



産業技術総合研究所 第2期中期目標期間
事業報告書

独立行政法人 産業技術総合研究所

目次

I. 中期目標の期間	2
II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項	2
1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策	2
(1) 戦略的な研究開発の推進	3
(2) 経済産業政策への貢献	10
(3) 成果の社会への発信と普及	13
2. 研究開発の計画	23
3. 情報の公開	24
4. その他の業務	24
III. 業務運営の効率化に関する事項	26
1. 研究活動を支援する業務の高度化	26
2. 職員の能力を最大化するために講じる方策	31
(1) 柔軟な人事制度の確立	31
(2) 職員の意欲向上と能力開発	33
3. 環境・安全マネジメント	35
4. 業務運営全体での効率化	36
IV. 財務内容の改善に関する事項	37
V. その他業務運営に関する重要事項	39
1. 施設及び設備に関する計画	39
2. 人事に関する計画	40
《別表1》 鉱工業の科学技術	42
I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発	42
I-1. 早期診断技術の開発による予防医療の促進とゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療の実現	42
I-2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現	48
I-3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸	52
I-4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産	55
I-5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備	60
II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発	64
II-1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出	65
II-2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出	68
II-3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現	73
II-4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発	76
III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発	78
III-1. 低環境負荷型の革新的ものづくり技術の実現	79
III-2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出	82
III-3. 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生するCO ₂ の削減	86
III-4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備	88
III-5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進	92
IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発	93
IV-1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供	94
IV-2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現	102
IV-3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出	106
IV-4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO ₂ 排出量の削減とエネルギー自給率の向上	110
IV-5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献	120
IV-6. 省エネルギー技術開発によるCO ₂ 排出の抑制	121
V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発	127

V-1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進	128
V-2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開.....	137
《別表2》.....	139
1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現	139
2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究	147
3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究.....	150
4. 緊急地質調査・研究の実施.....	158
5. 国際協力の実施.....	158
《別表3》.....	160
1. 国家計量標準システムの開発・整備.....	160
2. 特定計量器の基準適合性の評価.....	171
3. 次世代計量標準の開発	172
4. 国際計量システムの構築.....	174
5. 計量の教習と人材の育成	178
《別表4》	180
《別表5》	181
《別表6》	182

第 2 期中期目標期間の事業

[中期目標]

独立行政法人産業技術総合研究所(以下「産総研」という。)は、旧工業技術院に置かれていた 15 の国立研究機関及び旧通商産業省に置かれていた計量教習所を統合し、平成 13 年 4 月に公務員型の独立行政法人として発足した。その目的は、鉱工業の科学技術に関する研究及び開発等の業務を総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその成果の普及を図り、もって経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資することである。発足して以降これまでの間、産総研では統合と独立行政法人化したことによるメリットを活かし、研究所内の資源配分及び組織構成を研究所全体として最適化することによって、この目的の達成に努めてきた。

[中期計画]

・ 独立行政法人産業技術総合研究所(以下、「産総研」という。)は、平成 13 年 4 月、創造的研究活動を通じて、我が国の産業競争力強化と人類の持続的発展可能な社会の実現に貢献することを基本理念とし、16 の研究所等を統合して発足した。

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

現下の技術を巡る状況を俯瞰すれば、我が国の経済と産業のより一層の発展を図る上では従来にない価値を新たに生み出していくことが不可欠であり、そこにおいて技術の果たす役割がこれまで以上に増大していくことは言をまたない状況にある。中長期的にも、人類社会の持続的な発展を維持していく上で技術に対する期待は非常に大きなものとなっている。こうした期待に対応し、内外を問わず研究開発における競争は活発化するとともに、産業界、学界を問わず研究開発活動はグローバル化し、また、融合化していくものとする。

このような状況において、産総研に課せられた目的と、その目的を達成するために現に産総研が行ってきている業務の重要性は、従前にも増して高まっている。こうした認識の下、第 2 期中期目標期間の開始に向け、産総研に期待される役割を的確に果たしていくためには、産総研が多様な人材それぞれが持てる能力を最大限発揮し得るような研究環境を実現し、研究所全体として研究能力を高めていくとともに、目的達成に効果的に資する研究分野への研究の重点化を図っていくことが必要である。同時に、いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から、企業、大学といった性格の異なる組織との間で有効な連携を進めていくことも強く求められる。

こうした基本認識を踏まえ、産総研の目的達成能力を一層高めていく上で、組織形態という観点からは、産総研は、制度的自由度がより高い非公務員型の独立行政法人に移行することが適切と考える。このため、移行に必要な法律措置を講じたところであり、産総研は平成 17 年 4 月 1 日、第 2 期中期目標期間の開始とともに非公務員型の独立行政法人へ移行する。第 2 期中期目標期間における産総研では、非公務員型の独立行政法人として持ち得る能力を最大限発揮し、研究開発の実施にとどまらず、人材の育成、研究成果の移転、技術情報の発信といった産総研の行うあらゆる活動を通じ、我が国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果たすことを期待する。

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

上記の活動を効率的かつ効果的に遂行し、質の高い成果の創出とその社会への還元を最大化するため、

研究資源の最適活用と諸制度の整備を図る。具体的には、策定する研究開発戦略により研究テーマの選択と研究資源の重点的配分を行うとともに、非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活用した柔軟で弾力的な人事制度を構築することにより、人材の育成、産業界、学界との人材交流等による連携などを促進する。

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

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

I. 中期目標の期間

産総研の平成 17 年度から始まる第 2 期における中期目標の期間は、5 年(平成 17 年 4 月～平成 22 年 3 月)とする。

II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

(質の高い成果の創出と提供(国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置))

1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

[中期目標]

第 2 期中期目標期間において産総研は、知識の発見、現象の解明を目指す基礎的な研究を主として大学が、また、技術を製品として具現化する開発的な研究を民間企業が担う中であって、基礎的な研究の成果である個々の知識体系を融合し、社会・経済ニーズへの適合を図る、いわば基礎的な研究と開発的な研究との間をつなぐ研究を中核に据えつつ、基礎的な研究及び開発的な研究を非公務員型移行のメリットを最大限活かして大学及び産業界と連携を図ることにより、各フェーズの連続的な研究の実施を目指す。こうした研究の実施により、新産業の創出等我が国の産業構造の変革と、これによる我が国及び世界の持続可能な発展に貢献する。また、経済産業省所管の独立行政法人として、産業技術政策をはじめとする経済産業政策に貢献するとともに、我が国の技術革新システムにおいて技術開発のプラットフォーム機能を発揮し、また、産業界に直接働きかけ得る主体的な組織としての役割を果たすことにより、産総研は、公的研究機関の改革における先導的モデルとなることを目指す。

[中期計画]

・ 産総研は、国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上を図ることにより、持続的発展可能な社会実現への貢献、産業競争力強化等への貢献、産業政策の地域展開への貢献及び産業技術政策立案等への貢献を果たす。

(持続的発展可能な社会実現への貢献)

地球温暖化などの環境問題やエネルギーの安定供給の確保に係る技術課題、自然災害や少子高齢化社会の到来に対応するための技術課題に対応した自然と共生した安全・安心で質の高い生活の実現に資する研究開発を中長期的なシナリオに基づいて戦略的に推進することにより、我が国及び世界の持続的な発展に貢献する。

(産業競争力強化等への貢献)

将来の産業技術シーズの創出、産業技術を支える共通基盤の技術の開発、有望な技術シーズを産業化するための産業界との連携による実用化開発等で「本格研究」を強力に推進し、産業技術の革新による産業競争力の強化及び我が国の産業構造変革の推進に貢献する。

(産業政策の地域展開への貢献)

北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の全国8地域に設置した地域センターを拠点とし、地域の技術的特性を踏まえた世界水準の研究開発を実施する。また、地域経済産業局と協力して産業クラスター計画等を推進し産業政策の地域展開への貢献、さらには各地域の自治体、大学、産業界との連携強化による地域産業技術の発展に貢献する。

(産業技術政策立案等への貢献)

幅広い研究分野の研究開発を実施する機関である特徴を活かし、国内外の産業科学技術動向に関する情報を収集・分析することにより、国が取り組むべき研究開発課題を抽出し、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスに参画する等、中長期的な産業技術戦略に関する政策立案に技術的知見を有する研究機関として貢献する。また、各種委員会への委員派遣などにより、研究者個人が有する知見を以て経済産業省の産業技術政策の立案に貢献する。

(1) 戦略的な研究開発の推進

(戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化)

[中期目標]

新産業の創出や地域経済の活性化などの産総研に対するニーズを的確に把握し、これを踏まえて研究課題を戦略的に企画した上で、これに沿った研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。また、地域センターにおいては、地域の技術特性を踏まえた研究からの世界最先端の研究成果の創出を目指すとの観点から、研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。

[中期計画]

・質の高い研究成果を戦略的に創出するため、成果の科学技術的又は社会経済的な価値が実現した状態である「アウトカム」を意識した中長期的な研究開発戦略を策定する機能を強化する。策定する戦略については、中長期的な観点を踏まえつつ、国内外の科学技術動向や政策的要請等に機動的に対応できるよう常に見直す。

[中期実績]

・第2期中期目標期間を通じた研究戦略を策定し、特にイノベーションを推進する観点から随時見直しを行った。産総研経営陣を代表して所内にイノベーション推進を図るための3名の理事(イノベーション推進コア)を明示するとともに、産総研の技術と産業界のニーズとを橋渡すための役割を担う産業技術アーキテクト職を設置し、加えてこれらを支えてイノベーションを推進するためイノベーション推進室を新設した。

・分野横断プロジェクトや研究推進に関して、企画・立案・実施を行った。具体的には、産業変革研究イニシアティブなどの分野横断プロジェクトの推進、共通実験設備利用の体制整備を強化した。また、産業技術アーキテクトを中心に産総研で生み出されている研究成果が一層産業界で利用されるため、特に知的財産を核とした技術移転のための施策について関連部門で検討し、提案及び施策の試行を行ない、実効性や課題などの総括を行った。

[中期計画]

・研究開発戦略に基づき研究の重点化を進めるための研究テーマの選択と集中を図る。特に地域拠点においては、地域の特性も踏まえた研究開発の中核拠点化を目指し、研究の重点化を行う。

[中期実績]

・第2期研究戦略に基づき、健康長寿のためのライフサイエンス分野、高度情報サービスを創出する情報通信・エレクトロニクス分野、省資源・省エネルギー製造プロセスを実現するナノテクノロジー・材料・製造分野、地球温暖化対策のための環境・エネルギー分野、安全な社会と産業基盤のための地質分野、産業基盤を構築する計測・標準分野を設定し、研究の重点化を進めた。

・地域センターにおいては、各地域の産業クラスター計画等産業政策による地域技術の活性化に貢献するため、経済産業局、大学、公設試験研究機関、地元経済界、中小企業基盤整備機構、などと連携し地域の特徴

を活かした技術分野において、当該地域の研究開発の中核拠点形成を目指して、研究の重点化を行った。具体的には、北海道センターはバイオものづくり技術、東北センターは低環境負荷化学プロセス技術、臨海副都心センターはバイオ・IT融合技術、中部センターは材料開発と省エネルギー・省資源製造技術、関西センターはエネルギー技術と医工連携技術、中国センターはバイオマスエネルギー技術、四国センターは健康工学技術、九州センターは生産プロセスにおける計測技術と水素エネルギー技術に重点化した。

・これらの重点化により得られた第2期の成果として、北海道センターは、世界初の完全密閉型遺伝子組換え植物工場システムを構築し、イヌインターフェロン等医薬原料の大量生産技術開発に成功した。東北センターは、アスベスト代替ガasket製品(第2回ものづくり日本大賞優秀賞を受賞)や、VOC発生を大幅に低減する超臨界二酸化炭素塗装装置(第3回ものづくり日本大賞特別賞を受賞)を実用化した。臨海副都心センターは、個々のアプリケーションプログラム共通のソフトウェアフレームワークや情報システム開発のためのAIST包括フレームワークを各自治体のコンピュータシステムに展開した。中部センターは、ナノテクノロジーを活用した多機能粒子と低コスト製造法の開発・実用化に成功した。関西センターは、家庭用固体高分子形燃料電池の寿命予測手法の確立・実用化に成功した。中国センターは、木質系バイオマスを活用したエタノール等の製造プラントを構築し、プラントレベルでの実証実験に成功した。四国センターは、硝酸イオンを特異的に捕捉して多様な原水を飲料水化できる超小型システムを開発した。九州センターは企業の技術的課題にソリューションを提供する生産計測技術研究センターや水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明する世界的研究拠点である水素材料先端科学研究センターを設立し、重点化に取り組んだ。

・経済産業省技術振興課との定期的な意見交換会(イノベーション推進連絡会議)、経済産業省関係課室、産総研の各分野の研究戦略の説明の場を設定するなど、経済産業政策への貢献、整合性向上を図った。

[中期計画]

・予算、人員等の研究資源の配分については、中長期的な研究開発戦略及び社会、産業界のニーズに基づく機動的な政策対応の観点などから重要な研究課題及び必要な技術融合課題の設定を行い、それを踏まえて重点化する。

[中期実績]

・第2期研究戦略に基づいた研究重点化を実施するため、研究部門重点化予算、研究センター推進予算を措置するとともに、研究重点化を考慮した人事採用を実施した。

・理事長裁量の政策的予算を拡充し、イノベーション促進のための産業変革研究イニシアティブ予算を技術融合課題に措置し、知財強化やベンチャー育成のための予算を重点化課題に配分した。

・基礎研究シーズを可視化、市場化プロセスにのせるための「ハイテクものづくりプロジェクト」を実施し、企業への技術移転等を目指し、56件採択した。

[中期計画]

・研究スペースを有償の研究資源として捉え、スペース課金システムを活用し、迅速かつ適切に研究スペースの回収と配分を行う。

[中期実績]

・スペース管理規程及びスペースガイドライン等の制定並びにスペース配分審査委員会及び各地域センターにおけるスペース監理委員会の設置により、効率的に研究スペースの回収と配分を行う体制を構築した。年2回の公募(返納及び配分)と審査を実施し、中期計画期間を通して約72,000平米のスペースを回収し、約60,500平米の新規配分を行った。

[中期計画]

・研究ユニット評価結果の研究資源配分への効果的な反映、外部資金の獲得に対するインセンティブとしての研究資源配分など、研究資源の配分を競争的に行うことにより、研究活動を活性化させ研究成果の質の向上を図る。

[中期実績]

・研究ユニットの予算配分プロセスに首席評価役を関与させ、当該研究ユニットの成果評価結果を予算額に反映させる方式を運用し、重点課題予算についてはアウトプット評価の結果を、ユニット経営予算においてはマネジメント評価の結果を反映させ、研究成果の質向上のインセンティブとした。

・外部予算の獲得に対するインセンティブ制度、民間企業からの資金提供型共同研究実施によるインセンティブ

ブ制度、特許実施によるインセンティブ制度を運用した。

・政策予算において、提案公募型の制度を運用し、所内の競争的環境を醸成した。

[中期計画]

・地域における産業競争力の強化、新産業の創出に貢献するために、地域の技術的な特性を踏まえた世界に伍する研究への研究資源の重点配分を図る。

[中期実績]

・地域における中小企業等との連携強化のため、また地域の技術的ニーズを産総研全体で受け止め、最適なソリューションを提供することにより地域経済の活性化に貢献するため重点的に予算配分を行った。

[中期計画]

・研究開発の実施に当たっては、多重構造を排した組織において、意思決定の迅速化を図り、権限と責任を明確にした組織運営を行う。

[中期実績]

・理事長と研究ユニットが直結した組織構造を採用し、研究開発における研究ユニット長の権限と責任を明確にした。

・イノベーション推進担当理事、イノベーション推進室、研究コーディネータ、研究ユニット長の連携により、研究推進上の課題を迅速に解決した。

(技術情報の収集・分析と発信)

[中期計画]

・社会情勢の変化を的確に把握すると共に中長期的な産業技術動向を俯瞰するため、外部人材ネットワークやアウトソーシングを活用しつつ組織体制と機能を充実させ、国内外の科学技術情報を収集・分析する。

[中期実績]

・情報調査・分析能力に優れた人材の外部からの登用、調査・分析の専門家を部門長直属として機動性を高めること、適宜、タスクフォースを設置するなど組織体制の強化と機能の充実化を図った。

・平成 19 年度より実施していた「研究テーマ設定に係る知識資産マネジメントの調査」について報告書を発行した(平成 20 年 6 月)。

・平成 20 年度に行った「レアメタル資源制約を踏まえた研究戦略策定調査」において、将来の需要予測に関する調査を実施して総括を行うとともに、第 3 期におけるレアメタル研究戦略の策定に活用した。

・情報調査・分析能力に優れた人材の外部からの登用、調査・分析専門家の企画本部、イノベーション推進室への配置、産総研ビジョンなどでは適宜タスクフォースを設置するなど機能の充実を図った。

・本格研究ワークショップ、持続性に向けた産業科学技術委員会、技術情報セミナー、ナノテクノロジー戦略シンポジウム 2008、研究所経営研究会、身体学の研究会などを主催し社会情勢の変化を的確に把握すること、外部人材ネットワークを構築することに努めた。

・海外公的研究機関におけるマネジメントや企業との連携、公的プログラム資金の効果に関する調査を行い、新たなイノベーション創出のための企業との連携では、目標や役割分担を従来よりも明確にするなどの、研究開発を加速し波及効果を広げる取り組みが見られた。

・ナノテク社会受容促進に関する調査、知識資産の増大や活用に関するマネジメントに関する調査、イノベーション・ハブ構想の具体化に向けた事例調査等を行って産業における技術マネジメントや技術ニーズに関する情報の収集・分析を行った。

・企業における人材育成調査では、最も基礎となる若手人材育成の方策等に関して、企業の研究所を対象に事例調査を実施し、入社時に長期的な人材育成計画を立て、本人と上司が話し合いつつ定期的に振り返るなどの具体的方法例を収集した。

・標準化や規制適正化への公的機関としての取り組み方について要件を整理するため、全熱交換型換気扇や太陽電池の普及例を取り上げインタビューや経緯調査により要因分析を行った。

・産総研における効率的・効果的研究マネジメントの実態調査、中長期的な研究開発テーマ検討支援調査、地域イノベーションを実現するために公的研究機関が果たすべき役割に関する調査、CCS 技術に関する調

査などアウトソーシングも行いつつ、産業技術政策に貢献するための国内外の情報を収集・分析した。

・海外の科学技術政策策定、及び海外公的研究機関の中長期的研究開発戦略の策定について、その策定の方法論の包括的調査及びその策定の具体的な意思決定手法を調査した。さらに、多くの事例調査を元に、成功している運営手法・マネジメントの要諦の分析に基づき、産総研のさらなる成長に向けたイノベーション・マネジメントのあり方を提案した。

・平成 17 年度に行った科振プロジェクトの政策提言を受けて、第 3 期科学技術基本計画のナノテク・材料分野戦略に明記された「社会受容」の活動をより確実な実用化のための戦略課題と位置づけるために、ナノ粒子のリスク評価や管理、ナノテクノロジーの工業標準化に加えて、知的財産の現状等の包括的な解析調査を行った。このような解析は、兼任している内閣府総合科学技術会議科学技術連携施策群「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」の活動に活用され、産総研内の関係部署と情報の共有を図った。

[中期計画]

・産業技術動向等の調査・分析の成果は、月報等の情報レポート及び調査分析レポートとして内外に情報提供する。

[中期実績]

・調査報告やシンポジウムの概要等をニュースレターとして毎月発行した。また、国内外の政策、科学技術動向などを毎月「Techno Info Topics」として掲載し、所内へ配布した。

・技術競争力調査を行い経済産業省で行う技術戦略マップのローリング作業資料とした。また、公的研究機関としてのマネジメント手法に関する調査報告書、ナノテク社会受容促進に関する調査報告書、などを内外へ発信した。

・第 2 期は、国内外の情報を収集・整理し月次レポートとして所内に定期的に配信した。特に、海外情報については 50~60 件から 10 件程度まで選別し、内容面での充実を図った。

・お茶の水女子大学の公開講座「化学・生物総合管理の再教育」を「知の市場」の一環として「社会技術革新特論」に衣替えして後期 15 コマの講座として実施し、産総研の知を社会に還元した。常時 30 名以上の社会人が講義に出席し、活発な質疑応答が行われた。

・平成 20 年度と平成 21 年度に 2 回の技術情報報告会を開催し、収集した情報の提供と、公開討論の場を提供し、産総研職員で挙有すべき知の拡大に貢献した。

(研究組織の機動的な見直し)

[中期目標]

社会や産業界及び地域のニーズに対応した研究成果の効率的な創出のため、研究ポテンシャル、人材、施設などの研究資源を有効に活用し得るよう、研究組織を、具体的な研究分野、研究テーマの消長、取捨選択に合わせ、また、定期的実施している評価の結果も踏まえ、再編・改廃も含めて機動的に見直す。

[中期計画]

・短期的並びに中長期的な研究開発の計画を着実に達成するため、研究内容や研究フェーズの相違等を勘案し、研究センター、研究部門、研究ラボなどの研究ユニットを適切に配置する。各研究ユニットの成果に対する評価を定期的に行い、その結果及び産業動向、科学技術動向等を踏まえ、社会ニーズ、政策的要請等に適切に対応する機動的かつ柔軟な組織の見直し、再編・改廃を行う。

[中期実績]

・産総研第2期スタート時の研究ユニット数は、研究センター28、研究部門 21、研究ラボ 3 であった。その後、中期計画を達成するために、各研究ユニットの成果評価の検証を行い、政策要請や社会的ニーズを鑑みて、起動的かつ柔軟に研究ユニット体制の見直しを行い、ユニットの新設、再編・改廃を実施した。その結果、第2期中期目標期間において 27 研究センター、7 研究部門、9 研究ラボを改組・廃止するとともに、13 研究センター、1 研究部門、7 研究ラボを新設した。

(国際競争力強化のための国際連携の推進)

[中期目標]

国際競争力のある研究成果の創出と人材の養成を目的に、世界の有力研究機関や研究者との人材交流、共同研究などの研究交流を実施する。

[中期計画]

・研究開発資源を有効活用して国際的優位性を確保するために、世界の有力研究機関、研究者との連携を強化し、グローバルで相互補完的な連携により研究ポテンシャルの向上を図る。

[中期実績]

- ・「選択と集中」に基づく産総研中長期的国際戦略に基づき、欧米の先進研究機関との相互補完的な研究協力及びアジアを中心とした相互互恵的なパートナーシップの2つの戦略を推進。世界 26 機関との包括的研究協力覚書を締結した。
- ・先進国との相互補完的な研究協力においては、例えば、米国とは、日米両政府のエネルギー・環境分野協力の一翼を担うため、経済産業大臣訪米に理事長が同行し、DOE 傘下 5 研究所等と研究協力覚書を締結し、共同研究、人材交流などを通じた研究協力を推進し、オバマ大統領来日時の日米首脳会談での「日米クリーンエネルギー技術協力」合意に貢献した。また、フランス国立科学研究センター(CNRS)とは、日仏ライフサイエンスワークショップを通じ当該研究分野での今後の連携について議論を行なうと共に、ロボティクスのジョイントラボを推進した。更に、フィンランド国立技術研究所(VTT)、ノルウェー科学技術大学(NTNU)、豪州連邦科学産業研究機構(CSIRO)との研究協力も推進した。
- ・アジア等との相互互恵的なパートナーシップにおいては、例えば、タイ国の国立国家科学技術開発庁(NSTDA)、タイ科学技術研究院(TISTR)とは、JICA-JST 資金によるバイオ燃料製造技術の共同研究を開始したほか、カラヤ科学技術大臣つくば来訪にあわせて、大臣臨席の下での包括研究協力覚書の更新の調印を行った。また、ベトナム科学技術院(VAST)とは、副理事長、環境技術研究所、情報技術研究所、地球物理研究所等の所長訪問において連携協力分野の意見交換を行い、外部資金獲得のための協議及び研究テーマの重点化を図った。更に、インド科学技術省バイオテクノロジー局(DBT)、韓国産業技術研究会(ISTK)、中国科学院等との研究協力も推進した。

[中期計画]

・国際競争力ある人材を養成すると共に、世界の COE との連携強化による優秀な研究者の招聘などを進めるため、国際的な人材交流の促進策に取り組む。

[中期実績]

- ・産総研フェローシップ制度、外部資金の活用により、産総研から 53 名を在外研究員として海外へ長期派遣し、国際競争力のある人材養成を推進した。特に、中期計画最終年度においては、対米戦略を推進するために産総研フェローシップ制度で米国に重点派遣するなど、派遣事業を戦略的に推進した。また、サンノゼ市 JETRO インキュベータに研究員を派遣し、米国でのベンチャー立ち上げのノウハウ蓄積、人的ネットワーク構築などの成果を上げた。
- ・産総研フェローシップ制度、研究ユニット予算、外部資金の活用により、海外から 1,131 名の招へい研究員を受入れた。
- ・JICA の集団研修 4 コース、個別研修 2 コース、JSPS サマープログラム等により、海外から 353 名の技術研修生を受入れた。
- ・国際人材のハブ化に向けた環境整備として、生活支援ガイドブック(第 2 版改訂)の発行をふくめた多面的な生活支援、日本語講習や日本文化体験教室等の開催、入管申請取次、外国人研究者向け所内手続マニュアルの作成等、外国人研究者及び受入研究者の負担を軽減し、研究に専念できるための事業を積極的に展開した。

[中期計画]

・国際機関や国際会議での活動の強化と人的ネットワークの構築により、研究成果の効果的な発信能力と、迅速で正確な科学技術情報の収集・分析能力を強化する。

[中期実績]

・APEC/ISTWG や OECD/TIP 及び ISTC/SAC(諮問委員会)議長役を担い、また日・中円卓会議の事務局などを行うなど積極的に国際機関や国際会議での活動を実施した。

- ・欧米の主要研究機関(フランス原子力庁電子情報技術研究所や、ヘルムホルツ協会、ロスアラモス国立研究所等)の活動状況など各種情報を収集・分析を行い、ネットワーク拡大を図った。
- ・ヨーロッパの最大級の展示会であるハノーバーメッセへの継続的な展示など、研究成果を積極的にアピールし、産総研のプレゼンス向上に貢献した。
- ・産総研の安全輸出管理コンプライアンスプログラムを的確に実施する。
- ・安全保障輸出管理を的確に実施するため、中部以西の各地域センターを担当とする専門家を関西センターに配置し、体制を強化するとともに、各研究ユニットを対象とした輸出管理研修会を研究ユニットに出向いて実施し、輸出管理の周知・指導を積極的に実施した。
- ・速やかな該非判定・取引審査を行うため、オンライン申請が可能な輸出管理手続きシステムを稼働させた。
- ・大学・研究機関への輸出管理説明会において産総研の輸出管理をモデルとして紹介するとともに、経済産業省貿易管理部がまとめた「安全保障貿易に係る機微技術管理ガイダンス(大学・研究機関)」の作成に際して産総研の取り組みを紹介し助言を行うなど、輸出管理に関する先進的機関としての外部貢献を行った。
- ・役職員の海外出張に携行できる海外危機管理マニュアルを作成・配布し海外での事故等の未然防止等に役立てるとともに、イントラを活用した海外危機管理情報の迅速な発信等により、危機管理意識の醸成を図った。

(研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用)

[中期目標]

研究ユニットの評価に際しては、従来のアウトプットを中心とした評価に加え、費用対効果や実現されたアウトカムといった新たな視点も踏まえた評価制度の見直しを図り、その評価結果を研究ユニットの見直しや研究資源の配分に有効に反映させる。また、個人評価については、個々人の業務内容に応じた評価軸を設定するとともに、その結果を適切に処遇に反映し得るよう人事・給与制度を見直す。

[中期計画]

・研究開発が効率的かつ効果的に実施され、その研究成果が社会、産業界に有効に移転、提供されているか否かを検証するため、適宜、評価制度の見直しを行う。

[中期実績]

- ・研究開発が目指す将来のアウトカムと、そこに至るまでのロードマップをベンチマーク、マイルストーンと共に明示し、描かれたロードマップの適切性とアウトプット、マネジメントの実績を基に評価する新たな評価制度を設計した。
- ・評価結果を分析し、アウトカムの多様性等、新たに留意することが必要となる点を明らかにし、それらを反映させて評価を行った。
- ・評価システムに関する評価委員のコメントを、評価の内容、評価の方法、評価システム、に関するものに分類し、第2期の評価システムの有効性と妥当性を検証し、第3期の評価システム構築の基礎資料として活用した。

[中期計画]

・第2期中期目標期間においては、研究のアウトプットを中心とした評価に加えてアウトカムの視点からの評価を実施することとし、その結果を産総研の自己改革に適切に反映させる。

[中期実績]

- ・研究ユニットがアウトカム実現に向けたロードマップと当該期間の研究成果の達成状況を提示し、それに対して評価委員からコメントと評点を得ることで成果評価を実施した。また成果評価の行われなかった年度にはモニタリングを実施した。
- ・評価結果は研究ユニット並びに産総研経営層に報告された。研究ユニットにおいてはその結果を運営に活かし、経営層は運営の改善に役だてると共に、今後の組織設計の判断材料とする中間・最終評価に活用した。

[中期計画]

・アウトカムの視点からの有効な評価方法を確立するために、国内外で実施されている評価方法の調査、分

析を行うと共に、その結果等を踏まえた評価制度の見直しを行う。

[中期実績]

・評価関連の国際会議に参加し、各国の評価システムの実情と課題を調査した。戦略的な評価に関するシンポジウム、科学情報の活用に関するワークショップ、研究組織セミナーを主催し、国内外の関係者を集めて議論を行い、今後の評価システム見直しの課題を整理した。併せて研究ユニット長から現在の評価システムについて直接意見を収集することで課題点の整理を行った。これらを基に第3期に向けた評価システムの在り方の概念整理を行い、第3期評価システム構築の基礎資料として活用した。

[中期計画]

・評価制度の見直しに当たっては、研究成果のアウトカム実現への寄与を予測する手法の開発に加えて、評価者、被評価者双方にとって納得感の高い評価制度の確立を目指して制度見直しを行う。また、投入した研究資源の有効性を判断するための費用対効果的な視点からの評価を定期的実施するための制度見直しを行う。

[中期実績]

・「アウトカムの視点」からの評価を取り込み、研究ユニット評価に初めて適用した。研究ユニットの目指すアウトカムを明確化し、評価サイドと研究ユニットとのコミュニケーションを深めた結果、その共通理解が浸透し、双方が納得できる評価制度の運営ができた。
・組織評価に相当する中間・最終評価において、研究ユニット発足時からの投入資金、研究者数と研究成果を提示し、投入資源の観点からの成果創出の妥当性を評価する仕組みを構築した。

[中期計画]

・評価結果を研究課題の設定、研究資源の配分、組織の見直し又は再編・改廃に適切に活用するなど継続的な自己改革に効果的に反映させることにより、研究成果の質を高めていくと共に、より大きなアウトカムの創出を目指す。

[中期実績]

・アウトカムの視点からの研究ユニット成果評価の結果を反映した予算配分、研究ユニットの改廃、再編など見直しを機動的に行った。

[中期計画]

・職員の意欲をさらに高めると共に、職員個人の能力を最大限活用して研究成果や業務の質の向上につなげるために、職員個々に対する定期的な個人評価を実施する。

[中期実績]

・個人評価は、評価プロセスを通じて、職員の意欲向上、職員間の意思疎通、職員の課題認識の共有によって、組織全体のパフォーマンスを向上させることを目的として、毎年度行う短期評価と一定の評価対象期間を経て行う長期評価を年度毎に実施した。
・短期評価は、職員及び契約職員の一部(ユニット長等)を対象に実施し、短期評価プロセスの中で決定された職員の業績評価結果は、適切に業績手当に反映させた。
・長期評価は、一定の在級年数を満たした職員を対象に実施し、キャリアパス形成のための意識啓発や人材育成の観点での指導の機会とした。評価結果は昇格、昇給及びキャリアパスに反映させ、また評価結果概要を、公正性と透明性及び客観性の観点から職員へ公開した。
・平成20年度にコンプライアンス保持に対する意識高揚の観点から、個人評価制度を改正し、職員に対しては、コンプライアンスを重視して職務遂行する旨を周知した。併せて、処分を受けた者について、短期評価では業績査定をマイナス反映すること、長期評価では評価対象者としなないことを基準として示し、評価結果へ反映させることとした。
・役員についても、業績評価を実施し、適切に業績手当に反映させた。

[中期計画]

・個人評価にあたっては、制度の不断の見直しを行い、評価者と被評価者とのコミュニケーションツールとしての有効活用、評価結果の給与等への適切な反映などを実施していく。

[中期実績]

・短期評価では、対象者に毎年アンケートを実施し、その結果等をもとに、コミュニケーションの促進やパフォーマンスの向上、給与等への適切な反映が行えるよう評価制度の運用を見直した。また、アンケート結果を職員に開示し運用状況等を周知するとともに、評価結果を分析したデータを各種研修等で用いることにより、評価制度の定着に努めた。

・長期評価では、人材開発戦略会議の議論等も踏まえて、公正性、透明性、客観性の確保の観点から、「長期評価における評価の視点」を職員へ公開し、さらに適時改訂した。また、職員のパフォーマンス向上をきめ細かく支援するための評価結果確認期間の設置、人事評価委員会の組織変更等の改善を図った。

(2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

[中期目標]

産総研が持つ知見を活かして我が国の研究開発プロジェクトを効率的かつ効果的に推進するなど、産業技術政策の立案、実施に積極的に貢献するため、経済産業省が実施する技術戦略マップの策定や技術開発プロジェクトへの中核的研究機関としての参画及びプロジェクト実施に際しての産総研が有する研究インフラの提供などを行う。また、産業技術の発展に貢献する高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材の育成を行う。

[中期計画]

・蓄積された科学技術に関する知見や産業技術動向等の調査・分析の成果を基に、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスや技術開発プロジェクト実施に際しての参画及び研究実施のためのインフラ提供を通し、経済産業省等における産業技術政策に積極的に貢献する。

[中期実績]

・経済産業省作成の技術戦略マップ見直しに関する委員会に委員として産総研の研究者が計 49 名、オブザーバとして 2 名(平成 17 年度)、委員長を始めとして延べ 54 名(平成 18 年度)、各種委員会へ、延べ 91 名(うち、19 名が委員長、主査、幹事、座長)(平成 19 年度)、延べ 95 名(うち、18 名が委員長、主査、幹事、座長)(平成 20 年度)、延べ 98 名(うち、17 名が委員長、主査、幹事、座長)(平成 21 年度)、期中計延べ 389 名が参画し、産業界が技術動向の把握や方向付けを行う際の指針作成に協力した。

・産総研が有する環境・エネルギー分野等における知見を活用して、各種の技術開発プロジェクトに参画・協力するとともに、「洞爺湖サミット」における「環境総合展」の企画等を通じた対外活動や、アジアバイオマス構想等の国際連携にも積極的に取り組み、持続可能社会の構築に向けた経済産業政策の展開に貢献した。

[中期計画]

・経済産業省等との人材交流及び非公務員型の独立行政法人のメリットを活かした民間企業との連携研究の中での人材交流を通して、プログラムオフィサー(PO)やプログラムディレクター(PD)などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を育成する。

[中期実績]

・NEDO 等の機関において、研究開発プロジェクト等を支えるプログラムオフィサー、プログラムマネージャーとして、これらの職に適切な資質を備えた研究者を外向させ、プロジェクトの推進に貢献した。

・技術シーズから新たな産業へと至る明確なシナリオを持ち、大型の予算を投入することで、比較的短期間で目に見える成果を生み出すことを目的として創設した「産総研産業変革イニシアティブ」3テーマ「医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発」、「知識循環型サービス主導アーキテクチャ(AIST SOA)の開発」、「ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャの開発」を実施した。

(中小企業への成果の移転)

[中期目標]

産業の現場を支える中小企業の技術力の向上を図るため、共同研究や受託研究の実施、技術情報の提供

及び地域公設研との連携、協力などを通じ、研究開発に取り組む中小企業への成果の移転を積極的に行う。

[中期計画]

・産総研の研究成果の中から中小企業ニーズに応える技術シーズを取り上げ、中小企業への技術移転と製品開発への適用を図ると共に、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援するため、地域公設研との連携、協力を含めた共同研究等を機動的かつ集中的に推進する。

[中期実績]

・経済産業省の委託事業として地域中小企業支援型研究開発事業(17、18年度)においては55課題、産業技術研究開発事業(中小企業支援型)(19～21年度)では68課題、中小企業等製品性能評価事業では74課題の計197課題について中小企業等と共同研究を実施し、産総研の技術の移転による中小企業等の技術シーズの育成、実用化の支援を行った。

・フォローアップ調査を実施した81課題では、すでに42課題が製品化に至っている。この事業における製品化率54.3%は13～16年度の45%に比べ高い値を示しており、支援の効果が高まっている。

[中期計画]

・中小企業の技術開発レベルの向上を、中小企業人材に対する研修及び最新の産業技術情報並びにビジネス情報にアクセスできる広域ネットワークの構築等によって支援する。

[中期実績]

・18年度から実施の「地域産業活性化支援事業」(産総研独自の事業)では、4年間で延べ51の公設研から77名の研究員を産総研に外来研究員として招聘し、産総研研究者とともに中小企業による製品化を前提としたテーマの研究開発を実施した。公設研の要望を受け、20年度からは募集時期を通年随時にし、招聘期間も柔軟に対応できることとした。研究の進展と人的ネットワークの形成に貢献できる事業として公設研からも大変好評で期待されている。

・東京丸の内サイト(19年度からは秋葉原事業所に移転)の関東産学官連携センター、札幌、仙台、名古屋、福岡にサテライトを開設した。サテライトでは中小企業基盤整備機構等との連携の下、地域中小企業にとって利便性と実効性の高い支援を提供している。

・9県の公設研と産学官連携推進部門、東北サテライトを結ぶTV会議システムを導入し公設研との情報共有、事業の調整に活用した。特に遠隔地の公設研とは定期的に接続し、公設研の所内研究発表会を配信し有意義な議論を交わすなど、連携意識の強化にも大きく貢献している。

・中小企業に産総研や公設研の業務を周知するため、『使いこなそう公設研・産総研 2007』(8,000冊)・『使いこなそう公設研・産総研 2008』(10,000冊)を出版し、企業・大学・官公庁・公的研究機関・産業支援機関等に広く配布した。

(地域の中核研究拠点としての貢献)

[中期目標]

産総研の研究成果等を活かして地域経済産業をより一層発展させるため、地域における研究ニーズの収集やこれに応じた研究成果の移転などの地域連携機能を強化するとともに、地域の技術特性を踏まえた産業クラスター計画への参画等を通じ、地域社会における産業技術研究を推進する中核研究拠点としての役割を果たす。

[中期計画]

・地域の産業界、大学との共同研究等の実施及び地方公共団体、地域公設研との産業技術連携推進会議の活動などを通じた地域ニーズの発掘並びに地域公設研を通じた地域中小企業との連携を行うことにより、地域産業技術の中核機関としての役割を果たす。

[中期実績]

・全国産学官連携コーディネータ会議を開催し、地域同士の連携の強化を行うとともに、産総研の技術シーズを活かした地域中小企業への技術移転・事業化促進支援の強化を行った。新規17件を含む30件の産総研コンソーシアムを運営したほか、主要国立大との間に包括連携協定を結び、連携協議会を開催した。122の公設研からなる産技連の地域部会では、産総研の地域センターが経済産業局訪問を通じて地域体制作りに中核的な役割を果たすと同時に、各公設研の企画担当者からなる分科会を設置し、地域の課題抽出作業を行

った。

・産業変革研究イニシアティブの実施課題である「ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャ(UCROA)」では、対人支援システムの実証研究を医療機関において実施しており、物流システムについても物流企業の倉庫で導入可能なように調整を実施した。また、「中小規模雑植性バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」では、中国センター内に建設した実証研究用のプラントを定常的に稼働させ、木質系のバイオマス原料の提供に関して、地元企業との協力体制を強化した。北海道センターで進めた「医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発」の成果をもとに、植物工場内でのジャガイモの水耕栽培に成功し、地元企業との連携の構築を進めた。

・19年度の産技連組織再編により新設した地域部会では、産総研の地域センター長が経済産業局・公設研・企業・大学等の訪問を通じて地域におけるイノベーション創出の連携体制作りの中核的な役割を果たした。各公設研の企画担当者を構成員にした分科会を設置し、各地域の課題抽出を行い地域の産業・社会事情に対応した取り組みを進めた。特に地域イノベーション創成共同体形成事業では、産技連地域部会を母体とし、地域の大学にも参加を求めイノベーション創出協議会を結成したほか、地域産技連及び技術部会と連携しながら公設研や企業へのセミナーや研修会を開催し、産業振興、域内の広域連携等の促進に貢献した。

・企業や公設研のニーズも踏まえつつ、広域連携体制の構築に、地域センターが各地で地道で粘り強い取り組みを進めた。東北では東北センターと公設研所長からなる幹事会が指導し、研究交流会や知財戦略セミナーの開催、得意技術リーフレットの作成・配布を行った。関東では上信越公設研ネット WG の事業としての合同研究成果発表会の開催、中国では中国地域連携推進企画分科会主導での開放機器利用促進や若手研究者間の交流促進などの連携機会の確保を推進した。

・成果の事業化にあたっては、例えば、東北航空宇宙産業研究会では、会員企業がPRのためユーザー企業を訪問、展示会への出展、講演会の開催などの活動を行った。

・技術部会は全国に展開する産技連組織としての強みを活かし、公設研や企業に対し先端・高度技術の移転を推進すべく活動した。

[中期計画]

・地域経済産業局が推進する産業クラスター計画など地域産業施策への貢献による新規産業創出活動、あるいは地域の産業界、大学、地方公共団体及び官界間の全体的なコーディネート機能の発揮、ハイテクベンチャーの起業支援等による地域におけるプレゼンスの向上を図ると共に、地域における科学技術と産業の振興に取り組む。

[中期実績]

・各地域の産学官連携センターにおいて、5年間(第2期中期計画期間)で産総研技術シーズ発表会や講演会、展示会等を約350回開催した。また、各地域経済産業局や公設研(産技連地域部会等)、各地域クラスター事務局等と連携し、多数の講演会、展示会などを共催し、先端技術の中小企業を含む民間企業への技術移転を促進した。

・産総研のコーディネート機能の発揮により、例えば、19年度開始した東北航空宇宙産業研究会では、新たに山形県でも企業グループを組織し、共同で展示会に出展するなど、公設研・行政・企業が一体となった活動を展開している。また、地域イノベーション創成共同体形成事業では産総研が中核機関となり、中小企業からの技術的なニーズにワンストップで応える基盤を構築している。

[中期計画]

・8地域に展開する地域センターにおいては、全国ネットワークをバックに地域における窓口としてオール産総研の成果発信や、地域のニーズを吸い上げ産総研全体で解決するためのコーディネート機能、地域への人材供給機能を発揮する。

[中期実績]

・各地域産学官連携センターは、企業や大学、行政機関と連携し、地域企業の技術的問題の解決に資するべく、成果発表会や展示会、企業訪問、技術相談等の活動を積極的に展開した。また、新たな企業との連携強化策の一つとして企業経営者や地域の財界トップとの対話活動も実施した。

・平成19年度から産学官連携推進部門に配置した「産業技術指導員」は、共同研究終了後の中小企業訪問によるフォローアップ調査や技術相談に対応し、共同研究等を立ち上げるなど、企業から信頼された活動を展開している。中小企業庁が公募する「2009年元気なモノ作り中小企業300社」への推薦や中小企業庁ものづ

くり補助金等にも積極的に協力し、間接的にも中小企業支援の活動を行った。

- ・産学官連携センター長会議と全国産学官連携コーディネータ会議を定期的開催することで、オール産総研として地域イノベーション創出のための業務の調整や情報共有を実施している。
- ・産学官連携推進部門の外部向け HP 及びイントラのトップページの改修を行い、問い合わせ窓口の一本化によりアクセスの改善を図るとともに、産学官連携コーディネータの紹介ページを掲載し「見える化」を図った。

(工業標準化への取り組み)

[中期目標]

社会からの要請の高い各種の工業標準等の確立に向け、第 2 期中期目標期間中には、国際提案も含めた 40 以上の標準化の素案を作成するなど積極的な貢献を行う。

[中期計画]

- ・工業標準に対する産業界や社会のニーズ、行政からの要請等に応えるため、産総研工業標準化ポリシーに基づき、工業標準の確立を目的とする研究開発を推進するとともに、日本工業標準調査会(JISC)、国際標準化機構(ISO)・国際電気標準会議(IEC)、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用し、産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。具体的には、第 2 期中期目標期間中に、新たな国際議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にした国際提案も含めた 40 件以上の JIS 等標準化の素案を作成することを目指す。

[中期実績]

- ・経済産業省「国際標準共同研究開発事業(旧基準認証研究開発事業)」21 テーマ、運営費交付金「標準基盤研究」54 テーマ、NEDO「標準化研究開発事業」などを実施し、規格化に向けた研究開発を支援した。
- ・毎年 20 件程度の規格提案を行った。
- ・国際会議における議長、幹事、コンビナーの引き受けに関しては、総勢 38 名が国際役職者に就任した。
- ・中期目標期間中強力に推進し、97 件の標準化素案の提案を行った(目標提案数は 40 件)。

(3) 成果の社会への発信と普及

(研究成果の提供)

[中期目標]

知的財産権の実施許諾、共同研究や技術研修の実施、外部研究員の受け入れ、産総研研究員の外部派遣などの多様な方法を組み合わせることにより、産総研の創出した研究成果の社会への最大限の普及を目指す。また、論文などの学術的な成果についても、研究活動の遂行により得られた科学的、技術的な知見などを広く社会に公表することによって産業界、学界での科学技術に関する活動に貢献するとの観点から、積極的に発信する。

[中期計画]

- ・研究開発の成果を産業界や社会に移転するための取り組みとして、知的財産権の実施許諾、共同研究、ベンチャー起業支援、技術相談、技術研修等の多様な仕組みを活用した産業界との連携を第 1 期中期目標期間に引き続いて推進すると共に、第 2 期は新たな仕組みとして柔軟な人事制度を活用した人材交流による技術移転など実効性ある方策の導入を図る。

[中期実績]

- ・住友電気工業株式会社との包括的な連携・協力協定を締結し、情報通信・エレクトロニクス、環境・エネルギー、ライフサイエンスの各分野で共同研究を推進するとともに、研究プロジェクトへ産総研が雇用した大学のポスドクを従事させ、企業において即戦力として活躍できるよう育成するスキームを構築した。3 名のポスドクを雇用し、うち 1 名が同社に就職した。矢崎総業株式会社との包括的な連携・協力協定では、産総研産学官コーディネータが矢崎総業内に常駐する「ホームドクター型コーディネータ制度」を導入し、企業ニーズと産総研シーズを結びつけて次世代部品研究開発の共同研究を推進した。

- ・協定締結にとらわれることなく、複数企業と定期的に意見交換会や見学会を設けて連携を強化し、資金提供型共同研究等の実績に結びつけた。
- ・弾力的な兼業制度の下、産総研の研究成果を活用する事業への役員兼業として56名を許可した。また、一般兼業として約950名を許可し、産総研の研究成果の普及促進に努めた。
- ・人材移籍型(共同研究相手方からの研究者の雇用)共同研究を創設し、48名の研究者を相手方企業から受け入れるとともに、産総研の研究者の身分として一体的な共同研究体制を構築し、研究開発の成果の効率的な推進に努めた。
- ・ベンチャー創業時点又は創業後に発生、顕在化する各種課題等に対応するため、職員による相談窓口を設置し414件に及ぶ対応により必要な情報提供、アドバイス等を実施するとともに、高度かつ専門的知見が必要となる案件については、法務・経営・特許・税務等専門家と請負契約を行い、2,826件に及ぶ相談対応を実施し、産総研ベンチャーの円滑な創業、並びにリスクへの早期対応、回避等により経営の安定化等に寄与した。
- ・研究者等によるベンチャー創業を迅速かつ円滑に導くため、会社設立のための各種手続・書式、産総研における支援内容・創業に際する留意事項等を所内イントラに掲載するとともに、第2期中に創業した52社について、33件の定款認証及び登記申請の代行業務を実施し創業事務の負担軽減等を図った。
- ・産総研に入居し技術移転を行うベンチャー企業43社に対し、その研究施設等の賃貸借契約、外部人材受入及びネットワーク設定等に係る手続きのサポートを実施するとともに、情報セキュリティ、安全衛生管理及び研究資産の管理等コンプライアンス強化の観点から管理体制の構築や必要な指導等を実施した。
- ・産総研ベンチャーが数多く入居するつくばセンター内に創業準備段階を含めた企業が出資者や技術提携者等外部機関との協議、交渉の場として利用可能な活動拠点を設置した。
- ・産総研ベンチャーによる技術移転をより促進するため、ベンチャー創業に際してのベンチャーリープ(休職制度)を制度化し、当該制度適用の実現がなされた。
- ・研究成果のベンチャー創出の意識醸成を図るため、ベンチャー開発センター職員によるベンチャーキャラバン(ベンチャー創出セミナーと創業相談を併催)を企画した。イノベーションにおけるベンチャーの果たす役割についての講演と、実例としてベンチャーを創業した研究者(兼業者)、スタートアップ・アドバイザーの講演、及びベンチャー開発センターが行っている多様な支援制度を説明した。つくばで2回、その後全ての地域センター(臨海副都心、中部、関西、四国、九州、北海道、東北、中国)でセミナーと創業相談を実施した。
- ・平成20年度・21年度と10月につくばセンターにおいて、企業関係者や大学関係者を招待して、一般公開、学術講演等での発表に加え、産業界に向けた情報発信の場としてオープンラボを開催。産学官連携の一層の推進に努めている。来場者は、20年度3000人、21年度3068人。共同研究の成約、20年度1件(相談・問い合わせ139件)、21年度4件(相談・問い合わせ118件)。平成22年度も開催予定。
- ・「連携千社の会」を設立し350社以上の企業の会員登録を行い、会員企業に対して、オープンラボでの優先公開、ポスドク就職説明会への優先参加、メール等によるイベント案内などのサービスを提供するなど組織的対話機能の構築を行った。また、オープンイノベーションなどのテーマに関してオンラインで意見交換を行った。

[中期計画]

- ・産総研の技術シーズを活用し、波及効果が大きく企業のニーズに直結する資金提供型共同研究や受託研究の実施を強力に推進する。このことにより、民間企業等から受け取る研究資金等を、第1期中期目標期間最終年度の1.5倍以上の金額に増加させることを目指す。

[中期実績]

- ・民間企業からの資金提供型共同研究及び受託研究に対して研究を加速するための研究費を交付する制度の効果的な運用や、企業との連携の加速と研究成果を利用したイノベーションの促進を目的とした知的財産権の活用方針の緩和(共有する特許権等の不実施補償の取扱制度を緩和)のなど、共同研究等推進のための施策を行った。これにより、平成21年度の最終年度には、民間企業等から受け取る研究資金は〇〇億円(4月末に確定予定)に増加した。

[中期計画]

- ・研究開発型ベンチャーの起業に必要な研究開発を加速し、ビジネスプランの策定を支援するなど、研究開発の成果が新産業の創出や産業構造の変革の芽につながるよう費用対効果も考慮しつつベンチャーの起業

に積極的な支援を行う。第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研ベンチャーを100社以上起業することを目指す。

[中期実績]

- ・スタートアップ開発戦略タスクフォースについては、第2期中に44件(第1期からの累積は64件。そのうち支援任用制度によるもの9件、カーブアウト案件1件を含む。)を設置し、製品化のための技術開発、知財強化、ビジネスプランの策定・検証を行った。タスクフォースから第1期からの累積で36社のハイテク・スタートアップス(ベンチャー企業)創出がなされた。創出確率と質的向上のため、第2期後半においては、タスクフォース設置前の入念な事前調査(知財調査、市場調査)、設置後はヒアリングの充実、マイルストーン設定とステージゲート方式によるタスクフォース進捗管理、及び複数SA制度等多くの改革を行った。
- ・スタートアップ・アドバイザーに必要な素養(企業経営及び技術的・国際的な素養・経験、技術シーズの見極め、事業計画の策定、資金調達、企業提携、生産管理、高い交渉能力、公的研究機関制度への理解、利益相反に対する判断能力)のうち、産総研内部では涵養が難しいと考えられる素養について、外部ビジネススクールによる研修が有効であるか否かの検証のため、延べ5人の職員を2種類のビジネススクールに派遣し、各スクール・講義内容・講師の比較及び検討を行い、スタートアップアドバイザー育成に有用な自己研鑽制度設計のための知見の蓄積を行った。
- ・ベンチャー技術移転促進措置実施規程に基づき、52社に対し、産総研技術移転ベンチャーの称号を付与するとともに、知的財産権の独占的な実施権の許諾、研究施設等の使用許可及びその使用料の減額等の200件の技術移転促進措置を実施した。また、既存の産総研技術移転ベンチャー等65社の事業計画の見直し等に併せ、技術移転促進措置の追加・解除を実施した。また、第1期中期目標期間と通算し、産総研ベンチャーは102社となった。
- ・創業した産総研ベンチャーから技術移転の状況、経営状況及び創業後の支援ニーズ等を把握するため、事業実施状況ヒアリングを定期的に行うこととし、延べ100社からヒアリングを実施した。また、前述に加え、企業訪問やアンケート等を通じ、産総研又はベンチャー支援への要望等を把握した。
- ・産総研ベンチャーから要望等を踏まえ、新たに施設等の使用料の支払期限の延長及び分割納付を制度化し、ベンチャー技術移転促進措置実施規程の改正を行うとともに、中小企業基盤整備機構、ベンチャーキャピタル等外部支援機関との連携を図り、インキュベーション施設等の紹介、ベンチャーキャピタルや支援機関による支援制度とのマッチング、並びに公的研究資金獲得のための情報提供並びに獲得のための各種支援等規程に寄らない支援を実施した。
- ・産総研におけるベンチャー創出の59例と海外8カ国のインキュベーション例調査を通じて、ベンチャー創出のための必須条件を抽出し運営に活かすとともに、第1期、第2期を通じて産総研が独自に開発したベンチャー創出・育成・支援システム施策について調査し、評価に必要なデータ収集を行い、課題の抽出が可能か検証を行った。

[中期計画]

- ・企業との共同研究を前提とした社会的に波及効果の大きい大型研究プロジェクトを自律的に立案、運営する。

[中期実績]

- ・包括協定関係にある三菱化学と7件の共同研究プロジェクトを実施した。企業との連携を進める目的で、九州に実環境計測診断システム協議会を立ち上げ、H17~19年度に6回の主催講演会を通じて研究プロジェクトをとりまとめ、1件が地域中小企業支援型研究開発事業に採択された。
- ・連携実績のある企業千数百社のフォローアップ評価を通じて選定した重点対応企業約二百社に対して担当の産学官連携コーディネータを配置し、企業ニーズの把握に努めた。
- ・企業の研究開発戦略や既存の連携先企業のフォローアップ調査、先行事例の評価を踏まえ、人材育成スキーム等を含む大型協定を2社(住友電気工業株式会社、矢崎総業株式会社)と締結した。
- ・産業変革研究イニシアティブの実施課題である「SiC デバイス量産試作研究及びシステム応用実証」において、デバイスメーカー及び装置メーカーとの大型共同研究契約を結び、つくば西事業所にSiC デバイス量産の為に製造ラインの整備を進めた。太陽光発電産業の国際競争力を強化することを目的に、材料・部材関連の民間企業31社と共同で、高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアムを立ち上げた。

[中期計画]

・産総研のオープンスペースラボ(OSL)を共同研究スペースとして十分に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

[中期実績]

・企業との共同研究を推進する場として OSL を活用し、企業 76 社(うちベンチャー企業 6 社)が入居して、共同研究 71 件を実施した。

・OSL スペースと共同研究との対応を明確にした入居管理、年度ごとの利用状況報告書の提出を義務づけなどにより、OSL の適正な管理・効果的な利用に努めた。

・各 OSL 入居率は北海道 56%、東北 100%、つくば 95%、臨海 91%、中部 74%、関西 100%(耐震工事での入居分を除くと 75%)であった。

[中期計画]

・産総研の研究成果の普及による産業技術の向上に貢献するため、技術研修、技術相談及び外来研究員等の制度により、企業等に対する技術的な指導を実施する。

[中期実績]

・5 年間で技術研修生 6,345 名、外来研究員 5,155 名を受け入れ、産総研の技術ポテンシャルを人材交流の面からも積極的に移転できるよう努めた。

・技術相談件数は 4,042 件であり、つくば本部では産業技術指導員、地域センターではものづくり基盤技術支援室を中心にして、オール産総研体制で全ての技術分野の相談に迅速かつ丁寧に対応し企業からの信頼感を高めることに大きく貢献した。また、共同研究に発展する可能性が高いと判断されものについては、産学官連携コーディネータを介して、研究ユニットに橋渡しを行った。共同研究等の連携に発展したものは 104 件である。

・業務効率化のため、外来研究員、技術研修、連携大学院制度に係る事務手続きについて、産学官連携推進部門から各研究ユニットへの業務移管の調整を開始した。

[中期計画]

・産総研の研究開発の成果を積極的に普及するため、報告書等の作成・頒布に加え、各種のシンポジウム、講演会、イベントを開催すると共に、外部機関が催すこれらの行事に参加する。

[中期実績]

・「ロボットビジネス戦略シンポジウム」、「明日の技術展」、「首都圏地震シンポジウム」、「イノベーション実践戦略シンポジウム」等マスメディアと共催もしくは連携した展示会・シンポジウムを開催したほか、企画本部等と連携して「産総研オープンラボ」を 2 回開催し、産総研の経営情報と研究成果を積極的に発信した。また、日刊工業新聞へ企画提案した毎週 1 回の産総研特集の連載記事や学術誌「Synthesiology」の創刊等、研究成果の「見える化」を実施した。

[中期計画]

・各種研究成果、関連データ等の研究開発活動の諸成果を知的基盤データベースとして構築し、公開データとしてホームページ上で発信する。特に、研究人材データや研究情報公開データについては、分かりやすいデータベースを構築し提供する。

[中期実績]

・研究情報公開データベース(RIO-DB)、研究成果発表データベース、研究人材データベースなどの知的基盤データベースの構築と機能向上に努めた。特に、RIO-DB では公開データベースは 96 件を達成、人材データベースは JST の ReaD と連携を取ることが可能となった。

・科学技術振興機構(JST) ReaD のデータを研究者 DB に基づいて年 3 回のペースで更新を継続している。

・分野横断的なデータベースの適切な分類を可能にする試み、RIO-DB のホームページの見直しなど分かりやすいデータベースを構築することに努めた。

・AIST_DB 調査タスクフォースを設置し、RIO-DB 等産総研の DB と他機関の DB を調査して産総研のデータベース構築・管理の方向性を検討すると共に、実試料の扱いや有償配布などを検討した。

・さらに主要なデータベースを中心としたデータバンク構想を実現するため、第 3 期中期計画の大項目への取り込みを行った。

[中期計画]

・研究開発の成果を科学的、技術的知見として広く社会に周知公表し、産業界、学界等に大きな波及効果を及ぼすことを目的として論文を発信する。産総研全体の論文発信量については、国際的な研究機関としての成果発信水準を確保し、年間論文総数で 5,000 報以上を目指す。また、産総研の成果を国際的に注目度の高い学術雑誌等に積極的に発表することとし、併せて論文の質の向上を図ることにより、第 2 期中期目標期間の終了年度において全発表論文のインパクトファクター(IF)総数(IF×論文数の合計)7,000 を目指す。

[中期実績]

・論文発表数は、平成 17 年度は 5,000 報以上発信されたが、平成 17 年度以降各年度とも 4,500 報以上 5,000 報以下であった。
・インパクトファクター総数は、各年度とも 6,000 以上 7,000 以下であった。

(研究成果の適正な管理)

[中期目標]

産総研の研究活動や外部機関との共同研究等によって得られた産総研の研究成果については、産総研の重要な経営財産であるとの認識の下、人材の交流や産学官の連携等を円滑に推進するとの観点から、これを適正に管理する。

[中期計画]

・産業界との連携により研究成果を社会に適正に技術移転するため、また民間企業が安心してニーズ情報等の産総研への提供をできるようにするため、産総研内において必要な体制を構築し、研究成果、研究関連情報を適切に管理する。

[中期実績]

・全国各地域センター(7 ヲ所)に亘り実施した知財戦略ワークショップ及び新規採用者研修において、職務発明取扱規程、研究成果物取扱規程について説明し周知徹底すると共に、ユニット知財担当者会議、エキスパート研修及び研究ユニット訪問(19 研究ユニット)を通じて、研究成果を特許出願するかノウハウとして管理するかの方針について説明し、参考資料を配付した。
・第 2 期中期計画中に内部弁理士や知的財産高度化支援室による発明相談を 3,136 件実施した。

[中期計画]

・研究成果の社会への発信、提供にあたっては、公開とする情報と非公開とする情報を確実に整理及び管理すると共に、共同研究等の検討のため外部に秘密情報を開示する場合には、秘密保持契約の締結などにより知的財産を適切に保護する。

[中期実績]

・全国産学官コーディネータ会議、ユニット知財担当者会議、TLO 全体会議、分野別連絡会議、エキスパート研修及び知財戦略ワークショップ等で秘密保持契約手順の遵守や研究試料提供契約の取扱いについて説明し、公開・非公開情報の区別と手続きについて周知・説明を図った。更にノウハウ管理、ソフトウェア使用許諾、研究試料提供契約について、ユニットからの要望により個別に説明を実施した。
・第 2 期中期計画中に研究試料提供契約の実績は 1,041 件、秘密保持契約の実績は 1,731 件であった。

[中期計画]

・国内外の機関との人材の交流、産業界との連携等を推進していく中で、産総研の研究成果を適切に管理するという観点から、研究開発の成果のオリジナリティを証明し、かつ適切に保護するための研究ノートの使用を促進する。

[中期実績]

・研究ユニット長会議、知財戦略ワークショップ、知的財産セミナー及びユニット知財担当者会議等において、研究ノートの役割、重要性に関する研修を実施し、発明者に対して米国出願において研究ノートが必須である旨を伝え、研究ノート使用の促進を図ると共に、新規採用者研修において研究ノート等を含めた研究記録の記載・保管を周知徹底した。

(広報機能の強化)

[中期目標]

産総研の活動や研究成果等が専門家だけでなく広く一般の国民にも理解されるよう、分かりやすい広報の実現を図る。また、国際展開を含めた広報活動関連施策を見直すことにより、海外における産総研の認知度の向上を目指す。

[中期計画]

・産総研の活動、研究成果等を専門家のみならず、広く国民にも理解されるよう産総研の広報戦略を策定し、広報活動関連施策の見直しを図る。

[中期実績]

・外部有識者から意見聴取をするための「広報戦略懇談会」を16回開催すると共に、広報活動を定点観測するための「広報評価委員会」を5回開催し、広報戦略及びアクションプランのブラッシュアップを図った。また、産業界における評価を「広報戦略策定調査」によって把握し、広報活動関連施策の見直しを図った。平成21年度には、「広報戦略懇談会」と「広報評価委員会」を統合した「広報委員会」を設置・開催し、第3期中期計画における広報戦略及びアクションプランへ反映させた。

[中期計画]

・プレス発表による最新情報のタイムリーな発信をはじめとするマスメディアを通じた広報や、展示室、地質標本館、広報誌等印刷物、一般公開、データベース、ホームページ、メールマガジン等の様々な広報手段を活用し、効率的かつ効果的な広報活動を推進する。

[中期実績]

・産総研キャッチフレーズ「技術を社会へ - Integration for Innovation」の開発や産総研キャラクターの商標登録等の「産総研 CI」の導入の他、「CI マニュアル」による「産総研 CI」の活用推進、部門横断的なデザインの支援等を行うことによって視覚的に産総研の存在価値を高めた。

・研究成果のプレス発表(335件)では、発表者との打ち合わせにおいて発表目的を明確にするとともに、タイトルや内容など広報部が主体となって査読、添削を行い、わかりやすい資料を作成することによって、記者が理解しやすく、より紙面へ掲載されるよう取り組んだ。

・マスメディアからの取材(5050件)には、目的を適確に把握したうえで、迅速かつ丁寧に対応をした(報道12290件)。また、科学技術論説委員との懇談会を16回、筑波研究学園都市記者会との懇談会を21回開催し、マスメディアとの信頼関係を醸成した。

・産総研公式ホームページにおいては、産総研全体のイメージ統一のためにウェブサイトガイドラインを全面改訂し、テンプレートの提供などガイドラインに基づいて研究ユニット等のサイト改修や新規立ち上げをサポートしたほか、コンテンツデータベースの機能改善、トップページのバナーの活用、Google 検索エンジンの導入、アクセスログの解析等、ユーザー利便性や検索機能の向上を図った。また、総合問い合わせ窓口への問い合わせに対して、迅速かつ丁寧な対応を実施した。

・「産業界向け産総研紹介ビデオ(日本語版ほか英語版、中国語版)」、「一般向け産総研紹介ビデオ」をはじめとする様々な映像コンテンツを作成したほか、サイエンスチャンネルを通じたテレビ放送や公式ホームページでのストリーミング配信を実施することで、一般国民及び産業界に対して、産総研の取り組んでいる研究への理解増進に貢献した。

・常設展示施設「サイエンス・スクエアつくば」においては、土日開館の実施や定期的な展示物のリニューアル、特別展の開催等により来場者数が増加(平成17年度18271人→平成21年度47928人)し、科学技術への理解増進に貢献した。

・常設展示施設「地質標本館」においては、展示物の解説強化や特別展の開催により、来場者数が増加(平成17年度34556人→平成21年度48287人)し、地球科学に関する理解増進に貢献した。

・つくばセンターの他、各地域センターにおいて一般公開を開催した。地域センターでは、つくばセンターと連携して一体感を持って開催をし、全センターでの総来場者数が増加(平成17年度12397人→平成21年度13618人)、地域住民も含めた一般国民に対して、産総研の研究成果への理解増進に貢献した。

・理事長との本格研究会談会や特集記事を掲載する等、「産総研 TODAY」の質の向上を図った。また、学術誌「Synthesiology」の創刊、「本格研究の展開」やテーマ別パンフレット等による研究成果の発信、一般向け

広報誌「SAN-SO-KEN」や「産総研ブックス」、「さんぎょうぎじゅつ Q&A」等、一般国民にとってわかりやすい広報誌の作成により、産総研が取り組んでいる研究への理解増進に貢献した。

・ベンチャーセンターの活動と成果を幅広く広報するため、外部機関が催す展示会・見本市への出展を推進した。来場者反応分析及び他関連部門との共同出展等の実施により、効率的な広報活動に努めた。また、各種イベント出展に係るノウハウを蓄積することにより、広報活動の効率化を図った。

・タスクフォースの活動内容とビジネスプランを広く一般に紹介し、創業間近のタスクフォースにとっては出資や協業関係の構築等、事業化に必要なアライアンスを構築する機会として年1回の開催を行った。第2期計画中に5回(第2回～第6回)開催し、延べ679名の参加者を経た。

・広報誌を年間1号の間隔で定期的に発行して、ベンチャー創業に関する活動の情報発信を行った。(5号～9号)広報誌は関係各所へ送付するほか、公開イベントや展示会場等での配布も行った。またそれらの記事についてホームページを利用して発信することでセンター活動内容の周知の推進を行った。記事の内容は、シンポジウム・成果報告会等の内容紹介、ベンチャー創業に関する研究、インタビュー記事、スタートアップ・アドバイザーや産総研発ベンチャーの紹介など多岐にわたり、ベンチャー開発センターの活動全般を紹介することができた。

・産総研ベンチャーの相互交流を促進するためコミュニティ形成のための場として「AIST スタートアップスクラブ」を設置し、第2期計画中に4回開催し、延べ228名の参加を得た。また、平成21年度については、産総研ベンチャーのほか、外部支援機関、インキュベーション施設、大学、地方自治体等の関係者を招聘し、産総研ベンチャーとのネットワーク構築、連携の場として本会をより意義のあるものとした。

[中期計画]

・国際シンポジウムの開催や英文による国際的な情報発信を強化し、国内外における産総研のプレゼンスの向上を図る。

[中期実績]

・タイ科学技術週間への出展、英語版公式ホームページのリニューアル、「産業会向け産総研紹介ビデオ」の英語版、中国語版の製作、学術誌「Synthesiology」の英語版の発行等、国際的な情報発信を強化し、海外へのプレゼンスの向上を図った。

(知的財産の活用促進)

[中期目標]

知的財産権の適切な確保と、確保した知的財産権の有効活用により、産総研の成果の社会への移転を推進するため、産総研の知的財産権関連施策を見直す。

[中期計画]

・知的財産に係る戦略策定機能を強化し、実用的で社会への波及効果の大きい知的財産の創出に努めると共に、その管理を適正に行い、より有効かつ迅速に社会に移転させるための取組みを推進する。

[中期実績]

・有機ナノチューブ等の研究テーマについて、イノベーション推進室、産学官連携推進部門、技術移転機関と連携して知的財産戦略を策定すると共に、知財戦略ワークショップを開催し、知的財産部門で行っている知的財産戦略の策定や遂行の支援策について説明を行った。また、「半導体発光ダイオード光取出し効率向上の研究」など30テーマについて、国内優先権出願や周辺特許出願による知的財産の骨太化支援を実施すると共に、知的財産の集約化によりインパクトのある技術移転を目指すIPインテグレーションを15テーマ実施した。また、共有知財の自己実施について、一定の研究資金が提供された場合には、非独占自己実施において、不実施補償料を請求しない共同研究契約の締結を可能とする制度変更を行った。

[中期計画]

・特許等の知的財産の実用性、社会への有用性を重視し、第2期中期目標期間終了時まで、600件以上の実施契約件数を目指す。

[中期実績]

・第2期中期計画には93テーマについて、産総研特許の実施を前提として企業と製品化に必要な研究を行う

特許実用化共同研究を実施し、そのうち可視光レーザによるナノ構造製造装置については、静岡県企業により製品化された。また、特許実用化促進のための試作品作成支援を 31 テーマについて行った。

(研究開発を通じた技術経営力の強化に寄与する人材の育成等)
(技術経営力の強化に寄与する人材の育成)

[中期計画]

・ポストドクや企業、大学等の研究者等を、産総研の基礎から製品化に至る幅広い研究活動に従事させることにより、企業の技術経営力の強化に寄与する人材として育成するとともに、企業へ供給する等その活用を促進する。

[中期実績]

・産総研法の改正を受けて、産総研特別研究員制度や、企業、大学との包括協定に基づく人材育成など、技術経営力の強化に寄与する人材の育成を行った。

・理系博士研究者向けのキャリア開発情報発信 Web サイト「Dr's イノベーション」を開設し、セミナー情報、求人情報、社会動向などを理系博士研究者のキャリア開発情報の提供を開始した。

・「カーブアウト事業」においては、「スタートアップ開発戦略タスクフォース」(スタートアップ・アドバイザーによるビジネスプラン策定・検証、市場調査、顧客開拓等と技術開発の協同体制)を適用することにより強化を図った。その結果初の民間企業からのカーブアウト案件 1 件を採択し、10 月よりタスクフォースの 1 つとして事業化への活動を開始した。採択に当たっては公平性の確保のため外部委員会を組織し審議した。表記新規案件 1 件と平成 19 年度からの継続の案件 1 件について進捗管理、事業展開への支援を行った。

・産総研法の改正を受けて、産総研特別研究員制度や、企業、大学との包括協定に基づく人材育成など、技術経営力の強化に寄与する人材の育成を行った。

・理系博士研究者向けのキャリア開発情報発信 Web サイト「Dr's イノベーション」を開設し、セミナー情報、求人情報、社会動向などを理系博士研究者のキャリア開発情報の提供を開始した。

・ポストドク(1 号職員、産総研特別研究員)を対象として、産業界と連携した On-the-Job Training (OJT)等により、特定の専門分野についての高度な知見を有しつつ、より広い視野を持ち異なる分野の専門家と協力するコミュニケーション能力や協調性をもち、産業界に貢献できる人材の輩出を目指す産総研イノベーションスクールを平成 20 年度から実施した。

[中期計画]

・企業等との連携を図り、産総研から産業界への人材の派遣等による産業界との交流を推進する等により、産総研において育成された技術経営力の強化に寄与する人材の活用を促進する。

[中期実績]

・産総研法の改正を受けて、中小企業・地域公設研等の技術者の専門知識の向上に向けた研修などによる人材育成制度を充実した。

・1)産業技術アーキテクトを公募により、産業界から新たに 1 名採用した。2)産業技術アーキテクトによる、研究開発プロジェクトのマネジメント、業界団体との組織的な対話、WG の活動などの実践の場を通じて、参加者の技術経営力を強化した。

・産総研内のポストドク(第 1 号職員、産総研特別研究員)を対象として、より広い視野を持ち、コミュニケーション能力や協調性を有する人材の輩出を目指す産総研イノベーションスクールを開講した。産総研イノベーションスクールでは、研究ユニット長等による講義、本格研究実践のためのツール研修、キャリアカウンセリング、実践的な企業 OJT 等のカリキュラムから構成され、平成 20 年度はモデルケースとして 10 名のスクール生を対象に実施した。

・産業界への人材輩出を効率的に行うため、「連携千社の会」メンバーに対し、ポストドク就職説明会への優先参加を実施した。「カーブアウト事業」では、継続 1 件について支援し、「産業技術人材育成事業」については、その対象を広げるため制度を拡充した。また、産業界との人事交流については、企画関係部署において産総研から民間企業へ 1 名、民間企業から産総研へ 1 名の相互派遣を行った。

(産業界との連携)

(非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進)

[中期目標]

質の高い産業技術シーズの創出と、その社会への迅速かつ確実な移転を図るために、非公務員型への移行のメリットを最大限活かし、産業界との多様な形態の連携を積極的に推進する。

[中期計画]

・非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを最大限に活かした柔軟な人事制度のもとで、産業ニーズと直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界からの人材の受け入れや産総研から産業界への人材派遣等による産業界との交流を強力に推進する。

