が就任している。東海ものづくり創生プロジェクト及び北陸ものづくり創生プロジェクト関連の会議・研究会に職員を派遣した。また、平成21年度は、地域イノベーション創出研究開発事業4テーマ、戦略的基盤技術高度化支援事業8テーマ、ものづくり中小企業製品開発等支援補助金3テーマ、地域科学技術振興事業2テーマに参加した。

機構図(2010/3/31現在)

[中部センター] 所 長 三留 秀人

所長代理 立石 裕

[中部産学官連携センター]

センター長（兼）三留 秀人

産学官連携コーディネータ

山東 睦夫、渡村 信治、藤井 篤

都築 明博、(兼)立石 裕

知的財産コーディネータ

山田 豊章

総括主幹

中島 弘志、棚瀬 峰晴

林 永二、阪口 修司

[ものづくり基盤技術支援室]

室長 阪口 康司

[中部センター研究業務推進部] 部長 山川 浩一

[研究業務推進室] 室長 青木 正一 他

[会計室] 室長 遠山 丈夫 他

[研究環境管理室] 室長 菅野寿津夫 他

[瀬戸サイト] 吉田 豊 他

先進製造プロセス研究部門

サステナブルマテリアル研究部門

計測フロンティア研究部門

(7) 関西センター (AIST Kansai)

所在地：〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31

代表窓口：TEL：072-751-9601、FAX：072-754-1939

サイト：

尼崎事業所：〒661-0974 兵庫県尼崎市若王寺3-11-46

TEL：06-6494-7854

千里サイト：〒560-0083 大阪府豊中市

新千里西町1-2-14、TEL：06-4863-5025

人 員：189名（153名）

概 要：

産業技術総合研究所関西センターは、旧大阪工業技術研究所、旧電子技術総合研究所大阪ライフエレクトロニクス研究センター、旧計量研究所大阪計測システムセンター、旧地質調査所大阪地域地質センターの4所を母体としている。

現在、当センターには、3研究センター（ダイヤモンド研究センター、システム検証研究センター、健康工学研究センター）、7研究部門（計測標準研究部門、光技術研究部門、人間福祉医工学研究部門、ナノテクノロジー研究部門、ユビキタスエネルギー研究部門、セルエンジニアリング研究部門、環境化学技術研究部門）及び関西産学官連携センター内の3連携研究体が置かれている。

関西センターは、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、地域産業の発展への貢献を目指し、健康な暮らしを支える技術、豊かな暮らしを創る技術、安心・安全な暮らしを守る技術の生活に密着する研究開発を推進している。

関西地域は、産業界とアカデミアが集積し産学官連携が組みやすい構造にある。この特徴を活かし、産総研の研究ポテンシャルを地域産業の振興に役立たせる連携活動も積極的に展開している。

近畿経済産業局をはじめ、企業、大学、公的研究機関、自治体、企業団体や研究開発支援団体などとの交流・連携を深めている。

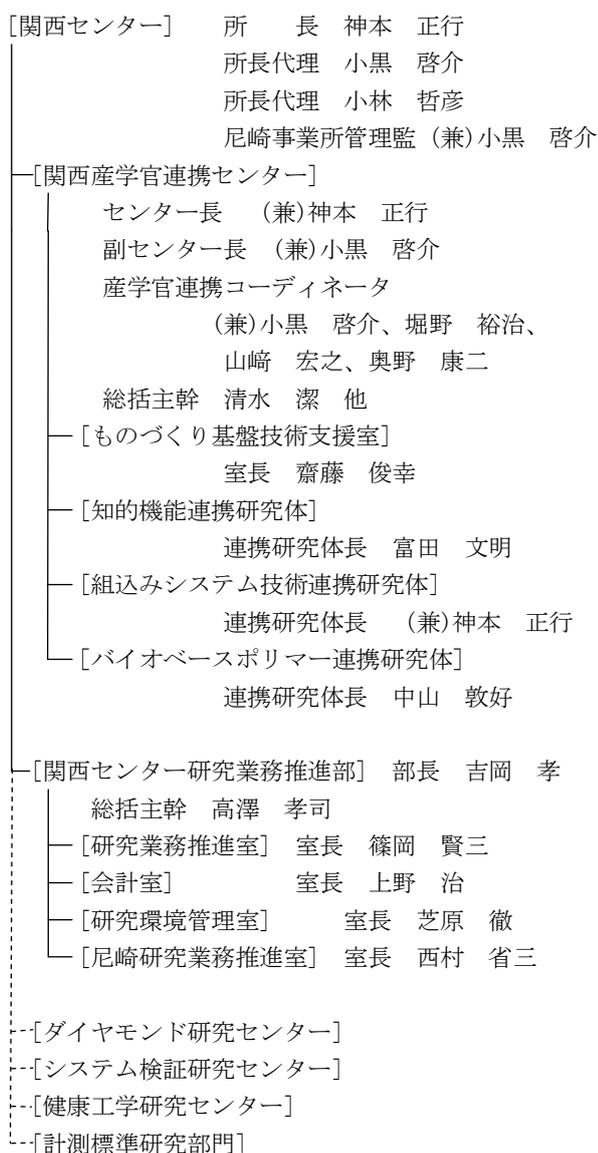
産総研の研究活動を紹介するため、第5回

UBIQEN フォーラム「先端材料の計測解析技術」(大阪市：93名)、第4回ナノテクフォーラム(豊中市：183名)、第4回人工筋肉コンファレンス/生体模倣、人工筋肉とナノバイオに関する第5回国際会議(豊中市：152名)、システム検証研究センター最終報告会(豊中市：81名)等を開催した。

連携業務の平成21年度実績(共同研究232件、技術研修69件、受託研究47件、国内特許出願(単願47件、共願53件)、外国特許出願(単願20件、共願25件))は活発な産学官連携の実態が表われている。

また、科学技術の啓蒙普及を主眼に開催した研究所一般公開(尼崎8月4日、535名)、池田市教育特区事業による市内小学校への科学教室や、全国の科学館や地方自治体等の要請による科学教室を10回(参加者1,078名)実施した。これらの参加者数からもみられるように関西センターに寄せられている期待は大きい。

機構図(2010/3/31現在)



- [光技術研究部門]
- [人間福祉医工学研究部門]
- [ナノテクノロジー研究部門]
- [ユビキタスエネルギー研究部門]
- [セルエンジニアリング研究部門]
- [環境化学技術研究部門]

知的機能連携研究体

(Collaborative Research Team of Intelligent Functions)

連携研究体長：富田 文明(関西センター)

概要：

21年度計画

少子高齢化による労働者不足が懸念されるとともに、安全・安心な生活が謳われる社会的背景において、人間の情報源の大半が3次元視覚情報であることから、産業技術総合研究所が長年にわたって独自に研究開発している高機能3次元視覚技術(距離計測、形状計測、物体認識、運動認識を高精度に実時間で実行)を、分野を問わず人間の活動を支援・代行するシステムに共通的な基盤技術、さらにキラーテクノロジーとして、産学官連携することにより、基礎から応用、そして実用まで連続的に相互にフィードバックのある本格研究を実施する。

1) 視覚基盤技術の研究開発

一般的なニーズの緊急性に基づいて基礎研究(アルゴリズム)の重点課題を設定し、即応的な成果をはかる。

2) 視覚応用技術の研究開発

ハンドアイシステム等の標準的な応用システムに当該3次元視覚技術を組み込むことにより、当該3次元視覚技術の有効性を実証するとともに、応用システム自体を機能的に高度化する。

3) 視覚実用技術の研究開発

当該3次元視覚技術の実用化を目指して、関西の企業を中心とする受託研究、共同研究、技術指導を推進する。

21年度成果

1) 近くに存在する物体を寄り目で観測する場合、従来の2ベースラインステレオ(立体視)法では、明るさの変化の小さい境界線を検出できないことに起因する誤対応から距離計測誤差が発生する問題があったが、新たに3ベースラインステレオ法を開発することにより、正しい距離を計測することが可能になった。

2) 物体の遮蔽輪郭線付近に存在する物体の把持点候補(法線方向が相互に外向きで、ハンド幅以内で一直線上に存在する一対の点)をセグメントステレオ法により検出し、得られた候補点リストについてそれぞれ相関ステレオ法により得られる面情報を用いて把持点の法線の是非を検証するとともに、衝突なく

アプローチ可能な把持方向を検出する方法を開発することにより、モデルのない物体をも把持可能とするハンドアイシステムを実現し、戦略的基盤技術高度支援事業の主要成果とすることができた。

- 3) 製造業の生産工程において認識する部品の種類によっては、初期の部分照合に用いる特徴の誤差が大きい場合があり、従来の一括式探索法による全体照合では、誤対応による位置ずれが生じる問題があったが、1)の方法に加えて、新たに伝播式探索法を開発することにより、実用化の必要条件である100%の成功率（信頼度）を達成することができた。但し、処理の高速化が課題としてある。

組込みシステム技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Verification)

連携研究体長：(兼) 神本 正行（関西センター）

概要：

21年度計画

平成19年度補正予算により関西センターに組込みシステム検証に関する先端技術の研究施設をもうけることとなり、検証向きクラスタコンピュータを導入した。これをきっかけに同施設の運用とそれに伴う技術移転、および関連人材養成を目的に当連携研究体が発足した。大規模並列記号処理によるモデル検査器や SAT solver の開発研究、シミュレーションによるシステム検証とその形式手法による支援、関西経済連合会組込みソフト産業推進会議との共催による組込みシステムアーキテクトの人材養成事業（組込み適塾）などがその活動内容である。平成21年度は、クラスタコンピュータの利用者環境の整備、試験的な利用の開始、組込み適塾の開催、CVS 教程の開発を計画する。

21年度成果

クラスタコンピュータの利用者環境を整備し、6月より試験運用を開始した。産学から6者の施設利用があり、利用者環境の整備が進んだ。学術分野においては、数学上の未解決問題をクラスタコンピュータを利用して利用者が解決した。産業界においては、従来困難であった規模のモデル検査が可能になったため、利用者による製品検証の適用実験において不具合を発見する成果を得た。

一方、7月から9月にかけて組込み適塾の主コースを開催した。国内の大学・産業界から24名の講師を全国から招聘し、産総研の研究員1名を合わせて25名で高度人材の育成にあたった。受講生は22名であり、その全員がコースを修了して修了証を得た。また、実践演習としてリファクタリングのコースを6日間、実践的モデル検査のコースを3日間開催し、合計で13名の受講者が参加した。その全員がコースを修了した。上記各コースの受講者、受講者の派遣元企業、関西経済連合会会員など内外で評価が高く、平成22年度以降も同様の形で人材

育成活動を発展させていく計画である。

更に、数理的検証の研修教材を CVS 教程の名前で開発している。本年はモデル検査に関して2冊の教科書を執筆、出版した他、Agda 研修コースの教材も開発した。

バイオベースポリマー連携研究体

(Bio-based polymers Collaborative Research Team)

連携研究体長：中山 敦好（関西センター）

概要：

21年度計画

バイオベース材料の実用化を目的に、バイオマス由来原料からポリアミド4をはじめとするバイオベースポリマーを製造するためのプロセス、材料物性改善技術、バイオリファイナリー生産物の分析技術の開発を行う。具体的には、ポリアミド4では物性改善による実用物性の付与、その原料のバイオマスからの製造技術の効率化を目指す。微生物産生型ポリエステル、乳酸系ポリマーなどのバイオベースポリマーについても効率的生産手法の開発や実用的な物性を有する材料とするための技術開発を進める。また、バイオベースプラスチックの普及のために、地域への情報発信をし、新技術創生に貢献する。

21年度成果

ポリアミド4の大量合成体制を構築し、民間企業、大学等研究機関へのポリアミド試料の頒布を可能にし、実用化に向けた検討を進めることができた。バイオモノマー合成プロセスに関しては、微生物を活用して高濃度で生産できる連続プロセスを開発し、安価な製造に道を開いた。その他のバイオベースプラスチックに関しても地域連携等を通じ、普及に向けた技術協力を進めた。また、主催した第1回バイオプラスチックシンポジウムでは4件の依頼講演と40件を超える研究発表、企業等からの多数のブース出展があり、145名の参加者を集めて盛大に開催することができた。

(8) 中国センター (AIST Chugoku)

所在地：〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2

代表窓口：TEL：0823-72-1111、FAX：0823-73-3284

(平成22年4月～：〒739-0046 広島県東広島市鏡山3-11-32、TEL：082-420-8230、FAX：082-423-7820)

人員：33名（22名）

概要：

独立行政法人産業技術総合研究所中国センターは、中国地域における中核的な研究拠点として、循環型エネルギー社会の構築に向けた木質系バイオマス資源を活用した再生可能エネルギーの製造技術、システム評価・経済性評価技術の研究技術開発を目的にバイオマス研究センターが設置され、沿岸・閉鎖性海域の環境修復産業の創出を目指して地質情報研究

部門・沿岸海洋研究グループが設置され、環境・エネルギー分野で活動を展開している。

バイオマス研究センターでは、従来からの液体燃料製造（BTL）ベンチプラントの稼働に加えて、木質系バイオマスからのバイオエタノール製造ベンチプラントの稼働を開始し、実用化に向けた技術開発を推進した。また、広島大学、岡山大学との連携協力協定（包括協定）や中国地域バイオマス協議会を通して地域発イノベーション創出に取り組んだ。

沿岸海洋研究グループでは、瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体を軸に現地観測、水理模型実験、数値シミュレーション等の手法に阿賀臨海実験施設（呉市阿賀）を活用して環境修復、生態系モニタリングなど沿岸域の環境保全研究に努めた。

産学官連携センターでは、中国経済産業局や中国地域公設研究機関と連携して、産業技術連携推進会議中国部会、中国地域産総研技術セミナー、産総研四国センターとの共同で中四国地域公設試験研究機関研究者合同研修会の開催、さらには中国5県公設研開放機器データベース開設などを実施して地域産業の活性化を支援した。また、地域イノベーション創出共同体形成事業の実施において、前年度からのバイオ分野での技術マニュアルの高度化に加え、新たにEMC分野の技術マニュアルを作成した。

中国センターの施設公開と研究紹介を兼ねた一般公開を6月に開催し、移転に伴って最後になった大型水理模型の見学には多数の来場があった。

平成22年度からの東広島における中国センター開所に向けて、呉市広から東広島市鏡山に移転を完了した。

機構図（2010/3/31現在）

[中国センター]	所 長 多屋 秀人
	所長代理 池田 正樹
├─[中国産学官連携センター]	センター長（兼）多屋 秀人
	ものづくり基盤技術支援室
	室 長 黒田 正範
├─[中国センター研究業務推進室]	室 長 山田 実
├─[バイオマス研究センター]	水熱・成分分離チーム
	エタノール・バイオ変換チーム
	BTL トータルシステムチーム
	バイオマスシステム技術チーム
├─[地質情報研究部門]	沿岸海洋研究グループ
	瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体

(9) 四国センター（AIST Shikoku）

所在地：〒761-0395 高松市林町2217番地14号

代表窓口：TEL(087)869-3511、FAX(087)869-3554

人 員：36名（26名）

概 要：

独立行政法人産業技術総合研究所の四国拠点としての四国センターは、'94.7月に香川県が技術・情報・文化の複合拠点として旧高松空港跡地に整備した「香川インテリジェントパーク」内に位置している。本パーク内には、先端技術・ソフトウェア開発などを行う県内外企業の研究所、香川大学工学部、香川県における総合的な支援事業を行う（財）かがわ産業支援財団、総合コンベンション施設などが集積している。

四国センターの産学官連携等においては、四国経済産業局、中小企業基盤整備機構四国支部、四国工業研究会等と協力し、四国内外の広域連携による民間企業などとの産学官連携活動、技術開発やコーディネート等の支援活動を活発に行い、地域の産業振興・社会ニーズに答えて貢献している。

研究拠点としての四国センターでは、四国経済産業局の四国テクノブリッジ（産業クラスター）計画の重点課題である健康関連産業を中心とした産業の育成・振興に向けた取組を強化するなど特定の領域で、世界的に高いポテンシャルを有する先端融合研究を推進している。

平成21年度における四国センターの主な業務実績等は次のとおりである。

(1) 健康工学研究センター

健康な長寿社会の構築を見据え、人間生活における人体の健康維持管理に関する工学的技術開発の推進を目的として、平成17年4月に「健康工学研究センター」を設立。産総研の全研究ユニットや四国の行政・企業・大学・研究機関等と緊密に連携しつつ、健康予知診断技術および健康リスク削減技術を中心とした研究開発並びに健康産業創出を推進するわが国における健康工学研究の中核拠点を目指している。

(2) 四国産学官連携センター

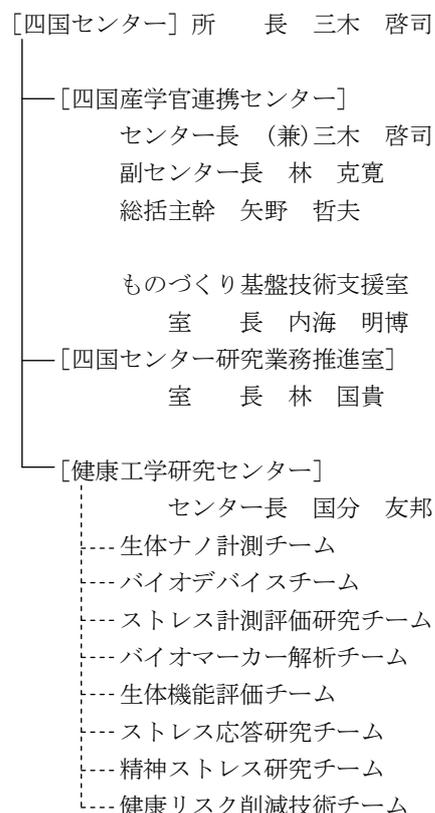
平成21年度の連携拠点としての取組と実績は次のとおりである。

- ① 産学官連携プロジェクトの発掘・立案・実施
- ・地域イノベーション創出共同体形成事業に（財）四国産業・技術支援センターと共に提案・採択され、事務局として事業の効率的な推進を図ると共に、統括コーディネータ、各分科会委員長等として事業を中心となって進めた。特に平成21年度は、四国の農水産資源の活用による地域・産業の躍進を目的に、（独）農業・食品産業技術総合研究機構及び四国4県の公設試験研究機関と協働して、四国主要特産食品に含まれる健康機能性成分の分析

- マニュアル「農水産物・加工食品類中の健康機能性成分類の分析マニュアル集」を作成した。また、平成20年度に作成した「高精度5軸加工技術マニュアル」を普及させるため、講習会を開催した。
 - ・四国経済産業局と連携してテクノブリッジ計画の推進を支援。
 - ・連携プロジェクト発掘、企業ニーズ調査のための企業訪問を実施（訪問企業数 延べ132社）。
 - ・地域イノベーション創出研究開発事業に参画（計2件）。
 - ・香川県が実施している都市エリア産学官連携促進事業に参画。
 - ・戦略的基盤技術高度化支援事業(サポーティングインダストリー)に参画。
 - ・四国内中小企業の要請を受け、ものづくり中小企業製品開発等支援事業（実証型支援事業）を実施。
 - ・中小企業等製品性能評価事業を企業と共同実施。
 - ・共同研究38件（四国内20件、資金提供型4件）、受託研究11件、技術研修10件を実施。
- ② 広域連携を目指した活動
- ・平成17年度に締結した四国6大学（国立5大学+高知工科大学）との包括連携協定に基づき「大学・産総研四国連絡協議会」を開催。これまでの「外部資金獲得を目的とした共同提案プロジェクトの発掘」から、活動内容の深化について検討を進めた。
 - ・昨年度に引き続き（財）四国産業・技術振興センター等と連携し、「第4回四国食品健康フォーラム」を開催した（約160名参加）。
 - ・産業技術連携推進会議四国地域部会の事務局として、公設試研究者の交流と研鑽を目的とした「公設試験研究機関研究者合同研修会」を中国地域と合同で実施した。
 - ・健康工学研究センターが四国に研究拠点を置くメリットを最大限活かし、四国内外の多様なものづくり企業が持つ技術と産総研が持つ健康関連技術シーズを融合させ、健康維持や健康増進など健康支援型の新産業創出を目指す活動を行うことを目的に「産総研・健康ものづくり研究会」を設立した。
 - ・四国地域に新規設立されたヘルスケアイノベーションフォーラム（健康長寿社会の実現及び健康関連産業の育成を目的とする）に参画。関連機関と健康関連データの共同計測を実施した。
- ③ 広報活動
- ・地域への技術シーズの提供として、研究講演会（健康工学研究センター研究成果発表会、四国工業研究会、次世代バイオナノ研究会）3回、産総研セミナー1回、溶接・表面改質フォーラム2回、5軸加工技術マニュアル普及講習会2回を開催した。

- ・四国センター一般公開（907名）、見学者受け入れ14団体（156名）を実施。
- ・産業技術総合研究所四国センターや四国産業技術研究のホームページ、毎月発行の企業会員宛メールマガジンで情報発信。

機構図（2010/3/31現在）



(10) 九州センター（AIST Kyushu）

所在地：〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1
 代表窓口：TEL：0942-81-3600、FAX：0942-81-3690
 福岡サイト：〒812-0038 福岡市博多区祇園町4番2号
 博多祇園 BLDG. 3F
 TEL：092-282-0283、FAX：092-282-0281
 直方サイト：〒822-0002 福岡県直方市頓野1541
 TEL：0949-26-5511、FAX：0949-26-5518
 福岡西事業所：〒819-0395 福岡市西区元岡744
 TEL：092-802-0260、FAX：092-802-0259
 人 員：54名（39名）

概 要：

産業技術総合研究所九州センターは、九州地域におけるオール産総研の窓口として、「研究拠点」と「連携拠点」の二つの機能を活かすための研究開発に取り組んでいる。

九州は半導体、自動車関連分野における製造業の集積地であることから、「研究拠点」として二つの研

究センターを設置している。ひとつは、「マイスター制度」を導入し、半導体産業などの生産現場における品質・生産性の向上、環境保全など新たな計測技術をオンタイムで提供することを目指す「生産計測技術研究センター」であり、鳥栖市の九州センター内に設置している。もう一つは、水素エネルギー社会構築に向けた水素の安全利用技術を確立しつつ、大容量の水素のコンパクトな輸送・貯蔵を実現するための基礎的・科学的知見の深化を目的とする「水素材料先端科学研究センター」であり、九州大学との密接な連携の下、福岡市の同大学伊都キャンパス内（福岡西事業所）に設置している。他にも、九州センター内には、ナノテクノロジー研究部門、サステナブルマテリアル研究部門およびバイオマス研究センターの研究グループが存在している。

「連携拠点」としての活動では、「地域イノベーション創出共同体形成事業」で、半導体関連、自動車関連および食品・バイオ分野に3分科会を設置し、研究会や研究開発環境支援事業において地域企業のイノベーション創出に貢献している。また、福岡サイトにおいては、毎月第二金曜日に中小企業基盤整備機構九州支部、九州経済産業局の3者共同主催による「産学官交流研究会 博多セミナー」（交流会含む）を開催し、産学官の連携・情報交換を行っている。さらに、中小製造業 IT 化支援ソフト基盤「MZ プラットフォーム」（MZPF）導入促進セミナーや講習会を九州・沖縄各県で開催し、MZPF の導入や研究会への積極的な参加を企業に働きかけている。既に、福岡県や長崎県では MZPF 導入ビジネスが成立し、会員企業の拡大が進んでいる（会員企業数：3/31現在、105）。

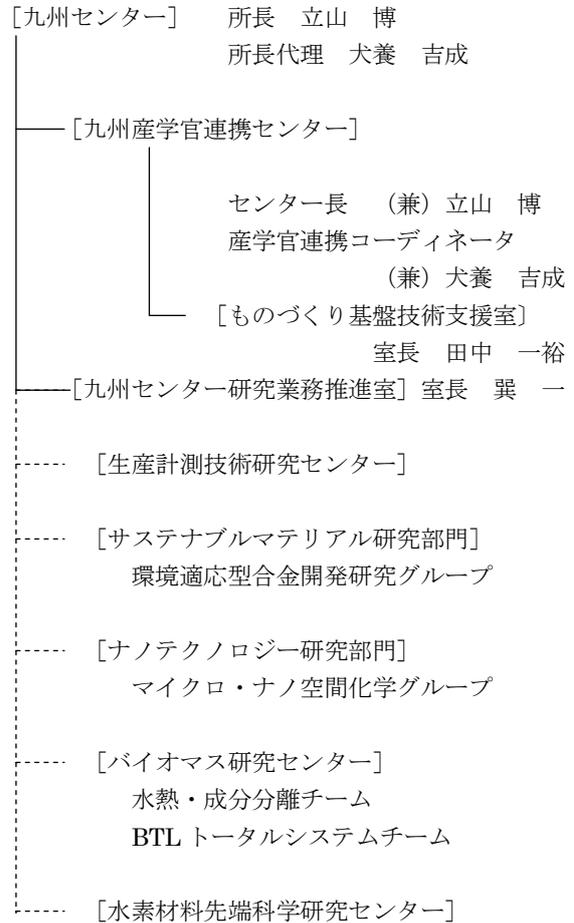
10月には、九州センターを一般公開し、科学の楽しさや不思議さを体験させる機会を提供した（来場者：803名）。その前日には、鳥栖市内の中学1年生約410名の見学も受け入れた。「北九州学術研究都市第9回産学連携フェア」では、九州センターの研究成果をパネル展示するとともに、「産総研本格研究ワークショップ」を開催し、九州の産業を牽引する計測・診断技術について活発な議論を展開させ、同時に産総研の存在をアピールした（参加者：186名）。

11月には「産総研テクノショップ in 九州」を佐賀市で開催し（参加者：88名）、地元企業との意見交換会や技術相談も行い、オール産総研の技術活用を企業に広報した。2月には、九州を代表する産業分野を中心課題とした「九州センター研究講演会」を福岡市で開催した（参加者：155名）。

その他、11月に九州・沖縄地域公設試&産総研活用フォーラム（参加者：151名）を北九州市で開催した。また、産総研コンソーシアム「実環境計測・診断システム協議会」が主催する講演会、出前シンポ

ジウムおよびその傘下の研究会による講演会を17回開催した。

機構図（2010/3/31現在）



4. 総合センター

<凡 例>

総合センター名 (English Name)

所在地：住所

概要：部門概要

関連組織：

業務報告データ (表等で報告)

(1) 地質調査総合センター
(Geological Survey of Japan)所在地：〒305-8567 つくば市東1-1-1 中央第7 他
概要：

産業技術総合研究所地質調査総合センターは、以下に示すように地質調査総合センター代表のもとに構成される研究ユニット及び関連部署からなる産総研内の「地質の調査」に関連する組織の総称である。この組織はほぼ旧工業技術院地質調査所を引き継いでおり、対外的には“Geological Survey of Japan”の名称の基で、各国地質調査所に対して我が国を代表する窓口となっている。

「地質の調査」は、産総研のミッションの一つとして位置付けられている。地質学及び関連科学の幅広い分野にわたる研究者の属する地質調査総合センターは、学際的・境界領域的研究分野の積極的開拓を目指した連携体制を構築し、国の知的基盤整備の一翼を担うとともに、地震・火山噴火等の突発的地質災害発生時の緊急調査・観測体制に対応する機能を持っている。また、地質調査総合センターは、構成する研究ユニットの地質分野における研究成果を一つの出口としてまとめ、旧工業技術院地質調査所の出版物刊行を引き継いだ出版活動及び成果普及活動を実施している。さらに、産学官連携活動の一環として、経済産業省知的基盤課との定期連絡会、関連業界団体である(社)全国地質調査業協会連合会、地方公共団体等との定期懇談会、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」、産技連知的基盤部・環境エネルギー部会等を開催している。

地質調査総合センターでは、各ユニット及び研究管理・関連部署間の意思の疎通を図るために、毎月、連絡会議を開催し、情報交換・意見交換等を行っている。

関連組織 (2010/3/31現在)

[地質調査総合センター]

代表 加藤 碩一

研究コーディネータ 佃 栄吉

産学官連携コーディネータ 古宇田 亮一

研究ユニット等

[活断層・地震研究センター]

センター長 岡村 行信 他

[地圏資源環境研究部門]

部門長 矢野 雄策 他

[地質情報研究部門]

部門長 栗本 史雄 他

[深部地質環境研究コア]

コア代表 渡部 芳夫 他

研究管理・関連部署

[地質調査情報センター]

センター長 脇田 浩二 他

[広報部 地質標本館]

館長 佃 栄吉 他

地域拠点等

[産学官連携推進部門 北海道産学官連携センター]

中川 充 他

事務局

[地質調査情報センター]

業務報告データ

日付 地質調査総合センター行事

H21. 6. 15 第14回地質調査総合センターシンポジウム「地質リスクとリスクマネジメント(その2)ー海外の事例と国内での新たな取り組みー」(秋葉原ダイビル)

H21. 7. 2 第15回地質調査総合センターシンポジウム「古地震と現在の地殻活動から地震を予測するー産総研 活断層・地震研究センターが目指す地震研究ー」(秋葉原ダイビル)

H21. 9. 5 地質情報展2009おかやま(岡山)～9.6

(2) 計量標準総合センター
(National Metrology Institute of Japan)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3

概要：

産業技術総合研究所内の計測標準研究部門と計量標準管理センターの2つの部署等を一括して、計量標準総合センター（National Metrology Institute of Japan：NMIJ）と総称している。計量標準総合センターは、この2部署等が互いに連携を取りながら、経済産業省が企画立案する政策のもと、計量標準や計測分析技術に関する先導的な研究開発を行っていくとともに、質の高い標準供給を行い、我が国のトレーサビリティ制度と法定計量制度の発展に貢献をしている。また、計量標準総合センターは、外部からは産総研の計量に関わる活動の中核的な組織として位置付けられ、国際的にはメートル条約などにおいて日本の代表機関として位置付けられている。

計量に関わる活動を円滑かつ確実に実施するため、計量標準総合センター運営委員会及びその下部委員会である物理標準分科会、化学標準分科会、法定計量分科会を、それぞれ定期的に開催しており、その事務局を計量標準計画室が担っている。

具体的な、主な活動は以下の通りである。

- 1) 標準整備計画に基づく、既存の計量標準の維持・改善と新しい標準の研究・開発
- 2) 高品質な標準の供給、共同研究・技術指導、広報・啓発活動等による成果の普及
- 3) 計量標準の需要動向の調査と、それに基づく標準整備計画や研究課題への反映
- 4) メートル条約、OIML 条約などの国際条約に基づく活動（計量標準の国際相互承認 [MRA]、各国の国家計量標準機関 [NMI] との研究協力・技術協力など）
- 5) 計量や計測に関する人材の育成
- 6) 計量法に基づく計量器の型式承認試験、基準器検査等

関連組織（2010/3/31現在）

[計量標準総合センター] 代表 岡路 正博
[計測標準研究部門]
部門長 岡路 正博 他
[計量標準管理センター]
センター長 三戸 章裕 他

2009年度特記事項

関西センター大阪扇町サイトの移転について
2009年6月1日、関西センター大阪扇町サイトにおける計量標準総合センターの業務は関西センター（池田市）産

業基盤研究棟（新築）に移転した。移転に伴い、法定計量については、2009年3月から2010年6月までの約4ヶ月間、申請受付業務を中断したが、同年7月より全業務を再開した。執務環境が新しくなった部分もあり校正環境が格段に向上した。

業務報告データ

- ・計量標準総合センター全体会合 1回
(1月4日)
- ・計量標準総合センター運営委員会 42回
- ・2009年度供給開始標準項目
物理標準 17、標準物質 13
- ・ピアレビュー及び ASNITE-NMI 認定審査
技術ピアレビュー・ASNITE-NMI 認定の合同審査を通じて、6種類の校正サービス・標準物質供給について認定を取得した
- ・JCSS 審査等への技術専門家の派遣
延べ99件、技術専門家の派遣を実施した
- ・講演会等 5回
- 1. 第9回国際計量標準シンポジウム－CIPM MRA10周年とその未来 ハブ NMI の役割－（NMIJ 主催、日本計量機器工業連合会共催）5月19日 東京国際フォーラム
- 2. 食総研・産総研ジョイントシンポジウム「その分析値は信頼できますか？—食品分析における標準物質・技能試験の役割—」（NMIJ、(独)農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所主催）7月24日 日本大学
- 3. 第24回 NMIJ セミナー（標準物質セミナー）「確かな分析に必要な標準物質」（NMIJ、(社)日本分析機器工業会主催）9月4日 幕張メッセ
- 4. 計測標準フォーラム第7回合同講演会（NMIJ、日本 NCSLI 主催）10月30日 大田区産業プラザ PiO
- 5. 計量標準総合センター2009年度成果発表会 1月28日－29日 産総研つくばセンター共用講堂
- ・主なイベント参加
- 1. 「2009分析展」ブース出展 9月2日－4日 幕張メッセ
- 2. 「計測展2009」ブース出展 11月18日－20日 東京ビッグサイト
- 3. 「PITTCON 2010」ブース出展 3月1日－4日 米国フロリダ州オーランド Orange County Convention Center
- ・出版物発行 0回

①物理標準

最上位に位置する国の計量標準を円滑に供給するため、さまざまな量に対する国の計量標準を整備して、計量・計測器の校正・試験・標準物質の頒布といった形で利用者への標準供給サービスを行っている。

法定計量

	種 類	受理個数	検査・試験個数	不合格個数	不合格率 (%)
イ	検定	6	6	0	0.0
ロ	型式承認試験	184	182	11	6.0
ハ	基準器検査	3,088	3,031	25	0.8
ニ	比較検査	22	20	2	10.0

校正・試験等

	種 類	受理個数	校正・試験個数
ホ	特定標準器による校正 (特定二次標準器)	330	300
へ	依頼試験	1,138	1,103
	技能・特殊試験校正	72	76
	特定標準器による校正 (特定副標準器)	17	13
	OIML 適合性試験	20	13
ト	研究開発品	2	2

イ、検 定

当所で現在行われている計量法に基づいた検定業務は、精度の極めて高いものと高度の検定設備能力を必要とするものなどの機種だけがその対象となっている。

種 類	項目	実施場所	受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
温 度	バックマン温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	6	6	0	0.0
		小 計	6	6	0	0.0
	バックマン温度計以外の ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
合 計	つくばセンター	0	0	0	0.0	
	関西センター	6	6	0	0.0	
総 計			6	6	0	0.0

総合センター

ロ、型式承認試験

計量器の構造（性能及び材料の特性を含む。）をあらかじめ十分に試験して、一定の基準に適合するものに「型式の承認」を与え、同一構造のものについては、その後の計量器の検定に際し、構造の検定を省略（一部残るものもある）し、検定の適正化と効率化を図る制度である。

種 類	項目 実施場所	受 理 個 数			試験個数	承認個数	不承認 個数	不承認率 (%)	
		新 規	追 加	計					
タクシーメーター	つくばセンター	1	0	1	1	1	0	0.0	
	関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	1	0	1	1	1	0	0.0	
質量計	非自動はかり	つくばセンター	24	8	32	36	32	4	11.1
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	24	8	32	36	32	4	11.1
温度計	ガラス製体温計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	抵抗体温計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	20	1	21	24	24	0	0.0
		計	20	1	21	24	24	0	0.0
体積計	水道メーター	つくばセンター	29	0	29	26	24	2	7.7
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	29	0	29	26	24	2	7.7
	温水メーター	つくばセンター	3	0	3	3	3	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	3	0	3	3	3	0	0.0
	燃料油メーター	つくばセンター	6	0	6	5	5	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	6	0	6	5	5	0	0.0
	液化石油ガスメーター	つくばセンター	1	0	1	1	1	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	1	0	1	0	0	0	0.0
	ガスメーター	つくばセンター	8	0	8	6	6	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	8	0	8	7	7	0	0.0
圧力計	アネロイド型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	アネロイド型血圧計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	77	0	77	75	70	5	6.7
		計	77	0	77	75	70	5	6.7
熱量計	ボンベ型熱量計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	積算熱量計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
騒音計	普通騒音計	つくばセンター	1	0	1	1	1	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	1	0	1	1	1	0	0.0
	精密騒音計	つくばセンター	1	0	1	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	1	0	1	0	0	0	0.0
照度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	

総合センター

種 類	項目 実施場所	受 理 個 数			試験個数	承認個数	不承認 個数	不承認率 (%)	
		新 規	追 加	計					
濃 度 計	ジルコニア式酸素濃 度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	溶液導電率式二酸化 硫黄濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	磁気式酸素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	紫外線式二酸化硫黄 濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	紫外線式窒素酸化物 濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	非分散型赤外線式 二酸化硫黄濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
非分散型赤外線式 窒素酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	
非分散型赤外線式 一酸化炭素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	関西センター	1	0	1	1	1	0	0.0	
	計	1	0	1	1	1	0	0.0	
化学発光式窒素 酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	
ガラス電極式水素 イオン濃度検出器	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	関西センター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	
ガラス電極式水素 イオン濃度指示計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	関西センター	3	0	3	3	3	0	0.0	
	計	3	0	3	3	3	0	0.0	
合 計	つくばセンター	74	8	82	79	73	6	7.6	
	関西センター	101	1	102	103	98	5	4.9	
総 計		175	9	184	182	171	11	6.0	

総合センター

ハ、基準器検査

計量器の構造、修理などの事業を行う者及び計量関係行政機関等が、検定、定期検査、立入検査などを行う場合には、その標準として基準器検査に合格して基準器検査成績書が交付された基準器を用いることになっている。基準器検査の対象機種の大半については当所が検査を行っており、これらの業務は計量法に基づいて行う重要な標準供給業務となっている。なお、基準器検査は検定手数料の関係から次の二つに大別される。

- (1) 手数料を徴収する検査（計量器メーカー等が使用するもの）
- (2) 手数料を伴わない検査（計量行政機関等が使用するもの）

種 類	項 目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	実施場所					
長 さ	基準巻尺	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	18	17	0	0.0
		小 計	18	17	0	0.0
	合 計		18	17	0	0.0
質 量 基 準 器	基準手動天びん	つくばセンター	107	111	2	1.8
		関西センター	138	131	8	6.1
		小 計	245	242	10	4.1
	基準台手動はかり	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
	基準直示天びん	つくばセンター	5	5	0	0.0
		関西センター	2	3	0	0.0
		小 計	7	8	0	0.0
	特級基準分銅	つくばセンター	702	702	0	0.0
		関西センター	717	641	1	0.2
		小 計	1,419	1,343	1	0.1
合 計		1,671	1,593	11	0.7	
温 度 基 準 器	基準ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	82	88	1	1.1
		小 計	82	88	1	1.1
	基準ベックマン温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	0	1	0	0.0
小 計	0	1	0	0.0		
合 計		82	89	1	1.1	
体 積 基 準 器	基準フラスコ	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	15	14	0	0.0
		小 計	15	14	0	0.0
	基準ビュレット	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	1	2	0	0.0
		小 計	1	2	0	0.0
	基準ガスメーター	つくばセンター	79	84	3	3.6
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	79	84	3	3.6
	基準水道メーター	つくばセンター	57	57	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	57	57	0	0.0
	基準燃料油メーター	つくばセンター	80	82	1	1.2
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	80	82	1	1.2
基準タンク	つくばセンター	123	141	0	0.0	
	関西センター	0	0	0	0.0	
	小 計	123	141	0	0.0	
基準体積管	つくばセンター	45	47	1	2.1	
	関西センター	0	0	0	0.0	
	小 計	45	47	1	2.1	
合 計		400	427	5	1.2	

総合センター

種 類	項 目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	実施場所					
密度基準器	基準密度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	36	36	0	0.0
		小 計	36	36	0	0.0
	液化石油ガス用 浮ひょう型密度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	46	47	0	0.0
		小 計	46	47	0	0.0
合 計			82	83	0	0.0
圧力基準器	基準液柱型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	188	185	2	1.1
		小 計	188	185	2	1.1
	基準重錘型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	423	419	6	1.4
		小 計	423	419	6	1.4
合 計			611	604	8	1.3
熱量基準器	基準流水型熱量計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
	ユンケルス式流水型熱 量計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
合 計			0	0	0	0.0
騒音	基準静電型 マイクロホン	つくばセンター	13	14	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	13	14	0	0.0
合 計			13	14	0	0.0
振動	基準サーボ式ピックア ップ	つくばセンター	5	6	0	0.0
		関西センター	0	0	0	0.0
		小 計	5	6	0	0.0
合 計			5	6	0	0.0
濃度	基準酒精度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	32	32	0	0.0
		小 計	32	32	0	0.0
合 計			32	32	0	0.0
比重基準器	基準比重浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	158	150	0	0.0
		小 計	158	150	0	0.0
	基準重ボーム度 浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		関西センター	16	16	0	0.0
		小 計	16	16	0	0.0
合 計			174	166	0	0.0
合 計		つくばセンター	1,216	1,249	7	0.6
		関西センター	1,872	1,782	18	1.0
総 計			3,088	3,031	25	0.8

総合センター

二、比較検査

比較検査は、検定と同様に合否の判定を行うが、具体的な器差を明らかにして成績書を交付し、精密な計量に奉仕する制度である。

種 類	項 目		受 理 個 数	検 定 個 数	不 合 格 個 数	不 合 格 率 (%)
	実 施 場 所					
酒 精 度 浮 ひ よ う	つ く ば セ ン タ ー		0	0	0	0.0
	関 西 セ ン タ ー		22	20	2	10.0
総	計		22	20	2	10.0

総合センター

ホ、特定標準器による校正試験

特定標準器による校正（特定二次標準器）

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
01. 長さ		0	0	0	1	0	1
よう素安定化ヘリウムネオンレーザ		0	0	0	1	0	1
02. 幾何学量		2	0	2	2	0	2
ロータリーエンコーダ		2	0	2	2	0	2
03. 時間		125	0	125	103	0	103
周波数発振器		125	0	125	103	0	103
04. 質量		27	0	27	27	0	27
標準分銅		27	0	27	27	0	27
05. 力		5	0	5	9	0	9
ビルトアップ式力基準機		0	0	0	0	0	0
実荷重式、こうかん式又は油圧式力基準機		5	0	5	9	0	9
06. トルク		4	0	4	4	0	4
参照用トルクメータ		0	0	0	0	0	0
参照用トルクレンチ		4	0	4	4	0	4
07. 圧力		14	0	14	14	0	14
ピストン式重錘型圧力計		14	0	14	14	0	14
09. 真空		1	0	1	0	0	0
粘性真空計		1	0	1	0	0	0
10. 流量		14	0	14	7	0	7
ISO型トロイダルスロート音速ノズル		7	0	7	0	0	0
レーザー流速計		0	0	0	0	0	0
液体流量校正装置		0	0	0	0	0	0
気体流量校正装置		0	0	0	0	0	0
石油用流量計		7	0	7	7	0	7
超音波流速計		0	0	0	0	0	0
微風速校正風洞		0	0	0	0	0	0
11. 密度		0	0	0	0	0	0
シリコン単結晶		0	0	0	0	0	0
14. 音響		10	0	10	7	0	7
標準マイクロホン		10	0	10	7	0	7
16. 振動加速度		1	0	1	0	0	0
レーザ干渉式振動測定装置		0	0	0	0	0	0
振動加速度計		1	0	1	0	0	0
19. 直流・低周波		27	0	27	27	0	27
交流抵抗器		2	0	2	2	0	2
電圧発生装置		5	0	5	5	0	5
標準キャパシタ		4	0	4	4	0	4
標準抵抗器		11	0	11	11	0	11
誘導分圧器		5	0	5	5	0	5
20. 高周波		37	0	37	38	0	38
ピストン減衰器		0	0	0	1	0	1
固定長エレメント型ダイポールアンテナ		1	0	1	1	0	1
光パワー測定装置		4	0	4	4	0	4
光電検出器		1	0	1	1	0	1
高周波インピーダンス 3.5 mm 同軸		6	0	6	6	0	6
高周波雑音（同軸）		0	0	0	0	0	0
高周波電圧		1	0	1	1	0	1
高周波電力 2.9 mm 同軸		4	0	4	4	0	4
高周波電力 7 mm 同軸		12	0	12	12	0	12
同軸可変減衰器		8	0	8	8	0	8
21. 測光量・放射量		2	0	2	2	0	2
分光応答度		2	0	2	2	0	2
22. 放射線		13	0	13	11	0	11
β線吸収線量計		1	0	1	1	0	1

総合センター

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
放射線線量計		12	0	12	10	0	10
23. 放射能		7	0	7	3	0	3
放射能測定装置		7	0	7	0	0	0
ガンマ線スペクトロメーター		0	0	0	0	0	0
液体シンチレーションカウンタ		0	0	0	1	0	1
荷電粒子測定装置		0	0	0	2	0	2
24. 中性子		0	0	0	1	0	1
中性子検出器		0	0	0	1	0	1
25. 温度		20	0	20	21	0	21
貴金属熱電対		12	0	12	12	0	12
白金抵抗温度計		8	0	8	9	0	9
26. 湿度		15	0	15	17	0	17
露点計		15	0	15	17	0	17
28. 硬さ		6	0	6	6	0	6
ビッカース硬さ基準機		0	0	0	0	0	0
ビッカース硬さ表標準片		0	0	0	0	0	0
ロックウェル硬さ基準機		6	0	6	0	0	0
ロックウェル硬さ標準片		0	0	0	6	0	6
合 計		330	0	330	300	0	300

へ、依頼試験

依頼試験

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
01. 長さ		44	3	47	43	3	46
デジタルスケール (1 m まで)		0	0	0	0	0	0
ブロックゲージ (遠隔校正)		0	0	0	0	0	0
ブロックゲージ絶対測定		40	0	40	40	0	40
よう素安定化		0	0	0	0	0	0
干渉測長器		2	0	2	1	0	1
距離計		0	0	0	0	0	0
固体屈折率		0	0	0	0	0	0
低熱膨張係数ブロックゲージ絶対測定		0	0	0	0	0	0
特殊ブロックゲージ絶対測定		0	0	0	0	0	0
内径外径		0	3	3	0	3	3
標準尺絶対測定 (指定線間)		2	0	2	2	0	2
標準尺比較測定		0	0	0	0	0	0
02. 幾何学量		27	0	27	29	0	29
AFM 方式段差測定		0	0	0	0	0	0
CMM (遠隔校正)		0	0	0	0	0	0
CMM による幾何形状測定		11	0	11	10	0	10
オートコリメータ		0	0	0	1	0	1
ステップゲージ		2	0	2	2	0	2
ボールバー		0	0	0	0	0	0
ボールプレート・ホールプレート		1	0	1	3	0	3
ロータリーエンコーダ		0	0	0	0	0	0
一次元グレーティング		0	0	0	0	0	0
光学式段差測定 (0.02~0.3 μm)		0	0	0	0	0	0
歯形・歯すじ		0	0	0	0	0	0
歯車ピッチ		0	0	0	0	0	0
触針式段差・深さ		0	0	0	0	0	0
真円度		4	0	4	4	0	4
真直度		0	0	0	0	0	0
多面鏡		2	0	2	2	0	2
二次元グレーティング		0	0	0	0	0	0
表面粗さ測定		1	0	1	1	0	1
平面度		6	0	6	6	0	6
03. 時間		44	0	44	43	0	43
YAG レーザ周波数		0	0	0	0	0	0
広帯域光周波数		1	0	1	1	0	1
周波数 (遠隔校正)		36	0	36	34	0	34
周波数発振器 原子発振器・商用発振器		7	0	7	8	0	8
通信帯光周波数		0	0	0	0	0	0
04. 質量		3	0	3	3	0	3
特性試験		3	0	3	3	0	3
分銅又はおもり		0	0	0	0	0	0
05. 力		1	0	1	1	0	1
高精度力計		1	0	1	1	0	1
06. トルク		8	0	8	8	0	8
トルクメータ		8	0	8	8	0	8
参照用トルクレンチ		0	0	0	0	0	0
07. 圧力		0	0	0	0	0	0
液体		0	0	0	0	0	0
気体		0	0	0	0	0	0
08. 重力加速度		0	0	0	0	0	0
重力加速度		0	0	0	0	0	0
絶対重力計		0	0	0	0	0	0

総合センター

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
09. 真空計	5	0	5	7	0	7
リーク	0	0	0	0	0	0
真空計	5	0	5	7	0	7
副標準用電離真空計管球	0	0	0	0	0	0
10. 流量	8	0	8	8	0	8
液体小流量	0	0	0	0	0	0
液体大流量及び中流量	6	0	6	6	0	6
気体小流量	0	0	0	0	0	0
気体中流速	0	0	0	0	0	0
気体中流量	1	0	1	1	0	1
石油大流量（軽油・灯油）	1	0	1	1	0	1
石油中流量（軽油・灯油）	0	0	0	0	0	0
11. 密度	0	0	0	0	0	0
PVT 性質（気体と液体）	0	0	0	0	0	0
シリコン単結晶	0	0	0	0	0	0
固体材料	0	0	0	0	0	0
12. 粘度・動粘度	21	0	21	18	0	18
粘度計校正用標準液	21	0	21	18	0	18
13. 体積（衡量法）	0	1	1	0	1	1
タンク	0	0	0	0	0	0
ビュレット（出用）	0	0	0	0	0	0
フラスコ（出用）	0	1	1	0	1	1
14. 音響	0	0	0	0	0	0
音場感度（I形、II形マイクロホン）	0	0	0	0	0	0
15. 超音波	28	0	28	28	0	28
音場感度（ハイドロホン）	28	0	28	28	0	28
超音波パワー	0	0	0	0	0	0
超音波音場プロファイル	0	0	0	0	0	0
16. 振動加速度	0	0	0	0	0	0
電荷感度	0	0	0	0	0	0
17. 衝撃加速度	0	0	0	0	0	0
電圧感度	0	0	0	0	0	0
18. 音速	0	0	0	0	0	0
音速	0	0	0	0	0	0
19. 直流・低周波	7	0	7	8	0	8
インダクタ	2	0	2	2	0	2
テラオームメータ	1	0	1	1	0	1
交直電圧比較装置	1	0	1	1	0	1
交流電流比較器	0	0	0	0	0	0
直流分圧器の分圧比の校正	0	0	0	0	0	0
電力計	0	0	0	0	0	0
電力量計	0	0	0	0	0	0
標準抵抗器	0	0	0	0	0	0
標準電圧発生器	0	0	0	0	0	0
変流器	3	0	3	4	0	4
20. 高周波	23	0	23	22	0	22
アンテナ係数試験	4	0	4	4	0	4
ピストン減衰器	0	0	0	0	0	0
レーザエネルギー	0	0	0	0	0	0
レーザパワー	3	0	3	2	0	2
レーザ減衰量	0	0	0	0	0	0
光ファイバパワー	1	0	1	1	0	1
光減衰量	1	0	1	1	0	1
高周波インピーダンス	11	0	11	11	0	11

総合センター

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
高周波雑音		0	0	0	0	0	0
高周波電力		2	0	2	2	0	2
電磁界強度		0	0	0	0	0	0
同軸可変減衰器		0	0	0	0	0	0
同軸固定減衰器		0	0	0	0	0	0
導波管可変減衰器		1	0	1	1	0	1
利得 (ホーンアンテナ)		0	0	0	0	0	0
21. 測光量・放射線量		25	0	25	24	0	24
アパーチャ開口面積 (放射測定用)		0	0	0	0	0	0
分光応答度		17	0	17	17	0	17
分光拡散反射率 (可視域)		6	0	6	6	0	6
分光放射照度		2	0	2	1	0	1
分光放射輝度		0	0	0	0	0	0
22. 放射線		785	0	785	764	0	764
β線		100	0	100	100	0	100
照射線量 (率) 測定器		25	0	25	25	0	25
照射線量測定器		0	0	0	0	0	0
照射線量率測定器		0	0	0	0	0	0
放射光軟X線フルエンス		0	0	0	0	0	0
放射線量検出素子		660	0	660	639	0	639
23. 放射能		0	0	0	0	0	0
γ線核種放射能		0	0	0	0	0	0
環境レベル放射能		0	0	0	0	0	0
放射能試料		0	0	0	0	0	0
放射能測定器		0	0	0	0	0	0
放射能濃度		0	0	0	0	0	0
放射能面密度		0	0	0	0	0	0
24. 中性子		14	0	14	13	0	13
中性子サーベイメータ校正試験		0	0	0	0	0	0
中性子源校正試験		1	0	1	1	0	1
中性子個人線量計校正試験		0	0	0	0	0	0
中性子測定器校正試験		13	0	13	12	0	12
25. 温度		3	0	3	2	0	2
カプセル型白金抵抗温度計		1	0	1	1	0	1
ガラス製温度計		0	0	0	0	0	0
ステム型白金抵抗温度計		0	0	0	0	0	0
貴金属熱電対		0	0	0	0	0	0
非接触温度計・校正装置		2	0	2	1	0	1
26. 湿度		3	0	3	2	0	2
気体中水分濃度測定装置		1	0	1	1	0	1
相対湿度計		0	0	0	0	0	0
露点計		2	0	2	1	0	1
27. 固体物性		21	0	21	21	0	21
熱拡散率		0	0	0	0	0	0
熱膨張率 (線膨張係数)		21	0	21	21	0	21
薄膜熱拡散時間		0	0	0	0	0	0
薄膜熱拡散率測定		0	0	0	0	0	0
比熱容量測定		0	0	0	0	0	0
29. 衝撃値		1	0	1	1	0	1
衝撃試験機		1	0	1	1	0	1
30. 粒子・粒子特性		4	0	4	4	0	4
粒径		1	0	1	1	0	1
粒子質量		0	0	0	0	0	0
粒子数濃度		3	0	3	3	0	3
31. 有機分析		0	0	0	0	0	0
純度測定		0	0	0	0	0	0

総合センター

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
51. 計量器の構成要素及び検査装置の試験		10	0	10	8	0	8
ガソリン量器用空気分離器		0	0	0	0	0	0
はかり・制温ばね等の温度による試験		0	0	0	0	0	0
はかりの制温装置(試験温度-10℃~60℃)		0	0	0	0	0	0
試験装置の認定試験		0	0	0	0	0	0
質量計用ターミナル・デジタルディスプレイ		6	0	6	4	0	4
質量計用指示器(アナログ信号)		4	0	4	3	0	3
伸縮率、増加率、減少率(ガスメーター用 膜)		0	0	0	0	0	0
特定計量器外部接続装置の性能試験		0	0	0	1	0	1
その他		49	0	49	42	0	42
体積		11	0	11	10	0	10
流量		38	0	38	32	0	32
合 計		1,134	4	1,138	1,099	4	1,103

へ、依頼試験

技能・特殊試験校正

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
01. 長さ		2	0	2	1	0	1
距離計		1	0	1	1	0	1
固体屈折率		1	0	1	0	0	0
02. 幾何学量		1	0	1	1	0	1
触針式段差・深さ		0	0	0	0	0	0
オートコリメータ		1	0	1	1	0	1
04. 質量		40	0	40	40	0	40
分銅又はおもり		20	0	20	20	0	20
特性試験		20	0	20	20	0	20
05. 力		1	0	1	1	0	1
高精度力計		1	0	1	1	0	1
力計		0	0	0	0	0	0
07. 圧力		1	0	1	1	0	1
気体		1	0	1	1	0	1
液体		0	0	0	0	0	0
10. 流量		8	0	8	8	0	8
気体中流量		1	0	1	1	0	1
微風速		2	0	2	2	0	2
気体中流速		2	0	2	2	0	2
液体小流量		1	0	1	1	0	1
液体大流量及び中流量		1	0	1	1	0	1
石油大流量（軽油・灯油）		1	0	1	1	0	1
11. 密度		4	0	4	4	3	7
酒精度浮ひょう		0	0	0	0	1	1
重ボーム度浮ひょう		0	0	0	0	1	1
日本酒度浮ひょう		0	0	0	0	1	1
シリコン単結晶		3	0	3	3	0	3
固体材料		1	0	1	1	0	1
14. 音響		1	0	1	1	0	1
サウンドレベルメータ		0	0	0	0	0	0
音響校正器		0	0	0	0	0	0
音場感度（計測用マイクロホン）		1	0	1	1	0	1
16. 振動加速度		1	0	1	1	0	1
振動加速度計		1	0	1	1	0	1
19. 直流・低周波		1	0	0	1	0	1
キャパシタ		0	0	0	0	0	0
交流抵抗器		0	0	0	0	0	0
標準抵抗器		1	0	1	1	0	1
20. 高周波		6	0	6	6	0	6
アンテナ係数試験		0	0	0	0	0	0
レーザパワー校正		0	0	0	0	0	0
高周波電力		1	0	1	1	0	1
高周波電圧		0	0	0	0	0	0
高周波インピーダンス		3	0	3	3	0	3
同軸可変減衰器		1	0	1	1	0	1
光ファイバパワー		1	0	1	1	0	1
21. 測光量・放射量		0	0	0	3	0	3
光度		0	0	0	2	0	2
分光放射照度		0	0	0	1	0	1
25. 温度		2	0	2	2	0	2
貴金属熱電対		0	0	0	0	0	0
白金抵抗温度計		2	0	2	2	0	2

総合センター

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
非接触温度計・校正装置		0	0	0	0	0	0
26. 湿度		4	0	4	3	0	3
露点計		4	0	4	3	0	3
28. 硬さ		0	0	0	0	0	0
ロックウェル硬さ標準片		0	0	0	0	0	0
合 計		72	0	72	73	3	76

へ、依頼試験

特定標準器による校正（特定副標準器）

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
19. 直流・低周波		7	0	7	7	0	7
ジョセフソン効果電圧測定装置		0	0	0	0	0	0
交直差測定装置		0	0	0	0	0	0
交流電圧用交直変換器		3	0	3	3	0	3
交流電流用交直変換器		1	0	1	1	0	1
抵抗測定装置		0	0	0	0	0	0
電圧測定装置		0	0	0	0	0	0
電圧発生装置		1	0	1	1	0	1
標準抵抗器		2	0	2	2	0	2
標準分圧器		0	0	0	0	0	0
21. 測光量・放射量		3	0	3	0	0	0
コイル M 字型光度標準電球		0	0	0	0	0	0
コイル M 字型分布温度標準電球		0	0	0	0	0	0
全光束標準電球		0	0	0	0	0	0
単平面型照度標準電球		0	0	0	0	0	0
分光放射照度標準電球		3	0	3	0	0	0
25. 温度		7	0	7	6	0	6
温度計用		4	0	4	3	0	3
放射温度計校正用		3	0	3	3	0	3
合 計		17	0	17	13	0	13

へ、OIML 適合性試験

種 類	項目 実施場所	受理個数	検査個数	不合格 個 数	不合格率 (%)
ロードセル	つくばセンター 関西センター	13 0	4 0	3 0	75.0 0.0
自動車等給油メーター	つくばセンター 関西センター	1 0	1 0	0 0	0.0 0.0
電子体温計	つくばセンター 関西センター	0 0	0 0	0 0	0.0 0.0
非自動はかり	つくばセンター 関西センター	4 0	6 0	0 0	0.0 0.0
総 計		20	13	3	23.1

総合センター

へ、依頼試験

部門内校正

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
01. 長さ		2	4	6	2	4	6
ブロックゲージ絶対測定		1	0	1	1	0	1
よう素安定化		1	0	1	1	0	1
内径外径		0	4	4	0	4	4
02. 幾何		2	0	2	2	0	2
CMMによる幾何形状測定		1	0	1	1	0	1
真円度		1	0	1	1	0	1
04. 質量		24	0	24	24	0	24
分銅又はおもり		24	0	24	24	0	24
07. 圧力		5	0	5	5	0	5
気体		5	0	5	5	0	5
10. 流量		14	0	14	14	0	14
気体小流量		14	0	14	14	0	14
11. 密度		1	0	1	1	0	1
シリコン単結晶		1	0	1	1	0	1
19. 直流・低周波		7	0	7	7	0	7
交流抵抗器		2	0	2	1	0	1
誘導分圧器		3	0	3	3	0	3
標準抵抗器		2	0	2	3	0	3
20. 高周波		84	0	84	85	0	85
アンテナ係数試験		6	0	6	6	0	6
高周波インピーダンス		55	0	55	55	0	55
高周波雑音		1	0	1	1	0	1
高周波電力		0	0	0	1	0	1
同軸固定減衰器		21	0	21	21	0	21
導波管可変減衰器		1	0	1	1	0	1
25. 温度		5	0	5	10	0	10
白金抵抗温度計		4	0	4	6	0	6
カプセル型白金抵抗温度計		0	0	0	2	0	2
非接触温度計・校正装置		1	0	1	2	0	2
合 計		144	4	148	150	4	154

所内校正

21年度実績なし

ト、研究開発品

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	関西 センター	計	つくば センター	関西 センター	計
1. 熱拡散率試験片 (4枚)		0	0	0	0	0	0
2. 白金パラジウム熱電対		0	0	0	0	0	0
3. 音速試験片		0	0	0	0	0	0
4. 熱膨張率標準物質(単結晶シリコン)		1	0	1	1	0	1
5. 熱膨張率標準物質(ガラス状炭素)		0	0	0	0	0	0
6. 熱拡散率標準物質(等方性黒鉛)		1	0	1	1	0	1
合 計		2	0	2	2	0	2

3.～6. は標準物質へ移行 (H20. 5. 1)

②認証標準物質

計量標準総合センターでは品質システムを整備し、生産計画に基づいて標準物質の生産を行っている。特性値は安定性と均一性を確認し、妥当性が確かめられた測定方法とトレーサビリティの確立された計測標準を用いている。また、不確かさを算出した上で内部の標準物質認証委員会にて審議され、認証標準物質（NMIJ CRM）を随時頒布している。

認証標準物質の一覧表
(NMIJ 認証標準物質)

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM 1001-a	鉄-クロム合金 (Cr 5%)	3
NMIJ CRM 1002-a	鉄-クロム合金 (Cr 15%)	3
NMIJ CRM 1003-a	鉄-クロム合金 (Cr 20%)	3
NMIJ CRM 1004-a	鉄-クロム合金 (Cr 30%)	3
NMIJ CRM 1005-a	鉄-クロム合金 (Cr 40%)	3
NMIJ CRM 1006-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 5%)	2
NMIJ CRM 1007-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 10%)	2
NMIJ CRM 1008-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 20%)	2
NMIJ CRM 1009-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 40%)	2
NMIJ CRM 1010-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 60%)	2
NMIJ CRM 1011-b	鉄-炭素合金 (C 0.1%)	3
NMIJ CRM 1012-b	鉄-炭素合金 (C 0.2%)	3
NMIJ CRM 1013-b	鉄-炭素合金 (C 0.3%)	3
NMIJ CRM 1014-b	鉄-炭素合金 (C 0.5%)	3
NMIJ CRM 1015-b	鉄-炭素合金 (C 0.7%)	3
NMIJ CRM 1016-a	鉄クロム合金 (Cr 40%)	0
NMIJ CRM 1017-a	EPMA 用ステンレス鋼	1
NMIJ CRM 1018-a	EPMA 用 Ni (36%) - Fe 合金	1
NMIJ CRM 3001-a	フタル酸水素カリウム	44
NMIJ CRM 3001-b	フタル酸水素カリウム	13
NMIJ CRM 3003	三酸化二ひ素	7
NMIJ CRM 3004	アミド硫酸	16
NMIJ CRM 3005	炭酸ナトリウム	3
NMIJ CRM 3401-a	一酸化窒素	0
NMIJ CRM 3402-a	二酸化硫黄	0
NMIJ CRM 3403-a	亜酸化窒素標準ガス (高濃度、窒素希釈)	0
NMIJ CRM 3404-b	酸素	0
NMIJ CRM 3406-a	一酸化炭素	1
NMIJ CRM 3407-a	二酸化炭素	0
NMIJ CRM 3605-a	アルミニウム標準液 Al (1000)	1
NMIJ CRM 3606-a	銅標準液 Cu (1000)	1
NMIJ CRM 3607-a	亜鉛標準液 Zn (1000)	2
NMIJ CRM 3608-a	鉛標準液 Pb (1000)	1
NMIJ CRM 3609-a	カドミウム標準液 Cd (1000)	1
NMIJ CRM 3611-a	鉄標準液 Fe (1000)	1
NMIJ CRM 3612-a	ニッケル標準液 Ni (1000)	1
NMIJ CRM 3613-a	コバルト標準液 Co (1000)	1
NMIJ CRM 3616-a	ビスマス標準液 Bi (1000)	1
NMIJ CRM 3621-a	バリウム標準液 Ba (1000)	1
NMIJ CRM 3622-a	モリブデン標準液 Mo (1000)	1
NMIJ CRM 3623-a	ストロンチウム標準液 Sr (1000)	0
NMIJ CRM 3625-a	タリウム標準液 Tl (1000)	0
NMIJ CRM 3626-a	すず標準液 Sn (1000)	2
NMIJ CRM 3629-a	インジウム標準液 In (1000)	1

総合センター

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM 3631-a	ガリウム標準液 Ga (1000)	0
NMIJ CRM 3632-a	バナジウム標準液 V (1000)	0
NMIJ CRM 4001-a	エタノール	12
NMIJ CRM 4002-a	ベンゼン	14
NMIJ CRM 4003-a	トルエン	17
NMIJ CRM 4004-a	1,2-ジクロロエタン	1
NMIJ CRM 4011-a	<i>o</i> -キシレン	0
NMIJ CRM 4012-a	<i>m</i> -キシレン	0
NMIJ CRM 4013-a	<i>p</i> -キシレン	0
NMIJ CRM 4019-a	プロモホルム (トリプロモメタン)	0
NMIJ CRM 4020-a	プロモジクロロメタン	0
NMIJ CRM 4021-a	エチルベンゼン	2
NMIJ CRM 4022-a	フタル酸ジエチル	9
NMIJ CRM 4030-a	ビスフェノール A	6
NMIJ CRM 4036-a	ジプロモクロロメタン	1
NMIJ CRM 4039-a	1,4-ジクロロベンゼン	1
NMIJ CRM 4040-a	アクリロニトリル	14
NMIJ CRM 4041-a	塩化ビニル	0
NMIJ CRM 4042-a	1,3ブタジエン	0
NMIJ CRM 4051-a	メタン	1
NMIJ CRM 4052-a	プロパン	0
NMIJ CRM 4055-a	スチレン	2
NMIJ CRM 4201-a	<i>p,p'</i> -DDT 標準液	0
NMIJ CRM 4202-a	<i>p,p'</i> -DDE 標準液	0
NMIJ CRM 4203-a	γ -HCH 標準液	3
NMIJ CRM 4206-a	PCB28標準液	1
NMIJ CRM 4207-a	PCB153標準液	1
NMIJ CRM 4208-a	PCB170標準液	1
NMIJ CRM 4209-a	PCB194標準液	1
NMIJ CRM 4210-a	PCB70標準液	1
NMIJ CRM 4211-a	PCB105標準液	1
NMIJ CRM 4213-a	ベンゾ[a]ピレン標準液	2
NMIJ CRM 4214-a	<i>p,p'</i> DDT, <i>p,p'</i> DDE, <i>p,p'</i> DDD, γ HCH 混合標準液	0
NMIJ CRM 4215-a	燃料中硫黄分分析用標準液	2
NMIJ CRM 4403-a	SF ₆ ・CF ₄ 混合標準ガス (窒素希釈、排出レベル)	0
NMIJ CRM 4404-a	SF ₆ ・CF ₄ 混合標準ガス (窒素希釈、濃度0.5%)	0
NMIJ CRM 4405-a	C ₂ F ₆ ・CF ₄ 混合標準ガス (窒素希釈、濃度0.5%)	0
NMIJ CRM 5001-a	ポリスチレン2400	5
NMIJ CRM 5002-a	ポリスチレン500	5
NMIJ CRM 5003-a	ポリカーボネート46000	0
NMIJ CRM 5004-a	ポリスチレン1000	6
NMIJ CRM 5005-a	ポリエチレングリコール400	7
NMIJ CRM 5006-a	ポリエチレングリコール1000	7
NMIJ CRM 5007-a	ポリエチレングリコール1500	8
NMIJ CRM 5008-a	ポリスチレン (多分散)	1
NMIJ CRM 5101-a	しゅう酸塩 pH 標準液	1
NMIJ CRM 5102-a	フタル酸塩 pH 標準液	2
NMIJ CRM 5103-a	中性りん酸塩 pH 標準液	3
NMIJ CRM 5104-a	りん酸塩 pH 標準液	1
NMIJ CRM 5105-a	ほう酸塩 pH 標準液	1
NMIJ CRM 5106-a	炭酸塩 pH 標準液	1
NMIJ CRM 5201-a	GaAs/AlAs 超格子	7

総合センター

識別記号	名称	頒布数
NMIJ CRM 5202-a	SiO ₂ /Si 多層膜標準物質	7
NMIJ CRM 5203-a	GaAs/AlAs 超格子	1
NMIJ CRM 5204-a	極薄シリコン酸化膜	0
NMIJ CRM 5401-a	シクロヘキサン (熱物性用標準物質)	6
NMIJ CRM 5501-a	高分子引張弾性率	0
NMIJ CRM 5502-a	動的粘弾性 (PVC)	1
NMIJ CRM 5503-a	動的粘弾性 (PMMA)	7
NMIJ CRM 5504-a	動的粘弾性 (PE UHMW)	2
NMIJ CRM 5505-a	動的粘弾性 (PEEK)	2
NMIJ CRM 5506-a	シャルピー衝撃試験 (PVC)	2
NMIJ CRM 5507-a	シャルピー衝撃試験 (PMMA)	0
NMIJ CRM 5601-a	陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラス	3
NMIJ CRM 5602-a	陽電子寿命による超微細空孔測定用ポリカーボネート	2
NMIJ CRM 6001-a	コレステロール	3
NMIJ CRM 6005-a	クレアチニン	0
NMIJ CRM 6006-a	尿素	0
NMIJ CRM 6007-a	ヒドロコルチゾン	1
NMIJ CRM 6201-a	C 反応性蛋白溶液	26
NMIJ CRM 7202-a	河川水 (添加)	44
NMIJ CRM 7302-a	海底質 (有害金属分析用)	4
NMIJ CRM 7303-a	湖底質 (有害金属分析用)	3
NMIJ CRM 7304-a	海底質 (ポリクロロビフェニル、塩素系農薬分析用 - 高濃度)	0
NMIJ CRM 7305-a	海底質 (ポリクロロビフェニル、塩素系農薬分析用 - 低濃度)	1
NMIJ CRM 7306-a	海底質 (有機スズ分析用)	1
NMIJ CRM 7307-a	湖底質 (多環芳香族炭化水素分類分析用)	1
NMIJ CRM 7401-a	サメ肝油(塩素系農薬類分析用)	1
NMIJ CRM 7402-a	タラ魚肉粉末標準物質 (微量元素・アルセノベタイン・メチル水銀分析用)	30
NMIJ CRM 7403-a	メカジキ魚肉粉末 (微量元素・アルセノベタイン・メチル水銀分析用)	16
NMIJ CRM 7501-a	白米粉末 (微量元素分析用 Cd 濃度レベル I)	22
NMIJ CRM 7502-a	白米粉末 (微量元素分析用 Cd 濃度レベル II)	22
NMIJ CRM 7503-a	白米粉末 (ヒ素化合物・微量元素分析用)	25
NMIJ CRM 7504-a	玄米粉末 (残留農薬分析用)	3
NMIJ CRM 7901-a	アルセノベタイン水溶液	11
NMIJ CRM 7902-a	絶縁油 (高濃度)	15
NMIJ CRM 7903-a	絶縁油 (低濃度)	6
NMIJ CRM 7904-a	重油	0
NMIJ CRM 7905-a	重油 (ブランク)	0
NMIJ CRM 7912-a	ひ酸 [As(V)]水溶液	12
NMIJ CRM 7913-a	ジメチルアルシリン酸水溶液	7
NMIJ CRM 8001-a	ファインセラミックス用炭化けい素 (α型) 微粉末標準物質	3
NMIJ CRM 8002-a	ファインセラミックス用炭化けい素 (β型) 微粉末標準物質	2
NMIJ CRM 8003-a	ファインセラミックス用窒化けい素微粉末 (直接窒化合成) I	0
NMIJ CRM 8004-a	ファインセラミックス用窒化けい素 (直接窒化合成) II	9
NMIJ CRM 8005-a	ファインセラミックス用窒化けい素微粉末 (イミド分解合成)	1
NMIJ CRM 8102-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット (Cd, Cr, Pb ; 低濃度)	20
NMIJ CRM 8103-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット (Cd, Cr, Pb ; 高濃度)	5
NMIJ CRM 8105-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク (Cd, Cr, Pb ; 低濃度)	11
NMIJ CRM 8106-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク (Cd, Cr, Pb ; 高濃度)	11
NMIJ CRM 8107-a	ビスフェノール A 含有ポリカーボネート	5
NMIJ CRM 8108-a	臭素系難燃剤含有ポリスチレン	34
NMIJ CRM 8108-b	臭素系難燃剤含有ポリスチレン	2
NMIJ CRM 8109-a	臭素系難燃剤含有ポリ塩化ビニル	8

総合センター

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM 8110-a	臭素系難燃剤含有ポリスチレン (高濃度)	13
NMIJ CRM 8112-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット (Cd, Cr, Hg, Pb ; 低濃度)	10
NMIJ CRM 8113-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット (Cd, Cr, Hg, Pb ; 高濃度)	9
NMIJ CRM 8115-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク (Cd, Cr, Hg, Pb ; 低濃度)	9
NMIJ CRM 8116-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク (Cd, Cr, Hg, Pb ; 高濃度)	29
NMIJ CRM 8123-a	重金属分析用 PVC 樹脂ペレット (Cd, Cr, Hg, Pb ; 高濃度)	9
NMIJ CRM 8133-a	重金属分析用 PP 樹脂ペレット (Cd, Cr, Hg, Pb ; 高濃度)	7
NMIJ CRM 8136-a	重金属分析用 PP 樹脂ディスク (Cd, Cr, Hg, Pb ; 高濃度)	7
合 計		780

