

# 事業報告書

平成 13 年度

独立行政法人 産業技術総合研究所

## 目 次

### I 総 説

1. 産業技術総合研究所の概要	1
2. 平成 13 年度の事業の概要	4
(1) 業務運営の効率化に関する事項	4
(2) 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	10
(3) 財務内容の改善に関する事項	26
(4) その他業務運営に関する重要な事項	27
3. 特記すべき事業等の概要	29
(1) 内部グラントの実施状況	29
(2) 平成 13 年度に受け入れた受託収入の状況	31
《別表 a》 平成 13 年度 決算報告書	35
《別表 b》 貸借対照表及び損益計算書	36
《別表 c》 キャッシュ・フロー計算書	37

### II 平成 13 年度の事業

1. 業務運営の効率化に関する事項	38
2. 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	48
3. 予算(人件費の見積もりを含む)、収支計画及び資金計画	59
4. 短期借入金の限度額	60
5. 重要な財産の譲渡・担保計画	61
6. 剰余金の使途	61
7. その他主務省令で定める事項	61
《別表 1》 鉱工業の科学技術	66
《別表 2》 地質の調査(知的な基盤の整備への対応)	166
《別表 3》 計量の標準(知的な基盤の整備への対応)	185

# I 総説

## 1. 産業技術総合研究所の概要

### (1) 組織

産業技術総合研究所は、理事長の指揮の下、研究実施部門(研究ユニット)と研究関連・管理部門とが配置された、フラットな組織構造を有する。研究ユニットとしては、時限的・集中的に重要テーマに取り組む「研究センター」(23)、中長期戦略に基づき継続的テーマに取り組む「研究部門」(22)、研究センター化を目指し分野融合性の高いテーマ等に機動的・時限的に取り組む「研究ラボ」(7)、大規模な産業・研究集積を活用しつつ分野融合的な新しい研究展開を図る実験的な組織である「研究系」(2)がある。また、研究関連部門として、「企画本部」、「評価部」、「環境安全管理部」、「技術情報部門」、「産学官連携部門」、「成果普及部門」、「国際部門」が、管理部門として「業務推進部門」、「能力開発部門」、「財務会計部門」、「研究環境整備部門」がある。他に、世界屈指の先端の情報資源を有し実証的研究開発を行うと同時に産業技術総合研究所全体の情報基盤の高度化に資する「先端情報計算センター」、特許庁指定の寄託機関でありブダペスト条約に基づく国際寄託機関である「特許生物寄託センター」などがある(次ページの図1参照)。

平成14年3月31日現在、常勤役員12名、常勤研究職員2,455名、常勤事務職員736名の合計3,203名である。

### (2) 沿革

#### ①平成13年1月

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

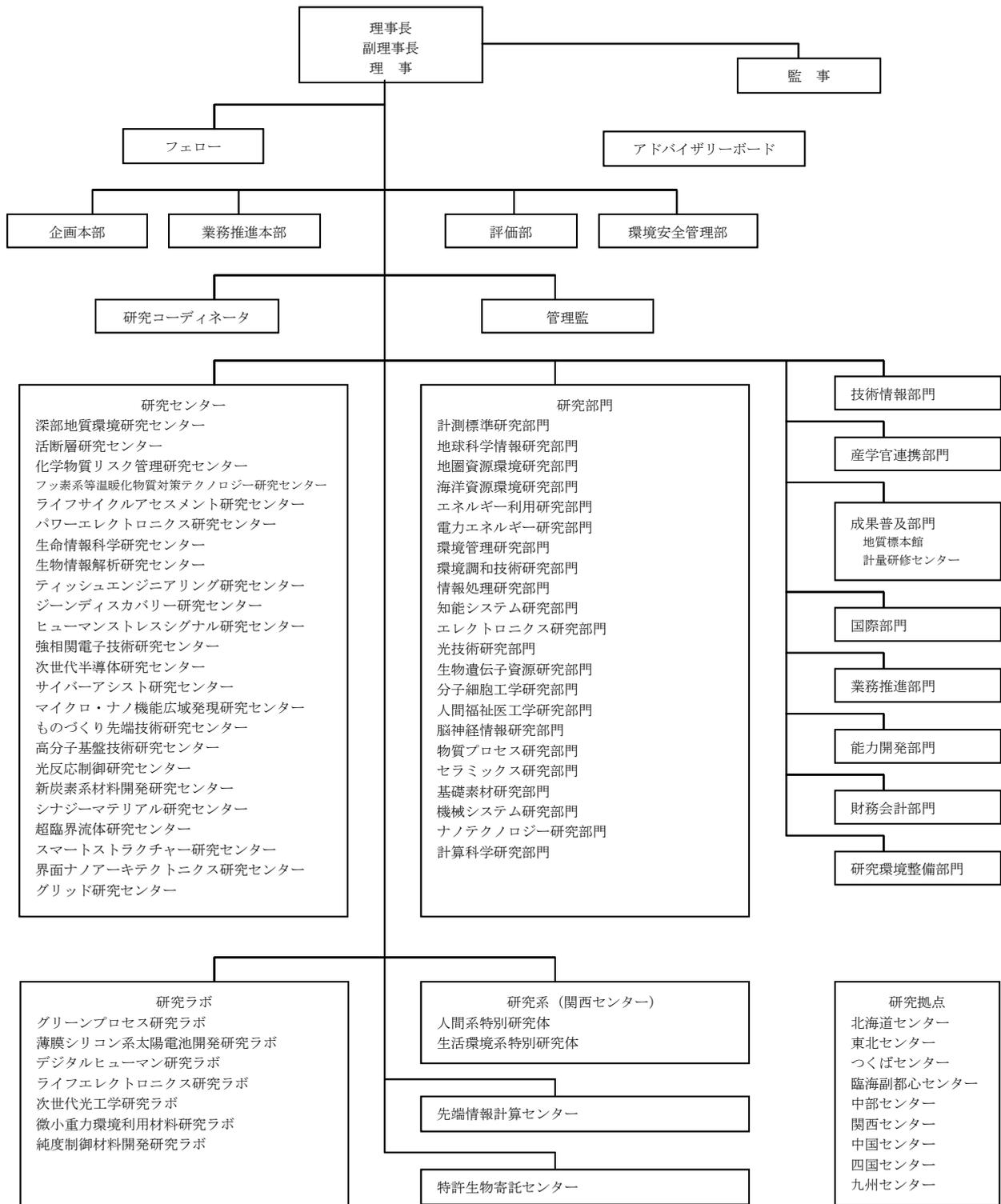
#### ②平成13年4月

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

### (3) 幹部名簿

平成14年3月31日現在の役員は以下のとおりである。

役職	氏名	任期	就任年月日	前職
理事長	吉川 弘之	2年	平成13年4月1日	放送大学長、日本学術会議会長
副理事長	平石 次郎	2年	平成13年4月1日	(財)化学物質評価研究機構理事長
理事	今井 秀孝	2年	平成13年4月1日	計量研究所長
理事	榎本 祐嗣	2年	平成13年4月1日	名古屋工業技術研究所長
理事	大箸 信一	2年	平成13年4月1日	生命工学工業技術研究所長
理事	諏訪 基	2年	平成13年4月1日	大阪工業技術研究所長
理事	田中 一宜	2年	平成13年4月1日	技術研究組合オングストロームテクノロジー研究機構常務理事
理事	丹羽 吉夫	2年	平成13年4月1日	東北工業技術研究所長
理事(非常勤)	池上 徹彦	2年	平成13年4月1日	会津大学副学長(4月1日から学長)
理事	曾我 直弘	2年	平成13年4月1日	滋賀県立大学教授
理事	鹿島 幾三郎	2年	平成13年4月1日	経済企画庁物価局長
理事	中島 一郎	2年	平成13年4月1日	安田火災海上保険顧問
監事	與田 正尚	2年	平成13年4月1日	(財)機械振興協会理事
監事(非常勤)	小野田 武	2年	平成13年4月1日	三菱化学(株)顧問



●研究ユニットの特徴

- ・研究センター 重要課題解決に向けた短期集中的研究展開（最長7年）  
研究資源（予算、人、スペース）の優先投入  
トップダウン型マネジメント
- ・研究部門 研究系 一定の継続性をもった研究展開とシーズ発掘  
ボトムアップ型テーマ提言と長のリーダーシップによるマネジメント
- ・研究ラボ 異分野融合の促進、行政ニーズへの機動的対応  
新しい研究センター、研究部門の立ち上げに向けた研究推進

図1. 独立行政法人産業技術総合研究所の組織図（平成14年3月31日現在）

#### (4) 産業技術総合研究所の業務の根拠法

- ① 独立行政法人通則法 (平成 11 年 7 月 16 日法律第 103 号)
- ② 独立行政法人産業技術総合研究所法 (平成 11 年 12 月 22 日法律第 203 号)
- ③ 独立行政法人産業技術総合研究所の業務運営並びに財務及び会計に関する省令 (平成 13 年 3 月 29 日経済産業省令第 108 号)

#### (5) 主務大臣

経済産業大臣

#### (6) 主管課

経済産業省産業技術環境局技術振興課

#### (7) 産業技術総合研究所の事業所の所在地(平成 14 年 3 月 31 日現在)

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

## 2. 平成 13 年度の事業の概要

産業技術総合研究所が実施している主な事業は、中期計画の記述に従うと、(1) 業務運営の効率化に関する事項、(2) 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、(3) 財務内容の改善に関する事項、(4) その他業務運営に関する重要な事項等からなっている。

これらの事項について、[中期計画]に沿った[平成 13 年度計画]と [平成 13 年度実績]を決算額等により作成し、報告するものである。

### (1) 業務運営の効率化に関する事項

#### ① 組織関係

##### 【組織運営】

###### [中期計画]

- ・多重構造を排した組織を設計し、研究ユニット長への権限委譲により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。

###### [平成 13 年度計画]

- ・研究ユニット長への権限移譲による意思決定の迅速化、権限と責任の明確化を推進するとともに、新たに生ずる組織運営上の問題点について絶えず検討し、改善を図る。

###### [平成 13 年度実績]

- ・産総研の基本的運営方針として、(1) 産総研本来のミッションの推進のみならず、(2) シナリオに基づき基礎から応用に至る連続的な研究フェーズからなる「本格研究」の推進、(3) 技術シーズを産業技術へと橋渡し展開するための「第 2 種の基礎研究」の推進を理事長からのメッセージとして発信した。
- ・理事長とユニット長とは、長期研究計画、当初の予算等資源投資について「契約」を終えた以降は、原則として評価・競争政策によってのみユニット運営に関与することとした。具体的には、ユニット内での予算配分、人事、ポスドク採用、対外関係(発表、共同研究)についての権限をユニット長に移譲し、ユニット長による迅速な意志決定を可能とした。
- ・以上のような方針は「産総研の経営からみたユニット運営について」、「平成 14 年度の産総研予算編成基本方針について」、「産総研のさらなる一歩(平成 14 年度当初理事長メッセージ)」としてイントラ掲示するとともに、下記の内部コミュニケーションの場を持って職員への浸透を図った。
- ・内部コミュニケーション深化の場として、「幹部会」(原則毎週: 役員による組織運営に係わる迅速な決定および連絡の場)の他、「拡大幹部会」(原則毎月 1 回: 役員、管理・関連部門長、地域センター長、研究コーディネータ等の意見交換、所全体への連絡の場)、「ユニット長会議」(年 4 回: 全ユニット長による研究所マネジメントに関する意見交換の場)、「分野別ユニット長会議」(理事長、分野ごとの研究ユニット長、研究コーディネータ等による技術戦略に関する意見交換の場)を開催した。さらに、地域センターでの意見交換会(7 地域センターで各 1 回)、ユニット長との個別懇談(平成 13 年度は平均 2 回程度)等により、理事長と研究現場との連絡及び意見収集に努めた。

###### [中期計画]

- ・東京及びつくばに本部機能を集中し、東京においては、行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として法人の機動的な活動に有効に活用するとともに、補完する本部機能をつくばに置き、大規模な研究拠点に隣接することによる効率的な組織運営を図る。また、地域拠点を研究拠点であると同時に広く社会との連携拠点として捉え、地域産業界、地域学界等に対する代表として研究活動、研究関連活動を推進し、本部との有機的連携によって、様々な社会ニーズへの的確な対応に努める。

###### [平成 13 年度計画]

- ・東京及びつくばに本部機能を集中した 2 本部体制をとり、それぞれの地政学的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行う。具体的には、東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として法人の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくば拠点には補完する本部機能として、産学官連携、国際、業務推進等の大規模な研究拠点に隣接させることにより効率的となる組織を置く。また、地域拠点を研究拠点であると同時に広く社会との連携拠点として捉え、地域産業界、地域学界等と協力して研究活動、研究関連活動を推進する。さらには、

本部との有機的連携によって、様々な社会ニーズへの的確な対応に努める。

[平成 13 年度実績]

- ・東京本部には、理事長、理事の一部等、企画本部のうち独法経営に関する室、財務室、監査室等を配置した。つくば本部には、副理事長、理事の一部、企画本部のうち研究企画に関する室、産学官連携部門、国際部門、業務推進部門等、研究実施部門との密接な連携が不可欠な部署等を設けた。テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図った。
- ・各地域拠点に拠点センター長を中心とした産学官連携センターを配置し、地域産業界、地域学会等との積極的・有機的な連携を図った。

## 【戦略的企画】

[中期計画]

- ・戦略的企画機能を担う体制を構築し、研究所全体の経営戦略案、研究戦略案の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・戦略的企画機能を担う体制を構築し、理事長のスタッフとして、人事、財務、予算、産学官連携等に関する企画調整機能を集中し、研究所全体の経営戦略案、研究戦略案の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・企画本部を設置し、人事、財務、予算、産学官連携等に関する企画調整機能を集中、経営戦略案等の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行った。また、理事長直属のスタッフとして研究コーディネータ 6 名を発令し、研究分野内外の調整、分野の技術戦略立案を行った。研究ユニット間の連携促進を図ることを目的として、ユニット間での共同研究に対しては研究コーディネータの判断により研究予算を追加配分する制度を設けた。

[中期計画]

- ・技術情報を体系的に取り扱う体制を構築し、内外の産業技術動向と分野別研究動向を把握し、研究所内の重点的研究課題設定のためのシンクタンクとするとともに、毎年度、調査結果を報告書等により広く公表する。

[平成 13 年度計画]

- ・研究所内における産業技術情報の収集体制及び外部研究機関との連携体制を構築し、また、訪問調査等により情報収集・分析を行う。調査結果は広く利用されるように、報告書等としてまとめ、公表する。

[平成 13 年度実績]

- ・技術情報部門を設置、約 150 項目の重要技術情報を収集した。研究論文調査報告書を作成するとともに経済省技術調査室が発行する技術調査レポートの作成に協力した。

## 【機動的な研究組織】

[中期計画]

- ・継続的課題、機動的課題に取り組む個別の研究組織(研究ユニット)を適切に配置するとともに、各研究ユニット間の連携を強化する。具体的には、一定の広がりを持った研究分野の継続的な課題について研究を進める個別の研究組織(研究部門)、特に重点的、時限的な研究を実施する個別の研究組織(研究センター)、機動的、融合的な課題を研究する個別の研究組織(ラボ)など適切なユニットを配置し、機動的な組織運営を行う。個々の研究部門については、永続的なものと位置付けず、研究組織の性格の違いを勘案した上で定期的に評価を行い必要に応じて、再編・改廃等の措置を講ずる。

[平成 13 年度計画]

- ・中期計画を踏まえ、平成 13 年度当初において、22 の研究部門、13 の研究センター、7 のラボ等の研究ユニットを組織するとともに、それらの研究ユニット間の連携を図り効率的かつ機動的な研究を実施する。
- ・ラボ、研究センター等の新設について、原則年 1 回検討を行う。また、緊急な政策的、社会的、または科学技術的な必要性が生じた場合は、機動的な課題の取り組み体制について検討を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・産総研設立時に 22 研究部門、23 研究センター、7 研究ラボなどを設置した。
- ・「研究ユニットの設立プロセス及び基準について」を定め、産業ニーズを踏まえ機動的な研究を展開するために以下の 3 研究センター、4 研究ラボの新設を決定した。

(1) 高速ネットワーク時代に即したグリッド技術へのニーズに対応するための研究センター、(2) 発火・爆発の安全に関する社会・行政ニーズに応えるための研究センター、(3) 糖鎖工学基盤技術の研究開発のための研究センター、(4)超微量化学物質の迅速測定ニーズに応えるための研究ラボ、(5) 反応膜材料・システム研究のための研究ラボ、(6) マイクロ空間化学プロセス技術確立のための研究ラボ、(7) 極微小空間構造・組成・状態プロファイル計測のための研究ラボ((1) は平成 14 年 1 月発足、(2)～(7) の発足は平成 14 年度)。

- ・1 研究ラボを廃止(平成 14 年 3 月 31 日)、1 研究ラボを廃止見込みとした。他のラボについては研究始動の時期であることを考慮し、平成 14 年秋に存続審査を行うことを決定した。

## 【研究の連携・協力】

### [中期計画]

- ・他省庁研究機関や大学、産業界及び内部の各研究ユニット間の研究連携を推進する体制を構築し、必要とされる研究テーマ、技術分野等に対応した研究コンソーシアム等を機動的に設立、活用する。

### [平成 13 年度計画]

- ・産学官連携部門に産学官の連携研究を企画調整するコーディネータを、8 技術分野、8 地域拠点毎に配置する。

### [平成 13 年度実績]

- ・産学官の連携研究を促進するため、8 地域拠点に産学官連携コーディネータ 26 名を配置し、地域コンソーシアムの企画調整提案、経済産業局との定例会議・他の研究機関との研究会開催などを行った。その結果、地域コンソーシアム 74 件(平成 12 年度 34 件)、中小企業支援型共同研究 33 件(平成 12 年度 42 件)を実施した。

### [平成 13 年度計画]

- ・研究拠点に、産学官連携研究を実施する研究ユニットである連携研究体を、機動的に設立する。

### [平成 13 年度実績]

- ・地域コンソーシアム制度や民間からの受託に基づく研究を円滑に進めるために、23 の連携研究体を設置し、研究開発を開始した。また、民間企業との新たな共同スキーム(研究テーマについては双方の話し合いによって決定)の試みとして三菱化学(株)と包括的研究協定を結び外部資金確保を強化した。

## 【評価と自己改革】

### [中期計画]

- ・研究組織の評価においては、研究ミッションの明確さ、研究フェーズの相違等、研究ユニットの性格の違いを勘案した上で、研究成果等の厳正かつ公正な評価を実施すべきである。このため、外部専門家等第三者をふくめた評価体制を構築し、研究目標、研究計画、組織内マネジメント、研究成果、投入した研究資源等を含む多様な観点から公正中立な評価を行う。その評価を基に、研究資源の配分、組織の改善または再編・改廃を行う。

### [平成 13 年度計画]

- ・平成 13 年度は産総研発足期であり、研究センター、研究部門、研究系については、研究開始にあたり適切なアドバイスを得るために、研究ユニット毎に年度当初にピアレビュー形式でプレ評価を実施する。プレ評価結果は理事長に報告し、研究内容の改善等に反映させる。

### [平成 13 年度実績]

- ・理事長直轄の評価部(研究者 13 名、事務職 2 名)を設置し、約 3 億円(総研究費の 1%弱)の費用により自己評価を実施した。
- ・研究ユニット毎に外部専門家等からレビューボード委員(154 名)を選定し、ピアレビュー形式でプレ評価を実施した。プレ評価結果は理事長に報告し、研究内容の改善等に反映させた。

### [平成 13 年度計画]

- ・産総研の研究活動等についての幅広い知見等を有する者で構成するアドバイザリーボードを設置し、産総研全般にわたる運営方針に対してアドバイスを得ることとする。年度のなるべく早い時期に第一回のアドバイザリーボードを開催する。

### [平成 13 年度実績]

- ・(1) 経済界トップ等から意見・助言を求める「産総研懇談会」と、(2) 研究所の運営全般に関し助言を求める「運営諮問会議」の二つに分けてアドバイザリーボードを運営することとした。第 1 回の産総研懇談会は、委員 13 名が参加して平成 14 年 1 月に開催した。運営諮問会議については、平成 14 年 5 月に第 1 回を開催することとし、

国内 14 名、海外 7 名の委員の人選を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・研究ユニット(研究センター、研究部門、研究系、ラボ等)毎に、第三者を含めた専門家等によるレビューボードを設置し、ピアレビュー方式による研究ユニット毎の評価を行う。
- ・評価に当たっては、研究計画、研究の進捗状況、投入した研究資源、組織内マネジメント等について公正かつ中立な評価を実施する。その評価結果をもとに研究ユニット毎の研究内容の改善等に反映させる。
- ・研究費、研究員、研究スペース等の研究資源の配分にあたっては、上記評価結果とともに、新規に立ち上げるものも含め研究の必要性や、研究計画の妥当性を勘案して行う。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年 12 月より同 14 年 3 月まで、全 54 研究ユニットについて第三者で構成されるレビューボード(のべ 282 名)を設置し、研究ユニット毎の重点研究課題、運営体制について実績評価を行った。
- ・評価結果は今後の研究ユニットの研究活動、運営に反映すべく、研究ユニットに開示した。また、評価結果に対するユニット側のコメントを添付して理事長に報告した。
- ・平成 14 年度の研究費の配分にあたっては、上記評価結果を反映させ、平成 13 年度実績評価が高い 26 研究ユニットに 5~20 %の研究費(総額約 7 億円)を追加配分することとした。また、特に高い評価を受けた 12 ユニットについては業績給総額に 5 %相当額を加算した。

## ② 人事関係

### 【職員の意欲向上と能力啓発】

[中期計画]

- ・個人評価においては、1 年毎の短期評価と、数年に 1 度の長期評価を組み合わせたシステムを導入し、個人と組織の目標の整合性の確保に留意しつつ、きめ細かな目標設定とその達成への指導を行う。また優れた研究業績、産業界・学界等外部への貢献、研究所の組織運営への貢献等の多様な評価軸を用いて達成度を評価することで、職員の意欲向上を図るとともに、個人の能力、適性、実績に応じた適正な人員配置を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・個人の評価に関しては、短期評価と長期評価のしくみを新規に導入するために必要な手続を開始する。新制度について職員に周知するとともに、特に評価者に対して平成 13 年度末までに研修を実施すること等により、当該評価制度の浸透を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・俸給、職責給、業績給を基本とする新しい給与制度を導入した。また、業績給に反映する短期評価、昇格(俸給と関連)に反映する長期評価制度を導入した。
- ・初年度は、評価に必要なシステムを策定し、短期・長期評価を実施した(平成 13 年度短期評価結果は平成 14 年度業績給に反映予定)。
- ・職員に対しては、制度及びその手続等について説明会を開催した。特に評価者に対しては平成 14 年 1~2 月に集中的に研修を実施し、円滑な評価の浸透に努めた。

[平成 13 年度計画]

- ・短期評価としては、年度当初の目標設定から開始し、年度末の評価に至るまでの間、評価者・被評価者間のコミュニケーションを主体として適切な運用を図る。長期評価に関しては、長期評価対象者への通知、長期評価票の作成、人事評価委員会での審査等の一連の手続を年度前半に終了する。

[平成 13 年度実績]

- ・短期評価に関しては、年度当初に被評価者・評価者のリストアップを行い、目標設定から年度末の評価に至るまで、被評価者・評価者間のコミュニケーションを確保しつつ運用を行うこととし、さらに被評価者による「不服申し立て制度」を設けた。
- ・長期評価に関しては、評価対象者のリストアップ・通知、長期評価票の作成及び人事評価委員会での審査等の一連の手続を 9 月下旬に終了し、対象者全員にコメントを返すとともに、10 月 1 日付け昇格者を決定した。不服申立についても、12 月末までに対応を完了した。

## 【研究員の流動性の確保】

### [中期計画]

- ・博士研究員の受入れ拡大や、任期付任用制度の積極的な活用によって若手研究員の流動性を確保する。また、国内外の優れた研究者を招へいするとともに、内部人材の提供を図る。

### [平成 13 年度計画]

- ・博士研究員については、外部の制度による研究員を積極的に受け入れるとともに、産総研特別研究員制度を創設し、博士研究員の受入れ拡大を図る。

### [平成 13 年度実績]

- ・研究ユニット長として、旧工業技術院外部から 16 名の研究者を招聘、採用した。また、副ユニット長、グループリーダーなど中核研究者として 13 名を採用した。
- ・外部制度による博士研究員制度に積極的に応募し、NEDO から 190 名、JST から 56 名を受け入れた。
- ・産総研特別研究員(非常勤職員)制度として博士研究員 277 名を採用した。

### [中期計画]

- ・研究員個人に蓄積されたキャリアや適性、能力に応じて、組織のなかで個人が、最も能力を発揮できる多様なキャリアパスを設計し、効果的、効率的組織運営を可能とする。特に研究関連部門等においては、技術情報の収集解析や、産学官連携、成果普及、国際連携等をより高度化するために、研究キャリアの豊富な専門的人材を活用できる組織とする。

### [平成 13 年度計画]

- ・研究者の職員の新規採用については、若手育成型任期付研究員を中心に採用し、研究員の流動性の確保に努める。公募には広く国内外から優秀な人材を集められるよう、十分時間をかけるとともに、内部における採用審査も複数の段階に分けて慎重に行うものとする。

### [平成 13 年度実績]

- ・平成 14 年度研究職員の新規採用については 68 名のうち 58 名を任期付研究員(若手型 51 名、招へい型 7 名)とした。国内外から人材を広く公募した結果、全応募者 756 名のうち 51 名が海外からの応募(うち採用は 5 名)であった。
- ・旧工業技術院時代の退職者補充主義を廃止し、各ユニット、研究分野ごとの定員の概念を廃止し、研究ニーズに基づいた人材を産総研として一括採用した(下記の人物に着目した採用を除く)。
- ・研究職員の内部流動化(研究ユニット間および研究関連部門への異動)を促進すべく、内部公募制を導入した。

### [平成 13 年度計画]

- ・産総研における新しい組織の運営状況をみながら、現場において必要な人材の資質と人数に関するニーズを把握した上で、国内外の優れた研究者を招へいする等、適材適所の任用を行う。

### [平成 13 年度実績]

- ・人物に着目した平成 14 年度採用予定者として、国内外の大学及び企業から 12 名の研究者を内定した。

## ③業務の効率化等

### 【組織運営】及び【評価と自己改革】

#### [中期計画]

- ・各所に分散していた研究関連業務、管理業務等について可能な限り集中し、重複業務を整理するとともに、研究スペースを有償の研究資源として捉え、必要な研究スペースを適切に配分するとともに、再配分のためのスペース回収を容易にするため、スペース課金システムを導入する。また、適切な施設の補修、既存施設・設備の有効活用の推進等を行い、常に研究スペース・設備を使用可能な最良な状態に維持するよう努める。

#### [平成 13 年度計画]

- ・研究スペースを有償の研究資源として捉え、スペース課金制度を導入する。使用する面積・実験室仕様・地域等で単価を調整することによって、スペースの有効利用を促す。また、返却されたスペース等については、適切な施設の補修に努め、常に利用しやすいスペースとなるように保守する。既存及び今後導入する大型設備、高額な機器等については、共同利用等、有効活用を推進する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・スペース課金制度を導入し、所員に研究スペースは研究資源であるとの意識導入を図った。その結果、研究ユニットから約 400 室(1 部屋 40 m<sup>2</sup>)を回収し、スペース有効利用の観点から再配分した。
- ・共通性の高い大型設備、高額な機器等については約 20 箇所共同利用機器スペースを設置することによる共同利用を目的とした環境整備を通じて、省スペースを推進した。

#### [中期計画]

- ・業務合理化を推進する体制を整え、組織全体としての合理化を図り、効率化を推進する。このため、現状の業務体制をレビューした後、業務評価の考え方の導入、業務合理化提案制度の導入、業務合理化の具体的数値目標設定等、効率化に関する企画立案を行うとともに、業務内容改善状況の点検、指導を行い、組織全体としての業務の合理化を推進する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・研究所における新しい業務体制に関し、業務が実際に開始された時点で、現場の意見の聴取、業務フロー全体の再点検等を速やかに実施することによって、業務の重複、非効率性、過度の集中や研究者の負担増等の状況を整理する。また、外部のコンサルタントの利用によって業務の見直しを行うことを検討し、それが研究所にとって多大な合理化をもたらすと判断される場合にはそれを実施する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年度は旧工業技術院からの大幅な組織改編、システム変更の定着化に努めた。
- ・業務効率化を推進し体制強化を図るために業務推進本部を発足させ、また管理部門(業務推進部門、財務会計部門、研究環境整備部門)及び情報システム部から順次業務フロー等の再点検を実施した。業務のマニュアル化等を推進し、次年度以降の合理化のための情報整備を行った。
- ・組織全体の抜本的効率化のために外部コンサルタントを活用し総合診断を行った(本格的な効率化の実施は H14 年度)。

### 【業務の情報化の推進】

#### [中期計画]

- ・内部業務の事務的な処理においては、イントラネットの上で電子的な情報共有とワークフロー決裁を可能とするシステムを導入し、財務、会計、庶務等の管理業務の一元化、省力化、迅速化を図る。不正なアクセスを避けるための分離ネットワークと認証システム、またシステム停止とデータ消失を最小限にするための二重系を導入し、業務の安全性、信頼性を確保する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・財務、会計、庶務等の管理業務等に、イントラネットを活用し、情報の周知・共有、及びワークフロー決済を可能とするシステムを導入し、業務の一元化、省力化、迅速化を図る。

#### [平成 13 年度実績]

- ・イントラネット掲示板(ユーザー約 8,000 人、アクセスのべ 10 万件/日)によるペーパーレス情報流通体制を整えた。職員のイントラ対応支援のためにヘルプデスクを設けた(対応実績約 9,000 件)。
- ・常勤、非常勤および外来者に関する情報について”人データベース”に共通情報を集積し、重複データ登録を避けられる設計を行った。
- ・一部の業務(例:調達請求、旅費請求、予算化の設定、財産管理)については、ワークフローシステムを導入し、登録、承認、閲覧、蓄積を一貫して行える体制を整えた(電子化システム 17 件)。
- ・イントラシステム停止を防止するため重要なサーバを二重化した。

### 【外部能力の活用】

#### [中期計画]

- ・知的財産を積極的に外部展開するために、技術移転に関する外部の専門家を活用する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・産総研の研究成果を積極的に産業界に移転するための情報発信及び産業界からのニーズ収集、知的財産権に係る実施契約の交渉・締結並びに侵害の調査及び侵害者との交渉等の業務については、技術移転業務を行う事業者(以下 TLO)を活用する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・知的財産部には各分野の専門弁理士 14 名と弁護士 2 名を非常勤職員として採用し、強力な知的財産権対応体制を構築した。

- ・産総研イノベーションズ(TLO)に業務委託することにより産総研と一体となった技術移転に取り組み、知的財産権(一時金実施契約件数 18 件、秘密情報開示契約件数 16 件、ランニング実施契約件数 153 件、等計 187 件)による収入として 144 百万円(実績見込額)を得た(平成 12 年度 48 百万円)。

## 【省エネルギーの推進】

### [中期計画]

- ・研究の遂行を適切に実施しつつも地球環境への配慮も行う観点から、総事業費の伸び率に対する光熱水料費の伸び率の抑制を図る。

### [平成 13 年度計画]

- ・研究の遂行を適切に実施しつつも地球環境への配慮も行う観点から、光熱水料費の抑制を図るため、各ユニット単位で使用している光熱水料の詳細な算定方法を検討し、その結果を公表し、光熱水料の抑制への意識向上に努める。

### [平成 13 年度実績]

- ・光熱水料の大半(約 80 %)を占める電気料について、各研究ユニットに対して実際の使用量に応じた電気料金を提示することを可能とするため、各事業所の各月の積算電力量実績と実験室面積等の調査および実験室を使用している研究ユニットの確定作業を実施した。この調査結果に基づき、賦課される電気料の試算値を各研究ユニットに周知し、節電への意識向上を図った(平成 14 年度以降は受益者負担意識による光熱水料の低減を期待)。

## 【事業運営全体の効率化】

### [中期計画]

- ・上述のような取り組みを通じ、運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、中期目標の期間中、毎年度、平均で前年度比 1 %の業務経費の効率化を行う。

### [平成 13 年度計画]

- ・効率化の取り組みを通じ、運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、前年度比 1 %の業務の効率化に努める。

### [平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年度において実施することが可能な業務の見直し、節減に関しては積極的にこれを行い、1 %の業務の効率化に努めた。

#### (業務経費削減の具体例)

特殊空調等大型設備の補修業務の見直し:△460 百万円、電気設備等の点検業務の見直し・一括契約化:△50 百万円、つくば警備業務の見直し:△40 百万円など、総額約 6 億円(人件費を除く運営費交付金の約 2 %に相当)(「(3) 財務内容の改善に関する事項」で詳述)。

## (2) 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

### 1) 鉱工業の科学技術

#### ① 情報通信分野

### [中期計画]

- ・特性寸法 70 nm 以下の極微細トランジスタおよびその集積化に必要な新材料(高、低誘電率絶縁膜、電極)・プロセス技術、それらの計測解析技術、要素デバイス構造ならびに回路構成技術等について、関連する基礎現象の解明も含めて開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・次世代超高密度デバイスのための高品質・高誘電率絶縁膜をもつ MOS ダイオードを試作し、リーク電流特性を測定評価する。

[平成 13 年度実績]

- ・新たに開発された単分子層窒化シリコン膜を界面バリア層に用いた Hf 系高誘電率絶縁膜 MOS ダイオードを作製し、1.2 nm の絶縁膜等価膜厚および 0.1 mA/cm<sup>2</sup> 以下のリーク電流密度を実現した。

[中期計画]

- ・誰でもどこでも高度な情報支援が受けられるという社会において、情報弱者のサポート、プライバシーの保護、情報洪水の解消を実現する知的情報サービスシステムの実現を目的として、状況依存通信ソフトウェア技術と位置による通信を用いた携帯端末・インフラ技術と、電子データを構造化し有用な情報をユーザの状況に応じて提供する技術を用いた、次世代個人通信システムを開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・位置に基づく通信方法の確立のために低消費電力光通信携帯端末を試作し、その性能評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・無電源超小型光通信端末 (CoBIT) を開発し、端末の位置の高速検知 (約 0.1 秒) および 100 bps 以上の反射率変調による通信を実現した。

[中期計画]

- ・科学・工学・社会において飛躍的に増大した情報量を処理できる情報インフラの実現と、実際の産業活動における大規模科学技術計算として生産・加工・設計・製造等の産業基盤での利用に向けて、並列・分散環境での高性能計算機システム利用技術の普及、新たなビジネスモデルの創成、世界的な中核研究拠点となることを目的として、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術との融合を図るための技術を開発し、世界的な標準化構築のための技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・高速・大容量データ処理技術の確立のために基盤ソフトウェアを開発し、世界標準化を進める。

[平成 13 年度実績]

- ・アジア太平洋諸国の研究機関・大学によって組織される ApGrid (Asia-Pacific Grid) を発足させ、運営を行った。また、グリッド Middleware としてセキュリティ機能、汎用性を向上させた Ninf-G を開発した。

[中期計画]

- ・人間型ロボットの性能向上と新応用分野発掘に関わる研究を行い、ヒューマノイドロボット技術を開発するとともに、人の作業知能を情報システムにインプリメントし、プラント点検、保守等をはじめ、より知的な作業システムを構築するためのタスクインテリジェンス技術を確立する。さらに、3 次元視覚システムの高度化の研究を行い、各種産業における実用化技術を確立する。

[平成 13 年度計画]

- ・人間と協調動作可能な人間型ロボット実現のために、制御アルゴリズムについてのシミュレーションによる検討及び実装を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・オープンな人間型ロボット開発環境を整備し、コンパクトな人間型ロボットおよび協調作業のための制御技術を開発した。

[中期計画]

- ・画像表示デバイス (自発光型、画素数 16×16 以上) と制御回路をシリコン基板上に一体集積化する技術、ならびにチップレベルの高密度実装に関する要素技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・電子エミッタと MOSFET 論理回路をシリコンチップ上に混載するプロセス技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・シリコン電子エミッタと n-MOSFET 論理回路の混載プロセスを新規開発し、一体集積した MOSFET 回路により 4×4 画素のエミッタを独立に駆動発光させることに成功した (特許: 国内、米国、独)。

[中期計画]

- ・脳機能を理解し、これを安心・安全で質の高い生活の実現に利用することを目的に、脳の柔軟な情報処理及び神経細胞の発生・再生機構を分子生物学的、細胞生化学的及び生理学的アプローチで解析し、それを利用した非同期型コンピュータの設計原理を開発する。また、脳活動のリアルタイム計測のための機器の高度化を行

う。

[平成 13 年度計画]

・脳における情報処理機構を解明するために、脳の時間順序判断を行う機構について調査する。

[平成 13 年度実績]

・左右の手の指に時間差をつけて与えた触覚刺激を感じる順番は、手を交差すると逆転することを発見。さらに、手に棒を持って、棒の先に与えた刺激の時間順序判断でも、棒を交差させるだけで、時間順序の逆転が起こることを発見した(Nature Neuroscience (IF12.636))。

[中期計画]

・超高速大容量光情報をリアルタイムで処理するため、有機・高分子系材料による高輝度発光素子、フレキシブルな光導波路、ペーパーライクカラー記録表示等の開発を行う。またナノ構造を制御した光デバイスや高密度光メモリーを実現するために必要な、近接場計測・制御技術の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・有機・高分子系光デバイスのための TFT 素子作製を行い、その光電子機能特性を評価する。

[平成 13 年度実績]

・有機電界効果トランジスタにおいて、微細加工技術を用いずに  $0.5\ \mu\text{m}$  のチャンネル長を実現できる新素子構造を開発し、高分子半導体材料で単結晶並みの性能発現に成功した(特許 特願 2001-153163)。

[中期計画]

・ビジョン技術を適用することで、足や体型の静的形状、動的変形を非接触計測する手法を研究する。静立位時の形状データ、歩行、走行などの運動に伴う関節変位や形状変形データを収集し、これをコンピュータ上でモデル化することで、個人差や運動による状態差を定式化する。また、このデジタルヒューマンモデルに基づくウェアラブル製品の設計・製造・販売システムの基盤技術について、企業との共同研究を通じて具体的に研究する。

[平成 13 年度計画]

・有機人体形状のモデル化のための足形状モデリングを行う。それに基づいて、適合靴を作製する技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・足形状モデルを自動的に生成するための形状計測装置及びソフトウェアを開発し適合靴電子商取引システム開発のためのコンソーシアムを発足。足以外にも、頭部形状計測装置の開発、頭部モデルに基づく適合メガネフレームの開発に成功した。

[中期計画]

・分子レベルの機能を画像化及びスペクトル分析するための次世代型高次生体機能計測装置の要素技術、及び生体組織の構造と機能を評価するための解析手法を開発する。

[平成 13 年度計画]

・脳活動に対する複数信号源および分布活動に対する信号源を解析する手法を確立する。

[平成 13 年度実績]

・複数源の信号処理や高次脳機能解析に有効な逆問題解析法を開発し、複数の感覚間における注意の分割・相互作用の視覚化に成功した(世界初)。

[中期計画]

・従来、光学で不可能であった  $10\ \text{nm}$  オーダに至る高解像度の実現とその工学的な応用、新規産業の創出を目的として、近接場光を用いて情報記録を微細領域で可能とする技術を確立する。

[平成 13 年度計画]

・超高密度光ディスクへのスーパーレンズ実用化のために、記録密度向上実験を行い、特性把握とその改善を行う。

[平成 13 年度実績]

・光散乱型スーパーレンズを開発し、 $100\ \text{nm}$  マークにおける  $\text{CNR}\sim 25\ \text{dB}$  を達成した(世界初)。

## ② ナノテクノロジー、材料、製造分野

[中期計画]

・量子構造における新規物理現象の探索・解析を行い、単一電子検出デバイス、スピンドバイス、超伝導デバイス等へ応用するための要素技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・カーボンナノチューブにより原子分解能測定を様々な走査プローブ顕微鏡で可能とし、ナノ構造における量子現象の解析に適用する。

[平成 13 年度実績]

- ・室温作動を可能にした 10 nm オーダーサイズの単一電子検出デバイスを作製し、超低消費電力素子の開発を可能とした(世界初)。

[中期計画]

- ・自己集積性分子の高効率精密合成により、10–100 nm の有機ナノチューブ、ナノワイヤー等の材料創製を行うとともに、構造制御および任意の固体表面に固定化する技術を開発することで、機能集積素子の実現に資する。

[平成 13 年度計画]

- ・自己集積性分子による一次元ナノ構造を鋳型に利用した、有機・無機ナノチューブのボトムアップ的合成を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・多層カーボンナノチューブに類似した脂質ナノチューブおよびシリカナノチューブの合成技術を確立し、一次元ナノスペース素子やガス吸蔵材料の開発を可能とした(科学技術振興事業団との共同研究)(J. Am. Chem. Soc., 関連特許 16 件)。

[中期計画]

- ・二元機能触媒材料としてのメンブレンリアクターの開発を目的として、脱平衡反応を利用する水素製造プロセス、特異場反応を利用する含酸素化合物合成、形状選択反応・分離膜を利用する合成ガス等の製造プロセスを開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・新転換反応プロセスのために、触媒膜反応システムに高水素選択透過性アモルファス合金膜を適用する。

[平成 13 年度実績]

- ・水素選択透過膜を膜反応器に用いることにより、単流収率約 13 % でベンゼンからフェノールの一段合成に成功し、超省エネ型、超小型化ポリマー原料プラントを可能とした(Science Vol. 295, 105)。

[中期計画]

- ・センシング機能の高度化と逆問題解析技術を確立し、コンクリートや金属構造体の亀裂発生部位に接着修理可能な損傷位置評定機能や損傷制御機能を持つスマートパッチを開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・スマートストラクチャーを実現するために、厚み 10  $\mu\text{m}$  以上の非鉛薄膜多結晶強誘電材料およびデバイス、また電歪効果を発揮できる材料を開発する事を目標とし、薄膜・厚膜プロセスの構築(厚み 10  $\mu\text{m}$  の圧電膜)を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・化学溶液法を用いて、配向した膜厚約 10  $\mu\text{m}$  の PZT 厚膜作製に成功し、優れた強誘電・圧電特性を発揮し、医療用超微量カテーテルの作成を可能とした(世界最高レベル)。

[中期計画]

- ・精密形状転写加工や、ビーム加工等における加工点付近での微小な加工現象を解明し、それを応用して、微細構造、超精密形状等のマイクロ構造材料に適用できるマイクロファブリケーション・解析評価技術を開発する。ダウンサイジングに適した工作原理を示すため、体系的なマイクロ機構力学の解明と設計技術に基づいて、実用性の高いハードウェア/ソフトウェアを市場および学会に発信する。さらにナノトライボロジーの解明、微細固体駆動素子技術および組立技術等を通じ、超微細加工技術と評価技術、微小流体操作システム等の高集積機械システムを実現する。

[平成 13 年度計画]

- ・微粒子ビームの衝撃力によるセラミックスコーティング・成形技術によって形成された膜の電気機械特性、微細組織の評価を行い、本成形技術の改善を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・室温でセラミックスの透明ナノ結晶薄膜の作製に成功し、微少光素子の開発を可能とした(関連特許 3 件)。

[中期計画]

- ・高次構造制御により、800  $^{\circ}\text{C}$  以上の腐食性雰囲気下において 50  $\mu\text{m}$  以下の粉じんが捕集可能なフィルター材料、高荷重・無潤滑環境下で比摩耗量が従来材料の 1/10 以下の材料、400  $^{\circ}\text{C}$  以上酸素共存雰囲気下においても連続的に窒素酸化物の還元除去が可能な材料、腐食性環境下でジルコニアセンサーと同等の 10 msec の応答速度を持つ高温用酸素センサー材料が創製できることを実証する。

[平成 13 年度計画]

・水素ガスと白金触媒膜との触媒反応による、室温作動型水素センサ材料の創製を行う。

[平成 13 年度実績]

・白金触媒膜と熱電変換膜とを組合わせた新規な室温作動型水素センサ開発に成功した(関連特許 1 件)。

[中期計画]

・ナノ物質解析・設計シミュレーション技術については、1 nm から 100 nm のスケールにわたる複雑系であるナノ物質に対して、従来のシミュレーション技術を越えた新たな解析・設計技術確立することを目的として、産業界での応用研究上重要な複合ナノ物質系の構造・機能を予測し、物質設計を実現することを目指す研究を行い、所定の機能を発現する複合系の設計指針を得ることが可能なシミュレーション技術を開発する。具体的には、固体表面や、微細孔物質 (FSM-16 など) における分子の自己組織化を利用した分子デバイスなどを研究対象とする。

[平成 13 年度計画]

・ナノ物質の物性予測・最適構造予測のための高速第一原理分子動力学計算プログラムの作成・整備を行う。

[平成 13 年度実績]

・フラグメント分子軌道法 (FMO)、有限要素基底法、リカーゾン法による第一原理タイトバインディングオーダー N 法、のプログラムの作成・整備を行い、ナノテク新機能物質、デバイスの発見・設計を目的とした数千原子以上からなるナノ物質の電子論計算を可能とした。

[中期計画]

・強相関電子の概念を中核とした、革新的な電子技術を創成し、新科学技術分野創成をするような独創的成果を挙げることを目的に、強相関電子系相制御技術、超格子物質・接合作製技術、極限スピン計測技術、強相関デバイスプロセス要素技術、強相関フォトニクス物質、量子位相制御理論、などの強相関電子技術の基礎を解明する。これによって、世界の学界・産業界に向けて強相関電子技術の学理的成果の発信を行うとともに、強相関電子技術開発における現実的課題を解明する。

[平成 13 年度計画]

・強相関電子系における超高速光スイッチング現象を開拓するために、1) 巨大非線形光学応答と超高速スイッチング現象を精密に評価するためのフェムト秒分光システムを構築する。2) 典型的な遷移金属酸化物、カルコゲン化合物、有機電荷錯体において上記システムを用いた光励起効果の測定を行い基礎的な光学応答を解明する。

[平成 13 年度実績]

・一次元モット絶縁体における超高速緩和現象の観測、ハロゲン架橋ニッケル錯体における超高速光誘起モット転移を発見し、超高速光スイッチの開発を可能とした(世界初)。

### ③ ライフサイエンス分野

[中期計画]

・膜蛋白質等に関して、分解能 2.5 Å 程度の電子顕微鏡による構造解析システムを開発する。溶媒分子等の存在下での 1 Å 以内の高精度で解析できる高速モデリング技術を開発する。また、蛋白質の構造形成機構を解明し、有用な機能を有する人工蛋白質等を設計・創製する技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・膜タンパク質等の立体構造を高分解能で解析できる電子顕微鏡システムの構築を行い、モデル膜蛋白質を用いたシステムの評価を行う。

[平成 13 年度実績]

・膜蛋白質の立体構造を 2.5 Å 分解能で解析できる電子顕微鏡システム(世界最高)の構築を実現。モデル膜蛋白質の精密構造解析に成功。ドラッグデザイン等の構造情報利用技術開発に大きく前進した。

[中期計画]

・統計情報と物理計算の融合により、100 残基級のタンパク質立体構造について、サブマイクロ秒の挙動を分子動力学法計算で、またサブミリ秒の挙動を知識情報処理との融合による推定で、解析可能なシステムを開発する。100 Mb 級の配列の高精度な注釈付けが行える高速な配列情報解析システムを開発する。細胞内での遺伝子制御ネットワークや代謝ネットワークなどの高速なモデリングを可能とする 1,000 要素級の細胞シミュレータ・システムを開発する。

[平成 13 年度計画]

・ゲノム配列からの遺伝子領域の自動決定システムの構築を試み、遺伝子領域の自動検出及び機能予測に対す

る評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・世界最大規模のパソコンクラスターを構築しゲノム配列の中から遺伝子が存在する領域を自動決定するシステムを開発。これを用いて創薬において最も重要なターゲットであるヒト GPCR(G 蛋白質共役型受容体) 遺伝子を網羅的に検出・機能予測に成功した(成果は特許として出願)。

[中期計画]

- ・細胞の三次元培養技術を用いて、軟骨・靭帯、骨、血管等の組織を再構築する再生技術を開発し、これらデバイスを用いた臨床治験を行う。また、動物実験代替用等の検査用組織デバイスを開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・骨髄細胞の生体外再構築のための培養系の探索を行う。また、人工関節と生体高分子を複合化させた三次元培養担体の創製を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・安全なヒト細胞培養の系を確立。人工関節適用患者の骨髄細胞の培養・骨再生に成功し、培養骨を生着させた人工関節を用いた臨床応用を 2 例実現した。

[中期計画]

- ・高機能・高活性なハイブリッド・リボザイム等を作製し、それによる革新的な機能遺伝子探索技術を開発する。また、膜融合、核移行シグナル等を介した細胞内、核内への特定遺伝子の導入技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・リボザイムの高機能・高活性化のためのハイブリッド化を行い、特定遺伝子発現を不活性化するシステムへの応用を試みる。

[平成 13 年度実績]

- ・生体内で安定な異常型の mRNA のみを効率よく切断するリボザイム(異常型と正常型配列の mRNA を識別)の分子設計に成功し遺伝子治療に大きく前進。応用として慢性骨髄性白血病マウスの腫瘍細胞を完全に阻害することに成功した。

[中期計画]