[中期実績]

・産業ニーズと直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界から7名の産学官連携コーディネータを雇用し、企業等から1,095人(第2期延べ5,155人)の外来研究員を受け入れ、産総研からは1,265人(第2期延べ5,456人)が兼業(役員・一般合計)をし、産業界との連携・交流を推進した。

・産業ニーズと直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界から7名の産学官連携コーディネータを雇用し、民間企業等から388名(要確認)の人材を受け入れ、産総研からは419名(要確認)の職員を派遣(出向含む)し、産業界との連携・交流を推進した。

・産業界から雇用したスタートアップ・アドバイザーの統括により、ハイテク・スタートアップス創出活動を行うタスクフォースを第2期中に44件実施し、技術シーズの事業化に向けた研究開発、ビジネスプランの策定等の活動を行い、タスクフォースからのベンチャーを18社創出した。

・平成20年度現在、企業出身の産学官連携コーディネータを2名、及び企業出身の産業技術指導員4名を雇用している。また、北海道産学官連携センターに外来研究員(研究支援アドバイザー)2名配置し、産業界の知恵・ノウハウの活用と産総研職員との融合・協力により技術移転活動の促進を図った。

・「連携千社の会」を設立し350社以上の企業の会員登録を行い、会員企業に対して、オープンラボでの優先公開、ポスドク就職説明会への優先参加、メール等によるイベント案内などのサービスを提供するなど組織的対話機能の構築を行った。また、オープンイノベーションなどのテーマに関してオンラインで意見交換を行った。

[中期計画]

・ポスドク等の若手研究者を産学官連携の大規模な研究開発プロジェクトに参画させることにより、世界に通用する産業科学技術の技術革新を担う人材として育成する。

[中期実績]

・「産業技術人材育成研修」を実施し、将来的に産業界における技術開発において必須な能力開発支援を行った。

・企業において即戦力となる産業技術人材を育成できた結果、住友電気工業株式会社へ1名が就職した。

(学界との連携)

[中期目標]

多様で優れた研究成果の創出と世界に通用する研究人材の育成を目的に、基礎研究分野に相対的な強みを有し研究体制も産総研とは大きく異なる大学等との連携を強力に推進する。

[中期計画]

・先端的分野での研究ポテンシャルの高度化や新たな技術融合分野の開拓等を図るために、包括的協力協定等において非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活かした柔軟な人材交流制度を活用することにより、大学との連携を強化する。

[中期実績]

・四国の5国立大学法人及び高知工科大学、東北大学、名古屋大学、名古屋工業大学、広島大学、信州大学、東京工科大学、岡山大学や京都大学などと新規に協定を結び、人材交流、新産業創出などの貢献を目指した。

・連携大学院制度に基づき、65大学において1,470人(第2期延べ)の職員が教員として任用され、748人

(第 2 期延べ)の学生を産総研へ受け入れた。

[中期計画]

・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行い、社会への知的貢献を果たす。

[中期実績]

・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するため外部の公的機関や学会等から計 20,664 件の委員等委嘱を受け、産総研職員を積極的に派遣して、これら機関に対して貢献を行なった。産学官連携推進部門の外部向け HP 及びイントラのトップページを、問い合わせ窓口の一本化と分かりやすくする改修を行った。

(人材の交流と育成)

[中期目標]

非公務員型への移行により構築が可能となる柔軟な人事制度を活用し、職員の能力向上と技術革新を担う人材の育成を目的に、産業界や学界等との人材交流を積極的に行う。また、その一環として、産業界からの出向受入れと産総研から産業界への出向を新たに開始する。

[中期計画]

・産総研のミッション遂行に必要な能力を涵養し、優秀な人材を育成するため、各種研修制度を充実させると共に、柔軟な人材交流制度を活用し産業界、学界等との人材交流を推進する。

[中期実績]

・研修は階層別研修及びプロフェッショナル研修を柱として体系を再編した上で、各研修で内容を充実化し実施した(平成 21 年度実績は 26 種 49 回)。階層別研修(新規採用職員研修、若手研究職員研修、マネジメント研修など 9 種 11 回)は、研修冒頭のオリエンテーションで研修のねらいを明示することで研修効果向上につなげ、また、グループワークを組み込むなど魅力的なコンテンツを提供した。プロフェッショナル研修(エキスパート研修、外部研修など)においては、特に研究関連・管理部門に必要なスキルを磨き、業務効率化を図るための研修として、エキスパート研修(知的財産研修、産学官連携推進研修など平成 21 年度実績は 6 種 13 回)に注力して研修企画と実施を行った。

・人材交流制度を活用し、産業界や大学、民間企業等への職員の派遣や受入を促進した。特に平成 21 年度には「人材移籍型共同研究制度」を新設し、民間企業から 40 名の研究員を受け入れた。

[中期計画]

・産総研が有する多様な研究分野のポテンシャルを有効に活用し、ナノテクノロジー産業人材など新興技術分野や技術融合分野における先端的な技術革新に対応できる人材を年間 100 名程度育成する。また、非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限活かし、人材交流も含めた産業界との連携の下、産業界で即戦力となる高度な実用化研究のスキルを持った人材を供給する。

[中期実績]

・産総研が有する多様な研究分野のポテンシャルを有効に活用し、既存のメカニズムでは養成が困難な、新規かつ融合的な最先端技術を有する研究人材を育成した。具体的には、生命情報科学技術者の養成、マイクロナノ量産技術と応用デバイス製造に関する実習等を実施した。

・産総研が有する多様な研究分野のポテンシャルを有効に活用し、既存のメカニズムでは養成が困難な新規かつ融合的な最先端技術を有する研究人材を育成した。具体的には産総研のナノプロセッシング施設を活用してナノ加工プロセスを担う人材の育成や、バイオインフォマティクスに関する高度な知識を有する人材を育成した。

・専門性の高い研究支援技術の習得を目指す技術者を産学共同研究プロジェクト、重点プロジェクト等に参画させ、高い専門技術を有する技術者に育成するための高度専門技術者育成事業を平成 17 年度から実施した。

例: 専門技術者育成事業

H17fy H18fy H19fy H20fy H21fy
81 件 → 88 件 → 89 件 → 76 件 → 64 件

・ポスドク(1号職員、産総研特別研究員)を対象として、産業界と連携した On-the-Job-Training (OJT)等により、特定の専門分野についての高度な知見を有しつつ、より広い視野を持ち異なる分野の専門家と協力するコミュニケーション能力や協調性をもち、産業界に貢献できる人材の輩出を目指す産総研イノベーションスクールを平成20年度から実施した。【再掲】

(弾力的な兼業制度の構築)

[中期目標]

産総研の研究成果の外部への移転を円滑に行うため、非公務員型への移行のメリットを最大限活かした柔軟な兼業制度を構築する。

[中期計画]

・発明者等に限定されていた研究成果活用型の役員兼業の対象を、発明者等以外にも拡大するなど、兼業をより弾力的に実施できるよう必要な制度の整備を行い、より効果的に研究成果の社会への還元を図る。

なお、平成20年度補正予算(第2号)により追加的に措置された交付金については、「生活対策」の雇用セーフティネット強化対策及び中小・小規模企業等支援対策のために措置されたことを認識し、非正規労働者の雇用安定対策の強化(若年研究人材の正規就業支援)及び中小企業等の新技術開発の支援、商品化・調達に向けた一貫支援の取組のために活用する。

さらに、平成21年度補正予算(第1号)により追加的に措置された交付金については、「経済危機対策」の底力発揮・21世紀型インフラ整備のために措置されたことを認識し、大学等における教育研究基盤の強化(若年研究人材の正規就業支援)及び産学官連携の強化(共同研究助成)の取組のために活用する。

[中期実績]

・研究成果活用型役員兼業の対象者を拡大した。平成18年度以降は、年次有給休暇の取得による兼業を可能にするなど弾力的な兼業制度を設計することで、研究成果を社会へ還元するという産総研のミッション達成に貢献した。また、兼業申請手続きを電子化し、システムの構築・改修と活用により申請・承認に係る業務を効率化した。兼業許可基準等を職員等へ明示し、またコンプライアンスを意識した内容を職員へ周知するなど、兼業制度を適切に運用した。

・兼業申請数(件)は、下記の通りである。

	役員兼業	一般兼業
平成17年度	52	806
平成18年度	59	835
平成19年度	56	1178
平成20年度	49	1156
平成21年度	44	1221

2. 研究開発の計画

(鉱工業の科学技術)

【別表1】

(地質の調査)

【別表2】

(計量の標準)

【別表3】

3. 情報の公開

[中期目標]

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国民の信頼を確保するという観点から、情報の公開及び個人情報保護に適正に対応する。

[中期計画]

・産総研の諸活動の社会への説明責任を的確に果たすため、保有する情報の提供の施策の充実を図ると共に、適正かつ迅速な開示請求への対応を行う。

[中期実績]

・産総研の諸活動の社会への説明責任を的確に果たすため、産総研公式ホームページ掲載の情報提供について常時点検し、最新情報に更新するなど情報提供内容の充実を図ったほか、情報公開窓口・資料室で公開している研究成果資料の整備等を行い、一覧可能なリストを作成し、情報提供のサービス向上を図った。
・法人文書開示請求にかかる電子申請システム廃止に伴い、新たな方法として、産総研公式ホームページから法人文書開示請求ができる窓口を設置した。

また、法人文書開示請求に対し、関係部門等と調整し、適正かつ迅速に対応した。

[中期計画]

・個人の権利、利益を保護するため、産総研における個人情報の適正な取扱いをより一層推進すると共に、個人情報の本人からの開示等請求や苦情処理に適切かつ迅速に対応する。

[中期実績]

・産総研における個人情報の適正な取扱いを一層推進するため、個人情報ハンドブックを作成、配付し、個人情報保護の基礎知識や安全性確保、具体的な措置等に関する自己学習の推進を図ったほか、保有個人情報の流出事案発生時に産総研イントラに情報を掲載して注意喚起を行う等、個人情報のセキュリティレベル向上のための周知徹底を図った。
・また、個人情報の本人からの開示等請求や苦情処理に適切かつ迅速に対応した。

4. その他の業務

(特許生物の寄託業務)

[中期目標]

特許生物の寄託制度の運営に関わることによる産業界への貢献を目的に、特許庁からの委託による特許生物株の寄託・分譲の業務を適切かつ円滑に遂行する。

[中期計画]

・特許庁からの委託を受け、産業界のニーズを踏まえた寄託・分譲体制を確立し、特許生物の寄託に関する業務を行う。また、世界知的所有権機関(WIPO)ブダペスト条約により認定された国際寄託業務を行う。

[中期実績]

・総寄託件数 2,030 件(国内寄託 1,232 件、移管を含む国際寄託 798 件)、総分譲件数 580 件の業務を行った。
・経済産業大臣や調査委員会等からの指摘を受け、寄託株属種名の誤入力防止対策、新しい業務管理ネットワークシステムの構築、施設のセキュリティ対策や安全対策、保管庫監視システムの整備、各種業務マニュアルの整備、全寄託株試料を対象としたロット管理体制の整備等、徹底的な環境改善を図った。
・同定根拠の問合せや確認を義務化するなど、新規寄託株受入時の安全確認体制を強化した。13,000 株以上の国際・国内寄託保管株の安全確認に着手し、科学的根拠が曖昧なものについては遺伝子解析を実施し判定するなど、安全管理体制の徹底を図った(期間中に約 8 割の株の安全確認を達成)。
・経済産業省告示を受け、寄託センターの規程、要領、様式、書式等を全面改定し業務の適正化を図るとともに、保管終了株の利用促進に向けた業務等を新たに開始した。
・寄託業務支援研究として、微生物の形態的多形識別技術や動物細胞の保存・検定技術、微細藻類の保存技術等についての研究を行い、新しい知見を得るとともに今後の業務改善につなげる糸口を見出した。

(独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業)

[中期目標]

独立行政法人製品評価技術基盤機構との標準化関係業務等に関する共同事業を適切に行う。

[中期計画]

・独立行政法人製品評価技術基盤機構と標準化関係業務等に関する共同事業を行う。

[中期実績]

・独立行政法人製品評価技術基盤機構と工業標準基盤研究等の工業標準化を目的とした共同事業を 11 テーマ実施し、第 2 期期間中は、研究成果を JIS、ISO 等の具体的な規格案にとりまとめ、経済産業省関係部局に対して 17 件提案した。

Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項

(業務内容の高度化による研究所運営の効率化(業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置))

1. 研究活動を支援する業務の高度化

(経営機能の強化)

[中期目標]

産総研に対するニーズに沿った研究を効率的に実施し、その成果の最大限の普及を図るという産総研のパフォーマンスの一層の向上の観点から、経営機能の強化を図る。また、組織の社会的責任を果たすとの観点から、法令遵守体制を一層強化する。

[中期計画]

・研究成果の最大化のため、経営全般にわたる意思決定機構の整備と、これによる意思決定スピードの向上、役割分担及び責任の明確化など経営機能の強化を図る。

[中期実績]

- ・理事が理事長直属部門や研究関連部門の長を兼任する執行役員制を採用し、意思決定スピードの向上を図った。
- ・イノベーション推進担当理事を設置し、研究分野と分野横断プロジェクトを分掌することにより、研究開発における経営機能の強化を図った。
- ・研究所の業務運営に関する事項を審議する場として理事会の位置づけを明確化し、理事会規程を整備した。
- ・理事が理事長直属部門、研究関連部門の長を兼務もしくは担当する執行役員体制を引き続き実施した。
- ・分野イノベーション推進予算を設置し、経営的視点に基いて、研究分野担当理事がその権限と責任のもとで担当分野の研究開発を推進した。

[中期計画]

・各部門ごと及び組織全体としてのリスク管理体制を強化することに加え、研修等を通じた職員一人一人の社会的責任、法令遵守に対する意識の向上を図る。

[中期実績]

- ・平成20年7月11日にコンプライアンス推進本部を設置し、コンプライアンスに関する取り組み支援とともに、リスク管理の最終責任部署として、関連部門と連携を図りながら、法令等からの逸脱や問題の見過ごし、改善の放置といったリスクに対する組織的な取り組みを強化した。
- ・各研究関連・管理部門等にリスク管理責任者を置き、リスク管理体制を構築、重大リスクの把握及び顕在化したリスクに対処した。また、各部門において、年二回のサイクルで、リスク管理活動プランを策定すると共に、実施状況について自己評価を行い、次の改善施策を提案するというPDCAサイクルを確立した。
- ・更にリスク評価能力向上の観点から、リスク管理委員会に外部委員を招聘するとともに、リスク管理・危機対策体制を分離し、リスク管理及び危機対策それぞれの対処機能の向上を図った。また、リスクの分析・評価に基づき産総研リスク管理方針を策定するとともに、組織全体として取り組むべき課題を策定し、各部門等の主体的なリスク管理の実践を促した。
- ・職員一人一人の社会的責任、法令遵守に対する意識の向上を図るため、以下の取り組みを実施した。
 - ①研修資料に内外の最新情報を極力盛り込み、身近な問題として理解が深まる内容とした「コンプライアンス」に関するカリキュラム(職員等基礎研修及び階層別研修)を実施した。
 - ②職員一人一人のコンプライアンスに対する意識を高めるため、「コンプライアンスに関するセルフチェックリスト」を作成し、参加型セルフチェックを実施して基本的な考え方の再認識を促した。
 - ③職員等基礎研修資料に解説を付して産総研イントラに掲載し、全職員等が対面研修と同様の理解を得られるよう、資料の閲読を実施した。

(研究支援業務の効率的な推進)

[中期目標]

研究支援業務に関し、業務フローの見直しを図るとともに、旅費、給与関連等の業務のアウトソーシングなどを通じた業務量の節減を行い、研究実施部門も含めた組織運営の一層の効率化を実現する。また、研究支援業務の実施部門に対する評価制度を業務の特性を踏まえ見直すとともに、評価結果を業務運営に反映させることにより、一層の効率化を図る。

[中期計画]

・財務会計、人事、研究環境の整備など研究を支援する業務については、その業務フローを見直し、業務分担の整理を行うと共に、業務運営方法の見直しを適切に行う。

[中期実績]

・業務推進部門を改組して研究業務推進部門を設置し、事業所ごとに設置されている業務室を研究業務推進室とするとともに研究業務推進統括監及び総括事務マネージャーを新設した。これらにより、研究ユニットからの依頼や相談に対して、関係する研究関連・管理部門等と適切に連携して、円滑で迅速な事務処理を行うワンストップサービスが行える体制が確立した。

・平成17年度に業務効率化アクションプランを策定。予算配分や組織・人員の見直しに当たってアクションプランとの連携を図り、実効性を高めた。

・次期情報システムにおいてシステム連携を強化したことにより、従来は別々に行っていた業務が、一連の流れとして実施できるようになった。一例としては、共同研究・受託研究等の会計処理について、会計処理と産学官処理が一連の流れとして実施できるよう整備した。

・第2期中期目標期間中の効率化目標達成のため、研究関連・管理部門等において自律的な効率化目標を設定することとし、各部門等における業務棚卸表の見直し、業務のプライオリティー付けと業務効率化策の検討を受けて、業務効率化アクションプランとして取りまとめた。

・産学官連携関連業務については、業務フローの分析結果をもとに、委員委嘱承諾手続きや外来研究員受け入れ手続き等の業務について、決裁手続きの最適化やペーパーレス化等の改善の方向性を取りまとめ、各種システムを改修した。

・平成21年4月からの次期情報システムの稼動に際して、財務会計システムとの連携(予算化、収入、完了報告)のための各種改修を実施して利用者の利便性向上を図った。

・随意契約によることができる限度額の基準を国と同額に変更した契約事務取扱要領を平成20年4月より施行した。

・平成19年度及び平成20年度の随意契約の締結状況を産総研公式ホームページに公表した。

・随意契約によることができる限度額の基準額を国と同額に変更した契約事務取扱要領を平成20年4月より実施した。

・「独立行政法人整理合理化計画」(H19.12.24 閣議決定)に基づく随意契約見直しについて、制度変更に伴う職員への説明会を開催するなど分かりやすい周知を図るとともに真にやむを得ない随意契約以外は競争入札又は企画競争・公募による契約とした取り組みを実施した。結果、平成20年度実績は競争性のない契約が金額ベースで約14.5%(計画:18.9%)、件数ベースで約3.6%(計画:8.4%)と随意契約見直し計画の目標を達成することが出来た。また、平成21年度実績においては、更なる見直しにより金額ベースで約7.8%、件数ベースで約2.2%と縮減した。

・適切な調達業務の遂行を図るため、一般競争入札等における十分な公告期間、入札公告・仕様書・入札説明書の記載事項の見直しを行うとともに、契約の競争性の強化を図るため、一般競争に係る入札書の提出期限を開札日の前日までとし、開札時まで応札参加者数が分からない手法を講じ、全国の調達担当者に周知した。

・「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」(平成21年11月17日閣議決定)に基づき競争性のない随意契約の更なる見直し及び一般競争入札等の競争性の確保の観点から、外部有識者等によって構成する契約監視委員会を設置し点検・見直しを行った。

[中期計画]

・本部と地域センターにおける業務分担及び業務フローを明確化し、研究支援業務の効率化を図る。

[中期実績]

・平成18年度に、業務推進部門を改組して研究業務推進部門を設置し、研究ユニットと研究関連・管理部門

の「つなぎ役」として総括事務マネージャーを新設した。これにより研究支援に関する情報共有の促進と相互支援体制が強化され、より質の高い研究支援業務の提供と業務の効率化が図られた。

・平成 20 年度に地域センターにおける業務処理の際の指揮命令系統について、規程に定められた指揮の流れとの整合を図るべく、業務処理の適正化を図った。

・また、研究関連・管理部門の業務棚卸を実施し、業務の必要性及び優先順位を検討し、業務の重複等の排除、業務の効率的な実施、より優先度の高い業務ヘシフトを図る等、業務の見直しについて検討を行った。

・当該検討結果を踏まえて、平成 21 年度において、第3期中期目標期間における組織体制について、現場ニーズへの的確な対応と業務の効率化を図るべく、産学官連携に関連する業務等に関し、本部部門に集中している業務実施体制について、中央と事業所(地域センターを含む)における最適な業務分担について検討を開始した。

[中期計画]

・研究支援業務の継続的な業務合理化を推進しつつ、現場からの改善提案を受け付ける制度等を活用して業務内容の改善状況を常に点検し、支援業務の質の向上に努める。

[中期実績]

・業務改善提案箱への投稿に対する対応について、業務推進本部連絡会に定期的に報告することにより、現場ニーズを集約すると共に関係する部門等との情報共有を図った。あわせて、投稿受付機能や検索閲覧機能の再構築など、業務改善提案箱システムの刷新を図った。また、提案意図の正確な把握のため、担当部署から直接、提案者の意図を確認できる仕組みを導入し、担当部署のみでの回答が困難な案件については、業務推進本部において最終判断するという仕組みを取り入れた。

・上記の取り組みにより、中期計画期間に 74 件の提案を解決し、連絡バスの増便やイントラネットの改修、人感センサーによる自動消灯・点灯システムの導入等を実現した。

・研究支援業務の質の向上を図るため、ユニット長、地域センター所長等との意見交換により現場ニーズを把握し、平成 18 年度に研究業務推進部門に研究ユニットと研究関連・管理部門の「つなぎ役」として総括事務マネージャーを新設し、研究支援に関する情報共有の促進と相互支援体制を強化した。

・平成 21 年度においては、自律的に行政支出の見直しに取り組むために、行政支出見直計画を策定した。また、関係部門と連携の上、公益法人への支出、深夜タクシー代・委託調査費・広報経費の支出状況について、外部への情報公開を実施した。

[中期計画]

・上記を達成するため、研修制度等の充実による職員の専門能力の向上と併せ、機動的な人員配置を行うと共に、旅費、給与、研修実施業務等に関しアウトソーシングなどを活用することにより研究支援業務の質の向上を図る。

[中期実績]

・平成 18 年度から、業務品質向上推進運動強化月間を定め、各部門内において業務処理方法等の改善方策の検討を行う取り組みを開始し、産総研における業務の進め方を示した。また、平成 21 年度には、コミュニケーションの促進、人材育成、生産性の向上等に資する「10 の取り組み」を示し、全ての研究関連・管理部門において統一的に取り組み、結果を共有しながら PDCA サイクルを廻すことで、継続的に研究支援業務の質的な向上を図った。

・人材育成のための研修は、階層別研修及びプロフェッショナル研修を柱として体系を再編した上で、各研修で内容を充実化し実施した(平成 21 年度実績は 26 種 49 回)。階層別研修は、グループワークを組み込むなど魅力的なコンテンツを提供し、プロフェッショナル研修においては、特に研究関連・管理部門職員に必要なスキルを磨き、業務高度化を図るための研修として、エキスパート研修に注力して研修を企画し実施した。

・また、業務推進本部が主催となり、業務の効率的な実施に取り組むことの意識付けと、業務の効率化・集約化等の企画力を高めることを目的として、研修やセミナーを実施した。

・平成 18 年度から、業務効率化及び時間外労働縮減キャンペーン月間を定め、時間外労働の縮減や事業所内の不要文書の一斉廃棄等に取り組んだ。平成 21 年度には、時間外労働縮減の取り組みを年度内継続的に実施することで、業務を効率的に行うという意識付けに寄与した。

・平成 17 年度より、旅費業務、契約職員に係る給与計算業務、通勤手当認定業務、及び常勤職員の年末調整に係る業務(11 月～1 月)、平成 18 年度より、扶養手当や単身赴任手当の認定業務等についてアウトソー

シングを実施し、業務効率化を進めた。

・平成 21 年度には、施設整備業務のうち補修(緊急修繕)については、その都度契約を行う方式から 100 万円未満の少額な案件を施設設備に係る保守の請負契約に含める方式に見直した。これにより補修(緊急修繕)契約業務量の約 90%削減、及びより迅速な補修対応を実現した。さらに、施設建設・改修工事等については、これまで設計・施工・監理を個別に発注していたが、品質の確保と工期短縮を図るため、耐震補強工事をモデルとした一体的な発注方式への見直しを行うとともに、総合評価方式を取り入れた。

・また、研修業務のアウトソーシング等について集中した検討を行うため、平成 21 年 7 月に業務効率化推進室を設置し、実施計画を取り纏めた。

[中期計画]

・研究関連・管理部門等の業務効率向上に資する内部評価が可能となるよう、部門等の性格の違いを考慮した評価項目や外部有識者の活用のあり方を含め、評価方法を見直す。評価結果を部門等の人員配置、予算配分、運営や産総研の経営の改善に適切に活用し、業務効率の向上を図る。

[中期実績]

・研究関連系部門や管理系部門、地域センター、特記センターの隔年度評価にあたり、部門等の業務内容の違いを考慮した専門家・有識者を外部評価委員として選定し、目標管理型方式での活動評価を行った。これにより、被評価部門等の業務内容とその実施状況について把握するとともに、委員との討議や評価コメントが、部門等の今後の業務改善に活用された。

・また、活動評価のない年に行われたモニタリングによって、部門等の活動状況や、支援の受け手の部門等への要望等を把握することができ、その結果を部門等へフィードバックすることによって、部門等の継続的な業務改善に役立てた。

・研究関連・管理部門等の活動評価委員会において、業務効率化アクションプランへの取り組みを評価項目として設定し、実施状況のモニタリングを行った。評価における指摘も踏まえた上で、業務量拡大や安全対策への対応等を考慮し、予算配分や人員配置を行った。

・平成 20 年度に策定した研究関連・管理部門等の業務・組織・制度の見直しの方向性に基づき、政策的予算の一部を集約し、分野担当理事の権限と責任の下で配分するよう予算配分を見直し、業務効率の向上に取り組んだ。

・平成 21 年度には、第三期中期目標期間における組織体制及び業務のあり方の検討において、活動評価で指摘された事項も考慮し、産総研の運営改善に向けた検討を行った。

(研究支援組織体制の最適化)

[中期目標]

業務効率化の観点から、研究支援組織体制の不断の見直しを行い、その最適化を図る。また、産総研の全職員に対する管理部門の職員の比率を、職員配置の適正な集中と分散を通じ、特に地域センターを中心に引き続き低減させる。

[中期計画]

・研究支援業務に関する実績と運営状況を常に把握し、評価結果並びに社会情勢等を踏まえた経営判断により、運営効率向上のための最適な組織体制に向けて不断の見直しを図る。

[中期実績]

・平成 17 年度研究支援に係る見直しのためユニット支援体制検討委員会を設置して検討を行い、その結果報告を受けて、研究ユニットと研究関連・管理部門等の適切な連携による円滑・迅速な事務処理体制を確立するため、平成 18 年度に業務推進部門の改組により研究業務推進部門を、また、各事業所の業務室の改組により研究業務推進室を設置した。また、研究支援に関する情報共有の促進と相互支援体制を強化するため、総括事務マネージャーを設置した。これらの体制により研究支援業務の円滑化を図るとともに、引き続き運営効率向上のため不断の見直しを行い、平成 21 年度には業務推進本部に業務効率化推進室を設置する等の改組を行った。

・平成 20 年度に「研究関連・管理部門等の業務・組織・制度の見直しの方向性」を策定し、これに基づき、平成 21 年度には、技術移転機能を強化するための取組み(ワンストップ支援)、外国機関との契約事務の担当

部署の見直し、また、事業所における安全衛生管理体制の強化等に取り組んだ。

・我が国産業競争力強化にとってきわめて重要な事業である「つくばイノベーションアリーナ構想」において、産総研が総力を挙げて中核機関としての参画が求められていること等を踏まえ、連携体制等の一層の強化に向けるとともに、技術移転・国際標準化等の推進によるオープンイノベーションハブ機能の強化に向けて、組織体制見直しの検討を行った。

[中期計画]

・研究支援業務の質を維持しつつ、業務の効率化、本部と地域センターの業務分担の見直し等を踏まえ、管理部門の職員の全職員に対する比率を地域センターを中心に引き下げる。

[中期実績]

・研究支援業務の室を維持した業務の効率化等については、毎年度検討を行い、管理部門職員の全職員に対する比率の引き下げに努めた。

・特に、平成 17 年度には、ユニット支援体制検討委員会において、本部機能と現場機能のあり方について、平成 18 年度には、地域センターにおける業務や人員配置のあり方に関する検討した。また、平成 20 年度には「研究関連・管理部門等の業務・組織・制度の見直しの方向性」をとりまとめ業務効率化を進めた。

・その結果、地域センターにおける管理部門率を 14.0%(平成 17 年 4 月 1 日時点)から 13.1%(平成 22 年 4 月 1 日時点)に引き下げ、目標を達成した。

(業務の電子化の推進)

[中期目標]

業務の電子処理システムを高度化することにより、研究支援業務の効率化を進める。システムの構築に当たっては、経済産業省電子政府構築計画に基づき、業務の最適化計画を作成するとともに、情報セキュリティの強化と利用者への情報提供等の利便性の向上を図る。

[中期計画]

・電子的な情報共有の推進、業務用データベースの高機能化及びワークフロー決裁の利用拡大による業務システムの更なる高度化を通じて、研究関連業務、管理業務及び研究業務の効率化を図ると共に、情報セキュリティを強化する。

[中期実績]

・研究支援業務の高度化・効率化と所内の情報共有の推進を図るため、基幹業務システムを更新し、平成 21 年 8 月に稼働を開始した。具体的には、新イントラネットシステムにグループウェアを導入し、電子会議室等の研究者間の情報共有機能を強化した。また、紙による手作業を電子化し、決裁も電子化することにより、ほぼ全面的ペーパーレス化を実現した。さらに、研究テーマデータベースシステムの構築により、研究資源の投入状況や研究成果の実現状況等、研究実施状況の一元的把握機能を整備した。

・情報セキュリティ強化の一環として、産総研の新たな情報セキュリティポリシーの改訂作業の実施と共に、情報セキュリティ意識の向上、維持のための情報セキュリティ研修を充実させた。また、産総研の全ての部門の情報セキュリティ監査を実施し、情報セキュリティ対策の強化を図った。

[中期計画]

・電子政府化への対応の一環として必要な行政手続きのオンライン化を推進するなど、事務手続きの一層の簡素化、迅速化を図ると共に、研究所の制度利用者の利便性の向上を行う。また、業務の最適化計画を作成する。

[中期実績]

・電子申請システムについて、平成 17 年 3 月からの運用開始以降、利用実績がなかったため、維持費削減の観点から、平成 21 年 9 月 3 日付で同システムを廃止した。なお、情報公開請求手続きについては、利用者の利便性に配慮し、電子メールによる申請受付の窓口を設置した。

・平成 19 年度に「産総研ネットワーク AIST-LAN」と「イントラネットシステム」を対象とした最適化計画を作成し、最適化工程表や最適化に係る効果の見込みを提示した。平成 20 年度以降、工程表に沿った最適化措置を実施した結果、産総研ネットワークについては利便性や可用性の向上及び保守費用の軽減を実現し、イン

トラネットシステムについては柔軟性の確保、機能強化、セキュリティの向上、及び業務効率化を実現した。

(施設の効率的な整備)

[中期目標]

安全で効率的な研究環境を提供するため、アウトソーシングなどを活用しつつ、適切に自主営繕事業を推進し、施設の効率的な整備を図る。

[中期計画]

・安全で良好な研究環境を構築するため、長期的な施設整備計画を策定し、アウトソーシングを活用しつつ効率的かつ適切な自主営繕事業を推進する。

[中期実績]

・安全で良好な研究環境を構築するための長期施設整備計画(マスタープラン)を策定した。また、設計・施工・監理をアウトソーシングし、設計・施工一体型の契約方式を取り入れた全体工期の短縮や、総合評価方式の採用による品質確保の向上や透明性・公平性の確保に努め、効率的かつ適切な自主営繕事業を推進した。

・石綿除去については、平成 17・18 年度に実施した石綿含有調査を基に、平成 19 年度に「石綿含有吹付け材除去計画基本方針」を策定・公表するとともに、平成 21 年度末までに露出部全体の約 40%の石綿除去が完了した。

・耐震化対策については、第 1 期に実施した耐震診断の結果を基に、平成 20 年度に「耐震化計画基本方針」を策定し、耐震化対策の必要な 36 棟のうち、16 棟が工事完了、5 棟を実施中。

[中期計画]

・自主営繕事業の推進に際しては、施設設備の設計基準、ライフサイクルマネジメント、点検評価システム、統合データシステムを確立し、これらを用いることにより迅速かつ的確な施設整備を実施する。

[中期実績]

・自主営繕事業を推進するために以下の項目による迅速かつ的確な施設整備を実施することができた。

1)産総研の施設整備基準作成に反映させるため、設計基準、基本的性能基準、工事積算基準、新営予算算出基準、工事監督実施基準、工事検収実施基準、完成事後調査実施基準の 7 つの施設整備基準を作成した。

2)ライフサイクルマネジメント手法を確立し、簡易な手法による LCC(ライフサイクルコスト)の算出手法や、客観的判断に基づく優先順位の判断手法により、適切な整備計画を策定した。

3)点検評価システムを確立し、各種点検により発生する不具合を集計及び評価する不具合データベースとすることで、補修計画に的確に反映させた。

4)統合データシステムを確立し、効率的な補修計画を策定した。

2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

(1)柔軟な人事制度の確立

(優秀かつ多様な人材の確保)

[中期目標]

非公務員型の独立行政法人への移行を踏まえ、従来の国家公務員の採用方式によらない柔軟な採用制度を構築し、国内外から優秀かつ多様な人材を確保する。また、女性に働きやすい職場環境の提供を行い、女性職員の採用に積極的に取り組む。

[中期計画]

・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かし、外国人や海外経験者も含め、産総研の経営戦略に沿った優秀かつ多様な人材の確保を図るため、研究環境の整備、任期付任用制度の見直し、独自

の採用試験制度の導入など新たな採用制度を構築する。また、女性にも働きやすい環境を整備し、女性職員の採用に積極的に取り組む。特に研究系の全採用者に占める女性の比率を第2期中期目標期間末までに、第1期中期目標期間の実績から倍増することを目指す。

[中期実績]

- ・優秀かつ多様な人材を確保するために、試験採用、中堅採用及び任期付きとして産業技術人材育成型(H18年度新設)と研究テーマ型、招聘型の採用審査を実施してきた。
- ・産総研独自の試験採用制度を導入し、任期のない研究及び事務職員の採用を行った。採用活動は大学での就職説明会への参加等を通じて優れた人材の確保に努めた。また、「産業技術人材育成型任期付研究員制度」(平成18年度創設)等を適切に運用し、優秀で多様な人材の確保を行った。
- ・女性研究者の採用拡大を実現するため、理系女子限定の企業合同説明会に参加し、また、学生とその大学出身の産総研女性研究者との懇談の場を持つ等の活動を行った。
- ・中期目標である「研究系の全採用者に占める女性の比率を第1期中期目標期間の実績(6.9%)から倍増する」については、第2期中期期間末で14.1%となり、目標を達成した。
- ・平成19年からより多くの人材が応募できるよう、試験会場を東京だけでなく大阪へ拡大した。
- ・仕事と介護の両立をサポートする取り組みとしては以下を実施した。
 - (1)情報提供の場として介護の専門家を講師に招いての勉強会を実施、
 - (2)所内外の情報提供のため所内ウェブサイト「介護広場」を運営、
 - (3)職員同士の情報交換の場として介護情報交換掲示板の開設、
 - (4)介護休業中のパソコンの貸し出しなど、介護休業中の支援策を拡充。介護支援制度については、平成21年7月に改正・公布された育児・介護休業法に即した規程の改正作業に向けて、検討を行った。
- ・平成17年に男女共同参画委員会及び2つのWGを設置し、女性職員の採用拡大、キャリア形成及び環境整備の改善について検討し、具体的なアクションプランを作成した。
- ・平成18年4月1日付で理事長直轄の男女共同参画室を新設し、アクションプランを実行に移し、男女ともに働きやすい職場環境作りに努めた。
- ・男女共同参画や女性研究者支援のノウハウの蓄積・発信・共有を目的としたコンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」を設立し、12機関による連携体制を構築した。女性のキャリア形成・意欲触発に資するセミナー・研修の開催やキャリアカウンセリング業務を通して、子育て支援・女性研究者支援を推進すると同時に、参加機関に対するこれらのサービスの提供や合同企画の開催によって連携を強化した。
- ・ダイバーシティ・サポート・オフィス参加の6機関の長による共同宣言「6研究教育機関による男女共同参画宣言」を発表した。平成21年度茨城県子育て応援企業表彰「優秀賞」を受賞した。

(多様なキャリアパスの確立)

[中期目標]

職員の適性と能力にあわせた多様なキャリアパスを設定し、様々な能力を有する人材の効果的な活用を図る。

[中期計画]

- ・研究系、事務系職員それぞれに対し、研究実施、研究支援、組織運営などの様々な業務における多様なキャリアパスを明確化することで、職員がその適性を活かして能力を最大限に発揮することを可能とし、優れた研究成果の創出、研究関連・管理部門等のサービスの質の向上を図る。

[中期実績]

- ・研究及び事務職員からなるキャリアパス設計・人材開発タスクフォースを設置し、また人材開発戦略会議等も経て、研究実施、研究経営、運営・管理の職域で想定されるモデルケースを職員へ提示し多様なキャリアパスがあることを理解させた。
- ・ポスドク等若手研究者のキャリアパスについては、文部科学省委託事業「科学技術関係人材のキャリアパス多様化促進事業」にてキャリア開発支援を行った。

[中期計画]

- ・知的財産管理、産学官連携、技術情報分析等をはじめとする研究関連分野においては、研究系職員の能力をより有効に活用し、その活動の一層の高度化を図る。

[中期実績]

・産学官、知財、評価、国際等の研究関連部門において、業務内容と必要な人員を調査し、研究コーディネータを通じて研究関連部門に研究職員を配置、研究職員の能力を活かして研究関連業務を推進した。また、研究関連部門の職員の専門知識習得や業務の高度化のためのエキスパート研修(産学官連携推進研修、知的財産研修等)を実施することで研究関連業務の積極的支援を実施した。

(非公務員型移行を活かした人材交流の促進)

[中期目標]

外部人材との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の向上及び研究成果の産業界への円滑な移転を目的に、産業界や学界からの人材の受け入れ及び兼業も含む産総研からの人材の派遣等の人材交流を促進する。

[中期計画]

・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かした新たな人材交流制度を構築し、大学や産業界等からの人材受け入れ、あるいは弾力的な兼業制度を活用した産総研からの派遣など外部との交流を強力に推進する。第2期中期目標期間においては、第1期中期目標期間には実績のなかった民間企業への出向を促進し、出向と役員兼業の件数を合わせて、第1期中期目標期間の実績の倍以上を目指す。こうした活動を通じて、研究成果の産業界への積極的移転、外部との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の更なる向上並びに人材の育成等を図る。

[中期実績]

・人材交流制度を活用し、職員の能力向上と人材育成を目的に、産業界や大学、民間企業等への職員の派遣や人材の受入を促進した。また、平成21年度から新たに民間企業と「人材移籍型共同研究」を実施し、人材の受入を加速させた。

・兼業制度は、研究成果活用型役員兼業対象者の拡大、兼業システムの構築・改修による申請・許可手続きの効率化を行った。

・第2期中期計画の、「出向と役員兼業の件数を合わせて、第1期中期計画期間の実績(75名)から倍増」という目標を達成した。

(2) 職員の意欲向上と能力開発

(高い専門性と見識を有する人材の育成)

[中期目標]

各種の研修等の能力開発制度の充実を図り、求められる業務について高い専門性と見識とを有する人材の育成に努める。

[中期計画]

・職員の業務に必要な専門知識、技能の向上、さらには将来の産総研内外のキャリアパス開拓にも繋がるよう研修制度の充実を図ると共に、海外研修や民間企業への出向等による能力開発を支援し、高い専門性と広い見識を有する人材の育成を推進する。

[中期実績]

・研修は階層別研修及びプロフェッショナル研修を柱として体系を再編した上で、各研修で内容を充実化し実施した(平成21年度実績は26種49回)。階層別研修(新規採用職員研修、若手研究職員研修、マネジメント研修など9種11回)は、研修冒頭のオリエンテーションで研修のねらいを明示することで研修効果向上につなげ、また、グループワークを組み込むなど魅力的なコンテンツを提供した。プロフェッショナル研修(プロフェッショナル研修、外部研修など)においては、特に関連管理部門に必要なスキルを磨き、業務効率化を図るための研修として、エキスパート研修(知的財産研修、産学官連携推進研修など平成21年度実績は6種13回)に注力して研修企画と実施を行った。【再掲】

・その他、人材育成に関してメンター・メンティー制度を平成20年度に立ち上げ、OJT制度を平成21年度に

立ち上げて継続実施している。

- ・海外研修は平成 17 年度から 4 人が制度を利用した。
- ・民間企業との交流は平成 17 年度から平成 21 年度までで延べ 59 人となり、特に平成 21 年度からは「人材移籍型共同研究」に基づく受入を実施した。
- ・エキスパート研修及び新規採用者研修等を実施し、特許に強い研究者の育成を図った。
- ・外部機関が実施する知的財産専門研修に人材を派遣し、高い専門性と広い見識を有する人材の育成を図った。
- ・ベンチャー開発センターでは、研究職員がベンチャー創業のために必要な基礎知識を身につけ、事務職員がベンチャー創業を支援するのに必要な技能を向上させるために、集中基礎研修「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けビジネスプラン作成演習」を各年度 1 回開催し、また「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けアラカルトセミナー」を各年度に数回実施した。「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けビジネスプラン作成演習」には平成 17 年度～平成 21 年度の合計で 47 名が参加し、それぞれが各自の研究テーマを題材とするビジネスプラン作成及びプレゼン等を行うことにより実際のベンチャー創業に必要な事業計画作成の基本を習得した。またそれを補完するために単発講義をシリーズで行う「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けアラカルトセミナー」をその時々に応じて必要とされるテーマ(知財やベンチャー企業の事例紹介など)について講義形式で平成 17 年度～平成 21 年度において合計 28 回実施し、延べ 768 名が受講した。さらに平成 20 年度より能力開発部門と共同で「エキスパート研修」を企画し、産総研における創業支援体制や産総研発ベンチャー企業の実例、さらにはベンチャー創業支援体制の外部事例(東京大学)の紹介を行い、ベンチャー創業に関する職員の理解を深めた。

[中期計画]

- ・研究能力を涵養する期間であるポスドクについては、研究のプロフェッショナルとしてのみではなく、産業界等で広く活躍できる人材となるよう、適切に育成を行う。

[中期実績]

- ・若手研究員の人材育成について、平成 18 年度から産業技術人材育成研修とキャリアデザイン研修を実施、平成 21 年度からは研修体系を再編し若手研究職員研修を実施し、将来、産業界における技術開発において必要な能力開発支援を行った。また文部科学省委託事業「科学技術関係人材のキャリアパス多様化促進事業」においても若手研究人材の支援を行った。
- ・産総研も含むつくば地区全体のポスドク等任期付若手研究員のために、文部科学省委託事業「科学技術関係人材のキャリアパス多様化促進事業」に取り組み多様なキャリア開発支援を実施した。具体的な取り組みは、(1)人材輩出プログラムとして専門カウンセラーによる就職支援の出張面談を実施、(2)履歴書や面談に関するスキルアップの就職支援セミナーを実施、(3)融合分野でのナノテク技術習得の専門スキルアップセミナーを実施、(4)ポスドク、指導者、企業関係者等の意識啓発を目指したシンポジウム・交流会等を実施、(5)人材輩出プログラムとして求人求職のマッチングを図る Web サービスシステムの構築と運用開始、等である。

(個人評価制度の効果的活用と評価の反映)

[中期目標]

個人の業績を多様な観点から評価し、職員の勤労意欲の向上を図る。その際には、評価結果に応じて査定を受ける業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなど、給与制度に関しても職員個々の業績に応じた処遇の実現との観点から、必要な見直しを図る。

[中期計画]

- ・個人評価制度については、職員の意欲を更に高めることを目的として、目標設定とその達成へのきめ細かな助言などを通じた評価者と被評価者間のコミュニケーションツールとして効果的な活用を図ると共に、業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなどにより、評価結果を給与等の処遇に適切に反映する。

[中期実績]

- ・個人評価制度をより効果的に活用できるよう、短期評価者全員を対象とした研修や、職員への研修等を通じて、個人評価制度の理解促進、評価者のコミュニケーションの重要性への意識啓発、コミュニケーション力の

向上を図ると共に、各部署における短期評価プロセスの着実な実施により、評価結果を業績手当に適切に反映した。

・業績手当財源枠の見直しを行い、ユニット長の裁量枠を 7/100 に拡大するとともに高査定上乘せ分を設けることで、メリハリのある査定結果となった。また、研究業務パフォーマンスの向上をねらいとして最高査定率者の業績例を公開した。幹部職員については、組織マネージメントの観点からの評価項目を示し評価を行い、業績手当財源枠を 7/100 から 11/100 へ広げることにより、評価結果を給与に効果的に反映できる仕組みに変更した。

[中期計画]

・職員の個人評価にあたっては、優れた研究業績、研究所への貢献、産業界及び学界等を含む社会への貢献等の多様な評価軸を用いることで、様々な活動を適切に評価すると共に、キャリアパス選択にも反映できるよう評価制度を適宜見直す。

[中期実績]

・個人評価制度では、①研究・業務業績、②産総研内部への貢献と③外部への貢献の3つの評価軸で総合的に評価することとした。特に長期評価では、職責や級毎に職務遂行に必要な能力を整理し、「長期評価における評価の視点」として明確化することで、様々な活動を適切に評価するとともに、キャリアパス選択にも反映できるようにした。審査は、ユニット長等と人事評価委員会の二段階評価を実施し、適切な評価に努めた。

・評価結果に納得できず不服のある場合は不服申立を可能としている。不服申立の件数は、制度の定着や結果の開示、及び評価者からの説明期間を設ける等の制度改善により減少した。不服申立の対応は、申立者、関係者との面談等十分な話し合いや、情報提供の機会を設けることで納得感を高めた。

3. 環境・安全マネジメント

(安全衛生の向上)

[中期目標]

事故及び災害の未然防止等の安全確保策を推進するとともに、併せて、職員の健康を増進することにより、快適な職場環境造りに積極的に取り組む。

[中期計画]

・産総研における全ての事業について、事故及び災害等の発生を未然に防止し業務を安全かつ円滑に遂行できるよう労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、安全管理体制の維持・強化を図る。

[中期実績]

・事故及び災害の未然防止活動を継続的に維持するため、労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、一部(東京本部等)を除き全ての事業所で運用開始した。

[中期計画]

・システムの導入に当たっては、環境マネジメントシステムとも統合した総合的なマネジメントシステムを構築し、環境に配慮した安全で快適な職場環境を実現する。

[中期実績]

・事故及び災害の未然防止活動を継続的に維持するため、労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、一部(東京本部等)を除き全ての事業所で運用開始した。

・システムの導入に当たっては、環境マネジメントシステムを統合したマネジメントシステムとし、研究機関に相応しい活動を効果的かつ継続的に実施する仕組みとして構築した。

・平成 20 年度より、野外調査・観測における関連法令規則等のリスト及びそれらの遵守を実行するための作業フローを作成し、常に最新となるよう追加修正し、所内向 HP に掲載して常に職員が参照できるようにした。これらの作業フローが確実に実行されるようにプロジェクトの責任者とユニット長が重要な段階で直接確認する体制とした。また、野外実験や調査を行う際は、管理監らをメンバーとする野外実験計画審査会で事前に十分検討した上で実施した。

(省エネルギーの推進と環境への配慮)

[中期目標]

研究活動にともなう環境影響に配慮するとともに、環境負荷低減に向けたエネルギーの有効利用の促進に引き続き積極的に取り組む。

[中期計画]

・省エネ機器の積極的導入やエネルギー使用状況のモニタリング等を実施すると共に、省エネ意識の醸成及び奨励制度の導入に取り組み、産総研全体として、業務のために要するエネルギーの削減を図る。

[中期実績]

・省エネルギーの促進を強力に推進するため、地球温暖化対策推進本部を設置し、省エネルギー施策の立案と実施に取り組んだ。具体的には、情報棟熱源機の改修、ポンプ等のインバータ化改修、施設設備の運用改善等の施策を着実に実施した。また、産総研省エネルギーシンポジウム、夏季・冬季省エネキャンペーン等を実施し、職員の省エネに対する意識の高揚を図った。その結果として平成 22 年 3 月におけるエネルギー使用量は、平成 16 年度比 15%削減を達成した。

[中期計画]

・ISO 14001 に準拠した環境マネジメントシステムを産総研全体で構築し、その成果等を環境報告書として取りまとめ毎年公表する。

[中期実績]

・環境マネジメントシステムを導入し、環境配慮活動を継続的に実施する体制を整備した。システムの導入に当たっては、労働安全衛生マネジメントシステムを統合したシステムとして構築した。また、それらの活動成果を環境報告書として取りまとめ毎年公表した。

4. 業務運営全体での効率化

[中期目標]

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第 2 期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比 3%以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第 2 期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比 1%以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)に基づき、国家公務員の定員の純減目標(今後5年間で5%以上の純減)及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行う。

[中期計画]

・運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第 2 期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比 3%以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第 2 期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比 1%以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)に基づき、国家公務員の定員の純減目標(今後5年間で5%以上の純減)及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行い、第2期中期目標期間の終了時(平成21年度)までの4年間で4%以上の人件費を削減する。

[中期実績]

・運営費交付金については、リサイクルシステムの活用による保有資産の有効活用、複写機使用料・旅費・消耗品等経費の削減により、一般管理費は毎年度3%以上、業務経費は毎年度3%以上の削減目標を達成した。

・平成 21 年度までの人件費シミュレーションを行い、それに基づく総人員数の管理及び定期昇給幅抑制(平成 22 年度までの普通定期昇給を 1 号俸抑制等)により、平成 17 年度比で△4.0%の達成を達成した。

IV. 財務内容の改善に関する事項

(予算(人件費の見積もりを含む)、収支計画及び資金計画)

[中期目標]

運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項に配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を行う。

また、積極的に外部資金の増加に努め、総予算に対する固定的経費の割合の縮減等の経営努力を行う。

[中期計画]

・(予算(人件費の見積もりを含む))【別表4】

(参考)

[運営費交付金の算定ルール]

毎年度の運営費交付金(G(y))については、以下の数式により決定する。

G(y)(運営費交付金)

$$= [\{ (Aa(y-1) - \delta a(y-1)) \times \beta + (Ab(y-1) \times \varepsilon) \} \times \alpha a + \delta a(y)] + [\{ (Ba(y-1) - \delta b(y-1)) \times \beta + (Bb(y-1) \times \varepsilon) \} \times \alpha b \times \gamma + \delta b(y)] - C$$

・G(y)は当該年度における運営費交付金額。

・Aa(y-1)は直前の年度における運営費交付金対象事業に係る経費※のうち一般管理費相当分のA分類人件費相当分以外分。

・Ab(y-1)は直前の年度における運営費交付金対象事業に係る経費※のうち一般管理費相当分のA分類人件費相当分。

・Ba(y-1)は直前の年度における運営費交付金対象事業に係る経費※のうち業務経費相当分のA分類人件費相当分以外分。

・Bb(y-1)は直前の年度における運営費交付金対象事業に係る経費※のうち業務経費相当分のA分類人件費相当分。

・Cは、当該年度における自己収入(受取利息等)見込額。

※ 運営費交付金対象事業に係る経費とは、運営費交付金及び自己収入(受取利息等)によりまかなわれる事業である。

・ αa 、 αb 、 β 、 γ 、 ε については、以下の諸点を勘案した上で、各年度の予算編成過程において、当該年度における具体的な係数値を決定する。

αa (一般管理費の効率化係数): 毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。

αb (業務経費の効率化係数): 毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。

β (消費者物価指数): 前年度における実績値を使用する。

γ (政策係数): 法人の研究進捗状況や財務状況、新たな政策ニーズや技術シーズへの対応の必要性、独立行政法人評価委員会による評価等を総合的に勘案し、具体的な伸び率を決定する。

・ $\delta a(y)$ 、 $\delta b(y)$ については、新規施設の竣工に伴う移転、法令改正に伴い必要となる措置、事故の発生等の事由により、特定の年度に一時的に発生する資金需要について必要に応じ計上する。 $\delta a(y-1)$ 、 $\delta b(y-1)$ は、直前の年度における $\delta a(y)$ 、 $\delta b(y)$ 。

・ ε (人件費調整係数)

(収支計画)【別表5】

(自己収入の増加)

[中期目標]

外部資金等の自己収入の増加にこれまで以上に努める。

[中期計画]

・第2期中期目標期間における外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。

[中期実績]

・自己収入額は平成17年度312.0億円、平成18年度331.6億円、平成19年度270.2億円、平成20年

度 265.8 億円、平成 21 年度 298.3 億円と推移した。

・民間企業からの資金提供型共同研究及び受託研究に対して研究を加速するための研究費を交付する制度の効果的な運用や、企業との連携の加速と研究成果を利用したイノベーションの促進を目的とした知的財産権の活用方針の緩和(共有する特許権等の不実施補償の取扱制度を緩和)のなど、共同研究等推進のための施策を行った。これにより、平成 21 年度の最終年度には、民間企業等から受け取る研究資金は 42.1 億円に増加した。【再掲】

(固定的経費の割合の縮減)

[中期目標]

大型機器の共通化、管理業務等の効率化を図ることなどにより、固定的経費の割合を縮減する。

[中期計画]

・第 1 期中期目標期間に引き続き、高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

[中期実績]

・固定的経費の割合は平成 17 年度 67.8%、平成 18 年度 64.6%、平成 19 年度 66.5%、平成 20 年度 67.4%、平成 21 年度 63.4%と推移した。

・産総研の実験機器・設備は先端技術から基盤技術までの多様で幅広い領域にわたっており、これらの機器及び設備の共同利用を図るための予算「共通機器利用体制整備」を措置し、所内の共通機器利用体制を強化した。さらに、外部に共用するための体制として、先端機器共用イノベーションプラットフォーム(IBE-IP)を構築し、共通機器の有効利用を更に促進することにより、固定経費の一層の削減を実現した。

・給与計算業務のアウトソーシングを引き続き実施し、業務の効率化を進めた。

[中期計画]

・(資金計画【別表6】)

(短期借入金の限度額)

(第 2 期:23,818,000,000 円)

想定される理由:年度当初における、国からの運営費交付金の受入れ等が最大 3 ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

[中期実績]

・短期借り入れの実績なし

[中期計画]

・(重要な財産の譲渡・担保計画)

・中国センターの移転整備に必要な財源とするために次の資産を売却する。

・中国センターの土地(広島県呉市、96,335 m²)及び建物(平成20年度売却予定)

・九州センター直方サイトの土地(福岡県直方市、22,907 m²)及び建物(平成20年度売却予定)

・関西センター大阪扇町サイトの土地(大阪府大阪市、2,318 m²) (平成21年度売却予定)

[中期実績]

・中国センターの移転整備に必要な財源とするために次の資産の売却を実施した。

・平成20年6月に中国センターの土地(広島県呉市、96,335 m²)及び建物の売買契約を締結し、平成20年10月に所有権移転登記を完了した。

・平成21年8月に関西センター扇町サイトの土地(大阪府大阪市、2,318 m²)の売買契約を締結し、平成22年2月に所有権移転登記を完了した。

・九州センター直方サイトの土地(福岡県直方市、22,907 m²)及び建物の売却について、平成21年3月の入札では応札者がなく売却できなかったため、平成22年2月に再度一般競争入札を実施した。

[中期計画]

・(剰余金の使途)

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・用地の取得
- ・施設の新営及び増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

[中期実績]

・平成 17 年度から平成 20 年度までに独立行政法人通則法第 44 条第 3 項により主務大臣の承認を受けた剰余金は、「研究施設等整備積立金」として全額積み立て、平成 20 年度末における累計額は約 7.90 億円となった(平成 17 年度約 1.39 億円、平成 18 年度約 2.25 億円、平成 19 年度約 2.08 億円、平成 20 年度約 2.18 億円)。

・上記の研究施設等整備積立金のうち、平成 21 年度までに使用した実績は、総額約 4.36 億円であった。

<内訳>

- ・中国センター(呉)施設の賃借料 約 0.85 億円
- ・中国センター(東広島)施設整備 約 0.47 億円
- ・ナノテク拠点整備に伴うゾーン化整備 約 3.04 億円

V. その他業務運営に関する重要事項

(その他主務省令で定める業務運営に関する事項)

1. 施設及び設備に関する計画

[中期目標]

良好な研究環境を維持するため、長期的な展望に基づき、老朽化対策を含め、業務の実施に必要な施設及び設備の計画的な整備に努める。

[中期計画]

・中期目標の達成のために必要な施設及び設備を適切に整備していく。

施設・設備の内容	予定額	財源
<ul style="list-style-type: none"> ・電力関連設備改修 ・給排水関連設備改修 ・排ガス処理設備改修 ・外壁建具改修 ・中国センター移転整備 ・その他の鉱工業の科学技術に関する研究及び開発、地質の調査、計量の標準、技術の指導、成果の普及等の推進に必要な施設・設備の整備 	総額 352.85 億円	施設整備費補助金 275.29 億円 現物出資による還付消費税 25.35 億円 重要な財産等の処分収入 51.39 億円

(注)上記予定額と財源との差額(82 百万円)は目的積立金からの充当分である。

[中期実績]

・中期目標の達成のために必要な施設及び設備を適切に整備していくため、施設整備補助金等により老朽化対策、新棟、高度化改修ならびに東南海・南海地震予測のため地下水等総合観測点整備及び現物出資による還付消費税による整備を実施した。

また、重要な財産等の処分収入による中国センターの移転整備事業を実施した。

2. 人事に関する計画

[中期目標]

非公務員型への移行のメリットを最大限活用し、多様な人材の採用及び活用を図るために、任期付き任用制度の見直しを行う。また、管理業務に関わる支出額(人件費を含む)の総事業費に対する割合を抑制する。

[中期計画]

・(方針)

・非公務員型の独立行政法人としての特徴を十分に活かした人事制度を構築し、我が国の産業競争力向上にも繋がるよう、多様な人材の採用及び活用を図る。

[中期実績]

・産総研独自の試験制度を導入し、任期のない研究職員及び事務職員の採用を行った。また、「産業技術人材育成型任期付研究員制度」(平成 18 年度創設)等の制度を適切に運用し、優秀で多様な人材の確保に努めた。

・人事規程等を整備し、職員の能力向上と人材育成、組織の活性化等を目的に、経済産業省、内閣府などの国の機関や他独法、大学、民間企業等の外部機関との人材交流を積極的に行った。

[中期計画]

・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を引き下げる。

[中期実績]

・組織体制及び人員配置の見直しを行い、業務効率化に努めた結果、総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を 9.35%(平成 16 年度)から 9.32%(平成 21 年度)に引き下げた。

[中期計画]

・(人員に係る指標)

・任期付任用制度、産総研特別研究員制度の見直しを行い、優れた人材の確保と外部への人材供給を活性化させる。

[中期実績]

・「産業技術人材育成型任期付研究員制度」(平成 18 年度創設)を適切に運用し、有能で多様な人材の確保に努めるとともに、産総研内の各種研修事業を通じて育成を行った。また、研究テーマ型任期付研究員制度等の適切な運用により、人材の流動化を促した。また、平成 20 年度から継続して実施している AIST イノベーションスクールについては、そのサポート業務を能力開発部門として担当し、セミナーの企画・実施や OJT の送り出し・受入の調整を行った。

[中期計画]

・全職員数に対して、管理部門の職員数が占める割合を引き下げる。

[中期実績]

・組織体制及び人員配置の見直し等をおこない業務効率化に努めた結果、全職員数に対して、管理部門の職員数が占める割合を引き下げた。

・労働局・ハローワーク、(独)高齢・障害者雇用支援機構、(社)茨城県雇用開発協会等の関係機関と積極的な連携により、平成 21 年度末で、102.5 名、実雇用率は 2.61%となり法定雇用率を達成した。また、産総研内外との連携により、茨城県内の特別支援学校からの現場実習生の受け入れを行い、知的障害者等の雇用を積極的に行った。

[中期計画]

・(参考 1)

期初の常勤職員数 3,230 人

期末の常勤職員数の見積もり 3,230 人

・常勤職員数の内数として、中期目標期間中の各年度において、任期付職員を約 500 人措置する。

・任期付職員に限り受託業務の規模等に応じた必要最小限の人員の追加が有り得る。

(参考2)第2期中期目標期間中の人件費総額

第2期中期目標期間(5年)中の人件費総額見込み:148,040百万円

ただし、上記の額は、役員報酬並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、休職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

[中期計画]

・(積立金の処分に関する事項)

・なし

[中期実績]

・なし

《別表 1》 鉱工業の科学技術

I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

[中期目標]

我が国が高齢化社会に進んでいく中で、国民が将来とも健康で質の高い生活を維持、向上していくための予防医療、早期診断等の医療技術がこれまで以上に求められている。これを実現するために、ポストゲノム時代におけるバイオテクノロジーを活用した新しい健康関連産業の創出のための研究開発、画像診断技術や細胞工学技術などを活用した診断・治療関連技術の研究開発及び環境負荷の低減にも資する新規生物機能の探索とそれを活用したバイオプロセス技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・高齢化社会における健康で質の高い生活が求められている。そのためには、病気や怪我にならないこと、罹患してもできるだけ早く正確に病気を発見できること、そして発見された病気や怪我に対して安全で効果的な医療が受けられることが必要である。そこで、これまでより迅速で簡便な早期診断技術を開発して予防医療を促進するとともに、ヒトゲノム情報を利用して個々人の特性に適合したテーラーメイド医療の実現に貢献する。また、画像診断技術や細胞工学技術などを用いた精密診断及び再生医療技術を開発して、安全かつ負担の少ない効果的な診断・治療を実現する。さらに、人間特性の評価に基づく脳機能や身体機能を維持する技術の開発及び生物機能を利用した機能性食品素材などの開発を行い、科学的知識と技術に裏打ちされた健康管理を日常生活に浸透させることで健康寿命の延伸を実現する。

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

[中期目標]

予防医療の実現を促進するため、疾患特異的バイオマーカーの探索技術や検知技術などの早期診断や創薬に資する基盤技術の研究開発を実施する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、テーラーメイド医療への応用を目指した研究開発を実施する。

[中期計画]

・罹患の初期に現れる疾患マーカーを見出してこれを簡単に検知できれば早期診断が可能になり、疾患が重大な局面に進行する前に治療をうけて回復することができる。そこで、ヒトゲノム情報を利用して早期診断に有用なバイオマーカーの探索と同定を行う技術を開発する。また、生体分子の網羅的な解析技術とバイオインフォマティクス技術を用いて、ヒトゲノム情報などから創薬の標的となる遺伝子候補や個々人の特性を示す遺伝子情報などを見出し、個人の特性に適合した効果的な医薬の開発を支援することでテーラーメイド医療の実現に貢献する。

I-1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

[中期目標]

疾患等特定の生体反応に関与する遺伝子及びタンパク質等の生体分子の網羅的な解析によってバイオマーカーの探索と同定を行い、これらマーカー分子の検出・評価技術を基盤とする早期診断・予防医療技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・予防医療を実現するためには、早期診断に利用できる有用なバイオマーカーを発見し同定することが必要である。そこで、種々の生体反応に関係する生体分子の中からバイオマーカーを探索して同定するための技術を開発する。また、ヒトゲノム情報から予想される生体分子の機能を網羅的に解析して、バイオマーカーを

同定するための研究開発を実施する。そして、同定されたマーカーの検出・評価技術を開発して早期診断に基づいた予防医療を実現するための基盤技術を開発する。

① 生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定

[中期計画]

・ガン等の疾患の早期診断と治療に役立てるため、疾患マーカーとして有効な糖鎖の探索と同定を行う。そのために、ヒトのすべての糖鎖合成関連遺伝子を利用した遺伝子発現解析技術や糖鎖構造解析技術及びレクチンと糖鎖間の相互作用を利用した糖鎖プロファイリング技術を開発する。これらにより疾患や細胞分化のマーカーとして同定された糖鎖を診断や治療に利用する技術を開発する。

[中期実績]

・ガン等の疾患の早期診断と治療を目的とした疾患マーカー探索のために、11種類の糖鎖遺伝子 KO マウス作製による、ヒトの病態に関連した表現型の検索、疾患における糖鎖機能の解析、表現型のスクリーニングの実施、糖鎖微量迅速解析システムを拡充し、がん患者腹腔洗浄液や肝線維化マーカー候補などの糖鎖構造の解析を行った。疾患の診断・治療の指標となる糖鎖構造の変化を系統的に見出す新システムにより複数の糖鎖疾患マーカーの発見、疾患マーカーとして期待されるムチンや硫酸化糖タンパク質の世界初となる簡便な分析手法の開発を行い、肺小細胞がんのマーカー候補を見出すことに成功した。また、がんマーカー探索のためのグライコプロテオミクス技術の確立、及びこれを用いた探索研究を行い肝細胞がん、胆管がん、肺がんを対象疾患としたプロファイル比較を行い、マーカー候補を列挙した。270種を超える糖鎖結合タンパク質に関する詳細な特性に関わるデータ(解離定数)を集積、データベース化し、統合データベースを通して公開した。

[中期計画]

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

[中期実績]

・グロボ系糖脂質の合成制御機構を明らかにし、グロボ系糖脂質のうち Gb4 が炎症マーカーとして有効であることを見出した。また GM2 ガングリオシドーシスの糖脂質蓄積に関する研究により、過剰に蓄積した糖脂質のマイクロドメインは、自らシグナルを細胞内に発信し、異常な増殖を引き起こすことを見出した。これによって既存の酵素補充療法に加え、異常な増殖シグナルとなる経路を遮断することが有効であり、新たなマイクロドメイン異常に対する治療法についての知見となった。

[中期計画]

・脳神経疾患の診断と予防に利用するため、神経細胞の増殖や分化及び機能発現等に関与する遺伝子とその産物の同定を行い、これらの分子に着目して神経細胞機能の解析評価技術や診断技術を開発する。

[中期実績]

・脳神経機能を調節することのできる生理活性ペプチドとその遺伝子を種々の生物種より同定した。それらの分子骨格を利用した多機能性ペプチドライブラリーの作製原理を発見し、これを用いて可溶性タンパク質および膜タンパク質を標的としてそれらを特異的に認識するペプチドを作り出す試験管内分子進化技術を開発した。これにより、任意の診断・治療創薬ターゲットや受容体、イオンチャネルに特異的なペプチド性リガンドを作ることができるようになった。さらに、脳神経疾患に係わり神経伝達において重要な働きをするアセチルコリン受容体と相同性のある可溶性タンパク質を新たに発見し、これを金基板に固定することにより、神経細胞機能の評価やコリン作動薬スクリーニングに利用できるデバイスのプロトタイプを作製した。また、細胞増殖因子 FGF 群が個体レベル、組織レベルで発揮する複雑な活性を詳細に解析し、毛包成長の異なるステージで特徴的な発現をする因子を明らかにし、これらが毛包の成長など細胞機能を制御する分子機構について知見を得た。これを基に毛成長を制御する基盤技術を開発した。さらに、代謝調節に関わる FGF21 が FGF 受容体を活性化の際に必要な補助受容体膜タンパク質を見出した。また補助受容体ファミリー分子のサブタイプと FGF 受容体のサブタイプの組み合わせにより代謝調節性 FGF リガンドの標的特異性が決定されることを示し、さらに受容体の活性化が糖鎖構造の違いにより調節を受ける可能性を示した。

・単細胞生物の代謝制御に係わる転写因子の立体構造を精緻に比較し、単細胞から多細胞まで共通する基

本構造を推定した。これにより、多数の遺伝子群の環境適応的制御を可能ならしめる機構の全体像を明らかにした。またこの理解を元に転写因子の DNA 結合特性を設計・改変する方法論を確立した。

[中期計画]

・生活習慣病の予防に利用するために、健常人及び罹患者の生体組織試料について遺伝子の発現頻度解析及びマイクロサテライトマーカー法による遺伝子多型の解析を行い、この結果を臨床情報と関連付けて生活習慣病関連遺伝子を同定する。そして同定された遺伝子の産物である種々のタンパク質の機能を解明して生活習慣病の予防に役立てる。

[中期実績]

・健康な体の状態が年齢軸でどのように制御されているのかを解明し、生活習慣病に関与する遺伝子とタンパク質の同定研究に重要な情報基盤を構築するためにまずマウスモデルを用い、肝臓の遺伝子及びタンパク質の年齢軸に沿った変動を網羅的に定量化、同定する解析の推進、情報のデータベース(DB)化を行った。作成したDBは、生活習慣病予防のためのマーカー、がんのマーカー探索にも基盤情報リソースとして貢献した。

[中期計画]

・加齢にともなう生体機能の低下や罹患者の増加の原因を追求するため、生まれてから死ぬまでの一生の間の生体機能の変動を表す種々のマーカー分子を同定し、変動を制御するメカニズムを解明する。そして、加齢に関係した疾患の予防や治療及び高齢者における免疫や脳機能の維持に資する技術や創薬の開発に役立てる。

[中期実績]

・一生の間の生体機能の変動を表す種々のマーカー分子として、消化管免疫変動を制御する因子の同定、B細胞レパートリー変化を評価する系確立によるレパートリー制御に関わる DapK3 の同定を行った。また高齢者の疾患、免疫、脳機能維持に関して、Nod1 の機能低下による細胞内浸潤性アクネ菌に対する応答性低下がサルコイドーシス発症に関与すること、SPARC がカイニン酸誘発性てんかんの発症因子となること、構造変化により発症原因となるプリオンタンパク質に対するアプタマーの創出とその機能構造的特徴などを明らかにした。

[中期計画]

・生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子を同定する。これらをマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追求に供する。

[中期実績]

- 1)生物時計遺伝子が癌を抑制する分子機構を研究した。
- 2)時計遺伝子のリズム的な発現機構について、時計タンパク質間の相互作用を中心に明らかにした。
- 3)肝臓におけるグリコーゲン合成の概日リズム制御機構を解明した。

[中期計画]

・人間のストレスを分子生理学的に評価するため、マーカーとなるストレス応答タンパク質や脂質由来のストレス応答化合物を探索し同定するとともに、体液に含まれるこれらのストレスマーカーを検出するチップを開発してストレスの診断に利用する。

[中期実績]

・人間のストレスを分子生理学的に評価するマーカーとして、パーキンソン病早期診断マーカーである酸化DJ1を、動物の脳内および血中で発現変化するストレスマーカー候補群を43種同定した。また唾液中のコルチゾール、免疫タンパク質や一酸化窒素代謝物を検出する電気泳動型ラボチップを開発し、企業との共同研究により、原理プロトタイプ装置を含め3台試作した。装置小型化が容易な遠心力送液型ラボディスクの原理プロト装置を1台試作した。卒業研究プレゼン被験者実験などによって、ヒト唾液によるチップ実証研究を行った。また超小型センサによる携帯型の原理プロトチップ開発を行い、10秒以内にヒト唾液中のNO代謝産物をその場定量可能なことを実証した。

- ② 生体機能の網羅的な解析によるバイオマーカーの探索と同定

[中期計画]

・創薬の標的として重要な遺伝子を同定するため、ヒト遺伝子の発現頻度情報とタンパク質の細胞内局在情報及び相互作用情報を網羅的に取得し解析する。この解析結果を創薬のスクリーニングに利用する。また、ゲノム情報やヒト完全長 cDNA 情報等から遺伝子の発現制御に関係する機能性 RNA 分子の同定手法を開発して創薬に利用する。

[中期実績]

・網羅的解析されたヒトタンパク質の細胞内局在情報及び相互作用情報を利用した疾患因子に関わるターゲットに関する 50 件以上のハイスループットスクリーニング、30 万ライブラリーという世界最大の天然物ライブラリーの実現、質量分析の感度・スループットと精度の飛躍的な向上とそれによる疾患に関わるタンパク質相互作用の網羅的な取得、ネットワーク化による癌・生活習慣病(糖尿病・高脂血症)・神経変性疾患等の分子発症メカニズムを解明、新規創薬ターゲットの多数の取得に成功した。

・バイオインフォマティクスを駆使したヒトゲノム中の機能性 RNA 探索ツールや機能性 RNA と蛋白質との複合体の解析ツール開発をおこなった。RNA マススペクトロメトリーとフィンガープリンティングによる精製 RNA の分析法の樹立、完全長 cDNA リソースを利用した RNA 結合蛋白質の同定、網羅的な RNA 干渉による機能同定を行い、機能性 RNA と相互作用する核内構造体の構成因子を 30 種類以上発見した。

[中期計画]

・神経ネットワークの機能発現に関わるバイオマーカーを探索して同定するため、新たな神経細胞培養系、脳スライス実験系、全脳実験系や遺伝子改変モデル生物実験系を構築して神経ネットワーク情報伝達系の可視化・解析技術を開発する。

[中期実績]

・電子顕微鏡技術と半導体加工用の電子線透過薄膜 SiN を導入することで、液中の細胞を観察する大気圧走査型電子顕微鏡(ASEM)を開発した。分解能は 8nm であり、蛋白質や微小な病原体を疎水処理をしなくても自然な構造のまま観察できることがわかった。また、結晶を用いないタンパク質構造決定技術である単粒子解析法を Neural Network や Simulated Annealing を用いて改良した。このプログラムを用いて、我々の生理機能に重要な TRP や Orai などのイオンチャンネルや酸化ストレスのセンサーである Keap1 蛋白質の構造を解明した。さらに、新型二光子励起顕微鏡を用いて、マウス生体脳の表層から数 100 μ m の深さの神経シナプスまでを可視化し、その構造を生きたままの脳から直接観察可能な技術の開発に成功した。これにより、薬剤投与等の脳刺激に対する神経構造・機能への影響を、迅速かつ正確に解析するための技術革新へと繋げることを可能にした。並行させた神経活動の可視化解析技術の発展により、全脳標本や神経細胞培養系を用いてその活動をミリ秒オーダーの速度で解析する技術を構築した。ヒト神経筋疾患の原因遺伝子解析により、新たな相互作用因子の存在とその機能について明らかにし、また各種疾患変異型をヒト遺伝子を組み込んだモデル生物実験系を構築した。これらにより、神経筋疾患の発症メカニズムの詳細な解析、また効果的な薬剤スクリーニングとしての新たな評価系として応用することが可能であることを示した。