③外国出張・招へい、協力協定、国際比較

外国出張

出張件数	出張先国	出張目的
149件	フランス	国際度量衡委員会 国際度量衡委員会諮問委員会 国際法定計量委員会 アジア太平洋計量計画 アジア太平洋法定計量フォーラム 二国間比較 その他
	マレーシア	
	ブラジル	
	アメリカ	
	中国	
	タイ	
	オランダ	
	イギリス	
	韓国	
	ドイツ	
	オーストリア	
	シンガポール	
	ケニア	
	ポルトガル	
スイス		
その他		

外国人招へい

件数	招へい国	招へい目的
13件	韓国(6件)	ピアレビュー その他
	ブラジル(1件)	
	タイ(1件)	
	カナダ(1件)	
	アメリカ(1件)	
	オーストラリア(1件)	
	ドイツ(1件)	
	ニュージーランド(1件)	

産総研技術研修による外国人の受入

分野	人数 (人)	相手国
標準ガス	1	タイ
品質システム	2	
標準物質	2	
温度	1	
pH 標準	1	マレーシア
幾何標準	1	
法定計量技術	2	韓国

総合センター

JICA 予算による外国人の受入

研修名	人数(人)	受入相手国
法定計量分野の社会・産業基盤整備	5	フィリピン(2)
		インドネシア(2)
		ベトナム(1)

外国機関との研究協力覚書締結

題名	相手機関	調印日
質量関連量諮問委員会(CCM)国際アボガドロ調整会議(IAC)により締結された「新しいアボガドロ定数の決定」を促進するための協力協定1年延長	国際度量衡局(BIPM)、イタリア計量研究所(INRIM)、欧州連合標準物質計測研究所(IRMM)、オーストラリア連邦国立計測研究所(NMIA)、ドイツ物理工学研究所(PTB)	2009年10月7日
アジア地域における標準物質に関する協力の覚書	中国計量科学研究院及び韓国標準科学研究院	2009年10月7日
度量衡及び計測標準に関する研究協力覚書	ブラジル国立工業度量衡・品質規格院	2009年10月8日
度量衡及び計測標準に関する研究協力覚書	中国計量科学研究院	2010年3月25日

国際比較

分野 (BIPM)	件数
時間・周波数	0
長さ	1
質量関連量	6
音響・超音波・振動	4
測温	4
物質質量	3
測光・放射	1
放射線	3
電気・磁気	0
合計	22

総合センター

④講習・教習

平成21年度計量教習実績

計量標準管理センター 計量研修センター

講習・教習名		対象者	期間		場所	受講者数
一般計量教習	前期	計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員	H21. 4. 7～7. 3	3月	つくば	19
	後期		H21. 9. 1～12. 2	3月	つくば	31
一般計量特別教習		計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員で一般計量教習を修了した者	H22. 1. 7～3. 5	2月	つくば	35
環境計量特別教習	濃度関係		H22. 1. 7～2. 26	7週間	つくば	9
短期計量教習	第一回	計量行政機関等の職員	H21. 7. 1～7. 29	1月	つくば	24
	第二回		H21. 11. 18～12. 16	1月	つくば	38
特定教習	計量検定所・計量検査所 新任所長教習	都道府県及び特定市の新任所長	H21. 6. 3～6. 5	3日	つくば	19
	指定製造事業者制度教習	当該制度の検査に携わる都道府県等の職員	H21. 6. 8～6. 19	2週間	つくば	19
	計量検定所・計量検査所 幹部職員教習	都道府県及び特定市の幹部計量公務員	H21. 8. 5～8. 7	3日	つくば	21
	環境計量証明事業制度教習	都道府県及び特定市の職員	H21. 5. 18～5. 29	2週間	つくば	17
	特定計量証明事業管理者講習	当該事業の環境計量士（濃度関係）であって、ダイオキシン類の実務の経験一年以上等の者	H21. 10. 26～10. 30	1週間	つくば	5
計量研修	実務者向け機器分析技術研修	計量関係技術者	H21. 6. 23～6. 25	3日	つくば	3
	計測における不確かさ研修（中・上級コース）	計量関係技術者	H21. 12. 16～12. 17	2日	つくば	17
環境計量講習	濃度関係	環境計量士の国家試験に合格した者であって、施行規則第51条（登録条件）の条件を満たさない者。登録しようとする区分に係る環境計量証明事業者等に属し、かつ、計量に関する実務に1年以上従事している方については、その実務経験が認められれば環境計量士として登録することが出来るので本講習を受講することは不要	H21. 7. 7～7. 10	各4日間	つくば	29
			H21. 7. 21～7. 24			30
			H21. 7. 28～7. 31			30
			H21. 8. 18～8. 21			30
			H21. 8. 24～8. 28			30
			H21. 9. 15～9. 18			30
			H21. 10. 6～10. 9			30
			H21. 10. 13～10. 16			28
			H21. 11. 17～11. 20			27
			H21. 11. 24～11. 27			26
	H21. 12. 1～12. 4		19			
	騒音・振動関係		H21. 9. 7～9. 11	1週間	つくば	25
			H21. 9. 28～10. 2			25
			H21. 10. 19～10. 23			23
H21. 11. 9～11. 13		20				
JICA 集団研修	『法定計量分野の社会・産業基盤整備』 コース	発展途上国の計量関係公務員	H21. 6. 9～9. 5 *日数は産総研が担当の受入日数	18日	つくば他	5
合計（人）						664

Ⅲ. 資 料

Ⅲ. 資 料

従来の工業技術院年報で大部分を占めていた研究発表、特許登録などのデータは、産業技術総合研究所年報からは、研究ユニット別の成果等にて記載している。これらのデータは、産業技術総合研究所公式ホームページ (<http://www.aist.go.jp/>) データベースにて提供されている。

資料

1. 研究発表

	誌上	口頭	その他	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
理事 (7)	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7
コンプライアンス推進本部 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
監事 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究コーディネータ (9)	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	9
産業技術アーキテクト (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
顧問 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最高顧問 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
参事 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
企画本部 (24)	11	11	2	1	0	0	0	0	0	1	24
評価部 (19)	5	12	2	1	0	0	0	0	0	1	19
環境安全管理部 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
業務推進本部 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
男女共同参画室 (3)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
イノベーション推進室 (72)	16	51	5	4	0	0	0	0	1	0	72
次期情報システム研究開発推進室 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
広報部 (86)	18	4	64	0	16	0	0	10	38	0	86
特許生物寄託センター (10)	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10
年齢軸生命工学研究センター (44)	12	30	2	2	0	0	0	0	0	0	44
デジタルヒューマン研究センター (272)	110	157	5	4	0	0	0	0	0	1	272
近接場光応用工学研究センター (99)	34	59	6	1	0	0	0	0	2	3	99
ダイヤモンド研究センター (68)	17	47	4	3	0	0	0	0	0	1	68
太陽光発電研究センター (331)	106	203	22	20	0	0	0	0	0	2	331
システム検証研究センター (33)	17	14	2	0	0	0	0	0	2	0	33
健康工学研究センター (315)	106	185	24	16	0	0	0	0	8	0	315
情報セキュリティ研究センター (283)	131	137	15	6	0	0	0	0	9	0	283
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター (59)	14	44	1	0	0	0	1	0	0	0	59
コンパクト化学プロセス研究センター (340)	109	200	31	11	0	0	0	0	18	2	340
バイオマス研究センター (171)	64	96	11	9	0	0	0	0	2	0	171
デジタルものづくり研究センター (107)	34	65	8	6	0	0	0	0	2	0	107
水素材料先端科学研究センター (201)	84	116	1	0	0	0	0	0	1	0	201
糖鎖医工学研究センター (159)	29	126	4	2	0	0	0	0	1	1	159
新燃料自動車技術研究センター (114)	42	65	7	2	0	0	0	0	3	2	114
生命情報工学研究センター (199)	69	124	6	3	0	0	1	0	2	0	199
生産計測技術研究センター (175)	53	107	15	4	0	0	0	0	10	1	175
バイオメディシナル情報研究センター (241)	92	141	8	4	0	0	0	0	0	4	241
ナノ電子デバイス研究センター (151)	53	95	3	1	0	0	0	0	1	1	151
ナノチューブ応用研究センター (269)	60	195	14	6	0	0	0	0	6	2	269
ネットワークフォトニクス研究センター (117)	58	58	1	1	0	0	0	0	0	0	117
活断層・地震研究センター (211)	35	139	37	21	11	0	0	0	5	0	211
メタンハイドレート研究センター (100)	46	50	4	4	0	0	0	0	0	0	100
計測標準研究部門 (1513)	402	651	460	46	0	378	0	1	32	3	1,513
地圏資源環境研究部門 (638)	192	350	96	68	13	0	1	1	12	1	638
知能システム研究部門 (449)	159	255	35	7	0	0	0	0	24	4	449
エレクトロニクス研究部門 (661)	229	410	22	8	0	0	0	0	11	3	661
光技術研究部門 (631)	199	391	41	24	0	0	0	0	15	2	631
人間福祉医工学研究部門 (765)	309	409	47	17	0	14	1	0	14	1	765
脳神経情報研究部門 (354)	148	189	17	12	0	0	0	0	3	2	354
ナノテクノロジー研究部門 (921)	288	589	44	19	0	1	0	0	17	7	921
計算科学研究部門 (318)	85	224	9	9	0	0	0	0	0	0	318
生物機能工学研究部門 (319)	109	180	30	17	0	0	0	4	4	5	319
計測フロンティア研究部門 (464)	149	292	23	7	0	0	0	0	14	2	464
ユビキタスエネルギー研究部門 (335)	74	234	27	23	0	0	1	0	2	1	335
セルエンジニアリング研究部門 (379)	97	241	41	33	0	0	0	0	6	2	379
ゲノムファクトリー研究部門 (273)	71	173	29	12	0	0	0	0	13	4	273
先進製造プロセス研究部門 (1186)	442	684	60	23	0	0	0	0	35	2	1,186
サステナブルマテリアル研究部門 (517)	193	293	31	9	0	0	0	1	17	4	517
地質情報研究部門 (912)	245	453	214	44	119	0	0	8	43	0	912
環境管理技術研究部門 (530)	152	319	59	36	0	1	0	2	15	5	530
環境化学技術研究部門 (502)	140	308	54	36	0	1	0	0	16	1	502
エネルギー技術研究部門 (924)	360	515	49	33	0	2	0	0	11	3	924
情報技術研究部門 (502)	208	273	21	8	0	1	0	0	10	2	502

産業技術総合研究所

	誌上	口頭	その他	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
安全科学研究部門 (480)	167	252	61	52	0	0	5	0	4	0	480
器官発生工学研究ラボ (93)	30	60	3	3	0	0	0	0	0	0	93
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ(105)	35	64	6	4	0	0	0	0	1	1	105
社会知能技術研究ラボ (55)	14	36	5	5	0	0	0	0	0	0	55
アジア・バイオマスエネルギー研究コア (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
爆発安全研究コア (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
深部地質環境研究コア (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強相関電子科学技術研究コア (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
情報化統括責任者 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
名誉フェロー (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェロー (28)	8	19	1	1	0	0	0	0	0	0	28
先端情報計算センター (2)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2
地質調査情報センター (64)	13	13	38	4	14	0	0	0	20	0	64
計量標準管理センター (47)	4	3	40	0	0	40	0	0	0	0	47
ベンチャー開発センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
サービス工学研究センター (220)	97	114	9	7	0	0	0	0	1	1	220
イノベーションスクール (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
産学官連携推進部門 (116)	27	63	26	9	0	0	0	0	16	1	116
国際部門 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
知的財産部門 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究業務推進部門 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
能力開発部門 (8)	2	5	1	1	0	0	0	0	0	0	8
財務会計部門 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究環境整備部門 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東京本部 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北海道センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東北センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
つくばセンター (5)	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	5
臨海副都心センター (1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
中部センター (1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
関西センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中国センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
四国センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
九州センター (4)	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	4
地質調査総合センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計量標準総合センター (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
総計	6,090	10,613	1,908	713	173	438	10	27	468	79	18,611

資料

2. 兼 業

平成21年度兼業一覧

所属\依頼元	教育機関	国・地方	公益法人	民間企業	総計
年齢軸生命工学研究センター	6	0	0	0	6
デジタルヒューマン研究センター	10	1	4	1(2)	16(2)
近接場光応用工学研究センター	4	0	2	0(2)	6(2)
ダイヤモンド研究センター	0	0	0	0(1)	0(1)
太陽光発電研究センター	3	0	10	1(1)	14(1)
システム検証研究センター	1	0	1	1	3
健康工学研究センター	5	4	2	0(1)	11(1)
情報セキュリティ研究センター	4	4	15	3	26
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	1	0	0	0	1
コンパクト化学プロセス研究センター	4	0	5	0(1)	9(1)
バイオマス研究センター	0	1	0	1	2
デジタルものづくり研究センター	1	4	11	2	18
糖鎖医工学研究センター	2	0	3	0	5
新燃料自動車技術研究センター	1	2	5	4	12
生命情報工学研究センター	2	0	4	2	8
生産計測技術研究センター	0	0	2	1	3
バイオメディシナル情報研究センター	4	3	3	1	11
ナノ電子デバイス研究センター	4	1	3	0	8
ナノチューブ応用研究センター	2	0	1	1	4
ネットワークフォトニクス研究センター	1	0	0	0	1
活断層・地震研究センター	3	2	8	0	13
計測標準研究部門	17	4	11	1	33
地図資源環境研究部門	6	5	11	4	26
知能システム研究部門	28	4	9	9(4)	50(4)
エレクトロニクス研究部門	8	7	10	3(2)	28(2)
光技術研究部門	7	0	15	0(1)	22(1)
人間福祉医工学研究部門	20	4	16	3(2)	43(2)
脳神経情報研究部門	18	6	17	4	45
ナノテクノロジー研究部門	16	3	12	0(4)	31(4)
計算科学研究部門	4	1	3	2	10
生物機能工学研究部門	13	7	16	1(1)	37(1)
計測フロンティア研究部門	6	1	4	1	12
ユビキタスエネルギー研究部門	3	1	12	4	20
セルエンジニアリング研究部門	6	4	10	2(1)	22(1)
ゲノムファクトリー研究部門	7	1	6	0(1)	14(1)
先進製造プロセス研究部門	20	14	23	0(2)	57(2)
サステナブルマテリアル研究部門	11	8	11	2(2)	32(2)
地質情報研究部門	14	5	15	1(1)	35(1)
環境管理技術研究部門	10	12	60	6	88
環境化学技術研究部門	10	5	13	1	29
エネルギー技術研究部門	10	12	47	18(1)	87(1)
情報技術研究部門	15	12	15	18(4)	60(4)
安全科学研究部門	14	14	17	13	58
器官発生工学研究ラボ	2	0	4	0(2)	6(2)
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	2	0	2	0	4
社会知能技術研究ラボ	1	0	1	0	2
サービス工学研究センター	10	2	7	2(3)	21(3)
地域センター	3	18	14	3(1)	38(1)
研究関連・管理部門・その他	26	30	73	5(4)	132(4)
合計	365	202	533	121(44)	1221(44)

() 内は役員兼業の数を示している

3. 中期目標

独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）は、旧工業技術院に置かれていた15の国立研究機関及び旧通商産業省に置かれていた計量教習所を統合し、平成13年4月に公務員型の独立行政法人として発足した。その目的は、鉱工業の科学技術に関する研究及び開発等の業務を総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその成果の普及を図り、もって経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資することである。発足して以降これまでの間、産総研では統合と独立行政法人化したことによるメリットを活かし、研究所内の資源配分及び組織構成を研究所全体として最適化することによって、この目的の達成に努めてきた。

現下の技術を巡る状況を俯瞰すれば、我が国の経済と産業のより一層の発展を図る上では従来にない価値を新たに生み出していくことが不可欠であり、そこにおいて技術の果たす役割がこれまで以上に増大していくことは言をまたない状況にある。中長期的にも、人類社会の持続的な発展を維持していく上で技術に対する期待は非常に大きなものとなっている。こうした期待に対応し、内外を問わず研究開発における競争は活発化するとともに、産業界、学界を問わず研究開発活動はグローバル化し、また、融合化していくものと考えられる。

このような状況において、産総研に課せられた目的と、その目的を達成するために現に産総研が行っている業務の重要性は、従前にも増して高まっている。こうした認識の下、第2期中期目標期間の開始に向け、産総研に期待される役割を的確に果たしていくためには、産総研が多様な人材それぞれが持てる能力を最大限発揮し得るような研究環境を実現し、研究所全体として研究能力を高めていくとともに、目的達成に効果的に資する研究分野への研究の重点化を図っていくことが必要である。同時に、いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から、企業、大学といった性格の異なる組織との間で有効な連携を進めていくことも強く求められる。

こうした基本認識を踏まえ、産総研の目的達成能力を一層高めていく上で、組織形態という観点からは、産総研は、制度的自由度がより高い非公務員型の独立行政法人に移行することが適切と考える。このため、移行に必要な法律措置を講じたところであり、産総研は平成17年4月1日、第2期中期目標期間の開始とともに非公務員型の独立行政法人へ移行する。第2期中期目標期間における産総研では、非公務員型の独立行政法人として持ち得る能力を最大限発揮し、研究開発の実施にとどまらず、人材の育成、研究成果の移転、技術情報の発信といった産総研の行うあらゆる活動を通じ、我が国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果たすことを期待する。

I. 中期目標の期間

産総研の平成17年度から始まる第2期における中期目標の期間は、5年（平成17年4月～平成22年3月）とする。

II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

第2期中期目標期間において産総研は、知識の発見、現象の解明を目指す基礎的な研究を主として大学が、また、技術を製品として具現化する開発的な研究を民間企業が担う中において、基礎的な研究の成果である個々の知識体系を融合し、社会・経済ニーズへの適合を図る、いわば基礎的な研究と開発的な研究との間をつなぐ研究を中核に据えつつ、基礎的な研究及び開発的な研究を非公務員型移行のメリットを最大限活かして大学及び産業界と連携を図ることにより、各フェーズの連続的な研究の実施を目指す。こうした研究の実施により、新産業の創出等我が国の産業構造の変革と、これによる我が国及び世界の持続可能な発展に貢献する。また、経済産業省所管の独立行政法人として、産業技術政策をはじめとする経済産業政策に貢献するとともに、我が国の技術革新システムにおいて技術開発のプラットフォーム機能を発揮し、また、産業界に直接働きかけ得る主体的な組織としての役割を果たすことにより、産総研は、公的研究機関の改革における先導的モデルとなることを目指す。

1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

(1) 戦略的な研究開発の推進

（戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化）

新産業の創出や地域経済の活性化などの産総研に対するニーズを的確に把握し、これを踏まえて研究課題を戦略的に企画した上で、これに沿った研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。また、地域センターにおいては、地域の技術特性を踏まえた研究からの世界最先端の研究成果の創出を目指すとの観点から、研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。

（技術情報の収集・分析と発信）

国内外の科学技術の動向に関し、産総研独自の分析能力を高めることにより、技術情報の蓄積や知識の集積を行い、これを産総研における研究開発の実施に有効に活用するとともに、広く社会に発信する。

（研究組織の機動的な見直し）

社会や産業界及び地域のニーズに対応した研究成果の効率的な創出のため、研究ポテンシャル、人材、施設などの研究資源を有効に活用し得るよう、研究組織を、具体的な研究分野、研究テーマの消長、取捨選択に合わせ、また、定期的実施している評価の結果も踏まえ、再編・改廃も含めて機動的に見直す。

（国際競争力強化のための国際連携の推進）

国際競争力のある研究成果の創出と人材の養成を目

的に、世界の有力研究機関や研究者との人材交流、共同研究などの研究交流を実施する。

(研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用)

研究ユニットの評価に際しては、従来のアウトプットを中心とした評価に加え、費用対効果や実現されたアウトカムといった新たな視点も踏まえた評価制度の見直しを図り、その評価結果を研究ユニットの見直しや研究資源の配分に有効に反映させる。また、個人評価については、個々人の業務内容に応じた評価軸を設定するとともに、その結果を適切に処遇に反映し得るよう人事・給与制度を見直す。

(2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

産総研が持つ知見を活かして我が国の研究開発プロジェクトを効率的かつ効果的に推進するなど、産業技術政策の立案、実施に積極的に貢献するため、経済産業省が実施する技術戦略マップの策定や技術開発プロジェクトへの中核的研究機関としての参画及びプロジェクト実施に際しての産総研が有する研究インフラの提供などを行う。また、産業技術の発展に貢献する高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材の育成を行う。

(中小企業への成果の移転)

産業の現場を支える中小企業の技術力の向上を図るため、共同研究や受託研究の実施、技術情報の提供及び地域公設研との連携、協力などを通じ、研究開発に取り組む中小企業への成果の移転を積極的に行う。

(地域の中核研究拠点としての貢献)

産総研の研究成果等を活かして地域経済産業をより一層発展させるため、地域における研究ニーズの収集やこれに応じた研究成果の移転などの地域連携機能を強化するとともに、地域の技術特性を踏まえた産業クラスター計画への参画等を通じ、地域社会における産業技術研究を推進する中核研究拠点としての役割を果たす。

(工業標準化への取り組み)

社会からの要請の高い各種の工業標準等の確立に向け、第2期中期目標期間中には、国際提案も含めた40以上の標準化の素案を作成するなど積極的な貢献を行う。

(3) 成果の社会への発信と普及

(研究成果の提供)

知的財産権の実施許諾、共同研究や技術研修の実施、外部研究員の受け入れ、産総研研究員の外部派遣などの多様な方法を組み合わせることにより、産総研の創出した研究成果の社会への最大限の普及を目指す。また、論文などの学術的な成果についても、研究活動の遂行により得られた科学的、技術的な知見などを広く社会に公表することによって産業界、学界での科学技

術に関する活動に貢献するとの観点から、積極的に発信する。

(研究成果の適正な管理)

産総研の研究活動や外部機関との共同研究等によって得られた産総研の研究成果については、産総研の重要な経営財産であるとの認識の下、人材の交流や産学官の連携等を円滑に推進するとの観点から、これを適正に管理する。

(広報機能の強化)

産総研の活動や研究成果等が専門家だけでなく広く一般の国民にも理解されるよう、分かりやすい広報の実現を図る。また、国際展開を含めた広報活動関連施策を見直すことにより、海外における産総研の認知度の向上を目指す。

(知的財産の活用促進)

知的財産権の適切な確保と、確保した知的財産権の有効活用により、産総研の成果の社会への移転を推進するため、産総研の知的財産権関連施策を見直す。

(4) 非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

(産業界との連携)

質の高い産業技術シーズの創出と、その社会への迅速かつ確実な移転を図るために、非公務員型への移行のメリットを最大限活かし、産業界との多様な形態の連携を積極的に推進する。

(学界との連携)

多様で優れた研究成果の創出と世界に通用する研究人材の育成を目的に、基礎研究分野に相対的な強みを有し研究体制も産総研とは大きく異なる大学等との連携を強力に推進する。

(人材の交流と育成)

非公務員型への移行により構築が可能となる柔軟な人事制度を活用し、職員の能力向上と技術革新を担う人材の育成を目的に、産業界や学界等との人材交流を積極的に行う。また、その一環として、産業界からの出向受入れと産総研から産業界への出向を新たに開始する。

(弾力的な兼業制度の構築)

産総研の研究成果の外部への移転を円滑に行うため、非公務員型への移行のメリットを最大限活かした柔軟な兼業制度を構築する。

2. 研究開発の計画

(鉱工業の科学技術)

【別表1】

(地質の調査)

【別表2】

(計量の標準)

【別表3】

3. 情報の公開

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国

民の信頼を確保するという観点から、情報の公開及び個人情報保護に適正に対応する。

4. その他の業務

(特許生物の寄託業務)

特許生物の寄託制度の運営に関わることによる産業界への貢献を目的に、特許庁からの委託による特許生物株の寄託・分譲の業務を適切かつ円滑に遂行する。

(独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業)

独立行政法人製品評価技術基盤機構との標準化関係業務等に関する共同事業を適切に行う。

Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項

1. 研究活動を支援する業務の高度化

(経営機能の強化)

産総研に対するニーズに沿った研究を効率的に実施し、その成果の最大限の普及を図るという産総研のパフォーマンスの一層の向上の観点から、経営機能の強化を図る。また、組織の社会的責任を果たすとの観点から、法令遵守体制を一層強化する。

(研究支援業務の効率的な推進)

研究支援業務に関し、業務フローの見直しを図るとともに、旅費、給与関連等の業務のアウトソーシングなどを通じた業務量の節減を行い、研究実施部門も含めた組織運営の一層の効率化を実現する。また、研究支援業務の実施部門に対する評価制度を業務の特性を踏まえ見直すとともに、評価結果を業務運営に反映させることにより、一層の効率化を図る。

(研究支援組織体制の最適化)

業務効率化の観点から、研究支援組織体制の不断の見直しを行い、その最適化を図る。また、産総研の全職員に対する管理部門の職員の比率を、職員配置の適正な集中と分散を通じ、特に地域センターを中心に引き続き低減させる。

(業務の電子化の推進)

業務の電子処理システムを高度化することにより、研究支援業務の効率化を進める。システムの構築に当たっては、経済産業省電子政府構築計画に基づき、業務の最適化計画を作成するとともに、情報セキュリティの強化と利用者への情報提供等の利便性の向上を図る。

(施設の効率的な整備)

安全で効率的な研究環境を提供するため、アウトソーシングなどを活用しつつ、適切に自主営繕事業を推進し、施設の効率的な整備を図る。

2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

(1) 柔軟な人事制度の確立

(優秀かつ多様な人材の確保)

非公務員型の独立行政法人への移行を踏まえ、従来の国家公務員の採用方式によらない柔軟な採用制度を構築し、国内外から優秀かつ多様な人材を確保する。

また、女性に働きやすい職場環境の提供を行い、女性職員の採用に積極的に取り組む。

(多様なキャリアパスの確立)

職員の適性と能力にあわせた多様なキャリアパスを設定し、様々な能力を有する人材の効果的な活用を図る。

(非公務員型移行を活かした人材交流の促進)

外部人材との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の向上及び研究成果の産業界への円滑な移転を目的に、産業界や学界からの人材の受け入れ及び兼業も含む産総研からの人材の派遣等の人材交流を促進する。

(2) 職員の意欲向上と能力開発

(高い専門性と見識を有する人材の育成)

各種の研修等の能力開発制度の充実を図り、求められる業務について高い専門性と見識とを有する人材の育成に努める。

(個人評価制度の効果的活用と評価の反映)

個人の業績を多様な観点から評価し、職員の勤労意欲の向上を図る。その際には、評価結果に応じて査定を受ける業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなど、給与制度に関しても職員個々の業績に応じた処遇の実現との観点から、必要な見直しを図る。

3. 環境・安全マネジメント

(安全衛生の向上)

事故及び災害の未然防止等の安全確保策を推進するとともに、併せて、職員の健康を増進することにより、快適な職場環境造りに積極的に取り組む。

(省エネルギーの推進と環境への配慮)

研究活動にともなう環境影響に配慮するとともに、環境負荷低減に向けたエネルギーの有効利用の促進に引き続き積極的に取り組む。

4. 業務運営全体での効率化

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針（平成17年12月24日閣議決定）に基づき、国家公務員の定員の純減目標（今後5年間で5%以上の純減）及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行う。

Ⅳ. 財務内容の改善に関する事項

運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項に配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を

行う。

また、積極的に外部資金の増加に努め、総予算に対する固定的経費の割合の縮減等の経営努力を行う。

(自己収入の増加)

外部資金等の自己収入の増加にこれまで以上に努める。

(固定的経費の割合の縮減)

大型機器の共通化、管理業務等の効率化を図ることなどにより、固定的経費の割合を縮減する。

V. その他業務運営に関する重要事項

1. 施設及び設備に関する計画

良好な研究環境を維持するため、長期的な展望に基づき、老朽化対策を含め、業務の実施に必要な施設及び設備の計画的な整備に努める。

2. 人事に関する計画

非公務員型への移行のメリットを最大限活用し、多様な人材の採用及び活用を図るために、任期付き任用制度の見直しを行う。また、管理業務に関わる支出額(人件費を含む)の総事業費に対する割合を抑制する。

【別表1】 鉱工業の科学技術

I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

我が国が高齢化社会に進んでいく中で、国民が将来とも健康で質の高い生活を維持、向上していくための予防医療、早期診断等の医療技術がこれまで以上に求められている。これを実現するために、ポストゲノム時代におけるバイオテクノロジーを活用した新しい健康関連産業の創出のための研究開発、画像診断技術や細胞工学技術などを活用した診断・治療関連技術の研究開発及び環境負荷の低減にも資する新規生物機能の探索とそれを活用したバイオプロセス技術に関する研究開発を実施する。

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

予防医療の実現を促進するため、疾患特異的バイオマーカーの探索技術や検知技術などの早期診断や創薬に資する基盤技術の研究開発を実施する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、テーラーメイド医療への応用を目指した研究開発を実施する。

1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

疾患等特定の生体反応に関与する遺伝子及びタンパク質等の生体分子の網羅的な解析によってバイオマーカーの探索と同定を行い、これらマーカー分子の検出・評価技術を基盤とする早期診断・予防医療技術に関する研究開発を実施する。

1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮し

たテーラーメイド医療を実現するため、ゲノム情報の迅速な解析に基づく創薬・診断支援技術に関する研究開発を実施する。

2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

安全かつ効果的な医療の実現に向け、生体を分子レベルでイメージングする精密診断・治療技術及び組織再生や人工臓器等の機能代替技術に関する研究開発を実施する。

2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

迅速で正確な検査診断システム及び低侵襲の治療システムの実現に向けた生体の分子レベルでのイメージング技術に関する研究開発及び安全かつ効果的な医療の実現に向けた手術訓練の支援システムに関する研究開発を実施する。

2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

喪失した身体機能を生体組織レベルで再生、代替する再生医療技術及び長期生体適合性を有する人工臓器技術に関する研究開発を実施する。

3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

社会の高齢化が進展する中で健康で質の高い生活の実現に資するため、脳機能、認知行動特性及び身体調節系特性等を客観的に評価する技術を確立するとともに、低下した身体機能の回復及び健康増進等に関する技術の研究開発を実施する。

3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

脳損傷患者の治療効果を高めるため、脳機能の評価技術を開発するとともに評価結果に基づいた効果的な治療方法やリハビリ手法に関する研究開発を実施する。また、事故及び疾患等による機能欠損を補うための脳機能補償技術に関する研究開発を実施する。

3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

運動動作や循環器機能等に関する計測及びその相互関係の総合的評価技術に関する研究開発を実施する。また、生活習慣病の予防に向け、動作調節系及び循環調節系の機能改善の支援に関する研究開発を実施する。

3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

個々の人間特性に適合した安全・安心な生活環境の実現に向け、認知行動特性の計測技術及びその特性の解明技術を開発する。また、日常生活での安全確保等の支援技術の研究開発を実施する。

4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

新規有用生物や遺伝子資源の効率的探索及び生物機能を活用した有用物質の生産に関する技術の研究開発を実施する。

4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開

発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を実施する。

4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

バイオプロセスにより、有用物質を低コスト、高効率かつ高純度で生産するための技術の研究開発を実施する。

4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を用い、生理活性物質等を効率的に生産する技術の研究開発を実施する。

4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術の研究開発を実施する。

5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の開発に関する技術評価ガイドライン策定に貢献し、優れた医療機器の開発と実用化を促進するとともに、福祉に関連した製品の規格体系を整備する。また、我が国のバイオ産業の競争力強化を図るため、技術融合によるバイオテクノロジー関連計測技術に関する研究開発を実施するとともにその標準化を進める。

5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

医療機器の技術評価ガイドライン作成に資するため、機器の評価に関する基盤研究を実施する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の国際及び国内規格制定に向けて、感覚・動作運動・認知分野を中心とした関連規格を体系的に整備する。

5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析機器を開発する。また、これを用いて細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測し解析する技術に関する研究開発を実施する。

5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

DNA、タンパク質及び酵素等のバイオテクノロジーの共通基盤となる生体分子の計測技術に関する研究開発を実施し、その国際標準化を目指す。

5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物が環境に与える影響を評価するため、環境中の特定の微生物や遺伝子を対象とした高精度・高感度モニタリング技術の研究開発を実施する。また、生活環境中の有害物質の評価及び管理技術の研究開発を実施する。

II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

情報サービスや情報機器の高度化による情報化社会への進展の中で、産業活動や社会生活における情報サービス提供の利便性向上、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる社会の実現が求められている。このため、知的資源のネットワーク化と情報の質や価値を高めるための大容量データサービス技術の研究、ロボットと情報家電を始めとする生活創造型サービス創出に向けた研究及び情報のセキュリティ、信頼性、生産性を向上する情報通信の基盤技術に関する研究開発を実施する。また、新たな情報産業の創出に向けた技術の研究開発を実施する。

1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

人間の知的活動の飛躍的な高度化を目指し、多様なユーザ毎に必要な情報を抽出する技術やネットワークを介した地球規模での知識の蓄積及び高度利用技術の研究開発を実施する。さらに、人間及び社会から得られる情報をデジタル化して有効利用する技術の研究開発を実施する。

1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

加速度的に増大する情報の中から必要な情報を効率よく得るために、あらゆるデータをその意味内容に基づいて構造化して取り扱うための技術及びそれを利用して知的活動を支援する技術の研究開発を実施する。

1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

地球規模で蓄積された知識の自由で容易な利用を可能とするため、多くの情報システム上で動作する情報処理ソフトウェアを効率的に作成するとともに、その動作安定性を向上させる情報技術の研究開発を実施する。

1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

人間の身体機能及び行動等に関する情報をはじめとして、社会・生活環境から得られる大規模な情報をデジタル情報として蓄積し、それに基づいた分析・予測によって、個人から社会全体までを対象とした行動の意志決定支援などを実現する情報処理技術の研究開発を実施する。

2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

誰もがITを活用した創造的な生活の実現を目指し、ロボットや情報家電が人間の生活空間にとけ込み、使っていることを意識させない自然なインターフェースを通じて、個々の生活状況に応じた支援サービスを創出するための研究開発を実施する。

2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して人間の活動を支援するロボッ

トの実現を目指し、それに必要となる要素技術として、移動や作業機能だけでなく、案内、運搬、見守り、補助等の機能の実施に際しての安全性の確保及びシステム全体の統合的動作に関する技術の研究開発を実施する。

2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

多様で高性能な情報家電の実現を目指し、ユビキタス情報ネットワークと人や環境との接点となるディスプレイ及びセンサ等の入出力デバイスの性能向上に関する技術の研究開発を実施する。また、誰もが情報家電を容易に使いこなすためのユーザインターフェース技術の研究開発を実施する。

2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの長時間使用及び多機能化を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超高集積・超高速・超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。

3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

社会のライフラインである情報通信ネットワークの信頼性を確立するため、情報セキュリティ技術、ソフトウェア検証技術及び大容量情報の高速通信・蓄積技術に関する研究開発を実施する。

3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

不正行為にも安全に対処でき、誰もが安心して利便性を享受できる IT 社会を実現するために、情報漏洩対策やプライバシー保護などを目的とした暗号、認証、アクセス制御などの情報セキュリティ技術及びそこで用いられる運用技術の研究開発を実施する。

3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

情報処理システムソフトウェアの不具合を効率的に検出するなど、利用者が安心して安全に使用できる信頼性の高いソフトウェアの開発生産性を向上させる技術の研究開発を実施する。

3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

通信ネットワーク上の情報量の高速大容量化に向けて、光デバイス技術や光信号処理技術などの高速通信技術と、大容量光ディスク技術に関する研究開発を実施する。

3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

自然災害の予測及び災害被害の軽減を目的に、多様な地球観測データを統合するとともに、大規模シミュレーションを行うための情報処理支援システム技術の研究開発を実施する。

4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

次世代の情報産業創出の核となる技術を生み出すために、従来とは異なる動作原理に基づく情報処理デバイス技術及びバイオ分野への IT の新たな応用技術などに関する研究開発を実施する。

4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

コンピュータ性能を革新するための新機能材料等を利用した電子・光デバイス技術及び光情報処理によるバイオ・医用計測技術の研究開発を実施する。

4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

超伝導現象を利用することにより、高精度かつ低雑音を実現する電子計測技術の研究開発を実施する。

III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

地球温暖化防止等の国際的な環境意識の高まりの中で、我が国の産業競争力の源泉であるものづくり産業の競争力を環境と調和させながら強化していくことが求められている。これを実現するため、我が国の産業競争力の中核である製造分野の強化を図るためのナノテクノロジーによる先端ものづくり産業の創出につながる研究、情報通信、環境、医療等の産業に革新的な進歩をもたらすナノテクノロジーの基盤技術研究及び環境負荷低減化のための機能性材料に関する研究開発を実施する。

1. 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

省資源・省エネルギー型ものづくり産業の創出を目指し、電子機器の高密度基板実装、高集積化学センサ等、高機能・高付加価値を最小限の原料とエネルギーの投入で実現する革新的なものづくり技術の研究開発を実施する。

1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

材料資源をリサイクルも含め有効利用することにより原材料の投入と廃棄物の発生を最小限に抑え、また、多品種少量生産及び製品機能の仕様変更への容易な対応が可能な製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

従来と比較して著しい低温若しくは小型装置により製造・加工を行うことで実現される省エネルギー型製造プロセス技術の研究開発を実施する。

2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づくナノスケールデバイスの製造技術及びナノシミュレーション技術等に関する研究開発を実施する。

2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

ナノスケールの特異な物性を利用して機能的ナノ構

造を作り出すための理論的基盤を構築するとともに、自己組織的な構造形成及び機能発現の制御により飛躍的な省エネルギー・省資源を実現するナノ材料、ナノデバイス及びナノ製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

ナノチューブ、有機半導体分子等の機能性ナノ材料を微小部品として利用するため、ナノ材料の作製・操作技術の研究開発を実施する。また、分子デバイス、磁性半導体デバイス等のナノ構造デバイスを実現するために必要な超微細加工技術の研究開発を実施する。

2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング及び発光等の機能の飛躍的向上が期待される新材料の作製及びそのデバイス化技術の研究開発を実施する。

2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論及びナノスケールデバイスの設計・作製を支援する統合的なナノデバイスシミュレーション技術の研究開発を実施する。

3. 機能部材の開発による輸送機器及び住環境から発生するCO₂の削減

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。

3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

エンジン等への使用を可能とする耐熱性に優れた軽量合金の鋳鍛造部材に関する研究開発を実施する。

3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

自動車等の輸送機器の軽量化に向け、軽量合金を大型構造部材として実用化するために必要となる冷間塑性加工による薄板材製造技術及び低コストな素形材生産技術の研究開発を実施する。

3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

居住者の快適性を確保しつつ省エネルギー化を実現するために、窓、壁及び屋根等の高断熱及び調湿等の機能を持つ建築部材並びにそれらの低コスト化技術の研究開発を実施する。

4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

国内のものづくり産業の国際競争力強化を支援するため、ナノテクノロジー・材料・製造に関する技術の

研究開発力の強化に必要な共通技術基盤としてのインフラを整備する。

4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

先端技術のものづくり産業への円滑な導入を図るため、共通に必要な機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価のための技術を開発する。また、産業界及び大学の利用が可能となる加工技術等のデータベース等の整備と運用を行う。ほか、ナノテクノロジーの社会的意義と技術に内在するリスクに関し調査・研究を行う。

4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

産業界及び大学の外部研究者及び技術者の利用が可能な最先端微細加工用の共同利用施設を整備する。

5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価の基盤技術を医療等へ応用展開するため、横断的研究を推進する。

5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

ナノ材料の化学特性を利用したドラッグデリバリーシステム等ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合技術の研究開発を実施する。

IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来とも実現していくため、産業活動や社会生活の環境への負荷を低減するとともに、これらの活動や生活の源になるエネルギーの需要や供給をCO₂の排出量を削減しながら安定的かつ効率的なものとしていくことが求められている。このため、我が国における産業活動に伴い発生する環境負荷の低減を目的として、環境評価・保全技術、環境に調和した国土の有効利用及び化学産業の環境負荷低減技術に関する研究開発を実施する。また、CO₂排出量の削減及びエネルギーの安定供給確保を目的として、再生可能エネルギー、燃料電池等の分散エネルギー源とそのネットワーク化技術及び産業・運輸・民生部門の省エネルギー技術に関する研究開発を実施する。

1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

種々の環境変化に対応した環境対策の最適解の提案を目指し、環境計測、リスク評価、環境負荷評価及び環境浄化・修復・保全に関する技術の統合的な研究開発を実施する。

1-(1) 化学物質の最適なリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

社会、行政及び産業のニーズに対応し、30種類以上

の化学物質に関する詳細なリスク評価を実施する。また、代替物質や新技術による生産物等の評価手法及び複雑なリスクの相互依存関係に対応できる多面的なリスク評価手法に関する研究開発を実施する。

1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響を統合的に評価するライフサイクルアセスメント技術に関する研究開発を実施するとともに、その結果の普及と利用を推進する。

1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境汚染を早期に発見し、汚染の拡大を防止するとともに、環境浄化・修復の効果を評価するため、環境負荷物質の極微量検出を可能とする計測技術の研究開発を実施する。また、CO₂等の産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策技術の評価に関する研究開発を実施する。

1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

汚染された大気・水・土壌の浄化、修復及び保全を目指し、揮発性有機化合物（VOC）、難分解性化学物質及び重金属等の汚染物質の処理技術に関する研究開発を実施する。また、廃棄物の集中する都市域における最終処分量の削減と資源循環の適正化に有効なリサイクル技術に関する研究開発を実施する。

2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

自然と経済活動の共生を目指した地下深部の利用に向け、地圏における水の循環システムを解明するとともに、低環境負荷資源開発、土壤汚染リスクの評価と修復、地層処分及びCO₂地中固定に関する研究開発を実施する。

2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

地球環境に配慮した地下深部の利用を実現するため、地圏内部に含まれる流体の挙動に関するモニタリング及びシミュレーション等の技術の研究開発を実施する。また、低環境負荷資源開発に関する研究開発、土壤汚染リスクの評価及び地層処分に関する環境評価を実施する。

2-(2) CO₂地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中のCO₂濃度を削減することを目的として、地中の帯水層にCO₂を固定するCO₂地中貯留システムの実現に向け、CO₂の挙動に関するモニタリング技術及び帯水層のCO₂貯留可能ポテンシャル評価に関する研究開発を実施する。

2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

都市沿岸域において海水流動や水質・底質の調査を行い、産業活動や人間生活に起因する環境負荷物質の評価技術の高度化を図る。

3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

化学製造プロセスにおける環境負荷の低減を目指し、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の研究開発を実施する。また、副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術、気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスの化学製品原料としての長期的な利用の拡大を目指し、高性能かつ高機能なバイオマスベース化学製品の製造技術及び低品位バイオ生産物からの基礎化学品の生産プロセス技術に関する研究開発を実施する。

3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズ製造のための高選択性反応技術の研究開発を実施する。また、製造時における環境負荷が大きい高機能化学製品の製造プロセスにおいて、廃棄物の発生を極小化することにより環境負荷を低減する技術に関する研究開発を実施する。

3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

燃料電池の燃料として需要拡大が見込める水素等を、省エネルギーかつ安価に供給するプロセスを実現するため、水素や酸素等の高性能な気体分離膜及びその利用システムに関する研究開発を実施する。

4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上

CO₂の削減とエネルギー自給率の向上を可能とする電力の低コストかつ安定的な供給の実現を目指し、太陽エネルギー、水素エネルギー及び燃料電池等の分散型エネルギー源並びに分散型エネルギーネットワークの運用技術に関する研究開発を実施する。

4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術及びモバイル機器等への応用可能な可搬型エネルギー源技術に関する研究開発を実施する。

4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

小型高性能燃料電池の普及促進に向け、固体高分子形燃料電池の信頼性向上、電解質・電極触媒の革新的性能向上及び低価格化のための技術に関する研究開発を実施する。また、固体酸化物形燃料電池に関し、性能評価技術及び規格・標準化技術の研究開発を実施する。

4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発 再生可能エネルギーである太陽エネルギーの大量導

入を促進するために、薄膜シリコン系多接合太陽電池の開発など、太陽光発電の高効率化・低コスト化技術に関する研究開発を実施する。

4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

水素エネルギーの利用に際しての安全性の確保を図るため、その製造、貯蔵及び輸送技術の研究開発を実施する。また、炭化水素系資源から水素、メタン及び新合成燃料等のクリーン燃料を製造し、利用する技術の研究開発を実施する。

5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

バイオマスの利用により地球温暖化防止へ貢献するため、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術及び最適なバイオマス利用に向けての評価技術に関する研究開発を実施する。

5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

大気中の CO₂濃度を低レベルで安定化させるために、特に CO₂固定効果の大きな木質系バイオマスを原料として、運輸用液体燃料などを高効率・低環境負荷で製造するエネルギー転換技術に関する研究開発を実施する。

5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

アジアに大量に賦存するバイオマス資源の利用を推進し、その市場への導入を図るため、経済価値の高い素材から経済価値の低いエネルギーに至るまでバイオマスの総合的な利用を推進する技術の研究開発を実施する。

6. 省エネルギー技術開発による CO₂排出の抑制

CO₂の排出抑制のため、省電力型パワーデバイスの開発及び分散型エネルギーネットワークの構築など、エネルギー供給における省エネルギー化を実現する技術の研究開発を実施する。また、エネルギー消費の大きい化学産業におけるエネルギー消費の低減をはじめ、輸送機器の軽量化及び情報通信機器の省電力化など、製品の製造及び利用の両面において省エネルギー化を実現する研究開発を実施する。

6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

民生及び運輸部門の省エネルギー化を目指し、材料・デバイス技術の統合によるパワーデバイスの高パワー密度化、低コスト化及び汎用化のための基盤技術を確立し、エネルギー損失を大幅に低減するパワーデバイスの研究開発を実施する。

6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

化学プロセスの省エネルギー化を実現するための熱交換技術、蒸留技術及び反応技術の研究開発を実施する。また、環境浄化及びリサイクルの実施に際しての投入エネルギーの低減を図るため、省エネルギー型の

水処理技術及び金属再生技術に関する研究開発を実施する。

6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術に関する研究開発を実施する。(IV. 4-(1)を一部再掲)

6-(4) 輸送機器及び住居から発生する CO₂の削減のための機能部材の開発

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。(III. 3を再掲)

6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載され CPU 及び入出力デバイスの長時間使用を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。(II. 2-(3)を一部再掲)

V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

計測技術は、観測、実験及び生産等全ての科学研究や産業活動の発展の基盤をなすものであり、様々な分野における共通の基盤技術として広く利用されている。広範囲にわたる産業活動を横断的・共通的に支援し、産業技術の信頼性を向上させるため、計測評価技術の研究開発を実施するとともにデータベースの構築や試験評価方法の標準化を推進する。

1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

広範な先端技術分野において新たな知見を獲得するためのツールとなる計測評価技術を開発するとともに、それらの標準化に貢献する。また、新技術や新製品の国内外市場の開拓を促進するため、製品の機能及び特性等を評価する技術を開発する。

1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

新たな産業技術の発展を促進するため、光・量子ビーム源の開発及び高感度検出技術の開発など先端的な計測・分析機器に関する研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。

1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

材料・部材及び構造物における損傷及び劣化現象等の安全性及び信頼性の評価に関わる計測技術の研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。さらに、バイオテクノロジー等の先端産業技術における信頼性の高い計測評価技術を開発することにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の

構築に資する。

2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

先端産業技術の開発と社会の安全・安心のための基盤となる重要な計測評価データを蓄積し、データベースとして産業界と社会の利用に広く提供する。

2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質のスペクトル特性及び熱物性等のデータベースを構築し、産業界と社会の利用に広く提供する。

2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

環境、エネルギー及び安全性等の社会の安全・安心の基盤となる計測評価データベースを構築し、産業界と社会に広く提供する。

【別表2】地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

地殻変動が活発な地域に位置する我が国において、安全かつ安心な産業活動や社会生活を実現し、また、必要な資源の確保を図るためには、国土及び周辺地域の地質に関する状況を適切に把握し、これに応じ必要な対応を行うことが求められている。このため、国の知的基盤整備計画などに沿って、国土及び周辺地域の地質情報の整備と供給及び地震・火山等の自然災害による被害の軽減に関する研究開発を実施する。また、アジアにおける国際協力の強化及び地質基盤情報整備における先導的役割の発揮に向けた取り組みを行う。

1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査・研究を実施し、地質情報の整備を行うとともに、大陸棚の限界に関する情報作成及び衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発に取り組む。また、地質の調査に関する研究成果を社会に普及するための体制を整備する。

1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

地質の調査に関する研究手法・技術の高度化を進め、日本の位置する島弧を含む地球に対する理解を深め、新たな地球科学理論・モデルを確立する。また、こうした知見も活用し、長期的な計画に基づき、国土の地質情報基盤である20万分の1の地質図幅23区画、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図の作成・改訂を行う。

1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

20万分の1の地質図データベースを整備し、各種データベースとの統合化により、地質情報の精度を向上させるとともに、利便性の向上を図り、地質情報の標準化を実施する。また、5個の地球化学標準試料を作製するほか、地質標本の標準試料の整備及び地球化学

データベースの整備・公開を実施する。

1-(3) 大陸棚調査の実施

「海洋法に関する国際連合条約」に基づき、平成21年5月までに国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する必要がある大陸棚の地形・地質に関するデータ等大陸棚の限界に関する情報の作成に貢献するため、必要とされる調査・分析・解析を行う。

1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する地球観測の一環として、地質の調査に関する衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、より効率的な石油資源の探査等に必要な衛星情報の整備を図る。

1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関わる研究成果を社会に普及するため、地質図類、報告書等を出版するとともに、電子媒体やWebによる地質情報の普及体制を整備する。また、地質標本館の有効活用を図るとともに、地質相談業務に積極的に取り組む。

2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

環境問題や将来的な資源問題の解決のため、地球における長期的かつ大規模な物質循環を視野に入れた地質の調査・研究を実施するとともに、データベースなどの基本地質情報を整備する。

2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

陸域での水循環及び海洋における物質循環に関する地質の調査を行い、水文環境図の作成、データベースの整備及び循環モデルの提案等を行うことにより、環境負荷影響及び環境対策技術適用に関する基本情報を提供する。

2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏における土壌汚染の原因や資源生成の要因となる物質の循環と集積メカニズムの解明のため、土壌汚染情報に基づく土壌環境リスクマップの作成及び資源情報データベースの整備と公開を行う。また、環境・資源評価のための調査手法を開発し、産業界への普及を図るとともに、政策への反映を目指し提言を行う。

3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保を目的として、活断層、地震発生や火山噴火のメカニズム及び地下水変動などに関する調査・研究を実施する。

3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

調査の必要性が高い15以上の活断層及び近い将来発生が懸念される海溝型地震に関する調査・研究を行うとともに、地震前兆現象を把握するための地下水等の

変動観測などを実施する。

3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災のための調査・研究を行い、火山に関する地質図5図を作成するとともに、火山関連情報をデータベース化して提供する。

3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的、水文地質学的知見を取りまとめ、技術情報として規制当局に提供するとともに、長期的視点から地層処分研究の基盤を確保する。

3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

人口密集地における自然災害による被害の軽減を目的に、都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を行い、その結果を国及び地方公共団体等に提供する。

4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害に対応して、緊急の調査・研究を実施する。

4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害発生に際して、社会的な要請等に機動的に対応して緊急の調査・研究を実施するとともに、必要な関連情報の発信を行う。

5. 国際協力の実施

地質に関する各種の国際組織、国際研究計画に参画するとともに、産総研が有する知見を活かし、国際的な研究協力を積極的に実施する。

5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域を中心に、地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を実施する。

【別表3】計量の標準（知的基盤の整備への対応）

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

1. 国家計量標準システムの開発・整備

計量標準の中核機関として他省庁及び民間企業との協力の下、我が国の総力を結集し、2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために必要な国家計量標準（標準物質を含む。以下同じ。）を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な基本的な計量標準については、国際基

準に適合した計量標準の供給体制を構築して、我が国の円滑な通商を確保する。国内の先端産業技術の国際市場獲得に必要な客観的な技術評価及び国民の安全・安心の確保のための戦略的な計量標準については、産業界や社会の要請に即応して整備し、多様な供給の要請に対して柔軟に対応する。また、経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

我が国経済及び産業の発展等の観点から、新たに140種類の計量標準を整備して供給を開始する。また、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡大等を図り、より高度な社会ニーズに対応するとともに、計量標準の適確な維持・供給を実施する。さらに、136種類の計量標準について国際基準に適合した品質システムを整備して計量標準の供給体制をゆるぎないものとし、メートル条約のもと国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（グローバル MRA）の枠組みを通して、計量標準の供給体制の国際統合を進める。

1-(2) 計量標準政策の提言

我が国の計量標準の開発の方向性と供給制度の高度化・合理化の方策を経済産業省及び関係機関へ提言する。

1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

適確な標準供給を確保できる体制を構築して、計量標準供給の信頼性・安定性をゆるぎないものとする。

1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して、国の政策により行う計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。また、極微量物質の分析を行う事業者に対して、国の政策により行う計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。

2. 特定計量器の基準適合性の評価

計量法で定められた特定計量器の検定に関する業務を、新たな技術課題を解決しつつ適確に行うとともに、法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して経済産業省の法定計量政策を支援する。

2-(1) 法定計量業務の実施

計量法に基づき産総研に委任された法定計量業務を適正に実施する。

2-(2) 適合性評価技術の開発

計量器の最新技術動向を法定計量に取り入れるため、適合性評価技術の研究開発を実施する。

2-(3) 法定計量政策の提言

我が国の法定計量体制の中の諸機関との連携を促進し、政府の法定計量政策の企画・立案を支援する。

2-(4) 法定計量体系の設計

我が国の法定計量体系の高度化のために政府に協力

して調査を行い、効率的な法定計量体系の設計を支援する。

3. 次世代計量標準の開発

次世代の計量標準を世界に先駆けて開発し、国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮する。また計量標準に関する先導的な技術開発を主体的、戦略的に行って、産業界や大学のニーズに機動的に対応する。

3-(1) 革新的計量標準の開発

革新的な計量標準技術を世界に先駆けて開発し、我が国の優れた標準技術を国際標準に反映させて優位性を確保するとともに、それらを先端技術開発に反映させる。

3-(2) 産業界ニーズに対応した先導的开发

IT 技術等を積極的に活用することにより計量標準の供給技術を高度化し、産業界や大学への標準供給の効率を飛躍的に向上させ、また供給の精度を向上させる。

4. 国際計量システムの構築

計量標準、法定計量に関連する国際活動に主導的に参画し、我が国の技術を反映した計量システムを諸外国に積極的に普及させるとともに、メートル条約と法定計量機関を設立する条約のもとメンバー国と協調して国際計量システムの発展に努める。

4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

グローバル化する経済のもと、国際的計量組織の一員としての我が国のプレゼンスを強化することにより、産業の競争力強化と国民生活の安全・安心の確保という我が国の利益を増進させる。

4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開

アジアを中心とした開発途上国へ技術援助を行い、それにより開発途上国の国際相互承認への参画を促しつつ、我が国の計量標準技術を反映した国際計量標準システムを構築する。

5. 計量の教習と人材の育成

広範で質の高い計量業務に対応できるよう、我が国及び開発途上国の計量技術人材を育成する。

具体的には、

- ・都道府県、特定市の地方計量行政を担当する公務員のために、計量技術のレベル向上を目的とした教習を行い、計量技術レベルの向上を図る。
- ・法定計量の技術を教習し、技術レベルの高い一般計量士・環境計量士を育成して国家資格の付与に資する。
- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業者管理者講習及び分析技術者研修を行い、超微量汚染物質の計量証明に関する技術レベルの向上に資する。
- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の認定技術審査員研修、校正技術者研修を行い、当該制度の技術レベルの向上に寄与する。

- ・アジア諸国等を対象とした国際協力研修等を外部機関との協力のもとに実施し、高い技術を持った人材を育成する。
- ・専門的な計量標準技術を民間技術者へ提供し、技術移転を効果的に行う。

4. 中期計画

独立行政法人通則法第31条第1項に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所の平成21年度の事業運営に関する計画（以下、年度計画）を次のように定める。

I. 質の高い成果の創出と提供（国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置）

1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

（1）戦略的な研究開発の推進

（戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化）

【中期計画（参考）】

・質の高い研究成果を戦略的に創出するため、成果の科学技術的又は社会経済的な価値が実現した状態である「アウトカム」を意識した中長期的な研究開発戦略を策定する機能を強化する。策定する戦略については、中長期的な観点から踏まえつつ、国内外の科学技術動向や政策的要請等に機動的に対応できるよう常に見直す。
《平成21年度計画》

・知財の類型化や技術移転のワンストップ支援等の試行結果をもとに、知財戦略、産学官戦略、国際戦略など、産総研のイノベーション戦略を全体として動かすための体制の検討を行い、施策や組織設計につなげ、第2期中期計画中に実施した施策について総括を行う。
【中期計画（参考）】

・研究開発戦略に基づき研究の重点化を進めるための研究テーマの選択と集中を図る。特に地域拠点においては、地域の特性も踏まえた研究開発の中核拠点化を目指し、研究の重点化を行う。
《平成21年度計画》

・第2期研究戦略の平成21年度重点化方針及び総合化戦略に基づき、研究テーマの重点化を図るとともに、政策要請に基づく重点研究を推進する。

・地域イノベーション創出等を促進するために、地域政策等の要請を踏まえて、地域の強み・資源をいかした研究開発の推進・普及を実施するとともに、地域産学官ネットワークの中核的な研究開発拠点として貢献する。

・水素・燃料電池、省エネルギー、バイオマス利用システム、レアメタル、沿岸域地質、サービス工学の研究開発を重点的に推進するとともに、ナノテクノロジー、蓄電池、太陽光発電等の研究拠点の形成を進める。

【中期計画（参考）】

・予算、人員等の研究資源の配分については、中長期的な研究開発戦略及び社会、産業界のニーズに基づく機動的な政策対応の観点などから重要な研究課題及び必要な技術融合課題の設定を行い、それを踏まえて重点化する。

《平成21年度計画》

・理事長裁量による政策的予算により、社会、産業界のニーズに基づく重点研究を推進するとともに、研究課題の進捗に応じて知財強化、産学官連携推進、ベンチャー育成などの研究支援を充実させ、成果の最大化を図る。

・第2期中期計画の目標達成の観点から、中長期的な研究開発戦略に基づいた機動的な人員配置を実施する。また、行革推進法に従った人件費削減計画の元で長期的視点から重点的な人員採用を行う。

【中期計画（参考）】

・研究スペースを有償の研究資源として捉え、スペース課金システムを活用し、迅速かつ適切に研究スペースの回収と配分を行う。

《平成21年度計画》

・スペースの有効活用を促進させるため、課金システム及び配分審査の的確な運用を行う。引き続き、スペース返納を促進すると共に、安全対策及びユニット配置の集中・最適化のため、効率的なスペース活用を図る。

【中期計画（参考）】

・研究ユニット評価結果の研究資源配分への効果的な反映、外部資金の獲得に対するインセンティブとしての研究資源配分など、研究資源の配分を競争的に行うことにより、研究活動を活性化させ研究成果の質の向上を図る。
《平成21年度計画》

【中期計画（参考）】

・研究ユニット評価・モニタリング結果を反映した資源配分、外部資金獲得に対するインセンティブ予算配分を継続して実施する。

【中期計画（参考）】

・地域における産業競争力の強化、新産業の創出に貢献するために、地域の技術的な特性を踏まえた世界に伍する研究への研究資源の重点配分を図る。
《平成21年度計画》

【中期計画（参考）】

・地域を中心として産学官連携を推進し、地域産業の国際競争力を強化する研究開発に資源を重点配分する。

【中期計画（参考）】

・研究開発の実施に当たっては、多重構造を排した組織において、意思決定の迅速化を図り、権限と責任を明確にした組織運営を行う。

《平成21年度計画》

・イノベーション推進コア、イノベーション推進関連部門が協働して研究現場との対話を促進し、研究開発における権限と責任を有する研究ユニット長を支援する。
（技術情報の収集・分析と発信）

【中期計画（参考）】

・社会情勢の変化を的確に把握するとともに中長期的な産業技術動向を俯瞰するため、外部人材ネットワークやアウトソーシングを活用しつつ組織体制と機能を充実させ、国内外の科学技術情報を収集・分析する。

《平成21年度計画》

- ・中期計画期間に行った調査の中で、まだ完結していない「レアメタル資源制約を踏まえた研究戦略策定調査」について最終年度は、レアメタルに関する需要等の将来予測を行い、研究開発戦略のあり方について提言すると共に、中期計画中に行った調査の総括を行う。
- ・産業技術の開発をミッションとする内外の主要な研究機関について調査、分析を行うとともに、産総研の経営課題・戦略経営に必要な情報を収集・分析し、情報を整備する。
- ・公的研究機関として、国の研究開発システムにおける役割を果たしていくために必要なマネジメント手法に関して、知識資産の活用等の企業の事例や海外の公的研究機関における制度やその成立要件等の調査を行う。
- ・平成20年度の成果を基に、エネルギー分野を対象に提案・試行した中長期研究開発戦略策定方法論をさらに他の分野に適用して試行する。それらの結果を基に産総研を始めとする公的研究機関において中長期研究開発戦略を策定する上での方法論に関する手引書（マニュアル）を作成する。
- ・ナノテクノロジーのイノベーションシステムの客観的な評価手法や現状の解析を行い、ナノテクノロジーの社会受容促進に関する情報の収集方策、発信のあり方についてとりまとめる。
- ・CCS 技術所内検討会を通じた CCS 実施への当所の取り組みのあり方に関する全所的な検討を21年度も継続。所内では5つの研究ユニットが CCS 関連研究等を行っているため、引き続き各ユニットの研究動向、経済産業省の研究開発プロジェクト等 CCS 関連施策への関与状況、CCS に係る国際動向等に関する情報を所内において、また、経済産業省と共有すること等を通じて、将来の CCS 実施に際しての当所関係研究ユニットの役割及び人員体制等を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・産業技術動向等の調査・分析の成果は、月報等の情報レポート及び調査分析レポートとして内外に情報提供する。
- 《平成21年度計画》
- ・平成21年度は昨年度に引き続いて収集した情報を整理し、内容面での充実を図りつつ月次レポートとして所内に定期的に配信する。また調査結果は定期的にとりまとめて内外に発信するとともに、主要な成果については技術情報報告会を開催して総合的に報告する。とりわけ、昨年および一昨年実施したお茶の水女子大学公開講座「化学・生物総合管理の再教育」は新たに「知の市場」というコンセプトの下で、社会技術革新特論「イノベーション技術の創造と社会受容」をテーマに、本年度後期に約半年にわたって講義を実施し、成果の外部への普及を図る。
 - ・平成21年度も調査結果を定期的にとりまとめ、内外に発信するとともに、主要な成果について第2回技術情

報報告会を開催する。

（研究組織の機動的な見直し）

【中期計画（参考）】

- ・短期的並びに中長期的な研究開発の計画を着実に達成するため、研究内容や研究フェーズの相違等を勘案し、研究センター、研究部門、研究ラボなどの研究ユニットを適切に配置する。各研究ユニットの成果に対する評価を定期的に行い、その結果及び産業動向、科学技術動向等を踏まえ、社会ニーズ、政策的要請等に対応する機動的かつ柔軟な組織の見直し、再編・改廃を行う。
- 《平成21年度計画》
- ・産総研を取り巻く環境、社会ニーズを考え、平成21年度初頭にメタンハイドレート研究センター、活断層・地震研究センターを設立する。
 - ・設置年限を迎える8研究センターについては、ユニット終了に伴う活動記録のとりまとめを行う。平成20年度の最終評価をふまえ、研究分野戦略を考えつつ、終了後の研究の継続体制について検討を行う。
 - ・平成21年度に設立3年目を迎える2研究センターについて中間評価を実施し、その結果に基づいて組織の見直しを行う。また、設置年限の前年度に当たる3研究センターについて最終評価を実施し、全期間を通じた研究センターの研究活動を総括し、各分野の研究戦略を考慮しつつ、研究センター終了後の研究展開や組織体制を検討する。

（国際競争力強化のための国際連携の推進）

【中期計画（参考）】

- ・研究開発資源を有効活用して国際的優位性を確保するために、世界の有力研究機関、研究者との連携を強化し、グローバルで相互補完的な連携により研究ポテンシャルの向上を図る。
- 《平成21年度計画》
- ・産総研の中長期的な国際戦略に基づき具体的な国際連携活動を推進する。特に、持続発展可能な社会の実現のための産業技術研究をより効果的効率的に推進するため、世界の有力研究機関と研究協力覚書（MOU）締結、国際共同研究実施、活発な人的交流、ワークショップの開催などを通じて、積極的な連携を図る。その際、「選択と集中」を念頭に置き、世界各国、とりわけアジア諸国において、戦略的に研究交流を深めるべき研究機関および研究テーマを選択し、戦略的な研究協力パートナーシップの構築を図る。さらに、第2期中期期間における包括的 MOU 締結機関との連携状況に関するレビューを行い、「選択と集中」という方針に従い、連携を強化すべき機関および連携を推進すべき研究課題の選別を行う。
 - ・アジア、中南米については、世界的な「地球温暖化対策」及び「東アジアサミット・セブ島宣言」の流れを踏まえ、引き続きタイ、ベトナム、中国、インド、マ

レーシア、ブラジルを重点に据えながら、地球環境問題やエネルギー問題を中心とした国際共同研究等の積極的推進を行う。具体的には、アジア地域においては、バイオ燃料の製造技術や自動車燃料の評価技術を中心とした「バイオマス・アジア戦略」を促進する。ブラジルにおいても、同様にバイオ燃料の製造技術に関する連携を促進する。インドにおいては、生命情報工学に関する研究交流を促進する。南アフリカにおいては、地質分野において資源開発における共同研究による連携を促進すると共に、環境・エネルギー、材料分野等での研究協力の可能性を模索する。

- ・北米、欧州、大洋州については、有力研究機関との間で、相互の強みを活かして、持続発展可能な地球社会の実現のためのイノベーション創出につながる連携を推進する。米国については、新たに発足したオバマ新政権が進めるグリーン・ニューディール政策に対応して、環境・エネルギー分野を中心とした日米研究協力を推進し、特に、ニューメキシコ州やコロラド州と連携を深め、ロスアラモス国立研究所との共同研究協力促進をはじめとして、ナノテクノロジー、エネルギー分野等における研究協力を推進する。欧州との連携では、連携実績のある公的機関との具体的共同研究を推進するとともに、若手研究者を中心とした人的交流の充実を目指す。具体的には、フランス国立科学研究センター（CNRS）とのロボティクスに関する連携研究体（ジョイントラボ）を推進し、欧州・日本等の競争的研究資金の獲得を目指すなど、当該分野での国際的プレゼンスの向上を図る。フィンランド技術研究センター（VTT）とは、製造分野・バイオ分野における連携した研究を一段と推進する。ドイツについては、ヘルムホルツ協会・カールスルーエ研究センター・ユーリッヒ研究センターとの包括的研究協力覚書下における研究協力推進の第1歩として、ナノテク等でのワークショップの開催に向け、協議を継続する。ノルウェーとは、ノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF）およびノルウェー科学技術大学（NTNU）との人的交流を推進する。オーストラリアについては、豪州連邦科学産業研究機構（CSIRO）と、クリーンコール技術（CCT）の推進に向けた具体的連携を図る。

【中期計画（参考）】

- ・国際競争力ある人材を養成するとともに、世界のCOEとの連携強化による優秀な研究者の招聘などを進めるため、国際的な人材交流の促進策に取り組む。《平成21年度計画》
- ・「産総研フェロウシップ制度」を活用して、若手研究者の海外研究機関への派遣および共同研究先の海外研究者の招へいを積極的に展開し、国際的な人材交流を推進し、世界的な視野を持って国際共同研究を推進できる国際競争力のある人材養成に努める。招へいにつ

いては、MOU締結機関を中心に戦略的な判断の基に強固な研究者ネットワークを構築するため、有効に活用する。派遣については、世界のトップレベルの研究機関へ派遣することで相互補完的な連携を強化する。また、外部機関が公募する人材交流・人材養成制度に積極的に応募することにより国際的な人材交流・国際競争力のある人材養成に取り組む。

- ・アジアを中心とした優秀な研究人材の世界的な獲得競争が激しさを増している現状を踏まえ、引き続き、「バイオマス・アジアフェロウシップ」事業を積極的に実施することで、アジア人材ハブの機能強化に努める。
- ・産総研のイノベーション国際展開を担う人材育成の一環として、米国カリフォルニア州シリコンバレーにおける研修を引き続き継続し、研修実施の効果を評価する。
- ・東アジアサミットにおけるエネルギー協力イニシアティブへの貢献として、東アジア・ASEAN経済研究センター（ERIA）からの委託を受けて、東アジア各国からバイオマス分野の研究者を受入れ、アジアバイオマスエネルギー研究コアにおいて共同で研究を実施する。
- ・産総研に在籍する外国人研究者が、産総研において言語や生活習慣等の違い等の障害を感じずに研究活動に専念できるよう、研究及び生活面におけるサポート業務の充実を図るなど、産総研の国際化を推進する。特に、今年度は、外国人研究者が研究活動に専念するための業務マニュアルを作成することで研究環境を整備する。

【中期計画（参考）】

- ・国際機関や国際会議での活動の強化と人的ネットワークの構築により、研究成果の効果的な発信能力と、迅速で正確な科学技術情報の収集・分析能力を強化する。《平成21年度計画》
- ・引き続き主要な国際会議、相手国機関との個別会議、政府ミッションへの参加、各国の研究機関訪問等を戦略的に活用して、各国並びに多国間の産業科学技術動向を把握し、産総研の国際戦略にフィードバックする。また、経済産業省、内閣府、外務省、各国大使館等と積極的に連携する事で、国際的産業科学技術の政策・フレームワークを把握し、産総研の研究活動を積極的にアピールすると共に、研究戦略に的確に反映させる。また、ハノーバメッセを始めとする欧州やアジア地域で開催される展示会等へ積極的に参加し、海外における産総研のプレゼンスを高める。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の安全輸出管理コンプライアンスプログラムを的確に実施する。《平成21年度計画》
- ・海外との研究活動に伴う技術の提供並びに貨物の輸出

に関し、法令遵守を徹底するべく、各研究者への指導、研修会の開催、自己点検とそのフォローアップ等を継続して行う。また、大学・研究機関からの不適切な技術移転が問題となっている状況から、人的交流に伴う技術移転の適正化についても重点をおいた取り組みを推進すると共に、産総研の先進的取組みを大学など外部機関への普及啓蒙活動に活かす。

- ・引き続き、海外渡航における感染症・事故等の未然防止及びテロ等の災害に直面しないための情報収集、情報周知を図り、海外での危機意識の醸成に努める。

(研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用)

【中期計画（参考）】

- ・研究開発が効率的かつ効果的に実施され、その研究成果が社会、産業界に有効に移転、提供されているか否かを検証するため、適宜、評価制度の見直しを行う。《平成21年度計画》
- ・第2期に実施したアウトカムの視点からの評価制度（アウトカム目標に向けたロードマップ、アウトプット、マネジメントの評価）を総括する。(1)中期目標期間中の課題と成果の年次変遷、(2)成果の全体とりまとめ、関係者のコメント、等を通じてアウトカムの視点からの成果評価の有効性と妥当性を検討し、その結果を基に評価システムの見直しを行う。

【中期計画（参考）】

- ・第2期中期目標期間においては、研究のアウトプットを中心とした評価に加えてアウトカムの視点からの評価を実施することとし、その結果を産総研の自己改革に適切に反映させる。《平成21年度計画》

- ・前年度に引き続き対象となる研究ユニットの成果評価、モニタリング意見交換を実施する。中期目標期間の最終年度であることから、アウトカムの視点からの成果としてのまとめ、さらに中期目標の達成という観点からとりまとめる。

【中期計画（参考）】

- ・アウトカムの視点からの有効な評価方法を確立するために、国内外で実施されている評価方法の調査、分析を行うとともに、その結果等を踏まえた評価制度の見直しを行う。《平成21年度計画》

- ・国内外の研究開発評価関連会議への参加、研究開発評価のあり方に関する調査をさらに継続的に実行し、得られた知見を基に評価システムの見直しを行う。

- ・第2期に産総研が掲げた将来像の達成度を把握すべく、評価に関するセミナー等を主催し、国内外の評価実務者、学識経験者とともにイノベーション創出に資する評価の課題についてさらに議論し、評価システムの見直しを行う。

- ・平成20年度に取りまとめた新規研究評価システムの枠

組みを基に体系化を行い、評価システムの見直しを行う。

【中期計画（参考）】

- ・評価制度の見直しに当たっては、研究成果のアウトカム実現への寄与を予測する手法の開発に加えて、評価者、被評価者双方にとって納得感の高い評価制度の確立を目指して制度見直しを行う。また、投入した研究資源の有効性を判断するための費用対効果的な視点からの評価を定期的実施するための制度見直しを行う。《平成21年度計画》

- ・中期目標期間中の成果を学術、産業、社会への貢献という観点から整理し、研究成果のアウトカム実現への寄与の実態をまとめるとともに、成果創出のためのマネジメント要因をまとめる。
- ・第2期に投入した研究資源の有効性を判断するため、第2期に行った評価結果から、成果の学術的、経済的、社会的価値を費用対効果の視点から整理する。
- ・評価者、被評価者の評価業務の負担軽減に向け、研究経営計画と連動する研究評価データベースの構築を進める。

【中期計画（参考）】

- ・評価結果を研究課題の設定、研究資源の配分、組織の見直し又は再編・改廃に適切に活用するなど継続的な自己改革に効果的に反映させることにより、研究成果の質を高めていくとともに、より大きなアウトカムの創出を目指す。《平成21年度計画》