- ・網羅的クローニングにより分離したヒト由来糖鎖合成関連遺伝子等の機能解析を行い、それらを利用して、新規な糖鎖合成法を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・ヒト糖鎖合成関連遺伝子ホモログの網羅的クローニングを目指して、糖鎖合成関連遺伝子の遺伝子ライブラリー構築を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・蛋白質の生体内における活性化維持のため重要な要素である糖鎖に関し、世界の 1/4 以上の糖転移酵素遺伝子を発見。ヒト糖鎖遺伝子の機能解析に大きく前進した。

[中期計画]

- ・高機能・高活性なハイブリッド・リボザイム等を作製し、それによる革新的な機能遺伝子探索技術を開発する。また、膜融合、核移行シグナル等を介した細胞内、核内への特定遺伝子の導入技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・モデル実験生物である細胞性粘菌を用い、リボザイムによる特定遺伝子発現を不活性化するシステムの開発を世界に先駆けて行い、細胞運動などに関わる重要遺伝子の単離および機能ネットワークの解析を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・超微細加工で形成した基板に運動蛋白質を固定化することにより、生体エネルギーである ATP を用いて生体分子を一方向に運動させることに成功。このシステムにより生体分子を能動輸送することが可能となった。

[中期計画]

- ・未利用生物遺伝子資源の探索を行い、新規微生物を 500 株以上分離解析する。複合生物系・生態系の解析を行い生物遺伝子資源の賦存状況を明らかにし、得られた生物遺伝子資源の保存とデータベース化を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・環境微生物モニタリングの技術による複合微生物系における特定菌の定量方法の開発を目的として、蛍光光度計などを用いて特定菌を定量する方法を検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・複合微生物系の新たな解析方法として、蛍光消光プライマーを用いたリアルタイム定量的 PCR 法(QP-PCR 法)

を開発して実試料に適用し、誤差の少ない解析が可能になった。

[中期計画]

・環境ストレスに対する生体防御メカニズムを分子・細胞レベルから個体レベルで解明するとともに、ストレス物質をオンチップで検出する技術及び生体ストレス傷害の計測技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・ストレスシグナルの解明として化学物質、活性酸素に対する生体応答メカニズムを解明する。加齢とともに進行する動脈硬化、糖尿病、癌、さらに痴呆などの特異的マーカーの超高感度センサ、迅速測定化学分析プロセスチップ上に集積化した微小化学分析システム(Lab-on-a-chip)の技術開発を行い、分離チャンネルと電気化学検出器をオン・チップ化した Lab Chip のチップ設計、試作および動作確認を行う。

[平成 13 年度実績]

・8-OHdG(DNA 損傷加齢マーカー)の迅速アッセイチップを構築。また、生体ストレスに対して高活性な抗動脈硬化薬物の開発が phase II(臨床試験)の段階にある。

[中期計画]

・福祉用具使用時の動作負担について計測技術を確立し、動作負担データベースを構築する。さらに、運動機能回復訓練機器等の福祉用具の人体適合性評価手法を提案する。

[平成 13 年度計画]

・リハビリ訓練のための人体モデリングとしては、リハビリの効果を予測できる人体運動の計算機モデルを開発する。

[平成 13 年度実績]

・3次元で全身筋骨格構造をモデル化し、リズム発生機構や時間遅れ特性を導入するなど生体の神経系の制御メカニズムに即した歩行シミュレーション技術を開発し、多数歩の安定した歩行シミュレーションに成功。本技術により高齢者の動作支援や転倒予防訓練システムの開発などを推進した(世界初)。

#### ④ 環境、エネルギー分野

[中期計画]

・国際標準規格準拠型(ISO)-LCA の実施可能な手法として LCA ソフトウェアを開発する。また、日本での実効的環境影響評価手法を開発するとともに、LCA ソフトウェアに組み込み、普及を図る。さらに、LCA 手法を活用した製品設計のための標準型 LCA の開発に関して、環境調和型製品開発(DfE)マニュアルを作成する。

[平成 13 年度計画]

・CO<sub>2</sub> 排出削減検討用ソフトウェアの改良および地域冷暖房検討ソフトウェアの基本設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・LCA 用ソフトウェア「NIRE-LCA, ver.3」の販売数で国内最大シェア(350)を達成。UNEP/SETAC の WS の開催、インドの国際会議の支援、国際共同研究等で、世界の LCA 研究をリードしている。

[中期計画]

・省資源・ダウンサイズ環境分析システムのための新規な分子認識能を有する機能性材料及びマルチセンサチップを開発し、分析前処理に要する時間と経費を低減するとともに分析感度を 5 倍以上向上させる。また、実用的な ppt レベルの有害イオンの予備分離・濃縮材料を開発する。

[平成 13 年度計画]

・環境ホルモン(有機スズ化合物)の環境挙動を解明するため、自動サンプリング装置及び新規分析システム(GC-ICP-MS)を用いて、ppt レベルの有機スズ化合物を高感度で分析する。

[平成 13 年度実績]

・内分泌攪乱作用のある有機スズ化合物を従来の 1,000 倍以上の高感度で分析する GC-ICP-MS 手法を開発し、有機スズの地球規模海洋汚染実態を世界で初めて明らかにした(横河アナリティカルシステムズとの共同研究、2001 年 10 月国際学会招待講演)。

[中期計画]

・海洋／大気間の二酸化炭素交換量の観測結果の解析をもとに、太平洋における交換量を評価するとともに、森林吸収量の観測と評価手法の開発に関して、アジアの二酸化炭素吸収量を評価する。また、海洋中に注入された二酸化炭素と海水との相互作用を明らかにするとともに、発生源での二酸化炭素の回収から海洋隔離に至るシステムの評価を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・二酸化炭素の貯留・固定を目的として、西部北太平洋亜寒帯域における表層海水中の二酸化炭素濃度の変動要因について検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・西部北太平洋亜寒帯域での海水中の全炭酸、栄養塩濃度の時間変化の解析により、二酸化炭素濃度の変動要因がこの海域での生物生産速度の季節変化であることを初めて明らかにした。

[中期計画]

- ・ヒト有害性の定量的評価と生態系有害性の定量的評価手法に関して、既存の毒性試験および疫学的調査の結果を元に、PRTR 対象物質のリスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。また、水系排出の大きい農薬について、既存の毒性試験および疫学調査の結果を元に、リスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。

[平成 13 年度計画]

- ・化学物質の曝露評価手法として、広域及び事業所周辺の化学物質曝露予測モデルを検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・大気化学物質の曝露とリスクを高精度で評価・管理するための曝露リスク評価大気拡散モデル(ADMER)を開発し、ユーザーインターフェイスとともに、講習会等により一般公開した。

[中期計画]

- ・化成品や高分子合成のハロゲンフリー化を目的として、製造過程で塩素、酸塩化物、ホスゲン等のハロゲン化合物を用いない複素環化合物、ポリカーボネート等の合成および固相重合の反応機構を解明する。

[平成 13 年度計画]

- ・塩素ガスやハロゲン系物質を用いないベンゾイソチアゾリノンの新規合成法を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・抗菌剤として有用なベンゾイソチアゾリノン類を塩素ガスを用いずに合成する二種類の新規合成ルートを開発した。

[中期計画]

- ・ガスタービンに供給可能な灰分 200 ppm 以下の無灰炭製造技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・溶剤種の選定、脱灰特性の炭種依存性データの収集により最適脱灰条件を確立する。

[平成 13 年度実績]

- ・ライトサイクルオイル中において、抽出温度 360 °C で溶剤処理を行うことにより、抽出率 60 % 以上、脱灰率 99 % 以上の溶剤脱灰炭の製造に成功した。

[中期計画]

- ・次世代型燃料電池の開発に貢献するため、燃料の多様化技術、起動停止特性の改善技術などを開発し適用用途の拡大を図るとともに、新規電解質及び新規電極触媒技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・燃料多様化のための車載燃料電池用水素吸蔵合金の性能向上を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・水素燃料技術で、水素吸蔵量が実用化レベル(5 質量%)まで達成可能な Mg-Ti 系合金を世界で初めて開発した(マツダとの共同研究、H14 年 3 月 18 日プレス発表)。

[中期計画]

- ・炭化珪素等を使用した革新的電力デバイスによる超低損失電力素子の基盤技術を、素子構造、パッケージデザインの検討を通じて開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・超低損失パワーエレクトロニクスデバイスプロセスに関して、チャネル易動度等基本 3 要素の向上を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・現在のシリコンパワーデバイスの性能を遙かに凌ぐシリコンカーバイドの MOS デバイスで、基本 3 要素(チャネル移動度、コンタクト抵抗、シート抵抗)で世界最高値を達成。超低損失デバイスの実用化への見通しを得た。

[中期計画]

- ・二酸化炭素の固定化を目的として、可視光応答性光触媒、2 段法光触媒水分解プロセス、及び新規の可視光応答性酸化物半導体光触媒を開発する。また、二酸化炭素共存下でのエチルベンゼンの脱水素によるスチレンの

製造技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・可視光利用高効率水素エネルギー製造が可能な、酸化物半導体光触媒系の探索・設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・世界で初めて、可視光で水を水素と酸素に分解できる光触媒の開発に成功。未来のクリーン水素エネルギーの供給にブレークスルー(論文発表:Nature、H13. 12. 05 プレス発表資料)。

[中期計画]

・低コスト高性能の太陽電池生産に向けて、高効率積層型薄膜シリコン系太陽電池の製造技術、光閉じ込め型極薄膜結晶シリコン太陽電池技術、CIS 系太陽電池の高信頼プロセス技術、超高効率の化合物太陽電池の低コスト製造技術、安価で高性能な色素増感太陽電池技術などを開発する。

[平成 13 年度計画]

・極薄膜結晶シリコン太陽電池および超高効率化合物太陽電池開発の高品質化を図る。

[平成 13 年度実績]

・低温(140℃)で作成した微結晶シリコン太陽電池で世界最高効率(9.6%)を達成した。

## 2) 地質の調査

[中期計画]

・東北南部の列島横断地帯及び地質項目毎の代表的地域において、総合的な広域地質調査・解析を実施するとともに、長期変化プロセスとメカニズムの抽出・検証、及び定量的な影響評価解析・予測手法等の研究を行い、技術資料等を整備する。

[平成 13 年度計画]

・第四紀火山岩噴出年代の高精度測定技術を開発し、その有効性を検証する。

[平成 13 年度実績]

・新たな高精度年代測定法を開発し、従来法では有意な年代が得られなかった若い試料から、火山層序と整合した有意な値を得ることが可能になった(精度は世界最高レベル)。この技術は、地層処分に係る火山活動域周辺の中長期的安全性予測への貢献が期待される。

[平成 13 年度計画]

・非火山性温泉において深部上昇水の寄与に関するデータ収集を広域的に実施する。

[平成 13 年度実績]

・有馬型温泉など、多くの非火山性温泉の温泉水が、マントル由来の深部上昇水の影響を強く受けていることが明らかになった。この結果、深部上昇水は地層処分の安全性評価における要調査事項となった。

[中期計画]

・地殻深部の不均質構造探査手法の研究を行うとともに、古地磁気/岩石磁気手法の高度化と海底付近での物質循環や海底環境把握手法の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・海底堆積物の解析により第四紀古地磁気変動の周期を測定する。

[平成 13 年度実績]

・赤道太平洋ニューギニア沖の海底堆積物から過去 230 万年間の連続的な地磁気変動記録を解析、今まで知られていなかった 10 万年周期の変動を発見した。また、地球環境、生物活動・進化などにも地磁気変動が関係している可能性が指摘された。この成果は、地球環境保全技術開発への重要な基礎資料となった(T. Yamazaki & H. Oda (2002) Science, 295, 2435-2438)。

[中期計画]

・室内実験および野外観測調査により断層の深部すべり過程のモデルを構築し、地震発生予測のためのシステムを設計する。

[平成 13 年度計画]

・大都市地下基盤構造の検出技術を開発し、その有効性を検証する。

[平成 13 年度実績]

・独自技術である P-S 変換波反射法により、軟らかい地層が厚く、従来検出困難であった大都市地下の基盤に到

るまでのS波速度構造を決定することが可能になった。この手法で得られたデータは、強震動予測への貢献が期待される。

[中期計画]

・インドネシアでの地熱資源調査とベトナムでの鉱物資源探査・評価についての資源開発研究協力を行う。

[平成 13 年度計画]

・インドネシアにおいて遠隔離島小規模地熱の探査技術を開発し、試験的な掘削・発電を実施する。

[平成 13 年度実績]

・無電化地帯の多いインドネシアの離島地域に適した地熱探査システムを開発した。この適用結果に基づき掘削された僅か 162.35 m の経済的深度の井戸から蒸気を噴出し、クリーンな分散電源の開発に成功した。

[中期計画]

・2 つの活断層系を対象として、セグメンテーション及びセグメントの連動を解明する。

[平成 13 年度計画]

・トルコ・北アナトリア断層系において断層活動の歴史を解析し、活動周期を見積もる。

[平成 13 年度実績]

・トルコ・北アナトリア断層系の活動セグメントの規模・構造を精査し、同断層系は 16 世紀末以降に 3 回の活動があり、地震の再来間隔は不規則であることが明らかになった。この結果は、地震の将来予測技術開発への重要な基礎資料となった。

[中期計画]

・社会的要請への組織的かつ機動的な対応のために必要な調査・研究の調整を実施するとともに、地震、火山噴火、地すべり等の地質災害発生時には、直ちに情報収集の体制を組み、必要に応じて緊急調査研究を実施し、現地調査観測情報および関連情報を一元的かつ速やかに提供する。

[平成 13 年度計画]

・三宅島火山における噴火緊急観測を行い、同火山活動の総合評価に資するデータを提供する。

[平成 13 年度実績]

・産総研三宅島火山噴火緊急対策本部を組織し、三宅島火山緊急観測班として対応した。同火山による二酸化硫黄ガス放出量観測の高精度化及び観測データの解析、降灰試料の分析、噴火活動の観測(陸上・へり)などを行い、噴火予知連による同火山活動の総合評価に大きく貢献した。

[中期計画]

・ナノポア材料の新規合成法(固相合成法、有機・無機添加剤、水熱合成法)等を確立し、固体酸触媒、分離材料、電気粘性流体、センサー等の新機能材料を開発する。

[平成 13 年度計画]

・海水からのリチウム高度分離技術を改良し、吸着性能の大幅向上を実現する。

[平成 13 年度実績]

・吸着剤 1 g 当たりリチウム 40 mg もの吸着性能を有する高性能リチウム吸着剤を開発、さらに実用化にむけて月産 100 kg の大量造粒を可能とした。この成果により、需要が増大する二次電池や国際熱核融合実験炉計画に必要なリチウムを海水から採取する技術は実用化に一歩近づいた。

[中期計画]

・東・東南アジア地域の地球科学情報収集を実施するとともに、鉱物資源データベース、地熱資源データベース、及び海洋地質環境情報デジタルデータベースを構築し、小縮尺東アジアの地質災害図を作成する。

[平成 13 年度計画]

・東アジア地質災害図を出版し、東アジア地域の広域的防災対策に資するデータを提供する。

[平成 13 年度実績]

・内・外因性2種類の地質災害図(770 万分の 1)を、東・東南アジア沿岸・沿海地球科学計画調整委員会、世界地質図委員会や UNESCO の国際対比計画等 10 年にわたるプロジェクトの成果として出版した。この成果は、東アジア地域の広域的な防災対策への活用が期待される。

### 3) 計量の標準

#### [中期計画]

・主要な研究課題として、原子泉方式による新時間標準、光周波数計測による高精度広域波長標準、電磁気量に基づく新質量標準、共晶点を利用した超高温標準、高温白金抵抗温度計による新国際温度目盛、粘度の新国際標準、高速・高精度の交流電圧標準、イオンビーム堆積物質量標準、情報技術を利用した新しい標準供給方式などを考慮し、適宜柔軟な計画の見直しとチーム編成のもとに技術開発を行う。

#### [平成 13 年度計画]

・金属-炭素共晶を用いた 2,500 °C までの温度定点確立を目的に、共晶凝固のメカニズムを解明および定点温度再現性向上を達成し、併せて定点温度域を 2,500 °C 以上へ拡張する。

#### [平成 13 年度実績]

・独自アイデアに基づき 1,100 °C～2,500 °C 間に金属と炭素の共晶組成の合金を定点物質とする、9 つの新たな温度定点を開発。さらに 2,500 °C を超える温度域で金属炭化物-炭素の共晶を用いた温度定点の可能性を実証した。

#### [中期計画]

・物質量分野では既存の 76 種類の標準の維持・供給を継続するとともに、60 種類の計量標準の開発に着手し、既着手分と合わせて 110 種類の開発を進め、そのうち 90 種類の供給を開始する。46 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては、20 件に参加し、35 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む)を行う。

#### [平成 13 年度計画]

・無機・有機標準ガス、有機標準液、環境ホルモン標準液、高純度有機化合物等の 22 物質程度を開発する。VOC 混合標準ガスの計測法を確立すると共に、標準ガス、標準液についての国際比較の準備を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・無機標準ガス 4 種、有機標準ガス 8 種、有機標準液 6 種、環境ホルモン標準液 7 種、高純度有機物質 3 種を開発。VOC 混合標準ガス、天然ガス、および有機標準液関連ではタラ油中農薬など 3 件について国際比較(CCQM 会議)に参加した。

#### [中期計画]

・物性・微粒子分野では既存の 1 種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、15 種類の計量標準の開発に着手し、既着手分と合わせて 28 種類の開発を進め、そのうち 7 種類の供給を開始する。6 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 1 件程度に参加し、5 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む)を行う。

#### [平成 13 年度計画]

・シリコン結晶標準試料のモル体積を決定し、モル体積の標準データを整備することにより密度標準供給体制の整備を行う。基本薄膜の熱拡散率測定を進め、測定の信頼性と不確かさの評価を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・0.1 ppm 精度(世界最高精度)の密度絶対測定計測技術をさらに発展させ、光周波数の計測・制御によるシリコン球体の形状計測技術を開発。シリコン結晶を密度標準物質として計量法に基づく標準供給制度を確立。ピコ秒サーモリフレクタンス法により通常測定の困難な基本薄膜に対する系統的な薄膜熱拡散率測定を実現した。

#### [中期計画]

・時間-光周波数分野では既存の 1 種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、8 種類の開発に着手し、そのうち 2 種類の供給を開始する。2 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。

#### [平成 13 年度計画]

・標準供給に関して重要な技術マニュアルを時間周波数及びレーザ波長標準に関して作成する。さらに、よう素安定化 YAG について二国間比較を行う。外国の標準機関のピアレビューに協力する。

#### [平成 13 年度実績]

・繰り返し周波数の安定化された光周波数コムを広帯域化し、532 nm ヨウ素安定化 YAG レーザ、633 nm ヨウ素安定化 He-Ne レーザ、778 nm ルビジウム安定化半導体レーザの光周波数の絶対測定を実施し、国際比較(CCL 会議)に参加した。

#### [中期計画]

・長さ-幾何学量分野では既存の 6 種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、13 種類の開発に着手し、既着手分と合わせて 25 種類の開発を進め、そのうち 14 種類の供給を開始する。15 種類の計量標準に対して品

質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 32 件に参加し、13 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む)を行う。

[平成 13 年度計画]

・JCSS(計量法校正事業者認定制度:Japan Calibration Service System)に結びつく技能試験を 3 件以上、そして依頼試験を 8 件以上実行する他に、CIPM(国際度量衡委員会)基幹国際比較を 1 量、また、アジア地域国における基幹国際比較を 3 量実施する。この中で、1 件に関しては国際比較の幹事所を務める。また、二国間比較を 2 量実施する。

[平成 13 年度実績]

・長尺ブロックゲージでは、国際比較(CCL-K2)の測定を完了した。  
・距離計では光学トンネル内の産総研設備(100 m 移動台+産総研距離計)により、国内距離計メーカー 4 社の社内標準距離計の比較測定実験を実施した。  
・標準尺では線標準測定装置の改良を完了し、国際比較(NANO3)に参加した。  
・ステップゲージでは、試作した制御系の動作確認を実施。絶対平面度測定で NML との二国間比較(P-V 値=7 nm、RMS 値=0.5 nm)、また段差の基幹国際比較(NANO2)に参加した。

## 1) ～ 3) の共通事項

### ア) 政策的要請への機動的対応と萌芽的課題の発掘

[中期計画]

・各分野における社会的政策的要請等に機動的に対応し、産業競争力の強化に貢献するために、欧米各国等の技術レベルの調査研究の実施、各種の経済産業省の検討会、各種学会、研究会、委員会への参加等により、内外の最新の技術開発動向の把握に努め、重要性の高い研究課題の発掘、発信を行う。併せて、産業技術、環境、エネルギー、原子力等をはじめとする各般の政策・社会ニーズに対応した委託研究の受託、内外の競争的資金への応募等を促進し、研究体制の構築を必要に応じて行い、研究開発を実施する。

[平成 13 年度計画]

・社会的、政策的要請によって新たに実施する課題については、研究体制、支援体制について検討し、その実施に向けて機動的に対応する。

[平成 13 年度実績]

・産業ニーズを踏まえ機動的な研究を展開するために 3 センター、4 ラボの新設を決定した(【機動的研究組織】で詳述)。  
・補正予算により、地域の産学官連携、ベンチャー起業等の活性化を促すためのオープンスペースラボおよび民間企業による共同研究を中心に据えた共同研究設備・施設の整備を開始した。

[平成 13 年度計画]

・委託研究については、産総研の研究ポテンシャルを活用し積極的に受託に努める。

[平成 13 年度実績]

・国からの受託だけでなく、特殊法人等からの受託費(約 52 億円)、民間企業等からの受入資金や用途特定寄附金、研究助成金、さらには競争的資金外部資金等の積極的な獲得に努めた(「(3) 財務内容の改善に関する事項」で詳述)。

### イ) 研究活動の質的向上

[中期計画]

・外部専門家等の意見を採り入れ、公正かつ開かれた研究ユニット評価を実施する。

[平成 13 年度計画]

・平成 13 年度は産総研発足期であることを踏まえ、研究ユニット(研究センター、研究部門、研究系)毎に産総研内外の専門家によるプレ評価を行い研究開始に当たっての意見等を得ることとし、それらを研究内容の改善等に反映させる。さらに、研究ユニット(研究センター、研究部門、研究系、ラボ等)毎に外部専門家等を含めたレビューボードを設置しピアレビュー方式による成果ヒアリングによる厳正中立な短期評価を行う。評価結果を踏まえ次年度の研究資源の配分、研究内容の改善等に反映させる。

[平成 13 年度実績]

- ・理事長直轄の評価部(研究者13名、事務職2名)を設置し、約3億円(総研究費の1%弱)の費用により自己評価を実施した。
- ・研究ユニット毎に外部専門家等からレビューボード委員(のべ154名)を選定し、ピアレビュー形式でプレ評価を実施した。プレ評価結果は理事長に報告するとともに、指摘点については研究計画の改善等に反映した。
- ・平成13年12月より同14年3月まで、全54研究ユニットについて第三者で構成されるレビューボード(のべ282名)を設置し、研究ユニット毎の重点研究課題、運営体制について実績評価を行った。
- ・評価結果(別添資料)は今後の研究ユニットの研究活動、運営に反映すべく、研究ユニットに開示した。また、評価結果に対するユニット側のコメントを添付して理事長に報告した。
- ・平成14年度の研究費の配分にあたっては、上記評価結果を反映させ、平成13年度実績評価が高い26研究ユニットに5~20%の研究費(総額約7億円)を追加配分することとした。また、特に高い評価を受けた12ユニットについては業績給総額に5%相当額を加算した(再掲)。

#### [中期計画]

- ・内部資金を活用し、萌芽的研究、有望技術シーズに対する競争的環境を提供する。

#### [平成13年度計画]

- ・萌芽的研究や有望技術シーズに関し、産総研内部にグラント制度を創設し、競争的研究資金を提供する。

#### [平成13年度実績]

- ・萌芽的研究テーマ(応募件数255件、採択件数60件5.8億円)、外部ファンド獲得支援・知的基盤整備研究テーマ(応募件数211件、採択件数39件3.9億円)を対象とした内部グラントを実施した。また、平成14年度については上記3制度の実施状況の反省を踏まえ萌芽的研究テーマに一本化し、テーマ選考を行った(応募件数293件、採択件数61件、8.1億円)。
- ・外部競争的資金を獲得した研究ユニットに対する交付金の上積み配付など、競争的研究環境についての職員の意識定着を図る制度を整備した(実施は平成14年度)。

## ウ) 成果の発信

#### [中期計画]

- ・研究所全体としての広報・成果普及体制を整備し、研究所の概要、研究の計画、研究の成果等について、印刷物、データベース、インターネットのホームページ等の様々な形態により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行う。

#### [平成13年度計画]

- ・体系的、迅速かつ国民に分かりやすい研究成果の発信のために、研究成果情報をデータベース化し、速やかにホームページを通じて公開する。また、広報誌は、電子編集を採用してホームページ等と有機的連携を図り、速報性のある発信を行う。

#### [平成13年度実績]

- ・研究成果発表データベースを構築し、誌上、口頭発表など広く成果を収集し、ホームページに公開する仕組みを作成した。
- ・広報誌「AIST Today」を日本語版は月1回発行し各月7,000部を、英語版は年4回発行し各900部を配布した。また、ホームページ上でも公開した。

#### [平成13年度計画]

- ・プレス発表や取材への対応等による報道機関への発信を通じて、研究所の社会的認知度を高める。見学への対応や研究所公開、研究講演会等の開催により、広く産業技術への関心を向上させるよう努める。そのため、研究所紹介パンフレットを作成、活用する。

#### [平成13年度実績]

- ・プレス発表を計67回実施した。また、新聞等への掲載は1,150件(1日平均3件)に上った。見学者の受入、研究所の公開、研究講演会の開催、各種イベントへの参加を実施した。このため、研究所紹介パンフレット、ユニット概要パンフレット等を作成し、活用した。
- ・産総研の中心的な研究の取り組みを紹介した「産総研シリーズ」の発刊を実施した。

#### [中期計画]

- ・研究成果の公表にあたっては、知的財産としての観点から見直しを行い、知的財産権化すべきものについては漏れなく特許、実用新案等出願する。特許については、真に新たな発明か、社会に有用な発明か等、質の向上に留意しつつ、平成16年度の研究所の年間出願総数として、1,000件以上の出願をめざす。特許の実用的価値を高め、産業界等で有効に活用されるようにする観点から、特許等知的財産権の戦略的かつ適切な権利取得

得、質的向上のために組織的に対応し、実施される特許の増加に努める。

[平成 13 年度計画]

- ・知的財産の権利化、保護、実施に関わる研究者の意識変革を図るため、特許に関わる基本的方針としての「パテントポリシー」の浸透を進めるとともに、特許出願を戦略的かつ積極的に行う。平成 16 年度において 1,000 件以上の出願を目指して、平成 13 年度は研究者に対して特許出願に係る明細書の作成技術に関する講習会を実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・パテントポリシーを制定したほか、各研究ユニットにはユニット知財担当者を配置し、職員の知財権に対する意識改革を図った。さらに、その周知徹底を図るため、各研究拠点において研修・説明・リエゾンを実施した。また特許化のインセンティブとして、特許実施等収入の個人への還元の上限を撤廃した。特許明細書作成技術等についての知的財産についてのセミナーを計 22 回(内、つくばで 9 回)開催した。
- ・これらの結果、平成 13 年度の出願件数は国内 1,017 件、外国 140 件であった(平成 12 年度は国内 1,022 件、外国 151 件)。
- ・特許実施契約等件数は 187 件(前年度 149 件)に、特許実施料等は 144 百万円(実績見込額)(前年度 48 百万円)になった。

[中期計画]

- ・(前略)研究所全体の論文発信量については、世界的な研究機関としての成果発信水準に到達することを目的として、平成 16 年度の研究所全体の年間発表総数として、5,000 報以上の発表に努める。
- ・(前略)質の向上を図るため、平成 16 年度においてインパクトファクター(IF)上位 1,000 報の IF 総数(IF×論文数の合計)で 2,500 以上を目標とする。

[平成 13 年度計画]

- ・論文の発表、インパクトファクター(IF)等については、平成 16 年度における研究所全体の年間発表総数として 5,000 報、及びインパクトファクター(IF)上位 1,000 報のIF総数(IF×論文数の合計)で 2,500 以上という中期計画の指標を達成すべく、発表件数、IF 値等の推移を随時把握するとともに、その着実な増加を図り、必要に応じて指導、支援を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・研究成果発表データベースを更新し、誌上、口頭発表など広く成果を収集した。誌上発表数は 3,762 件(前年度 3,506 件)であった。また、上位 1,000 報の IF 総数は 2,757(前年度 2,358)であった。
- ・論文数等研究成果発表データを随時把握するため、「研究成果データベース」を構築・運用した。

[中期計画]

- ・地質の調査については、社会ニーズに沿って国土及び周辺海域の地質情報の取得を行い、利用しやすい形の成果物として整備・発信する。この内、最も基本的な成果物の一つである 1/5 万地質図幅については、地震予知戦略の一環として指定された特定観測地域、観測強化地域等から重要性の高い地域について中期目標期間末までに 30 図幅を作成し、広く国民に提供する。

[平成 13 年度計画]

- ・地質の調査については、その最も基本的な成果物の一つである 1/5 万地質図幅に関して、地震予知・防災に関する緊急性の高い特定観測地域、観測強化地域、社会的及び地球科学的重要地域のうち、須原・冠山・青森西部・綾里を始めとする 23 地域の地質調査を行う。また、これまでに地質調査を行ってきた白馬岳・水口・浦河・身延等 9 地域の図幅を完成する。

[平成 13 年度実績]

- ・1/5 万地質図幅に関しては、須原・冠山・青森西部・綾里を始めとする 25 地域の地質調査を行い、白馬岳・西津・千厩・大宮など 9 図幅(12 区画)地域の執筆を完了した(出版は H14 年度)。

[中期計画]

- ・計量の標準については、140 種類の既存標準の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展に必要なとされる新たな計量標準について着手し、中期目標期間末までに 158 種類の供給を開始する。これにより 2010 年には、世界のトップレベルに比肩する 500 種類程度の物理系・化学系の標準供給体制を我が国で確立することに貢献する。

[平成 13 年度計画]

- ・計量の標準の開発・維持・供給については、140 種類の既存標準の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展に必要なとされる新たな計量標準についての開発を進める。中期目標期間末までに新たに 158 種類の供給を開始することを目標としているが、これをできるだけ早期に達成するため、今年度は物理標準 35 種類以上、標準物質 35 種類以上、合計 70 種類以上の新たな標準の供給開始を目指す。

[平成 13 年度実績]

- ・新たに、物理標準 51 件(依頼試験 43 件、JCSS 8 件)及び標準物質 36 件(JCSS 28 件、NMIJ 認証標準物質 8 件)の供給を開始し、累計供給数は物理標準 115 件、化学標準 113 件となった。
- ・標準物質調査委員会を組織して、産業界におけるニーズ調査、研究機関におけるシーズ調査等を実施し、報告書にまとめた。
- ・長さ、幾何形状、時間・周波数、質量の分野において、合計 9 件の校正品目についてピアレビューを受け、ISO/IEC17025 による品質システムの ASNITE 認定を受けた。

## エ) 産学官一体となった研究活動への貢献

[中期計画]

- ・産学官連携プロジェクトの中核として機能することや、研究拠点を緊密にネットワーク化し全国の技術ポテンシャルの活用を図ること等により、産業界、大学と一体となった研究活動の展開に貢献する。

[平成 13 年度計画]

- ・全国に展開する研究拠点に、地域担当研究コーディネータを配置し、地域の産業ニーズや大学のシーズを継続的に調査・分析するとともに、各地域相互の連携・調整を図る。さらに、各技術分野を担当する研究コーディネータとの連携により、産業ニーズと、大学のシーズや法人内技術シーズとのマッチングを図り、産学官連携プロジェクトの企画・立案を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・研究拠点の特質を生かした産学官の連携研究を実施するためのオープンスペースラボ(5 拠点)の整備計画を開始した(「(4) その他業務運営に関する重要な事項」で詳述)。
- ・地域コンソーシアム制度や民間からの受託に基づく研究を円滑に進めるために、23 の連携研究体を設置し、研究開発を開始した。また、民間企業との新たな共同スキーム(研究テーマについては双方の話し合いによって決定)の試みとして三菱化学(株)と包括的研究協定を結び外部資金確保を強化した(再掲)。

## 4) 技術指導、成果の普及等

### 【産業界との連携】

[中期計画]

- ・将来の我が国の技術シーズの開拓、共通基盤的技術の開発等の公的研究機関に期待され研究開発を強力に推進するとともに、産学官の連携を推進する機能を設け、産業界、学界等との連携の積極的推進を支援する。研究開発に関する連携等を地域へ展開するために、各研究拠点においても組織的に活動する。また、研究スペースとして産学官の連携研究促進を目的とした施設等を活用する。また、成果の普及等の業務を効率的に推進するための体制を整備し、研究成果等の産総研ポテンシャルを広く産業界等に普及し、技術相談、特許実施による技術移転に積極的に取り組む。

[平成 13 年度計画]

- ・連携研究体の活動を支援するため、予算的支援の他、産学官の連携研究促進を目的とした施設等のスペースを活用する。

[平成 13 年度実績]

- ・地域を中心とするオープンスペースラボ、スーパークリーンルーム等の官民共同研究特定施設、民間企業による研究を中心に据えた共同研究設備・施設等を整備した。(4. その他業務運営に関する重要な事項で詳述)
- ・これらの施設を活用し産総研をプラットフォームとする、次世代半導体やバイオインフォマティクス研究等の新たな産学官研究を開始した。

[平成 13 年度計画]

- ・産学官連携部門と TLO との連携によって特許実施による技術移転に積極的に取り組む。

[平成 13 年度実績]

- ・パテントポリシー及び技術移転ポリシーを制定したほか、各研究ユニットにはユニット知財担当者を配置し、職員の知的財産権に対する意識改革を図った。また、知的財産権を機関帰属とするなどによりその効果的運用を図った。
- ・特許実施契約等件数は 187 件(前年度 149 件)に、特許実施料等収入 144 百万円(実績見込額)(前年度 48

百万円)となった(再掲)。

#### [中期計画]

- ・研究成果普及の一環として、職員によるベンチャーの起業の試みに対し、施設の利用、相談、指導等の支援環境の整備を図る。

#### [平成 13 年度計画]

- ・ベンチャー企業を興すことを希望する研究者に対し、研究所の研究施設の利用等、研究開発に対する支援を行う。また、ベンチャー運営上の相談、指導等を行う。必要に応じて、移転特許の実用化のための関連研究等の支援を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・ベンチャー支援要領を策定し(実施は H14 から)、ベンチャー支援の体制を整えた。
- ・3 社のベンチャー企業の希望者に対して研究施設等の支援を行った。22 件のベンチャー企業関連の相談、指導等を行った。
- ・これらにより、産総研ベンチャーは平成 13 年度末で現在 18 社(新規設立 5 件)となった。

#### [中期計画]

- ・技術相談等への対応の他、必要に応じて産業技術総合研究所を中核とする共同研究体を組織したり、時限的な連携研究体を設置する等、機動的、集中的に共同研究を行い、産業化のニーズに的確に対応し、平成 16 年度において年間 1,000 件以上の共同研究を実施することを目指す。併せて受託研究制度を見直し、研究受託件数の増加を図る。

#### [平成 13 年度計画]

- ・コーディネータの活動を活発に行い、平成 13 年度において 900 件以上の共同研究契約を締結する。民間等からの研究開発委託について、連携研究体の設立や研究受託関連規程の整備等、必要な環境を整備し、受託件数の増加に努める。

#### [平成 13 年度実績]

- ・技術移転ポリシーを制定し、職員の技術移転に対する意識改革を図った。また産学官連携コーディネータを各拠点に計 26 名配置した。これらにより、1,131 件の共同研究契約、182 件の受託研究契約を締結した(前年度の共同研究実績は 972 件)。
- ・民間企業からの受託は 78 件(約 3.4 億円)、企業等との共同研究グラントは 17 件(4.4 億円)と前年度に比して大幅増となった。
- ・マッチングファンドによる新たな研究協力の仕組みとして、三菱化学との包括的な研究協定を結び外部資金確保を強化した。

### 【大学への協力】

#### [中期計画]

- ・大学・大学院等高等専門教育機関に対して、連携大学院その他の制度により大学院生、研修生を受け入れるとともに、併任教授としての派遣により大学等の教育、研究に協力する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・従来の連携大学院 28 件を継続するとともに、新たに連携大学院 10 件以上の協定を締結し、法人が持つ研究能力を活用し、大学等の教育・研究活動に協力する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・連携大学院協定を 26 の大学と更新し、新規に 13 大学と締結した。連携大学院教官として 222 名(前年度 162 名)が発令を受け、連携大学院生を 122 名受け入れた。

### 【標準化・規格化等、知的基盤への貢献】

#### [中期計画]

- ・効果的な成果普及のための機能を設け、研究情報公開データベース等、知的基盤に関するデータベースの整備、及び発信・提供を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- ・研究情報公開データベースについては、産業界等のニーズ、研究所のミッションとの整合性、創造性、学術的な意義等を勘案してデータベースのテーマを選定し、研究所内の研究成果を発信するための情報源として整備す

る。システム全体を効率的に開発し、研究所内外から利用しやすいデータベースとし、インターネットによるアクセス数の増加を図る。また、地質の調査、計量標準を含む知的基盤に関するデータベースについて、関連諸機関と連携して体系的な構築・整備を進める。

[平成 13 年度実績]

- ・研究情報公開データベース(RIO-DB)については、継続課題 55 件の更新を行うとともに、新規 25 件を追加した。
- ・RIO-DB とテクノナレッジネットワーク(中小企業ものづくり支援技術情報サイト)との相互連携を開始し、アクセス数の増大を図った。その結果、アクセス総数は 1,561 万回となり、前年度より 1 割以上増加した。テクノナレッジネットワークへのアクセスは約 88 万件(前年度 48 万件)となった。

## 【国際活動】

[中期計画]

- ・国際展開のためのインターフェース・調整機能を果たし、また、国際交流、国際連携、国際的な成果普及、技術移転を積極的に推進することとし、研究員の派遣・招へい等を行う。また、国際シンポジウムを開催し、世界に対して成果の発信、普及に努める。

[平成 13 年度計画]

- ・海外の主要な研究機関の研究動向について技術情報部門と協力して分析を行うとともに、関係海外機関との連携を図る。平成 13 年度は、これまで旧工技院各研究所が行ってきた海外研究機関との連携関係を整理し、より戦略的な立場から包括的な協定の締結をふくむ連携の再構築・新規開拓を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・海外と研究機関との旧来の連携関係を整理し、115 カ国と 26 件の協定を整備した。戦略的な立場からフランス CNRS、韓国産業技術研究会およびオーストラリア技術科学工学会議と包括的な協力協定を締結した。外国人研究者については、招へい 654 名(55 カ国)、JSPS/NEDO フェロー144 名(28 カ国)、職員研究者 50 名(15 カ国)であった。また、派遣研究者は長期 40 名、短期は 2,565 名であった(人数はいずれも延べ)。

[中期計画]

- ・途上国支援については、国際協力事業団プロジェクトをはじめとする各種制度に積極的に参画し、技術協力等を行うとともに、各種制度による途上国からの研修生等の受け入れ、招へいを行う。また、必要に応じて研究員を派遣し、現地に密着した技術支援を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・発展途上国の支援の立場から、国際協力事業団が行う技術協力プロジェクト等への積極的な参画、研修生等の受入を行うと共に、途上国における研究活動の支援のために、研究員の派遣を行って技術シーズの円滑な移転を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・国際協力事業団が行う技術協力プロジェクト等への積極的な参画を行い、16 名の専門家派遣、集団 6 コース・個別 11 件の JICA 研修を行った。また 10 件の技術援助型国際共同研究を行った。タイ国計量標準機関の設立プロジェクトでは直接受託により国内事務局を立ち上げた。

## (3) 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)についてを<<別表 a>>平成 13 年度 決算報告書、収支計画を<<別表 b>>貸借対照表及び損益計算書、資金計画を<<別表 c>>キャッシュ・フロー計算書によって明示する。

### 【収支計画】

[中期計画]

- ・業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図る。

ア) 自己収入の増加

#### イ) 固定的経費の割合の縮減

##### [平成 13 年度計画]

- ・業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図る。外部資金、特許実施料、教習料、校正・検定手数料等、自己収入の増加に努める。高額ランニングコストを必要とする施設・大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合の縮減に努める。

##### [平成 13 年度実績]

- ・国からの受託だけでなく、特殊法人等からの受託費(52 億円)、民間企業等からの受入資金や使途特定寄附金、研究助成金、さらには競争的資金外部資金等の積極的な獲得に努めた。その結果、外部受入資金総額(18,297 百万円)は予算額(13,895 百万円)を大幅に上回った(4,402 百万円増)。自己収入金は 1,161 百万円(予算 291 百万円から 870 百万円増)。
- ・従来、各研究所に分散配置された総務、会計等の部門の集中化、調達システム、内部起案承認システム等の全面情報化により管理部門の人員を削減した(業務推進、会計等管理 4 部門の人員を約 40 名)。
- ・諸設備の維持管理、調達方法等の全面見直しにより固定経費の節減に努めた。
- ・平成 13 年度は、業務効率化を中心に約 6 億円の削減を達成した(人件費を除く運営費交付金の約 2%弱に相当)。

##### [具体例]

特殊空調等の大型設備の補修業務の見直し : 17.2 億円(12 年度)→12.6 億円(13 年度)▲4.6 億円  
電気設備等の点検頻度の見直し・一括契約化 : 20.0 億円(12 年度)→19.5 億円(13 年度)▲0.5 億円  
つくばの警備業務の見直し・一括化 : 3.3 億円(12 年度)→ 2.9 億円(13 年度)▲0.4 億円

### 【剰余金の使途】

#### [中期計画]

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・研究用地の取得
- ・研究用施設の新営・増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

#### [平成 13 年度計画]

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・研究用地の取得
- ・研究用施設の新営・増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

#### [平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年度の剰余金は約 7 千万円を予定。

## (4) その他業務運営に関する重要な事項

### 【施設及び設備に関する計画】

#### [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＝総額 112 億円 財源＝施設整備費補助金 予定額＝793 億円 財源＝無利子借入金(平成 14 年 3 月 中期計画の変更)
- ・産学官連携研究オープンスペースラボの整備
- ・空気調和関連設備改修
- ・電力関連設備改修
- ・給排水関連設備改修
- ・その他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

#### [平成 13 年度計画]

- ・空調関連設備改修、電力関連設備改修、給排水関連設備改修等により施設の老朽化対策及び高度化対策を

行う。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年度において、以下の補正予算等で施設及び整備の重点化を図るとともに、施設の老朽化対策及び高度化対策を実施した。
- ・地域の産学官連携、ベンチャー企業等の活性化を促すため、五つの地域に産学官連携の研究者が集中研究できるオープンスペースラボの整備を平成 13 年度補正予算により開始した。

13 年度第 1 次補正予算(施設整備費補助金)

○中部産学官連携オープンスペースラボ 5,000 m<sup>2</sup> 20 億円

13 年度第 2 次補正予算(無利子貸付金)

○産学官連携情報技術共同研究施設 36,000 m<sup>2</sup> 170 億円

○関西産学官連携オープンスペースラボ 5,000 m<sup>2</sup> 29 億円

○北海道産学官連携オープンスペースラボ 4,000 m<sup>2</sup> 21 億円

○東北産学官連携オープンスペースラボ 5,000 m<sup>2</sup> 21 億円

- ・民間企業による研究を中心にした産学官共同研究を実施するため、平成 13 年度補正予算により共同研究施設・設備の整備を開始した。

○次世代半導体設計製造技術共同研究施設(仮称) 2,000 m<sup>2</sup> 315 億円

○低消費電力次世代ディスプレイ製造技術共同研究施設(仮称) 9,000 m<sup>2</sup> 153 億円

○次世代モバイル用表示材料技術共同研究施設(仮称) 3,000 m<sup>2</sup> 34 億円

○環境調和型ディーゼルシステム共同研究施設(仮称) 4,000 m<sup>2</sup> 50 億円

【人事に関する計画について】

[中期計画]

- ・研究関連人材の流動性を高めるため、任期付き任用制度を積極的に活用する。

[平成 13 年度計画]

- ・研究関連人材の流動性を高めるため、任期付き任用制度を積極的に活用する。

[平成 13 年度実績]

- ・任期付研究職員の採用に努めた。その結果、全研究職員に占める任期付職員の割合は、約 10%(平成 13 年度当初)から約 12%(平成 14 年度当初)に増加した。

[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抑制する。

[平成 13 年度計画]

- ・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を抑制する。

[平成 13 年度実績]

- ・管理 4 部門(業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門、研究環境整備部門)の業務を効率化した。その結果、平成 14 年度の管理部門を約 40 名削減した体制で発足することとした(再掲)。

[中期計画]

- ・研究業務に従事する新規採用者数に対して、任期付き職員数が占める割合を順次引き上げていく。

[平成 13 年度計画]

- ・研究者の職員の新規採用については、若手育成型任期付研究員を中心に採用し、研究員の流動性の確保に努める。公募には広く国内外から優秀な人材を集められるよう、十分時間をかけるとともに、内部における採用審査も複数の段階に分けて慎重に行うものとする。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 14 年度研究職員の新規採用については 68 名のうち 58 名を任期付研究員(若手型 51 名、招へい型 7 名)とした。国内外から人材を広く公募した結果、全応募者 756 名のうち 51 名が海外からの応募(うち採用は 5 名)であった(再掲)。
- ・採用審査は、研究現場、理事等複数の段階に分け、幅広い観点から選考審査を行った。

### 3. 特記すべき事業等の概要

#### (1) 内部グラントの実施状況

1) ~ 3) の共通事項のイ【研究活動の質的向上】等に既述のように、萌芽的研究や有望技術シーズ等に関し、産総研内部にグラント制度を創設し、競争的研究資金を提供した。平成 13 年度に実施した内部グラント制度の概要、課題数、予算額等は以下のとおりである。

##### 1) 外部ファンド支援・知的基盤整備

各研究ユニットから外部ファンドへの応募をエンカレッジするとともに、外国の研究機関との競争に資する知的基盤整備に向けた研究を支援するために、a. 外部ファンドテーマに関連した調査あるいは先導研究、b. 世界トップレベルの知的基盤整備のための研究であり、各研究ユニットのミッションにマッチした競争力のあるテーマに対して提供する内部グラント。

平成 13 年度は応募総数 211 件の中から 39 件選定して、390 百万円を投入した。

##### 2) 萌芽的な研究

各研究部門、研究系、研究ラボにおいて、将来の重点課題あるいは将来の研究センター立ち上げにつながる革新的な研究を育成することを目的として、研究ユニットのミッションにマッチした競争力のあるテーマに対して提供する内部グラント。

平成 13 年度は応募総数 255 件の中から 60 件を採択し、580 百万円を投入した。

##### 3) 標準基盤研究

工業標準化を推進するためには、その前提として、関連技術に関する標準化のための基礎的データや評価手法等の関連情報が必要であるが、産業界を中心とした民間においては標準化のためのデータ等が不足しているか、ノウハウに属するようなものであって標準化の資料として活用できない場合、産業技術総合研究所が中心となって基礎的データの収集・蓄積・体系化や、試験評価方法の確立の基礎となる評価データの取得・分析等の標準基盤の整備(標準基盤研究)を推進し、以下に示すいずれかの工業標準を作成(規格改正案作成を含む。)することを目的とする研究。研究期間は、原則として 2~3 年とする。

①国際標準の獲得が我が国産業の発展に特に欠かせないものであって、国際標準化を行うために研究開発が不可欠である技術分野に対して国際標準原案作成のための研究開発を実施し、国際標準(ISO、IEC)原案を作成するとともに、必要に応じ国内標準(JIS)原案を作成すること。

②特定の公共目的(環境対応、高齢者障害者対応等)(別添資料参照)の達成のために標準化を行う必要があるものであって、そのために研究開発が不可欠である技術分野に対して国内標準原案作成のための研究開発を実施し、国内標準(JIS)原案又は標準情報(TR)原案を作成するとともに、必要に応じ国際標準(ISO、IEC)原案を作成すること。

平成 13 年度は 8 件を採択し、36 百万円を投入した。

##### 4) 標準情報(TR)化研究

産業技術総合研究所において研究中又は研究終了後の研究成果について、標準化の観点からの研究成果の活用を促すため、JIS 規格化を図るには、まず、市場に情報提供してその市場適合性を確認する必要性のある技術情報、JIS 規格化には時期尚早であるが、迅速かつ的確に規格関連情報として市場に提供することが可能又は必要と思われるもの等に対して、TR 化のための追加的な研究のための予算措置を行い、最終的に TR 案として報告書をまとめ、その結果から産業技術総合研究所の研究成果の活用及び研究成果の実用化までの期間短縮を図ることを目的とする研究。研究期間は、1 年間(単年度)とする。

平成 13 年度は 4 件を採択し、21 百万円を投入した。

## 5) 研究情報公開データベース(RIO-DB)

産業技術総合研究所では、旧工業技術院時代からのものを含めた多くの研究開発プロジェクトで蓄積された研究成果を、幅広く普及し新しい産業の創出を促進することにより、経済構造の改革を推進するため、インターネット等の開放型ネットワークを利用するマルチメディア活用型の研究情報公開データベース(RIO-DB)の構築を図っている。構築されたデータベースは、先端情報計算センターを通じて外部に広く公開している。

平成13年度は総額180百万円(研究ユニットへ配算117百万円、データベースの維持・管理63百万円)をかけて、既存の55課題のデータベースを継続的に整備するとともに、新たに25課題を採択し、その整備を実施した。またRIO-DBとテクノナレッジ・ネットワークとの相互連携を開始し、アクセス数の増大を図った。その結果、アクセス総数は1,561万回となり、前年度より1割以上増加した。