[中期計画]

・同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するため、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブ及びそれを導入したトランスフェクションマイクロアレイなどの検知技術を開発する。得られた細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーなどを利用した細胞操作技術を開発する。

[中期実績]

・新規分子プローブとして、高機能化ルシフェラーゼや自己励起発光蛍光プローブ、ウミホタルルシフェラーゼを基本にした近赤外発光プローブ化、有機相中で、銅イオンと選択的に錯形成して蛍光強度が変化する分子プローブの創製に成功した。また、複数の遺伝子レポーター挙動の計測と細胞形態計測を同時並列、個々細胞の分裂時間を計測できる細胞時系列解析技術を組み合わせたトランスフェクションアレイシステムの研究開発を行った。細胞操作技術として、微小管のすべり運動や細胞接着を光によって制御する技術を開発し、タンパク質構造機能相関の反応初期の解析にケージドペプチドが有効であることを示し、電子顕微鏡による生体構造の新規ナノ計測技術を開発するために、急速凍結レプリカ法における技術改良や超高真空条件の導入によって高品位の電子顕微鏡用試料を再現性高く作製する技術を確認し、動物組織や高濃度細胞試料内の膜小胞、膜タンパク質のナノ構造体等の画像化に成功した。遺伝子導入技術では、初代培養間葉系幹細

胞に対してナノ針を用いた遺伝子導入を行い、75%という高い遺伝子導入効率を達成した。膜結合型シトクロム P450 を活性を保持したままでの固定化し、表面プラズモン励起増強蛍光法 (SPFS) によるバイオセンシング周期構造基板上でスライドガラス基板上の 100 倍以上の増強蛍光検出に成功した。分子モーターをナノアクチュエータを活用し細菌の滑走運動により駆動される回転モーターを開発した。

[中期計画]

・ガン等の疾患マーカー分子の迅速且つ網羅的な同定・検出・評価をするため、高感度バイオイメージング、ゲノムアレイ及び磁気ビーズ等を用いたゲノム解析技術を開発する。

[中期実績]

・磁気ビーズを利用した糖転移酵素の固定化技術について研究をすすめ、一般的に展開可能は手法の確立までは至っていないが、実際にいくつかの種類の酵素については成功した。糖鎖自動合成装置「Golgi」については、糖ペプチドだけでなく糖脂質についても合成が可能となった。しかし、全自動化に伴うサンプルのロスその他、利用が可能な高活性糖転移酵素のバリエーションの問題もあり、汎用性に関しては検討の余地があることがわかった。マイクロ波利用研究の成果を受けて、糖ペプチドや創薬シーズライブラリ合成をおこない、実際にエピトープ部の解明研究などには成果を得た。

I-1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

[中期目標]

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮したテーラーメイド医療を実現するため、ゲノム情報の迅速な解析に基づく創薬・診断支援技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮したテーラーメイド医療の実現が求められている。そこで、ヒトゲノム情報をもとに作成した網羅的なタンパク質や糖鎖の合成プールを利用して、特定のタンパク質や糖鎖と相互作用する物質を探索し、個々人の特質に適合した創薬の支援技術を開発する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、遺伝子やタンパク質などの機能予測及び化合物-タンパク質ドッキングシミュレーションを実現して、膨大な化合物の中から医薬品候補を選び出すことのできる創薬支援技術を開発する。

① ヒト遺伝子産物の機能に基づいた創薬支援技術の開発

[中期計画]

・ヒトゲノム情報のタンパク質への効率的な翻訳体制を確立する。これを利用して重要なタンパク質及びそれに対応する抗体を作製してプロテインチップや抗体チップなどの解析ツールを開発する。さらにこのチップを利用してタンパク質の機能を制御する低分子化合物の解析を行い、創薬支援や診断薬の開発支援技術として利用する。

[中期実績]

1) ヒトタンパク質発現リソースを活用し、発現クローン構築からタンパク質翻訳までを 2 万種類のタンパク質に対して 1 週間で合成する世界最高のハイスループットタンパク質発現技術を開発した。このように合成されたタンパク質群をインビトロプロテオームと命名した。

2) 1) で合成したタンパク質群を溶液中で精製と同時にアレイ化する技術を開発し、高次構造を保持した状態でプロテインアレイを作製する技術開発を達成した。このアレイをプロテイン・アクティブアレイ (PAA) と命名した。

3) 2) で作製した PAA を活用し、低分子化合物に対する結合タンパク質の同定技術を開発した。また、PAA を用いて抗体に対する抗原の同定技術も併せて開発し、血清中の自己抗体の解析も可能にした。

4) インビトロメモリーダイ法を開発し、タンパク質相互作用の解析と相互作用阻害物質のハイスループットなスクリーニングシステムを開発し、創薬支援や診断薬の開発支援技術を開発した。

[中期計画]

・遺伝子の機能を解明するため、ヒト遺伝子の発現を個々に抑制できる siRNA 発現ライブラリーを作成する。これを用いて遺伝子機能を個々に抑制することで疾患に関係する遺伝子などの重要な遺伝子を見出す。これ

ら遺伝子の翻訳産物の機能や遺伝子発現の調節機構を解明して医薬や診断薬の開発に向けた標的遺伝子を明らかにする。

[中期実績]

1)標的遺伝子を制御する RNA 発現システムを新規に開発した。老化とテロメアの関連性における解析を行い、ADP リボシル化因子協調タンパク質 CARF とヒトテロメア配列結合タンパク質 TRF1 との相互作用の可能性を示唆する結果が得られた。

2)広く用いられている siRNA の構造を再検討し、非特異的な遺伝子抑制が非常に低い新しい構造を発見した。また、ES 細胞特異的に発現している遺伝子やヒト遺伝性代謝疾患に関わる遺伝子を人工合成して発現させるシステムを開発した。

[中期計画]

・糖鎖マーカーを利用した創薬支援技術を開発するため、酵母による糖タンパク質糖鎖の改変技術等を開発する。また、糖転移酵素の発現技術と糖鎖関連化合物の生産技術を開発し、これらを利用して糖転移酵素や糖鎖分解酵素等に対する新規な酵素阻害剤の設計と合成を行い医薬品としての機能を評価する。

[中期実績]

・酵母によるヒト N-型糖鎖やマンノース-6-リン酸型糖鎖、ムチン型糖鎖やその他のヒト O-型糖鎖の合成系の開発に成功した。これらの技術を用い、抗体医薬やリソソーム病治療薬となりうるタンパク質・酵素などを発現し、細胞や病態モデルマウスなどを用いた機能評価実験を行ない、開発した酵母が動物細胞に代わる生産宿主となりうることを示した。糖鎖マーカーを利用した創薬支援技術を開発するため、ムチン型糖ペプチド・糖タンパク質の合成を行ない、これらを抗糖鎖抗体のスクリーニングへ用いた。また糖タンパクや糖ペプチド、あるいは糖鎖修飾によるライブラリなどの医薬品開発への展開を指向して、ペプチド、タンパク、糖ペプチドなどの効率合成を誘導するマイクロ波利用装置の開発、ある要素に絞ったフォーカストライブラリの合成が進展した。

② バイオインフォマティクス技術を利用した創薬支援技術の開発

[中期計画]

・創薬の標的を明らかにするために、複数の生物のゲノム配列を比較する方法及びマイクロアレイ等による大量の遺伝子発現情報を解析する方法を開発する。これに基づきゲノム上に存在するタンパク質コード領域や機能性 RNA のコード領域及び転写制御領域などの構造を情報科学的に明らかにする手法を確立する。

[中期実績]

・高速高精度 RNA 配列情報解析技術として世界的に見ても極めて高い水準をもつ多数の新規アルゴリズムの開発に成功し、これによって複数生物のゲノム配列の比較効率が向上した。特に次世代シーケンサーの大量データに耐えられる局所・アラインメント・プログラム LAST の開発によって、BLAST など既存のツールよりおおよそ 100 倍の計算速度を実現し、確率モデルに基づきいた誤読配列を救出するプログラム RECOUNT の開発によってマッピングできる配列が約 10%増えることを確認した。新規機能性 RNA 遺伝子の網羅的予測において、ウェットと連携して従来の候補と併せて、1600 個の新規機能性 RNA 候補を発見した。またマイクロアレイ等による遺伝子発現情報から、創薬標的候補を絞り込むための基盤技術として、遺伝子ネットワークを推定する技術、ヒト細胞の体系的分類、細胞特異的な遺伝子モジュールの辞書化、標的分子群を相互作用情報も含めた形で絞り込む技術、グラフ構造と計測データとの整合性評価に基づいた、大規模な既知分子間ネットワークから薬剤特異的サブネットワークを抽出するための技術を開発した。

[中期計画]

・タンパク質の立体構造および機能を予測するためのソフトウェアを開発する。まず、フォールド認識法と網羅的モデリングを融合させ高い精度をもつタンパク質の立体構造予測法を完成する。次に、立体構造の動的性質に注目して膜タンパク質等の機能予測法を開発する。これらの成果を創薬の重要な標的である細胞膜受容体や酵素へ適用し、創薬支援システムとして提供する。

[中期実績]

・創薬支援を目指した分子シミュレーション及び分子情報解析技術に関する研究を実現するため、平成 21 年度はタンパク質構造予測、分子動力学シミュレーションを活用した分子設計技術、大規模計算の活用によ

る、高精度な創薬支援技術の開発を行った。タンパク質立体構造予測技術は JST プロジェクトを通じてヒトゲノム解析へ適用しデータベースを公開した。分子動力学シミュレーションを活用した創薬研究では抗インフルエンザ標的等のインシリコスクリーニングでヒット化合物の探索等の成果を示した。またタンパク質の分子シミュレーションやドッキング計算における高速計算技術の開発、タンパク質の安定性やタンパク質間相互作用制御に関する予測技術法の開発を実施した。その他、民間企業との共同研究による新規予算獲得も行った。

[中期計画]

・遺伝子や生体分子に関する情報の高度な利用を促進するため、遺伝子、RNA 及びタンパク質のアノテーション(注釈づけ)をヒト完全長 cDNA レベルからゲノムレベルに展開する。これらの情報に加えて、遺伝子の発現頻度情報や細胞内局在情報及び生体分子の相互作用情報等を統合したバイオ情報解析システムを開発する。

[中期実績]

・ヒト遺伝子と転写産物、タンパク質に関する各種の情報を整備した統合データベース H-InvDB を毎年全面的に更新し、広く研究者に対して提供した。また、経済産業省統合データベースプロジェクトを実施し、ポータルサイト MEDALS を経由して、経済産業省や産総研の多くの研究成果であるデータベースとソフトウェアに関する情報を整備・公開した。ヒト遺伝子に対するモデル生物のオルソログの情報を高精度に判定し、その遺伝子構造や機能の情報を整備した Evola データベースを開発・公開した。選択的スプライシングに関するデータベース H-DBAS を開発し、各種のアノテーション情報に加えて、ヒトとマウスの間で機能と構造が保存されている選択的スプライシングバリエーションの情報を提供した。また、ヒトを中心とする主要な脊椎動物のゲノム配列比較解析を行い、その成果を比較ゲノムブラウザ G-compass バージョン 3 として発表した。疾患に関係する分子データの情報整備として、ヒト遺伝子多型の分類結果を格納したデータベース VarySysDB を構築し公開した。また、文献データベース PubMed から疾患・遺伝子・化合物の関連を抽出したテキストマイニングデータベースである LEGENDA を開発・改良し、公開した。さらに、研究者が興味対象分野の論文情報を収集するために役立つ新規関連文献お知らせツール PubMedScan を開発し公開した。

I-2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

[中期目標]

安全かつ効果的な医療の実現に向け、生体を分子レベルでイメージングする精密診断・治療技術及び組織再生や人工臓器等の機能代替技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・診断や治療における患者の負担を軽減するには、正確な診断に基づいた効果的な治療を迅速かつ安全に施すことが必要である。そこで、短時間で精密な診断を可能にする生体分子のイメージング技術や計測装置などの研究開発を実施する。また、効果的な治療として再生医療や生体適合性材料を利用した喪失機能の代替技術を開発する。さらに、治療の安全性を高めるための手術の訓練支援システムを開発する。

I-2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

[中期目標]

迅速で正確な検査診断システム及び低侵襲の治療システムの実現に向けた生体の分子レベルでのイメージング技術に関する研究開発及び安全かつ効果的な医療の実現に向けた手術訓練の支援システムに関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・正確な診断と効果的な治療を施すため、短時間で計測できる高速診断法、細胞における分子の機能を解析できる画像診断法などを開発する。また、治療の効果と安全性の向上を目指し、精度の高い位置決め機構を有する治療支援装置を開発するとともに手術の訓練支援システムを開発する。

① 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発

[中期計画]

・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

[中期実績]

・2 種類の MRI 撮像法を開発し実験機での特性評価を行った。撮像時に印加する傾斜磁場の時間的変化や電波の SAR は従来の撮像法と同等であることから生体への影響は無いものと想定され、臨床用 MRI 装置への適用を可能にすることがわかった。開発した受信器系の高感度化技術は連携する企業において理化学機器として製品化を図った。一方、微小電極を用いた低侵襲計測技術等の開発では、豊橋技術科学大学と共同でシリコン結晶成長法を利用した低侵襲微小電極を開発した。また、末梢神経線維活動電位を分離・抽出するための信号処理技術を開発し、複数の単一末梢神経線維からの活動電位を同時計測できるようになった。これらの成果により、末梢神経線維活動電位を利用した高次生理機能計測技術や高度治療機器技術の要素技術の開発が着実に進展した。

[中期計画]

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

[中期実績]

・DNA ポリメラーゼが基質を取り込む酵素反応を実時間で測定する方法を基礎とする 1 分子 DNA シークエンサを発売して、その原理を実証した。4 種類の 1 分子蛍光を測定するための超高感度顕微鏡システムの開発に加え、企業との共同研究も含め、読取長の長いポリメラーゼ、ポリメラーゼ反応を妨害しない色素を探索して酵素反応系を最適化した。非蛍光標識で DNA 塩基を 1 分子感度で検出できる可能性がある表面増強ラマン分光法に着目した。モデル分子を用いて、主要な増強機構を理論と実験両面から実証することに成功した。この実績を基礎として次々々世代の 1 分子 DNA シークエンサの FS を実施した。

[中期計画]

・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を単一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

[中期実績]

・従来法では困難な 5 種類以上の細胞を、弁別、回収、再利用するために、光圧力を用いたチップ型ソータを発売した。動作原理の実証から、企業と共同で実用化に向けた試作機の開発まで展開することができた。また従来の蛍光色素よりも長時間安定に蛍光測定が可能な量子ドットに着目して、生きた単一細胞の表面および内部のイメージングに応用した。その結果、従来の常識を覆し、ある種のペプチドで修飾すると、その量子ドットが細胞質のみならず核内まで容易に到達することを見出した。安定な蛍光測定が可能になったので、量子ドットが細胞内に取り込まれる複数の経路の寄与を定量的に評価することが可能になった。

[中期計画]

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

[中期実績]

・骨訴訟症や糖尿病など生活習慣病診断用バイオマーカーについて、従来の測定法に比較して桁違いに迅速・省サンプルな解析用マイクロチップの構築を行った。マイクロチップ電気泳動を用いることで、血糖や血中アミラーゼの定量的測定系の構築や制限酵素切断長多型解析への応用を示した。また、個々人の遺伝子配列の違いを数分以内に解析するために、微量生体試料の正確な吐出が可能インジェクターならびにこれを用いた抗体の吐出・固定化を実現した。また、マイクロ溝内に抗体をドット状に固定化し、粘着剤塗布フィルムでカバー、マイクロ流路化する、新規タンパク質マーカー解析チップを開発した。解析チップを用いた抗体評価システムの実現に向け、ディスポーザブル化と極微量サンプルへの対応が可能レーザ駆動型インジェク

ター技術を開発した。

② 治療の安全と効果の向上を目指した治療支援技術の開発

[中期計画]

・小さな病変部位を局所的かつ集中的に治療する技術を確立するため、MRI などのイメージング装置下で生体内での微細操作が可能な低侵襲治療用マニピュレータ技術を開発する。

[中期実績]

・MRI 観察下に動作可能なマイクロ操作機構、粗動機構、顕微鏡に匹敵する拡大率を持つ内視鏡から構成される「MRI 対応微細操作システム」の試運転を行い、これまでMRI 内では困難だった直径 100 μ m 以下の微小血管に直径 50 μ m の微細針をビデオ画像下に刺入して薬液を注入したりサンプルを採集するなど可能とする技術を構築した。

[中期計画]

・外科手術の安全性を向上させるため、擬似患者モデルを用いた手術トレーニングシステムの構築に必要な手術技能評価手法を開発し、その有効性を医学系研究機関と連携して検証する。

[中期実績]

・センサ付き患者鼻腔モデルを用いて計測した医学生・若手医師・熟練医らの内視鏡手術操作データを分析し、モデルにかかった力の大きさと方向、内視鏡画面の安定性などが手術技能レベルの評価指標として適切であること、また模型の削開範囲により副損傷の客観評価が可能であることを示した。熟練医には操作の型があり、初級者ではその型が崩れていることが下手な操作の原因であることと推定された。そこで、熟練医の技能の型を効率的に学習可能なトレーニング環境として、熟練指導医と学習者の画像を合成した仮想的な鏡「ハイパーミラー」インタフェースを持つトレーニングシステムを設計・試作した。金沢医科大学と産総研つくばセンターを結び、双方でモデルを用いた遠隔手技指導実験を実施、遠隔でも初心者到手技技能指導が可能であることを示した。また、筑波大学内の手術室と医療技術実習室との間で実際の手術による遠隔指導を実現し、より臨床現場に近い研修方法を提案した。

I-2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

[中期目標]

喪失した身体機能を生体組織レベルで再生、代替する再生医療技術及び長期生体適合性を有する人工臓器技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・効果的な治療技術の一つとして再生医療や生体適合材料による喪失機能の代替技術を開発する。再生医療技術の開発では、骨、軟骨、心筋及び血管等を生体組織レベルで再生する技術や神経ネットワークの再構成を促進する技術等を開発する。また、長期生体適合性を有する人工臓器などによる身体機能の代替技術の開発では、埋め込み型人工心臓のための生体適合材料及び骨形成の促進や抗感染などの効果を有する生体適合材料を開発する。

① 組織再生による喪失機能の代替技術の開発

[中期計画]

・生体親和性に優れた組織細胞による再生医療を実現するため、三次元細胞培養技術を用いた骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。

[中期実績]

・変形性関節症の患者間葉系幹細胞から培養骨を作製して臨床応用を行った。また、間葉系幹細胞が血管内皮細胞へも分化することを確認のうえ、動物実験等でこの幹細胞の移植による安全性を確認し、心不全の患者への臨床応用も行った。以上は患者自身の細胞、すなわち自己細胞を用いての治療技術開発であるが、他人(同種)の間葉系幹細胞を用いる治療技術も開発し、実際の先天性疾患の患者に臨床応用を行った。ま

た、間葉系幹細胞の増殖には限度があり、分化能も限られるので、種々遺伝子を導入することにより、増殖や分化能が向上することを見いだすのみならず iPS 細胞の創製にも成功した。以上より、組織再生による再生医療技術の発展に寄与した。

[中期計画]

・疾病や高齢化により失われた神経機能を再生するため、間葉系細胞を神経細胞に分化誘導する技術と神経組織の再構成を促進する生体分子の探索技術を開発する。

[中期実績]

・難治性うつ病のモデルマウスを開発し、その病因分子に関する解析から、うつ病の難治化因子および寛解因子の神経細胞に対する作用の違い及びその作用機序の違いを細胞生物学や GFP イメージングの手法を用いて解明し、うつ病難治モデル動物の行動テストバッテリーの結果に基づいた国内企業との共同研究を進展させた。また半人工生体神経回路網の自己組織化的形成の操作を、フェムト秒レーザー光で加工したマスクパターンを用いることにより成功させ、空間的に制御された神経回路網の機能的結合特性を評価可能な実験系が確立された。また放射線被曝による生体障害の予防・治療を細胞増殖因子を用いることによって可能にする技術的基盤と新規分子を構築した。

[中期計画]

・脳機能の修復技術の確立を目指して、これまで困難であった神経冠幹細胞の単離・培養と分化誘導技術を開発する。また、脳損傷回復における神経ネットワークの再構成を促進する技術を開発する。

[中期実績]

・当初の目的をほぼ達成し、1 ウェルあたり約 5 個の細胞を短時間で分注し、正常に増殖させることのできる細胞自動分注装置を開発した。これを共同研究相手先企業が自動分注装置として製品化し市場に上梓した。
・また、脳が損傷を受けた後、リハビリ訓練を行うことによって機能の回復を示すことがあるが、回復を支える脳内メカニズムを解明した。具体的には、サルをモデル動物とした局所的脳損傷の実験系を確立し、損傷後のリハビリ運動訓練がもたらす効果を検討した。損傷後に訓練を行った個体群では手の指先を用いたつまみ把握が可能になったが、訓練を行わなかった個体群では、つまみ把握は回復しなかった。このことから、特につまみ把握の回復には損傷後のリハビリ訓練が重要であることがわかった。訓練による機能回復の背景にある脳内変化を遺伝子発現、神経回路、脳活動の観点から調べたところ、損傷周辺の脳領域と、損傷から離れた領域の両方が機能の代償に関わっていることが明らかになった。また脳が損傷を受けた場合と、脳からの出力経路である脊髄が損傷された場合とで共通の回復メカニズムがあることが明らかになった。
・その他、高齢者のリハビリモニター等の実現のため、近赤外脳機能計測の高信頼化についての研究を進め、マルチディスタンスプローブ配置による計測アーティファクト軽減手法の開発や新型プローブ/ホルダの製作を行った。これらにより、課題遂行に伴う全身性の血流変化や体動によるアーティファクトの軽減が効果的に見えることを確認した。また、3 波長計測を利用した光路長比の推定手法、Crosstalk の少ない波長組決定手法などの開発に成功した。

② 生体適合材料を用いた喪失機能の代替技術の開発

[中期計画]

・長期に使える体内埋め込み型人工心臓を開発するため、生体適合性材料を用いて製造した高耐久性ポンプ機構をもつ回転型人工心臓について、その血液適合性を評価しながら性能を改善する。また、医療機関と連携して実験動物を用いた 3 ヶ月間の体内埋め込み実験で性能を検証する。

[中期実績]

・長期生体適合性を有するチタン材料からなる動圧軸流式回転型人工心臓について、三菱重工業株式会社、国立循環器病センターとの共同研究により、3 ヶ月間 4 例の体内埋め込み実験に成功した。また耐久試験については、202 日間の試験装置の作動を確認した。動圧遠心血液ポンプでは、非接触駆動部における隙間制御に成功し、2 時間の *in vitro* 抗血栓性試験、および 24 時間の動物実験を終了した。質量流量計は、耐外力性を有し、非定常流の慣性力を補償したプロトタイプを製作し、性能を確認した。その結果、企業との共同研究に繋がり、実用化に近づくことが出来た。

[中期計画]

・体内埋め込み用生体材料の生体親和性の向上及び高機能化を図るため、生体組織との接着性に優れ、骨形成促進や抗感染等の効果を有する生体適合材料を開発して動物実験で検証する。

[中期実績]

・抗生物質徐放性人工骨を開発し、通常投与量の 1/50 で骨髄炎が 95%治癒し、そのうち 40%が骨再生することを動物実験で検証した。亜鉛付加人工骨とマグネシウム付加人工骨を開発し、組織接着性(骨形成)が約 50%増加すること、吸収性が約 20%増加することを動物実験で検証した。ラミニンや FGF を担持した生体適合経皮端子を開発し、皮下組織の再生促進と接着促進で抗感染性能を倍増できることを動物実験で検証した。生体適合ナノ粒子に造血薬成分を組み合わせると高い免疫賦活活性が得られることが細胞実験で判明した。

[中期計画]

・生体組織のように柔軟性や弾力性等を持つ新規機能材料として、組織・細胞の機能を代替できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。

[中期実績]

・組織・細胞の機能を代替できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータとして、カーボンナノチューブと導電性高分子をベースとする柔軟性、弾力性のある低電圧駆動高分子アクチュエータを開発した。導電性微粒子添加などの材料開発により、発生初 10MPa 以上、伸縮率 4%程度のほぼ目標値を達成した。また、変形応答メカニズムについても、弾性体論的、及び分子シミュレーションの手法により解明を行った。また生体適合性の高い無機物質を利用した薬物運搬性新規生体機能デバイスの開発に成功した。

I-3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

[中期目標]

社会の高齢化が進展する中で健康で質の高い生活の実現に資するため、脳機能、認知行動特性及び身体調節系特性等を客観的に評価する技術を確立するとともに、低下した身体機能の回復及び健康増進等に関する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・高齢になっても健康で自立的な生活を維持するためには、加齢にともない低下した機能を代替する技術、脳を含む身体機能の低下を訓練により回復する技術、さらには日常生活における事故や怪我などを防止する技術が必要である。そこで、脳機能計測技術に基づいて、失われた脳機能の回復技術や代替技術等の開発を行うとともに、身体機能計測技術を用いて身体機能低下を防ぐための訓練技術を開発する。そして、認知行動計測技術を用いて日常生活における認知や行動に起因する障害に遭遇する可能性を評価し、事故や怪我を回避するための生活支援技術を開発する。

I-3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

[中期目標]

脳損傷患者の治療効果を高めるため、脳機能の評価技術を開発するとともに評価結果に基づいた効果的な治療方法やリハビリ手法に関する研究開発を実施する。また、事故及び疾患等による機能欠損を補うための脳機能補償技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・高次脳機能に障害が起きると、失われた機能を再び取り戻すことは容易ではない。そこで、障害によって失われた脳機能や身体機能を訓練によって取り戻すための支援技術として、高次脳機能の低下を精度良く計測・解析する技術及びリハビリテーション技術等を開発する。また、電子機器技術を用いた身体機能補償技術として、脳と電子機器とを接続するための BMI(Brain - Machine - Interface)技術を開発する。

① 認知機能などの高次脳機能の計測・評価技術の開発

[中期計画]

・脳機能診断の精度向上及び適切なリハビリテーションスケジュールの管理を実現するため、加齢、疾病や脳損傷などによる感覚機能や高次脳機能等の変化を高精度に計測・評価する技術を開発し、脳機能計測・評価結果と脳損傷部位との関係についてデータベースを構築する。

[中期実績]

・非侵襲的な脳機能計測・可視化技術(脳波・脳磁界計測と fMRI)の統合により、脳活動を高精度で評価する技術を開発した。また、脳領域間の神経活動相互作用を、脳活動時系列データから解析する技術を世界に先駆けて開発し、当初計画以上の成果を達成した。さらに、高次脳機能障害のメカニズム解明とその応用に関する研究を行った。発達性言語障害児の脳活動計測から、障害児は左半球高次視覚野の神経活動が健常児と異なる可能性が示唆された。嗅覚脱失患者の嗅覚誘発磁場計測によって、健常者では観察される刺激提示の 200 ミリ秒後に第二次の脳活動と更に長潜時の活動が、嗅覚脱失患者では見られなかった。この結果により嗅覚障害の他覚的診断法の開発に目処がついた。さらに、脳損傷患者の注意機能と遂行機能を計測する課題を開発し、40 名規模のデータから、それぞれの課題に特異的な脳損傷部位を特定し、データベースのプロトタイプを構築した。最後に、世界初の重度難聴者用補聴器の実用化を目指し、明瞭性・快適性の向上、適用基準・安全基準の策定の研究に取り組んだ。骨導超音波補聴器を試作し、重度難聴者による長期モニタリング試験によってその実用性を確認した。これらの前例のない試みによって、聴覚メカニズムや従来型骨導補聴器の改良に係る多くの新たな知見を得た。

② BMI 技術の開発

[中期計画]

・喪失した身体機能を脳神経と身体機能代替機器を電気的に接続することで補償し再建するため、脳内埋込み電極の開発、長期に渡って安定かつ安全に神経細胞活動を信号として取り出す技術、この信号から意図を検出する技術及び脳を刺激して現実感のある感覚を生じさせる技術を開発する。

[中期実績]

・BMI 技術による脳・身体機能の保障技術に結び付く多くの成果が得られた。動物を対象とした基礎的脳科学実験、特に脳活動を直接、観察・制御する技術を用いた実験においては、視覚や運動、記憶、情動、意思決定などヒトの高次脳機能の基盤となる様々な脳内機構に関する理解が深まり、脳と機械を直結する次世代医療技術としての侵襲型 BMI における脳情報処理様式(プロトコル)共通化への道が拓けた。また、これらの脳科学の知見を早期に社会に還元する手段である非侵襲的 BMI として、脳波ベースの意思伝達支援システムの開発においても大きな成果が得られ、小型 BMI デバイスの開発や、高速高精度で脳内意思を解読するアルゴリズムの開発、社会ニーズ調査に基づくアプリケーションの開発など実用化フェーズに近い段階まで研究開発が進行した。

I-3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

[中期目標]

運動動作や循環器機能等に関する計測及びその相互関係の総合的評価技術に関する研究開発を実施する。また、生活習慣病の予防に向け、動作調節系及び循環調節系の機能改善の支援に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・環境変化への身体機能の適応には、温度変化等に対して身体状態を維持する循環調整機能や、転倒・つまずき等に対処した姿勢・動作制御を行う動作調整機能が大きな役割を担っている。そこで、加齢に抗して身体適応能力を維持することを支援する技術の開発を目指して、環境変化への適応機能に関与する循環調節機能、動作調節機能を簡易に計測・評価する技術を開発する。さらに、この計測・評価技術を用いて、これらの機能を高めるための訓練手法の評価・分析を行うことにより、個々人の状態に適合した効果の高い訓練支援システムを構築する。

① 運動刺激による身体機能の回復・改善技術

[中期計画]

・身体機能回復効果の高い訓練支援システムを構築するため、運動刺激に対して生じる動作調節系機能、循環調整機能の変化を計測・評価する技術を開発して、これらの機能を維持するのに最適な低負荷運動の訓練効果を明らかにする。その上で、被訓練者の状態にあわせて訓練機器の発生負荷等を制御する技術を開発する。

[中期実績]

・動作調節系機能、循環調整機能を計測・評価する技術として動作協調性評価技術、簡易動脈硬化度評価技術を開発した。また、持久性運動の継続によって血圧反射機能が改善されること、動脈硬化予防のための持久性運動の最低強度として 3METs(このとき効果が現れる運動期間は 2 ヶ月)必要であることを明らかにした。さらに、個々の対象者の身体状態も考慮しながら、特に膝関節の痛みを取り除いて運動効果を高めるための運動処方や健康運動プログラムを開発した。簡易動脈硬化度評価技術については血圧計に組み込んだ簡易計測装置を研究向けに製品化した。

I-3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

[中期目標]

個々の人間特性に適合した安全・安心な生活環境の実現に向け、認知行動特性の計測技術及びその特性の解明技術を開発する。また、日常生活での安全確保等の支援技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・生活空間における人間の認知行動は、環境と人間との相互作用に基づき行われている。したがって、注意が散漫になるなどの認知行動の状態に対応して注意喚起や環境の整備などの生活支援を行うためには、環境や認知状態及びその結果として現れる人間行動等を計測・評価する必要がある。そこで、支援の必要な行動を検知するため、行動データ等の蓄積に基づいて認知行動を適切に評価する技術を開発する。

① 認知行動の計測技術の開発

[中期計画]

・日常生活に潜む事故や怪我などの危険性を予測して生活の安全を保つため、身体負荷が小さい脳機能計測装置等を用いて、注意の程度などの人間の認知特性を計測する技術を開発する。

[中期実績]

・ストレスや注意状態を鋭敏に反映する認知課題 4 つを抽出し、認知課題成績と唾液中のコルチゾールや脳波との相関を計測した。その結果、認知課題成績とコルチゾール分泌量や全頭の脳波の位相同期の程度との関係を明らかにした。これらの成果をもとに、認知課題と脳波の電極間位相同期解析を用いて簡易に生体の注意・認知的状態を推定するプロトコルを開発した。

[中期計画]

・事故の発生を未然に防ぐなどのため、人間の行動情報や人間を取り巻く環境の情報から有用な情報を抽出するデータマイニング技術を確率モデルの体系化と最新の統計的学習理論を用いて開発する。

[中期実績]

・数多くのセンサやカメラからの情報を効率的に統合処理するために、情報幾何学に基づく学習理論の枠組みを構築した。また、個人の嗜好を低コストで収集するための転移学習に基づくデータマイニング手法の開発に成功し、個人適応した情報予測の実験を行った。一方、人間の取り巻く環境の情報を抽出する際、未学習データに対して認識性能の高いパターン識別器を学習するための、特徴選択手法、識別機の組み合わせ手法、訓練データの選択手法等を提案し、特に特徴抽出については並列処理の導入による高速化を行った。また、これらのアルゴリズムを脳波(EEG)信号に基づくBCI(Brain Computer Interface)、安全運転支援のための画像からの状況認識等へ応用した。

② 人間生活支援のための認知行動の評価技術の開発

[中期計画]

・日常生活行動に基づく健康のモニタリングを可能とするため、生活空間における人間行動と身体状態に関するセンサ情報を長期に渡って蓄積する技術の開発を行う。また、蓄積された行動情報から行動パターンをモデル化し、これによって個人の行動の変化や個人間の差異を検出する技術を確立する。

[中期実績]

・実生活場面において四季による睡眠温熱環境の実態に関してのデータを取得し、かつ、高齢者の睡眠効率や皮膚温等の生理状態の実態を明らかにするとともに、実生活場面における睡眠環境の改善を検討した。人工気候室において温熱環境が睡眠時の人体に及ぼす影響を解明するための実験を実施し、不均一・変動環境や寝床内気候の変化が青年や高齢者の体温調節や睡眠への影響に関するデータを取得し、その影響を解明した。また、これらのデータを使用して睡眠時の人体熱モデルを開発した。さらに、高速道路における長距離トラック運転手の運転行動データを長期に亘り継続的に収集し長距離運転行動データベースを構築した。このようにして得られたデータに基づいて日常の運転行動の変化と個人差に関する確率モデルを構築し、これを利用して逸脱行動の検出・警告による運転支援システムを作成した。このような大量データに基づく行動モデルは、世界に類を見ないものであり、大量に実行データを取得することの重要性を示すことができた。

[中期計画]

・速やかな作業スキルの獲得を支援するため、作業中において熟練者と未熟練者との差異が現れる場面や普段と異なる場面を検出して、熟練者の作業のノウハウを蓄積する技術を開発する。

[中期実績]

・作業スキルとして情報探索するスキルをとりあげ、さまざまな探索状況において熟練者と非熟練者の作業の比較を行った。ウェブページから情報を探索する状況を対象として、さまざまなレイアウトの実験用のページを作成し視線計測実験を行った。その結果、経験の多い被験者は、少ない被験者に比べ、効率的に情報獲得を行っていることが明らかになった。また、経験の多寡によらず、階層メニューからメニュー項目を選択して、短い説明文として呈示される目標を探索する状況においては、探索目標とメニュー項目の意味的な類似性が低い場合に説明文を読み返し探索目標の内容を再解釈する傾向があることがわかった。また、ウェブでの探索においては、検索結果にウェブページのタイトルと要約文がある方がタイトルだけ表示するよりも見つかる確信する程度が高かった。また、見つかる確信する程度が高い群は、低い群よりも次の行動を起こす反応時間が短かく、注視点数、注視時間も少なかった。以上の結果により、ウェブ情報探索において経験によって効率が上がる作業ノウハウ部分と、経験に関係なく作業効率に影響を及ぼす部分が明らかとなった。

I-4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

[中期目標]

新規有用生物や遺伝子資源の効率的探索及び生物機能を活用した有用物質の生産に関する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・医用タンパク質や機能性食品素材などの健康産業の基盤となる有用物質を生産するには、生物機能を活用した物質生産プロセスが適している。そこで、有用な機能をもつ微生物や遺伝子を探索し、遺伝子組換え技術により機能を改良してバイオプロセスに利用することで、品質の高いバイオ製品を効率よく生産する技術を開発する。また、遺伝子組換え植物を用いて効率よく物質生産を行う技術を開発する。

I-4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

[中期目標]

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・これまで培養が困難であった微生物には、有用な機能をもつ遺伝子が豊富に存在していると期待される。これら環境中に存在する未利用の微生物や遺伝子から有用な機能を見出して生産プロセスに利用するため、これらの微生物の各種環境からの取得及び有用遺伝子の生物個体からの取得のための効率のよい探索技

術を開発する。

① 効率のよい探索手法をもちいた遺伝子資源の開発

[中期計画]

・有用物質の生産プロセスに利用できる新しい遺伝子を効率よく獲得するため、現在培養が不可能な微生物の培養を可能にする技術や、環境中の微生物から分離培養過程を経ることなく直接有用な遺伝子を探索・取得する技術を開発する。

[中期実績]

・新規な固体培養基材を利用した難培養微生物の分離と培養を行い、環境中から系統的に新規な微生物を取得した。特に水性植物根圏からは、新門として提案する極めて新規な微生物を分離培養することに成功した。温泉に存在する微生物バイオフィルムのメタゲノム配列情報からは、セルロースやヘミセルロース分解に係わる耐熱性を示す新規な酵素遺伝子を取得し、大腸菌を活用した発現系の確立を行った。一方、エクストラジオールジオキシゲナーゼを指標としたメタゲノムライブラリのスクリーニングにより、多様な芳香環水酸化酵素を取得した。さらに、幅広い反応を触媒するラッカーゼの取得と高発現系の確立、高活性変異体の創出に成功した。有用物質の生産プロセスに利用できる遺伝子資源の探索を試みた結果、新規かつユニークな特徴をもつカタラーゼや cytochrome c を見出すことが出来た。社会性アブラムシからは、新規な殺虫活性のあるタンパク質遺伝子、体液を凝固させて植物の傷を塞ぐ活性のある酵素及び基質タンパク質の遺伝子などを同定した。昆虫-微生物共生系においては、複数の新規な昆虫類共生細菌の全ゲノム配列の取得に成功し、加えて、宿主昆虫が共生器官で特異的に発現する遺伝子の探索から宿主体外での共生細菌の保護、生存に関わると思われる新規な分泌タンパク質遺伝子を同定した。

I-4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

[中期目標]

バイオプロセスにより、有用物質を低コスト、高効率かつ高純度で生産するための技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・生物機能を利用したバイオプロセスの高度化を進めるため、プロセスの要素技術である標的遺伝子の改変技術と遺伝子の発現効率を高める技術及び生産物の分離・精製技術を開発する。また、バイオプロセスにより質の高い製品を生産するための品質管理技術を開発する。

① バイオプロセス技術の高度化

[中期計画]

・有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立する。

[中期実績]

鋳型を用いないRNA合成酵素がRNAを合成する過程の動的反応基盤の解明また、遺伝暗号を介さずにペプチド結合形成を行う酵素の基質認識および触媒反応機構を解明した。転写制御蛋白質 HutP と RNA 複合体の構造を決定し、HutP が転写終結を解除する機構を明らかにした。

ラットや *K. lactis* 由来の脂肪酸の鎖長延長酵素、不飽和化酵素の遺伝子を発現させた出芽酵母を用いて、培地中に脂肪酸を添加せずに、あるいは培地中に脂肪酸を添加して、天然にわずしか存在せず生理活性な高度不飽和脂肪酸を生成する系を構築した。また、転写因子 SNF2 の破壊株に脂質合成酵素 DGA1 遺伝子を発現させることによって、出芽酵母の脂質含量を通常の 5%程度から 30%に増大させる系を確立した。この脂質蓄積性酵母に不飽和化酵素遺伝子を導入することによって、EPA と同様の生理活性を有する高度不飽和脂肪酸ステアリン酸の生産効率を顕著に増加させた。さらに、物質生産を効率よく行うための重要な要素であるストレス耐性について、酵母のエタノール耐性株、アルカリ耐性株を見出した。

[中期計画]

・微生物による物質の生産効率を高めるため、宿主として使用する細菌のゲノム情報をもとに複数の遺伝子を一度に組換える大規模な染色体再編技術を開発する。

[中期実績]

・染色体再編の対象として、大腸菌を宿主としたタンパク質の分泌に関連する遺伝子群を個々に単離し、これを一つのプロモータの制御化に発現できるように大規模な遺伝子群の再編を行った。このことにより、分泌発現の改善がみられた。また、これら分泌に関連する遺伝子中に自己溶菌に関連する遺伝子の単離とその発現に成功した。好熱菌宿主ベクター系の開発には各種遺伝子マーカーが必要であるが、とくに好熱菌にはバラエティが不足している。新規マーカーの開発を行うため、薬剤耐性遺伝子に着目し、常温菌由来のハイグロマイシン耐性遺伝子及びメタゲノム由来の非耐熱性ブレオマイシン耐性遺伝子の好熱菌内での耐熱化に成功した。

[中期計画]

・バイオプロセスにおいて医用タンパク質等を精製・濃縮するために、目的とする分子に結合する高分子リガンドを設計し製造する技術を開発する。

[中期実績]

・抗体医薬品精製に寄与しうるアフィニティー・リガンドとして、プロテイン A のアミノ酸配列を改変することにより、リガンド固定化効率が 80%以上で、抗体を最大 90mg/ml 結合できる担体の開発に成功した。微粒子を用いたアミロイドβタンパク質の簡便な凝集測定法の開発、アミロイド検出のための認識部位の精密な設計法の確立、検出分子に必要とされる自己非凝集性の偽アミロイド分子の実現、Vault RNA が、がん細胞内で過剰発現し癌化学療法剤耐性に関与していることの解明、抗体産生細胞用いたハイブリドーマを作製し目的とするタンパク質抗原に対する特異的・高親和性抗体を作製する技術を最適化を行った。

[中期計画]

・目的のタンパク質や脂質等を微生物により選択的に生産するため、酵母を用いた分泌タンパク質や膜タンパク質発現技術及びロドコッカス属細菌を用いた物質生産技術を開発する。

[中期実績]

・ロドコッカス属放線菌を用いた物質生産系を構築するため、染色体に任意の発現カセットを複数導入する技術を開発し、発現ベクターに頼らない発現系の構築に成功した。活性型ビタミン D について試験管内及び組換え微生物を利用した生産系構築に成功した。また遺伝子配列の改変によって、抗活性型酵素、副反応が抑制された酵素、部位特異的な水酸化反応が除去された酵素など各種有用酵素の創製に成功した。また新規高感度ハイスループットレポーターアッセイ法を開発し、従来の酵母発現系を越える分泌タンパク質・膜タンパク質発現系を開発した。

② バイオ製品の品質管理技術の開発

[中期計画]

・タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列・構造・機能相関の理解に基づく品質管理方法の開発及び生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を行う。

[中期実績]

・タンパク質セグメントの配列・構造相関データベースを構築し、バイオ医薬の品質管理等に利用されているタンパク質の機能改変に応用した。抗体医薬の品質管理工程の迅速化にむけて、免疫グロブリン G の変性凝集過程をモニターする鋭敏な方法を確立した。タンパク質の非特異吸着を抑制し、金属材料、炭素材料、無機材料などの表面を修飾できる材料や、細胞膜機能を指向したナノ構造分子膜構築材料、細胞内のコレステロール動態を反映する蛍光分子プローブを開発した。古細菌膜脂質をモデルとする環状脂質を含む各種新規脂質の合成ルートを確認し、基板上に環状脂質を構成分子とする自己組織化膜構築法を確立した。さらに、活性化 DGAT タンパク質を、その基質、相互作用タンパク質、阻害剤などとの結合を表面プラズモン共鳴によって検出する系を構築した。金属表面への濃縮機能を利用し、高感度なタンパク質やペプチドの計測法を考

案し、血液中に極微量に存在する心疾患マーカー(BNP)や腫瘍壊死因子(TNF- α)を手のひらサイズの小型計測器によって簡易測定できることを実証した。電位窓が広く、平坦性に優れるスパッタナノカーボン薄膜電極の開発・特性向上を行い、従来電気化学的に検出・定量が困難であった DNA や NADPH などの生体分子を、電極の汚染を抑制しながら直接電気化学的に定量できることを実証した。

[中期計画]

・微量のタンパク質や微生物等の特性を高感度に評価できるようにするために、電気化学顕微鏡技術を活用して生体分子をフェムトグラムレベルで測定できるシステムを開発する。

[中期実績]

・タンパク質等の生体分子の高効率な位置選択的固定のための条件検討を行い、真空紫外光による表面化学種の変化が位置選択的固定に有効であることを明らかにした。また、ヒト薬物代謝酵素を電極界面上に固定化し、電極から酵素に電子を受け渡すことで酵素を駆動する電極のコーティング法を開発し、この電極を用いることによって、実際の薬物の酵素による水酸化反応を電極上で進行させることに成功した。一方で、温度を変えながら連続的に細胞膜の安定性を評価する電気化学顕微鏡を開発した。さらに、微細なキャピラリーによって数百フェムトグラムの試薬を一細胞に添加しながら、細胞側の反応を電気化学顕微鏡によって観察するシステムの構築に成功し極微量な薬物に対する細胞活性を経時的に評価できることを示した。

I-4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

[中期目標]

遺伝子組換え植物を用い、生理活性物質等を効率的に生産する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・遺伝子組換え植物を物質生産に利用するため、植物における物質代謝を制御する遺伝子の機能を解明して、これらの遺伝子を改変した組換え植物を物質生産に利用する技術を開発する。また、植物型糖鎖の合成を抑制した遺伝子組み換え植物を作成することにより、ヒト型糖鎖などをもつタンパク質を遺伝子組み換え植物で生産する技術を開発する。

① 有用植物遺伝子の開発と機能解明

[中期計画]

・物質生産を効率的に行える改変植物を作成するために、モデル植物であるシロイヌナズナの転写因子の過剰発現変異体を網羅的に作成し、遺伝子発現を制御している転写因子の機能を解析する。

[中期実績]

・シロイヌナズナ培養細胞を用いて、63 種の転写因子の過剰発現体について、マイクロアレイデータを取得し、代謝系制御に関連する情報を得た。37 種の転写因子について過剰発現させたシロイヌナズナ形質転換植物を作成して機能解析を行った結果、植物の栄養生長の増大及び渇水耐性の向上、老化遅延や収穫後の鮮度維持の向上、クロロフィル含量の増大などの機能に関連する転写因子を見出した。

[中期計画]

・モデル植物であるシロイヌナズナの約 200 個の転写因子遺伝子に対するキメラリプレッサーを導入した植物体を作成して、その機能の解析に基づいて物質生産を効率的に行える改変植物を作成する。

[中期実績]

・転写活性化因子を強力な転写抑制因子に機能変換し、それによって転写因子が制御する下流遺伝子の発現を抑制することによって欠損型の表現型を誘導する新しい遺伝子サイレンシングシステム(Chimeric Repressor gene Silencing Technology: CRES-T 法)を開発した。このシステムにより、これまで困難であった重複した転写因子の機能解析を可能にした。これまでにシロイヌナズナゲノムに存在すると考えられている約 2000 個の転写因子遺伝子の内、1675 個に対するキメラリプレッサーを個々に発現する形質転換体を作成した。この形質転換体を解析し、表現型解析、マイクロアレイを用いた発現プロファイリング解析により、個々の転写因子の機能解明とデータの蓄積を進めた。同時にキメラリプレッサー発現体の種子プールを用い

て、発生、生長、環境応答および物質代謝に関わる転写因子の探索を進めた。さらに単子葉のモデルとして、イネの転写因子遺伝子解析を独立行政法人生物資源研究所と共同して進めた。これまでに約 1000 個のイネ転写因子に対するキメラリプレッサーおよび過剰発現用のコンストラクトを作成し、イネの形質転換を開始した。

② 遺伝子改変植物の作成と利用

[中期計画]

・独自に開発した遺伝子導入手法を用いて作成した遺伝子組換え植物を利用して、多品種のタンパク質を生産する技術を開発する。

[中期実績]

1) 野外においても無秩序に感染拡大が起こらない植物ウイルスベクターシステムの開発に世界で初めて成功し、当該システムを用いてサイトカイン類・抗体・ワクチン成分等の植物発現を実証した。

2) 世界初かつ唯一の医薬品製造可能な遺伝子組換え植物工場の開発に成功し、当該施設を用いて医薬品減殺量を生産するイチゴ、ジャガイモ等の水耕栽培技術を確立した。イヌインターフェロンを発現するイチゴにおいては、治験開始段階までに至った。

I-4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

[中期目標]

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・健康食品に利用するため、多様な天然物を探索して高血圧や糖尿病に対する予防効果や健康維持機能をもつ食品素材及び冷凍による食品等の品質低下を防ぐ効果をもつ食品素材を開発する。

① 機能性食品素材の開発と機能解明

[中期計画]

・亜熱帯植物の抽出物や海洋生物の抽出物の中から生活習慣病予防に効果のある新規機能性物質を探索して、その機能を解明する。

[中期実績]

・フェルラ酸フェネチルアミド、クルクミン、カルコン類等のフェノール性化合物がアディポネクチンの産生増強や TNF- α の産生抑制機能を持ち、さらに本機能が高度不飽和脂肪酸の DHA で増強されることを明らかにした。食用植物であるナツメグ、紫黒米、コンショウ等からアディポネクチン産生増強物質や PAI-1 産生抑制物質を明らかにした。また、安価なバイオマス資源であるキシログルカンを材料に、二糖の一種であるイソプリメベロースを効率的に生成する酵素の単離と遺伝子のクローニング、酵素機能解析に成功した。

[中期計画]

・皮膚の老化防止や高血圧の予防効果などが期待される、ペプチド、ポリフェノール、スフィンゴ脂質等の機能解明と製造技術の開発を進め、機能性食品としての実用化研究を行う。

[中期実績]

・いくつかの植物抽出液がメラニン合成を抑制すること、メラニン合成抑制には含有するポリフェノールが関わっていることなどを明らかにした。沖縄の亜熱帯植物クミスクチンやパッションフルーツ果皮の抽出物が、化粧品原料として実用化された。さらに、後者が血圧降下作用を有することも明らかにした。また、微生物が産生する微量脂質で、抗真菌作用・免疫抑制作用等を示すスフィンゴファンジン類(A~F の 6 種)、及びそのアナログ等の効率的な化学合成法を検討した結果、入手容易なグルコラクトンを原料として共通中間体の化学合成法を確立し、その中間体からスフィンゴファンジン B と D を立体選択的に合成することができた。

[中期計画]

・天然物から不凍タンパク質を探索して、その構造の機能の解明に基づいて品質の良い冷凍食品の生産に利用する。

[中期実績]

・優れた凍結耐性を有する低温適応魚類から不凍タンパク質(AFP)アイソフォームを見出すことが重要であり、特に 70 残基以下のアミノ酸組成を有する総計 5 種類の球状アイソフォーム試料を 1 グラム/週の収量で生産する技術を開発した。各々の試料あるいは混合物をリンゲル液に溶解してモデル細胞 HepG2 に対する細胞保護性能に最も優れた種類のトップ 3 を同定した。これらの試料を添加した生鮮食材とゲル状食品は凍結に伴う構造変化が抑制され水分%が保持されることを確認した。

I-5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

[中期目標]

新しい医療機器の開発に関する技術評価ガイドライン策定に貢献し、優れた医療機器の開発と実用化を促進するとともに、福祉に関連した製品の規格体系を整備する。また、我が国のバイオ産業の競争力強化を図るため、技術融合によるバイオテクノロジー関連計測技術に関する研究開発を実施するとともにその標準化を進める。

[中期計画]

・新しい医療機器の実用化には薬事法上の審査を経る必要がある。このため審査を円滑化する技術評価ガイドラインの策定が求められている。そこで、新しい医療機器の研究開発を通じてガイドラインの策定を支援する。また、福祉に関連した製品の規格体系の整備に資する研究開発を実施する。さらに、技術融合による先端的なバイオテクノロジー関連計測技術を開発するとともにその標準化を進める。

I-5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

[中期目標]

医療機器の技術評価ガイドライン作成に資するため、機器の評価に関する基盤研究を実施する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の国際及び国内規格制定に向けて、感覚・動作運動・認知分野を中心とした関連規格を体系的に整備する。

[中期計画]

・安全・安心な生活及び安全な治療を実現するためのガイドライン作りや規格の作成に資する研究を実施する。そのため、医療機器及び組織再生の評価に関する基盤研究を実施し、医療機器や再生医療の技術ガイドライン策定に貢献する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の規格制定について、感覚・動作運動・認知分野を中心とした研究開発を実施し関連規格の体系的な整備に貢献する。

① 医療機器の評価基盤整備

[中期計画]

・医療機器の安全性や有効性の評価技術等に関する基盤研究を実施し、医療機器の標準化及び医療機器技術ガイドラインの策定に貢献する。

[中期実績]

・医療機器の効率的な開発および迅速な薬事承認審査を目的に、次世代の医療機器として 7 技術分野(ナビゲーション医療、体内埋め込み型材料など)における医療機器を選定した。各検討課題ごとに国内の有識者で構成した開発ワーキンググループを組織し、内容の検討を図った。この結果、高機能人工心臓システム、DNA チップなど、8 件のガイドラインを策定(平成 20 年度までの成果)し、経済産業省のホームページにて公開した。他方、連携する厚生労働省や国立医薬品食品衛生研究所により、6 品目に関する厚労省通知が発出された。他方、先端材料の製造プロセスおよび素材の品質を保証する方法を確立することができ、高生体親和性チタン材料に関しては JIS を制定することができた。

[中期計画]

・骨等の組織再生における評価技術に関する基盤研究を実施し、再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。

[中期実績]

・三洋電機とともに骨基質定量装置の開発を行い、平成 20 年度バイオジャパンにおいて機器展示を行った。また、医療用の種々セラミックの安全性と骨再生に関わる有効性を実証できる評価技術を確立し、さらにこの技術を ISO TC150 へ提案した。以上より、医療機器の標準化及び医療機器技術ガイドラインの策定に貢献することができた。

② 高齢社会に対応した国際・国内規格化の推進

[中期計画]

・高齢者・障害者配慮の設計技術指針に関連した国際規格制定のために国際的な委員会活動において主導的な役割を果たす。さらに、人間の加齢特性の計測・解析に基づき、感覚・動作運動及び認知の各分野を中心に 5 件以上の国際的な規格案の提案を行い、この制定に向けた活動を行う。また、我が国の工業標準活動に貢献する観点から、関連する国内規格制定のための活動を行う。

[中期実績]

・ISO(国際標準化機構)の TC159(人間工学に係る技術委員会)に 4 つの WG(作業グループ)を設置し、その議長、幹事、プロジェクトリーダーを務めるなど、国際規格制定に係る活動において主導的役割を果たした。人間の加齢特性の計測結果に基づいて、感覚・動作・認知の各分野の国際規格原案 5 件(うち 3 件は平成 22 年度中の制定が確実)、及び TR(技術報告書)1 件を提案した。また、TR 1 件は平成 20 年度に制定され、さらに改訂版の作成に着手するに至った。これに併せて、関連する JIS(日本工業規格)2 件の新規又は改正原案を作成するとともに、JIS TR を 2 件提案し、制定した。これらの標準化業務を通して、高齢者・障害者対応のアクセシブルデザイン技術の向上及び対応製品の普及、並びにそれに関わる国内産業の発展に寄与した。

また、映像の生体安全性については、ISO(国際標準化機構)の TC 159(人間工学に係る専門委員会)の SC 4(人間とシステムのインタラクションに係る分科委員会)に SG(スタディグループ)を設置し、その議長、幹事を務めて、国際標準化戦略のレポートをとりまとめ、WG 2(視覚表示の条件)にて、技術報告書の副エディタを務めるなど、国際標準化活動において、主導的役割を果たした。また、これまでの議論に基づいて、国際規格原案 1 件を提案するとともに、フィンランドとの共同で TR(技術報告書)1 件を提案した。さらに、CIE(国際照明委員会)の Div.1(視覚と色)に、TC1-67(動的及び立体映像による健康への影響)を設置した。これらの標準化業務を通して、映像の生体安全性の環境作りに貢献するとともに、国内の映像メディア産業の発展に寄与した。

I-5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

[中期目標]

バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析機器を開発する。また、これを用いて細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測し解析する技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・研究開発を加速し新産業の創出を促すため、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析・解析技術を開発する。また、これらの技術を用いて分子・細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測・解析し、バイオ産業の基盤整備に貢献する。

① バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端的計測・解析システムの開発

[中期計画]

・臨床現場や野外で生体分子を精度良く迅速に計測・解析するために、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーを融合してタンパク質を短時間で簡便に分離分析できるチップと有害タンパク質等を検出できるセンシング法を確立する。

[中期実績]

1)タンパク質を短時間で簡便に分離分析できる全自動二次元電気泳動システムを開発した。これにより 1 時間程度でタンパク質を分析できるシステムを完成させた。また、このシステムとウエスタンブロットング装置を組み合わせたパーソナルプロテインチップシステムを開発した。これらはいずれも従来法と比べて同等以上の性能を示し、細胞シグナル伝達タンパク質の解析に有力な手段となることを明らかにした。

2)暗殺やテロに用いられた猛毒リシンをピコグラムレベルで 5 分以内に検知する実験室設置型の検知技術を開発した。また、高感度で現場で使用可能な携帯型検知器を開発した(ナノグラムレベル、10 分以内)。いずれも世界最高クラスの検知技術を達成した。

[中期計画]

・機能性高分子材料を利用した選択的な細胞接着・脱着制御技術を確認し、それを組み込んだセルマニピュレーションチップを開発する。

[中期実績]

・光応答性高分子材料表面で動物細胞を培養し、光照射によって細胞の接着性を制御する技術を確認した。この技術を用いて細胞の *in situ* 選抜を行うことに成功した。さらに、同技術により複数種の細胞を任意に配置して培養することにより、細胞機能が飛躍的に向上することを確認した。また、細胞を培養する環境の精密制御に着目し、灌流培養チャンバーを開発した。さらに任意の濃度の薬液を自動的に調製できるグラジエントミキサーを開発し、これと灌流培養チャンバーをチップ上に集積することにより、薬液 12 種類×濃度 8 段階×4 サンプルを同時にアッセイできる細胞チップを開発した。

[中期計画]

・レーザーによる生体高分子イオン化ならびに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

[中期実績]

・全固体中赤外レーザーによる生体高分子イオン化方法及びイオン化装置の開発、赤外レーザー光による生体高分子イオンの光解離による構造解析法の実施した。この結果、イオン化に用いるための中赤外波長可変レーザーの商品化に成功した。NEDO フォーカス 21 プロジェクトを 2 件受託(一件は再委託)した。

[中期計画]

・生体分子を観察する新しい技術として、極低温電子顕微鏡による生体分子の動的機能構造の解析システムを開発する。

[中期実績]

・単粒子解析用の極低温電子顕微鏡を開発し、それを用いて、タンパク質のフォールディング機構に関する知見が得られる、シャペロニンが基質と結合した立体構造を解析した。また、同様に極低温電子顕微鏡を用いて、電子線結晶構造解析を行い、脳虚血に関与する水チャンネル AQP4 や、炎症や痛みなどに関与している膜タンパク質プロスタグランジン E2 合成酵素の原子モデルを明らかにした。プロトンポンプ V-ATPase では、ヘリックスなど二次構造がわかる構造を解析し、そのプロトン輸送機構に関係するサブユニット数などを決定した。

[中期計画]

・膜タンパク質等について、NMR により不均一超分子複合体の分子間相互作用の解析データを取得するとともに、X 線立体構造解析データを取得する。これらの動的情報と立体構造情報をコンピュータ上で統合して膜タンパク質のダイナミズムを扱える計算システムを構築する。

[中期実績]

・真核生物の遺伝情報の読み出しに必須な過程であるヌクレオソーム構造破壊のメカニズムを、ヒストンシャペロン CIA/ASF1 を中心に解析し、真核生物の転写開始時におけるヌクレオソーム構造破壊のメカニズムの一端を世界に先駆けて明らかにした。また、NMR による多様な分子間相互作用解析を可能とする試料調製技術開発(発現系開拓、測定溶液条件スクリーニング法開発等)を行うことで、複数の創薬標的膜受容体相互作用系について、立体構造決定やリガンド分子との相互作用解析を可能にし、創薬に活用可能な原子レベルの相互作用様式に関する情報を取得した。さらに、分子シミュレーションも併用する新規薬物探索手法、精

密な薬物活性の計算法を開発し、薬物探索の精度は、市販ソフトを 10 倍近く上回る精度に達した。これにより膜タンパク質などに対して、70 個を超えるヒット化合物を得た。さらに、インフルエンザウイルス RNA ポリメラーゼ複合体阻害剤として 15 個の化合物を得ることができた。

I-5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

[中期目標]

DNA、タンパク質及び酵素等のバイオテクノロジーの共通基盤となる生体分子の計測技術に関する研究開発を実施し、その国際標準化を目指す。

[中期計画]

・バイオテクノロジーの共通基盤である生体分子の計測技術を SI 単位系に基づいて整理し、計測法の標準化に貢献する。またタンパク質等の生体分子の標準品の作成技術を開発する。

① 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

[中期計画]

・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

[中期実績]

・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製した。すなわち、分子内にシステイン残基を 1 個含むタンパク質と全く含まないタンパク質との融合タンパク質を遺伝子工学的手法で作製した。またこのシステイン残基を蛍光色素で標識することにより、分子内に 1 カ所蛍光標識したこれまでにない非天然タンパク質を作製した。さらに疾患マーカータンパク質標準作製のため、大腸菌を用いた新規大量生成系を構築し、血管内皮細胞増殖因子(VEGF)とその受容体(VEGFR)を作製した。また VEGF を高精度、高選択的に測定するため、VEGFR の膜貫通領域と VEGF 結合領域を含む組換えタンパク質を作製し、これを脂質膜に埋め込んだ VEGF センシングツールを作製した。

[中期計画]

・バイオテクノロジー関連の SI トレサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

[中期実績]

・タンパク質等生体分子の測定手法の標準化に向けた課題を調査した結果、SI トレサブルな一次標準タンパク質の不在が分析値等の信頼性確保において障害となっている現状が明らかになった。また、一次標準タンパク質として、その立体構造や活性が室温大気下で長期に一定である極めて安定なタンパク質の存在が求められていることが調査の結果明らかになった。また、国際度量委員会(CIPM)を含む遺伝子組換え作物の混入率測定を想定した核酸抽出法に関する国際比較、定量 PCR 法による核酸定量の国際比較などに参加し、生体分子の計測値の国際間のばらつきとその要因の特定を行った。さらに、計測標準研究部門研究部門と連携し、計量標準としての SI トレサブルな核酸認証標準物質の作製・評価技術を開発し、DNA 認証標準物質および RNA 認証標準物質の作製を実施した。

I-5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

[中期目標]

遺伝子組換え生物が環境に与える影響を評価するため、環境中の特定の微生物や遺伝子を対象とした高精度・高感度モニタリング技術の研究開発を実施する。また、生活環境中の有害物質の評価及び管理技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・遺伝子組換え生物(GMO)の利用促進のため、特定の遺伝子や微生物の高精度・高感度モニタリング技術

を開発する。これらの技術を環境微生物等の解析に活用して生活環境中の有害物質の評価や管理に役立てる。

① バイオ環境評価技術の開発

[中期計画]

・組換え微生物等の特定微生物や環境微生物の固有の遺伝子配列を利用して、これらを高感度かつ高精度に定量して解析する技術を開発する。また、この技術により環境微生物の動態を解析して、組換え微生物等の環境における安全性評価の技術基盤を整備する。

[中期実績]

・ABC-PCR法など土壌からの有害物質存在下でも高い精度、真度で定量可能な新規技術を開発すると共に、微生物由来リボソームRNAを定量する新規な各種技術(RNase H法、DNAzyme法など)を開発し、rRNAを定量するための最も簡便かつ迅速な方法を確立した。また、汚染土壌からの核酸抽出効率を求めるための標準的方法と、そのための評価標準微生物株を構築した。その成果を元に、経産省が取りまとめる調査委員会において「微生物の開放系利用に係る評価手法マニュアル」の策定と改訂作業を行った。ビニルモノマーと新規環状ケテンアセタールをラジカル共重合することにより、生分解性を有し、様々な機能(光分解性、水溶性、感熱応答性、洗剤ビルダー能)を持つ高分子を得ることに成功した。また、極限環境試料等を対象に多数の新規機能遺伝子を見出すとともに、高分子分解等に係わる微生物や遺伝子の環境特性を明らかにした。

[中期計画]

・DNAチップ及びプロテインチップ等を利用することにより、バイオテクノロジーを利用した環境の安全性評価システムを開発する。

[中期実績]

・DNAチップを用いた環境安全評価システムを開発した。成果として、企業への技術移転(ライセンス契約)によるベンチャー設立・支援を行った。また、企業・大学などと共同研究を進め様々なアプリケーションを開発した。

② 生活環境管理技術の開発

[中期計画]

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

[中期実績]

・水中の有害陰イオン、有害有機物、微生物などを除去・無害化する技術として、無機イオン交換体、アナターズ型チタニアナノロッド・炭素ナノシート複合体、疎水化銀ヒスチジン錯体担持層状ニオブ酸化物、分散性ナノカーボン材料などの新規材料を開発した。また、オゴノリ属海藻を栄養塩吸収に用いた浄化システムを開発した。

Ⅱ. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

[中期目標]

情報サービスや情報機器の高度化による情報化社会への進展の中で、産業活動や社会生活における情報サービス提供の利便性向上、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる社会の実現が求められている。このため、知的資源のネットワーク化と情報の質や価値を高めるための大容量データサービス技術の研究、ロボットと情報家電を始めとする生活創造型サービス創出に向けた研究及び情報のセキュリティ、信頼性、生産性を向上する情報通信の基盤技術に関する研究開発を実施する。また、新たな情報産業の創出に向けた技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・知的生活を安全かつ安心して送るための高度情報サービスを創出するには、意味内容に基づく情報処理により知的活動を向上させる情報サービスを提供する技術、情報機器を活用して生活の質を高める生活創造型サービスを提供する技術及び情報化社会における安全かつ安心な生活を支える信頼性の高い情報基盤技術が必要である。これらの技術により、ネットワーク上の大量のデジタル情報などの意味をコンピュータが取り扱えるようにし、利用者ニーズに適合した情報サービスを提供して人間の知的生産性を向上させるとともに、ロボット及び情報家電の統合的利用により、人間が社会生活を送る上で必要な情報サービスを提供して生活の質を向上させる。さらに、情報のセキュリティやソフトウェアの信頼性を向上させ、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる情報基盤を構築する。また、新たな情報技術の創出に向けた先端的情報通信エレクトロニクス技術の開発を行い、革新的情報サービス産業の創出に貢献する。

II-1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

[中期目標]

人間の知的活動の飛躍的な高度化を目指し、多様なユーザ毎に必要な情報を抽出する技術やネットワークを介した地球規模での知識の蓄積及び高度利用技術の研究開発を実施する。さらに、人間及び社会から得られる情報をデジタル化して有効利用する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・情報化社会において人間の知的活動を飛躍的に高度化するためには、すでにネットワーク上などに存在する大量のデジタル情報を効率的に利用することに加えて、デジタル情報化されていない人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用することが必要である。このために、利用者毎に異なる多様な情報ニーズに対して、蓄積された情報及び情報ニーズの意味内容をコンピュータが理解し、的確な情報提供ができるよう知的活動支援技術を開発する。また、地球規模で蓄積されているソフトウェアを含む膨大なコンピュータ資源を容易に利用できるようグローバルな意味情報サービスを提供する技術を開発する。さらに、人間生活に関わる情報のデジタル化を行い、人間の行動や社会活動の支援など、多様なニーズに応える情報サービスを提供する技術を開発する。

II-1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

[中期目標]

加速度的に増大する情報の中から必要な情報を効率よく得るために、あらゆるデータをその意味内容に基づいて構造化して取り扱うための技術及びそれを利用して知的活動を支援する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・人間に分かりやすく有用なサービスを即座に提供するためには、大量のデジタル情報の意味を理解して体系的に扱う技術と、それをユビキタスに提供する技術の開発が必要である。このために、身の回りに存在する物やシステム等の役割や機能等を体系的に構造化して記述することにより、意味を含めたデジタル情報として取り扱う技術を開発するとともに、人間の位置や行動パターンに適応した情報を提供するユビキタス情報サービス技術を開発する。

① 知的生産性を高めるユビキタス情報支援技術の開発

[中期計画]

・デジタル情報をその意味内容に基づいて構造化して利用するプラットフォームを構築する。その上で、ニーズに合致した総合的な情報として提供し、知識の検索、人間の位置や嗜好に応じたサービスなど、人間の思考や行動を支援する技術を開発する。

[中期実績]

・デジタル情報を意味的に構造化して配信するプラットフォームならびにその上でのサービスとして、無線センサネットワークを用いたコンテンツ配信ならびにナビゲーションシステムの研究開発を実施した。愛・地球博において、センシングデータから推定される来場者の位置情報を用いたコンテンツ配信システムを実装しその有

効性を確認した。その成果を踏まえ、ユーザの位置・移動軌跡に応じたコンテンツ(地図・位置情報、案内情報等)を携帯情報端末装置において自動的に生成・再生する屋内自律型ナビゲーションシステムを実現し、同システムを横浜ランドマークプラザにおいて実装し、実空間において継続的に動作することを確認した。同システムの性能向上を継続的に図り、無線センサネットワークとして 2.4GHz ISM 帯の国際標準通信方式である Zigbee の通信パケットを用いた測位方式を実現し、その動作を確認した。また、測位エンジンの性能向上を図り、実空間において 1～数 m 程度の精度を実現した。この成果を用いて、非常時の緊急信号を伝達するシステムを実現し、屋内ナビゲーションシステムの自動的な目的地選択と緊急時の非常口への案内を実現した。産総研の高速電力線通信技術、シリアルバス通信技術、情報家電向けセキュリティ技術を開発し、センサーネットワーク構築の基盤技術としての有用性を実証することに成功した。またデータ圧縮技術を適用した救急車遠隔画像取得システムを、実際の救急車に搭載した実験を行い、その有効性を実証した。

II-1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

[中期目標]

地球規模で蓄積された知識の自由で容易な利用を可能とするため、多くの情報システム上で動作する情報処理ソフトウェアを効率的に作成するとともに、その動作安定性を向上させる情報技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・意味内容に基づく情報処理プラットフォームをネットワーク上に分散したコンピュータで利用することにより、世界規模の大量のデータを意味構造に基づいて統合的に運用する技術等を開発する。また、意味情報サービスを提供する応用ソフトウェアの開発、運用を世界中の開発者が連携して安定的に行うための基盤技術を開発する。

① 世界中に意味情報サービスを安定して提供するグローバル情報技術の開発

[中期計画]

・意味情報サービスをグローバルに展開し、普及するためのソフトウェアのオープン化技術を開発するとともに、その自律的發展を実現するための各国で共通利用可能な各種ツール及びソフトウェアの開発、検査、改良、運用を世界中の開発者と連携して安定的に行うためのソフトウェア開発運用支援技術を開発する。

[中期実績]

・中期計画のソフトウェアのオープン化技術として、開発した多言語化情報技術は、主要な Linux ディストリビューションにブリーインストールされて使用された。脆弱性管理を対象として開発したソフトウェア開発運用支援技術では、ネットワーク経由で他のアプリケーションから脆弱性管理情報の多目的な利用を実現した。

Windows のゼロディ攻撃を異常挙動から検出し、仮想マシンモニタでハードディスクの書き込み抑制(CopyOnWrite)やネットワークのポート抑制などを行い、データの改竄および情報漏洩を防ぐ技術を開発した。また、インターネットで仮想マシン上に OS を安全に配信する技術や起動した OS が正しい動作をしているか検証する高信頼コンピューティング技術の開発を行なった。

② 広域分散・並列処理によるグリッド技術の開発

[中期計画]

・地球規模で分散して存在する大量の情報や計算資源を有効に利用した高度情報サービスの基盤システムを構築するために、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術を融合して、情報資源が分散していることを利用者が意識することなく利用するためのソフトウェアコンポーネント、また利用者間で協調して情報処理を行うためのソフトウェアコンポーネント等を開発する。さらに、科学や工学分野あるいは社会における具体的な利用技術をこれらの基盤システム上で開発し、開発した技術の国際標準化を目指す。

[中期実績]

・地球規模で分散し、異なる組織に管理される大量の情報や計算資源を安全に、かつ容易に統合利用するソフトウェアコンポーネントの開発を進めた。「安全」に「統合利用」するためのミドルウェアを開発し、地球科学分野を題材に実運用を開始するとともに、グリッド技術の国際標準化フォーラムである Open Grid Forum に

異種データベースのユースケースドキュメントを提出するなど、国際標準に貢献した。GridASP は、ユーティリティビジネスを実現するためのソフトウェアとして、複数の企業との共同研究を行いつつ事業化を進め、ベンチャー企業の立ち上げとサービス提供開始により、グリッド技術の普及を促進した。また、大規模に分散した大量の情報や計算資源を、情報資源が分散していることを利用者が意識することなく利用可能なソフトウェアコンポーネントとして、GridRPC のプロトコルに従って遠隔地から処理を実行できる Ninf-G と、ポータル上からアプリケーションの実行をリクエストできる GridASP を開発した。Ninf-G は、米国 NSF Middleware Initiative のパッケージに、非米国産ソフトウェアとして初めて加えられ、世界的な利用が始まった。また、平成 19 年 9 月に GridRPC API が Open Grid Forum 初の標準仕様として承認された。また、具体的な利用技術としては、フラグメント分子軌道法 (FMO 法) による大規模分子の電子状態計算手法や、量子・古典連成シミュレーションを、世界規模の計算資源を用いて 100 日間規模で安定して運用可能であることを実証した。さらに、知識循環を可能とする社会基盤として、オンデマンドにリソース提供を実現する基盤ソフトウェア群を開発した。基盤ソフトウェア群は国際標準の枠組みに準拠し、欧米の先行商用ソフトに依存しないオープンなミドルウェアと合わせて再構成し、パッケージ化して公開を行った。最終年度には、本ソフトウェアを活用し、データセンタにおける電力消費量を削減可能な仮想クラスタ構築システムのプロトタイプとして発展させた。