- ・引き続き、研究資源配分及び研究ユニットの改廃に評価結果を活用する。

【中期計画（参考）】

- ・職員の意欲をさらに高めるとともに、職員個人の能力を最大限活用して研究成果や業務の質の向上につなげるために、職員個々に対する定期的な個人評価を実施する。《平成21年度計画》

- ・短期評価は、職員及び契約職員の一部（ユニット長等）を対象に実施する。

- ・長期評価は、一定の在級年数を満たした職員（任期付職員を除く）を対象に実施する。
- ・役員についても業績評価を行い、責任体制に対応した所掌業務の遂行状況を適切に業績手当に反映する。

【中期計画（参考）】

- ・個人評価にあたっては、制度の不断の見直しを行い、評価者と被評価者とのコミュニケーションツールとしての有効活用、評価結果の給与等への適切な反映などを実施していく。《平成21年度計画》

- ・短期評価終了後は、職員等を対象としたアンケートを実施し、それらの結果を分析して評価の全体像や問題点を的確に捉るとともに、職員にも概要を開示して評

価の相場観に照らし、評価者及び被評価者それぞれの立場で自分の立ち位置を認識させる等により、制度の適切な運用に努める。

(2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

【中期計画 (参考)】

- 蓄積された科学技術に関する知見や産業技術動向等の調査・分析の成果を基に、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスや技術開発プロジェクト実施に際しての参画及び研究実施のためのインフラ提供を通し、経済産業省等における産業技術政策に積極的に貢献する。

《平成21年度計画》

- 産総研の研究者の有する国内外の科学技術動向に関する知見を活用して、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスに引き続き積極的に関与する。
- 平成20年度に引き続き、環境・エネルギーに関わる研究開発の推進を図ると共に、産総研の技術ポテンシャルを活用して産業技術政策や各種の対外活動等に協力し、地球環境問題の解決を通して、低炭素社会構築の実現に向けて貢献する。
- 新技術開発による市場創出のインパクトを定量的に評価する「イノベーションインパクト指標」のモデルの汎用化とモデルパラメータの精緻化を行ない、より客観的に検証が可能なモデルの開発を行う。

【中期計画 (参考)】

- 経済産業省等との人材交流及び非公務員型の独立行政法人のメリットを活かした民間企業との連携研究の中での人材交流を通して、プログラムオフィサー(PO)やプログラムディレクター(PD)などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を育成する。

《平成21年度計画》

- 産学官の外部機関に対してプログラムオフィサー(PO)やプログラムディレクター(PD)などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を派遣し、人事交流を進める。

(中小企業への成果の移転)

【中期計画 (参考)】

- 産総研の研究成果の中から中小企業ニーズに応える技術シーズを取り上げ、中小企業への技術移転と製品開発への適用を図るとともに、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援するため、地域公設研との連携、協力を含めた共同研究等を機動的かつ集中的に推進する。

《平成21年度計画》

- 中小企業への技術移転と製品開発への適用を図ると共に、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援するために、以下の事業を実施する。

1) 平成19年度開始の「産業技術研究開発事業(中小企

業支援型)」(経済産業省委託費)を引き続き実施する(最終年度)。終了テーマについては成果発表会、事業化支援の技術的なフォローアップを実施する。

2) 中小企業等製品性能評価事業を運営する。

【中期計画 (参考)】

- 中小企業の技術開発レベルの向上を、中小企業人材に対する研修及び最新の産業技術情報並びにビジネス情報にアクセスできる広域ネットワークの構築等によって支援する。

《平成21年度計画》

- 地域の産業技術情報を把握している公設研とのネットワーク構築を引き続き推進する。特に地域産業活性化支援事業については公設研や地域の中小企業に対し周知に努めるとともに、事業の有効活用により、技術移転を通じた中小企業の支援と人的ネットワークの強化を図る。
- 引き続き、サテライトの共同運営等を通じた中小企業基盤整備機構等との連携を強化し、サテライトを交流の場とした各種プロジェクトの立ち上げ支援や技術・事業化相談、セミナーや人材育成プログラムなどを実施し、中小企業支援の高度化を図る。

(地域の中核研究拠点としての貢献)

【中期計画 (参考)】

- 地域の産業界、大学との共同研究等の実施及び地方公共団体、地域公設研との産業技術連携推進会議の活動などを通じた地域ニーズの発掘並びに地域公設研を通じた地域中小企業との連携を行うことにより、地域産業技術の中核機関としての役割を果たす。

《平成21年度計画》

- 産総研産業変革研究イニシアティブなどの大型連携プロジェクトの実施による地域新産業創出を進める。
- 引き続き、地域経済産業局、地域産業界との意見交換を実施し、地域ニーズや地域産業政策に対する産総研の研究ポテンシャルの活用を図る。
- 地域部会では、地域経済の現状を踏まえたプロジェクトの共同提案等の取り組みを強化すると共に、地域産業技術連携推進会議と連携して地域経済の活性化・再生に向け一層寄与することを目指す。
- 技術部会は公設試の技術レベルの向上を図るため研究会や研修会の活動を引き続き実施すると共に、地域部会の活動を支援し、地域中小企業の活性化やイノベーションの創出に寄与する。
- 引き続き、産総研地域センターが核となった広域連携の取り組みを進め、それによる企業への効果的な技術支援を目指す。

【中期計画 (参考)】

- 地域経済産業局が推進する産業クラスター計画など地域産業施策への貢献による新規産業創出活動、あるいは地域の産業界、大学、地方公共団体及び官界間の全体的なコーディネート機能の発揮、ハイテクベンチャ

一の起業支援等による地域におけるプレゼンスの向上を図るとともに、地域における科学技術と産業の振興に取り組む。

《平成21年度計画》

- ・産業クラスター計画への貢献、地域の要請に基づくテーマ設定による研究成果の展示や研究講演会の開催、あるいは産総研が主導的に研究会を設置、運営すること等を通じて、経済産業局、各自治体、地域公設研等との連携をさらに進める。
- ・引き続き、経済産業省の「地域イノベーション創出共同体形成事業」に対して産総研が中核となって事業を推進する。

【中期計画（参考）】

- ・8地域に展開する地域センターにおいては、全国ネットワークをバックに地域における窓口としてオール産総研の成果発信や、地域のニーズを吸い上げ産総研全体で解決するためのコーディネート機能、地域への人材供給機能を発揮する。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、定期的に地域産学官連携センター長会議、全国産学官連携コーディネータ会議を開催するとともに、さらに月2回程度全国産学官連携コーディネータ等をTV会議で結んだ連絡会を開催し、オール産総研としての情報の共有化、連携強化を推進する。
- ・必要な人員の産業技術指導員の確保に努め技術相談等の問い合わせに当たるとともに、共同研究の成約に向け産学官連携コーディネータに協力して各地域センター及び地域公設研との連携を図る。また、共同研究のフォローアップも合わせ、中小企業ニーズの把握とそれに基づく支援活動を全国に展開する。
- ・引き続き、各地域の産学官連携センターは地域における産学官連携の中核拠点として、経済産業局や地方自治体、商工会議所など連携し、オール産総研の窓口として地域ニーズに応じたサービスを提供する。

（工業標準化への取り組み）

【中期計画（参考）】

- ・工業標準に対する産業界や社会のニーズ、行政からの要請等に応えるため、産総研工業標準化ポリシーに基づき、工業標準の確立を目的とする研究開発を推進するとともに、日本工業標準調査会（JISC）、国際標準化機構（ISO）・国際電気標準会議（IEC）、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用し、産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。具体的には、第2期中期目標期間中に、新たな国際議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にした国際提案も含めた40件以上のJIS等標準化の素案を作成することを目指す。

《平成21年度計画》

- ・「産総研工業標準化ポリシー」に基づいて、産業界や社会的ニーズ、行政からの要請に対応すべく「標準基盤研究」を推進するとともに、経済産業省が実施する「国際標準共同研究開発事業」等の受託研究を着実に実施する。
- ・新たに国際会議における議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にしたJIS、ISO等の規格案にとりまとめ、国内外の標準化機関へ10件以上の提案等を行い、積極的な規格化を図る。
- ・ホームページ等を活用した所内外の標準化関係者への標準化に関する情報提供を行うと共に、所内工業標準化関係者の一元管理を行い、工業標準化のための体制を強化する。
- ・ISO等の国際標準化活動を円滑化するために近隣諸国をはじめとする関係諸国と標準化に関する協力関係を構築し、標準専門家の招聘、派遣を企画、調整、実施する。これにより、ISO等の国際標準の策定を目的とした人的ネットワーク形成を支援すると共に、国際会議出席報告書、海外調査報告書を一元的に管理し、海外の標準化動向をとりまとめる。
- ・ISO/TC229ナノテクノロジー国際標準化の取りまとめ、日中韓アクセシブルデザインフォーラムの標準化にかかわる国際展開を重点支援する。また、所内の国際標準化活動を促進するため、国際標準化情報を積極的に発信する。

（3）成果の社会への発信と普及

（研究成果の提供）

【中期計画（参考）】

- ・研究開発の成果を産業界や社会に移転するための取り組みとして、知的財産権の実施許諾、共同研究、ベンチャー起業支援、技術相談、技術研修等の多様な仕組みを活用した産業界との連携を第1期中期目標期間に引き続いて推進するとともに、第2期は新たな仕組みとして柔軟な人事制度を活用した人材交流による技術移転など実効性ある方策の導入を図る。

《平成21年度計画》

- ・共同研究等を推進するための制度に基づいて、民間企業等からの資金提供型共同研究、受託研究に対して資金提供額に応じて研究ユニットに研究費を付与する。第2期研究戦略上、重要な研究課題として位置づけられる共同研究に対しては、研究開始前に審査委員会に諮ることにより、研究資金運用の効率性を高め、社会への技術移転を効果的に支援・推進する。
- ・技術移転を効果的に推進するために、企業との協定に基づく組織的な連携により、ポスドク等を産業技術人材へと育成する。
- ・企業担当、大学担当及び研究ユニット担当の産学官連携コーディネータの活動により産学官連携の取り組み

をさらに発展させる。

- ・研究成果をより広く普及させるために、これまでに構築した自治体や金融機関等との連携をさらに深化発展させる。
- ・産総研の知名度向上を効果的、効率的に行うために、参加するイベント・展示会について費用対効果を元にさらに選択と集中を行う。
- ・ベンチャー創業前・創業後における各種課題の解決のため、相談窓口を設け各種相談に対応するとともに、高度かつ専門的知見が必要となる案件に対応するため、専門家との契約を行う。
- ・研究者による創業事務の負担軽減を図るため、所内イントラに「起業支援手引書」等の掲載や会社設立登記の代行業務等を実施するとともに、ユーザー側の立場で掲載内容の見直しを図る等により、その充実化を図る。
- ・また、産総研に入居するベンチャー企業について、その関連手続きについて関係部署との連携のもと、当該手続きに係るサポートを実施し、その迅速化、円滑化等を図る。
- ・産総研の研究者のベンチャー創出意識醸成を図るためにベンチャー開発センター職員によるベンチャーキャラバン（ベンチャー創出セミナーと創業相談を併催）をつくばセンターおよび地域センターで開催する。
- ・前年開催の反省点を踏まえ、研究室公開などを中心としたより効果的な交流の手段を検討し、オープンラボを開催する。
- ・「連携千社の会」を通して様々なサービスの提供を行うとともに産業界のニーズをフィードバックし、効果的な成果普及方策の立案に役立てる。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の技術シーズを活用し、波及効果が大きく企業のニーズに直結する資金提供型共同研究や受託研究の実施を強力に推進する。このことにより、民間企業等から受け取る研究資金等を、第1期中期目標期間最終年度の1.5倍以上の金額に増加させることを目指す。

《平成21年度計画》

- ・共同研究等を推進するための制度に基づいて、外部資金を獲得した研究ユニットへの資金的支援を行うとともに重要課題に対しては委員会において審査し、追加的資金を配分する。これらにより、外部研究資金の獲得額の増加を目指す。
- ・第2期中期計画における民間資金提供額の目標達成に向けて、以下の取組を実施し、民間企業等からの外部研究資金の獲得に努める。
 - 1) 包括協定の活用やトップセールスによる大型連携案件の構築
 - 2) 研究装置等提供型共同研究・FS 連携制度などの新たな施策を活用した共同研究案件の発掘
 - 3) 産総研がハブとなり大学・独法等を取りまとめる

ソリューション提案型共同研究への取り組み。

- ・共同研究、受託研究等の各種支援制度、支援体制の見直しと整備を行い、企業ニーズに応じた迅速かつ柔軟な連携構築に取り組む。具体的には、産学官連携コーディネータを中心として、平成20年度に構築したイノベーション先導事業、FS 連携制度、研究装置等提供型共同研究制度、連携千社の会等について、研究ユニット、企業等への周知を行うとともに、最適な連携制度の利用による連携構築を行う。また、顧客満足度の向上を目指し、連携プロセスの効率化とワンストップサービスの推進と徹底を行う。

【中期計画（参考）】

- ・研究開発型ベンチャーの起業に必要な研究開発を加速し、ビジネスプランの策定を支援するなど、研究開発の成果が新産業の創出や産業構造の変革の芽につながるよう費用対効果も考慮しつつベンチャーの起業に積極的な支援を行う。第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研産ベンチャーを100社以上起業することを目指す。

《平成21年度計画》

- ・ベンチャー創出を加速するため、事業化活動に関する産業界での十分な実務経験を有するスタートアップ・アドバイザーと、ベンチャーの基盤となる特許の発明者である産総研研究員によるタスクフォースを8件以上（継続分を含む）実施し、創業・新規事業創出の準備を行うプロジェクトチームとして活動する。
- ・平成20年度の検討結果を踏まえ、産総研内で取得できる能力と取得困難な能力の分類・分析を行い、スタートアップアドバイザー内部育成およびセンター職員の自己研鑽の一手段としての有効性検証を行う。
- ・第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研産ベンチャーを100社以上起業するために、「産総研技術移転ベンチャー」の創業に努める。
- ・今年度についても産総研技術移転ベンチャー等からの「事業実施状況ヒアリング」を実施し、技術移転の状況、経営状況及び産総研が行う技術移転促進への要望等についてヒアリング等を実施する。また、技術移転促進措置期間中の産総研技術移転ベンチャー等への「企業訪問」を実施し、技術移転の状況等について意見交換を実施する。
- ・ベンチャー企業創出戦略に資するため、ベンチャー追跡調査を行い、タスクフォース等のベンチャー創出活動にフィードバック出来るように努める。また、産業や証券市場、科学技術政策との関連からの検討も実施し、日本における企業創出のための事例を抽出する。

【中期計画（参考）】

- ・企業との共同研究を前提とした社会的に波及効果の大きい大型研究プロジェクトを自律的に立案、運営する。
- 《平成21年度計画》

- ・企業との連携による事業化プロセスを明確に持ったシナリオドリブンのプロジェクトとして、「産業変革研究イニシアティブ」を推進する。

- ・企業担当及び研究ユニット担当の産学官連携コーディネータが中心となり産学官連携推進部門、研究ユニット、イノベーション推進室等による支援体制を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研のオープンスペースラボ（OSL）を共同研究スペースとして十分に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、OSL を共同研究スペースとして有効に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究成果の普及による産業技術の向上に貢献するため、技術研修、技術相談及び外来研究員等の制度により、企業等に対する技術的な指導を実施する。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、技術研修、技術相談及び外来研究員の受入等により、企業等に対する技術的な指導を積極的に実施する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究開発の成果を積極的に普及するため、報告書等の作成・頒布に加え、各種のシンポジウム、講演会、イベントを開催するとともに、外部機関が催すこれらの行事に参加する。

《平成21年度計画》

- ・産総研の研究開発の成果の積極的な普及のため、学術誌「Synthesiology」、シンポジウムなどの形で、産総研の「見える」化を図り、産業界向けに成果の発信を推進する。また、産総研の研究活動をまとめて、研究成果が社会に結びつくように情報発信する。一般市民を対象に各地で特別展を開催し、研究成果を紹介するとともに、他部門や研究ユニットと連携して各種イベントを開催することで、産総研の知名度向上を図る。
- ・一般市民・青少年の科学技術を理解するための素養を育むため、サイエンスカフェ等対話型の「サイエンスコミュニケーション事業」を実施するとともに、産総研の研究活動を紹介した子供向けのパンフレットを発刊し、理解増進活動に取り組む。また、青少年を対象にした科学技術体験プログラムを実施する。

【中期計画（参考）】

- ・各種研究成果、関連データ等の研究開発活動の諸成果を知的基盤データベースとして構築し、公開データとしてホームページ上で発信する。特に、研究人材データや研究情報公開データについては、分かりやすいデータベースを構築し提供する。

《平成21年度計画》

- ・研究人材データベースは、科学技術振興機構(JST)の

ReaD(研究開発支援総合ディレクトリ)と引き続き連携をとり、ReaDのデータの定期的な更新を行う。

- ・平成20年度の検討（DB構築・管理の方向性、実施料や有償配布の取り扱い）を踏まえてデータベースの構築・管理方針を決定する。

【中期計画（参考）】

- ・研究開発の成果を科学的、技術的知見として広く社会に周知公表し、産業界、学界等に大きな波及効果を及ぼすことを目的として論文を発信する。産総研全体の論文発信量については、国際的な研究機関としての成果発信水準を確保し、年間論文総数で5,000報以上を目指す。また、産総研の成果を国際的に注目度の高い学術雑誌等に積極的に発表することとし、併せて論文の質の向上を図ることにより、第2期中期目標期間の終了年度において全発表論文のインパクトファクター（IF）総数（IF×論文数の合計）7,000を目指す。

《平成21年度計画》

- ・論文の発信数を年間5,000報、インパクトファクター（IF）総数を平成21年度に7,000を達成するため、積極的に成果発信する。

（研究成果の適正な管理）

【中期計画（参考）】

- ・産業界との連携により研究成果を社会に適正に技術移転するため、また民間企業が安心してニーズ情報等の産総研への提供をできるようにするため、産総研内において必要な体制を構築し、研究成果、研究関連情報を適切に管理する。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、発明相談、研修、説明会等を通じて、研究者の知的財産制度に対する関心と理解を高めると共に、研究成果物に関する規程類についての周知・徹底を図り、研究成果を適切に管理する。

【中期計画（参考）】

- ・研究成果の社会への発信、提供にあたっては、公開とする情報と非公開とする情報を確実に整理及び管理するとともに、共同研究等の検討のため外部に秘密情報を開示する場合には、秘密保持契約の締結などにより知的財産を適切に保護する。

《平成21年度計画》

- ・研修、説明会等を通じて、秘密保持契約や研究試料提供契約、ノウハウ管理等に関して周知・徹底を図るとともに、公開・非公開の情報の整理等を行い、知的財産を適切に保護する。

【中期計画（参考）】

- ・国内外の機関との人材の交流、産業界との連携等を推進していく中で、産総研の研究成果を適切に管理するという観点から、研究開発の成果のオリジナリティを証明し、かつ適切に保護するための研究ノートの使用を促進する。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、新規採用者研修等において研究ノートの役割、使用法に関する説明を実施し、研究ノートの適正な活用と管理を推進していく。

【広報機能の強化】

【中期計画（参考）】

- ・産総研の活動、研究成果等を専門家のみならず、広く国民にも理解されるよう産総研の広報戦略を策定し、広報活動関連施策の見直しを図る。

《平成21年度計画》

- ・産総研の広報にかかる戦略策定、運営等に関する検討、助言を行う「広報戦略懇談会」に、広報業務に関する評価を行ってきた「広報評価委員会」を統合することで、アドバイザー機能を強化し、広報戦略及びアクションプランの更なるブラッシュアップを図り、戦略的な広報活動の確立と実践に取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・プレス発表による最新情報のタイムリーな発信をはじめとするマスメディアを通じた広報や、展示室、地質標本館、広報誌等印刷物、一般公開、データベース、ホームページ、メールマガジン等の様々な広報手段を活用し、効果的かつ効果的な広報活動を推進する。

《平成21年度計画》

- ・産総研への職員の帰属意識向上と所名の認知度を高めるため、「産総研 CI」の多方面での活用を推進するとともに、各種印刷物等の視覚的質の向上を図るため、部門横断的にデザイン提供、助言等を行う。
- ・プレス発表、取材については、研究成果と経営情報をわかりやすく伝えるように努める。また、マスコミへは迅速かつ丁寧に対応し、信頼感の醸成を図る。更に、報道内容のフォローアップを行い、プレス発表方法の改善に努める。
- ・産総研公式ウェブサイトの情報発信に関しては、最新情報を的確かつ迅速に発信し、外部からの利便性の向上に努める。更に、アクセスログ解析によって得られたデータを活用し、ユニットのサイト運営を支援する。
- ・「産業界向け」産総研紹介ビデオの外国語版を制作し、展示会、講演会で情報発信を行うことで、国内外における産総研の認知度向上を図る。また、産総研の研究成果を映像でわかりやすく紹介し、科学技術に関する情報発信を効果的に展開する新規映像番組を制作し、サイエンスチャンネルの放送網を通じてテレビ放映を行う。
- ・常設展示施設「サイエンス・スクエアつくば」の展示物のリニューアルをおこなうとともに、「サイエンス・スクエアつくば」「地質標本館」の展示物解説の補強、特別展を開催するなど、見学者へのサービス向上に努める。また、地質標本館内の地質相談所を窓口として、地質情報の利用促進のため、外部機関や市民からの問い合わせに積極的に応えるとともに、団体見学者の要望に応じて、地域地質の解説を行う。

- ・一般公開については、より地域住民の理解を得るよう、研究成果及び社会における貢献を紹介するなど、内容の充実を図るとともに、つくばセンター展示物等を活用して、地域センターのイベントや一般公開を支援することで、産総研全体の成果をアピールする。また、地質標本館においては、科学館、科学系博物館などに協力し、移動地質標本館を出展する一方、学校教育関係者と連携し、若年層の自然観育成、科学理解度増進に注力する。

- ・広報誌等出版物については、対象者を意識し研究成果の活用方法を含め、広く社会に受け入れられるような内容の情報発信に努める。

- ・一般市民・青少年の科学技術を理解するための素養を育むことを目的とした「サイエンスカフェ」、「出前講座」、「実験教室」等のサイエンスコミュニケーション事業は、総合科学技術会議等で、産総研に対して実施することが求められていることから、積極的に取り組む。また、青少年を対象にした科学技術体験プログラムを実施する。

- ・公的研究機関によるベンチャー創出の意義や、産総研のベンチャー創出支援活動内容・成果について社会の理解を得るために、効果的なイベントを厳選して、外部機関が催す展示会・見本市への出展等を通じて、外部技術シーズへの対応や企業との共同研究をベースとしたベンチャー創業スキーム等を紹介するとともに、産総研のベンチャー創出活動の成果を発信する。

- ・タスクフォース成果報告会を年度内に1回開催し、タスクフォース発ベンチャーの事業内容等に関する情報発信を行い、ベンチャーキャピタルや一般国民に向けて、産総研の行うベンチャー創出活動の成果を発信する。

- ・産総研ベンチャーの創出活動と実績を紹介する広報誌を年度内に作成・発行する。また公開イベントや展示会場等での配布、ホームページへの掲載を実施することで、当該事業の周知を実施する。

- ・産総研ベンチャー等の相互交流を促進するためにコミュニティ形成のための催しとして AIST スタートアップスクラブを年2回以上開催する。

【中期計画（参考）】

- ・国際シンポジウムの開催や英文による国際的な情報発信を強化し、国内外における産総研のプレゼンスの向上を図る。

《平成21年度計画》

- ・国内外での産総研のプレゼンスの向上を目的として、英語版ホームページを充実させ、広報誌、学術誌「Synthesiology」等の英語版を発行する。

【知的財産の活用促進】

【中期計画（参考）】

- ・知的財産に係る戦略策定機能を強化し、実用的で社会への波及効果の大きい知的財産の創出に努めるとともに

に、その管理を適正に行い、より有効かつ迅速に社会に移転させるための取組みを推進する。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、知的財産に係る戦略的な取組みを強化し、波及効果の大きい知的財産の創出に努める。
- ・経営的視点に基づく重点化の観点から、適切な IP インテグレーション課題を選定し、知的財産価値の増大を図る。

【中期計画（参考）】

- ・特許等の知的財産の実用性、社会への有用性を重視し、第2期中期目標期間終了時まで、600件以上の実施契約件数をめざす。

《平成21年度計画》

- ・特許等の知的財産を活用した技術移転を進めるため、TLO と連携して、産総研の保有知的財産権の実施を前提とする特許実用化共同研究などを推進し、引き続き実施契約件数600件以上を目指す。

(4) 技術経営力の強化に寄与する人材の育成

(研究開発を通じた技術経営力の強化に寄与する人材の育成等)

【中期計画（参考）】

- ・ポストドクや企業、大学等の研究者等を、産総研の基礎から製品化に至る幅広い研究活動に従事させることにより、企業の技術経営力の強化に寄与する人材として育成するとともに、企業へ供給する等その活用を促進する。

《平成21年度計画》

- ・研究人材育成のために企業や大学の研究者等を産総研に受け入れる「カーブアウト事業」や「ベンチャー支援任用制度」を一本化するなど、より外部人材を受け入れやすくするために各種制度の改革を図る。
- ・若手研究人材の正規就業支援事業の一環として、産総研イノベーションスクールを70人規模に拡充し、ポストドククラスの若手研究者を産業技術の技術革新に貢献できる研究人材として育成し、産業界等へ輩出する。

【中期計画（参考）】

- ・企業等との連携を図り、産総研から産業界への人材の派遣等による産業界との交流を推進する等により、産総研において育成された技術経営力の強化に寄与する人材の活用を促進する。

《平成21年度計画》

- ・産業界へ優秀な人材を効率的に派遣・輩出するため、「連携千社の会」をさらに活用し必要とされる人材の把握を行い、「産業人材育成事業」等、様々な制度を活用し人材育成を実施する。

(5) 非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

(産業界との連携)

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを最大

限に活かした柔軟な人事制度のもとで、産業界と直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界からの人材の受け入れや産総研から産業界への人材派遣等による産業界との交流を強力に推進する。

《平成21年度計画》

- ・産業界からの人材の受け入れや産業界への人材派遣による産業界との交流をさらに推進する。
- ・企業との連携を深めるために設立した「連携千社の会」のネットワーク機能を活用し、産総研のさまざまなイベントや企業向け説明会等の発信を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ポストドク等の若手研究者を産学官連携の大規模な研究開発プロジェクトに参画させることにより、世界に通用する産業科学技術の技術革新を担う人材として育成する。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、企業との共同研究プロジェクトにポストドク等の若手研究者を参画させ、産業技術人材へと育成する取組みを強化する。このために、企業との協定締結を推進するとともに「産業技術ポストドク育成事業」を継続実施する。

(学界との連携)

【中期計画（参考）】

- ・先端的分野での研究ポテンシャルの高度化や新たな技術融合分野の開拓等を図るために、包括的協力協定等において非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活かした柔軟な人材交流制度を活用することにより、大学との連携を強化する。

《平成21年度計画》

- ・産業界及び大学・公的研究機関との連携のハブとなることを目指して、大学等公的研究機関との組織的・戦略的な連携活動を推進し、この中で、技術研修員、外来研究員の受入れ、産総研の研究員の外部派遣などを通じて人材交流を促進し、先端的研究開発の推進とともに、将来の産業技術開発を担う人材の育成を行う。

【中期計画（参考）】

- ・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に進め、社会への知的貢献を果たす。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行う。

(人材の交流と育成)

【中期計画（参考）】

- ・産総研のミッション遂行に必要な能力を涵養し、優秀な人材を育成するため、各種研修制度を充実させるとともに、柔軟な人材交流制度を活用し産業界、学界等との人材交流を推進する。

《平成21年度計画》

- ・職員一人ひとりの能力とチーム及び組織の機能が最大限に発揮されるよう、職員等基礎研修、階層別研修、プロフェッショナル研修等を体系的かつ効率的に運用する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研が有する多様な研究分野のポテンシャルを有効に活用し、ナノテクノロジー産業人材など新興技術分野や技術融合分野における先端的な技術革新に対応できる人材を年間100名程度育成する。また、非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限活かし、人材交流も含めた産業界との連携の下、産業界で即戦力となる高度な実用化研究のスキルを持った人材を供給する。

《平成21年度計画》

- ・産業界、学界等との連携研究プロジェクトに、ポストドク等の若手研究者を参画させ、産業技術の技術革新に貢献できる研究人材として育成する。
- ・若手研究人材の正規就業支援事業の一環として、産総研イノベーションスクールを70人規模に拡充し、ポストドククラスの若手研究者を産業技術の技術革新に貢献できる研究人材として育成し、産業界等へ輩出する。

【再掲】

- ・若手研究人材の正規就業支援事業を活用して、新たに「専門技術者短期育成事業」を開設し、単年度で集中的に産業界等において活躍できる人材の育成に努める。
- ・平成17年度に開始した高度専門技術者育成事業を継続して実施し、民間企業等で活躍できる研究支援者等を引き続き育成することに努める。
- ・高度専門技術者育成事業による育成年限を迎える専門技術者が、産業界において活動の機会を得られるよう支援を行う。

《弾力的な兼業制度の構築》

【中期計画（参考）】

- ・発明者等に限定されていた研究成果活用型の役員兼業の対象を、発明者等以外にも拡大するなど、兼業をより弾力的に実施できるよう必要な制度の整備を行い、より効果的に研究成果の社会への還元を図る。

《平成21年度計画》

- ・兼業従事者の裾野拡大を図るべく、兼業制度の柔軟化及び申請手続きの簡便化が明確に伝わるように、イントラ上での工夫を行う。また、兼業案内ページを再構成し、裾野拡大に加えて、コンプライアンスの観点から兼業従事上の諸規定（従事時間の上限、出勤簿処理の方法等）についても周知徹底が図れるよう整理する。

2. 研究開発の計画

(鉱工業の科学技術)

【別表1】

(地質の調査)

【別表2】

(計量の標準)

【別表3】

3. 情報の公開

【中期計画（参考）】

- ・産総研の諸活動の社会への説明責任を的確に果たすため、保有する情報の提供の施策の充実を図るとともに、適正かつ迅速な開示請求への対応を行う。

《平成21年度計画》

- ・情報提供について、「情報公開」・「個人情報保護」のホームページ掲載の情報を常時見直し充実させる。また、情報公開窓口施設における研究成果資料の整備等を引き続き行い、情報提供の一層の推進を図る。
- ・情報公開窓口の円滑な運用を引き続き行い、開示請求及び問い合わせ等に適正かつ迅速に対応する。

【中期計画（参考）】

- ・個人の権利、利益を保護するため、産総研における個人情報の適正な取扱いをより一層推進するとともに、個人情報の本人からの開示等請求や苦情処理に適切かつ迅速に対応する。

《平成21年度計画》

- ・個人情報の適切な管理維持等のために必要な措置について、教育研修の実施並びに自己監査及び点検等の評価・改善サイクルを充実させ、セキュリティレベル向上の周知徹底を図る。
- ・個人情報保護窓口及び苦情相談窓口の円滑な運用を行うとともに、開示等請求及び苦情処理の申し出等に適切かつ迅速に対応する。

4. その他の業務

《特許生物の寄託業務》

【中期計画（参考）】

- ・特許庁からの委託を受け、産業界のニーズを踏まえた寄託・分譲体制を確立し、特許生物の寄託に関する業務を行う。また、世界的知的所有権機関（WIPO）ブダペスト条約により認定された国際寄託業務を行う。

《平成21年度計画》

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、継続して国内外からの特許生物を受託し、求めに応じて分譲業務を適切に行う。
- ・日常業務における安全管理体制の強化に努めるとともに、業務の効率化・均質化のための体制整備と広報活動を行うなど、利用者へのサービス向上に努める。
- ・業務に関連した微生物の形態的多形識別技術、動物細胞の保存・検定技術、微細藻類の保存技術、植物細胞の遺伝形質の安定化のテーマについて研究を実施する。
- ・寄託業務の改善に向け、平成20年度から実施している寄託微生物の受託時における安全性確認の強化や最低2000株の保管菌株について安全度レベルの判定を行うなど、安全対策及び業務改善策などの取り組みを継続して実施する。

《独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業》

【中期計画（参考）】

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と標準化関係業務

等に関する共同事業を行う。

《平成21年度計画》

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と工業標準基盤研究等の工業標準化を目的とした共同事業を継続して実施するとともに、昨年度実施した3テーマ(嗅覚同定能力測定法、年齢別聴覚閾値、ロービジョン)から研究成果を JIS、ISO 等の具体的な規格案にとりまとめ、経済産業省関係部局に対して提案する。

II. 業務内容の高度化による研究所運営の効率化（業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置）

1. 研究活動を支援する業務の高度化

（経営機能の強化）

【中期計画（参考）】

- ・研究成果の最大化のため、経営全般にわたる意思決定機構の整備と、これによる意思決定スピードの向上、役割分担及び責任の明確化など経営機能の強化を図る。

《平成21年度計画》

- ・研究分野担当理事の役割及び職務を明確化し、経営的視点に基づく研究開発を強化する。

【中期計画（参考）】

- ・各部門ごと及び組織全体としてのリスク管理体制を強化することに加え、研修等を通じた職員一人一人の社会的責任、法令遵守に対する意識の向上を図る。

《平成21年度計画》

- ・産総研に潜在するリスクを整理・分析・評価するとともに、各部門ごと及び組織全体としてのリスク管理能力の向上を図る。
- ・リスク管理委員会において、リスク管理に係わる方針、体制の検討、活動状況等の報告を行い、リスク管理体制の強化を図る。
- ・平成20年度に引き続き、リスク管理、コンプライアンスに関するカリキュラムを組み込んだ階層別研修等を継続して行い、職員が社会的責任等に対する高い意識を保ち続けられるよう図る。また、引き続きセルフチェック等を実施し、職員等がコンプライアンスに関する理解をより一層深められるように努める。
- ・内部監査等を活用してリスク管理活動のモニタリングを行い、その結果を各部門等に遅滞なくフィードバックすることにより、リスク管理活動のレベルアップを図る。
- ・第三者検収制度等の調達・契約に係るシステムを不断に見直し、適切に行われるように検証及び必要な改善に努める。
- ・適切かつ自発的に情報公開を行い、組織としての健全性を社会に対して示す。

（研究支援業務の効率的な推進）

【中期計画（参考）】

- ・財務会計、人事、研究環境の整備など研究を支援する

業務については、その業務フローを見直し、業務分担の整理を行うとともに、業務運営方法の見直しを適切に行う。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に構築した次期情報システムを安定稼働させ、研究支援業務の最適化を推進する。
- ・産学官連携関連業務の効率的な実施に資するため、平成21年4月稼働予定の次期情報システムにおいて、以下の改修を行う。

- 1) 複数者契約の表示項目の追加機能
- 2) 委託研究における研究員の追加機能
- 3) 研究データベースとの連携等

- ・平成20年度に引き続き、「独立行政法人整理合理化計画」による随意契約基準の見直しを踏まえ競争入札及び公募による調達の適切な業務遂行を行うために、制度の職員への理解・浸透を図るとともに契約手続きの適正な執行を推進し、競争性及び透明性の確保に努める。

【中期計画（参考）】

- ・本部と地域センターにおける業務分担及び業務フローを明確化し、研究支援業務の効率化を図る。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に実施した業務棚卸の結果を踏まえ、イノベーション推進体制の見直し、研究業務と事務業務が密接に連携している業務を効率的かつ効果的に進めるための体制のあり方等について検討する。
- ・また、人事、会計業務等研究支援業務にかかる地域センター所長とつくばとの権限関係を整理し、組織体制の明確化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務の継続的な業務合理化を推進しつつ、現場からの改善提案を受け付ける制度等を活用して業務内容の改善状況を常に点検し、支援業務の質の向上に努める。

《平成21年度計画》

- ・職員から寄せられる業務改善提案の進捗状況を継続的に把握し、業務推進本部連絡会の場を活用して、関係者間の情報共有と連携による提案内容に対する有効策の検討と迅速な処理に努めることにより、研究支援業務の質的な向上を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・上記を達成するため、研修制度等の充実による職員の専門能力の向上と併せ、機動的な人員配置を行うとともに、旅費、給与、研修実施業務等に関しアウトソーシングなどを活用することにより研究支援業務の質の向上を図る。

《平成21年度計画》

- ・時間外労働縮減キャンペーン等の継続的な実施、業務効率化意識を高めるためのセミナー等の実施や、一定

の専門性を有する職員の育成に取り組むことにより、研究支援業務の質的な向上を図る。

- ・施設整備業務の一部についてアウトソーシングを実施し、その結果を踏まえて、段階的なアウトソーシングについて検討を進める。また、他の業務についても引き続きアウトソーシングの可能性について検討する。

【中期計画（参考）】

- ・研究関連・管理部門等の業務効率向上に資する内部評価が可能となるよう、部門等の性格の違いを考慮した評価項目や外部有識者の活用のあり方を含め、評価方法を見直す。評価結果を部門等の人員配置、予算配分、運営や産総研の経営の改善に適切に活用し、業務効率の向上を図る。

《平成21年度計画》

- ・産総研経営における研究支援業務の実践を担う、研究関連・管理部門等の活動評価について、部門等の性格の違いを考慮した納得感の高い評価コメントを取りまとめる。平成19年度に設定した PDCA をより有効なものに改善し、産総研の活動について総括的観点から業務改善につなげる。
- ・評価結果を部門等の人員配置、予算配分、運営や産総研の経営の改善に適切に活用し、業務効率の向上を図る。
- ・平成21年度から、業務改善プロジェクトチームを新設し、業務の簡素化や外部委託の推進等を通じた業務の効率化及び高度化に取り組む。

（研究支援組織体制の最適化）

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務に関する実績と運営状況を常に把握し、評価結果並びに社会情勢等を踏まえた経営判断により、運営効率向上のための最適な組織体制に向けて不断の見直しを図る。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に策定した研究関連・管理部門等の業務・組織・制度の見直しの方向性を踏まえ、効率的かつ効果的な部門間の役割分担、人員配置のあり方等を検討し、運営効率向上のための最適な組織体制に向けて不断の見直しを図る。

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務の質を維持しつつ、業務の効率化、本部と地域センターの業務分担の見直し等を踏まえ、管理部門の職員の全職員に対する比率を地域センターを中心に引き下げる。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に策定した研究関連・管理部門等の業務・組織・制度の見直しの方向性を踏まえ、効率的かつ効果的な部門間の役割分担、人員配置のあり方等を検討し、研究支援業務の質を維持しつつ、管理部門の職員の全職員に対する比率を地域センターを中心に引き下げる。

（業務の電子化の推進）

【中期計画（参考）】

- ・電子的な情報共有の推進、業務用データベースの高機能化及びワークフロー決裁の利用拡大による業務システムの更なる高度化を通じて、研究関連業務、管理業務及び研究業務の効率化を図るとともに、情報セキュリティを強化する。

《平成21年度計画》

- ・次期情報システムの稼働を開始し、情報システムによる業務支援の高度化及び効率化を平成21年度半ばを目処に実現する。具体的には所内情報基盤であるイントラネットシステムの提供により、職員の情報共有を進めるとともに、会計システム及び人事給与システムを稼働させ、研究支援業務の高度化・効率化を図る。さらに、研究テーマデータベースの稼働により、研究資源と成果の把握を高度化し、平成21年度半ばを目処に研究経営支援手段を強化する。
- ・情報セキュリティポリシー（「情報セキュリティ基本方針」、「情報セキュリティ規程」等により構成）改訂に伴う Web 版セキュリティ研修（e-ラーニング）のコンテンツ改修を行い、システムの充実を図る。
- ・情報セキュリティ強化の一環として、研究実施部門（20部門以上）を対象として情報セキュリティ監査を実施する。また、外部公開サーバのセキュリティ強化対策として、セキュリティ診断（擬似的侵入検査）を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・電子政府化への対応の一環として必要な行政手続きのオンライン化を推進するなど、事務手続きの一層の簡素化、迅速化を図るとともに、研究所の制度利用者の利便性の向上を行う。また、業務の最適化計画を作成する。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に引き続き「産総研ネットワークシステム AIST-LAN の最適化計画」及び「イントラネットシステムの最適化計画」に従って最適化措置を実施し、業務の効率化・利便性の向上、システムの安全性の向上を図る。

（施設の効率的な整備）

【中期計画（参考）】

- ・安全で良好な研究環境を構築するため、長期的な施設整備計画を策定し、アウトソーシングを活用しつつ効率的かつ適切な自主営繕事業を推進する。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に策定した長期整備計画マスタープラン案について、ユーザーからのパブリックコメントなどをもとに内容の修正を図るとともに、研究分野・研究設備別に展開した改修計画を策定して研究戦略との調整を図り、つくばセンターの建物についての整理統合・集約化による建て替え計画案を作成し、産総研に適し

た長期的な施設整備計画として取りまとめる。

- ・石綿除去については、石綿除去基本方針に基づき「石綿含有吹付け材除去計画」（平成24年度）を策定し公表するとともに、昨年度に引き続き除去工事未実施箇所石綿吹き付け材に係る劣化状況調査・室内環境測定等を実施する。
- ・耐震化対策については、耐震化計画の優先順位を踏まえるとともに、同時に効果的・効率的な工事のため可能な限り老朽化対策と調整しつつ対象施設の耐震補強計画を順次実施する。

【中期計画（参考）】

- ・自主営繕事業の推進に際しては、施設設備の設計基準、ライフサイクルマネジメント、点検評価システム、統合データシステムを確立し、これらを用いることにより迅速かつ確かな施設整備を実施する。

《平成21年度計画》

- ・施設維持管理における点検結果の評価を反映した適切且つ効率的な施設整備を行う。
- ・施設維持管理に必要な計画補修を推進するため、設備点検結果と発生不具合データの検証を適切に行う。
- ・これまでに確立した LCC 算出ツールを用いて、主要な既存建物（研究本館）について LCC の算出を行い、生涯コスト縮減、効率的な改修の実現するためのシミュレーションを実施し、これらの LCC で算出されたデータをもとに、大規模改修、建て替え時期など産総研に適したライフサイクルマネジメント手法を確立する。
- ・現行の施設設備の機器台帳と別途メンテ用に管理している機器データを統合するとともに、設備不具合管理システムを連携し、施設整備計画、施設維持管理等の業務に活用できる統合データシステムを構築する。
- ・先進事例調査については、産総研が行う施設整備に参考となる情報の収集を行う。

2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

（1）柔軟な人事制度の確立

（優秀かつ多様な人材の確保）

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かし、外国人や海外経験者も含め、産総研の経営戦略に沿った優秀かつ多様な人材の確保を図るため、研究環境の整備、任期付任用制度の見直し、独自の採用試験制度の導入など新たな採用制度を構築する。また、女性にも働きやすい環境を整備し、女性職員の採用に積極的に取り組む。特に研究系の全採用者に占める女性の比率を第2期中期目標期間末までに、第1期中期目標期間の実績から倍増することを目指す。

《平成21年度計画》

- ・国内外の研究機関の人材情報を積極的に収集し、優秀な人材を的確に確保するための体制整備に努める。
- ・平成21年度も引き続き、全国の主要大学等で就職説明

会や効果の期待できる企業合同説明会に積極的に参加することにより、採用応募への勧誘と広報を行い、多様で優れた人材の確保に努める。

- ・より多くの人材が採用応募できるように、試験会場を東京と大阪の2箇所で開催する。
- ・介護による離職を回避し、仕事と介護の両立による負担を軽減するために、休業者および休業者の属する職場への支援策として、産総研における介護支援制度を引き続き検討する。
- ・平成21年度も引き続き男女共同参画や女性研究者支援のノウハウの蓄積・発信・共有を目的に設置したダイバーシティ・サポート・オフィスを発展させ、参加機関との連携を強化するとともに、子育て支援や女性研究者支援事業をより充実させる。

（多様なキャリアパスの確立）

【中期計画（参考）】

- ・研究系、事務系職員それぞれに対し、研究実施、研究支援、組織運営などの様々な業務における多様なキャリアパスを明確化することで、職員がその適性を活かして能力を最大限に発揮することを可能とし、優れた研究成果の創出、研究関連・管理部門等のサービスの質の向上を図る。

《平成21年度計画》

- ・職員の多様なキャリア開発に資するべく内部研修の充実を図る。特に任期付若手研究員に対しては委託事業を通じたキャリア開発支援も行う。

【中期計画（参考）】

- ・知的財産管理、産学官連携、技術情報分析等をはじめとする研究関連分野においては、研究系職員の能力をより有効に活用し、その活動の一層の高度化を図る。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、産学官連携推進部門、知的財産部門、評価部、国際部門等の研究関連部門への研究人材の流動促進に努め、研究職員の専門知識を活かした活動を促進する。

（非公務員型移行を活かした人材交流の促進）

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かした新たな人材交流制度を構築し、大学や産業界等からの人材受け入れ、あるいは弾力的な兼業制度を活用した産総研からの派遣など外部との交流を強力に推進する。第2期中期目標期間においては、第1期中期目標期間には実績のなかった民間企業への出向を促進し、出向と役員兼業の件数を合わせて、第1期中期目標期間の実績の倍増以上を目指す。こうした活動を通じて、研究成果の産業界への積極的移転、外部との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の更なる向上並びに人材の育成等を図る。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、研究成果の産業界への積極的移転を行い、

外部との交流を通じた研究水準の更なる向上と人材の育成を図る。

- ・兼業制度に関しては、兼業従事者の裾野拡大を図るべく、兼業制度の柔軟化及び申請手続きの簡便化が明確に伝わるように、イントラ上での工夫を行う。さらに、兼業案内ページを再構成し、裾野拡大に加えて、コンプライアンスの観点から兼業従事上の諸規定（従事時間の上限、出勤簿処理の方法等）についても周知徹底が図れるよう整理する。【再掲】

(2) 職員の意欲向上と能力開発

(高い専門性と見識を有する人材の育成)

【中期計画（参考）】

- ・職員の業務に必要な専門知識、技能の向上、さらには将来の産総研内外のキャリアパス開拓にも繋がるよう研修制度の充実を図るとともに、海外研修や民間企業への出向等による能力開発を支援し、高い専門性と広い見識を有する人材の育成を推進する。

《平成21年度計画》

- ・職員一人ひとりの能力とチーム及び組織の機能が最大限に発揮されるよう、職員等基礎研修、階層別研修、プロフェッショナル研修等を体系的かつ効率的に運用する。【再掲】
- ・人材育成をより一層強化するため、研究関連・管理部門に新規採用した事務職員を対象とした OJT 制度を導入し、人材育成に努める。
- ・職員の知的財産調査、知的財産戦略立案能力を向上させるため、引き続き知的財産に係わる研修を実施する。
- ・能力開発部門との業務分担も検討しながら、「エキスパート研修（中級）」等の内容を検討する。またベンチャー創業に関する基礎知識を習得するために専門家による集中研修や講演会（アラカルトセミナー）を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・研究能力を涵養する期間であるポストドクについては、研究のプロフェッショナルとしてのみではなく、産業界等で広く活躍できる人材となるよう、適切に育成を行う。

《平成21年度計画》

- ・平成21年度においても、任期付若手研究職員等に対して産業技術人材としての資質を涵養する研修を実施し、産業技術の発展の中心となって貢献する人材を育成する。また特にポストドク等任期付若手研究員に対しては委託事業を通じたキャリア開発支援として就職情報の提供、就職マッチングイベントの開催、専門・就職スキルアップセミナー等を行う。
- ・ポストドクや若手の任期付若手研究員をイノベーション人材として育成、輩出するために、文部科学省委託事業「科学技術関係人材のキャリアパス多様化事業」を推進する。本事業を通じて所内の任期付若手研究員のキャリア開発を支援するとともに、つくば地区全体の

ポストドク等任期付若手研究者の育成・輩出システムの構築へ繋げる。

(個人評価制度の効果的活用と評価の反映)

【中期計画（参考）】

- ・個人評価制度については、職員の意欲を更に高めることを目的として、目標設定とその達成へのきめ細かな助言などを通じた評価者と被評価者間のコミュニケーションツールとして効果的な活用を図るとともに、業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなどにより、評価結果を給与等の処遇に適切に反映する。

《平成21年度計画》

- ・評価者のスキル向上・評価傾向の理解等についての研修を実施する。
- ・新規採用職員に、個人評価制度理解のための研修を実施する。
- ・職員給与に占める業績手当の現行水準を維持しながら、メリハリのある査定を実施することにより短期評価の効用を高めていく。

【中期計画（参考）】

- ・職員の個人評価にあたっては、優れた研究業績、研究所への貢献、産業界及び学界等を含む社会への貢献等の多様な評価軸を用いることで、様々な活動を適切に評価するとともに、キャリアパス選択にも反映できるよう評価制度を適宜見直す。

《平成21年度計画》

- ・人事評価委員会を適切に運営して、適切な評価に務める。
- ・引き続き、短期評価・長期評価の不服申立について、適正な対処を行う。

3. 環境・安全マネジメント

(安全衛生の向上)

【中期計画（参考）】

- ・産総研における全ての事業について、事故及び災害等の発生を未然に防止し業務を安全かつ円滑に遂行できるよう労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、安全管理体制の維持・強化を図る。
- ・システムの導入に当たっては、環境マネジメントシステムとも統合した総合的なマネジメントシステムを構築し、環境に配慮した安全で快適な職場環境を実現する。

《平成21年度計画》

- ・環境・安全マネジメントシステムは、一部（東京本部等）を除き全ての事業所で運用を開始する。各事業所の実施状況及びマネジメントシステム内部監査結果等の情報を把握し、各事業所間の運用レベルの均一化を図る。また、各事業所間の情報共有を図ることを目的とする連絡会議を開催して、マネジメントシステムの有効性を継続的に改善する体制を整備する。
- ・ライフサイエンス実験管理センターにおいては、関連する7つの倫理・安全委員会を着実に運営するとともに

に、ヒト由来試料使用実験、組換えDNA実験、動物実験、生物剤毒素使用実験については実験現場の現地調査ならびに教育訓練を実施し、倫理、安全性の確保を図る。また、つくば地区に点在する実験動物飼育施設について、つくばセンターにおけるスペースガイドラインに従い、集約化の具体案を策定する。

- 放射線管理センターにおいては、引き続き放射線管理体制の強化並びに RI 利用研究者への利便性の向上を目指した業務を推進する。
- 新たな基幹システム上において、機能強化して運用開始となる薬品ボンベ管理システムを使用者が効率的に利用できるよう機能の説明と周知の徹底を図る。また、新たに付加された機能を有効活用し、建築基準法、消防法等の法令遵守の徹底を図る。
- 実験室内の薬品保管方法の適正化を推進して薬品類の管理強化を推進する。
- 野外調査・観測において法令・規則等が確実に遵守されるように、遵守すべき法令・規則等の知識ベースを常に最新の情報となるようにアップデートする。遵守が確実に実行されるシステムについても引き続き検討を行い、野外調査・観測全般における潜在的リスクも含めたリスク管理体制を維持・強化する。

【省エネルギーの推進と環境への配慮】

【中期計画（参考）】

- 省エネ機器の積極的導入やエネルギー使用状況のモニタリング等を実施するとともに、省エネ意識の醸成及び奨励制度の導入に取り組み、産総研全体として、業務のために要するエネルギーの削減を図る。

《平成21年度計画》

- 「エネルギー管理規程」、「包括管理標準」の運用について、さらなる徹底を図り、エネルギー管理指定工場としての責務を果たすとともに、継続して省エネルギーを推進する。
- エネルギーの使用の合理化に関する法律の改正に合わせ、エネルギー管理体制を一層強化し、省エネを推進する。
- 「独立行政法人産業技術総合研究所がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の抑制等のため実行すべき措置について定める実施計画」におけるエネルギー削減目標である平成16年度比△15%を目指し、設備の改修、施設・設備の運用方法の改善を図る他、省エネキャンペーン等の実施により省エネ意識の一層の高揚を図る。
- 平成20年度に策定したエネルギー施策について、引き続き効果検証作業等を行うとともに、他の事業所においてもエネルギー施策の実施を行っていく。
- 高効率型機器の導入については、施設整備事業の設計・施工に際して引き続き積極的に推進する。

【中期計画（参考）】

- ISO 14001に準拠した環境マネジメントシステムを産

総研全体で構築し、その成果等を環境報告書として取りまとめ毎年公表する。

《平成21年度計画》

- ISO 14001を認証取得している中部センターについても環境・安全マネジメントシステムへ移行する。また、昨年度の環境負荷低減の成果や取組み状況について、外部識者の意見等を反映させ「環境報告書2009」を作成し公表する。

4. 業務運営全体での効率化

【中期計画（参考）】

- 運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針（平成17年12月24日閣議決定）に基づき、国家公務員の定員の純減目標（今後5年間で5%以上の純減）及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行い、第2期中期目標期間の終了時（平成21年度）までの4年間で4%以上の人件費を削減する。

《平成21年度計画》

- 運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。
- 一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。
- 中期目標に従い、平成17年度を基準として第2期中期目標期間の終了する平成21年度末までに4%以上の人件費削減を達成する必要から、平成21年度においては平成17年度比△4.0%の人件費削減を行う。

III. 予算（人件費の見積もりを含む）、収支計画及び資金計画

1. 予算（人件費の見積もりを含む） 【別表4】
2. 収支計画 【別表5】

（自己収入の増加）

【中期計画（参考）】

- 第2期中期目標期間における外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。

《平成21年度計画》

- 外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。

（固定的経費の割合の縮減）

【中期計画（参考）】

- 第1期中期目標期間に引き続き、高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業

務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

《平成21年度計画》

- ・高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

3. 資金計画 【別表6】

IV. 短期借入金の限度額

【中期計画（参考）】

- ・（第2期：23,718,000,000円）

想定される理由：年度当初における、国からの運営費交付金の受入れ等が最大3ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

《平成21年度計画》

- ・なし

V. 重要な財産の譲渡・担保計画

【中期計画（参考）】

- ・中国センターの移転整備に必要な財源とするために次の資産を売却する。
 - ・中国センターの土地（広島県呉市、96,335m²）及び建物（平成20年度売却予定）
 - ・九州センター直方サイトの土地（福岡県直方市、22,907m²）及び建物（平成20年度売却予定）
 - ・関西センター大阪扇町サイトの土地（大阪府大阪市、2,318m²）（平成21年度売却予定）

《平成21年度計画》

- ・中国センターの移転整備に必要な財源とするために次の資産を売却する。
 - 関西センター大阪扇町サイトの土地（大阪府大阪市、2,318m²）
 - 九州センター直方サイトの土地（福岡県直方市、22,907m²）及び建物

VI. 剰余金の使途

【中期計画（参考）】

- ・剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。
 - ・用地の取得
 - ・施設の新営及び増改築
 - ・任期付職員の新規雇用 等

《平成21年度計画》

- ・剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。
 - ・用地の取得
 - ・施設の新営及び増改築
 - ・任期付職員の新規雇用 等

VII. その他主務省令で定める業務運営に関する事項

1. 施設及び設備に関する計画

【中期計画（参考）】

- ・中期目標の達成のために必要な施設及び設備を適切に整備していく。

施設・設備の内容	予定額	財源
<ul style="list-style-type: none"> ・電力関連設備改修 ・給排水関連設備改修 ・排ガス処理設備改修 ・外壁建具改修 ・その他の鉱工業の科学技術に関する研究及び開発、地質の調査、計量の標準、技術の指導、成果の普及等の推進に必要な施設・設備の整備 	総額 197.44億円	施設整備費補助金 17209億円 現物出資による還付消費税 25.35億円

(注) 上記予定額は、【別表4】の試算結果を掲げたものである。

《平成21年度計画》

・【平成21年度予算 施設整備費補助金】

- (1) 平成19年度施設整備費補助金（補正）繰越分
関西センター新棟建設の整備事業を引き続き実施する。
繰越総額約6.7億円

- (2) 平成19年度施設整備費補助金（補正）繰越分
関西センター耐震化対策及び廃水処理設備改修の整備事業を引き続き実施する。繰越総額約54.5億円

- (3) 平成20年度施設整備費補助金（当初）繰越分及び平成21年度施設整備費補助金（当初）
老朽化対策として、耐震化改修の整備事業を引き続き実施する。

つくばセンター（平成20・21・22年度の3ヵ年国庫債務負担行為：21年度分として総額4.2億円）
北海道センター（平成20・21年度の2ヵ年国庫債務負担行為：21年度分として総額1.1億円）

- (4) 平成20年度施設整備費補助金（補正）繰越分
老朽化対策として、爆発実験施設改修の整備事業を引き続き実施する。総額7億円
東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備事業を引き続き実施する。総額7億円
老朽化対策として、エレベータ設備などの改修の整備事業を引き続き実施する。総額43.8億円

・【現物出資による還付消費税】

つくば中央213棟安全対策他11件の整備事業を引き続き実施する。

・【重要な財産等の処分収入】

中国センター（広島県呉市）を広島県東広島市の広島中央サイエンスパークに移転するため、新棟建設の整備事業を引き続き実施する。

2. 人事に関する計画

(方針)

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としての特徴を十分に活かした人事制度を構築し、我が国の産業競争力向上にも繋がるよう、多様な人材の採用及び活用を図る。

《平成21年度計画》

- ・平成21年度においても、引き続き産総研独自の試験制度により多様な人材の採用に努めるとともに、出向制度を活用して大学や産業界等との人材交流を促進し、多様な人材の活用を図る。

【中期計画（参考）】

- ・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を引き下げる。

《平成21年度計画》

- ・管理部門の業務・組織・制度の最適化に向けて更なる検討を進め、総人件費に対する管理部門の人件費が占める割合の引き下げにつながるよう努める

(人員に係る指標)

【中期計画（参考）】

- ・任期付任用制度、産総研特別研究員制度の見直しを行い、優れた人材の確保と外部への人材供給を活性化させる。

《平成21年度計画》

- ・引き続き、平成21年度においても有能で多様な人材の確保に努めるとともに、その分野の優秀な研究者としての育成、さらには、産業技術の発展の中心となって貢献する人材の育成と輩出を行う。特に、AIST イノベーションスクールにおいて、企業 OJT 等を含む実践的トレーニングを受けた優秀な産業技術人材の育成・輩出を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・全職員数に対して、管理部門の職員数が占める割合を引き下げる。

(参考1)

期初の常勤職員数	3,230人
期末の常勤職員数の見積もり	3,230人

- ・常勤職員数の内数として、中期目標期間中の各年度において、任期付職員を約500人措置する。
- ・任期付職員に限り受託業務の規模等に応じた必要最小限の人員の追加が有り得る。

(参考2) 第2期中期目標期間中の人件費総額

第2期中期目標期間（5年）中の人件費総額見込み：
145,563百万円

ただし、上記の額は、役員報酬並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

《平成21年度計画》

- ・管理部門の業務・組織・制度の最適化に向けて更なる検討を進め、全職員数に対する管理部門の職員数が占める割合の引き下げにつながるよう努める。
- ・障害者の雇用促進は社会的要請の高いことから、引き続き、法定雇用率（21%）以上を維持する。また、障害者の職場定着を図るため、関係部署との連携・協力により、働きやすい職場環境づくり、業務の拡大を図るとともに、引き続き、関係機関との連携を図る

3. 積立金の処分に関する事項

【中期計画（参考）】

- ・なし
- 《平成21年度計画》
- ・なし

【別表1】 鉱工業の科学技術

I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

高齢化社会における健康で質の高い生活が求められている。そのためには、病気や怪我にならないこと、罹患してもできるだけ早く正確に病気を発見できること、そして発見された病気や怪我に対して安全で効果的な医療が受けられることが必要である。そこで、これまでより迅速で簡便な早期診断技術を開発して予防医療を促進するとともに、ヒトゲノム情報を利用して個々人の特性に適合したテーラーメイド医療の実現に貢献する。また、画像診断技術や細胞工学技術などを用いた精密診断及び再生医療技術を開発して、安全かつ負担の少ない効果的な診断・治療を実現する。さらに、人間特性の評価に基づく脳機能や身体機能を維持する技術の開発及び生物機能を利用した機能性食品素材などの開発を行い、科学的知識と技術に裏打ちされた健康管理を日常生活に浸透させることで健康寿命の延伸を実現する。

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

罹患の初期に現れる疾患マーカーを見出してこれを簡単に検知できれば早期診断が可能になり、疾患が重大な局面に進行する前に治療をうけて回復することができる。そこで、ヒトゲノム情報を利用して早期診断に有用なバイオマーカーの探索と同定を行う技術を開発する。また、生体分子の網羅的な解析技術とバイオインフォマティクス技術を用いて、ヒトゲノム情報などから創薬の標的となる遺伝子候補や個々人の特性を示す遺伝子情報などを見出し、個人の特性に適合した効果的な医薬の開発を支援することでテーラーメイド医療の実現に貢献する。

1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

予防医療を実現するためには、早期診断に利用できる有用なバイオマーカーを発見し同定することが必要である。そこで、種々の生体反応に関係する生体分子の中からバイオマーカーを探索して同定するための技術を開発する。また、ヒトゲノム情報から予想される生体分子の機能を網羅的に解析して、バイオマーカーを同定するための研究開発を実施する。そして、同定されたマーカーの検出・評価技術を開発して早期診断に基づいた予防医療を実現するための基盤技術を開発する。

1-(1)-① 生体反応の分子メカニズムの解明によるバイ

オマーカーの探索と同定

【中期計画（参考）】

- ・ガン等の疾患の早期診断と治療に役立てるため、疾患マーカーとして有効な糖鎖の探索と同定を行う。そのために、ヒトのすべての糖鎖合成関連遺伝子を利用した遺伝子発現解析技術や糖鎖構造解析技術及びレクチンと糖鎖間の相互作用を利用した糖鎖プロファイリング技術を開発する。これらにより疾患や細胞分化のマーカーとして同定された糖鎖を診断や治療に利用する技術を開発する。
- 《平成21年度計画》
- ・糖鎖遺伝子ノックアウトマウスを用いた糖鎖機能解析を促進する。具体的には表現型の原因となる糖タンパク質・糖脂質など糖鎖キャリア分子を同定し、生体における糖鎖機能を分子レベルで明らかにする。さらに、ヒトの病態と糖鎖の関連をLDN糖鎖やコンドロイチン糖鎖のノックアウトマウスを用いて解明する。
 - ・肺がんおよび胃癌における検査診断システムの実用化を推進すると共に、肝炎ウイルス感染関連の肝臓の繊維化と肝細胞がんの危険度を評価できる測定検査システムを確立し、その実用化をすすめる。
 - ・ムチン型糖タンパク質の分離分析手法を活用し、臨床試料、特に膵液や胆汁を用いた疾患関連糖鎖バイオマーカーの探索を開始する。
 - ・糖鎖遺伝子発現を測定し、糖鎖バイオマーカーの探索を行う。各種培養細胞に加えて、病変組織由来サンプルからmRNAを抽出し、遺伝子発現を測定する。
 - ・原虫由来抗原をオリゴマンノース被覆リポソーム(OML)に封入してウシに接種し、原虫抗原特異的な細胞性免疫を誘導できるかどうかを明らかにする。開発したTh1活性化測定法を活用して、当該ワクチンが原虫感染症の発症を防御できうるものかどうか評価する。
 - ・種々のがんマーカーの検証作業に入り、有効な糖タンパク質性バイオマーカーの絞り込みを展開するとともに、ハイスループット対応の前処理装置の評価を行う。
 - ・細胞評価技術を高度化し、ESおよびiPS細胞の特徴抽出と分化方向の決定に絡むマーカーの選別を行うとともに、本評価技術を関連分野研究機関への普及を図る。
 - ・質量分析を利用したグライコプロテオミクスの方法を用いて、各種の培養がん細胞の培養上清およびがん患者血清よりがんバイオマーカーを探索する。得られたバイオマーカー候補については定量的な確認実験を行い、知的財産化する。多種の細胞培養液及び血清から同定された糖タンパク質の情報をデータベース化する。
 - ・糖転移酵素、レクチン、質量分析計による糖鎖構造解析、糖タンパク質などの研究用に作成してきた糖鎖関連データベースを一般に公開するとともに、ユーザーに使いやすいインターフェースを開発し、さらに、複

数のデータベースを一度に検索できる統合データベースの開発を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・疾患等により細胞膜の構造が変化することからこれを知るための糖脂質及びその代謝に関連する生体分子を探索し、これらを有効なマーカーとして疾患の診断や治療等に利用する。
- 《平成21年度計画》
- ・Gm2異常蓄積による細胞内増殖シグナル機構の解明を行う。食品中の糖脂質については、さらに成分を分離し、その作用について実験動物レベルで解析し、機能性食品の開発の基礎とする。Gb3の発現制御については、特異的合成阻害剤の病変に対する効果の検討を行う。
 - ・細胞内で蓄積しているGm2の増殖シグナル増強作用について解析し、病変の原因を解明する。また、この知見を治療などに応用する方策を検討する。
- 【中期計画（参考）】
- ・脳神経疾患の診断と予防に利用するため、神経細胞の増殖や分化及び機能発現等に関与する遺伝子とその産物の同定を行い、これらの分子に着目して神経細胞機能の解析評価技術や診断技術を開発する。
- 《平成21年度計画》
- ・創薬や診断に重要な受容体やイオンチャネルについて特異的リガンドを創出する。また脳神経疾患のバイオマーカーや原因因子を特異的に認識するペプチドの創製も進める。その特異的ペプチドの分子改変によるサイズ縮小化及び低分子化合物モデルの検討を行う。
 - ・細胞増殖因子FGFが個体レベル、組織レベルで発揮する複雑な活性をさらに詳細に解析するため、FGF遺伝子をノックアウトしたES細胞を用いてノックアウト動物を作成し、その表現型を解析する。
 - ・FGF21、及びカルシウム代謝や胆汁酸合成などの代謝調節に関わる他のFGFファミリー因子について、受容体-補助受容体によるシグナル複合体形成が起こる可能性を検証すると共に、シグナル活性化と分子間結合の両面において、糖鎖による制御機構を解析する。
 - ・セレックス法を適用してDNA配列とFFRP（多細胞生物転写因子のプロトタイプと考えられる転写因子）アミノ酸配列の対応を解析する。FFRPについて様々な変異体を作製し、結合DNA配列の変化を解析する。これらをもとに、FFRPによるDNA認識機構を確認、修正する。
 - ・セロトニン受容体(5-HT)3のリガンドを特異的に認識し結合する能力のあるタンパク質をセンサー基板に固定化して、受容体とリガンドの動的結合過程の解析を行う。また、5-HT3リガンドセンサーとして組上げるために必要な5つのサブユニットの適切な連結条件について検討する。
 - ・心臓、腎臓、肝臓、膵臓等の分化に関与する遺伝子の

単離をツメガエル胚、マウス胚両方を用いて進め、ロードマップに因子を追加する。特に心臓形成については、同定した約300の新規候補遺伝子の機能解析を行い、「疾患マーカーとしての有用性」、「心筋前駆細胞の選択マーカーとしての有用性」を検討し、「ES細胞、iPS細胞から心筋誘導促進効果の有無」の検証を開始する。

【中期計画（参考）】

- 生活習慣病の予防に利用するために、健康人及び罹患者の生体組織試料について遺伝子の発現頻度解析及びマイクロサテライトマーカー法による遺伝子多型の解析を行い、この結果を臨床情報と関連付けて生活習慣病関連遺伝子を同定する。そして同定された遺伝子の産物である種々のタンパク質の機能を解明して生活習慣病の予防に役立てる。

《平成21年度計画》

- 年齢軸恒常性の統合的理解に向けた研究課題の推進を行う。
 - 完成したタンパク質の年齢軸変動 DB を用いてデータマイニングを推進し、年齢軸恒常性の統合的理解と有用な応用技術・創薬開発シーズ探索を本格化する。
 - 肝ミトコンドリア分画タンパク質の年齢軸変動の網羅的解析を完成させ、DB に加えて拡充を図り、さらに加齢・老化に関するミトコンドリアタンパク質の影響を精査する。
 - ♀マウス肝タンパク質発現解析を完了し、DB に加えて拡充を図るとともに、♂マウス肝タンパク質発現解析との比較検討を行う。
 - 年齢軸に沿った細胞質、核、ミトコンドリア間タンパク質輸送制御の全体像解明を行う。
 - 肝遺伝子発現とタンパク質発現パターンの年齢軸変動相関の解析を行う。
 - 応用技術・創薬のシーズ発見につながる動物を用いた様々なチャレンジテストを行う。また、それによって年齢軸変動 DB の更新と充実を図る。
- ASE/AIE 型の年齢軸遺伝子発現調節機構の精査と年齢軸恒常性機序研究新分野確立に向けた集大成研究を展開する。
 - 遺伝子エレメント ASE の結合核タンパク質の機能を siRNA を用いた動物実験を含めた精査する。
 - 遺伝子エレメント AIE の結合核タンパク質の構造と機能の関係を精査する。
 - 膜タンパク質ヘプシンの前立腺がん及び血液凝固における役割に関する研究を進めると共に、肝臓と脳における役割の研究展開を図る。

【中期計画（参考）】

- 加齢にともなう生体機能の低下や罹患者の増加の原因を追求するため、生まれてから死ぬまでの一生の間の生体機能の変動を表す種々のマーカー分子を同定し、変動を制御するメカニズムを解明する。そして、加齢

に関係した疾患の予防や治療及び高齢者における免疫や脳機能の維持に資する技術や創薬の開発に役立てる。《平成21年度計画》

- 成人・老人病の予防・治療、健康増進技術開発基盤整備に向けた研究を行う。
 - 消化管免疫細胞の同定と応答解析など、二重鎖 RNA の認識・作用機序を解明する。
 - 構造生物学的手法により免疫制御転写因子 SATB1 の DNA 配列認識機構を精査する。
 - 変異型 DapK3 出現機構を明らかにする。人工抗体ライブラリ作製技術の知財化、応用開発を行う。
 - 神経可塑性因子 addiccin と SPARC の機能異常と神経疾患との関連性を解析する。
 - 正常型と異常型プリオンタンパク質を識別する候補アプタマーの機能を検証する。
- 当研究グループで作成したヒト iPS 細胞を正常不活化細胞のモデルとして、ヒトテロメア配列結合タンパク質 TRF1 の発現誘導機構を検討し、プロモーター領域のメチル化を指標にエピジェネティック調節の可能性を検討する。

【中期計画（参考）】

- 生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子を同定する。これらをマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追求に供する。

《平成21年度計画》

- 1) 生物時計遺伝子が癌を抑制する分子機構を研究する。
- 2) 時計遺伝子のリズム的な発現機構について、転写調節、特に補助因子の関与について明らかにする。
- 3) 肝細胞において時計とグリコーゲン合成の関係を解明する。

【中期計画（参考）】

- 人間のストレスを分子生理学的に評価するため、マーカーとなるストレス応答タンパク質や脂質由来のストレス応答化合物を探索し同定するとともに、体液に含まれるこれらのストレスマーカーを検出するチップを開発してストレスの診断に利用する。

《平成21年度計画》

- 実験動物や細胞を用いてバイオマーカーの科学的根拠をともなった妥当性を提示する。疾病患者、健康者の血液、組織を用いた検証試験を継続実施する。特に脂質由来バイオマーカーの選択的抗体作製を継続し、汎用的分析法である ELISA システムの開発を進める。
- 動物実験による血中ストレスマーカーの探索を継続し、水浸・明暗周期かく乱によるうつ病関連および化学的ストレスによる統合失調症関連のストレスマーカーを同定する。ヒト末梢血の OMICS 解析を行うことにより、ストレスマーカー群を同定する。ストレスマーカーの変化と臨床的ストレスレベル（精神科医による診

察、脳の画像解析等)との相関を調べ、精神疾患発症に重要な役割を果たしているストレスマーカーを同定する。

- ・メタボロミクス技術とゲノミクス技術との融合性について、その融合例をさらに蓄積、バイオマーカー選択における根拠を提示する技術としての有効性を示す。さらに、選択根拠について、生物学的証明法の事例を示す。以上を通じて、OMICS 技術がストレスマーカー探索に有効であり、科学的根拠をも示せる技術に発展させる。
- ・唾液などの試料前処理や検出機能などを高度集積化した遠心力送液型のラボディスクや電気泳動型ラボチップ、さらに超小型センサ利用の携帯型チェッカのプロトタイプ開発を行う。さらにヒト実試料による実証研究を行い、産業技術化を着実に進める。

1-(1)-② 生体機能の網羅的な解析によるバイオマーカーの探索と同定

【中期計画 (参考)】

- ・創薬の標的として重要な遺伝子を同定するため、ヒト遺伝子の発現頻度情報とタンパク質の細胞内局在情報及び相互作用情報を網羅的に取得し解析する。この解析結果を創薬のスクリーニングに利用する。また、ゲノム情報やヒト完全長 cDNA 情報等から遺伝子の発現制御に関係する機能性 RNA 分子の同定手法を開発して創薬に利用する。

《平成21年度計画》

- ・20万サンプルを目安に10個以上の *in vivo* メモリーダイによるタンパク質相互作用スクリーニングを行い、得られた合成が容易な化合物については、最適化やコンビナトリアルケミストリーによるライブラリ展開を行う。スクリーニング系は増やし続けパイプライン拡充を目指す。化合物リソースも海洋由来の菌株を用いて充実させ、新規化合物の取得、培養サンプルの部分精製したサンプルの調製を進め、10万サンプル以上のスクリーニングライブラリー、500以上の単離化合物を目標とする。
- ・微量タンパク質量分析システムにより mRNA に結合する特異的な因子の同定を重点的に行う。また、タンパク質分解酵素の基質の決定とその機能解析を目指す。神経変性疾患や老化に関わるレドックスタンパク質の小胞体に於けるネットワーク解析を行う。これらの解析を通して、新規で有用な創薬ターゲットの決定や疾患発症メカニズムの解明に貢献する。
- ・アレイ解析によって特徴的な発現パターンや局在パターンが確認された保存二次構造予測領域から生み出されている RNA 分子の詳細なマッピングを実施する。新たに見出された snoRNA 及び難治性疾患 PWS(プラダーウィリー症候群)の原因遺伝子候補の機能未知 snoRNA の機能解析を核内ノックダウン法によって行う。