## 6) 国際共同研究

国際的な共同研究、技術移転のための共同研究、調査研究等の幅広い目的を持って、海外の機関との協力を推進するために提供する内部グラント。平成13年度は46課題を採択し、180百万円を投入した。

## (2) 平成 13 年度に受け入れた外部資金の概要

平成 13 年度に受け入れた外部資金の内訳は以下の表の通りである。

資 金 名	件数 (テーマ)	決算額 (千円)
受託収入		18,297,201
(1) 国からの受託収入		13,054,752
1) 経済産業省		7,022,624
(i) 産業技術総合研究所委託費	61	4,965,681
(ii) 中小企業産業技術研究開発委託費		948,135
(iii) 特許微生物寄託等業務委託費	1	550,634
(iv) 放射線廃棄物地層処分システム評価費	1	498,097
(v) その他調査	5	60,077
2) 文部科学省		4,920,715
(i) 科学技術振興調整費	133	3,874,216
(ii) 原子力試験研究費	40	1,034,075
(iii) 海洋開発及地球科学技術調査研究促進費	2	12,424
3) 環境省		1,086,176
(i) 公害防止等試験研究費	36	809,719
(ii) 地球環境保全等試験研究費 等	3	35,347
(iii) 地球環境研究総合推進費	26	186,386
(iv) 環境技術開発等推進事業	2	54,724
その他省庁	3	25,237
(2) 国以外からの受託収入		5,242,449
1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	40	3,476,800
2) その他公益法人	46	1,414,230
3) 民間企業	78	334,033
4) 受託出張		17,386
その他収入		1,161,479
合 計		19,458,680

## 1) 国からの受託収入

### 【経済産業省】

(i) 産業技術総合研究所委託費 61 テーマ 4,965 百万円

・石油安定供給技術開発等委託費

石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給の確保に資するため、石油及び可燃性天然ガス資源の開発の促進並びに石油の備蓄の増強のための技術の開発に係る委託事業により、石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成13年度は、7テーマを365百万円で実施した。

・石油生産合理化技術開発等委託費

石油の生産の合理化に資するため、石油の生産の合理化のための石油精製支援ロボットシステム等の技術開発に係る委託事業により、石油の生産の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成13年度は、3テーマを47百万円で実施した。

・エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費

内外の経済的社会的環境に応じた安定的かつ適切なエネルギーの需給構造の構築を図る観点から、石油代替エネルギーの開発及び利用、並びにエネルギーの使用の合理化のための技術の開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーの開発及び導入並びにエネルギーの使用の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成13年度は、33テーマを1,406百万円で実施した。

・電源多様化技術開発等委託費

電源の多様化に資するため、石油代替エネルギーの発電のための利用を促進するための技術の開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーによる発電のための技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成13年度は、18テーマを3,147百万円で実施した。

(ii) 中小企業産業技術研究開発委託費 948 百万円

・中小企業支援型共同研究開発

活力ある中小企業者のニーズを把握し、国立研究所又は独立行政法人が中小企業ニーズの高い研究テーマについて、大学等との連携を図りつつ研究を実施し、その成果について中小企業者に広く還元するための経費。

平成13年度は、共同研究型を応募106件から15テーマを採択するとともに、シーズ持ち込み型を応募59件から18テーマ採択し、555百万円で実施した。

・中小企業産業技術研究開発

中小企業者のための研究開発であり、将来的に役立つ分野である製造・材料開発等について、重点的に研究開発を実施するための経費。

平成13年度は、2テーマを62百万円で実施した。

・中小企業関連情報流通円滑化研究開発

中小企業の業務効率化のためは、技術相談の回答事例(Q & A)をデータベース化・ネットワーク化(テクノナレッジネットワーク)するとともに、産業技術総合研究所の全国ネットワークを統合してシステムの拡大を行う。また、産業技術総合研究所が有する大容量・高速ネットワークを活用して迅速なアクセスを可能とするとともに、研究資源が活用できる体制整備をすることにより、中小企業の新技術開発の振興を図るための経費。

平成13年度は、331百万円で事業を実施し、ナレッジネットワークアクセス件数約88万件を達成した。

(iii) 特許微生物寄託等業務委託費 551 百万円

特許制度におけるバイオ関連の特許出願は、出願者において特許対象となる生物株を出願前に寄託当局に寄託することが義務づけられている。産総研特許生物寄託センターは、国内唯一の寄託当局として特許庁長官から指定されており、また、WIPO ブダペスト条約(1980年)により認定された国際寄託当局でもある。当該事業については、産総研そのものが特許庁長官の指定を受けて寄託当局となるとともに、特許庁からの寄託業務の委託を受けている。

平成13年度は、551百万円で事業を実施した。

(iv) 放射線廃棄物地層処分システム評価費 498百万円

原子力発電の使用済み核燃料の再処理で生じる高レベル放射性廃棄物は、日本においても世界主要国と同様に、地下深部に埋設する計画である。この地層処分は、地下1,000m程度が想定され、将来10万年間以上の長期にわたって安全性を確保するものである。このような長期間では人工的な隔離機能(人工バリア)には限界があるため、深部地層環境における隔離機能(天然バリア)の適切な評価技術の確立を目的としている。

平成13年度は、498百万円で事業を実施した。

(v) その他調査 5テーマ 60百万円

水質汚染予測手法開発に関する調査、土壌汚染評価手法調査等5テーマの調査依頼を受けた。

平成13年度は、60百万円で調査を実施した。

## 【文部科学省】

(i) 科学技術振興調整費 133テーマ 3,874百万円

科学技術の振興に必要な重要研究業務の総合推進調整のための経費。各省庁、大学、民間等既存の研究体制の枠を超えた横断的・総合的な研究開発の推進を主たる目的としている経費。

平成13年度は、継続テーマ86件3,056百万円を実施するとともに、新規応募により獲得した、振興分野人材養成(バイオインフォマティクス)、若手任期付研究員支援等で47テーマを獲得し、818百万円で実施した。

(ii) 原子力試験研究費 40テーマ 1,034百万円

文部科学省設置法第4条第67号に基づき、各府省所管の試験研究機関及び独立行政法人における原子力試験研究費を文部科学省に一括計上するものであり、各府省の行政ニーズに対応した試験研究等を実施するための経費。

平成13年度は、40テーマを1,034百万円で実施した。

(iii) 海洋開発及地球科学技術調査研究促進費 2テーマ 12百万円

「地球環境遠隔探査技術等の研究」は、文部科学省内局に予算を一括計上し、観測機器の開発を目標とする要素技術に関する研究と観測要求に基づくミッションパラメータに関する研究、の2通りの研究分野から構成されている。

平成13年度は、2テーマを12百万円で実施した。

## 【環境省】

(i) 公害防止等試験研究費 36テーマ 810百万円

環境省設置法第4条第3号の規定に基づき、地球環境保全等に関する関係行政機関の試験研究機関の経費及び関係行政機関の試験研究委託費に関する予算を環境省において一括計上することにより地球環境保全等に関する試験研究の総合的推進を図っている。

平成13年度は、36テーマを810百万円で実施した。

(ii) 地球環境保全等試験研究費 等 3テーマ 35百万円

地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的始点から計画的かつ着実に研究機関で実施・推進されるべき研究で、地球環境保全等の観点から (1) 現象解明・予測、(2) 影響・適応策、(3) 緩和策、などをテーマとする研究課題である。

平成 13 年度は、当該 2 課題を 25 百万円で実施するとともに、スパイクタイヤ類似品に関する調査を 10 百万円で実施した。

(iii) 地球環境研究総合推進費 26 テーマ 186 百万円

地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して、学際的、省際的、国際的な観点から総合的に調査研究を推進し、もって地球環境の保全に資することを目的としている。

平成 13 年度は、継続 22 テーマに加え、新規 4 テーマを獲得し、186 百万円で実施した。

(iv) 環境技術開発等推進事業(実用化研究開発課題) 2 テーマ 55 百万円

地球環境問題や大気・水環境等への負荷低減のために対応が急がれる環境技術の研究開発であり、研究開発終了後比較的短期間にある程度の実用化が見込めるものを実施する。

平成 13 年度は、2 テーマを 55 百万円で実施した。

【その他省庁】 3 テーマ 25 百万円

国土交通省、東京大学(2 件)からの調査及びシステム整備等を実施した。

## 2) 国以外からの受託収入

① 新エネルギー・産業技術総合開発機構

平成 13 年度は、40 テーマを 3,477 百万円で実施した。

② その他公益法人

平成 13 年度は、46 テーマを 1,414 百万円で実施した。

③ 民間企業

平成 13 年度は、78 テーマを 334 百万円で実施した。

④ 受託出張

平成 13 年度は、受託出張の経費 17 百万円を受け入れた。

## 《別表 a》 平成13年度 決算報告書

(単位:百万円)				
区 分	予算金額	決算金額	差 額	備 考
<b>収入</b>				
運営費交付金	69,310	69,310	-	(注1)
施設整備費補助金	1,192	521	△ 671	(注2)
無利子借入金	79,300	-	△ 79,300	
受託収入	13,885	18,297	4,402	
国からの受託収入	12,395	13,054	659	
その他の受託収入	1,500	5,242	3,742	
その他収入	290	1,161	870	(注4)
<b>計</b>	<b>163,988</b>	<b>89,290</b>	<b>△ 74,698</b>	
<b>支出</b>				
<b>業務経費</b>	<b>56,379</b>	<b>52,828</b>	<b>△ 3,550</b>	(注5)
鉱工業科学技術研究開発関係経費	40,814	38,449	△ 2,365	
地質関係経費	4,995	4,777	△ 217	
計量関係経費	5,734	5,091	△ 643	
技術指導及び成果の普及関係経費	4,834	4,510	△ 324	
<b>施設整備費</b>	<b>80,492</b>	<b>762</b>	<b>△ 79,729</b>	
<b>受託経費</b>	<b>12,407</b>	<b>16,020</b>	<b>3,613</b>	(注6)
中小企業対策関係経費受託	924	888	△ 36	
石油及びエネルギー供給構造高度化技術開発関係経費受託	1,739	1,577	△ 161	
電源多様化技術開発関係経費受託	3,733	3,182	△ 550	
特許生物寄託業務関係経費受託	510	475	△ 35	
原子力関係経費受託	1,016	940	△ 75	
公営防止関係経費受託	795	747	△ 48	
その他受託	3,687	8,208	4,521	
<b>借入償還金</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>間接経費</b>	<b>14,709</b>	<b>12,913</b>	<b>△ 1,796</b>	
<b>計</b>	<b>163,988</b>	<b>82,525</b>	<b>△ 81,463</b>	

(1)区分は、年度計画に記載されている予算区分であります。

(2)予算金額は当該年度の年度計画に記載されている予算金額であります。

(3)決算金額は、収入については現金預金の収入額に期末の未収金等を加減算したものを記載し、支出については、現金預金の支出に期末の未払金額等を加減算したものを記載しております。

(4)予算金額と決算金額の差額の説明

(注1)決算金額は平成13年度中に概算払いを受けた額であり、差額は未収となっております。

(注2)平成13年度中には無利子借入の必要性が生じなかったため決算金額はゼロとなっております。

(注3)予算段階では予定していなかった特殊法人及び民間からの受託研究の獲得に努めたため決算金額に比して決算金額が多額となっております。

(注4)予算段階では予定していなかった収入により予算金額に比して決算金額が多額となっております。主なものに共同研究等により負担金徴収額、研究助成金経理代行収入がであります。

(注5)予算段階で予定していた退職金の発生見込額に比して実際支払額が少なかったこと、発注済であるものの履行前の契約が多く存在していること等により予算金額に比して決算金額が少額となっております。

(注6)注3に示した理由のため、合計と一致しないことがあります。

※百万円未満切り捨てのため、合計と一致しないことがあります。

《別表 b》 貸借対照表及び損益計算書

貸借対照表  
(平成14年3月31日)

損益計算書  
(平成13年4月1日～平成14年3月31日)

貸借対照表		損益計算書	
科 目	金 額	科 目	金 額
資産の部		経常費用	
I 流動資産		研究業務費	33,245
現金及び預金	14,434	人件費	12,953
研究業務未収金	3,604	減価償却費	34,192
たな卸資産	113	その他の研究業務費	80,392
未収金	12	一般管理費	
未収消費税等	2,879	人件費	6,499
前払費用	56	減価償却費	153
その他流動資産	49	その他の一般管理費	10,822
<b>流動資産合計</b>	<b>21,149</b>	財務費用	17,475
II 固定資産		支払利息	5
1 有形固定資産		その他財務費用	0
建物	126,712	<b>経常費用合計</b>	<b>97,873</b>
建物減価償却累計額	△ 5,510		
構築物	13,366	経常収益	
構築物減価償却累計額	△ 765	運営費交付金収益	58,297
機械及び装置	26,281	運営費交付金戻入	226
機械及び装置減価償却累計額	△ 1,008	資産見返運営費交付金戻入	58,523
車両運搬具	91	物品受贈収益	26,518
車両運搬具減価償却累計額	△ 22	知的所有権収益	93
工具器具備品	46,792	研究収益	433
工具器具備品減価償却累計額	△ 13,004	受託収益	17,628
土地	101,039	寄付金収益	8
建設仮勘定	495	財務収益	
<b>有形固定資産合計</b>	<b>294,469</b>	受取利息	3
2 その他の資産		その他財務収益	0
長期前払費用	49	雑益	278
互助会預託金	16	<b>経常収益合計</b>	<b>103,489</b>
<b>その他の資産合計</b>	<b>65</b>	臨時損失	
<b>固定資産合計</b>	<b>294,534</b>	固定資産除売却損	274
		<b>臨時損失合計</b>	<b>274</b>
<b>資産合計</b>	<b>315,684</b>	当期純利益	5,340
		<b>当期純利益</b>	<b>5,340</b>
		負債の部	
		I 流動負債	
		運営費交付金債務	6,901
		預り施設費	240
		預り寄付金	7
		研究業務未払金	6,380
		未払金	4,592
		リース債務	125
		前受金	146
		預り金	349
		<b>流動負債合計</b>	<b>18,742</b>
		II 固定負債	
		長期リース債務	46
		資産見返負債	3,885
		資産見返運営費交付金	1
		資産見返寄付金	24,956
		資産見返物品受贈額	28,843
		引当金	0
		<b>固定負債合計</b>	<b>28,890</b>
		<b>負債合計</b>	<b>47,632</b>
		資本の部	
		I 資本金	
		政府出資金	269,712
		<b>資本金合計</b>	<b>269,712</b>
		II 資本剰余金	
		資本剰余金	275
		損益外減価償却累計額	△ 7,278
		<b>資本剰余金合計</b>	<b>△ 7,002</b>
		III 利益剰余金	
		当期未処分利益	5,340
		(うち当期純利益 5,340)	
		<b>利益剰余金合計</b>	<b>5,340</b>
		<b>資本合計</b>	<b>268,051</b>
		<b>負債資本合計</b>	<b>315,684</b>

※百万円未満切り捨てのため、合計と一致しないことがあります。

## 《別表 c》 キャッシュ・フロー計算書

(平成13年4月1日～平成14年3月31日)

(単位:百万円)

項 目	金 額
I 業務活動によるキャッシュ・フロー	
研究業務支出	△ 18,269
人件費支出	△ 39,439
その他の業務支出	△ 4,974
運営費交付金収入	69,310
受託収入	15,064
手数料収入	63
寄付金収入	17
その他の業務収入	712
小 計	22,484
利息の受取額	3
利息の支払額	△ 5
業務活動によるキャッシュ・フロー	22,482
II 投資活動によるキャッシュ・フロー	
定期預金の預入による支出	△ 5,000
定期預金の戻入による収入	5,000
有形固定資産の取得による支出	△ 8,435
施設整備費補助金による収入	521
その他の投資支出	△ 16
投資活動によるキャッシュ・フロー	△ 7,930
III 財務活動によるキャッシュ・フロー	
ファイナンス・リース債務の返済による支出	△ 117
財務活動によるキャッシュ・フロー	△ 117
IV 資金に係る換算差額	-
V 資金増加額	14,434
VI 資金期首残高	-
VII 資金期末残高	14,434

※百万円未満切り捨てのため、合計と一致しないことがあります。

## II 平成 13 年度の事業

### 1. 業務運営の効率化に関する事項

#### 1) 組織運営

[中期計画]

・多重構造を排した組織を設計し、研究ユニット長への権限委譲により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。

[平成 13 年度計画]

・研究ユニット長への権限移譲による意思決定の迅速化、権限と責任の明確化を推進するとともに、新たに生ずる組織運営上の問題点について絶えず検討し、改善を図る。

[平成 13 年度実績]

・産総研の基本的運営方針として、(1) 産総研本来のミッションの推進のみならず、(2) シナリオに基づき基礎から応用に至る連続的な研究フェーズからなる「本格研究」の推進、(3) 技術シーズを産業技術へと橋渡し展開するための「第 2 種の基礎研究」の推進を理事長からのメッセージとして発信した。

・理事長とユニット長とは、長期研究計画、当初の予算等資源投資について「契約」を終えた以降は、原則として評価・競争政策によってのみユニット運営に関与することとした。具体的には、ユニット内での予算配分、人事、ポスト採用、対外関係(発表、共同研究)についての権限をユニット長に移譲し、ユニット長による迅速な意志決定を可能とした。

・以上のような方針は「産総研の経営からみたユニット運営について」、「平成 14 年度の産総研予算編成基本方針について」、「産総研のさらなる一步(平成 14 年度当初理事長メッセージ)」としてイントラ掲示するとともに、下記の内部コミュニケーションの場を持って職員への浸透を図った。

・内部コミュニケーション深化の場として、「幹部会」(原則毎週: 役員による組織運営に係わる迅速な決定および連絡の場)の他、「拡大幹部会」(原則毎月 1 回: 役員、管理・関連部門長、地域センター長、研究コーディネータ等の意見交換、所全体への連絡の場)、「ユニット長会議」(年 4 回: 全ユニット長による研究所マネージメントに関する意見交換の場)、「分野別ユニット長会議」(理事長、分野ごとの研究ユニット長、研究コーディネータ等による技術戦略に関する意見交換の場)を開催した。さらに、地域センターでの意見交換会(7 地域センターで各 1 回)、ユニット長との個別懇談(平成 13 年度は平均 2 回程度)等により、理事長と研究現場との連絡及び意見収集に努めた。

・研究現場への迅速な連絡については「イントラネットホームページ」、「メーリングリスト」等の電子媒体を活用した。

[中期計画]

・東京及びつくばに本部機能を集中し、東京においては、行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として法人の機動的な活動に有効に活用するとともに、補完する本部機能をつくばに置き、大規模な研究拠点に隣接することによる効率的な組織運営を図る。また、地域拠点を研究拠点であると同時に広く社会との連携拠点として捉え、地域産業界、地域学界等に対する代表として研究活動、研究関連活動を推進し、本部との有機的連携によって、様々な社会ニーズへの的確な対応に努める。

[平成 13 年度計画]

・東京及びつくばに本部機能を集中した 2 本部体制をとり、それぞれの地政学的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行う。具体的には、東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として法人の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくば拠点には補完する本部機能として、産学官連携、国際、業務推進等の大規模な研究拠点に隣接させることにより効率的となる組織を置く。また、地域拠点を研究拠点であると同時に広く社会との連携拠点として捉え、地域産業界、地域学界等と協力して研究活動、研究関連活動を推進する。さらには、本部との有機的連携によって、様々な社会ニーズへの的確な対応に努める。

[平成 13 年度実績]

・東京本部には、理事長、理事の一部等、企画本部のうち独法経営に関する室、財務室、監査室等を配置した。つくば本部には、副理事長、理事の一部、企画本部のうち研究企画に関する室、産学官連携部門、国際部門、業務推進部門等、研究実施部門との密接な連携が不可欠な部署等を設けた。テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図った。

- ・各地域拠点に拠点センター長を中心とした産学官連携センターを配置し、地域産業界、地域学会等との積極的・有機的な連携を図った。

#### [中期計画]

- ・各所に分散していた研究関連業務、管理業務等について可能な限り集中し、重複業務を整理するとともに、研究スペースを有償の研究資源として捉え、必要な研究スペースを適切に配分するとともに、再配分のためのスペース回収を容易にするため、スペース課金システムを導入する。また、適切な施設の補修、既存施設・設備の有効活用の推進等を行い、常に研究スペース・設備を使用可能な最良な状態に維持するよう努める。

#### [平成 13 年度計画]

- ・これまで各所に分散していた研究関連業務、管理業務等について、国際関係業務等集中することによって利点の集中が生ずる業務について集中化を行い、さらに重複する点、非効率な部分、過度の集中、研究者の負担の増大等について精査し、改善すべき点がある場合には、速やかな改善を強力で推進する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・国際関係業務をはじめとして、研究関連業務及び管理業務全般について本部機能をつくばに集中させ、各業務毎に固定業務をシステム化し運用を図った。また、業務推進本部を発足させ、外部コンサルタントを活用しながら、業務の重複、非効率性、過度の集中、および研究者の負担増等の状況について実態調査を行った。

#### [平成 13 年度計画]

- ・研究スペースを有償の研究資源として捉え、スペース課金制度を導入する。使用する面積・実験室仕様・地域等で単価を調整することによって、スペースの有効利用を促す。また、返却されたスペース等については、適切な施設の補修に努め、常に利用しやすいスペースとなるように保守する。既存及び今後導入する大型設備、高額な機器等については、共同利用等、有効活用を推進する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・スペース課金制度を導入し、職員に研究スペースは研究資源であるとの意識導入を図った。その結果、研究ユニットから約 400 室(1 部屋 40 m<sup>2</sup>)を回収し、スペース有効利用の観点から再配分した。
- ・共通性の高い大型設備、高額な機器等については約 20 箇所の共同利用機器スペースを設置することによる共同利用を目的とした環境整備を通じて、省スペースを推進した。

## 2) 戦略的企画

#### [中期計画]

- ・戦略的企画機能を担う体制を構築し、研究所全体の経営戦略案、研究戦略案の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- ・戦略的企画機能を担う体制を構築し、理事長のスタッフとして、人事、財務、予算、産学官連携等に関する企画調整機能を集中し、研究所全体の経営戦略案、研究戦略案の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・企画本部を設置し、人事、財務、予算、産学官連携等に関する企画調整機能を集中、経営戦略案等の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行った。また、理事長直属のスタッフとして研究コーディネータ 6 名を発令し、研究分野内外の調整、分野の技術戦略立案を行った。研究ユニット間の連携促進を図ることを目的として、ユニット間での共同研究に対しては研究コーディネータの判断により研究予算を追加配分する制度を設けた。

#### [中期計画]

- ・技術情報を体系的に取り扱う体制を構築し、内外の産業技術動向と分野別研究動向を把握し、研究所内の重点的研究課題設定のためのシンクタンクとするとともに、毎年度、調査結果を報告書等により広く公表する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・研究所内における産業技術情報の収集体制及び外部研究機関との連携体制を構築し、また、訪問調査等により情報収集・分析を行う。調査結果は広く利用されるように、報告書等としてまとめ、公表する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・技術情報部門を設置し、内外の技術情報を収集した。約 150 の重要技術項目について研究経緯、開発課題、競合技術等を記したシーズ情報シートを作成するとともに、主要学術誌からの注目論文収集を基にした研究論

文調査報告書を作成し所内に公開した。また、経済省技術調査室が発行する、ナノテクノロジー・材料分野の 2 つの技術調査レポート作成に協力した。

[平成 13 年度計画]

- ・社会ニーズや技術政策に対応した重点調査課題を抽出する。

[平成 13 年度実績]

- ・大きな社会問題となりつつある産業安全工学を重点調査課題に選定し、他の公的研究機関と連携しつつ、そこで実施されている安全に関わる研究テーマについて調査した。結果を「産業技術総合研究所および他省庁所管研究機関における産業安全工学関連研究実施状況の調査報告」としてまとめ、所内に公表した。

[平成 13 年度計画]

- ・研究所内の各研究ユニット等で重点的に行う研究課題を設定する時の参考となるよう、情報を提供する。

[平成 13 年度実績]

- ・総合科学技術会議、各種審議会等政府機関や外国機関の科学技術政策に関する動向の把握を行い、収集した最新情報・資料等をイントラネットホームページ等を活用して企画本部、研究ユニット等へ提供した。

### 3) 機動的な研究組織

[中期計画]

- ・継続的課題、機動的課題に取り組む個別の研究組織(研究ユニット)を適切に配置するとともに、各研究ユニット間の連携を強化する。具体的には、一定の広がりを持った研究分野の継続的な課題について研究を進める個別の研究組織(研究部門)、特に重点的、時限的な研究を実施する個別の研究組織(研究センター)、機動的、融合的な課題を研究する個別の研究組織(ラボ)など適切なユニットを配置し、機動的な組織運営を行う。個々の研究部門については、永続的なものと位置付けず、研究組織の性格の違いを勘案した上で定期的に評価を行い必要に応じて、再編・改廃等の措置を講ずる。

[平成 13 年度計画]

- ・中期計画を踏まえ、平成 13 年度当初において、22 の研究部門、23 の研究センター、7 のラボ等の研究ユニットを組織するとともに、それらの研究ユニット間の連携を図り効率的かつ機動的な研究を実施する。
- ・ラボ、研究センター等の新設について、原則年 1 回検討を行う。また、緊急な政策的、社会的、または科学技術的な必要性が生じた場合は、機動的な課題の取り組み体制について検討を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・産総研設立時に 22 研究部門、23 研究センター、7 研究ラボなどを設置した。
- ・「研究ユニットの設立プロセス及び基準について」を定め、産業ニーズを踏まえ機動的な研究を展開するために以下の 3 研究センター、4 研究ラボの新設を決定した。  
(1) 高速ネットワーク時代に即したグリッド技術へのニーズに対応するための研究センター、(2) 発火・爆発の安全に関する社会・行政ニーズに応えるための研究センター、(3) 糖鎖工学基盤技術の研究開発のための研究センター、(4) 超微量化学物質の迅速測定ニーズに応えるための研究ラボ、(5) 反応膜材料・システム研究のための研究ラボ、(6) マイクロ空間化学プロセス技術確立のための研究ラボ、(7) 極微小空間構造・組成・状態プロファイル計測のための研究ラボ((1) は 14 年 1 月発足、(2)~(7) の発足は 14 年度)。
- ・1 研究ラボを廃止(3 月 31 日)、1 研究ラボを廃止見込みとした。他のラボについては研究始動の時期であることを考慮し、H14 年秋に存続審査を行うことを決定した。

[平成 13 年度計画]

- ・現在設置されているラボについては、ラボ毎に第三者を含めた内外の専門家等からなるレビューボードを設置し、主として実施研究課題に対する成果ヒアリングによる短期評価を秋に行い、その継続、廃止又はセンターへの発展の可否等を判断する。

[平成 13 年度実績]

- ・研究ラボについて、成果ヒアリングを実施し、その結果を研究資源の配分に活用した。また、その改廃などに関するルールを設けた。

[平成 13 年度計画]

- ・連携研究体等については、原則としてレビューボードによって短期評価を秋に行う。

[平成 13 年度実績]

- ・研究ユニット内に連携研究体が設置できるよう、「連携研究体設置及び運営要領」を改正し、研究ユニットの成果ヒアリングと同時に評価が行えることとした。

## 4) 研究の連携・協力

### [中期計画]

- ・他省庁研究機関や大学、産業界及び内部の各研究ユニット間の研究連携を推進する体制を構築し、必要とされる研究テーマ、技術分野等に対応した研究コンソーシアム等を機動的に設立、活用する。

### [平成 13 年度計画]

- ・産学官連携部門に産学官の連携研究を企画調整するコーディネータを、8 技術分野、7 地域拠点毎に配置する。

### [平成 13 年度実績]

- ・産学官の連携研究を促進するため、8 地域拠点に産学官連携コーディネータ 26 名を配置し、地域コンソーシアムの企画調整提案、経済産業局との定例会議・他の研究機関との研究会開催などを行った。その結果、地域コンソーシアム 74 件(平成 12 年度 34 件)、中小企業支援型共同研究 39 件(平成 12 年度 42 件)を実施した。

### [平成 13 年度計画]

- ・研究拠点に、産学官連携研究を実施する研究ユニットである連携研究体を、機動的に設立する。

### [平成 13 年度実績]

- ・地域コンソーシアム制度や民間からの受託に基づく研究を円滑に進めるために、23 の連携研究体を設置し、研究開発を開始した。また、民間企業との新たな共同スキーム(研究テーマについては双方の話し合いによって決定)の試みとして三菱化学(株)と包括的研究協定を結び外部資金確保を強化した。

### [平成 13 年度計画]

- ・必要な研究テーマや技術分野に応じた研究コンソーシアム等を設立し、運営する。

### [平成 13 年度実績]

- ・産総研職員が、外部研究者等の参加を求め研究会等を開催運営することを支援するコンソーシアム制度を創設した。
- ・産業安全工学に係わる研究・技術開発の情報を共有する場として、7 つの公的研究機関からなる所間連携研究会を設立した(産業技術総合研究所技術情報部門主催)。

## 5) 評価と自己改革

### [中期計画]

- ・研究組織の評価においては、研究ミッションの明確さ、研究フェーズの相違等、研究ユニットの性格の違いを勘案した上で、研究成果等の厳正かつ公正な評価を実施すべきである。このため、外部専門家等第三者をふくめた評価体制を構築し、研究目標、研究計画、組織内マネジメント、研究成果、投入した研究資源等を含む多様な観点から公正中立な評価を行う。その評価を基に、研究資源の配分、組織の改善または再編・改廃を行う。

### [平成 13 年度計画]

- ・平成 13 年度は産総研発足期であり、研究センター、研究部門、研究系については、研究開始にあたり適切なアドバイスを得るために、研究ユニット毎に年度当初にピアレビュー形式でプレ評価を実施する。プレ評価結果は理事長に報告し、研究内容の改善等に反映させる。

### [平成 13 年度実績]

- ・理事長直轄の評価部(研究者 13 名、事務職 2 名)を設置し、約 3 億円(総研究費の 1%弱)の費用により自己評価を実施した。
- ・研究ユニット毎に外部専門家等からレビューボード委員(のべ 154 名)を選定し、ピアレビュー形式でプレ評価を実施した。プレ評価結果は理事長に報告し、研究内容の改善等に反映させた。

### [平成 13 年度計画]

- ・産総研の研究活動等についての幅広い知見等を有する者で構成するアドバイザリーボードを設置し、産総研全般にわたる運営方針に対してアドバイスを得ることとする。年度のなるべく早い時期に第一回のアドバイザリーボ

ードを開催する。

[平成 13 年度実績]

- ・(1) 経済界トップ等から意見・助言を求める「産総研懇談会」と、(2) 研究所の運営全般に関し助言を求める「運営諮問会議」の二つに分けてアドバイザーボードを運営することとした。第 1 回の産総研懇談会は、委員 13 名が参加して平成 14 年 1 月に開催した。運営諮問会議については、平成 14 年 5 月に第 1 回を開催することとし、国内 14 名、海外 7 名の委員の人選を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・研究ユニット(研究センター、研究部門、研究系、ラボ等)毎に、第三者を含めた専門家等によるレビューボードを設置し、ピアレビュー方式による研究ユニット毎の評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年 12 月より同 14 年 3 月まで、全 54 研究ユニットについて第三者で構成されるレビューボード(のべ 282 名)を設置し、研究ユニット毎の重点研究課題、運営体制について実績評価を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・上記の評価を行うに当たっては、①独立行政法人評価委員会が設定した評価基準、②研究センター、研究部門、研究系、ラボ等の研究ユニットの性格の違い、③個々のユニットに固有の事情等を勘案しつつ各ユニットの評価項目(軸)の設定を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・評価に当たっては、独立行政法人評価委員会が設定した評価基準を踏まえ、研究ユニット毎の研究の性格の違い等を勘案した実績評価の考え方を決定した。

[平成 13 年度計画]

- ・研究ユニット毎の評価は、上述の評価項目(軸)に沿って、研究計画、研究の進捗状況、投入した研究資源、組織内マネジメント等について公正かつ中立な評価を実施する。その評価結果をもとに研究ユニット毎の研究内容の改善等に反映させる。

[平成 13 年度実績]

- ・研究ユニット毎の評価は、上述の実績評価の考え方に沿って、研究計画、研究の進捗状況、投入した研究資源、組織内マネジメント等について公正かつ中立な評価を実施した。評価結果は研究ユニットに開示するとともに、評価結果に対するユニット側からのコメントを添付して理事長に報告し、研究ユニットの研究活動に反映させた。

[平成 13 年度計画]

- ・研究費、研究員、研究スペース等の研究資源の配分にあたっては、上記評価結果とともに、新規に立ち上げるものも含め研究の必要性や、研究計画の妥当性を勘案して行う。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 14 年度の研究費の配分にあたっては、上記評価結果を反映させ、平成 13 年度実績評価が高い 26 研究ユニットに 5~20 %の研究費(総額約 7 億円)を追加配分することとした。また、特に高い評価を受けた 12 ユニットについては業績給総額に 5 %相当額を加算した。新規に設立する研究ユニットの研究費、研究員、スペース配分については研究の必要性、研究計画の妥当性等を勘案して実施した。

[平成 13 年度計画]

- ・なお、ラボ等については、本年度の評価を踏まえ、その継続、廃止又はセンター等への発展の可否等について判断を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・ラボの成果ヒヤリングを実施し、その結果を研究資源の配分に活用した。また、改廃などに関するルールを設け、検討の結果、1 ラボを廃止するとともに、さらに 1 ラボの廃止を検討中。

[中期計画]

- ・業務合理化を推進する体制を整え、組織全体としての合理化を図り、効率化を推進する。このため、現状の業務体制をレビューした後、業務評価の考え方の導入、業務合理化提案制度の導入、業務合理化の具体的数値目標設定等、効率化に関する企画立案を行うとともに、業務内容改善状況の点検、指導を行い、組織全体としての業務の合理化を推進する。

[平成 13 年度計画]

- ・研究所における新しい業務体制に関し、業務が実際に開始された時点で、現場の意見の聴取、業務フロー全体の再点検等を速やかに実施することによって、業務の重複、非効率性、過度の集中や研究者の負担増等の状況を整理する。また、外部のコンサルタントの利用によって業務の見直しを行うことを検討し、それが研究所にとって

多大な合理化をもたらすと判断される場合にはそれを実施する。業務合理化については、自発的な提案、推進も重要であることから、これを促進する制度について検討する。また、数値的に合理化が評価できる項目について検討する。これらの業務実態の検討に基づき、合理化の具体策を策定し、該当部署を指導する。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年度は旧工業技術院からの大幅な組織改編、システム変更の定着化に努めた。
- ・業務効率化を推進し体制強化を図るために業務推進本部を発足させ、また管理部門(業務推進部門、財務会計部門、研究環境整備部門)及び情報システム部から順次業務フロー等の再点検を実施した。業務のマニュアル化等を推進し、次年度以降の合理化のための情報整備を行った。
- ・組織全体の抜本的効率化のために外部コンサルタントを活用し総合診断を行った(本格的な効率化の実施は平成 14 年度)。

## 6) 職員の意欲向上と能力啓発

[中期計画]

- ・個人評価においては、1 年毎の短期評価と、数年に 1 度の長期評価を組み合わせたシステムを導入し、個人と組織の目標の整合性の確保に留意しつつ、きめ細かな目標設定とその達成への指導を行う。また優れた研究業績、産業界・学界等外部への貢献、研究所の組織運営への貢献等の多様な評価軸を用いて達成度を評価することで、職員の意欲向上を図るとともに、個人の能力、適性、実績に応じた適正な人員配置を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・個人の評価に関しては、短期評価と長期評価のしくみを新規に導入するために必要な手続を開始する。新制度について職員に周知するとともに、特に評価者に対して平成 13 年度末までに研修を実施すること等により、当該評価制度の浸透を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・これまでの俸給と諸手当を基本とする給与制度に対し、俸給と職責給、業績給を基本とする新しい給与制度を導入し、評価に基づき業績給の配分を行うこととした。
- ・個人評価として短期評価と長期評価を新規に導入した。短期評価は毎年評価者と被評価者が面談の上年度計画を作成し、それに基づいて年度終了時に面談の上評価を行い翌年度の業績給に反映させる、というものである。これにより、業績給(年俸の 7 %)は原則、-50~+200 %の間で変動させることとした。平成 13 年度短期評価結果は平成 14 年度業績給に反映予定である。長期評価は数年に一度行い、昇格(俸給と関連)に反映させる。H13 年度は個人評価に必要な諸手続を策定するとともに、個人評価システムの稼働を開始した。
- ・透明、公正な評価制度となるよう、評価は二段階評価を基本とした。短期評価については、一次評価者は直属上司、二次評価者は所属ユニット長、長期評価については、それぞれ、所属ユニット長、人事評価委員会、とした。なお、一次評価には自己評価をベースとした面談を取り入れた。
- ・職員に対しては、制度及びその手続等について説明会を開催した。特に評価者に対しては平成 14 年 1~2 月に集中的に研修を実施し、円滑な評価の浸透に努めた。

[中期計画]

- ・業務に必要な知識、技能の向上のための様々な能力開発のための研修制度を拡充する。

[平成 13 年度計画]

- ・短期評価としては、年度当初の目標設定から開始し、年度末の評価に至るまでの間、評価者・被評価者間のコミュニケーションを主体として適切な運用を図る。長期評価に関しては、長期評価対象者への通知、長期評価票の作成、人事評価委員会での審査等の一連の手続を年度前半に終了する。

[平成 13 年度実績]

- ・短期評価に関しては、年度当初に被評価者・評価者のリストアップを行い、目標設定から年度末の評価に至るまで、被評価者・評価者間のコミュニケーションを確保しつつ運用を行うこととし、さらに被評価者による「不服申し立て制度」を設けた。
- ・評価を不服とする場合、不服申し立て制度に基づき、必要に応じて面談も含めて、担当理事が対応した。
- ・長期評価に関しては、評価対象者のリストアップ・通知、長期評価票の作成及び人事評価委員会での審査等の一連の手続を 9 月下旬に終了し、対象者全員にコメントを返すとともに、10 月 1 日付け昇格者を決定した。不服申立についても、12 月末までに対応を完了した。

[平成 13 年度計画]

- ・短期評価制度は各研究ユニット、部門に運用の裁量を委ねるが、制度の理念を逸脱していないかどうかについて

て運用の実態を適宜モニターする。

[平成 13 年度実績]

- ・短期評価制度について、制度の理念を逸脱していないかどうか運用の実態のモニターを行うとともに、今年度の運用状況を踏まえ、次年度に向けて変更案を策定した。

[平成 13 年度計画]

- ・その他、初任者研修等の職責階層別研修、語学研修その他の専門研修を実施することにより研修制度の拡充を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・年間の研修計画をもとに、各種研修を実施した。特に、専門研修では知的財産関係の研修等 11 講座 20 回 (746 名) を実施したほか、TOEIC (214 名) を実施した。
- ・特別研修では、3 月に行われる初めての短期評価に備え、一次・二次評価者約 610 名を対象に「評価制度フォローアップ研修」を平成 14 年 1 月～3 月に各地域センター及びつくばセンターで合計 14 回実施し、評価制度の浸透を図った。
- ・職員の自己啓発による能力開発を援助するため、語学教材ソフト等 35 種を整備し、職員及び職域に適宜貸出を行った。

## 7) 研究員の流動性の確保

[中期計画]

- ・博士研究員の受入れ拡大や、任期付任用制度の積極的な活用によって若手研究員の流動性を確保する。また、国内外の優れた研究者を招へいするとともに、内部人材の提供を図る。

[平成 13 年度計画]

- ・博士研究員については、外部の制度による研究員を積極的に受け入れるとともに、産総研特別研究員制度を創設し、博士研究員の受け入れ拡大を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・研究ユニット長として、旧工業技術院外部から 16 名の研究者を招聘、採用した。また、副ユニット長、グループリーダーなど中核研究者として 12 名を採用した。
- ・外部制度による博士研究員制度に積極的応募し、NEDO から約 190 名、JST から約 55 名を受け入れた(外国籍を除く人数)。
- ・産総研特別研究員(非常勤職員)制度として博士研究員 172 名を採用した。

[中期計画]

- ・研究員個人に蓄積されたキャリアや適性、能力に応じて、組織のなかで個人が、最も能力を発揮できる多様なキャリアパスを設計し、効果的、効率的組織運営を可能とする。特に研究関連部門等においては、技術情報の収集解析や、産学官連携、成果普及、国際連携等をより高度化するために、研究キャリアの豊富な専門的人材を活用できる組織とする。

[平成 13 年度計画]

- ・研究者の職員の新規採用については、若手育成型任期付研究員を中心に採用し、研究員の流動性の確保に努める。公募には広く国内外から優秀な人材を集められるよう、十分時間をかけるとともに、内部における採用審査も複数の段階に分けて慎重に行うものとする。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 14 年度研究職員の新規採用については 68 名のうち 58 名を任期付研究員(若手型 51 名、招へい型 7 名)とした。国内外から人材を広く公募した結果、全応募者 756 名のうち 51 名が海外からの応募(うち採用は 5 名)であった。
- ・人材投入方針として、旧工業技術院時代の退職者補充主義を廃止し、ユニット、分野ごとではなく、原則産総研として一括採用し(下記の人物に着目した採用を除く)、研究ニーズに基づく重点投入を行った。具体的には、計測標準関連では、標準供給拡大のため毎年約 15 名の採用を計画し、また、バイオインフォマティクス関連の 2 センターでは、研究加速のため、約 30 名の研究者を採用した。
- ・研究職員の内部流動化(研究ユニット間及び研究関連部門への異動)を促進すべく、内部公募制を導入した。その結果、新ユニット設立時を含め 71 名が異動した。

[平成 13 年度計画]

・産総研における新しい組織の運営状況をみながら、現場において必要な人材の資質と人数に関するニーズを把握した上で、国内外の優れた研究者を招へいする等、適材適所の任用を行う。

[平成 13 年度実績]

・人物に着目した平成 14 年度採用予定者として、国内外の大学及び企業から 12 名の研究者を内定した。

[平成 13 年度計画]

・研究関連部門等においては、技術情報の収集解析や、産学官連携、成果普及、国際連携等をより高度化するために、研究キャリアの豊富な専門的人材を配置するとともに、職員のキャリアパスの参考にするため、新たに導入される評価制度において蓄積される評価結果のデータの運用の仕方について検討する。

[平成 13 年度実績]

・ワイドキャリアスタッフ制度、間接部門における公募制度の創設により、当該部門における人材活用を促した。  
・研究職員の内部流動化(研究ユニット間および研究管理部門への異動)を促進すべく、内部公募制を導入した。その結果、新ユニット設立時を含め 71 名が異動した。

## 8) 業務の情報化の推進

[中期計画]

・内部業務の事務的な処理においては、イントラネットの上で電子的な情報共有とワークフロー決裁を可能とするシステムを導入し、財務、会計、庶務等の管理業務の一元化、省力化、迅速化を図る。不正なアクセスを避けるための分離ネットワークと認証システム、またシステム停止とデータ消失を最小限にするための二重系を導入し、業務の安全性、信頼性を確保する。

[平成 13 年度計画]

・財務、会計、庶務等の管理業務等に、イントラネットを活用し、情報の周知・共有、及びワークフロー決済を可能とするシステムを導入し、業務の一元化、省力化、迅速化を図る。

[平成 13 年度実績]

・イントラネット掲示板(ユーザー約 8,000 人、アクセスのべ 10 万件/日)によるペーパーレス情報流通体制を整えた。職員のイントラ対応支援のためにヘルプデスクを設けた(対応実績約 9,000 件)。  
・常勤、非常勤および外来者に関する情報について“人データベース”に共通情報を集積し、重複データ登録を避けられる設計を行った。  
・一部の業務(例: 調達請求、旅費請求、予算化の設定、財産管理)については、ワークフローシステムを導入し、登録、承認、閲覧、蓄積を一貫して行える体制を整えた(電子化システム 17 件)。  
・イントラシステム停止を防止するため重要なサーバを二重化した。

[平成 13 年度計画]

・フレックスタイム等にも対応した勤務時間管理システムを導入して出勤整理の効率的な運用を図る。

[平成 13 年度実績]

・フレックスタイム制をはじめとした勤務に関する各種手続き及び事務処理をイントラネット上で行えるようにシステムを構築し、平成 14 年度からの運用を目指した環境の整備に努めた(平成 14 年度 4 月より運用開始)。

[平成 13 年度計画]

・情報技術を駆使した健康管理システムを立ち上げ、産総研職員及び非常勤職員への問診票・受診票・結果通知書送付をイントラネットで行うことにより、省力化・迅速化を図る。全職員の健康管理データシステムを登録することによって、経年的なデータ変化を踏まえた保健指導として活用する。

[平成 13 年度実績]

・つくばセンターを対象に健康管理システムを構築し、特殊検診調査票と問診票の入力、受診票と結果通知書のイントラネットを通じた配信を行い、また過去 3 回分の本人への健診結果通知書の送付を実施した。  
・最大過去 5 回分の検診データ表示機能を活用した保健指導を行った。  
・つくばセンター以外の検診データのシステム上での蓄積を行い、平成 14 年度以降の全国展開への準備を進めた。

[平成 13 年度計画]

・セキュリティ確保のため、研究系ネットワークと業務系ネットワークを分離する。

[平成 13 年度実績]

- ・財務会計、能力開発、業務推進の各部門等で使用する業務系データベースへの不正なアクセスを避けるため、研究系と業務系ネットワークを分離独立させた上で、ネットワークにおけるアクセス制御と個人認証システムを導入し、重要なデータの保護、および信頼性、可用性、拡張性を確保した。

[平成 13 年度計画]

- ・このような電子的なシステムを全面的に導入する際に生ずる様々な使用上や、安全性、信頼性の問題について、臨機応変、適切に対処し、システムの改善と定着に努める。

[平成 13 年度実績]

- ・システム構成の再設計によりダウンタイムの少ない安定稼動を達成した。
- ・イントラネット上にヘルプデスクを設置し、ユーザからのシステム運用等に対する疑問に短時間で回答できる体制を整えた。

[中期計画]

- ・重複図書を調査・削減するとともに、購入雑誌のオンラインジャーナル化を促進し、ネットワークを活用することにより文献の検索を簡素化する。

[平成 13 年度計画]

- ・購入雑誌のオンラインジャーナル化を推進し、ネットワークを活用することによって、文献の検索、閲覧等の迅速化、効率化を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・利用頻度が高く、オンラインジャーナル化費用が比較的低廉な洋雑誌については産総研の全研究拠点からアクセス可能な全国マルチ化契約を行った(購入洋雑誌のうち全拠点对応型のオンラインジャーナル率は約 25 % (418 誌/1,653 誌))。

[平成 13 年度計画]

- ・経費節約のため重複雑誌の調査・削減を行うとともに洋雑誌の海外直接調達を検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・13 年度は重複雑誌の見直しにより購入冊子数を大幅に削減し、洋雑誌 2,207 冊(前年度比 805 冊減)和雑誌 1,026 冊(前年度比 135 冊減)(数字は、研究室購入分を除く)。
- ・海外出版社からの直接調達について広範囲に渡り調査を行ったが、欠損本の処理等の海外直接購入の導入に当たっての問題点が明らかとなったため、当面見送ることとした。

## 9) 外部能力の活用

[中期計画]

- ・研究支援業務等において自ら業務を実施するよりも、外部へ委託することが効率的と考えられる業務は外部に委託する。

[平成 13 年度計画]

- ・試作業務、分析業務等、研究支援業務等において自ら業務を実施するよりも、外部へ委託することが効率的と考えられる業務は外部に委託する。

[平成 13 年度実績]

- ・テクニカルセンター内の試作センターでは試作業務に対する依頼約 860 件のうち、メッキ(金・黒色ニッケル)及びアルマイト加工、溶接、焼き付け塗装、金属加工・プラスチック加工、サファイア加工、電子回路工作について約 60 件の外注および外注斡旋を行った。
- ・外部委託を実施している警備、研究設備保守点検等の業務について重点的に実態把握を行い、より有効な委託形態について検討、一括契約による経費節減等を実施した。

[中期計画]

- ・知的財産を積極的に外部展開するために、技術移転に関する外部の専門家を活用する。

[平成 13 年度計画]

- ・産総研の研究成果を積極的に産業界に移転するための情報発信及び産業界からのニーズ収集、知的財産権に係る実施契約の交渉・締結並びに侵害の調査及び侵害者との交渉等の業務については、技術移転業務を行う事業者(以下 TLO)を活用する。

[平成 13 年度実績]

- ・知的財産部には各分野の専門弁理士 14 名と弁護士 2 名を非常勤職員として採用し、強力な知的財産権対応体制を構築した。
- ・産総研イノベーションズ(TLO)に業務委託することにより産総研と一体となった技術移転に取り組み、知的財産権(一時金実施契約件数 18 件、秘密情報開示契約件数 16 件、ランニング実施契約件数 152 件)による収入として 144 百万円(実績見込額)を得た(平成 12 年度 48 百万円)。
- ・産総研保有特許をホームページで閲覧できるシステムの運用を開始した。
- ・企業訪問を実施し、特許流通フェア等への出展を通じた産業界への情報発信とともにニーズ収集を行った。

## 10) 省エネルギーの推進

### [中期計画]

- ・研究の遂行を適切に実施しつつも地球環境への配慮も行う観点から、総事業費の伸び率に対する光熱水料費の伸び率の抑制を図る。

### [平成 13 年度計画]

- ・研究の遂行を適切に実施しつつも地球環境への配慮も行う観点から、光熱水料費の抑制を図るため、各ユニット単位で使用している光熱水料の詳細な算定方法を検討し、その結果を公表し、光熱水料の抑制への意識向上に努める。