II-1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

[中期目標]

人間の身体機能及び行動等に関する情報をはじめとして、社会・生活環境から得られる大規模な情報をデジタル情報として蓄積し、それに基づいた分析・予測によって、個人から社会全体までを対象とした行動の意志決定支援などを実現する情報処理技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用するためには、人間そのものをデジタル情報化する技術と、人間が生活する上で遭遇する様々な情報をデジタル情報化する技術が必要である。そのために、人間の身体機能や行動を計測してデジタル情報化を行い、ソフトウェアから利用可能な人間のコンピュータモデルを構築するとともに、それを活用した応用システムを開発する。また、人間を取り巻く大量の情報を観測、蓄積及び認識して情報資源化し、それに基づいて分析及び予測を行うことにより、過去から未来へ繋がる人間の行動や社会の活動を支援する情報技術を開発する。

① 人間中心システムのためのデジタルヒューマン技術の開発

[中期計画]

・人間機能を計測してモデル化し、人間特性データベースとして蓄積するとともに、それをもとにコンピュータ上で人間機能を模擬するソフトウェアを開発する。このために、人間の形状、運動、生理、感覚及び感性特性を自然な活動を妨げずに計測する技術を開発し、それをを用いて年齢等の異なる 1,000 例以上の被験者の人体形状を mm 級の精度で計測し、個人差などを表現できる計算モデルを開発する。さらに、これらの技術を機器の人間適合設計、製品の事前評価、映像化及び電子商取引などに応用する。

[中期実績]

人間機能を計測してモデル化し、人間特性データベースとして蓄積するとともに、それをもとにコンピュータ上で人間機能を模擬するソフトウェア「Dhaiba」を開発し、企業向けに公開した。この基盤技術として、人間の運動時の形状を光学的に計測する技術、生理、感覚を身体装着型で計測する技術を開発した。年齢等の異なる 1,000 例以上の被験者の人体形状を 1mm の精度で計測し、データベースとして公開した。さらに、個人差などを表現できる人体相同モデルと統計処理技術を開発した。これらの技術を、企業からの資金提供型共同研究を通じて、機器の人間適合設計 5 件、製品の事前評価 2 件、映像化 1 件に応用した。

[中期計画]

・壁や天井などに取り付けた非接触型センサによって人間と機器の動きを数 cm の精度で計測するとともに、人間密着型のセンサによって、血圧や体温等の生理量を計測することで、生理量と心理・行動の関係をモデ

ル化し、起こりうる行動を発生確率付きで予測できる技術を開発する。これにより、高齢者や乳幼児の行動を見守るなどの人間行動に対応したサービスを実現する技術を開発する。

[中期実績]

・壁や天井などに取り付けた非接触型センサによって人間と機器の動きを数 cm～0.5mm の精度で計測できる超音波ロケーション技術を開発した。ウェアラブル筋電計、超音波センサ、加速度センサを同時計測する機能を実現し、時空間生体計測を可能にした。8000 件の事故データ、800 人の行動データを蓄積し、確率的モデリング技術を利用することで、事故＝製品＝傷害の因果構造モデルや、行動予測モデルを開発した。時空間行動データから行動予測モデルを学習するための時空間モデリング技術を開発し、遊具設計に応用した。乳幼児見守りセンサとして、加速度式浴室内溺れ防止センサを開発した。老人ホームとの共同研究を実施し、超音波センサを用いた長期見守りシステムを開発、連続稼働させ、介護支援への適用可能性を検証した。

② 大量データから予測を行う時空間情報処理技術の開発

[中期計画]

・人間が生活する実環境に多数配置されたセンサ等によって、音や映像等のデータを長時間にわたって多チャンネルで収集し、大規模な時空間情報データベースを構築するとともに、そこからデータの内容を意味的に表現したテキスト情報や 3 次元的な空間情報を自動的に抽出する技術を開発する。これによって得られた時空間情報を、その意味内容に基づいて圧縮・再構成し表現する技術の開発を行うとともに、行動や作業を支援するシステムなどを開発する。

[中期実績]

・住環境や生産現場などの実環境において、マイクやカメラなどのセンサを多数配置し、音や映像等を長時間にわたって多チャンネルで収集することにより、視聴覚情報を 3 次元的に再構成し、大規模な時空間情報データベースを構築した。そこから、人の行動履歴の解析や、音響的な異常の検出、音声検索、3 次元画像検索等の技術を開発し、これにより意味内容に基づいた高度な利用を可能にした。さらに、位置などの状況センシング結果と Web 上の環境を統合することにより、人々の表現活動における共同作業を支援するプラットフォームを開発するとともに、インターネット上のユーザの協力によって精度を向上させるしくみを内包する音声情報検索システムを開発した。これらにより、ネット環境も含めた実環境において、生活や知的活動を支援するための基盤技術を実現した。

II-2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

[中期目標]

誰もが IT を活用した創造的な生活の実現を目指し、ロボットや情報家電が人間の生活空間にとけ込み、使っていることを意識させない自然なインターフェースを通じて、個々の生活状況に応じた支援サービスを創出するための研究開発を実施する。

[中期計画]

・個々の生活状況に応じた情報サービスを提供して、生活の質 (Quality of Life, QoL) を飛躍的に向上させるために、人間活動を代行、支援及び拡張する生活創造型サービスを実現する。そのために、人間を中心としてロボットと情報家電を有機的かつ協調的に機能させ、統合的で創造的な生活空間の実現を目指し、人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術、人間と情報家電の双方向インタラクションを支援するインターフェース技術及びこれらを構成するハードウェアを高機能化、低消費電力化するデバイス技術を開発する。

II-2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

[中期目標]

人間と共存・協調して人間の活動を支援するロボットの実現を目指し、それに必要となる要素技術として、移動や作業機能だけでなく、案内、運搬、見守り、補助等の機能の実施に際しての安全性の確保及びシステム

全体の統合的動作に関する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・人間と共存・協調して、人間の活動を支援するロボットを実現するために、人間と空間を共有しつつ、人間の行動や状態に適応、協調して機能するロボット技術を開発する。そのために、生活空間をロボット化する技術、人型(ヒューマノイド)ロボットの運動機能を人間と同程度に向上させる技術及び人間と情報を共有するために必要な視覚認識技術を開発する。

① 屋内外で活動できる社会浸透型ロボット技術の開発

[中期計画]

・ロボットの行う複雑な作業を構成する要素機能を共通仕様に基づいてモジュール化し、異なるロボットシステムで利用可能にする。また、開発したモジュールを生活空間に分散配置して、それらが人も含めて有機的に協調して機能する技術を構築し、生活支援型ロボットシステムのプロトタイプを開発する。

[中期実績]

・モジュール化の枠組みとなるコンポーネント標準仕様(RTC1.0)をOMGにて策定し、これに準拠したロボット用ミドルウェア OpenRTM-aist-1.0 を開発してオープンソースとして公開した。また、RT ソフトウェア開発環境として、RTCビルダ、RTシステムエディタ、動力学シミュレータ、ロボット動作設計等の各種ツールを開発した。

生活支援型ロボットシステムとして、環境構造化を導入した分散型のユビキタスロボット空間を提案し、実証デモを実施した。また、視覚機能と把持機能とを統合することで、事前登録した日常生活用品の把持が可能ハンドアイシステムを開発した。

[中期計画]

・ロボットシステムを人間の生活空間に安全に導入するために、利用者や周辺の人間の行動を実時間でモニタリングする技術及び類似状況における過去の事故事例等からのリスクアセスメントを効率的に行う手法を開発し、それらをロボット要素モジュールとして利用可能にする。

[中期実績]

・ロボットシステムを人間の生活環境に安全に導入するための技術開発として、既存の国際安全規格SILを満たすシステムを開発するため、SysML/UML等のモデリング技術を適応しながら、リスクアセスメント、システム開発技術を総合的に研究開発した。

[中期計画]

・ロボットの自律的な探索により環境や地形に関する情報収集や異状発見を行う技術及び複数のロボットを協調動作させることによって、より広範囲な状況の認識を行う技術を開発する。これらの技術を用いて、環境を改変して有効に利用する方法を開発し、自律作業ロボットによる100m³程度の砂利堆積の移動や再配置等の実証実験を行う。

[中期実績]

・情報収集技術として、16種42個の内外界センサ情報を入力し処理するためのセンサボード群を開発した。また、取得したセンサ情報を無線伝送しホストPC上で処理することで、危険ガス濃度や外部高温検知等の異常状態をユーザに提示するIFシステムを開発した。本技術と開発したロボット機構に関して企業とライセンス契約を締結し、当該企業がロボットの受注販売を開始した。広範な状況認識技術として、搭載センサでは取得困難な情報をアドホック通信ネットワークの活用により得て協調動作させる方法を開発し、複数の移動体の安全かつ効率的な移動を実車実験により検証した。期間内に、これらの関連技術シーズを基に2社との資金提供型共同研究を実施した。ホイールローダーによる複数台のダンプへの土砂自動積み込みを実現するため、環境の計測や作業計画を作成する方法を開発し、実機を用いて100m³程度の砂利堆積の移動や再配置等の実証実験を行った。期間内にこれらの関連技術に関して民間企業と資金提供型共同研究を実施した。

② 作業支援を行うヒューマノイドロボット技術の開発

[中期計画]

・人間の作業を代替し、人間と共存して働くために、人間の通常の生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能を開発する。具体的には、人間と同程度の速度での平面の歩行、滑り易い路面の歩行、移動経路の自律的な計画及びハードウェアの高度化による IEC 規格 IP-52 程度の防塵防滴処理並びに簡単な教示による指示通りの運搬等の機能を開発する。

[中期実績]

・ヒューマノイドロボット HRP-3 プロトタイプにより平面上時速 3.6km の歩行を実現し、HRP-3 により摩擦係数 0.1 の路面上の歩行および IP-52 相当の防塵防滴機能を実現した。また、机からはみ出した椅子を片付ける移動経路の自律的な計画と HRP-2 による実行し、自律動作を対話的に簡単に教示できるシステムを開発し HRP-2 による音声指示により冷蔵庫の中から物を取り出し指定された場所まで運搬する動作を実現した。さらに、HRP-2 を用いたミュンヘン-つくば間での遠隔操作による人と協調した物体操作、最大 33Nm のトルクで閉まるスイングドアを押し開け通り抜ける動作を HRP-2 により実現した。青年女性の外観を有するサイバネティックヒューマン HRP-4C を実現し、ブライダルショーに出演させるとともに、最大傾斜 1 度の屋外歩道上で時速 0.9km の歩行を実現した。

[中期計画]

・ヒューマノイドロボットの安全性と可用性を人間と共存できる程度に高めるために、コンピュータ上に構成した人間型構造モデルで人間の動きを合成する技術、人間の運動機能を規範としてロボット全身運動を生成する技術及びロボットが人間を認識し、人間と対話することで協調的に作業するロボット技術を開発する。

[中期実績]

・ヒューマノイドロボットの安全性と可用性を人間と共存できる程度に高めるために、コンピュータ上に構成した人間型構造モデルで人間の動きを探索的に生成する技術、人間の運動機能をデータベースとして持ちその近傍を探索することによりロボットの全身運動を生成する技術、ロボットがカメラまたはレーザー距離センサを用いて人間を発見する技術、マイクロフォンアレイによりロボットと人間が対話する技術を開発した。

③ 環境に応じて行動ができるための高機能自律観測技術の開発

[中期計画]

・家庭内や屋外環境において人の作業を支援、代行するための共通機能として、人と同等以上の視覚的な認識、理解が可能な 3 次元視覚観測技術を開発する。この技術に基づき、3K(きつい、汚い、危険な)作業の代行や医療現場の過失事故を防止する多種物体の自動認識技術、プライバシーを守りながら高齢者や入院患者の異常事態を検知する技術及び番犬や介助犬を代行するパーソナルロボット技術並びに広域環境のリアルタイム立体測量と危険地帯の監視や災害時の状況把握を可能にする自律観測技術等を開発する。

[中期実績]

・人の作業を支援、代行するために必要とされる 3 次元視覚観測技術を開発した。3K 作業の代行として、3次元物体の計測及び認識技術を適用した埋蔵危険物の自動発掘システム、食品の自動加工システム、鋳造鋳物の位置姿勢検出システム、組立て対象部品の認識システム等の開発や、医療現場の過失事故の一つの大きな要因である薬剤の取り間違い事故を防止するための、物体認識技術を適用した薬剤自動払い出しシステムの開発、及び、人の状態を検出するための高精度の顔形状の計測アルゴリズムの開発等を民間企業との共同研究で行った。また、人の手助けを行うためのパーソナルロボット技術として、視覚機能と四輪四脚機構を連動させた犬型ロボットを開発し、室内環境を移動する技術を実証し、及び、広域環境の自律観測の一手段として、移動体を利用した対象注視による立体形状測量技術を開発した。

II-2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

[中期目標]

多様で高機能な情報家電の実現を目指し、ユビキタス情報ネットワークと人や環境との接点となるディスプレイ及びセンサ等の入出力デバイスの性能向上に関する技術の研究開発を実施する。また、誰もが情報家電を容易に使いこなすためのユーザインターフェース技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・ユビキタスネットワークに接続された情報家電による多様な情報サービスの提供を実現するために、日常的な動作や言葉を用いて情報家電を容易に使いこなすための実感覚インターフェース技術、多くの機能を低消費電力で提供するシステムインテグレーション技術及び高機能でフレキシブルな入出力デバイス技術を開発する。

① 実感覚ユーザインターフェース技術の開発

[中期計画]

・利用者の意図に応じて日常的な動作や言葉による対話的な操作を可能にするユーザインターフェース及び複雑な接続設定を必要とせずに異なる規格間の機器連携を可能にするプラグアンドプレイ機能を開発する。

[中期実績]

・利用者の意図に応じて日常的な動作や言葉による対話的な操作を可能にするために、複数のマイクからの情報やユーザの位置情報を統合して、日常の雑音環境下でも安定に動作可能な音声認識インタフェースと、語彙的制約のない音声検索システムを開発した。また、映像に関しても、ぬめりや光沢まで実感できる超解像度(4K×2K ピクセル以上)の複数動画を数フレーム以内の遅延で操作可能な映像処理装置を開発した。さらに、ユーザが複雑な接続設定を必要とせずに異なる規格間の機器連携を可能にするために、機器の機能を記述する統一的方式を開発し、プラグアンドプレイ機能を実現した。そのための基盤技術として、組込み機器の連携のためのオブジェクト指向通信プロトコルを効率的に扱える分散プログラミングツールを開発するとともに、超高精細映像を高速に送受信可能な10G光イーサ通信装置のハードウェア(FPGA)による高速化を実現した。

② システムインテグレーション技術の開発

[中期計画]

・情報機器とユーザとのインターフェースデバイスあるいは情報機器とネットワークとのインターフェースデバイスの小型化、低消費電力化及び高機能化を両立させる技術を開発する。具体的には、自発光型平面ディスプレイに駆動回路等を内蔵させ、1,000cd/m²以上の高輝度を低消費電力で実現するディスプレイ技術を開発する。また、多機能な集積回路チップを積層し、チップ間を50Gbps以上の超広帯域信号で伝送してより高度な機能を実現するシステムオンパッケージを作製するための3次元実装技術を開発する。

[中期実績]

・24×24画素の自発光型平面ディスプレイであるフィールドエミッションディスプレイに3個の薄膜トランジスタを内蔵させ、輝度信号保持回路を一体集積することによって、1,700 cd/m²の高輝度を実現した。動作時のアノード電圧1,500Vは通常のフィールドエミッションディスプレイよりも低電圧であり、低消費電力動作も可能であることを実証した。同時に入力信号によりディスプレイの輝度を自在に制御することが可能となり、高機能化の両立にも成功した。また、50Gbpsのチップ間伝送速度に対応した3次元実装技術として、1000個以上のシリコン基板貫通ビア電極による超多ビット並列チップ間信号伝送方式の検討を進めた。超多ビット並列チップ間高密度信号接続に対応した角錐形状10μm金バンプ形成技術およびチップ間低抵抗電源接続に対応した無電解Ni-B・Au積層めっき法による選択ブリッジ接続形成技術について世界トップレベルの技術を開発した。複数企業との連携共同研究により100Gbpsボード間通信に対応した世界最小(10mm角)の120Gbps光電気変換モジュールの開発に成功した。

③ フレキシブル光デバイス技術の開発

[中期計画]

・次世代のユビキタス情報社会に資するために、印刷塗布プロセス等により高機能かつフレキシブルな光デバイスを実現する。具体的には、新規な有機・高分子材料等を用いて、移動度0.5cm²/Vs以上で動作するp型及びn型トランジスタや外部量子効率10%以上で発光する高輝度発光素子を開発するとともに、有機・無機材料を用いた独自のプロセス技術による光回路素子を開発する。また、その高性能化や素子の一体化を促進することにより、モバイル情報端末への応用に向けたフレキシブルなディスプレイや光回路等を開発す

る。

[中期実績]

- ・1)プリンタブル、フレキシブル光電子素子に必須の塗布可能な有機半導体としてオリゴチオフェンおよびフラーレン系の新規材料を設計・合成し、p型及びn型半導体特性としてそれぞれ0.18及び0.5cm²/Vsを達成し、塗布 CMOS として世界最高の75倍のゲインを得た。また、配線、絶縁及び封止材料において、光、圧力誘起による150℃以下の低温で焼結可能な金属、絶縁、保護膜材料および印刷装置の試作を行った。
- 2)有機 EL の高度利用のため、摩擦転写および色素ドーピングによる偏光かつ白色発光素子を作製した。
- 3)デジタル家電の小型化に向けたサブ波長光学素子としての可視全域で反射率0.2%以下の反射防止、99%以上の回折効率の屈折・回折格子の作製に成功した。

II-2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

[中期目標]

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの長時間使用及び多機能化を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超高集積・超高速・超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、集積回路の性能向上に必須な半導体デバイスの集積度及び動作速度を向上させ、国際半導体技術ロードマップで2010年以降の開発目標とされる半導体技術を実現する。また、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術を開発する。

① 次世代半導体技術の開発

[中期計画]

・半導体集積回路用トランジスタを極微細化、高性能化及び超高密度集積化するために必要な技術を開発する。具体的には、高移動度チャンネル材料及び高誘電率絶縁膜等の新材料技術を開発し、それに関連する新プロセス技術と計測解析技術及び要素デバイス技術並びに回路構成技術を基礎現象の解明に基づいて開発する。

[中期実績]

- ・トランジスタの極微細化・高性能化に必要な技術および関連計測技術を開発した。
- 1) n型及びp型のトランジスタに適した歪みをチャンネルに印加する技術を開発し、通常のSiトランジスタと比較してそれぞれ2倍の駆動電流の増大を実現した。
- 2) 極薄酸化ハフニウム高誘電率膜の形成技術及びシリコン基板との界面安定化技術を開発し、シリコン酸化膜換算膜厚0.5nmの世界最薄ゲート絶縁膜のトランジスタ作製に成功して、優れた動作特性を実証した。
- 3) ポーラスシリカ膜の構造強化技術の開発により、比誘電率2.0で弾性率8GPaの低誘電率層間絶縁材料を実現した。さらに開発した材料を用い、Selete(企業コンソーシアム)と共同で140nmピッチの4層極微細銅配線技術の開発を行って、実用レベルの良好な配線間絶縁特性を実現した。
- 4) 走査トンネル顕微鏡によりトランジスタ断面の不純物濃度分布をナノレベルの空間分解能で定量測定することに成功した。Siの局所応力測定に最適化した紫外線顕微ラマン分光技術を開発し、Siデバイス構造の応力分布を100nm以下の空間分解能で定量計測することに成功した。

② 低消費電力システムデバイス技術の開発

[中期計画]

・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイス

を開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

[中期実績]

・20nm ゲート世代のダブルゲート MOS プロセス、デバイスモデルおよびシミュレーション技術を総合的に構築し、新規構造メモリ(フレキシブルパスゲート SRAM)の動作に成功した。MgO を用いた磁気トンネル接合(MgO-MTJ)メモリ素子技術において世界で初めてギガビット級スピン RAM 実現に必要なスピン注入磁化反転による書き込み技術を完成した。また、MgO-MTJ 素子を用いたハードディスクヘッドの実用化に成功した。強誘電体ゲート絶縁膜を用いたトランジスタ(FeFET)の集積化技術を開発し、論理回路での不揮発動作実証とメモリ素子での世界最高のデータ保持特性を世界で初めて示した。さらに、動的に消費電力と回路構成が可変な Flex Power FPGA の設計技術を構築し、開発した試作チップでの動作実証に成功した。また、全金属自己検出型プローブ顕微鏡を用いたデバイス・材料の計測技術を開発し、世界最高レベルの電荷一個相当の検出感度と約 2nm の空間分解能を実証した。

II-3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

[中期目標]

社会のライフラインである情報通信ネットワークの信頼性を確立するため、情報セキュリティ技術、ソフトウェア検証技術及び大容量情報の高速通信・蓄積技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・知的生活を安全かつ安心して送ることができる、信頼性の高い情報通信基盤を確立するためには、ネットワーク、ソフトウェア及びハードウェアの各々の要素の信頼性を高めることが重要である。ネットワークに関しては、様々な情報資源に対するセキュリティ技術を開発しネットワークそのものの信頼性を高める。ソフトウェアに関しては、その信頼性の向上に有効な検証技術を確立する。ハードウェアに関しては、増大する情報量に対応するために、大容量かつ高速に処理し得る通信技術及び情報蓄積技術の高度化を図る。さらに、信頼性の高い情報基盤技術を利用して自然災害の予測や被害軽減に資することにより、安全かつ安心な生活の実現に貢献する。

II-3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

[中期目標]

不正行為にも安全に対処でき、誰もが安心して利便性を享受できる IT 社会を実現するために、情報漏洩対策やプライバシー保護などを目的とした暗号、認証、アクセス制御などの情報セキュリティ技術及びそこで用いられる運用技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・信頼性の高いネットワークの構築に向けて、情報セキュリティで最も重要なネットワークの利用における情報漏洩対策及びプライバシー保護に資するために、暗号、認証及びアクセス制御等の情報セキュリティに関する基盤技術及びそこで用いられる運用技術を開発する。

① 情報セキュリティ技術の開発と実用化のための検証

[中期計画]

・情報漏洩対策及びプライバシー保護を目的として、暗号、認証、アクセス制御及びそれらの運用技術を開発する。また、量子情報セキュリティに関する基盤的研究として、情報理論や物理学の知見を用いたモデル解析及びその実証実験を行う。さらに、OS から実装までの様々な技術レベルにおいて総合的に研究を行い、セキュリティホール防止、迅速な被害対応及び製品が安全に実装されているかどうかの検証等の技術を実用化する。

[中期実績]

- ・暗号・認証技術の安全性の概念や攻撃モデルを整理し、現実的に想定され得る脅威に対して最も強い安全性を満たす方式を公開鍵暗号等の基本技術を中心に提案を行った。量子コンピュータが実現しても安全性が保証できると期待される、符号理論ベースの公開鍵暗号や物理ノイズ利用による認証方式等の提案を行った。さらに、鍵漏えいや情報漏えいにある種の耐性をもつ暗号・認証方式や、受信者の復号条件を多様に設定可能な暗号方式、情報漏えい元を特定可能とする結託耐性符号の提案を行った。人間系も含めた情報セキュリティを達成するため、バイオメトリクス等の安全性概念/安全な方式や、攻撃者やセキュリティ対策を講じる主体のインセンティブを経済モデルで記述する情報セキュリティマネジメント理論を提案した。
- ・暗号モジュールの物理解析攻撃に対する安全性評価手法の国際規格策定のための標準評価環境を構築し、国内外の 60 を超える研究機関に配布し当該研究分野の活性化を進めた。同時に米国国立標準技術研究所との共同研究を行い、国内では電子政府で利用する暗号技術の評価するための経産省と総務省の共同のプロジェクトである CRYPTREC にも、我々の研究成果を導入させる体制を構築できた。
- ・量子情報セキュリティをはじめとする情報理論的な安全性を有する暗号技術に関し、基礎的研究については、量子暗号の安全性の根幹である不確定性関係について情報論的な表現を導出、さらには拡張された確率論など、より一般的な枠組みによる特徴づけを行った。また、コロモゴロフ複雑性を用いた安全性証明を世界で初めて導入、従来の統計的な安全性証明より個別のケースの安全性に言及できる枠組みを整備した。また、量子暗号の実用的導入に向けた活動では、国内外の関係機関と協力し、共催した国際会議等の活動成果を提言として公開した。
- ・OS のアイソレーション機能や暗号アルゴリズムを実装するソフトウェアのように、小規模だがセキュリティ上クリティカルな部品に対し、定理証明支援系を用いた論理検証を行なうための基本的な方式を提案し、その方式を用いた検証作業を支援するライブラリ、ツールなどを開発した。ANSI/ISO 標準の C 言語に完全準拠し、バッファオーバーフローなどのメモリバグを含むプログラムを、メモリバグを含まない機械語に完全にコンパイル可能な C 言語処理系 Fail-Safe C を世界で初めて開発し、一般に公開した。Web アプリケーションの安全な構築法に関する研究を行い、成果を外部機関と協力し、Web アプリケーションの安全な構築方法、Web アプリケーションの脆弱性診断方法、SSL 証明書の正しい使い方などのガイドラインとして公開した。仮想計算機技術を用い、OS の脆弱性を排除する技術に関する研究を行なった。開発したセキュリティ技術の一部は、オープンソースソフトウェアとして普及させるため、1CD Linux である KNOPPIX に収録させた。

II-3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

[中期目標]

情報処理システムソフトウェアの不具合を効率的に検出するなど、利用者が安心して安全に使用できる信頼性の高いソフトウェアの開発生産性を向上させる技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・利用者が安全に安心して使用できる信頼性の高いシステムソフトウェアの開発とその生産性向上に資するために、様々な数理科学的技法を活用してシステムソフトウェアの動作検証を総合的に行う技術を開発する。

① 数理科学的技法に基づくシステム検証技術の開発

[中期計画]

・モデル検査法やテスト技法等のシステム検証の要素技術とその数理的基盤の研究を行い、システム検証ツールの統合的利用を可能にするソフトウェア環境を構築する。また、システム検証の数理的技法をシステム開発現場に適用するための技術を開発する。

[中期実績]

・要素技術に関して、構成的型理論と帰納的定義に基づくシステム記述技術、自動抽象化技術、等式付木構造オートマトンによる検証などの研究を行った。数理的基盤については、等式付木構造オートマトンの理論、不動点付様相述語論理の理論、様相 μ 計算の圏論的意味論などの研究を行った。証明支援系 Agda に基づく統合検証環境を構築し、いくつかの事例研究を行った。企業 15 社と、のべ 23 件の共同研究を遂行し、数理的技法の適用実験を行った。特に、車載システムに関するソースコードのモデル検査プロセスで、さまざまな

開発工程へ着脱可能なものを開発したほか、業務系システムの信頼性向上ツール AWV(AIST Workflow Verifier)を構築し、所内会計システム設計へ適用した。その他、当研究センターで行った数十の適用事例をまとめて「システム検証の事例報告集」を作成、公開した。これらの適用実験を通して、環境ドライバ、図示記法、学習を用いた反例解析の提案、組込みシステム開発の上流工程で扱う仕様書の品質向上を支援するツールの試作など、当初想定してない新たな結果まで得られた。また、技術移転のための技術者向け研修コース(モデル検査研修コース、対話型検証研修コース、Agdaによる仕様記述コースなど)を開発、教科書を出版するとともに、モデル検査の知識体系をまとめた。

・ソフトウェア認証研究については、機能安全(IEC/TC65a)、法定計量ソフトウェアの型式承認(OIML TC5/SC2)、ディペンダビリティ(IEC/TC56)、システムライフサイクル(JTC1/SC7/WG7)などに関する規格活動を展開した。特にJTC1/SC7/WG7でのディペンダビリティ実現の規格策定に関してISO/IEC15026のエディタを務め、Part1のTR化、Part2のDIS化に貢献した。また、機能安全規格IEC 61508の模擬認証に向けて、必要な安全性分析手法の開発を実証的に進めた。その他、利用者指向ディペンダビリティの概念検討、定理証明系によるassurance case作成支援、運用・保守プロセスのガイドライン作成のための分析などを行った。一方、連携検証施設を整備し、検証クラスタの供用を開始させ、九州大学によるジョブショップスケジューリングに関する未解決問題の解決などの成果をあげた。また、関西経済連合会と連携して組込み適塾を開催、関西産業界との密接な連携関係を築いた。

II-3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

[中期目標]

通信ネットワーク上の情報量の高速大容量化に向けて、光デバイス技術や光信号処理技術などの高速通信技術と、大容量光ディスク技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・動画コンテンツ等により増大する情報量に対応した通信の大容量化及び高機能化を実現するためには、光の高速性等を最大限に利用した大容量高速通信技術及び情報蓄積技術の確立が必要である。そのために、次世代の光通信ネットワーク用の高速光デバイス及び光信号処理技術、従来のルータ及びスイッチなどを用いない超広帯域通信網の利用技術等の基盤技術を開発する。また、近接場光等の新たな原理に基づいたテラバイト級大容量光ディスクを実用化する。

① 大容量光通信技術の開発

[中期計画]

・半導体ナノ構造を用いた160Gbps以上で動作する光スイッチデバイスと光信号再生技術を開発する。また、量子ドット、量子細線及びフォトニック結晶等のナノ構造を用いた光集積回路及び超小型光回路を開発する。さらに、光の位相情報等の精密な制御による量子情報通信技術を開発する。

[中期実績]

・量子井戸のサブバンド間遷移を利用する超高速全光スイッチの研究開発を進め、新規に全光位相変調効果を発見した。これを用いて160Gb/sで動作する干渉計型全光スイッチを開発し、160Gb/sの光時間多重方式での無エラーの送受が可能なことを実証し、光時間多重方式でスーパーハイビジョンの送受実験に成功した。また、光電子融合回路を用いて160Gbps信号に対する光信号再生(3R)に成功した。加えて、将来の大容量、低消費エネルギーの情報通信に向けて、光パスネットワークを提案し、そのために必要な伝送路の分散を補償する技術を開発した。

・世界最高性能の高性能量子ドットレーザ、世界最小フォトニック結晶スイッチ等の開発に成功するとともに、集積化に向けて新たにシリコン光導波路および超小型光スイッチ、ハイブリッド集積技術の開発に成功した。

・量子情報通信技術に関しては世界最高性能の量子鍵配布を達成するとともに、高性能量子もつれの発生と評価を実現した。

[中期計画]

・160Gbps以上で動作する大容量光通信の実用化に向けて、波長の動的制御に基づく超高速データ転送を実現するトラフィック制御方式及びミドルウェアからのネットワーク資源動的確保方式を開発する。

[中期実績]

・ネットワークの帯域を予約により確保するインタフェースについて、通信キャリア等との共同研究により方式を確立し、さらにこのインタフェースを用いるミドルウェアを開発して国外の組織との共同実験を含む帯域確保の実証実験を行った。また、同インタフェースの標準化を国際標準化フォーラムなどで推進した。さらに、ネットワークと合わせて計算機やストレージを予約し、性能を保証するインフラストラクチャを動的に構築するミドルウェア技術を開発した。

② 光ストレージ技術の開発

[中期計画]

・テラバイト級大容量光ディスクの事業化に向けて、第 1 期で開発した近接場光、局在光及び薄膜の熱光学非線形特性を用いた光ディスクの信号光を増幅する技術を発展させ、製品化へ向けた問題点の抽出と改良を企業と連携し、技術移転を行う。

[中期実績]

・産総研が開発したスーパーレンズ(Super-RENS)と呼ばれる光超解像技術を発展させ、民間企業と共同研究開発を推進することで、ブルーレイディスクの最短ピットの 1/2 のピット長(75nm)をもつ超高密度光ディスクを完成させ、世界で初めてフルハイビジョンの動画再生に成功した。

II-3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

[中期目標]

自然災害の予測及び災害被害の軽減を目的に、多様な地球観測データを統合するとともに、大規模シミュレーションを行うための情報処理支援システム技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・信頼性の高い情報通信基盤を活用した自然災害の予測及び被害低減により安全かつ安心な生活を実現するために、多様な地球観測データの処理、分析対象の適切なモデリング及び地球規模での大規模シミュレーションを統合して、短時間で確実に災害及びその被害状況を予測するための情報支援技術を開発する。

① 防災のための地球観測支援技術の開発

[中期計画]

・災害予測及び被害軽減に資するために、地球観測衛星及び地上観測センサ等から得られる多様な観測データを処理する技術と、大規模数値シミュレーション技術を統合した新たな情報処理支援システム技術を開発する。

[中期実績]

・災害予測及び被害軽減に資するための情報処理支援システム技術の研究開発を行った。具体的には、グリッド技術を用い、地球観測衛星データの大規模アーカイブを行い、さらに各種観測データベースやGISデータと統合したサービスを安全かつ高速に提供できるシステム、地球観測グリッド(GEO Grid)システムの研究開発を行った。また、この GEO Grid 上で各種サービスの実証実験を行い、さらに、国内外の外部機関との連携、GEO Grid の推進普及にも努めた。

II-4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

[中期目標]

次世代の情報産業創出の核となる技術を産み出すために、従来とは異なる動作原理に基づく情報処理デバイス技術及びバイオ分野への IT の新たな応用技術などに関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・新たな電子技術及び光利用技術を開発することにより次世代の情報サービス産業の創出を目指す。そのために、新機能材料及び新物理現象に基づいた革新的ハードウェアの構築を目的とした電子デバイス技術、バイオや医療と光情報処理との分野融合的な新しい光利用技術及び超伝導を利用した電子デバイス技術を開発させた次世代の電子計測・標準化技術等のフロンティア技術を開発する。

II-4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

[中期目標]

コンピュータ性能を革新するための新機能材料等を利用した電子・光デバイス技術及び光情報処理によるバイオ・医用計測技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・次世代産業創出の核となる情報通信のフロンティア分野を確立するために、新規材料、新物理現象に基づいた革新的電子デバイス技術及び光情報処理技術のバイオや医療分野との融合による光フロンティア技術を開発する。

① 新機能材料や新物理現象に基づく革新的電子デバイス技術の開発

[中期計画]

・量子閉じ込め状態や超伝導状態において顕著となる電子の磁性や波動性に起因して、電気的または磁気的特性が劇的な変化を示す新機能物質を対象として、物理現象の探索、解析及び制御に関する研究を行う。これにより、量子効果や超伝導効果を示す新しい電子材料の開発、コンピュータの演算速度及び消費電力を飛躍的に改善できる革新的な情報処理ハードウェア応用のための要素技術を開発する。

[中期実績]

・強磁性材料では強磁性半導体 GaMnAs での異方性 TMR 効果の発現機構解明、新トンネル障壁材料 (GaOx) の開発による半導体 GaAs への高性能スピン注入の実現、半導体光導波路と強磁性金属からなるハイブリッド光アイソレータの世界で初めての動作実証などの成果を上げた。超伝導材料では、酸素欠損型の新しい鉄系超伝導体を発見し、超伝導転移温度 (T_c) が世界最高レベルの 54 Kであることを示すとともに、 T_c に及ぼす同位体の効果が通常とは逆になることを新たに発見し、その理論的解明に成功した。銅酸化物超伝導体では毒性の強い元素を含まない材料で転移温度の高い ($T_c=120K$) 超伝導材料を開発するとともに、大規模数値計算により高温超伝導の相図を求め、多層系高温超伝導体に対して実験で得られた相図を説明できることを示した。超伝導素子作製技術として、従来よりも作製工程を短縮できるパルスレーザ堆積法を用い実用的な固有ジョセフソン接合素子を作製する手法を開発した。超伝導体中での位相差ソリトンの研究では自然発生ソリトンの検出に成功した。鉛を用いない圧電材として (Na,K)NbO₃ を母材とするセラミックスの常圧下合成法を確立し、実用レベルの圧電性能の実現に成功した。材料創製技術として開発した光加熱技術や低酸素分圧制御技術を装置化することで技術の普及を行った。

② 光フロンティア技術の開発

[中期計画]

・フェムト秒パルスの光波内位相制御技術を確立するとともに、アト秒領域での超短パルスの発生、計測及び制御のための技術を開発する。

[中期実績]

・異波長のフェムト秒パルスにおける光波位相とパルスタイミングの同時精密制御技術を開発し、位相精度サブラディアン、タイミング精度 100 アト秒 (as) の両立を初めて達成した。また 3 波長フェムト秒光パルスの合成実験を行い、電界強度の半値幅 660as の光パルスを得た。さらに、合成波の応用に向けた増幅用励起源として、高効率のフェムト秒 Yb-Fiber レーザーを開発し、発振器において世界最短の 28fs を得ると共に、パルス増幅出力 5 mJ, 800kHz を得た。

[中期計画]

・タンパク質や DNA 等の配列集積化技術と光計測技術との融合による高感度、高速かつ高密度集積型バイオセンシング素子の開発及び補償光学技術と三次元分光技術を駆使した眼底カメラ等の高分解能 3 次元機能イメージング技術を開発する。

[中期実績]

・プローブ分子のインプリント技術と光導波構造による蛍光増強を用いて、ストレスマーカーとしてのカテコールアミンを選択的に捕捉するメンタルヘルスケアチップ、及び分析画像取得装置を開発し、サブピコグラムの検出に成功した。また、網膜血流の酸素飽和度を測定する臨床研究に適した可搬型の走査型眼底分光分析装置を開発し、京都大学眼科と共同で臨床評価を実施した。さらに、眼底イメージング用補償光学技術を開発し、メーカーへの技術移転によって、細胞レベルの分解能を有する走査レーザー検眼鏡を実現した。
・DNA シークエンシングなどの核酸分析に対して実用化レベルである高感度と高速性を兼ね備えた、高密度化可能な小型集積型バイオセンシング素子を開発することに成功した。

[中期計画]

・第 1 期で開発した 10nm オーダーの近接場光微細加工による光ディスク用原盤(マスタリング)の高度化技術及びナノ粒子を応用した光による高感度分子センサのバイオや医療分野への応用技術を開発する。

[中期実績]

・近接場超解像技術を用いることで、従来、高価な電子ビーム描画でしかできなかったナノ領域の加工を、安価な半導体レーザーを用いたシステムで可能にした。共同研究開発した製造装置は中期計画期間内に製品化された。また、ナノ粒子を応用したナノ加工技術から、大面積反射防止機能を可能にする成形金型製造技術を開発し、射出成形によって反射防止機能付プラスチックレンズ等の大量生産技術を完成させた。さらに、近接場光、表面プラズモンを応用した高感度と高速検出性をもつバイオセンサを二種類開発した。

II-4(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

[中期目標]

超伝導現象を利用することにより、高精度かつ低雑音を実現する電子計測技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・絶対的な高精度性を必要とする先端計測及び標準化に関する技術の実現に資するために、超伝導現象の特性を活用した電子計測デバイス及びそれを用いた標準システムの確立と普及を図る。

① 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発

[中期計画]

・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

[中期実績]

・52 万個のジョセフソン素子から成るチップと小型 4K 冷凍機への実装技術を核とした 10 V 出力の冷媒フリー直流電圧標準システムを世界で初めて開発し、10 桁の電圧精度を実現した。開発技術をベンチャー企業に移転し、3 カ国の国立研究機関に本機を導入した。交流電圧標準チップを開発し、10 bit の正弦波発生に成功するとともに、単一磁束量子を用いた D/A 変換器を設計、試作、評価し、次世代交流電圧標準に応用可能な高い精度を有することを示した。

Ⅲ. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

[中期目標]

地球温暖化防止等の国際的な環境意識の高まりの中で、我が国の産業競争力の源泉であるものづくり産業の競争力を環境と調和させながら強化していくことが求められている。これを実現するため、我が国の産業競争力の中核である製造分野の強化を図るためのナノテクノロジーによる先端ものづくり産業の創出につながる研究、情報通信、環境、医療等の産業に革新的な進歩をもたらすナノテクノロジーの基盤技術研究及び環境負荷低減化のための機能性材料に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・環境との調和を取りながら国際競争力を持つ先端ものづくり産業の創出のためには、製造に必要な資源とエネルギーを最小に抑えながら最高の機能を持つ製品を生産する製造技術を実現するとともに、低環境負荷製品の製造に必要な機能性材料技術及び部材化技術の実現が不可欠である。そのため、製造の低環境負荷と製造コストの削減及び製品の高機能化について統合的に開発する技術が期待されている。また、環境負荷を低減する機能性部材の開発により、製造業だけでなく輸送機器及び住居から排出される CO₂ の低減に大きく貢献していかなければならない。さらに、先端微細加工設備の共同利用等を進めて先端技術を産業にすみやかに移転し活用を図ることによりものづくり産業を支援するとともに、ナノテクノロジーを情報通信、環境及び医療等の研究開発に横断的に適用することにより産業技術に革新的な進歩をもたらす。

III-1. 低環境負荷型の革新的ものづくり技術の実現

[中期目標]

省資源・省エネルギー型ものづくり産業の創出を目指し、電子機器の高密度基板実装、高集積化学センサ等、高機能・高付加価値を最小限の原料とエネルギーの投入で実現する革新的ものづくり技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・我が国のものづくり技術の国際競争力を強化するために、製造プロセスの省資源化や省エネルギー化と合わせて製品の高機能化・高付加価値化を実現できる革新的な技術の開発が求められている。このため、機能のカスタマイズに即応できる省資源型革新的製造技術の開発を行い、材料資源の無駄を生じさせることなく高機能・高付加価値を持つ製品の多品種少量生産を実現する。また、省エネルギー型製造プロセス技術の開発を行い、従来の製造手法よりも低温のプロセスを利用する技術等により製造に要するエネルギーを削減し、有機材料との複合化等による製品の高機能化を実現する。

III-1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

[中期目標]

材料資源をリサイクルも含め有効利用することにより原材料の投入と廃棄物の発生を最小限に抑え、また、多品種少量生産及び製品機能の仕様変更への容易な対応が可能な製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・素材を成形して加工するモデルプラントを構築して製品製造に適用し、資源消費量や排出物量等の総合的な評価を行って、製造プロセスを最適化する手法を開発する。また、機能のカスタム化が必要とされる集積化学センサ等の製造への適用を目指し、スーパーインクジェット技術をコアとして、必要な微細構造を必要な位置に最小の資源材料で形成するオンデマンドナノマニュファクチャリング技術及びナノ構造とマクロ構造とを媒介するメゾスケール技術の開発を行う。さらに、材料の無害化や微細構造の内在化等の高付加価値製品を省資源で製造するためのテーラードリキッド法をコアとしたプロセス技術を開発する。

① 製造プロセスの最適化手法の開発

[中期計画]

・射出成形や放電加工を備えたモデルプラント等を用いて、加工条件や設計等を最適化することにより、環境性と経済性に優れたローエミッション型製造プロセスを実現する。

[中期実績]

・製品価値または加工品質、コスト、環境負荷を統合的に考慮可能な評価手法(トータルパフォーマンス解析手法)を開発し、この手法による評価を行うとともに、加工条件の最適化により、目標の加工精度まで到達するための環境負荷、コストを大幅に削減できる放電加工、電解加工、機械加工を同一機上で実現する加工機を開発するなど、ローエミッション型製造プロセスを実現した。

[中期計画]

・マイクロな構造を内包する材料を使用してその構造をマクロな製品の機能に生かした製品を実現するために、マイクロな構造とマクロな機能との相関に関する大規模計算を小規模のコンピュータシステムを用いて効率よく実現できるマルチスケール数値解析技術を確立する。

[中期実績]

・セラミックス構造部材を対象として、高強度・高剛性・高浸透等のマクロな機能と傾斜材料配置・材料形態等のマイクロな構造の相関に関する大規模計算を小規模のコンピュータシステムで実行可能な拡張型マルチスケール有限要素解析手法を開発し、軽くて撓みの少ない(あるいは強度の低下しない)マルチスケール構造を導出するマルチスケール数値解析技術を確立した。

② オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の開発

[中期計画]

・超微細インクジェット技術によるナノデバイスの高密度実装を実現する配線等の実用的なオンデマンドナノマニュファクチャリング技術に関する開発を行う。

[中期実績]

・手のひらサイズのスーパーインクジェット装置を開発し、立体構造を用いたマイクロ 2 次電池の印刷形成と動作確認を行った。また、オンデマンドナノマニュファクチャリングに対応するプロセス技術として、高温高圧水のプロセス溶媒としての可能性を検討するため、直接加熱式高温高圧水装置を試作した。高温高圧水の流量と温度を制御することで、インク付着物からの残留インク回収の可能性があることを確認した。また、高温有機溶剤に新しいプロセス溶媒としての可能性があることも確認した。

③ 製品の高付加価値化を実現するフレキシブル製造技術の開発

[中期計画]

・表面積の飛躍的増大等の高機能化を目指して、空孔と微細構造とが入れ子に構成されている新セラミックス材料を無害元素から作製するテーラードリキッドソース法のプロセス技術の開発と、上記の新セラミックス材料を 3 次元的に集積することにより、1kW/L 級の高出力セラミックリアクタ等の開発を行う。

[中期実績]

・酸化物薄膜について 50 nm から 500 nm の寸法範囲において十分に均質な微細凹凸構造や多孔質構造を制御するテーラードリキッドソース法のプロセス技術を確立した。また、高機能化部材の 3 次元高集積プロセス技術の開発により、世界最高の体積出力密度 3W/cm³ に達し、従来に無い 500°C 台の低温作動が可能な 2kW/L 級の高出力セラミックリアクタを開発した。

[中期計画]

・セラミックスの大型部材化やマイクロレベルの微細 3 次元構造の成形及び両者を併せもつ構造を特性劣化を起さずに実現する成形技術を開発する。また、自己潤滑層等を有するヘテロ構造部材化技術を開発する。

[中期実績]

・セラミックス部材の特性劣化を起さず大型化と微細 3 次元構造の両立をはかるため、精密構造を有するユニットを立体的に一体化させる新しい造形プロセス(ステレオファブリック造形)を開発した。一方、ヘテロ構造化については、表面に自己潤滑性を付与したセラミック材料を開発し、モデル部材を作製、実証試験を行い、その有効性を実証した。

III-1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

[中期目標]

従来と比較して著しい低温若しくは小型装置により製造・加工を行うことで実現される省エネルギー型製造プロセス技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・製造プロセスにおける飛躍的な省エネルギーを実現することを目的にして、従来高温でしかできなかった薄膜製造を低温で実現する技術及び機械加工機のコンパクト化を実現する技術を開発する。具体的には、微粒子の噴射コーティング技術をコアとして、低温で高性能セラミックス材料を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発する。また、機械加工及び微細加工の製造効率を高め省エネルギー化を実現する小型製造装置を開発する。

① 省エネルギー・高効率製造技術の開発

[中期計画]

・微粒子の基板表面での衝突による非熱平衡過程に基づいた噴射コーティング法を用いて、低温で高性能セラミックス材料等を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発し、単位時間当たりの成膜速度を第 1 期で達成した性能の 5 倍以上に高速化する。

[中期実績]

・噴射コーティング法としてエアロゾルデポジション法による低温で高性能セラミックス材料等を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発し、面積 20cm × 20cm のアルミナ積層膜成膜において成膜速度 5mm³/min を実現し、第 1 期で達成した成膜速度 0.5mm³/min の 5 倍以上の高速化を達成した。

[中期計画]

・セラミックスや特殊合金部材等の製造プロセスの効率を飛躍的に向上させるため、湿式ジェットミル等によるスラリー調整から成形に至る工程の最適化技術と統合化技術を開発する。

[中期実績]

・湿式ジェットミルによるセラミックススラリーの調整技術を開発し、スラリー調整時間を 1/8 に短縮することに成功した。また、スラリー調整から成形・焼成に至る工程の統合化を図るために、マイクロ波を利用した自己崩壊成形型を開発し、成形から焼成に至る製品製造時間を従来の 1/3 に短縮することに成功した。

[中期計画]

・微細加工の省エネルギー化を実現するため、デスクトップサイズの微小電気機械システム(Micro Electro Mechanical System, MEMS)の製造装置を試作する。そのため、マスクレスのパターニング技術やマイクロチャンバー間の試料移動時の位置決め技術等を開発する。

[中期実績]

・インクジェット描画技術において、レーザー援用法を行うことにより、世界初の成果として線幅 10 μm 以下、アスペクト比 1 以上の微細 Ag 配線パターンの形成に成功した。さらに、順送型の迅速交換システムについて検討し、マイクロチャンバー間の試料移動時の位置決め技術を高度化することにより交換時間を 50%短縮することに成功し、製造システムのオンデマンドフレキシビリティも向上させた。これらの成果をもとに卓上メタルベース MEMSAD 光スキャナーを試作した。

[中期計画]

・高剛性・高減衰能部材や高機能摺動面の開発により、切削や研削等の加工効率を高める高度機械加工システムの実現に資する。

[中期実績]

・機械加工システム用の構造材として Al、Zn を添加した新しい鋳鉄系材料を開発し、剛性を低下させずに減衰能を当初目標である 3 倍に増大させることができた。また、摺動面へのコーティング、案内面への微細形状(数十 μm ~ 1mm ピッチのディンプル)の付与等により、荷重、速度等の変動に基づく摩擦力の変動を従来の 1/10 まで低下させ、切削や研削等の加工効率を高める高度機械加工システムに資する基本技術の開発

に成功した。

III-2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

[中期目標]

分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づくナノスケールデバイスの製造技術及びナノシミュレーション技術等に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・国際競争力を強化するためには、製造コストの低減はもとより、ナノ現象に基づいた革新的な機能を有するデバイス技術の創出が求められている。このため、分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づく製造技術の開発及び化学合成された機能性有機分子等をナノ部品とするデバイス技術等の開発を行う。また、デバイスの新機能を実現するために、新材料技術及び量子効果等に起因する現象に基づくデバイス技術の開発、さらにはナノスケールで発現する多様な現象の理論的解明とそのシミュレーション技術等の開発を行う。

III-2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

[中期目標]

ナノスケールの特異な物性を利用して機能的ナノ構造を作り出すための理論的基盤を構築するとともに、自己組織的な構造形成及び機能発現の制御により飛躍的な省エネルギー・省資源を実現するナノ材料、ナノデバイス及びナノ製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・生体内の有機分子に見られるような高度な自己組織化に倣って、材料固有の物性を利用して自己組織的にナノ構造を作り出す技術が求められている。そのために、人工的に設計・合成した有機分子による熱平衡下での自己集合化を利用してチューブ構造等を作り出し、超高感度分析手法等への応用を図る。また、基礎的な視点から非平衡下の自己組織化のメカニズムを解明し、構造生成の新たな制御を可能にする。

① ボトムアップ法の高度制御技術の開発

[中期計画]

・生体分子やガス状分子等の極微量の分子を分析するために、第1期で開発したナノチューブ制御技術やナノ粒子調製法を利用して、バイオチップやガラスキャピラリー等からなる超高感度分析技術を開発する。

[中期実績]

・有機ナノチューブ形成分子と蛍光性分子との二成分の自己組織化によって、世界最小の10nm前後の内径を有し、生体分子を検出可能なセンシング用ナノチューブを充填したガラスキャピラリーを開発した。また、バイオチップ作製の基盤技術となるナノ粒子調整法として、マイクロプラズマ法でアルミナ製キャピラリーの使用により10 μ mサイズのマイクロプラズマ発生と、発生部周辺構造の最適化により従来よりも省電力なマイクロプラズマ生成を実現した。さらに、極微量の目的分析種を検出するシステムを開発するために、2～10nmのナノギャップ電極に導入可能な刺激応答性分子を創製し、ターゲットの付加・脱離反応を検証した。

② 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

[中期計画]

・非平衡下での自己組織化メカニズムの解明とシミュレーション技術の構築及びそれらを利用した自己組織化モデリングツールを開発する。

[中期実績]

・非平衡自己組織化に関するシミュレーション技術として、液晶コロイド系および三次元秩序を有する液晶系の非平衡・外部電場下における構造転移の解析が可能なメソスコピックシミュレーション手法を開発した。また、自己組織化の熱力学を検討するために、新たに構築した可逆グレイ・スコット系を用いて、階層的な開放系の

自己組織化プロセスをエントロピー的に解析するモデリングツールを開発し、大域的なフィードバックがかかる分子システムのエネルギー・物質収支を一元的に解明できることがわかった。

[中期計画]

・自己組織化現象の解明に基づいて、光、電磁場、化学物質及び機械応力等の外部刺激に対する応答をプログラムされたスマート分子システムや記憶機能を持つナノ構造液晶デバイス等を開発する。

[中期実績]

・外部刺激に応答するスマート分子システムとして、光応答化合物を鍵骨格とする種々の分子を新たに合成し、分子機械としての蝶番分子や分子モーター、コロイド粒子の配列を光照射制御する系を開発した。さらに新しい刺激応答材料として、フォトクロミック化合物、機械応力による歪に対して自己修復性を持つ電解質ゲル材料の開発に成功した。ナノ構造液晶デバイスに関しては、コレステリック相において電子伝導を示す有機半導体を初めて開発するとともに、高次配向秩序相を持つ新たな液晶材料を見だし、アモルファスシリコンに匹敵するトランジスタ性能を実証した。

III-2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

[中期目標]

ナノチューブ、有機半導体分子等の機能性ナノ材料を微小部品として利用するため、ナノ材料の作製・操作技術の研究開発を実施する。また、分子デバイス、磁性半導体デバイス等のナノ構造デバイスを実現するために必要な超微細加工技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・均一なナノカーボン構造体を作製する技術を開発し、カーボンナノチューブ等を部品として利用したナノデバイスの実現を目指す。また、有機分子や磁性半導体等の新材料を開発し、それらをトップダウン手法によって作られたナノ構造に組み込んで機能を発現させ、分子エレクトロニクス等へ展開するための技術を開発する。

① ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発

[中期計画]

・カーボンナノチューブの実用を目指して、用途に応じて直径、長さ及び成長面積等の制御が可能な単層ナノチューブ合成技術を確立し、それを用いたナノチューブデバイスの基礎技術を開発する。

[中期実績]

・スーパーグロース法を用いて、長さ 1cm の単層カーボンナノチューブ(SWCNT)の合成に成功した。また、大面積触媒塗布技術を開発し、A4 サイズ金属基板上に均一に単層カーボンナノチューブフォレストを合成することに成功した。新気相流動法(DIPS法)を開発し、平均直径 0.8 から 2.1nm の間で選択的な直径制御を達成した。ナノチューブデバイスの基盤技術として、プラスチック基板上に SWCNT を合成時に直接成膜し、透明電極やトランジスタとして応用可能であることを確認した。また、カーボンナノホーンを用いた DDS デバイスについて、カーボンナノホーン自身の抗腫瘍効果を動物実験で確認した。

[中期計画]

・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイヤモンドの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

[中期実績]

・新規の収差補正機構を導入することで入射電子の加速電圧を下げることができ、Ca 単原子検出が可能な高性能透過型電子顕微鏡を開発した。また金属元素の分析においては隣り合う原子番号の金属原子の識別に成功した。共鳴ラマンマッピング法を励起波長、検出波長ともに長波長側に拡張することにより改良・発展させ、新規な構造・電子状態評価手法を開発した。鉄系、銅、アルミニウム基板、PPS 樹脂などに対して密着性の高い大面積ナノ結晶ダイヤモンド膜の低温作製に成功した。ナノダイヤモンドコーティング材料の機械的機能発現のた

め超精密研磨盤応用や PPS 樹脂摺動材料、さらにナノダイヤモンド薄膜を利用した SOD を用いた電子デバイスの作成し、特性の検証を行うなど実用化を進めた。

② ナノ現象を活用した革新的エレクトロニクス技術の開発

[中期計画]

・カーボンナノチューブの主要パラメータを厳密に制御するための精密合成技術をさらに発展させることにより、カーボンナノチューブの真正物性を明らかにするとともに、種々の元素や化合物を内包したカーボンナノチューブの持つ特異物性を見出して、分子デバイスを中心とした新たな応用を展開する。

[中期実績]

・レーザー蒸発法により、精密な CNT の直径制御合成を実現した。さらに合成時制御だけでは実現できない金属型と半導体型の高純度分離精製を、独自に開発したゲルカラム濾過法により実現した。半導体型の CNT を用いて、on/off 比 10000 以上のトランジスタを収率 100% で作製する事に成功した。一方、金属型 CNT では、環境変化で抵抗値が変化しない透明導電膜の作製に成功した。また、CNT 内部に室温で氷のナノチューブが形成されること、それが雰囲気ガスと交換する相転移が生じるなど、ナノ空間固有の新規物理現象を発見し、全く新たな動作原理の分子選別センサー開発に展開した。

[中期計画]

・単一分子デバイスや分子エレクトロニクスに応用するため、電子・スピン物性に優れた半導体や金属的物性を示す合成有機分子等の新物質探索と物性解明及びナノ配線を実現するための分子と電極との新たな結合手法の探索を行う。

[中期実績]

・電子・スピン物性に優れた新物質探索と物性解明に関して、単一分子性導体については、その電子・スピン物性の制御において分子の立体構造制御が重要であることを明らかにした。電気化学色変化ナノ粒子では、プルシアンブルー型錯体ナノ粒子に有機溶媒系電解液を組み合わせることで、実用水準の耐久性を実現した。ナノ配線を実現するための分子と電極との新たな結合手法の探索に関して、有機テルル分子から形成される自動酸化膜が高いトンネル抵抗、耐電圧性、誘電性を示すことを見いだした。分子ワイヤとしては、ナノスケールの間隙を有する電極を用いて、 π 電子共役系分子の導電性測定を行い、また分子なしのナノギャップのみで安定的なスイッチング素子が構成できることを発見した。

[中期計画]

・化合物半導体、金属、酸化物等のヘテロナノ構造で発現する電荷とスピンが関わる量子現象を解明し、その現象を利用した超高効率ナノデバイスを開発する。また、そのためのナノスケール微細加工・形成技術を開発する。

[中期実績]

・サブミクロンサイズの遷移金属酸化物からなる不揮発性メモリ素子を形成するプロセス技術を開発し、その特性評価を行った。その結果、既存のフラッシュメモリと比較して 1000 分の 1 の低消費電力化に成功した。また素子単体の性能として、実用化を図るうえで十分なレベルのメモリ書換回数、データ保持耐性を実証した。

III-2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

[中期目標]

スイッチング及び発光等の機能の飛躍的向上が期待される新材料の作製及びそのデバイス化技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・スイッチング速度、発光及び耐電圧等でシリコンの性能を凌駕し得る優れた特性を有しながら、材料化やプロセス技術が十分に確立されていない新材料をデバイス化するためには、材料特性の評価、材料の高度化及びプロセス技術の開発が必要である。さまざまな高機能材料のうち、革新的な電子技術を創成する独創的成果が期待される強相関電子材料及び加工の難しさから要素技術の開発が不十分なダイヤモンド材料に関

する技術を開発する。

① 強相関電子技術の開発

[中期計画]

・強相関電子が引き起こす相転移の制御技術、強相関デバイスプロセス技術及び量子位相制御理論等の基礎を確立するとともに、プロトタイプを作製して超巨大磁気抵抗センサ、テラヘルツ全光型スイッチング素子等の強相関デバイスの機能を実証する。

[中期実績]

・強相関電子系に顕著な巨大応答・高速応答・多自由度などの特性を活かして、相転移を利用した相制御材料を探索した。具体的には、鉄系超伝導材料などを研究の対象とした。

電界効果トランジスタ技術・高圧技術などを駆使して、量子臨界点近傍で増強される異常物性を探索するとともに、その物性を評価した。具体的には、遷移金属酸化物の2次元界面や、鉄系超伝導体を含む臨界点近傍の超伝導などを研究の対象とした。

② 新機能ダイヤモンドデバイスの開発

[中期計画]

・各種の応用を目指したダイヤモンドデバイスを実現するために、材料加工技術、表面修飾技術及び界面準位の面密度を 10^{12}cm^{-2} 以下に抑制する界面制御技術の開発を行う。

[中期実績]

・材料加工技術、表面修飾技術及び界面準位の面密度を 10^{12}cm^{-2} 以下に抑制する界面制御技術の開発を行い、ショットキーダイオード等の新原理ダイヤモンドデバイスを開発した。

[中期計画]

・ダイヤモンドの持つ優位性を生かした 10kV 耐圧デバイス、ナノモルレベルの感度を持ち 100 回繰り返し検知可能なバイオセンサ及び紫外線発光デバイス等のダイヤモンドデバイスを開発する。

[中期実績]

・新たなショットキー電極材料として Ru を開発し、エピタキシャル膜の高品質化と合わせて、ショットキーダイオードの 10kV 耐圧を証明した。10nm の超微細剣山構造を有する B ドーパダイヤモンドを電極した電気化学センサーで、2pM の感度を確認し、100 回の繰り返し計測が可能であることを示した。

[中期計画]

・ダイヤモンドのデバイス化に不可欠な大型基板作製のための基盤技術を開発し、1 インチ以上の種結晶を合成する。

[中期実績]

・イオン注入と電気化学エッチングを用いたダイレクトウエハ法を開発し、ウエハを直接製造する技術を完成させた。モザイク型結晶で 6 個の単結晶を組み合わせ 1 インチの種結晶の作製に成功。

III-2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

[中期目標]

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論及びナノスケールデバイスの設計・作製を支援する統合的なナノデバイスシミュレーション技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数 100nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行い、分子デバイスや有機デバイス等の作製を支援する。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応や

ナノ現象等について広範な理論研究を行う。

① ナノ物質の構造と機能に関する理論とシミュレーション技術の開発

[中期計画]

・量子力学及び統計力学に基づくシミュレーション技術を高機能化及び統合化して、ナノデバイス設計のための統合シミュレーションシステムを開発する。

[中期実績]

これまで開発してきた各種の電子状態計算プログラム及び古典分子動力学に種々の外場応答を予測する機能や粗視化機能などを組み込んで高機能化・高度化した。分子集合体のモデリング機能と表示機能を持ち、種々のソフトウェアを統合的に使うことが可能なシミュレーションシステムを開発した。また、様々な材料系やダイヤモンド/BN 超格子の電歪現象等に計算科学的手法を適用して、新たな材料予測等を行った。さらに、GW, DMFT, BS 等の高精度計算手法を発展させ、シリコンなどの現実系に適用した。

[中期計画]

・単一分子を介した電子輸送や単一分子に起因する化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。

[中期実績]

・単一分子架橋系を介した電子輸送問題において、伝導に重要な影響を及ぼす諸因子を理論・シミュレーションにより解明した。分子内部を流れる電流と非平衡分子内フォノンを介した熱流の間の相関を正しく取り扱うための理論を構築し、熱電素子や化学などの問題へ展開した。

[中期計画]

・ナノ材料やナノ流体等の構造及び機能に関する理論を発展させ、実用的なナノ材料設計及びナノデバイス・プロセスモデリングを行うソフトウェアプラットフォームを構築する。

[中期実績]

・ナノ材料の粗視化シミュレーション手法を発展させ、次世代半導体デバイスのプロセスモデリングを可能とするソフトウェアプラットフォームを構築した。ナノ流体プロセスに対して、流路壁における濡れ等に関連した新規な数値計算手法を提案し、マイクロチャネルにおける 2 成分流体の流動挙動を解析可能とする数値スキームを構築した。

[中期計画]

・ナノスケールの理論研究により、量子コンピューティングを実現する新たな構造及び相転移を高速化する光誘起相転移材料の最適組み合わせ構造等の提案を行い、最先端デバイスの開発を先導する。

[中期実績]

・量子コンピューティングを実現する構造に関して、高温超伝導体接合における散逸の影響を抑制する方法を考案し、実験グループとの共同研究により世界で初めて高温超伝導体ジョセフソン接合における巨視的量子トンネル現象の観測に成功した。光誘起相転移に関して、金属錯体材料のナノ粒子化及び表面修飾によってナノスケールで状態を制御する機構を明らかにし、新規エレクトロクロミックデバイスを開発した。

III-3. 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生する CO₂ の削減

[中期目標]

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からの CO₂ 排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発し、エンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等

の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

III-3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

[中期目標]

エンジン等への使用を可能とする耐熱性に優れた軽量合金の鑄鍛造部材に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・輸送機器の重量を軽減することを目的として、実用的な耐久性を持つ鑄鍛造性と耐クリープ性に優れた耐熱軽量合金及びその加工技術の開発を行い、エンジン部材等への使用を可能にする。

① 耐熱性軽量合金の開発

[中期計画]

・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鑄鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鑄造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

[中期実績]

・AC8A 相当の静的高温強度と、AE42 以上の高温クリープ特性をもつ耐熱・難燃性 Mg 合金を開発し、軽量金属材料のエンジン部品を実現するために最適な連続鑄造技術を開発した。ランナレス射出成形法により機械的特性を上げる組織制御技術、加圧成形技術を開発し、鑄造欠陥の少ない高品質な部材を成形する技術を開発した。さらに、た。難燃性 Mg 合金をベースとして粉末法にて新規の溶加材を開発し、Mg 合金板材の TIG 溶接を行い、良好な溶接継手効率を達成できた。Mg 合金の耐食性コーティング技術としてオートクレープを用いた新規蒸気養生法を開発した。

III-3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

[中期目標]

自動車等の輸送機器の軽量化に向け、軽量合金を大型構造部材として実用化するために必要となる冷間塑性加工による薄板材製造技術及び低コストな素形材生産技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・輸送機器の車体等を軽量化するため、冷間塑性加工が可能な軽量合金の薄板材とその加工技術を開発し、低コストの軽量合金素形材の生産技術を実現する。

① 高加工性軽量合金素形材の開発

[中期計画]

・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鑄造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

[中期実績]

・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために最適な連続鑄造技術を開発した。マグネシウム連続鑄造合金等の鍛造データベースを構築し、新規鍛造プロセスによる機械的特性向上に成功した。摩擦攪拌接合により、厚さの異なるマグネシウム合金板材の接合、母材の 90% 以上の継手強度を示す異種材の接合に成功した。鏡面でない表面に Si 含有ダイヤモンド状炭素膜の成膜、及び大型部材への表面処理が可能な蒸気養生法による耐食性向上技術を開発した。

III-3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

[中期目標]

居住者の快適性を確保しつつ省エネルギー化を実現するために、窓、壁及び屋根等の高断熱及び調湿等の機能を持つ建築部材並びにそれらの低コスト化技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・住環境の冷暖房の効率を向上させる高断熱部材の開発、我が国の高温多湿な気候風土に適した「調湿材料」等の居住者の快適性を確保する知能化建築部材の開発及びそれらの低コスト化技術の開発を行う。

① 省エネルギー型建築部材の開発

[中期計画]

・建築物の空調エネルギーを 10%削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミックス壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

[中期実績]

・高性能な新規の調光材料や吸着材料、強度 3 倍以上で難燃性の木質材料、廃棄物含有量が 90%以上の保水タイル等の建築部材を開発し、さらに低コスト化技術を開発した。市販ソフトウェアを使ったシミュレーションとともに季節変化を考慮したシミュレーションにより、窓材の日射制御効果を検証した。

・建築物の空調エネルギー削減のための照明材料の開発について、蛍光ガラスデバイスの基材となる多孔質ガラスの大型化を行い、10cm 角以上のものを作製することが可能になった。また、蛍光ガラスと LED を組み合わせた平面光源を試作してその動作を実証した。蓄光材料については、従来の材料にガラスを複合化する条件についての指針を得ることができた。さらに、新規の蓄光材料として金属をドープしたガラス等を多数試作したが、今回検討した条件では蓄光性能の向上は困難であることを見出した。

III-4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

[中期目標]

国内のものづくり産業の国際競争力強化を支援するため、ナノテクノロジー・材料・製造に関する技術の研究開発力の強化に必要な共通技術基盤としてのインフラを整備する。

[中期計画]

・我が国のものでづくり産業の国際競争力強化を支援するためには、ものづくりの共通基盤ともいえる先端的な計測・加工技術を開発し、これを国内事業者に普及することが重要となる。そのため、ナノレベルでの精密な計測や加工を可能とする技術や設計した機能をそのまま実現する部材などの開発を行う。さらに、これらの技術を産業に移転するための先端微細加工用共用設備の整備と公開運用を行うほか、加工技術の継承と活用を図るためのデータベース等を作成して、公開する。

III-4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

[中期目標]

先端技術のものづくり産業への円滑な導入を図るため、共通に必要な機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価のための技術を開発する。また、産業界及び大学の利用が可能となる加工技術等のデータベース等の整備と運用を行う。ほか、ナノテクノロジーの社会的意義と技術に内在するリスクに関し調査・研究を行う。

[中期計画]

・機能性材料及び先端計測・加工技術の社会への受容を促進するため、共通的また政策的な基盤の整備を行い、ものづくり産業を支援し、国際競争力の強化に資する。また、加工技術の継承と活用を推進することにより、少子高齢化による熟練技術者の不足問題への対策を行う。さらに、製造環境や作業者の状態等を総合的にモニタリングする技術等を開発し、製造産業の安全と製品の信頼性の向上に貢献する。

① 高度ナノ操作・計測技術とナノ構造マテリアルの創成技術の開発

[中期計画]

・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

[中期実績]

・試料形状と光学・電気特性を同時計測できる複合計測プローブ顕微鏡を開発した。極低温、強磁場中での局所(分解能 50nm)光学スペクトル測定に加え、高精度粗動機構によりミリメートルサイズの試料の全体観測を可能とし、量子コンピュータ用半導体ナノ構造中の電子分布を明らかにした。プローブ顕微鏡のデータを解析するシミュレーション・モデリング法を開発した。プローブの非共振振動を用いて液体中で分子を操作しながらその弾性等を計測する手法を開発し、筋肉弾性に関係する分子を解析した。エネルギー分散電子顕微鏡では、窒素、酸素濃度プロファイル(分解能 10nm)計測を可能とし、接着界面での分子の絡まり合いを明らかにした。電子顕微鏡内部のクリーニング法を開発し、高分子中の炭素の高精度分析が可能となった。

[中期計画]

・金属ナノ粒子、ナノコンポジット材料やコポリマー等のナノスケールの微細構造を持ち、特異な物性を発現する新規ナノ材料の開発及び探索を行う。また、ナノ構造材料の形成プロセスと機能的利用を進めるモデリング技術を開発する。

[中期実績]

・特異な物性を発現する新規ナノ材料としてタングステン原子数個から構成される金属ナノ粒子に着目し、通常の金属触媒によっては反応性に乏しい窒素分子を、タングステンナノ粒子によって室温で活性化し、共吸着した水分子の水素と反応して、ヒドラジン、さらにはアンモニアにまで還元されることを明らかにした。またナノコンポジット材料に関しては、ナノスケールで材料を分散させるために不可欠な高せん断成形加工技術確立した。二酸化炭素由来プラスチックの複合化により飛躍的な力学性能の向上に成功し、二酸化炭素の固定化、利用にとどまらず、汎用樹脂代替材料として利用可能な事を明らかにした。

② 新機能部材開発のための基盤技術の開発

[中期計画]

・ナノ結晶粒や準安定相の利用等による高性能なエネルギー変換型金属部材及び鉛を用いない新規圧電体等の低環境負荷型セラミックス系材料に関して、材料設計、作製プロセス及び特性評価方法等を開発する。

[中期実績]

・粉末をベースとしたナノ材料合成、分散技術、界面制御技術、焼結技術などの基盤技術により、エネルギー変換型金属材料や鉛を使わない材料を開発した。ビスマスを少量添加した難铸造性の青銅合金を凍結铸造技術により、民間企業と共同で実用部材形状に適用できる技術にまで高めることができた。また、圧電材料に対しても鉛を含まない材料を開発した。

・高次構造制御等により、優れた電磁氣的、機械的、熱的及び化学的特性を示す有機部材及び有機無機ハイブリッド部材を開発する。

・ケイ素及びホウ素等を含有する有機無機ハイブリッド部材の合成反応について検討を行い、シロキサン系、カルボシラン系、またはボラジン系の骨格と環状・架橋構造を有する新規な有機無機ハイブリッド部材の合成に成功した。また、これらのハイブリッド部材は良好な加工性を有すると共に、一般的な有機系材料と比較して高い耐熱性及び低誘電性等を示すことが明らかになった。共重合反応を利用した極性基含有ポリプロピレンの効率的合成法を確立するとともに、水酸基含有ポリプロピレン及び水酸基含有ポリプロピレンを用いたポリプロピレン系樹脂組成物が、従来にない機械的強度と機能性を兼ね備えた有機部材となることを見出した。有機溶媒や水中に含まれる有機化合物の吸収・吸着機能を有するポーラス構造の高分子ゲルの製造に成功した。均質構造のゲルに比べて水を 1000 倍以上も速く分の時間オーダーで吸収し膨潤することと、フッ素

系界面活性剤等の化合物を吸着することを見出した。また、生分解性を付与することで、焼却せず埋設廃棄が可能なアミノ基含有セルロース系ゲルも開発した。

③ 加工技能の技術化と情報化支援技術の開発

[中期計画]

・加工条件や異常診断等に係わる熟練技術者の技能をデジタル化する手法を開発し、その結果をもとに加工技術データベースを構築する。これらの成果を企業に公開することで、要素作業の習得に要する期間の半減等の企業における人材育成への貢献を実務例で実証する。

[中期実績]

・基盤的な機械部品加工技術を対象に、加工技能者が製造設計に必要な技能・技術、ノウハウ等を抽出・整理し、電子データとしてデータベース化して社内共有する手法を開発した。開発成果を基に鋳造、鍛造、めっき、熱処理の4加工法について、技術・技能の継承支援ツールを開発し、企業の現場に導入して若手人材が各種の問題解決を迅速に行った事例を収集するなど、人材育成における有効性の実証を行った。
・産総研計測技術データベースについては、産総研内の既存のデータベースなどを利用し、産総研内の研究者、機器、研究課題等の技術情報について検索・表示するシステムを構築した。生産現場計測技術データベースについては、マイスター企業が求める現場計測技術に関する情報を収集、データベース化すると共に、計測機器やセンサ等の技術情報は外部のデータベースにアクセス・表示するシステムを構築した。また、計測技術に関する独自技術情報もデータベース化し、これらを統合することで、生産現場における多様な計測関連課題への迅速な課題解決に利用可能な、計測技術情報データベースシステムを開発した。