- ・パラスペックル構成タンパク質が結合する ncRNA 配列を、紫外線架橋-免疫沈降法を改良する事によって同定する。さらに様々な生理条件下で ncRNA とタンパク質相互作用がどのように制御されているのかを検討し、その相互作用制御に関わるタンパク質修飾などの分子機構の解明を目指す。疾患関連パラスペックルタンパク質が制御している標的遺伝子の探索を RNA 干渉とマイクロアレイを組み合わせ実施する。

- ・MENe/b ncRNA の機能解明を目指す。MENe/b による核内ボディの動的制御とその生理意義を細胞レベルで明らかにするため、様々なストレス条件下での MENe/b の挙動と核内ボディ形態変化を追跡する。MENe/b の標的候補である遺伝子発現制御のメカニズムを解析することによって、分子レベルでの MENe/b ncRNA 機能に迫る。新たに共同研究によって MENe/b のノックアウトマウスを作成し、表現型解析を実施する。新たに精製したカハールボディに含まれる RNA 種の同定を進め、新しい核内ボディ構築に関わる RNA の発見を目指す。

【中期計画 (参考)】

- ・神経ネットワークの機能発現に関わるバイオマーカーを探索して同定するため、新たな神経細胞培養系、脳スライス実験系、全脳実験系や遺伝子改変モデル生物実験系を構築して神経ネットワーク情報伝達系の可視化・解析技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・結晶を用いないタンパク質構造決定技術である単粒子解析法を Neural Network や Simulated Annealing によりさらに改良することで80%以上の自動化と高分解能を実現する。また本技術により脳・神経において重要な機能を果たす様々なタンパク質の詳細構造を決定する。
- ・ヒトの遺伝性疾患と相同部位での遺伝子変異がモデル生物神経形成にどのような影響をあたえるかを検討する。マウスのシナプス形成機構や形態変化の個体レベルでの観察を引き続き試みる。光刺激による培養神経細胞興奮性の制御系を確立させる。

【中期計画 (参考)】

- ・同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するため、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブ及びそれを導入したトランスフェクションマイクロアレイなどの検知技術を開発する。得られた細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーなどを利用した細胞操作技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・発光タンパク質や蛍光タンパク質を利用した生体分子リアルタイム解析デバイスについて、以下の研究を行う。
 - 1) 多色発光、高機能化ルシフェラーゼを基盤に、小中動物個体を対象とした複数分子のダイナミズム解析

技術を確立する。

- 2) 化学物質毒性評価系として、免疫毒性・発ガンマーカー遺伝子群のプロモーター配列をマルチ遺伝子発現システムに導入した安定株の作成し、免疫毒性・発ガン評価のハイスループット分析システムを構築する。
- ・タンパク質構造機能相関について、以下の研究を行う。
 - 1) 基板上に固定化したモデル生体膜においてタンパク質の機能を計測する技術を開発する。特に、酸素センサーによる酵素機能計測技術を改良し、バイオセンサーの開発に取り組む。また、ポリマー脂質二分子膜を活用し膜組成の空間制御を行う技術を開発する。
 - 2) 格子結合表面プラズモン共鳴を利用したより高S/Nの高感度蛍光顕微鏡およびバイオチップの開発のため光学系（照射-検出系）を最適化する。
 - 3) 光で活性制御可能なケージドペプチドの体系化を進め、光によるペプチドの高次構造制御の解析を行う。
 - 4) 銅イオンと選択的に錯形成して蛍光消光する配位子の金属イオン選択性の要因を検討し、他の金属イオンとも錯形成できるよう分子構造の修飾を試みる。
 - 5) 電子線トモグラフィーによって細胞膜や微小繊維などの三次元構造を計測する技術を開発する。
- ・1) バイオマスの酵素的分解法に役立つ糖質分解酵素や基質複合体との構造を決定し、立体構造に立脚した新たな人工酵素の創出に取り組む。
- 2) 超耐熱性スレオニンデヒドロゲナーゼのバイオセンサーとしての実用化を図る。
- 3) 抗酸化機構であるチオレドキシニンシステムを形成するタンパク質の反応を解析する。
- ・細胞時系列解析技術を応用した、遺伝子機能評価システムの開発を行う。さらに、そのシステムの各種産業ニーズに対する有用性を評価する。
- ・分子ビーコンなどの mRNA 結合分子を修飾したナノ針を用いて単一細胞に mRNA を導入する技術を開発する。iPS 細胞をナノ針を用いて挿入操作する手法を開発する。iPS 細胞の表面マーカータンパク質あるいは細胞内部マーカータンパク質を抗体修飾 AFM 探針、または抗体修飾ナノ針を用いて検出する手法を開発する。
- ・ユニークな要素情報を自動的に強調する匂い表現モデルの統計的有意性を実験例を増やすことで検証する。また、人工の鼻センサの要素素子については、新たな方法を検討するとともに、レセプタ機能発現系培養細胞の応答データの統計的解析を行い、得られたデータから刺激を推定できるかどうかを明らかにする。
 - 1) Phospholipase D を含む細胞運動関連遺伝子の機能解析を進める。
 - 2) 運動中のダイニンの高分解能構造解析に適する系の開発を目指し、異なるダイニンを用いて微小管との複合体を作成する。また、二量体構造をもつキネシン分子モーターと微小管の複合体の立体構造を得る。

3) 独自の組換えアクチン発現系を用いて協同的構造変化に異常を来した変異アクチンフィラメントを調製し、アクチンフィラメントの協同的構造変化の実態と機能的意義の解明を目指す。

- ・正常細胞の長命化と癌細胞の短命化など、細胞の寿命操作を目的とした以下の研究を行う。
 - 1) 植物抽出物の神経分化誘導および抗ガン作用に関する作用機序の解明。
 - 2) ガンや細胞分化に関与する miRNA の解析と miRNA の標的遺伝子探索。
 - 3) 熱ショックタンパク質（モーター）の細胞内存在に関わる部位に対する抗体の作製と内在化抗体のイメージングへの応用。
 - 4) Collaborator of Alternative Reading Frame protein(CARF)に対する siRNA を用いた、ガン細胞のアポトーシス誘導の解析。
 - 5) ガン細胞の薬剤耐性に対する遺伝子の機能解析。
- ・ヒト全ゲノム領域をカバーするタイリングアレイの一次試作を行い、スポットティングの評価を行い、クローンの妥当性を検証する。タイリングアレイを用いて胃癌の臨床検体由来の DNA の解析を行う。
- ・環境中遺伝子の全長を効率的に獲得することを可能とする技術の開発をさらに進め、実用化する。環境から獲得した酵素並びに蛋白質のビーズへの結合等、実用化をさらに進める。さらに、ビーズ上での遺伝子増幅などを用いて、簡便で実用的な生物系材料の判別技術を開発する。
- ・産業的に重要な糸状菌のゲノムの比較解析などによって、細胞に対する生理活性を有する物質を探索・生産するための基盤を築く。安全で物質生産効率に優れた麹菌をベースとする実用的な物質生産系を開発・実証する。

【中期計画（参考）】

- ・ガン等の疾患マーカー分子の迅速且つ網羅的な同定・検出・評価をするため、高感度バイオイメージング、ゲノムアレイ及び磁気ビーズ等を用いたゲノム解析技術を開発する。
- 《平成21年度計画》
- ・開発した糖鎖自動合成装置「Golgi」を利用して、細胞法で調製された糖鎖のトリミングや再修飾を施し、より複雑であるが有用な糖鎖の合成研究をすすめる。
 - ・上記1)を指向して、難溶性糖脂質を基質とした酵素反応を可能にする技術開発研究をすすめる。
- 1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮したテーラーメイド医療の実現が求められている。そこで、ヒトゲノム情報をもとに作成した網羅的なタンパク質や糖鎖の合成プールを利用して、特定のタンパク質や糖鎖と相互作用する物質を探索し、個々人の特質

に適合した創薬の支援技術を開発する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、遺伝子やタンパク質などの機能予測及び化合物-タンパク質ドッキングシミュレーションを実現して、膨大な化合物の中から医薬品候補を選び出すことのできる創薬支援技術を開発する。

1-(2)-① ヒト遺伝子産物の機能に基づいた創薬支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ヒトゲノム情報のタンパク質への効率的な翻訳体制を確立する。これを利用して重要なタンパク質及びそれに対応する抗体を作製してプロテインチップや抗体チップなどの解析ツールを開発する。さらにこのチップを利用してタンパク質の機能を制御する低分子化合物の解析を行い、創薬支援や診断薬の開発支援技術として利用する。

《平成21年度計画》

- ・ヒトタンパク質発現リソースを活用して、1)チロシリン酸化の網羅的解析研究、2)インビトロメモリーダイ法によるタンパク質相互作用の検証、スクリーニング系の改良、3)タンパク質発現技術の網羅性の強化、4)新規 iPS 化因子の探索、5)疾患の予知、予防、臨床検査技術の進歩を目指したガンと自己免疫に関する技術開発、6)タンパク質修飾のテーマの共同研究、7)統合データベースチームとの連携による H-inv DB と HGPD とリンクの拡充、RIO-DB との共同開発を進める。これにより、創薬支援や診断薬の開発支援技術として利用する。

【中期計画（参考）】

- ・遺伝子の機能を解明するため、ヒト遺伝子の発現を個々に抑制できる siRNA 発現ライブラリーを作成する。これを用いて遺伝子機能を個々に抑制することで疾患に関係する遺伝子などの重要な遺伝子を見出す。これら遺伝子の翻訳産物の機能や遺伝子発現の調節機構を解明して医薬や診断薬の開発に向けた標的遺伝子を明らかにする。

《平成21年度計画》

- ・iPS 細胞作成用ベクターを改良し、作成効率を1%まで上昇させ、世界最高水準を達成する。創薬研究に貢献できるように、医薬品の標的タンパク質を複数個同時に発現できる持続発現型 RNA レプリコンベクターのキット化を進める。

【中期計画（参考）】

- ・糖鎖マーカーを利用した創薬支援技術を開発するため、酵母による糖タンパク質糖鎖の改変技術等を開発する。また、糖転移酵素の発現技術と糖鎖関連化合物の生産技術を開発し、これらを利用して糖転移酵素や糖鎖分解酵素等に対する新規な酵素阻害剤の設計と合成を行い医薬品としての機能を評価する。

《平成21年度計画》

- ・ヒト糖転移酵素の発現と *in vitro* でのヒト型糖鎖の生産の検討を進め、糖鎖の大量調製を試みる。酵母によるヒト型糖鎖含有糖タンパク質の生産系を利用して多様な糖鎖を生産する系を確立するとともに、糖タンパク質、糖ペプチドバイオマーカーの発現を行ない、糖鎖認識抗体の作製を目指す。またヒト抗体など糖タンパク質治療薬の酵母による生産系の改良を進める。

- ・1) 開発しているマイクロ波利用合成装置を利用して、長鎖ペプチド、短鎖タンパクの化学合成研究をすすめる。

- 2) マイクロ波を利用した創薬シーズ化合物の効率合成と、新機能修飾を目指したシーズ化合物への被糖鎖修飾シーズ合成研究をすすめる。

- ・細胞壁合成のしくみを理解するために、GPI の脂質リモデリングのメカニズムに関する研究を進め、脂質部分のセラミドへの変換を司る遺伝子と、その基質を明らかにする。

1-(2)-② バイオインフォマティクス技術を利用した創薬支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・創薬の標的を明らかにするために、複数の生物のゲノム配列を比較する方法及びマイクロアレイ等による大量の遺伝子発現情報を解析する方法を開発する。これに基づきゲノム上に存在するタンパク質コード領域や機能性 RNA のコード領域及び転写制御領域などの構造を情報科学的に明らかにする手法を確立する。

《平成21年度計画》

- ・配列情報解析技術等の開発と、転写制御機構の解析、新規機能性 RNA 発見等、ゲノム配列情報の工学的制御の観点からの解析を行うため、以下の課題に取り組む。

- 1) 予測された機能性 RNA 候補についてウェット実験による検証をより多くの候補について実施する。

- 2) 予測した、ミトコンドリア膜タンパク質を(共同研究者による)ウェット実験で確認する。

- 3) 全ゲノム類似配列検索プログラム"LAST"の機能拡張と成果発信を行う。

- ・20年度に公開した「予測とデータ取得によりタンパク質に関する網羅的な情報を得るワークフロー」および「タンパク質の比較情報を提示し、保存部位、変異部位を推定するワークフロー」の利用者の意見や要望を開発に反映し、タンパク質立体構造予測システムのワークフローを開発・公開する。

- ・大量の遺伝子発現データ解析技術と遺伝子ネットワーク解析技術を統合した創薬ターゲット発見過程を支援する技術を開発するため、以下の課題に取り組む。

- 1) 時系列遺伝子発現データから時間依存遺伝子モジュールとネットワークを探索する技術を開発する。

- 2) 遺伝子の細胞機能解析のための細胞情報データベースを開発して公開する。

3) 発現情報等時系列計測データから、ネットワーク構造変化を推定する技術を開発する。

4) 遺伝子制御ネットワークデータベースを構築し、活性化ネットワーク構造探索システムを開発する。

【中期計画（参考）】

- タンパク質の立体構造および機能を予測するためのソフトウェアを開発する。まず、フォールド認識法と網羅的モデリングを融合させ高い精度をもつタンパク質の立体構造予測法を完成する。次に、立体構造の動的性質に注目して膜タンパク質等の機能予測法を開発する。これらの成果を創薬の重要な標的である細胞膜受容体や酵素へ適用し、創薬支援システムとして提供する。

《平成21年度計画》

- タンパク質構造予測技術、分子シミュレーション技術、分子設計技術の融合、大規模計算の活用による、高精度な創薬支援技術を開発するために以下の課題に取り組む。

1) これまで開発した立体構造・リガンド結合予測をより網羅的なシステムに発展させ、化合物の選択性や作用機序に関する研究、データベース化への応用を目指す。

2) タンパク質-タンパク質複合体制御リガンド探索への応用を目指す。

3) 高精度 DISORDER 法の実証実験を行う。また GRID 環境下、高速タンパク質複合体計算プログラムの応用技術開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 遺伝子や生体分子に関する情報の高度な利用を促進するため、遺伝子、RNA 及びタンパク質のアノテーション（注釈づけ）をヒト完全長 cDNA レベルからゲノムレベルに展開する。これらの情報に加えて、遺伝子の発現頻度情報や細胞内局在情報及び生体分子の相互作用情報等を統合したバイオ情報解析システムを開発する。

《平成21年度計画》

- ヒト全遺伝子に関する機能・構造・発現・多様性・進化等の高精度なアノテーション情報を格納した統合データベース H-InvDB を発展させ、新たな実験データを精査しつつ統合化し、さまざまな研究開発のニーズに対応した情報基盤を整備する。産総研内外のデータベースも含めた情報統合化とデータマイニングツールの融合により、バイオ情報解析システムへの発展をめざす。また、経済産業省統合データベースポータルサイト MEDALS の機能拡充を図る。

- モデル生物のゲノム・トランスクリプトーム・プロテオーム等のオミックス情報の統合化の強化、ヒトの情報と比較検討ができる情報システムの拡充を行う。特に、遺伝子発現の制御に関わる分子機構の解明をめざした情報解析を実施する。

2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

診断や治療における患者の負担を軽減するには、正確な診断に基づいた効果的な治療を迅速かつ安全に施すことが必要である。そこで、短時間で精密な診断を可能にする生体分子のイメージング技術や計測装置などの研究開発を実施する。また、効果的な治療として再生医療や生体適合性材料を利用した喪失機能の代替技術を開発する。さらに、治療の安全性を高めるための手術の訓練支援システムを開発する。

2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

正確な診断と効果的な治療を施すため、短時間で計測できる高速診断法、細胞における分子の機能を解析できる画像診断法などを開発する。また、治療の効果と安全性の向上を目指し、精度の高い位置決め機構を有する治療支援装置を開発するとともに手術の訓練支援システムを開発する。

2-(1)-① 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発【中期計画（参考）】

- 診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 既知の化学組成で構成した物質および動物を用いた実験を実施して高速 MRI 撮像法の特長（生物学的な有効性、生体への安全性）を解析する。また、実用化を目的に臨床用 MRI 装置への適用に関して検討する。
- 末梢神経線維からの活動電位の計測や電気刺激が可能な低侵襲多点微小電極を開発するため、電極間隔 0.1mm 以下のアレイ電極を作成して活動電位の計測や局所的な電気刺激に適する電極間隔について電気生理学実験により検討する。また、神経線維活動電位を分離・抽出するプログラムを用いて複数の末梢神経線維から活動電位波形を同時計測できることを実証する。

【中期計画（参考）】

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

《平成21年度計画》

- 4種類の塩基識別の S/N 向上のために、新型超高感度カメラを導入し、微弱な蛍光色素 1 分子の検出感度をさらに向上させて、読み取り性能を高めたリアルタイムでの 1 分子 DNA シーケンスを行い、読み取り可能なシーケンス長など当該 1 分子 DNA 高速シーケンス手法の基礎的な評価を行う。また、本手法を用いた応用解析として、1 分子 DNA から高速に一塩基多型 (SNPs) を解析する新技術について基礎的検討を行う。

- ・走査電子顕微鏡（SEM）観察で実測された銀ナノ粒子凝集体構造に、2段階電磁場増強モデルを適用して、実験で得られた表面増強ラマン散乱（SERS）、表面増強ハイパーラマン散乱（SEHRS）、そしてレーリ-散乱を再現する増強電場の空間分布と励起波長依存性を明らかにして、2段階電磁場増強モデルを検証する。

【中期計画（参考）】

- ・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・マルチ細胞ソータの自動制御システムを実用的な解析レベルまで改良する。動物細胞を含む細胞等を用いて、複数種類の細胞識別・回収の性能を検証する。実用的価値の高い抗菌剤開発の基礎として、細胞膜結合性のペプチドおよびその他の関連物質の抗菌機構の解明を進める。
- ・ペプチド修飾量子ドットの取り込み機構を一細胞蛍光顕微分光法を用いて解析し、量子ドットが細胞膜表面から細胞内小胞に取り込まれる効率を評価する。また、量子ドットに細胞内小胞から脱出する機能を付与するための表面修飾法を探索する。量子ドット標識技術を活用し糖脂質 Gm³による EGF レセプターの阻害メカニズムを明らかにし、この知見をガンなどの診断に使用の方策を検討する。

【中期計画（参考）】

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

《平成21年度計画》

- ・コーティング材のセルロース誘導体とバイオチップ表面の間の水素結合構造が分離特性を支配しているという昨年度の知見に基づき、ポリメチルメタクリレート（PMMA）製のバイオチップを用いて、多種多様なタンパク質を効率よく分離するための、セルロース誘導体を基盤とする新しい表面コーティング材料を開発する。
- ・複数のバイオマーカーに対する多種類の抗体を単一マイクロ流路上に吐出・固定化することで「その場診断」に応用可能な迅速・省サンプルなマルチ解析系を構築する。マラリアの感染赤血球の高度検出系に好適な細胞チップを応用し、感染種の特異的な診断チップの構築する。単一のマイクロ流路で、3種類以上の血中バイオマーカーの定量測定が可能なチップを試

作、データ測定し、データベースコンテンツとして利用可能とする。

- ・マイクロアレイによる DNA または生体マーカーに対する計測再現性の飛躍的な向上を目的とし、チップ表面のナノ構造および計測スポットにおけるプローブ分子の固定化量および均一性を正確に評価するため、表面膜の厚さを非標識かつ高解像度で測定する光学系の設計および構築を行う。
- ・マルチ抗原検出チップにおける抗体吐出、固定化用インジェクターとして使用するための改良を実施する。また、マルチチャンネル電気泳動チップを実現する。具体的には、
 - 1) 幅300マイクロメートルの流路内に抗体を固定化する。
 - 2) 駆動時の加熱に伴う抗原検出感度低下を20%以下に抑える。
 - 3) 同時10流路電気泳動チップを試作し、その動作確認を行う。

2-(1)-② 治療の安全と効果の向上を目指した治療支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・小さな病変部位を局所的かつ集中的に治療する技術を確立するため、MRI などのイメージング装置下で生体内での微細操作が可能な低侵襲治療用マニピュレータ技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・顕微内視鏡画像を表示しながら MRI 対応微細操作システムを操作する表示・操作卓を試作し、MRI 画像との対応付け、温度の変動による誤差の評価、組織操作を試行するなどによりシステムの有用性を確認し、必要な改良を行う。

【中期計画（参考）】

- ・外科手術の安全性を向上させるため、擬似患者モデルを用いた手術トレーニングシステムの構築に必要な手術技能評価手法を開発し、その有効性を医学系研究機関と連携して検証する。

《平成21年度計画》

- ・開発した自習システムの効果を、従来型の学習方法との比較実験により評価する。また、遠隔指導システムを手術室-医療技術実習室間に設置し、手術室にいる指導医が実習室の学習者を遠隔指導することで、手術室で無ければ得られないスキルの内容抽出と、これを安全に学習可能なシステムを研究開発する。

2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

効果的な治療技術の一つとして再生医療や生体適合材料による喪失機能の代替技術を開発する。再生医療技術の開発では、骨、軟骨、心筋及び血管等を生体組織レベルで再生する技術や神経ネットワークの再構成を促進する技術等を開発する。また、長期生体適合性を有する人工臓器などによる身体機能の代替技術の開

発では、埋め込み型人工心臓のための生体適合材料及び骨形成の促進や抗感染などの効果を有する生体適合材料を開発する。

2-(2)-① 組織再生による喪失機能の代替技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・生体親和性に優れた組織細胞による再生医療を実現するため、三次元細胞培養技術を用いた骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。

《平成21年度計画》

- ・間葉系幹細胞の再生医療への応用展開をはかるため、骨髄由来の間葉系幹細胞へ複数の遺伝子を導入し、数種類の iPS 細胞の創製を行う。これらの iPS 細胞の機能を検証して再生医療への応用の可能性について研究する。
- ・他人の細胞（同種間葉系幹細胞）を用いた再生医療技術開発を行うため、同種のヒト間葉系幹細胞を用いた臨床研究について検証する。
- ・多能性幹細胞特異的に発現する細胞表面マーカーを利用して、良質の iPS 細胞を評価選別する技術への応用研究を開始する。また、心筋に分化しやすい幹細胞特異的な細胞表面マーカーについては、実際に心筋前駆細胞の組織からの選別・精製などに利用可能か検討を行う。マウス ES 細胞で特異的に発現する2つの因子については、その作用機序を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・疾病や高齢化により失われた神経機能を再生するため、間葉系細胞を神経細胞に分化誘導する技術と神経組織の再構成を促進する生体分子の探索技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に開発したモデルマウス等を用いてうつ病の難治化と寛解に関する分子基盤および脳内情報処理異常に関する研究、さらには、難治化因子及び寛解因子の一分子イメージング技術と光ピンセットを用いたナノレベルでの病態解明と細胞治療技術の開発、さらには、うつ病難治化モデル動物に特化した行動解析バッテリー（網羅的行動解析）の開発を目指す。また、半人工生体神経回路網を BMI（脳-機械インターフェイス）の人工介在神経回路として利用するために、レーザー光を用いた神経微小操作技術を確立し、神経補綴技術へ応用する。
- ・種々の細胞増殖因子、主に分子改変により天然型分子より優れた特性を示す細胞増殖因子について、これまでに構築した種々の障害評価系を用いて放射線障害に対する予防治療効果を評価する。これを通じて放射線障害を軽減するための最適プロトコルを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・脳機能の修復技術の確立を目指して、これまで困難であった神経冠幹細胞の単離・培養と分化誘導技術を開発する。また、脳損傷回復における神経ネットワークの再構成を促進する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・多光路測定法に基づく近赤外脳機能計測について、光減衰度を改良した L 字型プローブによる体動アーティファクトの軽減効果を確認する。また、高度化計測システムの光受光部の設計・試作を行い、光射出部と統合し、計測実験を行う。さらに、データ統合処理などに必要となる、波長あるいはプローブ間距離に依存した光路長の推定技術を改良し、実験により、その効果を確認する。

2-(2)-② 生体適合材料を用いた喪失機能の代替技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・長期に使える体内埋め込み型人工心臓を開発するため、生体適合性材料を用いて製造した高耐久性ポンプ機構をもつ回転型人工心臓について、その血液適合性を評価しながら性能を改善する。また、医療機関と連携して実験動物を用いた3ヶ月間の体内埋め込み実験で性能を検証する。

《平成21年度計画》

- ・一点接触型遠心ポンプおよび動圧遠心ポンプの血液適合性をさらに向上させるため、ポンプの設計改良を行うとともに、ポリマー材料に生体適合性を付与し、抗血栓性評価を行う。動圧軸流ポンプは、2年間の実験期間完了を目指し、耐久試験を継続する。また、質量流量計は、血流量の測定にとどまらず、生体の高次機能（末梢血管抵抗、動脈のやわらかさ、生体至適血流量の決定など）推定および拍動制御への効果の検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・体内埋め込み用生体材料の生体親和性の向上及び高機能化を図るため、生体組織との接着性に優れ、骨形成促進や抗感染等の効果を有する生体適合材料を開発して動物実験で検証する。

《平成21年度計画》

- ・抗生物質徐放性人工骨については、薬剤含有量の増加と人工骨素材の最適化により、骨髄炎治療効果をこれまでの1.5倍程度に引き上げる。ケイ素やマグネシウムを付加した生体適合性材料の免疫賦活性を評価する。FGF 付加経皮端子の臨床応用のための動物実験を実施し、抗感染性、安全性、組織再生活性を確認する。

【中期計画（参考）】

- ・生体組織のように柔軟性や弾力性等を持つ新規機能材料として、組織・細胞の機能を代替できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。

《平成21年度計画》

- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料として、導電性高分子材料を用いた高分子アクチュエータを実現するため、カーボンナノチューブの分散・配向電極に様々な導電性微粒子を添加した新規アクチュエータ電極と導

電性高分子材料との複合体を利用し、高出力アクチュエータの開発を行う。具体的には、発生力10MPa以上でかつ伸縮率5%以上の数値を達成することを目標とする。

- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料として、導電性高分子材料を用いた高分子アクチュエータを実現するため、弾性体論的および分子シミュレーション手法の精密化と電気化学的および電気/機械実験手法の適用によりナノカーボン材料と導電性高分子の複合体によるアクチュエータ素子の応答モデルを確立する。
 - ・生体適合性の高い無機物質である炭酸カルシウム、リン酸カルシウムやシリカ等を基本材料として用い、実際の生体内での物質運搬に有効な材料システムを、前述無機物質に生体分子等を複合することで開発する。
3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

高齢になっても健康で自立的な生活を維持するためには、加齢にともない低下した機能を代替する技術、脳を含む身体機能の低下を訓練により回復する技術、さらには日常生活における事故や怪我などを防止する技術が必要である。そこで、脳機能計測技術に基づいて、失われた脳機能の回復技術や代替技術等の開発を行うとともに、身体機能計測技術を用いて身体機能低下を防ぐための訓練技術を開発する。そして、認知行動計測技術を用いて日常生活における認知や行動に起因する障害に遭遇する可能性を評価し、事故や怪我を回避するための生活支援技術を開発する。

3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

高次脳機能に障害が起きると、失われた機能を再び取り戻すことは容易ではない。そこで、障害によって失われた脳機能や身体機能を訓練によって取り戻すための支援技術として、高次脳機能の低下を精度良く計測・解析する技術及びリハビリテーション技術等を開発する。また、電子機器技術を用いた身体機能補償技術として、脳と電子機器とを接続するための BMI (Brain-Machine-Interface) 技術を開発する。

3-(1)-① 認知機能などの高次脳機能の計測・評価技術の開発

【中期計画 (参考)】

- ・脳機能診断の精度向上及び適切なリハビリテーションスケジュールの管理を実現するため、加齢、疾病や脳損傷などによる感覚機能や高次脳機能等の変化を高精度に計測・評価する技術を開発し、脳機能計測・評価結果と脳損傷部位との関係についてデータベースを構築する。

《平成21年度計画》

- ・脳活動計測データに対する統合解析技術の適用により、視覚・音韻処理の神経ダイナミクスにおける発達性言語障害者と健常者との違いを示す。注意障害に関するデータを蓄積し、障害脳部位と注意障害の関係を明らか

かにする。

- ・被験者の数を増やし、より頑強な結果を構築するとともに、「味覚と嗅覚」の組み合わせの認知メカニズムを明らかにするため、脳機能計測、また味物質や嗅覚刺激の種類を換えるなどの心理物理実験を行う。
- ・骨導超音波補聴器の明瞭性・快適性向上を目指して、内部信号処理方式の最適化を行う。骨導超音波聴力と気導音聴力、頭部サイズとの関係を詳細に検討し、知覚メカニズムに関する知見を得る。重度難聴者を対象とした長期モニタリングを実施する。また、工業標準策定を目指して、骨導超音波出力の校正方法の開発、骨導音のラウドネス特性（周波数と主観的に知覚される音の大きさの関係）の推定に取り組む。さらに、骨導技術を応用したマイクロホンの明瞭性向上に取り組み、従来方法からの優位性や応用可能性を検討する。

3-(1)-② BMI 技術の開発

【中期計画 (参考)】

- ・喪失した身体機能を脳神経と身体機能代替機器を電気的に接続することで補償し再建するため、脳内埋込み電極の開発、長期に渡って安定かつ安全に神経細胞活動を信号として取り出す技術、この信号から意図を検出する技術及び脳を刺激して現実感のある感覚を生じさせる技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・電気刺激や熱破壊に加えて課題遂行中の動物から神経活動を記録する実験を行い、上丘が定位行動の意思決定にどのように関与するかを多面的に明らかにする。また、単一試行ベースの上丘神経活動から行動予測を行う実験システムを構築する。さらに、脳波ベースの脳内意思解釈技術と直観インターフェースを比較・併用しながら、福祉機器モデルの外部機器を制御するシステムを開発を行う。
- ・大脳皮質 MST 野の単一神経細胞活動の記録を行い、十分なデータを蓄積し、腕修正運動の感覚運動変換における時空間周波数特性に関連した情報処理メカニズムを解析する。連合学習の研究では、視対象と報酬の連合記憶の形成に関わる情報処理を、側頭皮質あるいは基底核で単一神経細胞活動の記録を行い、明らかにする。脳画像データベースの機能拡張を継続して行い、共同研究を通じて提示する生物種を増やす。
- ・物体色および光の波長成分に対する選択性を単一細胞レベルで記録し、物体色推定のメカニズムを明らかにする。また、維投射様式を精査することで、下側頭溝の顔応答領野における情報の出入力を推定し、顔応答領野が下側頭溝に形成される起源を明らかにする。

3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

環境変化への身体機能の適応には、温度変化等に対して身体状態を維持する循環調整機能や、転倒・つまづき等に対処した姿勢・動作制御を行う動作調整機能が大きな役割を担っている。そこで、加齢に抗して身体

適応能力を維持することを支援する技術の開発を目指して、環境変化への適応機能に関与する循環調節機能、動作調節機能を簡易に計測・評価する技術を開発する。さらに、この計測・評価技術を用いて、これらの機能を高めるための訓練手法の評価・分析を行うことにより、個々人の状態に適合した効果の高い訓練支援システムを構築する。

3-(2)-① 運動刺激による身体機能の回復・改善技術

【中期計画（参考）】

- 身体機能回復効果の高い訓練支援システムを構築するため、運動刺激に対して生じる動作調節系機能、循環調整機能の変化を計測・評価する技術を開発して、これらの機能を維持するのに最適な低負荷運動の訓練効果を明らかにする。その上で、被訓練者の状態にあわせて訓練機器の発生負荷等を制御する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 運動習慣や筋活動と循環調節系機能との関係や運動による循環調節機能改善に関するエビデンスを蓄積する。また、簡易動脈硬度計測装置については、幅広い被験者を対象に計測したエビデンスに基づいて計測アルゴリズムを改良する。新規健康改善運動プログラムについては、引き続きヘルスケアサービスの現場で有効性や機能改善効果に関するエビデンスを蓄積する。

3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

生活空間における人間の認知行動は、環境と人間との相互作用に基づき行われている。したがって、注意が散漫になるなどの認知行動の状態に対応して注意喚起や環境の整備などの生活支援を行うためには、環境や認知状態及びその結果として現れる人間行動等を計測・評価する必要がある。そこで、支援の必要な行動を検知するため、行動データ等の蓄積に基づいて認知行動を適切に評価する技術を開発する。

3-(3)-① 認知行動の計測技術の開発

【中期計画（参考）】

- 日常生活に潜む事故や怪我などの危険性を予測して生活の安全を保つため、身体負荷が小さい脳機能計測装置等を用いて、注意の程度などの人間の認知特性を計測する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 脳波や生理的振戦などの生理学的指標と、認知課題の成績など行動学的指標とを統合して、ストレスなどの生体に対する負荷を検出する手法を開発する。

【中期計画（参考）】

- 事故の発生を未然に防ぐなどのため、人間の行動情報や人間を取り巻く環境の情報から有用な情報を抽出するデータマイニング技術を確率モデルの体系化と最新の統計的学習理論を用いて開発する。

《平成21年度計画》

- 人間の行動情報や人間を取り巻く環境の情報から有用

な情報を抽出するための機械学習・機械適応の基本原則の解明を目指して、数多くのセンサやカメラからの情報を分散・統合処理することによって効率的なデータマイニングを行う枠組みについて、幾何学や確率統計的なアプローチから研究を進める。また、推薦システムにおいて用いられる協調フィルタリングについて手法の改良や新たな枠組みの構築に取り組む。さらに、大脳皮質の神経回路モデルである BESOM ネットについて、神経生理学的知見の再現と工学的有用性を検証する。

- 画像情報を用いた物体認識のために、訓練データの選択に基づく識別器の構成方法や特徴抽出等の研究開発を続ける。また、リーマン空間上のデータに対する曲線の当てはめ問題の研究を通じ、カメラ運動の平滑化や球面エピソード幾何学の推定、部分空間法による認識に関する検討を行う。

3-(3)-② 人間生活支援のための認知行動の評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- 日常生活行動に基づく健康のモニタリングを可能とするため、生活空間における人間行動と身体状態に関するセンサ情報を長期に渡って蓄積する技術の開発を行う。また、蓄積された行動情報から行動パターンをモデル化し、これによって個人の行動の変化や個人間の差異を検出する技術を確立する。

《平成21年度計画》

- 長期間（2ヶ月間）にわたる生理情報と心理情報の計測を行い、各個人に適合化した生理情報を用いた心理状態評価技術の開発を試みる。睡眠中の高齢者の体温調節を補うために、夜間就寝中の温熱環境を時間的に変動させる空調条件を設定して睡眠実験を行い、睡眠と体温調節データを取得し、その有効性を検証する。
- 運転行動データの時系列パターンから先駆車追従や障害物回避等のドライバーの意図を推定し、意図を考慮した運転行動データの確率モデルを構築する。このモデルを用いて運転リスクの警報システムの精度改善を図る。

【中期計画（参考）】

- 速やかな作業スキルの獲得を支援するため、作業中において熟練者と未熟練者との差異が現れる場面や普段と異なる場面を検出して、熟練者の作業のノウハウを蓄積する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 計画なし（すべて平成20年度で終了）

4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

医用タンパク質や機能性食品素材などの健康産業の基盤となる有用物質を生産するには、生物機能を活用した物質生産プロセスが適している。そこで、有用な機能をもつ微生物や遺伝子を探査し、遺伝子組換え技術により機能を改良してバイオプロセスに利用するこ

とで、品質の高いバイオ製品を効率よく生産する技術を開発する。また、遺伝子組換え植物を用いて効率よく物質生産を行う技術を開発する。

4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

これまで培養が困難であった微生物には、有用な機能をもつ遺伝子が豊富に存在していると期待される。これら環境中に存在する未利用の微生物や遺伝子から有用な機能を見出して生産プロセスに利用するため、これらの微生物の各種環境からの取得及び有用遺伝子の生物個体からの取得のための効率のよい探索技術を開発する。

4-(1)-① 効率のよい探索手法をもちいた遺伝子資源の開発

【中期計画（参考）】

- ・有用物質の生産プロセスに利用できる新しい遺伝子を効率よく獲得するため、現在培養が不可能な微生物の培養を可能にする技術や、環境中の微生物から分離培養過程を経ることなく直接有用な遺伝子を探索・取得する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・1) 水生植物根圏から分離した系統的に極めて新規な細菌の諸性質を詳細に調べ、新門提案を行う。また、新規固体培養基材を用いて新規菌株の探索を行う。
- ・2) 当グループの解析で得られた細菌ゲノムまたはメタゲノム配列情報を対象とした有用酵素遺伝子の探索を行う。加えて、発見された新規酵素の大腸菌による大量発現系の確立を検討し、酵素学的諸性質を明らかにする。
- ・メタゲノムライブラリーから取得した芳香族水酸化酵素については、細胞を触媒として利用する方法を検討する。ラッカーゼについては、進化工学的な手法を用いて、より応用に好適な酵素へと改変する。
- ・社会性アブラムシ類において兵隊階級に特異的に発現している遺伝子群について、その生物機能の解明と探索を推進し、有用な遺伝子の獲得を目指す。
 - 1) タイワンマルカメムシの腸内共生細菌の全ゲノム配列を完全決定するとともに、タデマルカメムシについて腸内共生細菌のゲノム解析を推進する。その他の昆虫共生細菌においてもゲノム解析に着手する。
 - 2) 昆虫類の体内で微生物を収納することに特殊化した共生器官について、特異的に発現する遺伝子群の解析をおこなう。
- ・グラム陰性好アルカリ性細菌の可溶性 cytochrome c の発現系を構築し、その酸化還元特性を明らかにし、同細菌において薬剤耐性マーカーフリーの同遺伝子破壊株を構築し、その生理機能を明らかにする。また、これまでの遺伝子データベース、構造機能相関の研究に基づき、環境中から分離培養を経ることなく有用カタラーゼ遺伝子を取得する。

4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

生物機能を利用したバイオプロセスの高度化を進めるため、プロセスの要素技術である標的遺伝子の改変技術と遺伝子の発現効率を高める技術及び生産物の分離・精製技術を開発する。また、バイオプロセスにより質の高い製品を生産するための品質管理技術を開発する。

4-(2)-① バイオプロセス技術の高度化

【中期計画（参考）】

- ・有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立する。

《平成21年度計画》

- ・真正細菌由来の CCA、CC 付加酵素、ポリ A 付加酵素と RNA 複合体の結晶化を試みる。ポリ A 付加酵素の単体の構造を決定する。転写制御蛋白質 HutP と金属イオンの相互作用を詳細に解析し、転写制御の詳細な解析を行う。tRNA のアンチコドン一文字目のウリジン塩基修飾に関わる酵素と tRNA との複合体の結晶構造解析を行い、詳細な反応機構の解明を目指す。また、RNA のプロセッシングに関わる酵素の構造解析を目指す。
- ・酵母による高度不飽和脂肪酸生産系確立を目指して、増殖特性の向上、脂質代謝関連遺伝子改変、各種特性の関係の解析を行う。出芽酵母の脂質蓄積性を向上させる脂質合成酵素 DGA1蛋白質の活性化状態を解明するために、活性化型蛋白質を精製し、野生型蛋白質と比較検討を行う。また、脂肪酸と酵母のストレス耐性との関連を解析する。
- ・実用化を目指し、タンパク質生産の標準細胞となっている CHO-DG44細胞と無血清培地の組み合わせへの移植を行い、高純度な酵素生産の可能性を検討する。また、他のライソゾーム酵素についても大量発現系の開発に取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・微生物による物質の生産効率を高めるため、宿主として使用する細菌のゲノム情報をもとに複数の遺伝子を一度に組換える大規模な染色体再編技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・菌体培養終期に自動的に溶菌を起こさせる方法の実用可能性の評価を行う。
- ・ブレオマイシン耐性遺伝子の耐熱化および新たな耐性遺伝子として、リファンピン耐性遺伝子の利用を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・バイオプロセスにおいて医用タンパク質等を精製・濃縮するために、目的とする分子に結合する高分子リガンドを設計し製造する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・プロテイン A をフレームとするリガンドライブラリーを利用して、中性での結合特性の向上と弱酸性での解離特性の両方が改良されたりガンドを開発する。プロテイン G リガンドライブラリーの特性を明らかにする。
- ・疾病原因となっている複数のアミロイド分子凝集体についてそれぞれの凝集の中核領域を精密に特定して、アミロイド検出用分子に適用する。インフルエンザウイルス膜タンパク質の培養細胞株発現系を利用し、インフルエンザ感染に対する生理活性物質の阻害効果を測定するためのウイルスを使用しない評価システムを開発する。
- ・薬剤に感受性の高いがん細胞の Vault RNA を発現させることによって、薬剤耐性が上昇するかを検討する。ヘルペスウイルス(HSV-1)の表面抗原蛋白質である gD 蛋白質に結合するアプタマーの性質を解析するとともに、抗ウイルス作用を有するか検討する。
- ・試験管内免疫刺激法を用いて、タンパク質抗原に対する抗体産生細胞を誘導し、ミエロマ細胞と融合させ、ハイブリドーマを作製する。ハイブリドーマの生産するモノクローナル抗体のタンパク質抗原に対する特異性・親和性を定量的に決定する。試験管内系において抗体産生細胞が効率的に誘導されているときに発現する遺伝子を利用して、試験管内免疫刺激時のシグナル伝達を明らかにし、試験管内抗体作製法の最適化を行う。

【中期計画（参考）】

- ・目的のタンパク質や脂質等を微生物により選択的に生産するため、酵母を用いた分泌タンパク質や膜タンパク質発現技術及びロドコッカス属細菌を用いた物質生産技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・ロドコッカス属放線菌を利用したビタミン D の水酸化反応の効率化を目指し、必要な細胞内因子の探索と同定を行う。またビタミン D 水酸化酵素並びに共役するタンパク質について、構造生物学的な視点から機能解析を行う。
- ・1つの mRNA から複数のタンパク質を同時に発現にさせるための技術を開発する。また、高感度ハイスルーットアッセイについては、内分泌攪乱物質のバイオアッセイの他、創薬ターゲットとして重要な G-protein coupled receptor を用いたりガンドスクリーニングシステムを開発する。

4-(2)-② バイオ製品の品質管理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列-構造-機能関連の理解に基づく品質管理方法の開発及び、生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を行う。

《平成21年度計画》

- ・配列-構造関連データベースを利用する新規の設計法を用いて合成した、抗体結合性タンパク質の変異体の構造安定性と生物活性を解析し、その有効性を評価する。バイオ医薬として利用されている免疫グロブリン G 溶液の長期保存実験を行い、タンパク質の安定化機構の解析を行うと共に、加熱試験によって選択された溶媒組成が長期保存に伴うタンパク質劣化に対して低減効果を有するか検討する。
- ・ナノ構造分子膜構築において二分子膜厚相当長の膜構築分子を合成して膜構築を行い、その構造と膜物性の検討を行うと共に、ホスホリルコリンを導入した表面修飾材料の開発を行う。分子プローブに関しては、細胞膜に局在する分子プローブや膜タンパク質の標識機能を有する分子プローブの設計・合成の検討を行う。
- ・蛍光性の BODIPY を担持した新規な脂質の蛍光プローブとしての分光学的な特性を明らかにする。続いて DGAT (ジアシルグリセロールアシルトランスフェラーゼ)の働きにより遊離するコエンザイム A などのチオール化合物を検知する系を確立するための基盤技術の確立や、DGAT の再構成膜の構築を検討する。
 - 1) 電気化学発光に基づく免疫測定法をマイクロデバイス化するための検討を行う。具体的には電気化学励起を行うマイクロ電極を有する微小流路を形成し、遠心力により送液と血球分離を行うデバイスを開発する。
 - 2) ポリエチレングリコール (PEG)末端チオール分子と合わせて、より生体適合性の高い末端の分子を用いて非特異吸着抑制を抑えた目的分子 (タンパク質・レクチン) の特異的検出を行う。金-チオールの修飾系以外に、化学修飾する手法と基板の組み合わせを検討し、新規基板材料のセンサ基板への取り入れを試みる。
- ・非標識電気化学的な 1 塩基変位、あるいはメチル化の測定に関して、その検出限界の向上の為、電極面積の最適化、試料のオリゴヌクレオチドの濃縮、マイクロ流路の利用などの方法を検討し、1 桁の検出限界改善を図る。また、ハイブリッドカーボン表面のローカルな電気化学活性分布を調べるために、走査型電気化学顕微鏡を用いてローカルな電極活性をマイクロメートルレベルの分解能で評価可能な手法を開拓する。

【中期計画（参考）】

- ・微量のタンパク質や微生物等の特性を高感度に評価できるようにするために、電気化学顕微鏡技術を活用して生体分子をフェムトグラムレベルで測定できるシステムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・真空紫外光による表面化学種の変換技術を利用して、細胞の接着・非接着を制御した細胞パターンニング技術を開発する。
- ・酸化還元酵素を固定化し、酵素を効率的に駆動する種々のナノ構造電極を作製する。各ナノ構造電極界面

をコーティングし、固定化した酵素の活性と電極との構造活性相関を調べる。

- ・種々の外部刺激を細胞に局所的に与えるシステムを開発する。さらに、そのシステムと電気化学顕微鏡を併用し、外部刺激に対する細胞膜の応答、安定性を電気化学的に評価する。

4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を物質生産に利用するため、植物における物質代謝を制御する遺伝子の機能を解明して、これらの遺伝子を改変した組換え植物を物質生産に利用する技術を開発する。また、植物型糖鎖の合成を抑制した遺伝子組み換え植物を作成することにより、ヒト型糖鎖などをもつタンパク質を遺伝子組み換え植物で生産する技術を開発する。

4-(3)-① 有用植物遺伝子の開発と機能解明

【中期計画（参考）】

- ・物質生産を効率的に行える改変植物を作成するために、モデル植物であるシロイヌナズナの転写因子の過剰発現変異体を網羅的に作成し、遺伝子発現を制御している転写因子の機能を解析する。

《平成21年度計画》

- ・形質転換植物について、乾燥耐性や栄養要求性などのバイオマス生産性に関連する形質変化を解析し、各転写因子の物質生産プロセス制御機能を検討する。有望な機能を見出した転写因子について、実用植物への適用の可能性を検証する。

【中期計画（参考）】

- ・モデル植物であるシロイヌナズナの約200個の転写因子遺伝子に対するキメラリプレッサーを導入した植物体を作成して、その機能の解析に基づいて物質生産を効率的に行える改変植物を作成する。

《平成21年度計画》

- ・産総研で開発した新規な遺伝子サイレンシング法であるキメラリプレッサーを用いた遺伝子発現抑制システムを用いて、閉鎖型栽培施設に適した形質を有するタバコの作出を進める。遺伝子破壊株や変異体では見いだせない有用形質を付与する遺伝子の探索を、モデル植物を用いて行い、実用植物で検証実験を行う。有用物質の代謝に関わる転写因子群の同定を行い、産業上有益な植物の基盤モデルの構築を進める。

4-(3)-② 遺伝子改変植物の作成と利用

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した遺伝子導入手法を用いて作成した遺伝子組換え植物を利用して、多品種のタンパク質を生産する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・閉鎖型遺伝子組換え植物工場施設においてイヌインターフェロンイチゴのGLP試験用実生産試験およびワクチン発現ジャガイモの水耕栽培の確立を行う。

- ・抗体遺伝子を導入・発現する組換えタバコを作出し、植物発現抗体の糖鎖修飾様式を解析する。
- ・非拡散ウイルスベクターシステムを用いて抗体を発現させるとともに、当該システムの安定性を解析する。

4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

健康食品に利用するため、多様な天然物を探索して高血圧や糖尿病に対する予防効果や健康維持機能をもつ食品素材及び冷凍による食品等の品質低下を防ぐ効果をもつ食品素材を開発する。

4-(4)-① 機能性食品素材の開発と機能解明

【中期計画（参考）】

- ・亜熱帯植物の抽出物や海洋生物の抽出物の中から生活習慣病予防に効果のある新規機能性物質を探索して、その機能を解明する。

《平成21年度計画》

- ・天然フェノール性化合物のうちこれまで比較的研究の少ないカルコン類を取り上げアディポサイトカイン産生調節作用について検討する。また食用植物のアディポサイトカインや PAI-1等のアディポサイトカインの産生増強および抑制物質を調べる。

- ・発現した組換え体インソプリメベロース生成酵素を用いて、より詳細な酵素学的性状解析を行う。

【中期計画（参考）】

- ・皮膚の老化防止や高血圧の予防効果などが期待される、ペプチド、ポリフェノール、スフィンゴ脂質等の機能解明と製造技術の開発を進め、機能性食品としての実用化研究を行う。

《平成21年度計画》

- ・ヒト皮膚3次元モデルを用いて、メラニン合成抑制作用のある亜熱帯生物資源を広く探索する。

- ・脂質スフィンゴファンジン E, F の化学合成を完了させる。また、合成した脂質類について抗真菌作用等の生物活性を評価する。

【中期計画（参考）】

- ・天然物から不凍タンパク質を探索して、その構造の機能の解明に基づいて品質の良い冷凍食品の生産に利用する。

《平成21年度計画》

- ・優れた細胞保存効果をもつ複数の不凍タンパク質（AFP）アイソフォームを大量発現する技術を開発する。各種細胞に対する AFP アイソフォームの保護効果がそれらの混合比に依存して増大するかどうかを明らかにする。魚肉由来の AFP 粗精製物を用い、柔軟性と再利用性に優れた新しい凍結材料を開発する。生分解性の微粒子に対して AFP アイソフォームの固定化を行うことで環境負荷の少ない氷核材料を新たに開発する。

5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の実用化には薬事法上の審査を経る

必要がある。このため審査を円滑化する技術評価ガイドラインの策定が求められている。そこで、新しい医療機器の研究開発を通じてガイドラインの策定を支援する。また、福祉に関連した製品の規格体系の整備に資する研究開発を実施する。さらに、技術融合による先端的なバイオテクノロジー関連計測技術を開発するとともにその標準化を進める。

5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

安全・安心な生活及び安全な治療を実現するためのガイドライン作りや規格の作成に資する研究を実施する。そのため、医療機器及び組織再生の評価に関する基盤研究を実施し、医療機器や再生医療の技術ガイドライン策定に貢献する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の規格制定について、感覚・動作運動・認知分野を中心とした研究開発を実施し関連規格の体系的な整備に貢献する。

5-(1)-① 医療機器の評価基盤整備

【中期計画（参考）】

- ・医療機器の安全性や有効性の評価技術等に関する基盤研究を実施し、医療機器の標準化及び医療機器技術ガイドラインの策定に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・次世代の医療機器の開発および薬事承認の迅速化を目的に、医療機器ガイドライン策定に貢献する。また、医療機器に関わる材料や試料についての試験方法（安全性、性能）や基準物質など標準化を推進する。

【中期計画（参考）】

- ・骨等の組織再生における評価技術に関する基盤研究を実施し、再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・骨分化装置の改良を行い製品化への展開を図るとともに、骨評価技術に関わる標準化活動を行う。

5-(1)-② 高齢社会に対応した国際・国内規格化の推進

【中期計画（参考）】

- ・高齢者・障害者配慮の設計技術指針に関連した国際規格制定のために国際的な委員会活動において主導的な役割を果たす。さらに、人間の加齢特性の計測・解析に基づき、感覚、動作運動及び認知の各分野を中心に5件以上の国際的な規格案の提案を行い、この制定に向けた活動を行う。また、我が国の工業標準活動に貢献する観点から、関連する国内規格制定のための活動を行う。

《平成21年度計画》

- ・ロービジョンの被験者による文字の「判読しやすさ」について実験を行い、20名以上のデータを収集する。また、晴眼者の加齢変化を考慮した可読文字サイズに関するISO規格原案1件を作成する。
- ・年齢別聴覚閾値分布の国際規格原案1件を作成する。

また、公共空間等における音声の音圧に関わる国際規格の素案1件を作成し、規格化審議を開始する。

- ・前年度までに開発した映像酔い評価システムを基に、映像酔いのリスクを伴う区間に対して可能な対策を提案し、その実施によるリスク軽減の効果に関するデータ計測を100名規模で実施する。また、映像の生体安全性の国際規格体系において、映像酔いガイドラインの国際標準原案提出をねらうために、まずH21年度は国際照明委員会（CIE）へ技術報告書（TR）1件の提出をおこなう。

5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

研究開発を加速し新産業の創出を促すため、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析・解析技術を開発する。また、これらの技術を用いて分子・細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測・解析し、バイオ産業の基盤整備に貢献する。

5-(2)-① バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端的計測・解析システムの開発

【中期計画（参考）】

- ・臨床現場や野外で生体分子を精度良く迅速に計測・解析するために、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーを融合してタンパク質を短時間で簡便に分離分析できるチップと有害タンパク質等を検出できるセンシング法を確立する。

《平成21年度計画》

- ・タンパク質を分離分析するチップの開発では全自動二次元電気泳動システムの本体、チップ等消耗品の製品出荷に対応した品質向上を目指す。また、このシステムとウエスタンプロッキング装置を組み合わせたパーソナルプロテインチップシステムの製品化度の向上を目指す。

- ・これまでに試作した現場検知器を用い、過去に暗殺やテロに用いられたリシンについて選択性などを明らかにし実用レベルで検出可能か検討する。

【中期計画（参考）】

- ・機能性高分子材料を利用した選択的な細胞接着・脱着制御技術を確立し、それを組み込んだセルマニピュレーションチップを開発する。

《平成21年度計画》

- ・集積化チップに前年度までに開発した光細胞マニピュレーション技術を応用し、それぞれの灌流培養チャンバー内に微小組織を形成させることにより、薬物アッセイ精度の向上を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・レーザーによる生体高分子イオン化ならびに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

《平成21年度計画》

・(平成18年度までに終了)

【中期計画 (参考)】

・生体分子を観察する新しい技術として、極低温電子顕微鏡による生体分子の動的機能構造の解析システムを開発する。

《平成21年度計画》

・極低温電子顕微鏡を用いた単粒子解析の技術開発を進める。シャペロン以外の試料への応用も積極的に推進し、いろいろな試料に応用できるよう、改良する。特に、膜タンパク質への応用も検討する。また、単粒子解析のための撮像装置、撮影条件などを検討する。電子線結晶構造解析に関しては、既に我々のチームで構造を決定した試料について、高分解能化を推進し、構造と機能の関連について詳細を理解し、創薬などへの応用への基盤を作る。

【中期計画 (参考)】

・膜タンパク質等について、NMR により不均一超分子複合体の分子間相互作用の解析データを取得するとともに、X 線立体構造解析データを取得する。これらの動的情報と立体構造情報をコンピュータ上で統合して膜タンパク質のダイナミズムを扱える計算システムを構築する。

《平成21年度計画》

・遺伝情報の読み出しと複製にとって必要な過程であるヌクレオソーム構造変換のメカニズムを、立体構造に基づき更に詳しく解析する。遺伝情報の読み出しと複製に必須であることが知られている高分子量型のヒストンシャペロンの大量精製方法を確立し、結晶構造解析と生化学解析を行う。大量精製したタンパク質を用いて、核内に存在する他のタンパク質群との相互作用を生化学的に解析し、その結果に基づき上記ヒストンシャペロンを含む複合体の結晶化を検討する。

- ・1) NMR 相互作用解析技術開発について、創薬に密接に関連する、タンパク質-低分子複合体に適用可能な NMR 測定技術の開発・応用に取り組む。
- 2) 脂質輸送に関連する脂質結合タンパク質をはじめとする、生体機能において重要なタンパク質相互作用系を対象とする NMR 相互作用解析を実施する。
- 3) 幅広いタンパク質複合体系に NMR 相互作用解析を適用可能とする、試料調製技術を開発する。
- ・タンパク質の動的構造情報を有効利用することにより、MD などにより発生させたタンパク質の多数の構造から、薬物探索に有効な構造を予測する手法を開発する。薬物探索は、「薬の元になる分子断片の探索と断片からの合成展開」(Fragment-based drug development) が重要となっていることから、薬物探索手法とデータベースの開発を行い、タンパク質モデリングの組み合わせにより、医学・生物学的に意味のあるタンパク質構造解析を行う。

5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

バイオテクノロジーの共通基盤である生体分子の計測技術を SI 単位系に基づいて整理し、計測法の標準化に貢献する。またタンパク質等の生体分子の標準品の作成技術を開発する。

5-(3)-① 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

【中期計画 (参考)】

・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

《平成21年度計画》

・臨床検査対象または疾患マーカーとなっているタンパク質 (VEGF など) やその受容体などの関連タンパク質を作製するため、新規大量生成系を構築する。またこれらのタンパク質を高精度、高選択的に測定するツールの実用化開発を行う。

【中期計画 (参考)】

・バイオテクノロジー関連の SI トレサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

《平成21年度計画》

・タンパク質の室温等保存下における化学変化の可能性について検討するとともに、その対処法等についても検討する。

1) 平成21年度から平成22年度にかけて、国内初の核酸認証標準物質 (DNA、RNA1種類) を頒布することを目指し、その合成純度検定、評価等を進めるとともに、核酸計測のトレーサビリティ体系の構築の検討を行う。

2) 国際度量衡委員会等における核酸計測手法等の国際比較に参加し、国際的なバイオ計測の標準化に貢献する。

5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物 (GMO) の利用促進のため、特定の遺伝子や微生物の高精度・高感度モニタリング技術を開発する。これらの技術を環境微生物等の解析に活用して生活環境中の有害物質の評価や管理に役立てる。

5-(4)-① バイオ環境評価技術の開発

【中期計画 (参考)】

・組換え微生物等の特定微生物や環境微生物の固有の遺伝子配列を利用して、これらを高感度かつ高精度に定量して解析する技術を開発する。また、この技術により環境微生物の動態を解析して、組換え微生物等の環境における安全性評価の技術基盤を整備する。

《平成21年度計画》

・1) 環境利用時における組換え微生物の挙動を追跡す

る手法のマニュアル（標準プロトコール）を完成させる。

2) リボソーム RNA を標的とした特定微生物検出法の適用拡大を図るため、各種微生物のリボソーム RNA 標準の整備を進めると共に、必要な技術開発を進める。

3) エンドポイント法の実用化を目的として、本手法のハイスループット化を検討する。

- ・環境調和型高分子素材の高機能化を図るため、新規高機能高分子を開発する。また、環境調和型高分子及び関連物質の分解に係わる微生物の動態を解析する。

【中期計画（参考）】

- ・DNA チップ及びプロテインチップ等を利用することにより、バイオテクノロジーを利用した環境の安全性評価システムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・DNA チップ法を用いた環境安全評価システムの改良を進め、技術移転を効果的に行うことにより企業の製品化を支援する。また、天然物由来の生活習慣病治療効果に関して、有効成分を精製・単離し、細胞内シグナル伝達に関する解析により細胞増殖など細胞レベルの機能を解明する。

5-(4)-② 生活環境管理技術の開発

【中期計画（参考）】

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

《平成21年度計画》

- ・生活環境中の健康リスク因子の除去・無害化技術に関して、以下の研究を実施する。
 - 1) サイズの大きなオキソ酸イオンを選択捕捉する新規イオン交換体の設計を進める。硝酸イオン分離用繊維成形体の実用性の評価を行う。多孔質の新規炭素一チタニアナノコンポジットの開発を進め、循環流通式カラムシステムを構築して、実環境での無害化処理効果を評価する。
 - 2) 水系で抗菌性の発現期間を制御するため、抗菌性銀錯体を担持した層状化合物の表面疎水化条件を最適化し、抗菌効果の持続性を評価する。ナノカーボンの光発熱特性を有効に活用するため、広範囲の媒質中への分散化法、および得られた複合体の光応答特性を明らかにする。
 - 3) 海水中の窒素、リン等の効率的な生物学的除去のため、栄養塩低減処理水槽中で栄養塩を吸収して増殖する海藻について、各増殖時期での生長速度、栄養塩吸収速度、成分量を評価する。

II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

知的生活を安全かつ安心して送るための高度情報サービスを創出するには、意味内容に基づく情報処理により知的活動を向上させる情報サービスを提供する技術、情報機器を活用して生活の質を高める生活創造型サービスを提供する技術及び、情報化社会における安全かつ安心な生活を支える信頼性の高い情報基盤技術が必要である。これらの技術により、ネットワーク上の大量のデジタル情報などの意味をコンピュータが取り扱えるようにし、利用者ニーズに適合した情報サービスを提供して人間の知的生産性を向上させるとともに、ロボット及び情報家電の統合的利用により、人間が社会生活を送る上で必要な情報サービスを提供して生活の質を向上させる。さらに、情報のセキュリティやソフトウェアの信頼性を向上させ、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる情報基盤を構築する。また、新たな情報技術の創出に向けた先端的情報通信エレクトロニクス技術の開発を行い、革新的情報サービス産業の創出に貢献する。

1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

情報化社会において人間の知的活動を飛躍的に高度化するためには、すでにネットワーク上などに存在する大量のデジタル情報を効率的に利用することに加え、デジタル情報化されていない人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用することが必要である。このために、利用者毎に異なる多様な情報ニーズに対して、蓄積された情報及び情報ニーズの意味内容をコンピュータが理解し、的確な情報提供ができるよう知的活動支援技術を開発する。また、地球規模で蓄積されているソフトウェアを含む膨大なコンピュータ資源を容易に利用できるようグローバルな意味情報サービスを提供する技術を開発する。さらに、人間生活に関わる情報のデジタル化を行い、人間の行動や社会活動の支援など、多様なニーズに応える情報サービスを提供する技術を開発する。

1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

人間に分かりやすく有用なサービスを即座に提供するためには、大量のデジタル情報の意味を理解して体系的に扱う技術と、それをユビキタスに提供する技術の開発が必要である。このために、身の回りに存在する物やシステム等の役割や機能等を体系的に構造化して記述することにより、意味を含めたデジタル情報として取り扱う技術を開発するとともに、人間の位置や行動パターンに適応した情報を提供するユビキタス情報サービス技術を開発する。

1-(1)-① 知的生産性を高めるユビキタス情報支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・デジタル情報をその意味内容に基づいて構造化して利

用するプラットフォームを構築する。その上で、ニーズに合致した総合的な情報として提供し、知識の検索、人間の位置や嗜好に応じたサービスなど、人間の思考や行動を支援する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・無線センサーネットを用いた携帯情報端末上での屋内ナビゲーションシステムに、目的地の自動選択や緊急時の非常口への案内機能等の拡張を行い、システム全体としての完成度を高める。ショッピングモール等の実公共空間において、同システムの動作を確認する。
- ・意味に基づいてコンテンツやサービスを利用者自らが創造し共有する技術を観光やイベント支援等のサービスに展開し、事業化のための開発を進める。また、この技術に基づく医療サービスのモデル化の方法を整備し、医療情報システムの導入方法論を構築する。在宅医療のための問診サービス等にもこの技術の応用を図る。
- ・意味内容に即した信頼性の高い情報サービスプラットフォームの構築をめざし、関数型及び論理型プログラム、プロセス代数、知識様相論理の、情報技術への応用を企図した論理研究を行う。
 - 1) 大域脱出を含む値呼びのプログラミング言語が、開発した Continuation Passing Style(CPS) ターゲット言語へコンパイルが可能であり、仕様を厳密に記述できることを示す。
 - 2) 人間の思考を支援する論理プログラム技術を採用したプラットフォームの実現を目指す研究として、論理式の写像を用いてセマンティクスを比較する枠組に基づいて代表的なセマンティクスを比較し、デフォルト否定を含むセマンティクスに要請されている条件を明らかにする。
 - 3) 現在開発中の CSP(Communicating Sequential Processes)に基づくスケラブル並行システムの検証支援ツール CSP-Prover の使い易さを改善するため、検証に必要な知識と経験も CSP-Prover に実装し、利用者にかかる負担を軽減することを目標とする。
 - 4) 暗号通信プロトコルのリング署名、ブラインド署名、電子投票のプライバシー保持などの安全性機能を記述するための知識の論理体系の開発をする。
- ・意味内容に即して人間の知的活動を支援するユビキタスプラットフォームの構築を目指し、以下の高信頼通信技術とデータ処理技術について研究を行う。
 - 1) キロヘルツ帯電力線通信技術を実応用分野に適用し、その有効性を検証する。
 - 2) シリアルバス技術に関して、信号のモニタ管理機構を開発する。
 - 3) 情報家電セキュリティ技術については、新規ウィルス発生時におけるセキュリティハードへの更新機構を研究開発する。
 - 4) データ圧縮技術について、立体高次局所自己相関

特徴(CHLAC)を用いたフレーム制御方式の改良を進める。

5) HLAC および CHLAC を用いた医療診断支援技術について、これまでに検討を行ってきた胃癌に続き、他の部位の癌細胞のスクリーニング実験を行う。

1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

意味内容に基づく情報処理プラットフォームをネットワーク上に分散したコンピュータで利用することにより、世界規模の大量のデータを意味構造に基づいて統合的に運用する技術等を開発する。また、意味情報サービスを提供する応用ソフトウェアの開発、運用を世界中の開発者が連携して安定的に行うための基盤技術を開発する。

1-(2)-① 世界中に意味情報サービスを安定して提供するグローバル情報技術の開発

【中期計画 (参考)】

- ・意味情報サービスをグローバルに展開し、普及するためのソフトウェアのオープン化技術を開発するとともに、その自律的發展を実現するための各国で共通利用可能な各種ツール及びソフトウェアの開発、検査、改良、運用を世界中の開発者と連携して安定的に行うためのソフトウェア開発運用支援技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・多言語化情報技術の研究では、GNU/Linux 上の C 言語で実装した多言語ライブラリ m17n-lib/C を C#環境に移植し、多言語ライブラリの機能を C#環境に適合させた m17n-lib/C# の開発を継続し、ホスト OS が提供する GUI 環境に依存しない m17n-lib/SHELL の部分の移植を行なう。また多言語ライブラリデータベースの XML 化環境の開発を継続し、フォントのグリフレイアウト方法を定義するデータベースなどの XML 化を行なう。
- ・ソフトウェア開発運用支援技術の研究では、システム運用情報活用システムの性能およびユーザインタフェースを改善し、使いやすさの向上を図る。また、Windows を管理対象にできるかどうか検証し、可能な場合はシステムを改良して Linux と Windows が混在する環境でシステム管理業務を支援できるようにする。
- ・自由ソフトウェアの分散協調開発と流通の問題に関し、OS やプログラミング言語等の基盤となるソフトウェアの面から研究開発を行う。特に、自由ソフトウェアの文化が到達していない産業の分野に対し、その普及をはかる。実践として自由ソフトウェアの実装による USB トークンを開発する。
- ・軽量仮想計算機モニタを既存 OS に適用し、識別情報がないゼロディ攻撃に対してハードディスクの改竄およびネットワークからの情報漏洩を防止する技術を開発する。ゼロディ攻撃はその異常挙動の振る舞いから

検出し、その情報をもとに仮想計算機モニタがハードディスクの書き込みやネットワークの通信を抑制する。

- ・外部機関と連携し、ハニーポットで捕捉された有害プログラムの分類・解析、および解析結果のフィードバックを自動化することで、未知のネットワーク攻撃に対する防御を自動化する技術の開発を行う。

1-(2)-② 広域分散・並列処理によるグリッド技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・地球規模で分散して存在する大量の情報や計算資源を有効に利用した高度情報サービスの基盤システムを構築するために、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術を融合して、情報資源が分散していることを利用者が意識することなく利用するためのソフトウェアコンポーネント、また利用者間で協調して情報処理を行うためのソフトウェアコンポーネント等を開発する。さらに、科学や工学分野あるいは社会における具体的な利用技術をこれらの基盤システム上で開発し、開発した技術の国際標準化を目指す。

《平成21年度計画》

- ・地球科学分野を中心に、幅広い応用コミュニティが、地理的に分散されたデータや計算などのサービスを安全に、統括的に、柔軟に、容易に組み合わせるためのミドルウェアの研究開発を行う。平成20年度の成果をもとに、サービスの提供者や利用者の要求に応じた様々なレベルのセキュリティを実現するミドルウェアおよび地理的に分散配置された異種データベースを連携させるミドルウェアの研究開発を行う。セキュリティミドルウェアはオープンソースソフトウェアとして公開し、データベース連携ミドルウェアは施策を行いながら設計を進め、設計を完了する。
- ・平成20年度に開発したミドルウェアを高度化し、オープンソースソフトウェアとして公開する。また、産総研、筑波大学の他に海外機関のクラスタも含めた国際的なテストベッド上で数週間にわたる実証実験を行い、大規模広域環境での有効性を検証する。
- ・平成20年度にプロトタイプとして実装した三つの要素技術「仮想計算機システム」、「仮想クラスタ構築システム」、「運用決定モジュール」を、高度化を行いつつ実システムとして開発する。特に、仮想計算機システムでは、サイト間のマイグレーション途中におけるネットワーク接続の切断にも耐えられる頑健性を実装する。また、運用決定モジュールの機能を高度化するとともに、仮想クラスタ構築システムに統合する。

1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用するためには、人間そのものをデジタル情報化する技術と、人間が生活する上で遭遇する様々な情報をデジタル情報化する技術が必要で

ある。そのために、人間の身体機能や行動を計測してデジタル情報化を行い、ソフトウェアから利用可能な人間のコンピュータモデルを構築するとともに、それを活用した応用システムを開発する。また、人間を取り巻く大量の情報を観測、蓄積及び認識して情報資源化し、それに基づいて分析及び予測を行うことにより、過去から未来へ繋がる人間の行動や社会の活動を支援する情報技術を開発する。

1-(3)-① 人間中心システムのためのデジタルヒューマン技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・人間機能を計測してモデル化し、人間特性データベースとして蓄積するとともに、それをもとにコンピュータ上で人間機能を模擬するソフトウェアを開発する。このために、人間の形状、運動、生理、感覚及び感性特性を自然な活動を妨げずに計測する技術を開発し、それを用いて年齢等の異なる1,000例以上の被験者の人体形状を mm 級の精度で計測し、個人差などを表現できる計算モデルを開発する。さらに、これらの技術を機器の人間適合設計、製品の事前評価、映像化及び電子商取引などに応用する。

《平成21年度計画》

- ・人間の形状、運動、変形を非接触で mm 級の精度で計測する技術を開発し、子どもと成人の形状と運動、成人の運動中変形特性を計測する。これまでに1000例以上の形状データを登録するという目標は達成しているが、あらたに形状データベースに50名、運動変形データベースに50名×5動作=250例のデータを追加する。「Dhaiba」の全身モデルを形状データや変形データにフィットさせることで、個人差を表現する計算モデルを開発する。これらの技術を健康サービス、ファッション販売サービスに適用するためのデータベース検索技術、データ品質管理手法の標準化活動を並行して行う。
- ・人間機能モデルを、機器の人間適合設計、製品の事前評価、映像化及び電子商取引などに応用する実証例として、企業との共同研究を通じて具体的な製品開発に人間機能モデルを適用する。シューズ、スポーツウェア、自動車などの機器、健康サービスにおける体形変化の映像化、メガネや婦人靴の電子商取引への応用を進める。
- ・全身デジタルマネキン技術「Dhaiba」の第2版を完成させ配布する。第2版では、日本人を代表する数個の体形の仮想人間を生成し、機器操作時のリーチ運動を指先精度10mm以下で再現し、可視化できることを目標とする。そのために、運動生成に用いるモーションキャプチャデータベースに新規データを追加し精度向上を行うとともに、仮想空間内にある「Dhaiba」の姿勢を、実空間の小型ロボットパペットを介して入力するインタフェース技術を開発する。

- ・ 詳細な手の機能モデルである「DhaibaHand」を、全身の「Dhaiba」と統合して第2版として配布する。日本人を代表する数個の仮想の手モデルを生成し、製品を操作する手全体の姿勢生成技術を開発する。また、このときの把持力を推定するために、手の内部構造として筋と腱を備えた詳細モデルを開発し、筋や腱の制御による手の姿勢生成を実現する。これらの技術の有効性を、ステアリングスイッチ、パッケージなど具体的な事例研究を通じて実証する。

【中期計画（参考）】

- ・ 壁や天井などに取り付けられた非接触型センサによって人間と機器の動きを数 cm の精度で計測するとともに、人間密着型のセンサによって、血圧や体温等の生理量を計測することで、生理量と心理・行動の関係をモデル化し、起こりうる行動を発生確率付きで予測できる技術を開発する。これにより、高齢者や乳幼児の行動を見守るなどの人間行動に対応したサービスを実現する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・ 壁や天井などに取り付けられ、すべてのモジュールが無線通信化された非接触型センサである超音波ロケーションシステムを開発し、設置容易性を向上させる。手術室内での医療従事者の行動モニタリングシステムにより蓄積した医療従事者の行動データを利用した行動モデルを開発する。時空間センシングとプロトコル分析を統合した新たな行動分析技術を開発し、日常生活における製品のユーザビリティ試験に応用する。
- ・ 乳幼児の行動を見守り、事故予防する研究として、壁や天井に非接触センサを埋め込んだセンサルームと、屋外の遊具で遊ぶ乳幼児に人体密着型センサを装着し行動を観察するシステムを用いた乳幼児行動データの蓄積を継続する。また、病院の電子カルテと連携できる電子版事故サーベイランスシステムを新たに開発し、これを共同研究先の病院に導入することで事故情報を蓄積する。さらに、事故データの自由記述から因果構造モデルを構築する技術、有限要素解析ソフトウェアと身体地図機能付きサーベイランスシステムを用いた傷害プロセスの推定技術等を開発する。これまでの成果を踏まえて、事故統計を周知するためのホームページを開発し、事故データベース検索ソフトウェアを無料公開し、Web を介した検索サービスを開始する。
- ・ 人間の心理・生理のモデル化研究として、人間密着型のセンサによって心拍・呼吸などの生理信号及び身体動作・外部刺激などを同時に計測するシステムを構築し、多様な環境下で計測実験する。これをもとに心理負荷の評価指標を算出する因果関係モデルを開発する。この因果モデルによって既存の心理評価指標と70%以上の一致精度を実現する。人間の認知・行動モデルの研究として、初心者から上級者までのヒューマンエラー特性を類型化した習熟度別デジタルヒューマンモデ