### [平成 13 年度実績]

- ・光熱水料の大半(約 80 %)を占める電気料について、各研究ユニットに対して実際の使用量に応じた電気料金を提示することを可能とするため、各事業所の各月の積算電力量実績と実験室面積等の調査および実験室を使用している研究ユニットの確定作業を実施した。この調査結果に基づき、賦課される電気料の試算値を各研究ユニットに周知し、節電への意識向上を図った(平成 14 年度以降は受益者負担意識による光熱水料の低減を期待)。

## 11) 環境影響への配慮

### [中期計画]

- ・21 世紀の持続可能社会の発展のための総合的な産業技術研究を行う組織として、自らの研究活動が環境に及ぼす負荷を低減させる活動を継続的に推進し、産業技術総合研究所の各地の研究拠点(北海道、東北、東京、つくば、臨海副都心、中部、関西、中国、四国および九州)の事業所のうち、3 事業所において国際環境規格に対応する。

### [平成 13 年度計画]

- ・各事業所において安全衛生委員会を設置し、作業安全のための環境整備、安全衛生体制の効率化に努める。具体的には、実験室等を巡視することによって作業環境を向上させる。また、産総研における研究活動の環境負荷を低減するために、省エネルギーおよび不要薬品および高圧ガスボンベの削減に努める。さらに、つくば東事業所の ISO14001 の登録を継続するとともに、他事業所の ISO 取得のための準備を始める。

### [平成 13 年度実績]

- ・各事業所に安全衛生委員会を設置し、所内の環境安全衛生管理体制を構築した。
- ・巡視体制や環境設備の整備及び環境測定を実施し、作業環境の向上を図った。
- ・不要薬品の回収やボンベの返却キャンペーン実施等によりこれらの削減に努めた。
- ・つくば東事業所の ISO14001 の登録継続を行うと共に、他の全事業所の初期調査を実施した。
- ・作業安全確保を目的として防災訓練を 18 回(のべ 2,688 名参加)実施した。

## 12) 事業運営全体の効率化

### [中期計画]

- 1) から 11) のような取り組みを通じ、運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、中期目標の期間中、毎年度、平均で前年度比 1 % の業務経費の

効率化を行う。

[平成 13 年度計画]

・1)から 11)のような取り組みを通じ、運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、前年度比 1%の業務の効率化に努める。

[平成 13 年度実績]

・平成 13 年度において実施することが可能な業務の見直し、節減に関しては積極的にこれを行い、1%の業務の効率化に努めた。

(業務経費削減の具体例)

特殊空調等大型設備の補修業務の見直し: △460 百万円

電気設備等の点検業務の見直し・一括契約化: △50 百万円

つくば警備業務の見直し: △40 百万円 など、総額約 6 億円(人件費を除く運営費交付金の約 2%に相当)。

## 2. 国民に対して提供するサービスその他の質の向上に関する事項

1) 鉱工業の科学技術 <<別表 1>>

2) 地質の調査 <<別表 2>>

3) 計量の標準 <<別表 3>>

### 1) ～ 3) の共通事項

ア) 政策的要請への機動的対応と萌芽的課題の発掘

[中期計画]

・各分野における社会的政策的要請等に機動的に対応し、産業競争力の強化に貢献するために、欧米各国等の技術レベルの調査研究の実施、各種の経済産業省の検討会、各種学会、研究会、委員会への参加等により、内外の最新の技術開発動向の把握に努め、重要性の高い研究課題の発掘、発信を行う。併せて、産業技術、環境、エネルギー、原子力等をはじめとする各般の政策・社会ニーズに対応した委託研究の受託、内外の競争的資金への応募等を促進し、研究体制の構築を必要に応じて行い、研究開発を実施する。

[平成 13 年度計画]

・有望研究課題の調査研究の実施、各種の経済産業省の検討会、各種学会、研究会、委員会への参加等により、最新の技術開発動向の把握に努め、重要性の高い研究課題の発掘、発信を行う。

[平成 13 年度実績]

・総合科学技術会議における重点分野設定、産総研で取り組んでいる研究領域等を勘案し、「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境・エネルギー」、「ナノテクノロジー・材料・製造」、「社会基盤(地質)・海洋」、「社会基盤(標準)」の重点 6 分野を設定し、分野毎に研究コーディネータが担当して、各分野で重要性の高い研究課題の発掘を行った。

・技術情報部門に特別調査室として安全特別調査室を設け、総合安全学を研究課題とする調査研究を行った。

[平成 13 年度計画]

・社会的、政策的要請によって新たに実施する課題については、研究体制、支援体制について検討し、その実施に向けて機動的に対応する。

[平成 13 年度実績]

- ・「研究ユニットの設立プロセス及び基準について」を定め、産業ニーズを踏まえ機動的な研究を展開するために以下の3センター、4ラボの新設を決定した。
  - (1) 高速ネットワーク時代に即したグリッド技術へのニーズに対応するための研究センター、
  - (2) 発火・爆発の安全に関する社会・行政ニーズに応えるための研究センター、
  - (3) 糖鎖工学基盤技術の研究開発のための研究センター、
  - (4) 超微量化学物質の迅速測定ニーズに応えるための研究ラボ、
  - (5) 反応膜材料・システム研究のための研究ラボ、
  - (6) マイクロ空間化学プロセス技術確立のための研究ラボ、
  - (7) 極微小空間構造・組成・状態プロファイル計測のための研究ラボ
 ((1) は14年1月発足、(2)～(7)の発足は14年度) (再掲)。
- ・1研究ラボを廃止(3月31日)、1研究ラボを廃止見込みとした。他のラボについては研究始動の時期であることを考慮し、H14年秋に存続審査を行うことを決定した(再掲)。
- ・補正予算により、地域の産学官連携、ベンチャー起業等の活性化を促すためのオープンスペースラボおよび民間企業による共同研究を中心に据えた共同研究設備・施設の整備を開始した(「4. その他業務運営に関する重要な事項」で詳述)。

[平成13年度計画]

- ・委託研究については、産総研の研究ポテンシャルを活用し積極的に受託に努める。

[平成13年度実績]

- ・経済産業省、文部科学省、環境省等から、約131億円の受託研究を含め総額183億円の外部資金を受け入れた。また民間企業からの研究受託にも積極的に取り組み78件、総額3.4億円と前年度比大幅増となった。

[平成13年度計画]

- ・公募型の研究課題に積極的に応募する。その際、募集情報の収集・提供を行うとともに、必要に応じて予備的な研究を実施するための措置を講じる。

[平成13年度実績]

- ・企画本部に公募型研究課題についての情報収集チームを設け、新エネルギー・産業技術総合開発機構、科学技術振興事業団等のホームページに定期的にアクセスし、収集した公募情報を迅速に所内イントラに掲示するシステムを構築した。

## イ) 研究活動の質的向上

[中期計画]

- ・外部専門家等の意見を採り入れ、公正かつ開かれた研究ユニット評価を実施する。

[平成13年度計画]

- ・平成13年度は産総研発足期であることを踏まえ、研究ユニット(研究センター、研究部門、研究系)毎に産総研内外の専門家によるプレ評価を行い研究開始に当たっての意見等を得ることとし、それらを研究内容の改善等に反映させる。さらに、研究ユニット(研究センター、研究部門、研究系、ラボ等)毎に外部専門家等を含めたレビューボードを設置しピアレビュー方式による成果ヒアリングによる厳正中立な短期評価を行う。評価結果を踏まえ次年度の研究資源の配分、研究内容の改善等に反映させる。

[平成13年度実績]

- ・理事長直轄の評価部(研究者13名、事務職2名)を設置し、約3億円(総研究費の1%弱)の費用により自己評価を実施した。
- ・研究ユニット毎に外部専門家等からレビューボード委員(のべ154名)を選定し、ピアレビュー形式でプレ評価を実施した。プレ評価結果は理事長に報告するとともに、指摘点については研究計画の改善等に反映した。
- ・平成13年12月より同14年3月まで、全54研究ユニットについて第三者で構成されるレビューボード(のべ282名)を設置し、研究ユニット毎の重点研究課題、運営体制について実績評価を行った。
- ・評価結果(別添資料)は今後の研究ユニットの研究活動、運営に反映すべく、研究ユニットに開示した。また、評価結果に対するユニット側のコメントを添付して理事長に報告した。
- ・平成14年度の研究費の配分にあたっては、上記評価結果を反映させ、平成13年度実績評価が高い26研究ユニットに5～20%の研究費(総額約7億円)を追加配分することとした。また、特に高い評価を受けた12ユニットについては業績給総額に5%相当額を加算した(再掲)。

[中期計画]

- ・内部資金を活用し、萌芽的研究、有望技術シーズに対する競争的環境を提供する。

[平成13年度計画]

- ・萌芽的研究や有望技術シーズに関し、産総研内部にグラント制度を創設し、競争的研究資金を提供する。

[平成 13 年度実績]

- ・萌芽的研究テーマ(応募件数 255 件、採択件数 60 件 5.8 億円)、外部ファンド獲得支援・知的基盤整備研究テーマ(応募件数 211 件、採択件数 39 件 3.9 億円)を対象とした内部グラントを実施した。また、平成 14 年度については上記 3 制度の実施状況の反省を踏まえ萌芽的研究テーマに一本化し、テーマ選考を行った(応募件数 293 件、採択件数 61 件、8.1 億円)。
- ・外部競争的資金を獲得した研究ユニットに対する交付金の上積み配賦など、競争的研究環境についての職員の意識定着を図る制度を整備した(実施は平成 14 年度)。

[中期計画]

- ・外部の著名な賞の受賞等、優れた業績をあげたものに対して、それを適切に個人の評価に反映する。

[平成 13 年度計画]

- ・卓越した研究能力と業績を有する研究者を理事長直属のフェローとするなど、適切に評価に反映し、自由度の高い研究環境を提供する。

[平成 13 年度実績]

- ・フェローを 3 名登用し、研究資源の優先配分等を通じて研究環境を整備した。

## ウ) 成果の発信

[中期計画]

- ・研究所全体としての広報・成果普及体制を整備し、研究所の概要、研究の計画、研究の成果等について、印刷物、データベース、インターネットのホームページ等の様々な形態により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・体系的、迅速かつ国民に分かりやすい研究成果の発信のために、研究成果情報をデータベース化し、速やかにホームページを通じて公開する。また、広報誌は、電子編集を採用してホームページ等と有機的連携を図り、速報性のある発信を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・研究成果発表データベースを構築し、誌上、口頭発表など広く成果を収集し、ホームページに公開する仕組みを作成した。
- ・広報誌「AIST Today」を日本語版は月 1 回発行し各月 7,000 部を、英語版は年 4 回発行し各 900 部を内外の関係する企業、大学、研究機関、官庁等に配布した。また、電子編集を採用して、発行とともにホームページ上で公開することにより、有機的な誌面構成と速報性の確保に努めた。

[平成 13 年度計画]

- ・プレス発表や取材への対応等による報道機関への発信を通じて、研究所の社会的認知度を高める。見学への対応や研究所公開、研究講演会等の開催により、広く産業技術への関心を向上させるよう努める。そのため、研究所紹介パンフレットを作成、活用する。

[平成 13 年度実績]

- ・プレス発表を計 67 回実施した。また、新聞等への掲載は 1,150 件(1 日平均 3 件)に上った。見学者の受入、研究所の公開、研究講演会の開催、各種イベントへの参加を実施した。このため、研究所紹介パンフレット、ユニット概要パンフレット等を作成し、活用した。
- ・産総研の中心的な研究の取り組みを紹介した「産総研シリーズ」の発刊を実施した。

[平成 13 年度計画]

- ・ホームページ上での情報公開に積極的に努めることとし、過去の研究成果情報も含めて検索が可能なように順次整備を進める。

[平成 13 年度実績]

- ・ホームページを公開し、新規情報を収集し常時更新した。また、研究者が容易に情報発信を行えるように研究トピックス掲示板(仮称)の開発を計画し、その仕様を確定した。平成 14 年 7 月のシステム稼動・公開に向けて準備を進めている。

[中期計画]

- ・研究成果の公表に当たっては、知的財産としての観点から見直しを行い、知的財産権化すべきものについては漏れなく特許、実用新案等出願する。特許については、真に新たな発明か、社会に有用な発明か等、質の向上

に留意しつつ、平成16年度の研究所の年間出願総数として、1,000件以上の出願をめざす。特許の実用的価値を高め、産業界等で有効に活用されるようにする観点から、特許等知的財産権の戦略的かつ適切な権利取得、質的向上のために組織的に対応し、実施される特許の増加に努める。

[平成13年度計画]

・知的財産の権利化、保護、実施に関わる研究者の意識変革を図るため、特許に関わる基本的方針としての「パテントポリシー」の浸透を進めるとともに、特許出願を戦略的かつ積極的に行う。平成16年度において1,000件以上の出願を目指して、平成13年度は研究者に対して特許出願に係る明細書の作成技術に関する講習会を実施する。

[平成13年度実績]

・パテントポリシーを制定したほか、各研究ユニットにはユニット知財担当者を配置し、職員の知財権に対する意識改革を図った。さらに、その周知徹底を図るため、各研究拠点において研修・説明・リエゾンを実施した。また特許化のインセンティブとして、特許実施等収入の個人への還元の上限を撤廃した。特許明細書作成技術等についての知的財産についてのセミナーを計22回(内、つくばで9回)開催した。  
・これらの結果、平成13年度の出願件数は国内1,017件、外国140件であった(平成12年度は国内1,022件、外国151件)。  
・特許実施契約等件数は187件(前年度149件)に、特許実施料等は144百万円(実績見込額)(前年度48百万円)になった。

[平成13年度計画]

・特許の実用的価値を高め、産業界等で有効に活用されるよう、戦略的かつ適切な権利取得、質的向上のために組織的に対応するとともに、実用化の観点から既に所有している特許についても関連特許出願の可能性を検討する等を通じ、実施される特許の増加に努める。

[平成13年度実績]

・国内優先権主張出願利用による骨太特許出願の実現のため、出願済み特許の知的財産権をより強固にするための周辺特許取得戦略を検討する出願戦略委員会を5回実施し、12件の出願特許に対して周辺特許取得戦略を策定した。

[中期計画]

・鉱工業の科学技術に与える影響および成果の効率的な周知を国際的に推進する観点から、注目度の高い国際学術誌等に積極的に発表することとし、あわせて質の向上を図るため、平成16年度においてインパクトファクター(IF)上位1,000報のIF総数(IF×論文数の合計)で2,500以上を目標とする。

[平成13年度計画]

・論文の発表、インパクトファクター(IF)等については、平成16年度における研究所全体の年間発表総数として5000報、及びインパクトファクター(IF)上位1,000報のIF総数(IF×論文数の合計)で2,500以上という中期計画の指標を達成すべく、発表件数、IF値等の推移を随時把握するとともに、その着実な増加を図り、必要に応じて指導、支援を行う。

[平成13年度実績]

・研究成果発表データベースを更新し、誌上、口頭発表など広く成果を収集した。誌上発表数は3,762件(前年度3,506件)であった。また、上位1,000報のIF総数は2,757(前年度2,358)であった。  
・論文数等研究成果発表データを随時把握するため、「研究成果データベース」を構築・運用した。

[中期計画]

・研究成果がネットワーク的な手段によって即座に一般利用が可能になるようなソフトウェアの研究開発においては、インターネットやCD-ROM等を媒介として、プログラムやデータベースの新たな頒布・公開を実施する。

[平成13年度計画]

・研究情報公開データベース(RIO-DB)の一環として、研究成果をより広く利用がしやすい形のデータベースとして整備を進める。データベースの逐次更新を進め、インターネットやCD-ROMを媒介として、国内外に公開する。

[平成13年度実績]

・より広く利用しやすい形の研究成果データベースの整備を目指して、ネットワーク的な一般利用が可能なソフトウェアの研究開発を進めるため、知的財産権の発生等が生じるソフトウェアの頒布を考慮して登録システム等を整備した。

[平成13年度計画]

・多様／多種類のデータベースに対して横断的に情報が発見できるような統合検索／管理機能と、データベース

を見た利用者の意見が収集できるシステムを実現し、利用に供する。利用者の持つ多様な形式のデータを自動収集してデータベース化するシステムの開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・多様／多種類のデータベースに対して横断的に情報が発見できるような統合検索／管理機能と、データベースを見た利用者の意見が収集できるシステムを作成し、公開した。また、利用者の持つ多様な形式のデータを自動収集してデータベース化するシステムを作成し、公開した。

[平成 13 年度計画]

・情報化社会の発展に資する公共性の高いプログラム及びその改良版の頒布・公開を進める。

[平成 13 年度実績]

・並列計算および分子動力学計算に関する汎用的なプログラムを 2 本公開した。外部ユーザーにより約 3,000 件のダウンロードが行なわれ、これを利用した論文発表が 3 件なされている。

[中期計画]

・地質の調査については、社会ニーズに沿って国土及び周辺海域の地質情報の取得を行い、利用しやすい形の成果物として整備・発信する。この内、最も基本的な成果物の一つである 1/5 万地質図幅については、地震予知戦略の一環として指定された特定観測地域、観測強化地域等から重要性の高い地域について中期目標期間末までに 30 図幅を作成し、広く国民に提供する。

[平成 13 年度計画]

・地質の調査については、その最も基本的な成果物の一つである 1/5 万地質図幅に関して、地震予知・防災に関する緊急性の高い特定観測地域、観測強化地域、社会的及び地球科学的重要地域のうち、須原・冠山・青森西部・綾里を始めとする 23 地域の地質調査を行う。また、これまでに地質調査を行ってきた白馬岳・水口・浦河・身延等 9 地域の図幅を完成する。

[平成 13 年度実績]

・1/5 万地質図幅に関しては、須原・冠山・青森西部・綾里を始めとする 25 地域の地質調査を行い、白馬岳・西津・千厩・大宮など 9 図幅 (12 区画) 地域の執筆を完了した (出版は平成 14 年度)。

[中期計画]

・計量の標準については、140 種類の既存標準の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展に必要とされる新たな計量標準について着手し、中期目標期間末までに 158 種類の供給を開始する。これにより 2010 年には、世界のトップレベルに比肩する 500 種類程度の物理系・化学系の標準供給体制を我が国で確立することに貢献する。

[平成 13 年度計画]

・計量の標準の開発・維持・供給については、140 種類の既存標準の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展に必要とされる新たな計量標準についての開発を進める。中期目標期間末までに新たに 158 種類の供給を開始することを目標としているが、これをできるだけ早期に達成するため、今年度は物理標準 35 種類以上、標準物質 35 種類以上、合計 70 種類以上の新たな標準の供給開始を目指す。

[平成 13 年度実績]

・新たに、物理標準 51 件 (依頼試験 43 件、JCSS 8 件) 及び標準物質 36 件 (JCSS 28 件、NMIJ 認証標準物質 8 件) の供給を開始し、累計供給数は物理標準 115 件、科学標準 113 件となった。

・標準物質調査委員会を組織して、産業界におけるニーズ調査、研究機関におけるシーズ調査等を実施し、報告書にまとめた。

・長さ、幾何形状、時間・周波数、質量の分野において、合計 9 件の校正品目についてピアレビューを受け、ISO/IEC17025 による品質システムの ASNITE 認定を受けた。

## エ) 産学官一体となった研究活動への貢献

[中期計画]

・産学官連携プロジェクトの中核として機能することや、研究拠点を緊密にネットワーク化し全国の技術ポテンシャルの活用を図ること等により、産業界、大学と一体となった研究活動の展開に貢献する。

[平成 13 年度計画]

・全国に展開する研究拠点に、地域担当研究コーディネータを配置し、地域の産業ニーズや大学のシーズを継続的に調査・分析するとともに、各地域相互の連携・調整を図る。さらに、各技術分野を担当する研究コーディネータとの連携により、産業ニーズと、大学のシーズや法人内技術シーズとのマッチングを図り、産学官連携プロジェ

クトの企画・立案を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・民間企業とタイアップし、AIST・「産学官」交流フォーラムを開催し人的ネットワーク構築の促進を図った。また、関西センターでは、ベンチャー企業の支援を行うため、近畿経済産業局の協力の下、ベンチャーフォーラムを開催した。さらに北海道センターでは情報電子関係のキャラバン隊活動を行い、民間企業との技術情報交流を行った。
- ・研究拠点の特質を生かした産学官の連携研究を実施するためのオープンスペースラボ(5 拠点)の整備計画を開始した(4. その他業務運営に関する重要な事項で詳述)。
- ・地域コンソーシアム制度や民間からの受託に基づく研究を円滑に進めるために、23 の連携研究体を設置し、研究開発を開始した。また、民間企業との新たな共同スキーム(研究テーマについては双方の話し合いによって決定)の試みとして三菱化学(株)と包括的研究協定を結び外部資金確保を強化した。
- ・共同研究規程、受託研究規程等の産学官連携に係わる規程並びに契約書の知的財産権の運用に関する部分を中心に見直しを行い、産学官連携を進めやすいものに改正した。

[平成 13 年度計画]

- ・地域の技術ポテンシャルに関わる情報を収集・整備する。

[平成 13 年度実績]

- ・例えば、つくばセンターにおいては在つくばの民間企業に対して「つくば産業振興セミナー」を開催した。また、筑波大学、物質・材料研究機構との包括的な協力について検討を行った。北海道・東北センターでは「技術交流・研究交流フェア」を、中部・関西センターでは「産総研中部産学官連携フォーラム」・「産総研関西産業技術創造会議」を、中国・四国センターでは域内公設試験研究機関と共同研究に対する「企画担当者会議」を、九州センターでは佐賀大学との「産学官交流セミナー」を、それぞれ開催し、地域技術情報の収集を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・研究所が持つ高速・大容量情報ネットワークを活用した製造技術データベース、技術相談データベース、研究者データベースを整備する。

[平成 13 年度実績]

- ・技術相談 Q & A 形式で約 6,000 件のデータ登録公開を行った。さらに、ものづくり情報資産データベースとして、窯業原料、物質分析技術等 5 件のデータベースの作成を進めた。その結果、これらのファイルアクセス総数で 70 万件以上を達成した。
- ・技術情報部、産学官連携部門、知財部、能力開発部門、研究成果情報部が有する研究者個人データを研究者データベースとして構築する手順を定めた。

## 4) 技術指導、成果の普及等

### ア) 産業界との連携

[中期計画]

- ・将来の我が国の技術シーズの開拓、共通基盤的技術の開発等の公的研究機関に期待され研究開発を強力に推進するとともに、産学官の連携を推進する機能を設け、産業界、学界等との連携の積極的推進を支援する。研究開発に関する連携等を地域へ展開するために、各研究拠点においても組織的に活動する。また、研究スペースとして産学官の連携研究促進を目的とした施設等を活用する。また、成果の普及等の業務を効率的に推進するための体制を整備し、研究成果等の産総研ポテンシャルを広く産業界等に普及し、技術相談、特許実施による技術移転に積極的に取り組む。

[平成 13 年度計画]

- ・研究拠点に法人の持つ技術シーズと産業ニーズのマッチングを図るための産学官共同研究を実施するために、産学官連携部門による共同研究のコーディネート及び連携研究体(産学官連携センターに所属する、共同研究等を推進するための研究組織)の設立を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・AIST「産学官交流」フォーラムを企画し産業界との連携を計った。平成 13 年度当初 21、年度途中に 2 つの連携研究体を設置した。

[平成 13 年度計画]

・連携研究体の活動を支援するため、予算的支援の他、産学官の連携研究促進を目的とした施設等のスペースを活用する。

[平成 13 年度実績]

・産総研の技術シーズをもとに事業化を図ろうとする企業との共同研究に対して研究費を配賦するライセンス型共同研究制度等を活用し産学官連携研究に必要な研究開発費の確保に努めると共に、地域を中心とするオープンスペースラボ、スーパークリーンルーム等の官民共同研究特定施設、民間企業による研究を中心に据えた共同研究設備・施設等を整備した。これらの施設を活用し産総研をプラットフォームとする、次世代半導体やバイオインフォマティクス研究等の新たな産学官研究を開始した。

[平成 13 年度計画]

・成果普及部門を中心として、技術情報部門、産学官連携部門、国際部門等の各部門の調整・情報交換などを行い、産総研の成果普及を総合的に推進する。

[平成 13 年度実績]

・定期広報誌「AIST Today」の発行の他、研究内容を紹介する産総研シリーズ(全 6 巻)の発刊を開始した(第 1 巻「デジタル・サイバー・リアル 一人間中心の情報技術」(丸善)は発刊済み、第 2 巻「光 ー未来への新たな挑戦ー」(丸善)は平成 14 年 4 月発刊予定)。また、産総研紹介ビデオ(17 分、日・英)を作成した。

[平成 13 年度計画]

・連携研究体を活用し、実用化に必要な追加的な関連研究を行い、特許の実施の促進を図る。

[平成 13 年度実績]

・「通電加熱を用いた吸着回収装置の開発」など、6 件のライセンス型共同研究を実施した。

[平成 13 年度計画]

・産学官連携部門と TLO との連携によって特許実施による技術移転に積極的に取り組む。

[平成 13 年度実績]

・パテントポリシーを制定したほか、各研究ユニットにはユニット知財担当者を配置し、職員の知的財産権に対する意識改革を図った。また、知的財産権を機関帰属とするなどによりその弾力的運用を図った。  
・特許実施契約等件数は 187 件(前年度 149 件)、特許実施料等収入 144 百万円(実績見込額)(前年度 48 百万円)(再掲)。

[中期計画]

・研究成果普及の一環として、職員によるベンチャーの起業の試みに対し、施設の利用、相談、指導等の支援環境の整備を図る。

[平成 13 年度計画]

・ベンチャー企業を興すことを希望する研究者に対し、研究所の研究施設の利用等、研究開発に対する支援を行う。また、ベンチャー運営上の相談、指導等を行う。必要に応じて、移転特許の実用化のための関連研究等の支援を行う。

[平成 13 年度実績]

・ベンチャー支援要領を策定(実施は平成 14 年度 4 月から)し、ベンチャー支援の体制を整えた。  
・3 社のベンチャー企業の希望者に対して研究施設等の支援を行った。22 件のベンチャー企業関連の相談、指導等を行った。  
・これらにより、産総研ベンチャーは平成 13 年度末で現在 18 社(新規設立 5 件)となった。

[中期計画]

・中小企業等へのものづくり技術の普及、インターネットを利用したシステム技術支援等を組織的かつ積極的に行う。

[平成 13 年度計画]

・ものづくり技術をはじめとし、高速・大容量情報ネットワークを活用した技術相談システムを開発し、インターネットによる技術情報の公開と技術相談を開始する。平成 13 年度は金属加工技術に加えて、窯業技術、難削材加工技術等対応技術分野の拡大を行う。

[平成 13 年度実績]

・技術相談 Q & A 形式で約 6,000 件のデータ登録公開を行った。また、ものづくり情報資産データベースとして、窯業原料、物質分析技術等 5 件のデータベース作成に着手した。ファイルアクセス総数は 70 万件以上であった。

[中期計画]

・技術相談等への対応の他、必要に応じて産業技術総合研究所を中核とする共同研究体を組織したり、時限的な連携研究体を設置する等、機動的、集中的に共同研究を行い、産業化のニーズに的確に対応し、平成 16 年度において年間 1,000 件以上の共同研究を実施することを目指す。併せて受託研究制度を見直し、研究受託件数の増加を図る。

[平成 13 年度計画]

・コーディネータの活動を活発に行い、平成 13 年度において 900 件以上の共同研究契約を締結する。民間等からの研究開発委託について、連携研究体の設立や研究受託関連規程の整備等、必要な環境を整備し、受託件数の増加に努める。

[平成 13 年度実績]

・技術移転ポリシーを制定し、所員の技術移転に対する意識改革を図った。また産学官連携コーディネータを各拠点に計 26 名配置した。これらにより、1,131 件の共同研究契約、150 件の受託研究契約を締結した(前年度の共同研究実績は 972 件)。  
・民間企業からの受託は 78 件(約 3.4 億円)、企業等との共同研究グラントは 17 件(4.4 億円)と前年度に比して大幅増となった。  
・マッチングファンドによる新たな研究協力の仕組みとして、三菱化学との包括的な研究協定を結び外部資金確保を強化した。

[中期計画]

・技術の指導等をより実効あるものにするとともに、産業界を支える人材の育成、産業技術力向上への貢献を目指し、企業研修生、共同研究者等を積極的に受け入れる。

[平成 13 年度計画]

・法人が持つ研究能力、研究設備、研究施設を活用して、集中型共同研究等にもなう企業からの共同研究者の受け入れ、学生への技術研修等を実施し、文献や特許明細書等では得られないノウハウ等の技術を移転し、技術指導を実効あるものとする。

[平成 13 年度実績]

・企業等からの技術研修として、1,186 名(前年度は 1,163 名)を受け入れた。

## イ) 大学への協力

[中期計画]

・大学・大学院等高等専門教育機関に対して、連携大学院その他の制度により大学院生、研修生を受け入れるとともに、併任教授としての派遣により大学等の教育、研究に協力する。

[平成 13 年度計画]

・従来の連携大学院 28 件を継続するとともに、新たに連携大学院 10 件以上の協定を締結し、法人が持つ研究能力を活用し、大学等の教育・研究活動に協力する。

[平成 13 年度実績]

・連携大学院協定を 26 の大学と更新し、新規に 13 大学と締結した。連携大学院教官として 222 名(前年度 162 名)が発令を受け、連携大学院生を 122 名受け入れた。

## ウ) 知的貢献

[中期計画]

・エ) [政策立案等への貢献]・研究所に蓄積された人的ポテンシャルを活用して、各種学協会、委員会に対して委員を派遣する等、積極的に貢献する。

[平成 13 年度計画]

・研究コーディネータを中心とした各種学協会活動への協力を行うとともに、法人の研究者データベースを整備し、各種委員会等への委員委嘱を積極的に受ける体制を整備する。

[平成 13 年度実績]

・平成 13 年度の各種委員会等からの委員委嘱数は、学会役員を含めて 3,887 件(前年度 4,435 件)であった。また、調査等のための依頼出張等件数は 1,680 件であった。

## エ) 政策立案等への貢献

### [中期計画]

・研究機関、産業界、学協会、行政等からの産業技術の研究開発動向に関する情報(技術、研究シーズ、その他)を収集、分析し、その成果を積極的に活用し、経済産業省、総合科学技術会議等における中長期的な産業技術の戦略に関する政策立案に貢献する。

### [平成 13 年度計画]

・経済産業省の政策立案・調査部門等外部機関との連携体制を構築する。

### [平成 13 年度実績]

・経済産業省産業技術環境局産業技術ユニットと月 1 回の懇談会を開催することにより、政策立案に向けた連携体制を構築した。

### [平成 13 年度計画]

・研究機関、産業界、学協会、行政等からの産業技術の研究開発動向に関する情報(技術、研究シーズ、その他)を収集、分析する。その結果をもとに、各種報告書、技術ロードマップ等、政策立案に資する情報を取りまとめ、経済産業省、総合科学技術会議等における中長期的な産業技術の戦略に関する政策立案に貢献する。

### [平成 13 年度実績]

- ・学術雑誌、新聞、Web 等の技術シーズ情報(シーズ情報件数 150)を収集・分析するとともに、経済産業省関連の各調査部門との月 1 回の連絡会に参加し、情報交換を行うことで、行政等の技術情報を収集した。
- ・ナノテクノロジー・材料分野に焦点を当てた技術動向調査委員会に加わり、論文動向(調査 193 件)を調べるとともに、産業界の開発動向の聞き取り調査にも多数回参加して、情報を収集・分析した。
- ・経済産業省からの委託研究について、実施した研究成果をとりまとめて報告書を作成し提出した。

## オ) 標準化・規格化等、知的基盤への貢献

### [中期計画]

・効果的な成果普及のための機能を設け、研究情報公開データベース等、知的基盤に関するデータベースの整備、及び発信・提供を行う。

### [平成 13 年度計画]

・研究情報公開データベースについては、産業界等のニーズ、研究所のミッションとの整合性、創造性、学術的な意義等を勘案してデータベースのテーマを選定し、研究所内の研究成果を発信するための情報源として整備する。システム全体を効率的に開発し、研究所内外から利用しやすいデータベースとし、インターネットによるアクセス数の増加を図る。また、地質の調査、計量標準を含む知的基盤に関するデータベースについて、関連諸機関と連携して体系的な構築・整備を進める。

### [平成 13 年度実績]

- ・研究情報公開データベース(RIO-DB)については、継続課題 55 件の更新を行うとともに、新規 25 件を追加した。
- ・RIO-DB とテクノナレッジ・ネットワーク(中小企業ものづくり支援技術情報サイト)との相互連携を開始し、アクセス数の増大を図った。その結果、アクセス総数は 1561 万回となり、前年度より 1 割以上増加した。テクノナレッジネットワークへのアクセスは約 88 万件(前年度 48 万件)となった。

### [中期計画]

・研究成果の国内、国際規格化を行うとともに、日本工業標準調査会(JISC)、国際標準化機関(ISO)／国際電気標準会議(IEC)等の標準活動、専門委員会への参加に関して組織的な対応と管理の一元化を図る。

### [平成 13 年度計画]

・研究開発の成果を JIS、ISO 等の規格案にとりまとめ、国内外の標準関連会議での提案等を通じて積極的な規格化を図る。また、JISC、ISO、IEC 等標準化関係機関からの委員派遣要請等に対して組織的に対応するため、委員経験者、規格策定経験者等の標準に係わる法人内職員のデータベース整備に着手し、人材の一元的な管理を図る。

### [平成 13 年度実績]

・これまでの研究成果の一部を標準情報(TR)案としてとりまとめ、経済産業省へ提出し、6 件が正式に標準情報(TR)として公表された。平成 13 年度標準化研究進捗状況連絡会を開催し、研究成果の規格化を推進中。JISC 等標準化関係機関からの委員派遣要請を一元的に受け付け、委員候補を決定し依頼先に回答(JISC 委員等 26 名、JIS 原案作成委員会等に 5 名を派遣)。法人内職員のデータベースとして、約 200 名の標準関係者を抽出し、関与内容等の情報収集とデータ入力を実施。また、産業界等の標準化ニーズを把握するため主要な 20 団体へ

のアンケート調査及び研究ユニットに対する標準化調査を実施し、この結果を基に団体及び研究ユニットへの訪問調査を実施。更に 70 団体へ追加のアンケート調査を実施した。

[中期計画]

・アジア諸国を中心に標準専門家の招聘、派遣を行い、標準に係る国際的な人的ネットワークを形成する。

[平成 13 年度計画]

・近隣諸国をはじめとする関係諸国と標準化に関して協力関係を構築するため、標準専門家の招聘、派遣を企画、調整、実施する。これにより、ISO 等の国際標準の策定を目的とした人的ネットワーク形成を支援するとともに、国際会議報告書、海外調査報告書を一元的に管理し、海外の標準化動向をとりまとめる。

[平成 13 年度実績]

・ISO 等の国際会議出席者を延べ 18 名を決定し、出席報告書を標準化動向調査事業の一環としてとりまとめた。また、研究者の国際標準化活動を支援するため、経済省の協力を得て ISO/IEC 国際標準化セミナーを開催した。  
・アジア太平洋計量計画及びアジア太平洋法定計量フォーラムにおいて議長及び事務局を務めた。

## カ) 国際活動

[中期計画]

・国際関係の業務を集中的に取り扱う機能を構築し、世界最先端の研究推進の観点から、外国研究機関との戦略的連携を積極的に行う。

[平成 13 年度計画]

・これまで旧工業技術院の研究所単位で行われてきた国際関係業務の様々な業務を、国際部門において全所的に集中化し、企画部門と密接な連携を図って、戦略的な海外展開、効率的な業務の運用を図る。

[平成 13 年度実績]

・国際関係業務のうち研究者派遣及び招聘については全所的に集中化を行ない統一的な運用を確立した。戦略的な海外展開を図り、海外への技術移転の促進のため米国での情報分野におけるワークショップ開催の準備を行った。  
・国際交流の維持セキュリティの確保を継続的に図るために、法規制に則った適切な交流環境の整備として、外為法輸出管理にかかる CP (コンプライアンス・プログラム: 厳守規定) を策定した(包括的対応は研究機関としては初の取り組み)。

[中期計画]

・国際展開のためのインターフェース・調整機能を果たし、また、国際交流、国際連携、国際的な成果普及、技術移転を積極的に推進することとし、研究員の派遣・招へい等を行う。また、国際シンポジウムを開催し、世界に対して成果の発信、普及に努める。

[平成 13 年度計画]

・海外の主要な研究機関の研究動向について技術情報部門と協力して分析を行うとともに、関係海外機関との連携を図る。平成 13 年度は、これまで旧工技院各研究所が行ってきた海外研究機関との連携関係を整理し、より戦略的な立場から包括的な協定の締結をふくむ連携の再構築・新規開拓を行う。

[平成 13 年度実績]

・海外と研究機関との旧来の連携関係を整理し、15 カ国と 26 件の協定を整備した。戦略的な立場からフランス CNRS、韓国産業技術研究会およびオーストラリア技術科学工学会議と包括的な協力協定を締結した。外国人研究者については、招へい 654 名 (55 カ国)、JSPS/NEDO フェロー 144 名 (28 カ国)、職員研究者 50 名 (15 カ国)であった。また、派遣研究者は長期 40 名、短期は 2,565 名であった(人数は何れものべ)。

[中期計画]

・途上国支援については、国際協力事業団プロジェクトをはじめとする各種制度に積極的に参画し、技術協力等を行うとともに、各種制度による途上国からの研修生等の受け入れ、招へいを行う。また、必要に応じて研究員を派遣し、現地に密着した技術支援を行う。

[平成 13 年度計画]

・国際交流、国際連携を促進するために、海外研究機関はもとより、国際機関や在日大使館との情報交換のためのネットワークを構築する。また、成果普及部門と連携して、これらのネットワークを活用し国際的な成果の普及を行う。また、特に重要な課題については国際シンポジウムを開催する。

[平成 13 年度実績]

- ・国際交流・国際連携を促進するために、英国、フランス、カナダ、韓国などをはじめ 20 ヶ国の在日大使館との恒常的なネットワークシステム構築を行った。また、情報分野及びナノテク分野の国際シンポジウムを開催した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・発展途上国の支援の立場から、国際協力事業団が行う技術協力プロジェクト等への積極的な参画、研修生等の受入を行うと共に、途上国における研究活動の支援のために、研究員の派遣を行って技術シーズの円滑な移転を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・国際協力事業団が行う技術協力プロジェクト等への積極的な参画を行い、16 名の専門家派遣、集団 6 コース・個別 11 件の JICA 研修を行った。また 10 件の技術援助型国際共同研究を行った。タイ国計量標準機関の設立プロジェクトでは直接受託により国内事務局を立ち上げた。

## 5) 情報の公開

#### [中期計画]

- ・国民に対し、研究所の諸活動の状況を明らかにし、説明責任を全うするため、適正な行政文書の管理体制を構築し、開示請求に対する担当窓口を明示し、迅速かつ適正に対処する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・行政文書については、重要度や必要性に応じて保存期間等を定め、文書番号の付与など、一元的な管理、保存体制を構築する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・独立行政法人等の情報公開について、「独立行政法人の保有する情報の公開に関する法律」が平成 13 年 11 月 28 日付けで制定され、1 年以内に施行することになった。国における行政文書に相当するものは、法人文書と呼称されることになり、それを公開・開示することになった。このため、情報公開準備室を設置し、情報公開の準備・検討の体制を整えるとともに、法人文書の管理等について、現行の文書管理規程の改正を検討した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・文書システムを導入して、全国の研究拠点の行政文書を一元管理できるようにし、情報公開に迅速に対応できる体制を実現する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・文書システムの導入を図ると共に、情報公開の審査基準、手順マニュアルの検討をすすめ、情報公開に迅速に対応するものとした。

#### [平成 13 年度計画]

- ・開示請求に対しては、報道室が窓口となり、請求に対して迅速かつ適切に資料の開示、提供を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・独立行政法人等に関する情報公開法が制定され、平成 14 年度(施行日未定)から施行の予定になっている(再掲)。また、窓口については、情報公開準備室で体制を検討した。

## 6) その他の業務

### ア) 特許生物の寄託業務

#### [中期計画]

- ・特許庁から委託を受け、特許生物の寄託に関する業務を行うため、その協議の下に寄託生物種保管体制の整備、データベースの構築、外部提供者に係る所要の体制を整備し、寄託された生物種に関する情報を体系的にカタログ化し産業界に提供する。また、世界的所有権機関(WIPO)ブダペスト条約による認定された国際寄託業務を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物を受託するとともに求めに応じて分譲業務を適切に行う。

[平成 13 年度実績]

・微生物に関しては、それぞれ、かび 71(前年度 91)件、酵母 53(同 58)件、細菌 511(同 523)件、放線菌 42(同 34)件、プラスミド 71(同 28)件の寄託を受けた。また、116(前年度 137)件の分譲を行った。植物細胞に関しては 8(前年度 6)件の寄託を受け、2(同 1)件を分譲した。動物細胞に関しては 221(前年度 156)件の寄託を受け、11(同 11)件の分譲を行った。

[平成 13 年度計画]

・寄託生物に係るデータベースの整備、寄託された生物種に関する情報のカタログ化を推進する。

[平成 13 年度実績]

・既存データの整備、特許情報の利用範囲の検討等、一元化システム構築の準備作業を行った。

[平成 13 年度計画]

・寄託生物種の生存試験を行うとともに、これに基づく保存技術及び形質維持の高度化を指向する研究開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・寄託された微生物に関して生育を確認した。生存検査において生育良好かつ、雑菌汚染検査において問題のないものについては以後の分譲請求や経年試験のために複製を作成した。保存技術については、アンプルの保管温度、調整法などの検討を行っている。形質維持に関しては消失しやすい機能を持つ肝臓由来の細胞株をモデルとして選定した。

## イ) 独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業

[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研究・共同事業を行う。

[平成 13 年度計画]

・独立行政法人製品評価技術基盤機構と JIS、ISO 等の標準整備を目的とした共同事業を実施する。標準化を目的とする研究開発を協力して実施し、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提案する。

[平成 13 年度実績]

・独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業契約書を締結した。標準化を目的とする標準基盤研究の 4 テーマ及び標準情報化研究の 2 テーマについて共同して実施した。また、これまでの共同事業の成果として標準情報 (TR) 案をとりまとめ、経済産業省へ提出し 3 件が正式に公表された(再掲)。

## 3. 予算(人件費の見積もりを含む)、収支計画及び資金計画

### 1) 予算(人件費の見積もりを含む)

〈別表 a〉 平成 13 年度 決算報告書 によって明示し、主要部分は財務諸表として示す。

### 2) 収支計画

〈別表 b〉 貸借対照表及び損益計算書 によって明示し、主要部分は財務諸表として示す。

### 3) 資金計画

〈別表 c〉 キャッシュ・フロー計算書 によって明示し、主要部分は財務諸表として示す。

[中期計画]

・業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図る。

[平成 13 年度計画]

・業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図る。外部資金、特許実施料、教習料、校正・検定手数料等、自己収入の増加に努める。高額のランニングコストを必要とする施設・大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合の縮減に努める。

[平成 13 年度実績]

・国からの受託だけでなく、特殊法人等からの受託費(52 億円)、民間等からの受託や使途特定寄附金、研究助成金、さらには競争的資金等外部資金の積極的な獲得に努めた。その結果、外部受入資金総額 18,297 百万円は、予算額 13,895 百万円を大幅に上回った(4,402 百万円増)。特に、受託収入のその他の受託収入では、予算 1,500 百万円→決算 5,542 百万円(約 3.7 倍)となった。また、自己収入にあたるその他の収入では、予算 291 百万円→決算 1,161 百万円(約 4.0 倍)となった。

・諸設備の維持管理、調達方法等の全面見直しにより固定経費の節減に努めた。平成 13 年度は、業務効率化を中心に約 6 億円の削減を達成した。(人件費を除く運営費交付金の約 2 %弱に相当)

【具体例】

特殊空調等の大型設備の補修業務の見直し : 17.2 億円(12 年度)→12.6 億円(13 年度)▲4.6 億円  
電気設備等の点検頻度の見直し・一括契約化 : 20.0 億円(12 年度)→19.5 億円(13 年度)▲0.5 億円  
つくばの警備業務の見直し・一括化 : 3.3 億円(12 年度)→ 2.9 億円(13 年度)▲0.4 億円

[中期計画]

ア) 自己収入の増加

・外部資金、特許実施料、教習料、校正・検定手数料等、自己収入の増加に努める。

[平成 13 年度計画]

ア) 自己収入の増加

・外部資金、特許実施料、教習料、校正・検定手数料等、自己収入の増加に努める。

[平成 13 年度実績]

・特許実施料の大幅増、研究助成金の受入による一般管理費の収入が増加。

特許実施料等: 平成 12 年度 48 百万円 → 平成 13 年度 144 百万円(実績見込額)

研究助成金の受入による収入: 平成 12 年度 0 → 平成 13 年度 188 百万円

・平成 13 年度から新たに情報開示料収入を加え、特許の一層の積極的活用による特許実施料収入の増加に努めた。(上記の内数: 情報開示料: 45 百万円) (一部再掲)

[中期計画]

イ) 固定的経費の割合の縮減

・高額のランニングコストを必要とする施設・大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合の縮減に努める。

[平成 13 年度計画]

イ) 固定的経費の割合の縮減

・高額のランニングコストを必要とする施設・大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合の縮減に努める。

[平成 13 年度実績]

・平成 13 年度において実施することが可能な業務の見直し、節減に関しては積極的にこれを行い、1 %の業務の効率化に努めた。

【業務経費削減の具体例】

特殊空調等大型設備の補修業務の見直し: △460 百万円

電気設備等の点検業務の見直し・一括契約化: △50 百万円

つくば警備業務の見直し: △40 百万 など、総額約 6 億円(人件費を除く運営費交付金の約 2 %に相当)。

・受益者負担原則の導入、電子顕微鏡等大型機器の共同利用規程の運用開始等により、既存資源の有効活用、経費削減を実施した。

## 4. 短期借入金の限度額

[中期計画]

・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け入れ等が最大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。

[平成13年度計画]

・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け入れ等が最大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。

[平成13年度実績]

実績はゼロ(予算の空白や暫定予算という事態にならなかったため)。

## 5. 重要な財産の譲渡・担保計画

[中期計画]

なし。

[平成13年度計画]

なし。

[平成13年度実績]

なし。

## 6. 剰余金の使途

[中期計画]

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・研究用地の取得
- ・研究用施設の新営・増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

[平成13年度計画]

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・研究用地の取得
- ・研究用施設の新営・増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

[平成13年度実績]

- ・平成13年度の剰余金は約7千万円を予定。

## 7. その他主務省令で定める事項

### 1) 施設及び設備に関する計画

[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＝総額 112 億円 財源＝施設整備費補助金 予定額＝793 億円 財源＝無利子借入金

- ・産学官連携研究オープンスペースラボの整備
- ・空調和関連設備改修

- ・電力関連設備改修
- ・給排水関連設備改修
- ・その他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

[平成 13 年度計画]

- ・空調関連設備改修、電力関連設備改修、給排水関連設備改修等により施設の老朽化対策及び高度化対策を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年度において、以下の補正予算等で施設及び整備の重点化を図るとともに、施設の老朽化対策及び高度化対策を実施した。
- ・地域の産学官連携、ベンチャー企業等の活性化を促すため、5 つの地域に産学官連携の研究者が集中研究できるオープンスペースラボの整備を平成 13 年度補正予算により開始した。

13 年度第 1 次補正予算(施設整備費補助金)

○中部産学官連携オープンスペースラボ 5,000 m<sup>2</sup> 20 億円

13 年度第 2 次補正予算(無利子貸付金)

○産学官連携情報技術共同研究施設 36,000 m<sup>2</sup> 170 億円

○関西産学官連携オープンスペースラボ 5,000 m<sup>2</sup> 29 億円

○北海道産学官連携オープンスペースラボ 4,000 m<sup>2</sup> 21 億円

○東北産学官連携オープンスペースラボ 5,000 m<sup>2</sup> 21 億円

- ・民間企業による研究を中心にすえた産学官共同研究を実施するため、平成 13 年度補正予算により共同研究施設・設備の整備を開始した。

○次世代半導体設計製造技術共同研究施設(仮称) 2,000 m<sup>2</sup> 315 億円

○低消費電力次世代ディスプレイ製造技術共同研究施設(仮称) 9,000 m<sup>2</sup> 153 億円

○次世代モバイル用表示材料技術共同研究施設(仮称) 3,000 m<sup>2</sup> 34 億円

○環境調和型ディーゼルシステム共同研究施設(仮称) 4,000 m<sup>2</sup> 50 億円

[平成 13 年度計画]

空気調和関連設備改修	126,914 千円
電力関連設備改修	786,379 千円
給排水関連設備改修	203,405 千円
その他必要な施設・設備の整備	75,913 千円
計	1,192,611 千円

[平成 13 年度実績]

空気調和関連設備改修	113,846 千円
(内訳) ・一般空調機等改修(つくばセンター: 第 7 事業所)	34,448 千円
・超精密加工実験室改修(九州センター)	79,398 千円

電力関連設備改修	760,060 千円
(内訳) ・中央特高受変電所改修(つくばセンター)	339,431 千円
・電力監視システム改修(つくばセンター: 西事業所・第 1 事業所・第 7 事業所)	346,518 千円
・分電盤改修(北海道センター)	74,111 千円