[中期計画]

・製造業が自社業務に合った設計・製造ソフトウェアを容易に作成することを可能とするプラットフォームを開発して、1000社以上への導入を目指す。さらに、企業の業務形態に合わせて設計・製造プロセスをシステム化・デジタル化する技術を開発して公開し、現場での運用により効果を確認する。また、設計・製造プロセスにおける性能・品質の多面的評価等を行う技術を開発する。

[中期実績]

・高度なIT知識を持たなくても、製造業の技術者が自らITシステムを構築・運用することのできる「MZプラットフォーム」を開発し、普及活動や民間企業への技術移転等により、1034社へ導入した。さらに、製造業におけるITシステム開発で必要となるネットワークシステム構築機能の開発や複合モジュールの整備を行い、16社での実務運用によりIT化推進への効果を確認した。また、設計・製造プロセスにおける多様なシミュレーションを統一的行うため、粒子法をベースとした手法や3次元物理エンジンを活用した方法を考案し、プログラムへ組み込んだ。

④ 安全・信頼性基盤技術の開発

[中期計画]

・製造環境等のモニタリング用として、 H_2 や VOC 等の雰囲気ガスや温度を高感度かつ選択的に検出するセンサを開発する。また、作業者の状態を総合的にモニタリングし、作業の安全性と信頼性を保つための予測技術を開発する。

[中期実績]

・製造環境等のモニタリング用として、 $0.5\text{ppm}H_2$ が検知可能な長期安定性に優れる水素センサ、数十 ppb のアルデヒドをその場計測可能な VOC センサ、数十 ppmCO を検知可能な高速応答 CO センサといずれも世界トップレベルのセンサの開発に成功した。また、広い温度範囲で従来より2倍高感度な赤外温度センサを開発した。作業者の状態モニタリングに関して、小型携帯可能な呼気中 H_2 計測システム、ワイヤレス型の心電および脈波計測システムを開発するとともに、これらのセンサ出力からリアルタイムで疲労度を判定することで疲労状態の予測を可能にする時系列データ解析手法を実現した。

[中期計画]

・MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

[中期実績]

・通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスとして、超低消費電力デジタル MEMS センサを搭載した消費電力数 μW のイベントドリブン型無線センサ端末を開発した。またこの端末を用いて、実験鶏舎等での健康管理などへの応用が可能なアニマルウォッチセンサネットワークシステムのプロトタイプを構築し、その有用性を実証した。

[中期計画]

・プローブ特性やデータ処理方法を改良した計測システムの構築により、大面積部材の非破壊検査が現状の 10%以内の時間で可能となる技術を開発する。

[中期実績]

・渦電流探傷法等電磁気的手法に関して、計測した非破壊検査データから逆フーリエ変換等を用いて欠陥を再構成するプログラムを開発することにより、大面積部材の非破壊検査が現状の 10%以内の時間で可能となる非破壊検査システムを開発した。

⑤ ナノテクノロジーの社会影響の評価

[中期計画]

・ナノテクノロジーの社会影響について、意識調査も含めた総合的な調査を実施して、その結果を広く公表して施策の提言等に資する。ナノテクノロジーの技術的側面と社会的意義及び潜在リスクをバランス良く整理したナノテクについての教材を開発して普及を図る。

[中期実績]

・一般市民を対象としたナノテクノロジーに関する意識調査の結果を分析した報告書を公表した。一般市民を対象としたフォーカス・グループ・インタビューを行い、調査報告書を公表し、研究開発に対する社会からのインプットのあり方を提言した。ナノテクノロジーに関する各種国際会議において社会的責任、倫理的側面、人材育成、リテラシー向上のための施策などについて討議し、提言を行った。高い意識と広い視野をもつ若手研究者を育成するため、アジアナノテクキャンプを実施した。ナノテクノロジーの普及のため、基本的な用語の定義を明確化する国際的な取り組みに参加し、国際規格作成とその国内への普及に貢献した。特に、炭素ナノ材料の用語規格作成を日本から ISO/TC229 委員会に提案し、国際討議をリードし、規格案をまとめ上げた。

III-4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

[中期目標]

産業界及び大学の外部研究者及び技術者の利用が可能な最先端微細加工用の共同利用施設を整備する。

[中期計画]

・ナノテクノロジーや MEMS 作製に必要な最先端の微細加工施設を整備し、産業界及び大学の研究者と技術者が利用可能な仕組みを整え、微細加工のファウンドリ・サービス等を実施して、横断的かつ総合的支援制度を推進し、産業界の競争力強化と新産業創出に貢献する。

① ナノプロセッシングファウンドリ・サービスの実施

[中期計画]

・共用ナノプロセッシング施設をさらに拡充・整備し、支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。

[中期実績]

・社会と産総研が共有する基盤プラットフォームとして、ナノプロセッシング施設を中心とした共用施設の拡充・整備を進め、年間 100 件を超える研究開発支援と、若手研究者のキャリアパス多様化促進を含め年間 100 名を超える受講生に対するスクール開催を継続的に実施した。また、産総研内の共用施設ネットワークと、利

用者への課金制度を構築した。さらに、産総研外の連携機関・施設とのネットワーク化も推進し、つくば市内、国内、米国 DOE 傘下機関との連携体制を構築した。

② MEMS ファウンドリ・サービスの実施

[中期計画]

・共用 MEMS プロセッシング施設をさらに拡充・整備し、産総研内外に公開することで、プロトタイピングを迅速に行うなどにより、研究者・技術者への研究開発支援を行う。

[中期実績]

・共用 MEMS 製造プロセス設備整備を行い、産総研内外に公開することで、異分野の技術者が交わる技術の融合場所を提供し、MEMS 関連技術者の育成および産業化促進に貢献した。

III-5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

[中期目標]

機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価の基盤技術を医療等へ応用展開するため、横断的研究を推進する。

[中期計画]

・ナノテクノロジーの基盤技術をバイオテクノロジーへ応用展開し、医療技術等に革新的な進歩をもたらすための融合的な研究開発を行う。そのため、ナノスケールの計測・分析技術等を駆使して、生体分子間の相互作用等の解析を行い、その人工的な制御を可能とする。また、計算機の利用技術の開発によってナノスケールの生体分子のシミュレーションを実用化し、創薬等に寄与する。

III-5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

[中期目標]

ナノ材料の化学特性を利用したドラッグデリバリシステム等ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

① バイオインターフェース技術の開発

[中期計画]

・標的指向ドラッグデリバリシステムの効果を前臨床段階で確認し、製薬企業への技術移転を図る。

[中期実績]

・標的指向ドラッグデリバリシステム (DDS) 粒子が炎症部位、白血病細胞、血管形成部位、血流低下部位 (虚血部位) に集積し、粒子に内包してある薬剤の薬効を飛躍的に増強させることを疾患動物を用いて証明した。さらに疾患動物実験では DDS 粒子を用いて治療を行い、治療効果が上昇することを確認し、技術移転のため製薬企業への技術移転を図った。

[中期計画]

・生体適合セラミックスのナノ構造を制御する新規形成プロセスの開発を行い、人工骨や経皮デバイス等へ応用する。

[中期実績]

・従来よりも簡便でナノ構造制御可能なアパタイト複合体の形成プロセスを開発した。同プロセスにより形成さ

れるアパタイトと生理活性物質(タンパク質、抗菌剤、遺伝子)のナノコンポジットを、経皮デバイス、遺伝子導入システム、スキャッチホールド等に応用した。

[中期計画]

・微小流路における流体现象を活用した診断用チップの実用化を図る。また、超臨界流体の特異性を利用した局所的化学プロセスを開発し、高効率流体化学チップを実現する。

[中期実績]

・微小流路内でのさまざまな化学反応特性、特に熱力学的特性を明らかにするとともに、マイクロデバイスに適用し、診断チップをはじめとする臨床診断技術への応用を図った。また、超臨界二酸化炭素を溶媒とするマイクロ反応システムを試作し、極微量送液と減圧技術、マイクロミキサなど高効率流体化学チップの基盤を確立した。

② 原子・分子レベルのバイオシミュレーション・モデリング技術の開発

[中期計画]

・これまで開発してきたフラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を発展させ、2 万個程度の原子からなるタンパク質のような巨大分子の電子状態計算を可能にする。さらに、他のシミュレーション手法と組み合わせ、タンパク質工学や創薬における分子設計への適用を実現する。

[中期実績]

・フラグメント分子軌道法(FMO 法)を開発して、20,593 原子の光合成タンパク質(rhodospseudomonas viridis)について適用し、AIST スーパークラスターの 600cpu を用いて基底状態を Restricted Hartree-Fock(RHF)法で計算した。さらに、励起状態を RHF-CIS 法で計算する事に成功した。さらに、高精度計算手法、時間依存 DFT 法、溶媒和近似などを組み込んで、GAMESSに組み込まれたソフトを毎年バージョンアップし、最新版を世界に発信した。さらに、FMO 法と他の種々の計算手法を組み合わせ、酵素反応や DDS(薬剤配送システム)に展開した。

IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

[中期目標]

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来とも実現していくため、産業活動や社会生活の環境への負荷を低減するとともに、これらの活動や生活の源になるエネルギーの需要や供給を CO₂ の排出量を削減しながら安定的かつ効率的なものとしていくことが求められている。このため、我が国における産業活動に伴い発生する環境負荷の低減を目的として、環境評価・保全技術、環境に調和した国土の有効利用及び化学産業の環境負荷低減技術に関する研究開発を実施する。また、CO₂ 排出量の削減及びエネルギーの安定供給確保を目的として、再生可能エネルギー、燃料電池等の分散エネルギー源とそのネットワーク化技術及び産業・運輸・民生部門の省エネルギー技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来にわたって維持していくためには、産業活動に伴い発生する環境負荷を極力低減させつつ、エネルギーの安定供給を確保することにより、社会、経済の持続可能な発展を実現させていくことが求められる。このため、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る観点から、環境予測、評価及び保全技術を融合させた技術により、環境対策を最適化する。また、地圏・水圏循環システムの体系的理解に基づいて、環境に調和した国土の有効利用を実現するとともに、エネルギーと資源の効率的利用によって、化学産業の環境負荷低減を促進する。エネルギーの安定供給確保を図る観点から、燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワークを構築するとともに、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーを導入し、エネルギー自給率を向上させ、CO₂ 排出量を削減する。加えて、産業、運輸及び民生部門の省エネルギー技術開発により、CO₂ 排出をさらに抑制する。

IV-1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

[中期目標]

種々の環境変化に対応した環境対策の最適解の提案を目指し、環境計測、リスク評価、環境負荷評価及び環境浄化・修復・保全に関する技術の統合的な研究開発を実施する。

[中期計画]

・環境対策の最適解を提供する新しい技術を創造するためには、評価技術及び対策技術の双方を高度化しなければならない。このうち、評価技術においては、化学物質リスクの評価に基づいた環境対策を提案する技術と環境負荷の評価に基づいた環境対策を提案する技術の両方を確立する必要がある。前者に対しては、最適なリスク管理を実現するための技術を、後者に対しては、生産・消費活動の最適解を提案できる技術を開発する。また、対策技術においては、環境汚染の拡大を未然に防止する技術が必要である。このため、汚染の早期検出及び経時変化を予測できる環境診断・予測技術及び汚染を効率的に除去するリスク削減技術を開発する。

IV-1-(1) 化学物質の最適なリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

[中期目標]

社会、行政及び産業のニーズに対応し、30種類以上の化学物質に関する詳細なリスク評価を実施する。また、代替物質や新技術による生産物等の評価手法及び複雑なリスクの相互依存関係に対応できる多面的なリスク評価手法に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・化学物質の最適なリスク管理を実現するため、リスク評価の概念を普及させるとともに、評価と対策の融合を含む総合的なリスク評価技術とそれを用いた管理手法を開発する必要がある。リスク評価の概念普及のためには、既存物質について詳細なリスク評価を実施して公開するとともに、代替物質や新技術による生産物等のリスク評価も実施する。総合的リスク評価のためには、従来困難であった多面的な評価に基づくマルチプルリスク評価技術を開発する。化学物質のうち、火薬類や高圧可燃性気体等については、利用時における安全性の確保も重要な課題である。このため、安全性評価基準等の国際的統一化に向けた研究開発を実施するとともに、構造物等の影響を考慮した評価技術を開発し、燃焼・爆発被害を最小化する技術を開発する。

① マルチプルリスク評価手法の開発 (IV.1-(2)-①を一部再掲)

[中期計画]

・リスク対ベネフィットを基準とした管理手法を広く普及させるため、化学物質リスクによる損失余命に生活の質という観点を組み込んだ新しい評価手法及び不確実性を含んだ少ないデータからリスクを推論する手法を開発する。

[中期実績]

・化学物質のリスクの適切な管理のために、医療分野で使用されている質調整生存年数(QALY)を指標としたリスクの定量化による化学物質リスク評価手法を確立し、実際のリスク評価に適用した。また、情報の少ない化学物質にも適用するため、排出量推計、曝露推計、有害性の推論における不確実性を取り込むための手法を開発し、これを室内濃度推計や用量反応関係の評価に適用した。また、ベネフィットの評価について、これまで対象としていなかった利他的なベネフィットについて、同時代のものと次世代のものを割引率を適用して同時に扱う枠組みを提案した。

[中期計画]

・30種類以上の化学物質について詳細リスク評価書を完成させ、公表するとともに、社会とのリスクコミュニケーションの中でリスク評価手法を改善し定着させ、行政、産業界での活用を促進する。また、これまで開発してきたリスク評価・解析用ツールを公開し、行政、産業及び教育の場で広く普及させる。

[中期実績]

・目標とした 30 種類の化学物質の詳細リスク評価書を完成させ、その大部分を書籍として出版した。さらに、国際的に注目されている 10 物質については英語版を作成し、研究部門のウェブサイト上で公開した。これらの評価書及び掲載されている評価手法は、産業構造審議会などの化学物質管理に係る審議会・委員会等、国や地方自治体における行政での利用に加えて、産業界における化学物質管理の現場においても、広く活用される実績を築いた。

また、AIST-ADMER や Risk Learning 等の環境リスク評価ツールのソフトウェアに加えて、カーボンフットプリントや災害事故事例等のデータベースを研究部門のウェブサイトで公開し、無償で利用できるようにした。これらのソフトウェアやデータベース類には、継続的に多くのダウンロード及びアクセスがあり、国や地方自治体での行政機関や、産業界、教育現場において、広く普及させた。

[中期計画]

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

[中期実績]

・統計的推論と QSAR に基づくヒト健康と水生生物への毒性推定手法のプロトタイプを開発するとともに、化学物質のヒト健康と生態へのリスクをそれぞれ統一指標で推定する手法を開発した。さらに、屋内外環境動態モデルに加えて、環境排出量推計と農・畜産物経由の暴露評価の手法も併せて開発した。これらの手法開発により、多様な経路で暴露する多物質を対象とする包括的リスク評価を可能にした。また、難燃剤の詳細リスク評価において、リスク管理・対策事例を収集し、共通フォーマットで取りまとめ、事例データベースの枠組みを決定した。

[中期計画]

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

[中期実績]

・物質代替に伴うリスクトレードオフ評価のためのツールとして、排出量推定手法、室内暴露量推定ツール、環境動態モデル及び環境媒体間移行暴露モデル、毒性等価係数推論手法等を用いて暴露と有害性情報を補完する技術を開発した。さらに、事業者が未規制物質の中からの代替品選択の意思決定支援のため、難燃剤と工業用洗浄剤のリスクトレードオフ評価書と室内暴露評価と費用推算に関する技術評価指針を作成した。

[中期計画]

・環境中でのナノサイズ物質の反応・輸送特性を解析できる粒子計測・質量分析技術を開発するとともに、ナノテクノロジー等の新規技術体系により作られる物質に対し、社会への導入以前にそれらの物質に内包されるリスクを事前評価する手法を開発する。

[中期実績]

・フラーレン(C60)やカーボンナノチューブ(CNT)の体内残存量の質量分析技術を開発するとともに、フローチャンバーと流体モデル解析を組み合わせ、環境中ナノ粒子の反応・輸送特性の解析系を構築した。また、新規技術体系により作られる物質の事例研究として二酸化チタン、C60、CNTを取り上げリスク評価を実施した。開発されたリスク評価や許容濃度導出の考え方を社会に発信するため、リスク評価書の中間報告版を公開した。さらに、ナノ材料の *in vitro* 試験におけるエンドキシン測定法を ISO に提案し、国際規格原案(ISO/DIS 29701)とした。

② 爆発の安全管理技術の開発 (IV.1-(2)-①を一部再掲)

[中期計画]

・火薬類や高圧可燃性気体等の燃焼・爆発性危険物については、評価基準等の国際的統一化(GHS)が急速に進んでいることから、国連試験法を改定するとともに、我が国の実情に則した小型かつ高精度で国際的に

も利用可能な試験法を開発する。これら新規試験法により取扱技術基準の資料となる各種保安データを蓄積する。

[中期実績]

・火薬類や高圧可燃性気体等の燃焼・爆発性危険物の安全性評価について、カナダの国立爆発物研究所(CERL)との共同研究により、国連試験法の代替試験法として小型かつ高精度な爆薬中間体の改良密閉容器加熱試験を開発し、国際専門家会議で公表した。また、経済産業省主催の野外大規模実験を継続実施して保安データを取得・蓄積し、技術基準作成及び規則改正に貢献した。

[中期計画]

・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

[中期実績]

・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、衝撃波の高精度捕捉アルゴリズムを用いた爆発現象予測コードを独自に開発し、爆発実験とともに複雑な地形や構造物に適用して、防爆壁等の被害最小化条件を明らかにした。また、国内外の災害事例や原因、教訓を抽出した事故進展フロー図を拡充したリレーショナル化学災害データベース(RISCAD)を英語版を含めて継続的に運用した。さらに、煙火原料火薬類等の元素組成、生成熱、粒度分布、爆発感度、爆発威力等の諸特性を再評価し、産総研 RIO-DB として公開・拡充した。

IV-1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

[中期目標]

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響を統合的に評価するライフサイクルアセスメント技術に関する研究開発を実施するとともに、その結果の普及と利用を推進する。

[中期計画]

・生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響の統合的な評価手法として、ライフサイクルアセスメント(LCA)技術を開発し、広く普及させるとともに、LCA の方法論の適用対象を拡大する必要がある。このため、独自に開発したLCA実施用ソフトウェアを国内外に普及させるとともに、LCA 研究の国際的なネットワークを構築する。適用対象の拡大については、企業や自治体等の組織の活動及び地域施策をLCA の方法論に基づき評価する手法を開発し、組織の活動計画の立案過程にその評価を導入する。

① 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

[中期計画]

・最新の成果であるLCA実施用ソフトウェア(AIST-LCA、ver.4)の、我が国及びアジア諸国への普及を加速するとともに、ソフトウェアの改良のため、素材・エネルギーに関する100品目以上のインベントリ(環境負荷項目)データの更新・拡充及び1,000人規模の調査等による社会的合意に基づいたインパクト評価手法を確立する。

[中期実績]

・1000人規模の調査によりデータの詳細に再検討し、統計的に社会的合意に基づいていることを確認したインパクト評価手法としてLIME2の開発を完了した。さらにLCAソフト及びLIME2普及促進に向けた活動を行った。12社と連携したLIME2研究委員会を組織化し、先行事例研究を積み上げた。その結果はLCA日本フォーラムのセミナーにて紹介した。また、LIME2のガイドブックを発行し、LIME2の解説と実施者との技術交流を目的としたワークショップも継続的に開催するなど、LIME2の普及に努めた。さらに、国内外のLCIA研究者と連携して、アジア版LIME開発に向けた検討も開始した。インベントリデータは、樹脂・繊維・ゴム類65項目、化学基礎製品等248項目、鉄・非鉄金属等82項目、廃棄・リサイクル工程等83項目、その他ユーティリティ類14項目、その他産業別データ(自家発電、蒸気、焼却処理、排出物処理など)475項目

の更新拡充を行った。改良した LCA ソフトウェア AIST-LCA については、さらにアジア諸国への普及を加速化するため英語版を開発し、タイやマレーシアなどのアジア各国に本ソフトウェアを用いた LCA の技術指導を行った。

[中期計画]

・従来の製品評価型 LCA をベースに、企業活動、地域施策及びエネルギーシステムのインベントリとその影響並びに環境効率(価値/環境負荷)を組み入れた新しい LCA 評価法を開発する。また、この評価法を企業、地方自治体等の活動計画や政策立案に複数導入する。

[中期実績]

・LCA により廃棄物処理、バイオマス利活用、街づくりといった地域施策立案を評価し、地方自治体の環境施策立案に貢献した。具体的には、メタン発酵処理、ごみ焼却処理の環境負荷・コスト比較を元に、市町村合併も考慮し、千葉県、岩手県の可燃ごみ処理における適切な処理技術、立地、広域処理圏の設定、効果について環境影響とコスト検討を行った。さらに地域施策の環境効率を、「施策の便益」をステークホルダー別に表明選好法から、また「環境負荷」を LIME から算出し、三重県の生活施設誘致事業に適用した。

複数の施設構成の異なる計画案を住民と企業従業員ごとに比較評価し、環境対策実施の効果を定量的に示した。これらの活動実績を通して開発した手法を実務書としてまとめた。

[中期計画]

・日本と密接な関係を有する国々との LCA 研究に関するネットワークを強化し、当該分野での国際的拠点として先導的な役割を果たすため、APEC 地域を中心としたワークショップを開催するとともに、UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブ、GALAC(世界 LCA センター連合)及び LCA 関連の ISO において主体的に活動する。

[中期実績]

・アジア地域のネットワークを強化するため、APEC ワークショップを開催した。また、UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブの意志決定機関であるインターナショナルライフサイクルパネルを東京で開催し、世界のキャパシテビルディングに貢献した。ISO では、環境効率の議論に参加し、またカーボンフットプリントに関する新たな作業へ日本代表を送った。これらの活動は、2010 年 2 月のカーボンフットプリントに関する ISO 会議の東京開催に貢献した。さらに、エコバランス国際会議に実行委員を送り世界の LCA 研究を先導した。

IV-1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

[中期目標]

環境汚染を早期に発見し、汚染の拡大を防止するとともに、環境浄化・修復の効果を評価するため、環境負荷物質の極微量検出を可能とする計測技術の研究開発を実施する。また、CO₂ 等の産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策技術の評価に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・環境問題の発生を未然に防止するには、環境汚染を早期に検出するとともに、汚染防止対策の効果を確認して次の対策へのフィードバックを可能とする環境診断技術が必要である。また、得られたデータに基づき、環境の変化を予測し、対策の有効性を推定できる技術が必要である。このうち、前者に対しては、第 1 期に確立した計測要素技術をベースにして、高感度な水質監視や大気監視が可能なモニタリング技術を開発するとともに、微生物を利用した環境モニタリング技術を開発する。後者の予測技術に対しては、産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策が緊急の課題であるため、CO₂ やフッ素系化合物の環境影響評価手法及び温暖化対策技術の効果を評価する手法を開発する。

① 環境診断のための高感度モニタリング技術の開発

[中期計画]

・水中の毒性量を評価する水質監視技術確立のため、毒物応答速度や再現性が悪い魚等を利用した既存システムに代わり、応答速度 30 分と分析誤差 10%を有する微生物等の分子認識系を抽出・固定化した毒物セ

ンサを開発する。

[中期実績]

・水中の毒性量に応じて生体応答が変化する生体素子を微生物細胞から複数見出し、電極表面に固定化して毒物センサを構築し、複数の特定毒物(シアン、有害有機物質等)に対して30分以内に分析誤差10%以下で応答するセンサの開発に成功した。また、水中の鉛やヒ素などの重金属を対象に、新たに光反応による前処理法を開発し、測定妨害有機物の分解や測定金属の化学形態の統一化を10分以内の短時間で可能とした。この前処理法と水銀を使用しない電気化学検出法を組み合わせ、従来法と比較して有害試薬量を1/10以下に軽減し、かつ30分以内で迅速測定できるオンラインモニタリングシステムを構築した。

[中期計画]

・レジオネラ等の有害微生物を迅速に検出するため、従来、培養法で数日間、DNA利用法でも数時間を要する分析を、数十分以内で分析可能な電気泳動とマトリックス支援レーザー脱離イオン化法質量分析装置(MALDI-MS)を利用した分析技術を開発する。

[中期実績]

・レジオネラ等の有害微生物を短時間に選択的に染色し、共存微生物群から分離して検出する手法を、レーザー励起蛍光検出型キャピラリー電気泳動法で確立し、分析時間を約30分にまで短縮した。また、MALDI-MSを利用した株レベルでの微生物の迅速識別では、バイオマーカーピークを高感度で検出する前処理条件を最適化し、遺伝子解析法では株レベルでの識別が困難であった微生物を30分以内で系統分類するためのデータベースを作成した。

[中期計画]

・細胞内の分子形態や遺伝子発現を利用して、化学物質の有害性を評価するトキシコゲノミクスの分析法の確立のため、電気泳動及びプラズマ質量分析法による細胞中元素の分子形態が識別可能な分析装置の開発及び微量試料のマイクロ流体システムに電気化学活性マーカーを有するプローブによる遺伝子検出チップ等を組み込んだ細胞中遺伝子の網羅的解析システムを開発する。

[中期実績]

・元素の分子形態別分析装置に関しては、ヒ素等を電気泳動法等で形態別に分離し、これをプラズマ質量分析装置に効率よく導入できるインターフェースを開発することによって、細胞抽出液など微量試料の分子形態別分析装置を開発した。遺伝子解析システムに関しては、電気化学活性マーカーを有する分子の立体構造変化に基づく遺伝子プローブを開発し、約3倍の感度向上を達成した。これらのプローブを搭載する集積電極の集積度を半導体加工技術によって約40倍向上させた。また、高密度迅速分注機を開発して微量のプローブを集積電極上へ精確に固定化することを可能とし、多数の遺伝子の同時検出を可能とする網羅的システムを構築した。さらにマイクロ流路と一体化することで、分析に必要な試料量を10 μ Lまで削減可能とした。また、当初計画にはなかったが、本分注機をMALDI-MS技術と融合し、従来より約5倍の質量精度で検出できることを見出した。

[中期計画]

・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

[中期実績]

・複数のセンサによる測定で生じる相互干渉を抑制できる発振回路と水晶振動子センサ素子を開発した。この発振回路と水晶振動子センサ素子とセンサ表面修飾技術を用いて、水溶液中で連続測定が可能な流路型水晶振動子免疫センサシステムを実用化した。応答速度を既存の1/2以下の実現は困難だったが、流路型連続測定の導入によって、複数試料の分析速度を従来のバッチ方式より2倍以上に向上させた。また、一つの水晶板上で2つの電極を持つツインセンサの導入で測定時の外乱要因を除去することで、従来は溶液中での測定が困難だった9MHzの水晶振動子センサよりも検出感度が10倍高い30MHzの水晶振動子センサで溶液中の測定に成功した。

② 地球温暖化関連物質の環境挙動解明とCO₂等対策技術の評価

[中期計画]

・CO₂ 海洋隔離の環境影響に対する定量的評価法確立のため、海洋炭素循環プロセスを解明するとともに、CO₂ 海洋隔離時の環境モニタリング手法及び国際標準となる海洋環境調査手法を確立する。また、CO₂ の海洋中挙動を予測するため、海洋の中規模渦を再現可能とした数 10km の分解能を持つ海洋循環モデルを構築し、現実地形の境界条件、CO₂ 放出シナリオや生物・化学との関連等を統合した予測シミュレーション技術を開発する。

[中期実績]

・海洋の物質循環過程に対する CO₂ 海洋隔離の影響を解明するため、CO₂ 濃度の増加および酸性化が、炭酸カルシウム沈降粒子の溶解速度に及ぼす影響を室内実験により取得するとともに、西部北太平洋海域における炭酸化学種、沈降物質フラックス等を観測し、データベースを作成した。これらのデータを海洋隔離の数値シミュレーション(5,000 万トン/年×30 年間、11km×11km の分解能)に適用し、溶解促進に伴う CO₂ 輸送量の減少は最大でも現状の 0.5%に留まるという結果を得た。一方、粒子状有機物および溶存有機物の分解(CO₂ への回帰)プロセスに対する影響を調査し、海洋隔離による酸性化が有機物を分解する微生物群集に大きな影響を及ぼす可能性を示した。すなわち、酸性化によって一部の有機物分解酵素活性と細菌類の代謝活性が低下し、海洋における有機物の滞留時間が長くなること、並びに微生物の群集組成が変化して古細菌が優先することが示唆された。このため、古細菌による CO₂ 固定能に関わる新規測定法を提案し、海洋隔離の環境影響評価における生物・化学指標として古細菌の重要性を提案した。

[中期計画]

・クリーン開発メカニズムにおける植生の炭素固定量を評価するため、地上観測データと衛星データを統合的に解析する技術の開発により、現状 50-100%である炭素収支推定誤差を半減させ、アジアの陸域植生の炭素収支・固定能の定量的マッピングを行う。また、CO₂ 排出対策効果の監視の基本的ツールを提供するため、地域・国別 CO₂ 排出量変動の識別に必要な数 100km の空間分解能を持つ CO₂ 排出量推定手法(逆問題解法)を開発する。

[中期実績]

・森林における炭素固定量測定の大きな誤差要因の一つである複雑地形の影響による誤差を補正するため、放射性希ガスで土壌から発生するラドンを用いる手法を開発した。高精度でポータブルなラドン計を開発するとともに岐阜県高山市の複雑地形観測サイトでの観測から、斜面下降流の発生頻度とラドン濃度を分析し呼吸量を補正することにより、炭素固定量の測定誤差を現状の半分程度にすることができた。センサーネットワークの標準技術を利用して地上観測データを用いて衛星観測データから求めた植生指標を修正する手法により、インドシナ半島の陸域植生の炭素収支マッピングを行った。定期航空機が観測した二酸化炭素濃度から、全球を 64 の領域に分割したフラックスの推定を行った。年平均フラックスで数百 km の分解能を目標としていたが、フラックスの時間変動影響がより重要との認識から、空間の分解能は数千 km(64 領域)に留め、時間分解能を年平均から週単位へ向上させた解の推定法を開発した。

[中期計画]

・都市高温化(ヒートアイランド現象)と地球温暖化の相互関係を評価する手法を構築するため、都市気象モデルと都市廃熱モデルの連成モデルを開発する。また、モデルにより都市廃熱の都市高温化を評価する手法を構築するとともに、廃熱利用や省エネルギー対策の都市高温化緩和に対する効果を定量的に評価する。

[中期実績]

・広域の外部気象条件を合理的に都市モデルに取り込むルーチンを作成し、都市高温化に対する地球温暖化の影響を具体的都市で検討した。まず、廃熱や省エネルギー等のエネルギーシステムを考慮しない場合について工場、住宅、業務の各特徴的街区について温暖化の影響を分析した。次に、連成モデルを用いた街区規模での廃熱利用や省エネルギー対策評価をエネルギー系民間会社との共同研究で実施した。K市を対象とした街区レベルの総合的エネルギーシステムと都市高温化との関係を年間で評価できるモデルを開発し、街区の実測温度との比較で高い相関係数を得た。

[中期計画]

・フッ素化合物の適切な使用指針を示すため、第 1 期で開発したフッ素系化合物の温暖化影響評価・予測手

法を改良し、省資源性、毒性、燃焼特性等の要素を考慮した総合的評価・予測手法を開発する。

[中期実績]

・温暖化評価手法の改良として、気候変動を時間軸で示す手法を改良し、大気温度変化を軸とした新手法を開発した。また、気候変動を単一指標で表す手法も開発した。資源評価については、原料コスト等を考慮した評価を行った。これらに燃焼性評価も加えて総合的に判断することで、フッ素化合物の指針を作成し、冷媒、洗浄剤、発泡剤、半導体クリーニングガス等の用途の化合物の選択に貢献することができた。

・フッ素化合物の燃焼性評価について、フッ素系及び非フッ素系化合物単体とそれらの混合系の燃焼限界及び燃焼速度の測定を行うと共に予測手法を開発した。また、工業洗浄剤及び発泡剤については種々の物性測定や評価を行い、有力な候補化合物を見出した。

IV-1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

[中期目標]

汚染された大気・水・土壌の浄化、修復及び保全を目指し、揮発性有機化合物(VOC)、難分解性化学物質及び重金属等の汚染物質の処理技術に関する研究開発を実施する。また、廃棄物の集中する都市域における最終処分量の削減と資源循環の適正化に有効なリサイクル技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・リスク評価や環境負荷評価に基づいた事前対策によって、有害化学物質のリスク削減を実現するためには、従来の環境浄化・修復技術に加えて、潜在的な問題性が認識されていないながら有効な対策がとられていない小規模発生源による汚染、発生源が特定困難な汚染及び二次的に生成する有害化学物質による汚染に対処可能な技術の開発が必要である。このため、空気、水及び土壌の効率的な浄化技術を開発する。また、小型電子機器など、都市において大量に使用されながら、効果的なリサイクル技術が確立していないために、廃棄物による潜在的な環境汚染の可能性のある製品等の分散型リサイクル技術を開発する。

① 環境汚染物質処理技術の開発

[中期計画]

・揮発性有機化合物(VOC)の小規模発生源を対象とし、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100ppm濃度のVOCの分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性のVOCを吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

[中期実績]

・プラズマ法と触媒との複合化を試み、1)一段式複合システムでは有害副生成物を副生することなく濃度400ppmのVOCを分解できる手法を、2)また二段式複合システムでもプラズマ単独法と比較して約2倍の電力効率で濃度200ppmのVOCを分解でき、かつ有害物質の発生を抑制する手法の開発に成功した。産総研のベンチャーとの共同開発により、通電加熱方式の吸着回収装置を完成し、現場で性能を実証した。高周波加熱方式のプロトタイプ機を世界で初めて試作し、期待通りの性能を確認した。さらに、高吸着能と易脱着能を併せ持つ吸着剤の開発にも成功した。

[中期計画]

・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40%の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

[中期実績]

・水中の難分解性化学物質等を処理するため、ベトナム染色工場で使用するオゾン分解併用型生物処理装置(2m³/日規模)の設計・製作及び現地搬送を行った。連続試験の結果から、生物・竹炭処理に加えてオゾン処理を行うことにより、色度除去が可能であることを明らかにした。従来法に比べて40%の省エネルギーを実証するとともに、コスト評価でも当初の計画を達成した。また、シクロデキストリン誘導体を吸着剤とした分離膜を合成し、実験室レベルの連続処理プロセスを組み立て、性能を評価した。

・再生水の有効利用のための分離膜を組み入れた小規模膜浄化装置について、企業をコアとする連携研究

体を設立して装置を開発し、現場に導入して試験を行った結果、装置性能を実証することができた。

・活性化活性炭を微生物担持体として利用する水処理技術を開発した。梅調味廃液を8日間で10mg/L(BOD)まで浄化するミニプラントを安定に運転できた。酪農廃水を7日間で20mg/L(BOD)まで浄化できるプラントを建設し安定的に運転できた。

[中期計画]

・環境修復技術として、空気浄化については、ホルムアルデヒド等空気汚染物質の浄化が室内においても可能な光利用効率10倍の光触媒を開発する。また、発生源に比べ1桁以上低い有害物質濃度に対応するため、水質浄化については、超微細気泡及び嫌気性アンモニア酸化反応を利用し、土壌浄化については、腐植物質や植物等を利用することにより、各々処理能力を従来比3倍とする浄化技術を開発する。

[中期実績]

・含窒素有機錯体を出発物質とする窒素置換型可視光応答性光触媒を開発し、大気汚染物質としてのNO_xを従来比11倍で処理することに成功した。ホルムアルデヒド等の室内空気汚染物質についても有効であることを確認した。

・超微細気泡の利用により、難分解性といわれるポパール排水の効率的処理、フェノールの分解ならびに臭素酸の除去に成功した。また、実験池と上水用ため池を利用したマイクロバブル浄化試験を行い、20万トンクラスのダム湖において8月の夏場においても低層域の貧酸素状況の改善に成功し、底泥からの栄養塩の溶出抑制・アオコ類の発生防止を可能とした。

安定同位体で標識したアンモニア又は亜硝酸をトレーサーとする迅速・簡便な測定技術を開発し、極めて低濃度でのアナモックス活性測定を可能にした。活性は亜硝酸濃度に伴って上昇するが、一定以上の亜硝酸濃度で阻害されることを解明した。

・土壌浄化技術については、植物の品種改良を進め、生育速度が大きく、重金属吸収量を向上させた耐環境性の高い新品種を開発した。この品種は従来比約2倍のカドミウム吸収能力と、鉛など他の重金属も同等以上に吸収する能力を有している。また、最良の育苗期間と栽培期間(浄化期間)を見出して重金属の吸収効率も従来の2倍に向上させた。品種改良と併せて、植物による土壌浄化能力は従来比4倍を達成した。

[中期計画]

・フッ素系の界面活性剤として多方面で使用されているパーフルオロオクタン酸(PFOA)等難分解性化合物の環境中での動態を解明するとともに、光触媒等を利用した2次生成物フリーの安全な分解処理技術を開発する。

[中期実績]

・PFOAのヘンリー一定数を決定し、大気経由の長距離輸送が無視できないことを示した。PFOA等のパーフルオロカルボン酸類についてはペルオキシニ硫酸イオン(PDS)+光又は温水反応、鉄イオン+光触媒反応を、パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)等のパーフルオロアルキルスルホン酸類については鉄粉+亜臨界水反応を実施し、それぞれフッ化物イオンまで効果的に分解することを見出した。前駆体である不飽和カルボン酸類、及び代替物質であるパーフルオロエーテルスルホン酸又はカルボン酸類についても分解反応を明らかにした。

[中期計画]

・季節や天候の影響を考慮した効果的な発生源対策を導くことを目的として、浮遊粒子状物質やオキシダントの予測モデルを構築するため、誤差要因や未知のメカニズムを探索するフィールド観測を実施するとともに、拡散モデルを高精度化し、雲物理過程、植生モデル、ヒートアイランド現象等を導入したシミュレーション手法を開発する。

[中期実績]

・窒素関連大気汚染物質について、大気から地表への移動量を天候の影響を含めて再検討し、関東を対象に2006年度について月別に算出し、場所による移動量の差を明らかにした。桂川・相模川流域を中心に窒素系化合物が大気から植生等へ降下する量について、降水への取り込みを含めて検討した。相模湖・津久井湖におこる富栄養現象が、これら大気由来の窒素による可能性が示唆された。微小浮遊粒子状物質PM2.5について西日本における観測を実施し、春季に西日本で起こるPM2.5高濃度が大陸由来であることを明らかにした。数値拡散モデルについて、民間企業等と協力して使用ガイドラインのドラフトを作成した。

② 都市域における分散型リサイクル技術の開発

[中期計画]

・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50%以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

[中期実績]

・廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として第1期に提案した省エネ型新規銅電解採取プロセスについて、電解液組成や浄液法を工夫することにより、小型連続運転装置を用いて再生された金属銅の純度を99.99%(第1期終了時)から99.999%に向上させることができた。すなわち目標である再生金属純度1桁向上を達成した。またこのとき、電解時に必要なエネルギーは、1200 kWh/t(第1期終了時)から600 kWh/tに削減することができ、50%以上の省エネルギー化を成し遂げた。

・またプラスチック再生技術として、架橋ポリエチレンやポリウレタンを新規固形燃料へと資源化する手法を開発した。既知資源化法に比べ、エネルギー消費は約2から0.4 kJ/g(架橋ポリエチレン熱分解から固形燃料化を選択した場合の概算値)に削減され、再利用率は10%から45%(ポリウレタン焼却熱回収から固形燃料化を選択した場合の概算値)に向上した。すなわち、20%以上の省エネルギー化と約50%の再利用率を達成するプラスチック再生技術の開発に成功した。

・さらに新しいリサイクルの考え方として今までの集中型に対する分散型リサイクルシステムを提案し、環境影響評価の手法に基づいた社会受容性評価法について検討した。そのメリットとして廃棄物収集に要するコストおよび環境負荷が低いこと、処理物の量・品質が変動したときには、処理条件の調整(例えば処理規模の変更や操作条件を変更など)による適応性が高いことを明らかにした。

IV-2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

[中期目標]

自然と経済活動の共生を目指した地下深部の利用に向け、地圏における水の循環システムを解明するとともに、低環境負荷資源開発、土壤汚染リスクの評価と修復、地層処分及びCO₂地中固定に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・地圏・水圏における物質循環の理解に基づいた、大深度地下利用などの国土利用の促進と、資源開発における環境負荷の低減が求められている。このため、自然と経済活動の共生を目指して、環境問題及び資源問題を解決することを目的として、地圏における循環システムの解明と流体モデリング技術の開発を実施する。また、沿岸域の海洋環境の疲弊を防ぎ持続的な低環境負荷利用を可能にするため、環境評価技術の開発を行う。

IV-2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

[中期目標]

地球環境に配慮した地下深部の利用を実現するため、地圏内部に含まれる流体の挙動に関するモニタリング及びシミュレーション等の技術の研究開発を実施する。また、低環境負荷資源開発に関する研究開発、土壤汚染リスクの評価及び地層処分に関する環境評価を実施する。

[中期計画]

・環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の水循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物

資源探査に関する技術を開発する。また、土壌汚染等に関する地質環境リスク評価及び地層処分環境評価に関する技術を開発する。

① 地圏流体挙動の解明による環境保全及び資源探査技術の開発

[中期計画]

・独自に開発したマルチトレーサー手法を適用して、関東平野や濃尾平野等の大規模堆積平野の水文環境を明らかにし、こうした知見を利用して地球温暖化及び急速な都市化が地下水環境に及ぼす影響を評価する。また、地下水資源を持続的かつ有効に利用するため、地下水の分布、水質、成分及び温度の解析技術並びに地中熱分布に関する解析技術を開発する。

[中期実績]

・地下水の水質・同位体組成・温度を組み合わせたマルチトレーサー手法を確立し、これを用いて関東平野・濃尾平野・筑紫平野・山形盆地等の大規模地下水盆地における地下水流動系を解明し、水文環境図等で発表した。この成果は経済産業省の委託事業でもある地下水利用適正化調査や地下水賦存量調査としても一部公表され、地下水障害を起こさずに地下水資源を持続的に開発し、利用することに貢献した。また、地球温暖化対策・省エネ対策の一環として、地中熱を利用したヒートポンプシステムの活用を効率化するため、地下水流動解析を効果的に実施し、熱交換率を向上させるとりくみも実施した。

[中期計画]

・地熱資源を有効利用するため、地下流体挙動のシミュレーション技術を開発し、将来予測技術を確立するとともに、環境負荷の少ない中小地熱資源の開発に関する技術指針を産業界に提供する。

[中期実績]

・低温から高温まで、全国の熱水系地熱資源量評価を系統的に行い、我が国が世界第三位の地熱資源大国であることを明確にした。また、中低温の地熱資源量についても評価し、低温側の地熱資源の空間分布の広がりを示し、温泉発電システム等、低温発電システムの開発の意義を明らかにした。さらに、熱交換器のスケール抑制方法の研究など、温泉発電システムの実用化研究に向けて、研究開発を行った。

[中期計画]

・地圏流体の挙動の理解に基づき、産業の基礎となる銅や希少金属鉱物資源に関する探査技術を開発し、探査指針を産業界へ提示する。

[中期実績]

・中国、カナダ、米国等の既存希土類鉱床を詳細に検討し、希土類鉱床の形成条件や形成機構を明らかにした。それらに基づき、ラオス、エジプト、豪州、モンゴル、イラン、南ア、ザンビア、韓国などで希土類資源ポテンシャル評価を実施した。その結果、ラオスのラテライト鉱床および南ア、モンゴル等の燐灰石、螢石鉱床で、品位の高い重希土類鉱床を見いだした。これらの研究で得られたデータや探査指針は、産業界、JOGMEC、経済産業省に提供され、一部が鉱山開発プロセスに引き継がれた。また、日本や南アフリカに分布する層状マンガン鉱床の希土類資源ポテンシャル評価を実施した。その結果、西南日本の一部の付加帯や南アの鉄マンガン重石鉱床に小規模ながら高品位な希土類鉱床を見いだした。この研究の過程で新鉱物 Wakefieldite-(Na)を発見した。さらに、南米チリのエルサルバドル斑岩銅鉱床、中国の徳興斑岩銅鉱床、モンゴルのオユトルゴイ鉱床等の鉱床学、地球化学、年代学的研究を実施し、鉱床成因モデルを構築した。これらの成果を国際学会、国際誌、中国国内誌などで公表した。これらの研究により、中国国家自然科学基金から銅鉱床の成因研究のための研究助成金を獲得した。また、文献、国際会議等の情報に基づいたインジウム、リチウム等の資源量評価や将来予測を実施した。

② 土壌汚染リスク評価手法の開発

[中期計画]

・土壌汚染の暴露量を定量的に評価し、健康リスク及び経済リスクを低減するために、汚染地の土壌及び地下水の特徴を組み込んだモデルに加え、微生物や鉱物等による自然浄化機能を考慮に入れたモデルを確立する。これらのモデルを利用した地圏環境修復手法を開発し、工場等の土壌に関するサイトアセスメントへの

適用を可能にする。

[中期実績]

・1)地圏環境リスク評価システム GERAS のスクリーニングモデル、サイトモデルおよび詳細モデルを完成させ、土壌汚染の暴露量とリスクの分布を定量的に評価し、健康リスク及び経済リスクの低減を可能にした。GERAS のサイトモデルは、国内外の 1,000 社以上に活用され、工場や事業所などの環境評価の実用的なツールとして普及させた。この中で、汚染地の土壌及び地下水の特徴を組み込んだ解析モデルに加え、微生物や鉱物等による自然浄化機能を活用した新規浄化技術を開発した。これらのモデルを利用した地圏環境修復手法を企業や自治体に提案し、工場等の土壌汚染に関する標準的なサイトアセスメント手法として確立させた。また、物理探査手法を活用した土壌汚染地の高精度調査法を開発し、リスク評価に必要な 3 次元構造データを集積して油汚染の分布や土質との関わりなどを詳細に把握することが可能となった。

2)油汚染サイトにおいて高密度 3 次元電気探査、電磁マッピング、地中レーダ探査、ダイレクトプッシュによる原位置計測、土壌・地下水サンプリング、検層型 TDR 等の調査を行い、比抵抗構造、電磁波反射面の分布が、粘土層・砂質層等の地盤の相違による変化に加え、油分汚染の卓越する領域で特徴的な異常(低比抵抗あるいは反射面)を示すことを確認した。これらの調査手法の総合的な適用により、油分汚染の評価に貢献できることが示された。人工砂質地盤実験場や河川堤防における地下水面や漏水箇所の把握において、地中レーダや電磁マッピング調査が有効であることを確認した。

3)マルチ送信比抵抗探査装置について、8 チャネル同時送信、同時受信の新しいシステムを製作し、安定性を向上させた 32 チャネルスキャナを開発し、制御用ソフトウェアを改良してシステム性能を向上させ、毎分 1,200 データの高速測定に成功した。NMR 計測装置について、リングングの少ない磁気回路の開発、コイルや高周波シールドの改良等により、探査深度 5cm のプロトタイプを完成させ、水道水をサンプル試料とする実験で NMR シグナル検出に成功した。また、計測所要時間の短縮(約 20%)や磁場均質度向上の改良を行った。

③ 地層処分環境評価技術の開発

[中期計画]

・地層処分の際のサイト評価に役立てるため、岩石物性等の地質環境に関する評価技術の開発を行う。沿岸部では地下水観測データに基づいた塩淡境界面変動メカニズムの解明を行い、数値モデルを利用した超長期変動予測技術の開発を行う。また、沿岸部の地下 1,000m 程度までの地下構造探査手法について既存の調査事例を分析することにより、選定される調査地に最適な探査指針を提示するための知見を整備する。

[中期実績]

・1)地質処分場のサイト評価に貢献するため、岩石物理計測データベース及び水-岩石反応試験結果を発表した。また、茨城県東海村沿岸域における地下水流動と塩淡境界の現地観測を実施し、両者の関係を高精度に解析したことにより、長期的な塩淡境界面形状を推定できるようになった。この時開発されたメッシュリファインメント法は地下水の流動解析において、短時間で超長期的な解析を実施する方法として広く利用されるようになった。その後、北海道幌延町においては深部地下構造をとらえる物理探査研究と深部地下水史を長期的な地下水流動の観点から解析することで、深部地下水環境の安定性を評価する研究を行なった。また、これと関連して日本列島堆積物マップを完成させ、地下水流動を広域的かつ深部まで画一的な基準で評価できるようにした。現在は流動側後の小さな深部地下水流動を正確に解析するため、はぎ取り法と称する地下水流動のノイズを除去する新しい地下水流動解析手法を開発した。

2)周波数領域および時間領域の計測が可能なハイブリッド人工信号源電磁探査法の測定システムを開発し、2 次元・3 次元調査による実証試験を行って、高精度な計測が安定に行えることを確認した。沿岸域を対象とする電磁探査法の技術開発を行い、浅海用の海底電磁探査装置を開発するとともに、モデルフィールドにおいて適用調査によって有効な探査が行えることを確認した。また、海陸統合の解析のため、海水を含む電気・電磁探査 3 次元解析プログラムの開発を行った。

3)反射法地震探査法について、解析結果から弾性波減衰特性を抽出するため、速度情報、減衰情報など各種属性を用いる自己組織化マップ法を適用し、3 次元反射面の構造化(クラスタ化)を行うことのできる地層の空間的評価法を開発した。また、試験坑井で実施した NMR 検層データを解析し、他の坑井内計測データと比較したところ、地層中の亀裂(水みち)の開口幅を NMR 検層によって定量計測できることを確認した。

4)廃棄体周囲および岩盤の熱物性を把握するため、光ファイバと加熱装置を用いた熱物性量センサを開発し

て、ボーリング孔や模擬岩石試料による計測実験を行い、N 値等の検層データやコア試料の熱伝導率と整合性の高い熱伝導率垂直プロファイルを取得できた。これにより、本手法の適用性を確認した。

IV-2-(2) CO₂ 地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

[中期目標]

大気中の CO₂ 濃度を削減することを目的として、地中の帯水層に CO₂ を固定する CO₂ 地中貯留システムの実現に向け、CO₂ の挙動に関するモニタリング技術及び帯水層の CO₂ 貯留可能ポテンシャル評価に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・大気中の CO₂ 削減のため、発生源に近い沿岸域において CO₂ を地下深部に圧入する技術が期待されている。そのため、地下深部の帯水層の CO₂ 貯留ポテンシャルの推定及び CO₂ の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO₂ を帯水層に圧入した際の環境影響評価のための CO₂ 挙動に関するモニタリング技術を開発する。

① CO₂ 地中貯留技術の開発

[中期計画]

・CO₂ 発生源に近い沿岸域において、帯水層の持つ CO₂ 隔離性能及び貯留ポテンシャルの評価を実施するために、地下深部の帯水層に圧入された CO₂ の挙動を予測するモデリング技術の開発等を行う。また、帯水層に圧入された CO₂ の挙動がもたらす環境影響を評価するため、精密傾斜計による地表変形観測等の物理モニタリング技術及び水質・ガス等の地化学モニタリング技術の開発を行う。

[中期実績]

・1) 圧入 CO₂ の定量的な評価のため、弾性波と比抵抗などの異なる物理現象に対応したモニタリング技術の開発や自然電位などの自然信号による長期的な CO₂ 挙動のモニタリング技術についての開発を行った。また、CO₂ 圧入に伴う精密傾斜計などによる地形変形やさまざまな物理探査データの変動量を評価してモニタリング計画を立案するため、流体流動に伴う物理変化を評価してモデルに統合する手法の開発を進めた。また、環境影響評価のため、CO₂ の地表フラックスなどの地化学的なモニタリングについても現地での測定などを行って手法の開発を進めたほか、帯水層上部のキャップロックからの漏洩を評価するため、人工亀裂を作成した岩石や人工試料による漏洩評価を行っている。

2) 帯水層中の CO₂ 飽和度を地震波を用いて把握するために理論的な検討を行い、飽和度の違いによって生じる速度構造の不均質に応じて地震波の減衰が異なること、また、飽和度に応じて岩石の弾性波異方性が変化することを明らかにした。

IV-2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

[中期目標]

都市沿岸域において海水流動や水質・底質の調査を行い、産業活動や人間生活に起因する環境負荷物質の評価技術の高度化を図る。

[中期計画]

・自然が本来持っている治癒力を利用して、人類の利用により疲弊した海洋環境を回復させることが求められている。そのため、沿岸域において、海水流動、水質などの調査手法の開発や環境負荷物質挙動の解明により、環境評価技術の高度化を図る。

① 沿岸域の環境評価技術の開発

[中期計画]

・沿岸域の環境への産業活動や人間生活に起因する影響を評価するため、沿岸域における海水流動調査、水質・底質の調査及び生物調査の手法を開発するとともに、環境負荷物質の挙動をモニタリングする技術を開発する。

開発する。

[中期実績]

- ・1)瀬戸内海全域を対象とした水平解像度約 1×1km、鉛直 10 層の高解像度数値モデルの作成を行った。モデルの高度化を目指した潮汐、河川流入、海面熱過程、風応力を考慮したモデルでは、細部の再現性に多少問題が残るものの、1 年を通じた計算に成功した。また、海域を限定して作成した水質モデルでも備讃瀬戸における栄養塩等の分布や変動を 1 年を通して再現することに成功した。
- 2)生物調査手法について、超音波の一次と二次反射強度の関係から現場海域における海藻分布を解析するモニタリング手法を開発し、現場海域における海藻分布と季節変化を明らかにした。海岸生物や人工護岸付着生物調査を、呉周辺において第 2 期を通じて毎年、継続実施した。カメノテ、イボニシ、オオヘビガイなどの回復種の動態に着目した生物調査から、種の回復傾向が横ばいであることを確認し、透明度・水温など水質変動と相関があることが示唆された。また 1970 年代初めに姿を消したウミシダが汚染源に近い長浜海岸において平成 19 年より毎年、確認されるという特筆すべき現象を見いだした。
- 3)都市型閉鎖水域の複雑な成層・流動構造の調査については、2~3cm の分解能で流速鉛直勾配と密度を計測する鉛直プロファイラーを用いた調査手法を開発し、成層・流動構造の解明に重要な鉛直混合強度の情報取得が可能であることを確認した。また都市型閉鎖水域の水質環境悪化の要因を解析した結果、流れの停滞による海水交換量の少なさと成層の存在による底層の貧酸素化にあることが判り、これを改善するための技術を水理実験により検討し改善効果を明らかにした。
- 4)廃棄物処理、再資源化に伴い生成される灰に関し、灰及び灰から生じうる有害物質の環境への影響評価の一環として、反応温度及び酸化還元電位を制御して各種元素の溶出実験を行った。その結果、それぞれの元素の溶出の程度は、同一温度では酸化還元状態に応じて異なり、マグネシウムやバナジウムの溶出は酸化条件下で大きく、カドミウムや鉛、亜鉛の溶出は還元条件下でより大きかった。溶出は温度に対して複雑な変動を示し、焼却灰中の粒度や有機炭素含有量などの影響が示唆された。また、環境ホルモン物質について、沖縄本島の河川堆積物中の濃度が季節変動することを明らかにした。さらに、青森平野を対象に温泉開発や鉱山開発に起因して発生する有害重金属の河川への有害重金属汚染評価を行い、これらの開発に伴って発生する砒素が河川に流出し、河川中のヒ素濃度が飲用基準を超過していることを明らかにした。

IV-3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

[中期目標]

化学製造プロセスにおける環境負荷の低減を目指し、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の研究開発を実施する。また、副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術、気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・低環境負荷型の化学産業を実現するため、長期的には枯渇資源である石油に依存したプロセスから脱却するとともに、短中期的には、既存プロセスの省エネルギー化や副生廃棄物の削減が必要である。前者については、バイオマスを原料とする化学製品の普及を図り、バイオマス由来の機能性を生かした化学製品の製造技術を開発する。後者については、特に資源の利用効率が低くて副生廃棄物も多いファインケミカル製造プロセスの廃棄物低減と、今後の需要増が予想される水素等の製造プロセスの省エネルギー化が望まれる。このため、副生廃棄物を極小化するファインケミカルの化学反応システムと、気体分離膜による省エネルギー型気体製造プロセスを開発する。

IV-3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

[中期目標]

バイオマスの化学製品原料としての長期的な利用の拡大を目指し、高性能かつ高機能なバイオマスベース化学製品の製造技術及び低品位バイオ生産物からの基礎化学品の生産プロセス技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・バイオマスを原料とする化学製品は現状では高価であるため、製品の普及を目指すためにはコストに見合

った機能性を付与すると同時に、製造コストを低減しなければならない。機能性の付与のために、生物由来原料の利点である生分解性等を最大限活用するとともに、石油由来材料に近い耐熱性を有する部材の製造技術を開発し、また、バイオマス由来の界面活性剤(バイオサーファクタント)を大量に製造する技術を開発する。製造コストの低減のために、成分を効率的に分離及び濃縮できる技術を開発するとともに、成分を目的産物に効率的に転換できる技術を開発する。

① バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

[中期計画]

・バイオマス原料から、融点 200℃前後で加工温度 230℃前後のエンジニアリングプラスチック及び融点 130℃前後で軟化温度 80℃以上の食品容器用プラスチック等、生分解性と耐熱性に優れた化学製品の製造技術を開発する。また、容器包装材料として普及している PET フィルムと同等の酸素透過度 500mL・25.4 μm/m²/day/MPa 以下を満たすフィルムを合成する技術を開発する。

[中期実績]

・バイオマス原料からの化学製品製造技術について、グルタミン酸もしくはその塩から γ-アミノ酪酸を経てポリアミド原料であるラクタムを効率よく合成するプロセスを開発し、3L の反応釜により効率よく大量合成が可能であることを実証した。バイオマス原料から、融点 200℃以上のエンジニアリングプラスチックとして実用的な多分岐型ポリアミド 4 を開発した。また、熱的性質、強度特性、材料安定性等の実用化に必要な物性データを取得し整理した。さらに、ポリマーの改質により熱分解温度と成形温度の分離を実現した。重合後処理の容易な懸濁重合法により 90%以上の高収率も達成した。融点 130℃の生分解性ポリエステルアミド及び環状骨格を持つ融点 140℃のポリエステルを開発した。バイオマス由来成分から効率的にセルロースアセテート混合エステルを合成する手法を見出し、熱分解温度 350℃を達成した。また、クレー充填型のバイオマス成分を原料とするエポキシ樹脂フィルムを合成し、酸素透過度 500mL・25.4 μm/m²/day/MPa の目標値を達成した。

[中期計画]

・環境適合性を持つバイオサーファクタントの実用化を目的として、低コスト大量生産技術を開発するとともに、ナノデバイスなどの先端機能部材への適用を行う。

[中期実績]

・バイオサーファクタントの実用化を目指し、微生物バイオ技術を駆使した低コスト大量生産技術の開発を実施した結果、生産物の生産収率向上だけでなく構造や機能の多様化にも成功し、連携企業への技術移転を達成した。また、バイオサーファクタントの実用特性に関する情報を蓄積し、高機能バイオ素材として、化粧品業界での幅広い実用化を推進した。また、生体分子に対する結合特性を明らかにし、ナノデバイス材料としての実用展開の見通しを得た。

[中期計画]

・バイオマスからアルコール、酢酸等の基礎化学品を製造するプロセスの効率化のため、生成産物等を高効率で分離するプロセス技術及び生成産物を機能部材に高効率で変換するプロセス技術を開発する。

[中期実績]

・耐酸性で親水性のゼオライト膜(CHA)を開発し、従来の LTA 型ゼオライト膜をしのぐ脱水分離性能を明らかにした。民間と共同で CHA 膜のモジュール(0.5m²)を作製し、エステル化反応での脱水に適用することで高効率の反応プロセスに発展させた。粘土を主成分とした耐熱シール材の開発と、化学プラント配管で用いる耐熱ガスケット(アスベスト代替)への展開をはかり、実用化を達成した。電子デバイスの保護膜として、耐熱防水フィルムを開発した。

・バイオマスからアルコールを製造するプロセスについて、希薄アルコール水溶液からアルコールを選択的に分離する無機膜を開発し、その製膜条件の最適化により選択性を上げることに成功した。さらに、開発した膜が発酵液からのエタノール及びブタノールの回収に適用できることを示した。また、発酵副産物等の膜性能への影響を把握し、その低減手法を見出した。

・バイオマスから発酵で生産されるエタノールを原料として、エチレン及びプロピレン等の低級オレフィンを選択的に合成するプロセスについて、新規触媒の開発を行い ZSM-5 系の触媒でプロピレン収率 32%を達成し

た。また、これらの触媒の動力学的データを取得することで反応器スケールアップのシミュレーションを行い、ベンチプロセス設計のために必要な基礎データを取得した。

IV-3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

[中期目標]

高付加価値ファインケミカルズ製造のための高選択性反応技術の研究開発を実施する。また、製造時における環境負荷が大きい高機能化学製品の製造プロセスにおいて、廃棄物の発生を極小化することにより環境負荷を低減する技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・高付加価値ファインケミカルズの製造プロセスの環境負荷を低減するためには、副生廃棄物量が多い選択反応における廃棄物量の削減が必要である。このため、市場導入が有望視されている高付加価値エポキシ化合物の選択酸化反応については、重金属や塩素などの酸化剤を用いないことで、それらが廃棄物として排出されないプロセスを開発し、選択水素化等のその他の選択反応については、超臨界等の反応場を用いて反応効率を向上させることで、副生廃棄物を削減する技術を開発する。

① 環境負荷の小さい酸化剤を用いる反応技術の開発

[中期計画]

・重金属酸化物の代わりに過酸化水素を酸化剤とする選択酸化反応技術として、転化率 50%、モノエポキシ化選択率 90%、過酸化水素効率 80%以上で二官能性モノマーから非フェノール系エポキシ樹脂モノマーを合成する技術等を開発する。

[中期実績]

・過酸化水素を酸化剤とする選択酸化技術において、転化率 80%、モノエポキシ化選択率 90%、過酸化水素効率 80%以上で二官能性モノマーから非フェノール系エポキシ樹脂モノマーを合成する技術を開発した。本技術を元に、従来より 2 ケタ以上絶縁性能の高い樹脂を開発し製品化に成功した。また、トリアジン骨格誘導体の三官能オレフィンについても、エポキシ転化率 90%かつ選択率 90%以上でエポキシ樹脂モノマーの合成に成功した。

[中期計画]

・塩素の代わりに酸素と水素を用いる選択酸化反応技術として、基質転化率 10%、エポキシ化選択率 90%、水素利用効率 50%以上でプロピレンからプロピレンオキシドを合成する技術等を開発する。

[中期実績]

・塩素の代わりに酸素と水素を用いる選択酸化反応技術について、プロピレンからプロピレンオキシドを合成する反応の金ナノ粒子触媒の性能改良を行った。金触媒を固相混合法で調製することにより金のナノ粒子化が促進され、プロピレン転化率 10%、エポキシ化選択率 90%以上、水素利用効率約 50%、実用化レベルの空時収率 150g/Lh 以上を達成した。

② 反応効率を高めるプロセス技術の開発

[中期計画]

・有機溶媒に代えて超臨界流体場を利用して廃棄物を 50%以上低減する選択的水素化反応プロセスを開発するとともに、協働型ハイブリッド触媒を用いて触媒効率を 200%以上向上させる電池電解液製造プロセスを開発する。

[中期実績]

・超臨界二酸化炭素溶媒と固体触媒を利用した水素化法により、水素貯蔵材料として有用であるシス体のデカリンを選択率 95%で合成する技術、さらに、香料原料として重要なシス体のアルキルシクロヘキサノール類を、貴金属触媒使用量が従来技術の 1/2 以下で、かつ 90%以上の選択率(従来技術: ~80%)で合成する技術を開発した。本手法を用いることで水素化の際に副生し再利用不可能な脱水酸基体の量が、従来法に比

べ 1/3 まで下げることに成功した。

・高性能型電池電解液製造プロセスの開発において、分子触媒を無機酸化物担体に固定化した協働型ハイブリッド触媒を用いることで、既存触媒に比べて反応時間を 1/2 に短縮できると生産効率を 200%以上向上させることに成功した。さらに、従来型電池電解液製造プロセスにおいても、超臨界流体反応場を利用した系において、既存触媒に比べて 200%以上の活性を有する協働型ハイブリッド触媒を開発した。また、水分の低減等により選択率を 99.9%まで向上させることに成功した。

[中期計画]

・マイクロリアクタ、マイクロ波及び複合機能膜等の反応場技術と触媒を組み合わせ、廃棄物生成量を 50%以上低減するファインケミカルズの合成技術を開発する。

[中期実績]

・超臨界水中での連続合成プロセス上重要な高速温度操作デバイスをマイクロ化し、コンパクトな高温高圧反応システムを完成させた。課題である腐食対策も合わせて実施した。二酸化炭素を用いた革新的塗装技術を提案し、溶剤(VOC)の 50%以下への削減に寄与する新技術として有用性を実証した。マイクロ反応場と高温高圧水との協奏により、水媒体中での安全なニトロ化法、糖からの有用生理活性物質の合成など、ファインケミカルズの合成技術を開発した。

・流路構造を最適化することにより、機能性ポリオレフィン合成用助触媒として使用されるメチルアルミノキサン合成用のマイクロリアクタプロセスの開発に成功した。このプロセスで合成されるメチルアルミノキサンは、未反応原料や副生物が少なく廃棄物削減に有効であることを見出した。

・マイクロ波、触媒と反応媒体等の反応場を組み合わせることにより、農薬原体等を高速、高純度、高同位体標識率で合成するプロセスを開発した。

・マイクロ波加熱を利用した有機 EL ディスプレイ用発光性イリジウム錯体の高効率合成法の開発に成功した。発光材料として望ましくないメジジオナル異性体を 1%未満に抑制し、純度 99%以上と収率 70%以上を達成した。

・マイクロ波照射とゼオライト等の固体触媒を組み合わせた反応場を利用することにより、フルオレン、ナフタレン、テトラロンの誘導体、芳香族ケトン類等の機能性化学品・材料を効率的に合成する技術を開発した。

・ナノ空孔反応場と金属触媒を効果的に組み合わせることにより、従来法である金属による化学量論的還元法に比べて廃棄物生成量を 25%以下に低減できる半導体デバイスプロセス処理剤の製造技術を開発した。

・ヒドロホルミル化反応において、従来必要であった一酸化炭素の代わりに二酸化炭素を、また揮発性有機溶媒の代わりに不揮発なイオン液体を用いた環境調和型プロセスを開発した。

・塩素ガスをを用いない窒素-硫黄結合複素環化合物の製造において、含酸素硫黄複素環化合物を出発原料として、酸化反応の後でアミン類と反応させることにより、目的化合物を製造する方法を開発した。

IV-3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

[中期目標]

燃料電池の燃料として需要拡大が見込める水素等を、省エネルギーかつ安価に供給するプロセスを実現するため、水素や酸素等の高性能な気体分離膜及びその利用システムに関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・今後の需要の増大が予想される水素と酸素を省エネルギーで製造する技術が求められている。そこで、省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するため、高純度の水素を効率よく分離できるパラジウム系膜の適用温度領域を拡大して幅広い用途に利用可能とするとともに、低コスト化を目指して非パラジウム系膜の開発を行う。また、省エネルギー型酸素製造プロセスの実現のために、空気から酸素を高効率で分離する膜を開発してその実用化に向けた技術開発を行う。

① 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

[中期計画]

・99.9%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から 600°Cまでの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発す

る。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

[中期実績]

・常温から600℃までの広い温度範囲で長時間(>2000時間)の安定性を有するパラジウム-銀の二元合金薄膜、パラジウム-銀-金の三元合金薄膜を開発に成功した。水素脆化や機械的強度の向上を意図して、パラジウム粒子を支持体空隙に充填した新規構造のパラジウム膜の製造に成功した。民間と共同で、改質ガスからの水素の分離システムとして実用化研究を行い、99.9%以上の高純度水素の製造プロセスの実現に道を拓いた。

・水素分離用非貴金属パラジウム膜としてアモルファス合金に着目し、水蒸気耐性及び透過性能に優れた膜を開発した。さらにアモルファス合金膜を用いたモジュールを開発し、水素濃度73%の混合ガスから純度99.999%の純水素を80%を超える回収率で得ることに成功した。

・99.9%以上の高純度水素製造のための安定性に優れた水素分離膜として、セラミックス等の支持体を持たないフィルム状のパラジウム系薄膜に着目し、厚さ10マイクロメートルの自立薄膜を調製する技術を開発した。さらに、パラジウム自立薄膜の特長を活かせる膜モジュールを開発し、水素精製装置のプロトタイプを作製することができた。

[中期計画]

・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率(酸素透過率×酸素濃度)を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

[中期実績]

・空気からの高効率型酸素製造プロセス用として、安価なポリフェニレンオキシドを原料とする新規炭素膜を開発した。高分子構造や製膜条件を最適化することにより分離性能を向上させ、市販高分子膜の約2倍のプロダクト率(酸素透過率×酸素濃度)を達成した。また、機械的強度に優れた膜を開発することで、優れた分離性能を維持したままモジュール化を実現した。さらに、中空糸膜製造技術、大量生産技術、シール手法を開発し、数L/minの空気分離が行える有効膜面積1m²の大型モジュールの開発に成功した。

IV-4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上

[中期目標]

CO₂の削減とエネルギー自給率の向上を可能とする電力の低コストかつ安定的な供給の実現を目指し、太陽エネルギー、水素エネルギー及び燃料電池等の分散型エネルギー源並びに分散型エネルギーネットワークの運用技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・CO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上のためには、再生可能エネルギーを大量に導入して化石エネルギーへの依存度を低下させるとともに、化石起源を含めたエネルギーの利用効率を向上させることが必須である。

再生可能エネルギーの多くが分散的なエネルギー源であること、また電力自由化により新たに導入される技術の多くも分散型であることから、今後は分散型システムの重要性が増すと予想される。このため、再生可能エネルギーの時間的・空間的変動と需要の調整を図るために、分散型エネルギーネットワークの効率的且つ安定な運用技術に関する研究開発を実施する。また、分散型エネルギーネットワークシステムの自立性とシステム効率を高めるために、再生可能エネルギーの大量導入を実現する技術及びエネルギー利用効率の大幅な向上をもたらす個別技術を開発する。

IV-4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

[中期目標]

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術及びモバイル機器等への応用可能な可搬型エネルギー源技

術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。また、エネルギー源間の相互融通と需要及び供給の急激な変動を吸収するためのエネルギー輸送、貯蔵技術、事故時対策技術及び高いエネルギー密度を有する可搬型エネルギー源に関する研究開発を実施する。またセキュリティと容量の観点から、完全な自立システムの構築は困難なため、他システムおよび基幹電力系統との協調運用技術を開発する。

① 分散型エネルギー技術とエネルギーマネジメント技術の開発

[中期計画]

・エネルギーネットワークにおいて不可欠な負荷平準化技術として、エネルギー貯蔵密度 20Wh/L 以上のキャパシタ及び事故時の過剰電流からシステムを守る低損失で高速応答の超電導限流器を開発するとともに、排熱利用技術として実用レベルの変換効率 10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。さらに、将来性の高い新エネルギー技術の評価を行う。

[中期実績]

・次世代活物質材料である LiMn₂O₄, LiFePO₄, LiMnPO₄ の電極特性と充放電メカニズムの解明を行い、ナノ結晶 LiMnPO₄ では世界トップレベルの高容量・高出力特性を達成した。特に、簡単かつ量産可能なプロセスを用いて、世界トップクラスの高速充放電特性を有するカーボンに薄く被覆した LiFePO₄ を開発した。さらに、新しい概念に基づいて、世界で初めて、新型リチウム・空気電池とリチウム・銅二次電池を開発した。
・カーボンナノチューブキャパシタの開発を行い、3.5V の高耐電圧特性を示す電極材料を開発した。
・コンパクト・低損失・高速応答な超電導薄膜限流器を構成する 500 V/200 A 級限流素子モジュールを製作し、優れた限流特性を確認した。高電界化の効果で高価な超電導薄膜の面積が従来素子の 1/3 以下となった。
・新型材料を用いてセグメント型及びカスケード型の熱電素子を試作し、最高で目標値(変換効率 10%)とほぼ同等の 9.4%の発電効率を達成した。

[中期計画]

・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術、また基幹電力系統との協調運用のための技術を開発する。

[中期実績]

・複数台の燃料電池と貯蔵機器からなる住宅用熱電気統合型エネルギーネットワーク技術を確立した。実住宅において一次エネルギー消費では最大約 7%、二酸化炭素排出では最大約 13%の削減効果が得られることを実証した。基幹電力系統との協調運用のために、分散型電源が系統容量の 3 割という高い導入率でも、配電系統電圧を安定に制御できる電圧管理技術、ならびに風力発電等の出力変動が引き起こす長短周期の系統周波数の動揺を抑制する熱負荷機器制御技術を確立した。これにより北海道の風力発電導入量を 2 倍以上に増やせることを明らかにした。

② ユビキタスエネルギー技術の開発

[中期計画]

・二次電池や燃料電池の飛躍的な性能向上をもたらす電極・電解質の材料関連技術を開発し、携帯情報機器等のユビキタスデバイスのエネルギー源として求められるエネルギー密度 600Wh/L 以上の電源デバイスを実現する。

[中期実績]

・正極材料については、鉄・マンガン系酸化物で鉄の一部をチタンに置き換え容量 262mA/g の材料を開発し、イオウ系正極材料では、初期放電容量 780mAh/g、初期充放電効率 92%となる Li₂S-炭素複合材料を見いだした。シリコン系負極に関してはバインダー、基材を検討し容量 1500mAh/g の材料を見出し、リン酸鉄正