ルを作成し、習熟度診断・教習課程設計サービスシステムを構築し企業現場等で試用する。

1-(3)-② 大量データから予測を行う時空間情報処理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ 人間が生活する実環境に多数配置されたセンサ等によって、音や映像等のデータを長時間にわたって多チャンネルで収集し、大規模な時空間情報データベースを構築するとともに、そこからデータの内容を意味的に表現したテキスト情報や3次元的な空間情報を自動的に抽出する技術を開発する。これによって得られた時空間情報を、その意味内容に基づいて圧縮・再構成し表現する技術の開発を行うとともに、行動や作業を支援するシステムなどを開発する。

《平成21年度計画》

- ・ これまでに開発した要素技術を集積して、会議録コンテンツ作成システムのプロトタイプを制作し、これを用いて、企業との共同研究を行い、実環境での実証実験を行う。具体的には、制作したプロトタイプシステムを、企業内での会議に適用し、言語モデルの適応など使用環境への適応を行ったうえで、キーワード検出率などにより、数値的な評価を行う。また、アンケート調査を実施し、ユーザの主観的評価も行う。
- ・ 音響的な異常検出に関して、音以外の時系列信号も含めた多様な対象についてデータを収集し、異常検出手法について、複数マイクの利用や多様なアルゴリズムの適用を検討して、有効性の検証と精度の向上のための研究を進める。また、分散音声認識技術に関して、センサ周辺装置の小型実装を進めるとともに、サーバとの間の効率的な通信方式を開発する。
- ・ 3次元視覚技術を用いた実時間実環境の時空間認識技術に関し、人の行動等を常時センシングする応用事例等を通してシステム化と理論的な要素技術研究を進め、成果の実用化と普及に努める。そのために、蓄積した長時間3次元情報から解析技術を数ヶ月超えるような事例に適応可能にする技術や、インテリジェント電動車いすにおけるセルフキャリブレーション技術、および独自の画像特徴抽出方である統計的ナリーチ相関法の高度化を行う。
- ・ 断片的な画像情報から大規模コンテンツを創出するためのスナップショット収集技術と構造的特徴量による統合化技術として、引き続き画像検索システムの開発を行い、大規模なスナップショット群を対象にした実験を行う。自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術について、ロボット操作との相補的処理に関する実験を行い、ステレオカメラを活用したシステムの開発を行う。また、基本的画像処理技術の開発について、特に3次元計測データからの認識処理および検索技術について、引き続き実験を行う。
- ・ 各種センサから得られた時空間情報を分析・再構成し、

人間の行動や作業を支援する技術に関して以下の研究開発を行う。

- 1) 複合現実インタラクション技術に関して、歩行者デッドレコニング、画像処理、センサ情報を適用した直感的なインタラクション技法等を、種々のサービス事例に導入して、大規模な行動・操作履歴の獲得と可視化し遠隔協調作業を支援するシステムを開発する。
 - 2) 市民芸術が創造されるワークショップの場において気軽に積極的に自己表現・協調創造活動を行うためのインタフェースに関して、参加者の位置と向きを取得する技術の改良を行うとともに、既存のコンテンツ共有サイトのコミュニティ分析の結果を用いて市民芸術創出プラットフォームをデザインする。
- ・大量音声データを扱える音声認識技術・音声検索技術に関しては、インターネット上のポッドキャスト（音声ブログ）音声データを収集して全文検索可能にするシステムを開発する。具体的には、ポッドキャスト音声データを音声認識技術によって自動的にテキスト化することで、それらをユーザが検索できるだけでなく、詳細な閲覧、認識結果の訂正も可能なシステムを開発・改良する。一般ユーザに対してこのシステムをWebサービスとして提供する一方で、ユーザに音声認識誤りを訂正して貢献してもらい、訂正結果を自動学習して音声認識性能の改善を図る技術を開発・評価する。また、ポッドキャスト動画データ中の音声データにも対応し、より多量の音声データを検索可能にする。
2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

個々の生活状況に応じた情報サービスを提供して、生活の質（Quality of Life、QoL）を飛躍的に向上させるために、人間活動を代行、支援及び拡張する生活創造型サービスを実現する。そのために、人間を中心としてロボットと情報家電を有機的かつ協調的に機能させ、統合的で創造的な生活空間の実現を目指し、人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術、人間と情報家電の双方向インタラクションを支援するインタフェース技術及びこれらを構成するハードウェアを高機能化、低消費電力化するデバイス技術を開発する。
 - 2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して、人間の活動を支援するロボットを実現するために、人間と空間を共有しつつ、人間の行動や状態に適応、協調して機能するロボット技術を開発する。そのために、生活空間をロボット化する技術、人型（ヒューマノイド）ロボットの運動機能を人間と同程度に向上させる技術及び人間と情報を共有するために必要な視覚認識技術を開発する。
 - 2-(1)-① 屋内外で活動できる社会浸透型ロボット技術

の開発

【中期計画（参考）】

- ・ロボットの行う複雑な作業を構成する要素機能を共通仕様に基づいてモジュール化し、異なるロボットシステムで利用可能にする。また、開発したモジュールを生活空間に分散配置して、それらが人も含めて有機的に協調して機能する技術を構築し、生活支援型ロボットシステムのプロトタイプを開発する。

《平成21年度計画》

- ・RT ソフトウェア開発環境として、公開リリースした開発支援ツールの一般ユーザからの技術フィードバックを受けて、その完成度を高めるとともに、機能拡張を進める。汎用的な把持機能の実現に向け、視覚のセンシングと把持のマニピュレーションを統合したハンドアイシステムにより、操作対象物に応じた技能を検証する。RTミドルウェアに関しては、OMGでのコンポーネントモデル標準仕様(RTC1.0)の保守管理に協力するとともに、当該標準準拠のロボット用ミドルウェア OpenRTM-aist-1.0のユーザからの技術フィードバックを受け、完成度の向上と機能拡張を進める。

【中期計画（参考）】

- ・ロボットシステムを人間の生活空間に安全に導入するために、利用者や周辺の人間の行動を実時間でモニタリングする技術及び類似状況における過去の事故事例等からのリスクアセスメントを効率的に行う手法を開発し、それらをロボット要素モジュールとして利用可能にする。

《平成21年度計画》

- ・1) 実証段階にあるロボット安全管理ソフトウェアの適用範囲を拡張する。
- 2) 国際安全規格 SIL3を満たす次世代サービスロボットに汎用な高信頼分散制御システムを開発する。
- 3) 1ms 光通信位置認識を含めた画像センサによる高信頼な人位置検出技術を開発し、模擬現場による評価実験を行う。
- 4) UML (Unified Modeling Language)を用いた次世代ロボット用の安全設計プラットフォームの基本設計を行う。
- 5) 知能化福祉機器の転落回避を実現するため、外界センサを用いた SIL3相当の3次元環境モニタリング機能を当該機器に実装する。

【中期計画（参考）】

- ・ロボットの自律的な探索により環境や地形に関する情報収集や異状発見を行う技術及び複数のロボットを協調動作させることによって、より広範囲な状況の認識を行う技術を開発する。これらの技術を用いて、環境を改変して有効に利用する方法を開発し、自律作業ロボットによる100m³程度の砂利堆積の移動や再配置等の実証実験を行う。

《平成21年度計画》

- ・ 1) 広範囲環境認識を目的に、複数ロボットによって効率的に環境情報を採取し、それらを統合する技術を開発する。
- 2) 企業と共同開発した移動検査ロボットの製品化を図るとともにハードウェア、ソフトウェアの信頼性を高める。
- 3) 100m³程度の砂利堆積の移動や再配置等の環境改変として、複数台のダンプ積み込みを想定した総合的な作業を実行する手法を開発し、実証実験を行う。
- 4) 位置決め技術、複数ロボットの統括技術、障害物回避技術、対人安全制御技術などを高信頼に統合する手法を開発し、ロボット事業化に耐える技術を目指す。

2-(1)-② 作業支援を行うヒューマノイドロボット技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ 人間の作業を代替し、人間と共存して働くために、人間の通常の生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能を開発する。具体的には、人間と同程度の速度での平面の歩行、滑り易い路面の歩行、移動経路の自律的な計画及びハードウェアの高度化によるIEC規格IP-52程度の防塵防滴処理並びに簡単な教示による指示通りの運搬等の機能を開発する。

《平成21年度計画》

- ・ 人間の通常の生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能の実現を目指し以下の研究開発を行う。
 - 1) 不整地歩行制御技術の向上、路面形状マップ生成技術を用いた屋外の歩道上の安定な2足歩行を実現する。また、不慮の転倒に対応したしゃがみこみ動作についての分析を行うほか、意図的な滑りを利用した方向転換技術をより向上させる。
 - 2) 対象物の位置姿勢認識のための視覚処理アルゴリズムの処理を高速化し、視覚処理とハンド把持動作を連携したシステムの基盤を構築する。
 - 3) 人間がインタラクティブに行動を教示できるシステムの開発、環境センシングに基づく物体搬送計画の実現、変化する環境における自己位置推定の実現、建物ドアの通り抜けの実現を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・ ヒューマノイドロボットの安全性と可用性を人間と共存できる程度に高めるために、コンピュータ上に構成した人間型構造モデルで人間の動きを合成する技術、人間の運動機能を規範としてロボット全身運動を生成する技術及びロボットが人間を認識し、人間と対話することで協調的に作業するロボット技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・ ロボット全身運動を生成する技術として、複数コアCPUの計算機資源の上で並列的に複数の戦略や指標を用いた安定歩行軌道生成を行い、最も安定な解を利用する探索的な安定歩行技術を開発する。これにより、

凹凸や階段の存在する実環境での長距離安定移動を実現する。双方向Mixed-Reality環境を構築し、ロボットと人とのMR技術を通じたインタラクショナル手法を提案し、評価実験を行う。事前計算にもとづく物体把持軌道探索手法を実現し、実証実験を行う。ロボットが人の身近で安全・安心に行動するために、複数コアを用いて実時間性や安全性を確保するディペンダブルOS技術を開発する。

- ・ 人間と対話することで協調的に作業するロボット技術として、マイクロフォンアレイにより環境中に存在する音源の二次元地図を作成する技術、人間の発生する音声および非音声の音を認識するための音認識技術、人間が生活する環境で発生する生活音や安全・安心に関わる音のデータベース構築を行う。さらに、人間の生活環境に存在する物体をカメラおよびレーザー距離センサを併用することで発見し、相対的な位置姿勢をフレームレート(30fps)で計測する手法を実現し、生活環境に存在する物体のデータベースを構築する。これらを統合し、人間と共存できる環境下で物や物音を認識し、地図に記載してサービスを行う技術を開発する。

2-(1)-③ 環境に応じて行動ができるための高機能自律観測技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ 家庭内や屋外環境において人の作業を支援、代行するための共通機能として、人と同等以上の視覚的な認識、理解が可能な3次元視覚観測技術を開発する。この技術に基づき、3K(きつい、汚い、危険な)作業の代行や医療現場の過失事故を防止する多種物体の自動認識技術、プライバシーを守りながら高齢者や入院患者の異常事態を検知する技術及び番犬や介助犬を代行するパーソナルロボット技術並びに広域環境のリアルタイム立体測量と危険地帯の監視や災害時の状況把握を可能にする自律観測技術等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・ 1) 多種対象物の自動認識技術のために、面表現された曲面対象物の位置姿勢を検出する視覚機能を開発する。
- 2) 生活環境内を自由に移動する犬型パーソナルロボットを目指して、視覚機能と四輪四脚機構を連動させて床・段差・階段を含む室内環境を移動する機能を開発する。

2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクシオンを実現するインターフェース技術の開発

ユビキタスネットワークに接続された情報家電による多様な情報サービスの提供を実現するために、日常的な動作や言葉を用いて情報家電を容易に使いこなすための実感覚インターフェース技術、多くの機能を低消費電力で提供するシステムインテグレーション技術及び高機能でフレキシブルな入出力デバイス技術を開

発する。

2-(2)-① 実感覚ユーザインターフェース技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・利用者の意図に応じて日常的な動作や言葉による対話的な操作を可能にするユーザインターフェース及び複雑な接続設定を必要とせず異なる規格間の機器連携を可能にするプラグアンドプレイ機能を開発する。

《平成21年度計画》

- ・音声によるコンテンツ検索技術に関して、検索の高速化のための手法の改良をさらに進めるとともに、多言語対応のための研究開発を行う。また、音声による情報家電インタフェースに関して、部屋の中に多数配置したマイクやその他のセンサからの情報を統合し、これらから推定したユーザの状況や意図の情報に基づいた効率的なユーザ支援システムを構築する。さらに、調音的特徴を利用した雑音にロバストな音声コマンド認識システムの研究開発を行う。
- ・超高精細映像処理装置を用いたユーザインタフェースについて、超高精細映像をPCI-Express インタフェースを通して容易に送受信するために、10G 光イーサを多数ポート備える FPGA 基板の通信回路及びドライバソフトウェアを開発する。これにより、PC や組込機器からも複数の10G 光イーサポートを用い手軽に数十 Gbps の通信を実現する。
- ・組込機器の連携を実現するオブジェクト指向の通信プロトコルをハードウェア（FPGA）により加速する「ORB エンジン」の整備及び利用促進を行う。すなわち、「ORB エンジン」を使用した組込みシステム開発の普及を進めるため、企業における開発事例を作成すると共に、利用者からのフィードバックを受け、システムの改善を行う。

2-(2)-② システムインテグレーション技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・情報機器とユーザとのインターフェースデバイスあるいは情報機器とネットワークとのインターフェースデバイスの小型化、低消費電力化及び高機能化を両立させる技術を開発する。具体的には、自発光型平面ディスプレイに駆動回路等を内蔵させ、1,000cd/m²以上の高輝度を低消費電力で実現するディスプレイ技術を開発する。また、多機能な集積回路チップを積層し、チップ間を50Gbps 以上の超広帯域信号で伝送してより高度な機能を実現するシステムオンパッケージを作製するための3次元実装技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・高輝度化の目標値としては、H20年度の結果において第2期中期目標(1000cd/m²)を達成できたが、配線の抵抗などに起因する輝度分布などいくつかの課題が明らかとなった。H21年度は、配線のマスクを設計し直すなど、デバイス設計を見直すことで、試作ディスプレイの完成度をより高める。さらに、アノード電圧を

高めることでさらなる高輝度化も目指す。

- ・50Gbps 以上の信号伝送容量の確保を目指して、1000個以上のシリコン基板貫通ビア電極による多ビット並列チップ間信号伝送方式の実証プロトタイプについて、設計・試作を進めて、実証実験を行う。また、同方式に対応した検査評価用プローブシステムの要素技術開発を進める。

2-(2)-③ フレキシブル光デバイス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・次世代のユビキタス情報社会に資するために、印刷塗布プロセス等により高機能かつフレキシブルな光デバイスを実現する。具体的には、新規な有機・高分子材料等を用いて、移動度0.5cm²/Vs 以上で動作する p 型及び n 型トランジスタや外部量子効率10%以上で発光する高輝度発光素子を開発するとともに、有機・無機材料を用いた独自のプロセス技術による光回路素子を開発する。また、その高性能化や素子の一体化を促進することにより、モバイル情報端末への応用に向けたフレキシブルなディスプレイや光回路等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・次世代ディスプレイの要素技術開発として以下の技術開発を行う。
 - 1) 薄膜トランジスタ用の無機半導体薄膜を、実プロセスにおける200℃以下の加工温度で印刷形成する技術を開発する。
 - 2) 大画面ディスプレイの製造技術の開発において、素子損傷評価解析技術の開発を行い、高耐久性化の要因解析を行う。
 - 3) 大面積薄膜デバイス用の封止膜作製技術として、窒化膜を200℃以下の加工温度で液相プロセスで作製する技術を開発する。
 - 4) ディスプレイとしての長寿命化・高安定性に必要な10-3g/m²・day 以下の水の透過率を有する有機デバイス用薄膜封止性能評価技術を開発する。
- ・塗布可能な p 型および n 型半導体の開発と素子構造の最適化を行い、p および n 型のいずれも移動度が0.5cm²/Vs を達成する。また、有機薄膜トランジスタのゲート絶縁膜の最適化に注力し、現状（50ボルト程度）の10分の1程度の低電圧で駆動できる有機薄膜トランジスタを開発するとともに、フレキシブルなプラスチック基板上への光電子素子の作製を行う。
- ・H20年度に見出した3次元スクリーン材料の候補物質を基本として、室内型3次元表示装置の開発を進め、性能評価のための3次元表示実験を行う。また、空中描画装置については、実用化を視野に入れ、安全装置の改良を行い、安全関連の検証実験を進める。
- ・モバイル情報端末への応用に向けた高分子光回路の開発として以下の研究を行う。
 - 1) 真空スプレー法に加え、摩擦転写法と蒸気輸送法

を組み合わせることで、白色偏光発光 EL デバイスを試作する。

2) 高感度化した Xe NMR 法をイメージング計測にも展開させ、また、CMOS チップ上に機能性分子等の固定化を行い、マイクロ化学センシング技術の開発を行う。

3) 評価用光源、光学系について検討し、主に青色領域の二光子吸収評価技術の改良を進める。これを用いて他の放射状分子構造を持つ分子系についても調べ、青色域での二光子吸収材料の探索を行う。

4) 大型放射光 SPring-8 用の高空間分解能 (100nm レベル) レンズの開発・評価を行う。

・モバイル情報家電用の撮像素子、光メモリディスクピックアップ光学系およびセンシング系等への応用を目指して、以下の研究開発を行う。

1) ガラスモールド法によるサブ波長光学素子の形成技術と、ガラス成型時の高温レオロジー (粘弾性) 解析技術の開発を行う。

2) サブ波長光学素子では、周期200nm 以下の偏光子、屈折と回折を併用したハイブリッドレンズを作製する。

3) レオロジー解析では、サブ波長素子を含む光学部材全般のモールド法の高度化に波及するレオロジー計測・評価技術を構築する。

4) ナノ粒子分散ガラスビーズの作製を進め、カドミウム含有 (CdTe または CdSe) とカドミウムフリー (InP) において粒径の揃った発光効率20%以上を達成する。

・光インターフェースを革新する要になると期待される先端的光電子材料とそのデバイス化技術として以下の研究開発を行う。

1) 超分子強誘電体において、従来の2成分型から単成分型で強誘電性機能を発現させるための分子設計を行い、プロセスの簡略化が可能な優れた有機材料を創製する。

2) 低分子系有機薄膜のプロセス技術において、異質な微小液滴同士を組み合わせることで液体中に反応場を構築することにより、均質性に優れた薄膜デバイスを得る新しい液体プロセス技術を開発する。

3) 有機半導体において、フェムト秒過渡吸収分光法および電子スピン共鳴法を用いた有機半導体界面のキャリア輸送の物理を明らかにする。

2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、集積回路の性能向上に必須な半導体デバイスの集積度及び動作速度を向上させ、国際半導体技術ロードマップで2010年以降の開発目標とされる半導体技術を実現する。また、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技

術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術を開発する。

2-(3)-① 次世代半導体技術の開発

【中期計画 (参考)】

・半導体集積回路用トランジスタを極微細化、高性能化及び超高密度集積化するために必要な技術を開発する。具体的には、高移動度チャンネル材料及び高誘電率絶縁膜等の新材料技術を開発し、それに関連する新プロセス技術と計測解析技術及び要素デバイス技術並びに回路構成技術を基礎現象の解明に基づいて開発する。

《平成21年度計画》

・次世代半導体集積回路用極微細デバイスのチャンネル領域の応力分布を、ラマン分光法を用いて解析する技術を開発する。

・チャンネル部分のシリコン表面を原子レベルで平坦化する技術などを駆使して、シリコンチャンネル中のキャリア散乱を抑制し、トランジスタの電子移動度を向上させる技術を開発する。

・次世代半導体集積回路用の極微細トランジスタの高性能化に不可欠な、10nm 以下の浅さで接合したシリコンチャンネルと金属電極の界面のエネルギー障壁高さを制御する技術を開発する。

・金属シリサイド電極を次世代半導体集積回路用のゲート長30nm 以下の極微細トランジスタ製造プロセスに適用するために、金属シリサイドソースドレインの低抵抗化技術を開発する。

・微細化が物理的限界を迎える22nm 世代以降の半導体集積回路において微細化に頼らずに性能向上を実現するために、高電子移動度を持つ III-V 族半導体をチャンネル材料として使い、結晶方位、化学組成、積層構造などを最適化することにより、MISFET において Si チャンネルを凌ぐ電子移動度を達成する。

・ナノデバイスの高度化のため、シリコンおよびその上に堆積した極薄絶縁膜の最表面や界面の電子状態および結晶構造変化を、極端紫外光励起光電子分光を用いて分析する技術を開発する。

2-(3)-② 低消費電力システムデバイス技術の開発

【中期計画 (参考)】

・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

《平成21年度計画》

・XMOS デバイスモデルについては、モジュール化機

能を活用し、モデルの実用性をダブルゲートトランジスタのコンパクトモデル国際標準化案として十分な程度に高める。

- ・大容量不揮発メモリ・スピン RAM の実現を目指して、垂直磁化磁気トンネル接合(MTJ)素子のさらなる高性能化を実現する。高スピン偏極率を持つ界面偏極材料を用いることにより、垂直磁化 MTJ 素子において高磁気抵抗(MR)比を実現する。また、MgO-TMR 素子のマイクロ波発振の物理機構を解明し、Q 値の向上と発振周波数制御を目指す。さらに、MgO-TMR 素子を用いて負性抵抗機能や電力増幅機能などの新機能を実証する。
- ・FeFET 微細化のため自己整合ゲート技術の開発を行う。適切な加工方法、側壁材料を選択し、エッチング角80度以上を目指す。不揮発論理回路では、順序回路の主役であるフリップフロップを作製し、不揮発性能を評価する。FeFET による NAND フラッシュメモリの研究を進め、1k ビット以上のアレイを試作し、その動作を評価する。
- ・全金属自己検出型プローブ顕微鏡による不純物分布計測等の計測解析技術の開発に関しては、最終開発年度として、最終目標空間分解能(約2nm)の達成を目指すとともに、定量マッピング手法等の重点項目の開発を実施する。また、既開発分の評価計測技術の実評価への適用については、平成20年度と同様に実施し、産総研内外の研究開発推進に寄与する。
- ・製造現場で求められている高スループット(200mm ウエハを1枚数分で検査)に対応できるよう、検査システムの高速化を進める。さらに、レーザーの短波長化等による検出限界の向上を行う。
- ・次世代半導体集積回路の作製技術高度化を目指し、極微細 X MOS 作製プロセスの構築と、特性ばらつきに関する知見集積を行う。また、大規模フレキシブルパスゲート SRAM(Flex-PG-SRAM)セル群の試作を行い、特性ばらつきの統計評価により、当該 SRAM の優位性を明確化する。さらに、シミュレーション技術を用いて、周辺回路も含めた Flex-PG-SRAM 回路性能の検討も行う。

3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

知的生活を安全かつ安心して送ることができる、信頼性の高い情報通信基盤を確立するためには、ネットワーク、ソフトウェア及びハードウェアの各々の要素の信頼性を高めることが重要である。ネットワークに関しては、様々な情報資源に対するセキュリティ技術を開発しネットワークそのものの信頼性を高める。ソフトウェアに関しては、その信頼性の向上に有効な検証技術を確立する。ハードウェアに関しては、増大する情報量に対応するために、大容量かつ高速に処理し得る通信技術及び情報蓄積技術の高度化を図る。さら

に、信頼性の高い情報基盤技術を利用して自然災害の予測や被害軽減に資することにより、安全かつ安心な生活の実現に貢献する。

3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

信頼性の高いネットワークの構築に向けて、情報セキュリティで最も重要なネットワークの利用における情報漏洩対策及びプライバシー保護に資するために、暗号、認証及びアクセス制御等の情報セキュリティに関する基盤技術及びそこで用いられる運用技術を開発する。

3-(1)-① 情報セキュリティ技術の開発と実用化のための検証

【中期計画(参考)】

- ・情報漏洩対策及びプライバシー保護を目的として、暗号、認証、アクセス制御及びそれらの運用技術を開発する。また、量子情報セキュリティに関する基盤的研究として、情報理論や物理学の知見を用いたモデル解析及びその実証実験を行う。さらに、OS から実装までの様々な技術レベルにおいて総合的に研究を行い、セキュリティホール防止、迅速な被害対応及び製品が安全に実装されているかどうかの検証等の技術を実用化する。

《平成21年度計画》

- ・以下の各課題に関する要素技術について開発と解析を行う。
 - 1) 情報セキュリティ(暗号技術、バイオメトリクス、耐タンパー技術等)の安全性理論の構築をさらに進めると共に、情報漏えいやプライバシー保護等の重要課題の解決に向けた抜本的な対策技術の開発を進める。
 - 2) 産業界との連携、企業との共同研究を推進し、産業ニーズに適合した新技術の開発、国際標準化等に貢献する。特に半導体セキュリティ分野でつくばに研究施設を開設し、主要企業との共同研究を開始する。
 - 3) 内閣官房情報セキュリティセンター、METI 情報セキュリティ政策室・IPA 等の政府系機関への専門家の立場から支援を行うと共に、実効性の高い社会制度の構築に貢献する。
- ・高度な攻撃に対する対策および評価手法の確立を目的に新規技術開発を行うとともに、産業界へ技術移転を推進する。また、測定量の制限とそこから導かれる情報理論的性質を一般的に記述する枠組みとして期待されている一般確率論や、物理的状態の表現空間に依存しない記述をあたえる圏論的量子論など、近年注目を集める理論的枠組みの幾つかについて取り上げ、情報理論や暗号学の意味から再検討を行う。特に、セキュリティへの応用として、秘密分散スキームなど具体的な暗号学的プリミティブとの関連を明らかにする。また量子情報理論の実用化に資する活動については、実機の仕様策定に向け、安全性概念の整備に必要な物理パラメータリストを、少なくとも量子鍵配送の代表的

なプロトコルの一つについて策定する。

- ・ソフトウェアの検証および検査のためのツールの整備、メモリセーフなC言語処理系Fail-Safe Cの実用性向上のための研究開発を引き続き行う。検証に関しては、特にネットワークアプリケーションやネットワークプロトコルに注目し、これらのソフトウェア実装の正当性を確認するツールの研究開発を行う。Fail-Safe Cに関しては改修作業を行い、新しいバージョンの公開を行う。運用時のセキュリティ対策技術として、引き続きPKI(Public Key Infrastructure)の正しい利用方法の啓発活動を行うとともに、Windowsを対象とした異常挙動解析技術、仮想計算機モニタによる情報漏洩/改竄防止技術の研究開発を行う。

3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

利用者が安全に安心して使用できる信頼性の高いシステムソフトウェアの開発とその生産性向上に資するために、様々な数理工学的技法を活用してシステムソフトウェアの動作検証を総合的に行う技術を開発する。

3-(2)-① 数理工学的技法に基づくシステム検証技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・モデル検査法やテスト技法等のシステム検証の要素技術とその数理的基盤の研究を行い、システム検証ツールの統合的利用を可能にするソフトウェア環境を構築する。また、システム検証の数理工学的技法をシステム開発現場に適用するための技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・統合検証環境は安定版の開発を開始し、センター内の様々なプロジェクトに応用していく。システムライフサイクルのディペンダビリティの概念確定から規格策定を進める。そのために、関連規格活動に積極的に参加する。検証クラスタを使った大規模検証実験を開始する。

3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

動画コンテンツ等により増大する情報量に対応した通信の大容量化及び高機能化を実現するためには、光の高速性等を最大限に利用した大容量高速通信技術及び情報蓄積技術の確立が必要である。そのために、次世代の光通信ネットワーク用の高速光デバイス及び光信号処理技術、従来のルータ及びスイッチなどを用いない超広帯域通信網の利用技術等の基盤技術を開発する。また、近接場光等の新たな原理に基づいたテラバイト級大容量光ディスクを実用化する。

3-(3)-① 大容量光通信技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・半導体ナノ構造を用いた160Gbps以上で動作する光スイッチデバイスと光信号再生技術を開発する。また、量子ドット、量子細線及びフォトニック結晶等のナノ構造を用いた光集積回路及び超小型光回路を開発する。

さらに、光の位相情報等の精密な制御による量子情報通信技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・超高速光信号変換技術の確立を目指し、光位相変調デバイスをを用いて、オンオフ変調から位相変調へのフォーマット変換技術を開発する。また、量子情報通信技術として、4光子もつれによる量子もつれ交換実験において、50%以上の確率で交換を実現する。

- ・ナノ構造を用いた光集積回路及び超小型光回路の開発として以下の研究を行う。

1) 通信用量子ドットレーザーの単一モード動作および20mA以下の閾値電流を実現する。

2) シリコン基板上に接合された化合物半導体への微細加工プロセスを開発し、量子ドットフォトニック結晶構造による微小光源を試作する。

3) 前年度までに開発したフォトニック結晶光スイッチをアレイ化するため多段接続を行なう。また、誘電体クラッド構造にし、シリコン・オン・絶縁層(SOI)構造の安定化を図る。

- ・高位相変調効率化したサブバンド間遷移スイッチと、シリコン細線光干渉計構造を組み合わせてハイブリッド型の超小型の160Gb/s対応の全光ゲートスイッチのプロトタイプを開発し、動作を実証する。

- ・シリコン光導波路と異種材料のハイブリッド光集積回路を目指し、以下の研究開発を行う。

1) 積層型シリコン光導波路等の製作技術を進展させ、光スイッチングデバイスを実現する。

2) 前年度までの有機結晶マイクロディスクレーザーの成果を用い、微小レーザー発振閾値の測定と更なる低減を目指す。さらに、電流注入型デバイスを試作・評価する。

- ・超高速サブバンド間遷移スイッチ、光増幅器等を用いたディスクリットデバイスにより、40Gb/sの信号から160Gb/sの光時間多重信号を送り出す送信装置、ならびに対応する受信装置を開発して、基本的な動作特性の評価を行う。

- ・光パスネットワーク用のパススイッチとして、シリコン細線導波路を用いたスイッチの設計を行い、基本的な製作技術の開発を行う。また、スイッチの基本動作を確認する。

- ・光パラメトリック動作を用いた可変分散補償技術を用いて、光ファイバーの160Gb/sの信号に対する分散を補償する実験を行い、効果を実証する。

【中期計画（参考）】

- ・160Gbps以上で動作する大容量光通信の実用化に向けて、波長の動的制御に基づく超高速データ転送を実現するトラフィック制御方式及びミドルウェアからのネットワーク資源動的確保方式を開発する。

《平成21年度計画》

- ・ネットワークの帯域を予約により確保するインタフェ

ースの標準化活動を進めるとともに、計算機やストレージとネットワークの帯域を統合して資源として扱うミドルウェア技術を開発する。具体的には、帯域予約可能ネットワークと連携して映像配信に用いる性能保証ストレージのプロトタイプと、モニタリング情報やアプリケーション情報に基づき、適切にネットワークをはじめとする資源を選択・確保するためのフレームワークの開発を行う。

3-(3)-② 光ストレージ技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・テラバイト級超大容量光ディスクの事業化に向けて、第1期で開発した近接場光、局在光及び薄膜の熱光学非線形特性を用いた光ディスクの信号光を増幅する技術を発展させ、製品化へ向けた問題点の抽出と改良を企業と連携し、技術移転を行う。

《平成21年度計画》

- ・スーパーレンズディスクの実用化を検討するため、コーディングや信号処理方法等を含めたシステムとしての総合評価を連携先企業と共に進める。また、多層化の課題（ディスク構造、非線形材料の選択）や、専用光ピックアップ・信号処理方法等の検討を進め、200 GB 超級のスーパーレンズディスクの基盤技術確立を目指す。

3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

信頼性の高い情報通信基盤を活用した自然災害の予測及び被害低減により安全かつ安心な生活を実現するために、多様な地球観測データの処理、分析対象の適切なモデリング及び地球規模での大規模シミュレーションを統合して、短時間で確実に災害及びその被害状況を予測するための情報支援技術を開発する。

3-(4)-① 防災のための地球観測支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・災害予測及び被害軽減に資するために、地球観測衛星及び地上観測センサ等から得られる多様な観測データを処理する技術と、大規模数値シミュレーション技術を統合した新たな情報処理支援システム技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・衛星データや地上観測データを対象とし、個々のアーカイブシステムの認証方式の違いを吸収し、データベースへのアクセス方法を統合するためのデータベース連携ミドルウェアに対する要件を整理したうえで、研究コミュニティへのサービス提供を開始する。一方、アプリケーションサービスとしては、LANDSAT 等の一般公開可能なデータも取り込むことで科学データプラットフォームの一般公開に向けた整備を行う。また、活動的な火山を含む地域の PALSAR データを用いた自動インターフェロメトリアプリケーションプロトタイプの開発を行い、衛星画像を用いた地殻変動抽出および被害抽出アプリケーションプロトタイプの開

発も行う。

4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

新たな電子技術及び光利用技術を開発することにより次世代の情報サービス産業の創出を目指す。そのために、新機能材料及び新物理現象に基づいた革新的ハードウェアの構築を目的とした電子デバイス技術、バイオや医療と光情報処理との分野融合的な新しい光利用技術及び超伝導を利用した電子デバイス技術を発展させた次世代の電子計測・標準化技術等のフロンティア技術を開発する。

4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

次世代産業創出の核となる情報通信のフロンティア分野を確立するために、新規材料、新物理現象に基づいた革新的電子デバイス技術及び光情報処理技術のバイオや医療分野との融合による光フロンティア技術を開発する。

4-(1)-① 新機能材料や新物理現象に基づく革新的電子デバイス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・量子閉じ込め状態や超伝導状態において顕著となる電子の磁性や波動性に起因して、電気的または磁気的特性が劇的変化を示す新機能物質を対象として、物理現象の探索、解析及び制御に関する研究を行う。これにより、量子効果や超伝導効果を示す新しい電子材料の開発、コンピュータの演算速度及び消費電力を飛躍的に改善できる革新的な情報処理ハードウェア応用のための要素技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・スピントランジスタを実現するために、GaAs への効率的なスピン注入のための新規の障壁層材料を開発する。また、磁気光学分光法を用いて強磁性半導体の電子構造を明らかにする。さらに、半導体と強磁性金属のハイブリッド構造からなる光導波路の光メモリ機能を検討する。
- ・前年度開発した日射熱反射ガラスに光触媒機能を兼ね備える多層膜開発のための新規材料探索とプロセス技術の最適化を行い更なる高機能化を図る。従来技術では日射熱反射機能と光触媒機能に各々個別の機能膜を要し、板ガラスへの応用には両面コーティングが必要である。両機能を兼ね備え応用上有利な片面コーティングにて形成可能な多層膜開発をめざす。
- ・ジョセフソン接合を検出素子とするミリ波顕微鏡の構成を試み、波長スペクトルとしての像の検出の可能性を探る。Ag で被覆した BSCCO 結晶化アニールの方法を引き続き探究し、大きいグレインサイズを得るための最適条件を見出すとともに、近接した2個の固有接合メサの作製を試みる。
- ・超伝導転移温度の向上と新物理概念/新物質の創成について、継続して取り組む。鉄系超伝導体について、

Tc の同位体効果や結晶構造と Tc の関係の詳細を明らかにするなど、この系の Tc の決定要因や超伝導メカニズムを明らかにするような研究を行う。銅系高温超伝導の本質的な電子相図について、超伝導と磁性の共存付近の詳細について明らかにする。ソリトンの研究に関して、位相差ソリトンの検出用の外付け超伝導量子干渉素子(SQUID)回路を開発する。位相差ソリトンと(素粒子論や宇宙論などの)基礎科学の関係の明確化、検出方法の高度化、新デバイスのデザインのために、多成分超伝導の超伝導理論とグラショー・ワインバーグ・サラムの電弱統一理論との関係を精査する。

- Bi 系超伝導体を用いた研究に関しては、引き続き素子の高品質化とマイクロ波応答を利用したラビ振動の観察を目指すとともに、結合多体量子系としてのマルチスイッチの物理を明らかにし、量子ビット実現の基礎を確立する。ナノ超伝導量子干渉素子(SQUID)については Nb 系超伝導体のさらなる高品質化、および Bi 系超伝導体や Ru 系超伝導体など内部自由度のある超伝導体による SQUID の作製を行う。Ru 系超伝導体に関しては、前年に見出したメゾスコピック特性の磁場、温度特性を詳細に観測し、スピン3重項、カイラリティなどの超伝導の内部自由度との関連を明確にし、スピントリプレット超伝導体におけるジョセフソン効果の物理を解明する。
- 強相関係の相変化と相互作用との関係解明のため、Bi 系超伝導体の電子構造における酸素同位体効果のドーピング依存性ととも結晶歪依存性を調べる。また、Bi 系高温超伝導体の大型単結晶を育成し、中性子散乱の実験によりスピン構造を明らかにする。鉄系超伝導体等に対し、組成などを変えることにより探索研究を行う。低酸素分圧制御技術により、新物質の探索研究を行う。鉄ヒ素系新超伝導体に対して、フェルミ面や状態密度を計算し、特に、ヒ素原子の位置を変えたときのフェルミ面と状態密度の変化を明らかにする。2次元強相関係において感受率を計算し、超伝導相転移がコストリッツァウレス転移として理解できることを示す。
- 環境に優しい高性能なニオブ系非鉛圧セラミックスの組成を精密制御するため、ゾルゲル法による粉末の合成、セラミックスの作製を行い、そのプロセス条件の最適化を図る。また、低酸素分圧制御技術を実用化に向け信頼性を向上させ、デバイス技術などへの応用技術を開発させるとともに、低酸素分圧下での新アルミニウム精練法の提案を行う。アスベストに関して、その場アスベスト溶融無害化装置の試作を行う。

4-(1)-② 光フロンティア技術の開発

【中期計画(参考)】

- フェムト秒パルスの光波内位相制御技術を確認するとともに、アト秒領域での超短パルスの発生、計測及び

制御のための技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 3波長フェムト秒光パルスにおける光波位相関係とパルスタイミングの同時精密制御技術を開発し、フーリエ合成によるパルス発生・波形整形の実証実験を行う。また、複数光パルス間の相互相関測定方式に基づく微弱信号検出等の技術を開発し、超短パルス光計測及び制御におけるアト秒領域の時間分解性能を実現する。

【中期計画(参考)】

- タンパク質や DNA 等の配列集積化技術と光計測技術との融合による高感度、高速かつ高密度集積型バイオセンシング素子の開発及び補償光学技術と三次元分光技術を駆使した眼底カメラ等の高分解能3次元機能イメージング技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 眼底分光分析装置の臨床現場における計測試験を繰り返しながら、機器およびソフトウェアの操作性や性能を確認するとともに、改良を加えながら機能と計測精度の向上を図る。
- セロトニン等のカテコールアミン以外のストレスマーカーの検出も試みる。また、固体基板上で選択性の高い化学反応をおこなうためのパターニングを含めた表面修飾技術、表面で起きた化学反応に基づく極微小な屈折率の変化を高感度に検出するための光検出装置を試作する。
- ガラス製バイオチップに蛍光検出センサをモノリシック集積したデバイスを試作し、高速・高分解能 DNA 断片分離を行う。
- レーザー誘起背面湿式加工法(LIBWE 法)等のオンデマンド型迅速レーザー微細加工技術を駆使し、高アスペクト比深溝構造を利用した分析素子を搭載する高感度マイクロ流体分光システムを開発する。
- 強蛍光かつ長寿命の蛍光性金属錯体を開発して、生体試料中の蛋白由来の蛍光成分より高効率で発光することを実証する。また、蛍光性金属錯体に導入した抗体との結合基の機能について、極微量の生体分子の分析に実際に使用される抗体を用いて検証を行う。

【中期計画(参考)】

- 第1期で開発した10nm オーダーの近接場光微細加工による光ディスク用原盤(マスタリング)の高度化技術及びナノ粒子を応用した光による高感度分子センサのバイオや医療分野への応用技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 1) 開発した導波モードセンサーを現実の生態系により近い夾雑物質の混在した系においても使用できるように、更なる高感度化を推進する。特に、試料を培養しなくても検出できるほどの高感度化の達成と測定を迅速化を目指す。
- 2) 共同研究先企業との連携も図りながら、大面積反射防止機能素子を実用化する。また、提案しているナ

ノ構造形成方法等を駆使し、新規機能デバイス等の設計・開発を進める。

4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

絶対的な高精度性を必要とする先端計測及び標準化に関する技術の実現に資するために、超伝導現象の特性を活用した電子計測デバイス及びそれを用いた標準システムの確立と普及を図る。

4-(2)-① 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

《平成21年度計画》

- ・高精度電圧増幅器を用いたプログラマブル・ジョセフソン (PJ) 電圧標準システムの測定時間を数10分から数分に短縮する技術を開発するとともに PJ 素子作製歩留まりの改善と動作マージンの拡大を実現し、小型冷凍機を用いた PJ 電圧標準システムの確立と普及を図る。
- ・10ビット D/A 変換器チップを10MHz クロックで駆動して正弦波電圧を合成し、誘導分圧器を用いてその振幅を増大して実効値の精度を評価する。

III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

環境との調和を取りながら国際競争力を持つ先端ものづくり産業の創出のためには、製造に必要な資源とエネルギーを最小に抑えながら最高の機能を持つ製品を生産する製造技術を実現するとともに、低環境負荷製品の製造に必要な機能性材料技術及び部材化技術の実現が不可欠である。そのため、製造の低環境負荷と製造コストの削減及び製品の高機能化について統合的に開発する技術が期待されている。また、環境負荷を低減する機能性部材の開発により、製造業だけでなく輸送機器及び住居から排出される CO₂の低減に大きく貢献していかなければならない。さらに、先端微細加工設備の共同利用等を進めて先端技術を産業にすみやかに移転し活用を図ることによりものづくり産業を支援するとともに、ナノテクノロジーを情報通信、環境及び医療等の研究開発に横断的に適用することにより産業技術に革新的な進歩をもたらす。

1. 低環境負荷型の革新的ものづくり技術の実現

我が国のものづくり技術の国際競争力を強化するために、製造プロセスの省資源化や省エネルギー化と合わせて製品の高機能化・高付加価値化を実現できる革新的な技術の開発が求められている。このため、機能

のカスタマイズに即応できる省資源型革新的製造技術の開発を行い、材料資源の無駄を生じさせることなく高機能・高付加価値を持つ製品の多品種少量生産を実現する。また、省エネルギー型製造プロセス技術の開発を行い、従来の製造手法よりも低温のプロセスを利用する技術等により製造に要するエネルギーを削減し、有機材料との複合化等による製品の高機能化を実現する。

1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

素材を成形して加工するモデルプラントを構築して製品製造に適用し、資源消費量や排出物量等の総合的な評価を行って、製造プロセスを最適化する手法を開発する。また、機能のカスタム化が必要とされる集積化学センサ等の製造への適用を目指し、スーパーインクジェット技術をコアとして、必要な微細構造を必要な位置に最小の資源材料で形成するオンデマンドナノマニュファクチャリング技術及びナノ構造とマクロ構造とを媒介するメゾスケール技術の開発を行う。さらに、材料の無害化や微細構造の内在化等の高付加価値製品を省資源で製造するためのテーラードリキッド法をコアとしたプロセス技術を開発する。

1-(1)-① 製造プロセスの最適化手法の開発

【中期計画（参考）】

- ・射出成形や放電加工を備えたモデルプラント等を用いて、加工条件や設計等を最適化することにより、環境性と経済性に優れたローエミッション型製造プロセスを実現する。

《平成21年度計画》

- ・低環境負荷プロセス技術に関しては、レーザ、電解複合加工を用いた波及効果の大きなアプリケーションを探索し、成果の実用化を図る。設計評価技術に関しては、公開した製品設計解析ソフトウェアのユーザに対するフォローアップを行うことを通じて、実際の製品への適用例を収集する。

【中期計画（参考）】

- ・マイクロな構造を内包する材料を使用してその構造をマクロな製品の機能に生かした製品を実現するために、マイクロな構造とマクロな機能との相関に関する大規模計算を小規模のコンピュータシステムを用いて効率よく実現できるマルチスケール数値解析技術を確立する。

《平成21年度計画》

- ・マイクロ材料形態とマクロ構造形状の双方を考慮した比強度及び比剛性向上設計のための マルチスケール有限要素解析技術に基づいたマルチスケール数値解析技術を確立し、セラミックス部材等に応用する。

1-(1)-② オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・超微細インクジェット技術によるナノデバイスの高密

度実装を実現する配線等の実用的なオンデマンドナノ
マニュファクチャリング技術に関する開発を行う。

《平成21年度計画》

- ・オンデマンド型製造技術実現のためにオンサイトで目的の材料を合成し、そのままパターンニングを行う一環型オンデマンド技術の研究を行う。昨年度試作した高温高圧水製造装置の試験を進め、インク付着物からの有用資源回収の可能性を明らかにする。また、高温高圧流体の基板状への直接塗布技術を開発する。

1-(1)-③ 製品の高付加価値化を実現するフレキシブル製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・表面積の飛躍的増大等の高機能化を目指して、空孔と微細構造とが入れ子に構成されている新セラミックス材料を無害元素から作製するテーラードリキッドソース法のプロセス技術の開発と、上記の新セラミックス材料を3次元的に集積することにより、1kW/L 級の高出力セラミックスリアクタ等の開発を行う。

《平成21年度計画》

- ・有機フレキシブル基板上におけるゲート絶縁層の誘電率向上、有機太陽電池の光電変換効率向上、酸化物半導体表面への色素標識タンパク質の選択的固定化による高光電流の達成を狙い、2次元集積素子の実証を図る。また、多孔/緻密質のナノ構造制御多層構造体が3次元集積化した機能モジュールを実現し、発電出力密度1kW/L 級等の高性能セラミックスリアクタを作製する。

【中期計画（参考）】

- ・セラミックスの大型部材化やミクロンレベルの微細3次元構造の成形及び両者を併せもつ構造を特性劣化を起さずに実現する成形技術を開発する。また、自己潤滑層等を有するヘテロ構造部材化技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・これまでの接合に関する知見を基に多様な形状ユニットのニアネット製造技術の融合と実用化に向けた技術の高度化をはかることで、特性劣化を起さないセラミックスの大型部材化、ミクロンレベルの微細3次元構造の成形、または両者を併せもつ構造を実現する成形技術を開発する。

1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

製造プロセスにおける飛躍的な省エネルギーを実現することを目的にして、従来高温でしかできなかった薄膜製造を低温で実現する技術及び機械加工機のコンパクト化を実現する技術を開発する。具体的には、微粒子の噴射コーティング技術をコアとして、低温で高性能セラミックス材料を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発する。また、機械加工及び微細加工の製造効率を高め省エネルギー化を実現する小型製造装置を開発する。

1-(2)-① 省エネルギー・高効率製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・微粒子の基板表面での衝突による非熱平衡過程に基づいた噴射コーティング法を用いて、低温で高性能セラミックス材料等を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発し、単位時間当たりの成膜速度を第1期で達成した性能の5倍以上に高速化する。

《平成21年度計画》

- ・エアロゾルデポジション法については、全固体 Li 電池の第一次試作と評価を完了する。金属有機化合物や微粒子を用いた新しい光反応法を開発し、超電導膜、導電体膜や蛍光体膜を低温、高速で積層・厚膜化するプロセスを開発する。粒子サイズ、結晶構造および機能が制御された低温コーティングに用いる原料微粒子の合成技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・セラミックスや特殊合金部材等の製造プロセスの効率を飛躍的に向上させるため、湿式ジェットミル等によるスラリー調整から成形に至る工程の最適化技術と統合化技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・開発を進めた高効率なスラリー調製技術とマイクロ波加熱技術を統合化し、製造時間及びエネルギー消費量と部材特性を検証、開発した製造プロセスの優位性を実証する。

【中期計画（参考）】

- ・微細加工の省エネルギー化を実現するため、デスクトップサイズの微小電気機械システム (Micro Electro Mechanical System, MEMS) の製造装置を試作する。そのため、マスクレスのパターンニング技術やマイクロチャンバー間の試料移動時の位置決め技術等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・レーザーインクジェット法については、より実用的なシステムを実現するためにマルチヘッド化、2次元描画の実現を目指す。また、金型寿命については、実証レベルの評価試験を実施、各要素工程全体の統合化を図り、省エネ性の検証も含め、第2期中期計画の目標を達成する。

【中期計画（参考）】

- ・高剛性・高減衰部材や高機能摺動面の開発により、切削や研削等の加工効率を高める高度機械加工システムの実現に資する。

《平成21年度計画》

- ・機械加工における摩擦力変動を低減させた高機能案内面技術の成果実用化に向けて、パターンニングの最適化を実験、計算の両面から追求する。また潤滑油分子配向の計測技術に基づき、潤滑油の種類、組成、分子構造なども含めた高機能案内面の構成技術を確立する。概念設計支援ソフトウェアについては設計例を充実させるとともに、引き続き改良を進める。各研究項目と

も中期計画目標を達成する。

2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

国際競争力を強化するためには、製造コストの低減はもとより、ナノ現象に基づいた革新的な機能を有するデバイス技術の創出が求められている。このため、分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づく製造技術の開発及び化学合成された機能性有機分子等をナノ部品とするデバイス技術等の開発を行う。また、デバイスの新機能を実現するために、新材料技術及び量子効果等に起因する現象に基づくデバイス技術の開発、さらにはナノスケールで発現する多様な現象の理論的解明とそのシミュレーション技術等の開発を行う。

2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

生体内の有機分子に見られるような高度な自己組織化に倣って、材料固有の物性を利用して自己組織化的にナノ構造を作り出す技術が求められている。そのために、人工的に設計・合成した有機分子による熱平衡下での自己集合化を利用してチューブ構造等を作り出し、超高感度分析手法等への応用を図る。また、基礎的な視点から非平衡下の自己組織化のメカニズムを解明し、構造生成の新たな制御を可能にする。

2-(1)-① ボトムアップ法の高度制御技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・生体分子やガス状分子等の極微量の分子を分析するために、第1期で開発したナノチューブ制御技術やナノ粒子調製法を利用して、バイオチップやガラスキャピラリー等からなる超高感度分析技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・第1期、第2期を通じて開発してきたナノチューブ、ナノファイバーなどのナノ構造体を用い、ガラスキャピラリー中などの微小空間への実装化やタンパク質との複合化を達成することによって、極微量の生体分子等の超高感度分析を可能にする技術を開発する。
- ・バイオチップ作製のためのマイクロプラズマ法では、プロセス中で発生する活性種やその濃度を明らかにして制御することで、バイオチップ用の高品質配線作製技術を確立する。また、生体分子の超高感度分析に適した表面修飾層をもつ機能性ナノ粒子のその場合成・複合化技術を液相レーザーアブレーション法により開発する。また、これらを組み合わせた超高感度分析技術を開発する。

2-(1)-② 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・非平衡下での自己組織化メカニズムの解明とシミュレーション技術の構築及びそれらを利用した自己組織化モデリングツールを開発する。

《平成21年度計画》

- ・非平衡電場印加下のブルー相液晶の挙動を、位相欠陥の構造変化を解析可能なシミュレーション技術を構築し、それを利用した応用技術における指針を明らかにする。協同現象を伴う分子システムを想定し、大域的なフィードバックがかかる系のパターン形成に関する計算機実験を行い、その自己組織化モデリングツールを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・自己組織化現象の解明に基づいて、光、電磁場、化学物質及び機械応力等の外部刺激に対する応答をプログラムされたスマート分子システムや記憶機能を持つナノ構造液晶デバイス等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・従来のスマート分子システムの発展として、人工ロドプシンの光応答に係る散乱体誘起の機構を明らかにし、3次元空間における立体像表示を検討する。また、光や機械応力の刺激に応答して種々の物性を変化させる有機材料の高機能化を目指す。さらに、液晶材料の展開として、デバイスに適した液晶性有機半導体、トライボロジー（摩擦・潤滑制御）材料等への利用を目指す。

2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

均一なナノカーボン構造体を作製する技術を開発し、カーボンナノチューブ等を部品として利用したナノデバイスの実現を目指す。また、有機分子や磁性半導体等の新材料を開発し、それらをトップダウン手法によって作られたナノ構造に組み込んで機能を発現させ、分子エレクトロニクス等へ展開するための技術を開発する。

2-(2)-① ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・カーボンナノチューブの実用を目指して、用途に応じて直径、長さ及び成長面積等の制御が可能な単層ナノチューブ合成技術を確立し、それを用いたナノチューブデバイスの基礎技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・石英以外の連続合成炉の炉材を開発する。スーパーグロース法のメカニズムを解明し、多様な超高速、効率成長を実現する。工業的評価手法を確立する。室温で貼って作成するデバイスの製造プロセスを開発する。スーパーグロースカーボンナノチューブ固有の用途開発を行い、スーパーグロースならではの用途を開拓する。

- ・DDS や電子デバイスへの応用研究を加速させる短尺SWCNTを実現するために、SWCNTの量産的精密切断技術を開発する。短尺SWCNTの半導体電子デバイスへの応用研究を進める。短尺SWCNTの医療応用のための基礎研究を行う。高品質SWCNT薄膜

を利用した透明導電性電極のフレキシブルデバイスへの応用研究を進める。SWCNT を直接紡糸する技術開発を引き続き進める。

【中期計画（参考）】

- ・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイヤモンドの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。
- 《平成21年度計画》
- ・低加速電子顕微鏡の開発においては6回対称非点の低減を目指し、STEM におけるさらなる高分解能化・高輝度化を実現する。TEM においては色収差低減および入射電子線の単色化により、高分解能化・高感度化を目指す。カーボン単原子さらにはより軽元素の単原子観察を目指す。また化学組成分析では K、Ca などの微量元素検出や、原子番号の近い元素の原子識別などを目標とする。
 - ・各種機能性分子内包カーボンナノチューブの創製をおこない分光分析システム等を駆使して基礎物性を詳細に調べる。内包する物質を有機分子のみならず無機材料をふくめた系へと展開する。また、ミクロレベルでの物性を詳細に調べるための近赤外蛍光顕微システムの開発をおこなう。さらに、ISO/TC229において、発光法によるナノチューブ評価法について TS の成立をめざす。
 - ・カーボンナノチューブシート/ナノダイヤモンド積層体の応用開発を行う。ナノダイヤモンド薄膜を利用した SOD を用いて実際の電子デバイスを作製し、特性の検証を行う。鉄系基材のナノダイヤモンドコーティングの摺動応用開発をさらに進める。ナノダイヤモンド薄膜コーティングのシリコン MEMS への組み込みを目指し、開発を開始する。

2-(2)-② ナノ現象を活用した革新的エレクトロニクス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・カーボンナノチューブの主要パラメータを厳密に制御するための精密合成技術をさらに発展させることにより、カーボンナノチューブの真正物性を明らかにするとともに、種々の元素や化合物を内包したカーボンナノチューブの持つ特異物性を見出して、分子デバイスを中心とした新たな応用を展開する。

《平成21年度計画》

- ・ゲルを用いた CNT の金属・半導体分離を実用化するために、分離原理の解明、高純度化を実現する。密度勾配遠心分離法では、99.99%純度の実現およびその検査法の開発、分離のコストダウンを目指す。金属型 CNT を用いた透明導電膜では、ITO 代替としてシート抵抗 $50\Omega/\text{sq}$ 、透過率80%を目指す。半導体 CNT に

よる電界効果トランジスタでは、CMOS 回路の試作、新型センサーの試作を行う。

【中期計画（参考）】

- ・単一分子デバイスや分子エレクトロニクスに応用するため、電子・スピン物性に優れた半導体や金属的物性を示す合成有機分子等の新物質探索と物性解明及びナノ配線を実現するための分子と電極との新たな結合手法の探索を行う。

《平成21年度計画》

- ・単一分子性金属の三次元的な電子構造を明らかにする。プルシアンブルー型ナノ粒子材料の実用化に向けた耐久性の検討、ナノ粒子膜の観測を行う。有機テルル分子やシラン化合物の金属表面への結合の基礎研究と類似分子による応用研究を行う。無機 EL 素子を粘土膜上に形成するため有機無機ハイブリッド薄膜を開発する。ナノスケール電極のスイッチング現象の最小構造を探索する。

【中期計画（参考）】

- ・化合物半導体、金属、酸化物等のヘテロナノ構造で発現する電荷とスピンの関わる量子現象を解明し、その現象を利用した超高効率ナノデバイスを開発する。また、そのためのナノスケール微細加工・形成技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・遷移金属酸化物を用いた不揮発性メモリ製造プロセスを開発するため、産総研の開発した技術を民間企業の8インチウエハプロセスに移転する。また、遷移金属酸化物の特性を不揮発性メモリだけでなく、整流素子やロジック素子に展開する。より具体的には、遷移金属酸化物における酸素欠陥移動を電界で制御する手法の実証を行う。

2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング速度、発光及び耐電圧等でシリコンの性能を凌駕し得る優れた特性を有しながら、材料化やプロセス技術が十分に確立されていない新材料をデバイス化するためには、材料特性の評価、材料の高度化及びプロセス技術の開発が必要である。さまざまな高機能材料のうち、革新的な電子技術を創成する独創的成果が期待される強相関電子材料及び加工の難しさから要素技術の開発が不十分なダイヤモンド材料に関する技術を開発する。

2-(3)-① 強相関電子技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・強相関電子が引き起こす相転移の制御技術、強相関デバイスプロセス技術及び量子位相制御理論等の基礎を確立するとともに、プロトタイプを作製して超巨大磁気抵抗センサ、テラヘルツ全光型スイッチング素子等の強相関デバイスの機能を実証する。

《平成21年度計画》

- ・強相関電子系に顕著な巨大応答・高速応答・多自由度などの特性を活かして、相転移を利用した相制御材料を探索する。具体的には、鉄系超伝導材料などを研究の対象とする。
- ・電界効果トランジスタ技術・高圧技術などを駆使して、量子臨界点近傍で増強される異常物性を探索するとともに、その物性を評価する。具体的には、遷移金属酸化物の2次元界面や、鉄系超伝導体を含む臨界点近傍の超伝導などを研究の対象とする。
- ・磁性材料を微細な素子に加工した試料の表面磁区構造をスピン SEM で観測するため、試料表面の清浄化技術の高度化を図り、微細加工した試料の磁区構造観察技術を確認する。また、異なる磁気秩序を有する強相関酸化物を接合したヘテロ界面における電荷移動と磁気秩序の競合が界面伝導および磁気に及ぼす効果を明らかにする。
- ・抵抗変化メモリ素子を構成する遷移金属酸化物について、キャリア濃度に対する界面電子構造の変化を系統的に調べることで界面電子構造と抵抗状態の関係を明らかにし、動作機構解明へとつなげる。
- ・遷移金属酸化物の100 nm オーダーの微細素子を再現性良く作製するプロセスを確認し、その微細素子の動作確認を行う。

2-(3)-② 新機能ダイヤモンドデバイスの開発

【中期計画（参考）】

- ・各種の応用を目指したダイヤモンドデバイスを実現するために、材料加工技術、表面修飾技術及び界面準位の面密度を 10^{12}cm^{-2} 以下に抑制する界面制御技術の開発を行う。

《平成21年度計画》

- ・ダイヤモンド p-i-n 構造 LED の取り出し効率を向上する。低エネルギー電子放出デバイスの電子放出を1%まで向上する。(001)面のn型ダイヤモンド薄膜の低抵抗化を行う。完全平坦ダイヤモンドによるナノレベルでの高さ標準としての利用を図る。表面修飾技術や界面準位の面密度について第2期中期計画の目標値を達成する界面制御技術の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドの持つ優位性を生かした10kV 耐圧デバイス、ナノモルレベルの感度を持ち100回繰り返し検知可能なバイオセンサ及び紫外線発光デバイス等のダイヤモンドデバイスを開発する。

《平成21年度計画》

- ・次世代省エネデバイスとしての SiC 素子に対する優位性を示すため、高温での高電流密度動作を実現する。既存素子を凌駕する高融点・長期安定ショットキーデバイスを利用し、 $250^{\circ}\text{C}3000\text{A}/\text{cm}^2$ 動作を目指す。またダイヤモンドで10KV耐圧が可能であることを示す。
- ・フェムトモルレベルの高感度センサーを開発すると共に、応用対象を明確にして実用的なセンサー構造を開

発する。

【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドのデバイス化に不可欠な大型基板作製のための基盤技術を開発し、1インチ以上の種結晶を合成する。

《平成21年度計画》

- ・1インチ ϕ 単結晶ダイヤモンドの種結晶を合成するとともに、2インチ ϕ 高速合成装置の設計緒元を決定する。

2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行い、分子デバイスや有機デバイス等の作製を支援する。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範な理論研究を行う。

2-(4)-① ナノ物質の構造と機能に関する理論とシミュレーション技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・量子力学及び統計力学に基づくシミュレーション技術を高機能化及び統合化して、ナノデバイス設計のための統合シミュレーションシステムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・以下のようにして、第2期中期計画を達成する。
 - 1) ナノ構造体の構造と性質を予測・解析するために、統計力学に基づくシミュレーション技術をより高度化して、シリコンの新構造、界面活性剤、イオン性液体の構造解析と物性計算、水素貯蔵合金などに適用する。
 - 2) スピン軌道相互作用・ノンコリニア磁性計算法、オーダーN 法等の量子力学に基づく新物質の物性予測手法をさらに整備して、新世代デバイス材料開発、実材料へ適用する。
 - 3) 電池技術の高度化に向けて、非フッ素系電解質膜、電極反応の第一原理解析手法をさらに開発する。
 - 4) 更なる計算効率化を実現する為に、最局在ワニエ関数を用いた手法を GW+ベータ・ザルピータ法等の量子力学に基づく高精度計算手法に適用して、鉄系超伝導体などの界面への適用する。

【中期計画（参考）】

- ・単一分子を介した電子輸送や単一分子に起因する化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。

《平成21年度計画》

- ・開発した電流・熱伝導の相関理論を用いて熱電変換効率指数の理論計算を行う。接合条件を系統的に変えた理論計算を行う事により、熱起電力に対するボトルネック効果の有無を理論的に検証し、熱電変換高効率化につながる接合条件の最適化を試みる。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ材料やナノ流体等の構造及び機能に関する理論を進展させ、実用的なナノ材料設計及びナノデバイス・プロセスモデリングを行うソフトウェアプラットフォームを構築する。

《平成21年度計画》

- ・粗視化高分子モデルに基づいた高分子／基板界面のモデリング技術を進展させ、高分子の分子量依存性、薄膜化における膜厚依存性についての実用的な評価を可能とするソフトウェアプラットフォームを構築する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノスケールの理論研究により、量子コンピューティングを実現する新たな構造及び相転移を高速化する光誘起相転移材料の最適組み合わせ構造等の提案を行い、最先端デバイスの開発を先導する。

《平成21年度計画》

- ・高温超伝導体の積層結晶構造を活かした大規模量子計算の理論的可能性を検討する。強磁性体と超伝導体を組み合わせた量子演算素子の概念設計を行う。ナノ構造を有する強磁性薄膜を用いた磁気センサーやマイクロ波発振素子について、共同現象を利用した高効率な素子の概念設計を行う。半導体ナノ構造中に閉じ込められた2電子スピンの量子力学的重ね合わせ状態を検出する手法を開発する。

3. 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生するCO₂の削減

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からのCO₂排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発し、エンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

輸送機器の重量を軽減することを目的として、実用的な耐久性を持つ鋳鍛造性と耐クリープ性に優れた耐熱軽量合金及びその加工技術の開発を行い、エンジン部材等への使用を可能にする。

3-(1)-① 耐熱性軽量合金の開発

【中期計画（参考）】

- ・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鋳鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鋳造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・新開発 Mg 合金の耐熱性をより高めるための凝固組織制御を行い、200℃での耐熱強度が既存の耐熱 Al 合金 (AC8A) に匹敵する合金の開発を行う。また、耐熱 Mg 合金の高度に組織制御された高品位ビレットを

製造するための連続鋳造技術を開発する。さらに、耐熱 Mg 合金の高品質部材化を達成するセミソリッドプロセス技術を確立する。粉末冶金法によって新規の TIG 溶接用溶加材を開発し、溶接継手効率95%以上を目指す。マグネシウム合金の耐食性コーティング技術の開発では、オートクレーブを用いた耐食性皮膜作製プロセスの開発を行うとともに、作製した皮膜の耐食性試験を行う。

3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

輸送機器の車体等を軽量化するため、冷間塑性加工が可能な軽量合金の薄板材とその加工技術を開発し、低コストの軽量合金素形材の生産技術を実現する。

3-(2)-① 高加工性軽量合金素形材の開発

【中期計画（参考）】

- ・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鋳造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・耐熱 Mg 合金の高度に組織制御された高品位ビレットを製造するための連続鋳造技術を開発する。冷間成形性に優れた Mg 合金圧延材の開発、及び高温圧延が Mg 合金の集合組織形成に及ぼす影響について調査を行い、高強度化、低コスト化を目指す。高信頼性 Mg 合金鍛造部材創製のための最適プロセス条件を探索する。摩擦攪拌異種接合において接合強度を向上させる技術を開発する。新規の TIG 溶接用溶加材を開発し、溶接継手効率の向上を目指す。汎用 Mg 合金 (AZ31) 用 Si 含有ダイヤモンド状炭素 (DLC) 膜の耐食性の向上被膜作製条件を確立する。

3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

住環境の冷暖房の効率を向上させる高断熱部材の開発、我が国の高温多湿な気候風土に適した「調湿材料」等の居住者の快適性を確保する知能化建築部材の開発及びそれらの低コスト化技術の開発を行う。

3-(3)-① 省エネルギー型建築部材の開発

【中期計画（参考）】

- ・建築物の空調エネルギーを10%削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミックス壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

《平成21年度計画》

- ・調光ミラー窓ガラスについては、省エネルギー性能を更に高める技術の検討を行う。サーモクロミックガラスについては、安価大面積成膜技術の確立を目指す。木質材料では、引き続き温度、含水率の変化速度が物

性に及ぼす影響を調査し、得られた知見を薬液含浸や圧縮変形理論に反映させ、木製サッシ普及に必要な物性及び信頼性の基礎データを蓄積する。調湿材料系では、開発新規吸着材等の調湿材料への部材化を検討し、その省エネルギー性能等の評価を行う。廃棄物リサイクル保水建材では、実証試験と実用化試験を継続するとともに、部材の高性能化を図る。

- ・蛍光ガラスを利用した平面光源について、実用化デバイス開発への連携先を見出す。蓄光材料については、組成探索を行うとともに、従来型の蓄光材料とガラスの複合化手法を含めて今後必要となる開発要素を明らかにする。

4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

我が国のものづくり産業の国際競争力強化を支援するためには、ものづくりの共通基盤ともいえる先端的な計測・加工技術を開発し、これを国内事業者に普及することが重要となる。そのため、ナノレベルでの精密な計測や加工を可能とする技術や設計した機能をそのまま実現する部材などの開発を行う。さらに、これらの技術を産業に移転するための先端微細加工用共用設備の整備と公開運用を行うほか、加工技術の継承と活用を図るためのデータベース等を作成して、公開する。

4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

機能性材料及び先端計測・加工技術の社会への受容を促進するため、共通的また政策的な基盤の整備を行い、ものづくり産業を支援し、国際競争力の強化に資する。また、加工技術の継承と活用を推進することにより、少子高齢化による熟練技術者の不足問題への対策を行う。さらに、製造環境や作業者の状態等を総合的にモニタリングする技術等を開発し、製造産業の安全と製品の信頼性の向上に貢献する。

4-(1)-① 高度ナノ操作・計測技術とナノ構造マテリアルの創成技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度までに開発した走査型近接場光学顕微鏡において、極低温下での空間分解能50nm と、試料粗動機構（移動距離0.1mm、精度100nm）の機能を確認し、試料形状、光学特性等を極限環境下で複合的に計測できる技術を開発する。また、走査トンネル顕微鏡像の電圧依存性からナノ構造体を解析するため、新たなシミュレーション・モデリング法を開発する。

- ・平成20年度までに開発されたコンタミネーションフリーTEM、エネルギー損失電子顕微鏡によるソフトマテリアル解析技術を利用し、高分子等のソフトマテリアルの加工技術と計測・分析技術の連携を強化するための複合的計測技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・金属ナノ粒子、ナノコンポジット材料やコポリマー等のナノスケールの微細構造を持ち、特異な物性を発現する新規ナノ材料の開発及び探索を行う。また、ナノ構造材料の形成プロセスと機能的利用を進めるモデリング技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・窒素分子を室温でアンモニアに変換しさらに脱離させるために、鉄とタングステン等2成分からなるナノクラスター上でのアンモニア生成を検討する。またバルク金属表面をクラスター擬似構造を持つように改質し、それによるマイルドな条件でのアンモニア生成が可能かを検討する。
- ・新規導電性エラストマーや高熱伝導性ナノコンポジット材料を開発する。また、二酸化炭素由来プラスチックの複合化により、高耐熱性の実用材料を開発する。ナノ構造を制御した酸化物微粒子等をベースに薄膜化を図り、高度な光機能等の特異な物性を発現する新規ナノ材料を開発する。また、積層構造と光反応効率との相関解明から光機能材料薄膜化プロセスのモデリング技術を開発する。

4-(1)-② 新機能部材開発のための基盤技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ナノ結晶粒や準安定相の利用等による高性能なエネルギー変換型金属部材及び鉛を用いない新規圧電体等の低環境負荷型セラミックス系材料に関して、材料設計、作製プロセス及び特性評価方法等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・Fe系熱電材料の特性を改善するため、合金作製技術、モジュール化技術を開発する。特に、モジュールの小型化に寄与する要素技術の開発を行う。また、非平衡化プロセスによるバルク状Sm-Fe系希土類磁石を作製し、得られた磁性材料の磁気特性を明らかにする。さらに、クリオゲル担持触媒のSOx耐性の向上を目的に、水等の高融点溶媒中でのゲルを作製する技術、およびこれらを凍結乾燥する技術を開発し、白金の省使用化効果を検討する。また、コア-シェル型電極触媒については、金コア-白金シェルナノ粒子について系統的にアノード特性を評価し、白金削減量の上限值について検討する。
- ・TiCN系サーメット合金の高性能化を図るため高熱伝導性硬質粒子の複合化および真空焼結における硬質粒子微細化技術を開発する。WC-FeAl合金の切削工具への用途を拡大するために、切削性能評価を行う。また、破壊靱性を改善するための合金設計を行い、高温

金型としての特性評価および打ち抜き金型としての特性評価を行う。微細結晶粒 Ti_3SiC_2 焼結体の高純度化に効果のあった原料組成の内、Si 量の影響を調べ、さらなる高純度化を図る。

- ・飲料水用青銅合金鋳造材のビスマス量を低減するため、凍結鋳造における鋳造組織の微細化を行い、鋳物の薄肉化技術を開発する。また、大型鋳造材作製のため、凍結鋳造に適したシミュレーション技術を開発する。
- ・希土類磁石リサイクルに関し、選択酸浸出における溶解機構を明らかにし、また溶媒抽出法におけるモデル化を行う。蛍光体リサイクル・再利用のための処理方法に関して、廃蛍光体の再生処理後の輝度値等の評価を、新品または新品との種々の混合比状態とで比較して行い、再利用性について調査する。
- ・レアメタル資源に関する会議に出席し、レアメタルの資源開発動向を把握し、今後供給が不安定化する可能性のあるレアメタルの抽出、資源の安定供給確保のための方策を検討する。第4回産総研レアメタルシンポジウムを開催する。

【中期計画（参考）】

- ・高次構造制御等により、優れた電磁氣的、機械的、熱的及び化学的特性を示す有機部材及び有機無機ハイブリッド部材を開発する。

《平成21年度計画》

- ・ヘテロ元素を含む有機無機ハイブリッド材料において、耐熱性に加えて他の物性の検討を行い、電気的特性等に優れたハイブリッド材料を作製する。
- ・水酸基含有ポリプロピレンを用いたポリプロピレン系複合材料の用途開発を行う。

4-(1)-③ 加工技能の技術化と情報化支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・加工条件や異常診断等に係わる熟練技術者の技能をデジタル化する手法を開発し、その結果をもとに加工技術データベースを構築する。これらの成果を企業に公開することで、要素作業の習得に要する期間の半減等の企業における人材育成への貢献を実務例で実証する。

《平成21年度計画》

- ・加工技術データベースについては、継続してユーザの獲得に努め前年と同程度の新規ユーザ獲得を目指し、当初の目的である10,000ユーザ達成を実現する。また、技能継承ツールである加工テンプレートについては、企業による試行を継続し機能の充実を図ると共に、研修制度等を活用した人材育成に取り組み、企業現場での普及に努める。
- ・産総研計測技術データベースおよび生産現場計測技術データベースを構築し、これらの成果を企業に公開することで、要素作業の習得に要する期間の半減等の企業における人材育成への貢献を実務例で実証する。

【中期計画（参考）】

- ・製造業が自社業務に合った設計・製造ソフトウェアを

容易に作成することを可能とするプラットフォームを開発して、1000社以上への導入を目指す。さらに、企業の業務形態に合わせて設計・製造プロセスをシステム化・デジタル化する技術を開発して公開し、現場での運用により効果を確認する。また、設計・製造プロセスにおける性能・品質の多面的評価等を行う技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・社内の異なる部門間での情報共有やデータ交換を行うためのシステムを、高度なネットワークの知識を必要とせずに自社で開発することを可能とするネットワークシステム開発機能をソフトウェア開発基盤であるMZプラットフォームの基幹機能として実装する。このほか、MZプラットフォームユーザからの要望をもとに、製造業の業務レベルで直ちに使用可能な複合モジュールの整備を行う。また、民間企業へ技術移転を実現し、TLO 契約経由のユーザを含め、当初の目標である1000社への導入を実現する。