給排水関連設備改修	242,964 千円
(内訳) ・南地区研究廃水埋設管改修(つくばセンター)	225,901 千円
・排水処理施設高度化改修(四国センター)	17,063 千円

その他必要な施設・設備の整備	75,390 千円
・流体輸送試験装置改修(つくば北センター)	75,390 千円
計	1,192,260 千円(契約見込額)

[中期計画]

- ・なお、以下の追加現物出資予定の施設及び設備については、引き続き国において整備される。  
施設・設備の内容 予定額＝総額 613 億円 財源＝現物出資
- ・先端材料コンピュータサイエンスラボの整備
- ・低温バイオ研究センターの整備

- ・中部センター研究本館等の整備
- ・スーパークリーンルーム産学官連携研究棟の整備
- ・特高受変電棟の整備
- ・流量国家標準施設の整備
- ・研究協力センター(新館)の整備
- ・大阪バイオエンジニアリング研究棟の整備
- ・EMC 標準アンテナ測定用電波暗室棟の整備
- ・特定高圧ガス実験棟の整備
- ・くらしと計量センターの整備
- ・糖鎖遺伝子工学研究棟の整備
- ・特殊空調設備の整備
- ・温度成層風洞制御設備等の整備
- ・排ガス処理設備の整備
- ・生化学実験設備の整備

[平成 13 年度計画]

- ・国において整備されている追加現物出資予定の施設及び設備について、完成次第、適宜追加出資を受ける。

[平成 13 年度実績]

- ・国において整備されている追加現物出資予定の施設及び設備について、平成 13 年度は以下の施設・設備の現物出資を受けた(出資年月日)。

・先端材料コンピューターサイエンスラボ	(平成 13 年 9 月 5 日)
・中部センター研究本館等	(平成 13 年 9 月 5 日)
・スーパークリーンルーム産学官連携研究棟	(平成 14 年 3 月 29 日)
・特高受変電棟	(平成 14 年 3 月 29 日)
・流量国家標準施設	(平成 14 年 1 月 7 日)
・研究協力センター	(平成 14 年 1 月 7 日)
・大阪バイオエンジニアリング研究棟	(平成 14 年 3 月 29 日)
・EMC 標準アンテナ測定用電波暗室棟	(平成 14 年 1 月 7 日)
・特殊空調設備	(平成 14 年 3 月 29 日)
・温度成層風洞制御設備等	(平成 14 年 3 月 29 日)
・排ガス処理設備	(平成 14 年 3 月 29 日)
・生化学実験設備	(平成 14 年 3 月 29 日)

[平成 13 年度計画]

- ・研究施設・設備の点検・保守を適切に行う。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年度において、研究施設・設備の維持管理を適切に実施した。
- ・施設・設備の運転監視[つくばセンター(つくば中央・東)の設備等維持管理業務等]
- ・法律の規定に基づく施設設備の法定点検(自家用電気設備点検等)
- ・施設設備の自主的点検(防災監視設備点検等)

## 2) 人事に関する計画について

### ア) 方針

[中期計画]

- ・研究関連人材の流動性を高めるため、任期付き任用制度を積極的に活用する。

[平成 13 年度計画]

- ・研究関連人材の流動性を高めるため、任期付き任用制度を積極的に活用する。

[平成 13 年度実績]

- ・任期付研究職員の採用に努めた。その結果、全研究職員に占める任期付職員の割合は、平成 13 年度当初約 10%から約 12%(平成 14 年度当初)に増加した。

[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抑制する。

[平成 13 年度計画]

・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を抑制する。

[平成 13 年度実績]

・管理 4 部門(業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門、研究環境整備部門)の業務を効率化した。その結果、平成 14 年度の管理部門を約 40 名削減した体制で発足することとした。

## イ) 人員に係る指標

[中期計画]

・研究業務に従事する新規採用者数に対して、任期付き職員数が占める割合を順次引き上げていく。

[平成 13 年度計画]

・研究者の職員の新規採用については、若手育成型任期付研究員を中心に採用し、研究員の流動性の確保に努める。公募には広く国内外から優秀な人材を集められるよう、十分時間をかけるとともに、内部における採用審査も複数の段階に分けて慎重に行うものとする。

[平成 13 年度実績]

・平成 14 年度研究職員の新規採用については 68 名のうち 58 名を任期付研究員(若手型 51 名、招へい型 7 名)とした。国内外から人材を広く公募した結果、全応募者 756 名のうち 51 名が海外からの応募(うち採用は 5 名)であった。

・採用審査は、複数の研究現場、理事等の幅広い観点から選考審査を行った。

[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抑制的に推移させる。

[平成 13 年度計画]

・管理部門については、初年度における運営の実際を見極めた上で、次年度における人員や業務内容の方針をたてる。

[平成 13 年度実績]

・業務効率化を推進し体制強化を図るために業務推進本部を設置し、管理部門の業務マニュアル化を推進するとともに、業務の重複、非効率性、過度の集中や研究者の負担増等の実態調査を実施した。

## ウ) 人材の確保、人材の養成についての計画

[中期計画]

・職員の業務成果に対する新評価制度を導入する。これにより、産総研の運営指針に対する理解を深め、且つ職員の資質・職務遂行方法の向上を図ることにより効率化を図る。独立行政法人通則法第 57 条第 1 項(給与)については、個人評価制度に基づいて対応する。

[平成 13 年度計画]

・新規に導入された職員の評価制度による評価に基づき、適材適所に配置することにより人材を確保するとともに、初任者研修等の職責階層別研修、語学研修その他の専門研修の実施により、人材の養成を図る。

[平成 13 年度実績]

・中堅研究者のスキルアップのため能力開発研修及び知的財産研修を実施した。

特に前年 4G 昇格者を対象に業務上有用な知識・技能を付与するため、プレゼンテーション、テクニカルライティング等のテーマによる能力開発研修を実施したほか、知的財産関係の研修をセミナー形式で 9 回(472 名)を実施した。

[中期計画]

・職員については新評価制度による評価に基づき多様なキャリアパスを設定し、各種部門に適材適所配置することにより、組織全体の効率化を図る。

[平成 13 年度計画]

・職員については新評価制度による評価に基づき多様なキャリアパスを設定し、各種部門に適材適所配置することにより、組織全体の効率化を図る。

[平成 13 年度実績]

・人材データベース暫定版を構築し、適材適所につながる必要な情報提供を進めた。また、内部流動性促進のた

め所内公募制度を創設した。これらにより、研究ユニット間で71名(ラボの廃止に伴う異動者10名を含む)、研究ユニットと管理関連部門間で112名の異動が行われた(再掲)。

- これまでの俸給と諸手当を基本とする給与制度に対し、俸給と職責給、業績給を基本とする新しい給与制度を導入し、評価に基づき業績給の配分を行うこととした。

### 3) 積立金の処分に関する事項

[中期計画]

なし。

[平成13年度計画]

なし。

[平成13年度実績]

中期計画終了時点の課題である。

## 《別表 1》 鉱工業の科学技術

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

### (1) 社会ニーズへの対応

#### 1. 高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現

##### 1-1. バイオテクノロジー分野

高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現及びバイオテクノロジー分野における産業創成をめざして、ポストゲノム時代におけるゲノム情報の応用、生命機能の理解とその人間生活向上への利活用、高度な情報処理機構を利用した脳科学・細胞生物学、環境計測・浄化・保全や廃棄物処理等のバイオテクノロジー技術及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

##### ① ゲノム情報利活用技術及び有用蛋白質機能解析

[中期計画]

・遺伝子の発現頻度情報の取得・解析を目的として、ヒト cDNA 1.5 万個以上の多目的発現解析の基盤構築、蛋白質遺伝子の 4 割以上に相当する 2 万個以上の遺伝子の発現頻度情報の取得とデータベースの作成及び多重遺伝子の自動注入システム及び細胞変化の自動解析技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・質、量共に世界的に優位にあるヒト完全長 cDNA ライブラリーを基礎として遺伝子発現の系統的・統計的な解析を行い、ヒト遺伝子・タンパク質に関する世界に先駆けた網羅的な研究における我が国の中核的な拠点となることをめざして、まず、ヒト cDNA のタンパク質発現を調べるために、Gateway ベクターに導入した遺伝子の多目的発現解析のための基盤の整備を行う。5,000 個の cDNA 導入クローンを作成するとともに、Gateway ベクターを基にしたタンパク質の発現系の構築を試みる。また、トランスクリプトーム解析においては、iAFLP 法等によりヒト cDNA に関して 3 年間で数百万データポイント以上の遺伝子発現情報を取得するための基礎の構築を図る。タンパク質ネットワークの解析に関しては、質量分析計を用いて複合体を形成するタンパク質群の部分配列情報を取得する技術を確認し、測定データのデータベース化を進める。遺伝子発現の細胞生物学的解析を行うために、ヒト遺伝子の注入細胞群の細胞変化の大規模解析の自動化を目指したプロトタイプを作成を行う。

[平成 13 年度実績]

・ヒト cDNA をもつ 5,000 個の Gateway 導入クローンを作成した。それらの中から 1,500 個を選択し Gateway 発現ベクターを作成中である。iAFLP 法を用いて、120 万データポイント(組織数×遺伝子数)の遺伝子発現情報を取得した。少量の細胞より抽出されたタンパク質複合体サンプルの質量分析計での分析で構成蛋白質同定の基本技術が確立できた。96 穴プレート 1 枚の細胞が 90 分で撮影できる顕微鏡画像自動取得装置の作成に成功した。

[中期計画]

・膜蛋白質等に関して、分解能 2.5 Å 程度の電子顕微鏡による構造解析システムを開発する。溶媒分子等の存在下での 1 Å 以内の高精度で解析できる高速モデリング技術を開発する。また、蛋白質の構造形成機構を解明し、有用な機能を有する人工蛋白質等を設計・創製する技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・膜タンパク質等の立体構造を 2.5 Å 分解能程度の高分解能で解析できる電子顕微鏡システムの構築を行うとともに、構造解析のための膜タンパク質等の発現、精製、結晶化を試みる。膜タンパク質等について、溶媒分子や膜分子も含んだ状態で、数千万の異なる状態の構造を探索しモデリングする技術の開発を進める。分子量 10 万

以上の高分子量タンパク質複合体の分子間相互作用を解析するために、生体高分子と目的タンパク質間の界面を90%以上(NMRより同定された残基数/界面公正残基数)の精度で同定する試みを行う。

[平成13年度実績]

・膜蛋白質の立体構造を2.5 Å分解能で解析できる電子顕微鏡システムの構築を行いバクテリオロドプシンの解析に成功した。膜蛋白質を含む産業上有用な蛋白質について発現・精製を行い、その幾つかについて結晶が得られた。蛋白質の立体構造を高精度・高速でモデリングするための、マルチカノニカル法やレプリカ交換法による分子動力学プログラム開発の見通しが得られた。新規の計算アルゴリズム開発としてTsallis統計を利用する方法について理論的検証を行い有効性を確認した。溶液中における蛋白質複合体のNMR解析において交差飽和を適用して分子量16万の複合体の界面を精度よく決定できた。

[平成13年度計画]

・新規タンパク質の設計のため配列空間探索に基づく効率の良い探索技術を開発することを目的として、変異の効果に関する曖昧な加算性を利用した適応歩行法の適応を試み、対象とする酵素について、変異データベースを整備する。ジヒドロ葉酸還元酵素から出発して糖分解酵素に至る配列空間上の経路を作製するため、ジヒドロ葉酸還元酵素の全ての部位での変異データベースを作製し、変異効果の大小を見極めて、糖分解酵素へと至る最短経路を考案し、実際変異体の作製を試みる。配列空間探索手法を利用して酵素の基質特異性の転換を少なくとも一例実証するために、*p*-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼの副反応について適応歩行法を用いて改善を試みる。配列空間探索手法を利用して(重金属を含む)低分子化合物と特異的に結合する機能性蛋白質を創製するために、出発配列をどのようなものにするかの検討と、部位ごとの変異選択の進化サイクルの適応を試みる。蛋白質の構造形成プロセスの制御機構を研究するために、上記研究で得られた各種変異体について、その構造形成について各種プローブを用いて調べる。

[平成13年度実績]

・ジヒドロ葉酸還元酵素について、一アミノ酸置換変異体の系統的且つ網羅的作製を進め、26部位について500個以上の一アミノ酸置換変異体を作製すると共にその中から約240個の変異体蛋白質を分離精製均一化した。精製した蛋白質について、蛋白質化学的性質を調べると共に触媒パラメータとして $k_{cat}$ 、 $K_m$ 、補酵素特異性に関する性質を調べ変異体データベースを作製した。変異体データのうち、補酵素特異性に関する性質を利用することにより、元の野生型酵素の補酵素特異性(反応に高価な補酵素であるNADPHを利用する)を安価な補酵素であるNADHを利用できるように、補酵素特性の完全転換に成功した。*p*-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼについて、全てのシステイン残基およびメチオニン残基の部位について系統的且つ網羅的に一アミノ酸置換変異体の作製を試み、全変異体の作製を完了した。現在、各変異体の副反応について解析中である。低分子化合物と特異的に結合する機能性蛋白質の創製を目指し対象蛋白質の選定を試み、金属イオンと結合する配列モチーフの選別と結合のモニタリングを容易にするレポータ蛋白質の組み合わせの候補について選定し、現在、その蛋白質をコードする遺伝子の作製および蛋白質発現実験を遂行中である。

[平成13年度計画]

・タンパク質の立体構造形成に深く関与していると考えられる構造核形成の一般則確立を将来目標に、構造核の安定性の系統的解析に向けて、まず合成フラグメントによる立体構造形成機構の解析を複数の系を対象に行うとともに、フォールディング過程を熱、変性剤による方法に加えて、圧力による方法によっても解析する。酵素など分子間相互作用の関係する系では、理論計算手法の重要性が高く、従来、静的構造に適用されてきた古典力学的分子動力学/モンテカルロ法に加えて、非経験的分子軌道計算が必要であるため、この大規模計算に必要な超並列(クラスター)計算機の構築拡大を図る。

[平成13年度実績]

・ヘリックスおよびベータ構造性のタンパク質構造核についてフラグメントを多数合成し、その構造形成能の測定解析を行った。構造データベースをもとに構造核の候補としてのターン構造性の予測法を開発し、実際に化学合成したアナログで安定なターン構造形成を証明した。また、集合体形成するタンパク質について、繊維状集合体形成の要因となる残基と相互作用をほぼ解明した。タンパク質安定性への圧力効果を検討し、アミラーゼ等が加圧下で高活性となることを見出し、高圧反応装置を設計した。生体分子の電子状態計算のための、プログラム開発と専用クラスター計算機の組み上げが進展した。

[平成13年度計画]

・独自に開発した高磁場環境発生器を用いた無重力状態での結晶成長を解析し、高品位結晶の作成技術確立するとともに、産業応用に有用な蛋白質を高度好熱菌から探索し、その遺伝子構造、蛋白質構造、蛋白質機能を解明する。光制御ペプチドを用いた蛋白質構造形成機構解析を行うため、ケージドペプチドを設計・合成し、構造形成秩序を自在に制御することにより、構造形成過程を解析するとともに、酵母系を用いた蛋白質品質管理評価システム確立:酵母の分泌系を品質管理システムとして用いることにより、構造形成の容易なスクリーニング

の可能なシステムを構築する。

[平成 13 年度実績]

・高度好熱菌 *Pyrococcus horikoshii* の遺伝子のうちアミノペプチダーゼ(新規な基質特異性を有する)、セルラーゼ(綿織物の毛羽取りに使用できる)、*Aeropyrum pernix* 遺伝子のうちシステイン合成酵素(システインが合成できるほか、大きなSH基取り込み能がある)、グリセロール1リン酸脱水素酵素(耐熱性の高い市販されていないエーテル脂質試薬の製造に使える)、チオレドキシン(活性酸素除去能がある)について、それぞれ大腸菌を用いた発現系を構築した。生産されたタンパク質の酵素活性(=機能)があることを確認、1つを除き、結晶化条件まで既に明らかにした。光制御ペプチドを用いた蛋白質構造形成機構解析のためのモデル系を確立するため、構造形成を制御可能な主鎖のアミド結合にケージド基を入れたものの合成に成功した。また、機能蛋白質の立体構造形成過程の解析を行い、特に蛋白質の会合過程や繊維状過程について詳細に検討した。機能蛋白質の高機能化、安定化技術の開発のため、酵母の分泌系を品質管理システムとして用いることにより、安定化蛋白質の容易なスクリーニングの可能なシステムを構築した。

[中期計画]

・国内外の有用なバイオインフォマテクスデータベースの統合化、データベースの検索・解析技術の開発・高度化を行い、独自のアノテーション(注釈機能)等の付加により、生物情報を広く実用できる環境を整備する。

[平成 13 年度計画]

・ミレニアム・プロジェクトを始めとするバイオ関連情報の中核的な集積拠点をめざして、国内外のバイオインフォマテクス関連データベースの高度化と統合化を図るとともに、独自のアノテーションを付与したシステムを広く研究者に提供するための体制の構築を行う。

[平成 13 年度実績]

・統合データベース解析グループでは、ヒトゲノム配列データベースの整備、ヒト遺伝子データベースの整備、統合データベース解析のための計算機システムとソフトの整備、アノテーション・システムの開発、ヒト完全長 cDNA データのアノテーション、ヒトゲノム・アノテーション・セントラルの準備、MHC 遺伝子領域の比較ゲノムデータベースの開発、比較ゲノム配列解析のためのソフトウェア開発、を重点的に実施し成果を得た。また、遺伝子多様性解析チームでは、ヒトゲノム配列と多型データベースの統合化、電子 PCR によるゲノムマッピング・ソフトの開発、遺伝統計解析ソフトウェアの開発と整備、多型マイクロサテライトマーカーの設定とタイピング方法の確立およびデータベース構築、ハプロタイプ頻度推定プログラムの開発、Pooled DNA の相関解析手法開発、を重点的に実施し成果を得た。

[中期計画]

・網羅的クローニングにより分離したヒト由来糖鎖合成関連遺伝子等の機能解析を行い、それらを利用して、新規な糖鎖合成法を開発する。

[平成 13 年度計画]

・ヒト糖鎖合成関連遺伝子ホモログの網羅的クローニング及び酵母細胞表層への蛋白質の発現、輸送、局在化機構の解明を目指して、糖鎖合成関連遺伝子のライブラリー構築及び酵素機能解析、酵母の細胞表層を利用するオリゴ糖合成システムの開発、酵母細胞壁糖蛋白質の成熟過程の解明とその感染阻害剤探索系への応用、酵母細胞を利用する真核細胞増殖制御因子の機能解析、癌に由来する染色体異常部位の検出を行う。これを通して、酵母細胞を用いて、酵母の糖転移酵素遺伝子を破壊した宿主細胞にヒト糖鎖遺伝子を導入して、ヒト型糖鎖の付加した活性のある糖タンパク質を生産する。酵母細胞壁のマンナン蛋白質の局在・固定化機構を解析し、その過程における新規な遺伝子の解明および新規な細胞壁蛋白質の固定化機構の解明を行う。ヒトの糖転移酵素遺伝子ホモログをデータベースより検索し、50 遺伝子以上クローニングし、機能解析を開始する。臨床診断に用いることのできる染色体上の異常を見いだすことを目的として、CGH 画像解析装置により肝細胞癌 50 例の解析を行い、幹細胞癌に特異的な異常部位の検出を行う。また肝細胞癌の染色体異常に関する特許を申請する。

[平成 13 年度実績]

・糖鎖合成に関与する糖鎖合成遺伝子のライブラリー構築、あるいは酵母における改変ヒト型糖鎖付加糖タンパク質生産技術の開発を進めるにあたり、データベースより糖転移酵素遺伝子を始めたヒト糖鎖合成遺伝子のホモログを探索するためのシステムを構築し、それを用いて現時点までに 70 種類近くの新規遺伝子候補を見出した。見出した候補のうち約 40 種類の遺伝子に関してクローニングを進行中、或いは終了した。遺伝子クローニングが終了したのものに関してはリコンビナント酵素を作製し、酵素蛋白質の基質特異性の解析並びに酵素活性測定を進行中である。また酵母を始めとした細胞レベルでの機能解析も進められている。既にある程度の解析が終了した新規糖転移酵素遺伝子に関しては特許申請済み(現在 12 遺伝子)である。酵母の糖転移酵素を破壊した宿主細胞を用い、ヒト  $\alpha$ ガラクトシダーゼを生産し、これがリソソーム病の治療薬として有効であることを見いだした。また、酵母細胞表層に糖転移酵素を固定化する基本的な技術を確認し、モデルオリゴ糖の合成に成功し

た。

[中期計画]

・蛋白質等の整列化技術の開発により、プローブ顕微鏡を用いて整列蛋白質等の配向・機能を評価する技術を開発する。また、細胞の特性の解析に必要なバイオイメーjing技術、細胞の操作技術の高度化を行う。

[平成 13 年度計画]

・マイクロサイズの高性能バイオセンサを走査型プローブ顕微鏡チップとして利用することにより細胞レベルの局所領域での化学、生化学計測を行うためのバイオセンシングシステム構築の基盤技術を確立することを目標として、微小センサチップ及び微小センサアレイの構築を目的として、好適な生体分子固定化法、ナノ～マイクロサイズのドメインによる基板修飾方法を確立するとともに、走査型電気化学トンネル顕微鏡、走査型マックスウェル応力顕微鏡に加え、走査型電気化学顕微鏡により生体分子の形態／機能の可視化を行う。

[平成 13 年度実績]

・センサ構築用の選択透過膜材料としてポリシロキサンが有用なことを見だし、これを用いて世界初の酢酸センサを開発した。走査型トンネル顕微鏡により金上のメルカプトプロピオン酸単分子膜の構造(三量体構造)を解明した。走査型電気化学顕微鏡の解像度向上の研究に着手した。

[平成 13 年度計画]

・MEG 計測で一般的な脳の神経細胞群の活動に対する複数の信号源、分布する活動源に対する信号源を客観性をもって求めることができる空間フィルタ法を用いた逆問題解析法の確立を目指す。また、複数感覚刺激下における注意の分割に関して、ニオイや味に対する情動の MEG 計測法の開発をもとに、EEG、fMRI なども併用した MEG 実験・解析法の開発を行い、より信頼性の高い計測・解析法の開発、MEG を用いた高次脳活動の可視化手法の確立を目指す。体内 3 次元動態可視化診断・治療システムの開発のため、試作したデータ収集装置と解析装置を一体化し、既存超音波診断装置の RF 波形のパワースペクトルとそのフラクタル次元 (FD 値) の演算を、診断装置内部で処理する機能、及び計算結果診断画像とともに表示する機能を有する、超音波診断装置を試作する。この測定系を用いて、臨床におけるデータ収集、及び解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・MEG に EEG や fMRI を併用した非侵襲センサーの統合課題に取り組み、信号源推定の精度向上を行った。また、ニオイや味の刺激に対する快／不快の情動応答を調べ、刺激物質の種類の影響や大脳左右差特性について検討した。超音波診断装置を試作し、臨床の現場において、データ収集・解析を行い、正常肝、肝硬変および脂肪肝について、それぞれを 70 %程度の精度で自動的に識別可能であることを示した。本手法により脂肪肝程度の定量診断を試みたところ、医師が日常的に超音波診断画像上で行っている診断結果と良い相関が得られた。

[平成 13 年度計画]

・ニオイ識別機構を細胞・分子レベルでの解明を目的として、特定の自然臭を検出するための機能している一群のニオイレセプタのアミノ酸配列を同定するために、Ca-imaging により単離嗅細胞のニオイ／ニオイ分子応答特性を計測し、応答した細胞の持つニオイレセプタのアミノ酸配列を単一細胞 RT-PCR 法により決定するとともに、オペラント実験制御系を更新し、実験動物のニオイ識別機能の違いを評価し、また、特定のニオイ分子に応答する嗅細胞の構成比と比較することにより、受容器感度の相違の原因を検討する。

[平成 13 年度実績]

・2 種のカルボンに対する感受性の異なる嗅細胞と識別出来ない嗅細胞に特定の比率が存在する結果を得た。多数ある嗅覚レセプタの応答性とアミノ酸配列の比較を行った。特定のレセプタを持った細胞を可視化する実験については、染色コントラストの改良を検討した。また、行動実験によりカルボン識別能を評価するために、マウスをトレーニングし、識別し得る最低濃度を同定する実験を進めた。

[平成 13 年度計画]

・エレクトロケモセラピーに用いることのできる複合マグネトリポソーム作製技術の確立を目的として、磁気微粒子を中心とするリポソーム粒子群を効率よく形成する手法の開発をおこなうとともに、電場破壊容易でしかも複合粒子化に際し安定なリポソーム膜の探索を行う。外場として電場を用いて、処理中の細胞を観察するための実験セルの開発に必要なデータの収集をおこなう。MR 顕微鏡を用いて生体内で細胞・分子機能の動態計測を行うためのマイクロプローブ、超伝導高感度プローブの開発に着手する。遺伝子機能可視化を行うため、可視化する複数の遺伝子の cDNA を培養神経細胞へ安定に導入する技術を、各種ウイルスベクター、エレクトロポレーション装置などを用いて確立するとともに、遺伝子導入した神経細胞を蛍光顕微鏡下で長期間安定に培養する技術(観察チャンバーの培養装置化)、共焦点レーザー蛍光顕微鏡を用いて、生きた神経細胞中での複数の遺伝子産物の蛍光を観察し、神経興奮時におけるこれらの遺伝子産物の動態を同時に可視化する技術の開発に着手する。

[平成 13 年度実績]

・これまで単粒子分散性が十分でなかった磁気微粒子へマタイトの表面にシリカ層を形成させることにより非常に良い水中分散性を得ることができた。この微粒子の電子顕微鏡写真や表面電気特性に関する電気泳動測定により、表面にはシリカ層が形成していること、さらに光学顕微鏡観察により水中で単粒子分散していることを確認した。また、リボソームとのあいだのバインダーとして種々のタンパク質分子を検討した。電場印加における周波数特性を調べるセットアップをおこない、試験的データを取得した。軟 X 線顕微鏡を用いて孢子形成を行う枯草菌の比較観察を進めた。

## ② 有用遺伝子探索と機能性生体分子創製

[中期計画]

・高機能・高活性なハイブリッド・リボザイム等を作製し、それによる革新的な機能遺伝子探索技術を開発する。また、膜融合、核移行シグナル等を介した細胞内、核内への特定遺伝子の導入技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・リボザイムをプローブとして利用したジーンディスカバリー手法の開発をアポトーシス誘導因子をモデル遺伝子として用いて行う。またリボザイムの高機能・高活性化のためのハイブリッド化も行う。また、モデル実験生物である細胞性粘菌およびシロイヌナズナを用い、リボザイムによる特定遺伝子発現を不活性化するシステムの開発を世界に先駆けて行い、細胞運動および有用物質の生産などに関わる重要遺伝子の単離および機能ネットワークの解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・機能核酸の基礎から応用まで、高い成果を挙げてきている。ハイブリッド型リボザイム、その技術による新遺伝子同定を行った。リボザイムと RNAi 法のハイブリッド構築に向けて進捗が著しい。リボザイム作用機構に関する研究も進んでいる。収縮環の能動的収縮にもとづく教科書的な細胞質分裂機構の他に、基質接着に依存した新規細胞質分裂機構が存在することを遺伝学的に証明した。さらに、二つの細胞質分裂機構が存在することを前提とした遺伝学的スクリーニングを細胞性粘菌を用いて行い、細胞質分裂に関連した新規遺伝子を 3 つ単離同定した。シロイヌナズナの遺伝子発現抑制因子の構造機能関係解析にみるべき進捗をみており、それから創出された遺伝子抑制法を用い、植物、又花の生育、成熟の調節システム構築に大きな進捗をみている。

[中期計画]

・加齢、増殖分化、生体リズム等に関与する遺伝子及びその産物を同定し、これを用いて増殖・分化・脳神経機能等の評価・調節技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・加齢に伴う血液凝固活性上昇に関する調節機構の解明を行い、血栓による疾病、心臓病等の革新的治療法研究開発に寄与する。又ウイルス、非ウイルスベクターを用い、革新的遺伝子導法の開発を含めた独創的遺伝子治療法基礎研究、開発を行う。また、微量な遺伝子発現を高感度で解析する技術を開発するとともに、脳神経系機能や細胞の分化増殖などの機能を制御する遺伝子・分子群の同定と機能解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・初期前立腺ガン、又ガン転移に転移に関与する遺伝子の同定に大きな進展。血液凝固系に関与する第九因子とプロテイン C 遺伝子の年齢軸調節基本機構を確立し、血液凝固の年齢軸調節機構(恒常機構)の解明に大きな前進をもたらした。又新しい至適化された遺伝子導入ベクターの開発も順調な進展を見せ、ウィルスベクターでテストは進んでいる。遺伝子治療への応用に向けて、高効率 RNA、DNA の細胞内輸送、又細胞質から核内輸送に関して注目すべき成果を挙げている。遺伝子発現高感度解析技術として APCR-array 法を開発し、これを用いて FGF による神経細胞死抑制反応において機能する GSTp 遺伝子を見いだした。神経分化を BMP と FGF が協調的に誘導する事実とメカニズムを明かにした。ムチン型糖鎖修飾技術を開発し FGF に適用して高機能化した糖蛋白質の作製に成功した。

[平成 13 年度計画]

・インビボでは特定遺伝子や産物の人為的制御法として、また、インビトロでは抗体に匹敵する核酸抗体として、検出・診断の新素材として期待されている新機能性核酸(アプタマー、リボザイム)をツールとすることを目標として、アプタマー・蛋白質間の分子認識機構を分子間相互作用解析装置、高分解 NMR 等により明らかにするとともに、多機能型新機能性核酸(一分子内に複数の機能を持たせたアプタマー/リボザイム)の創出を行う。新機能性核酸の生体外での利用のために、安定な L 型ヌクレオチド変換体の合成を行うとともに、細胞内での利用のために、アッセイ系(GFP を利用した FRET)を検討し最適条件を探る。ゲノム解析による遺伝子座情報取得技術の確立と応用を目的として、ゲノムサブトラクション法を用いて腎がんの変異部位をクローニングし、新規遺伝子

取得(遺伝子機能解明)にとって不可欠であるゲノム解析法の確立を行う。

[平成 13 年度実績]

・アプタマーの高く、特異的な分子認識機構を明らかにするため、1) 高分解 NMR によるアプタマーの立体構造解析、2) 表面プラズモン法を用いたアプタマー・タンパク質間分子間相互作用解析、3) タンパク質側から機能の遺伝学的、構造の X 線結晶解析を進めた。1) では強い結合の理由がアプタマー上の 2 ヶ所での結合によることを生化学的、構造学的、物理化学的角度から明らかにした。2) では他のアプタマーの例も含め、アプタマーがタンパク質の機能上重要な部位に結合し、その作用を抑えていることを見出した。3) では、RNA・タンパク質の結合部位の同定、ならびに結晶化と X 線結晶解析を行った。多機能型新機能性核酸としてアプタマー/リボザイムならびに、HCV の NS3 タンパク質はプロテアーゼドメインとヘリカーゼドメインからなるタンパク質の両活性を抑える bifunctional アプタマーを創製し、試験管内での効力確認をするとともに、特許申請を行った。新機能性核酸の生体外での利用のためとして L 型ヌクレオチドアプタマーを合成した。無細胞タンパク質合成系をさらに改良するため、新しくアプタマーの利用を検討した。新機能性核酸の細胞内での利用を目的に、GFP とその誘導体を HCV-NS3 プロテアーゼ切断部位で連結した融合タンパク質を作製し自由エネルギー移動(FRET)を応用した新規アッセイ系を作製した。また植物細胞での利用を目的に、GFP 遺伝子の安定かつ高発現する形質転換株を取得した。

[平成 13 年度計画]

・ゲノム全体としての遺伝子ネットワークに基づく遺伝子機能情報を得ることを目的として、クロマチン構造による環境設定を基礎とした発現制御機構と得られた成果を用いた組織特異的な環境ホルモン検出系の構築を行う。当所で発見され、特許申請中の新規物質 Bradeion (特開 2000-139470、米国 PH680US)をモデルとして、その大腸がん細胞特異的分裂制御機能を利用して、早期診断法(テストストリップ法、及びマイクロアレイによるジェノタイプング及び薬剤感受性・耐性描出)・ゲノム創薬、さらには特異的機能性核酸因子(アンチセンス、リボザイム等)を用いた遺伝子治療へ応用する。

[平成 13 年度実績]

・腎癌変異部位のクローニングとそれぞれの遺伝子座の解析を行ない、論文発表を行った。遺伝子ネットワーク解析のためのマイクロアレイの作製を終え、現在は約 200 の遺伝子について発現情報を収集している。特に解析の進んでいる遺伝子座については遺伝子の特定を行ない、さらに免疫染色法、Two-Hybrid 法、ノックアウトマウス作製などによる機能解析を開始し、シグナル伝達系との関連性に関する情報を取得している。腎癌変異部位のクローニングとそれぞれの遺伝子座の解析を行ない、論文発表を行った。さらに、遺伝子座情報の網羅的解析のためのマイクロアレイを作製した。CGH 法により合計 51 症例の肝細胞癌臨床検体の解析を行い、染色体コピー数異常データを収集した。各種臨床情報と染色体異常領域の相関関係を検討し、肝細胞癌の肉眼的ステージの進行に従って有意に異常出現頻度が高くなる領域 4 ヶ所を見出した。ブラディオントタンパク質の大量合成と特異的に結合する抗体作製に成功し、ブラディオント特異的抗体(特許出願済み)を用いた免疫学的測定法(テストストリップ)の試作を完了した。遺伝子改変生体モデル(ノックアウトマウス、ショウジョウバエ株など)の作製に成功し、特許出願した。大腸癌、前立腺癌臨床検体での関連遺伝子群の探索と同定を行った。検体解析用 DNA チップ開発のための、転写調節因子配列を用いた機能的遺伝子探索法を検討し、国際特許出願手続き中である。

[平成 13 年度計画]

・情報伝達と遺伝子発現ネットワークを解明し、制御遺伝子の機能改変により細胞機能を制御する技術を確認することを目標として、ファージディスプレイ等の要素技術を確認・利用し、酵母・糸状菌などについて、転写制御因子と転写制御エレメントの情報基盤を確認するとともに、遺伝子発現の制御に重要な役割を持つ転写制御メディエーターについて、解糖系など生物に普遍的で多数の遺伝子が統一的に制御される遺伝子系について、介在するメディエーター因子を解析し、遺伝子発現の制御機構の解明と産業利用に向けた改変に重要な情報・技術基盤を確認する。植物の生体防御応答を細胞の環境応答のモデル系として利用し、植物細胞の環境シグナル伝達と遺伝子の転写制御に関与する遺伝子の探索・同定及び機能解析を行い、植物の生体機能を解明し制御するための技術を確認する。

[平成 13 年度実績]

・麹菌全ゲノムの約 95 %をカバーするシーケンスを完了した。新規高機能磁気ビーズと小型検出器により磁気ビーズの蛍光検出に成功した。酵母の解糖系転写制御因子の酵母ゲノム全体での遺伝子発現頻度情報と転写ネットワークの解析を行い、新たな制御機構を見いだした。植物の防御遺伝子の転写制御機構を解析し、環境情報に応答性の制御エレメントとこれに結合する転写制御因子を同定した。

[平成 13 年度計画]

・分裂寿命のあるヒト正常細胞について、遺伝子改変技術を駆使して、不死化させる技術を確認するとともに、そ

の分子遺伝学的な機構を解析することを目標として、*tert* 遺伝子と *mot2* 遺伝子のヒト正常細胞への導入による不死化技術の高効率化、一般化の検討、不死化したヒト血管内皮細胞等の分化能(管の形成)及び増殖能の悪性腫瘍化と増殖因子の分泌能力からの解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・ヒト細胞の不死化技術としてテロメラーゼの発現誘導と P53 の機能抑制が重要であることを示した。先に不死化したヒト血管内皮細胞の解析から、増殖因子の分泌、毛細血管様チューブの形成など高度な機能の発揮が確認された。

[平成 13 年度計画]

・脳腸管ペプチドとして発見したマウスのエンドセリン 2 (VIC) について、遺伝子改変技術等を用いてその生理的機能とシグナル伝達を解明することを目標として、VIC 遺伝子のノックアウトマウスについて、発生初期における神経冠の細胞移動と分化の異常の解析、脳腸管アウエルバッハ神経叢における VIC の局在と上位神経の切断による消長の解析、VIC 関連の遺伝子改変による新しい神経性異常マウスにおける原因遺伝子の配列の決定を行う。

[平成 13 年度実績]

・特異抗体を作製して、VIC の腸管における局在を解析したところ、アウエルバッハ神経叢の周辺から、神経細胞内へと局在が変化の起ることが、迷走神経切断で確認され、神経伝達物質の可能性が示唆された。

[平成 13 年度計画]

・減数分裂や精子形成に関わる新規の遺伝子について、その構造と発現調整を解明するとともに、寿命制御への役割を解明することを目標として、*tesmin2* の精巣内局在、ストレスによる核移行、及び遺伝子転写制御領域の解析、*meal* と *pp2A* ホスファターゼの精巣内局在、及び転写の協調制御の解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・精子細胞で発現する *meal* に 5 種類の転写アイソマーとビタミン A による誘導を明らかにした。*tesmin* の局在が細胞質から核へ移行する分子機序が NES 領域におけるシステインの酸化ストレス応答に有ることを示唆した。

[平成 13 年度計画]

・生物の示す多くの基礎的生物学現象の根幹にある生物学的繰り返し時間(バイオリジカルタイミング)の背後にある分子の基礎を、分子生物学、神経科学、生理学、遺伝学、行動学、形態学などの基礎的研究手法により総合的に研究しこれを広く産業社会へ利用することを目的として、従来哺乳類で不明であった脳内に存在する中枢時計と各組織に存在する末梢時計の関係の遺伝子レベルから組織、個体レベルでの解明、従来哺乳類では不明である時計遺伝子産物(*per2*、*cry* 等)の核内移行分子機構の解明を行う。細胞のダイナミックな運動機能を、細胞膜・細胞骨格・細胞内小器官等における分子の動態、細胞の変形と移動、及び多細胞構造体形成のレベルで解析する。老化の分子機構をシャペロン機能を持つ蛋白質を中心に解析する。

[平成 13 年度実績]

・生物時計改変動物による生殖行動パターンの研究においては、特に夜間の生殖活動リズムがショウジョウバエメスにおいて時計遺伝子に支配されていることを明らかにした(PNAS USA 98(16), 9221-9225, 2001)。生物時計遺伝子産物の核内移行分子機構とプロテオーム解析。従来哺乳類では不明であった時計遺伝子産物(*per2*、*cry* 等)の核移行分子機構を明らかにした。*rPer2* の核移行部位や *Cry* との蛋白・蛋白結合部位の同定に成功した(MCB 21(19), 6651-6659, 2001)。生物時計の睡眠への影響を夜型モデル動物の作製で示した。シャペロン蛋白 *mot2* の *p53* 不活性化機構を明らかにした。細胞運動の形態変化を数理モデルで予測し、実際の顕微鏡画像の変化との差をマッピングして、微小な形態変化を高精度で定量的に検出・評価できる技術を開発した。細胞運動における細胞骨格の役割を、細胞性粘菌の形態変化と走化性に対する薬剤の効果から解析した。新規な顕微鏡用温度制御装置を開発した(中小企業と共同、製品化)。ウイルスタンパク質が細胞膜との間に起こす膜融合を蛍光顕微鏡で定量的に解析し、膜融合はタンパク質 1 分子で誘起されることを明らかにした。膜融合の蛍光 2 波長解析法を開発し特許出願した。

[平成 13 年度計画]

・抗癌性白金錯体及びアルツハイマー病の原因物質と考えられているアミロイド-β-タンパク質に関わる分析評価法の確立、関連機能性物質のデザイン・合成、及び癌細胞の転移機構の解明を目標として、本年度は抗癌性白金錯体が結合した DNA と細胞内タンパク質との特異的相互作用を測定するため、ポリスチレンをベースとする超微粒子に固定化された抗癌性白金錯体-DNA の調製等を検討し結合タンパク質を検出する技術を確立する。

[平成 13 年度実績]

・非特異的吸着の少ない特殊なナノ微粒子の表面に白金錯体-DNA 複合体を結合させ、この修飾ナノ微粒子を用いてタンパク質を精製・解析する方法を検討した。その結果、特異的に結合するタンパク質を簡便迅速に精

製・解析することに成功した。さらに、シスプラチン耐性を持った癌細胞に対して高活性を示す新規白金錯体を合成することができた。

[平成 13 年度計画]

・アミロイド- $\beta$ -タンパク質等の分子間相互作用の検出を目的として、樹脂上に合成したペプチドと溶液中のペプチドとの結合に関するデータを収集し、蛍光測定法を確立する。転移性癌細胞の転移機構を解明するために、*in vitro* において血管内皮細胞を膜上に単層培養するための条件を検討し、癌細胞が内皮細胞間隙と膜の穴とを通り抜ける条件を解析して浸潤能測定法を確立する。

[平成 13 年度実績]

・A $\beta$ の会合阻害剤はアルツハイマー病の抑制剤として期待される。蛍光プローブを用いたマルチピン固相法により、Lys-Leu-Val-Phe-Phe のアミノ酸配列が A $\beta$ 間の会合には重要であることを解明した。更に、このアミノ酸配列をコアに持つ新規化合物をデザイン・合成し、その性質を解析した。これらの化合物は A $\beta$ 分子間の会合を阻害し、A $\beta$ の毒性作用を効率良く抑制した。また、セレンを含む先行導入型リンカーを用いた新しい概念の効率の固相合成法をデザインした。この方法を用い、AM-toxin などの生理活性物質の固相合成に初めて成功した。

[中期計画]

・未利用生物遺伝子資源の探索を行い、新規微生物を 500 株以上分離解析する。複合生物系・生態系の解析を行い生物遺伝子資源の賦存状況を明らかにし、得られた生物遺伝子資源の保存とデータベース化を行う。

[平成 13 年度計画]

・自然環境中に生息する微生物の分離・培養・遺伝子解析を通して、微生物の多様性を鳥瞰的に把握するとともに、それらの知見に基づき微生物のカルチャーコレクションや、微生物遺伝子情報のデータベース化を進める。分類・同定のための化学分類データベース“CHEMTAX” ver. 1 の公開、海洋や陸上の地下生物圏の微生物や動植物共生体微生物等の集中的な探索・分離・クローン解析、代謝機能解析、遺伝子のライブラリー化等を行う。

[平成 13 年度実績]

・環境中および動物体内中に存在する微生物の多様性解析と新規微生物の探索：熱泉湧出孔下流に形成されるバイオフィーム、メタンリアクター、活性汚泥、地下深層水、昆虫などの体細胞内共生体などを標的とした多様性解析が進行中である。また、これらの環境から微生物分離を試み、新規な各種微生物の分離に成功した。暫定公開している微生物化学分類データベースの検索システムをさらに user friendly なものに改良した。環境微生物の物質循環・代謝に果たす役割の解明と環境浄化技術への応用：新規ダイオキシン分解細菌を分離した。ジクロロフェノキシ酢酸の分解に関与する新規遺伝子を取得し、その分子遺伝学的性質を明らかにした。糸状性微生物の鞘構造の形成に関わる遺伝子を明らかにした。ヨウ素のメチル化に多様な微生物が関与することを明らかにした。共生微生物の共生機構の生理学的・遺伝学的解明：キイロショウジョウバエに共生する細菌による宿主の雄殺しを抑制する宿主上の遺伝子の解析を開始した。アブラムシの分化誘導に関わる遺伝子の解析に着手した。絶対嫌気性メタン生成共生系の共生および種間電子伝達に関わる遺伝子の発現制御機構を明らかにする研究を行った。

[平成 13 年度計画]

・分子遺伝学手法や顕微鏡画像解析手法等を用いた特定機能微生物や全微生物の定量・視覚化技術の改良と、自然環境下における標的微生物(群)の局在性や生物量、群集変動過程の解明、人工化学物質の分解微生物群集の解析および分解微生物の代謝特性解明を行う。自然環境微生物群集を対象とした各種解析技術の開発を図るとともに、主に海洋や熱水活動域に生息する微生物の多様性や群集変動過程の解明を通し、新しい微生物現象の発見やその産業利用技術の開発を図る。

[平成 13 年度実績]

・環境微生物解析手法の開発と適用：分子レベルでの群集解析手法として、優占微生物検出法や non-RI・non-PCR 法に基づく相対分子定量法等を開発し、日本海石油流出事故時の油濁海水中の難分離石油分解菌群の特定化、定量化に成功した。後者の手法については、さらに検出レンジの拡大や定量的信頼性の向上を達成し実用化段階に入った。細胞レベルでは、操作性と定量性に優れた FISH-DC 法を基盤とし、堆積物や土壌試料を対象とした蛍光スペクトル活用微生物識別・計数手法の開発に成功した。また、多様な種からなる微生物相解析を効率的に行うため、新しい多重染色法の検討に着手した。FISH-DC 法を豊羽鉦山地下熱水試料に適用し、掘削循環水のコンタミネーションの影響評価、地下群集の特定化等を可能にした。また、水曜海山海底熱水試料に適用し、噴出高温熱水中に微生物が多数見出されることがカルデラ内には活性が高く特異なバクテリアが優占すること等をはじめて明確にした。

[平成 13 年度計画]

・低温、高温、高圧などの極限環境からの微生物・遺伝子試料の効率的な獲得を促すため、深海域や海底熱水活動域で使用可能な微生物大量濃縮装置や計測／培養装置、掘削コア処理装置などの適正化を図るとともに実際に潜水艇や海底掘削装置を活用して試料を採取する。これら極限環境からの新しい微生物や遺伝情報、微生物現象の発見に向け、さらに踏み込んだ解析を行うための方法論の検討を内外の機関と協力して進めるとともに、一部の特殊な微生物については培養法や保存法を検討する。これまでの微生物が住めないと考えられてきた酸化的環境で生育可能な新しい微生物を提唱するとともに、これまでに雪腐病菌未見のシベリア東部における微生物調査を行い、得られた菌株の遺伝的性質の解析、雪腐病菌由来本タンパク質の単離・精製および性質の解明を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・極限環境からの微生物・遺伝子の効率的獲得：日本海溝深海域より分離した低温細菌の中から新種の微生物や遺伝子マーカーを開発するとともに、他機関と共同で新しいキチン分解酵素や低温宿主-ベクター系を見出し公表した。水曜海山海底熱水系への 4 回の研究航海に参加、現場調査や計測、試料採取を行った。効率的な微生物・核酸試料採取のため、現場大量微生物濃縮システムや現場培養・捕獲装置を考案、作製し、実際に高温海底面での試料採取に成功した。また、掘削コア試料の洋上嫌気処理を実現した。豊羽鉦山や水曜海山等の熱水試料を対象に生物遺伝子資源の探索に取り組み、特異機能をもつ微生物の分離・培養や non-PCR 直接遺伝子解析による極限環境遺伝情報の獲得等を内外機関と共同で開始した。油濁沿岸海水試料より各種石油分解菌を純粋分離し、その系統学的位置や分解特性の解明、遺伝子マーカーの開発等を行った。酸化的環境でスクリーニングを行い、過酸化水素耐性能、及び分解能に優れた微生物を分離した。雪腐病菌未見のシベリア東部および沿海州での微生物調査を行い、新たな菌株を得た。それらの生理的特性(至適増殖温度、各種培地での増殖能の比較)の検討を行った。分類学的位置づけが確定していない菌株の同定を一部完了した。また、雪腐病菌から凍結耐性の要因と考えられる不凍タンパク質の単離精製を行った。現在その性質を検討中である。

#### [平成 13 年度計画]

・複合微生物系における特定菌の定量方法の開発を目的として、蛍光光度計などを用いて特定菌を定量する方法を検討する。活性汚泥法による廃水処理における固液分離障害の原因となる菌の活性汚泥中での動態把握を目的として、ライトサイクラーなどを用いて、障害菌の定量方法を確立する。また、廃水処理におけるリン除去に有用な細菌の特定を目的として、装置内の有用菌をセルソータを用いてを分取し、遺伝子を解析して菌種を明らかにする。さらに、従来法では培養が不可能な菌を培養する技術の開発を目的として、様々の方法を試みる。

#### [平成 13 年度実績]

・活性汚泥法において、菌の沈降を妨げて廃水処理を困難にする(バルキング現象を引き起こす)糸状性細菌の研究を行った。研究の対象として、バルキング菌として最も頻繁に登場する Eikelboom type 021N を選んだ。この種類に該当する菌は、分類学的には少なくとも 3 種類あることがわかり、これらのうちの 2 種類を新種として提案した。ライトサイクラーを用いたリアルタイム定量的 PCR 法で定量した結果、type 021N 菌でバルキング現象を起こした汚泥では、この菌が 1.3 % (DNA の重量比)存在するという結果が得られた。また、活性汚泥法による廃水からのリン除去を安定的に行う技術を開発するため、リン除去に貢献する細菌の種類を解析した。まず、実験室の装置内の菌体からキノンを抽出して解析した結果、リン除去が良好な活性汚泥では *Actinobacteria* や  $\beta$  *Proteobacteria* が多いと推定される結果が得られた。下水処理場の活性汚泥の解析では、さらに多くの菌がリン処理に貢献していると推定される結果が出た。従来法では培養が困難な菌の分離・培養化技術の研究では、菌を微小なアガロースゲルに閉じこめることで、菌を分離する技術について、低融点アガロースの採用で分離の成功率を高めることができた。複合微生物系の新たな解析方法の開発では、蛍光消光プライマーを用いたリアルタイム定量的 PCR 法(QP-PCR 法)を実試料に適用し、誤差要因を検討して誤差の少ない解析を可能にした。また、蛍光光度計を用いて特定菌を定量する技術を開発した。