極と組合わせた電池で 100 サイクル後でも 90%の容量維持率を実現することができた。従来の可燃性の有機溶媒に比べ難燃性のイオン液体については、高い安全性が期待できるとともに高容量負極材料となるリチウム金属を用いた場合、従来の有機溶媒電解質で耐久性の課題となっていた dendrite 成長が、大幅に抑制可能であることが分かった。高安全性、高イオン伝導性を両立させるイオン液体の探索をアニオンとカチオンのさまざまな組み合わせで合成・検討し、有機溶媒電解質と同程度のレート特性をもつ、スピロアンモニウムカチオン、パーフロロアニオンの組合わせたイオン液体を開発できた。これらの成果より、鉄マンガン系酸化物正極材料/イオン液体電解質/リチウム金属負極の二次電池を構成するならば、エネルギー密度 658Wh/L となる電源デバイスの見通しが得られた。

・独自に開発した酸化物熱電材料の素子化プロセス、モジュール製品化研究を進めた。更に廃棄物炉、ガス機器用発電システムのための集熱、冷却、熱交換技術についても研究した。その成果として 3.9kW/m² の出力密度を有する、実用可能な廃熱回収用熱電システムを実機により実証できた。ユビキタス電源への応用としてモジュールのコンパクト化を図り、従来よりも 2 倍の素子充填密度でモジュールを製造することを可能にした。これらの製品開発により平成 21 年度末に産総研ベンチャーを創業予定となった。一方、新規高性能熱電材料においても、熱電特性の向上に有効な自己組織ナノ構造の開発に成功しており、素子化、モジュール化研究に繋がった。

IV-4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

[中期目標]

小型高性能燃料電池の普及促進に向け、固体高分子形燃料電池の信頼性向上、電解質・電極触媒の革新的性能向上及び低価格化のための技術に関する研究開発を実施する。また、固体酸化物形燃料電池に関し、性能評価技術及び規格・標準化技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、高効率発電と熱供給が可能な燃料電池は重要なエネルギー源である。固体高分子形燃料電池の技術開発は近年急激な進展を見せているが、実用化のためには長寿命化と低コスト化が必要である。そこで、性能劣化現象の原因解明と対策技術の開発、低コスト化のための材料開発を行う。また、固体酸化物形燃料電池に関しては、実用化を図るために信頼性の向上技術及び性能を公正に評価する技術を開発するとともに、普及促進のための規格・標準化を推進する。

① 小型固体高分子形燃料電池の開発

[中期計画]

・定置型固体高分子形燃料電池の普及促進のため、実用化に必要な 4 万時間の耐久性の実現を目標として、短時間で性能劣化を効果的に評価する技術を開発するとともに、劣化の物理的機構を解明する。これに基づき、劣化の抑制と低コスト化のための材料開発及び構造の最適化を行う。

[中期実績]

・固体高分子形燃料電池の劣化加速手法を開発するために、主要な劣化要因である電極の濡れ進行に伴うガス拡散性の低下を加速させるアノードガス切替法について検討し、劣化加速倍率 120 倍となる手法を開発した。このガス切替法では切替過渡条件下、カソード表面に電位分布が生じ、その結果電極表面で高電位となる部位での担持体カーボンの腐食が進行しやすいことを明らかとした。また、燃料電池システムメーカー、エネルギー供給会社とコンソーシアムを組み、劣化メカニズム解明の基礎研究で参画した。この中で劣化加速手法の合理性を示す基礎研究で支援を行い、1kW 級燃料電池で 4 万時間の耐久性を見通すことができた。

・耐久性向上ためカーボン担持体の代替材料の開発を目指し、高導電性酸化物の Magneli 相 TiO₂ に紫外パルスレーザーによる担体調製手法を適用して 40~50m²/g の比表面積へ高めた還元チタン酸化物担体(従来: 20~30m²/g)を作製した。連続発電試験により、このチタン酸化物系担体に白金を担持させた触媒は、高耐久性及び白金/カーボンと同程度の触媒活性が確認できた。

② 固体高分子形燃料電池の本格普及のための基盤研究

[中期計画]

・先端科学技術を利用して固体高分子形燃料電池の基幹要素材料である電解質及び電極触媒の性能の革新的向上に繋がる基盤情報を得て、革新材料の創製に繋げる。また、燃料電池の基本機能を担う各種構成部材間の多様な界面における物質移動現象の機構を究明しその物理限界を突破する技術の開発に繋げる。

[中期実績]

・電極触媒性能向上に向けての酸素還元反応追跡技術として、表面増強ラマン計測法と表面増強赤外反射吸収分光法の開発を進め、反応中間体の検出に成功した。これに時間分解能を付与し、電極反応素過程を解析する目途を立てた。また反応場における水分子の影響を解析するために和周波発生分光システムを構築した。巨視的計測は完了するも水分子の挙動解析には更なる高感度化が必要である事が判明し、そのための対策を図った。メソ孔モデル触媒担体の創製では種々のメソポーラス材料を開発し、メソ細孔内への触媒微粒子の高分散担持とイオノマー導入に成功するとともに、自立膜の調製にも成功した。

・電解質材料性能向上に有用な解析技術の開発では、電気化学原子間力顕微鏡(AFM)計測技術によるプロトン伝導パスの定量的解析、核磁気共鳴(NMR)による水易動性評価を組み合わせたモルフォロジーとプロトン伝導度の相関性考察により、電解質の最重要因子であるプロトン伝導性向上に有用な提言を発表した。ガス透過性評価、化学的・機械的耐久性評価についても新しい解析方法を構築した。上記解析技術は電解質材料メーカーから大いに注目され、都合4社への技術展開(公募制)に至り、新材料開発促進に大きく貢献した。

・各種構成部材間の多様な界面における物質移動現象の機構究明では、産業界の要望である100°C以上の高温域での現象解析に踏み込み、高温水蒸気、高温液体水、熱移動解析、電気伝導性解析等を実施した。また、これらの計測値をパラメータとして検証した物質移動モデルを開発し、シミュレーションによる現象解析技術を構築した。

・これらの新規開発技術は、セミナー、ワークショップを開催することにより、産業界への展開を図るとともに、技術提供を望む企業と開発材料の性能向上に向けて連携研究を行った。

③ 固体酸化物形燃料電池の開発

[中期計画]

・固体酸化物形燃料電池(SOFC)の早期商用化を目指して、液体燃料やジメチルエーテル(DME)などの多様な燃料の利用を可能にする技術及び10万時間程度の長期寿命予測技術を開発する。また、普及を促進するために、実用サイズのセル及び1~100kW級システムを対象とした、不確かさ1%程度の効率測定を含む性能評価技術を確立するとともに、規格・標準化に必要な技術を開発する。さらに、SOFCから排出されるCO₂の回収及び固定に関する基盤技術を開発する。

[中期実績]

・液体炭化水素燃料のn-ドデカン(灯油模擬)を、無希釈でSOFCに直接導入する装置の開発に成功し、その反応機構解明に成功した。熱分解で生成した水素及び電気化学的に生成した水蒸気が、燃料電池反応を促進していることを初めて解明した。

SOFCスタックの耐久性・信頼性向上に関し、スタックメーカー及び大学とのコンソーシアムを形成し、スタック劣化要因の特定、劣化機構解明をおこなった。スタック長期耐久試験における不純物元素の蓄積傾向を、2次イオン質量分析法(SIMS)によって世界で初めて解明した。本技術により、セル構成材料の劣化を及ぼす不純物元素、反応をいくつか見だし、寿命予測のための基礎データを集積した。ある不純物元素の集積による電極反応の劣化・寿命予測を10万時間まで見通すことに成功した。また不純物による劣化機構解明をスタックメーカーに反映して耐久性の向上に貢献した。

SOFCシステムに対し燃料の発熱量、流量の精密測定技術を中心に研究開発を行い国家標準からのトレーサビリティを確保した効率測定技術を構築し、10kW SOFCシステムの発電効率を0.3ptの不確かさで計測することに成功した。また、これらの成果をもとにSOFC発電効率試験方法JIS-TS原案を作成した。SOFC単セル、小規模スタックに対しては各種の運転パラメータが発電性能に与える影響を調査するとともにメタン、灯油等各種炭化水素の改質ガス組成を模擬した広範な組成の混合ガスを高精度・安定かつ安全に発生する手法を開発し、これらの成果を利用し単セル・小規模スタック性能評価方法の国際標準原案を作成した。さらに1,000~10,000kW程度のSOFCに対応可能な分散型の炭酸ガス貯留技術について深度数百mの浅い地下水(帯水層)にCO₂を溶解して貯留する技術のコンセプトを構築した。

IV-4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発

[中期目標]

再生可能エネルギーである太陽エネルギーの大量導入を促進するために、薄膜シリコン系多接合太陽電池の開発など、太陽光発電の高効率化・低コスト化技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、資源制約のない再生可能エネルギーである太陽光発電は極めて重要である。太陽光発電の大量導入を実現するためには低コスト化が最大の課題であり、発電効率/(製造コスト+実装コスト)を大幅に向上させる必要がある。このため、シリコン系太陽電池については発電効率の向上を図るとともに、製造コストの低減につながる技術を開発する。また、高効率化もしくは低コスト化の点で有望な非シリコン系太陽電池の技術開発を行う。さらに、大量導入を促進するために、生産規模拡大を支える性能評価技術を確立する。

① 太陽光発電の高効率化と大量導入支援技術の開発

[中期計画]

・異なるバンドギャップを有する薄膜を組み合わせる積層デバイス技術を開発し、効率 15%を達成する。またシリコンの使用量を低減するために、厚さ 50 μm の基板を用いる極薄太陽電池の製造技術を開発し、効率 20%を実現する。

[中期実績]

・安定化アモルファスシリコンにより 9.4%、微結晶シリコンミドルセルにおいて 9.8%、微結晶シリコンボトムセルにおいて 8.8%をそれぞれ達成し、3 接合太陽電池性能として 16%以上の変換効率を達成する目処を得た。

・新規技術(新材料ヘテロエミッタ、プラズマレスガスエッチングなど)を取り入れた極薄結晶シリコン太陽電池作製プロセスを構築し、各工程とセル構造を最適化した。単結晶p型シリコンを用いた厚さ 100 μm の太陽電池で変換効率 17.3%、厚さ 80 μm で変換効率 16.0%を達成した。また、厚さ 54 μm の単結晶n型シリコンを用いて変換効率 12.1%を得た。これらの実績から、厚さ 50 μm の基板を用いた極薄太陽電池による変換効率 20%の実現には、光閉じ込め技術、界面不活性化技術の高度化、高品質基板での要素技術の最適化が必要であることを見出した。

・民間企業 10 社と産学官連携コンソーシアム体制を構築し、光を有効に利用するための凹凸構造を設計するとともに、当該フレキシブル基材上に精密転写する技術を開発した。その結果、ガラス基板上に作製した場合と同等の特性のフレキシブル型アモルファスシリコン太陽電池の作製に成功し、スーパーストレート構造、サブストレート構造のいずれにおいても最高効率 8.8%を得ることができた。また、フィルムに熱損傷を与えない温度範囲で水蒸気透過率 0.02 g/m²day のバリアフィルムを形成することができた。当該バリアフィルムに関して得られた知見も用いることにより、アモルファスシリコン太陽電池のみならず、結晶系、CIGS(銅-インジウム-ガリウム-セレン)系を含む各種太陽電池のバックシート基材の高性能化等を通じて、太陽電池の長寿命化・信頼性向上を実現するための研究を民間企業 33 社と実施する産学官連携コンソーシアム体制を構築した。

[中期計画]

・出力の高電圧化によりシステム効率を高める化合物系太陽電池技術を開発して理論限界に近い効率 19%を達成する。また印刷プロセス等の簡易な製造方法の導入により低価格化が期待できる有機材料等の新材料太陽電池を開発する。

[中期実績]

・CIGS 太陽電池において、光吸収層製膜中に極微量の水蒸気を導入することによって欠陥密度を劇的に低減する技術を開発した。この手法を用いることで小面積セルの変換効率を約 19%まで向上することに成功した。当課題では、モジュールの作製に必要な集積化技術を開発するとともに、産総研独自の手法で高効率化に不可欠な技術課題を解決し、10cm ガラス基板上の集積型サブモジュールで変換効率 16.2%という結晶系

シリコン太陽電池と同等の高い変換効率を実現した。

・新材料および新デバイス構造の導入により、低分子蒸着系セルでは変換効率 3.6%、高分子塗布系セルで変換効率 5.0%をそれぞれ達成し、世界最高レベルの高性能化を実現した。更に、有機材料の特長である高電圧化では、単セルで 0.9V、3 接合セルで 2.5V の太陽電池としては世界最高の電圧値を達成した。また、劣化要因である劣化点の存在を初めて明らかにし、バッファ層などを改善することで高耐久化を実現した。実用化に向けて、観葉植物型モジュールなどを企業と共同開発し、応用分野の可能性を広げることができた。

[中期計画]

・大量導入の基盤となる工業標準化のため、新型太陽電池の研究開発の進展に応じて、太陽光スペクトル、温度及び時間特性等を考慮した高度な性能・信頼性評価技術を開発し、基準セル・モジュールを製造メーカー等に供給する。

[中期実績]

- 1)多接合、色素増感、CIGS 等各種新型太陽電池の高精度評価技術を開発した。
- 2)基準太陽電池校正技術を高精度化した上で、試験所認定を取得し、供給を開始した。
- 3)国際比較測定等により、太陽電池評価の国際的整合を確認・推進した。
- 4)太陽電池の長期信頼性を評価する複合加速試験等の新試験法を開発した。
- 5)屋外設置状態での発電量を評価する発電量評価技術を確立した。
- 6)電力需給バランス、ならし効果等を考慮した技術的導入可能量を定量化した。

② 革新的太陽エネルギー利用技術の開発

[中期計画]

・低コストな太陽電池として期待される色素増感太陽電池について、増感色素、半導体電極及び電解液などの改良による高性能化を図り、2010 年に変換効率 12%を実現し、2020 年の目標である変換効率 15%を目指す。

[中期実績]

・新規に様々な酸化還元電位の色素を合成、比較することで、15%を超える変換効率実現への指針を示すことに成功した。新型増感色素で世界最高レベルの変換効率を実現した。飛躍的な効率向上が期待できるタンデム構造色素増感太陽電池の要素技術として、電極、電解質、透明対極の改良を行いタンデムセルとして最高の変換効率を実現した。また、近赤外光を利用できる新型色素を開発し 900nm の赤外光に対し世界最高の光電変換量子効率 35%を実現した。

IV-4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

[中期目標]

水素エネルギーの利用に際しての安全性の確保を図るため、その製造、貯蔵及び輸送技術の研究開発を実施する。また、炭化水素系資源から水素、メタン及び新合成燃料等のクリーン燃料を製造し、利用する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高めるためには、再生可能エネルギー供給と需要の時間的・空間的な不整合を補完するエネルギー技術が不可欠であり、燃料電池等の分散電源や化石エネルギーの高効率利用技術をシステムに組み込む必要がある。特に、燃料電池等による水素エネルギー利用を促進するために、高効率な水素製造技術及び水素貯蔵技術を開発する。また、当面の一次エネルギー供給の主役として期待される化石起源の燃料を有効に利用するとともに、使用時の CO₂ 発生量を低減させるため、燃料の低炭素化技術、各種転換プロセスの高効率化技術及び硫黄分や灰分を極小化したクリーン燃料の製造・利用技術を開発する。

① 水素製造及び貯蔵技術の開発

[中期計画]

・燃料電池自動車用タンクに必要とされる貯蔵密度 5.5 重量%を目標とした水素貯蔵材料を開発する。

[中期実績]

・Mg, Al, Ca 等の軽量な金属元素を用いた貯蔵材料として、Ca-Al-Mg 合金、Mg-Co 合金、Ca-Mg-Li 合金などの新規な材料を合成した。室温付近での放出は困難であるものの、最大 6 重量%の水素吸蔵量を確認した。X 線および中性子回折法、陽電子消滅法、TEM 法などを用いて産総研で創製した材料の評価・解析を行い、従来は困難であった材料中の格子欠陥の構造や複雑なナノ構造の解析に成功した。高圧ハイブリッドタンクに適した Ti-V-Mn 合金の基礎データを収集した。

[中期計画]

・CO₂ 排出が無い高効率な水素製造法として、固体酸化物を用いた高温水蒸気(700~850℃)の電解技術を開発する。

[中期実績]

・電解質を 10 μm 程度まで薄膜化したセル製造技術を研究開発し、750℃、1.3V で水素生成速度 3.5sccm/cm²を達成し、これにより運転温度を 200℃程度低温化し、さらに商用アルカリ水電解の電解電圧よりも 0.5V 程度低い電圧で 2 倍以上の水素生成速度を達成することができた。また、本格開発に向けてさらなる出力向上のための改善点、耐久について改善すべき課題を明らかにした。

[中期計画]

・水を直接分解して水素を製造する光触媒・光電極プロセスの効率向上に向けた光電気化学反応に関する基盤技術を開発する。

[中期実績]

・光触媒・電解ハイブリッドシステム用の光触媒の高性能化を行い、WO₃に Cs 表面処理を行うことで Fe³⁺イオンを含む水溶液からの酸素発生活性が飛躍的に向上することを見だし、量子収率はこれまでの報告値の 10 倍以上になった。また、調製法を最適化した BiVO₄ 多孔質光電極については、吸着した炭酸イオンの効果で水素発生光電流が 6 倍向上する現象を見いだした。自動半導体探索システムを用いて三元系で特異的な光電流向上する組成を 40 種類以上見いだした。

[中期計画]

・水素貯蔵材料及び高圧水素等の爆発に対する安全データの整備を行うとともに、安全確保技術の開発を行い、安全関連法規類の制定・改正に資する。

[中期実績]

・水素貯蔵材料としてミッシュメタル系水素吸蔵合金の水素解離圧と温度の関係を解析し、異常高温時の危険性を評価した。また、高圧水素のノズル噴出しによる着火条件を測定・解析し、着火防止に必要な条件等の安全関連法規の制定・改正に必要な保安技術資料を得た。

② メタンハイドレート資源技術の開発

[中期計画]

・メタンハイドレート資源の有効利用のため、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行う。

[中期実績]

・メタンハイドレート分布海域(南海トラフ、カナダ沖等)における地下微生物のメタン生成ポテンシャル解明のため掘削試料分析に基づき微生物活動の役割の詳細な評価を行った。東部南海トラフの地質構造、熱構造解析結果をまとめ、今後の探査開発の基礎資料となるマップにまとめた。資源量評価に関しては、メタンハイドレート開発コンソーシアムとして石油天然ガス・金属鉱物資源機構が実施することになり、その作業に協力した。

[中期計画]

・採取プロセスを室内で再現する実験技術を開発するとともに、出砂率評価法、水生産率評価法及び圧密・

浸透率同時解析法等の生産挙動を評価する新たな基盤技術を開発する。

[中期実績]

・メタンハイドレート資源が賦存する原位置圧力・温度・上載荷重条件での各種貯留層特性解析、生産挙動解析用試験装置を開発し、基礎試錐によって採取した天然のメタンハイドレート堆積層コアの物性パラメータおよび分解特性を取得した。東部南海トラフの基礎試錐コアについて、層解析データ精度の評価と分類を行い、データベースとして整備した。また、基礎試錐コアを再現した模擬メタンハイドレートコアを使用して浸透率、熱伝導率、比熱、強度などの物性評価式を開発すると共に、可視化装置の開発、圧密・浸透連成試験の開発等によって生産に伴うメタンハイドレート層内の流動現象を実験室的に解析し、水生産量の評価、氷生成・メタンハイドレート再生成、細粒砂移流・蓄積、圧密、出砂などによる生産障害に対し、そのモデル式を開発するなど、新たな生産挙動評価技術を開発した。これらの物性評価式や分解モデルを生産シミュレータ、地層圧密変形予測シミュレータの計算ルーチンとして導入し、その精度向上を図った。さらに、コア層解析結果と検層結果、地震探査結果を総合して、東部南海トラフの三次元貯留層モデルを構築した。

[中期計画]

・メタンハイドレートの分解・採取手法について、温度・圧力条件が生産速度や回収率等に与える効果を評価するとともに、生産予測のためのシミュレーションソフトウェアを開発する。

[中期実績]

・メタンハイドレート資源が賦存する原位置圧力・温度・上載荷重条件での各種生産手法評価装置を開発し、減圧法、加熱法、インヒビタ圧入法、異種ガス圧入法などのガス生産性などを取得した。また、上記の各種生産手法に対する生産性や生産挙動をフィールドレベルで解析可能な生産シミュレータおよび生産に伴うメタンハイドレート層および周辺地層の圧密変形現象や地層内の応力分布を解析可能な地層圧密変形予測シミュレータを開発し、実験によって得た生産性や圧密変形解析結果との比較・検証を行うことにより、東部南海トラフ海域における生産性、生産挙動ならびに圧密変形挙動を評価した。また、わが国周辺海域のメタンハイドレート資源に対する生産手法として減圧法を開発し、カナダ・マッケンジーデルタにおける陸上産出試験によって、連続的に生産可能な生産手法であることを実証した他、生産シミュレータを用いたヒストリーマッチングによる事後評価においても生産挙動が良好に再現された。

[中期計画]

・液化天然ガス輸送に比較し 10%近い省エネルギー化が見込める、ガスハイドレートの高密度ガス包蔵性及びガス選択性を利用した新たな輸送方法の基盤技術を開発するため、ガスハイドレート結晶におけるガス貯蔵密度の増大及びガス分離効率の増大等のメカニズムを解明し、これを制御する技術を開発する。また、ガスハイドレートの生成・分解機構を解明し、低圧化での生成技術を開発する。

[中期実績]

・ガスハイドレートによる天然ガス輸送プロセスの開発に必要な高速・高密度製造技術および自己保存効果を利用した大気圧での分解抑制技術の開発を行った。混合ガス系から生成したガスハイドレートはその組成比によってガス密度は低下し、その要因は結晶型の変化と空孔の形成であることを明らかにした。これにより、天然ガスハイドレートの製造プロセスは多段にする必要性が導かれた。また、高速製造技術として超音波霧化法を開発し、これまでの数倍以上の製造速度を実現した。さらに、ガスハイドレートの生成・分解過程がケミカルポテンシャルによって支配されていることを見だし、新たな生成・分解速度式を開発した他、高性能なヒートポンプ用冷媒として共ハイドレート化する有機物質を探索し、ガスハイドレート製造工程の高温・低圧化を実現した。大気圧下でガスハイドレートの分解を抑制する自己保存性発現メカニズムについて、メタン、エタンおよびプロパンハイドレートにおける氷焼結速度、分解速度、ならびに水分子昇華速度をパラメータとしたin-situ 観測実験と数値モデル化を行い、自己保存性発現のための最適温度条件を見いだした。さらに、関連企業7社、4大学と、ガスハイドレートの物理的特性を活用した新たな産業創出を目指し、技術開発の相乗的連携を図ることを目的とした協議会組織「ガスハイドレート産業創出イノベーション」を設立し、技術情報の共有、ガスハイドレート研究者情報データベース構築などの活動を行った。

③ クリーン燃料製造技術の開発

[中期計画]

・従来の 1200～1500℃より低温の 500～700℃で炭化水素から水素を製造する技術を開発し、CO₂ 回収エネルギーを含めた転換効率を従来の 65%から 75%以上へ向上させる。またガソリンから水素製造を行うための長寿命、低温改質触媒を開発する。

[中期実績]

・50kg/day の水素製造試験装置で設計値である反応温度 650℃に近い条件で延べ 25 時間の連続運転試験に成功し、連続試験装置での性能解析に十分な炭種と反応条件に関する 20 点の実験点数を得た。また、廃熱を利用した水蒸気雰囲気下での吸収剤の再生により、純 CO₂ の回収に成功した。CO₂ 吸収剤の繰り返し使用試験を行い、実機で想定される 5 回程度の繰り返し使用では問題がないことを確認した。以上のデータを基にプロセス解析を行った結果、エネルギー転換効率 75%を達成した。

・これまでに開発した Re 修飾 NiSr/ZrO₂ 触媒を改良し、硫黄分約 3.8ppm を含む市販ガソリンの低温改質で 100 時間以上、また 750℃において 600 時間以上の耐久性があることを確認した。また当該触媒がバイオガス中のメタンの改質に有効であることを明らかにした。

[中期計画]

・石炭火力発電システムの課題である灰処理設備を不要化できる無灰炭を、従来不可能であった低品位炭から製造する技術を開発する。特に多くの炭種に対応できる溶剤抽出技術について、抽出率を向上させる技術の開発を行い、経済性効果と CO₂ 排出削減効果が顕在化する 60%以上の抽出率を達成する。

[中期実績]

・低品位炭から無灰炭を製造できることを明らかにし、特に酸処理と極性溶剤抽出の組み合わせにより、抽出率が 10%～20%向上することを見出した。カリチカ瀝青炭、及び 3 つの低品位炭(パシール炭、グニユンバヤン炭、ワイオダック炭)において、目標とする抽出率 60%を達成した。

・低品位炭から製造した無灰炭がコークス製造用の原料炭代替として利用できることを、そのメカニズムの解明をもとに明らかにした。

・無灰炭を用いた触媒ガス化で 600～800℃の低い温度でガス化が進行し、ゼロエミッション水素製造、あるいは高効率での液体燃料、化学原料の製造が可能となる技術を提案するに至った。

[中期計画]

・未利用重質油から軽質油を製造する効率を、従来の 80%から 90%以上に向上させる製造プロセスを開発する。

[中期実績]

・溶剤を用いたオイルサンドピチュメンの高分散化と触媒の改良により、コークレスでピチュメンを分解して軽質化できることを明らかにした。この方法を連続装置を用いて行なうことで、オイルサンドピチュメンから 90%以上の収率で軽質留分を回収できる可能性を示すに至った。

[中期計画]

・石油系輸送用燃料の硫黄濃度を、今後施行される規制値 10ppm 以下に低減する触媒技術の実用化開発を行うと共に、さらに進んだ 1ppm 以下に低減するゼロサルファー化や低アロマ化のための触媒技術を開発する。

[中期実績]

・既設の石油精製設備で軽油の硫黄分を 10ppm 以下にする脱硫触媒について、現行の工業規模触媒製造工程で利用可能な新規 NiMo 系及び CoMo 系プロトタイプ触媒の触媒調製法を確立した。次いで特許実用化共同研究制度の中で触媒会社と共同研究を行い、サルファーフリー軽油(硫黄分<10ppm)製造用の本脱硫触媒の工業規模製造技術の構築に成功し、パイロットプラントにより触媒の脱硫性能及び寿命を確認した。接触分解ガソリンの硫黄分を 10ppm 以下にする脱硫触媒の研究では、上記手法の適用によって、脱硫に伴うオクタン価の低下を 1.5 以下に抑制できる触媒の開発に成功した。また、ディーゼル車からの粒子状物質(PM)の排出低減に有効な軽油の低アロマ化(<5%)触媒の研究では、触媒調製法や水素化反応条件の最適化により、許容硫黄濃度を 1500ppm 程度に高めた耐硫黄性貴金属触媒(Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒)の開発に成功した。本耐硫黄性貴金属触媒は軽油の低アロマ化に加え、軽油中に含まれる難脱硫性の硫黄化合物に対する脱硫機能も具備しており、更なる硫黄低減(硫黄分<1ppm)に有望であることを見出した。さらに、本貴金属触媒の用途開発を行い、本触媒がバイオディーゼル中の不飽和結合部位の常圧部分

水素化にも有効であり、バイオ燃料の高品質化技術として有望であることを見出した。

④ クリーン燃料利用技術の開発

[中期計画]

・石油代替燃料であるジメチルエーテル(DME)を利用して公道走行が可能な自動車を10台規模で製作し、自治体を中心としたフリート走行試験により普及に向けた実証を進める。また、天然ガス液状化油(GTL)を燃料とするエンジンについて、排気ガスデータ等の特性を取得し、更なる低公害化のための燃料組成の指針を定め、市場への導入普及を進める。さらに、バイオディーゼル燃料(BDF)の軽油に関する品質確保法の改正に資するデータの取得・提供を行う。

[中期実績]

・1)産総研で開発した中型DMEトラックおよび民間自動車会社開発の小型DMEトラックについて、公道及びテストコースによる実証走行試験を実施し、それぞれ目標の総走行距離(中型:2万km、小型:10万km)に達した。いずれも耐久性に対する大きな不具合はなかった。他機関の開発車両と合わせ国内では累計10台規模でのDME自動車実証試験が行われ、DME自動車の構造基準作成に向けた有益なデータの蓄積がされ、それぞれの機関より大臣認定手続きに基づき国土交通省に報告した。また、民間自動車会社が開発中のDMEトラックの試走をテストコースにて実施し、DME自動車普及推進委員会による埼玉および新潟地域でのDMEトラックフリート走行試験に協力した。

2)天然ガス液状化油(GTL)を種々のディーゼル車に適用し、排気成分及び粒子状物質(PM)の排出特性を調べた結果、芳香族を含まないGTLでは従来燃料に比べPMが約30~40%低減すること、従来燃料でアイドリング時に排出される粒子径20nm以下のナノ粒子が顕著に低減すること、また、PMが炭素数の少ない成分に低級化することがわかった。特に、燃料中に炭素数が19以上の成分を含まず、分枝状成分が少ない特殊なGTLは、アイドリング時に発生する30nm付近の粒子発生にも強い抑制効果があることを示した。以上のようなGTLの優位性を実証したことにより、具体的な生産・輸入事業へと波及した。

3)バイオディーゼル燃料(BDF)の軽油に関する品質確保法に関しては、各種検証データの取得や国内関連団体とのコンセンサス作りにより、「自動車燃料・混合用脂肪酸メチルエステル(FAME)、JIS K 2390:2008」の発行に貢献した。また、東アジア地域におけるバイオディーゼル燃料品質に関するワーキンググループの活動を主導で進め、「EAS-ERIA Biodiesel Fuel Standard: 2008」として低濃度混合用FAMEの推奨値を提言し、第2回東アジアサミットエネルギー大臣会合にて承認された。さらに、DMEについてもISOにおいて燃料品質規格の検討を開始し、各種検証データの取得とこれに基づくコンセンサス作りをISO/TC28/SC4にて行った。また、ISO/TC28/SC5でのDME燃料マニュアルサンプリング方法(ISO29945:2009)の発行に貢献した。

[中期計画]

・新長期規制後に導入が見込まれる新たなディーゼル車排ガス規制に対応したエンジン燃焼技術を開発するとともに、窒素酸化物及び粒子状物質を除去するための触媒システムを開発する。

[中期実績]

・1)超高圧・大量EGR・予混合圧縮着火燃焼を導入した先進エンジン燃焼技術により、後処理用触媒が不活性な低排気温度域における排出ガスの超クリーン化を達成した。また、先進燃焼技術に対して、従来よりもセタン価が10ポイント程度低く芳香族分を含まない燃料を用いることによりクリーン燃焼領域を約2倍に拡大できた。さらに、多気筒エンジン評価により最新のポスト新長期排出ガス規制を達成することを実証した。

2)一酸化炭素を還元剤とするNO_x選択還元の有効なイリジウム系触媒を開発し、現行触媒との組合せなどによりその性能を向上させた。また、内部熱交換により触媒層温度の上昇と安定化が実現できる熱回収型コンバータを開発した。さらに、上記両技術を複合させた省エネルギー型NO_xコンバータ、および省エネルギー型ディーゼルパーティキュレートフィルターを製作し、燃費悪化率3%以下でポスト新長期規制の挑戦目標を達成できる見通しを得た。

3)粒子状物質(PM)成分の性状の指標となるPM粒子の有効密度の評価手法を開発し、実エンジン排出ガス中のPMの計測・評価方法を確立すると共に、個数濃度、粒径分布から質量密度を計測するオンライン法を確立した。また、本手法によって、フィルターの検出下限界や定量限界を明らかにした。

IV-5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

[中期目標]

バイオマスの利用により地球温暖化防止へ貢献するため、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術及び最適なバイオマス利用に向けての評価技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・CO₂排出の大半が化石エネルギー起源であることから、地球温暖化を防止する上では再生可能エネルギーの大量導入により、化石エネルギーへの依存度を低下させることが必須である。こうしたなかで、バイオマスのエネルギー利用は京都議定書上CO₂排出量がゼロと評価されていることから、その積極的導入が求められている。このため、国内の木質系バイオマスを高効率でエネルギー転換する技術を開発するとともに、バイオマスの市場導入を促進するために必要となる多種多様なバイオマス種に最適な利用システム構築のための評価技術を開発する。

IV-5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

[中期目標]

大気中のCO₂濃度を低レベルで安定化させるために、特にCO₂固定効果の大きな木質系バイオマスを原料として、運輸用液体燃料などを高効率・低環境負荷で製造するエネルギー転換技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・CO₂固定能の高い木質系バイオマスのエネルギー利用においては、先行している直接燃焼による発電や熱利用では規模が小さいため熱効率が低く、バイオマスが有する化学エネルギーを有効に利用できない。そこで木質系バイオマスを付加価値の高い化学エネルギーである液体燃料等に転換するため、高効率かつ低環境負荷を実現するガス化技術、発酵技術及び液体燃料製造技術を開発する。

① 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

[中期計画]

・製材あるいは間伐材等の木質系バイオマスで95%以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90%以上のガス化率で、合成ガス(一酸化炭素+水素等)を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるサルファーフリーの合成ガスから軽油等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

[中期実績]

・噴流床型ガス化炉-改質-ガス精製-貯蔵-圧縮の一連のシステムを構築し、これらのシステムにおいて、各種バイオマス数十種をガス化し、ガス化特性を調べた。ガス化条件の制御により、木質系バイオマスは、高ガス化率(95%以上)かつ液体燃料に適した組成のガス生成の両立を達成、廃棄物系バイオマスにおいても、高ガス化率(90%以上)を達成することができた。さらに、ガス化条件を制御することなどにより、目的とする物質(メタノール、DME, BHD, FT油など)に対応してほぼ任意のガス組成のガスを得ることが可能になった。

・バイオマス由来の合成ガスから軽油等の液体燃料を製造するためのフィッシャー・トロプシュ (FT) 合成用ルテニウム系触媒の開発を行い、既存のコバルト系より高い触媒性能であることを確認した。

[中期計画]

・含水率の高い生ごみ等の廃棄物系バイオマスから水素とメタンを得る発酵技術において、微生物の担体保持方法や配合調整法等の開発を行い、エネルギー回収率が実用化レベルである55%以上の発酵プロセスを開発する。

[中期実績]

・産総研つくばセンター内に、産総研の食堂由来食品廃棄物1日100kgを処理する、水素メタン二段醗酵実験プラントを建設した。このNEDO委託研究は、企業と共同で実施したもので、二段発酵法による水素とメタンの発生を確認し、ガスエンジンによるコージェネ試験を成功させた。得られた実験結果を解析し、エネルギー回収率が55%以上になることを報告した。

IV-5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

[中期目標]

アジアに大量に賦存するバイオマス資源の利用を推進し、その市場への導入を図るため、経済価値の高い素材から経済価値の低いエネルギーに至るまでバイオマスの総合的な利用を推進する技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・多種多様なバイオマス資源の利用を推進し、市場導入を促進するために、バイオマスの賦存状況や材料特性に関するデータベースを構築するとともに、バイオマス利用統合プロセスシミュレーション技術を開発する。

① バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

[中期計画]

・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

[中期実績]

・バイオマス利活用の物質収支、エネルギー収支を検討するための基盤となるバイオマスデータベースを作成し、一部をホームページ上で公開した。このバイオマスデータベースを元に、従来技術である燃焼熱利用、燃焼-発電、メタン発酵の3方式について、簡易経済性シミュレータを作成し、ホームページ上で公開した。液体燃料製造プロセスの経済性、環境性を評価するシミュレータを作成し、技術開発要素のポートフォリオを作成するとともに、国産バイオエタノールの二酸化炭素削減費用を試算して、ディスカッションペーパーとしてホームページ上で公開した。

IV-6. 省エネルギー技術開発によるCO₂排出の抑制

[中期目標]

CO₂の排出抑制のため、省電力型パワーデバイスの開発及び分散型エネルギーネットワークの構築など、エネルギー供給における省エネルギー化を実現する技術の研究開発を実施する。また、エネルギー消費の大きい化学産業におけるエネルギー消費の低減をはじめ、輸送機器の軽量化及び情報通信機器の省電力化など、製品の製造及び利用の両面において省エネルギー化を実現する研究開発を実施する。

[中期計画]

・CO₂排出の大半がエネルギー起源であることから、CO₂排出量の削減のために各需要部門における省エネルギー技術の開発が強く求められている。このため、民生部門では、種々のパワーエレクトロニクス機器の電力損失を大幅に低減できる省電力型パワーデバイス技術、分散型エネルギーネットワークの高効率運用によりエネルギー使用を最適化する技術、住環境を快適に保ちつつ省エネルギーを図る建築部材の開発及び電子機器の省電力技術を開発する。産業部門では、省エネルギー化学プロセス及び省エネルギー型環境浄化技術を開発する。運輸部門では、輸送機器の軽量化による省エネルギー技術を開発する。

IV-6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

[中期目標]

民生及び運輸部門の省エネルギー化を目指し、材料・デバイス技術の統合によるパワーデバイスの高パワー密度化、低コスト化及び汎用化のための基盤技術を確立し、エネルギー損失を大幅に低減するパワーデバイスの研究開発を実施する。

[中期計画]

・エネルギー消費が電力の形で使用される割合が益々増加していることから、多くの場所で電力変換器に使用されているパワーエレクトロニクス機器の低損失化が不可欠である。現状のパワー素子では、シリコンの半導体特性から損失の低減には限界がある。このため、物理特性から大幅な低損失化が見込める、炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いた省電力型パワーデバイスの基盤技術を開発する。

① 省電力型パワーデバイスの開発

[中期計画]

・炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いたパワーデバイスに関して、これまでに開発した世界最高水準の素子技術を発展させ、現状のシリコンを用いた素子に比べて損失を 1/3 に低減した電力変換器のプロトタイプを開発する。

[中期実績]

・変換器損失統合設計シミュレータの開発と、内製の低損失 SiC パワーデバイスを用いた電力変換器モジュールの試験を実施し、シリコン素子を用いた変換器に比べて損失 1/3 の性能を実証すると共に、オン抵抗や接合温度、動作周波数の最適化で、損失を約 1/5 にまで低減できることを示した。

IV-6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

[中期目標]

化学プロセスの省エネルギー化を実現するための熱交換技術、蒸留技術及び反応技術の研究開発を実施する。また、環境浄化及びリサイクルの実施に際しての投入エネルギーの低減を図るため、省エネルギー型の水処理技術及び金属再生技術に関する研究開発を実施する。

[中期計画]

・産業部門のエネルギー消費の約 30%を占める化学産業の省エネルギー化は CO₂ 排出削減に大きな効果が期待される。このため、各種化学プロセスの省エネルギー化を実現するとともに、環境浄化やリサイクルなどの静脈産業における省エネルギー化を実現する。化学プロセスの省エネルギー化については、高効率な熱交換技術、蒸留技術、熱利用技術及び漂白技術を開発する。また、環境浄化及びリサイクルについては、投入エネルギーの低減を図るため、高効率大気浄化技術及び省エネルギー型の水処理技術を開発するとともに、金属の回収及び高純度化再生の省エネルギー化技術を開発する。

① 産業部門消費エネルギー低減のための化学技術の開発

[中期計画]

・産業用空調機器の消費エネルギー低減のため、水蒸気脱着温度を従来の 100℃以上から 50℃程度に引き下げることを可能とするデシカント空調機用ナノポア材料を量産する技術を開発する。

[中期実績]

・産業用空調機器の消費エネルギーを低減可能なデシカント空調機用ナノポア材料について、水蒸気脱着温度 50℃の材料を開発し、さらに水蒸気に対しての十分な耐久性を持たせる合成方法及び量産技術を確立した。その成果に基づき、共同研究先企業と共にナノポア材料を固定化したハニカムローター搭載ハイブリッドデシカント除湿機を試作して 1 年以上の運転試験を行い、従来と比較して消費エネルギーを約 40%以上削減可能なことを実証した。

[中期計画]

・省エネルギー型蒸留プロセスのために、従来比 30%以上の消費エネルギー削減が可能な内部熱交換式蒸

留塔(HIDiC)を実用化する技術を開発する。

[中期実績]

・省エネルギー型の蒸留プロセスである内部熱交換式蒸留塔(HIDiC)について、産総研の特許構造に基づくパイロットプラントが建設され試験運転を実施した。これにより従来塔との比較で約 60%の省エネルギー性能が実証され、1000 時間の連続運転にも成功した。この成果を踏まえ、6 社体制の共同研究を実施して実用化に際しての必要事項や普及体制を検討した。2009 年度からは産総研からの技術移転を受けた企業が、パイロットプラント規模の HIDiC を商品化し本格的な受注活動を開始した。

[中期計画]

・物質生産とエネルギー変換を同時に行うコプロダクション技術を導入した高効率な化学製造プロセスを解析・評価するソフトウェアを開発する。

[中期実績]

・物質生産とエネルギー変換を同時に行うコプロダクション技術について、産総研の特許に基づくコプロダクションシステム評価ソフトウェアの改良版を開発し、種々の評価項目への拡張と新機能の追加を行った。これらの機能は化学製造プロセスに関するケーススタディによりその動作を確認し、開発した技術は企業に技術移転を行った。また、ユーザー企業との共同研究において更なる機能拡張を行い、省エネルギー化設備投資に有効であることを確認した。

[中期計画]

・漂白プロセスの消費エネルギーを 20%以上低減できる綿布の光漂白技術を開発するとともに、他の材質の布及びパルプ等に適用範囲を拡大する技術を開発する。

[中期実績]

・漂白プロセスの消費エネルギー低減のために、布帛の光酸化漂白において処理条件の最適化を行い、綿布と綿ポリエステル混紡を従来法と同等の性能で漂白でき、消費エネルギーは従来法の 50%で済む光漂白技術を開発した。また、各種パルプの光漂白により従来法と同等の白色度が得られることを明らかにした。

・光漂白技術より派生した技術を利用して、綿とポリエステルを簡便に効率良く分離する技術を確立した。また、分離して得られるセルロース粉末に光表面化学修飾を行い他の高分子と複合化する技術を開発し、表面未修飾の粉末を用いた場合と比べて材料強度の向上が見られることを明らかにした。

② 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発 (IV. 3-(3)-①を再掲)

[中期計画]

・99.9%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から 600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

[中期実績]

・常温から 600℃までの広い温度範囲で長時間(>2000 時間)の安定性を有するパラジウム-銀の二元合金薄膜、パラジウム-銀-金の三元合金薄膜を開発に成功した。水素脆化や機械的強度の向上を意図して、パラジウム粒子を支持体空隙に充填した新規構造のパラジウム膜の製造に成功した。民間と共同で、改質ガスからの水素の分離システムとして実用化研究を行い、99.9%以上の高純度水素の製造プロセスの実現に道を拓いた。

・水素分離用非貴金属パラジウム膜としてアモルファス合金に着目し、水蒸気耐性及び透過性能に優れた膜を開発した。さらにアモルファス合金膜を用いたモジュールを開発し、水素濃度 73%の混合ガスから純度 99.999%の純水素を 80%を超える回収率で得ることに成功した。

・99.9%以上の高純度水素製造のための安定性に優れた水素分離膜として、セラミックス等の支持体を持たないフィルム状のパラジウム系薄膜に着目し、厚さ10 マイクロメートルの自立薄膜を調製する技術を開発した。さらに、パラジウム自立薄膜の特長を活かせる膜モジュールを開発し、水素精製装置のプロトタイプを作製することができた。

[中期計画]

・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の 2 倍のプロダクト率(酸素透過率×酸素濃度)を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

[中期実績]

・空気からの高効率型酸素製造プロセス用として、安価なポリフェニレンオキドを原料とする新規炭素膜を開発した。高分子構造や製膜条件を最適化することにより分離性能を向上させ、市販高分子膜の約 2 倍のプロダクト率(酸素透過率×酸素濃度)を達成した。また、機械的強度に優れた膜を開発することで、優れた分離性能を維持したままモジュール化を実現した。さらに、中空糸膜製造技術、大量生産技術、シール手法を開発し、数 L/min の空気分離が行える有効膜面積 1m² の大型モジュールの開発に成功した。

③ 環境汚染物質処理技術の開発 (IV. 1-(4)-①を一部再掲)

[中期計画]

・揮発性有機化合物(VOC)の小規模発生源を対象とし、有害な 2 次副生物を発生することなく従来比 2 倍以上の電力効率で数 100ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

[中期実績]

・プラズマ法と触媒との複合化を試み、1)一段式複合システムでは有害副生成物を副生することなく濃度 400ppm の VOC を分解できる手法を、2)また二段式複合システムでもプラズマ単独法と比較して約 2 倍の電力効率で濃度 200ppm の VOC を分解でき、かつ有害物質の発生を抑制する手法の開発に成功した。産総研のベンチャーとの共同開発により、通電加熱方式の吸着回収装置を完成し、現場で性能を実証した。高周波加熱方式のプロトタイプ機を世界で初めて試作し、期待通りの性能を確認した。さらに、高吸着能と易脱着能を併せ持つ吸着剤の開発にも成功した。

[中期計画]

・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて 40%の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

[中期実績]

・水中の難分解性化学物質等を処理するため、ベトナム染色工場で使用するオゾン分解併用型生物処理装置(2m³/日規模)の設計・製作及び現地搬送を行った。連続試験の結果から、生物・竹炭処理に加えてオゾン処理を行うことにより、色度除去が可能であることを明らかにした。従来法に比べて 40%の省エネルギーを実証するとともに、コスト評価でも当初の計画を達成した。また、シクロデキストリン誘導体を吸着剤とした分離膜を合成し、実験室レベルの連続処理プロセスを組み立て、性能を評価した。

・再生水の有効利用のための分離膜を組み入れた小規模膜浄化装置について、企業をコアとする連携研究体を設立して装置を開発し、現場に導入して試験を行った結果、装置性能を実証することができた。

・活性化活性炭を微生物担持体として利用する水処理技術を開発した。梅調味廃液を 8 日間で 10mg/L(BOD)まで浄化するミニプラントを安定に運転できた。酪農廃水を 7 日間で 20mg/L(BOD)まで浄化できるプラントを建設し安定的に運転できた。

④ 都市域における分散型リサイクル技術の開発 (IV. 1-(4)-②を再掲)

[中期計画]

・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を 1 桁向上しつつ 50%以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20%以上の省エネルギー化と 50%以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

[中期実績]

・廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として第 1 期に提案した省エネ型新規銅電解採取プロセスについて、電解液組成や浄液法を工夫することにより、小型連続運転装置を用いて再生された金属銅の純度を

99.99%(第 1 期終了時)から 99.999%に向上させることができた。すなわち目標である再生金属純度 1 桁向上を達成した。またこのとき、電解時に必要なエネルギーは、1200 kWh/t(第 1 期終了時)から 600 kWh/t に削減することができた。つまり 50%以上の省エネルギー化を成し遂げた。

・またプラスチック再生技術として、架橋ポリエチレンやポリウレタンを新規固形燃料へと資源化する手法を開発した。既知資源化法に比べ、エネルギー消費は約 2 から 0.4 kJ/g(架橋ポリエチレン熱分解から固形燃料化を選択した場合の概算値)に削減され、再利用率は 10%から 45%(ポリウレタン焼却熱回収から固形燃料化を選択した場合の概算値)に向上した。つまり 20%以上の省エネルギー化と約 50%の再利用率を達成するプラスチック再生技術の開発に成功した。

・さらに新しいリサイクルの考え方として今までの集中型に対する分散型リサイクルシステムを提案し、環境影響評価の手法に基づいた社会受容性評価法について検討した。そのメリットとして廃棄物収集に要するコストおよび環境負荷が低いこと、処理物の量・品質が変動したときには、処理条件の調整(例えば処理規模の変更や操作条件を変更など)による適応性が高いことを明らかにした。

IV-6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)を一部再掲)

[中期目標]

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術に関する研究開発を実施する。(IV. 4-(1)を一部再掲)

[中期計画]

・分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。

① 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)-①を一部再掲)

[中期計画]

・排熱利用技術として実用レベルの変換効率 10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。

[中期実績]

・新型材料を用いてセグメント型及びカスケード型の熱電素子を試作し、最高で目標値(変換効率 10%)とほぼ同等である 9.4%の発電効率を達成した。低温で高い性能をもつ鉄系の層状物質を開発し、物性の起源を解明した。中高温域で高い性能を有する硫化物熱電材料の P 形と N 形を開発した。薄膜デバイスを試作し冷却動作を確認した。

[中期計画]

・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術を開発する。

[中期実績]

・複数台の燃料電池と貯蔵機器からなる住宅用熱電気統合型エネルギーネットワーク技術を確立した。実住宅において一次エネルギー消費では最大約 7%、二酸化炭素排出では最大約 13%の削減効果が得られることを実証した。基幹電力システムとの協調運用のために、分散型電源が系統容量の 3 割という高い導入率でも、配電系統電圧を安定に制御できる電圧管理技術、ならびに風力発電等の出力変動が引き起こす長短周期の系統周波数の動揺を抑制する熱負荷機器制御技術を確立した。これにより北海道の風力発電導入量を 2 倍以上に増やせることを明らかにした。

IV-6-(4) 輸送機器及び住宅から発生する CO₂ の削減のための機能部材の開発 (Ⅲ. 3 を再掲)

[中期目標]

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部

材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。(Ⅲ. 3を再掲)

[中期計画]

・製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からの CO₂ 排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発しエンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

① 耐熱性軽量合金の開発 (Ⅲ. 3-(1)-①を再掲)

[中期計画]

・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鋳鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鋳造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

[中期実績]

・AC8A 相当の静的高温強度と、AE42 以上の高温クリープ特性をもつ耐熱・難燃性 Mg 合金を開発し、軽量金属材料のエンジン部品を実現するために最適な連続鋳造技術を開発した。ランナレス射出成形法により機械的特性を上げる組織制御技術、加圧成形技術を開発し、鋳造欠陥の少ない高品質な部材を成形する技術を開発した。さらに、た。難燃性 Mg 合金をベースとして粉末法にて新規の溶加材を開発し、Mg 合金板材の TIG 溶接を行い、良好な溶接継手効率を達成できた。Mg 合金の耐食性コーティング技術としてオートクレーブを用いた新規蒸気養生法を開発した。

② 高加工性軽量合金素形材の開発 (Ⅲ. 3-(2)-①を再掲)

[中期計画]

・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鋳造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。(再掲)

[中期実績]

・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために最適な連続鋳造技術を開発した。マグネシウム連続鋳造合金等の鍛造データベースを構築し、新規鍛造プロセスによる機械的特性向上に成功した。摩擦攪拌接合により、厚さの異なるマグネシウム合金板材の接合、母材の 90%以上の継手強度を示す異種材の接合に成功した。鏡面でない表面に Si 含有ダイヤモンド状炭素膜の成膜、及び大型部材への表面処理が可能な蒸気養生法による耐食性向上技術を開発した。

③ 省エネルギー型建築部材の開発 (Ⅲ. 3-(3)-①を再掲)

[中期計画]

・建築物の空調エネルギーを 10%削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミック壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。(再掲)

[中期実績]

・高機能な新規の調光材料や吸着材料、強度 3 倍以上で難燃性の木質材料、廃棄物含有量が 90%以上の保水タイル等の建築部材を開発し、さらに低コスト化技術を開発した。市販ソフトウェアを使ったシミュレーションとともに季節変化を考慮したシミュレーションにより、窓材の日射制御効果を検証した。

・建築物の空調エネルギー削減のための照明材料の開発について、蛍光ガラスデバイスの基材となる多孔質ガラスの大型化を行い、10cm 角以上のものを作製することが可能になった。また、蛍光ガラスと LED を組み合わせた平面光源を試作してその動作を実証した。蓄光材料については、従来の材料にガラスを複合化する条件についての指針を得ることができた。さらに、新規の蓄光材料として金属をドープしたガラス等を多数試作したが、今回検討した条件では蓄光性能の向上は困難であることを見出した。

IV-6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発（Ⅱ. 2-(3)を一部再掲）

[中期目標]

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載され CPU 及び入出力デバイスの長時間使用を目指し、2010 年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。（Ⅱ. 2-(3)を一部再掲）

[中期計画]

・モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術の研究開発を行う。

① 低消費電力システムデバイス技術の開発（Ⅱ. 2-(3)-②を再掲）

[中期計画]

・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

[中期実績]

・20nm ゲート世代のダブルゲート MOS プロセス、デバイスモデルおよびシミュレーション技術を総合的に構築し、新規構造メモリ（フレキシブルパスゲート SRAM）の動作に成功した。MgO 用いた磁気トンネル接合（MgO-MTJ）メモリ素子技術において世界で初めてギガビット級スピン RAM 実現に必要なスピン注入磁化反転による書き込み技術を完成した。また、MgO-MTJ 素子を用いたハードディスクヘッドの実用化に成功した。強誘電体ゲート絶縁膜を用いたトランジスタ（FeFET）の集積化技術を開発し、論理回路での不揮発動作実証とメモリ素子での世界最高のデータ保持特性を世界で初めて示した。さらに、動的に消費電力と回路構成が可変な Flex Power FPGA の設計技術を構築し、開発した試作チップでの動作実証に成功した。また、全金属自己検出型プローブ顕微鏡を用いたデバイス・材料の計測技術を開発し、世界最高レベルの電荷一個相当の検出感度と約 2nm の空間分解能を実証した。

V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

[中期目標]

計測技術は、観測、実験及び生産等全ての科学研究や産業活動の発展の基盤をなすものであり、様々な分野における共通の基盤技術として広く利用されている。広範囲にわたる産業活動を横断的・共通的に支援し、産業技術の信頼性を向上させるため、計測評価技術の研究開発を実施するとともにデータベースの構築や試験評価方法の標準化を推進する。

[中期計画]

・計測評価技術は、研究開発、産業活動といった技術を用いた諸活動を行う上での社会の基盤であり、優れた計測・評価技術なくして技術に関連する活動の円滑な実施は行い得ない。こうした認識に則り、①先端的な計測・分析機器や計測評価方法の開発と社会での導入実施に不可欠となる標準化や標準試料の提供、②産業技術の基盤となるデータベースや社会の安全・安心に関するデータベースの構築を行う。これにより、産業振興を牽引する新たな知見の獲得や産業技術の信頼性向上につながる共通の基盤技術としての計測評価技術を提供する。

V-1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

[中期目標]

広範な先端技術分野において新たな知見を獲得するためのツールとなる計測評価技術を開発するとともに、それらの標準化に貢献する。また、新技術や新製品の国内外市場の開拓を促進するため、製品の機能及び特性等を評価する技術を開発する。

[中期計画]

・様々な顕微鏡の開発によりナノテクノロジー等の新たな技術分野が生まれたように、先端的な計測・分析機器は広汎な技術、産業分野に展開できる基盤的特性を有している。こうした基盤の構築を行うとの観点から、産業分野を先導する先端的な計測・分析機器の開発と産業技術の信頼性を向上させる評価解析技術の開発を行う。また、新技術や新製品が国内外の市場を確保するためには、機能の優位性や製品の安全性、信頼性が技術的に確保されていることが必要であることから、製品の機能や特性等を評価する計測技術を開発し、試験評価方法の形で提供するとともにその標準化に貢献する。

V-1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

[中期目標]

新たな産業技術の発展を促進するため、光・量子ビーム源の開発及び高感度検出技術の開発など先端的な計測・分析機器に関する研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。

[中期計画]

・ナノテクノロジー等における先端的な計測・分析機器の開発においては、ナノメートル領域の物質や欠陥等を高感度かつ高精度に検出する技術や物質の挙動を可視化する技術の開発が必要とされている。そのために、①反応性の高い状態にある原子・分子やイオンを用いた新たなツールを開発してナノメートル領域の計測や分析を可能にする技術、②新たな光・量子源の開発や高輝度化・マイクロビーム化により局所領域の物質の挙動を可視化する技術等の開発を行う。さらに、①、②の技術に関して標準化に貢献する。また、装置等の動作状況の把握や稼働条件の最適化を図るために、実環境下で計測可能な機器の開発が必要とされており、実環境下で動作する圧力や応力等のセンサの開発とそれを利用した計測技術の開発を行う。

① 反応性の高い状態にある原子・分子の計測・制御技術の開発

[中期計画]

・90%以上の超高濃度の酸化活性なオゾンを精密に制御して、10nm以下の薄いSiO₂膜を供給用1インチ半導体基板に±0.1nmで均一に作製する技術及び200°C以下の低温における酸化膜作製技術を開発するとともに、長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しを半導体産業等に提供する。

[中期実績]

・90%以上の超高濃度の酸化活性なオゾンを精密に制御可能な酸化炉を作製し、10 nm以下の薄いSiO₂膜を5 cm(2インチ)径シリコン基板に±0.1 nmで均一に作製する技術を開発した。作製した酸化膜試料の保管法、再洗浄法、使用法を確立し、計測標準研究部門のトレーサブル X線反射率測定装置により酸化膜の膜厚と密度の値付けを行い、厚さ計測用の物差し(標準物質[CRM5204-a])として供給を開始した。また、紫外線照射による励起オゾン酸化法を新たに開発し、ヒータによる基板加熱を行わずに200°C以下の低温で酸化膜を作製する技術を開発し、20 cm(16インチ)以上の範囲で、膜厚10 nm以下で±0.1 nmの均一な酸化膜を作製することに成功した。

[中期計画]

・材料の表面をナノメートルレベルで均一に削り取るための新型イオン源を開発し、半導体デバイスの深さ10nm以内に存在する不純物を10¹¹個/cm²レベルで分析できる技術を開発する。また、その計測手法の標準化を行う。

[中期実績]

・金属クラスター錯体イオン源を新たに開発し、半導体材料の表面をナノメートルレベルで均一に削り取り、1 nm 以下の深さ分解能で半導体中の不純物を分析することに成功した。さらに同イオン源により、有機物表面を低侵襲に削ることができることも実証した。また、レーザー過渡吸収分光システムの光学系と検出信号系を改良し、吸収度測定の高感度化を進めた結果、有機半導体材料の深さ 10 nm 以内に存在する不純物を 1011 個/cm² レベルで分析できる技術を開発した。さらに、これらの知見を用いて、二次イオン質量分析において、分析深さの校正法の ISO 化に貢献し、質量と電荷の比で 1,000 以上の大分子量における質量の校正法に関する規格化の素案を提案した。

[中期計画]

・ナノ物質に結合するマーカーとして極安定ラジカルを合成し、そのマーカーを磁気計測方法によって検出することによりナノ物質の挙動を精密に計測し、生体影響評価に資する。

[中期実績]

・ナノ物質(カーボンナノチューブ: CNT)の標識に適した電子スピン共鳴(ESR)吸収スペクトルを有するマーカー(極安定ラジカル)を選定し、その合成手法を確立した。合成したマーカー極安定ラジカルを結合した CNT を調整することに成功したが、シグナル強度不足で動物試験による生体影響評価を断念した。そこで標識マーカーを N-オキシル安定ラジカルに変更し、CNT の同素体であるナノ物質のフラーレンを吸入暴露したマウスにおける肺部での生体影響評価を可能とする独自の ESR イメージング手法を開発し、ニッケル酸化物を陽性対照として検討を行い、フラーレンには暴露部位である肺に急性の酸化ストレスが掛からないことを証明した。また、AFM によるナノ物質形状評価用楕型評価資料(最小幅 8nm, 曲率半径 4nm)の作成に成功し、さらに TEM によるマクロファージ細胞中 CNT のエネルギー分光 TEM 法による観察手法を確立した。このようにして、中期計画に掲げたナノ物質の挙動を精密に計測し、生体影響を評価することに成功した。

[中期計画]

・数 10Da の原子から 1MDa を越えるタンパク質のような巨大分子までの広い質量範囲において、タンパク質を構成するアミノ酸の違いを識別できるレベルの質量分解能で分子量分布計測が行える飛行時間型質量分析装置を開発する。

[中期実績]

・超伝導分子検出器、極低温冷凍機、信号処理技術をシステム化して、分子量 12 から数 MDa の分子衝突に対して 100% の分子カウンティング能力をもつ質量分析用分子検出システムを構築した。これを搭載した装置を試作し、タンパク質中のアミノ酸を識別できる質量分解能で、フラットな検出感度を活用した分子量分布測定を可能にした。

[中期計画]

・半導体検出器のエネルギー分解能と検出効率を 1 桁以上改善した超伝導検出器を開発し、生体用軽元素のエネルギー分散分光分析を可能にする特性 X 線検出システムを開発する。

[中期実績]

・窒素、酸素といった軽元素分析用に、半導体検出器のエネルギー分解能と検出効率を 1 桁改善した超伝導 X 線検出システムを開発した。軽元素用の軟 X 線エネルギー分散分光が可能な超伝導素子、極低温冷凍機、デジタル信号処理回路から構成されるシステムを開発できた。

② 光・量子ビームを利用した動的現象の可視化技術の開発

[中期計画]

・産業現場に導入可能な大きさと 3-30keV の X 線エネルギーと 109photon/s 以上の X 線収量を有する、生体高分子の立体構造解析や可視化への適用が可能な単色硬 X 線発生システムを開発する。

[中期実績]

・高出力超短パルスレーザーと 40 MeV 小型電子加速器による、産業・医療現場に導入可能な規模で、3-40keV の X 線エネルギー領域における生体高分子の立体構造解析や可視化への適用が可能な単色硬 X 線発生システムを開発した。装置は 10m × 10m 程度であり実験室規模への小型化に成功した。これまでに X 線収量は 1 桁増加させており、109photon/s の目的に対しては、マルチパルス X 線発生のための 100 パルス

のマルチパルス電子ビーム生成、及びマルチパルス共振器の開発により、原理実証に成功した。当初予定したエネルギー(30keV)以上の単色X線を生成することも可能になったため、造影剤を用いた生体試料の微小血管造影にも成功した。更に、X線像を毎秒30フレームのビデオレートで撮影するシステムをあわせて開発し、実験室規模において単色X線を用いたリアルタイム血管造影に世界で初めて成功した。

[中期計画]

・ビーム径を100 μ m以下に絞り込める陽電子マイクロビーム源を開発し、材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布や動的变化を計測するシステムを開発する。

[中期実績]

・電子加速器で発生した高強度陽電子ビーム径を独自の技術ビーム集束技術を用いて30 μ m以下に絞り込める陽電子マイクロビーム源を開発した。これを用いて、試料を3次元的に走査することにより、先端材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布や高速測定によって動的变化を計測するシステムを開発した。また、陽電子発生用加速器技術の応用として、ポータブル加速器及びカーボンナノ構造体電子源を用いた高エネルギーX線源の開発に成功した。

[中期計画]

・既存の偏光変調素子が使用できない40nm-180nmの真空紫外領域において、生体分子の立体構造の決定が可能なS/N比10⁻⁵の測定精度を持つ高感度円偏光二色性測定装置を開発する。

[中期実績]

・円偏光二色性(CD)測定系で入射光強度測定法の改良や振動対策、前置鏡コーティングの変更、分光器の更新など分光光学系の改良を行い、測定精度を向上させた。円偏光二色性と直線偏光二色性同時計測システムを開発し、物質の配向などの異方性情報が得られるようになった。溶液試料測定用セルを製作しアミノ酸や糖水溶液のCD測定を実現した。また、偏光変調駆動機構を改良した偏光アンジュレータを設計製作し、蓄積リングへの設置と調整を行った。その結果偏光変調信号の歪みが除去され、これまでCDスペクトル中に真のCD信号と同程度あった偽の信号を1/20以下まで低減させることに成功し、5%の確度でデータの信頼性を保証することが出来るようになった。これにより糖類水溶液試料で温度制御したCD測定を行う事が可能となり、水溶液中に存在する構造異性体を見分けることに成功した。以上により、既存の偏光変調素子が使用できない40nm-180nmの真空紫外領域において、生体分子の立体構造の決定が可能なS/N比10⁻⁵の測定精度を持つ高感度円偏光二色性測定装置を開発した。

③ 実環境下での圧力、振動の計測技術の開発

[中期計画]

・発電用ガスタービンの状態診断等への応用を目指して、ピーク時800°C、常用500°C以上の高温、25MPa以上の高圧下で0Hz~数MHzの広帯域圧力変動を実環境下で計測する高耐熱性の圧力、振動薄膜センサデバイスを開発する。

[中期実績]

・1) 高耐熱性の薄膜型圧力センサデバイスに関しては、最大600°Cまでの動作と300MPa以上の計測が可能な窒化アルミニウム(AlN)圧電体薄膜センサ素子の開発に成功した。試作した直径5mmの小型燃焼圧センサをエンジン内部に取り付け、燃焼圧変動に対する応答特性の評価を行った結果、実用上十分な応答特性を示した。さらに、AlN薄膜をスカンジウム(Sc)が固溶した複合窒化物とすることで、AlNの5倍以上の圧電性を示すとともに、この複合窒化物薄膜が500°Cまで加熱しても結晶構造が変化しないことを確認した。
2) 高耐熱性の薄膜型振動センサデバイスに関しては、大気中800°Cで600時間以上、200°Cで1000時間以上の耐久性を有し、920°Cで0Hz~数MHzの広帯域振動計測が可能なAlN圧電体薄膜センサを開発した。このセンサを用いることで、700°Cでのプラント配管の腐食割れの検出に成功したほか、チャンバー内部に設置することにより、外側に設置したセンサでは検知できないプラズマの異常放電を検知可能なことを確認した。

[中期計画]

・在宅医療用の生体情報センサやヒューマノイドロボットの触覚センサ等への応用を目指して、150°C以上の

温度に耐え 5mm ピッチ以下の応力分布分解能を持つ、柔らかい高分子やゴム質表面に形成可能な箔状圧力センサシステムを開発する。

[中期実績]

・ポリイミド、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンテレフタレート等の柔軟な高分子膜基板上に圧電体薄膜を形成したフレキシブルな高機能箔状圧力センサを開発し、指先での脈波計測等の生体情報計測が可能なことを実証した。この薄膜形成を Roll to Roll で行う技術を開発するとともに、作製した圧電体薄膜が 150°C 以上の耐熱性を有することを確認した。また、この圧電体薄膜を用いて、超音波エコー装置の超音波プローブ表面のシリコンゴム上に貼り付ける 5mm ピッチ×8ch の箔状圧力センサを試作し、体組織を計測した結果、エコー画像と圧力分布の同時計測が可能なが実証された。さらに、体表に設置した箔状圧力センサからの信号の処理技術を開発し、筋の厚み変化を推定するとともに、超音波エコー画像との比較により動作のタイミングが一致することを確認するなど、生体情報センサシステムとして利用可能なことを実証した。

[中期計画]

・材料の高精度劣化モニタリングなどへの応用を目指して、応力分解能が既存の歪ゲージと同等以上の数 nN/粒子かつ空間分解能の目安となる数百 nm 以下の応力発光体ナノ粒子を合成する技術、粒子を配列、分散及び固定化する技術並びに応力発光体を用いた遠隔応力計測システムを開発する。

[中期実績]

1) 化学組成、結晶構造、合成温度等の製造プロセスの最適化、圧電体相との複合化や結晶相の複相組織制御等により、赤色から紫外にわたる発光材料の多色化と 2~3 桁以上の高輝度化を達成した。また、新規なマイクロ噴霧法等により粒径数十 nm 以下の高感度応力発光体超微粒子の製造技術を開発した。
2) 超微粒子の耐水性表面処理及び表面修飾技術の開発、種々の組成の応力発光塗料を用いた塗膜の作成、様々な構造材表面への応力発光塗膜の試作を行い、疲労亀裂を検知できる塗膜センサの開発と、基板上に優先配向したオールセラミックス応力発光結晶薄膜の合成技術を確立した。
3) 種々の応力、ひずみ、ひずみ速度、温度での応力発光応答性データベースの構築等により、発光データからひずみを定量的に逆解析可能なリアルタイム応力異常検出システムを構築し、応力発光による亀裂進展の検出に成功した。また、応力履歴を色変化として記録するシステムを試作し、カメラ計測を必要としない亀裂進展履歴の記録に成功した。

④ 横断的な計測評価手法の構築に向けた先端的計測評価技術の開発

[中期計画]

・次世代の衛星として期待されている準天頂衛星システムによる高精度な位置情報システムのコスト低減、長寿命化及び信頼性向上を目指し、地上局の原子時計と準天頂衛星に搭載された水晶発振器を無線により同期させる技術(擬似時計技術)を開発し、同期精度 10ns 以内、100,000 秒以上における長期安定性 10⁻¹³ 以内の擬似時計システムの実現を目指す。

[中期実績]

・準天頂衛星を用いて擬似時計実験を行うために、地上装置の開発、アルゴリズムの開発、搭載ソフトウェアの開発およびそれらのシミュレーションおよび実証試験を行い、数値目標(同期精度 10ns 以内、100,000 秒以上における長期安定性 10⁻¹³ 以内)を達成した。宇宙空間を用いた実験として、静止衛星を中継した実験を行い、10 ns 以内で同期させることに成功した。

⑤ 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発(I. 2-(1)-①を再掲)

[中期計画]

・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

[中期実績]

・2 種類の MRI 撮像法を開発し実験機での特性評価を行った。撮像時に印加する傾斜磁場の時間的変化

や電波の SAR は従来の撮像法と同等であることから生体への影響は無いものと想定され、臨床用 MRI 装置への適用を可能にすることがわかった。開発した受信器系の高感度化技術は連携する企業において理化学機器として製品化を図った。一方、微小電極を用いた低侵襲計測技術等の開発では、豊橋技術科学大学と共同でシリコン結晶成長法を利用した低侵襲微小電極を開発した。また、末梢神経線維活動電位を分離・抽出するための信号処理技術を開発し、複数の単一末梢神経線維からの活動電位を同時計測できるようになった。これらの成果により、末梢神経線維活動電位を利用した高次生理機能計測技術や高度治療機器技術の要素技術の開発が着実に進展した。

[中期計画]

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

[中期実績]

・DNA ポリメラーゼが基質を取り込む酵素反応を実時間で測定する方法を基礎とする 1 分子 DNA シークエンサを提案して、その原理を実証した。4 種類の 1 分子蛍光を測定するための超高感度顕微鏡システムの開発に加え、企業との共同研究も含め、読取長の長いポリメラーゼ、ポリメラーゼ反応を妨害しない色素を探索して酵素反応系を最適化した。非蛍光標識で DNA 塩基を 1 分子感度で検出できる可能性がある表面増強ラマン分光法に着目した。モデル分子を用いて、主要な増強機構を理論と実験両面から実証することに成功した。この実績を基礎として次々々世代の 1 分子 DNA シークエンサの FS を実施した。

[中期計画]

・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を単一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

[中期実績]

・従来法の電場を用いた方式のセルソータは原理が異なる、光圧力を用いたチップ型ソータを提案した。従来法では困難な 5 種類以上の細胞を、弁別できるだけでなく、回収し再利用可能な特長を有する。動作原理の実証から、企業と共同で実用化に向けた試作機の開発まで展開することができた。
・また、従来の蛍光色素よりも長時間安定に蛍光測定が可能な量子ドットに着目して、生きた単一細胞の表面および内部のイメージングに応用した。その結果、従来の常識を覆し、ある種のペプチドで修飾すると、その量子ドットが細胞質のみならず核内まで容易に到達することを見出した。安定な蛍光測定が可能になったので、量子ドットが細胞内に取り込まれる複数の経路の寄与を定量的に評価することが可能になった。

[中期計画]

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

[中期実績]

・骨訴訟症や糖尿病など生活習慣病診断用バイオマーカーについて、従来の測定法に比較して桁違いに迅速・省サンプルな解析用マイクロチップの構築を行った。マイクロチップ電気泳動を用いることで、血糖や血中アミラーゼの定量的測定系の構築や制限酵素切断長多型解析への応用を示した。また、個々人の遺伝子配列の違いを数分以内に解析するために、微量生体試料の正確な吐出が可能なインジェクターならびにこれを用いた抗体の吐出・固定化を実現した。また、マイクロ溝内に抗体をドット状に固定化し、粘着剤塗布フィルムでカバー、マイクロ流路化する、新規タンパク質マーカー解析チップを開発した。解析チップを用いた抗体評価システムの実現に向け、ディスプレイ化と極微量サンプルへの対応が可能なレーザ駆動型インジェクター技術を開発した。

⑥ 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発(Ⅱ. 4-(2)-①を再掲)

[中期計画]

・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V 出力の直流電圧標準システムを

開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

[中期実績]

・52万個のジョセフソン素子から成るチップと小型4K冷凍機への実装技術を核とした10V出力の冷媒フリー直流電圧標準システムを世界で初めて開発し、10桁の電圧精度を実現した。ベンチャー企業へ技術を移転し、3カ国の国立研究機関に本機を導入した。交流電圧標準チップを開発し、10bitの正弦波発生に成功した。

・また、単一磁束量子を用いたD/A変換器を設計、試作、評価し、次世代交流電圧標準に応用可能な高い精度を有することを示した。

⑦ 高度ナノ操作・計測技術の開発(Ⅲ. 4-(1)-①を一部再掲)

[中期計画]

・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

[中期実績]

・試料形状と光学・電気特性を同時計測できる複合計測プローブ顕微鏡を開発した。極低温、強磁場中での局所(分解能50nm)光学スペクトル測定に加え、高精度粗動機構によりミリメートルサイズの試料の全体観測を可能とし、量子コンピュータ用半導体ナノ構造中の電子分布を明らかにした。プローブ顕微鏡のデータを解析するシミュレーション・モデリング法を開発した。プローブの非共振振動を用いて液体中で分子を操作しながらその弾性等を計測する手法を開発し、筋肉弾性に関係する分子を解析した。エネルギー分散電子顕微鏡では、窒素、酸素濃度プロファイル(分解能10nm)計測を可能とし、接着界面での分子の絡まり合いを明らかにした。電子顕微鏡内部のクリーニング法を開発し、高分子中の炭素の高精度分析が可能となった。

⑧ 環境診断技術の開発(Ⅳ. 1-(3)-①を一部再掲)

[中期計画]