4-(1)-④ 安全・信頼性基盤技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・製造環境等のモニタリング用として、 H_2 やVOC等の雰囲気ガスや温度を高感度かつ選択的に検出するセンサを開発する。また、作業者の状態を総合的にモニタリングし、作業の安全性と信頼性を保つための予測技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・高温駆動型マイクロ熱電式センサ素子を開発しCO、メタン等の可燃性ガスの高感度検知を図る。薄膜プロセス及び高温熱電物性計測技術を開発し熱電式センサ素子の応用展開を図る。微細構造制御により、セリア系ガスセンサの感度の向上を図る。呼気分析システムを用いた呼気測定例を増やし、測定の信頼性を高める。作業を妨げず、体動によるノイズの混入や通信状況悪化による生体データの途切れがあっても人間状態の評価を可能とするセンサの開発や装着方法の改良を行い、作業現場を模擬した実験により、人間状態の評価システムの検証を行うことで作業の安全性と信頼性を保つための予測技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成21年度計画》

- ・シリコン微細加工を利用した集積化振動型センサの並列駆動回路を用いたにおい検出システムを試作し、小型システムとしての性能を実証する。また、デジタル圧電加速度センサとデジタルバイメタル温度センサを搭載した平均消費電力0.01mW レベルのイベントドリブン型無線センサ端末を実現し、ネットワーク実証実験を行う。

【中期計画（参考）】

- ・プローブ特性やデータ処理方法を改良した計測システムの構築により、大面積部材の非破壊検査が現状の10%以内の時間で可能となる技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・渦電流探傷法等電磁気的手法を用いた非破壊検査プログラムの構成要素のモジュール化を進め、その完成度を高めるとともに、様々な欠陥への適用を行う。また、内部欠陥や表面欠陥等についても、実構造部材に対応できるよう引き続きプログラムの大規模化、最適化を行うとともに、電磁超音波センサ、高感度磁気センサを用いてその評価も実施する。さらに、繰り返し荷重下における損傷の生成、進展の高感度磁気センサによるモニタリングを行う。これらの成果を統合した非破壊検査システムを構築し、第2期中期計画を達成する。

4-(1)-⑤ ナノテクノロジーの社会影響の評価

【中期計画（参考）】

- ・ナノテクノロジーの社会影響について、意識調査も含めた総合的な調査を実施して、その結果を広く公表して施策の提言等に資する。ナノテクノロジーの技術的側面と社会的意義及び潜在リスクをバランス良く整理したナノテクについての教材を開発して普及を図る。

《平成21年度計画》

- ・ナノテクノロジーの社会影響に関する調査に基づき、ナノテクノロジーの研究ガバナンスについて議論を行う。ナノテクノロジー用語の共通化のため、ISOのナノテクノロジー専門委員会で進められている複数の用語プロジェクトに参加し、国内の意見を反映させて規格原案作成に貢献する。特に、炭素ナノ物体に関する用語のTSを出版し、すでに出版された用語TSの翻訳作成を行う。

4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

ナノテクノロジーやMEMS作製に必要な最先端の微細加工施設を整備し、産業界及び大学の研究者と技術者が利用可能な仕組みを整え、微細加工のファウンドリ・サービス等を実施して、横断的かつ総合的支援制度を推進し、産業界の競争力強化と新産業創出に貢献する。

4-(2)-① ナノプロセッシングファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用ナノプロセッシング施設をさらに拡充・整備し、支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。

《平成21年度計画》

- ・科学技術振興を目指し、社会と産総研が共有する基盤プラットフォームとして、ナノプロセッシング施設を中心とした共用施設の拡充・整備を継続的に実施する。また、その研究支援インフラを産総研内外に公開する

ことで、研究者・技術者への研究開発プロモーションを実施する。さらに、そのプラットフォームを活用し、産業科学技術人材の輩出と若手研究者のキャリアパス多様化促進を目指す。

4-(2)-② MEMSファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用MEMSプロセッシング施設をさらに拡充・整備し、産総研内外に公開することで、プロトタイピングを迅速に行うなどにより、研究者・技術者への研究開発支援を行う。

《平成21年度計画》

- ・高度情報化社会の技術基盤となる高機能MEMS製品の開発促進を目指し、MEMSやナノインプリント技術（低コスト微細製造技術）を異分野産業に提供し、各種アイデア（デバイス）の迅速な実証によるビジネス化の促進を図る。MEMS技術に参入を考えている企業技術者等を対象に、MEMSの基礎知識、設計手法（設計シミュレーション）、プロセス実習、講習（マスク作成からエッチング技術、計測、評価技術の体得）を通して、MEMS技術を学んでもらい、MEMS技術の普及に努める。MEMS人材育成事業の実習教材の充実と実習拠点の連携を図り、講習会および研究会をそれぞれ4回以上行う。

5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

ナノテクノロジーの基盤技術をバイオテクノロジーへ応用展開し、医療技術等に革新的な進歩をもたらすための融合的な研究開発を行う。そのため、ナノスケールの計測・分析技術等を駆使して、生体分子間の相互作用等の解析を行い、その人工的な制御を可能とする。また、計算機の利用技術の開発によってナノスケールの生体分子のシミュレーションを実用化し、創薬等に寄与する。

5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

5-(1)-① バイオインターフェース技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・標的指向ドラッグデリバリーシステムの効果を前臨床段階で確認し、製薬企業への技術移転を図る。

《平成21年度計画》

- ・脳梗塞周囲血流低下部位へのアクティブターゲティングDDS粒子の集積条件を検討する。このDDSを用いて脳梗塞治療システムを作製し、治療システムの性能を前臨床段階で確認する。また血管狭窄を予防する

アクティブターゲティング DDS の改良も行なう予定である。これらのシステムに関して数社のメーカーにコンタクトすることにより、製薬会社への技術移転を図る。

【中期計画（参考）】

- ・生体適合セラミックスのナノ構造を制御する新規形成プロセスの開発を行い、人工骨や経皮デバイス等へ応用する。

《平成21年度計画》

- ・アパタイト複合体について、遺伝子導入の場所、効率、タイミングの制御技術、コラーゲン、コンドロイチン硫酸との多孔体への高効率細胞導入技術の開発を行う。魚コラーゲンなど新規生体材料の評価を行う。Q-dotの間葉系幹細胞への高効率導入による、骨、軟骨、脂肪再生に関する解析を行う。薬剤担持アルブミンフィルムを作製し、血液適合性を評価する。神経軸策高分子透過モデルを検討する。

【中期計画（参考）】

- ・微小流路における流体现象を活用した診断用チップの実用化を図る。また、超臨界流体の特異性を利用した局所的化学プロセスを開発し、高効率流体化学チップを実現する。

《平成21年度計画》

- ・測定対象とする物理物性値の種類及び測定対象を広げ、微小流路中での化学反応特性を広範に明らかにするとともに、その応用について検討する。また、連携先企業を確定させ、診断用マイクロチップの早期実用化を目指す。マイクロ空間での連続反応技術では、さらに酵素活性を安定化させる技術の確立を行うとともに、生体関連物質の合成技術を確立し、高効率流体化学チップの確立を目指す。

5-(1)-② 原子・分子レベルのバイオシミュレーション・モデリング技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・これまで開発してきたフラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を発展させ、2万個程度の原子からなるタンパク質のような巨大分子の電子状態計算を可能にする。さらに、他のシミュレーション手法と組み合わせ、タンパク質工学や創薬における分子設計への適用を実現する。

《平成21年度計画》

- ・FMO-CIS 法を適用し、2万個程度の原子からなる巨大分子の電子励起状態計算を実施する。さらに、構造最適化の効率化や分子動力学計算との融合（FMO-MD 法）等を図り、新たな機能をプログラムに実装することによって、DDS（薬剤配送システム）ナノ粒子設計シミュレーション技術や糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析等の研究開発への FMO 法の適用を実現する。

IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来にわたって維持していくためには、産業活動に伴い発生する環境負荷を極力低減させつつ、エネルギーの安定供給を確保することにより、社会、経済の持続可能な発展を実現させていくことが求められる。このため、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る観点から、環境予測、評価及び保全技術を融合させた技術により、環境対策を最適化する。また、地圏・水圏循環システムの体系的理解に基づいて、環境に調和した国土の有効利用を実現するとともに、エネルギーと資源の効率的利用によって、化学産業の環境負荷低減を促進する。エネルギーの安定供給確保を図る観点から、燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワークを構築するとともに、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーを導入し、エネルギー自給率を向上させ、CO₂排出量を削減する。加えて、産業、運輸及び民生部門の省エネルギー技術開発により、CO₂排出をさらに抑制する。

1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

環境対策の最適解を提供する新しい技術を創造するためには、評価技術及び対策技術の双方を高度化しなければならない。このうち、評価技術においては、化学物質リスクの評価に基づいた環境対策を提案する技術と環境負荷の評価に基づいた環境対策を提案する技術の両方を確立する必要がある。前者に対しては、最適ナリスク管理を実現するための技術を、後者に対しては、生産・消費活動の最適解を提案できる技術を開発する。また、対策技術においては、環境汚染の拡大を未然に防止する技術が必要である。このため、汚染の早期検出及び経時変化を予測できる環境診断・予測技術及び汚染を効率的に除去するリスク削減技術を開発する。

1-(1) 化学物質の最適ナリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

化学物質の最適ナリスク管理を実現するため、リスク評価の概念を普及させるとともに、評価と対策の融合を含む総合的なリスク評価技術とそれをを用いた管理手法を開発する必要がある。リスク評価の概念普及のためには、既存物質について詳細なリスク評価を実施して公開するとともに、代替物質や新技術による生産物等のリスク評価も実施する。総合的なリスク評価のためには、従来困難であった多面的な評価に基づくマルチプルリスク評価技術を開発する。化学物質のうち、火薬類や高圧可燃性気体等については、利用時における安全性の確保も重要な課題である。このため、安全性評価基準等の国際的統一化に向けた研究開発を実施するとともに、構造物等の影響を考慮した評価技術を開発する。

開発し、燃焼・爆発被害を最小化する技術を開発する。
1-(1)-① マルチプルリスク評価手法の開発 (IV. 1-(2)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

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

《平成21年度計画》

- ・様々な化学物質の疫学研究の結果を調査し、情報の質や量の観点から適当と思われる代表的な化学物質に関する情報を用いて、ヒト健康影響の主要なエンドポイントについての用量反応関係を得る。
- ・これまでに実施したアンケートをはじめとする各種データを用いた解析を継続して実施する。さらに、これらの解析の結果を外部公表すべく、評価結果をとりまとめる。
- ・室内濃度推定モデルについては、発生源の推定機能、未知化学物質の放散に関するパラメータの推定機能、外気濃度情報の取り込み機能や生活場情報のデータベースを含むボックスモデルを基本とした、室内暴露量推定ツールのプロトタイプを構築する。

【中期計画 (参考)】

- ・30種類以上の化学物質について詳細リスク評価書を完成させ、公表するとともに、社会とのリスクコミュニケーションの中でリスク評価手法を改善し定着させ、行政、産業界での活用を促進する。また、これまで開発してきたリスク評価・解析用ツールを公開し、行政、産業及び教育の場で広く普及させる。

《平成21年度計画》

- ・工業用洗浄剤とプラスチック添加剤用途での物質代替に伴うヒト健康と生態に対するリスクのトレードオフの解析結果を評価としてまとめ、公開する。
- ・揮発性有機化学物質とその分解生成物の濃度分布を推定できる関東地方を対象とした大気モデル、日本全国の1級河川をカバーする河川モデル、東京湾を対象とした海域モデルの3つの環境動態モデルのプロトタイプモデルを構築し、洗浄剤での使用が想定される化学物質について環境中濃度分布の推定を行い、既報の実測濃度との比較による検証及び物質代替による効果を予測する。
- ・研究部門の持つ情報の整備と外部への情報発信のための見える化を目的として、詳細リスク評価書作成、リスク評価のためのソフトの頒布と普及、事故データベースの維持と拡張、及び LCA データの提供などの研究業務を支援する。

【中期計画 (参考)】

- ・互いに関連しあう複数のリスクのトレードオフ構造の中で、社会が許容可能なリスクを選択できるマルチプ

ルリスク管理のためのリスク評価手法を確立するため、複合製品のリスク評価手法、定量的構造活性相関(QSAR)を用いた未知の化学物質の毒性予測手法及び多物質を対象にした包括的評価手法を開発するとともに、すでに実施されてきたリスク管理対策事例から政策効果等のデータベースを構築する。

《平成21年度計画》

- ・ヒト健康については、有害性情報については、有害性の種類の範囲やデータとして含める物質の数を増やす作業を行う。作成した有害性データベースを用いて、不確実性の連鎖を適切に予測するモデルを導入しアルゴリズムの細部の検討をすすめ、洗浄剤とプラスチック添加剤の物質代替事例における化学物質のヒト健康影響の種類と相対強度の試算を行う。生態影響については、有害性情報の補完手法の検討を進め、完成度の向上につとめ、プロトタイプとしての完成を目標とする。また、それを用いた洗浄剤とプラスチック添加剤の代替事例における化学物質の生態影響の推定を行う。
- ・既報の流通データに基づき、植物及び家畜モデルで推定された生産地での農・畜産物中の濃度から、一般消費者の農・畜産物経由の疎水性物質の摂取量を推定する暴露モデルのプロトタイプを構築する。また、地理情報システム(GIS)を用いて、地域性を含む空間特性を反映した農作物流通モデルを構築するとともに、複数の農作物に適用し、物流モデルの精度向上を図る。
- ・工業用洗浄剤用途の物質については、洗浄現場データによって排出量推定式の検証を行う。プラスチック添加剤用途の物質については、難燃剤等の追加的な放散量試験を実施して、可塑剤で求めた排出量推計式を他用途に適用するための手法を確立する。以上から得られた排出量推定式を統合し、十分な情報が得られない場合であっても排出量の推定が可能となるエクセルベースの排出量推定ツールを構築する。さらに、排出シナリオ文書の作成を日本語版と英語版について行う。
- ・アジア地域における鉛のフローと排出量に関する実態調査、全球大気輸送モデルの構築、及び鉛フリーはんだの事故シナリオの抽出と模擬実験を実施し、鉛に関する暴露解析を充実させる。

【中期計画 (参考)】

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

《平成21年度計画》

- ・塩素系から炭化水素系または水系への工業洗浄剤の代替及びプラスチック添加剤である難燃剤の代替について、開発中の排出量推計手法、モデル、毒性等価係数推論手法等を用いて暴露と有害性情報を補完し、代替に伴うリスクの変化を質調整生存年数(QALY)としてより精緻に算出し、代替に係る経済分析を行う。こ

これらの結果を取りまとめ、代替の可否を検討する。

【中期計画（参考）】

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

《平成21年度計画》

- ・模擬試験や実際のプロセスでの計測等を行い、ナノ材料応用製品のライフサイクルでの排出／暴露シナリオの作成を継続する。有害性評価としては、カーボンナノチューブ、フラーレン、二酸化チタンについて、具体的な作業環境等での許容上限値を検討する。また、社会的側面については、アンケート調査を実施するとともに、事業者による自主的取組の手法やガバナンス枠組みについてまとめる。カーボンナノチューブ、フラーレン、酸化チタンについて、リスク評価書の作成を進める。
- ・フローチャンバー内に分散させた工業ナノ粒子の凝集過程に及ぼす共存物質の効果について、速度論的解析と化学分析により検討し、工業ナノ粒子の挙動モデルへ反映させる。単層カーボンナノチューブの長さ分級に対してカスケード篩法が適用可能かを確認し、カーボンナノチューブ分級法を確立する。

1-(1)-② 爆発の安全管理技術の開発 (IV. 1-(2)-①を一部再掲)

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧可燃性気体等の燃焼・爆発性危険物については、評価基準等の国際的統一化(GHS)が急速に進んでいることから、国連試験法を改定するとともに、我が国の実情に則した小型かつ高精度で国際的にも利用可能な試験法を開発する。これら新規試験法により取扱技術基準の資料となる各種保安データを蓄積する。

《平成21年度計画》

- ・カナダの国立爆発物研究所(CERL)との間で、引き続き、爆発中間体の危険性評価と新規試験法開発を行う。また、火薬類か否かを少量の試料で判定するスクリーニング(篩い分け)試験の標準化を検討する。それらの成果を OECD の専門家会議で公表し、国連 GHS 会議への試験法の提案を目指す。
- ・煙火等の火薬類の実験室規模ならびに野外での大規模実験を継続実施し、火薬類の取扱いにおける安全確保のために必要となる保安データを取得して、取扱技術基準作成ならびに規則改正へ向けに取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の

高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

《平成21年度計画》

- ・産総研で開発した計算機爆発現象予測システムを高度化し、火薬庫周辺などの複雑な地形や構造物に適用することで保安物件に対する爆風安全性を検証する。また、爆発源近傍の構造物変形や飛散物安全性をより正確に評価するため、流体力学計算と構造計算の連成コードを改良し、信頼性の向上を図る。
- ・火薬類をはじめ化学災害事例を収集・公開し、事故進展フロー図による解析を行うとともに、教訓データおよび危険物質の物性データを拡充する。また、産業保安への貢献に向けて、保安力の評価ツールとしてのデータベースの環境整備を進める。
- ・煙火原料および煙火組成物について、火薬学的諸特性情報を整備し、RIO-DB の拡充を図る。また、不足している情報や信頼性の低いデータについては、文献情報の再検索や必要に応じて再実験により評価して、データ整備を行う。
- ・研究部門の持つ情報の整備と外部への情報発信のための見える化を目的として、詳細リスク評価書作成、リスク評価のためのソフトの頒布と普及、事故データベースの維持と拡張、及び LCA データの提供などの研究業務を支援する。

1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響の統合的な評価手法として、ライフサイクルアセスメント(LCA)技術を開発し、広く普及させるとともに、LCAの方法論の適用対象を拡大する必要がある。このため、独自に開発したLCA実施用ソフトウェアを国内外に普及させるとともに、LCA研究の国際的なネットワークを構築する。適用対象の拡大については、企業や自治体等の組織の活動及び地域施策をLCAの方法論に基づき評価する手法を開発し、組織の活動計画の立案過程にその評価を導入する。

1-(2)-① 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・最新の成果であるLCA実施用ソフトウェア(NIRE-LCA, ver. 4)の、我が国及びアジア諸国への普及を加速するとともに、ソフトウェアの改良のため、素材・エネルギーに関する100品目以上のインベントリ(環境負荷項目)データの更新・拡充及び1,000人規模の調査等による社会的合意に基づいたインパクト評価手法を確立する。

《平成21年度計画》

- ・研究部門の持つ情報の整備と外部への情報発信のための見える化を目的として、詳細リスク評価書作成、リスク評価のためのソフトの頒布と普及、事故データベ

ースの維持と拡張、及び LCA データの提供などの研究業務を支援する。

- ・アジア地域における鉛のフローと排出量に関する実態調査、全球大気輸送モデルの構築、及び鉛フリーはんだの事故シナリオの抽出と模擬実験を実施し、鉛に関するサブスタンス・フロー・シミュレーターに関するサブモデルを構築を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・従来の製品評価型 LCA をベースに、企業活動、地域施策及びエネルギーシステムのインベントリとその影響並びに環境効率（価値/環境負荷）を組み入れた新しい LCA 評価法を開発する。また、この評価法を企業、地方自治体等の活動計画や政策立案に複数導入する。

《平成21年度計画》

- ・企業の環境負荷削減と財務パフォーマンスを併せた環境投資指標の研究を開始し、環境負荷削減に寄与できる SRI（社会的責任投資）ファンドの投資選択基準策定に寄与する。
- ・有機資源の利活用策に関するインベントリ分析を行い、具体的な施策選択肢を検討を行っている地方自治体に定量的に示す。消費者行動の CO₂排出量の定量化と排出削減対応策を示す。
- ・家庭・集合住宅での充電設備設置の可能性、電動車両に対する消費者受容性等を考慮し、電動車両の大量普及によるわが国の運輸部門での環境負荷削減策を検討する。また、アジア全体での資源リスク管理対策を検討するため、資源・有害性を併せ持つ鉛を対象に国間貿易による相互依存関係を考慮した物質フロー・環境排出量推定モデルの開発を行う。さらに、エネルギー技術の社会的位置づけを評価する手法について考察を進める。
- ・バイオマス燃料のライフサイクルを考慮したリスク評価に向けた研究として、人間、生態系へのリスクの定量化手法の開発、運用を行う。
- ・世界の経済成長や人口増加等のシナリオを基に二酸化炭素の排出量を計算するシミュレーションモデルとして、自動車用鉄鋼を一例としたプロトタイプモデルを構築する。

【中期計画（参考）】

- ・日本と密接な関係を有する国々との LCA 研究に関するネットワークを強化し、当該分野での国際的拠点として先導的な役割を果たすため、APEC 地域を中心としたワークショップを開催するとともに、UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブ、GALAC（世界 LCA センター連合）及び LCA 関連の ISO において主体的に活動する。

《平成21年度計画》

- ・UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブの活動に参加し、世界のキャパシテイビルディングに貢献する。

ISO では、環境効率の議論に参加し、またカーボンフットプリントの新 ISO の議論をリードする。さらに、第9回エコバランス国際会議の準備に実行委員を送り世界の LCA 研究の方向を作り出す。

- ・東アジア地域でのバイオマス利活用評価に関する研究を先導的に行い、成果を世界に向けて発信する。また、アジア地域の LCA 制度構築に向けた支援を継続する。

1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境問題の発生を未然に防止するには、環境汚染を早期に検出するとともに、汚染防止対策の効果を確認して次の対策へのフィードバックを可能とする環境診断技術が必要である。また、得られたデータに基づき、環境の変化を予測し、対策の有効性を推定できる技術が必要である。このうち、前者に対しては、第1期に確立した計測要素技術をベースにして、高感度な水質監視や大気監視が可能なモニタリング技術を開発するとともに、微生物を利用した環境モニタリング技術を開発する。後者の予測技術に対しては、産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策が緊急の課題であるため、CO₂やフッ素系化合物の環境影響評価手法及び温暖化対策技術の効果を評価する手法を開発する。

1-(3)-① 環境診断のための高感度モニタリング技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・水中の毒性量を評価する水質監視技術確立のため、毒物応答速度や再現性が悪い魚等を利用した既存システムに代わり、応答速度30分と分析誤差10%を有する微生物等の分子認識系を抽出・固定化した毒物センサを開発する。

《平成21年度計画》

- ・化学物質応答性能の高い微生物および抽出したクロマトフォアに関して、応答機構の解明を図る。センサの改良により、モデル毒物に対して分析誤差10%、応答時間30分以内の性能を示すセンサに発展させる。電気化学検出に関しては、電極の長寿命化および簡便な再生・活性化法の検討を行う。ヒ素の連続監視に関しては、50%以上の省エネルギー化を行うため、前処理の高効率化を図る。以上の結果を総合し、測定試薬、測定試料の最小化が可能な連続測定システムを構築する。

【中期計画（参考）】

- ・レジオネラ等の有害微生物を迅速に検出するため、従来、培養法で数日間、DNA 利用法でも数時間を要する分析を、数十分以内で分析可能な電気泳動とマトリックス支援レーザー脱離イオン化法質量分析装置 (MALDI-MS) を利用した分析技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・環境中の検出対象菌を選択的に検出する技術を改良し、30分以内に対象菌の染色と電気泳動分離・検出が行える技術にする。MALDI-MS を利用した株レベルでの

微生物の迅速識別では、汎用性・信頼性を高めるためのデータベースの整備と解析システム開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 細胞内の分子形態や遺伝子発現を利用して、化学物質の有害性を評価するトキシコゲノミクスの分析法の確立のため、電気泳動及びプラズマ質量分析法による細胞中元素の分子形態が識別可能な分析装置の開発及び微量試料のマイクロ流体システムに電気化学活性マーカーを有するプローブによる遺伝子検出チップ等を組込んだ細胞中遺伝子の網羅的解析システムを開発する。

《平成21年度計画》

- 高性能遺伝子プローブおよび高密度遺伝子センサレイチップに基づく、実試料をターゲットとした遺伝子発現解析システムを完成する。昨年度開発した気化インターフェースを CE 条件に最適化を行い、細胞等生物から抽出した微量試料中の元素の分子形態を元素選択的に識別できる分析法を完成する。

【中期計画（参考）】

- 高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

《平成21年度計画》

- これまでに開発した要素技術の融合により高感度な水晶振動子センサを構築し、有害物質検出技術へ適用させる。このために水晶振動子センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発する。さらに水晶振動子センサの応答時間を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

1-(3)-② 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と CO₂ 等対策技術の評価

【中期計画（参考）】

- CO₂海洋隔離の環境影響に対する定量的評価法確立のため、海洋炭素循環プロセスを解明するとともに、CO₂海洋隔離時の環境モニタリング手法及び国際標準となる海洋環境調査手法を確立する。また、CO₂の海洋中挙動を予測するため、海洋の中規模渦を再現可能とした数10km の分解能を持つ海洋循環モデルを構築し、現実地形の境界条件、CO₂放出シナリオや生物・化学との関連等を統合した予測シミュレーション技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 二酸化炭素海洋隔離による海洋中深層の微生物群集組成への影響評価に関わる室内実験を実施し、影響の定量化を進めるとともに、隔離における環境モニタリング指標としての微生物群集組成の適用可能性について評価・検討する。

【中期計画（参考）】

- クリーン開発メカニズムにおける植生の炭素固定量を評価するため、地上観測データと衛星データを統合的に解析する技術の開発により、現状50-100%である炭素収支推定誤差を半減させ、アジアの陸域植生の炭素収支・固定能の定量的マッピングを行う。また、CO₂排出対策効果の監視の基本的ツールを提供するため、地域・国別 CO₂排出量変動の識別に必要な数100km の空間分解能を持つ CO₂排出量推定手法（逆問題解法）を開発する。

《平成21年度計画》

- 斜面下降流の発生頻度とラドン濃度の分析から呼吸量を補正することにより、複雑地形地の夜間のデータの誤差を30%以下にする。地上観測により修正した植生指標を用いてアジア陸域植生の炭素収支マッピングを行う。全球の64領域からの一週間単位の二酸化炭素交換量の推定を行うとともに、交換量の推定精度の向上を図る。

【中期計画（参考）】

- 都市高温化（ヒートアイランド現象）と地球温暖化の相互関係を評価する手法を構築するため、都市気象モデルと都市廃熱モデルの連成モデルを開発する。また、モデルにより都市廃熱の都市高温化を評価する手法を構築するとともに、廃熱利用や省エネルギー対策の都市高温化緩和に対する効果を定量的に評価する。

《平成21年度計画》

- 都市連成モデルにより、街区規模での廃熱利用や省エネルギー対策の都市高温化緩和に対する効果を定量的に評価する。

【中期計画（参考）】

- フッ素化合物の適切な使用指針を示すため、第1期で開発したフッ素系化合物の温暖化影響評価・予測手法を改良し、省資源性、毒性、燃焼特性等の要素を考慮した総合的評価・予測手法を開発する。

《平成21年度計画》

- 従来の温暖化評価は気候との関連が薄いことから、二酸化炭素を基準とせず、さらに気候との関連を考えた評価手法について新たに検討する。また資源評価について基礎的なコンセプトを作成し、総合的評価・予測手法の開発を行う。
- 新規冷媒化合物等の燃焼限界の圧力依存性について測定と予測を行う。また、混合系冷媒の燃焼限界、燃焼速度の測定と予測法の開発を行う。発泡剤開発に向けて、環境影響評価、燃焼性評価、特性評価、及び工業的な製造を目指した合成法の検討を進め、発泡剤として有望な化合物を見出す。

1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

リスク評価や環境負荷評価に基づいた事前対策によって、有害化学物質のリスク削減を実現するためには、従来の環境浄化・修復技術に加えて、潜在的な問題性

が認識されていながら有効な対策がとられていない小規模発生源による汚染、発生源が特定困難な汚染及び二次的に生成する有害化学物質による汚染に対処可能な技術の開発が必要である。このため、空気、水及び土壌の効率的な浄化技術を開発する。また、小型電子機器など、都市において大量に使用されながら、効果的なりサイクル技術が確立していないために、廃棄物による潜在的な環境汚染の可能性のある製品等の分散型リサイクル技術を開発する。

1-(4)-① 環境汚染物質処理技術の開発

【中期計画（参考）】

- 揮発性有機化合物（VOC）の小規模発生源を対象とし、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成21年度計画》

- オゾン分解触媒の開発に関しては、新規触媒の探索を行うと同時に、その活用法についても検討を行う。プラズマ法では、プラズマ下での触媒表面の挙動を解明し、電力効率の目標値達成を目指す。吸着回収では通電加熱方式や高周波誘導加熱方式の実装置化のための共同研究を実施するとともに、真空スイング吸着回収装置プロトタイプ完成をめざす。

【中期計画（参考）】

- 水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40%の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成21年度計画》

- オゾン分解併用型生物処理法の普及では、普及先のベトナム染色工場でのオゾン処理と生物処理の2m³/d 規模の連続装置での現場試験の結果を踏まえ、当該工場以外の現場廃水への応用性を検討する。有機化合物で汚染された水を浄化する実験室レベルの連続処理プロセスを組み立て、性能を評価する。

【中期計画（参考）】

- 環境修復技術として、空気浄化については、ホルムアルデヒド等空気汚染物質の浄化が室内においても可能な光利用効率10倍の光触媒を開発する。また、発生源に比べ1桁以上低い有害物質濃度に対応するため、水質浄化については、超微細気泡及び嫌気性アンモニア酸化反応を利用し、土壌浄化については、腐植物質や植物等を利用することにより、各々処理能力を従来比3倍とする浄化技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 自主開発した光触媒材料を組み込んだパッシブ型システムの開発・性能評価を行う。新規光触媒として、可

視光応答性および高活性酸素種生成型光触媒の開発も行う。従来比最大10倍の効率を有する新規光触媒材料の開発、及び水質浄化性能評価装置開発を推進する。また、途上国等における飲料水中に含まれる有機系物質の光触媒除去を検討する。光触媒性能の標準化も実施する。

- 閉鎖性水域の環境改善を目的とした現場試験を継続する。特にマイクロバブルの利用が生態系に与える影響について調査する。また、上水処理については臭素酸の除去メカニズムについて検討を進める。さらに水環境に対して負荷の少ない半導体の洗浄技術について検討を行う。

- アナモックス活性の評価試験法を活用し、阻害物質を評価し、アナモックスリアクターの維持管理に資する。植物の栽培方法を、特に育成期間や植え付け方法について検討を行うとともに、DNA 含有水による土壌洗浄と洗浄水の処理に関して得られる基礎資料をベースに、そのシステム化を図る。これにより、処理能力を従来比3倍とする浄化技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- フッ素系の界面活性剤として多方面で使用されているパーフルオロオクタン酸（PFOA）等難分解性化合物の環境中での動態を解明するとともに、光触媒等を利用した2次生成物フリーの安全な分解処理技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 研究の対象物質を PFOS/PFOA 前駆物質のみならず、代替物質として導入が進んでいるパーフルオロエーテル酸類やフッ素ポリマー材料まで拡大し、低エネルギーでかつ高効率にフッ化物イオンまで分解できる反応手法を探索する。環境動態の解明に関しては大気中二次生成物等の沈着過程を明らかにするための物性測定を行い、それに基づいて大気質モデルの沈着過程に関わる大気成分や地表面の分類方法、スケーリング係数等の改良点を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- 季節や天候の影響を考慮した効果的な発生源対策を導くことを目的として、浮遊粒子状物質やオキシダントの予測モデルを構築するため、誤差要因や未知のメカニズムを探索するフィールド観測を実施するとともに、拡散モデルを高精度化し、雲物理過程、植生モデル、ヒートアイランド現象等を導入したシミュレーション手法を開発する。

《平成21年度計画》

- 植生が汚染物質の発生源・吸着源として作用する過程を中心に、天候・雲等の影響を含めて検討を行う。

1-(4)-② 都市域における分散型リサイクル技術の開発

【中期計画（参考）】

- 都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上し

つつ50%以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・携帯電話等のプリント基板から取り外した部品、コネクタ等を対象とした粉碎時におけるレアメタル、貴金属類の挙動と最適粉碎条件を明らかにし、物理的選別手段による一次濃縮を実現する上で最適な選択粉碎プロセスを構築するための指針を確立する。また、多成分同時分離技術開発では、僅かな比重差での分離を達成させるため、粒子を放出するノズルの改良を行うとともに、改良装置の比重分離限界を明らかにする。
- ・アミド含有3級アミンによるロジウム抽出機構を調べ、抽出率および他の貴金属からの分離性向上を図る。連続運転に適した簡易型プロセスについて、再生金属の純度を従来よりも1桁向上させ、かつ50%以上の省エネルギー化が可能な操作条件を見出す。希土類回収の新プロセスについて、試作装置を用いて分離性を評価する。
- ・プラスチック系廃棄物について、開発開始時の20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成する。アルミ箔複合フィルムから樹脂成分の分離システムの開発を行う。また、各種資源化手法について、経済性や環境負荷の評価基準を検討する。エポキシ樹脂中の臭素系難燃剤を温和な条件下で分離抽出するための装置を試作する。また、エポキシ樹脂をバイオマスから製造したタールに可溶化するための最適運転条件を検討する。さらにバイオマスあるいはプラスチックを直接熔融塩共存下で水蒸気と反応させ、反応条件と生成物組成との関係を明らかにする。
- ・分散型リサイクルシステムの”見える化”の一環として、茨城県との協力のもとで提案している”茨城モデル”における適切な技術・システムの社会受容性評価を具体化し、推進していく。また、関西地区、北九州地区での取り組みについても、昨年度の成果を発展させ、より高度な循環型社会構築に向けた分散型リサイクルシステムの具体像を作成する。
- ・希土類磁石リサイクルに関し、選択酸浸出における溶解機構を明らかにし、また溶媒抽出法におけるモデル化を行う。蛍光体リサイクル・再利用のための処理方法に関して、廃蛍光体の再生処理後の輝度値等の評価を、新品または新品との種々の混合比状態とで比較して行い、再利用性について調査する。

2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

地圏・水圏における物質循環の理解に基づいた、大深度地下利用などの国土利用の促進と、資源開発における環境負荷の低減が求められている。このため、自

然と経済活動の共生を目指して、環境問題及び資源問題を解決することを目的として、地圏における循環システムの解明と流体モデリング技術の開発を実施する。また、沿岸域の海洋環境の疲弊を防ぎ持続的な低環境負荷利用を可能にするため、環境評価技術の開発を行う。

2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の水循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。また、土壤汚染等に関する地質環境リスク評価及び地層処分環境評価に関する技術を開発する。

2-(1)-① 地圏流体挙動の解明による環境保全及び資源探査技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発したマルチトレーサー手法を適用して、関東平野や濃尾平野等の大規模堆積平野の水文環境を明らかにし、こうした知見を利用して地球温暖化及び急速な都市化が地下水環境に及ぼす影響を評価する。また、地下水資源を持続的かつ有効に利用するため、地下水の分布、水質、成分及び温度の解析技術並びに地中熱分布に関する解析技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・現シミュレーションモデルでは、再現の悪い地点が残されているため、平成21年度ではモデルの再現性の向上を目指す。また、地表面温度の変化と地下水流速の地域的な分布特性を明らかにする。さらに、タイ北部チェンマイでの地中熱ヒートポンプシステムの運転を継続する。冷暖房運転を行うなど、運転設定を変更した場合のシステム効率を調べるため、温度データを継続して取得する。同時に、東京都千代田区の地中熱利用システムで行っている熱交換井内の温度変化データの解析を行う。
- これに加えて、堆積平野・盆地を対象に、地下水環境評価研究を実施する。大規模地下水盆のモデリングに加えて、これまで構築してきたマルチトレーサー手法の適用により、過去から現在にいたる地下水環境の変化の解明を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・地熱資源を有効利用するため、地下流体挙動のシミュレーション技術を開発し、将来予測技術を確立するとともに、環境負荷の少ない中小地熱資源の開発に関する技術指針を産業界に提供する。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度出版の『全国地熱ポテンシャルマップ』CD-ROMの普及に努め、Web公開できるデータから、

Web 上での公表を開始する。これらのデータを用いて、今後、わが国で地熱開発が期待される地域を抽出する。また、『温泉エコジェネシシステムの開発』の開発を進め、低温発電・小規模発電といった地熱発電の裾野の拡大を図る。

- ・地熱貯留層管理のためのモニタリング技術について補足的な現地観測を行うとともに、自然電位モニタリング技術についてまとめを行う。共同研究やソフトウェアユーザー会などを通じて得られた成果の普及を図る。

【中期計画（参考）】

- ・地圏流体の挙動の理解に基づき、産業の基礎となる銅や希少金属鉱物資源に関する探査技術を開発し、探査指針を産業界へ提示する。

《平成21年度計画》

- ・東南アジア各国の岩石の風化帯において希土類ポテンシャルの調査を継続するとともに、アルカリ岩、カーボナタイトの重希土類ポテンシャル評価を実施する。希土類鉱床開発に向けた希土類元素の存在形態、希土類鉱物の同定、産状に関する調査・研究を実施する。
- ・希土類以外のレアメタル、金や銅鉱床の成因および資源量に関する研究を実施する。

2-(1)-② 土壌汚染リスク評価手法の開発

【中期計画（参考）】

- ・土壌汚染の暴露量を定量的に評価し、健康リスク及び経済リスクを低減するために、汚染地の土壌及び地下水の特徴を組み込んだモデルに加え、微生物や鉱物等による自然浄化機能を考慮に入れたモデルを確立する。これらのモデルを利用した地圏環境修復手法を開発し、工場等の土壌に関するサイトアセスメントへの適用を可能にする。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度の開発した鉱物油を対象とした詳細モデルに加えて、重金属類および揮発性有機化合物を対象とした詳細モデルを開発し、地圏環境リスク評価システム GERAS の全体バージョンを完成させる。この中には、これまでに開発した鉱物への吸着や微生物浄化のデータベースに加えて、わが国の土壌特性データベースおよび地下水汚染に関するデータベースも組み込み、平成21年度末までに GERAS-1, 2, 3の統合版を公開する。
- ・平成20年度に取得した電気・電磁探査、ダイレクトブッシュ、土壌サンプリング等のデータの解析を継続し、油汚染の分布と物理探査結果との関係を総合的に明らかにする。河川堤防について、物理探査、簡易掘削データを用いた解析、豪雨による堤防変状に関する水理的解釈を行う。
- ・マルチ送信比抵抗探査システムについて、土木施工管理モニタリング等の実フィールドで適用研究を進めるとともに、さらに高度な3次元探査に向けた計測手法の改良を検討する。NMR 計測装置について、土木あ

るいは農業分野に応用することを念頭においた改良を行う。

2-(1)-③ 地層処分環境評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・地層処分の際のサイト評価に役立てるため、岩石物性等の地質環境に関する評価技術の開発を行う。沿岸部では地下水観測データに基づいた塩淡境界面変動メカニズムの解明を行い、数値モデルを利用した超長期変動予測技術の開発を行う。また、沿岸部の地下1,000m 程度までの地下構造探査手法について既存の調査事例を分析することにより、選定される調査地に最適な探査指針を提示するための知見を整備する。

《平成21年度計画》

- ・沿岸域における深部地下水性状を明らかにするため、幌延沿岸部を実証フィールドとした野外研究を実施する。平成21年度は、広域地質・水文構造ならびに地下水構造を把握するためのモデリングを行う、また地下水調査においては掘削調査を進める。
- ・「web 版沿岸域基礎データシステム（メタデータ）」のユーザインタフェースを改良し、Web 公開版を完成させる。
- ・沿岸域を対象にする電気・電磁探査データ解析法について、海水を考慮した場合の解析精度の向上、計算の高速化、実際の探査地域に対応した実用性の向上等の改良を進める。また、浅海域の地下構造を解明するために最適な計測配置等について検討する。

2-(2) CO₂地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中の CO₂削減のため、発生源に近い沿岸域において CO₂を地下深部に圧入する技術が期待されている。そのため、地下深部の帯水層の CO₂貯留ポテンシャルの推定及び CO₂の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO₂を帯水層に圧入した際の環境影響評価のための CO₂挙動に関するモニタリング技術を開発する。

2-(2)-① CO₂地中貯留技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・CO₂発生源に近い沿岸域において、帯水層の持つ CO₂隔離性能及び貯留ポテンシャルの評価を実施するために、地下深部の帯水層に圧入された CO₂の挙動を予測するモデリング技術の開発等を行う。また、帯水層に圧入された CO₂の挙動がもたらす環境影響を評価するため、精密傾斜計による地表変形観測等の物理モニタリング技術及び水質・ガス等の地化学モニタリング技術の開発を行う。

《平成21年度計画》

- ・CO₂の圧入に事業化に当たっては、安全性の確保が重要な認可用件となることが予想されることから、安全性評価ならびにリスク評価に関する本格的な研究を開始する。評価に当たっては漏洩リスクの抽出とリスク

シナリオの策定および策定したシナリオにおける個別要素及びバックグラウンドの検討を行うこととする。また、シール層の安定性について岩石や模擬試料による実験により評価に対する基礎データを収集するとともに貯留層内の CO₂移動についても地化学的な観点から研究を進める。

- ・モニタリングについても、事業計画に事業終了後のモニタリング計画も記載することが予期されることから、長期的に安価なモニタリング技術の開発が必要とされている。CO₂圧入現場でのモニタリングについて情報を入手して可能性を検討するとともに、CO₂圧入試験が実施されている現場での現地実験や実験室での適応実験を進めて長期的なモニタリング手法について検討を行う。

また、我が国での圧入が沿岸域で行われる可能性が強いため、沿岸海底下でのモニタリング手法についても模擬土壌での可能性調査などにより開発を進める。電気・電磁探査法によるモニタリングについて、数値計算による感度解析、最適測定配置検討、分解能などの評価を行う。

- ・安全性評価もモニタリングも圧入地層や環境をシミュレーションすることにより実施が進むことから、シミュレーションの礎となるモデリング手法についても、モデルフィールドを対象としてより帯水層の連続性と水理定数の明確化など詳細なシール層と帯水層の区分を実施し、高精度水理構造モデリング手法の開発を行う。また、地層区分の手法に地下水流動や断層のモデリングなどを含めて CO₂地中貯留に対して標準的な手法の開発を進める。

2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

自然が本来持っている治癒力を利用して、人類の利用により疲弊した海洋環境を回復させることが求められている。そのため、沿岸域において、海水流動、水質などの調査手法の開発や環境負荷物質挙動の解明により、環境評価技術の高度化を図る。

2-(3)-① 沿岸域の環境評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・沿岸域の環境への産業活動や人間生活に起因する影響を評価するため、沿岸域における海水流動調査、水質・底質の調査及び生物調査の手法を開発するとともに、環境負荷物質の挙動をモニタリングする技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・瀬戸内海全域の流況場の再現精度を向上させるため、潮汐、河川流入、海面熱過程、風応力を考慮したモデルにより流況の季節変動の再現実験を行い、観測データと比較することでモデルのチューニングを行う。また、備讃瀬戸を対象とした水質モデルを開発し、栄養塩の動態等の再現を試みる。
- ・開発した超音波モニタリング手法により、現場海域に

における海藻分布と季節変化を明らかにする。引き続き海岸生物調査を継続し、種の変遷の要因を考察する。

- ・産業活動や人間活動に起因する影響が強い都市型閉鎖水域の水質悪化の要因である流動特性、貧酸素水塊、青潮などの解析・調査手法を開発するとともに、密度差を利用した貧酸素水塊の改善技術を開発する。
 - ・平野部土壌、河川水、地熱地帯の熱水、温泉沈殿物、鉱山周辺変質帯のヒ素データをまとめて、土壌・地質汚染評価基本図「青森地域」を完成する。
- ### 3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

低環境負荷型の化学産業を実現するため、長期的には枯渇資源である石油に依存したプロセスから脱却するとともに、短中期的には、既存プロセスの省エネルギー化や副生廃棄物の削減が必要である。前者については、バイオマスを原料とする化学製品の普及を図り、バイオマス由来の機能性を生かした化学製品の製造技術を開発する。後者については、特に資源の利用効率が高く副生廃棄物も多いファインケミカル製造プロセスの廃棄物低減と、今後の需要増が予想される水素等の製造プロセスの省エネルギー化が望まれる。このため、副生廃棄物を極小化するファインケミカルの化学反応システムと、気体分離膜による省エネルギー型気体製造プロセスを開発する。

3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスを原料とする化学製品は現状では高価であるため、製品の普及を目指すためにはコストに見合った機能性を付与すると同時に、製造コストを低減しなければならない。機能性の付与のために、生物由来原料の利点である生分解性等を最大限活用するとともに、石油由来材料に近い耐熱性を有する部材の製造技術を開発し、また、バイオマス由来の界面活性剤（バイオサーファクタント）を大量に製造する技術を開発する。製造コストの低減のために、成分を効率的に分離及び濃縮できる技術を開発するとともに、成分を目的産物に効率的に転換できる技術を開発する。

3-(1)-① バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・バイオマス原料から、融点200℃前後で加工温度230℃前後のエンジニアリングプラスチック及び融点130℃前後で軟化温度80℃以上の食品容器用プラスチック等、生分解性と耐熱性に優れた化学製品の製造技術を開発する。また、容器包装材料として普及しているPETフィルムと同等の酸素透過度500mL・25.4μm²/day/MPa以下を満たすフィルムを合成する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・グルタミン酸から γ-アミノ酪酸を大量に合成するシ

システムを開発し、実用化のために必要なバイオモノマーを供給できる体制を確立する。

- ・ポリアミド4の射出成形体やキャストフィルムの物性評価を行い、実用化のために必要な物性データの整理と不足する物性改善を行う。
- ・軟化温度80℃以上の材料の開発を目指し、アミド成分の多い材料の開発及び加工の検討を行う。バイオマス原料から合成可能な環状骨格をもつモノマーから得られるポリエステル力学特性改良のために、その共重合体の開発や複合化について検討を行う。クレール充填エポキシ樹脂フィルムの実用性能の向上、最適条件を検討する。
- ・バイオマス由来成分から効率的な高置換度セルロースアセテート混合エステル誘導体の合成法について検討し、その耐熱性等の向上を図る。

【中期計画（参考）】

- ・環境適合性を持つバイオサーファクタントの実用化を目的として、低コスト大量生産技術を開発するとともに、ナノデバイスなどの先端機能部材への適用を行う。《平成21年度計画》
- ・バイオサーファクタントの製造技術及び用途開拓の一層の高度化を図り、先端機能部材を始めとする幅広い技術分野での実用化を目指す。特に、微生物バイオ技術を駆使した総合的な取り組みにより、生産及び分離システムの効率化を図り、低コスト量産技術についての検討を進める。また、連携企業への技術移転等に取り組み、より多様な製品群への展開にも注力する。

【中期計画（参考）】

- ・バイオマスからアルコール、酢酸等の基礎化学品を製造するプロセスの効率化のため、生成産物等を高効率で分離するプロセス技術及び生成産物を機能部材に高効率で変換するプロセス技術を開発する。《平成21年度計画》
- ・耐酸性ゼオライト膜のモジュール化を目標に、設計指針、方法を確立する。150度の蒸気投下に耐えるモジュールを1種類以上作成する。このモジュールの処理量としては、水50 g/h 以上を目指す。高温条件下のバルブ等に用いられる耐熱パッキンを、ガスバリア膜と膨張黒鉛の複合化素材を用いて試作し、シール性の評価を行う。
- ・高透過流束を示すセラミックス基板シリカライト膜の作成法を検討する。さらにブタノール発酵液でのシリカライト膜性能の測定を行い、発酵副産物等の膜性能への影響把握とその低減法について検討する。
- ・エタノールを効率良くプロピレンに転換する触媒システム及び反応システムの開発として、触媒成型条件の影響や反応器スケールアップに関する問題点を抽出し、ベンチプロセス設計のための基礎データを取得する。

3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズの製造プロセスの環境負荷を低減するためには、副生廃棄物量が多い選択反応における廃棄物量の削減が必要である。このため、市場導入が有望視されている高付加価値エポキシ化合物の選択酸化反応については、重金属や塩素などの酸化剤を用いないことで、それらが廃棄物として排出されないプロセスを開発し、選択水素化等のその他の選択反応については、超臨界等の反応場を用いて反応効率を向上させることで、副生廃棄物を削減する技術を開発する。

3-(2)-① 環境負荷の小さい酸化剤を用いる反応技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・重金属酸化物の代わりに過酸化水素を酸化剤とする選択酸化反応技術として、転化率 50%、モノエポキシ化選択率90%、過酸化水素効率 80%以上で二官能性モノマーから非フェノール系エポキシ樹脂モノマーを合成する技術等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・二官能性モノマーからのエポキシ樹脂モノマーの合成において、転化率 50%、モノエポキシ化選択率90%、過酸化水素効率 80%以上を達成したので、さらに封止能力がより高いと予想される官能基を有するトリアジン骨格誘導体の三官能オレフィンについて、高選択的エポキシ化新規触媒開発を行う。高い封止能力を達成するために、エポキシ転化率80%及び選択率80%でエポキシ樹脂モノマーを合成する。

【中期計画（参考）】

- ・塩素の代わりに酸素と水素を用いる選択酸化反応技術として、基質転化率10%、エポキシ化選択率90%、水素利用効率50%以上でプロピレンからプロピレンオキシドを合成する技術等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・(平成20年度で終了)

3-(2)-② 反応効率を高めるプロセス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・有機溶媒に代えて超臨界流体場を利用して廃棄物を50%以上低減する選択的水素化反応プロセスを開発するとともに、協働型ハイブリッド触媒を用いて触媒効率を200%以上向上させる電池電解液製造プロセスを開発する。

《平成21年度計画》

- ・有機溶媒を利用したヘテロ芳香環の水素化反応により化粧品原料を製造する現行プロセスに超臨界水素化法を応用し、従来法で使用していた有害添加物の使用量や廃棄される副生成物を50%以上削減する触媒プロセスを開発する。
- ・高性能型電池電解液製造プロセスの開発において、協働型ハイブリッド触媒のハイブリッド効果をさらに高めることにより、従来触媒に比べ触媒効率を200%以

上向上させる。

【中期計画（参考）】

- ・マイクロリアクタ、マイクロ波及び複合機能膜等の反応場技術と触媒を組み合わせ、廃棄物生成量を50%以上低減するファインケミカルズの合成技術を開発する。《平成21年度計画》
 - ・開発した耐食型マイクロデバイス用いてナフタレン以外の有機物に対しても工業化レベルのニトロ化収率（80%以上）の達成を目指す。高温高压マイクロデバイスに関しては耐食型デバイスを用いて高速流通システムを開発する。
 - ・丸型断面を有するマイクロリアクターによって形成される安定なトルエン-水スラグ流を利用して、反応系の構築を行う。
 - ・重水、マイクロ波、触媒からなる複合反応場を利用して、残留農薬検査用試薬の合成を行う。
 - ・有機 EL 用イリジウム錯体の合成について、連携企業と共同研究を進め、緑色発光性錯体の反応条件の最適化とスケールアップの検討を行う。
 - ・不均一系触媒とマイクロ波照射を用いた炭素-炭素結合生成反応において、収率等の面で通常加熱法よりもすぐれた合成法を開発する。また、装置開発面から重合反応に適したマイクロ波加熱のプロセス革新について検討を行う。
 - ・ナノ空孔反応場の最適化や協奏的反応場の併用等により触媒効率をさらに向上させ、廃棄物生成量を25%以下にする半導体デバイスプロセス処理剤の製造技術を開発する。
 - ・イオン性液体を用いた二酸化炭素によるヒドロホルミル化反応において、開発した触媒系をファインケミカル合成を指向したより複雑な構造の原料に適用する。
 - ・含酸素硫黄複素環化合物を出発物質とした窒素-硫黄結合複素環化合物の新規製造法の開発と、ピスマス反応剤によるラジカル反応を利用した新規有機ピスマス化合物製造法を開発する。また、有機リン化合物の合成において、触媒の最適化によるクリーンな合成法の開発を行う。
- 3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発
- 今後の需要の増大が予想される水素と酸素を省エネルギーで製造する技術が求められている。そこで、省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するため、高純度の水素を効率よく分離できるパラジウム系膜の適用温度領域を拡大して幅広い用途に利用可能とするとともに、低コスト化を目指して非パラジウム系膜の開発を行う。また、省エネルギー型酸素製造プロセスの実現のために、空気から酸素を高効率で分離する膜を開発してその実用化に向けた技術開発を行う。
- 3-(3)-① 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・99.9%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。《平成21年度計画》
 - ・パラジウム-銀-金の三元合金による水素分離膜の大型化をはかり、企業と共同して改質ガスからの水素膜分離システムのプロトタイプモジュールを作製する。
 - ・非パラジウムアモルファス合金膜そのものが有する透過係数を調べ、本来の性能が発揮できない原因を明らかにする。その結果を基に、透過流速で4ml/cm²minの透過速度を有するアモルファス合金膜を開発する。
 - ・パラジウム自立薄膜を複数枚用いたオールメタル膜モジュールの基本特性並びに1000時間程度以上の長期耐久性試験を行い、改善要因を究明し解決するとともに、これら膜モジュールを組み込んだ出口水素量1Nm³/h級の高純度水素精製装置を試作する。
- #### 【中期計画（参考）】
- ・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率×酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。《平成21年度計画》
 - ・市販高分子膜の約2倍のプロダクト率の性能が得られている炭素膜を用いて、中空糸炭素膜の大型プロトタイプモジュールを作製する。並行して、膜モジュールの圧力耐性及び長期安定性などの検討を行い、実用化を目指す。また、膜モジュールを用いた空気分離試験を行い、シミュレーション結果と比較することにより最適な分離プロセスを構築する。
4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上
- CO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上のためには、再生可能エネルギーを大量に導入して化石エネルギーへの依存度を低下させるとともに、化石起源を含めたエネルギーの利用効率を向上させることが必須である。
- 再生可能エネルギーの多くが分散的なエネルギー源であること、また電力自由化により新たに導入される技術の多くも分散型であることから、今後は分散型システムの重要性が増すと予想される。このため、再生可能エネルギーの時間的・空間的変動と需要の調整を図るために、分散型エネルギーネットワークの効率的且つ安定な運用技術に関する研究開発を実施する。また、分散型エネルギーネットワークシステムの自立性とシステム効率を高めるために、再生可能エネルギー

の大量導入を実現する技術及びエネルギー利用効率の大幅な向上をもたらす個別技術を開発する。

4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。また、エネルギー源間の相互融通と需要及び供給の急激な変動を吸収するためのエネルギー輸送、貯蔵技術、事故時対策技術及び高いエネルギー密度を有する可搬型エネルギー源に関する研究開発を実施する。またセキュリティと容量の観点から、完全な自立システムの構築は困難なため、他システムおよび基幹電力系統との協調運用技術を開発する。

4-(1)-① 分散型エネルギー技術とエネルギーマネジメント技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・エネルギーネットワークにおいて不可欠な負荷平準化技術として、エネルギー貯蔵密度20Wh/L以上のキャパシタ及び事故時の過剰電流からシステムを守る低損失で高速応答の超電導限流器を開発するとともに、排熱利用技術として実用レベルの変換効率10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。さらに、将来性の高い新エネルギー技術の評価を行う。

《平成21年度計画》

- ・革新的な活物質材料開発をベースに平準化電源、プラグインハイブリッド電源や高出力機器電源への適応性検討を行う。高出力電源実現のための材料化学的基盤技術開発を進め、高性能蓄電メカニズムの解明と高性能電極材料の創成および民間企業への技術移転を推進する。
- ・独自方式高電界限流素子の更なる大電流容量化技術について、インダクタンスを介して並列接続する技術を中心に検討する。
- ・新型高出力因子材料を使ったセグメント型熱電素子を試作し、変換効率10%の熱電素子を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術、また基幹電力系統との協調運用のための技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・実負荷に対するエネルギー供給試験においては、継続的に計測される自然エネルギー出力や負荷のデータに基づいて想定した自然エネルギー、分散電源、貯蔵設備等の構成比が異なる複数のシステム条件に対して、提案する協調制御・運用法の適用を検討し、効果を評価する。同時に、系統周波数変動を緩和するための熱

負荷制御法に関する実機での検証、貯蔵装置を用いる需給バランス制御法に関する実験室レベルの検討等を行う。

4-(1)-② ユビキタスエネルギー技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・二次電池や燃料電池の飛躍的な性能向上をもたらす電極・電解質の材料関連技術を開発し、携帯情報機器等のユビキタスデバイスのエネルギー源として求められるエネルギー密度 600Wh/L以上の電源デバイスを実現する。

《平成21年度計画》

- ・高容量で長寿妙な合金系負極を開発して、安全性のたかい正極と組み合わせた次世代リチウムイオン電池を試作して、性能実証する。合わせて目標の600Wh/Lを実現する。正極については、鉄-マンガン系正極材料及び金属イオウ複化合物の高容量化に取り組む。リチウム金属負極、イオン液体電解質を組合せた二次電池について、リチウム金属 dendrite の生成の要因と抑制について検討する。
- ・アンモニアボラン加水分解用非貴金属触媒について、10回程度の繰り返し使用耐久性を確認し、水素発生システムに適用する。また、水素貯蔵量6.0wt%を超える新規高密度水素化物の探索のために、数百GPa-数GPaの高温高压水素雰囲気下でのマグネシウム系及びアルミニウム系水素貯蔵材料の合成を検討する。また、低温COシフト反応触媒について、1wt%レベルまでの白金使用量の低減につながるものが期待されるナノ粒子触媒技術の効果を明らかにする。
- ・産業廃棄物炉に実機搭載し、発電性能、耐久性を評価する。この分野での実用化を実現した後、ガス機器、ユビキタス応用など実用化分野を広げることを目指す。そのためには熱電変換材料の高変換効率化が不可欠である。平成21年度は前年までに開発しているナノ構造制御酸化物の素子化を目指す。

4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、高効率発電と熱供給が可能な燃料電池は重要なエネルギー源である。固体高分子形燃料電池の技術開発は近年急激な進展を見せているが、実用化のためには長寿命化と低コスト化が必要である。そこで、性能劣化現象の原因解明と対策技術の開発、低コスト化のための材料開発を行う。また、固体酸化物形燃料電池に関しては、実用化を図るために信頼性の向上技術及び性能を公正に評価する技術を開発するとともに、普及促進のための規格・標準化を推進する。

4-(2)-① 小型固体高分子形燃料電池の開発

【中期計画（参考）】

- ・定置型固体高分子形燃料電池の普及促進のため、実用化に必要な4万時間の耐久性の実現を目標として、短時間で性能劣化を効果的に評価する技術を開発すると

ともに、劣化の物理的機構を解明する。これに基づき、劣化の抑制と低コスト化のための材料開発及び構造の最適化を行う。

《平成21年度計画》

- PEFC の耐久性を高めるため、新規耐酸化性触媒担体調製法を改良することにより、より高い耐酸化性とカーボン系従来触媒（40%Pt/C）と同等の触媒活性の両立を目指す。触媒被毒物質であるCOを低電位で酸化できるアノード触媒の開発を行い、CO酸化電極触媒の過電圧をさらに減少させ、50mV以下でCOを電気化学的に酸化できる電極触媒の開発を目指す。
- 実時間での連続発電となる固体高分子形燃料電池の基準電池とこれまでに開発された劣化加速試験法の電位サイクル適用の劣化加速電池の両電池を比較し劣化加速係数を推定し、電池特性の低下と材料劣化と定量的関係からその妥当性を確認する。

4-(2)-② 固体高分子形燃料電池の本格普及のための基盤研究

【中期計画（参考）】

- 先端科学技術を利用して固体高分子形燃料電池の基幹要素材料である電解質及び電極触媒の性能の革新的向上に繋がる基盤情報を得て、革新材料の創製に繋げる。また、燃料電池の基本機能を担う各種構成部品材間の多様な界面における物質移動現象の機構を究明しその物理限界を突破する技術の開発に繋げる。

《平成21年度計画》

- 固体高分子形燃料電池内で起きている重要な現象を先端科学的手法から追跡し、反応ならびに物質移動のメカニズムを詳細に解析する。その成果を直ちに実際のエンジニアリングの世界に活用できるような内容として発信を行う。さらに、国際的な研究交流促進のためにワークショップ・セミナーを開催する。
- 時間分解表面増強ラマン計測法を確立し、触媒表面での電気化学反応の機構解明を試みる。また、メソ孔を有するモデル担体などを用いた触媒層構築を試みるとともに、メソ孔内部に優先的に触媒を閉じこめる技術を開発する。さらに、助触媒・担体との強い相互作用を利用した触媒の検討などを深化させる。
- モデル電解質材料を用いて、物質移動現象と高次構造の関係性について明らかにし、高温・低加湿で優れた特性を有する電解質材料の開発指針検討を促進する。また、化学的・機械的劣化要因を特定するための評価技術を確認する。
- ガス拡散層の温湿度制御下における物質・熱移動について解析するとともに、100℃超での移動特性を明らかにする。さらにガス拡散層に触媒層を塗布した拡散媒体集合体について物質・熱移動現象を解析し、シミュレーションによるモデル計算と比較検討を行う。

4-(2)-③ 固体酸化物形燃料電池の開発

【中期計画（参考）】

- 固体酸化物形燃料電池（SOFC）の早期商用化を目指して、液体燃料やジメチルエーテル（DME）などの多様な燃料の利用を可能にする技術及び10万時間程度の長期寿命予測技術を開発する。また、普及を促進するために、実用サイズのセル及び1~100kW級システムを対象とした、不確かさ1%程度の効率測定を含む性能評価技術を確認するとともに、規格・標準化に必要な技術を開発する。さらに、SOFCから排出されるCO₂の回収及び固定に関する基盤技術を開発する。

《平成21年度計画》

- SOFCの耐久性・信頼性向上技術、寿命予測技術の開発を目指し、実機レベルのスタック・モジュールの長期耐久試験を継続すると共にその劣化要因を解明し、対策を検討する。10万時間程度の長期寿命予測技術を開発すると共に、不純物濃度データの蓄積と、劣化機構解明のための基礎データの集積をおこない、共通基盤化する。
- SOFC単位セルアッセンブリーの発電性能測定についてセル形状等が測定に与える影響について調査するとともに得られた研究結果、関連技術動向調査から規格原案の作成を行う。SOFCから排出されるCO₂の回収及び固定に関する基盤技術開発については分散型システムにも適用が可能でかつ低コストが期待できる貯留技術のコンセプトを構築する。

4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、資源制約のない再生可能エネルギーである太陽光発電は極めて重要である。太陽光発電の大量導入を実現するためには低コスト化が最大の課題であり、発電効率／（製造コスト+実装コスト）を大幅に向上させる必要がある。このため、シリコン系太陽電池については発電効率の向上を図るとともに、製造コストの低減につながる技術を開発する。また、高効率化もしくは低コスト化の点で有望な非シリコン系太陽電池の技術開発を行う。さらに、大量導入を促進するために、生産規模拡大を支える性能評価技術を確認する。

4-(3)-① 太陽光発電の高効率化と大量導入支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- 異なるバンドギャップを有する薄膜を組み合わせる積層デバイス技術を開発し、効率15%を達成する。またシリコンの使用量を低減するために、厚さ50μmの基板を用いる極薄太陽電池の製造技術を開発し、効率20%を実現する。

《平成21年度計画》

- 3接合型太陽電池の最適化を図り、中期目標に向けた研究を加速する。2mのマイクロ波プラズマ源を用い、製膜速度2.5nm/s以上、膜厚不均一性10%以下の条件

において得られた微結晶シリコン膜中の不純物濃度を1018cm⁻³台まで低減し高品質化を図る。

- ・薄型結晶シリコン太陽電池の作成プロセスの高度化を図り、第2期中間目標達成である変換効率20%を実現する。
- ・フレキシブル基材を用いたアモルファスシリコン太陽電池の長寿命化・信頼性向上のため、使用する基材のバリア性能を向上させるとともに、加速劣化試験等により太陽電池に適した基材を選別する。

【中期計画（参考）】

- ・出力の高電圧化によりシステム効率を高める化合物系太陽電池技術を開発して理論限界に近い効率19%を達成する。また印刷プロセス等の簡易な製造方法の導入により低価格化が期待できる有機材料等の新材料太陽電池を開発する。

《平成21年度計画》

- ・小面積の CIGS 太陽電池において、変換効率19%以上を実現するための技術を開発する。また、10cm 角集積型 CIGS サブモジュールの性能を向上し、変換効率16%以上を実現するための技術開発を行う。
- ・有機半導体材料の探索と最適化、および新構造セルの改良を行い、変換効率と耐久性の向上を目指す。また、有機薄膜太陽電池のモジュール実現に必要な大面積化、高効率化のための要素技術の確立を行う。

【中期計画（参考）】

- ・大量導入の基盤となる工業標準化のため、新型太陽電池の研究開発の進展に応じて、太陽光スペクトル、温度及び時間特性等を考慮した高度な性能・信頼性評価技術を開発し、基準セル・モジュールを製造メーカー等に供給する。

《平成21年度計画》

- ・新型太陽電池の研究開発の進展に応じた新型太陽電池評価技術の開発を行い、スペクトル、温度及び時間特性等を考慮した高度な性能評価技術を確立すると共に、評価の基本となる基準セルを供給実施し、基準モジュール供給体制整備を完了する。100GW レベルの大量導入のための技術的基盤となる発電量推定・予測技術および評価診断解析・最適化設計技術を開発すると共に、30年以上の長期信頼性評価のための新加速試験法を開発する。

4-(3)-② 革新的太陽エネルギー利用技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・低コストな太陽電池として期待される色素増感太陽電池について、増感色素、半導体電極及び電解液などの改良による高性能化を図り、2010年に変換効率12%を実現し、2020年の目標である変換効率15%を目指す。

《平成21年度計画》

- ・高性能色素の開発を行うとともに、飛躍的な効率向上が期待できるタンデム構造色素増感太陽電池の要素技術として、電極、電解質、透明対極の改良を行う。特

に、近赤外光を利用できる色素、電極等について開発を行い、2010年に変換効率12%の実現を目指す。

4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高めるためには、再生可能エネルギー供給と需要の時間的・空間的な不整合を補完するエネルギー技術が不可欠であり、燃料電池等の分散電源や化石エネルギーの高効率利用技術をシステムに組み込む必要がある。特に、燃料電池等による水素エネルギー利用を促進するために、高効率な水素製造技術及び水素貯蔵技術を開発する。また、当面の一次エネルギー供給の主役として期待される化石起源の燃料を有効に利用するとともに、使用時の CO₂発生量を低減させるため、燃料の低炭素化技術、各種転換プロセスの高効率化技術及び硫黄分や灰分を極小化したクリーン燃料の製造・利用技術を開発する。

4-(4)-① 水素製造及び貯蔵技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・燃料電池自動車用タンクに必要とされる貯蔵密度5.5重量%を目標とした水素貯蔵材料を開発する。

《平成21年度計画》

- ・X線および中性子回折法、陽電子消滅法、TEM法などを用いて産総研で創製した材料の評価・解析を行い、水素吸蔵・放出特性と構造との相関を見出す。高圧ハイブリッドタンクに適した Ti-V-Mn 系合金の開発を継続して進める。

【中期計画（参考）】

- ・CO₂排出が無い高効率な水素製造法として、固体酸化物を用いた高温水蒸気（700～850℃）の電解技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・動作温度800℃以下、最大水素発生量500sccm 程度の電解セル・スタックを試作しその性能を解析評価して、実システムの性能を予測するとともに、試験したセルの解体調査等を実施し、本格開発時の技術課題を明確化する。

【中期計画（参考）】

- ・水を直接分解して水素を製造する光触媒・光電極プロセスの効率向上に向けた光電気化学反応に関する基盤技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・水素製造用光触媒の研究において、自動半導体探索システムを用いてこれまでに見出した電荷分離効率の高い新規半導体材料に関して、光触媒や光電極としての応用および最適化を試みる。光触媒一電解ハイブリッドシステムについては、最適化する光触媒および助触媒の種類や担持手法をさらに改良し、量子収率の向上および可視光利用範囲の拡大を試みる。

【中期計画（参考）】

- ・水素貯蔵材料及び高圧水素等の爆発に対する安全データの整備を行うとともに、安全確保技術の開発を行い、安全関連法規類の制定・改正に資する。

《平成21年度計画》

- ・(平成18年度までに終了)

4-(4)-② メタンハイドレート資源技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレート資源の有効利用のため、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行う。

《平成21年度計画》

- ・これまでに取得した海底堆積物のメタン生成活性に関する情報を総括し、前弧海盆地におけるメタン生成速度の深度分布を評価するとともに、その結果をメタンハイドレート形成モデルに導入し、数値計算によってモデルの有効性を検証する。
- ・南海トラフのハイドレート分布域の地質構造、熱的構造と構造発達史を明らかにし、燃料資源ポテンシャル評価のための情報として地質構造・地史を復元する。直江津沖では、海底表層部のハイドレートの地質特性を考慮した資源ポテンシャル評価手法を検討し評価を試みる。

【中期計画（参考）】

- ・採取プロセスを室内で再現する実験技術を開発するとともに、出砂率評価法、水生産率評価法及び圧密・浸透率同時解析法等の生産挙動を評価する新たな基盤技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・メタンハイドレート貯留層の浸透率を解析する新たな浸透率評価法、生産障害現象のモデル化など生産挙動を評価する新たな基盤技術を開発し、これまで開発したメタンハイドレート資源の「原位置条件における基礎物性・分解特性解析技術基盤」を完成し、「メタンハイドレート貯留層特性・生産特性評価基盤技術集」としてまとめる。
- ・減圧生産における出砂、メタンハイドレート再生成、スキン形成および細粒砂蓄積による生産障害について、それらの生産挙動をモデル化し、「メタンハイドレート資源生産挙動解析基盤技術集」としてまとめる。
- ・コア試験から実フィールドにおける産出試験へのスケールアップを行うため、室内産出試験設備の有効性について検討し、必要によりその基本設計を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレートの分解・採取手法について、温度・圧力条件が生産速度や回収率等に与える効果を評価するとともに、生産予測のためのシミュレーションソフトウェアを開発する。

《平成21年度計画》

- ・第2回第2冬陸上産出試験の結果検証を進め、信頼性の高いメタンハイドレート資源開発専用の生産シミュレ

ータおよび地層圧密変形シミュレータを完成させる。また、これらのシミュレータを用いて、今後実施する陸上産出試験や海洋産出試験の生産条件と生産性および地層変形について感度分析を行い、その安定生産性について事前評価する。

- ・構築した3次元貯留層モデルを使用して、海洋産出試験における高速に生産性・生産挙動を評価するシミュレーション最適条件を開発する。

- ・地層変形解析において、塑性変形解析を高速で演算可能な構成式を開発し、現場試験予定地域における貯留層内の変形や応力分布について評価する。

【中期計画（参考）】

- ・液化天然ガス輸送に比較し10%近い省エネルギー化が見込める、ガスハイドレートの高密度ガス包蔵性及びガス選択性を利用した新たな輸送方法の基盤技術を開発するため、ガスハイドレート結晶におけるガス貯蔵密度の増大及びガス分離効率の増大等のメカニズムを解明し、これを制御する技術を開発する。また、ガスハイドレートの生成・分解機構を解明し、低圧化での生成技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・『ガスハイドレート産業技術創出イノベーション』の参加企業・大学との共同研究によって、ガスハイドレートによる天然ガス貯蔵の実証研究を行い、液化天然ガスによる貯蔵との比較検討により、その省エネルギー技術としての評価を行う。

4-(4)-③ クリーン燃料製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・従来の1200～1500℃より低温の500～700℃で炭化水素から水素を製造する技術を開発し、CO₂回収エネルギーを含めた転換効率を従来の65%から75%以上へ向上させる。またガソリンから水素製造を行うための長寿命、低温改質触媒を開発する。

《平成21年度計画》

- ・(平成20年度で終了)

【中期計画（参考）】

- ・石炭火力発電システムの課題である灰処理設備を不要化できる無灰炭を、従来不可能であった低品位炭から製造する技術を開発する。特に多くの炭種に対応できる溶剤抽出技術について、抽出率を向上させる技術の開発を行い、経済性効果とCO₂排出削減効果が顕在化する60%以上の抽出率を達成する。

《平成21年度計画》

- ・低品位炭から製造した無灰炭の構造と性状を調べ、抽出条件の違いによる低品位炭の改質効果を明らかにする。その性状に応じた最適な用途技術についてまとめる。

- ・非微粘結炭50%以上の低品質配合条件において、原料炭代替として無灰炭を添加することにより、既存のコークス強度および反応性を上回る製造条件と配合条件

を探索する。

- ・半連続式触媒装置を用いた無灰炭の水蒸気ガス化試験により、水素と二酸化炭素の収率が併せて98%以上となる連続運転での反応条件を決定する。

【中期計画（参考）】

- ・未利用重質油から軽質油を製造する効率を、従来の80%から90%以上に向上させる製造プロセスを開発する。

《平成21年度計画》

- ・触媒の改良と分解温度の最適化検討により、オイルサンドピッチューメンから90%以上の効率で軽質留分を回収することを実現する。

【中期計画（参考）】

- ・石油系輸送用燃料の硫黄濃度を、今後施行される規制値10ppm以下に低減する触媒技術の実用化開発を行うと共に、さらに進んだ1ppm以下に低減するゼロサルファー化や低アロマ化のための触媒技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・軽油の超低硫黄化用脱硫触媒（S<10ppm）の製品化と製油所における実用化を目指す。軽油のS<1ppm化では、軽油一段処理用の脱硫触媒技術と、低アロマ性の燃料製造も可能にする二段処理用の触媒組み合わせ技術を構築する。更に、燃料油の低アロマ化用に開発した触媒技術のバイオ燃料製造への展開も図る。