#### [中期計画]

・有用酵素、高機能糖質材料、各種生理活性物質の探索と利用技術の開発を行う。また、それら有用分子の高効率生産技術の開発を行う。

#### [平成 13 年度計画]

・リグニン様ポリフェノールをリード化合物とする新規ポリフェノールを合成しウイルス増殖阻止活性を測定する。フラボノイド系ポリフェノールの抗酸化活性とアポトーシス抑制活性との相関を解析するとともに、新規なアポトーシス制御化合物を植物と放線菌等に検索する。海洋性微生物に見出した抗菌物質の精製と構造決定を進め抗菌スペクトルを明らかにする。ラムニンやフィブロネクチンのフラグメントペプチドを化学修飾し各種の高分子に結合させ動物細胞の増殖・分化の培養基盤としての生物活性を測定する。新規グリコシダーゼ、新規ラクトナーゼについて酵素タンパク質を取得する。高度好熱菌を宿主として、進化分子工学的に酵素の耐熱性を向上させるとともに、超好熱菌由来酵素遺伝子の発現系を構築する。標的酵素遺伝子へ変異を導入するための、高変異率の

ランダム変異法を開発する。

[平成 13 年度実績]

・チロシンオリゴマーを基本構造とする 10 種類のポリペプチドを合成し、生理活性を調べ、HIV-1 プロテアーゼに対する阻害作用を示すペプチドを見いだした。アクチノマイシンDで誘導される CMK-7 細胞のアポトーシスにおいて、抗酸化力の強い化合物、抗酸化力の弱い化合物が強い抑制を示すことを見出した。約 100 種類のハーブと約 500 株の放線菌の中から CMK-7 細胞の胞体断裂を促進もしくは抑制する活性を検索した。その結果、放線菌からアポトーシス抑制活性を持つ活性成分の抽出・精製に成功した。日本各地の沿岸で採取した海洋生物から分離してきた微生物約 1,400 株を対象に抗菌活性を検索した結果、マクラボヤから分離した糸状菌(A4-113 株)が養殖魚類の病原菌の一種に特異的に抗菌作用を示すこと、また、海綿から分離したバクテリア(MV4-10 株)がグラム陽性菌と陰性菌に強い抗菌作用を示すことを見出した。グリコシダーゼについては、イソプリメロースを生成する新しいグリコシダーゼ生産菌の分離に成功し、精製した酵素蛋白質を取得した。また、ラクナーゼについては、生産菌のスクリーニングを行い、数株の候補を選択しつつある。また、超好熱菌のゲノム情報を活用した耐熱性酵素の取得では、*Pyrococcus* のカルボキシペプチダーゼおよびマルトースフォスホリラーゼの発現クローニングを行い、これら酵素の発現量を増加させるために発現ベクターの改良を試みている。高度好熱菌を宿主とした蛋白質の耐熱化では、大腸菌のトリプトファン合成酵素の耐熱化を *Thermus* を宿主として行い、耐熱性を増加させた。

[平成 13 年度計画]

・脂質代謝に関連するモチーフを有する遺伝子を調べ、その遺伝子を導入し、脂質蓄積性評価を行うとともに、脂質輸送過程に関与する蛋白質の検討を行う。有用脂質変換・蓄積機能に優れた微生物の培養条件を最適化するため、二者培養条件、添加する未利用脂質の種類など種々の培養条件を検討する。脂質生産植物より寄生菌の作用を受けた植物組織をサンプリングし、各種分光分析器、遺伝子増幅器、DNA シークエンサー等を用いて、寄生菌の作用を受けていない植物の組織との比較検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・モルティエラ属糸状菌脂質代謝についてトリアシルグリセロール分子種の合成経路を検討した結果、リノール酸、 $\gamma$ -リノレン酸を含む分子種には低温で阻害されるリン脂質からの合成経路が重要であり、パルミチン酸を含む分子種には脂肪酸合成酵素により作られた脂肪酸が直ちに利用される *de novo* の経路が重要であることが、また、オレイン酸を 2 つ以上含む分子種には細胞内にプールされている脂肪酸が利用されるリモデリングの経路が重要であることが分かった。同じく脂質輸送過程解析のためにリピッドボディの大きさの変化に及ぼす菌の培養条件の影響を検討した結果、炭素/窒素比を減少させることによりリピッドボディが小さくなることを見出した。また、出芽酵母においてリパーゼモチーフ、アシルトランスフェラーゼモチーフなどをもつ機能未知の遺伝子を、酵母に過剰発現させることにより、蓄積脂質量および 1 細胞当たりのリピッドボディ数が増加することを見出した。有用脂質としての高度不飽和脂肪酸の生産について、分離・培養が困難である海洋微生物のラビリンチュラ類の分離・培養方法および高度不飽和脂肪酸生産特性を調べた結果、新規な分離法であるバクテリア共存培地を用いて国内各地で採取した分離源から、新規な高度不飽和脂肪酸組成を持ったラビリンチュラ属菌分離株を得た。アブラヤシの高い脂質生産性の回復、維持を目的として土壌病害に対するアブラヤシの反応を罹病組織と非罹病組織とで比較検討した結果、外部病徴を示す罹病樹の茎組織には非罹病樹に比べて有意なアミノ酸含有量の違いを示し、一方で外部病徴を示さない罹病樹では有意なアミノ酸含有量の違いが存在しない事を見出した。また、罹病アブラヤシ病斑から分離した *Ganoderma* 属菌には、少なくとも 2 つの異なった種が存在することを新規に見出し、前年度までに開発した選択的プライマーを用いることによりこれらを識別可能なことを確認した。

[平成 13 年度計画]

・過去生産が困難であった機能タンパク質群の生産を目的として、低温環境下で組換えタンパク質が生産できるような発現ベクターを作製する。

[平成 13 年度実績]

・細胞増殖阻害性機能タンパク質の生産技術開発研究: 誘導型発現ベクターを用いた微生物細胞を宿主としたモデルタンパク質の組換えタンパク質生産技術を確立した。また、過去生産が困難であった機能タンパク質群として細胞増殖阻害効果を示すと予想されるタンパク質群のスクリーニングをマウス由来 cDNA を用いて行った。

[平成 13 年度計画]

・細胞全体のタンパク質分解経路の解明を目的として、古細菌 *Thermoplasma acidophilum* ゲノム上にコードされているプロテアーゼ群を組換えタンパク質として生産し各々の構造と機能解析を進めるとともに、微生物由来プロテアーゼネットワークとの比較から、酵母を材料に遺伝子工学的手法を用いたプロテアソームを中心とする細胞内タンパク質分解システム解明のための基礎研究を進める。

[平成 13 年度実績]

- ・古細菌 *Thermoplasma acidophilum* のゲノム情報より推定されるプロテアーゼ群を組換えタンパク質として生産し、その機能解析を進めた。また、2種の古細菌由来アミノペプチダーゼの結晶構造解析を終え、その情報を基に機能解析を進めた。さらに、出芽酵母を用いて遺伝学的手法を用いたプロテアーゼ群の機能解析を進めた。

#### [平成 13 年度計画]

- ・ガラス基板等の表面への核酸、タンパク質位置選択的配列のための光(レーザー)による表面微細修飾技術、抗血栓性付与のための表面微細加工技術について検討するとともに、バイオセンサーとしての応用が考えられる金属、半導体のナノ粒子を合成し、合成条件と粒子の特性、およびポリマーとの複合化について検討する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・末端にアミノ基を持つシランカップリング剤を用いて自己組織化単分子膜をガラスおよびシリコン基板に形成することを試みた。AFM 観察および XPS 測定により一部に塊状のものが見られるものの全体としては均一なシランカップリング剤層が形成されていることがわかった。単分子層かどうかは直接的に膜厚を測定することが必要でエリブソメリー等の方法を検討中である。
- ・数十  $\mu\text{m}$  程度の微細加工について必要な装置条件についての検討をほぼ終えた。
- ・レーザーアブレーションによる銅ナノ粒子の合成で、条件により孤立したナノ粒子、ナノ粒子凝集膜が得られることがわかり、ナノ粒子の基板上での分散状態、粒径の制御がある程度可能になった。

#### [平成 13 年度計画]

- ・海洋微生物から低分子有機物質と相互作用性を有する外膜成分等を得て機能性センサー素材とする。また、選択結合性の高度化媒体としてキラル分子素子類を探索する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・海洋微生物よりセンシング用微粒子の形成材料に適するであろう糖脂質膜を得た。また、芳香環に荷電性基類が結合した素子が分子の包接空間構築に有用なことが示された。なかでもナフタレン環を有するキラル分子素子は低分子有機アミノ化合物と相互作用性を示し、センシング材料に応用可能なことが判明した。

#### [中期計画]

- ・細胞の環境認識応答機構を遺伝子レベル、蛋白質レベルで解明し、優れた環境適応能をもつ細胞の創出及び機能制御技術を開発する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・生物が環境に対してどのように適応・応答しているかについて、分子レベルで解明することを目的として、遺伝子、タンパク質、脂質レベルにおける解析を行い、有用な分子の生産・生物機能改変を行う。DNA チップを用いて低温誘導遺伝子の発現解析とクラスタリングを行い、転写活性化等の寄与について調べる。環境に適応したタンパク質分子の構造原理解明のために、進化分子工学手法により作り出す膨大な数の変異体プールから低温活性が向上した常温酵素を淘汰選択する技術を開発する。環境に適応するための脂質構造に関しては、高度不飽和脂肪酸合成遺伝子群の完全単離を進め、未利用水産資源を利用した高度不飽和脂肪酸を含む複合脂質の高効率生産システムを開発する。さらに、代謝機能を含んだ環境汚染物質バイオアッセイ系として、迅速な遺伝毒性レポーターシステムを開発する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・低温誘導性遺伝子の誘導機構の解明: DNA チップを用いて、遺伝子発現の低温処理による変化を調べ、酵母のほぼ全ての遺伝子のクラスタリングを行った。また、低温処理により変動を示す遺伝子の破壊株 7 株を作成し、これらの遺伝子の欠除の影響を検討している。常温酵素の低温活性酵素化: *Bacillus* 属細菌の常温型リパーゼの低温域における活性を向上させた変異体を作成するために、多数のリパーゼ変異体を進化分子工学手法により作り出す条件および低温における酵素活性を迅速に評価・選択する実験系を確立した。この手法により低温活性が向上した変異酵素 6 種を単離し、その遺伝子変異を特定した。高度不飽和脂肪酸の効率的生産: DHA 合成遺伝子群の単離のためのライブラリーを作成した。また、水産廃棄物を利用した培地成分の組成を検討することにより、水産廃棄物から微生物への高度不飽和脂肪酸の取り込み量を 2 倍に増加させた。代謝機能を含んだ環境汚染物質バイオアッセイ系の開発: 遺伝毒性レポーターシステムを構築するため、遺伝毒性物質に応答する遺伝子をマクロアレイを用いてスクリーニングした。しかし、応答レベルは弱かった。

#### [平成 13 年度計画]

- ・氷核・不凍タンパク質を始めとするユニークな低温機能性タンパク質の分子設計図の完全解明と人工創出を目的として、極寒地の魚貝類などから新規の氷核・不凍タンパク質の探索を行い、それら遺伝子のクローニングを開始する。また、すでに大腸菌による発現系を確立した糖分解酵素や抗菌タンパク質、および低温構造解析のモデルタンパク質群に対して新しい異種核多次元 NMR 法、X 線回折法を適応して分子設計図データの収集を開始する。取得データをコンピュータ解析により構造決定するためのシステム構築も行う。

[平成 13 年度実績]

・不凍タンパク質の探索・3次元構造解明・高機能型分子設計: 極寒地に生息する魚類の血液中に高濃度に不凍タンパク質が存在することを新たに見出した。また、すでに遺伝子発現系を構築した既知の単量体型不凍タンパク質について、その3量体型と4量体型の遺伝子デザインを行いこれらを発現・精製した。これらは単量体型に比べて最高で20倍もの高活性を示した。抗菌タンパク質の3次元構造・分子運動解析とそれらに与える低温効果の分子レベルでの解明: 遺伝子工学的に発現した<sup>13</sup>C/<sup>15</sup>Nラベル化ヒト・リゾチームとイヌ・リゾチームに対して4℃の温度下での異種核多次元NMR実験を行った。主鎖・側鎖の全ての<sup>1</sup>H、<sup>15</sup>N、<sup>13</sup>CのNMR化学シフト帰属に成功した。さらにこれらの3次元構造決定にも成功した。産業用酵素(リパーゼ、サチライシン)の結晶化とX線構造解析: リパーゼの結晶構造解析に成功した。

[中期計画]

・未利用バイオマス等から生分解型環境低負荷バイオ材料等の開発及び、環境影響評価技術の開発を行う。また、各種難分解性化学物質、有機スズなどの有害物質の生物的モニタリング技術及び分解技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・間伐材等の木質系資源や古紙系資源等からの無水糖類の量産法を開発することを目標として、マイクロ波熱分解装置により糖質など生物資源の熱分解データを収集し、無水糖の収率向上を図るとともに、無水糖の最適な精製法を確立し、精密重合による糖含有高分子化、生物資源である生体触媒による光学活性体への物質変換を検討する。

[平成 13 年度実績]

・再生紙のマイクロ波熱分解により7%以上の無水糖を得た。マレーシア産油やし幹は、無水糖の生産は期待できないが、炭化物は木材のそれとは特性が異なり、現在、検討中である。形状の異なるバイオマスの熱分解試料調製のための成型器を試作した。また、無水糖の最適な精製法を確立した。無水糖・糖類の精密重合により糖含有高分子を合成し、その光学分割能などの機能を調べた。光学分割能は、分子量の大きい高分子の方が良好であった。ジオール、ヘミアミナル等を合成し、そのいくつかについて生体触媒による物質変換を検討し、かなり光学純度の高い化合物へ誘導できることを明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・環境調和型高分子素材の開発を目標として、糖鎖型およびエステル型の高機能高分子の開発を行うとともに、高分子素材について、環境影響評価の手法および処理技術について検討する。

[平成 13 年度実績]

・糖鎖型およびエステル型の高機能高分子の開発: 酵素触媒を利用して合成した重合性ウリジンに*N*-イソプロピルアクリルアミドを共重合させ、温度刺激応答性高分子を開発した。ウリジン分岐を持つこの共重合体を用いることにより、ウリジンと塩基対を作るアデノシンが溶液中から効率的に回収できることがわかった。また、糖誘導体を側鎖にもち、主鎖にエステル結合を有する生分解性高分子の合成に成功した。生分解性高分子素材の環境影響評価: 高融点のポリブチレンサクシネート(PBS)を分解できる好熱性放線菌を選定し、100 mgのPBSフィルムが8日間で50%分解されることを明らかにした。固体状のゴム片に対して分解活性が強い放線菌数株について、ゴム片の分解特性を比較した。その結果、架橋密度の高い硬質ゴム片の分解能力は、菌株によって、大きく違っている事が明らかになった。生分解性高分子素材処理技術の開発: 糸状菌トリテラキウム アルバムは、0.1%のゼラチンを含む基本培地で液体培養した場合、ポリ乳酸フィルムを2週間で76%分解することができることがわかった。タイヤゴム粒子表面におけるゴム分解菌のコロニー形成条件に及ぼす粒径と攪拌速度の影響について検討した結果、攪拌によって分解菌細胞がゴム表面からこそぎ落とされるため、特に小さなゴム粒子では攪拌がコロニー形成に対して阻害的に作用することが明らかになった。

[平成 13 年度計画]

・海洋バイオマス機能を活かした新材料の開発を目的として、海洋藻類由来新規糖鎖認識物質の認識糖鎖を解明するため、リガンドの固定化法を開発する。海洋性バイオマスと生分解性ポリエステルとの新規複合物を開発するため、化学反応の条件を基礎的に検討するとともに、海洋性微生物からのキトサンの生合成を検討する。メカノケミカル法により海洋性多糖(60重量%以上)とポリエチレン、ポリプロピレン、生分解性ポリエステル等とのポリマーアロイの製造法を開発するため、熔融法によりポリエチレンの無水マレイン酸によるグラフト反応過程など、海洋性多糖のポリマーアロイ化の条件を検討するとともに、得られたポリマーアロイの成形性を検討する。

[平成 13 年度実績]

・糖鎖リガンドの固定化法に関しては、単一糖鎖のピオチン化の最適条件を明らかにすることは出来たが、ピオチン化糖の固定化までは進まなかった。これは従来法による還元糖検出感度が低いことによる。これを解決するため従来より1桁検出感度の高い新規糖分析法を開発し、その成果を特許出願した。  
・熔融混練法では無水マレイン酸をグラフト化したポリエチレン(MPE)の有効性を確認した。さらに振動ボールミル

によるセルロースと MPE との混合粉碎により、両組織間でエステル結合が形成されることを発見した。培地中の希少糖(D-プシコース)によって海洋性キトサン生産菌の生合成が向上することを実証した。

[平成 13 年度計画]

・有機スズで汚染された海域の生態系を回復させるため、有機スズ分解菌の分解機能を利用して有機スズ化合物の分解特性を明らかにし、効率的な有機スズ化合物の低減化を確立するとともに、セラミックスなどによる生態系活性化による生物多様化と生態系利用による汚染物質の有用物質に変換する方法を検討する。また、海洋生物のバイオミネラリゼーションの解明を目的として、海綿やけい藻の元素結晶化に係わるタンパク質を解析し、生態機能材料の開発に資する。

[平成 13 年度実績]

・有機スズ変換微生物シュードモナスをアルギン酸に包括固定化し、分解活性を持続させる方法やシデロフォアと有機スズ変換微生物シュードモナスを組み合わせることで短期に分解できる方法を見だし、概ね初期の計画目標が達成された。バイオミネラリゼーション解明については海綿(クロイソカイメン)のガラス質の骨片生成に係わるタンパク質を単離同定、また、ヒ素ミネラリゼーション機構も一部明らかにした。アマモの増殖材やラビリンチュラについての新規な機能を発見した。

[平成 13 年度計画]

・イトゴカイによる底質浄化技術開発のための現地実験および効果検証を行う。

[平成 13 年度実績]

・底質環境が劣悪な海田湾において、イトゴカイを底質中に移植してその増殖課程を追跡する現地実験を行なったが、底質中での増殖は確認できなかった。その原因として考えられる底質中の有害物質の影響について確認実験を行った結果、イトゴカイの増殖が阻害された原因に関して、堆積物中の有害物質よりは、他の生物群集との競合による可能性が高いということが示唆された。

[平成 13 年度計画]

・東京湾における食物連鎖を通じたダイオキシン濃縮過程解明のため、炭素・窒素安定同位対比を用いて、東京湾で漁獲される海産物の食物連鎖段階を決定する。

[平成 13 年度実績]

・東京湾の植物プランクトン、貝とその他の底生動物、魚類(コノシロ・スズキ)の窒素同位体比分析により、最低位の植物プランクトンから最高位のスズキまでの食物連鎖が判明した。また、東京湾や霞ヶ浦の堆積物に蓄積したダイオキシンの大部分が農薬の不純物起源であり、宍道湖の農業排水が流入する斐伊川側のコアでも、農薬の不純物起源のダイオキシンが検出されている。今回、市街地の松江側の宍道湖堆積物コアの予備的分析を行い、表層でも 1940 年代と同レベルである結果を得た。

[平成 13 年度計画]

・未利用バイオマスとしてのキチンキトサンの広範な活用への道筋をつけるため、いろいろな修飾を受けたキチンキトサンを合成し、その物性と生理活性について評価を加えるとともに、キチンキトサンの繊維材料への応用を公設試と共同で進める。全国の公設試ネットワークを活用し、いろいろな種類の生分解性プラスチックを合成し、地中、水中での生分解性評価を実施する。

[平成 13 年度実績]

・キトサンの電磁波シールド材料への応用を図るべく、長鎖脂肪酸でアシル化した誘導体を合成し、ポリビニルアセタールと分子レベルで相溶することによりプラスチック筐体に電磁波シールドとしての密着性のよいめっきを形成することに成功した。N-アセチルグルコサミンをキチンから生産するために各種工業用粗酵素の組み合わせを用いて分解させたところ、セルラーゼ製剤の混合物を用いた場合、βキチンを基質に用いると 7 日で 93 %の収率でN-アセチルグルコサミンを生成させることができた。生分解性ポリアミドであるポリピロリドンの分子量と物性を改良するために、1 分子内に開始点が 1 個から 5 個ある開始剤を用いてピロリドンの合成を行った結果、数平均分子量が 2 万前後のポリアミド 4 を再現性良く合成する技術を確立した。

[中期計画]

・遺伝子操作生物の環境安全性評価に資するため、環境中における特定微生物及び微生物相の定量解析技術、特定微生物の環境影響評価試験手法の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・芳香族化合物とアンモニアを高濃度に含む廃水から、両方の環境汚染物質を完全に除去するプロセスをベンチスケールで実証するとともに、窒素除去に関する微生物を解析する。また、機能に基づく微生物群集プロファイル法を室内試験系微生物による化学物質分解に適用し評価法開発を進めるとともに、化学物質に暴露された室

内試験系の分解活性と群集構造がどれほど安定かを定量的に評価する。

[平成 13 年度実績]

- ・アンモニア態窒素とホルムアミドを高濃度を含む人工廃水の膜分離活性汚泥法による浄化技術の基本をベンチスケールで確立した。厳格な運転管理を行った活性汚泥による化学物質分解系を確立し、その分解活性がある程度変動することを定量的に確認できた。

### ③ 脳科学技術(脳機能解析・脳型コンピュータ)

[中期計画]

- ・脳機能を理解し、これを安心・安全で質の高い生活の実現に利用することを目的に、脳の柔軟な情報処理及び神経細胞の発生・再生機構を分子生物学的、細胞生化学的及び生理学的アプローチで解析し、それを利用した非同同期型コンピュータの設計原理を開発する。また、脳活動のリアルタイム計測のための機器の高度化を行う。
- ・脳の機能を理解し、それに基づく技術基盤を確立することを目的として、脳神経組織の構造と機能の理解からは、精神神経疾患の診断治療技術の開発や神経組織の修復再生技術の開発などによるバイオ・医療福祉産業の振興に、また脳における情報表現と情報処理の理解からは、これからの情報化社会に求められる、人間と相性のいい脳型の情報技術の開発に貢献することを目指して、平成13年度は以下の研究開発を進める。

[平成 13 年度計画]

- ・脳神経細胞・遺伝子の機能解析とその利用については、脳神経系の調節因子を迅速かつ系統的に選択・同定できるシステムの開発を目的として、受容体・イオンチャネルを中心とする生理活性評価システムを確立する。

[平成 13 年度実績]

- ・生理活性ペプチドをコードする cDNA を単離し、遺伝子工学的にこれらのペプチドを発現させるとともに、生理活性の測定を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・神経機能調節因子を探索するソースの調製のため、種々の生体組織から、平均化した完全長 cDNA ライブラリーを作製する。受容体機能解析のためタグを付加したグルタミン酸受容体精製技術の確立を目指し、グルタミン酸受容体に遺伝的にタグ付加したトランスジェニックマウスを作製する。

[平成 13 年度実績]

- ・新機能蛋白質スクリーニング技術を開発し、それを用いてマウス脳 cDNA ライブラリーよりオーファン受容体 cDNA を単離し、脳ペプチド抽出物より受容体活性化画分を発見した。また、初代培養海馬神経細胞のグルタミン酸受容体動態観察システムを構築した。

[平成 13 年度計画]

- ・Ca チャネルの機能変化により影響を受ける神経細胞特異的な遺伝子群の同定を行うため遺伝子工学的手法により、優勢あるいは抑制型に変異させた Ca チャネル遺伝子を作成する。

[平成 13 年度実績]

- ・ホヤ胚における表皮感覚神経の分化機構の解析を開始し、動物極割球間の相互作用の重要性を示唆した。ホヤのシナプタグミン遺伝子について、神経細胞における特異的発現を制御するシスエレメント配列の同定を開始し、4つの異なるシスエレメント配列の存在することを発見した。さらに、ホヤ由来の L 型 Ca チャネル  $\alpha 1$  サブユニット変異型がホヤ筋細胞の内在性 Ca チャネルの機能を抑制することを見出した。

[平成 13 年度計画]

- ・神経系が制御する運動機能ネットワークを研究するため、新しい遺伝学的手法の開発を進め、ゲノム解析が行われた線虫をモデル生物として、神経、筋シナプス伝達突然変異体の分離とその行動様式の解析を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・線虫の排泄行動突然変異体、*aex-1* を解析し、逆行性情報伝達への関与を明らかにした。線虫の腸における細胞内カルシウム振動及びその細胞間伝播の動態を解析を行った。また、ディスフェルリンの結合蛋白質がカベオリン 3 であることを発見した。

[平成 13 年度計画]

- ・ヒト染色体 DNA 配列の画像変換とこの技術を用いた配列の情報科学的解析、単細胞生物染色体 DNA 配列の決定と配列の解析による核-ミトコンドリア間コミュニケーションの解析、古細菌を実験モデルとして転写制御系ネットワークの解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・古細菌由来の転写関連蛋白質の立体構造を決定するとともに、これらの蛋白質の機能に基づき、古細菌のゲノムに記録される大半の遺伝子の転写を制御する機構を説明するための仮説を得た。紅藻(イデユコゴメ)の第一染色体(440 K)を単離し、総塩基数 285 K (230 のコンティグに分かれる)を決定した。

[平成 13 年度計画]

・神経興奮の基礎過程を解明するために、液体 He 温度電子顕微鏡と画像解析技術の組み合わせによる電圧感受性チャンネルタンパク質の高分解能構造解析を行いチャンネルの開状態を解明する。さらに、チャンネルの開状態を継続させる神経毒を用いて、開口時のチャンネルの分子構造の解明を目指す。

[平成 13 年度実績]

・電子顕微鏡画像の単粒子解析法を改良し、液体 He 温度での Na チャンネル像の撮影に成功した。単粒子解析における元画像での粒子の位置を特定するプログラムを作成した。

[平成 13 年度計画]

・神経伸長の基本原理の解明のため、新型偏光顕微鏡と共焦点顕微鏡を組合わせて、伸長中の神経内部の骨格構造の動きと、細胞内 Ca 濃度を同時記録できるシステムを組み立てる。

[平成 13 年度実績]

・新型偏光顕微鏡と共焦点顕微鏡を組合わせたシステムの光路を組み立てた。光路切り換えなどの制御をするソフト及びインタフェースを作成した。

[平成 13 年度計画]

・網膜神経回路網の情報処理の形成過程の解明のため、共焦点顕微鏡を用いて、発生過程の網膜で、Ca 信号の伝播経路の形成の様子を観察し、胚発生に伴う網膜神経回路網の情報の流れの形成過程を明らかにする。神経系再生技術の確立を目指して、神経冠幹細胞を Msna-GFP 融合蛍光発現遺伝子により遺伝的にマーキングしたトランスジェニックマウスを作製する。

[平成 13 年度実績]

・ニワトリの胚網膜スライスを用い、ステージ E11 から E13 までは、水平細胞間の信号伝達経路が形成され、E15 以降は外網状層から OFF あるいは ON 型双曲細胞への信号伝達経路が機能的に形成されることを明らかにした。Msna-GFP 遺伝子をマウスに導入したトランスジェニックマウスの作製に成功した。神経冠幹細胞を GFP を利用し特異的に標識、可視化することに成功した。

[平成 13 年度計画]

・脳における情報処理機構の解明と工学的利用については、脳における記憶学習機能解明の準備として、(1) 視覚入力から運動出力までの信号の流れがほぼ解明できた眼球運動神経系を対象として、学習機能を制御する視覚入力を開発し、その入力でサルを訓練する。(2) 環境の変化に柔軟に対応する神経回路網の可塑性の基盤を知るため、脳におけるプロテインキナーゼ C の基質である MARCKS 分子の発現パターンを調べ、可塑性との関連を明らかにする。また、特殊な視覚体験を与えたサルを用い、その視覚野で可塑性を示す細胞を組織学的に同定する。(3) 海馬や側頭葉を中心とした構造が関与している長期的な記憶と前頭連合野を中心とした構造が関与するワーキングメモリー(作業記憶)の関係を非侵襲脳活動計測法を用いて調べる。(4) 新しい学習パラダイムや学習アルゴリズムの提案を目指して、ベイズ的な学習モデルについて、その組み合わせ構造の学習も含めた枠組みの中で、幾何学的に統一した記述と、モンテカルロ法や平均場近似などの高速な近似学習アルゴリズム、クラスタ例からの学習等の新たな学習モデルの構築を試みる。

[平成 13 年度実績]

・脳における情報処理機構の解明と工学的利用については、脳における記憶学習機能解明の準備として、(1) 視覚入力から運動出力までの信号の流れがほぼ解明できた眼球運動神経系を対象として、学習機能を制御する視覚入力を開発し、その入力でサルを訓練した。(2) 環境の変化に柔軟に対応する神経回路網の可塑性の基盤を知るため、脳におけるプロテインキナーゼ C の基質である MARCKS 分子の発現パターンを調べ、可塑性との関連を明らかにした。また、特殊な視覚体験を与えたサルを用い、その視覚野で可塑性を示す細胞を組織学的に同定した。(3) 海馬や側頭葉を中心とした構造が関与している長期的な記憶と前頭連合野を中心とした構造が関与するワーキングメモリー(作業記憶)の関係を非侵襲脳活動計測法を用いて調べた。(4) 新しい学習パラダイムや学習アルゴリズムの提案を目指して、ベイズ的な学習モデルについて、その組み合わせ構造の学習も含めた枠組みの中で、幾何学的に統一した記述と、モンテカルロ法や平均場近似などの高速な近似学習アルゴリズム、クラスタ例からの学習等の新たな学習モデルの構築を試みた。

[平成 13 年度計画]

・複素ニューラルネットワークの特異性に起因した局所解の構造を解析する。また、脳における感覚情報処理機構

の例として味覚に注目する。心理物理学的手法と非侵襲脳活動計測法により、様々な濃度の味覚刺激によって起こる一次野の活動と心理的強度の関係や舌上の触刺激に対応する脳活動の部位を明らかにする。また、国際比較による心理物理データを収集し味覚刺激への熟知度と感覚特性との関係を検討する。

[平成 13 年度実績]

・複素ニューラルネットワークの冗長性(特異性)を数理的に解明した。MEG データにより、味の濃度と味覚一次野の応答の大きさと潜時の関係を明らかにした。また、手足の随意運動の脳活動様式について、ダイポールモデルを中心に脳活動の推定を行った。さらに、半視野顔画像呈示による誘発磁場 170 m成分から大脳半球間視覚情報伝達時間の計測に成功した。色空間相互の対応関係をデータベース化した。また、ニオイデータベースに着手した。嗅覚の心理物理特性と熟知度との関係を解明するため国際比較による方法を検討した。味覚誘発脳磁場と脳電位の同時計測に成功し、味刺激装置の高度化・簡素化を進め、味覚障害の他覚計測の基礎を固めた。記憶年令と海馬の活動との関係および長期/短期記憶に対する海馬の活動の相違に関する研究に着手した。大脳皮質からの単一細胞活動記録および組織学的研究を開始した。左右逆転視への順応に伴う同側性を確認した。

[平成 13 年度計画]

・脳に特異的な非同期分散情報処理の原理にアプローチするため、時間順序判断を行う脳の領域を心理物理学的手法と非侵襲脳活動計測法を用いて明らかにする。脳機能理解のための情報技術の確立を目指して、(1) 脳の広い領域にわたる活動をオンラインで観察するため、大型 CCD センサーを用いた高速イメージング装置のハード部分を完成させ、計測のための基本ソフトを作り上げる。(2) 神経興奮伝播の様子をシミュレーション、3次元的に表示するための方法及びそのための装置の開発に着手する。

[平成 13 年度実績]

・左右の手の指に時間差をつけて与えた触覚刺激を感じる順番は、手を交差すると逆転することを発見した。さらに、手に棒を持って、棒の先に与えた刺激の時間順序判断でも、棒を交差させるだけで、時間順序の逆転が起こることを発見した。(1)カメラヘッド基板回路を改良し、ヒゲ刺激による体性感覚野の微弱光応答をラット in vivo 脳で検出した。感覚入力/海馬入力に扁桃体からの信号が促進的に作用する可能性を示唆。外因性/内因性光シグナルマップの比較により血流増加以前の酸素消費マップが神経活動を正しく反映することを確認した。また、光計測した神経活動を皮質表現として汎化記述する手法を確立した。(2)パイプライン処理の採用により可視化性能を向上させた。

[平成 13 年度計画]

・脳型視覚情報処理手法の開発を目指して、脳での視覚特徴抽出法を模倣した汎化能力の高い認識手法および動画からの関節物体の動き認識手法の開発に着手する。また、行動のための内部モデルの学習とその工学的応用に関して、感覚運動情報の自動分節のためのニューラルネットワークモデルの開発、左右のカメラ及び首の動きを模倣したアクティブビジョンシステムの開発、場所細胞の自己組織化法とその自律移動ロボットのナビゲーションへの応用等について研究する。さらに、脳型情報処理の工学的な応用を目指して、独立成分分析のコンピュータビジョンへの応用を研究する。

[平成 13 年度実績]

・部分的に隠れを含む画像からでも連想可能な自己連想メモリの実現方法を開発した。時系列ベクトルデータを記憶し、想起できるニューラルネットを提案を行った。SOM により場所細胞を自己組織的に形成し、強化学習によりゴールへナビゲーションする方法を提案した。高精細カメラと回転偏光フィルタからなる画像取得システムを構築し、物体の見えからの鏡面/拡散反射成分の分離手法の妥当性を検証した。その他、生物の視覚系における時間変化する入力に対するスパイク応答過程モデルを実装した。

#### ④ 分野融合的課題

[中期計画]

・神経突起伸長因子等を用いて神経回路を再接続する技術を開発する。また、神経電極、人工筋肉等に必須なモニタリングデバイスの実現に資することを目的として情報認識変換分子システムを開発する。

[平成 13 年度計画]

・神経突起伸長促進蛋白質(ニューロクレシン)の受容体を探索し、これを同定し、遺伝子工学的に構造を明らかにするとともに、この蛋白質の生理的作用を検討し、神経回路の形成や再生における重要性を明らかにする。独自に開発した神経細胞培養系やスライス脳を用いることにより、シナプス伝達効率が可塑的に変化する現象を再現し、この場における作用分子を神経細胞内外において探索し、その同定と作用機構を明らかにする。運動制御機構において重要な感覚系からのフィードバック情報を神経回路再接続系に生かすため、まず、感覚神経系

の培養系の確立をめざし、分子的解析が可能な基盤を確立する。

[平成 13 年度実績]

- ・ニューロクレシンに結合する分子量 60 Kの蛋白質を発見した。さらに、この蛋白質とニューロクレシンの結合が神経突起伸長に重要な役割を果たすことを明らかにした。またニューロクレシンの活性部位を同定し必須アミノ酸配列を解明した。シナプス伝達効率を制御する蛋白質を発見し、これらが既知の神経栄養因子とは異なる分子であり、その機能発現には PKC と CaMKII の活性化が不可欠であることを見いだした。さらに、学習可能な臨界期においては神経伝達物質の放出過程が特殊化していることを発見した。さらに、シナプス形成期における神経伝達物質受容体の発現変化を捉えることにも成功した。また運動機能制御に関わる筋知覚神経の培養系を後根神経節を用いて確立し、新規栄養因子の探索に資するアッセイ系を確立した。

[平成 13 年度計画]

- ・神経機能の可視化技術の開発を目指して、蛍光蛋白質と神経栄養因子を結合した蛋白質を創製することにより、この因子の動態解析を可能にする系を確立するとともに、新たな発光蛋白質を精製し遺伝子解析を行い、全アミノ酸配列を明らかにすると同時に解析済みの発光蛋白質の構造を改変することにより発色波長等の機能改変を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・神経機能の可視化技術の開発を目指して、蛍光蛋白質と神経栄養因子を結合した蛋白質を創製することにより、この因子の動態解析を可能にする系を確立するとともに、新たな発光蛋白質を精製し遺伝子解析を行い、全アミノ酸配列を明らかにすると同時に解析済みの発光蛋白質の構造を改変することにより発色波長等の機能改変を行った。その結果、発光貝ラチア、発光渦鞭毛藻より新規蛋白質のクローン化に成功し、また、すでにクローン化した発光蛋白質の発光色や pH 依存性制御に成功した。さらにケージド化合物を用いた神経栄養因子の活動依存的放出の観測にも成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・ニューロニクス応用研究においては、フレキシブルで薄型のデバイス材料の開発が不可欠であるため、様々な液晶分子を合成し、その光電変特性を解析し、著しいセンサー機能を有する分子とその光学的特性を解析し、光学的表面操作により、界面上の液晶分子の配向を自在に制御する技術を開発するとともに、自己組織化した分子群の中で液晶分子がどのような運動をしつつけるのかという点について理論的解析を試み、シミュレーションを行う。

[平成 13 年度実績]

- ・分子間相互作用による液晶性制御を検討するために新規な化合物を合成、カラムナー液晶に関する数々の新知見を得ると共に、従来行ってきたポルフィリン金属錯体液晶系の Ni 及び V=O 錯体の光伝導挙動の全容を解明、ラメラ相に関する光伝導挙動の世界で最初のまとまった結果を提供した。新たにイオン伝導のための化合物群の合成も開始、液晶はサーモトロピック性及びリオトロピック性の両液晶性を示す興味深い系を得ることが出来た。他方、赤外レーザー光による化学結合の選択的振動励起に伴う液晶配向の変化という新現象についてはメカニズム解明の結果、液晶分子の配向方向は照射光の偏光方向と強く相関していることをつきとめ大筋の理解が可能となった。高秩序液晶相の配向制御に成功した初めての例となる。更に理論的解析のための分子動力学法によるシミュレーションでは、新規なポテンシャルの設定など本格的なシミュレーションへの準備段階が終了、一部液晶の光学効果に関する結果も得た。また新規な大面積配向制御法確立を目指した自己組織化 (SAM) 膜の検討ではある高次秩序カラムナー相において今までにない比較的大きな一様配向ドメインの形成傾向を見出した。

[平成 13 年度計画]

- ・人工筋肉開発をめざした高分子アクチュエーターの高機能化のため、これまでに開発したイオン移動型アクチュエーターに加え、電子移動型アクチュエーターも開発し、駆動力の強化を実現する。ニューロニクス技術開発等に貢献するような応答材料として、高分子チューブの内壁、あるいは両端開口部に刺激応答性材料を精密合成し、徐放過程を人為的に操作可能にした素材、クラウン化合物を活用し、多元的情報・刺激により機能を変化させる有機センサーの開発を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・人工筋肉開発につながる高分子アクチュエーターの研究においては、アニオン交換膜への金電極の新しいメッキ法を開発し、イオン導電性高分子アクチュエーターと電子導電性アクチュエーター (ポリピロール) の複合アクチュエーターを作製し、良好な機械特性と 90 度以上の変位特性を得た。また、イオン導電性高分子を加圧処理すると高性能なアクチュエーターが製作できることを見いだした。クラウン化合物等を用いた機能性分子創製の研究では機能性分子であるクラウンエーテルにメソゲンとしてベンゼン環およびビフェニルを導入することによって液晶性を発現できることを見いだした。さらに、水素結合を形成するアミド基および蛍光基を有する種々のカリ

ックスアレンを合成し、そのイオン錯形成によって蛍光が変化することを見いだした。外壁にクラウンエーテルを有するポリベンジルエーテル型 dendrimer の合成経路も確立した。また、分子内の水素結合能を変化させることでアセチルアセトン基の金属イオンへの選択性を制御できることを初めて示した。ナノ細孔材料に光架橋・開裂性官能基であるクマリン誘導体をグラフトした複合体を用い、光制御コントロール・リリースを試み、MCM-41・クマリン複合体により光制御コントロール・リリースが可能となることを見いだした。

## 1-2. 医工学・福祉分野

高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現のために、医工学・福祉分野では、臓器移植に代わる新たな治療技術としての生体機能代替技術、診断・治療に伴う患者の身体的負担の軽減をめざした医療診断・治療支援機器開発技術、高齢者・障害者の活発な社会参加と自立を実現する福祉機器開発技術、多様な生活者ニーズに対応したユニバーサルな製品・環境を創出するための生体ストレス・人間特性計測応用技術、及びこれらに共通的な技術課題の研究開発を推進する。

### ① 生体機能代替技術

[中期計画]

・細胞の三次元培養技術を用いて、軟骨・靭帯、骨、血管等の組織を再構築する再生技術を開発し、これらデバイスを用いた臨床試験を行う。また、動物実験代替用等の検査用組織デバイスを開発する。

[平成 13 年度計画]

・細胞の高密度培養のために、細胞への酸素、栄養分の供給を円滑、迅速に行える三次元細胞培養のリアクターの開発、およびそのコンピューターによる自動化、細胞の品質管理技術の開発を行う。軟骨細胞に関しては、生体外で軟骨様組織を再構築し、ある程度の機械的強度と生理的機能を獲得した後に軟骨欠損部に移植し、生体内再構築を最終ステップとして捉える方法が挙げられる。また骨髄細胞を用いた骨組織の生体外再構築には、多孔性担体の開発、造骨機能をもたせるための分化誘導因子の探索を行う。機械的な強度を持つ生分解性高分子である乳酸とグリコール酸との共重合体(PLGA)のスポンジのポアの中に、生体親和性が優れているコラーゲンスポンジを導入した、生体親和性と機械的強度が共に優れている生分解性 PLGA-コラーゲン複合スポンジを創製し、この技術を基礎にして更に接着因子や生体高分子を複合化させ、生体外で細胞の機能を十分に発現させることのできる最適な三次元培養担体を細胞種ごとに創製することを図る。血管内皮細胞や血管平滑筋細胞にストレッチを負荷することにより、その刺激が細胞内に伝達され細胞の機能発現につながっていることを示した。このような基礎技術をもとに、生体外で培養された細胞の機能を十分に発現させるべく、培養細胞への物理的・化学的刺激負荷技術の確立を図る。また、細胞の組織化、機能化に関与するタンパク質およびそれをコードする遺伝子を探査し、その制御と応用を図る。

[平成 13 年度実績]

・骨細胞の培養時のスキャフォールドとして、血管の侵入と貫通、あるいは細胞の浸透のために十分なだけの気孔率を有し、強度的にも優れたリン酸カルシウム多孔体を作製した。培養によりヒト骨髄細胞を骨芽細胞に分化させ、ヒト細胞由来の *in vitro* 骨形成実験系を確立した。さらに、分化促進技術開発のため、細胞表面抗体を用いて、cell sorter による骨芽細胞分離の基本技術も確立した。ヒト培養骨芽細胞のヒト(患者)への移植を目的として、細菌、真菌、エンドトキシンを混入を防ぐ安全性確立システムを構築し、ヒト細胞専用の培養用クリーンルーム(セルプロセッシングセンター: CPC)において一貫して培養するシステムを確立した。患者の骨髄から上記方法により骨芽細胞を分離・培養して人工関節表面に播種し、CPC 中で培養して骨形成を行なった。人工骨の移植手術(奈良医大担当)を行ったところ、結果は極めて良好であった。

[中期計画]

・品質管理に優れた人工物を用いた体内埋込み型の生体機能代替システムとして、動物実験において 3 ヶ月以上連続使用可能な遠心型人工心臓、埋込型インスリン注入システム等を実現するための要素技術を開発する。また、共通基盤的技術として、生体適合材料に関する適合性評価試験法に資する標準情報を提供する。

[平成 13 年度計画]

・人工心臓の機構の研究としては、臨床応用に向けて生体適合性も耐久性も一定度の成果を収めている遠心式人工心臓のシステム統合、および未だ機械耐久性が未熟な段階にある軸流補助人工心臓の機構の開発を行う。耐久性へのキー技術として、非接触回転を実現する動圧軸受の製作および評価を行う。人工臓器の血液適合性評価法の研究としては、流れの観点から、流れの可視化装置による抗血栓性評価基準の確立、および模擬血液による溶血評価法の確立を行うとともに、材料の観点からチタン合金の抗血栓性スクリーニング評価を実施す

る。人工臓臓用マイクロポンプ機構の基礎研究としては、薬液流量を高精度に制御可能な駆動・整流機構を、シミュレーションと試作を通して検討する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・人工心臓の機構の研究では、抗血栓性を改良した遠心式人工心臓について 1 週間の動物実験で特性確認した。非接触回転を実現する動圧遠心ポンプを国内では初めて試作し、血液中で浮上回転することを確認した。また、軸流式人工心臓に磁気浮上機構を組み込んだモデルの初試作を行った。
- ・血液適合性評価の研究では、流れの可視化技術を用いて測定されるシアレート 300/sec を血栓判定の基準値として提案した。模擬血液試験では複数の市販ポンプに対し、牛血での溶血率と同順になるような成分設計・調整に成功した。
- ・ポンプ用生体材料では、同一材料で材料表面粗さに関する抗血栓性の比較試験を行った。
- ・人工臓臓用マイクロポンプの研究では、新方式の圧電駆動ダイアフラム型ポンプのプロトタイプを試作し、所定流量範囲で制御可能であることを計測・確認した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・複数神経細胞活動計測技術の高機能化としては、複数神経細胞活動計測の高速化及び長期安定化を図るために、実時間複数神経細胞活動分離抽出装置及び神経組織内微小電極位置制御装置の開発を行う。末梢神経束における複数神経線維活動分離技術の確立としては、中枢神経系においてその有効性が確立されたスパイクソーティング技術及び既存の多点電極を用いて、末梢神経線維活動分離法を確立する。神経信号による行動・機器制御技術の研究としては、神経インターフェイスの有用性の評価に必要な動物モデルを確立するために、行動-神経活動相関解析を継続的に行う。シリコン多点電極の開発としては、本グループと富山工業技術センターの共同研究において、新型シリコン多点電極(水晶基板、記録点両面貫通型[世界初])を試作する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・複数神経細胞活動計測技術の高機能化を目指し、複数 DSP ボードを用いた実時間スパイク振幅ベクトル表示装置を開発した。また、微小電極位置制御装置を多チャンネル化することにより、神経細胞活動計測の安定性及び精度が向上した。末梢神経線維活動の分離記録における各種電極の特性を比較検討した。神経信号による行動・機器制御技術を構築するために、ラットの選択反応時間課題を開発した。海馬-前頭前野路の可塑性の脳波への影響、海馬領域に依存して海馬-前頭前野路が示す特質、前頭前野におけるドーパミンとグルタミン酸伝達機能の解析、扁桃体機能の解析を通じて、関連神経回路の働きを明らかにした。新型のシリコン多点電極については、電極製作工程について検討し、水晶基板を用いた片面電極を試作した。

## ② 医療診断・治療支援機器開発技術

#### [中期計画]

- ・画像誘導型の低侵襲手術支援システムの要素技術を確立し、医学系機関との連携して画像誘導型の低侵襲医療システムを開発し、臨床試験に供する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・MR コンパティビリティの解明としては、低侵襲を目的とした手術・診断統合化の支援を目的として、MRI 装置により手術機器の MRI 画像への影響及び電磁場の手術機器への影響データを収集し、MR コンパティビリティを得る対策法を確立する。MR 下手術マニピュレータの開発としては、MRI を用いた手術・診断統合システムの物理的制約条件を満たせるマニピュレータ機構及び能動カテーテル駆動システムの開発を行う。軟組織の変形解明としては、低侵襲手術における施術計画の高度化を目的として、X 線変形解析装置により、針穿刺による軟組織の変形データを収集し、経皮的穿刺時の軟組織の変形予測モデルを構築する。脳内代謝センシング技術と病態生理解析への応用としては、in vivo 状態における組織の代謝・機能を高精度に検出するマルチモダリティ計測技術を開発する。また、イオンや細胞制御因子の動態、膜電位変化などを電気化学的および光学的に検出、可視化する技術を確立する。平成 13 年度は、細胞制御因子と血液酸素化度を同時に計測する複合(近赤外・微小透析・MRS)計測プローブを開発する。4 次元 MRI と医療への応用としては、4 次元 MRI 技術の開発と医療(検査・診断・予防医学)への応用を目的として、新しい MRI 技術を開発する。平成 13 年度は、4 次元画像情報の処理、診断に有益な情報の提示技術に関して技術開発を進め、臨床医と共に臨床的な有効性を評価する。オープン MRI 下の次世代診断・治療技術としては、MRI 装置内で疾患の治療(外科、DDS、放射線、温熱)を実施するための新しい MRI 技術を開発する。近赤外断層イメージング、近赤外トポグラフィーおよび MRI/S を用いることにより手術中の生体情報(組織形態および代謝の変化)を捉えることにより、低侵襲化を図る。人工臓臓の開発と無侵襲計測技術としては、糖尿病治療における血糖値管理に用いる体内埋め込み型人工臓臓を実現するために必要な光学的血糖値計測技術を確立する。平成 13 年度は、光計測のシミュレーションを行う。また、生体の分光データの取得・蓄積を行う。

[平成 13 年度実績]