・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

[中期実績]

・複数のセンサによる測定で生じる相互干渉を抑制できる発振回路と水晶振動子センサ素子を開発した。この発振回路と水晶振動子センサ素子とセンサ表面修飾技術を用いて、水溶液中で連続測定が可能な流路型水晶振動子免疫センサシステムを実用化し、1時間当たり10試料以上の分析を可能とした。また、一つの水晶板上で2つの電極を持つツインセンサの導入で測定時の外乱要因を除去することで、従来は溶液中での測定が困難だった9MHzの水晶振動子センサよりも検出感度が10倍高い30MHzの水晶振動子センサで溶液中の測定に成功した。

V-1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

[中期目標]

材料・部材及び構造物における損傷及び劣化現象等の安全性及び信頼性の評価に関わる計測技術の研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。さらに、バイオテクノロジー等の先端産業技術における信頼性の高い計測評価技術を開発することにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の構築に資する。

[中期計画]

・構造物の損傷の診断・予測を目指して、構造物内部の損傷や劣化を非破壊で構造物全体に渡って遠隔監視できる技術を研究開発する。また、材料・部材に影響を及ぼす局所領域の物性、材料内部の原子・分子の移動拡散現象及び微量の不純物等の計測評価技術の研究開発を行うとともに、標準測定法、解析手法、技術

資料(TR、TS 等)及び物性データ集等として整備し、評価手法の標準化への貢献や標準物質の開発を合わせて行う。さらに、生体分子やナノ物質等の信頼性の高い計測・分析技術及びそれらと IT を組み合わせた計測評価システム技術などの開発を行うことにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の構築に資する。

① 構造物の損傷診断技術の開発と標準化の推進

[中期計画]

・プラントでのパイプ等の損傷の診断を可能にするために、FBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサを用いて、100MHz までの高周波歪とき裂を同時に 1mm 以下の分解能で 50 m²に及ぶ広域を監視する計測技術を開発するとともにその標準化に貢献する。

[中期実績]

・FBG 光ファイバセンサを用いて、100MHz を超える高周波ひずみの計測、ならびに 1mm の分解能で金属疲労き裂先端箇所を標定する技術を確立した。また、一本の光ファイバに複数の FBG センサを設けて超音波を検出できるマルチセンシングシステムとレーザー走査による映像化超音波探傷法を開発し、50 m²を超える広域において構造体診断が可能な技術を確立した。映像化超音波探傷法については JISC に TS 提案を行った。

② 原子・分子の移動拡散現象の計測評価技術の開発と標準化の推進

[中期計画]

・燃料電池に適用できる固体電解質材料のプロトン移動機構を解明するために、固体 NMR 法を用いて 10⁻⁹m²/s までの範囲のプロトン拡散係数を測定する技術を開発するとともに、拡散係数等の物性と構造との相関を明らかにする。

[中期実績]

・固体 NMR 法で、磁場勾配法を用いて 10⁻⁹m²/s 以下の範囲のプロトン拡散係数の測定技術を開発することにより、原子レベルの運動の観測に基づくマクロなプロトン伝導度の解析法の確立に成功した。一方で、5GPa までの高圧力の発生が可能なプロトン伝導度測定手法を開発した。これらの方法を用いて、代表的な無機固体酸塩のプロトン伝導機構の解明をおこない、SO₄、PO₄ 四面体の回転機構を律速段階とする新しいモデルの提案と実証に初めて成功した。さらに、測定対象を複合化させた材料、ナノ細孔を持つ材料にまで拡げて信頼性の高いデータを蓄積することにより、次世代燃料電池用固体電解質材料としてのプロトン伝導物質の探索・評価指針を提示した。

[中期計画]

・燃料電池自動車の 70MPa 級高圧水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う。

[中期実績]

・金属材料の水素脆化評価方法の開発のために 120MPa 高圧水素雰囲気中材料試験装置、210MPa 高圧水素特性試験装置及び低温 70MPa 高圧水素中材料試験装置を開発した。これらの開発した装置を用いてステンレス鋼の水素脆化評価を行い、ステンレス鋼の水素脆化は、ひずみ誘起マルテンサイトの生成量と関連することを明らかにした。また、水素脆化評価結果は産総研水素脆化表として公表すると共に、水素インフラ等に係る規制再点検及び標準化のための水素用材料基礎物性評価データとして提供した。

・金属の強度特性に及ぼす水素の影響とそのメカニズムを明らかにし、この知見を応用して水素ステーションで使用された高圧水素蓄圧器の健全性を評価した。また、高圧水素下での材料強度データベースを構築して、その結果を米国自動車工業会との標準化交渉に利用し、高圧水素機器の設計指針に反映させた。さらに、ゴム中の水素挙動を明確にしてゴムの破裂現象回避に目処をつけることや、高圧水素熱物性データベースを CD 版やエクセル版として公開することによって、水素関連企業による水素機器の設計の高度化に貢献した。

③ 材料プロセスの信頼性に関わる評価技術の開発と標準化の推進

[中期計画]

・排ガス浄化用マイクロリアクタの 10nm レベルの微小空孔を対象に、磁気共鳴法を用いた空孔の形状や寸法の不均質性評価方法や標準材料の開発を行い、その標準化に貢献する。

[中期実績]

・排ガス浄化用マイクロリアクタを形成する材料系として、1) NiO/イットリア安定化ジルコニア YSZ 複合体、2) アルミノシリケート系酸素ラジカル吸蔵物質、3) 活性酸素発生用ピロリン酸スズ、の三種類について機能発現機構の解明に取り組んだ。1)については量子化学計算により窒素酸化物の分解メカニズムを明らかにし、2)についてはラマン分光により酸素ラジカルの同定に成功した。3)については活性酸素発生に必要なプロトンの検出法を確立した。ナノ空孔測定に関してはフッ素化学に関する研究ポテンシャルを生かして極安定ラジカル等プローブ物質を開発し、固体 NMR におけるピーク強度の温度変化から空孔形態を推定する手法を明らかにした。極安定ラジカルの実用標準物質については、供給に向けて溶液中での寿命予測を行うとともに、固体としての秤量が可能な形状として製品形態の開発に着手した。

[中期計画]

・局所領域の力学物性とマクロな部材の力学物性との関係の解明を目指して、通常の硬度計では評価が困難なコーティング膜等の機械的特性を、 $100\ \mu\text{m}^3$ 程度の微小領域における変形特性を用いて定量的に評価する手法を開発し、その標準化に貢献する。

[中期実績]

・圧子圧入システムを小型化し、市販の光学顕微鏡に組み込むことによって、接触領域を観察しながら、圧子を試料に押し込んで変形させることのできる顕微インデントを開発した。このシステムを用いて金型用鋼材の表面に形成されたダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜の変形においては基材の降伏応力を高める効果のあることを明らかにするとともに、DLC 膜の弾性率を目標値($100\ \mu\text{m}^3$)よりも小さい条件で測定可能であることを示した。また、当該システムの制御装置の高度化により圧子圧入時の荷重計測の直線性を 0.25mg、時間分解能を 10ms に向上させ、高分子材料の時間依存型変形のリアルタイム測定を可能にした。

[中期計画]

・ファインセラミックス焼結体製品の機能や性能に大きく影響する原料微粉体中に含まれる微量成分に対して、信頼性の高い定量方法、分析値の不確かさ評価方法及び均質性評価手法等の開発を行うとともに、分析方法の標準化と 2 種類の窒化ケイ素の国家標準物質の作製を行う。

[中期実績]

・ファインセラミックス原料粉体の化学分析手法の標準化については、マグネシアの微量成分および、ジルコニアの副成分であるイットリアの分析手法に取り組み、いずれも JIS 素案を作成し、前者は原案が承認された。これらに加えて金属マグネシウム中の酸素分析の標準化にも着手し、外部資金による研究開発も開始した。また、上記の研究開発で培った信頼性の高い定量方法、分析値の不確かさ評価方法及び均質性評価手法を生かして、標準物質開発にも取り組み、窒化ケイ素 3 種類の認証・頒布を実現するとともに、平成 21 年度にアルミナ 2 種類の認証を受けた。

④ 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献 (I. 5-(3)-①を再掲)

[中期計画]

・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

[中期実績]

・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製した。すなわち、分子内にシステイン残基を 1 個含むタンパク質と全く含まないタンパク質との融合タンパク質を遺伝子工学的手法で作製した。またこのシステイン残基を蛍光色素で標識することにより、分子内に 1 力所蛍光標識したこれまでにない非天然タンパク質を作製した。さらに疾患マーカータンパク質標準作製のため、大腸菌を用いた新規大量生成系を構築し、血管内皮細胞増殖因子(VEGF)とその受容体(VEGFR)を作製した。また VEGF を高精度、高選択的に測定するため、VEGFR の膜貫通領域と VEGF 結合領域を含む組換えタンパク質を作製し、これを脂質膜に埋め込んだ VEGF センシングツールを作製した。

[中期計画]

・バイオテクノロジー関連の SI トレサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

[中期実績]

・タンパク質等生体分子の測定手法の標準化に向けた課題を調査した結果、SI トレサブルな一次標準タンパク質の不在が分析値等の信頼性確保において障害となっている現状が明らかになった。また、一次標準タンパク質として、その立体構造や活性が室温大気下で長期に一定である極めて安定なタンパク質の存在が求められていることが調査の結果明らかになった。また、NEDO 知的基盤研究開発事業「DNA チップの互換性向上のための SI トレサブルな核酸標準物質作製・評価技術の研究開発」の実施を通じ、DNA チップの関連企業による構成されるバイオチップコンソーシアムと連携し、DNA チップの品質管理や互換性の向上に資する核酸標準物質候補を得た。

⑤ バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端計測・解析システムの開発 (Ⅰ. 5-(2)-①を一部再掲)

[中期計画]

・レーザによる生体高分子イオン化ならびに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

[中期実績]

・NEDO フォーカス 21 プロジェクトを 2 件受託(一件は再委託)し、研究開発を実施した。全固体中赤外レーザーによる生体高分子イオン化方法及びイオン化装置の開発、赤外レーザー光による生体高分子イオンの光解離による構造解析法を開発を実施した。この結果、イオン化に用いるための中赤外波長可変レーザーの商品化に成功した。

⑥ ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発 (Ⅲ. 2-(2)-①を一部再掲)

[中期計画]

・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイアの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

[中期実績]

・新規の収差補正機構を導入することで入射電子の加速電圧を下げることができ、Ca 単原子検出が可能な高性能透過型電子顕微鏡を開発した。また金属元素の分析においては隣り合う原子番号の金属原子の識別に成功した。共鳴ラマンマッピング法を励起波長、検出波長ともに長波長側に拡張することにより改良・発展させ、新規な構造・電子状態評価手法を開発した。鉄系、銅、アルミニウム基板、PPS 樹脂などに対して密着性の高い大面積ナノ結晶ダイア膜の低温作製に成功した。ナノダイアコーティング材料の機械的機能発現のため超精密研磨盤応用や PPS 樹脂摺動材料、さらにナノダイア薄膜を利用した SOD を用いた電子デバイスの作成し、特性の検証を行うなど実用化を進めた。

⑦ 安全・信頼性基盤技術の開発 (Ⅲ. 4-(1)-④を一部再掲)

[中期計画]

・MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

[中期実績]

・通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスとして、超低消費電力デジタル MEMS センサを搭載した消費電力数 μW のイベントドリブ型無線センサ端末を開発した。またこの端末を用いて、実験鶏舎等での健康管理などへの応用が可能なアニマルウォッチセンサネットワークシステムのプロトタイプを構築し、その有用性を実証した。

V-2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

[中期目標]

先端産業技術の開発と社会の安全・安心のための基盤となる重要な計測評価データを蓄積し、データベースとして産業界と社会の利用に広く提供する。

[中期計画]

・研究開発に関係する様々な現場から膨大なデータが取得・蓄積されているが、多くのデータは異なる観点からの解析により新たな研究開発成果を生み出す可能性を常に持っており、一般性のあるデータは共通の財産としてデータベース化して公開することが重要である。そこで、先端産業技術の開発と安全な社会の実現のために、産業技術の基盤となる物質の物性等のデータベースや環境、エネルギー、安全性等に関するデータベースを構築し、Web 等を利用して産業界と社会の利用に広く提供する。

V-2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

[中期目標]

産業技術の基盤となる物質のスペクトル特性及び熱物性等のデータベースを構築し、産業界と社会の利用に広く提供する。

[中期計画]

・産業技術の基盤となる物質・材料のスペクトル特性や熱物性等を測定、評価、蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して公開し産業界と社会の利用に広く提供する。スペクトル特性に関しては、危険物や添加剤など社会ニーズの高い化合物群のデータ蓄積を重点的に行う。熱物性データベースに関しては、各種データベースと共同運用することから、それぞれのデータの信頼性を評価するガイドラインを整備する。

① 物質のスペクトル特性及び物性等のデータベースの構築

[中期計画]

・有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに 6,000 件のスペクトルを測定して解析及び評価を行い Web に公開する。

[中期実績]

・有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに 6,000 件のスペクトルを測定して解析及び評価を行い Web に公開した。(平成 21 年 10 月現在 5,237 スペクトル公開済み、平成 22 年度 3 月末までにさらに約 800 スペクトルを公開する予定)。

[中期計画]

・同データベースにおいて、ユーザの利便性を高めるため、構造式検索機能や IR(赤外)スペクトルピークの検索機能の追加及びスペクトル表示機能の強化などを行う。

[中期実績]

・同データベースにおいて、IR(赤外)スペクトルピークの検索機能の追加、化合物名称検索機能の強化、外部の日本語化合物辞書との連携を行うことで、ユーザの利便性を高めた。

[中期計画]

・固体や流体の熱物性データベースに関して、新たに 1,000 種類以上の物質・材料について 3,000 件以上のデータを収録するとともに、データの不確かさと信頼性を評価するためのガイドラインを整備する。

[中期実績]

・2026 種類の物質および材料について、3462 件以上の物性データを新規に収録した。基盤材料として単体金属、先端材料として薄膜と高温融体の熱物性データを重点的に収録した。熱物性データの不確かさと信頼性の評価のために、測定の不確かさとともに、材料の不均質性の定量的記述の表現方法のガイドラインを提

示した。

[中期計画]

・製造業において求められる熱設計のためのシミュレーション技術の定量性と信頼性の向上に寄与するために、標準データを含む広範な熱物性データを Web 等を介して提供する。

[中期実績]

・収録データに対して、データの取得形態、計測のトレーサビリティなどに関わる情報の収録機能実装と整備を行った。情報技術(AJAX および WebAPI)を活用した操作性の高い閲覧システムを開発した。シミュレーションとの連携を実現するために、XML 形式でのデータ出力機能を閲覧システムに実装した。第 2 期中期計画中にアクセス数は 14 倍となり、平成 21 年度においては月平均 78,000 ページビューに達した。

V-2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

[中期目標]

環境、エネルギー及び安全性等の社会の安全・安心の基盤となる計測評価データベースを構築し、産業界と社会に広く提供する。

[中期計画]

・燃焼・爆発事故災害、火薬類の物性、環境中の微生物、エネルギー消費量、環境影響排出物質等に関して計測評価データを蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して産業界と社会に広く提供する。

① 爆発の安全管理技術の開発(IV. 1-(1)-②を一部再掲)

[中期計画]

・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

[中期実績]

・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、衝撃波の高精度捕捉アルゴリズムを用いた爆発現象予測コードを独自に開発し、爆発実験とともに複雑な地形や構造物に適用して、防爆壁等の被害最小化条件を明らかにした。また、国内外の災害事例や原因、教訓を抽出した事故進展フロー図を拡充したりリレーショナル化学災害データベース(RISCAD)を英語版を含めて継続的に運用した。さらに、煙火原料火薬類等の元素組成、生成熱、粒度分布、爆発感度、爆発威力等の諸特性を再評価し、産総研 RIO-DB として公開・拡充した

② バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発(IV. 5-(2)-①を再掲)

[中期計画]

・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

[中期実績]

・バイオマス利活用の物質収支、エネルギー収支を検討するための基盤となるバイオマスデータベースを作成し、一部をホームページ上で公開した。このバイオマスデータベースを元に、従来技術である燃焼熱利用、燃焼-発電、メタン発酵の 3 方式について、簡易経済性シミュレータを作成し、ホームページ上で公開した。液体燃料製造プロセスの経済性、環境性を評価するシミュレータを作成し、技術開発要素のポートフォリオを作成するとともに、国産バイオエタノールの二酸化炭素削減費用を試算して、ディスカッションペーパーとしてホームページ上で公開した。

《別表2》

[中期目標]

地殻変動が活発な地域に位置する我が国において、安全かつ安心な産業活動や社会生活を実現し、また、必要な資源の確保を図るためには、国土及び周辺地域の地質に関する状況を適切に把握し、これに応じ必要な対応を行うことが求められている。このため、国の知的基盤整備計画などに沿って、国土及び周辺地域の地質情報の整備と供給及び地震・火山等の自然災害による被害の軽減に関する研究開発を実施する。また、アジアにおける国際協力の強化及び地質基盤情報整備における先導的役割の発揮に向けた取り組みを行う。

[中期計画]

・活動的島弧に位置する我が国において、国民生活の安全・安心を確保し、持続的発展が可能な社会を実現するため、地質の調査とそれに基づいた知的基盤整備における貢献が求められている。そのため地球を良く知り、地球と共生するという視点に立ち、国の知的基盤整備計画などに沿って地質の調査・研究を行い、その結果得られた地質情報を体系的に整備し、その利便性の向上を図る。また、地震、火山等の自然災害による被害の軽減、高レベル放射性廃棄物の地層処分及び都市沿岸域における地球環境保全等に関連した社会的な課題を解決するため有益な地質情報を整備し、提供する。さらに、地球規模のグローバルな問題を解決するために、地質情報の整備、自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際的な研究協力を推進する。

1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

[中期目標]

国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査・研究を実施し、地質情報の整備を行うとともに、大陸棚の限界に関する情報作成及び衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発に取り組む。また、地質の調査に関する研究成果を社会に普及するための体制を整備する。

[中期計画]

・国土の地質情報の整備と供給が求められていることから、地質の調査に関する研究手法及び技術の高度化を進めるとともに、国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査を実施し、社会の要請に応えた地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備を行う。また、地質情報を社会に提供するにあたっては、地質情報の高度化と利便性の向上に努める。また、大陸棚調査を実施し、大陸棚限界に関する情報を作成する。さらに、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発及び情報整備に取り組む。

1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

[中期目標]

・地質の調査に関する研究手法・技術の高度化を進め、日本の位置する島弧を含む地球に対する理解を深め、新たな地球科学理論・モデルを確立する。また、こうした知見も活用し、長期的な計画に基づき、国土の地質情報基盤である20万分の1の地質図幅23区画、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図の作成・改訂を行う。

[中期計画]

・安全・安心な国民生活の実現のため、日本及び周辺地域の地質情報に関する理解を深め、地質の調査に関する研究手法・技術の高度化が必要であることから、島弧の地質体及び周辺海域の海底地質に関する地質の調査を実施し、過去から現在に至る地質体の形成モデルを構築する。

[中期実績]

・能登半島地震及び新潟県中越沖地震を契機に、政策的要請に基づく知的基盤整備として、平成20年度から沿岸域地質・活断層調査が開始した。第2期では能登半島北部沿岸域等における地質・活断層の調査研究成果を取りまとめた報告書を出版するとともに、海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」として

DVD 出版した。また、新潟沿岸域においてマルチチャンネル音波探査、海底表層堆積物採取、海域から陸域まで連続した地震探査、沖積平野のボーリングデータ収集・解析とボーリング掘削等の総合的な地質調査を実施した。

さらに、これらの成果も踏まえて、長期的な計画のもと、地質情報の基本図である 20 万分の 1 の地質図幅の全国完備を達成し、5 万分の 1 の地質図幅 25 区画、20 万分の 1 の海洋地質図 15 図、20 万分の 1 の重力図 5 図及び空中磁気図 3 図を作成し、信頼性の高い国土の地質基本情報としての地球科学基本図を整備する。

1-(1)-① 地球科学基本図等の整備

[中期計画]

・地質情報の基本図である 20 万分の 1 の地質図幅の未出版 18 区画を作成し、全国完備を達成するとともに、地震防災の観点から更新の必要性の高い 5 区画を改訂し、高精度で均質な地質情報整備を推進する。

[中期実績]

・20 万分の 1 地質図幅新規 18 区画を作成し、全国完備を達成した。地震防災の観点から更新の必要性の高い 5 区画を改訂し、高精度で均一な地質情報の整備を推進した。

[中期計画]

・防災、都市基盤整備、産業立地等の観点から重要な地域、20 万分の 1 の地質図幅の作成及び改訂に有益な地域及び地質標準となる地域を優先的に選択して 5 万分の 1 地質図幅 25 区画を作成する。

[中期実績]

・防災、都市基盤整備、産業立地等の観点から重要な地域、20 万分の 1 の地質図幅の作成及び改訂に有益な地域及び地質標準となる地域を優先的に選択して 5 万分の 1 地質図幅 25 区画を完成した。

[中期計画]

・日本周辺海域の海洋地質情報を整備するため、北海道南岸沖海域及び沖縄周辺海域の海底地質調査を実施する。調査済み海域の地質試料及び調査資料に基づき 15 図の海洋地質図 CD-ROM 版を作成し、地質試料と調査資料等をデータベースとして整備し、公開する。

[中期実績]

・北海道南岸沖海域の海洋地質調査を実施し、日本列島主要四島周辺の調査を終了した。沖縄周辺海域の調査計画を作成し、沖縄本島周辺から調査に着手し、本島東方と北西方の調査を実施した。調査済み海域の地質試料及び調査資料に基づき、15 図の海洋地質図の原稿を完成させた。また、その元となった海底地質・海底堆積物のデータを整備し、データベースとして公開した。表層地層探査データベースは現在進行中のものを除き、すべてのデータの公開を行った。

[中期計画]

・地球物理学的調査に基づく重力図については第 1 期に調査を実施した中国・四国地域の 20 万分の 1 の重力図 5 図を作成し、第 2 期には近畿・中部地域の重力調査に着手する。空中磁気図については、地殻活動域のうちデータ取得が進んでいる福井平野などを対象として縮尺 5 万分の 1 程度の高分解能空中磁気図 3 図を作成する。また、重力、空中磁気及び岩石物性データなどの地球物理情報をデータベースとして整備、公開する。

[中期実績]

・地球物理学的調査に基づく重力図については第 1 期に調査を実施した中国・四国地域の 20 万分の 1 の重力図 5 図(山口、広島、松山、岡山、高知)を作成し、第 2 期には近畿・中部地域の重力調査に着手した。空中磁気図については、データ取得が進んでいる地殻活動域を対象として高分解能空中磁気図 3 図(岩手火山、イタリア・ブルカノーリパリ火山、福井平野)を作成した。また、地球物理情報をデータベースとして整備し、重力データベースと基盤岩類物性データベースについては、RIO-DB で公開・更新した。

1-(1)-② 島弧の形成モデルの構築

[中期計画]

・島弧地質体の深さ、温度、応力場等の形成条件と地質年代を明らかにするための分析技術を高度化し、この知見に基づいて島弧堆積盆の堆積環境及び変形履歴の復元を行い、島弧の形成モデルを構築する。また、海底で採取した地質試料の古地磁気、組成分析等の結果に基づいて、海底地質の元素濃集、物質循環及び古環境変動等の地質現象を明らかにする。

[中期実績]

- 1)北海道太平洋沿岸では表層堆積物、北部北上では古生代付加体及び変成帯、八溝山地・足尾山地・丹波山地では前期白亜紀深成岩体、三河高原では後期白亜紀高温型変成岩帯、四国山地では後期白亜紀高圧型変成帯、関東山地・九州山地・琉球弧においては白亜紀付加体の形成環境や地質時代を明らかにした。また、地質体の温度構造を明らかにするための地質温度計として、イライト結晶度温度計及びレーザラマン顕微鏡炭質物温度計の高精度化を行った。さらに、後期白亜紀高温型変成帯では定量的熱物質移動モデル構築を行った。
- 2)新潟平野において地形・地質特性と地震被害分布との関係を明らかにし、また断層活動度や完新世の海水準変動を明らかにした。関東平野では、陸域と地下に分布する第四系とを広域火山灰などを用いて対比し、地質構造を推定した。近江盆地では、浅層地盤図を作成した。青森・北海道北部の火山活動史の一部を年代測定などから解明した。
- 3)オホーツク海堆積物コアについて相対古地磁気強度による精密年代モデルを構築し、古環境研究のベースを提供するとともに、統合国際深海掘削計画(IODP)による東部赤道太平洋及び四国沖の掘削コアについて、古地磁気層序を確立した。
- 4)これまで全く不明であったフィリピン海プレートの過去の運動を、地質学的、地球物理学的、地形学的制約条件に基づいて計算し、過去 1,500 万年間について確定した。その結果、日本列島の地質構造発達史とプレート運動との関連を考察する基礎を築くことができた。
- 5)平成 17-19 年度に、深海底資源開発と二酸化炭素の海洋処分の経済性評価を実施し、深海底資源開発と二酸化炭素海洋隔離あるいは海洋深層水利用等との複合システム技術のが技術的、経済的に成立することを明らかにした。また、深海底鉱物資源開発単独での再検討もを行い、黒鉱型海底熱水鉱床開発は十分な経済性があることを示した。海底湧出メタンの海洋環境に与える影響評価モデルの構築のため、海洋生態系によるメタン固定・消費生態系モデルの開発・改良を行い、堆積層経由のメタン供給メカニズムと、ブルーム拡散シミュレーションプログラムを利用する現場データ解析手法を確立した。平成 20-21 年度には、現世海底熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布の探査法の開発を目標に、既知黒鉱型鉱床の潜在的資源量を把握するため、高分解能音波探査装置を導入し、周辺海底下の堆積物中に水平方向に伸びた熱水鉱床と推定されるレンズ状鉱床分布域を発見した。さらに、熱水域の起伏に富んだ地点での重力探査が可能なフレームを考案した。
- 6)平成 20-21 年度に、希土類元素を含む微量元素の局所分析を確立するため、四重極形の ICP-MS とレーザーアブレーション装置を組み合わせた局所分析法を導入し、鉱床探査を目的とした硫化物や金属試料への適用性を評価した。固体試料の破壊分析法では、試料の前処理(樹脂へのマウントと鏡面研磨)が重要であることを明らかにした。
- 7)海底熱水系・海底火山活動に関連して海底での流体挙動とそれによる物質の濃集機構や噴出変動の物理化学的プロセスやメカニズムを観測と理論的考察により検討した。さらに、地殻流体の海洋への寄与と役割を解明するため、開発した現場計測の酸化還元電位センサー等によって海水中における拡散の観測を行なった。検討した調査海域は、北東太平洋ファンデフーカ海嶺、北部マリアナ火山列、沖縄トラフ、ケイマントラフ、北極海ガッセル海嶺である。海底噴出の硫黄や二酸化炭素の起源と挙動に関して、新たな発見についてのとりまとめを行い、学術誌に報告した。

1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

[中期目標]

20 万分の 1 の地質図データベースを整備し、各種データベースとの統合化により、地質情報の精度を向上させるとともに、利便性の向上を図り、地質情報の標準化を実施する。また、5 個の地球化学標準試料を作製するほか、地質標本の標準試料の整備及び地球化学データベースの整備・公開を実施する。

[中期計画]

- ・国土の基本情報である地質情報を社会により役立つ情報として提供するために、地質情報の精度と利便

性の向上を図ることが必要であることから、20 万分の 1 の地質図情報については共通凡例に基づくシームレス情報化を促進するとともに、地理情報システム(GIS)を活用した統合的な地質図データベースを整備する。5 万分の 1 の地質図情報については最新の研究成果を常に更新する。地質情報の高精度化を図るために、地質情報の標準化の促進が必要であることから、新生代標準複合年代スケールの作成、地質標本の標準試料化及び地球化学標準試料の作製などの地質情報の標準化を促進する。

1-(2)-① 地質情報の統合化の研究

[中期計画]

・地質情報の精度と利便性の向上のため、出版済みの地質図幅に基づき、20 万分の 1 の地質図情報に適用可能な共通凡例を新規作成することにより、20 万分の 1 の地質図情報のシームレス情報化を行う。地質図データベースに登録されている 5 万分の 1 の地質図情報については、最新の研究に基づいて地質情報を更新する。

[中期実績]

1)20 万分の 1 シームレス地質図は詳細版を作成して Web で試験公開し、DVD 版の出版を契機に、データを更新するとともにブラウジング機能を新しいもの(Zoomify)に変更し、軽快なブラウジングを実現した。5 万分の 1 地質図「名古屋-神戸間及び周辺地域」を編纂し Web で公開した。情報相互運用性の高い統合地球科学図データベース構築では、地球化学図・地球物理図データを整備し地質図と共に公開した。また、標準化・構造化された凡例による新 20 万分の 1 シームレス地質図構築のための地域詳細版地質図を作成した。野外でのデータを地質図と直接重ねるためのツール、データフォーマット、アプリケーションを試作し、野外テストを実施した。

2)GIS を使って新潟県中越地域の地質・地形の統計解析を行い、地すべりの発生条件を制約する地形・地質パラメータの分析を行うとともに、ニューラルネットワークの手法を用いた地すべりの素因抽出プログラムのインターネット版を開発した。さらに、地震空白域である中越南部の地すべり素因抽出を行い、地すべりポテンシャルマップを作成した。

1-(2)-② 地質情報の標準化の研究

[中期計画]

・地質年代の標準となる新生代標準複合年代スケールを作成する。

[中期実績]

・新たな地磁気極性年代尺度に合わせて生物年代基準面を再計算し、さらに火山灰層序の研究成果を総合して、日本及び北西太平洋地域での使用に適した新生代標準複合年代スケールを作成した。

[中期計画]

・海外での地質調査及び文献調査を実施することにより、アジア地域における地質情報を整備する。

[中期実績]

・アジア国際数値地質図編集会議に(IGMA5000)に参加し、アジア各国と協力して、500 万分の 1 スケールの最新の数値地質図の作成を実施した。日本は海域及び東・東南アジア地域の編集の担当した。100 万分の 1 縮尺の数値地質図を世界規模で作成するプロジェクト(OneGeology)に参加し、アジアにおいてイニシアティブを発揮し、アジア数カ国の地質図を国際標準形式で Web 公開した。

[中期計画]

・地質図の凡例及び地質年代等の地質情報を表現するための標準を作成し JIS 化及び国際標準化を図る。

[中期実績]

・地質調査総合センターとしてまとめた地質図関連の二つ規格案が「JIS A 0204:2008 地質図-記号、色、模様、用語及び凡例表示」「JIS A 0205:2008 ベクトル数値地質図-品質要求事項及び主題属性コード」として制定された。また、全国地質調査協会連合会及び土木研究所と共同提案した関連規格案が「JIS A 0206:2008 地質図-工学地質図に用いる記号、色、模様、用語及び地層・岩体区分の表示とコード群」として制定された。また、地質図関連の新たな規格「地質用語」の素案をまとめ、地質調査総合センター研究資料集として

公表した。さらに、世界地質図委員会デジタル地質標準作業部会のメンバーとして、標準凡例の最終案を公表した。

[中期計画]

・岩石、鉱物、化石等の地質標本の記載及び分類のための基盤情報となる標本カタログ等の作成を進め、地質標本及び岩石コア情報データベースとして整備し、公開する。また、化学分析及び文献調査により岩石、土壌等の化学組成に関する情報を取得し、それらの情報を地球化学データベースとして整備する。

[中期実績]

1) 岩石・鉱物・化石等の地質標本の記載及び分類の研究として、三重県亀山市産のカリ鉄パーガス閃石を新種鉱物として報告し、IMA 新鉱物・命名・分類委員会から承認された。化石に関して、千葉県袖ヶ浦市の第四紀層からカメ類の新種を日本古生物学会に報告した。中国西南部や日本の古生代後期の石灰岩の岩相解析から当時の氷床の盛衰や地球内部のプルームの活動に伴う海水準変動について解明した。また、地質標本館に寄贈された新生代貝類化石についての標本カタログを作成した。データベースとして、化石タイプ標本 DB、変成岩標本 DB などを構築・公開し、整備を進めた。

2) 化学分析及び文献調査により岩石、土壌等の化学組成データ約 1,000 件について、地球化学データベースとして整備した。また、データを検索するシステムを作成した。

[中期計画]

・地質試料の分析精度を高めるための標準として 5 個の地球化学標準試料を作製する。

[中期実績]

・地球化学標準試料として JSd-4(都市底質)、JSd-5(汚染底質)、JMs-3(遠洋底質)、JZn-2(亜鉛鉱石)、JSO-3(土壌)の 5 個作成し、共同分析により標準値を定めた。また、標準試料作成のための ISO 認定を取得した。

1-(2)-③ 地質情報の高度利用技術開発

[中期計画]

・地質に関する電子情報を標準化し利便性を向上させるため、既存の地質図、地球物理等の複数のデータベースについてメタデータの標準化を図り、地質情報を整備する。これらのメタデータを活用して、複数のデータベース情報を総合的に解析することにより、付加価値の高い三次元地下構造モデルの構築手法を開発する。

[中期実績]

・1) 第 2 期中に新規に発行された地質図類に関し、最新メタデータ標準フォーマット JMP2.0 仕様のメタデータを作成し、第 2 期以前に作成したメタデータと共に政府クリアリングハウス上に計 1,561 件を登録・公開した。地質情報総合メタデータ日本版について、平成 20 年度にセキュリティの強化や検索機能の向上などの整備を行った新データベースシステムに移行し、第 2 期中とそれ以前に発行された地質図類メタデータ計 3,159 件を登録・公開した。

2) 地質情報総合メタデータアジア版について、同日本版と同様に整備を行った新データベースシステムに移行し、CCOP 加盟国発行の地質図類メタデータ計 8,134 件を登録・公開した。また、日本、中国、韓国、タイ、インドネシア、ベトナム及びフィリピンの地質図類メタデータに対応するサムネール画像について計 2,182 件を登録・公開した。

3) 地質文献データベース(GEOLIS+、G-MAPI)の検索システム改良に向けて、検索方法の統一、検索時の条件追加、検索結果の PDF 出力、入力プログラムの改良などを行った。さらに、GEOLIS+と G-MAPI の検索機能を統合した新検索システムをプロトタイプを経て作成し、DOI 項目の追加や検索地図に Google map を採用するなど以前のシステムに無い機能を加えたシステムを作成した。

4) GEOLIS+と G-MAPI の合計アクセス数は年間 80~100 万件に達した。総データ登録数は、GEOLIS+が約 8.9 万件、G-MAPI が約 1.2 万件であった。G-MAPI の地図画像については、Zooma 画像に加え新規に Flash 画像を採用し、Mac 利用者への利便性を向上させた。貴重資料データベースについて、地質要報などのアーカイブ資料 272 件の登録を行いイントラ公開した。

5) アンケート調査により物理探査調査研究関係メタデータの蓄積に継続して努めた。第 2 期中に 881 件のデータを追加した。収集したデータの点検整理、データベースへの追加登録、公開を行った。

6) Web-GIS 技術を用いた地質図閲覧システムである統合地質図データベースを構築・運用し、地質調査総合センター発行の地質図をウェブ上での閲覧及び一部データのダウンロードを可能にした。最新の年間アクセス数は150万件を超える見込みで、最近の6ヶ月の月間アクセス数が前年同月比120-145%と、利用者が増加を続けている。また、地質情報のより良い共有・統合・発信のための在り方やそれを実現するシステムについて検討し、以下のような報告・答申・試行・運用を実施した。

a) 地質情報の系統的な収集と共有のための課題抽出と実現方策についての中間報告を地質調査総合センター連絡会議等に報告した。

b) 研究データの所内共有の在り方についての検討結果を研究コーディネータに答申した。

c) 地質調査総合センターホームページをコンテンツ管理システムを用いて再構築するためのプロトタイプ構築と公開準備作業を実施した。

d) 所内情報共有のための機関リポジトリシステム、コンテンツ管理システム、エンタープライズサーチシステムについて、情報収集と有用性の検討、試用、導入・運用を実施した。

1-(3) 大陸棚調査の実施

[中期目標]

「海洋法に関する国際連合条約」に基づき、平成21年5月までに国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する必要がある大陸棚の地形・地質に関するデータ等大陸棚の限界に関する情報の作成に貢献するため、必要とされる調査・分析・解析を行う。

[中期計画]

・海底地質調査を基にした大陸棚調査を実施し、地質情報の集積及び解釈を行い、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

1-(3)-① 大陸棚調査の実施

[中期計画]

・大陸棚調査にも資する海底地質調査を行い、対象とした海域から得られた地質試料の化学分析・年代測定等海域地質の総合解析に基づき、海底地質情報を整備し、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

[中期実績]

・東北日本沖海域の基盤岩採取を平成17年度、及び19年度に第2白嶺丸で各30日間の航海を実施し、本海域の海山から基盤の火山岩を採取した。それらの岩石について、主要元素組成、微量元素組成、Pb、Nd、Sr同位体の分析、及び年代測定を行った。海山の基盤がHIMUタイプ(放射壊変起源の鉛同位体の比率が高い)のマグマで構成されていることを明らかにした。八丈島沖の海山に関する大陸棚関連情報の整備に貢献した。大陸棚の限界情報については、産総研からのメンバーの参加した作業部会により、延伸のシナリオの検討、海域地質の記述、大陸棚関連情報のとりまとめを行い、同部会でとりまとめが完了した。平成20年11月12日に日本政府が国連「大陸棚の限界に関する委員会」に延伸大陸棚の申請を提出し、受領された。国連での審査に対応するため大陸棚審査対応部会に参加し、審査対応の準備資料作成を行った。また、平成21年3月と平成21年9月の国連での説明を行う日本の代表団に参加した。

1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

[中期目標]

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する地球観測の一環として、地質の調査に関する衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、より効率的な石油資源の探査等に必要な衛星情報の整備を図る。

[中期計画]

・自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する全地球的な観測が重要になってきているなか、地球観測戦略の一環として、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備を実施し、衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のために、地質の調査に関わる衛星画像情報を整備する。

1-(4)-① 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

[中期計画]

・石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のため、ASTER や次期衛星(ALOS等)からの衛星情報と地表での地質調査情報との融合による遠隔探知技術の高度化を図るとともに、衛星画像情報を整備する。

[中期実績]

・ASTER-TIR センサのデータを利用する岩相マッピングでは、これまでに確立した石英・炭酸塩鉱物・火成岩タイプのマッピングのほかに、様々な岩石・鉱物のマッピング能力を評価した。その結果、長石・硫酸塩鉱物・塩化物等のマッピング可能性が示され、特に、花崗岩の含有長石によるタイプ分類が精度よく行えることが明らかになった。

・また、ALOS 衛星搭載の PALSAR センサのデータ利用によって、地質災害でもある地盤沈下解析を関東平野やアジア都市域を対象に実施し、アジア都市域では顕著な沈下が進んでいる地区を明らかにできた。第 1 期で日本の 13 火山を登録して公開した火山衛星画像データベースに、アジア、ロシア、アフリカへの火山を順次登録し、全部で全球の 964 火山を登録した。Google Earth から火山を選択する機能を追加した。活火山で取得された衛星情報から火山活動と地形変化や変色海水の変化について解析した。

・さらに、石油資源等の探査に係る遠隔探知技術の高度化と衛星画像情報の整備を目標に、以下の研究を実施した。

1)堆積岩区分図プロトタイプシステムを試作構築した。中国新疆ウイグル自治区およびチベット自治区に設定したいくつかの研究地域において、構築したシステムを利用して堆積岩区分図を作成し、現地調査を交えてそれを検証することにより、システム評価を行った。その結果、膨大な ASTER データを効率的に取捨選択して広域の堆積岩区分図を精度良く作成するうえで、当システムは極めて効果的であることが明らかになった。

2)資源賦存地域における環境評価に関連した PALSAR データ利用技術の高度化研究については、InSAR 技術と GPS を融合することで地殻変動抽出時の誤差成分を補正し、高精度にベースライン長を推定することに成功した。また、現地調査の実施とデータ比較から PALSAR の後方散乱係数と土壌の表面物理量との関係を明らかにした。

3)アジア各国と協力して、世界地質図委員会による国際標準規格に基づくアジア数値地質図を作成した。これにより、石油資源探査等の基礎情報となるアジア地域の標準的数値地質図が完成した。また、OneGeology プロジェクトを推進し、その中でアジア各国への技術支援を重点的に行うことにより、アジア地域の地質図情報の公開・流通促進に貢献した。

4)東アジアにおいて、緯度 1 度×経度 1 度を単位として 5,465 区画の、衛星デジタル高度モデル(DEM)データセットを作成した。衛星 DEM データセットはモザイク DEM、モザイクオルソ画像および時系列 DEM・オルソ画像の 3 つ要素から構成されている。

5)資源探査に寄与する地質情報や衛星情報を統合するためのシステム開発を平成 20 年度から 2 年間にわたり行った。統合システムには、データの登録機能および検索機能、データ表示機能などの Web-GIS 機能を実装した。高度なセキュリティを確保した仕組み(Vertial Organization (VO)技術)を実装し、本格運用に向けユーザー登録とテストを開始した。また地質情報の基礎となる地図情報の整備を行った。

1-(5) 地質情報の提供

[中期目標]

地質の調査に関わる研究成果を社会に普及するため、地質図類、報告書等を出版するとともに、電子媒体や Web による地質情報の普及体制を整備する。また、地質標本館の有効活用を図るとともに、地質相談業務に積極的に取り組む。

[中期計画]

・地質の調査に関する研究成果を社会に普及するため、地質の調査に関する地質図類等の成果の出版及び頒布を継続するとともに、電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。地質標本館の展示の充実及び標本利用の促進に努め、地質情報普及活動、産学官連携及び地質相談等により情報発信を行う。

1-(5)-① 地質情報の提供

[中期計画]

・地質の調査に関する地質図類、報告書、研究報告誌等の出版及び頒布を継続するとともに、CD-ROM 等電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。また、地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を行い、地球化学標準試料の頒布、標準試料及び標本の提供を行う。

[中期実績]

・1)地質関連研究ユニットから提出された地質図・地球科学図類(関連研究報告書を含む)87件(うちCD-ROMは25件)及び研究報告書類54件について、原稿の検査とJIS基準の適用を行い、印刷仕様書を作成し、発注・刊行した。また、既刊出版物の管理、委託販売、在庫切となった地質図のオンデマンド印刷依頼に適切に対応し、地質図カタログの発行や同HPの維持・更新を行った。さらに、国内外の既刊地質図類4,793図についてラスターデータ整備を完了するとともに、海洋地質図31図、20万分の1地質図幅10図幅、5万分の1地質図幅96図幅、及び火山地質図1図のベクトル数値化を実施し、GISソフトにより処理可能な数値ファイルとして整備した。また、地域に密着した国土データである各種地質図類への一般の理解を広げるために、地質図を分かりやすく紹介した一般向け「九州地質ガイド」を発行した。

2)国内外155ヶ国以上の地質の調査に関する機関(1,260機関以上)と文献交換を行い、第2期中期の5年間で単行本(約2,300冊)・雑誌(約21,800冊)を始め、地図類(約13,000枚)を収集、整備、保存および提供した。特に平成17年度において、貴重な地図類も含めた地図類の一元管理・提供のために地質図ライブラリーを開設・公開した。

[中期計画]

・地質標本館の展示の充実に努め、来館者へのサービス向上を図る。また、地質標本館収蔵の標本及び新規受け入れ標本については、最新の学術水準と照らし正確な同定を行い、新たに解説書を作成するとともに、Webで公開し産総研内外の研究者等に対して標本利用の促進を図る。

[中期実績]

・1)毎年2回以上の特別展を開催し、展示パンフレットを作成し無償頒布した。入館者も平成17年度34,556人から毎年増加しており、平成21年度も12月末現在全年度比6%増の41,980人である。

2)研究者からの提出・寄贈・購入を含め、岩石(9,438個)・鉱物(2,319個)・鉱石(396個)・化石(527個)の標本について、計12,680個が登録された。そのうち、6,219個の標本が410回にわたり利用された。データベース化については登録番号80,000までの岩石標本が地質標本データベースで公開され、一部は画像データが公開された。木下鉱物コレクションカタログを出版した。青柳氏から寄贈された鉱物標本について特別展を実施し、その一部を常設展示に加えた。青柳鉱物標本図集・薄片作成は薄片・研磨片・EPMA用・特殊について7,839枚作成された。

[中期計画]

・地質情報普及活動として、地方での展示会、野外見学会、講演会等を主催するとともに、地方公共団体や学会等が主催する地質情報普及を目的としたイベントにおいて、共催、講演及び展示などの協力を行う。また、緊急調査等に関する地質情報についても、迅速に情報を発信する。

[中期実績]

1)京都・高知・北海道・秋田・岡山において地質情報展を開催し約7,500人の一般市民を対象に地質情報を分かりやすく普及した。「地質の日」を5月10日に制定し、関連普及イベントを博物館など全国の関連機関と連携して開催した。日本ジオパーク委員会を関係省庁と連携しつつ開催・運営し、洞爺湖有珠山、糸魚川、島原半島の3地域が世界ジオパークとして、日本で初めて認定された。また、2005年パキスタン地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震、2008年中国四川省地震、2008年岩手・宮城内陸地震など緊急調査等に関する地質情報についても、迅速に情報を発信した。

2)地質学会の開催にあわせて、地質情報展を京都・高知・札幌・秋田・岡山で開催した。日本地球惑星科学

連合 2009 年大会や全国地質調査業協会のフォーラムなどにブース出展し、併せて研究成果品の紹介・普及を進めている。緊急調査の速報として、「福岡西方沖地震」「能登半島地震」のポスターや話題となった「アスベスト」のポスターを展示し、解説に努めた。

[中期計画]

・地震、火山等の自然災害、地質環境及び資源探査に関する地質情報の活用を促進するとともに、共同研究を推進するため、産業界、学界、地方公共団体等との連携を強化し、地質に関する相談に積極的に応える。

[中期実績]

・「地質ニュース」の編集は順調に実施されており、地質情報の外部発信に貢献した。また、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」の総会及び運営委員会を開催し、地下地質情報の流通・整備に向けて提言書を出版するとともに意見交換会を 9 回開催した。さらに、地質調査総合センターシンポジウムを 15 回開催し、地震、火山等の自然災害、地質環境及び資源探査に関する地質情報の利活用について発信した。

2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

[中期目標]

環境問題や将来的な資源問題の解決のため、地球における長期的かつ大規模な物質循環を視野に入れた地質の調査・研究を実施するとともに、データベースなどの基本地質情報を整備する。

[中期計画]

・地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えるとともに、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境、地球規模の炭素の循環システム及び物質の集積メカニズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壌汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。

2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

[中期目標]

陸域での水循環及び海洋における物質循環に関する地質の調査を行い、水文環境図の作成、データベースの整備及び循環モデルの提案等を行うことにより、環境負荷影響及び環境対策技術適用に関する基本情報を提供する。

[中期計画]

・環境負荷影響評価や環境対策技術に資する物質循環情報を提供するため、地下空間における水の循環を解明し、水文環境に関するデータベースを整備する。また、将来の海洋中深層での CO₂ 隔離における判断材料を提供するため、西太平洋域における炭素循環に関するモデリング技術を開発する。

2-(1)-① 水文環境データベース及び水文環境図の作成

[中期計画]

・地下水資源及び水文環境に関する理解を深めるため、流域規模や地質構造などを考慮して選定した佐賀平野等の国内堆積平野を対象として、地下水流動及び地中熱分布に関する調査を実施し、データベースを整備するとともに、水文環境図 2 図を作成する。

[中期実績]

・地下水資源の持続的な利用と健全な水文環境保護を目的とし、水文環境図「筑紫平野」と「山形盆地」を出版した。これまでの水文環境図に加えて、地下温度情報をより正確に提供することで、地中熱利用(地球温暖化対策ならびに省エネ対策)に貢献できるようになった。

2-(1)-② 海洋における物質循環のモデル化

[中期計画]

・海洋の環境及び物質循環に関する理解を深めるため、炭素を中心とした海洋物質循環モデルの開発を行い、これを用いて西太平洋域の後期第四紀環境における水温、塩分、一次生産等を定量的かつ高精度の時間解像度で復元するとともに、溶存全炭酸、栄養塩、一次生産、海水の年代等の物質循環を支配する最重要指標を定量的に再現する。この技術を利用し、将来の海洋中深層 CO₂ 隔離を実行する際の判断材料を提供する。

[中期計画]

・海洋の環境及び物質循環に関する理解を深めるため、西太平洋域の後期第四紀の高精度の時間解像度で環境変化の解析を行った。対象として、三陸沖から得られたピストンコアの完新世氷期におけるアルケノン水温を解析した結果、現在に比べ水温が低く、親潮及びオホーツク海の影響を強く受けていたことが明らかとなった。間氷期への移行に伴い生物生産量の増加し、その影響域は、親潮影響域から混合水域下へ移り、混合域が、親潮域よりも栄養塩供給量および一時生産量が高いことが明らかとなった。さらに、栄養塩供給量変化に関連して、海洋一次生産者の珪藻と円石藻の大繁殖期の時期が異なっていることが判明した。また、炭素循環に関連した物質循環変動を解明するため、赤道太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子の沈積量変動を解析した。ラニーニャ現象時期は、西赤道太平洋域で極端に沈積流量が少なく、中央域でも比較的高いことを明らかにした。その原因は、水温躍層が急激に浅くなることと強く関連しており、東経 175 度と西経 170 度の間で、その現象が急激に変化していることが明らかとなった。さらに、西太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子について溶解・保存量の時系列変化を解析した結果、水深 4,500m 以深で溶解作用を受けていることが判明した。また、生物起源炭酸塩沈降粒子の海水中での溶解実験を行い、海水中の炭酸カルシウムの飽和指数の解析から 4,000m 以深と同様の海水状況で急激に溶解することを明らかになった。

2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

[中期目標]

地圏における土壤汚染の原因や資源生成の要因となる物質の循環と集積メカニズムの解明のため、土壤汚染情報に基づく土壤環境リスクマップの作成及び資源情報データベースの整備と公開を行う。また、環境・資源評価のための調査手法を開発し、産業界への普及を図るとともに、政策への反映を目指し提言を行う。

[中期計画]

・地圏において土壤汚染や資源生成の要因である物質の循環と集積に関する知見を提供するため、地下における水及び熱の循環・集積メカニズムを解明し、土壤汚染に関する情報を整備する。また、地熱、鉱物、燃料等の資源情報を整備するとともに、資源生成に関するデータベースを作成する。

2-(2)-① 土壤環境リスクマップと地熱・鉱物資源データベースの作成

[中期計画]

・土壤中に含まれる自然起源及び人為起源の重金属等の汚染物質に関するデータを含む土壤汚染情報を整備することにより、土壤環境リスクマップ 2 図を作成する。

[中期実績]

・土壤・地質環境基本調査に基づいて表層土壤の現地調査を実施し、土壤中に含まれる自然起源及び人為起源の重金属等のデータベースを作成した。化学分析や流域解析を行うことにより、表層土壤の溶出量、含有量及び化学形態などのデータを収集し、土壤環境リスクマップを含む表層土壤評価基本図(宮城県地域、鳥取県地域)2 図を作成、出版させた。

[中期計画]

・資源情報を GIS 上で統合することにより地熱情報データベース及び鉱物資源データベースを作成し、資源ポテンシャル評価に関する情報を社会に提供する。

[中期実績]

1)日本の熱水系アトラス、全国地熱ポテンシャルマップなどを出版し、我が国の地熱資源データを、地熱産業界、官庁、自治体等に広く提供した。また、これらの GIS 技術をもとに、JICA、JETRO などの進めるインドネ

シアやペルーなどの海外地熱プロジェクトに協力した。さらに、IEA 地熱実施協定、IPCC 再生可能エネルギー特別報告書など、先進国との地熱研究協力についても進めた。

2)東アジア地質鉱物資源図および GIS データベースを完成させ前者を出版した。また、中央アジア地質編纂図および中央アジア鉱物資源図を作成し前者を出版した。20 万分の 1 地質図「小串」「窪川」「中津」「名古屋」「横須賀」「伊勢」「八代」「那覇および与論島」「新潟」の鉱物資源項目について記載、執筆を行った。

3)米国地質調査所と東・東南アジア地球科学計画調整委員会(CCOP)加盟各国、東北アジア各国の地質調査所との間で行っている銅に関する広域鉱物資源評価結果を米国地質調査所報告書として取りまとめた。また、JICA の要請に応じラオスでの 20 万分の 1 地質図幅調査に参加するとともに、ラオスおよびザンビアで実施されている鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査の巡回指導を行った。さらに、モーリタニアでの技術協力、ラオス、ザンビア、マラウィ、モザンビークなどの JICA 研修生の国内研修を担当した。

4)中国地方の真砂や陸砂利の品質評価及び資源量評価を実施した。また、近畿、東北、甲信越、北海道地方の骨材資源の材質・分布・産状・生産量を報告書として取りまとめた。これをもって日本全土の骨材資源のとりまとめを完了させた。

2-(2)-② 燃料資源地質情報解析と資源・環境評価手法の開発

[中期計画]

・堆積物の起源及び天然ガスの生成、集積、消費等の実態の解明のため、房総半島～南海トラフ前弧海盆等の燃料鉱床胚胎堆積盆を対象として微生物活動及び堆積作用等に関する地質情報を解析し、堆積盆評価技術の開発を行い、企業等の探鉱指針策定に資する。

[中期実績]

1)堆積物の起源及び天然ガスの生成、集積、消費等の実態の解明のため、房総半島～南海トラフ前弧海盆等の燃料鉱床胚胎堆積盆における堆積作用等に関する地質情報を解析し、堆積盆評価技術の開発を行った。本地域の天然ガス、メタンハイドレート等の探鉱、開発へ基礎地質地化学情報を提供した。

2)水溶性ガス田の堆積物試料を嫌気雰囲気中で地下の温度条件に保った結果、100-300 日間でメタンが生成した。その生成量は、炭素量換算で試料中の全有機物の 6%以上に相当し、水溶性ガス田の地下微生物が高いメタン生成ポテンシャルを有することが判明した。一部の試料について培養前後の脂質組成を比較したが、明瞭な減少傾向は認められなかった。ラジオトレーサー法によってメタン生成速度を経路ごとに評価した結果、炭酸還元が主要なメタン生成経路であった。メタノールからのメタン生成活性も検出され、メタノールを基質とする新規のメタン生成菌の分離にも成功した。

3)昨今のエネルギー事情及び関東地方で相次いだ温泉ガス爆発事故を踏まえ、国内地下資源の状況解明のために、関東平野地下に賦存する水溶性天然ガス資源(南関東ガス田)及びその他燃料(炭化水素)資源について、地球化学的・地質学的手法を用い、その賦存状況の把握、成因等に関する研究を実施した。また、非金属鉱物資源賦存状況の解明、工業的利用に資する研究を実施した。

[中期計画]

・地圏における燃料資源開発及び地質汚染等に関する地質環境評価のため、国土および周辺域を対象として、フィールドに適用が容易な物理探査、地質地化学探査、データ解析等の手法を開発し、それらの手法に基づいて水、熱及び化学種循環系の数値モデルの構築と検証の方法を確立し、新たな地質調査技術を産業界へ普及させる。

[中期実績]

1)燃料資源開発のための地質地化学探査、データ解析等の手法開発をすすめ、モデル堆積盆において有機物の熱熟成、水及び炭化水素の流動の数値モデルの構築に基づき 3 次元石油システムシミュレーションを実施し、3 次元可視化による検証を実施した。

2)振動機構と比抵抗計測の機能を有する貫入プローブ(ER-VPT)装置を改良して国内外のフィールドで適用試験を行い、ER-VPT で測定される加速度と比抵抗の変化が砂層のシルト含有量や CPT の貫入抵抗値と強い相関があり、砂層の液状化ポテンシャル評価に有効であることを明らかにした。発破液状化実験や空気注入実験における比抵抗モニタリング技術を開発し、液状化の発生や飽和度の変化を高速かつ正確に計測できることを確認した。

3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

[中期目標]

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保を目的として、活断層、地震発生や火山噴火のメカニズム及び地下水変動などに関する調査・研究を実施する。

[中期計画]

・地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保のため、地質情報に基づいた科学的知見を提供することが期待されている。その実現のために、地震発生、火山噴火のメカニズム及び地下水位の変動メカニズムの解明を目指した調査・研究を実施する。また、都市及び沿岸域における自然災害被害の軽減を目的として、地質環境の調査・研究を実施する。更に、高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地下深部における地質学的及び水文学的知見をとりまとめる。

3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

[中期目標]

調査の必要性が高い 15 以上の活断層及び近い将来発生が懸念される海溝型地震に関する調査・研究を行うとともに、地震前兆現象を把握するための地下水等の変動観測などを実施する。

[中期計画]

・地震防災の観点から重要と判断される活断層に加え、活動度の低い活断層も対象として、活動履歴の調査を行い、活断層の活動性評価を実施する。海溝型地震については、活動履歴を調査し、断層モデルを構築する。活断層深部の状態をより正確に把握するため、断層近辺の構造、物性及び応力に関する調査・研究を進める。

また、大地震発生に関連する地下水及び電磁気的な現象の発生メカニズムを解明するとともに、変化検出システムを構築する。更に、活断層や地質情報を活用した地震による被害予測の精度を改善するため、地震動予測手法の開発を行う。

3-(1)-① 活断層の活動性評価

[中期計画]

・地震防災の観点から重要と判断される 15 以上の活断層について、活動履歴、変位量、三次元形状等の調査を実施する。これらの結果を利用してシミュレーションを行い、セグメントの連鎖的破壊の可能性を評価する手法を開発し、主要な活断層における確率論的な地震発生予測を行う。

[中期実績]

・全国の主要な 42 の活断層について、活動履歴、変位量、断層形状等の詳細な調査を行い、将来の活動確率や地震発生予測に必要なデータを取得した。またセグメントの連鎖的破壊可能性の評価手法については、トルコ・北アナトリア断層および糸魚川・静岡構造線断層帯をモデルフィールドとして実証的データを取得するとともに、過去の連動型地震に伴う地震断層のデータを現地調査および文献調査から再検討し、セグメント連動破壊時の地表地震断層の形状および変位量の変化と震源断層との関係を取りまとめた。さらに断層の動的破壊過程を数値計算することにより、セグメント境界となる断層の屈曲や不連続からセグメントの連鎖的活動を予測しうることを明らかにした。

・低活動性の活断層及び伏在活断層の調査を行い、その活動特性と地震発生ポテンシャルを評価するための手法として、従来の層序学的手法に加えて物質科学及び地球物理学的な手法を開発する。・低活動度の活断層の評価手法としては、航空レーザー測量によって得られたデジタル地形モデルを用いた解析を行い、断層地形の認知限界と地形起伏に正の相関があること、開度をを用いた地形表現法が微小活断層地形の検出に有効であることを明らかにするとともに、尾根・谷の横ずれ屈曲度の定量化手法を提案した。また、断層破碎物質の色彩と断層の活動性との関係を明らかにし、新しい地形や堆積物に乏しい活断層の活動性を評価する方法を考案した。伏在活断層では、南部フォッサマグナ地域の広域的調査を行い、プレート境界域

の複雑な地質構造と地球物理学的データを比較することにより、地下深部の断層形状を推測できる可能性を示した。

[中期計画]

・全国の主要な 150 の活断層を構成するセグメントの形態と活動サイクルに関する特徴をまとめ、主要活断層の位置情報を縮尺 2 万 5 千分の 1 の精度で編集し GIS 化する。

[中期実績]

・全国の長さ 10km 以上の活断層すべてとなる約 300 の起震断層の約 550 の活動セグメントについて、活動パラメータを評価してデータベース化するとともに、各調査地点における基礎データを収録した。また断層位置情報については、電子国土、Google Maps を用いて自由に拡大表示できるようにしたほか、デジタルデータをダウンロード可能とした。

3-(1)-② 海溝型地震の履歴の研究

[中期計画]

・海溝型地震の予測精度向上に貢献するため、日本周辺海域で発生する海溝型地震の過去 1 万年間程度までの発生履歴を明らかにする。また、これらの地震発生履歴と津波浸水履歴や海底地質構造等の情報に基づいた津波シミュレーションによる解析とを統合することにより海溝型地震の断層モデルを構築する。

[中期実績]

- 1) 南海トラフでは、静岡県浜名湖西方で 14 世紀以降の歴史津波に対比できる津波堆積物を見出した。富士川東方の浮島が原では、南海トラフ沿いで発生した海溝型地震に対比できると考えられる急激な沈降が過去約 1,500 年間に 5 回生じていたことを明らかにした。静岡県御前崎周辺では、過去約 7,000 年間に 4 回の海岸段丘を離水させる大きな隆起が発生した可能性を明らかにした。さらに西方の掛川市から浜名湖の間でも、地震に関連した地殻変動を見出した。志摩半島の志島地区では、過去約 4,000 年間に 8 枚の津波堆積物を確認した。紀伊半島南部沿岸の生物遺骸群集から、400~600 年間隔で大きな隆起を生じ、最近では 1707 年宝永地震に大きな隆起が生じた可能性が高いことを明らかにした。
- 2) 仙台平野及び石巻平野では、869 年貞観地震の津波堆積物が現在の海岸線より 3-4km 内陸まで分布し、常磐海岸でも津波堆積物を確認した。それらの津波堆積物を説明できる波源モデルとして、宮城県から福島県沖の前弧斜面下に破壊領域を持つマグニチュード 8.3-8.4 のプレート境界型地震を考える必要があることを明らかにした。また、津波堆積物の形成間隔が、500-1,000 年であることを解明した。
- 3) 北海道東部の過去 6,000 年間の津波発生間隔が 200-800 年の間でばらつくこと、平均間隔も従来言われていた 500 年より短いことを明らかにした。また、陸域の津波堆積物の分布を説明できる断層モデルについて、いくつかの位置形状を検討し、通常の地震よりやや海側に広げた断層モデルが最もよく説明できることを検証した。
- 4) 2004 年スマトラ沖地震の北方延長部であるミャンマー西海岸の調査を実施し、過去約 3,000 年間に 4 回の隆起イベントが約 900 年間隔で生じ、最新イベントが歴史記録に残っている 1762 年の地震であることを明らかにした。
- 5) アンダマン諸島では、2004 年スマトラ沖地震による地殻変動を解明し、また同様の隆起・沈降運動が繰り返し起こってきたことを確認した。タイのプーケット北方で 2004 年のスマトラ沖地震以前の巨大津波による津波堆積物を発見した。スマトラ島南西沖の Simeulue 島で 2004 年の津波以前の津波堆積物を発見し、スマトラ本島の海岸平野でもいくつかの津波堆積物である可能性が高い砂層を発見した。

3-(1)-③ 地震災害予測に関する研究

[中期計画]

・関東平野をモデル地域として、第 1 期に開発した活断層情報を活用した断層モデルの構築手法の高度化を図るとともに、関東地域の地下構造モデルを作成し、震源過程から、不均質媒質中の波動の伝播及び埋没谷などの地表付近の不整形地盤特性を考慮した地震動予測手法を開発する。

[中期実績]

・活断層情報を活用した断層モデルの構築手法として、地層の変形から地震発生層の深度での断層形状を

推定することを進めた。関東地域の既往地下構造モデルの妥当性を中規模地震の地震動計算にて検討し、中央防災会議が公開している深部地下構造モデルを選択した。1923 年関東地震の既往震源モデルに短波長の不均質を導入する手法を開発し、広帯域地震動評価用の震源モデルを作成した。広帯域震源モデル、深部地下構造、地表付近の不整形地盤の増幅特性を考慮し、将来想定される関東地震の地震動を計算した。

[中期計画]

・石油備蓄基地及び石油コンビナート施設に立地する石油タンクの安全性評価のため、全国の 7 地域について、数値シミュレーションによって長周期地震動を予測する。

[中期実績]

・全国の 7 地域(石狩・勇払、秋田・酒田、新潟、関東、濃尾、大阪、大分)を対象とした長周期地震動予測研究を実施した。石狩・勇払、新潟、濃尾地域についてはデータ収集、地下構造探査等を行い、深部地盤構造モデルを作成、出版した。また、長周期地震動の評価を実施した。秋田・酒田地域は 3 次元地盤構造モデルの試作版を作成した。大分地域は包括的な地下構造探査および地震動観測を実施し、関係機関による地下構造モデルの作成後、長周期地震動評価を行った。大阪地域については、将来の南海地震および東南海地震を想定した地震動評価を行い、建築学会・土木学会等を通じて評価結果を提供した。関東地域については既存の地下構造モデルを採用して関東地震を対象とした地震動評価を行った。

[中期計画]

・ライフラインの被害予測に貢献するために、断層変位による表層地盤の変位・変形量を数値シミュレーションによって予測する手法を開発する。

[中期実績]

・2 次元および 3 次元個別要素法による断層変位シミュレーションプログラムを開発した。地表付近の被覆層内の剪断帯形成に関し、地下深部での断層ずれ様式との関係を調べた。その結果、地表への断層出現位置は、被覆層の厚さと内部摩擦角および基盤での断層傾斜角を変数とする既存の経験式で概ね予測可能であることがわかった。また、精度の高い地表変位予測のためには、地震時の地下深部での断層すべりの不均質を評価する必要があることを、2008 年岩手・宮城内陸地震を対象とした数値シミュレーションにより示した。

3-(1)-④ 地震発生予測精度向上のための地震研究

[中期計画]

・近接断層間、横ずれ断層等の地表兆候の少ない断層周辺地域において地下構造調査を実施し、得られた構造特性に基づき、断層の連続性、変位量及び構造の不均質性を評価する。

[中期実績]

・地表兆候の少ない平野部の断層(荒川断層、久喜断層、元荒川構造帯、深谷断層と綾瀬川断層の間)を対象として構造調査を実施し、荒川断層は地下深部に断層の伏在が推定されること、久喜断層や元荒川構造帯には活構造が存在しないこと、綾瀬川断層は地表トレスよりさらに北方へ延長していること、などを明らかにした。宮城県北部地震の震源域周辺で地殻深部や断層面と推定される反射波を検出し、断層面の不均質性に起因する反射波の差異を捉えた。十日町盆地の構造調査に基づいて、信濃川付近に軸部を持つ向斜構造、信濃川西岸に逆断層、東岸に相対的隆起ブロックを推定した。新潟沿岸域において海側 3km、陸側 3km の海陸接合の反射法調査を行い、地下構造断面を作成し地下浅部の詳細な構造を求めた。

[中期計画]

・地球物理観測による活断層深部の物質分布の推定及び応力状態評価の手法開発を行う。

[中期実績]

活断層深部の物質分布の推定及び応力状態評価の手法として以下を開発した。

1)断層浅部の応力場評価:ボーリング孔掘削によるクリープ変形を直接測定可能な装置を開発し、これを利用した応力方位の新測定法の有効性を実証した。同時に測定場所周辺の地形効果の影響を考察するための有限要素法を用いた地形効果による応力場評価支援システムを構築し、地形効果が簡便に評価可能となった。

2)3-15km 程度の深さ応力場評価:マグニチュード 0 程度の極微小地震のメカニズム解を決定できる手法を開発し、これまでの 1/10 の短期間に活断層周辺の応力場を推定可能になった。

3)15km 程度以深の応力場評価:断層物質の観察から、差応力等を求める方法を整備し、その有効性を示した。

4)地球物理学データから地下の粘弾性構造モデルを作成する手法を開発し、これを用いた地震発生シミュレーターを整備した。これにより、活断層周辺の応力場蓄積過程のシミュレーションを可能とした。

5)岩石のもつ地震波速度と電気伝導度から、地下深部での岩石物質と水の含有量の応力状態の推定法の理論を提示した。

[中期計画]

・地震活動の場である地下深部における高温高压状態を岩石実験により再現することにより、高温高压下における岩石物性、地震発生過程に及ぼす水の役割及び岩石破壊に伴う電磁気現象を解明する。

[中期実績]

1)高温高压状態を岩石実験により再現し、高温高压下における岩石物性である弾性波速度及び透水係数、透気係数の同時測定手法を開発した。この手法を用いて、断層帯から採取された岩石試料の高温高压下における岩石物性を測定し、岩石物性に影響する亀裂の関係を明らかにした。地震発生帯である脆性-塑性遷移領域で摩擦-流動則の変遷が系統的な変形メカニズムの変化によって制御されていることを見出して定式化した。高温高压下における間隙水圧の変化が、地震発生過程におけるトリガーになることを室内実験によって見出した。

2)岩石の微小破壊活動の統計的性質を調べ、巨視的破壊の直前に微小破壊発生位置のフラクタル次元、相関距離が減少から増加へと変化するフェーズが発見され、この特徴がクラック集団の成長モデルで統合的に説明できることを示した。破壊の準備段階における微小な応力変動と岩石内の微小破壊活動の関係を調べ、破壊応力に近づくとも微小破壊活動が応力変動に敏感になることが分かった。

3)岩石の固着すべりに伴って電磁波が発生すること、電磁波信号にはすべり方向に関して異方性があることを明らかにした。

[中期計画]

・地震に伴う電磁気異常の観測システムをノイズ除去手法の改良等により高度化すると同時に、地電流センサの特性を人工信号観測により評価する。

[中期実績]

・電磁気異常の観測システムの高度化について、雷雲レーダ情報、落雷等とのつきあわせによる解析を行い、北海道襟裳では、2000 年の有珠山噴火と 2003 年十勝沖地震の前兆的な異常はバックグラウンドレベルの 10 倍以上強さであり、これらの信号は熱刺激によるエキソエレクトロン放射と岩石間に溜まっていたガスの放出とによる静電気的な結合効果によって引き起こされた可能性を示した。また、地電流センサの特性評価を行った結果、電極のひとつが埋設されている深度 100m 付近の比抵抗が低いことが分かり、このことが本観測点が他の観測点と異なる特性をもつことの原因である可能性を示した。

[中期計画]

・地下水等の変動観測に基づく前兆的地下水位変化検出システムを運用、改良するとともに、観測データ及び解析結果を関係機関に提供し、またこれらデータベースを公開する。さらに、東南海・南海地震対象域に臨時地下水観測点を設置して観測を開始する。

[中期実績]

1)東南海・南海地震対象地域(四国・紀伊半島・愛知県周辺)に 14 点の地下水等総合観測点を新規に整備した。14 点全点で、3 深度での水位観測、地殻変動・地震平行観測、リアルタイムデータ転送を行っている。従来の東海の観測網と新規観測網のデータを一緒に解析し、南海トラフ周辺で発生する深部低周波微動と短期的スロースリップをモニタリングしている。このようにして、前兆的地下水位変化検出システムを改良し運用した。未確認であった紀伊半島南部の短期的スロースリップを検出することが可能になった。

2)平成 16 年新潟県中越地震・平成 19 年能登半島地震・平成 19 年新潟県中越沖地震に伴った地下水変化が主に地震の揺れによって生じたことを明らかにした。また、平成 16 年新潟県中越地震・平成 19 年新潟県中越沖地震の 2 つの地震の規模・メカニズム・場所が同じであり、生じた地下水変化が類似していることから、

地震時の地下水変化に再現性があることを示した。

3)野島断層における過去 5 回の注水実験をとりまとめ、1995 年兵庫県南部地震による断層近傍の透水性の増加がおよそ 8 年で元に戻っていることを示した。これは、断層における地震発生後の強度回復が非常に早く行われる可能性を明らかにした。

4)地震に関連する地下水観測データベースに、新規観測点も加えて公開した。深部低周波微動の自動表示のプロトタイプも作成した。毎月 2 万件程度のアクセスがある。また、東海に加えて紀伊半島～四国周辺の新規観測点のデータも気象庁にリアルタイムで提供し東海地震の予測精度を高めた。

5)台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、毎年交互に 5 回のワークショップを開催した。台湾側に構築された地震と地下水の研究のための地下水観測網の歪や地震動に対する感度の評価を行った。

3-(2) 火山の調査・研究の実施

[中期目標]

火山噴火予知及び火山防災のための調査・研究を行い、火山に関する地質図 5 図を作成するとともに、火山関連情報をデータベース化して提供する。

[中期計画]

・火山噴火予知及び火山防災に役立つ火山情報を提供するため、活動的火山を対象として噴煙、放熱量等の観測及び地質調査を実施し、火山の噴火活動履歴及び噴火メカニズムを解明する。

3-(2)-① 火山の調査・研究

[中期計画]

・活動的火山の地質調査を行い、噴火活動履歴を明らかにする。これらの成果として火山地質図 3 図を作成するとともに、第四紀火山の噴火履歴及び噴火活動の時空分布に関するデータベースを整備する。

[中期実績]

・活動的火山の噴火履歴調査を行い、これらの成果として火山地質図 3 図(口永良部島、樽前山、十勝岳)を印刷刊行した。また、有珠火山については 2000 年の噴火実績をもとに加筆・修正した改訂版を刊行した。一部の火山を除いた活動的火山の 1 万年噴火データを網羅するなど、第四紀火山の噴火履歴・噴火活動の時空分布に関するデータベースを整備した。

[中期計画]

・火山に関する地質学、地球物理学及び地球化学的知見の総合的モデルの構築を図るため、活火山の噴煙、放熱量及び地殻変動などの観測研究、地質調査及び室内実験を実施し、それらによって得られた情報に基づき噴火脱ガス機構、マグマ供給系及び流体流動のプロセスを明らかにする。また、第 1 期に開発した微小領域分析技術等を火山地域で得られた地質試料分析に適用し、マグマ熱水系における元素挙動を解明する。これらの成果として火山科学図 2 図を作成する。

[中期実績]

1)携帯型の噴煙組成観測装置の開発により、活動期における火山ガス組成の定量化を実現した。三宅島では安定した火山ガス放出過程をモデル化し、エトナ火山では火山ガス組成変動がマグマ溜まり内での気泡の移動により生じていることを明らかにした。口永良部島火山では、山頂部の膨脹が繰り返し生じていることを定量化し、火山ガス放出量の変動との相関を明らかにした。熱水シミュレーションにより、噴気・温泉や地表面温度の分布に基づくマグマの脱ガス深度推定手法を開発した。