4-(4)-④ クリーン燃料利用技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・石油代替燃料であるジメチルエーテル（DME）を利用して公道走行が可能な自動車を10台規模で製作し、自治体を中心としたフリート走行試験により普及に向けた実証を進める。また、天然ガス液状化油（GTL）を燃料とするエンジンについて、排気ガスデータ等の特性を取得し、更なる低公害化のための燃料組成の指針を定め、市場への導入普及を進める。さらに、バイオディーゼル燃料（BDF）の軽油に関する品質確保法の改正に資するデータの取得・提供を行う。

《平成21年度計画》

- ・ジメチルエーテル（DME）燃料の標準化に向け、DME燃料中の不純物や添加剤がエンジンデバイスの部材の摩耗や耐久性に及ぼす影響を評価する。ISO当該委員会の議論に参加していく。
- ・ジメチルエーテル（DME）の普及に向けて、小型DMEトラックの走行試験を継続し、耐久性評価等の実証をすすめる。
- ・新潟や栃木、神奈川等、地域におけるDME燃料利用促進及び実証試験に関する取り組みに協力し、ジメチルエーテル（DME）燃料利用に関する各種実証研究開発を行う。
- ・バイオマス由来の新燃料について、製造、利用、普及の観点から現状および将来展望を調査する。また、東

アジアサミットのバイオ燃料の規格化推進に対して、流通に関わる技術や市場における品質管理方法をワーキンググループの実施や調査・研究等によりまとめる。

- ・産業用エンジンに高圧噴射が可能な蓄圧式燃料噴射系を装備し、国内軽油及び高濃度バイオディーゼル燃料（パーム油メチルエステル）の排出ガス特性を把握する。

【中期計画（参考）】

- ・新長期規制後に導入が見込まれる新たなディーゼル車排ガス規制に対応したエンジン燃焼技術を開発するとともに、窒素酸化物及び粒子状物質を除去するための触媒システムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・単気筒試験エンジンにおいて、過渡運転時の燃焼改良策（内部EGR、過給等）を検討する。（EGR：排ガス再循環。排ガスの一部を吸気に戻しエンジン燃焼温度低減による窒素酸化物（NOx）排出量の低減を目的とする手法）
- ・規制強化が予定されているディーゼル特殊自動車排出ガス浄化のための後処理触媒技術として、軽油等の燃料を還元剤とするNO選択還元触媒の検討を行う。
- ・規制強化が予定されているディーゼル特殊自動車向けのディーゼルパーティキュレートフィルタ（DPF）機能を兼ね備えた熱回収型コンバータの検討を行う。

5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

CO₂排出の大半が化石エネルギー起源であることから、地球温暖化を防止する上では再生可能エネルギーの大量導入により、化石エネルギーへの依存度を低下させることが必須である。こうしたなかで、バイオマスのエネルギー利用は京都議定書上CO₂排出量がゼロと評価されていることから、その積極的導入が求められている。このため、国内の木質系バイオマスを高効率でエネルギー転換する技術を開発するとともに、バイオマスの市場導入を促進するために必要となる多種多様なバイオマス種に最適な利用システム構築のための評価技術を開発する。

5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

CO₂固定能の高い木質系バイオマスのエネルギー利用においては、先行している直接燃焼による発電や熱利用では規模が小さいため熱効率が低く、バイオマスが有する化学エネルギーを有効に利用できない。そこで木質系バイオマスを付加価値の高い化学エネルギーである液体燃料等に転換するため、高効率かつ低環境負荷を実現するガス化技術、発酵技術及び液体燃料製造技術を開発する。

5-(1)-① 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・製材あるいは間伐材等の木質系バイオマスで95%以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90%以上のガス化率で、合成ガス（一酸化炭素＋水素等）を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるサルファーフリーの合成ガスから軽油等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・パーム空房（EFB）を前処理することで、副生成物発生量削減及びガス化率向上（90%以上）を試みる。同時にフィッシャートロプシュ（FT）合成に適した組成ガス生成条件を明らかにする。
- ・脱硫剤を実際のガス化実験に利用した一貫した実験を行う。
- ・脱硫剤を実際のガス化実験に利用することで、ガス化-脱硫-メタン改質の一貫した実験を行う。
- ・フィッシャートロプシュ（FT）反应用ルテニウム系触媒について、シリカ系担体の可能性と、FT 触媒と水素化分解触媒を用いる2段法の可能性を固定床により検討する。また、ルテニウム系触媒による FT 反応について最適触媒と反応条件を提案する。

【中期計画（参考）】

- ・含水率の高い生ごみ等の廃棄物系バイオマスから水素とメタンを得る発酵技術において、微生物の担体保持方法や配合調整法等の開発を行い、エネルギー回収率が実用化レベルである55%以上の発酵プロセスを開発する。

《平成21年度計画》

- ・（平成19年度で終了）

5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

多種多様なバイオマス資源の利用を推進し、市場導入を促進するために、バイオマスの賦存状況や材料特性に関するデータベースを構築するとともに、バイオマス利用統合プロセスシミュレーション技術を開発する。

5-(2)-① バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

《平成21年度計画》

- ・実証試験を通して、システムシミュレーションの精緻化を行う。また、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースの構築を進めるとともに、経済性、環境性だけでなく社会性の評価軸で

の分析に着手する。

6. 省エネルギー技術開発による CO₂排出の抑制

CO₂排出の大半がエネルギー起源であることから、CO₂排出量の削減のために各需要部門における省エネルギー技術の開発が強く求められている。このため、民生部門では、種々のパワーエレクトロニクス機器の電力損失を大幅に低減できる省電力型パワーデバイス技術、分散型エネルギーネットワークの高効率運用によりエネルギー使用を最適化する技術、住環境を快適に保ちつつ省エネルギーを図る建築部材の開発及び電子機器の省電力技術を開発する。産業部門では、省エネルギー化学プロセス及び省エネルギー型環境浄化技術を開発する。運輸部門では、輸送機器の軽量化による省エネルギー技術を開発する。

6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

エネルギー消費が電力の形で使用される割合が益々増加していることから、多くの場所で電力変換器に使用されているパワーエレクトロニクス機器の低損失化が不可欠である。現状のパワー素子では、シリコンの半導体特性から損失の低減には限界がある。このため、物理特性から大幅な低損失化が見込める、炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いた省電力型パワーデバイスの基盤技術を開発する。

6-(1)-① 省電力型パワーデバイスの開発

【中期計画（参考）】

- ・炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いたパワーデバイスに関して、これまでに開発した世界最高水準の素子技術を発展させ、現状のシリコンを用いた素子に比べて損失を1/3に低減した電力変換器のプロトタイプを開発する。

《平成21年度計画》

- ・大電流容量と高信頼性が得られる高品質炭化ケイ素（SiC）ウェハーと最高レベルの SiC 素子化技術を用いて、現状のシリコン（Si）素子を用いたものに比べて損失1/3の電力変換器性能を実証する。

6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

産業部門のエネルギー消費の約30%を占める化学産業の省エネルギー化は CO₂排出削減に大きな効果が期待される。このため、各種化学プロセスの省エネルギー化を実現するとともに、環境浄化やリサイクルなどの静脈産業における省エネルギー化を実現する。化学プロセスの省エネルギー化については、高効率な熱交換技術、蒸留技術、熱利用技術及び漂白技術を開発する。また、環境浄化及びリサイクルについては、投入エネルギーの低減を図るため、高効率大気浄化技術及び省エネルギー型の水処理技術を開発するとともに、金属の回収及び高純度化再生の省エネルギー化技術を開発する。

6-(2)-① 産業部門消費エネルギー低減のための化学技

術の開発

【中期計画（参考）】

- 産業用空調機器の消費エネルギー低減のため、水蒸気脱着温度を従来の100℃以上から50℃程度に引き下げることができることを可能とするデシカント空調機用ナノポア材料を量産する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- （平成18年度までに終了）

【中期計画（参考）】

- 省エネルギー型蒸留プロセスのために、従来比30%以上の消費エネルギー削減が可能な内部熱交換式蒸留塔（HIDiC）を実用化する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- HIDiC（内部熱交換式蒸留塔）パイロットプラントの技術及び実績に基づく新規プラントの調査研究を、ユーザー企業及びメーカー企業と共に実施する。

【中期計画（参考）】

- 物質生産とエネルギー変換を同時に行うコプロダクション技術を導入した高効率な化学製造プロセスを解析・評価するソフトウェアを開発する。

《平成21年度計画》

- コプロダクションシステム評価ソフトウェアの商用化に向けたさらなる機能強化を行い、実際の問題に適用する。また、大規模実プロセスへの適用、非線形大域最適化、多目的最適化への対応等を検討する。

【中期計画（参考）】

- 漂白プロセスの消費エネルギーを20%以上低減できる綿布の光漂白技術を開発するとともに、他の材質の布及びパルプ等に適用範囲を拡大する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- 混紡より分離したセルロースの有効利用法について検討する。

6-(2)-② 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発（IV. 3-(3)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- 99.9%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

《平成21年度計画》

- パラジウム-銀-金の三元合金による水素分離膜の大型化をはかり、企業と共同して改質ガスからの水素膜分離システムのプロトタイプモジュールを作製する。
- 非パラジウムアモルファス合金膜そのものが有する透過係数を調べ、本来の性能が発揮できない原因を明らかにする。その結果を基に、透過流速で4ml/cm²minの透過速度を有するアモルファス合金膜を開発する。

- パラジウム自立薄膜を複数枚用いたオールメタル膜モジュールの基本特性並びに1000時間程度以上の長期耐久性試験を行い、改善要因を究明し解決するとともに、これら膜モジュールを組み込んだ出口水素量1Nm³/h級の高純度水素精製装置を試作する。

【中期計画（参考）】

- 空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率X酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

《平成21年度計画》

- 中空糸炭素膜の大型プロトタイプモジュールを作製する。並行して、膜モジュールの圧力耐性及び長期安定性などの検討を行い、実用化を目指す。また、膜モジュールを用いた空気分離試験を行い、シミュレーション結果と比較することにより最適な分離プロセスを構築する。

6-(2)-③ 環境汚染物質処理技術の開発（IV. 1-(4)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- 揮発性有機化合物（VOC）の小規模発生源を対象とし、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100ppm濃度のVOCの分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性のVOCを吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成21年度計画》

- オゾン分解触媒の開発に関しては、新規触媒の探索を行うと同時に、その活用法についても検討を行う。プラズマ法では、プラズマ下での触媒表面の挙動を解明し、電力効率の目標値達成を目指す。吸着回収では通電加熱方式や高周波誘導加熱方式の実装置化のための共同研究を実施するとともに、真空スイング吸着回収装置プロトタイプの完成をめざす。

【中期計画（参考）】

- 水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40%の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成21年度計画》

- オゾン分解併用型生物処理法の普及では、普及先のベトナム染色工場でのオゾン処理と生物処理の2m³/d規模の連続装置での現場試験の結果を踏まえ、当該工場以外の現場廃水への応用性を検討する。有機化合物で汚染された水を浄化する実験室レベルの連続処理プロセスを組み立て、性能を評価する。

6-(2)-④ 都市域における分散型リサイクル技術の開発（IV. 1-(4)-②を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50%以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・携帯電話等のプリント基板から取り外した部品、コネクタ等を対象とした粉碎時におけるレアメタル、貴金属類の挙動と最適粉碎条件を明らかにし、物理的選別手段による一次濃縮を実現する上で最適な選別プロセスを構築するための指針を確立する。また、多成分同時分離技術開発では、僅かな比重差での分離を達成させるため、粒子を放出するノズルの改良を行うとともに、改良装置の比重分離限界を明らかにする。
- ・アミド含有3級アミンによるロジウム抽出機構を調べ、抽出率および他の貴金属からの分離性向上を図る。連続運転に適した簡易型プロセスについて、再生金属の純度を従来よりも1桁向上させ、かつ50%以上の省エネルギー化が可能な操作条件を見出す。希土類回収の新プロセスについて、試作装置を用いて分離性を評価する。
- ・プラスチック系廃棄物について、開発開始時の20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成する。アルミ箔複合フィルムから樹脂成分の分離システムの開発を行う。また、各種資源化手法について、経済性や環境負荷の評価基準を検討する。エポキシ樹脂中の臭素系難燃剤を温和な条件下で分離抽出するための装置を試作する。また、エポキシ樹脂をバイオマスから製造したタールに可溶化するための最適運転条件を検討する。さらにバイオマスあるいはプラスチックを直接溶融塩共存下で水蒸気と反応させ、反応条件と生成物組成との関係を明らかにする。
- ・分散型リサイクルシステムの”見える化”の一環として、茨城県との協力のもとで提案している”茨城モデル”における適切な技術・システムの社会受容性評価を具体化し、推進していく。また、関西地区、北九州地区での取り組みについても、昨年度の成果を発展させ、より高度な循環型社会構築に向けた分散型リサイクルシステムの具体像を作成する。
- ・希土類磁石リサイクルに関し、選択酸浸出における溶解機構を明らかにし、また溶媒抽出法におけるモデル化を行う。蛍光体リサイクル・再利用のための処理方法に関して、廃蛍光体の再生処理後の輝度値等の評価を、新品または新品との種々の混合比状態とで比較して行い、再利用性について調査する。

- 6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)を一部再掲)

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立

性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。

- 6-(3)-① 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・排熱利用技術として実用レベルの変換効率10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。

《平成21年度計画》

- ・新型高出力因子材料を使ったセグメント型熱電素子を試作し、変換効率10%の熱電素子を開発する。新材料の候補として高い熱電特性が期待できる鉄系層状物質の開発を行う。ナノ空間を利用することで、硫化物熱電材料の性能を向上させる。薄膜材料に関して、デバイスを試作して性能を評価する。

【中期計画 (参考)】

- ・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・実負荷に対するエネルギー供給試験で継続的に計測される自然エネルギー出力や負荷のデータに基づいて想定した、自然エネルギー、分散電源、貯蔵設備等の構成比が異なる複数のシステム条件にたいして、提案する協調制御・運用法の適用を検討し、効果を評価する。同時に、系統周波数変動を緩和するための熱負荷制御法に関する実機での検証、貯蔵装置を用いる需給バランス制御法に関する実験室レベルの検討等を行う。

- 6-(4) 輸送機器及び住居から発生する CO₂の削減のための機能部材の開発 (III. 3を再掲)

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からの CO₂排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発しエンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

- 6-(4)-① 耐熱性軽量合金の開発 (III. 3-(1)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鋳造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鋳造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・新開発 Mg 合金の耐熱性をより高めるための凝固組織制御を行い、200℃での耐熱強度が既存の耐熱 Al 合金 (AC8A) に匹敵する合金の開発を行う。また、耐熱 Mg 合金の高度に組織制御された高品位ビレットを製造するための連続鋳造技術を開発する。さらに、耐熱 Mg 合金の高品質部材化を達成するセミソリッドプロセス技術を確立する。
- 6-(4)-② 高加工性軽量合金素形材の開発 (III. 3-(2)-①を再掲)
- 【中期計画 (参考)】
- ・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鋳造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。
- 《平成21年度計画》
- ・耐熱 Mg 合金の高度に組織制御された高品位ビレットを製造するための連続鋳造技術を開発する。冷間成形性に優れた Mg 合金圧延材の開発、及び高温圧延が Mg 合金の集合組織形成に及ぼす影響について調査を行い、高強度化、低コスト化を目指す。高信頼性 Mg 合金鍛造部材創製のための最適プロセス条件を探索する。摩擦攪拌異種接合において接合強度を向上させる技術を開発する。新規の TIG 溶接用溶加材を開発し、溶接継手効率の向上を目指す。汎用 Mg 合金 (AZ31) 用 Si 含有ダイヤモンド状炭素 (DLC) 膜の耐食性の向上被膜作製条件を確立する。
- 6-(4)-③ 省エネルギー型建築部材の開発 (III. 3-(3)-①を再掲)
- 【中期計画 (参考)】
- ・建築物の空調エネルギーを10%削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミック壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。
- 《平成21年度計画》
- ・調光ミラー窓ガラスについては、省エネルギー性能を更に高める技術の検討を行う。サーモクロミックガラスについては、安価大面積成膜技術の確立を目指す。木質材料では、引き続き温度、含水率の変化速度が物性に及ぼす影響を調査し、得られた知見を薬液含浸や圧縮変形理論に反映させ、木製サッシ普及に必要な物性及び信頼性の基礎データを蓄積する。調湿材料系では、開発新規吸着材等の調湿材料への部材化を検討し、その省エネルギー性能等の評価を行う。廃棄物リサイクル保水建材では、実証試験と実用化試験を継続するとともに、部材の高性能化を図る。
 - ・蛍光ガラスを利用した平面光源について、実用化デバイス開発への連携先を見出す。蓄光材料については、組成探索を行うとともに、従来型の蓄光材料とガラスの複合化手法を含めて今後必要となる開発要素を明らかにする。
- 6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発 (II. 2-(3)を一部再掲)
- モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術の研究開発を行う。
- 6-(5)-① 低消費電力システムデバイス技術の開発 (II. 2-(3)-②を再掲)
- 【中期計画 (参考)】
- ・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。
- 《平成21年度計画》
- ・小規模版の動作検証の後に、改良版 Flex Power FPGA 試作チップの大規模版を開発し、並行して開発する専用配置配線プログラムとの連携により実用動作を実証するとともに、3次元構造への拡張を検討する。モジュール化機能を活用し、XMOS デバイスモデルの実用性をダブルゲートトランジスタの国際標準コンパクトモデルと同程度に高める。
 - ・大容量不揮発メモリ・スピン RAM の実現を目指して、垂直磁化磁気トンネル接合 (MTJ) 素子のさらなる高性能化を実現する。高スピン偏極率を持つ界面偏極材料を用いることにより、垂直磁化 MTJ 素子において高磁気抵抗 (MR) 比を実現する。また、MgO-TMR 素子のマイクロ波発振の物理機構を解明し、Q 値の向上と発振周波数制御を目指す。さらに、MgO-TMR 素子を用いて負性抵抗機能や電力増幅機能などの新機能を実証する。
 - ・FeFET 微細化のため自己整合ゲート技術の開発を行う。適切な加工方法、側壁材料を選択し、エッチング角80度以上を目指す。不揮発論理回路では、順序回路の主役であるフリップフロップを作製し、不揮発性能を評価する。FeFET による NAND フラッシュメモリの研究を進め、1k ビット以上のアレイを試作し、その動作を評価する。
 - ・全金属自己検出型プローブ顕微鏡による不純物分布計測等の計測解析技術の開発に関しては、最終開発年度として、最終目標空間分解能 (約2nm) の達成を目指す

すとともに、定量マッピング手法等の重点項目の開発を実施する。また、既開発分の評価計測技術の実評価への適用については、平成20年度と同様に実施し、産総研内外の研究開発推進に寄与する。

- ・次世代半導体集積回路の作製技術高度化を目指し、極微細 X MOS 作製プロセスの構築と、特性ばらつきに関する知見集積を行う。また、大規模フレキシブルパスゲート SRAM (Flex-PG-SRAM) セル群の試作を行い、特性ばらつきの統計評価により、当該 SRAM の優位性を明確化する。さらに、シミュレーション技術を用いて、周辺回路も含めた Flex-PG-SRAM 回路性能の検討も行う。

V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

計測評価技術は、研究開発、産業活動といった技術を用いた諸活動を行う上での社会の基盤であり、優れた計測・評価技術なくして技術に関連する活動の円滑な実施は行い得ない。こうした認識に則り、(1) 先端的な計測・分析機器や計測評価方法の開発と社会での導入実施に不可欠となる標準化や標準試料の提供、(2) 産業技術の基盤となるデータベースや社会の安全・安心に関するデータベースの構築を行う。これにより、産業振興を牽引する新たな知見の獲得や産業技術の信頼性向上につながる共通の基盤技術としての計測評価技術を提供する。

1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

様々な顕微鏡の開発によりナノテクノロジー等の新たな技術分野が生まれたように、先端的な計測・分析機器は広汎な技術、産業分野に展開できる基盤的特性を有している。こうした基盤の構築を行うとの観点から、産業分野を先導する先端的な計測・分析機器の開発と産業技術の信頼性を向上させる評価解析技術の開発を行う。また、新技術や新製品が国内外の市場を確保するためには、機能の優位性や製品の安全性、信頼性が技術的に確保されていることが必要であることから、製品の機能や特性等を評価する計測技術を開発し、試験評価方法の形で提供するとともにその標準化に貢献する。

1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

ナノテクノロジー等における先端的な計測・分析機器の開発においては、ナノメートル領域の物質や欠陥等を高感度かつ高精度に検出する技術や物質の挙動を可視化する技術の開発が必要とされている。そのために、①反応性の高い状態にある原子・分子やイオンを用いた新たなツールを開発してナノメートル領域の計測や分析を可能にする技術、②新たな光・量子源の開発や高輝度化・マイクロビーム化により局所領域の物質の挙動を可視化する技術等の開発を行う。さらに、①、②の技術に関して標準化に貢献する。また、装置

等の動作状況の把握や稼働条件の最適化を図るために、実環境下で計測可能な機器の開発が必要とされており、実環境下で動作する圧力や応力等のセンサの開発とそれを利用した計測技術の開発を行う。

1-(1)-① 反応性の高い状態にある原子・分子の計測・制御技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・90%以上の超高濃度の酸化活性なオゾン精密に制御して、10nm 以下の薄い SiO₂膜を供給用1インチ半導体基板に±0.1nm で均一に作製する技術及び200℃以下の低温における酸化膜作製技術を開発するとともに、長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しを半導体産業等に提供する。

《平成21年度計画》

- ・オゾン酸化膜を用いた厚さ計測用標準材料の供給を行い、200℃以下の酸化膜の低温作製については、8インチウエハ対応の酸化炉を開発し、オゾン酸化により無加熱で、均一酸化膜(10nm 以下±0.1nm)を作製する技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・材料の表面をナノメートルレベルで均一に削り取るための新型イオン源を開発し、半導体デバイスの深さ10nm 以内に存在する不純物を1011個/cm²レベルで分析できる技術を開発する。また、その計測手法の標準化を行う。

《平成21年度計画》

- ・有機材料の表面を無侵襲に均一に削り取るための新型イオン源を開発し、半導体デバイスの深さ10nm 以内に存在する不純物を1011個/cm²レベルで分析できる技術を開発する。また、多層膜試料を用いた極浅不純物の深さ計測の手順の標準化を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ物質に結合するマーカーとして極安定ラジカルを合成し、そのマーカーを磁気計測方法によって検出することによりナノ物質の挙動を精密に計測し、生体影響評価に資する。

《平成21年度計画》

- ・質量分析-ガスクロマトグラフィー手法でのナノ物質挙動計測の検出限界を決定する。AFM 断面実形状測定における2nm 以下の精度と生体中カーボンナノ粒子の TEM 観察法を確立することで、生体影響評価に資する。

【中期計画（参考）】

- ・数10Da の原子から1MDa を越えるタンパク質のような巨大分子までの広い質量範囲において、タンパク質を構成するアミノ酸の違いを識別できるレベルの質量分解能で分子量分布計測が行える飛行時間型質量分析装置を開発する。

《平成21年度計画》

- ・抗体やナノ物質のような1MDa を越える大きな質量

まで、アミノ酸の違いを識別できる高い質量分解能で分子量分布計測を可能とする飛行時間型質量分析装置を完成させる。

【中期計画（参考）】

- ・半導体検出器のエネルギー分解能と検出効率を1桁以上改善した超伝導検出器を開発し、生体用軽元素のエネルギー分散分光分析を可能にする特性 X 線検出システムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・（平成20年度で終了）
- 1-(1)-② 光・量子ビームを利用した動的現象の可視化技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・産業現場に導入可能な大きさが3-30keV の X 線エネルギーと 10^9 photon/s 以上の X 線収量を有する、生体高分子の立体構造解析や可視化への適用が可能な単色硬 X 線発生システムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・短パルス・準単色硬 X 線（3-30keV）発生システムにおいて、 10^9 photon/s 以上の X 線収量を達成し、生体試料の高精細実時間イメージング技術を開発する。さらに加速器やレーザーの小型・高性能化を図り、産業現場に導入可能な大きさのシステムを実現する。

【中期計画（参考）】

- ・ビーム径を100 μ m 以下に絞り込める陽電子マイクロビーム源を開発し、材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布や動的変化を計測するシステムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・高強度エネルギー可変陽電子マイクロビームの入射エネルギーの可変範囲を20keV 以上まで拡げて高機能材料の極微構造評価を行い、3次元極微空孔分布イメージング及び局所領域の動的変化の計測技術を確立する。また、カーボンナノ構造体を用いて200keV 以上の高エネルギー X 線を発生できる可搬型装置を開発し、X 線非破壊検査に有用であることを実証する。

【中期計画（参考）】

- ・既存の偏光変調素子が使用できない40nm-180nm の真空紫外領域において、生体分子の立体構造の決定が可能な S/N 比 10^5 の測定精度を持つ高感度円偏光二色性測定装置を開発する。

《平成21年度計画》

- ・真空紫外円二色性（Circular Dichroism;CD）計測技術・試料作製、導入技術を駆使し、CD による生体分子の立体構造解析実現に向けて各種生体分子の真空紫外領域における CD 測定を進める。さらに既存の偏光変調素子では測定できない極紫外域において現状75-180nm までの測定領域を波長40nm まで拡張させる。また現状 10^4 程度の S/N 比を 10^5 に改善させる。

- 1-(1)-③ 実環境下での圧力、振動の計測技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・発電用ガスタービンの状態診断等への応用を目指して、ピーク時800 $^{\circ}$ C、常用500 $^{\circ}$ C以上の高温、25MPa 以上の高圧下で0Hz~数 MHz の広帯域圧力変動を実環境下で計測する高耐熱性の圧力、振動薄膜センサデバイスを開発する。

《平成21年度計画》

- ・二元同時反応性スパッタリング法を用いて複合窒化物圧電体薄膜の作製を行い、高耐熱圧力センサの検出感度を2倍に向上させる。
- ・半導体の製造プロセスで使用されるプラズマエッチング装置内の異常放電を検知することが可能な耐熱性に優れた薄型振動センサを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・在宅医療用の生体情報センサやヒューマノイドロボットの触覚センサ等への応用を目指して、150 $^{\circ}$ C以上の温度に耐え5mm ピッチ以下の応力分布分解能を持つ、柔らかい高分子やゴム質表面に形成可能な箔状圧力センサシステムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・箔状フレキシブル圧電センサを適用した配管検査システムの非接触型内部状態推定技術開発を行う。さらに本センサを用いて筋肉の動きを体表で検出することで、在宅医療用の生体情報センサやヒューマノイドロボットの触覚センサ等への応用を目指してマン・マシンインターフェイスの開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・材料の高精度劣化モニタリングなどへの応用を目指して、応力分解能が既存の歪ゲージと同等以上の数 nN/粒子かつ空間分解能の目安となる数百 nm 以下の応力発光体ナノ粒子を合成する技術、粒子を配列、分散及び固定化する技術並びに応力発光体を用いた遠隔応力計測システムを開発する。

《平成21年度計画》

- ・金属基板上に形成した応力発光塗膜センサの種々の条件下における応答性についてデータベース化を行う。また、応力異常検知システムに最適化な各種センサノードの性能評価、および実装上の課題抽出を行う。さらに光利用システムについては、単一応力記録センサの開発を行う。

- 1-(1)-④ 横断的な計測評価手法の構築に向けた先端的計測評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・次世代の衛星として期待されている準天頂衛星システムによる高精度な位置情報システムのコスト低減、長寿命化及び信頼性向上を目指し、地上局の原子時計と準天頂衛星に搭載された水晶発振器を無線により同期させる技術（擬似時計技術）を開発し、同期精度10ns 以内、100,000秒以上における長期安定性 10^{-13} 以内の擬似時計システムの実現を目指す。

《平成21年度計画》

- ・より高精度の擬似時計技術を実現するためのアルゴリズムの研究を行う。実際の地上局で用いる機器を用いて実験を行い、擬似時計制御用計算機を含めた運用方法の検討について測位信号が適切に受信できない場合の対処法を取り入れつつ継続して行う。他機関の機器との組合せ試験を衛星システム開発業者の事業所および地上局現地で順次実施する。長期安定性の数値目標に関して地上実験で見通しを示す。

1-(1)-⑤ 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発 (I. 2-(1)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・既知の化学組成で構成した物質および動物を用いた実験を実施して提案する撮像法の特長（生物学的な有効性、生体への安全性）を解析する。また、実用化を目的に臨床用 MRI 装置への適用に関して検討する。
- ・末梢神経線維からの活動電位の計測や電気刺激が可能な低侵襲多点微小電極を開発するため、電極間隔 0.1mm 以下のアレイ電極を作成して活動電位の計測や局所的な電気刺激に適する電極間隔について電気生理学実験により検討する。また、神経線維活動電位を分離・抽出するプログラムを用いて複数の末梢神経線維から活動電位波形を同時計測できることを実証する。

【中期計画 (参考)】

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

《平成21年度計画》

- ・4種類の塩基を、一層高い S/N で識別するために、新型超高感度カメラを導入し、微弱な蛍光色素1分子の検出感度をさらに向上させて、読み取り性能を高めたリアルタイムでの1分子 DNA シーケンスを行い、読み取り可能なシーケンス長など当該1分子 DNA 高速シーケンス手法の基礎的な評価を行う。また、本手法を用いた応用解析として、1分子 DNA から高速に一塩基多型 (SNPs) を解析する新技術について基礎的検討を行う。
- ・走査電子顕微鏡 (SEM) 観察で実測された銀ナノ粒子凝集体構造に、2段階電磁場増強モデルを適用して、実験で得られた表面増強ラマン散乱 (SERS)、表面増強ハイパーラマン散乱 (SEHRS)、そしてレーリ散乱を再現する増強電場の空間分布と励起波長依存性を明らかにして、2段階電磁場増強モデルを検証する。

【中期計画 (参考)】

- ・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・マルチ細胞ソータの自動制御システムを実用的な解析レベルまで改良する。動物細胞を含む細胞等を用いて、複数種類の細胞識別・回収の性能を検証する。実用的価値の高い抗菌剤開発の基礎として、細胞膜結合性のペプチドおよびその他の関連物質の抗菌機構の解明を進める。
- ・ペプチド修飾量子ドットの取り込み機構を一細胞蛍光顕微分光法を用いて解析し、量子ドットが細胞膜表面から細胞内小胞に取り込まれる効率を評価する。また、量子ドットに細胞内小胞から脱出する機能を付与するための表面修飾法を探索する。量子ドット標識技術を活用し糖脂質 Gm3による EGF レセプターの阻害メカニズムを明らかにし、この知見をガンなどの診断に使用する方策を検討する。

【中期計画 (参考)】

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

《平成21年度計画》

- ・コーティング材のセルロース誘導体とバイオチップ表面の間の水素結合構造が分離特性を支配しているという昨年度の知見に基づき、ポリメチルメタクリレート (PMMA)製のバイオチップを用いて、多種多様なタンパク質を効率よく分離するための、セルロース誘導体を基盤とする新しい表面コーティング材料を開発する。
- ・複数のバイオマーカーに対する多種類の抗体を単一マイクロ流路上に吐出・固定化することで「その場診断」に応用可能な迅速・省サンプルなマルチ解析系を構築する。マラリアの感染赤血球の高度検出系に好適な細胞チップを応用し、感染種の特異性も可能な診断チップの構築する。単一のマイクロ流路で、3種類以上の血中バイオマーカーの定量測定が可能なチップを試作、データ測定し、データベースコンテンツとして利用可能とする。
- ・マイクロアレイによる DNA または生体マーカーに対する計測再現性の飛躍的な向上を目的とし、チップ表面のナノ構造および計測スポットにおけるプローブ分子の固定化量および均一性を正確に評価するため、表面膜の厚さを非標識かつ高解像度で測定する光学系の設

計および構築を行う。

- マルチ抗原検出チップにおける抗体吐出、固定化用インジェクターとして使用するための改良を実施する。また、マルチチャンネル電気泳動チップを実現する。具体的には、
 - 幅300マイクロメートルの流路内に抗体を固定化する。
 - 駆動時の加熱に伴う抗原検出感度低下を20%以下に抑える。
 - 同時10流路電気泳動チップを試作し、その動作確認を行う。

1-(1)-⑥ 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発 (II. 4-(2)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- 独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

《平成21年度計画》

- 高精度電圧増幅器を用いたプログラマブル・ジョセフソン(PJ)電圧標準システムの測定時間を数10分から数分に短縮する技術を開発するとともに PJ 素子作製歩留まりの改善と動作マージンの拡大を実現し、小型冷凍機を用いた PJ 電圧標準システムの確立と普及を図る。
- 10ビット D/A 変換器チップを10MHz クロックで駆動して正弦波電圧を合成し、誘導分圧器を用いてその振幅を増大して実効値の精度を評価する。

1-(1)-⑦ 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発 (III. 4-(1)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- 加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

《平成21年度計画》

- 平成20年度までに開発した走査型近接場光学顕微鏡の性能を確認する。具体的には、極低温 (20K 以下) において画像の空間分解能50nm を達成する。さらに、位置計測装置付き粗動機構により、100ミクロン以上の距離を精度100nm で試料の移動ができることを確認する。また、シミュレーションにより、走査トンネル顕微鏡像の電圧依存性を解析する。
- 平成20年度までに開発されたコンタミネーションフリー-TEM を利用し、高分子や複合材料の界面、結晶構造の解析を10nm 以下のスケールで行い、材料物性との相関を明らかにし、材料開発につなげる。

1-(1)-⑧ 環境診断技術の開発 (IV. 1-(3)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- 高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

《平成21年度計画》

- これまでに開発した要素技術の融合により高感度な水晶振動子センサを構築し、有害物質検出技術へ適用させる。このために水晶振動子センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発する。さらに水晶振動子センサの応答時間を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

構造物の損傷の診断・予測を目指して、構造物内部の損傷や劣化を非破壊で構造物全体に渡って遠隔監視できる技術を研究開発する。また、材料・部材に影響を及ぼす局所領域の物性、材料内部の原子・分子の移動拡散現象及び微量の不純物等の計測評価技術の研究開発を行うとともに、標準測定法、解析手法、技術資料 (TR、TS 等) 及び物性データ集等として整備し、評価手法の標準化への貢献や標準物質の開発を合わせて行う。さらに、生体分子やナノ物質等の信頼性の高い計測・分析技術及びそれらと IT を組み合わせた計測評価システム技術などの開発を行うことにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の構築に資する。

1-(2)-① 構造物の損傷診断技術の開発と標準化の推進

【中期計画 (参考)】

- プラントでのパイプ等の損傷の診断を可能にするために、FBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサを用いて、100MHz までの高周波歪とき裂を同時に1mm 以下の分解能で50m²に及ぶ広域を監視する計測技術を開発するとともにその標準化に貢献する。

《平成21年度計画》

- 複数点から発振される超音波の伝搬映像を一回のレーザー走査で計測できる広域迅速映像化探傷技術を開発し、実構造部材への適用実証試験を行う。また、100MHz までの高周波歪とき裂の同時測定、および欠陥検出分解能1mm 以下での広域 (50m²) 監視を実現する。さらに、映像化超音波探傷技術の普及を図るため、TS の提案を目指す。

1-(2)-② 原子・分子の移動拡散現象の計測評価技術の開発と標準化の推進

【中期計画 (参考)】

- 燃料電池に適用できる固体電解質材料のプロトン移動機構を解明するために、固体 NMR 法等を用いて10-

9m²/s までの範囲のプロトン拡散係数を測定する技術を開発するとともに、拡散係数等の物性と構造との相関を明らかにする。

《平成21年度計画》

- ・無機固体酸塩型燃料電池固体電解質の材料探索を効率化する評価指針を作成するため、10⁻⁹m²/s までのプロトン拡散係数の測定技術を活用してナノ細孔中の無機固体酸塩のプロトン拡散高速化現象と水素結合強度との関連を解明する。また、混合陽イオン系では、陽イオンとプロトンの双方の拡散の関連を解明する。さらに、応力等が無機固体酸塩の構造に与える影響を評価し、物性との相関を調べる。

【中期計画（参考）】

- ・燃料電池自動車の70MPa 級高圧水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う。

《平成21年度計画》

- ・70MPa 級高圧水素貯蔵に係るオーステナイト系ステンレス鋼の低温域における水素脆化評価を行い、水素脆化に及ぼす化学成分の影響を明らかにすると共に、高圧水素ガス脆化に及ぼす水素圧力の影響を明らかにし、産総研水素脆化表の拡充を図る。また、低温水素吸着の原子・分子レベルでの観察と、内部水素挙動のモデル化を実施すると共に、微小領域における相変態と力学特性における水素の影響を明らかにする。
- ・高圧水素疲労試験機を製作し、金属・非金属の強度特性に及ぼす高圧水素の影響を調査する。高圧水素の粘性係数、水への溶解度を測定し、水素熱物性データベースに追加する。また、水素による材料劣化挙動の分子動力学(MD)法による解析を行い、水素が材料強度、疲労強度に及ぼす影響のメカニズムを明らかにする。

1-(2)-③ 材料プロセスの信頼性に関わる評価技術の開発と標準化の推進

【中期計画（参考）】

- ・排ガス浄化用マイクロリアクタの10nm レベルの微小空孔を対象に、磁気共鳴法を用いた空孔の形状や寸法の不均質性評価方法や標準材料の開発を行い、その標準化に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・ディーゼル排ガス浄化用の低温作動型酸化触媒材料（ピロリン酸スズ）の活性酸素発生状況を *in situ* ラマン分光法により追跡する技術の確立を行う。10nm までの微小空孔に対して、平成20年度に開発したパーフルオロ化合物を評価プローブとして磁気共鳴法による計測を行うとともに、種々の極性分子による影響を調べる。また、空孔計測の標準化に資するため、極安定ラジカルをスピン定量可能な実用標準物質として供給する。

【中期計画（参考）】

- ・局所領域の力学物性とマクロな部材の力学物性との関

係の解明を目指して、通常の硬度計では評価が困難なコーティング膜等の機械的特性を、100μm³程度の微小領域における変形特性を用いて定量的に評価する手法を開発し、その標準化に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・リアルタイム型顕微インデントを用いた表面変形効果を考慮した解析方法を開発し、生分解性プラスチックなどの時間依存型変形特性評価の精度向上を目指し、その標準化に貢献する。

【中期計画（参考）】

- ・ファインセラミックス焼結体製品の機能や性能に大きく影響する原料微粉末中に含まれる微量成分に対して、信頼性の高い定量方法、分析値の不確かさ評価方法及び均質性評価手法等の開発を行うとともに、分析方法の標準化と2種類の窒化ケイ素の国家標準物質の作製を行う。

《平成21年度計画》

- ・安定化および部分安定化ジルコニア（YSZ および PSZ）原料微粉末中のイットリア定量法についてフッ化物沈殿法による重量分析法を試みるとともに滴定法についても適用の可能性を探り、最終的に JIS 素案を作成する。アルミナ粉末候補標準物質については、総合的な不確かさの計算を行い、特性値を決定した上で認証標準物質としての認証を受ける。

1-(2)-④ 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献 (I. 5-(3)-①を再掲)

【中期計画（参考）】

- ・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

《平成21年度計画》

- ・臨床検査対象または疾患マーカーとなっているタンパク質（VEGF など）やその受容体などの関連タンパク質を作製するため、新規大量生成系を構築する。またこれらのタンパク質を高精度、高選択的に測定するツールの実用化開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・タンパク質の室温等保存下における化学変化の可能性について検討するとともに、その対処法等についても検討する。

- 1) DNA チップでの遺伝子型、発現解析において、核酸計測のキット間互換性、および品質管理のための内部核酸標準物質の作成を検討する。また、DNA チップによる核酸計測のトレーサビリティ体系の構築を

検討する。

2) DNA チップの互換性を向上させるための外部標準物質の候補配列を検討し、その作成に着手する。

3) 欧米等での DNA、RNA 計測における標準化の動向を調査し、国内において整備が必要な課題等を抽出する。

1-(2)-⑤ バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端計測・解析システムの開発 (I. 5-(2)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・レーザによる生体高分子イオン化ならびに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

《平成21年度計画》

- ・(平成18年度までに終了)

1-(2)-⑥ ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発 (III. 2-(2)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイアの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

《平成21年度計画》

- ・低加速電子顕微鏡の開発においては6回対称非点の低減を目指し、STEM におけるさらなる高分解能化・高輝度化を実現する。TEM においては色収差低減および入射電子線の単色化により、高分解能化・高感度化を目指す。カーボン単原子さらにはより軽元素の単原子観察を目指す。また化学組成分析では K、Ca などの微量元素検出や、原子番号の近い元素の原子識別などを目標とする。

- ・各種機能性分子内包カーボンナノチューブの創製をおこない分光分析システム等を駆使して基礎物性を詳細に調べる。内包する物質を有機分子のみならず無機材料をふくめた系へと展開する。また、マイクロレベルでの物性を詳細に調べるための近赤外蛍光顕微システムの開発をおこなう。さらに、ISO/TC229において、発光法によるナノチューブ評価法について TS の成立をめざす。

- ・カーボンナノチューブシート/ナノダイア積層体の応用開発を行う。ナノダイア薄膜を利用した SOD を用いて実際の電子デバイスを作製し、特性の検証を行う。鉄系基材のナノダイアコーティングの摺動応用開発をさらに進める。ナノダイア薄膜コーティングのシリコン MEMS への組み込みを目指し、開発を開始する。

1-(2)-⑦ 安全・信頼性基盤技術の開発 (III. 4-(1)-

④を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成21年度計画》

- ・シリコン微細加工を利用した集積化振動型センサの並列駆動回路を用いたにおい検出システムを試作し、小型システムとしての性能を実証する。また、デジタル圧電加速度センサとデジタルバイメタル温度センサを搭載した平均消費電力0.01mW レベルのイベントドリブン型無線センサ端末を実現し、ネットワーク実証実験を行う。

2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

研究開発に関係する様々な現場から膨大なデータが取得・蓄積されているが、多くのデータは異なる観点からの解析により新たな研究開発成果を生み出す可能性を常に持っており、一般性のあるデータは共通の財産としてデータベース化して公開することが重要である。そこで、先端産業技術の開発と安全な社会の実現のために、産業技術の基盤となる物質の物性等のデータベースや環境、エネルギー、安全性等に関するデータベースを構築し、Web 等を利用して産業界と社会の利用に広く提供する。

2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質・材料のスペクトル特性や熱物性等を測定、評価、蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して公開し産業界と社会の利用に広く提供する。スペクトル特性に関しては、危険物や添加剤など社会ニーズの高い化合物群のデータ蓄積を重点的に行う。熱物性データベースに関しては、各種データベースと共同運用することから、それぞれのデータの信頼性を評価するガイドラインを整備する。

2-(1)-① 物質のスペクトル特性及び物性等のデータベースの構築

【中期計画 (参考)】

- ・有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに6,000件のスペクトルを測定して解析及び評価を行い Web に公開する。

《平成21年度計画》

- ・危険物及び共同研究により開発を行っている香料などの化合物群を中心に1,200件以上の新規スペクトルデータの収集と Web 公開を行う。総数6,000件のデータを公開する。科学技術振興機構のリンクセンターに、SDBS で新規公開したデータを更新する。

【中期計画 (参考)】

- ・同データベースにおいて、ユーザの利便性を高めるため、構造式検索機能や IR(赤外)スペクトルピークの

検索機能の追加及びスペクトル表示機能の強化などを行う。

《平成21年度計画》

- ・有機物スペクトルデータベースのデータ入力ツールにおける構造式検索機能の最適化を完了する。構造式検索に必要な構造情報の化合物辞書への登録の75%完了を目指す。オリジナルスペクトルデータの流出を伴わないスペクトル拡大機能の仕様を決定する。

【中期計画（参考）】

- ・固体や流体の熱物性データベースに関して、新たに1,000種類以上の物質・材料について3,000件以上のデータを収録するとともに、データの不確かさと信頼性を評価するためのガイドラインを整備する。

《平成21年度計画》

- ・高温融体、スパッタリング薄膜などに関して、新たに300種類以上の物質・材料について1000件以上の熱物性データを収録する。熱物性データの不確かさと信頼性を評価するためのガイドラインを取りまとめる。総数1,000種以上の物質・材料について3,000件以上のデータ収録を完了する。

【中期計画（参考）】

- ・製造業において求められる熱設計のためのシミュレーション技術の定量性と信頼性の向上に寄与するために、標準データを含む広範な熱物性データを Web 等を介して提供する。

《平成21年度計画》

- ・鋳造、溶接、結晶成長、電子機器の実装、半導体デバイスおよびメディア・ストレージの開発における伝熱シミュレーションの定量性と熱設計の信頼性を向上させるために、薄膜・高温融体および関連する固体・液体の標準データを含む広範な熱物性データを Web 等を介して提供する。

2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

燃焼・爆発事故災害、火薬類の物性、環境中の微生物、エネルギー消費量、環境影響排出物質等に関して計測評価データを蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して産業界と社会に広く提供する。

2-(2)-① 爆発の安全管理技術の開発（IV. 1-(1)-②、IV. 1-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

《平成21年度計画》

- ・産総研で開発した計算機爆発現象予測システムを高度化し、火薬庫周辺などの複雑な地形や構造物に適用す

ることで保安物件に対する爆風安全性を検証する。また、爆発源近傍の構造物変形や飛散物安全性をより正確に評価するため、流体力学計算と構造計算の連成コードを改良し、信頼性の向上を図る。

- ・火薬類をはじめ化学災害事例を収集・公開し、事故進展フロー図による解析を行うとともに、教訓データおよび危険物質の物性データを拡充する。また、産業保安への貢献に向けて、保安力の評価ツールとしてのデータベースの環境整備を進める。
- ・煙火原料および煙火組成物について、火薬学的諸特性情報を整備し、RIO-DBの拡充を図る。また、不足している情報や信頼性の低いデータについては、文献情報の再検索や必要に応じて再実験により評価して、データ整備を行う。
- ・研究部門の持つ情報の整備と外部への情報発信のための見える化を目的として、詳細リスク評価書作成、リスク評価のためのソフトの頒布と普及、事故データベースの維持と拡張、及び LCA データの提供などの研究業務を支援する。

2-(2)-② バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発（IV. 5-(2)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

《平成21年度計画》

- ・実証試験を通して、システムシミュレーションの精緻化を行う。また、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースの構築を進めるとともに、経済性、環境性だけでなく社会性の評価軸での分析に着手する。

【別表2】 地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

活動的島弧に位置する我が国において、国民生活の安全・安心を確保し、持続的発展が可能な社会を実現するため、地質の調査とそれに基づいた知的基盤整備における貢献が求められている。そのため地球を良く知り、地球と共生するという視点に立ち、国の知的基盤整備計画などに沿って地質の調査・研究を行い、その結果得られた地質情報を体系的に整備し、その利便性の向上を図る。また、地震、火山等の自然災害による被害の軽減、高レベル放射性廃棄物の地層処分及び都市沿岸域における地球環境保全等に関連した社会的な課題を解決するため有益な地質情報を整備し、提供する。さらに、地球規模のグローバルな問題を解決するために、地質情報の整備、自然災害による被害の軽

減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際的な研究協力を推進する。

1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国土の地質情報の整備と供給が求められていることから、地質の調査に関する研究手法及び技術の高度化を進めるとともに、国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査を実施し、社会の要請に応えた地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備を行う。また、地質情報を社会に提供するにあたっては、地質情報の高度化と利便性の向上に努める。また、大陸棚調査を実施し、大陸棚限界に関する情報を作成する。さらに、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発及び情報整備に取り組む。

1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

【中期計画（参考）】

- ・安全・安心な国民生活の実現のため、日本及び周辺地域の地質情報に関する理解を深め、地質の調査に関する研究手法・技術の高度化が必要であることから、島弧の地質体及び周辺海域の海底地質に関する地質の調査を実施し、過去から現在に至る地質体の形成モデルを構築する。さらに、これらの成果も踏まえて、長期的な計画のもと、地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の全国完備を達成し、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図を作成し、信頼性の高い国土の地質基本情報としての地球科学基本図を整備する。

《平成21年度計画》

- ・地質図の空白域となっている沿岸域において、マルチチャンネル音波探査、海底表層堆積物採取、海域から陸域まで連続した地震探査、沖積平野のボーリングデータ収集・解析とボーリング掘削等の総合的な地質調査を実施し、海域ー沿岸域ー陸域をつなぐシームレスな地質情報データの整備・統合を行う。また、これらのデータを得るための最適な調査・観測手法およびそれらの解析手法を開発するとともに、データベースを構築し、社会に発信する。平成20年度は主として逆断層地域である能登半島北部沿岸域を対象とした地質の調査を実施し、地質構造モデルを構築する。

1-(1)-① 地球科学基本図等の整備

【中期計画（参考）】

- ・地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の未出版18区画を作成し、全国完備を達成するとともに、地震防災の観点から更新の必要性の高い5区画を改訂し、高精度で均質な地質情報整備を推進する。

《平成21年度計画》

- ・20万分の1地質図幅新規5区画、改訂3区画を完成して、中期計画を達成する。整備計画に従って調査を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・防災、都市基盤整備、産業立地等の観点から重要な地域、20万分の1の地質図幅の作成及び改訂に有益な地域及び地質標準となる地域を優先的に選択して5万分の1地質図幅25区画を作成する。

《平成21年度計画》

- ・5万分の1地質図幅新規7区画を完成して、中期計画を達成する。整備計画に従って調査を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・日本周辺海域の海洋地質情報を整備するため、北海道南岸沖海域及び沖縄周辺海域の海底地質調査を実施する。調査済み海域の地質試料及び調査資料に基づき15図の海洋地質図 CD-ROM 版を作成し、地質試料と調査資料等をデータベースとして整備し、公開する。

《平成21年度計画》

- ・沖縄周辺海域の海洋地質調査を実施し、海洋地質図作成のための海底地質・堆積物に関する基礎情報を取得する。既調査域の解析などの地質図作成を進め、5区画の地質図原稿を完成して、中期計画を達成する。海底地質・海底堆積物などの海洋地質データベースの拡充を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地球物理学的調査に基づく重力図については第1期に調査を実施した中国・四国地域の20万分の1の重力図5図を作成し、第2期には近畿・中部地域の重力調査に着手する。空中磁気図については、地殻活動域のうちデータ取得が進んでいる福井平野などを対象として縮尺5万分の1程度の高分解能空中磁気図3図を作成する。また、重力、空中磁気及び岩石物性データなどの地球物理情報をデータベースとして整備、公開する。

《平成21年度計画》

- ・20万分の1の重力図（高知地域）および縮尺5万分の1程度の高分解能空中磁気図（福井平野）を作成し、中期計画を達成する。中国・四国及び近畿・中部地域での重力調査を実施する。重力データベースを構築し、データの公開を開始する。

1-(1)-② 島弧の形成モデルの構築

【中期計画（参考）】

- ・島弧地質体の深さ、温度、応力場等の形成条件と地質年代を明らかにするための分析技術を高度化し、この知見に基づいて島弧堆積盆の堆積環境及び変形履歴の復元を行い、島弧の形成モデルを構築する。また、海底で採取した地質試料の古地磁気、組成分析等の結果に基づいて、海底地質の元素濃集、物質循環及び古環境変動等の地質現象を明らかにする。

《平成21年度計画》

- ・島弧地殻主要部を構成する付加体、変成帯、深成岩体の形成条件を解明するため、地質学的情報が限られている北部北上帯横ずれ断層の構造変位の復元及び琉球弧古期基盤岩類の層序構造の地質学的研究を行う。また、島弧地殻形成に重要な役割を果たした白亜紀花崗

岩類に関する調査を丹波山地で行い、他地域と比較する。

- ・堆積、変成、深成作用の解明のため、歴史的・地質学的時間スケールの土砂輸送と堆積様式の解析、レーザーラマン顕微鏡炭質物温度計の適用範囲拡大、岩石組織の定量的解析による流体移動の評価を行う。
- ・関東平野・新潟平野・近江盆地などの堆積盆地において、地下地質標準の確立、地盤特性、地形形成過程、地質構造の解明などの研究を行う。その周辺の丘陵・山地を対象に地質調査を実施し、地域地質層序、地質構造などの再検討を行う。東北の火山活動を伴う堆積盆地の調査、火山岩の化学分析などから、長期的な火山活動の変遷史を解明する。
- ・沖縄本島周辺海域の堆積物について、地磁気永年変動を用いた年代推定を試みるとともに、磁気特性から堆積環境の推定を行う。IODP（統合国際深海掘削計画）による四国沖、及び赤道太平洋の研究航海に参加し、古地磁気層序による堆積物の年代推定を行う。
- ・フィリピン海プレートの移動量について、スラブの熱的浸食効果による過小見積もりを検討するため、熱的浸食の影響の少ない前弧側のスラブの形状から再計算する。
- ・海域における高分解能音波探査によって発見した熱水活動域と推定される海底下の地質体を、ボーリング装置を導入して確認する。海底熱水硫化物の潜在資源量の新評価手法として既存の海底重力計の導入を図るにあたり、熱水活動域に設置するためのフレーム制作の検討を行う。
- ・四重極形の ICP-MS とレーザーアブレーション装置を組み合わせた局所分析を岩石試料、金属試料、硫化物試料に適用する。
- ・地殻流体が海底下より沸き出して来る際の海底面における物理化学的挙動をマリアナ島弧の海底活火山 NW Rota 海山や世界最深海嶺ケイマントラフでの観測とデータ解析ならびにファンデファーカ海嶺の高温熱水化学組成の短期間変動の観測を行って海底地学過程における地殻流体の役割を解明する。

1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

国土の基本情報である地質情報を社会により役立つ情報として提供するために、地質情報の精度と利便性の向上を図ることが必要であることから、20万分の1の地質図情報については共通凡例に基づくシームレス情報化を促進するとともに、地理情報システム（GIS）を活用した統合的な地質図データベースを整備する。5万分の1の地質図情報については最新の研究成果を常に更新する。地質情報の高精度化を図るために、地質情報の標準化の促進が必要であることから、新生代標準複合年代スケールの作成、地質標本の標準試料化及び地球化学標準試料の作製などの地質情報の標準化を促進する。

1-(2)-① 地質情報の統合化の研究

【中期計画（参考）】

- ・地質情報の精度と利便性の向上のため、出版済みの地質図幅に基づき、20万分の1の地質図情報に適用可能な共通凡例を新規作成することにより、20万分の1の地質図情報のシームレス情報化を行う。地質図データベースに登録されている5万分の1の地質図情報については、最新の研究に基づいて地質情報を更新する。
- 《平成21年度計画》
- ・20万分の1シームレス地質図は、データモデルを構築し、国際標準にもとづいたデータ発信を行う。地質の一次データとの連携が行える新たな20万分の1シームレス地質図 DB の構築を3期に開始できるよう、関東及び北海道地域において、そのプロトタイプを作成する。5万分の1地質図「名古屋-神戸間及び周辺地域」の編纂地質図を完成させ、Web で公開する。情報相互運用性の高い統合地球科学図データベース構築では、地球化学図・地球物理図を地質図と共に公開する。
 - ・野外におけるデジタルデータ取得システムを構築のための野外実験を実施するとともに、GEO Grid で運用する新たなアプリケーションを開発する。

1-(2)-② 地質情報の標準化の研究

【中期計画（参考）】

- ・地質年代の標準となる新生代標準複合年代スケールを作成する。
- 《平成21年度計画》
- ・中期計画期間中の研究成果を総合し、精度・確度及び汎用性の向上した新生代標準複合年代スケールを作成する。
- ##### 【中期計画（参考）】
- ・海外での地質調査及び文献調査を実施することにより、アジア地域における地質情報を整備する。
- 《平成21年度計画》
- ・アジア国際地質図（IGMA500）の日本担当地域について、海域および陸域のデータを完成させ、Web 公開を行う。100万分の1縮尺の数値地質図を世界規模で公開する OneGeology プロジェクトにおいて、アジア各国と連携して、国際標準形式によるデータ配信を進める。

【中期計画（参考）】

- ・地質図の凡例及び地質年代等の地質情報を表現するための標準を作成し JIS 化及び国際標準化を図る。
- 《平成21年度計画》
- ・地質調査総合センターとして H20.3 に制定した地質図関連の JIS (A0204, A0205) の5年後の改訂に向けて、新たに断層の区分などについて検討する。

【中期計画（参考）】

- ・岩石、鉱物、化石等の地質標本の記載及び分類のための基盤情報となる標本カタログ等の作成を進め、地質標本及び岩石コア情報データベースとして整備し、公

開する。また、化学分析及び文献調査により岩石、土壌等の化学組成に関する情報を取得し、それらの情報を地球化学データベースとして整備する。

《平成21年度計画》

- ・標準層序・環境指標の確立のため、国内外の試料の解析から年代や古環境などの標本属性情報を明らかにすることを通じて、岩石・鉱物・化石等の地質標本の記載・分類学的研究を進め、地質標本館収蔵の標本を基に、化石等の標本データベースの構築・整備を進めていく。日本産白亜紀アンモナイト類のDBをはじめとするDBの整備・拡充をする。
- ・日本の土壌の化学組成等のデータに関して、中部地方南部地域のデータを登録・整備する。

【中期計画（参考）】

- ・地質試料の分析精度を高めるための標準として5個の地球化学標準試料を作製する。

《平成21年度計画》

- ・標準試料として、岩石・土壌の標準試料を1個整備する。ISOを維持するための記録作成、データ登録、内部監査等の作業を行う。

1-(2)-③ 地質情報の高度利用技術開発

【中期計画（参考）】

- ・地質に関する電子情報を標準化し利便性を向上させるため、既存の地質図、地球物理等の複数のデータベースについてメタデータの標準化を図り、地質情報を整備する。これらのメタデータを活用して、複数のデータベース情報を総合的に解析することにより、付加価値の高い三次元地下構造モデルの構築手法を開発する。

《平成21年度計画》

- ・新規発行の地質図類について、標準フォーマットJMP20仕様のメタデータを作成し、政府クリアリングハウス及び地質情報総合メタデータ日本版に登録・公開する。また、地質情報総合メタデータ日本版について、引き続き検索機能の向上などの整備を行う。
- ・地質情報総合メタデータアジア版において、CCOP加盟国の地質図類メタデータに関し、サムネール画像を含むメタデータの登録・公開を行うと共に、引き続きデータベースの機能向上などの整備を行う。
- ・地質文献データベースの新検索システム移行に向けて、データ項目の検討およびプロトタイプ修正等を行う。地図画像公開は通常公開に加え、大判地図のFlash画像公開を行う。貴重資料データベースはアーカイブ資料登録を更に促進し、データを充実させる。
- ・アンケート調査により物理探査調査研究関係メタデータの蓄積に継続して努める。
- ・地質情報の共有・統合・発信のためのシステムについて検討を継続するとともに、地質調査総合センターホームページの再構築を進める。地質図情報をウェブで提供している統合地質図データベースを運用するとともに、次期の地質図情報公開システムを検討する。情

報共有のための機関リポジトリシステムの試験運用の適用範囲を拡大し、機能を拡張する。

- ・3次元統合システムについて3次元モデルの表示機能の向上と空間解析機能の試作を実施し、WEBによる標準化されたWebサービスを試験する。数値化したボーリングデータをWEB上でも検索できるように整備する。鹿屋地域の詳細重力図を出版し、3次元地下構造解析を実施する。地下壕についての計測は観測と観測値の変動についての解析を行う。

1-(3) 大陸棚調査の実施

海底地質調査を基にした大陸棚調査を実施し、地質情報の集積及び解釈を行い、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

1-(3)-① 大陸棚調査の実施

【中期計画（参考）】

- ・大陸棚調査にも資する海底地質調査を行い、対象とした海域から得られた地質試料の化学分析・年代測定等海域地質の総合解析に基づき、海底地質情報を整備し、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・基盤岩採取調査により採取した東北日本沖の太平洋に存在する海山の基盤岩の研究を引き続き行う。特に常磐海山列が、ホットスポット火成活動か海底海嶺での火成活動かを判断するにはデータが不足しているため、この問題の解決を目指した研究を行う。国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出された日本の大陸棚の限界情報についての審査へ向け、それに対応するための検討や作業を関連機関とともに産総研からのメンバーの参加した作業部会において実施する。

1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する全地球的な観測が重要になってきているなか、地球観測戦略の一環として、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備を実施し、衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のために、地質の調査に関わる衛星画像情報を整備する。

1-(4)-① 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

【中期計画（参考）】

- ・石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のため、ASTERや次期衛星（ALOS等）からの衛星情報と地表での地質調査情報との融合によ

る遠隔探知技術の高度化を図るとともに、衛星画像情報を整備する。

《平成21年度計画》

- ・これまでに実施した衛星画像情報による岩相マッピングの高度化研究を総合し、火山岩・深成岩・蒸発残留鉱物等のマッピング能力を評価する。PALSAR データによる関東地域での地盤変動の解析を継続し、解析地域をアジア都市域へ拡大する。火山衛星画像データベースの整備については、新たに取得された火山画像を追加登録するとともに、Landsat 等の火山画像を登録するための方策を検討する。
- ・石油資源等の探査に係る遠隔探知技術の高度化と衛星画像情報の整備を目標に、
 - 1) 中国新疆ウイグル自治区およびチベット自治区を研究対象地域として、構築したシステムによる堆積岩区分図作成を試行し、システム及び堆積岩区分結果を評価する。
 - 2) 資源賦存地域における環境評価の研究として、PALSAR データを用いた InSAR 技術と GPS を融合した地殻変動の研究、および画像マッチング、多重開口干渉等の新技術により検出された地殻変動の精度、有用性を評価し、融合解析に組み入れるための研究を実施する。PALSAR データと同期する現地検証観測によりデータを蓄積し、PALSAR 後方散乱係数と土壌水分・表面粗度の関係を解明する。多偏波データによる植生下土壌の地質情報抽出アルゴリズムを開発する。
 - 3) アジア数値地質図を国際標準規格(WMS、WFS 等)に基づいて、地質情報センターの Web サーバより発信を行う。また、地質情報研究部門と連携し、GEO Grid プロジェクトのアプリケーションの開発実施や OneGeology プロジェクトの推進を行う。
 - 4) 東アジアにおいて、衛星デジタル高度モデル(DEM) のバージョン2を作成する。
 - 5) 地質情報と衛星情報の統合システムについて、Web 経由で運用を開始するために試験と改良を行う。データ配信システムのルール策定と運用に向けた整備と改良を行う。

1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関する研究成果を社会に普及するため、地質の調査に関する地質図類等の成果の出版及び頒布を継続するとともに、電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。地質標本館の展示の充実及び標本利用の促進に努め、地質情報普及活動、産学官連携及び地質相談等により情報発信を行う。

1-(5)-① 地質情報の提供

【中期計画 (参考)】

- ・地質の調査に関する地質図類、報告書、研究報告誌等の出版及び頒布を継続するとともに、CD-ROM 等電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。ま

た、地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を行い、地球化学標準試料の頒布、標準試料及び標本の提供を行う。

《平成21年度計画》

- ・出版計画に基づき提出される地質図類、報告書、研究報告誌等の原稿検査と JIS 基準の適用、印刷に向けた仕様書作成と発注を行い、成果物の納品を確認する。
- ・既刊出版物の管理・頒布・普及を継続して行う。在庫切れ地質図類の入手要望に対してオンデマンド印刷により適切に対応する。
- ・国内外の既刊地質図類についてラスターデータ整備を着実に行う。海洋地質図、新刊の20万分の1及び5万分の1地質図幅等のベクトル数値化を進める。
- ・地質図及び地域の地質に関して内容を拡充して解説した一般向け「九州地質ガイド」の CD 原稿に使用している写真等の著作物利用許諾手続きののち刊行する。
- ・国内外の地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を継続して行い、所蔵地質情報の充実に努める。

【中期計画 (参考)】

- ・地質標本館の展示の充実に努め、来館者へのサービス向上を図る。また、地質標本館収蔵の標本及び新規受け入れ標本については、最新の学術水準と照らし正確な同定を行い、新たに解説書を作成するとともに、Web で公開し産総研内外の研究者等に対して標本利用の促進を図る。

《平成21年度計画》

- ・2回以上の特別展を開催し、その展示ポスターの縮小印刷版として、展示パンフレットを印刷頒布する。展示物解説の補強、見学案内者の多様化、展示標本の入れ替えにより、見学の質的向上を図る。特別講演会を2回以上開催する。
- ・地質調査総合センターの各ユニットとの連携のもと、地質標本館収蔵標本の登録・管理、利用、データベース化を着実に推進する。地質試料の薄片研磨片の調製を行う。通常的手法では薄片制作が困難な、軟弱試料、不安定試料に対しては、乾式研磨および非加熱硬化を積極的に用いた試料調製法で取り組む。

【中期計画 (参考)】

- ・地質情報普及活動として、地方での展示会、野外見学会、講演会等を主催するとともに、地方公共団体や学会等が主催する地質情報普及を目的としたイベントにおいて、共催、講演及び展示などの協力を行う。また、緊急調査等に関する地質情報についても、迅速に情報を発信する。

《平成21年度計画》

- ・地質情報展(岡山)をはじめ、地域センターの一般公開や科学館、科学系博物館などに協力し、移動地質標本館を出展する。一般市民を対象として茨城県南部の地質見学会を実施する。学校教育関係者と連携し、若年層の自然観育成、科学理解度増進に引き続き注力す

る。ジオパーク活動や地質の日の記念事業などに積極的に貢献する。地質調査総合センターから自然災害等の緊急調査が派遣された場合は、その緊急研究の成果を速報する。

- ・地質調査総合センターの研究成果を発信するため、岡山市において地質情報展を実施し、成果普及活動を展開する。また、日本地球惑星科学連合2008年大会などにブース出展し、併せて研究成果品の紹介・普及を進める。

【中期計画（参考）】

- ・地震、火山等の自然災害、地質環境及び資源探査に関する地質情報の活用を促進するとともに、共同研究を推進するため、産業界、学界、地方公共団体等との連携を強化し、地質に関する相談に積極的に応える。

《平成21年度計画》

- ・地質情報の利用促進のため、地質相談所を窓口として、外部機関や市民からの問い合わせに積極的に応えるとともに、団体見学者の要望に応じて地域地質の解説を行う。
- ・「地質ニュース」を引き続き編集する。
- ・産業技術連携推進会議知的基盤部会地質地盤情報分科会を主催し、地下構造データベース研究会を開催することにより、地方公共団体の公的研究機関や民間企業との協力連携を一層推進する。
- ・地質調査総合センターシンポジウムを開催する。

2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えると同時に、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境、地球規模の炭素の循環システム及び物質の集積メカニズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壌汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。

2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

環境負荷影響評価や環境対策技術に資する物質循環情報を提供するため、地下空間における水の循環を解明し、水文環境に関するデータベースを整備する。また、将来の海洋中深層でのCO₂隔離における判断材料を提供するため、西太平洋域における炭素循環に関するモデリング技術を開発する。

2-(1)-① 水文環境データベース及び水文環境図の作成

【中期計画（参考）】

- ・地下水資源及び水文環境に関する理解を深めるため、流域規模や地質構造などを考慮して選定した佐賀平野等の国内堆積平野を対象として、地下水流動及び地中熱分布に関する調査を実施し、データベースを整備するとともに、水文環境図2図を作成する。

《平成21年度計画》

- ・地下水資源の有効な利用と適切な保全を考慮して、社会のニーズに貢献できることを大目標として、以下の事業を実施する。

- 1) 水文環境図の評価軸と評価方法に関する指針をまとめ、論文として発表する。
- 2) 水文環境図「山形盆地」を出版し、調査地域を石狩平野・関東平野等へ展開する。
- 3) 水文環境を示す基図DBとして、全国の地下水盆に関して帯水層の三次元構造をデータベース化し、平成21年度内に全国の水理地質・帯水層3D-DBを完成させ論文またはWebにおいて公表する。

2-(1)-② 海洋における物質循環のモデル化

【中期計画（参考）】

- ・海洋の環境及び物質循環に関する理解を深めるため、炭素を中心とした海洋物質循環モデルの開発を行い、これを用いて西太平洋域の後期第四紀環境における水温、塩分、一次生産等を定量的かつ高精度の時間解像度で復元するとともに、溶存全炭酸、栄養塩、一次生産、海水の年代等の物質循環を支配する最重要指標を定量的に再現する。この技術を利用し、将来の海洋中深層CO₂隔離を実行する際の判断材料を提供する。

《平成21年度計画》

- ・炭素循環に関連した物質循環変動を解析するため、北西太平洋域の親潮と混合水域における後期第四紀環境の水温、塩分、一次生産等を定量的かつ高精度の時間解像度で復元をするための現在の栄養塩、一次生産や栄養塩、季節変動あるいは地理的変動との関係の解明を行う。

2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏において土壌汚染や資源生成の要因である物質の循環と集積に関する知見を提供するため、地下における水及び熱の循環・集積メカニズムを解明し、土壌汚染に関する情報を整備する。また、地熱、鉱物、燃料等の資源情報を整備するとともに、資源生成に関するデータベースを作成する。

2-(2)-① 土壌環境リスクマップと地熱・鉱物資源データベースの作成

【中期計画（参考）】

- ・土壌中に含まれる自然起源及び人為起源の重金属等の汚染物質に関するデータを含む土壌汚染情報を整備することにより、土壌環境リスクマップ2図を作成する。

《平成21年度計画》

- ・これまでに整備を進めてきた宮城県地域および鳥取県地域の詳細な解析を進めるとともに、日本全体の表層土壌マップの作成に向けて予備的な調査を実施する。この中では、東北大学と共同で開発したジオインフォマティクスシステムを改良し、全国的な表層土壌環境の評価・解析を実施し、土壌物理および化学特性

(含有量、溶出量)のデータベースを作成する。また、第3期に向けての予察および地質・土壌調査の設計を行う。

【中期計画（参考）】

- ・資源情報を GIS 上で統合することにより地熱情報データベース及び鉱物資源データベースを作成し、資源ポテンシャル評価に関する情報を社会に提供する。

《平成21年度計画》

- ・これまでに開発した GIS 技術を用いて、国内地熱開発への新規参入企業の支援はもとより、平成21年度開始予定のインドネシア JICA 地熱資源評価技術能力形成事業（仮称）等、アジア太平洋の地熱開発推進に全面的に協力する。また、IEA 地熱実施協定、IPCC 再生可能エネルギー特別報告書執筆など、高度な国際研究協力を推進する。
- ・中央アジアの鉱物資源データの収集を行うとともに、中央アジアの鉱物資源図の編纂を行い原稿を提出する。20万分の1「横須賀」ほかの鉱物資源情報収集のための地質調査を実施する。
- ・JICA によるザンビア他の地域での鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査について、要請に対応し現地指導等を行う。

2-(2)-② 燃料資源地質情報解析と資源・環境評価手法の開発

【中期計画（参考）】

- ・堆積物の起源及び天然ガスの生成、集積、消費等の実態の解明のため、房総半島～南海トラフ前弧海盆等の燃料鉱床胚胎堆積盆を対象として微生物活動及び堆積作用等に関する地質情報を解析し、堆積盆評価技術の開発を行い、企業等の探鉱指針策定に資する。

《平成21年度計画》

- ・南海トラフのハイドレート分布域のうち、精密地球物理情報が得られている東海沖に関する詳細な地質構造解析を行い、燃料資源地質図の編集を完成させる。南関東ガス田の坑井地質情報を収集し、基礎的地質情報の GIS による編集を行う。房総、東北等において地質調査を行い、海陸にわたる堆積盆の解析をすすめる。
- ・長期恒温培養試験前後の堆積物試料に含まれる脂質成分やケロジェンの分析を進め、メタン生成の原料となった有機物の解析を進めるとともに、これまでに取得したメタン生成活性、生成経路、メタン生成菌の多様性に関する情報を統合し、水溶性ガス田の微生物による天然ガスの生成ポテンシャルと生成機構を評価する。
- ・エネルギー及び地下資源の昨今の需給状況を踏まえ、南関東ガス田（水溶性天然ガス）に関する研究を中心として、国内の炭化水素資源（石炭、石油、天然ガス等）及び非金属鉱物資源（ベントナイト等）の正確な賦存状況を把握することを目的とし、これら資源の起源、成因及び賦存状況（分布、資源量等）に関する調査研究を進める。

【中期計画（参考）】

- ・地圏における燃料資源開発及び地質汚染等に関する地質環境評価のため、国土および周辺域を対象として、フィールドに適用が容易な物理探査、地質地化学探査、データ解析等の手法を開発し、それらの手法に基づいて水、熱及び化学種循環系の数値モデルの構築と検証の方法を確立し、新たな地質調査技術を産業界へ普及させる。

《平成21年度計画》

- ・南海トラフ前弧海盆域、南関東ガス田域等で、広域流体モデリングに必要な新たな地質情報の収集をすすめ、地震探査・掘削情報に基づく詳細な3D 地質モデルを構築し、モデルの可視化を行う。
- ・実地盤における飽和度モニタリングを念頭に置き、これまでに検討した各種測定法を適用して、その有効性を確認する。
- ・流体を含む岩石の電気物性測定に関する室内試験、野外観測を継続し、自然電位・比抵抗観測等のデータを用いた流体循環系の数値シミュレーション技術の改良を行う。また、坑井を用いた長期自然電位モニタリングに関する技術開発として、金属電極の長期安定性について測定を継続し、中間的なまとめを行う。

3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分安全性の確保のため、地質情報に基づいた科学的知見を提供することが期待されている。その実現のために、地震発生、火山噴火のメカニズム及び地下水位の変動メカニズムの解明を目指した調査・研究を実施する。また、都市及び沿岸域における自然災害被害の軽減を目的として、地質環境の調査・研究を実施する。更に、高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地下深部における地質学的及び水文学的知見をとりまとめる。