・MR コンパティビリティの予測と向上のため、MR 磁場内に低磁化率の物体を置いた状態を予想する数値解法を開発し、実測と予測値の誤差が 10~30 %の範囲に収まった。MR 下手術マニピュレータとして三種類の MRI 対応ロボットシステムの研究開発を進め、(1) 5 軸マニピュレータについては、ハーバード大付属病院に常駐し、ソフトウェアのチューニングを行い、機構精度で平均 60  $\mu\text{m}$ を確認した。(2) 6 軸パラレルリンク機構については、終端器側で剛性 4.5 mm/kg、バックラッシュ $\pm$ 1 mmを確認した。(3) 扁平 4 軸機構については、低コスト化を重視した機構設計を行い、磁場不均一に起因する問題のないことを確認した。軟組織の変形解明として、空間分解能 0.08 mm、時間分解能 30 フレーム/秒を有する直交 2 方向 X 線計測装置を構築し、ブタ大腿筋組織に生検針で穿刺した結果を解析し、摩擦成分が針刺入部の長さに比例することを明らかにした。組織機能センシング技術の開発では、光マイクロプローブ法における光散乱シミュレーションの高精度化を図り、環境変動に対するラット脳内物質の変動を微小透析法で確認した。また、赤外線応力画像法の基礎的検討を進めた。近赤外光イメージング技術の開発においては、画像再構成アルゴリズムの開発と検証実験を行い、ヒト頭部測定による光路長マップを作成した。脳へらプローブによる術中モニタリングシステムについては、より臨床に即したプローブを試作した。3 次元 T<sub>2</sub>緩和時間および 3 次元拡散係数を強調する MRI 手法を開発し、実用化の見通しを得た。また、組織の 3 次元構造の時間的変化を画像化する 4 次元 MRI および関連する画像処理・表示手法の開発を進めた。生体を対象とした光学的血糖値計測技術の確立を目指し、血清の主な成分の光学特性を明らかにし、水溶液の吸光度スペクトルから温度や濃度に依存する各要素を分離する手法を考案し、計算機シミュレーションおよび基礎実験によって正当性を確認した。

[平成 13 年度計画]

・実体模型システムの開発としては、手術研修や術前リハーサルを支援する手術シミュレーションシステムを開発する。平成 13 年度は、患者のセンサ付き実体模型を開発し、手術操作データの収集を行い、システムに必要とされる計測要素を抽出する。

[平成 13 年度実績]

・高機能内視鏡手術支援システムの要素技術としては、手術操作力計測実験用の 6 自由度力覚センサ付き実体模型を完成させ、同時に、計測される手術操作データの実時間三次元コンピュータグラフィックシステムを開発した。

[平成 13 年度計画]

・高機能内視鏡の要素技術開発としては、内視鏡画像を効果的に呈示するインタフェース技術を確認する。平成 13 年度は、顕微内視鏡による組織機能画像データの収集を行い、画像データから機能情報を抽出する技術を確認する。また、画像呈示手法が操作に与える影響の定量化を試みる。

[平成 13 年度実績]

・顕微内視鏡の手ぶれ防止策として支持機構を試作し、撮影条件を検討した。

[中期計画]

・分子レベルの機能を画像化及びスペクトル分析するための次世代型高次生体機能計測装置の要素技術、及び生体組織の構造と機能を評価するための解析手法を開発する。

[平成 13 年度計画]

・高速コーンビーム 3 次元 X 線 CT の研究としては、実時間立体視診断システム実用化のために、立体視下における画像テクスチャ認知機構の基礎検討を行う。次世代単色 X 線診断・治療システムの開発としては、IVR 用インテリジェントプローブを開発するために、プローブへの位置検出用センサーや治療用デバイスの組み込み技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・新規導入の MRI 装置を稼動をさせて、装置の測定感度を確認した。高次運動野を対象とした基礎計測実験を行なうと同時に、データ解析用プログラムの整備や、視聴覚課題提示システムの構築などを進めた。視線認知の基礎過程などの実験を開始した。PC クラスタを用いた実時間脳機能解析システムの構築を完了し、脳機能の実時間可視化のための基礎統計プログラムを作成した。現在、汎用線形モデルを用いた処理システムを開発中である。

[平成 13 年度計画]

・MEG 視覚化としては、MEG 計測で一般的な脳活動に対する複数の信号源、分布する活動源に対する信号源を客観性をもって求めることができる空間フィルタ法を用いた逆問題解析法の確立を目指す。また、複数感覚刺激下における注意の分割に関して、ニオイや味に対する情動の MEG 計測法の開発をもとに、EEG、fMRI など併用した MEG 実験・解析法の開発を行い、より信頼性の高い計測・解析法の開発、MEG を用いた高次脳活動

の可視化手法の確立を目指す。

[平成 13 年度実績]

・新たに空間フィルタ法を用いた逆問題信号源推定法の開発に取り組み、複数の信号源が存在する場合や複雑な脳活動が予想される高次脳機能の解析に適用した。複数感覚刺激における注意の分割による影響、新規な刺激課題に応答する神経磁界応答の解析に有効な成果が得られ、この手法による他機関(北大電子科学研など)への技術援助も実施した。また、MEG に EEG や fMRI を併用した非侵襲センサーの統合課題に取り組み、信号源推定の精度向上を図った。ヒトの高次脳活動に関わる注意、認知、記憶、判断などの脳機能を可視化する方法について産学官連携による種々の共同研究を推進した。

[平成 13 年度計画]

・体内 3 次元動態可視化診断・治療システムとしては、試作したデータ収集装置と解析装置を一体化し、既存超音波診断装置の RF 波形のパワースペクトルとそのフラクタル次元(FD 値)の演算を、診断装置内部で処理する機能、及び計算結果診断画像とともに表示する機能を有する、超音波診断装置を試作する。この測定系を用いて、臨床におけるデータ収集、及び解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・平成 12 年度に試作した診断装置を用いて、臨床の現場において、多数の患者からのデータ収集・解析を行い、正常肝、肝硬変および脂肪肝について、それぞれを 70 %程度の精度で自動的に識別可能であることを示した。この結果より、個々の医師の経験や機器に依存せず脂肪肝程度の定量診断が可能であることを明らかにした。より効率的、かつ実際の臨床応用に近い装置を開発するため、診断装置本体と解析コンピュータが一体化された装置の設計・試作に着手した。

[平成 13 年度計画]

・MR 顕微鏡の基盤技術研究としては、生体内で細胞・分子機能の動態計測を行うためのマイクロプローブ、超伝導高感度プローブの開発に着手する。遺伝子機能可視化研究としては、培養神経細胞への安定な遺伝子導入法の確立: 可視化する複数の遺伝子の cDNA を培養神経細胞へ安定に導入する技術を、各種ウイルスベクター、エレクトロポレーション装置などを用いて確立する。

[平成 13 年度実績]

・励起信号発生部、送受信部、検波部、画像解析部などの詳細仕様を決定し、システムの組み立てを進めた。また、連続フローによる偏極ガス計測用の小型プローブの試作を行なうとともに MR 顕微鏡本体の原型を完成し、ゼノンガスの偏極率の連続計測を実施した。

[平成 13 年度計画]

・蛍光顕微鏡観察下における神経細胞の長期間培養技術の確立を目標として、遺伝子導入した神経細胞を蛍光顕微鏡下で長期間安定に培養する技術(観察チェンバーの培養装置化)の改良を進める。  
・培養神経細胞中での複数遺伝子産物の同時リアルタイム可視化技術の確立としては、共焦点レーザー蛍光顕微鏡を用いて、生きた神経細胞中での複数の遺伝子産物の蛍光を観察し、神経興奮時におけるこれらの遺伝子産物の動態を同時に可視化する技術の開発に着手する。  
・神経興奮時における各種神経伝達物質受容体の細胞内動態の可視化とその分子メカニズムの解明を行う。

[平成 13 年度実績]

・グルタミン酸受容体 GluR5 および KA1 を、各種蛍光タンパクと tag protein と共に発現ベクターに組み込んだプラスミド、及びその KA1 点変異体(R→A)を各種構築し、培養細胞に単独および共発現させ、細胞内動態の解析に着手した。遺伝子型選択的排他発現制御技術の開発については、上記新規発現ベクターの構築に着手した。

### ③ 福祉機器開発技術

[中期計画]

・情報技術及びメカトロニクス技術を用いて在宅用多自由度下肢リハビリ訓練機器を開発し、生活場面における妥当性を検証する。また、高度難聴者を対象とした超音波補聴器等の開発を進める。

[平成 13 年度計画]

・健康維持・生活支援機器のためのフィジカルコミット技術の研究としては、直接に人に触れ、人を扱うことで、常に人にフィジカルな影響を与えている福祉機器が持つ特性を、人に与える影響を生理反応から明らかにすると同時に、良い影響を積極的に与えることのできる機器のあり方を、機械的刺激装置であるマッサージ機を基にして検討する。多自由度下肢リハビリ装置の開発としては、在宅での下肢リハビリを目的として、股関節の内外転および

び内外旋の駆動を付加した装置の試作を行い動作評価を行う。合わせてリハビリによる機能回復の度合いを評価するため、生体信号と装置の動作によって得られる運動特性信号との相関を評価する方法について検討する。尿意センシング技術の研究としては、400万人を超えると言われる尿失禁者の社会参加を可能にするため、超音波センサにより膀胱の大きさを測定することで失禁防止を可能とする携帯型尿意センサの実用化を図る。高齢者・障害者生活就労支援インフラの概念構築としては、高齢者・障害者が働ける職場の在り方を明らかにすることを目的とし、現状の工場などへの調査研究を通して、被雇用者にとって理想的な職場環境に関する概念を構築する。

#### [平成13年度実績]

・フィジカルコミット技術の研究の中核である触覚刺激呈示技術において、精神的作業負荷を与えた場合の生体内部状態としての主観的ストレスを時間分解能5秒、識別状態数5で識別できた。また学習に関しても学習の評価関数にターミナルアトラクタを導入することで2分以内を実現した。下肢リハビリ技術の研究において、人体ダメージおよび健常者を対象に膝関節の屈曲・伸展動作実験を行い、関節可動域、関節角速度、繰り返し動作精度等の特性を得た。また、尿意センシング技術において、傾斜素子を用いたシステムを試作し、膀胱モデルを用いて試験測定を行い鮮明なエコーを得た。高齢者の就労支援に必要なインフラ整備について、工場現場の実態調査を行い、職場環境改善のための課題を抽出した。

#### [平成13年度計画]

・超音波聴覚エレクトロニクスの研究では骨導超音波刺激により大脳聴覚領に信号伝達されることがこれまでの我々の研究から明らかになったが、伝達経路については依然、不明である。平成13年度には複数の超音波振動子を用いたMEG実験によって超音波信号の伝達経路を解明し超音波聴覚メカニズムの解明を目指す。平成12年度には脳磁計を用いた実験で得られたデータを用いて超音波補聴器の1号機の試作を行い、特許出願した。平成13年度には、この1号機の補聴器を用い高度難聴者に対するMEG実験、並びに聴取実験を行い、改良を加えて高度難聴者により適合した超音波補聴器の2号機の製作を行う。

#### [平成13年度実績]

・左右の骨導超音波刺激の知覚によるミスマッチ反応の計測を行い、超音波聴覚にも音源定位が成り立つことを証明した。これらの成果より多チャンネル型骨導超音波補聴器の特許申請(特願2001-9658)を行った。音声信号のスペクトル変換、フォルマント強調などの音声信号変換が骨導超音波知覚に与える影響の評価を行い、骨導超音波が聞き取りやすい処理方式を検討した。また、骨導振動子、頭部装着具の最適化を行った。これらの研究成果を生かして、携帯型骨導超音波補聴器の試作を行った。

#### [中期計画]

・福祉用具使用時の動作負担について計測技術を確立し、動作負担データベースを構築する。さらに、運動機能回復訓練機器等の福祉用具の人体適合性評価手法を提案する。

#### [平成13年度計画]

・リハビリ訓練のための人体モデリングとしては、リハビリの効果を予測できる人体運動の計算機モデルを開発する。寝たきり予防訓練装置の開発: 筋神経系の可塑性を考慮した、低負荷寝たきり予防訓練装置のプロトタイプを試作し、評価を行う。高齢者の運動機能補助: 起立補助や歩行補助など、高齢者の日常生活における動作を補助する機器の開発を行う。リハビリにおける非侵襲生理計測技術としては、リハビリにおける身体の状態を、電磁波などを用いて非侵襲的に計測する技術の可能性を、モデル実験により検討する。生活空間評価のための行動モデル化と行動評価技術としては、動作計測技術を基にして、高齢者にも適合した生活製品・設備機器評価技術を開発するために、生活行動・動作自動認識技術の開発を行う。高齢者の就労支援技術の開発としては、75歳程度までの高齢者が就労できるようにする際の、ユニバーサルデザインとバリアフリー技術の問題点を抽出する。

#### [平成13年度実績]

・リハビリ訓練のための人体モデリングの研究では、左右で8%の脚長差を与えた場合及び50%の筋力低下を想定した場合のシミュレーションに成功した。寝たきり予防訓練装置の開発では、寝たきり状態のモデル実験を行い、短期間の筋固定に伴う筋出力の調節能力特性を明らかにするとともに、寝たきり予防訓練装置の小型化、評価機能を追加した試作品を完成した。非侵襲生理計測技術としては、アクリル製ファントムモデルを用いて中空な領域が弁別できることを確認した。生活空間評価のための行動モデル化と行動評価技術の確立を目指し、6名の被験者を用いて約120動作を計測し、補間、平滑化等のデータ処理を行った後、身体標点3次元位置座標の時系列データを収集し、運動負担のデータベースを構築した。

## ④ 生体ストレス・人間特性計測応用技術

[中期計画]

- ・環境ストレスに対する生体防御メカニズムを分子・細胞レベルから個体レベルで解明するとともに、ストレス物質をオンチップで検出する技術及び生体ストレス傷害の計測技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・ストレスシグナルの解明としては、化学物質、活性酸素に対する生体応答メカニズムを、解明する。さらに、レドックス制御因子 Thioredoxin (TRX)および免疫抑制因子 Glycosylation Inhibiting Factor (GIF)による細胞内シグナル伝達に関与する分子を同定する目的から、DNA チップによる遺伝子および 2D ゲル電気泳動による蛋白質の解析を行う。環境バイオストレス応答性新規分子の探索技術の確立としては、ストレス応答性新規分子を単離同定する目的から、プロテオーム解析技術を確立する。生体ストレス傷害マーカー計測の研究としては、ストレスホルモンや 8-OHdG などの生体ストレスマーカーの超高感度計測デバイスの開発を目的として、SPR、QCM センサチップの作製手法を検討し、計測条件を検討する。環境ストレス物質の超高感度センシングの研究としては、フェノール系環境ホルモンやダイオキシン類の計測デバイスの開発を目的として、電気化学検出器をオン・チップ化した分離センシングチップ及び、モデル抗体を用いた超高周波数 QCM センサチップの試作・評価を行う。生体ストレス反応物質計測 Lab Chip の研究としては、8-OHdG などの生体ストレス物質の多成分迅速スクリーニングデバイスの開発を目的として、マイクロチップ電気泳動により分離条件の探索を行い、LabChip 計測システムにより、分離チャンネルと電気化学検出器をオン・チップ化した Lab Chip のチップ設計及び試作を行い、チップの動作確認を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・ストレスに対する応答に関する研究については、インフラの整備にまず努め、ほぼ実験ができる体制を整えることができた。ストレスに対する生体脂質、特にコレステロールの反応生成物の分析方法を確立した。酸化ストレスによる細胞傷害を検討し、炭素ラジカルに対して強い捕捉作用を確認した。ストレスによる発現蛋白質を明らかにするためのプロテオーム解析システム、特に二次元電気泳動による蛋白質のプロファイリング技術を確立した。チオレドキシン (TRX) 関連では、膜貫通蛋白 TMX、結合蛋白質 TBP-2 について、作用、局在性について知見を得、ポリクロナール抗体を作製した。GIF についてもレドックス制御と細胞膜レセプターの解析を行なった、さらに、DNA マイクロアレイ技術を利用した、化学的・生物的環境リスク評価法の開発について、成果をあげることができた。波長可変型の 2 次元 SPR 計測条件を気相系で検討し、タンパク超薄膜の 3 次元計測技術を確立した。モデル抗体を用いて、高周波数 QCM センサの計測条件を検討した結果、水晶振動子を乾燥させる方法により、ダイオキシン類の超高感度センシングの見通しを得た。LIGA プロセスを用いて、ニッケル製の金属鋳型を作製し、鋳型プラスチックレプリカとカバーチップを加熱融着させた分離センシングチップを試作した。レーザー直接描画法を用いる石英チップ作製条件を検討した結果、エッチピットのない良好なチャンネルを作製することができた。さらに、櫛形電極型の電気化学検出器を設計し、オン・チップ化した Lab Chip を試作し動作確認を行った。マイクロチップ電気泳動により、8-OHdG を含む核酸塩基及び血清中の NO 迅速アッセイが可能であることを見いだした。

[中期計画]

- ・日常生活行動を計測するためのウェアラブル・センシング技術を開発する。高齢者等の動作特性及び感覚特性に関する計測法を開発し、外部関連機関と連携して人間特性データベースの構築を行うとともに、情報環境における人間の注意・認知機構の解明を通じて人間の認知行動モデルを構築する。さらに、人間特性に基づく製品適合性評価方法を開発し、環境設計等に資する標準情報を提案する。

[平成 13 年度計画]

- ・ウェアラブルセンサの研究開発としては、日常生活の中で生活活動度を、加速度センサを用いて計測するウェアラブルセンサのプロトタイプを開発する。ひやり・はっとセンサの研究開発としては、人間の「ひやり・はっと」状態を、生理反応から検知するウェアラブルセンシング技術の確立を行う。作業行動特性の評価技術の研究開発としては、作業者の環境知覚能力を明らかにするために、作業現場を単純化した VR 空間を用いて作業者の注意配分と作業内容の関係を解析する手法を確立する。高齢者の作業行動特性の評価研究としては、高齢者の作業特性を明らかにする目的で、作業パネルの操作時の速度と正確性を調べる手法を確立し、50 人規模の高齢者データの収集を行う。生活環境の認識技術の研究開発としては、生活環境の中で人をリアルタイムで検知する光情報処理システムを試作し、その性能評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・ウェアラブルセンサの研究開発としては、肉体疲労や精神ストレスに伴う歩行リズムや生理反応の変化を、身体加速度、心電、筋電計測から調べ、顕著に現れる変化を明らかにした。ひやり・はっとセンサの研究開発としては、人の静的状態での「ひやり・はっと」状態を生理量の変化から検知する手法を開発した。作業行動特性の評価技術の研究開発としては、陥没口に対する回避行動特性を被験者実験から明らかにした。また、年齢が作業行動能力に及ぼす影響の評価に関しては、高齢被験者 70 名のデータから、年齢により操作速度と操作誤差がどのように変化するかについて明らかにした。生活環境の認識技術の研究開発としては、群集の中から人の顔を高速に検知する光情報処理システムを試作し、その性能評価を行い、妥当であるとの結果を得た。

[平成 13 年度計画]

・高齢者の感覚知覚特性データの収集と環境評価法の開発としては、高齢者の感覚的環境要因の改善を目的として、視力とコントラスト感度データの収集と文字の可読性評価の開発、高周波聴力特性データの収集と騒音評価法の開発、音環境の快適性向上のための低周波音のラウドネス及びアノイアンス特性データの収集、睡眠を含む温熱感覚に関するデータ収集と環境評価法の開発を目指す。人間行動の安全性における感覚情報の有効性に関する研究としては、環境の安全性の評価を目的として、標識等の視認性及び聴覚情報を用いた障害者のための空間認知の評価法の開発を目指す。

[平成 13 年度実績]

・高齢者特性に関する知的基盤の確立に関して、視覚、聴覚、温熱感覚に関して以下の高齢者特性を計測し、標準化へ向けた活動を行った。視覚に関して、文字・文章の読みやすさの評価に関する実験データ及び評価法を確立し、JIS 原案及び TR 原案を作成した。聴覚に関して、高周波聴力特性に関する高齢者のデータを収集するとともに、報知音の設計に関する TR 原案及び JIS 原案を作成し、さらに、低周波の許容度および不快度について実験データを収集し、TR 化に向けたデータ整備を行った。温熱感覚に関して高齢者の温熱生理心理特性を計測し、JIS TR 原案を作成するとともに、睡眠時の体温調節反応および睡眠構築を計測した。一方、環境評価設計技術に関しては、視覚情報に関して道路環境等の空間把握に関するオブティカルフロー（網膜流れ像）の有効性を多数の被験者実験にて確認した。さらに、視覚障害者のための聴覚情報に関して聴覚性運動やカラーレーションの有効性を確認した。

[平成 13 年度計画]

・データ駆動型状況依存行動モデル構築のための運転行動データの収集としては、状況要因となりうる種々の環境情報を獲得できるセンサ類を開発し、自動車運転場面における環境情報と行動情報を収集する。自動車運転行動における状況認識に関わる情報獲得行為の解析としては、多画面による運転行動計測映像データをもとに、行動直後のインタビュー方式によるプロトコル解析および状況シーンの分析を行い、状況認識過程と行動発現との関係を明らかにする。多変量確率モデルによる行動データ解析手法の検討に関しては、状況依存的な行動に伴って得られる多変量データの解析に適した確率モデルの構造を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・人間の認知行動モデルの一つとして状況依存行動モデルの構築のため、外的状態を計測するためのセンサを備えた実験用車両の開発を完了した。これを用いて、運転タスク実験として約 30 分のトリップを約 500 例実施し、タスク分析により運転行動特性を明らかにした。多変量確率モデルによる行動データ解析手法の検討に関しては、多様な行動形成要因を入力として、運転操作パラメータを出力とするネットワーク型モデルを選定した。

[平成 13 年度計画]

・ネットワーク型の行動評価モデルの構築としては、認知行動処理系のための学習モデルのプロトタイプを構築し、その妥当性について検討する。非拘束動作データに基づく行動データ収集法の検討としては、行動計測映像データより得られるオブティカルフロー等の運動情報と、非拘束的計測手法により得られる情報との相関関係を分析することによる、非拘束行動計測に期待される性能の評価を行う。

[平成 13 年度実績]

・状況依存的な行動データの解析に適した確率モデルの枠組を文献調査等により検討した。その結果、状態変化の時間的変動を許容する隠れマルコフモデルを基盤とすることによって、実用的な行動認識システムが構築可能な事が分かった。プロトタイプを自動車運転行動データに適用し、認識性能の評価を行った。また、行動計測映像データから運転中の頭部運動情報を抽出するための装置の開発を行い、頭部方向を推定する手法を開発し、画像圧縮による問題点などを抽出した。

[平成 13 年度計画]

・高齢者を含むユーザが視環境中の視覚情報を認知する機構を、注意誘導特性、視覚疲労特性の観点から検討することによって解明する。具体的には人間が対象を認知する際に、環境のレイアウト情報がどのように対象の認知や注意の誘導に影響を及ぼすかを、行動指標と高度認知反応指標（脳波、MRI、MEG）を用いて検討する。また、視覚疲労を 3 次元オブトメータによって計測することによって、視覚環境を評価するための手法を開発する。

[平成 13 年度実績]

・視覚情報の認知過程における注意機構に関して、目標の検出および反応過程で周辺項目の影響を受けることを明らかにした。また、目標項目とその周囲の非目標項目との相互作用の時間過程を分析する手法（LOC 分析法）を開発し、非目標項目が目標項目の検出を促進および抑制する場合の時間過程を解明した。さらに、注意配分が行われた物体は個別に記憶されており、全体的なレイアウトがその後の注意配分に利用されることを明らかにした。

かにした。複数の既認識物体がひとまとまりのパタンとして記憶され、注意配分の抑制的制御に利用されることを明らかにした。レイアウト情報は、空間位置のみではなく、空間位置や色、形状の特徴が結合された形で記憶され、注意配分に利用されることを明らかにした。視覚疲労環境を評価するために調節力を用いるアルゴリズムを開発した。

#### [平成 13 年度計画]

・体性感覚の視点からのインタラクション行動の計測と環境評価への応用、動作機能に対する住宅設備・機器・製品の適合性評価、身体寸法の視点からの居住空間のユーザビリティ評価、行動環境特性の生活現場における計測・分析技術の開発等の諸側面から、身体的・生態的ユーザビリティ評価技術システムの基本設計を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・身体的・生態的ユーザビリティ評価技術システムの基本設計を行うため、多様な触刺激、力学的な負荷、身体寸法、行動環境等、問題対象に関する諸側面からシステム構成上の問題点を抽出した。触刺激提示装置、力学的負荷計測装置、行動環境計測装置を設計するとともに、身体寸法データモデルの計算法について検討を行い、評価技術システム設計に必要な要素技術の整備に取り組んだ。

#### [平成 13 年度計画]

・ウェブからの情報獲得の認知モデルの開発に関する研究としては、ウェブからの情報獲得行動を予測するモデルを構築することにより、情報環境のユーザビリティの向上をめざす。平成 13 年度は、医療情報の探索やオンラインショッピングにおける購買品目選択などの過程のモデル化を行い、情報選択過程の認知モデルを構成する。

#### [平成 13 年度実績]

・ユーザのウェブ検索過程について Markov 連鎖を用いてモデル化し、ユーザが採用する選択戦略についてシミュレーションを行うとともに、ウェブナビゲーションの認知モデル(CoLiDeS モデル)を完成させた。

#### [平成 13 年度計画]

・適応型情報変換技術の開発に関する研究としては、情報にアクセスするユーザの目的に合わせて情報を適応的に変換して提供する情報変換技術を開発することにより、情報アクセシビリティの向上をめざす。平成 13 年度は、言語情報に着目して、テキスト変換技術の研究、語彙データベースの構築を進める。高機能内視鏡の要素技術開発としては、内視鏡画像を効果的に呈示するインタフェース技術の確立をめざす。顕微内視鏡による組織機能画像データの収集を行い、画像データから機能情報を抽出する技術を確認する。超鏡対話システムの開発としては、超鏡対話システムによる人と人との対話を分析することにより、対話システムの人間への親和性向上をめざす。平成 13 年度は、超鏡対話システムの諸特性が人間の認知特性に与える影響を分析するための対話実験を行う。仮想形状の力覚呈示に関する研究としては、仮想形状を人間の認知特性を利用することによって効率的かつ効果的に力覚呈示するアルゴリズムを開発する。平成 13 年度は、力覚呈示装置により人間の形状知覚データを収集し、反力ベクトルの諸要素が形状知覚に与える影響を定量化する。把持による意思伝達に関する研究としては、情報機器端末における操作者の意思伝達を把持によって効果的に行う方法を確認する。平成 13 年度は、従来、デバイスの移動とスイッチ押下により行われていたポインティング行動を、把持入力によっても可能とするためのデバイス開発を行う。また、把持入力がポインティング行動に与える影響を分析する。

#### [平成 13 年度実績]

・適応型情報変換技術に関して、対象集合の分布を観察して人間が感じるのと同じ様に程度表現用語の意味を解釈するモデルを開発した。新しい対話システムについては、通信回線容量の影響を調べるための超鏡対話環境を構築し、3 種類の回線容量での主観評価を測定した。また、3 次元力覚呈示仮想円筒面について「なめらかさ」の閾値を実験的に求め、閾値を決定する物理パラメータを推定した。さらに、マウスを把持している手の把持状態を検出し、入力特性を自動的に調節するマウスを試作した。

## 2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現

高性能化する情報通信環境を活用して、時間や場所の制約を受けずに、必要とする情報・知識を誰もが自由に創造、流通、共有できる高度な情報通信社会の実現を目指しヒューマンインターフェース技術、どこでも安全に繋がる情報ネットワーク技術を追求するネットワーク関連技術、膨大な情報の処理を容易に行う高度コンピューティング技術、またそれらの元となる情報化基盤技術を中心に、さらに人間にとってそれらが使い易いものになるように、以下の重点研究項目について研究開発を推進する。

## ① ヒューマンインターフェース技術

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

### [中期計画]

・人が生活する空間で人と安全に共存し、人に物理的サービスおよび心理的サービスを提供する知能システムの実現を目的として、人間共存ロボット技術と自律化技術の開発を行う。また、ウェアラブルコンピュータ等、最新のIT技術を駆使した情報システムにアクセスする方法を、視覚、音声等を用いて容易にする次世代のヒューマンインターフェース技術を開発する。

### [平成13年度計画]

・ネットワーク型サービスロボットのためヒューマンフレンドリーインターフェースの研究開発については臨場感の高いロボット遠隔操作視覚インターフェースの開発を目指し、人間の動きを含む一般の複雑実環境を対象として、映像情報と距離情報とを同時に獲得する実時間デジタイジング装置のプロトタイプを試作する。また、操作者の意図を理解する方式の基礎的検討を行う。

### [平成13年度実績]

・一般環境の実時間モデリングを目的とした3次元情報獲得装置の設計・試作に着手した。ネットワーク型サービスロボットの研究プラットフォームとなるシステム構築を進めた。広視野高解像度な視線追従型映像提示装置を試作し、提示評価を行った。

### [平成13年度計画]

・メンタルコミットロボットの基礎と応用に関する研究については人の持続的な関心を誘起するロボットの行動要素の抽出とその評価手法についての基礎的検討を行う。「インテリジェント行動支援システムの研究開発」については、人の生活空間でバリアフリーな人の行動を保証する、脚車輪型移動機構の基本設計を行う。企業との協力により実時間デジタイジング装置を共同開発し、特許を取得する。環境に配置されたセンサ情報をフィードバックして制御される移動作業ロボットの基本設計を行う。

### [平成13年度実績]

・人間の動作と心理の関係に関する基本法則を数理的に定式化し、その検証の準備を進めた。さらに、ロボットの身体動作を用いた対人表現のアルゴリズムを開発した。高齢者施設におけるメンタルコミットロボットによる生活支援活動により、ロボットが人に与える生理・心理影響の調査を行った。脚車輪型移動機構などバリアフリービークルの概念設計を進めた。

### [平成13年度計画]

・ダクトドファンと固定翼を併用した無人航空移動体(UAV)実験機の安定姿勢制御および垂直離着陸制御手法など、空中移動システムの基礎的検討を行う。また、屋外移動作業機械の高度化の技術として、複合情報に基づく作業空間モデリング、クローラと脚、バケットアームとの協調による不整地移動機構、脚・腕両用型機構の設計制御手法の基礎的検討を行う。関連業界団体(石灰石鉱業協会、日本砕石協会など)、建機メーカー等に対するデモンストレーションを実施し、共同研究の設立に積極的に努力する。

### [平成13年度実績]

・災害時の情報収集の用途を想定し、固定翼と偏向可能な推力をもつ無人飛行体について具体的な構成、搭載機器の検討を行った。土砂などの不定形物体を対象とした作業の設計に、ステレオビジョンによる3次元形状認識手法を用いてその有効性を検証した。また、産総研構内での屋外計測予備実験に成功した。脚とクローラの複合移動機構について複数の構成案を作製した。脚と車輪の複合移動機構について自律段差移動制御手法を開発した。脚・腕両用機構の制御手法、設計手法について基礎的検討を行った。

### [平成13年度計画]

・ドライバ・センタード・アダプティブ・インテリジェント・ビークルの実現を目指し、ドライバの定常走行時の挙動を計測によるドライバモデルの作成、車両制御による交通流改善のための交通流解析、各種センサ融合によるロバストで乗り心地のよい横方向(ラテラル)制御・縦方向(ロンジチューディナル)制御アルゴリズムの設計、車間通信による危険警報のための高速道路や市街路を想定した危険警告システムの試作などを行い、年度末に成果をテストコースで公開することを目指す。

### [平成13年度実績]

・ドライバモデルの作製については、産総研構内において運転負荷の高い状況で5名の被験者の運転挙動を計測した。信号交差点における交通流解析を行い車両走行軌跡のデータベース化をすすめた。車間通信を用い

た交差点付近での運転支援システムを設計し、実験を行った。電波式レーンマーカをテストコースに設置し、車両制御のための DGPS の校正と車両位置検出を可能にした。車載制御装置を CAN (Car Area Network) で接続し、自動運転機能をもつ実験車を車載プラットフォームとして設計した。

#### [平成 13 年度計画]

・RWC 最終デモに向けて、デモ用システムを構築する。ウェアラブルアクティブカメラ、腕時計型ウェアラブル表示デバイスの試作、直感的なウェアラブル入力インターフェースの検討を行う。視線動向パターンの解析とインタラクティブ画像理解技術への応用、提示画面中着視点推論の方法の開発、着用者視点映像の幾何学的解析による知的映像インデキシング技術の開発。マルチカメラの連携と協調による不特定環境での複数人間への自動アテンションと、それによる人間の動作認識・記述手法の開発。3次元形状モザイクング技術による形状モデル生成技術の開発及び計測データからの人体形状モデルの円滑な生成技術の開発。重なり合った物体の分離、2値化アルゴリズム、Hough 変換等の基盤的なアルゴリズムの研究開発を行い、特許化を進める。撮影の物理を考慮した手法による乳房ステレオ X 線画像診断支援システムの試作版を完成し、筑波大病院放射線科の協力を得て、臨床データを用いた実験を行う。出願済の特許については TLO との連携により、その実施に向けて動き出す。同時に共同研究等の立ち上げを推進する。

#### [平成 13 年度実績]

・インタフェース技術として、ウェアラブル視覚(VizWear)の直感的 I/F (ハンドマウス、顔検出・追跡等)の開発を進めた。ユビキタス視覚(USV)によるアテンション処理の複数対象への拡張を行った。オリエンテーション技術として、パノラマベースアノテーションの改良及び3D作業支援システムの試作を行った。従来の8倍の240 Hz サンプリングレートを持つ視線動向計測システムを開発した。モデリング技術として、3次元形状モザイクング技術を改良し、人体形状データ自動生成及びVRによる提示技術を開発した。その他、現時点でのプロトタイプとして、VizWearとUSVをRWC2001シンポジウムで3日間に渡り2,000人以上の参加者に対してデモを行った。

#### [平成 13 年度計画]

・多言語を記述するための計算機処理向き音声記号系の設定、ユニバーサル音声記号系のボトムアップな導出アルゴリズムの開発を行う。外国語母語人の日本語、日本語母語人の英語音声データ等を収集整備し、これらをテスト素材として、開発した手法の有効性検証を行う。また、特許出願済の「異種環境データ間音声検索装置」をその応用システムとして試作に着手する。聴覚知覚特性の単純なモデルを構築し、音声スペクトル強調に適用し、音声認識システムで評価する。音声音源と声道特性の確率モデル(自己回帰-隠れマルコフモデル)の推定手法を確立し、雑音源分離、重畳音声の分離などに適用したロバスト音声分析・音声再合成システムの開発を進める。共同研究: 1件(京大)。音韻バランス音声DB(改訂増補版)、ノンネイティブ英語音声DBを公開する計画である。

#### [平成 13 年度実績]

・多言語対応音声記号系「サブ音声セグメント」の設計は、日本語については検証済み。英語音声の発音揺らぎのモデル化に関して検証実験中。音声検索システムの基本アーキテクチャの設計終了。日本語・英語文音声データで音声検索予備実験を進めている(ヒット率90%以上、湧き出し10%以下)。AR-HMMの推定手法のアルゴリズムを確立。定常白色雑音を付加した実音声データに適用し、低減効果10dB。また重畳音声の分離について、2音源で振幅が変動している条件下で9dB程度の分離を得た。音声DBに関しては、ピッチ等の特徴量を付加中。

#### [平成 13 年度計画]

・システムを知能化、自律化するための基本となる知能の理論的基礎として、制限のない一階論理式で記述された論理プログラムの計算の理論、非記号的情報源から概念学習を行うと同時に概念間の論理的な関係を抽出して目標概念を記号的に表現する学習手法、囲碁の対局プログラム等の基礎的検討を行う。また、WWWを介した知能ライブラリの公開についても検討する。

#### [平成 13 年度実績]

・1階論理プログラムの従来の計算法を改良し健全性と完全性を証明した。抽出されたブール関数の精度をk-DNFカーネルを用いて高める手法を開発し有効性を検証した。囲碁プログラムの評価法、特にn者択一問題集を用いる場合の問題点と解決法を検討した。

#### [平成 13 年度計画]

・情報処理システムと人間とのインタラクションを制約の少ないものにするをめぐって、固定ノイズ源がある環境でのハンズフリーの音声認識および言い淀みを利用した新しい音声対話機能のプロトタイプを試作する。ネットワーク上および実世界に分散するマルチメディア情報へのアクセスを円滑で容易なものにするために、ユーザモデル構築のためのデータ収集および実世界データ収集用ロボット端末の構築に着手する。インタラクション指向の

メディア処理技術の汎用的基盤となる、実環境性、実時間性、適応性に富んだ音声、音響、動画像のモデリングおよび理解のための、新規な確率モデルの検討とアルゴリズムの改良を行う。

[平成 13 年度実績]

・情報処理システムと人間とのインタラクションを、容易にするため、言い淀むと助けてくれる新たな音声入力機能「音声補完」インタフェースシステムを構築し、プレス発表を行った。音源位置が不変な静的環境でのハンズフリー音声認識のプロトタイプを構築し、テレビが横で鳴っているような状態での音声認識を可能にした。ネットワーク上および実世界に分散するマルチメディア情報へのアクセスを円滑で容易なものにするための研究としては、データベースからのベイジアンネットワーク構築ツールを開発し、技術普及のためのチュートリアルを行い、200 名近い参加者を得た。実世界データ収集・提示用ロボット端末の基本対話部分を実装し、ロボフェスタ神奈川 2001 横浜会場(入場者総数 25 万人)で展示を行った。音声を利用した情報検索に取り組み、オンデマンド講演ビデオ検索システムなどを構築することで大語彙音声認識の新しい応用を開拓した。インタラクション指向のメディア処理技術の汎用的基盤技術としては、画像と音声から概念を学習するインターモーダル学習システム、ロバストな特徴点追跡アルゴリズム、効率のよい音声認識用構文解析法などを開発した。これらの技術について、RWC2001 シンポジウム、情報処理研究部門オープンハウス等で展示を行い、多くの人に技術をアピールした。

[中期計画]

・人間型ロボットの性能向上と新応用分野発掘に関わる研究を行い、ヒューマノイドロボット技術を開発するとともに、人の作業知能を情報システムにインプリメントし、プラント点検、保守等をはじめ、より知的な作業システムを構築するためのタスクインテリジェンス技術を確立する。さらに、3 次元視覚システムの高度化の研究を行い、各種産業における実用化技術を確立する。

[平成 13 年度計画]

・移動制御、転倒制御、動作生成アルゴリズムについて、シミュレーションによる検討及び実装を行い、シミュレーションレベルでの研究完了を目指す。全身遠隔操作技術、視覚情報処理技術については、HRP-1 及び HRP-1S を用いた基礎実験を行う。また、HRP-2 脚部を用いた歩行基礎実験を行い、HRP-2 脚部設計指針の確定するとともに、プロジェクト前期から開発中の仮想プラットフォームの製品化に向けた開発の完了を目指す。

[平成 13 年度実績]

・移動制御については、2 cm の段差のある不整地での移動をシミュレーション及び実機(HRP-1S)で実現、また、実時間動作パターン生成技術を開発した。転倒制御については、バランス喪失判定、転倒姿勢からの修正法について、シミュレーションレベルでの検討をほぼ終了した。全身遠隔操作手法では、足部位置一定、立位維持状態での方式を開発、また、視覚処理については、軽量 3 眼ステレオカメラを開発、ヒューマノイドへの適合性を評価した。ヒューマノイドの機構については、HRP-1 の評価実験を行い、その結果をもとに HRP-2P を開発、脚部モデルによる基礎歩行実験に成功した。仮想プラットフォームに関しては、バネダンパモデルに基づく精緻なシミュレーション技術およびシミュレータの統合化ユーザインターフェイスを開発し、製品化に必要とされるシステムの基本性能の開発をほぼ完了した。

[平成 13 年度計画]

・プラント点検・保守ロボットシステムについては、実環境技能による工具操作システムおよび全体操作統合システムの研究・開発を進める。また、プラント保全知識ベースからの点検計画導出過程のモデル化、目視点検における注意制御の枠組みについて研究を進める。日常生活支援ロボットシステムについては、日常生活支援など人との協調作業に用いることの可能な、軽量で自由度の高いロボットプロトタイプを検討、人間との協調手法の研究に着手する。また、柔軟対象のモデリングやハンドリング手法、教示手法の検討およびそのプロトタイプの開発に着手する。

[平成 13 年度実績]

・保守作業実行のための探索型スキルの開発を行った。作業の動作プリミティブとして視覚ベースのスキルの構築を検討した。簡易化幾何モデルによる簡易効果の検討を行った。位置あわせされた画像データを 3 次元モデルにマッピングする手法を開発した。自己位置推定手法を不整地移動に適用できるよう拡張した。軌道作成法の基本クラスについてプログラミングを行った。全体画像と近接画像の合成表示を行い提示するシステムを構築した。布のハンドリングロボットの動作教示プログラムを作成した。全身型触覚センサシステムとその利用法の開発を行った。

[平成 13 年度計画]

・3 次元視覚システムの高度化に関し、実用レベルにある幾何モデルに基づくシステムの技術移転と製品化を進めるとともに、体系的なタスク指向化システムの開発により、個別のタスクに応じた処理の効率化をはかる。また、大規模環境のサーフェスモデルの逐次的構築システムの開発を進め、知能化 VR、GIS システムへの展開をはかる。新規には、不特定の人物の認識等、定量的には異なる形状でも定性的(概念的)には同一のものとして表

現、認識する共通モデルに基づくシステムの開発を始め、次世代知的ヒューマンインタフェースへの展開をはかる。応用システムに関しては、マニピュレータと組み合わせたプログラミングを必要としない物体操作システムの開発を進める。自律走行車の開発では、屋外走行の実現とともに、マニピュレータを搭載した作業移動型自律走行システムとして、工場での自律搬送やオフィス業務等への適用をはかる。また、視覚障害者をユーザとして、スポーツ等の日常活動に必要な各種の視覚情報を実時間で知覚できる聴覚情報に変換・伝達する視覚代行システムの開発を進める。

[平成 13 年度実績]

・PC クラスタにより、18 台のマルチカメラからの全方位画像を同期入力するシステムを開発した。認識の時間遅れを回復する Hyper Frame Vision により常動物体の実時間運動追跡を実現した。屋外等で撮像状況が不明または変動するステレオカメラでも高精度な距離計測を実現した。距離計測誤差推定による物体認識法を開発し、ヒューマノイドの作業への適用性を確認した。

[平成 13 年度計画]

・自己組織モジュールシステムの構築については自己の構造が可変なロボットシステムのモジュールのハードウェアを試作し、動作シーケンスの生成手法を確立する。分散制御アルゴリズムの自己組織的生成については神経振動子ネットワークの動的構成によって、環境や仕様に応じてシステムの構造や運動を制御する手法を開発する。適応的プランニング・スケジューリング技術の開発については動的環境下で、複数の構成要素からなるシステムを最適な状態で動作させるためのソフトウェア技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・自己組織モジュールシステムにおいては、10 台のモジュールによるクローラ運動から 4 足歩行運動への遷移実験に成功し、学術・マスコミ両面で注目される成果を上げた。さらに、モジュールのハードウェア第 2 次試作設計を完了した。規則的な構造を持つ定型モジュール群に対して、動作ルールのデータベースを用いた形状の自動変形シーケンス生成に成功した。また、自己組織的制御アルゴリズム獲得では、GP (Genetic Programming) により神経振動子による 2 足歩行運動を生成した。適応的プランニング・スケジューリング技術については、モジュラーロボットの動作計画法を調査し、実時間探索手法を用いて、動的な環境下での変形・移動アルゴリズムのプロトタイプを設計した。

[平成 13 年度計画]

・解析的なアプローチにより、非線形力学拘束を利用したロボット技能に関する研究、小規模ダイナミクスの合成による高次運動生成の研究、柔軟物体操作の動力学の技量の解明に関する研究に取り組む。また、学習的なアプローチにより、行動要素と行動選択器とともに学習する制御器による動的技能の学習、動的技能発見支援システムの研究に取り組む。さらに、応用的な観点からクローニングにおける受精卵操作システム構築の基礎的検討を行うとともに、マイクロ操作の高機能化および全焦点画像システムとのインテグレーションを検討する。

[平成 13 年度実績]

・解析的アプローチでは、従来の低速の解析的手法と、接触問題に有利な高速手法を相補的・並列的に扱う動力学シミュレータを考案した。また、操作が困難な非ホロノミック系を操作しやすい系に変換する手法を考案した。非ホロノミック拘束を利用した協調運搬手法を移動マニピュレータに拡張した。学習的アプローチでは、逆運動学と逆動力学を同時に学習する運動学習モデルを構築した。細胞操作システムでは、ハンドモジュールの機構設計をおこない、試作を開始した。全焦点画像システムとの統合システムの構築を開始した。光ファイバ力センサについて剛性解析シミュレーションをおこない、膜材料を選定している。

[中期計画]

・誰でもどこでも高度な情報支援が受けられるという社会において、情報弱者のサポート、プライバシーの保護、情報洪水の解消を実現する知的情報サービスシステムの実現を目的として、状況依存通信ソフトウェア技術と位置による通信を用いた携帯端末・インフラ技術と、電子データを構造化し有用な情報をユーザの状況に応じて提供する技術を用いた、次世代個人通信システムを開発する。

[平成 13 年度計画]

・移動計算(計算モジュールがデバイス間を移動しながら計算すること)を小型携帯端末に実装するための準備を開始する。これにはデバイスに実装する OS の仕様の詰めと、移動計算記述ソフトの仕様の詰めの両者が含まれる。移動計算を小型携帯端末に実装するための準備を開始する。PDA などの既存の小型デバイスに JAVA あるいは Linux を実装し、その上での移動計算の実験を行う。位置に基づく通信の概要を詰め、実験実装を行う。

[平成 13 年度実績]

・無線通信機能を備えた小型携帯端末をユーザが持って移動しながらミーティングなどのスケジュール調整をサーバーを経由せず端末間の直接通信を通じて自律分散的に行えるようなシステムを開発した。種々のメッセージ回覧方式を考案し効率のよい配送方式やユーザの介入を極力減らすための召集ポリシーを定義すること

で、自動的にスケジュールが決定されるシステムの開発に着手した。また、移動計算に関しては、仮想計算機上での OS の実行状態のスナップショットをネットワーク経由で転送することで、「ネットワークを渡り歩く」コンピュータシステムを小型携帯端末へ実装するために必要となる実験システムを CD-ROM から利用できるようにし、様々な機種上での評価が簡便に行えるようにした。

#### [平成 13 年度計画]

- ・室内レーザレーダシステムの研究については、位置に基づく通信環境を構築することを目的として、室内レーザレーダ装置により光反射物体の三次元位置データを収集し、位置を ID として使用する基礎技術を確立する。低消費電力光通信端末に関する研究については、反射率変調光通信機能を有する低消費電力通信端末(空間リマインダプロトタイプ)を試作し、その性能評価を行う。可視光半導体レーザを用いた室内レーザレーダシステムを構築する。また、三次元位置測定装置に関する特許(出願済み)の実用化を目指し、共同研究を開始する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・無電源超小型光通信端末の開発に成功した。
- 改良型室内レーザレーダ装置の開発を実施し、赤外カメラによる光反射物体の高速検知化(4 秒→0.1 秒)に成功した。
- ・反射率変調機能として、UMU フィルムの赤外光学変調特性を明らかにし、変調方式の改善により 100 bps 以上の反射率変調を可能にした。
  - ・低消費電力空間光通信モジュールのプロトタイプとして、カード PC 素子に再帰反射光特性を実装し、特性を計測した。
  - ・マイボタンの応用サービス形態として新サービスを考案し、日米に特許申請を行った。

#### [平成 13 年度計画]

- ・意味に基づく情報検索の研究については、文書情報を意味内容に基づいてピンポイントで検索する技術の普及を目的として、意味構造化された文書データに関する検索サービスを立ち上げ、これを運用しながら、検索性能とユーザインタフェースの高度化を図る。特に、辞書を用いて検索性能を向上させる方法について研究する。インテリジェントコンテンツの作成については、研究および一般向け応用の両面にわたるインテリジェントコンテンツの普及に資するため、辞書、判例、および映画などデータに意味構造を明示するタグを付加する作業を行なう。意味的トランスコーディングの研究については、情報発信者が自らコンテンツに意味構造化を付与する文化の普及を目指し、意味タグの情報を元のコンテンツと動的に融合して検索や要約等のサービスを行う WWW プロキシサーバを立ち上げる。ここで一般ユーザからの情報の登録を受け付ける。高速の意味構造化に関する研究については、リアルタイムの情報サービスを可能にするため、音声発話等のデータに高速でタグを付与する方法について検討する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・ラベル付グラフに関する情報検索エンジンのアルゴリズムを理論的に整備し、これに基づくインタラクティブな検索システムを実装し、その性能に関して良好な評価を得た。
- ・インタラクティブなマルチモーダルプレゼンテーションに関するプロトタイプシステムを開発した。
- ・辞書や新聞記事等のデータに意味構造化を施したコーパスを作成した。
- ・ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 (MPEG)においてコンテンツの意味記述方式に関する標準化活動を進め、平成 14 年に国際標準化の見通しを得た。
- ・効率的な意味構造化のための言語解析アルゴリズムを実装してその有効性を確認し、支援ツールのインタフェースを改善した。
- ・専用のプロキシサーバによる検索や要約等のサービスについては技術的な準備を整え、公開のためのコンテンツの作成に着手した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・分散型エージェント社会シミュレーションの研究については、大規模かつオープンな分散シミュレーションシステムの開発を目的として、エージェント間の通信方式ならびにシステム全体の通信制御に関する設計を行い、通信プロトコルの確立ならびに実験システムの実装を行う。またシミュレーションをベースとした、教育を目的とするネットワークゲームの開発に関して、その概念設計を行う。具体的には、協調型経済シミュレーションならびに災害シミュレーションシステムの共通プロトコル原案の策定を行い、大学・他研究機関・企業との共同研究を開始する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・分散型エージェント社会シミュレーションの研究について、大規模かつオープンな分散シミュレーションシステムの開発を目的として、エージェント間の通信方式ならびにシステム全体の通信制御に関する設計ならびに実装を行った。経済シミュレーションに関しては、エージェント間の通信の標準プロトコルを定義し、その処理系を実装した。災害シミュレーションに関しては、火事などの物理シミュレーションに加えて、交通流・市民などのシミュレーション