2)伊豆大島において、自然電位・比抵抗観測および熱水シミュレーションにより、マグマの貫入などへの地下水などの応答をモデル化した。富士火山の側噴火は、応力場とマグマ物性により規制されて時空間発展していることを明らかにした。マグマの減圧発泡実験により、上昇中マグマのガス浸透率は天然試料より低く、火山ガス放出は火道上部に限られることを明らかにした。SIMS(二次イオン質量分析計)による微小領域分析を三宅島火山の 2000 年噴火斑晶ガラス包有物に適用し、マグマの分化・脱ガス過程を明らかにした。

3)SIMS による金の高感度定量分析法を開発し、マグマ熱水系における金、ヒ素等の挙動を明らかにした。一方、現世熱水系(雲仙火山)と化石熱水系(伊豆半島西部地域と豊羽鉱床)の熱水変質鉱物を比較し、熱

水系生成モデルを作成した。地質学、地球物理学及び地球化学的知見を総合的に紹介するための、火山研究解説集(火山科学図を改称)を作成し web 公開した。

[中期計画]

・火山体の斜面崩壊危険箇所を物理探査により明らかにするための山体安定性評価技術をデータと評価パラメータの選択により改良し、モデル火山において山体安定性に関する評価図を作成する。

[中期実績]

・岩手火山をモデル火山として、安定性評価手法を適用し評価図を作成して、その結果を学会で公表した。検討の結果、見掛け比抵抗に加え磁気異常から山体の脆弱部に相当する変質域が抽出可能であることが明らかとなり、評価に有効なデータに係わる指針を得た。

3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

[中期目標]

高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的、水文地質学的知見を取りまとめ、技術情報として規制当局に提供するとともに、長期的視点から地層処分研究の基盤を確保する。

[中期計画]

・高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対し、国が行う安全規制への技術的支援として、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的及び水文地質学的知見を整備し、技術情報としてとりまとめる。また、放射性核種移行評価に向けての研究基盤を確保する。

3-(3)-① 地質現象の長期変動に関する研究

[中期計画]

・将来にわたる地震・断層活動、火山・火成活動、隆起・浸食の長期変動が地層処分システムに与える影響を評価するために必要な地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

[中期実績]

・高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全規制への技術的支援として、文献調査結果レビューに必要な長期変動事象(隆起・侵食活動、地震・断層活動、火山・マグマ)に対する数十万年スケールでの活動履歴調査手法の開発を行うと共に、活動履歴データを蓄積した。特に、火山・マグマ活動については、第四紀火山データベースの更新作業を行った。これらの結果は、技術資料として平成 19 年に総合的にとりまとめられ、平成 21 年度には、さらに新技術情報を付加した AIST2009 レポート概要版の作成を行った。

3-(3)-② 地質現象が地下水に与える影響に関する研究

[中期計画]

・将来にわたる地震・火山・熱水活動の長期変動が、地層処分システムの地下水に与える影響を評価するために必要な水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

[中期実績]

・高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全規制への技術的支援として、文献調査結果レビュー体制の確保(完了)を産総研が実現したと認定され、これを前提に国(規制庁)が次期計画を策定した。深層地下水データベースの整備・品質管理を行い、データベースの GIS 化をすすめ、海面変化、地震・断層活動、火山・マグマ・深部流体活動等が地下水系に与える影響の評価手法の開発および適用性確認、品質確認等を行った。これらの結果は、技術資料として平成 19 年に総合的にとりまとめられ、平成 21 年度には、さらに新技術情報を付加した AIST2009 レポート概要版の作成を行った。

3-(3)-③ 地質環境のベースライン特性に関する研究

[中期計画]

・自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

[中期実績]

・高レベル放射性廃棄物の地層処分における国(規制庁)のニーズである概要調査および精密調査結果の妥当性レビューに必要となる高品質の地質学的、水文地質学的、生物化学的データの取得方法について、喜連川地区、幌延地区、瑞浪地区での現地調査およびそれらで取得した試料を用いた室内実験により、新たな手法の開発および現場での適用性確認を行った。これらの成果の一部は、技術資料として平成 19 年に総合的にとりまとめられ、平成 21 年度には、さらに新技術情報を付加した AIST2009 レポート概要版の作成を行った。

3-(3)-④ 地質環境の隔離性能に関する研究

[中期計画]

・放射性核種移行評価に向けて、地質環境の隔離性能にかかる諸プロセス解明のための実験手法等を整備し、規制当局が行う安全評価を支援できる研究基盤を確保する。

[中期実績]

・高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全規制への技術的支援として、安全評価を行う際の地下水流動、物質移行解析における未解明課題の整理から、国(規制庁)の今後の研究計画が策定された。その課題の中で、拡散、移流分散特性の室内評価手法、微生物による酸化還元環境変化、溶存有機物、コロイドによる核種移行への影響評価手法、力学・化学作用による地下水流動への影響評価手法の開発ととりまとめを実施した。それらの成果を総合的に解析する手法として、水理・熱・力学・化学反応の連成解析手法の開発を行った。これらの成果の一部は、技術資料として平成 19 年に総合的にとりまとめられ、平成 21 年度には、さらに新技術情報を付加した AIST2009 レポート概要版の作成を行った。

3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

[中期目標]

人口密集地における自然災害による被害の軽減を目的に、都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を行い、その結果を国及び地方公共団体等に提供する。

[中期計画]

・自然災害に強い産業立地に必要な情報を国・地方公共団体等に提供するため、都市平野部及び沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を実施するとともに、生態系も含む環境変遷及び物質循環の研究を進め、都市及び沿岸域の自然や人為による地質環境変化を解明する。

3-(4)-① 都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査研究

[中期計画]

・大都市の立地する平野部及び沿岸域を構成する地質層序及び地質構造の実態を把握するため、ボーリング調査及び物理探査等を実施する。沖積層に関する物理探査については、地中レーダー及び浅海用の音波探査を用いて数 10cm の地層分解能探査を行う。これを基にして、関東平野を中心とした標準地質層序の確立、地質構造モデルの確立及び岩石物性値を含む三次元的平野地下地質情報の整備を行い、都市近郊を対象にした重力異常図及び重力基盤図を各 1 図作成する。

[中期実績]

・1)関東平野の最大沈降部にあたり地質構造上その実態解明が重要であった関東平野中央部において、地下 1km 深度までを対象にボーリング調査・コア解析・反射法探査・重力探査を総合的に実施した。その結果、過去 115 万年間に北東側が 150m 沈降という綾瀬川断層の累積的変位量、同断層の両側に発達する向斜構造、北西から南東への傾動構造、下総層群から上総層群の対比指標の確立などの標準となる地下地質層序・構造モデルを構築することができた。

2)関東平野中央部には、深度 80~400m にわたって、高塩化物イオン濃度、低同位体組成、長い滞留時間

で特徴づけられる特異な地下水が北西～南東方向に帯状に存在していることを明らかにした。地質構造と地下水の水質分布の特性を総合することで、地質学的不連続線等の地質構造が、関東平野の広域地下水流動系と地下水の地球化学的特性分布を大きく支配しているという予察結果を得ることができた。

3) 秩父盆地で取得したデータを編集して甲府盆地周辺の重力異常図を作成し、重力基盤構造を求めた。

4) 沿岸域の首都圏の浅層地下地質について、国土の地下情報として有益なボーリングデータの収集と約1万本のボーリングデータのデータベースの構築、20 地点でのボーリング調査・コアの高精度解析に基づく沖積層の層序・堆積相の確立、堆積環境を考慮した新しい地盤特性の評価手法と指標の確立、これらの地質・地盤モデルと動的な地盤特性の特質を考慮した地震動増幅度の高精度な評価を行うことができた。

5) ボーリングデータを用いた三次元地質モデル構築手法の整備として、新規にボーリングデータの入力・解析・表示ツールとグリッドモデル作成プログラムを開発した。これを用いて、三次元地質モデルとして、東京低地北部から荒川低地と中川低地の中・南部地域を含む沖積低地を対象にした沖積層基底面モデル、その東部地域における土質とN値の三次元グリッドモデル、武蔵野台地の三次元サーフェスモデルをそれぞれ作成し、公表した。グリッドモデルは日本で初めての事例であり、その応用が期待される。

6) 関東平野の深部地下構造の三次元モデルでは、反射法探査データを基礎に、物理探査データと深層ボーリングデータのデータベース化とその作成手法を開発した。

7) 沿岸陸域の平野においては地中レーダーを用いて 10-20cm の分解能で、また、沿岸海域においては開発した高分解能マルチチャンネル音波探査技術によって数 10cm の分解能の地層探査技術を確立し、沿岸陸域の津波堆積物、地殻変動調査、海域の活断層調査にそれぞれ適用し、沿岸域調査に貢献した。

[中期計画]

・アジアの沿岸平野において、地下地質構造と標準地質層序の確立のために、現地研究機関と共同で沖積層に関する沿岸地質情報を整備する。

[中期実績]

・メコンデルタのカンボジア低地とベトナム低地、紅河デルタの低地に関して、完新統の標準地質層序を確立した。アジアのデルタにおける沿岸浸食に関して、チャオプラヤデルタ、メコンデルタ、黄河デルタにおいて現地調査を行い、環境保全のために必要な調査手法を開発した。

3-(4)-② 沿岸域の環境変遷及び物質循環の研究

[中期計画]

・沿岸域の生態系を含む環境変遷を明らかにするため、湖沼及び沿岸域堆積物の同位体組成及び食物連鎖等の物質循環の情報を集積することにより、10～100 年スケールの過去の生態系構造推定手法の開発を行う。またサンゴ礁海域の水質、流況及び生物の解析によりサンゴ礁環境変遷を解明するとともに、サンゴ骨格の同位体分析等の物質循環研究により過去 200 年間の環境変動を明らかにする。

[中期実績]

・沖縄県石西礁湖海域を例に、水質観測データを総合して、サンゴ礁環境モニタリングの実際例を提示した。また、石垣島および小笠原・父島のサンゴ骨格試料を分析して、19 世紀以降の海水温の変動を復元し、20 世紀初頭の低温イベント及び塩分低下イベントの存在を捉え、東アジア冬モンスーンの変動との関係を明らかにした。また、小笠原については、サンゴ骨格の分析により、鉛などの越境汚染の変遷を復元した。

[中期計画]

・沿岸域の環境保全と生物生息場の環境改善のための基礎情報とするため、海岸生物相調査データ、水温等の物理環境観測データを集積し、データベースとして整備し、提供する。

[中期実績]

・定点において連続測定した気象データと水質データを Web で公開した。さらに広島湾での水質の水平・鉛直分布についても Web で公開した。海岸生物調査では、モニタリングポイントにおける生物相の変遷データを、第 2 期を通じて継続取得するとともに、モニタリング地点を瀬戸内海全域に広域化し、Web 公開する準備を進めた。平成 20 年からは、漁協、フェリー会社、博物館、NGO などへのアンケートを実施し、市民による生態系モニタリング手法開発の可能性を検討した。特に、フェリー会社の目撃情報を基に、瀬戸内海の環境指標の一つであるスナメリクジラ分布を全域的に捉えることが可能であることが判明した。

[中期計画]

・海域の物質循環及び人為汚染評価の基礎情報とするため、堆積物及び土壌の化学成分調査に基づき、日本沿岸地球化学図及び東京湾岸精密地球化学図を作成する。

[中期実績]

日本沿岸地球化学図を完成し、本として出版した。また、Web で海域地球化学図と 4,905 個の海底堆積物試料のデータを公開した。東京湾岸精密地球化学図を作成するため約 400 個の河川堆積物と土壌試料を採取して分析した。

4. 緊急地質調査・研究の実施

[中期目標]

地震、火山噴火をはじめとする自然災害に対応して、緊急の調査・研究を実施する。

[中期計画]

・地震、火山噴火等の自然災害時には緊急の対応が求められることから、災害発生時やその予兆発生時には、緊急の地質調査を速やかに実施する。

4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

[中期目標]

地震、火山噴火をはじめとする自然災害発生に際して、社会的な要請等に機動的に対応して緊急の調査・研究を実施するとともに、必要な関連情報の発信を行う。

[中期計画]

・地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、社会的要請に応じて緊急の組織的な地質調査が求められることから、緊急の地質調査を実施するとともに、必要な地質情報を速やかに発信する。

4-(1)-① 緊急地質調査・研究の実施

[中期計画]

・地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、地質の調査に関連する研究ユニット等が連携して緊急調査本部を組織し、社会的要請に応じて緊急の調査及び研究を実施する。同時に、国及び地方公共団体等に対し、災害の軽減に必要な地質情報を速やかに発信する。

[中期実績]

・2005 年パキスタン地震、2007 年能登半島地震、2007 年新潟県中越沖地震、2008 年中国四川省地震、2008 年岩手・宮城内陸地震で緊急調査本部を設置し、社会的要請に応じて緊急の調査及び研究を実施した。得られた地質情報に関する成果を広く社会に速やかに発信した。

また、緊急体制の構築に必要なマニュアル類を制定し、必要に応じて改訂を 3 回行い、機動的対応が行える体制を維持した。

5. 国際協力の実施

[中期目標]

地質に関する各種の国際組織、国際研究計画に参画するとともに、産総研が有する知見を活かし、国際的な研究協力を積極的に実施する。

[中期計画]

・産総研のこれまでに蓄積した知見及び経験を活かし、アジア太平洋地域を中心とした地質に関する各種の国際組織及び国際研究計画における研究協力を積極的に推進する。

5-(1) 国際協力の実施

[中期目標]

アジア太平洋地域を中心に、地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を実施する。

[中期計画]

・アジア太平洋地域において、産総研が有する知見を活かした国際協力が期待されることから、東・東南アジア地球科学計画調整委員会(CCOP)、国際地質調査所会議(ICOGS)等の国際組織及び国際研究計画に参画するとともに、アジア太平洋地域において地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を推進する。また、統合国際深海掘削計画(IODP)及び国際陸上科学掘削計画(ICDP)に積極的に参画する。

5-(1)-① 国際協力の実施

[中期計画]

・東・東南アジア地球科学計画調整委員会(CCOP)、国際地質調査所会議(ICOGS)、世界地質図委員会(CGMW)、国際地質科学研究計画(IGCP)等の国際機関の活動及び国際研究計画を主導するとともに、これらを通じたプロジェクト、シンポジウム等の実施により国際研究協力を図る。特にアジア太平洋地域の地質情報整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境の保全及び資源探査に関する国際研究協力を推進する。

[中期実績]

1)東・東南アジア地球科学計画調整委員会(CCOP)、国際地質調査所会議(ICOGS)、世界地質図委員会(CGMW)、国際地質科学研究計画(IGCP)等の国際機関の活動及び国際研究計画を主導するとともに、これらを通じたプロジェクト、シンポジウム等の実施により国際研究協力を図る。特にアジア太平洋地域の地質情報整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境の保全及び資源探査に関する国際研究協力を推進した。

2) 国際地質科学研究計画(IGCP)の第475号プロジェクトを、研究代表として推進し、ブルネイ、バングラデシュ、中国において年会を開催した。

3)世界地質図委員会(CGMW)等に代表を派遣して活動を推進した。特にOneGeologyではアジアの中心的な役割を果たした。世界の地質調査機関の連絡先名簿(Directory)を毎年更新し頒布した。

4)国際惑星地球年(IYPE)の推進事務局を運営し、外部団体と協力して活動支援を行った。IYPE事業の一環としてジオパーク活動、地質の日(5月10日)記念事業などを推進した。洞爺湖有珠山、糸魚川、島原半島の3地域が世界ジオパークとして、日本で初めて認定された。

5)アジアのデルタの沿岸環境に関する国際集会を、中国、インドネシア、タイ、韓国、ベトナム、日本で開催し、ネットワークの構築、人材育成、共同研究を推進した。

[中期計画]

・地球内部を知りその変動の歴史を探る国際研究プロジェクトである統合国際深海掘削計画(IODP)及び国際陸上科学掘削計画(ICDP)に貢献する。

[中期実績]

・地球内部を知りその変動の歴史を探る国際研究プロジェクトである統合国際深海掘削計画(IODP)及び国際陸上科学掘削計画(ICDP)ならびに国内の支援組織である日本地球掘削科学コンソーシアムに、多数の委員を送り円滑な運営に貢献した。多数の掘削科学プロジェクトに多数の研究者が参加し、掘削科学関係の諸課題に貢献した。

《別表3》

[中期目標]

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

[中期計画]

・我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全・安心の確保に貢献するために、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究、開発、維持及び供給及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

具体的には、経済構造の変革と創造のための行動計画(平成12年12月1日閣議決定)、科学技術基本計画(平成13年3月30日閣議決定)及び産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議知的基盤整備特別委員会中間報告(平成11年12月)の目標、方針、その後の見直しに基づいて、計量標準(標準物質を含む。以下同じ。)の開発、維持、供給を行う。計量標準、法定計量に関して国際基準に適合した供給体制を構築して運営し、国家計量標準と発行する校正証明書及び法定計量の試験結果の国際相互承認を進めるとともに、我が国の供給体系の合理化を進める。戦略的な計量標準に関しては、先端技術の研究開発や試験評価方法の規格化と連携して一体的に進めつつ、加速的に整備し供給を開始する。また我が国の合理的、一体的な計量標準供給体系、法定計量体系の構築とその運用及び戦略的な計量標準の活用に関して、経済産業省に対して政策の企画、立案の技術的支援を行う。

1. 国家計量標準システムの開発・整備

[中期目標]

計量標準の中核機関として他省庁及び民間企業との協力の下、我が国の総力を結集し、2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために必要な国家計量標準(標準物質を含む。以下同じ。)を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な基本的な計量標準については、国際基準に適合した計量標準の供給体制を構築して、我が国の円滑な通商を確保する。国内の先端産業技術の国際市場獲得に必要な客観的な技術評価及び国民の安全・安心の確保のための戦略的な計量標準については、産業界や社会の要請に即応して整備し、多様な供給の要請に対して柔軟に対応する。また、経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

[中期計画]

・2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために、国際通商に必要な国家計量標準と産業のニーズに即応した計量標準を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な計量標準については、基本的な計量標準を開発するとともに高度化して利用を促進し、同時に標準供給の確実な実施とトレーサビリティ体系の合理化を行う。産業の競争力強化や国民の安全・安心確保のために緊急に必要な計量標準に対しては、ニーズに即応して機動的に開発し、柔軟な体制のもとでユーザに供給する。適確な標準供給を確保するために、計量標準の供給・管理体制を強化するとともに、高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して技術的な面から支援を行う。また、技術進捗や認定事業者の技術力向上の観点から経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

[中期目標]

我が国経済及び産業の発展等の観点から、新たに 140 種類の計量標準を整備して供給を開始する。また、

供給を開始した計量標準のうち 150 種類の標準について供給範囲の拡大等を図り、より高度な社会ニーズに対応するとともに、計量標準の適確な維持・供給を実施する。さらに、136 種類の計量標準について国際基準に適合した品質システムを整備して計量標準の供給体制をゆるぎないものとし、メートル条約のもと国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定(グローバル MRA)の枠組みを通して、計量標準の供給体制の国際統合化を進める。

[中期計画]

・我が国経済及び産業の発展等の観点から、計量標準の分野ごとに計量標準の開発、維持、供給を行い、新たに必要とされる 140 種類の計量標準を整備して供給を開始する。より高度な社会ニーズに対応するため、供給を開始した計量標準のうち 150 種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。供給体系の合理化を進めて計量標準の適切な維持、供給を実施する。計量標準の供給体制の国際統合化を進めるため、136 種類の計量標準について、ISO/IEC 17025 及び ISO ガイド 34 に適合する品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。グローバル MRA の枠組みの中で、我が国の国際比較への参加を企画、管理し、基幹比較、補完比較、多国間比較及び二国間比較等 107 件の国際比較に参加する。品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察を企画、管理する。我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画、管理し、110 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・計量標準の分野ごとに計量標準の開発、維持、供給を行い、新たに必要とされる183種類の計量標準を整備して供給を開始した。既に供給を実施している計量標準のうち169種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行った。供給を実施している標準197種類について、ISO/IEC 17025 及び ISO ガイド 34 に適合する品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う体制とした。グローバル MRA に対応すべく、国際比較への参加を企画、管理し、基幹比較、補完比較、多国間比較及び二国間比較等約140件の国際比較に参加した。品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察のべ201件を受け入れた。

・我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画、管理し、約500種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行った。

1-(1)-① 長さ分野

[中期計画]

・長さ分野では新たに 5 種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している 24 種類の計量標準のうち 10 種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・長さ分野では、真円度、三次元測定機の遠隔校正、歯車の歯形、歯すじ、ピッチ、固体屈折率、線幅、面内方向スケール及びその標準物質の計 8 種類の新規供給を開始した。また 13 種類の標準について、不確かさの低減あるいは供給範囲の拡大を行った。

[中期計画]

・7 種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・10 種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築した。標準の供給体制を適切に維持し、内外からの依頼試験に対応した。

[中期計画]

・国際比較に関して 10 件に参加し、5 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・国際比較に関して 12 件に参加し、5 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の新規登録の申請を行った。

1-(1)-② 時間・周波数分野

[中期計画]

・時間・周波数分野では新たに1種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している6種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

周波数の遠隔校正法を開発し供給を開始した。その他、周波数持ち込み校正の不確かさ低減、光周波数帯の供給体系見直しを実施し、光コム方式への統一を実施した。

[中期計画]

・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・時刻差他に関する品質システム技術部分を構築し、依頼試験による供給を開始した。

[中期計画]

・4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・周波数等のCMC登録申請を行い、KCDBへ合計18件の登録を完了した。

1-(1)-③ 力学量分野

[中期計画]

・力学量分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している18種類の計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・5種類の標準、液体高圧力標準、高真空標準、分圧標準、標準リーク、大容量参照トルクレンチについて標準供給を開始した。また、小容量トルク標準機についても開発を進めた。分銅、大質量分銅、力計、気体差圧では不確かさの低減と校正の効率化を達成した。また、遠隔校正による標準供給サービスを気体絶対圧力、気体差圧、液体圧力で開始した。

[中期計画]

・6種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・気体差圧標準、高真空標準、分圧標準、標準リーク、液体高圧力標準に対して品質システムの技術部分を構築したほか、当初計画していなかった重力計の校正、力基準機の現地校正についても品質システムの技術部分を構築し、これら7種類について新たに品質システムに則した標準供給を開始した。

[中期計画]

・国際比較に関して14件に参加し、7種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・18件の国際比較(力5件、トルク4件、重力加速度2件、圧力6件、真空1件)に参加した。そのうち8件(力2件、トルク2件、圧力4件)については、幹事所を務め国際貢献した。トルクメータ、参照用トルクレンチ、気体ゲージ圧力、気体絶対圧力、液体圧力、気体差圧、真空(粘性真空計)、真空(隔膜真空計)の8種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)への登録を完了させた。新たに、大質量分銅校正の不確かさ低減部分についても登録した。

1-(1)-④ 音響・超音波・振動・強度分野

[中期計画]

・音響・超音波・振動・強度分野では新たに 6 種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している 11 種類の計量標準について供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・音響・超音波・振動・強度分野では、新たに 10 種類の標準供給を開始した。具体的には音響標準 3 件(サウンドレベルメータ、音響校正器、空中超音波)、超音波標準 3 件(超音波パワー、音圧、超音波音場パラメタ)、振動標準 3 件(超低周波、超高周波、衝撃加速度)、硬さ標準 1 件(ブリネル硬さ)である。すでに供給を開始している計量標準については供給形態を変更するなど適宜見直しを行い、維持・管理・供給を実施した。

[中期計画]

・5 種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・品質システムを 8 種類構築した。内訳は、音響標準 3 件(サウンドレベルメータ、音響校正器、空中超音波)、超音波標準 3 件(超音波パワー、超音波音圧、超音波音場パラメタ)、振動標準 2 件(超低周波振動、超高周波振動)計 8 件の品質システムを構築、標準供給を行った。

[中期計画]

・国際比較に関して 5 件に参加し、2 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・国際比較 5 件に参加した。具体的には音響標準 3 件、超音波標準 1 件、振動標準 1 件である。このうち CMC 登録を目指していた 1 件について国際比較が大幅に遅れ 2 期中に結果が報告されなかったため、その結果に基づく CMC 登録申請ができなかった。1 件の CMC の登録の申請を行った。

1-(1)-⑤ 温度・湿度分野

[中期計画]

・温度・湿度分野では新たに 7 種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している 28 種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち 4 種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・高温標準 1 種類、低温標準 4 種類、放射温度標準 3 種類、湿度標準 2 種類の計 10 種類の新たな標準を開発し、供給を開始した。また、低温標準 1 種類、放射温度標準 6 種類、湿度標準 1 種類の計 8 種類の既存標準の供給範囲の拡張を行った。

[中期計画]

・8 種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・低温標準 3 種類、放射温度標準 5 種類、湿度標準 1 種類の計 9 種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行った。

[中期計画]

・国際比較に関して 17 件に参加し、13 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・国際比較に関して、高温標準 9 種類、低温標準 1 種類、放射温度標準 2 種類、湿度標準 4 種類の計 16 件の国際比較に参加した。また、高温標準 9 種類、湿度標準 2 種類の計 11 種類の計量標準に関して国際相互

承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請をした。

1-(1)-⑥ 流量分野

[中期計画]

・流量分野では新たに2種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準のうち3種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・流量分野では新たに3種類の標準(液体小流量、石油小流量、石油中流量)を開発し、供給を開始した。すでに供給を開始している13種類の計量標準のうち3種類の標準(気体小流量、液体中流量、石油大流量)について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行い、他の10種類の標準についても、適切な維持・管理と供給を実施した。

[中期計画]

・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・3種類の計量標準(石油中流量、液体中流量、液体小流量)に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行った。

[中期計画]

・国際比較に関して3件に参加し、1種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・5件の国際比較に参加し、うち3件では幹事国を務めた。1種類の計量標準(液体中流量)に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)の登録の申請を行った。

1-(1)-⑦ 物性・微粒子分野

[中期計画]

・物性・微粒子分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している10種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・固体密度標準、気中粒子数濃度標準など12種類の標準を新たに開発し、供給を開始した。熱膨張率標準の不確かさの低減など、4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行った。また熱拡散率標準物質の供給を開始するなど、供給体系の見直しを適宜行い、計量標準を適切に維持・管理・供給した。

[中期計画]

・11種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・比熱容量標準など11種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行った。

[中期計画]

・国際比較に関して4件に参加する。

[中期実績]

・4件の国際比較に参加した。(そのうち2件は基幹比較、2件はNMIJがパイロットラボ)

・CCM.D-K2(密度標準液)とCCM.V-K2(粘度標準液)に参加し、最終報告をまとめた。アジア太平洋計量計画(APMP)のTCLにおいて、パイロットラボとしてブロックゲージの熱膨張率に関する国際比較を実施し結

果をとりまとめた。測温諮問委員会熱物性作業部会(CCT WG9)において、パイロットラボとしてレーザフラッシュ法による熱拡散率国際比較の結果を取りまとめ、CCTにおいて報告した。

1-(1)-⑧ 電磁気分野

[中期計画]

・電磁気分野では新たに13種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している20種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち13種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・新規立ち上げ標準として、直流電圧計(1種類)、キャパシタ(2種類)、キャパシタの損失係数(3種類)、誘導分圧器(2種類)、交直変換器(3種類)、交流電圧計(1種類)、変流器(1種類)、交流電力計(1種類)、交流電力量計(1種類)、高調波電圧電流(1種類)、交流シャント(1種類)の、合計17種類の標準を開発し、供給開始した。また、直流電圧計(1種類)、抵抗器(1種類)、キャパシタ(1種類)、誘導分圧器(3種類)、交流抵抗器(3種類)、キャパシタの損失係数(1種類)、変流器(1種類)、交流電力計(3種類)の、合計14種類の標準について供給範囲の拡張、または不確かさの低減を行った。

[中期計画]

・16種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・抵抗器(2種類)、テラオームメータ(1種類)、キャパシタ(2種類)、誘導分圧器(5種類)、交流抵抗器(1種類)、キャパシタの損失係数(3種類)、インダクタ(1種類)、交直変換器(1種類)、交流電圧計(1種類)、変流器(4種類)の、21種類の標準に対して品質システムの技術部分を構築した。

[中期計画]

・国際比較に関して4件に参加し、9種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・直流電圧(2件)、キャパシタンス(2件)の、合計4件の国際比較に参加した。また、キャパシタ(3種類)、交流抵抗(6種類)、キャパシタの損失係数(6種類)、交直変換器(86種類)の、合計101種類の標準に対してのCMC登録を申請した。

1-(1)-⑨ 電磁波分野

[中期計画]

・電磁波分野では新たに12種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している15種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち7種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・電磁波分野では、絶対電力、低域電力、低域減衰量、Vバンド減衰量、N50高域インピーダンス、N50低域インピーダンス、PC3.5インピーダンス高域、PC3.5低域インピーダンス、PC7特性インピーダンス、N75高域インピーダンス、導波管雑音、電磁界強度、ダイポールANT自由空間、ログペリANT、ホーンアンテナ利得、ミリ波ホーン利得、バイコニANTの17種類の標準を新たに開発した。また、既に供給を開始している高周波電力、減衰量、インピーダンス、ループアンテナ、マイクロ波ホーンアンテナの11種類の量目について供給範囲の拡大や不確かさの低減などの拡張を達成した。

[中期計画]

・13種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・計量標準の開発と同時に標準供給の安定と認定要件を満たすために、絶対電力、18GHzまでの可変固定

減衰量、40 GHz までの可変固定減衰量、導波管低域減衰量、V バンド導波管減衰量、PC7 高域インピーダンス、同低域、N50 高域インピーダンス、同低域、N75 高域インピーダンス、PC3.5 高域インピーダンス、同低域、同軸特性インピーダンスと位相、高周波雑音(広帯域)、ループアンテナ、ダイポールアンテナ自由空間、ホーンアンテナ、ログペリアンテナの 18 種類の標準について、品質システム技術マニュアルを構築し、品質システムに則した標準供給体制を整えた。

[中期計画]

・国際比較に関して 5 件に参加し、8 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・合計 5 件の国際比較に参加した。基幹比較では、導波管雑音、N 型高周波インピーダンスについて測定終了し、高周波減衰量は APMP-KC に協力研究所として参加しドラフト A まで終了した。ホーンアンテナ利得は 2 国間比較に参加した。そのほか、PC1.85 インピーダンスの国際比較に参加した。電磁波分野で 15 種類の量目に対してピアレビューと認定審査を終了した。CMC 登録済み量目の再度ピアレビューを受けた。

1-(1)-⑩ 測光放射レーザ分野

[中期計画]

・測光放射レーザ分野では新たに 10 種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している 13 種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち 11 種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・光ファイバーパワー(近赤外)、レーザパワー(高出力)、レーザエネルギー、光ファイバ減衰量、LED 光度・全光束、分光放射照度(紫外)、分光放射輝度(紫外、真空紫外)、分光拡散反射率(赤外)、分光応答度(真空紫外、紫外)、アパーチャ開口面積の標準を新たに整備するとともに、光ファイバーパワー、レーザパワー、レーザエネルギー、光ファイバ減衰量、分光拡散反射率、分光応答度(高精度)の供給範囲の拡張を行った。分光応答度の供給範囲の拡張と不確かさの低減を行った。光ファイバ減衰量の供給体系を JCSS に変更した。

[中期計画]

・5 種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・光ファイバーパワー、レーザパワー(高出力)、レーザエネルギー(パルス)、光ファイバ減衰量、光ファイバ減衰量(ハイパワー)、光度(LED)、全光束(LED)、分光拡散反射率(可視域)、分光拡散反射率(赤外域)、分光応答度(真空紫外、紫外)、分光応答度(高精度)、アパーチャ開口面積(放射測定用)の技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行った。

[中期計画]

・国際比較に関して 6 件に参加し、4 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・レーザパワー(APMP.PR-S5)、光ファイバパワー(APMP.PR-S4)、光ファイバ減衰量(APMP.PR-S4)に関して幹事国として国際比較に参加した。レーザパワー(EUROMET.PR-S2)、光ファイバパワー・光減衰量(二国間、NIST)、UVA 放射照度応答度(APMP.PR-S1)、全光束(白熱電球:APMP.PR-K4)、分光応答度(真空紫外、紫外:CCPR-K2.c、CCPR-Pilot)、分光応答度(高精度:CCPR-S3 Link、二国間、NPL)に関して国際比較に参加した。

1-(1)-⑪ 放射線計測分野

[中期計画]

・放射線計測分野では新たに4種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち6種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・放射線計測分野では、新たにX線、 γ 線、 β 線関連の3種類の標準を開発し、供給を開始した。中性子に関する2種類の標準を新たに整備し、X線、 γ 線及び中性子に関する8種類の標準供給範囲を拡大し、また、4種類の放射能標準について、e-traceによる供給範囲の拡大を行った。さらに、X線関係の3種類の標準について不確かさの低減を行ったほか、速中性子フルエンスのjcss供給を開始するなど、計量標準の適切な維持管理と供給を実施した。

[中期計画]

・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・X線、 γ 線、 β 線関連の3種類の標準についてASNITE認定を新たに取得し、放射能のe-traceに関する技術マニュアルを作成したほか、中性子の技術マニュアルを作成・改訂し、品質システムに則した標準供給を実施した。また、放射線計測分野では2度目のピアレビューを実施し、良好に品質システムを運用していることが確認され、品質システムに則した標準供給を維持した。

[中期計画]

・国際比較に関して10件に参加し、10種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・国際比較に関して、放射線ではAPMP内比較3件、Eurametとの比較2件、BIPMを含む2国間比較を6件実施し、放射能では6件(内2件はNMIJが幹事国)実施し、中性子は1件に参加するなど、計18件の国際比較を実施した。CMCは放射能の195種類に加え、放射線12種類、中性子10種類が新たに登録され、さらに放射線で6種類の追加申請を行った。

1-(1)-⑫ 無機化学分野

[中期計画]

・無機化学分野では新たに29種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している56種類の計量標準のうち38種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・無機高純度物質6種類、窒化けい素標準物質3種類、アルミナ標準物質2種類、重金属分析用プラスチック標準物質9種類、鉛フリーはんだ標準物質2種類、PCB分析用鉱物油、PAH分析用底質、農薬等分析用の生物・食品、微量元素・ヒ素化合物・メチル水銀分析用生物・食品、ヒ素化合物標準液など、38種類の標準物質を開発した。すでに供給を開始している計量標準のうち28種類の標準について、供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行った。また、その他既存の計量標準の適切な維持・管理と供給を実施し、安定性試験等の結果から、10種類の標準物質に関して有効期限の延長を行った。

[中期計画]

・24種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・16種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行った。

[中期計画]

・国際比較に関して13件に参加し、33種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・国際比較 27 件に参加し、7 件の国際比較を幹事所として実施した。新規 60 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行った。

1-(1)-⑬ 有機化学、バイオ・メディカル分野

[中期計画]

・有機化学、バイオ・メディカル分野では新たに 29 種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している 112 種類の計量標準のうち 40 種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・2 種類の高純度ガス、2 種類の VOC、3 種類の農薬標準及び 2 種類の混合農薬標準液、ベンゾ[a]ピレン標準液、2 種類の燃料中硫黄分分析用標準液、3 種類の温暖化ガス標準ガス、5 種類の高分子分子量標準物質、熱分析用温度標準物質、5 種類の臨床検査用高純度標準物質、ビスフェノール A 含有ポリカーボネート、3 種類の臭素系難燃剤含有プラスチックなど、以上合計 35 種類の標準物質を新たに開発した。また、42 種類以上の JCSS 標準物質に対応する 34 種類の標準物質を開発し供給するとともに、適切に維持・管理を行うことにより、JCSS 標準物質の SI トレーサビリティをより確かなものとした。環境・食品等の分野における法改正に伴う規制対象物質の増加に応えるべく、特性値の付与を国際単位系にトレーサブルな方法で行い、標準物質の調製、均質性評価、安定性評価などを標準物質生産者(試薬メーカー)が行う、分業による標準物質の生産・供給システムを新たに構築した。このシステムを実際の残留農薬試験用標準物質に応用し、受託研究に基づく分析結果報告書を 19 物質について発行し、試薬メーカーから産総研トレーサブルな標準物質を市場に供給することができた。外部機関が開発した標準物質のトレーサビリティ評価を行うための品質システムを構築し運用した。

[中期計画]

・25 種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・上記の 35 種類の認証標準物質および 34 種類の JCSS 標準物質用基準物質について、品質システムを構築した。

[中期計画]

・国際比較に関して 13 件に参加し、14 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

[中期実績]

・CCQM-K47: VOC 標準液の濃度測定、CCQM-K55a/P117a: エストラジオール分析の国際比較等 14 件の国際比較に参加するとともに、国際比較、ピアレビューなどの要件を満たしたもののうち、平成 21 年度分までの 41 種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行った。

1-(1)-⑭ 先端材料分野

[中期計画]

・先端材料分野では新たに 7 種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している 17 種類の計量標準のうち 5 種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

[中期実績]

・GaAs/AlAs 超格子、極薄 SiO₂ 酸化膜、EPMA 用ステンレス綱、EPMA 用 Ni(36%) - Fe 合金、EPMA 用 Ni パーマロイ合金、EPMA 用 Ni 高ニッケル合金、陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラス、陽電子寿命による超微細空孔測定用ポリカーボネート、ひ素イオン注入ケイ素の 9 種類の標準を新たに開発し、認証標準物質として供給を開始した。また、EPMA 用炭素綱 (C: 0.1% ~ 0.7%) の 5 種類について、重量法による測定手法を確立し、認証値の SI 単位へのトレーサビリティを確実にした。さらには、既開発の薄膜・超格子標準物質および空孔標準物質については経年変化を調べるなど適切な維持・管理に努めるとともに、超

格子標準物質については、有効期限の延長を実施した。

[中期計画]

・国際比較に関して3件に参加し、7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・国際比較に関して、CCQM-K32、CCQM-K67、CCQM-P95の3件に参加した。また、GaAs/AlAs超格子、極薄SiO₂酸化膜、EPMA用ステンレス綱、EPMA用Ni(36%)・Fe合金、EPMA用Niパーマロイ合金、EPMA用Ni高ニッケル合金、陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラス、陽電子寿命による超微細空孔測定用ポリカーボネートの8種類の認証標準物質に対して品質システムの技術部分を構築し、これらについてIA-Japanの認定を受け、品質システムに則した標準供給を行った。

1-(1)-⑮ 熱量分野

[中期計画]

・熱量分野ではすでに供給を開始している1種類の計量標準の維持・供給を継続する。

[中期実績]

・ユンケルス式流水型熱量計の定期的管理を行い、適切な標準供給が可能になるよう対応した。また2006年度には基準器検査1件を実施した。

[中期計画]

・品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

[中期実績]

・ユンケルス式流水型熱量計について標準供給の的確な実施、供給手順の透明化、技術継承のため、測定手順を再検討するとともに、流量・温度差・ガス流量の測定精度と総合効率への影響を考慮した作業マニュアル原案を作成した。

1-(1)-⑯ 統計工学分野

[中期計画]

・統計工学分野では計量標準の開発、維持、供給、比較における不確かさについて共通的な評価手法を開発するとともに整備し、文書発行、講習会開催などにより校正事業者、認定機関への成果普及を図る。

[中期実績]

・不確かさ評価の共通的手法として、確率分布の伝播則を数値的に計算する場合の入力量の分布の設定方法、回帰分析を行う際に独立変数に不確かさが含まれる場合の不確かさ評価方法、既知のかたよりを補正しない場合の不確かさの表式、測定結果の同等性評価におけるベイズ統計的手法の利用などについて問題点の検討と新たな手法の提案を行った。JISやISO等の工業規格への不確かさ評価手順の導入を主導及び支援した他、国家標準の開発や供給、校正事業所や製造業者における校正や測定に関わる不確かさ評価の技術支援、産総研主催の不確かさセミナーの定期的開催、事例研究会の主宰を通じた事例作成指導や事例集の公開など、測定の不確かさ関連技術の普及・啓発を行った。

1-(2) 計量標準政策の提言

[中期目標]

我が国の計量標準の開発の方向性と供給制度の高度化・合理化の方策を経済産業省及び関係機関へ提言する。

[中期計画]

・技術進歩や認定事業者の技術力向上の観点から、開発課題を特定し、標準供給の体系と体制を見直して提言をまとめる。

[中期実績]

・NMIJ 運営委員会・物理標準分科会・化学標準分科会、法定計量分科会等の所内委員会において、最新の技術動向を踏まえ国内の標準供給体制について議論し、その結果を適宜、関係機関に提言した。

1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

[中期目標]

適確な標準供給を確保できる体制を構築して、計量標準供給の信頼性・安定性をゆるぎないものとする。

[中期計画]

・適確な計量標準の供給を行うための人員体制の強化を着実に進める。また標準供給に関わる業務について、適切に職員を評価するための評価軸を設定する。

[中期実績]

・適確な計量標準の供給を行うための人員体制の強化を着実に進めるとともに、標準供給に関わる業務について、適切に職員を評価すべく評価軸の設定を行い、評価を行った。

[中期計画]

・構築した品質システムの運営を継続し、定期的な監査により品質システムに則した標準供給の実施体制を確保するとともに、品質システムの高度化、合理化に努める。

[中期実績]

・構築した品質システムの運営を継続し、定期的な内部監査、認定機関による審査により品質システムを強固なものとし、確実な標準供給の実施体制を確保した。また、品質システムの見直しを適宜実施し、高度化、合理化に努めた。

1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

[中期目標]

高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して、国の政策により行う計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。また、極微量物質の分析を行う事業者に対して、国の政策により行う計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。

[中期計画]

・計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験を行うとともに技術基準の作成を行う。

[中期実績]

・計量法校正事業者登録制度(旧称:認定制度)の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定審査に係る申請書類の技術審査、現地審査、技能試験を行うとともに技術基準の作成に協力した。

[中期計画]

・計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて極微量物質の分析を行う事業者に対して、事業者の認定に係る技術面のサポート(技術的問題点を検討する技術委員会等への参画、協力)及び事業者の技術能力を審査するために必要な試験試料の設計と調製及びその値付け(参照値の導出)と技能試験結果の合理的な判断基準を確立する。

[中期実績]

・経産省知的基盤課・製品評価技術基盤機構(NITE)と打ち合わせ、NITE・日本環境測定分析協会(日環協)で行うMLAPスキームのフォローアップを行った。日環協作成の技能試験用試料について長期安定性確認試験等、技能試験結果評価と次期技能試験準備に必要な参考データを提供した。必要な技術能力を維持向上させるため、ダイオキシン国際キャリブレーション他等の技能試験に参加し、技術的能力の人的・設備的更新・維持作業を行った。2件のISO国際標準化活動を継続し、IS(最終国際規格案)を達成した。新規

POPs(残留性有機汚染物質)候補物質検討会(経産省・環境省・厚生省)委員として活動するとともに、化学物質管理課、基準認証課と連携し、新規 POPs 規制対象物質として 2009 年 5 月に追加された PFOS(パーフルオロオクタン塩)分析法の JIS 化作業を開始した。

2. 特定計量器の基準適合性の評価

[中期目標]

計量法で定められた特定計量器の検定に関する業務を、新たな技術課題を解決しつつ適確に行うとともに、法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して経済産業省の法定計量政策を支援する。

[中期計画]

・特定計量器の検定に関して、品質システムを構築して業務を確実にを行い、計量器内蔵のソフトウェアの基準作成とそれへの適合性評価技術を開発する。法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して、法定計量の政策と体系の設計に関して政府への提言をまとめる。

2-(1) 法定計量業務の実施

[中期目標]

計量法に基づき産総研に委任された法定計量業務を適正に実施する。

[中期計画]

・基準器検査、型式承認試験、型式承認審査等の技術業務を、品質システムを構築して適正に実施するとともに、新たな計量技術を開発、導入して効率化、高度化を図る。

[中期実績]

・法定計量業務のうち、型式承認にあつては 500 件、基準器検査にあつては 16,000 個(又は台)の試験・検査を実施した。法定計量業務の信頼性確保の観点から、実施に必要な全て(実績あるもののみ)の品質システム文書(審査及び試験)を整備し、運用を開始した。

2-(2) 適合性評価技術の開発

[中期目標]

計量器の最新技術動向を法定計量に取り入れるため、適合性評価技術の研究開発を実施する。

[中期計画]

・計量器内蔵ソフトウェア、計量器要素モジュール及び新たな計量器の適合性評価技術確立などの研究開発を行い、技術基準を作成する。

[中期実績]

・大容量の非自動はかりの型式承認の実施に必要な不可欠なモジュールに関する評価技術を開発し、運用を開始した。同様に、特定計量器に関する安全・安心(詐欺的な使用の防止等)を確保する観点から、非自動はかり及びタクシーメーターを対象としたソフトウェア認証技術を開発し運用を開始した。また、通信機能・管理機能を持つ高機能型のメーター(スマートメーター)に関するセミナー及びワークショップ等に参加して、最近の動向調査を行うとともに法定計量との関連性についての検討を開始した。

2-(3) 法定計量政策の提言

[中期目標]

我が国の法定計量体制の中の諸機関との連携を促進し、政府の法定計量政策の企画・立案を支援する。

[中期計画]

・政府機関、地方機関、計量団体、計量器工業界及び外国機関等に対して最新の計量技術情報を提供するとともに、所轄政府機関と連携して、これらの機関の実施する適合性評価の整合性を図る。

[中期実績]

・主として欧米の法定計量分野における計量システム、規制対象計量器及び評価方法等に関する動向調査

を行い、計量行政審議会、全国計量行政協議会及び法定計量調査研究委員会等に報告するとともに、我が国の法定計量制度の在り方についての分析及び検討を行った結果、技術的なレベルでの問題が無いことが分かった。しかしながら、調査対象国の風土、製品の生産システム及び商取引の形態等により規制する計量器に違いのあることが分かった。

2-(4) 法定計量体系の設計

[中期目標]

我が国の法定計量体系の高度化のために政府に協力して調査を行い、効率的な法定計量体系の設計を支援する。

[中期計画]

・我が国の法定計量システムの国際整合化を図るとともに、法定の技術基準のJIS化、新たな計量器の規制のための指針を作成する。

[中期実績]

・タクシーメーター及び非自動はかりを含めた特定計量器に関する技術基準を日本工業規格(JIS)として制定するとともに計量法を補完するためのガイドライン、特定計量器のモジュール評価に必要な技術文書(JISB7612)及び試験手順書を作成し、計量法での引用を開始した。また、型式承認の円滑な実施のために、型式承認の申請及び実施に必要な技術資料の全てをHP上に公開及びダウンロードができるようにした。国際的な対応としては、非自動はかり及びロードセルを対象機種としたOIML MAAに署名するとともにOIML 証明書の発行機関として信頼性確保の観点から、ISO/IEC17025及びIISO/IEC Guide65 認証を取得し、適切な技術及び審査能力を有していることが証明できた。なお、非自動はかり及びロードセルについては、合計で25件のOIML 証明書の発行した。

3. 次世代計量標準の開発

[中期目標]

次世代の計量標準を世界に先駆けて開発し、国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮する。また計量標準に関する先導的な技術開発を主体的、戦略的に行って、産業界や大学のニーズに機動的に対応する。

[中期計画]

・国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮するため、秒の定義やキログラムの定義等を改定する革新的な計量標準の開発を世界に先駆けて行う。また産業界や大学のニーズに機動的に対応するために、IT 技術等を活用した先導的標準供給技術の開発を行う。

3-(1) 革新的計量標準の開発

[中期目標]

革新的な計量標準技術を世界に先駆けて開発し、我が国の優れた標準技術を国際標準に反映させて優位性を確保するとともに、それらを先端技術開発に反映させる。

[中期計画]

・光周波数領域で実現される新しい超高精度の時間周波数標準、特定の器物に依存しない物理的に定義された新質量標準、新たに国際的に合意された高温度の標準等、革新的計量標準を世界に先駆けて開発するとともに、これらの成果をいち早く国内の標準供給に反映させ、また標準の開発において得られた要素技術を先端技術開発に反映させる。

3-(1)-① 光周波数領域における時間周波数標準の開発

[中期計画]

・秒の定義の改定にむけて、光周波数領域での周波数標準技術を確立することを目的として、可視領域での光周波数標準器を開発し、 10^{-14} 台の不確かさの実現を目指す。併せて、その性能評価を行うために必要な光周波数測定技術及び時刻比較技術を確立する。

[中期実績]

・光格子中に約 1 万個の極低温イッテルビウム原子を捕獲し、時計遷移の分光により、絶対周波数測定及び不確かさの評価を実施し、光周波数標準技術を確立した。相対不確かさ 10^{-14} 台でイッテルビウム光格子時計の絶対周波数が決定され、その結果は秒の定義改訂などを議論する国際会合などで報告された。また、東京大学と産総研の周波数標準の高精度なリンクを実現するために、GPS 時刻比較技術および光ファイバ周波数伝送技術を確立した。その結果、ストロンチウム光格子時計の絶対周波数測定を 10^{-15} 台の不確かさで実現した。さらに、光格子時計の時計遷移観測用狭線幅化レーザーの評価および周波数測定のためのファイバコムを設計・製作し、光周波数測定技術を確立した。

3-(1)-② アボガドロ定数に基づく新質量標準の開発

[中期計画]

・国際単位系の基本単位の一つであるキログラムの定義を物質質量によるものに改定することを目標とし、国際共同プロジェクトを介して、同位体濃縮した数 kg のシリコン単結晶を作製し、2009 年度までにアボガドロ定数を $2\sim 3 \times 10^{-8}$ の不確かさで決定する。

[中期実績]

・平成 18 年度までにシリコン 28 同位体濃縮度 99.99 %、質量 5.7 kg の単結晶を作製し、平成 19 年度までにこの単結晶から 2 個の 1 kg の球体を研磨しその密度測定を開始した。シリコン球体の直径をサブナノメートルの精度で測定するレーザー干渉計を改良するとともに、その質量と表面酸化膜の厚さを測定し、密度を 3×10^{-8} の不確かさで測定した。また、アボガドロ国際プロジェクトに参加している海外の計量標準機関においてこのシリコン結晶の格子定数と格子定数の測定も実施し、平成 21 年度までにアボガドロ定数を 5×10^{-8} の不確かさで決定した。

3-(1)-③ 放射温度計および抵抗温度計領域における新しい高温標準の開発

[中期計画]

・2010 年頃に予定されている国際温度目盛改訂への反映を目指し、金属炭素共晶の融点を温度定点として利用する技術を開発して、現行の高温標準の精度を 1 桁以上向上させ、 3000°C までの放射温度標準を確立する。

[中期実績]

・ 2000°C 以上の次世代高温定点として、 $\text{Re-C}(2474^{\circ}\text{C})$ 、 WC-C の開発を行った。 $\text{Re-C}(2749^{\circ}\text{C})$ は、実用化に必要な安定性・再現性を達成し、新規標準供給を開始した。 WC-C も、 0.1K レベルの高い再現性を実現し、平成 22 年度に標準供給を開始するための技術を確立した。 2800°C までの高温標準の精度を 1 桁以上向上させる技術を確立した。金属炭素共晶定点を国際標準とするための国際共同研究プロジェクトに参画・推進するとともに、 1000°C 以上の高温領域における熱力学温度値決定のための絶対放射計測基盤技術を開発した。

[中期計画]

・現在の国際温度目盛による上限温度 962°C を 1085°C にまで拡張するために、白金抵抗温度計による高温目盛を開発する。

[中期実績]

・ $660^{\circ}\text{C}\sim 1085^{\circ}\text{C}$ の間の放射温度計と白金抵抗温度計との比較技術を確立した。 $0^{\circ}\text{C}\sim 962^{\circ}\text{C}$ において校正した白金抵抗温度計を用いて高温域まで外挿した温度目盛を開発し、放射温度計と比較し、両者は 1040°C までの範囲で不確かさ $0.3^{\circ}\text{C}(k=2)$ の範囲内で一致することを確認した。これらにより白金抵抗温度計の高温領域への拡張の基礎技術を確立した。

3-(1)-④ 新しい計量標準要素技術の開発

[中期計画]

・化学、バイオ・メディカル計量標準の分野で、DNA、タンパク質等に関して国際単位系へのトレーサビリティの確保を目指し、物質標準委員会(CCQM)、臨床検査医学におけるトレーサビリティ合同委員会(JCTLM)等が進める国際的な研究開発を主導する計測要素技術を開発する。

[中期実績]

・DNA、タンパク質等に関して国際単位系へのトレーサビリティ確保に不可欠な同位体希釈質量分析法によるアミノ酸や核酸定量法、リン定量に基づくDNA定量法などの分析法を確立した。開発した分析手法を用いて、タンパク質標準物質(C反応性蛋白溶液)の開発を行うとともに測定の際の基準となるアミノ酸標準物質を開発した。ペプチド定量やDNA定量に関する物質標準委員会(CCQM)の国際比較に参加し、国際的な議論に参加した。

3-(2) 産業界ニーズに対応した先導的開発

[中期目標]

IT技術等を積極的に活用することにより計量標準の供給技術を高度化し、産業界や大学への標準供給の効率を飛躍的に向上させ、また供給の精度を向上させる。

[中期計画]

・ユーザの利便性を増進するため、インターネット技術を駆使した先進的標準供給システムを構築し、周波数を始めとするいくつかの量で実用を開始するなど、産業界ニーズに対応する。

3-(2)-① 標準供給技術の高度化

[中期計画]

・GPS衛星信号を活用した周波数標準の供給や安定な移送標準器を開発することにより、産総研に設置されている一次標準器から精度劣化を最小限にして産業界や社会に高い精度で標準供給する技術を開発する。

[中期実績]

・産業計測、工業計測機器の遠隔校正を実現するため、周波数及び距離の遠隔校正技術、リングゲージ、リニアスケールの遠隔校正技術、また、インダクタンス、放射線、三次元測定、振動・加速度、及び圧力の遠隔校正のための計測装置を完成させ、実証実験を行うとともに、校正プロトコルの妥当性評価を行った。GPS衛星を活用した時間周波数遠隔校正システムの技術開発とトレーサビリティ体系の構築を行い、産業界等へ供給を開始した。

3-(2)-② 水の大流量標準の開発と供給

[中期計画]

・原子力発電の安全性確保に必要な計測標準技術として、不確かさ1%以下で12,000m³/h以上の大流量標準の開発を行う。

[中期実績]

・拡張不確かさ0.08%、最大流量12,000 m³/hの大流量標準を開発し、標準供給を開始した。

4. 国際計量システムの構築

[中期目標]

計量標準、法定計量に関連する国際活動に主導的に参画し、我が国の技術を反映した計量システムを諸外国に積極的に普及させるとともに、メートル条約と法定計量機関を設立する条約のもとメンバー国と協調して国際計量システムの発展に努める。

[中期計画]

・先進各国の計量標準機関とグローバルな競争、協調関係を作り、またアジアを中心とした計量標準機関との協力関係を強化する。

4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

[中期目標]

グローバル化する経済のもと、国際的計量組織の一員としての我が国のプレゼンスを強化することにより、産業の競争力強化と国民生活の安全・安心の確保という我が国の利益を増進させる。

[中期計画]

・国家計量標準の同等性に関する国際相互承認体制（MRA）及び計量器の技術基準の同等性に関する国際相互受入取り決め（MAA）を発展させる活動に率先して取り組む。また、先端産業技術を支援する戦略的な計量標準に関しては先進国の計量標準研究所との競争と協調のもとに効率的に開発を進める。特に、環境、医療、バイオ関連等、進展の早い標準技術に関しては国内対応体制を強化する。

4-(1)-① メートル条約活動におけるプレゼンスの強化

[中期計画]

・メートル条約の国際度量衡委員会（CIPM）、同諮問委員会委員、作業部会において議長・委員を引き受け、活動に主導的に寄与する。

[中期実績]

・メートル条約の国際度量衡委員会（CIPM）、及び全ての諮問委員会にNMIJからの委員が参加する体制を継続した。また、主要な作業部会にも委員として参加した。特に、国際度量衡委員（現委員は平成13年度～継続中）、質量関連諮問委員会議長（平成13年度～継続中）、同諮問委員会流量作業部会議長（平成16年度～継続中）、同諮問委員会密度作業部会議長（平成17年度～継続中）、測温諮問委員会熱物性作業部会議長（平成17年度～継続中）をNMIJが引き受け、活動に主導的に寄与した。

[中期計画]

・地域計量機関（RMO）と国際度量衡局（BIPM）の合同委員会（JCRB）において国際相互承認の調整に積極的に参画する。

[中期実績]

・地域計量機関（RMO）と国際度量衡局（BIPM）の合同委員会（JCRB）において、APMP参加団の一員としてNMIJから継続的に参加し、国際相互承認のための要求事項である品質システムと国際比較に関するJCRB文書の調整に積極的に参画した。これにより、国際計量標準システムの整合性・信頼性・透明性の確保に大きく寄与した。

4-(1)-② 法定計量条約活動におけるプレゼンスの強化

[中期計画]

・国際法定計量機構（OIML）の枠組みの中で、OIMLの国際相互受入取り決め（MAA）の締結を受けてその実施に向けた枠組みや体制の整備に寄与する。

[中期実績]

・OIML-MAA制度、およびMAAの相互信頼宣言（DoMC）の設立と円滑な運営のために、OIML（国際法定計量機関）およびOIML委員会と我が国の関連機関（経済省、NMIJ、計量器製造メーカーなど）の間で、意見交換や各種調整の役割を果たし、我が国の意見を反映させた。複数のMAA参加資格審査委員会（GPR）への対処方針を作成し、我が国のGPR委員を参加させた。中でも平成19年に日本で開催された参加資格審査委員会では、ピアアセスメントの準備、会場の準備、そしてフォローアップ活動を積極的に支援した。

[中期計画]

・国際法定計量委員会 (OIML) 委員の役割を果たすとともに作業部会の活動に主導的に寄与する。

[中期実績]

・OIML運営委員会(PC)にも参加している我が国のOIML委員の活動を支援した。国内では、NMIJ関連部署や経済産業省との意見集約と調整を行って、OIML関連会議への対処方針を作成し、我が国の意見をOIML活動に反映させた。OIML技術作業委員会(TC/SC)に関して、国際法定計量調査研究委員会および各作業委員会・分科会における意見を集約し、OIMLの技術活動に我が国の意見を反映させた。また将来のOIML技術作業委員会の役職の獲得に向けて、調査や検討を行った。

4-(1)-③ 二国間協力の展開

[中期計画]

・国際計量システムの発展に資するため、諸外国の研究機関との間で先端標準技術分野における共同研究、国際比較、人的交流等を強化する。

[中期実績]

・国際計量システムの発展に資するため、外国の国家計量標準機関との間で先端標準技術分野における共同研究、国際比較、人的交流を行った。特に、NIST(米国立標準技術研究所)、NIM(中国計量科学研究院)、KRISS(韓国標準科学研究院)、NMIA(オーストラリア国立計測研究所)、NIMT(タイ国家計量標準機関)、CENAM(メキシコ国立計量センター)、INMETRO(ブラジル国家度量衡規格工業品質院)との間では、計量標準分野における協力覚書に基づいて技術協力を実施した。また、国際計量標準シンポジウムへの外国人講演者を、米国、英国、ドイツ、フランス、カナダ、スウェーデン、ブラジル、中国、韓国、タイ、台湾から招聘し、グローバルな視点での国際計量システムの状況把握を行った。国際比較に積極的に参加し、国際比較参加件数(累計)は323件(世界第5位)となった。

4-(1)-④ 国内外の対応体制の強化

[中期計画]

・ナノテク、環境、バイオ、安全及び食品等の分野で拡大している計量標準のニーズを把握し、その対応策を協議する。

[中期実績]

・BIPM(国際度量衡局)やNIST(米国立標準技術研究所)などが開催するナノテク、環境、バイオ、安全及び食品等に関するワークショップやシンポジウムにNMIJからの専門家を派遣し、拡大している計量標準のニーズを把握し、日本としての対応のあり方の協議に繋げた。

[中期計画]

・我が国の意見のとりまとめと国際的な場における発信を通じて国際計量システムの構築に資するために、産学官の関係機関の連携の強化を図る。

[中期実績]

・関係する省庁、団体を含めた実効的な国内体制の確立に向けて、国際計量研究連絡委員会を毎年度2回ずつ開催した。これにより、計量標準、標準物質、法定計量に関する我が国の意見を取りまとめるとともに、環境、医療、食品、材料、ナノテクノロジー等の分野への広がりを見せる計量標準の国際的な状況に対する我が国の対応の在り方について、省庁を超えたオールジャパンの意見を集約した。

4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開

[中期目標]

アジアを中心とした開発途上国へ技術援助を行い、それにより開発途上国の国際相互承認への参画を促しつつ、我が国の計量標準技術を反映した国際計量標準システムを構築する。

[中期計画]

・アジア太平洋地域の国際計量機関に対して積極的な貢献を行い、開発途上国の計量標準機関の研究者、技術者の研修受け入れや産総研研究者の派遣により途上国の技術ポテンシャルを高めることに協力する。また、開発途上国の国家計量標準の校正依頼を受ける。

4-(2)-① アジア太平洋計量計画への貢献

[中期計画]

・アジア太平洋計量計画(APMP)で引き続き事務局の役割を務めるとともに、執行委員や技術委員会の議長、委員を引き受け、APMP 活動に主導的に寄与する。また、地域内の国際比較では幹事国の引き受け、仲介標準器の提供等によって主体的な寄与を果たす。

[中期実績]

・アジア太平洋計量計画(APMP)の事務局を平成 11 年から平成 19 年 11 月まで務め、同月から APMP 議長と事務局を担当した KRISS(韓国標準科学研究院)に対して事務局業務の引継ぎを行った。第 2 期期間中、NMIJ より継続して執行委員を担当するとともに、合計 8 名が技術委員会主査を務めた。また、地域内の国際比較では幹事国の引き受け、仲介標準器の提供等によって主体的な寄与を果たした。さらに、APEC(アジア太平洋経済協力機構)のファンドによるピアレビュープロジェクト(3カ国、4 機関)及びワークショップを企画・運営した。

4-(2)-② アジア太平洋法定計量フォーラムへの貢献

[中期計画]

・アジア太平洋計量フォーラム (APLMF)の議長国と事務局の任を引き継いで果たすとともに、運営およびワーキンググループ活動に積極的に貢献する。

[中期実績]

・平成 14 年から平成 19 年までの期間に APLMF の議長と事務局を担当し、APLMF 活動を主体的に運営した。その後、議長・事務局を引き継いだ中国に対して、APLMF の方針や事務局の運営について適切な指導や助言を行った。産総研が APLMF 議長を担当した 6 年間に、合計 27 件の法定計量研修を企画、運営・支援し、一部の研修に、日本から講師や専門家を派遣した。また、APLMF 農産物品質計測ワーキング・グループ(旧名:穀物水分計ワーキング・グループ)の主査を担当し、穀物水分計研修や農産物品質計測ワークショップに積極的に貢献した。

4-(2)-③ 開発途上国への技術協力

[中期計画]

・アジアの開発途上国への技術協力を推進する。専門家の派遣、受け入れ及び技術審査員(ピアレビューア)の派遣等を行うことにより、技術協力相手国の計量システムの構築と向上を支援する。アジア太平洋地域におけるネットワーク強化を図るために、韓国、中国、オーストラリア及び台湾等との連携を深める。

[中期実績]

・アジアの開発途上国への技術協力を推進した。JICAによるタイ国家計量標準機関(NIMT)プロジェクト(平成14年10月～平成20年10月)において、プロジェクト運営及び技術専門家の派遣に主導的な役割を果たし、日本からタイに対する42量目の計量標準の技術移転を完了した。ASEAN各国を対象としたセミナーをバンコクにおいて第2期中に4回開催し、同地域への計量標準の普及に貢献した。その他、タイ、マレーシア、インドネシア等の国々への計量標準専門家及び技術審査員(ピアレビューア)の派遣、並びに同国々からの技術研修生の受け入れを行うことにより、技術協力相手国の計量システムの構築と向上を支援した。

アジア太平洋地域におけるネットワーク強化を図るために、日中計量標準会議と日韓計量計測標準協力委員会を継続的に毎年開催した。また、日本、中国、韓国の3カ国で標準物質ネットワーク会議を組織し、合計9回の会議

を実施した。

5. 計量の教習と人材の育成

[中期目標]

広範で質の高い計量業務に対応できるよう、我が国及び開発途上国の計量技術人材を育成する。具体的には、

- ・都道府県、特定市の地方計量行政を担当する公務員のために、計量技術のレベル向上を目的とした教習を行い、計量技術レベルの向上を図る。
- ・法定計量の技術を教習し、技術レベルの高い一般計量士・環境計量士を育成して国家資格の付与に資する。
- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業者管理者講習及び分析技術者研修を行い、超微量汚染物質の計量証明に関する技術レベルの向上に資する。
- ・JCSS校正事業者、環境計量証明事業者の認定技術審査員研修、校正技術者研修を行い、当該制度の技術レベルの向上に寄与する。
- ・アジア諸国等を対象とした国際協力研修等を外部機関との協力のもとに実施し、高い技術を持った人材を育成する。
- ・専門的な計量標準技術を民間技術者へ提供し、技術移転を効果的に行う。

[中期計画]

- ・計量法に基づき、計量研修センターと計測標準研究部門を中核として法定計量の教習を企画・実施して、国内の法定計量技術者の技術力向上を図る。さらに民間を対象として計量標準技術と品質システムの教習を行うとともに、開発途上国の計量技術者の育成も併せて行う。
- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習(濃度及び騒音・振動)を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

[中期実績]

- ・第2期の各年度において、一般計量教習×2回、一般計量特別教習×1回、環境計量特別教習(濃度)×1回、環境計量特別教習(騒音・振動)×1回、企画し実施した。研修プログラムの見直しを行い、開催回数、開催時期の適正化を行った。

[中期計画]

- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

[中期実績]

- ・第2期の各年度において、短期計量教習×2回、指定製造事業者制度教習×1回、環境計量証明事業制度教習×1回を開催した。

[中期計画]

- ・都道府県、特定市からの要望の多い単科や3-5日程度の特定教習を、適宜、企画して実施する。

[中期実績]

- ・第2期の2カ年で、計量行政公務員を対象とした計量技術者向けの技術講習会を地方都市で年4回開催した。1年間で基準検査技術講習会を1回開催した。各年度において新任所長研修、幹部職員研修など課題毎の計量教習を開催した。

[中期計画]

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業者管理者講習及び分析技術者研修を実施する。

[中期実績]

- ・各年度でダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習を1回開催した。

[中期計画]

- ・環境計量講習(濃度及び騒音・振動)を企画して実施する。

[中期実績]

- ・各年度で環境計量講習濃度10~15回及び騒音・振動講習を4回開催した。

[中期計画]

- ・JCSS校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を、独立行政法人製品評価技術基盤機構と協力して実施する。

[中期実績]

- ・各年度で独立行政法人製品評価技術基盤機構と共催で、JCSS校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員研修2回を開催した。

[中期計画]

- ・JCSS校正事業者、環境計量証明事業者の技術者研修を実施する。

[中期実績]

- ・各年度において民間技術者向けの計測の不確かさ研修指導者育成研修開催した。なお、製品評価技術基盤機構からのJCSS校正事業者制度並びに環境計量証明事業者の研修も行った。

[中期計画]

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、外部機関と協力して実施する。

[中期実績]

- ・各年度でJICA法定計量コースの研修を実施した。

[中期計画]

- ・計量の技術分野毎に民間の計量技術者が校正業務の遂行等に際して容易に参照できるような専門技術書(モノグラフ)を企画、編集、発行する。

[中期実績]

- ・民間の計量技術者を対象とし、専門技術書(モノグラフ)1号、計量標準報告12号を、企画、編集、発行した。

[中期計画]

- ・民間の計量技術者を対象としたシンポジウム、講習会を企画、開催する。

[中期実績]

- ・計量・計測関係者を対象とした講演会(毎年度)、国際計量シンポジウム(毎年度)、NMIJセミナー(計11回)を企画、開催した。

別表4 予算

【第2期中期目標期間】

(単位:百万円)

区 別	計画額	決算額	差引増△減額
	(A)	(B)	(B)－(A)
収入			
運営費交付金	332,387	332,031	△ 356
施設整備費補助金	35,203	42,726	7,523
受託収入	119,446	116,665	△ 2,781
その他収入	21,129	31,118	9,989
目的積立金取崩額	0	54	54
計	508,165	522,596	14,431
支出			
業務経費	296,797	307,599	10,802
施設整備費	35,203	46,885	11,682
受託経費	104,692	101,928	△ 2,764
間接経費	71,473	64,578	△ 6,895
計	508,165	520,991	12,826

※百万円未満切り捨てのため、合計と一致しないことがある。

(決算額の説明)

1. 収入

- ・ 運営費交付金の計画額は、第2期中期目標期間中、間接経費の効率化係数△3%、業務経費の効率化係数△1%を乗じての試算結果であり、決算額は毎年度の査定後予算額の合計である。
- ・ 施設整備費補助金の増額については、補正予算による高度化改修費等の施設整備の合計額である。
- ・ 受託収入の減額については、国からの受託収入176.52億円の減収と国以外(特殊法人、民間企業等)からの受託収入148.71億円の増収との合計額である。
- ・ その他収入については、共同研究による収入、設備等貸付料収入、知的所有権収入、研究助成金経理委任収入等、自己収入の合計額である。

2. 支出

- ・ 業務経費の増額については、自己収入を財源とした研究業務の実施による支出額が増加したことによる。
- ・ 施設整備費の支出決算額と施設整備費補助金の収入決算額の差額41.59億円は、消費税還付金等を財源に施設整備費に支出した額である。
- ・ 受託経費の支出決算額と受託収入の収入決算額の差額147.37億円は、間接経費の支出決算額に含まれている。
- ・ 間接経費の減額については、業務効率化により削減等に努めたことにより減少したものである。

別表5 収支計画

【第2期中期目標期間】

(単位:百万円)

区 別	計画額	実績額	差引増△減額
	(A)	(B)	(B)－(A)
費用の部	469,761	476,107	6,346
経常費用	469,761	474,174	4,413
業務経費	272,769	280,710	7,941
受託業務費	75,498	68,507	△ 6,991
間接経費	64,653	61,523	△ 3,130
減価償却費	56,741	63,361	6,620
退職手当引当金繰入	100	71	△ 29
財務費用	0	0	0
臨時損失	0	1,932	1,932
収益の部	475,669	479,973	4,304
運営費交付金収益	308,877	331,568	22,691
受託収入	119,446	110,477	△ 8,969
その他の収入	21,129	27,374	6,245
寄付金収益	0	107	107
資産見返負債戻入	26,217	8,535	△ 17,682
財務収益	0	0	0
臨時収益	0	1,909	1,909
			0
純利益	5,908	3,865	△ 2,043
前中期目標期間繰越積立金取崩額	0	13,617	13,617
目的積立金取崩額	0	84	84
総利益	5,908	17,568	11,660

※百万円未満切り捨てのため、合計と一致しないことがある。

(決算額の説明)

1. 費用の部

(1) 経常費用

- ・ 減価償却費の増額については、自己収入等の研究業務の増加に伴い、研究用資産の取得が増加したことによる。
- ・ 退職手当引当金繰入の減額については、受託業務に専従し、運営費交付金の算定対象とされていない職員が減少したことによる。

(2) 財務費用

- ・ 財務費用の決算額は、支払利息及び為替差損等の合計額である。

(3) 臨時損失

- ・ 臨時損失は、固定資産除却損18.75億円、貸倒引当金繰入等0.57億円の合計額である。

2. 収益の部

- ・ 運営費交付金収益の増額については、中期目標期間の終了に伴い、運営費交付金債務を収益化したことによる。
- ・ 受託収入の減額については、国からの受託収入が減収したことによる。
- ・ 資産見返負債戻入の減額については、自己収入等により取得した固定資産額が、計画に比し少額であったことによる。
- ・ 財務収益の決算額は、預金の受取利息等の合計額である。
- ・ 臨時収益の決算額は、工具器具備品の物品受贈益14.11億円、資産見返運営費交付金戻入等4.98億円の合計額である。

別表6 資金計画

【第2期中期目標期間】

(単位:百万円)

区 別	計画額	実績額	差引増△減額
	(A)	(B)	(B)－(A)
資金支出	508,165	535,348	27,183
業務活動による支出	412,982	413,515	533
投資活動による支出	95,145	121,804	26,659
財務活動による支出	0	28	28
次期中期目標期間繰越金	38	0	△ 38
資金収入	508,165	537,018	28,853
業務活動による収入	472,962	480,930	7,968
運営費交付金による収入	332,387	332,031	△ 356
受託収入	119,446	116,909	△ 2,537
その他の収入	21,129	31,797	10,668
寄付金収入	0	191	191
投資活動による収入	35,203	56,088	20,885
財務活動による収入	0	0	0
前年度よりの繰越金	0	0	0

※百万円未満切り捨てのため、合計と一致しないことがある。

(決算額の説明)

1. 「差引増△減額」の資金支出と資金収入の差額16.7億円は、国庫納付の財源とする。
2. 資金支出
 - ・ 業務活動による支出については、第2期中期目標期間中における業務活動の総支出額である。
 - ・ 投資活動による支出については、第2期中期目標期間中における研究施設の施設整備に要した工事経費及び補正予算、消費税還付金を財源とした工事経費等の総支出額である。
 - ・ 財務活動による支出については、ファイナンス・リース債務の返済による支出額である。
3. 資金収入
 - ・ 業務活動による収入の寄付金収入については、研究業務活動のために計画的に用途を特定した寄付金である。
 - ・ 投資活動による収入については、施設整備費による収入額427.26億円、及び有形固定資産の売却による収入額等である。

産業技術総合研究所 第2期中期目標期間 事業報告書

発行日：平成22年7月14日

編集・発行：独立行政法人 産業技術総合研究所

企画本部

〒100-8921 東京都千代田区霞が関1-3-1

経済産業省別館10階

TEL:03-5501-0830 / FAX:03-5501-0855

http://www.aist.go.jp/aist_j/outline/outline.html