3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

地震防災の観点から重要と判断される活断層に加え、活動度の低い活断層も対象として、活動履歴の調査を行い、活断層の活動性評価を実施する。海溝型地震については、活動履歴を調査し、断層モデルを構築する。活断層深部の状態をより正確に把握するため、断層近辺の構造、物性及び応力に関する調査・研究を進める。また、大地震発生に関連する地下水及び電磁気的な現象の発生メカニズムを解明するとともに、変化検出システムを構築する。更に、活断層や地質情報を活用した地震による被害予測の精度を改善するため、地震動予測手法の開発を行う。

3-(1)-① 活断層の活動性評価

【中期計画（参考）】

- ・地震防災の観点から重要と判断される15以上の活断層

について、活動履歴、変位量、三次元形状等の調査を実施する。これらの結果を利用してシミュレーションを行い、セグメントの連鎖的破壊の可能性を評価する手法を開発し、主要な活断層における確率論的な地震発生予測を行う。

《平成21年度計画》

- ・将来の活動確率が十分に明らかにされていない断層および沿岸海域の活断層について、活動性や活動履歴を明らかにするための調査を5断層帯程度において実施する。
- ・糸魚川―静岡構造線北部での古地震データ補充のため、1ないし2箇所までトレンチ調査を実施する。20年度までの成果をもとに断層系全体の活動履歴のとりまとめを行い、活動セグメント区分を行う。同時に周辺の地質構造発達や微小地震活動との関係について検討し、同断層系から想定される地震規模と頻度について確率予測を行う。
- ・新スケール則提案のため、地震断層に関する文献調査とレビューを引き続き実施する。また、岩手・宮城内陸地震をはじめ近年日本で発生した内陸地震について、震源断層と地表地震断層との対応についてとりまとめる。
- ・傾斜した断層について、傾斜角がより現実的な計算コードの開発を進める。分岐を含む断層の動的破壊過程を計算するコードの開発を行う。また、評価対象断層の地震サイクルごとの残留応力分布や周辺の大地震等による静的応力場の擾乱を考慮した計算を引き続き行う。
- ・長期的地殻変動速度のデータが疎である北三陸・南三陸を対象に、データの補完をおこなう。そのため、海成段丘面を編年する目的で、野外踏査・ボーリング調査およびテフラ分析を行う。また日本海溝に直交する方向（島弧断面）において、長期的地殻変動速度分布を取得するため、津軽海峡沿岸（青森県・北海道南部）でも同様の調査を行う。また、短期的地殻変動速度の算出も同時並行で作業する。これにより、東北日本広域における短期的・長期的地殻変動速度分布の把握、および島弧地殻変形モデルの検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・低活動性の活断層及び伏在活断層の調査を行い、その活動特性と地震発生ポテンシャルを評価するための手法として、従来の層序学的手法に加えて物質科学及び地球物理学的な手法を開発する。

《平成21年度計画》

- ・南部フォッサマグナ地域に発達する活断層の活動様式の特徴を解明することを目指して、富士川河口断層帯などの主要活断層沿いの鮮新～完新統の編年調査、地質構造調査を行う。それらの結果と地球物理学的データとを比較検討し、複雑な地質構造を持つ南部フォッサマグナ地域での地震発生ポテンシャルを評価する手

法としてとりまとめる。

- ・活断層に沿って認められる微小変位地形について、前年度までの検討結果および新たに取得するデータに基づく検討を加え、デジタル地形モデルによる微小断層変位地形の客観的検出のための手法を開発する。また、岩国断層においてトレンチ調査を実施し、断層の活動性確認および断層破砕物質採取を行い、採取試料の物性特性に関する分析を行うとともに、断層の活動履歴との比較検討を行うことにより、断層破砕物質から断層活動性を評価する手法としてとりまとめる。

【中期計画（参考）】

- ・全国の主要な150の活断層を構成するセグメントの形態と活動サイクルに関する特徴をまとめ、主要活断層の位置情報を縮尺2万5千分の1の精度で編纂しGIS化する。

《平成21年度計画》

- ・既存文献に示された断層位置情報について、データベースへの収録作業を進めるとともに、縮尺2万5千分の1の精度で編纂しGIS化した表示システムを構築する。また、英語版での調査地点情報の検索・表示を可能とする。

3-(1)-② 海溝型地震の履歴の研究

【中期計画（参考）】

- ・海溝型地震の予測精度向上に貢献するため、日本周辺海域で発生する海溝型地震の過去1万年間程度までの発生履歴を明らかにする。また、これらの地震発生履歴と津波浸水履歴や海底地質構造等の情報に基づいた津波シミュレーションによる解析とを統合することにより海溝型地震の断層モデルを構築する。

《平成21年度計画》

- ・富士川から駿河湾沿岸域では、今までに行ってきた調査全体をまとめ、地形地質に残された地殻変動がどのような地震に関連しているかを整理する。志摩半島ではボーリング試料の年代測定と堆積相解析を進め、津波と地殻変動の履歴を明らかにする。その結果とすでに得られている潮岬で明らかになった地殻変動の履歴とを比較し、南海トラフ沿いに発生する海溝型地震の多様性の解明を進める。
- ・仙台平野などで大型ジオスライサーを用いた調査を行い、津波堆積物の堆積年代をより詳しく検討する。また常磐海岸を中心に、過去の地殻変動解析を行う。北海道東部太平洋沿岸域で、千島海溝で繰り返し発生している連動型地震に伴う地殻変動のパターンを解明するため、沿岸域の湿地堆積物の採取と分析を行う。
- ・駿潮所等の津波の観測記録を用いて、震源断層の滑り分布を精度よく求める手法を検討する。21年度は十勝沖地震と能登半島地震について、海底の変動量と断層滑り量を明らかにする。
- ・スマトラ島本島の北部において津波の履歴を調べる。タイのインド洋沿岸に残された2004年津波堆積物を用

いて土砂移動の解析を行う。

- ・日本海溝の前弧海盆の地殻変動を既存の反射断面を用いて解析するとともに、地殻変動とプレート境界の地震との関係を検討する。日本海溝、相模トラフ及び南海トラフ沿いについては、得られた堆積物試料の年代測定を進め、より正確な崩壊堆積物の堆積間隔を得る。また、スマトラ沖堆積物試料などの分析を行い、崩壊堆積物の堆積間隔や堆積様式を比較検討する。

3-(1)-③ 地震災害予測に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・関東平野をモデル地域として、第1期に開発した活断層情報を活用した断層モデルの構築手法の高度化を図るとともに、関東地域の地下構造モデルを作成し、震源過程から、不均質媒質中の波動の伝播及び埋没谷などの地表付近の不整形地盤特性を考慮した地震動予測手法を開発する。

《平成21年度計画》

- ・地形・地質学的な情報を加味して深谷断層系を対象とした地震シナリオを作成する。

【中期計画（参考）】

- ・石油備蓄基地及び石油コンビナート施設に立地する石油タンクの安全性評価のため、全国の7地域について、数値シミュレーションによって長周期地震動を予測する。

《平成21年度計画》

- ・秋田・酒田地域の3次元地盤構造モデルを作成し、長周期地震動評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ライフラインの被害予測に貢献するために、断層変位による表層地盤の変位・変形量を数値シミュレーションによって予測する手法を開発する。

《平成21年度計画》

- ・地震発生層における基盤層と被覆層の双方をモデルで考慮するために、数値シミュレーション手法の高度化を行う。引き続き2008年岩手宮城内陸地震の解析を行い、地表付近の変形様式をより詳細に考察する。

3-(1)-④ 地震発生予測精度向上のための地震研究

【中期計画（参考）】

- ・近接断層間、横ずれ断層等の地表兆候の少ない断層周辺地域において地下構造調査を実施し、得られた構造特性に基づき、断層の連続性、変位量及び構造の不均質性を評価する。

《平成21年度計画》

- ・断層面の不均質性の研究で引き続き宮城県北部をフィールドとして、従来の測線よりも断層面の浅い領域を対象として調査する。断層面の不均質性とすべり分布・余震分布との比較を行う。以前の調査で捉えられた自然地震の震源近傍の不均質構造を解析する。加須低地で北西-南東方向の層相の変化、北東-南西方向の構造線の存否等を解明する。沿岸域の地質調査で海陸

接合の地下構造断面を作成する。

【中期計画（参考）】

- ・地球物理観測による活断層深部の物質分布の推定及び応力状態評価の手法開発を行う。

《平成21年度計画》

- ・1) 糸魚川-静岡構造線の3次元地下構造モデルの範囲を関東越後信越を含む地域まで拡大する。また、糸魚川-静岡構造線中央部付近（諏訪湖周辺）の地下構造を詳細化する。地震発生予測シミュレータで、ひきつづきモデルの3次元的不均質と非弾性の効果等を考慮したモデルの高度化を行い、地殻スケールの大規模な不均質を考慮した粘弾性3次元地殻モデルを用いて1年-100年オーダーの時間スケールで静的応力場を評価する。

2) 微小地震観測を継続し、データの蓄積を行い、松本市以北の応力場の把握を行う。さらにこれまでの成果もまとめて、糸魚川-静岡構造線全体に渡る応力場を解明する。

3) 浅部応力場に関しては、周辺の地形効果の影響を考察するための有限要素法を用いた地形効果による応力場評価支援システムを構築する。この支援システムを用いて、応力測定地点周辺の地形データを入力した地形効果を評価する。

- ・中央構造線を貫通したボーリングコアについて、引き続き変形条件、応力状態を含めた断層帯内部構造を明らかにする。また細粒長石について、塑性流動の構成則と形機構を決定する。さらに高歪量の剪断試験により、塑性変形から破壊に至る過程の再現を試みる。

【中期計画（参考）】

- ・地震活動の場である地下深部における高温高压状態を岩石実験により再現することにより、高温高压下における岩石物性、地震発生過程に及ぼす水の役割及び岩石破壊に伴う電磁気現象を解明する。

《平成21年度計画》

- ・高温高压下における弾性波速度について、新システムの設定およびキャリブレーションを実施し、高温高压下における花崗岩の測定を実施する。脆性-塑性遷移領域の変形挙動の解明では、間隙水圧と封圧がほぼ同等になるくらいまで近づけた条件における遷移領域の挙動を探る。変形中に変形速度を急変させる速度ステップテストから得られる摩擦-流動則の変遷をとらえ、定式化することを目標とする。

- ・垂直応力に微小な変動を加えた摩擦実験を実施する。さらに変形と間隙圧変化とのカップリング・拡散率の不均質・地球潮汐の影響を地殻応力変化計算プログラムに取り込み、既存のダム誘発地震・注水誘発地震実例や中国沿海地域の地震活動と地球潮汐との関係を調べる。一方浸透率の異なる岩石試料（Berea 砂岩・多胡砂岩）を使い封圧と間隙圧の擾乱が微小破壊に及ぼす影響を実験的に調べる。

【中期計画（参考）】

- ・地震に伴う電磁気異常の観測システムをノイズ除去手法の改良等により高度化すると同時に、地電流センサの特性を人工信号観測により評価する。

《平成21年度計画》

- ・（平成20年度で終了）

【中期計画（参考）】

- ・地下水等の変動観測に基づく前兆的地下水位変化検出システムを運用、改良するとともに、観測データ及び解析結果を関係機関に提供し、またこれらデータベースを公開する。さらに、東南海・南海地震対象域に臨時地下水観測点を設置して観測を開始する。

《平成21年度計画》

- ・四国～紀伊半島に、東南海-南海地震地震予測のための地下水等観測施設を2点新設する。完成済みの四国～紀伊半島の観測点および東海の地下水観測点の観測データを用い、気象庁や防災科研と協力して短期的スロースリップをモニターする。国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆的地下水位変化検出システムを運用する。
- ・2009年1-2月の第6回注水実験に伴う地下水変化のデータを解析する。この結果も含め、過去の注水実験のとりまとめを行なう。
- ・地震に関する地下水観測データベースに、四国～紀伊半島の新規観測点のデータを加えて引き続き公開する。数値データの関係機関への提供を行う。
- ・台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、台湾成功大学において第8回ワークショップを開催する。台湾で構築された地震予知研究のための地下水観測網について評価する。

3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災に役立つ火山情報を提供するため、活動的火山を対象として噴煙、放熱量等の観測及び地質調査を実施し、火山の噴火活動履歴及び噴火メカニズムを解明する。

3-(2)-① 火山の調査・研究

【中期計画（参考）】

- ・活動的火山の地質調査を行い、噴火活動履歴を明らかにする。これらの成果として火山地質図3図を作成するとともに、第四紀火山の噴火履歴及び噴火活動の時空分布に関するデータベースを整備する。

《平成21年度計画》

- ・九重火山及び諏訪瀬島火山の火山地質図作成調査を行う。十勝岳火山及び樽前火山の火山地質図を完成し、中期計画を達成する。火山活動時空分布把握のため、野外調査及び年代測定を実施する。活火山データベース及び第四紀火山データベースのデータ追加更新を行う。伊豆大島火山における噴火シナリオを高度化させるため、ボーリング結果の解析と追加の地表地質調査

を行う。

【中期計画（参考）】

- ・火山に関する地質学、地球物理学及び地球化学的知見の総合的モデルの構築を図るため、活火山の噴煙、放熱量及び地殻変動などの観測研究、地質調査及び室内実験を実施し、それらによって得られた情報に基づき噴火脱ガス機構、マグマ供給系及び流体流動のプロセスを明らかにする。また、第1期に開発した微小領域分析技術等を火山地域で得られた地質試料分析に適用し、マグマ-熱水系における元素挙動を解明する。これらの成果として火山科学図2図を作成する。

《平成21年度計画》

- ・有珠山、雌阿寒岳等において熱・電磁気学的観測結果と熱水系の数値シミュレーションを総合的に解析し、火山体の地下水環境を推定する手法の検討を行う。薩摩硫黄島火山の噴出物試料の化学分析に基づきカルデラ噴火マグマの化学的特徴を把握する。樽前火山噴出物の岩石学的解析を行ないマグマ溜まりの圧力を推定する。岩脈貫入過程に影響を及ぼす応力場とマグマ物性に関するモデル検証のための実験を開発する。衛星画像や事例研究に基づきインドネシアのカルデラ火山の発達史の特徴を明らかにする。全国の主要な火山において火山ガス観測を、富士山・薩摩硫黄島・口永良部島において地殻変動観測を実施し、火山活動の評価を行う。伊豆大島火山における地下水位・自然電位連続観測を継続し、地下水不飽和層の特性評価を行う。
- ・SIMS(二次イオン質量分析計)による金の微小領域定量法を用い、国内産金鉱石の金存在状態と他元素との関連を明らかにする。熱水性鉱床におけるレアメタル(インジウムなど)含有鉱物について、鉱物生成温度等に基づき、レアメタル濃集環境を推定する。雲仙火道掘削の解析から得られた結果をまとめ、火山体内外の熱水系発達過程を明らかにする。
- ・パキスタン西部チャガイ地域のマグマ熱水系に伴う熱水変質帯の特徴を明らかにする。斑晶ガラス包有物のSIMS分析に基づき、三宅島火山2000年噴火マグマの脱ガス・分化過程を明らかにし、単成火山や巨大カルデラ火山におけるマグマ供給系の深さを見積る。

【中期計画（参考）】

- ・火山体の斜面崩壊危険箇所を物理探査により明らかにするための山体安定性評価技術をデータと評価パラメータの選択により改良し、モデル火山において山体安定性に関する評価図を作成する。

《平成21年度計画》

- ・（平成20年度で終了）

3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対し、国が行う安全規制への技術的支援として、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的及び水文地質学的知見を整備し、技術情報としてとりまとめ

る。また、放射性核種移行評価に向けての研究基盤を確保する。

3-(3)-① 地質現象の長期変動に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・断層活動、火山・火成活動、隆起・浸食の長期変動が地層処分システムに与える影響を評価するために必要な地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

《平成21年度計画》

- ・低活動性断層の評価手法標準化では、断層岩の性状と断層の活動性との関連について、断層岩の岩石・鉱物学的特徴をより明確にするための研究を行う。評価手法標準化の為の分析項目や手法などを、放射性廃棄物地層処分事業の伸展を見越した、立地段階の調査に資する技術資料("AIST2009レポート")を作成する。
- ・巨大カルデラ噴火の発生頻度と影響範囲の研究では、阿寒・屈斜路・摩周カルデラの噴出物の同位体組成分析により、マグマ-地殻相互作用の検討を行う。噴出物の鉱物分析によりマグマ溜まりの温度・圧力変化の検討を行い、地殻内で成長するマグマ溜り進化の岩石学的モデルについて検討を行う。カルデラおよび沿岸域を含む周辺の地表水、地下水調査を行い、噴火の影響に起因した水系の特徴を明らかにし、地質構造との関係を検討する。
- ・単成火山の新規出現性評価の研究では、これまで見過ごされてきた東北日本の単成火山活動の時空分布解析を行う。以上の火山活動の長期予測手法および火山活動の周辺（地下水）環境への影響評価手法の一般化を検討し、その結果を放射性廃棄物地層処分事業の伸展を見越した、立地段階の調査に資する技術資料("AIST2009レポート")を作成する。
- ・既存の各種分析手法を組み合わせた、隆起侵食量高精度化評価手法についてとりまとめを行う。テストフィールドに対して、隆起侵食量分布を明らかにし、地殻変動のモデル化を検討する。地殻応力場・歪み場の長期的時間空間変遷の検出手法の開発を行い、テストフィールドへの適応性の検討を行う。以上の隆起・沈降および広域的な地殻変動解析手法の一般化を検討し、その結果を放射性廃棄物地層処分事業の伸展を見越した、立地段階の調査に資する技術資料("AIST2009レポート")を作成する。

3-(3)-② 地質現象が地下水に与える影響に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・火山・熱水活動の長期変動が、地層処分システムの地下水に与える影響を評価するために必要な水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

《平成21年度計画》

- ・熱水活動および沿岸域を中心とした深層地下水の変動予測手法およびその影響評価手法を整備するために、

以下の研究を行う。

1) 長期にわたる海水準変動が深層地下水系に与える影響を評価するため、地下水データ・試料の収集および分析をすすめ、深層地下水系の起源解明、年代測定などに基づいて、沿岸域の地下水系の変動の実態を明らかにする。

2) 北海道中一北部に広域に存在する高塩濃度の深層地下水について、その成因を明らかにするため、調査を行い、地下水試料の分析を行う。

3) 日本列島の火山周辺地域の深層地下水データの収集を行い、GIS化する。火山との位置関係や水質、水温との関係を取りまとめ、火山の存在が周辺の地下水系に与える熱、化学的影響について取りまとめる。

4) 深部流体の広域分布、成因解明による地下水系への影響評価技術の開発のため、離島等において深層地下水調査を行い、深層地下水DBを更新する。地下水の各種データをその起源、流動、化学的性質、温度などの観点からまとめなおし、GIS上に展開する。

5) これまでの研究成果を規制支援機関の立場からとりまとめ、放射性廃棄物地層処分事業の伸展を見越した、立地段階の調査に資する技術資料(2009年 AISTレポート)を作成する。

3-(3)-③ 地質環境のベースライン特性に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度に掘削を行ったボーリング孔を用い、立抗掘削に伴う間隙水圧および水質の変化に関するモニタリングを実施する。同時に、重力探査、衛星レーダーによる地表面変形のモニタリングを実施し、立抗掘削の影響から水理地質モデル、パラメータの再評価を行う手法の構築を行い、別グループが実施する同位体分析による地下水の起源、年代に関する検討結果と合わせ、幌延で得られた実データへの適用を行う。

- ・堆積岩地域における過剰間隙水圧発生に関する実験データの集積を実施するとともに、過剰間隙水圧発生メカニズムに関する地球化学的な検討を実施し、地化学的観点からの過剰間隙水圧発生推定の基礎データを得る。同時に、過剰間隙水圧の安定性を考慮した数値解析手法によって、地下水流動・核種移行への過剰間隙水圧の影響に関する考察を実施する。

- ・堆積岩地域、花崗岩地域における地下水化学、生物化学と鉱物の相互作用に関して、幌延および瑞浪地域の岩石および地下水試料の分析から、実岩盤における調査・評価手法の開発を行い、地下空洞掘削による影響の把握、埋め戻し後の水質回復過程に関する予測手法に関する検討を実施する。

3-(3)-④ 地質環境の隔離性能に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・放射性核種移行評価に向けて、地質環境の隔離性能にかかる諸プロセス解明のための実験手法等を整備し、規制当局が行う安全評価を支援できる研究基盤を確保する。

《平成21年度計画》

- ・岩石中の核種等物質移行、実空隙中の微生物活性に関して、実試料を用いた移流分散試験による詳細な評価手法を確立し、物質移行の原位置における評価手法に関する検討を行い、技術資料としてとりまとめる。
 - ・核種移行に影響する要因としての、地下環境中における放射性核種の不動化、易動化に関する微生物および腐食性溶存有機物の機能に関し、核種の化学状態変化の機構、微生物、溶存有機物の影響を明らかにする。
 - ・堆積岩における気圧変動、人為的坑道掘削等の外的要因による間隙水圧変動を利用した水理特性評価を目的とし、水理-応力変形の連成構成則、各種パラメータを評価するための試験システムの構築、幌延地域等の堆積岩試料を用いた定量的評価を行う。
 - ・安全評価上基本となる地下水流動モデルとして、水理-熱-力学-化学反応の連成モデルに関する各パラメータの不確実性も含めた評価手法の検討、整備を行うと同時に、解析コードの整備、仮想モデルでの感度解析を実施し、連成現象、パラメータの重要性に関する整理を行う。
- 3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施
- 自然災害に強い産業立地に必要な情報を国・地方公共団体等に提供するため、都市平野部及び沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を実施するとともに、生態系も含む環境変遷及び物質循環の研究を進め、都市及び沿岸域の自然や人為による地質環境変化を解明する。
- 3-(4)-① 都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査研究

【中期計画（参考）】

- ・大都市の立地する平野部及び沿岸域を構成する地質層序及び地質構造の実態を把握するため、ボーリング調査及び物理探査等を実施する。沖積層に関する物理探査については、地中レーダー及び浅海用の音波探査を用いて数10cmの地層分解能探査を行う。これを基にして、関東平野を中心とした標準地質層序の確立、地質構造モデルの確立及び岩石物性値を含む三次元的平野地下地質情報の整備を行い、都市近郊を対象にした重力異常図及び重力基盤図を各1図作成する。

《平成21年度計画》

- ・元荒川構造帯を中心とする関東平野の3次元的地質構造と地下水の地球化学的構造をより正確に把握するため、新たに地質構造と平行する北西-南東方向の反射法探査を実施するほか、深井戸などの既存柱状図間やコア詳細分析による地層対比、より広範囲での地下

水試料の採取と水質分析、コアの溶出試験を行い、データベースの構築を行う。反射断面での各反射面と地層との対比を行い、それらを元に各地層の3次元的な分布を明らかにする。甲府地域の重力異常図及び重力基盤図を作成する。地質構造が広域地下水流動系に与える影響、元荒川構造帯内部の特異な水質を有する地下水の形成プロセスを組み入れた地下水モデルを構築する。

- ・沿岸域の首都圏の浅層地下地質について、
 - 1) 荒川低地の（川口市付近において、沖積層層序を確立するためのオールコアボーリング（50m）を行い、コア試料の解析を行う。また掘削孔でPS検層（弾性波速度検層）を行う。
 - 2) 沿岸域の地下地質情報の基盤として、ボーリングデータの収集・数値化を実施し、ボーリングデータベースを更新する。
 - 3) これまでに実施した標準層序ボーリングおよびボーリングデータベース、1/2.5万シームレス地質図を基に、次の地域・地質に関する3次元モデルを作成する。武蔵野台地東部・下吉台地、大宮台地南部、下総台地西端部荒川低地域における30m以下に分布する更新統、荒川低地の中・下流地域の沖積層、中川低地中・上流部から東京低地の沖積層。
 - 4) 超鋭敏粘土について、既存土質試験データによる空間分布、その堆積環境、間隙水の化学特性、実験による動的特性の詳細と形成機構の検討を行い、堆積環境を考慮した新しい地盤特性の評価法を検討する。
 - 5) 東京低地付近の沖積層の地盤物性モデル構築手法を改良し、地震動増幅度の高精度化を行う。
 - 6) 関東平野以外の札幌市などの大都市が位置する沖積低地について、地元研究機関と連携して層序・物性の模式となるオールコアボーリング調査とボーリングデータベースの整備を進める。

- ・沿岸域の調査において、次の研究を実施する。

- 1) 実用化した高分解能マルチチャンネル音波探査技術をベースとし、沿岸域地質構造の3次元特性探査技術の開発に着手する。
- 2) 地中レーダー探査により、地下の津波堆積物の認定と海岸砂丘堆積物の内部構造の可視化を目標に研究を実施する。調査対象は前年に引き続き北海道東部の沿岸低地、及び鳥取海岸砂丘を予定している。

【中期計画（参考）】

- ・アジアの沿岸平野において、地下地質構造と標準地質層序の確立のために、現地研究機関と共同で沖積層に関する沿岸地質情報を整備する。

《平成21年度計画》

- ・メコンデルタ、チャオプラヤデルタ、黄河デルタなどについて、近年の海岸侵食や沿岸域の物質輸送について今までに取得したデータのとりまとめを行う。

3-(4)-② 沿岸域の環境変遷及び物質循環の研究

【中期計画（参考）】

- 沿岸域の生態系を含む環境変遷を明らかにするため、湖沼及び沿岸域堆積物の同位体組成及び食物連鎖等の物質循環の情報を集積することにより、10～100年スケールの過去の生態系構造推定手法の開発を行う。またサンゴ礁海域の水質、流況及び生物の解析によりサンゴ礁環境変遷を解明するとともに、サンゴ骨格の同位体分析等の物質循環研究により過去200年間の環境変動を明らかにする。

《平成21年度計画》

- 沖縄県等の本邦亜熱帯域のサンゴ礁から収集された濁度等の観測データを総合して、環境モニタリング手法としての可能性を検討する。また、同域のサンゴ化石試料を中心に10～100年スケールの過去の生態系構造推定手法の開発を行うと伴に完新世、特に過去200年間の海水温の復元をし、モンスーン変動の現在との違いについて明らかにする。

【中期計画（参考）】

- 沿岸域の環境保全と生物生息場の環境改善のための基礎情報とするため、海岸生物相調査データ、水温等の物理環境観測データを集積し、データベースとして整備し、提供する。

《平成21年度計画》

- 海岸生物相変遷データや海象・水質に関する物理環境データを Web で公開する。博物館、NGO のアンケートを実施し、市民による生態系モニタリングの実施に関する総合的な試行を行う。

【中期計画（参考）】

- 海域の物質循環及び人為汚染評価の基礎情報とするため、堆積物及び土壌の化学成分調査に基づき、日本沿岸地球化学図及び東京湾岸精密地球化学図を作成する。

《平成21年度計画》

- 全国の土壌地球化学図を作成するため本州・四国から各地域を代表する表層土壌試料を採取し分析する。東京湾岸精密地球化学図作成のための試料を埼玉県南部から採取する。

4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害時には緊急の対応が求められることから、災害発生時やその予兆発生時には、緊急の地質調査を速やかに実施する。

4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、社会的要請に応じて緊急の組織的な地質調査が求められることから、緊急の地質調査を実施するとともに、必要な地質情報を速やかに発信する。

4-(1)-① 緊急地質調査・研究の実施

【中期計画（参考）】

- 地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、地質の調査に関連する研究ユニット等が連携して緊急調査本部を組織し、社会的要請に応じて緊急の

調査及び研究を実施する。同時に、国及び地方公共団体等に対し、災害の軽減に必要な地質情報を速やかに発信する。

《平成21年度計画》

- 地震・火山噴火、地すべり、地盤沈下等による大規模な自然災害に際して、緊急調査の実施体制をとって、必要な調査・研究を実施し、正確な地質情報を収集・発信して、社会及び行政のニーズに継続して応える。
- 緊急体制の構築に必要なマニュアル類について、必要に応じて改訂を行い、機動的対応が行える体制を維持する。

5. 国際協力の実施

産総研のこれまでに蓄積した知見及び経験を活かし、アジア太平洋地域を中心とした地質に関する各種の国際組織及び国際研究計画における研究協力を積極的に推進する。

5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域において、産総研が有する知見を活かした国際協力が期待されることから、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、国際地質調査所会議（ICOGS）等の国際組織及び国際研究計画に参画するとともに、アジア太平洋地域において地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を推進する。また、統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）に積極的に参画する。

5-(1)-① 国際協力の実施

【中期計画（参考）】

- 東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、国際地質調査所会議（ICOGS）、世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画（IGCP）等の国際機関の活動及び国際研究計画を主導するとともに、これらを通じたプロジェクト、シンポジウム等の実施により国際研究協力を図る。特にアジア太平洋地域の地質情報整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境の保全及び資源探査に関する国際研究協力を推進する。

《平成21年度計画》

- 東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）では、小規模鉱山（CASM）、環境分析支援プログラム、地下水、地質災害軽減、デルタ、ジオグリッド（GEO Grid）について、専門家会議やセミナーの中心的な役割を産総研が果たすなど、先導的にプロジェクトを展開する。
- 世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画（IGCP）等については、引き続き各研究テーマの委員会やシンポジウム等に代表を派遣してそれらの活動を推進する。
- 国際惑星地球年（IYPE）の推進事務局を運営し、外

部団体と協力して活動支援を行う。IYPE 事業の一環としてジオパーク活動、地質の日（5月10日）記念事業などを推進する。

- ・アジアのデルタに関する会合を11月にタイと12月にインドで開催する。CCOP DelSEA プロジェクトに関して沿岸侵食に関するワークショップを関係国で開催する。

【中期計画（参考）】

- ・地球内部を知りその変動の歴史を探る国際研究プロジェクトである統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）の推進を目的として、日本地球掘削科学コンソーシアムとの緊密な連携のもと、国内外の委員会に研究職員を委員として出席させて運営の一翼を担う。また産総研が分担すべき役割について、引き続き学術面及び運営面の両面から検討・支援を行う。
- ・IODP において、「ちきゅう」、「ノンライザー掘削船」の運航が本格化する予定であり、「特定任務掘削」、ICDP も含めて、掘削科学研究への参加の呼びかけ及び所内調整を行い、積極的に乗船研究者を派遣する。「ノンライザー掘削船」再開後最初の赤道太平洋古環境調査航海に乗船研究者を派遣する。

【別表3】 計量の標準（知的基盤の整備への対応）

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持、強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全・安心の確保に貢献するために、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究、開発、維持及び供給及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

具体的には、経済構造の変革と創造のための行動計画（平成12年12月1日閣議決定）、科学技術基本計画（平成13年3月30日閣議決定）及び産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議知的基盤整備特別委員会中間報告（平成11年12月）の目標、方針、その後の見直しに基づいて、計量標準（標準物質を含む。以下同じ。）の開発、維持、供給を行う。計量標準、法定計量に関して国際基準に適合した供給体制を構築して運営し、国家計量標準と発行する校正証明書及び法定計量の試験結果の国際相互承認を進めるとともに、我が国の供給体系の合理化を進める。戦略的な計量標準に関しては、先端技術の研究開発や試験評価方法の規格化と連携して一体的に進めつつ、加速的に整備し供給を開始する。また我が国の合理的、一体的な計量標準供給体系、法定計量体系の構築とその運用及び戦略的

な計量標準の活用に関して、経済産業省に対して政策の企画、立案の技術的支援を行う。

1. 国家計量標準システムの開発・整備

2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために、国際通商に必要な国家計量標準と産業のニーズに即応した計量標準を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な計量標準については、基本的な計量標準を開発するとともに高度化して利用を促進し、同時に標準供給の確実な実施とトレーサビリティ体系の合理化を行う。産業の競争力強化や国民の安全・安心確保のために緊急に必要な計量標準に対しては、ニーズに即応して機動的に開発し、柔軟な体制のもとでユーザーに供給する。適確な標準供給を確保するために、計量標準の供給・管理体制を強化するとともに、高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して技術的な面から支援を行う。また、技術進捗や認定事業者の技術力向上の観点から経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

1-（1）国家計量標準の開発・維持・供給

【中期計画（参考）】

- ・我が国経済及び産業の発展等の観点から、計量標準の分野ごとに計量標準の開発、維持、供給を行い、新たに必要とされる140種類の計量標準を整備して供給を開始する。より高度な社会ニーズに対応するため、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。供給体系の合理化を進めて計量標準の適切な維持、供給を実施する。計量標準の供給体制の国際統合を進めるため、136種類の計量標準について、ISO/IEC 17025 及び ISO ガイド34に適合する品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。グローバル MRA の枠組みの中で、我が国の国際比較への参加を企画、管理し、基幹比較、補完比較、多国間比較及び二国間比較等107件の国際比較に参加する。品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察を企画、管理する。我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画、管理し、110種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・第2期の目標を達成するため、28種類以上の新たな標準の供給を目指す。
- ・校正サービス、標準物質頒布を通じて、計量標準の供給を確実に行う。
- ・継続的・安定的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性を確保するために、ISO/IEC 17025、ISO ガイド34および ISO/IEC ガイド65に適合した品質システムの運用を継続する。
- ・8種類の技術分野での ASNITEI 認定の審査を受ける。

1-(1)-① 長さ分野

【中期計画（参考）】

- ・長さ分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している24種類の計量標準のうち10種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・段差高さゲージの校正装置を開発し、標準供給を開始する。一次元格子の校正範囲を50 nm から25 nm に拡大する。既存の計量標準のうち、固体屈折率の測定波長追加などの高度化を行う。ステップゲージ、ボールバー、ボールプレート、ホールプレートの校正対象のサイズを拡大する。

【中期計画（参考）】

- ・7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・校正対象の範囲を拡大したステップゲージ、ボールバー、ボールプレート、ホールプレートについての品質システムを整備する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して10件に参加し、5種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・ボールプレートの国際比較 APMP.L-K6の幹事所として報告書 Draft A をとりまとめる。オートコリメータ、シリコン試料線幅の国際比較用プロトコルの作成に協力し、国際比較に関して積極的に参加する。

1-(1)-② 時間・周波数分野

【中期計画（参考）】

- ・時間・周波数分野では新たに1種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している6種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・（平成20年度で終了）

【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・（平成19年度で終了）

1-(1)-③ 力学量分野

【中期計画（参考）】

- ・力学量分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している18種類の計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・第2期の目標を達成するため、質量/力分野では、中小質量分銅の特性評価の効率化を継続して行うほか、大質量分銅用の質量比較器の一部を改修する。小容量トルク標準機を完成させ性能を評価する。圧力/真空分野では、本年度の立ち上げを目標に液体高圧力標準（～1GPa、重錘形圧力天びん）、低圧力標準（1Pa～5kPa 絶対圧力）と超高真空標準の整備を進める。

【中期計画（参考）】

- ・6種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・（平成19年度で終了）

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して14件に参加し、7種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・第2期の目標を達成するため、質量/力分野では、幹事所として力分野の APMP.M.F-K4基幹比較の最終報告書を取りまとめる。トルク分野の CCM.T-K2基幹比較の取りまとめに協力する。圧力/真空分野では、液体圧力標準の APMP 国際比較 APMP.M.P-K8および APMP.M.P-K7.1の最終報告書を取りまとめる。また、CCM.P-K13 基幹比較に参加し測定を行う。

1-(1)-④ 音響・超音波・振動・強度分野

【中期計画（参考）】

- ・音響・超音波・振動・強度分野では新たに6種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している11種類の計量標準について供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・空中超音波帯域用マイクロホンの自由音場感度の校正周波数範囲を可聴域へ拡大するため、基礎データを収集し、校正技術として確立する。

- ・音響校正器の校正周波数範囲を31.5Hz-16kHzに拡大するため、基礎データの収集を継続し、校正技術として確立する。

- ・供給開始済みの振動加速度標準について、適切な維持・管理を行うと共に、供給及び校正事業者の認定に関わる諸業務を行う。200 m/s²～5000 m/s²の加速度範

困の校正を実現するために、開発中の衝撃加速度校正装置について、不確かさ評価を完了し、品質システムの整備を進める。

- ・ロックウェル、ピッカース、ブリネルの各硬さ標準供給を経常的に行うとともに、硬さ校正事業者の認定に関わる諸業務を行う。また硬さ供給範囲拡大のため、ロックウェル B スケール硬さについて試験所持り回りのための予備巡回測定を行う。ピッカース硬さ、ブリネル硬さの各国計量研究所が校正に用いる詳細条件について各国研究所と取り決めを始める。微小硬さ各要素校正に必要な機器の開発を進めるとともに不確かさ評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・構築した品質システムに基づいて、標準供給を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して5件に参加し、2種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・（平成19年度までに終了）

1-(1)-⑤ 温度・湿度分野

【中期計画（参考）】

- ・温度・湿度分野では新たに7種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している28種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・熱電対標準の開発と国際比較のため、Pd-C 共晶点を製作し、不確かさ評価を行う。抵抗温度計用温度定点のうち、亜鉛点に不純物が与える影響を評価するための装置を開発し、その影響の評価を行う。放射温度分野では、WC-C 包晶点(2750℃)の標準供給にむけた不確かさ評価を行う。相対湿度の温度範囲を拡大する。微量水分標準と低湿度標準の一致性については、低湿度の不確かさを評価して検証実験を行う。

【中期計画（参考）】

- ・8種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・放射温度分野において、中温域(160℃～420℃)の標準供給(H20年度に開発)について、品質システムの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して17件に参加し、13種類の計量標準に

関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・コパイロットとして参加している三重点の国際比較(APMP. T-K7)において、比較測定終了後の再測定と解析を行う。金/白金熱電対の国際比較(APMP. T-S5)に参加し、測定を行う。ステム型白金抵抗温度計の84KのAPMP基幹比較 APMP-T- K3.3、カプセル型白金抵抗温度計の基幹比較 CCT-K2.5及びピロジウム鉄抵抗温度計の基幹比較 CCT-K1.1を継続する。低温領域の白金抵抗温度計の標準供給についてピアレビューを受ける。体温域黒体炉の APMP 国際比較をパイロットラボとして引き続き推進する。微量水分標準の国際比較に参加する。

1-(1)-⑥ 流量分野

【中期計画（参考）】

- ・流量分野では新たに2種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準のうち3種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・気体流量分野において既に標準供給を開始している9種類の計量標準を適切に維持・管理し、標準供給を実施する。
- ・石油小流量の標準設備の開発を行う。また、液体流量分野において既に標準供給を開始している6種類の計量標準を適切に維持・管理し、標準供給を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・品質システムの構築を既に完了した石油中流量、液体中流量および液体小流量の各標準に関して、品質システムにのっとった標準供給を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して3件に参加し、1種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・気体小流量の地域基幹比較(APMP.FF-K6)の幹事所として、持ち回り測定を完了し、報告書(Draft A)を作成する。風速の地域基幹比較(APMP.M.FF-K3)の幹事所として、持ち回り測定を開始する。液体中流量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

1-(1)-⑦ 物性・微粒子分野

【中期計画（参考）】

- ・物性・微粒子分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している10種類の

計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・超高温領域での熱膨張率標準物質の供給を開始する。熱伝導率標準物質の供給を開始する。非ニュートン流体の粘性率を計測するための校正設備を整備し依頼試験を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・11種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・物性・微粒子分野における技術マニュアルの整備を進め、中期計画の目標である11件の品質システムの構築を完了する。併せて熱膨張率標準物質、熱拡散率標準物質などについては ISO Guide34に適合した標準物質生産に係る品質システムへの拡張を進める。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して4件に参加する。

《平成21年度計画》

- ・9月開催の測温諮問委員会熱物性作業部会(CCT WG9)においてレーザフラッシュ法による熱拡散率測定に関する新規の国際比較を提案する。

1-(1)-⑧ 電磁気分野

【中期計画（参考）】

- ・電磁気分野では新たに13種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している20種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち13種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・大容量キャパシタ、交流シャント、高調波電圧電流、交直変換器について、新たに標準を立ち上げ供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・16種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・新規立ち上げの標準について品質システムを構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して4件に参加し、9種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・基幹比較等の要請があれば積極的に参加する。

1-(1)-⑨ 電磁波分野

【中期計画（参考）】

- ・電磁波分野では新たに12種類の標準を開発し、供給を

開始する。すでに供給を開始している15種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち7種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・高周波低域減衰量、高周波インピーダンス（コネクタ拡張、低域 S パラメータ、機械 S パラメータ）、モノポールアンテナ、パイクニカルアンテナ、ミリ波ホーンアンテナ標準について新規に標準供給を開始する。7 mm 同軸 高周波電力は、安定供給のため不確かさの再評価後に常用標準器を用いた新校正方式に変更する。マイクロ波ホーンアンテナ標準について周波数の拡張を行い供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・13種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・高周波減衰量について認定の拡大のため、PC7, N50, PC3.5規格の同軸 S パラメータ標準および機械特性インピーダンスについては新規に、詳細版品質システムを整備しピアレビューを受ける。高周波雑音について、既に認定された範囲について再度ピアレビューを受ける。ループアンテナについては範囲拡張部分を、ホーンアンテナについては詳細版の品質システムを整備し、ピアレビューを受ける。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して5件に参加し、8種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・高周波電力標準の APMP 基幹比較を幹事基幹として継続運用し、比較測定を開始する。来年度に予定される PC3.5S パラメータ基幹比較に参加する。また、PC1.85同軸 S パラメータの二国間比較を実施する。マイクロ波ホーンアンテナ、電磁界強度について基幹比較に参加する。ループアンテナの国際比較はパイロットを担当し、プロトコルを作成する。

1-(1)-⑩ 測光放射レーザ分野

【中期計画（参考）】

- ・測光放射レーザ分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち11種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・照度（照度応答度）の新規供給を開始する。レーザパワー（400nm 青色 LD）、レーザパワー（近赤外域、10W～100W）、レーザエネルギー（532nm、355nm）、

光ファイバ減衰量（850nm）、分光応答度（近赤外、InGaAs）の範囲拡張を行う。分光放射照度（紫外、可視、赤外）の不確かさを低減する。レーザーパワー（高精度化）、分光拡散反射率（紫外）、LED（高強度）に対応した標準開発を進める。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・照度（照度応答度）の品質システムの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して6件に参加し、4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・レーザーパワー（400nm 帯）、レーザーパワー（1.06 μ m、1W～10W）、光ファイバ減衰量（1310nm）、分光応答度の CMC 登録を行う。光度（APMP、CCPR-K3.a リンク）、分光応答度（APMP、CCPR-k2.b リンク）の国際比較を幹事国として実施する。

1-(1)-⑩ 放射線計測分野

【中期計画（参考）】

- ・放射線計測分野では新たに4種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち6種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・Co-60 γ 線水吸収線量標準の精度向上を図るとともに、 β 線標準の出張校正の手法を確立する。また、 γ 線放出核種の標準供給範囲拡大として、ヨウ素125医療用密封小線源の線量標準を立ち上げる。19MeV 速中性子フルエンス標準用の装置を完成させる。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・Co-60 γ 線水吸収線量標準について品質マニュアルの作成を行い、運用を開始する。また、放射能校正の技術マニュアルに、ヨウ素125医療用密封小線源の線量校正を追加する。24keV 速中性子フルエンス標準の技術マニュアルを作成する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して10件に参加し、10種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・軟 X 線空気カーマ標準の APMP 内における国際比較

のパイロットラボとしての実施、及び Co-60 γ 線水吸収線量標準の APMP 内における国際比較に参加する。また、ヨウ素131放射能校正の国際比較について、APMP 地域での幹事国として結果をまとめ、BIPM に報告する。トリチウム放射能標準の CCRI(II)国際基幹比較に参加する

1-(1)-⑪ 無機化学分野

【中期計画（参考）】

- ・無機化学分野では新たに29種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している56種類の計量標準のうち38種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・新規標準液の調製法及び測定法の開発を行い、RoHS 指令対応の重金属分析用標準物質について新規の標準物質を供給する。
- ・有機汚染物質分析用生物標準物質、微量元素・ヒ素化合物分析用ひじき粉末標準物質を開発する。また、既存認証標準物質の安定性を評価し、適切な維持・管理と供給を行う。

【中期計画（参考）】

- ・24種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・有機汚染物質分析用生物標準物質、微量元素・ヒ素化合物分析用ひじき粉末標準物質の品質システムの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して13件に参加し、33種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成21年度計画》

- ・既存の標準あるいは新規に開発する標準に関連する国際比較に3件以上参加する。

1-(1)-⑫ 有機化学、バイオ・メディカル分野

【中期計画（参考）】

- ・有機化学、バイオ・メディカル分野では新たに29種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している112種類の計量標準のうち40種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成21年度計画》

- ・高純度メタン標準ガス（第2ロット）、高純度二酸化硫黄標準ガス（第2ロット）、農薬標準物質2種の開発を行う。NF3標準ガスの開発準備を行う。高分子分子量標準物質2種、定量 NMR 標準物質、粒径分布標準物質、および RoHS 指令対応標準物質第2ロットの開発を行う。

- ・ JCSS 有機標準液用基準物質3種の高純度有機液について、SI トレーサブルな純度測定を行う等の高度化を行う。
- ・ 前年度に引き続き、新たに構築した依頼試験型のシステムを残留農薬試験用標準物質に応用し、受託研究に基づく分析結果報告書を30物質について発行する。
- ・ 外部機関が開発した標準物質に対し産総研へのトレーサビリティを確保する為の方針・基準を明確にし、産総研トレーサブルな標準物質の普及をはかる。

【中期計画（参考）】

- ・ 25種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。
《平成21年度計画》
 - ・ 3件の高純度有機標準物質について新たに開発を行い、それら標準物質について品質システムの立ち上げや拡張を行う。
- 【中期計画（参考）】
- ・ 国際比較に関して13件に参加し、14種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。
《平成21年度計画》
 - ・ メタンの純度比較の国際比較について CCQM-K66のとりまとめを行う。また、関連する国際比較が行われた場合これに参加する。

1-(1)-⑭ 先端材料分野

【中期計画（参考）】

- ・ 先端材料分野では新たに7種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。
《平成21年度計画》
- ・ 既開発の薄膜・超格子標準物質および空孔標準物質の経年変化について確認する。また、新たに、イオン注入標準物質1種の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ 国際比較に関して3件に参加し、7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。
《平成21年度計画》
- ・ 国際比較への要請があれば積極的に参加する。

1-(1)-⑮ 熱量分野

【中期計画（参考）】

- ・ 熱量分野ではすでに供給を開始している1種類の計量標準の維持・供給を継続する。
《平成21年度計画》
- ・ 特定標準器であるユンケルス式流水型熱量計の維持管理を行い、適切な標準供給を可能とする。また基準流水型熱量計の検査依頼があれば、適宜対応する。

【中期計画（参考）】

- ・ 品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成21年度計画》

- ・ 標準供給の的確な実施、供給手順の透明化、技術継承の目的で、品質システムの技術部分に関する作業マニュアルの作成を継続する。測定手順について再検討し、精度への影響因子を検討する。

1-(1)-⑯ 統計工学分野

【中期計画（参考）】

- ・ 統計工学分野では計量標準の開発、維持、供給、比較における不確かさについて共通的な評価手法を開発するとともに整備し、文書発行、講習会開催などにより校正事業者、認定機関への成果普及を図る。

《平成21年度計画》

- ・ 計測標準を利用して測定器がもつたよりが評価可能であるとき、かたよりを補正する場合、補正しない場合、許容差を設けて定期点検する場合のそれぞれについての不確かさ評価の実用的方法を提案する。
- ・ 清浄度評価における粒子計数などボアソン過程で記述される現象について、ベイズ統計の適用による信頼限界の設定方法を提案する。
- ・ 産総研内外における不確かさ評価の技術支援と普及啓蒙を支援するとともに、工業標準への不確かさ評価の導入を進める。

1-(2) 計量標準政策の提言

【中期計画（参考）】

- ・ 技術進歩や認定事業者の技術力向上の観点から、開発課題を特定し、標準供給の体系と体制を見直して提言をまとめる。

《平成21年度計画》

- ・ 定期的に開催される NMIJ 運営委員会・物理標準分科会・化学標準分科会等の所内委員会において、「標準供給のあり方」といった課題について、関係者間の意見交換、検討を行う。

1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

【中期計画（参考）】

- ・ 適確な計量標準の供給を行うための人員体制の強化を着実に進める。また標準供給に関わる業務について、適切に職員を評価するための評価軸を設定する。

《平成21年度計画》

- ・ 品質マニュアルの運用において、文書化システムの見直しおよび訓練プログラム等を通して、計量標準の供給業務における継続的改善の取り組みを強化し、要員の技能向上、供給体制の強化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・ 構築した品質システムの運営を継続し、定期的な監査により品質システムに則した標準供給の実施体制を確保するとともに、品質システムの高度化、合理化に努める。

《平成21年度計画》

- ・内部監査等、品質システムの運用を着実に進める。対象品目の増加に伴い発生する品質システム文書の増大に対処するため、品質システム文書を要員が効率的に作成できるように支援を進める。また、外部審査の対象の選定方法を効率化し、品質システムの再審査を確実かつ効果的に実施する。

1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

【中期計画（参考）】

- ・計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験を行うとともに技術基準の作成を行う。

《平成21年度計画》

- ・計量法校正事業者登録制度（旧称：認定制度）の円滑な運用を技術的な面から支援するため JCSS 認定（登録）に係る認定申請書類の技術審査、現地審査のための技術専門家の派遣、及び、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて極微量物質の分析を行う事業者に対して、事業者の認定に係る技術面のサポート（技術的問題点を検討する技術委員会等への参画、協力）及び事業者の技術能力を審査するために必要な試験試料の設計と調製及びその値付け（参照値の導出）と技能試験結果の合理的な判断基準を確立する。

《平成21年度計画》

- ・MLAP 技能試験の本試験において、MLAP 技能試験実行委員として円滑な本試験の遂行に協力する。本試験の際に必要な試料について長期安定性確認試験等、技能試験結果評価に必要な参考データを提供する。高分解能質量分析計を含めた技術的能力の維持向上に努める。
- ・国際規格 IS として確立した PFOS/PFOA の標準分析法 (TC147/SC2/WG56) について、関連規格の標準化を試みる。特に PFOS (パーフルオロオクタン塩) 分析法の工業標準 JIS 化を重点的に行う。新規 POPs (残留性有機汚染物質) 候補物質検討会委員として活動し、POPs に対する政府所管の方針決定に貢献する。

2. 特定計量器の基準適合性の評価

特定計量器の検定に関して、品質システムを構築して業務を確実にやり、計量器内蔵のソフトウェアの基準作成とそれへの適合性評価技術を開発する。法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して、法定計量の政策と体系の設計に関して政府への提言をまとめる。

2-(1) 法定計量業務の実施

【中期計画（参考）】

- ・基準器検査、型式承認試験、型式承認審査等の技術業務を、品質システムを構築して適正に実施するとともに、新たな計量技術を開発、導入して効率化、高度化を図る。

《平成21年度計画》

- ・型式承認・基準器検査及び依頼試験については、計量法及び品質システムをコアとして実施する。型式承認については、常に国際的な動向又は最新の情報を調査し、遅滞なく国内法に反映することを基本原則として実施する。なお、動向等の調査を実施するにあたっては、国際法定計量調査研究委員会における各作業委員会を積極活用及び関連する企業・団体等の協力により行う。

2-(2) 適合性評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・計量器内蔵ソフトウェア、計量器要素モジュール及び新たな計量器の適合性評価技術確立などの研究開発を行い、技術基準を作成する。

《平成21年度計画》

- ・計量器の適合性評価技術確立のために、非自動はかり及びタクシーメーターについてより高度なソフトウェア認証の開発を目指す。その他の特定計量器についてもソフトウェア認証の導入状況又はその可能性の状況等を調査する。

2-(3) 法定計量政策の提言

【中期計画（参考）】

- ・政府機関、地方機関、計量団体、計量器工業界及び外国機関等に対して最新の計量技術情報を提供するとともに、所轄政府機関と連携して、これらの機関の実施する適合性評価の整合性を図る。

《平成21年度計画》

- ・平成20年度の計量器調査研究委員会の調査報告書に基づいて、特定計量器又はその予備軍（液化天然ガスメーター、液面計等）に関する現状分析を行い、効果的かつ適切な法定計量業務の実施に向けた検討を行う。

2-(4) 法定計量体系の設計

【中期計画（参考）】

- ・我が国の法定計量システムの国際整合化を図るとともに、法定の技術基準の JIS 化、新たな計量器の規制のための指針を作成する。

《平成21年度計画》

- ・液化石油ガスメーター、微流量燃料油メーター及び密度・比重濃度浮ひょうを含む未制定の JIS 原案について、年度内での制定を目指す。
- ・当該 JIS を特定計量器検定検査規則で引用するための付属文書（又はガイドライン）の検討と作成を緊急性又は重要度の高いものを優先して行う。
- ・OIML MAA に基づく適合証明書の発行及び受入れを適切に実施するとともに、当該証明書の信頼性を確保するため OIML MAA に署名した1つ以上の試験機関

との持ち回り試験を行う。また、我が国における OIML 基本証明書の対象機種の見直しを行い、必要に応じて発行機関としての登録の取り消しを行う。

3. 次世代計量標準の開発

国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮するため、秒の定義やキログラムの定義等を改定する革新的な計量標準の開発を世界に先駆けて行う。また産業界や大学のニーズに機動的に対応するために、IT 技術等を活用した先導的標準供給技術の開発を行う。

3-(1) 革新的計量標準の開発

光周波数領域で実現される新しい超高精度の時間周波数標準、特定の器物に依存しない物理的に定義された新質量標準、新たに国際的に合意された高温度の標準等、革新的計量標準を世界に先駆けて開発するとともに、これらの成果をいち早く国内の標準供給に反映させ、また標準の開発において得られた要素技術を先端技術開発に反映させる。

3-(1)-① 光周波数領域における時間周波数標準の開発【中期計画（参考）】

- ・秒の定義の改定にむけて、光周波数領域での周波数標準技術を確立することを目的として、可視領域での光周波数標準器を開発し、 10^{-14} 台の不確かさの実現を目指す。併せて、その性能評価を行うために必要な光周波数測定技術及び時刻比較技術を確立する。
- 《平成21年度計画》

- ・光格子中に捕獲された冷却原子の時計遷移分光を遂行し、絶対周波数測定及び不確かさ評価を行う。
- ・光格子時計用狭線幅レーザーの評価のために、ファイバコムを高速に制御することにより線幅狭窄化する。

3-(1)-② アボガドロ定数に基づく新質量標準の開発【中期計画（参考）】

- ・国際単位系の基本単位の一つであるキログラムの定義を物質によるものに改定することを目標とし、国際共同プロジェクトを介して、同位体濃縮した数 kg のシリコン単結晶を作製し、2009年度までにアボガドロ定数を $2\sim 3 \times 10^{23}$ の不確かさで決定する。
- 《平成21年度計画》

- ・シリコン28同位体濃縮結晶の密度測定精度をさらに向上させるために、シリコン球体表面の酸化膜の厚さ測定を高精度化し、国際共同プロジェクトの成果として得られたシリコン28同位体濃縮結晶の密度、格子定数、モル質量などの値からアボガドロ定数を $2\sim 3 \times 10^{23}$ の不確かさで決定する。

3-(1)-③ 放射温度計および抵抗温度計領域における新しい高温標準の開発

【中期計画（参考）】

- ・2010年頃に予定されている国際温度目盛改訂への反映を目指し、金属炭素共晶の融点を温度定点として利用する技術を開発して、現行の高温標準の精度を1桁

以上向上させ、3000℃までの放射温度標準を確立する。

《平成21年度計画》

- ・高温定点専用炉の性能を向上させ、現状の2500℃から WC-C 温度を超える3000℃まで温度域を拡張することにより、この温度で0.1K の定点再現性を達成する。
 - ・金属炭素共晶定点の国際的な一次標準となるための熱力学温度値決定に必要な絶対放射計測技術を開発する。
- 【中期計画（参考）】

- ・現在の国際温度目盛による上限温度962℃を1085℃にまで拡張するために、白金抵抗温度計による高温目盛を開発する。
- 《平成21年度計画》

- ・1000℃以上の温度領域で放射温度計と1000℃以下で校正された白金抵抗温度計との比較を行うことにより、白金抵抗温度計の温度-抵抗値特性を、放射温度計による温度目盛と比較して、その一致度を評価し、1085℃までの白金抵抗温度計による高温目盛の拡張の可能性を示す。

3-(1)-④ 新しい計量標準要素技術の開発【中期計画（参考）】

- ・化学、バイオ・メディカル計量標準の分野で、DNA、タンパク質等に関して国際単位系へのトレーサビリティの確保を目指し、物質標準委員会（CCQM）、臨床検査医学におけるトレーサビリティ合同委員会（JCTLM）等が進める国際的な研究開発を主導する計測要素技術を開発する。
- 《平成21年度計画》

- ・タンパク質量法に関しては、アミノ酸分析法での基準となる各アミノ酸についての純度決定を実施する。DNA 定量について、SI トレサブルな方法になりうる手法について、標準物質候補試料への適用を行う。

3-(2) 産業界ニーズに対応した先導的開発

ユーザの利便性を増進するため、インターネット技術を駆使した先進的標準供給システムを構築し、周波数を始めとするいくつかの量で実用を開始するなど、産業界ニーズに対応する。

3-(2)-① 標準供給技術の高度化

【中期計画（参考）】

- ・GPS 衛星信号を活用した周波数標準の供給や安定な移送標準器を開発することにより、産総研に設置されている一次標準器から精度劣化を最小限にして産業界や社会に高い精度で標準供給する技術を開発する。
- 《平成21年度計画》

- ・利用者端末装置の小型化やよりフレキシビリティの高い遠隔校正の実現に向けた検討を行う。

3-(2)-② 水の大流量標準の開発と供給

【中期計画（参考）】

- ・原子力発電の安全性確保に必要な計測標準技術として、不確かさ1%以下で12000m³/h 以上の大流量標準の開発を行う。

《平成21年度計画》

・(平成19年度で終了)

4. 国際計量システムの構築

先進各国の計量標準機関とグローバルな競争、協調関係を作り、またアジアを中心とした計量標準機関との協力関係を強化する。

4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

国家計量標準の同等性に関する国際相互承認体制(MRA)及び計量器の技術基準の同等性に関する国際相互受入取り決め(MAA)を発展させる活動に率先して取り組む。また、先端産業技術を支援する戦略的な計量標準に関しては先進国の計量標準研究所との競争と協調のもとに効率的に開発を進める。特に、環境、医療、バイオ関連等、進展の早い標準技術に関しては国内対応体制を強化する。

4-(1)-① メートル条約活動におけるプレゼンスの強化

【中期計画(参考)】

・メートル条約の国際度量衡委員会(CIPM)、同諮問委員会委員、作業部会において議長・委員を引き受け、活動に主導的に寄与する。

《平成21年度計画》

・メートル条約の国際度量衡(CIPM)委員、諮問委員会(CC)委員および傘下の作業部会委員の活動を支援する。

【中期計画(参考)】

・地域計量機関(RMO)と国際度量衡局(BIPM)の合同委員会(JCRB)において国際相互承認の調整に積極的に参画する。

《平成21年度計画》

・地域計量機関(RMO)と国際度量衡局(BIPM)の合同委員会(JCRB)において、我が国代表の委員の活動を支援する。また、他地域の専門家地域機関(RMO/SRB)の動向を引き続き調査し、NMIJ関連部署や国との意見集約調整を行い、我が国としての意見をとりまとめ諮問委員に提供する。

4-(1)-② 法定計量条約活動におけるプレゼンスの強化

【中期計画(参考)】

・国際法定計量機構(OIML)の枠組みの中で、OIMLの国際相互受入取り決め(MAA)の締結を受けてその実施に向けた枠組みや体制の整備に寄与する。

《平成21年度計画》

・毎年開催されるCIML会議に対して、CIML委員の支援と我が国の意見の集約を図る。引き続きMAA-DoMCが円滑に実施されるよう支援を行う。

【中期計画(参考)】

・国際法定計量委員会(CIML)委員の役割を果たすとともに作業部会の活動に主導的に寄与する。

《平成21年度計画》

・CIML委員、CIML運営委員会(PRC)委員の業務を継続して支援する。NMIJ関連部署や経済産業省と

の意見集約調整を行い、日本としての意見をとりまとめCIML委員に提供する。日本で開催予定のOIML TC6「包装商品」会議の準備を進める。

・OIML技術作業委員会(TC/SC)では我が国代表委員の活動の支援を行うと共に、役職の獲得を継続して検討する。国際法定計量調査研究委員会及び各作業委員会・分科会における活動を集約し、代表委員に情報を提供する。

4-(1)-③ 二国間協力の展開

【中期計画(参考)】

・国際計量システムの発展に資するため、諸外国の研究機関との間で先端標準技術分野における共同研究、国際比較、人的交流等を強化する。

《平成21年度計画》

・経済産業省、関係団体の協賛のもと、「CIPM MRA10周年」をテーマに国際計量標準シンポジウムを東京で開催する。日中計量標準会議及び日韓計量計測標準協力委員会の運営に協力する。

4-(1)-④ 国内外の対応体制の強化

【中期計画(参考)】

・ナノテク、環境、バイオ、安全及び食品等の分野で拡大している計量標準のニーズを把握し、その対応策を協議する。

《平成21年度計画》

・平成20年度に引き続き、臨床検査関連標準や食品の安全性に必要な標準物質のトレーサビリティ確立に関連する、国内意見の集約と、主要な国際会議への参加を支援する。

【中期計画(参考)】

・我が国の意見のとりまとめと国際的な場における発信を通じて国際計量システムの構築に資するために、産学官の関係機関の連携の強化を図る。

《平成21年度計画》

・平成20年度に引き続き、関係する他省庁を含めた実効的な国内協力体制の確立に向けて、国際計量研究連絡委員会を運営・活用するとともに、国際的な動きに対応するため、我が国からの適切な専門家の派遣を支援する。

4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開

アジア太平洋地域の国際計量機関に対して積極的な貢献を行い、開発途上国の計量標準機関の研究者、技術者の研修受け入れや産総研研究者の派遣により途上国の技術ポテンシャルを高めることに協力する。また、開発途上国の国家計量標準の校正依頼を受ける。

4-(2)-① アジア太平洋計量計画への貢献

【中期計画(参考)】

・アジア太平洋計量計画(APMP)で引き続き事務局の役割を務めるとともに、執行委員や技術委員会の議長、委員を引き受け、APMP活動に主導的に寄与する。また、地域内の国際比較では幹事国の引き受け、

仲介標準器の提供等によって主体的な寄与を果たす。

《平成21年度計画》

- ・アジア太平洋計量計画（APMP）の執行委員や技術委員会の議長、委員を支援し、国際相互承認に基づく校正測定能力（CMC）の登録に貢献する。地域内の国際比較への我が国からの参加を支援する。

4-(2)-② アジア太平洋法定計量フォーラムへの貢献

【中期計画（参考）】

- ・アジア太平洋計量フォーラム（APLMF）の議長国と事務局の任を引き続いて果たすとともに、運営およびワーキンググループ活動に積極的に貢献する。

《平成21年度計画》

- ・APLMF の議長・事務局担当の中国に対して、前議長・事務局国として適宜支援を行う。

4-(2)-③ 開発途上国への技術協力

【中期計画（参考）】

- ・アジアの開発途上国への技術協力を推進する。専門家の派遣、受け入れ及び技術審査員（ピアレビュー）の派遣等を行うことにより、技術協力相手国の計量システムの構築と向上を支援する。アジア太平洋地域におけるネットワーク強化を図るために、韓国、中国、オーストラリア及び台湾等との連携を深める。

《平成21年度計画》

- ・タイ国家計量標準機関（NIMT）に対して、技術移転された計量標準の拡大、改善のための協力を行う。アジアの開発途上国の国家計量標準機関からのピアレビューの派遣要請や技術専門家の派遣・受入要請に応じて適宜協力を行う。AOTS 海外技術者研修、JICA 集団研修などの途上国援助への協力要請に応じて適宜協力する。
- ・日中計量標準会議、日韓計量計測標準協力委員会、日中韓標準物質ネットワーク会議開催に協力し、アジア太平洋地域におけるネットワーク強化の推進に貢献する。

5. 計量の教習と人材の育成

計量法に基づき、計量研修センターと計測標準研究部門を中核として法定計量の教習を企画・実施して、国内の法定計量技術者の技術力向上を図る。さらに民間を対象として計量標準技術と品質システムの教習を行うとともに、開発途上国の計量技術者の育成も併せて行う。

【中期計画（参考）】

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習（濃度及び騒音・振動）を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

《平成21年度計画》

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習（濃度及び騒音・振動）を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。実施する研修プログラムの改訂を行う。

【中期計画（参考）】

- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

《平成21年度計画》

- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。昨年引きつづき研修プログラムの見直しを行う。

【中期計画（参考）】

- ・都道府県、特定市からの要望の多い単科や3-5日程度の特定教習を、適宜、企画して実施する。

《平成21年度計画》

- ・計量行政機関からのニーズ調査を実施し、ニーズの多い物を研修計画に反映させる。関西センターでの研修計画を作成する。

【中期計画（参考）】

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習及び分析技術者研修を実施する。

《平成21年度計画》

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習及び分析技術者研修を企画し実施する。

【中期計画（参考）】

- ・環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を企画して実施する。

《平成21年度計画》

- ・環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を企画して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を、独立行政法人製品評価技術基盤機構と協力して実施する。

《平成21年度計画》

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を企画し実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の技術者研修を実施する。

《平成21年度計画》

- ・計量器製造事業者の技術者向けに、計測の不確かさ研修を企画し実施する。

【中期計画（参考）】

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、外部機関と協力して実施する。

《平成21年度計画》

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、国内外機関と協力して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量の技術分野毎に民間の計量技術者が校正業務の遂行等に際して容易に参照できるような専門技術書（モノグラフ）を企画、編集、発行する。

《平成21年度計画》

- ・計量標準報告を年4号発行し、産総研外の計量標準関係者等に提供する。

【中期計画（参考）】

- ・民間の計量技術者を対象としたシンポジウム、講習会を企画、開催する。

《平成21年度計画》

- ・計量関係者向けのセミナー、成果発表会等を2件以上企画・開催し、展示会出展を2件以上行うとともに、NMIJ計測クラブの研究会活動・情報交換活動を実施し、最新の計量標準の研究成果や活動に関する情報発信を行う。

【別表4】

平成21年度予算

(単位：百万円)

区 別	金 額
収入	
運営費交付金	67,393
施設整備費補助金	4,112
受託収入	13,882
うち国からの受託収入	621
その他からの受託収入	13,261
その他収入	5,325
目的積立金取崩額	60
計	90,772
支出	
業務経費	61,709
うち鉱工業科学技術研究開発関係経費	46,173
地質関係経費	4,251
計量関係経費	6,264
技術指導及び成果の普及関係経費	5,021
施設整備費	4,112
受託経費	12,007
うち特許生物寄託業務関係経費受託	226
原子力関係経費受託	183
地球環境保全等試験研究関係経費受託	145
その他受託	11,453
間接経費	12,944
計	90,772

【別表5】

平成21年度収支計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
費用の部	87,446
経常費用	87,446
鉱工業科学技術研究開発業務費	43,537
地質業務費	3,977
計量業務費	5,881
技術指導及び成果の普及業務費	4,735
受託業務費	8,835
間接経費	11,993
減価償却費	8,475
退職手当引当金繰入	13
財務費用	0
支払利息	0
臨時損失	0
固定資産除却損	0
収益の部	87,123
運営費交付金収益	63,944
国からの受託収入	621
その他の受託収入	13,261
その他の収入	5,325
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	3,972
財務収益	0
受取利息	0
臨時収益	0
固定資産売却益	0
純利益（△純損失）	△323
前中期目標期間繰越積立金取崩額	263
目的積立金取崩額	60
総利益（△総損失）	0

【別表6】

平成21年度資金計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
資金支出	90,772
業務活動による支出	78,971
鉱工業科学技術研究開発業務費	43,537
地質業務費	3,977
計量業務費	5,881
技術指導及び成果の普及業務費	4,735
受託業務費	8,848
その他の支出	11,993
投資活動による支出	11,801
有形固定資産の取得による支出	11,801
施設費の精算による返還金の支出	0
財務活動による支出	0
短期借入金の返済による支出	0
翌年度への繰越金	0
資金収入	90,772
業務活動による収入	86,600
運営費交付金による収入	67,393
国からの受託収入	621
その他の受託収入	13,261
その他の収入	5,325
寄付金収入	0
投資活動による収入	4,112
有形固定資産の売却による収入	1,022
施設費による収入	3090
その他の収入	0
財務活動による収入	0
短期借り入れによる収入	0
前年度よりの繰越金	0
目的積立金取崩額	60

5. 職員

平成21年度形態別・機能別職員数

所属名称	役員	職員	研究職						事務職等	総計
			研究職	(内)	(内)	(内)	(内)	(内)		
				パーマ ネット	招へい 任期付	若手任 期付	研究テ ーマ型	産業技 術人材 育成型		
理事	11								11	
監事	2								2	
研究コーディネータ		6	6	6					6	
産業技術アーキテクト		1	1		1				1	
参事		1						1	1	
企画本部		73	44	42		2		29	73	
コンプライアンス推進本部		23	3	3				20	23	
評価部		18	15	15				3	18	
環境安全管理部		30	12	12				18	30	
業務推進本部		3	0					3	3	
男女共同参画室		3	2	2				1	3	
イノベーション推進室		41	33	31	2			8	41	
広報部		33	7	7				26	33	
特許生物寄託センター		9	6	6				3	9	
年齢軸生命工学研究センター		7	6	4	1	1		1	7	
デジタルヒューマン研究センター		19	18	15			1	2	19	
近接場光応用工学研究センター		9	8	8				1	9	
ダイヤモンド研究センター		11	10	7	2			1	11	
太陽光発電研究センター		32	31	22		2	6	1	32	
システム検証研究センター		9	8	4		1	3		9	
健康工学研究センター		31	30	22	1	2	3	2	31	
情報セキュリティ研究センター		35	34	16	1	7	6	4	35	
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター		10	9			3		6	1	10
コンパクト化学プロセス研究センター		34	32	26	1	1	2	2	2	34
バイオマス研究センター		25	24	22			2		1	25
デジタルものづくり研究センター		17	16	14				2	1	17
水素材料先端科学研究センター		9	6	5	1				3	9
糖鎖医工学研究センター		15	14	10	1		2	1	1	15
新燃料自動車技術研究センター		15	14	14					1	15
生命情報工学研究センター		19	18	11	4	1	1	1	1	19
生産計測技術研究センター		25	24	22	1	1			1	25
バイオメディシナル情報研究センター		16	15	10	5				1	16
ナノ電子デバイス研究センター		23	20	18		1	1		3	23
ナノチューブ応用研究センター		27	26	22	1		1	2	1	27
ネットワークフォトンクス研究センター		14	13	9	2			2	1	14
活断層・地震研究センター		27	26	19		4		3	1	27
メタンハイドレート研究センター		13	12	7			5		1	13
計測標準研究部門		250	248	245		1	2		2	250
地圏資源環境研究部門		81	79	72		1	3	3	2	81
知能システム研究部門		58	56	47		4	2	3	2	58
エレクトロニクス研究部門		73	71	65		2	2	2	2	73
光技術研究部門		75	73	69			2	2	2	75
人間福祉医工学研究部門		64	61	57		2		2	3	64

資 料

所属名称	役員	職員	研究職						事務職等	総計
			研究職	(内)パーマ ネット	(内)招へい 任期付	(内)若手任 期付	(内)研究テ ーマ型	(内)産業技 術人材 育成型		
脳神経情報研究部門		55	53	52			1		2	55
ナノテクノロジー研究部門		81	79	76			1	2	2	81
計算科学研究部門		28	27	24			2	1	1	28
生物機能工学研究部門		60	58	52		3	1	2	2	60
計測フロンティア研究部門		56	54	49		4		1	2	56
ユビキタスエネルギー研究部門		43	41	38		2		1	2	43
セルエンジニアリング研究部門		43	41	37		1	2	1	2	43
ゲノムファクトリー研究部門		46	44	35		6	1	2	2	46
先進製造プロセス研究部門		120	117	106		5	1	5	3	120
サステナブルマテリアル研究部門		67	66	60		2	2	2	1	67
地質情報研究部門		109	107	101		1	1	4	2	109
環境管理技術研究部門		67	65	62		1	1	1	2	67
環境化学技術研究部門		63	61	54		2	4	1	2	63
エネルギー技術研究部門		123	120	106		4	5	5	3	123
情報技術研究部門		76	74	55	2	7	3	7	2	76
安全科学研究部門		47	45	38	2		3	2	2	47
器官発生工学研究ラボ		12	12	11				1		12
エネルギー半導体エレクトロニクス研究 ラボ		17	17	17						17
社会知能技術研究ラボ		6	6	4		1		1		6
フェロー		2	2	0	2					2
産学官連携推進部門		140	61	60			1		79	140
国際部門		18	7	7					11	18
知的財産部門		29	10	10					19	29
先端情報計算センター		20	4	4					16	20
地質調査情報センター		26	13	13					13	26
計量標準管理センター		30	19	19					11	30
ベンチャー開発センター		11	3	3					8	11
サービス工学研究センター		9	8	7			1		1	9
イノベーションスクール		0	0							0
研究業務推進部門		171	0						171	171
能力開発部門		43	5	5					38	43
財務会計部門		78	0	0					78	78
研究環境整備部門		58	1	1					57	58
北海道センター		2	2	2						2
東北センター		2	2	2						2
つくばセンター		3	3	3						3
臨海副都心センター		2	2	2						2
中部センター		2	2	2						2
関西センター		3	3	2	1					3
中国センター		2	1	1					1	2
四国センター		1	1	1						1
九州センター		2	2	1	1					2
職員合計	13	3057	2369	2108	35	72	80	74	688	3070

平成21年度 産業技術総合研究所年報

発行日：平成22年11月30日

編集・発行：独立行政法人 産業技術総合研究所

広報部広報制作室

〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 つくば中央第2

TEL：029-862-6211/FAX：029-862-6212

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