ョンを行うためのプラットフォームの設計を行った。また、教育を目的とするネットワークゲームに関して考察を行った。これらの成果は他の研究期間や大学において実際に利用されている。

## ② ネットワーク関連技術

情報通信ネットワークを用いた多様な活動が、安全かつ自在に行える社会の実現を目的として、プログラムコードの安全性を検証し、ハードウェアの違いを吸収して異なる計算機の上で実行でき、ネットワーク上の計算機資源に効率的にアクセス可能とする技術を開発する。

### [中期計画]

・情報システムを活用した行政情報へのアクセスが安全かつ容易に行えるよう電子政府の実現に必要なとされる情報セキュリティ技術を研究する。そのために組織運営とソフトウェア技術のバランスの取れた方法を開発する。また、セキュリティホール(脆弱性)の主要原因となりつつある、http を用いた不正アクセスを防止する方法を研究し、モバイルコードに対するセキュリティ技術を開発する。

### [平成 13 年度計画]

・グローバル情報技術におけるセキュリティ技術の研究開発では、電子政府の行政機関が必要とする情報セキュリティレベルを実現するための実践的方法論の研究、セキュリティ対策の実施プロセスを支援するためにセキュリティ情報の表現方法及び情報間の関連付け手法の研究、プライバシー保護機構、セキュリティプロトコル、暗号の安全性評価法などの研究、ポリシーベース情報フローコントロールの研究等を行う。

### [平成 13 年度実績]

・グローバル情報技術におけるセキュリティ技術の研究開発では、以下の 4 項目の研究を行った。  
・電子政府の行政機関が必要とする情報セキュリティレベルを実現するために、政府が策定した「電子政府の情報セキュリティ対策のためのアクションプラン」の実施に協力する体制を準備した。  
・約 1,500 件のデータから成るセキュリティ情報データベースを作成し、データの表示と検索、及びデータの取り出しが行えるプロトタイプを作成した。  
・プライバシー保護機構、セキュリティプロトコル、暗号の安全性評価法のために、暗号強度評価委員会として暗号アルゴリズムの安全性評価、SSL の安全性評価を行った。また、最大限に閲覧履歴を秘匿できる HTTP サーバを試作した。  
・ポリシーベース情報フローコントロールのために、医療現場における意思決定フローをとりまとめた。それに基づき、現在 XML による記述方式とその解釈系を作成中である。また、計画外の特記事項としては、グリッド研究センターで実社会に存在するインターネットアプリケーションのセキュリティホール(ソフトウェアの安全上の欠陥)の技術情報を収集し、国内電子商取引サイトにおけるクロスサイトスクリプティング脆弱性蔓延の実態調査を行った結果、その脆弱性の高さが判明した。

## ③ 高度コンピューティング技術

膨大な情報を高速に分析、処理して、それを蓄積し、さらに検索する技術の実現を目的として、高度コンピューティング技術を開発する。

### [中期計画]

・統計情報と物理計算の融合により、100 残基級のタンパク質立体構造について、サブマイクロ秒の挙動を分子動力学法計算で、またサブミリ秒の挙動を知識情報処理との融合による推定で、解析可能なシステムを開発する。大規模ゲノム配列からの遺伝子領域と機能の予測を目的として、100 Mb 級の配列の高精度な注釈付けが行える高速な配列情報解析システムを開発する。タンパク質構造予測、ゲノム配列解析については現状の 100 倍以上高速化する。細胞内での遺伝子制御ネットワークや代謝ネットワークなどの高速なモデリングを可能とするため、1,000 要素級の細胞シミュレータ・システムを開発する。

### [平成 13 年度計画]

・隠れマルコフモデル(HMM)による遺伝子構造の精密なモデル化、SVM 理論を用いた疎なデータからの配列特徴分類手法、配列マルチプルアラインメント技術などの研究を行い、成果の一部を公開 WWW サーバーなどにより外部公開して評価を得る。

### [平成 13 年度実績]

・多重出力隠れマルコフモデルによる真核生物遺伝子領域予測システムのソフトウェアを公開し、WWWサービスを開始した。ヒト GPCR 遺伝子の網羅的発見プロジェクト、麹菌全ゲノムからの遺伝子発見プロジェクトに参加し、

ツール開発と実際のデータ解析を行い、それぞれ遺伝子の特許出願を行った。また従来法に比べて高精度の配列マルチプルアラインメント法を開発した。

[平成 13 年度計画]

- ・ゲノムおよびタンパク質データからの知識の自動抽出技術の研究、バイオイメージング情報処理の研究、文献からの生物学的知識の自動抽出技術の研究を行う。バイオイメージング情報処理の分野ではタンパク質分子の単分子解析への応用を行い、実データを通じた性能評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・タンパク質分子の単粒子解析では、手法の評価を行う目的で、既知のタンパク質構造データから再現シミュレーションを行い、画像の2次元クラスタリングと3次元再構成の両ステップにおけるノイズと推定誤差の関係を調べた。表示プログラム GUPPY、MOSBY を開発した。様々な概念が不均一に登場するシグナル伝達パスウェイを記述するための汎用的な記述形式の開発を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・ゲノム配列からの遺伝子領域の自動決定システムの研究、ゲノム配列からの膜タンパク質コード領域の自動発見の研究。ヒトゲノム配列およびネグゲノム配列などのデータを利用して、計算機解析実験を行い解析精度と解析速度の関係を調べるなどを通じて、自動決定システムの設計のための具体的指針を得る。

[平成 13 年度実績]

- ・ゲノム G タンパク質共役型受容体 (GPCR) 遺伝子をヒトゲノムから網羅的に発見し、機能予測を目指すプロジェクトを開始した。得られた候補配列をデータベース (SEVENS) 化し、特許出願を行った。ヒト GPCR の染色体毎の分布やファミリー分類等の情報を得た。膜タンパク質構造予測技術に関して、膜貫通ヘリックス、ループ部予測の精度を飛躍的に向上させる等の成果を得た。

[平成 13 年度計画]

- ・精密な分子動力学法に基づくタンパク質折れ畳み計算システムの研究、スレディング法に基づくタンパク質部分構造検知手法の研究、タンパク質構造研究用のプログラミングライブラリの開発。並列分子動力学法プログラムに、DSSP 解析による二次構造形成の初期過程の検知や統計的な二次構造予測の知識を加えて、フォールディング過程を加速化するシステムのプロトタイプを完成し、性能評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・精密な分子動力学計算を行うプログラムを開発し、並列計算機上での高速実行を実現した。フォールディング計算の加速を目指して、上記に人為的な加速項を付加したシステムを作成した。スレディング法の精度評価システムを開発した。立体構造から機能を予測する目的で、酵素タンパク質を例として、配列と構造情報の統合解析により反応機構予測や進化的分類を行う手法を開発した。

[平成 13 年度計画]

- ・代謝ネットワークの同定およびシミュレーションの研究、遺伝子制御ネットワークの同定およびシミュレーションの研究。また汎用の細胞シミュレータの構築に向けて、シミュレータ本体とシミュレーション記述言語の基礎的な仕様検討を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・遺伝子発現量の時系列データから、S-system を用いて遺伝子制御関係を同定する手法を開発した。代謝ネットワークの研究では大腸菌と枯草菌の基礎代謝物質の電子化を進め、前者は完了した。プロテオーム解析用の大量の 2D-PAGE 画像データを効率的に画像処理・管理するシステムを開発した。細胞内生体物質の局在分布を測定する新手法を提案し、基礎データを収集した。

[中期計画]

- ・科学・工学・社会において飛躍的に増大した情報量を処理できる情報インフラの実現と、実際の産業活動における大規模科学技術計算として生産・加工・設計・製造等の産業基盤での利用に向けて、並列・分散環境での高性能計算機システム利用技術の普及、新たなビジネスモデルの創成、世界的な中核研究拠点となることを目的として、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術との融合を図るための技術を開発し、世界的な標準化構築のための技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・グローバルコンピューティングの実証システムとしてユーザ管理機構を導入し、ApGrid (Asia-Pacific Grid)として公開する。この上で、Ninf で培ったグローバル RPC 技術を核にしたグリッドミドルウェアの開発を行う。並列コンピュータシステムを対象とした高性能ライブラリの呼び出し、ソフトウェアの高性能化、応用ソフトウェアの開発、ユーザインターフェースの開発を行う。また、ハイエンドコンピューティングにおいては、10 Tflops 級、1 ペタバイト級

のデータを扱うことを目指した大容量データと処理技術確立のための要素プロセッサの設計、CAD 技術、ミドルウェア技術の開発を行う。このための高速処理用数値ライブラリ、通信ライブラリ等の開発を行う。システム組込型ハードウェアの開発ならびにリアルタイム OS の評価を行う。

[平成 13 年度実績]

・アジア太平洋地域の GRID 技術の研究・開発の基盤とすべく、アジア太平洋諸国の研究機関・大学によって組織される ApGrid (Asia-Pacific Grid)を発足させ、運営を行った。グリッドミドルウェアの開発においては、Ninf を Globus Toolkit 上に移植し、セキュリティ機能、汎用性を向上させた Ninf-G を開発した。また、Ninf-G を Web ベースのインタフェースによって容易に利用できるユーザインタフェースである Ninf-G ポータルを試作した。Ninf-G と Ninf-G ポータルは Super Computing 2001 でデモを行った。ハイエンドコンピューティングにおいては、ペタバイト級の大容量データを扱うことを目指したクラスタシステムの設計を進め、Gfarm ミドルウェアの開発を進めた。また、リコンフィギャブルプロセッサシステムを用いたアーキテクチャ評価技術の研究、システム組み込み型ハードウェアとリアルタイム OS の評価を進めた。

#### ④ 情報化基盤技術

今後ますます増大する情報通信技術の高度化のニーズに対応し、技術の発展を維持していくため、次世代半導体技術、デバイス技術、ソフトウェア技術等の共通基盤技術を開発すると同時に、萌芽的な研究課題の発掘、発信を行う。

[中期計画]

・強相関電子の概念を中核とした、革新的な電子技術を創成し、新科学技術分野創成をするような独創的成果を挙げることを目的に、強相関電子系相制御技術、超格子物質・接合作製技術、極限スピン計測技術、強相関デバイスプロセス要素技術、強相関フォトニクス物質、量子位相制御理論、などの強相関電子技術の基礎を解明する。これによって、世界の学界・産業界に向けて強相関電子技術の学理的成果の発信を行うとともに、強相関電子技術開発における現実的課題を解明する。

[平成 13 年度計画]

・強相関電子系相制御技術に関し、1) 巨大磁気抵抗、巨大磁気光学効果、光電応答型磁性物質(光金属、光磁石)創製など、従来の常識を越える、光・磁気・伝導結合型の新しい電子物性・電子機能を開拓する。2) 量子臨界相制御を中心とする、超巨大磁気抵抗、電子軌道液晶状態の実現、および有機結晶における量子強誘電性・量子リラクサーなど、強相関電子系の新電子機能の探索をおこなう。

[平成 13 年度実績]

・1)ペロブスカイト型マンガン酸化物の良質単結晶試料を作製して、物性の評価を行い、多重臨界相図を作成し、これにより超巨大磁気抵抗効果の機構を明らかにしつつある。2) ペロブスカイト型 V、Mn 酸化物において軌道秩序の観察に成功し、秩序化による電子状態の巨大な異方性を明らかにした。3)高いキュリー温度を持つ二重整列ペロブスカイト型酸化物の系統的合成を行いハーフメタル特性および特徴的なモット転移の存在を明らかにした。4)高圧下で中性-イオン性転移系結晶の誘電率測定を行い、極低温から室温までの量子強誘電性に関する知見を得た。

[平成 13 年度計画]

・強相関物質の物性に関し、1) 量子臨界相制御による新電子機能の創製として、量子臨界点の創成と確認には高圧下での物性探索が重要となるが、このための極限物性評価測定系(最高圧力 3 GPa 最低温度 100 mK および 10 GPa、4 K)を整備し、本センターの誇る結晶ラボで作製する結晶群について測定を始める。また、2) 電界効果(FET)に基づく強相関係物性制御とモットトランジスタの構築については、バルク単結晶とその表面加工を用いて、FET 効果によるモット転移の可能性を検証する。電界誘起モット転移(絶縁体-金属転移)、超伝導、強磁性ごとのプロトタイプについて現象発見の努力を行う。これらの研究を通じ、世界でも有数の超高压・極低温実験環境を生成する。

[平成 13 年度実績]

・高圧下物性探索のためのキュービックアンビル型圧力装置の立ち上げを終了し所定の性能を確認するとともに、量子臨界点超伝導・量子誘電転移・軌道秩序転移などの探索を開始した。また、最高圧力 0.4 GPa、最低到達温度 1.8 K のユニークな 1 軸圧力システムを設計・開発するとともに、この装置を用いて軌道整列状態や電荷整列が 1 軸性ひずみに対してけた違いに敏感であることを実証した。  
・FET のデバイス構築では、プロトタイプを試作するとともに、重要な構成要素である Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 絶縁膜について、スパッタ法を用いた作製条件と特性の関係を多角的かつ詳細に調べ、10 MV/cm に及ぶ耐圧を実現した。

[平成 13 年度計画]

・強相関フォトニクス技術に関し、1) フェムト秒分光システムの整備については、巨大非線形光学応答と超高速スイッチング現象を精密に評価するためのフェムト秒分光システムを構築する。2) 強相関系物質の基礎的光学応答の研究については、典型的な遷移金属酸化物、カルコゲン化物、有機電荷錯体において上記システムを用いた光励起効果の測定を行い基礎的な光学応答を解明する。

[平成 13 年度実績]

・強相関フォトニクス技術に関し、1) 分光システムの整備については、高感度のフェムト秒過渡反射分光測定系、超高速スピンドイナミクス測定系、および、磁場中で測定可能である顕微ラマン分光測定系を構築した。2) 強相関系物質の基礎的光学応答の研究については、上記光学システムを用いた測定を行い、一次元モット絶縁体における超高速緩和現象の観測、ハロゲン架橋ニッケル錯体における超高速光誘起モット転移の発見、電荷移動錯体における中性-イオン性超高速スイッチングの観測と新規量子振動の発見、基礎的光学応答解明に寄与する諸現象観測に成功した。

[平成 13 年度計画]

・超格子物質・接合作製技術に関し、1) 強相関薄膜研究については、天然に層状構造を有する強相関電子材料の配向制御エピタキシーを行い、光物性・磁性・電子伝導の系統的な研究から層内及び層間の電荷やスピンのダイナミクスに関する知見を得る。2) 強相関超格子研究については、強磁性金属と反強磁性絶縁体・電荷整理絶縁体・バンド絶縁体などで構成される強相関超格子を構築し、強相関界面現象の一般化に通じる物性の解明を行う。

[平成 13 年度実績]

・1) 強相関薄膜研究では、 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$  ( $x=0.5\sim 1.5$ )の配向制御エピタキシャル薄膜を作製し、金属-絶縁体転移に成功した。また、金属的特性を示す  $\text{SrFeO}_3$  単結晶薄膜の作製にも成功した。2) 強相関超格子研究では、 $\text{CaMnO}_3/\text{CaRuO}_3$  超格子において界面強磁性の発現に成功した。また、 $(\text{La,Sr})\text{MnO}_3/\text{SrTiO}_3/(\text{La,Sr})\text{MnO}_3$  トンネル磁気抵抗素子の室温動作に初めて成功した。

[平成 13 年度計画]

・強相関デバイスプロセス要素技術に関し、1) 標準プロセス技術の確立については、強相関ヘテロ薄膜作製技術、フォトリソグラフィや損傷の少ないエッチング技術などの微細加工技術を開発し、強相関デバイス用標準プロセス技術を確立する。2) 強相関デバイスの研究については、TMR デバイス(酸化物強磁性金属/絶縁バリア/酸化物強磁性金属)のデバイス構造設計と試作を行う。

[平成 13 年度実績]

・強相関デバイスプロセス要素技術に関し、1) 標準プロセス技術として薄膜作製装置、微細加工装置、露光装置の整備をほぼ終了し、 $3\ \mu\text{m}$  レベルの素子プロセス技術を確立した。また、アドバンスドプロセス技術として電子ビーム描画技術の整備を行い、 $0.8\ \mu\text{m}$  レベルの素子構造の試作を行った。2) 強相関デバイスの研究については、トンネルデバイスとして  $\text{LaSrMnO}$  磁性トンネル接合の素子構造の設計および試作、および全  $\text{YBaCuO}$  積層型ジョセフソン接合の作製に成功した。電界効果デバイスではゲート絶縁膜として、アルミナ絶縁膜とポリイミドを採用し、その作製条件の最適化を進めた。

[平成 13 年度計画]

・量子位相制御理論に関し、1) スピン配置を使った原子レベルでの電子波干渉の基礎理論の構築を目的として、非自明なスピン配置の実現する系の探索とそこにおける電気伝導と光学スペクトルの理論の確立を行う。2) スピン-軌道相互作用を用いて 1)と同様な物理的効果を実現する系を探索する。3) 幾何学的要因でフラストレーションのある強相関電子系の磁性、及び電気伝導の理論の確立を行う。4) ナノおよびメゾスケールにおける磁性不純物を用いた電子波干渉の理論的基礎を確立する。

[平成 13 年度実績]

・(1)磁性体中のバンド構造の位相幾何学性質がホール係数の異常な振る舞いとして現われることを見出した。(2) パイロクロア型酸化物の異常ホール効果がスピнкаイラリティーによるものであることを示した。(3) 磁気点群を用いて結晶構造・磁気構造と電子構造の対称性を考察し、磁気電気効果、ピエゾ磁気効果、などが出る条件を物質に即して解析した。

[平成 13 年度計画]

・強相関スピン計測技術に関し、1) 分解能  $10\ \text{nm}$  以下のスピン偏極走査電子顕微鏡の開発については、スピン検出器の高効率化により高分解能磁区観察技術を確立する。2) 高分解能スピン偏極走査電子顕微鏡用低温試料ステージの開発については、微小領域の磁化および磁気相転位の計測を目的として、低温における高分解能磁区観察技術を確立する。3) 製膜技術の開発については、スピン偏極走査電子顕微鏡による *in situ* 観察を目的と

して、超高真空中における試料作製・転送・観察技術を確立する。

[平成 13 年度実績]

・強相関スピン計測技術に関し、1)高分解能スピンSEMを開発し磁区分解能 5 nm を達成した。2)スピンSEM低温試料台を開発し 90 K までの冷却を確認した。3) 開発したスピンSEMを用いて、巨大磁気抵抗マンガン酸化物結晶表面の磁区像をはじめ観察した。

[中期計画]

・特性寸法 70 nm 以下の極微細トランジスタおよびその集積化に必要な新材料(高、低誘電率絶縁膜、電極)・プロセス技術、それらの計測解析技術、要素デバイス構造ならびに回路構成技術等について、関連する基礎現象の解明も含めて開発する。

[平成 13 年度計画]

・ゲート材料とその計測技術に関して、1) 50~70 nm 技術世代 MOS トランジスタ用の高誘電率絶縁膜の材料探索と高品質高誘電率絶縁膜を持つ MOS ダイオードの実現: Hf 系、La 系等の高誘電率絶縁膜をレーザアブレーション法等で Si 上に成膜し、MOS ダイオードの C-V、リーク電流特性を測定評価して、高品質高誘電率絶縁膜作製のための材料、作製条件を明らかにする。2) ゲート絶縁膜評価技術の開発: 厚さ数 nm のゲート絶縁膜の界面・膜内部に生じる構造ひずみや欠陥構造を検出する手法を開発する。高誘電率絶縁膜などのゲート絶縁物材料に対して、電子スピン共鳴法、STM 等を用いて微視的な構造を解析し、電気的な測定と合わせて性能に影響している因子を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 膜界面バリア層を用いた Hf 系高誘電率絶縁膜 MOS ダイオードを作製し、電気特性の評価を行った。これまでのところ 1.2 nm の絶縁膜等価膜厚(EOT)及び 0.1 mA/cm<sup>2</sup> 以下のリーク電流密度が実現されている。また、界面バリア層に用いる Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 膜中の欠陥評価を電子スピン共鳴法等で行い、適用手法の有効性を確認するとともに、電気的特性の支配因子等、界面層の選択・作製条件の最適化を行うための基礎的データを得た。

[平成 13 年度計画]

・配線材料とその計測技術に関して、1)低誘電率絶縁膜・配線材料の機械的特性計測技術の開発: 低誘電率絶縁膜と銅配線材料の機械的破壊強度特性をナノインデンテーションにより計測し、光学的な材料物性の解析と併せて、材料のミクロな骨格構造との相関を解析する。2)配線材料の構造安定化技術の研究開発: 銅などの配線材料のナノメートルレベルの力学特性・電気特性を透過電子顕微鏡下で計測する技術を開発し、配線材料の構造安定化を原子レベルで解析する手法を得る。

[平成 13 年度実績]

・複数の低誘電率材料薄膜のナノインデンテーション計測及び各種光学的計測を行い、機械的破壊強度特性と材料のミクロな骨格構造との相関の解析を行った。特に、ナノポーラス構造絶縁材料においては、規則的なポア構造の導入により高強度化できることが明らかになった。また、配線材料の構造安定化を原子レベルで解析する手法の確立を目的として、配線材料のナノメートルレベルの力学特性・電気特性を透過電子顕微鏡下で計測する技術を開発(特許出願)し、その基本的動作の確認を微細 Cu 配線に関して行った。

[平成 13 年度計画]

・リソグラフィーマスク関連計測技術に関して、既存の測長型 AFM を用いた基礎実験に基づき、リソグラフィー用 CD-AFM について調査研究を行って、その設計指針を検討する。極微量欠陥・不純物の検出の超高感度化を目的として、EUV マイクロビームのサブ μm 化に必要な要素技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・CD 計測技術では、三軸干渉計搭載型 AFM 装置を用いて、240 nm 標準マイクロスケールのピッチを測定することに成功するとともに、測定不確かさの評価を行った。これらの基礎実験に基づきリソグラフィー用 CD-AFM 設計指針を検討した。EUV マイクロビームのサブ μm 化に必要な要素技術として、レーザープラズマ(X線源)とX線 CCD カメラ(画像検出器)の組み合わせによるフォーコートシステムを構築し、X線反射パターンを観測に世界で初めて成功した(ビーム径: サブ μm、エネルギー分解能: eV 程度、一部特許出願)。

[平成 13 年度計画]

・新デバイス、プロセス技術に関し、革新的なデバイス構造・プロセスのための要素技術の開発: 極浅高濃度不純物ドーピング技術、走査プローブによる不純物分布解析技術、Si 表面の酸化過程のその場光学的計測技術、フォトリソニック結晶構造を用いた極微細光インターコネクション技術を研究開発し、それぞれの可能性を明らかにする。併せて、これらに資するため、第一原理計算による材料原子過程の解析を進める。

[平成 13 年度実績]

・極浅高濃度不純物ドーピング技術として、金属内包 Si クラスターの Si 表面層へのドーピング手法としての有効性

を検証した。走査プローブによる不純物分布解析技術においては、基本動作の確認を進めるとともに、試料準備法の検討に着手した。Si 表面の酸化過程のその場光学的計測技術では、単一層の分解能を有するその場計測手法を開発し、その有効性を検証した(特許出願)。フォトニック結晶構造を用いた極微細光インターコネクション技術については、フォトニック結晶に線状の欠損部分を導入することにより、光導波路を形成できることを実証した。

[平成 13 年度計画]

・システムアーキテクチャに関して、遺伝的アルゴリズムによるシステムアーキテクチャの開発: LSI の微細化に伴う性能ばらつきを適応的に吸収する回路構成技術の研究をデジタル回路、アナログ回路において行う。デジタル回路ではクロックスキューを適応的に吸収する、遺伝的アルゴリズムに基づく手法と遅延回路の研究を行う。アナログ回路においては高周波回路における調整アルゴリズムの研究を行う。

[平成 13 年度実績]

・デジタル回路のクロックスキューを、遺伝的アルゴリズムに基づいて適応的に吸収する手法を開発し、遅延回路の試作での実証を進めた。アナログ高周波回路における適応的な調整アルゴリズムの研究のために、チップを試作し多角的に評価を行っている。インピーダンス調整を遺伝的アルゴリズムで行う技術について、基本アイデアの検討を進めた。

[平成 13 年度計画]

・サブ 50 nm ゲート長の極微細化 XMOS 形成プロセスの開発については、自己整合ゲート形成を基本とした新しい XMOS 素子作製プロセスの開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・ウエハ張り合わせや CMP を利用した高集積可能な自己整合型二重ゲート XMOS 作製プロセスを考案し、試作を開始した。

[平成 13 年度計画]

・新ゲート電極/絶縁材料の開発については、超臨界流体を用いた新ゲート絶縁薄膜堆積法について、堆積装置の試作を開始し、原理実証実験を行う。また、ゲート電極用高導電性金属酸化物については、バルク物性の評価(導電性、仕事関数など)を行うとともに薄膜化を進める。

[平成 13 年度実績]

・有機金属ガスを溶解した超臨界流体による新ゲート絶縁層の形成について、超臨界成膜装置の試作を開始するとともに、SiO<sub>2</sub> 換算膜厚で 9 nm 以下の La 酸化膜形成の予備実験に成功した。ゲート電極用高導電性金属酸化物については、バルク物性の評価(導電性、仕事関数など)を行い、薄膜化の際に指標となる基礎的データを得た。

[平成 13 年度計画]

・半導体表面の評価・制御技術の高度化については、走査プローブ(STM、AFM、SMM)、電子ビーム(TEM、EELS)および光学的手法(SHG、赤外分光)による半導体表面・界面および新薄膜材料の評価を行うとともに、ナノデバイス評価技術としての高度化を図る。

[平成 13 年度実績]

・走査プローブ、電子ビームおよび光学的手法による半導体表面・界面および新薄膜材料の評価を行うとともに、ナノデバイス評価技術としての高度化を図り、20 nm×20 nm のナノ領域での SiO<sub>2</sub> 層の絶縁破壊形成過程の評価等を行った。

[中期計画]

・画像表示デバイス(自発光型、画素数 16×16 以上)と制御回路をシリコン基板上に一体集積化する技術、ならびにチップレベルの高密度実装に関する要素技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・多機能自発光型オンチップ・ディスプレイの研究開発に関しては、シリコンチップ上に、電子エミッタと MOSFET 論理回路を混載するプロセスの開発および、真空封止耐性を有するエミッタ表面改質技術の開発を行う。また、ベータ鉄シリサイドについて、オンチップ太陽電池への応用可能性を検証する。

[平成 13 年度実績]

・シリコン電子エミッタと n-MOSFET 論理回路を混載するプロセスを新たに開発し、4×4 画素のエミッタを一体集積した MOSFET 回路により独立に駆動発光させることに世界で初めて成功した。また、真空封止プロセスによるエミッタへの損傷を防止するために、CHF<sub>3</sub> プラズマ処理法を新たに開発した。ベータ鉄シリサイドについては、pn 接合を形成して 1.2% の太陽電池変換効率を達成した。

[平成 13 年度計画]

・FET 型ナノシリコン機能デバイスの研究に関しては、システムオンチップデバイス用の極微細不揮発メモリへの応用を目指して、SOI 細線構造で発現するメモリ効果の表面電位観測による現象解明と、近接ゲートによる高精度制御を試みる。

[平成 13 年度実績]

・SOI 基板上にサイドゲートを有する数 10 nm 幅の p-Si 細線素子を作製し、ゲートによるメモリ機能の制御に成功した。また微小領域表面電位測定により本素子の動作機構を明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・3 次元配線技術の研究に関しては、感光性 Low-K ポリイミドによるフレキシブルな 3 次元配線技術の開発を目指して、ポリイミドの貫通配線や埋め込み配線技術の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・3 次元インターポーザ(ベア・チップなどを搭載したパッケージ)の基本構造として、感光性ポリイミド膜へのメタル配線パターンの形成に成功した。また、20 GHz までのポリイミド膜の誘電率測定に成功した。さらに、超高速 TDR 測定により、立ち上がり 6 ps の信号伝搬特性の評価実験に成功した。

[中期計画]

・従来、光学で不可能であった 10 nm オーダに至る高解像度の実現とその工学的な応用、新規産業の創出を目的として、近接場光を用いて情報記録を微細領域で可能とする技術を確認する。

[平成 13 年度計画]

・スーパーレンズ実用化のための研究開発については、スーパーレンズの超高密度光ディスクへの応用を目的とし、スーパーレンズ・光ディスク用に開発された新規ディスク・テスターを用いて、近接場光増幅、ラディアル方向のトラッキング制御、記録密度向上実験を行い、特性把握とその改善を行う。(目標値: 100 nm マークで CNR>25 dB)

[平成 13 年度実績]

・光散乱型スーパーレンズの基本特性を確認し、目標値である 100 nm マークにおける CNR~25 dB をほぼ達成した。また、実用化に向けての信号強度等の特性の検討を行い、実用化への目標値(40 dB 程度)を得るとともに、実現に向けての改善方法を検討した。改善手法の一つとして近接場光増幅において酸化銀への遷移金属ドーブが有効であると確認した。

[平成 13 年度計画]

・リソグラフィ技術開発については、微細パターン的高速描画を行う(目標値: 100 nm のライン&スペースの達成)。

[平成 13 年度実績]

・635 nm 赤色半導体レーザーを用いて、従来技術では不可能であった線幅 97 nm のライン、80 nm のドットパターンの高速描画に成功した(特許出願)。これにより、目標値である 100 nm のライン&スペースをほぼ達成することができた。

[中期計画]

・人類社会が地球規模で情報技術を活用し、その恩恵に浴するためには必要不可欠な情報技術の実現のためには、情報技術が人類社会の持つ多様性に対応できなければならない。そのために、公共性と中立性の高いソフトウェアを開発し、多言語情報処理技術では、言語文化の多様性に対応する技術、グローバルソフトウェア技術では、ソフトウェアの利用形態や開発体制の多様性に対応する技術を確認する。

[平成 13 年度計画]

・グローバル情報技術におけるソフトウェア基盤技術の研究開発では、人類の文字、言語、文化の多様性に対応するための多言語情報処理アーキテクチャの研究、携帯端末などの組込システム開発および実行環境を Linux 上に実現する研究、オープン・ソフトウェアの開発・流通支援するシステムの研究、アプリケーションゲートウェイ方式によって現状の応用プロトコルに柔軟性を持たせる DeleGate の研究、分散オブジェクト技術 HORB の実用化研究開発、ソフトウェアの拡張性を実現し、広域分散共同開発を支援するオブジェクト指向言語 MixJuice の研究開発等を行う。

[平成 13 年度実績]

・グローバル情報技術におけるソフトウェア基盤技術の研究開発では、以下の研究開発を行った。  
・多言語情報処理機能を Unix/Linux 上の多言語ライブラリ化する 3 年計画で着手し、多言語ライブラリの仕様を作成した。  
・組込システム開発・実行環境として、SuperH 対応の GNU/Linux の開発を行い、Debian GNU/Linux のブートスト

ラップをリリースした。オープン・ソフトウェアの開発・流通支援するために、未踏ソフトウェア創造事業のプロジェクトマネージャを行い、フリーソフトウェアの普及と啓発するために国内のイベントで発表、国外のイベントで展示など多くの活動をした。

- DeleGate に対して固有な認証および暗号化機能を付加し、マルチプラットフォーム動作性の向上などの改善を行った。
- HORB の研究では、情報家電向けの超高速オブジェクト間通信機構の提案と実装、性能評価を行った。また、第5回 HORB シンポジウムを開催した。
- MixJuice の研究開発では、MixJuice 言語のアプリケーションとして、Java 言語ソースコード変換フレームワークを記述した。

### 3. 環境と調和した経済社会システムの構築

環境の保全と経済社会活動とが調和した持続的な循環型経済社会システムの構築に向けて、化学物質のリスクを極小化・管理するための科学物質安全管理技術、資源の有効利用と廃棄物の減量化・資源循環を目指した資源循環・廃棄物対策技術(低環境負荷型材料開発を含む)、オゾン層破壊・地球温暖化対策技術、製品のライフサイクル全体を考えた環境負荷評価技術、持続可能な経済社会を実現するための低環境負荷型化学プロセス技術の研究開発を推進するものとする。

#### ① 化学物質安全管理技術

化学物質のリスクを極小化・管理する経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

[中期計画]

- ヒト有害性の定量的評価と生態系有害性の定量的評価手法に関して、既存の毒性試験および疫学的調査の結果を元に、PRTR 対象物質のリスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。また、水系排出の大きい農薬について、既存の毒性試験および疫学調査の結果を元に、リスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。

[平成 13 年度計画]

- 化学物質の有害性と用量-反応評価の基礎的研究: 既存有害性情報の収集・解析を行い、体内動態を考慮した解析等を行う。生態リスク評価手法の基礎的研究: 適切なエンドポイントの確立を目指し、既存有害性情報の収集と解析を行うとともに、沿岸海域生態系モデルについても検討する。曝露評価手法の基礎的研究: 広域及び事業所周辺の曝露モデルについても検討するとともに、個人差に関する情報の収集・解析を行う。リスク管理手法の基礎的研究: リスク削減手法の社会経済的評価について検討を行う。

[平成 13 年度実績]

- 化学物質曝露評価手法の開発: 関東域大気濃度予測モデル(AIST-ADMER)を完成し頒布を行った。工場周辺大気濃度予測モデル(METI-LIS)を検証するとともに多媒体モデル、土壌地下水モデル、海域生物濃縮モデルなどを策定した。また、曝露量の分布との差に関する調査と解析を開始した。
- 評価手法の開発: ノニルフェノールをケースにして、新しい生態リスク評価手法の開発および有害性重みづけのためのエキスパートシステムの構築を行った。支払い意思額(WTP)や生活の質(QOL)指標によるリスク評価手法開発研究の準備を完了した。
- 新規リスク探索: データマイニングを用いた検索システム構築を検討した。
- その他: カドミウム、1,3-ブタジエンのリスク評価書の策定、開発したソフトの普及を目的とした講習会の実施および OECD の活動に協力した。

[中期計画]

- 火薬類の新しい規制技術基準に対応するため、爆発影響評価システムと、化学産業における爆発被害影響の総合リスクマネジメント体系を構築するための基盤を確立する。

[平成 13 年度計画]

- 化学物質爆発危険性予測手法・簡易評価システムの開発については、爆発危険性を予測する技術を開発するために、熱爆発予測システムを完成する。爆発影響評価システムの開発については、爆発影響を高精度で予測・評価することのできるシステムを開発するために、二次元流体計算コードの完成、三次元並列化流体計算コードの開発と評価、殉爆に関する実験と数値計算による検証、構造物被害の小規模実験的検証システムを構築する。環境調和型高安全性火工品の開発については、ポリマー成形花火の実用化研究を展開する。また、煙火燃焼生成物の環境影響評価を行う。酸化反応プロセスの爆発防止技術の開発については、酸素、オゾン、フッ

素等の危険性の定量的評価と爆発防止技術を確立するために、酸素酸化反応の危険性の定量的評価を実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・化学物質爆発危険性予測手法に関しては、ピクリン酸・ピクリン酸金属塩などの、感度・起爆・爆燃・定常伝爆に関する基礎データを取得した。殉爆に関する実験を行い、数値計算モデル・数値計算コード開発を行った。ピクリン酸金属塩合成・分析技術、処理技術の検討を行った。
- ・爆発影響評価システムについては、種々の物質の衝撃圧縮データ計測システムを完成した。また、アルカリ水溶液と混合した場合、ニトロメタンの一部が、水溶質に変性する現象を確認した。二次元コードについては、殉爆問題へ適用可能なコードを開発した。また、三次元並列化コードに関しては基幹コードの開発を完了した。
- ・高安全性火工品の開発については、花火の素材をポリマー成型法により製造する技術を開発した。また、煙火燃焼生成物中の硫黄濃度測定を行い、作業者の受ける影響評価を行った。
- ・反応性ガスの爆発防止技術については、三フッ化窒素中の水素、メタン等の可燃性ガスの爆発限界を求めた。

[中期計画]

- ・省資源・ダウンサイズ環境分析システムのための新規な分子認識能を有する機能性材料及びマルチセンサチップを開発し、分析前処理に要する時間と経費を低減するとともに分析感度を 5 倍以上向上させる。また、実用的な ppt レベルの有害イオンの予備分離・濃縮材料を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・分析前処理法の簡易化に関しては、分析時間短縮・低環境負荷(有害試薬を用いない)分析システムの開発を目的として、光反応を利用する前処理法や試薬使用量を極小化するためのマイクロフロー分析システムを作成する。また、PCB 等の迅速分析を目的として GC-ICP-MS 装置による有機ハロゲンの分析性能を評価する。センサ安定化技術に関しては、水中でも安定に発振できる水晶子センサの開発を目的として、化学エッチング法を用いた新しい水晶振動子センサを試作する。環境ホルモン(有機スズ)の環境挙動の解明に関しては、地球規模の海洋汚染の実態把握を目的として、自動サンプリング装置及び新規分析システム(GC-ICP-MS)を用いて、ppt レベルの有機スズ濃度を測定する。

[平成 13 年度実績]

- ・光反応管内蔵型ランプ(特許申請)により常温・無試薬でリン酸エステル化合物の分解に成功し、マイクロフロー分析システムとした。GC-ICP-MS のインターフェースを開発、製品化し、既存法より千倍高感度で分析時間を 1/5 に短縮した。実環境に適用し、有機スズによる地球規模での汚染実態を解明し、現在、標準化を検討中(TR, JIS 及び ISO)。また、PCB 分析では炭化水素の妨害がなく PCB 処理工程の管理に有望である。新しい分子認識作用(アミロースのらせん構造を特徴とする)に基づくビスフェノールの鋳型重合膜を作成中。また、市販品より選択性に優れた金属濃縮用キレート樹脂を合成した。更に Zr(IV)-EDTA 錯体とヒ素や F との三元錯体に基づくイオンの濃縮法や F の定量法を開発した。センサ間の相互干渉の低減と駆動回路の改良により、水中で安定に発振する振動子を同一基板に 3 個集積した。また、周波数を 30 MHz に増大し 9 倍の高感度化を達成した。チップ内で内分泌攪乱物質の濃縮と電気化学酵素ムセノアッセイ法を行うため、アビジン-ビオチン複合体を電極表面に修飾したモデル系を構築した。また、水中病原菌の電気泳動検出法に関して、泳動液に糖を添加して分離能、感度を向上させ迅速検出を実現した。

## ② 資源循環・廃棄物対策技術(低環境負荷型材料開発を含む)

資源の有効利用と廃棄物の減量化をしつつ資源循環を図る経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

[中期計画]

- ・製品から各種構成素材を固体のままの状態で分離・濃縮できる省エネルギー分離技術に関して、固体粒子の風力選別及び湿式比重選別について限界粒径を下げる技術を開発する。具体的には、風力選別については現状の限粒径 2~1 mm を 0.3 mm に、湿式比重選別については、50  $\mu$ m を 10  $\mu$ m に下げる。

[平成 13 年度計画]

- ・風力選別については、カラム型気流選別機の気流加速器の改造を行い、適用限界粒径の引き下げ効果を調査する。湿式分離については、マイクロジグの開発を目的として、高周波数の微小脈動が粒子の挙動に与える影響を検証する。また、微粒子や微小油滴を選択的に吸着する固体の開発を目的として、固体に組み込む官能基の探索を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・気流加速器の改造により粒子浮揚量を増大させ処理能力を向上させることができたが、限界粒径の引き下げについては、前進は見られたもののさらに工夫が必要であることを確認した。湿式分離については、マイクロジグ装置を

試作して微小脈動が低比重粒子の沈降を遅延させることを確認し、30  $\mu\text{m}$  の微粒子の比重分離可能性を見いだした。また、温度変化により微小油滴の選択的吸着と脱着が可能な分子を見いだした。

[中期計画]

・フェノール樹脂、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂から液体生成物を 80 %以上かつモノマーを 40 %以上回収できる液相分解法を開発し、既存のプロセスに対して 40 %以上の省エネルギーを達成する。

[平成 13 年度計画]

・各種溶媒を用いて熱硬化性樹脂の分解を行い、液相分解における溶媒、触媒、反応条件、原料組成の影響を解明する。また、ポリ塩化ビニルや臭素系難燃剤を含む樹脂の脱ハロゲン化を行い、塩素や臭素の反応挙動を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・フェノール樹脂やエポキシ樹脂を有機溶媒中では液相分解した場合、モノマー類が 400~450  $^{\circ}\text{C}$  で 40 %程度の収率で得られた。これに対しエポキシ樹脂を極性溶媒中で液相分解した場合、ビスフェノール A 等のモノマー類が 380  $^{\circ}\text{C}$  で 60 %程度で得られた。臭素系難燃剤の液相分解では、炭素結合開裂、脱臭素、臭素の移動の 3 つの反応が起こり、その割合は反応条件に大きく依存することが明らかにされた。特にアルカリ金属共存下では液体生成物中の残留臭素濃度が 0.01 ppm になることを見いだした。

### ③ オゾン層破壊・地球温暖化対策技術

オゾン層の破壊と地球温暖化を抑制する経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

[中期計画]

・代替化合物の分子設計とその合成に必要な計算化学的な解析手法ならびにフッ素化手法を開発する。また、代替化合物の大気寿命予測に基づく長期的環境影響評価法を開発する。

[平成 13 年度計画]

・環境影響因子の解析と評価に関しては、温室効果係数計算法、大気寿命評価法等の確立に向けて研究を開始する。フッ素化合物の特性評価に関しては、爆発限界測定法、燃焼挙動、熱物性などについて検討を開始する。フッ素化合物の分子設計手法の開発に関しては、計算機化学の手法を活用して、好適な分子構造の選択、新規化合物の合成ルート、得られた化合物の評価から代替物の分子設計の研究を開始する。新規フッ素化反応の開発に関しては、新規コンセプトに合致する化合物の合成を目的として、種々のフッ素化装置を用いて新規反応、新規合成ルートの開発を開始する。

[平成 13 年度実績]

・環境影響評価に関しては、測定データの信頼性の向上、計算機化学を活用した予測手法の開発等で初期の目標を達成した。燃焼性に関しては新規な指標を提案した。含フッ素エーテル等の新規な合成法開発の目途を得た。また RITE との共同研究の成果であるフッ素化合物データベースの公開準備を整えた。概ね順調なスタートではある。

[中期計画]

・海洋／大気間の二酸化炭素交換量の観測結果の解析をもとに、太平洋における交換量を評価するとともに、森林吸収量の観測と評価手法の開発に関して、アジアの二酸化炭素吸収量を評価する。また、海洋中に注入された二酸化炭素と海水との相互作用を明らかにするとともに、発生源での二酸化炭素の回収から海洋隔離に至るシステムの評価を行う。

[平成 13 年度計画]

・西部北太平洋亜寒帯域表層水中の全炭酸濃度変動要因の解明に関しては、高生産海域である西部北太平洋亜寒帯域における定点時系観測データの解析を行い、表層海水中の二酸化炭素濃度の変動要因を明らかにする。海水中の粒状物質の組成と人為的な二酸化炭素注入による影響調査の解明に関しては、海洋内での物質循環に重要な粒子による輸送過程の海域的、季節的変動を明らかにするとともに、人為的に二酸化炭素を海洋に注入した場合の影響を評価する。

[平成 13 年度実績]

・西部北太平洋亜寒帯域での海水中の全炭酸、栄養塩濃度の時間変化を解析し、この海域での正味の生物生産速度の季節変化を解明した。生物活動による粒子の沈降粒子束を実測し、5 月に有機炭素輸送量が最大になることを解明した。西部北太平洋の炭酸塩関連データの品質管理ならびに、堆積物中の化学、生物データベースの基礎的部分の構築を終了した。

[平成 13 年度計画]

・森林生態系の二酸化炭素吸収能測定手法に関して、日本を含む東アジアにおける特徴的森林生態系において、渦相関法による二酸化炭素フラックス長期連続測定手法を確立する。また、取得データのデータベース化を行う。

[平成 13 年度実績]

・森林生態系の二酸化炭素吸収能測定手法に関する研究では冷温帯落葉広葉樹林(高山)、落葉針葉樹林(苫小牧)、熱帯季節林(タイ)などでの CO<sub>2</sub> フラックス(交換量)の季節変化、気象との関係を解明した。同位体の測定では自動空気採取装置を設置し、高頻度の試料採取を開始した。上記森林生態系での観測データの整理を行い、データベースへの登録作業中。

[平成 13 年度計画]

・大気から海洋内部へ吸収される人為起源物質(特に人為起源二酸化炭素、フロン)の蓄積効果の解明を目的として、全球での化学トレーサー及び炭酸系物質データを収集し、これらを時空間的に解析することで、全海洋内における人為起源物質の時空間的な蓄積量の解明を試みる。

[平成 13 年度実績]

・二酸化炭素等の発生源・吸収源推定手法の研究ではその成果が、気候変動に関する政府間パネル科学評価書第三版に収録された。気象研究所、名古屋大学と実施した共同研究成果を投稿中。分解能を向上させた新モデルの開発では、その性能の評価を実施中。

[平成 13 年度計画]

・沈降粒子、特に炭酸カルシウム有孔虫生物殻による二酸化炭素の固定能力を海洋隔離の観点から評価する手法の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・沈降粒子による二酸化炭素の固定能力に関する西太平洋低緯度域の解析から、有機炭素、炭酸カルシウム、生物起源オパールが気象、海洋環境によって大きく影響されることを明らかにした。また、古生物学的手法として円石藻を用いた炭酸カルシウムによる炭素固定流量を求めた。

[中期計画]

・二酸化炭素の固定化を目的として、可視光応答性光触媒、2 段階光触媒水分解プロセス、及び新規の可視光応答性酸化半導体光触媒を開発する。また、二酸化炭素共存下でのエチルベンゼンの脱水素によるスチレンの製造技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・太陽光による水からの水素製造に関しては、可視光応答が可能な酸化半導体光触媒系の探索・設計を行う。炭酸ガスの光固定化に関しては、可視光応答性多核金属錯体の合成を行うと共に、システムの設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・新しい可視光応答性の酸化半導 InTaO<sub>4</sub> 系光触媒を開発し、世界で初めて可視光照射下での水の完全分解に成功し、水素・酸素発生を達成した。さらに光合成メカニズム(Z スキーム)を模倣した 2 段階触媒系システムを設計し、可視光照射下、水の完全分解が進行することを見出した。炭酸ガスの固定化に関しては Ru 系の可視光応答性複核錯体を新規に合成した。平成 13 年度の目標を達成した。

[平成 13 年度計画]

・エチルベンゼンやパラフィン系炭化水素の脱水素反応(単純脱水素および二酸化炭素共存下の脱水素)に用いる高活性、高選択性触媒の開発を目的として、種々の試作触媒の性能、吸着性状などを明らかにし、それらの知見から高性能触媒の開発のための指針を得る。

[平成 13 年度実績]

・Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 触媒を用いるエチルベンゼンの脱水素反応では、CO<sub>2</sub> 共存により、単純脱水素反応における理論平衡収率(68%)を越えるスチレンが得られ、なおかつ触媒の安定性も高いことを見いだした。パラフィン系炭化水素の脱水素反応に関しても、CO<sub>2</sub> の共存が効果的であり、Cr/H-ZSM-5 (シリカアルミナ比=190~1,900)が、従来の Cr/SiO<sub>2</sub> および Ga/TiO<sub>2</sub> よりも大幅に活性の高い触媒となることを見出した。

#### ④ 環境負荷評価技術

製品のライフサイクル全体での環境負荷の低減を図る経済社会を実現するためのツールを開発する。

[中期計画]

・国際標準規格準拠型(ISO)-LCA の実施可能な手法として LCA ソフトウェアを開発する。また、日本での実効的環境影響評価手法を開発するとともに、LCA ソフトウェアに組み込み、普及を図る。さらに、LCA 手法を活用した製品設計のための標準型 LCA の開発に関して、環境調和型製品開発(DfE)マニュアルを作成する。

[平成 13 年度計画]

・被害算定型影響評価手法開発に関しては、今年度までの研究成果を総括して、被害算定型影響評価手法の基礎となるダメージ関数を地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性化のカテゴリについて設定する 1 次案を作成する。DfE マニュアルの作成に関しては、マニュアルの 1 次案を作成し、LCA データとの結合を検討する。インベントリデータの整備に関しては、樹脂を中心とする化学製品インベントリデータ、および鉄鋼製品インベントリデータを作成する。知的所有権または著作権に関する考え方を整理し、今後のデータ配布の基礎を作る。アジア地域でのエネルギー・基礎素材生産インベントリデータの作成を促進する。

[平成 13 年度実績]

・被害算定型影響評価手法開発に関しては、今年度までの研究成果を総括して、被害算定型影響評価手法の基礎となるダメージ関数を地球温暖化、オゾン層の破壊のカテゴリについて設定する 1 次案を作成した。DfE マニュアルの作成に関しては、マニュアルの 1 次案を作成するとともに、その手法をソフトウェアとして具体化した。インベントリデータの整備に関しては、樹脂を中心とする化学製品インベントリデータを整理し、産業技術総合研究所の知的所有権に関する考え方に基づきデータ集として発行する準備を整えた。アジア諸国との共同研究によりエネルギー・基礎素材生産インベントリデータの作成を進めるとともに、UNEP のワークショップを開催し、LCA の普及に貢献した。さらに、企業の環境調和性の評価手法としての環境効率、および企業の環境活動に資する手法としてライフサイクルコストの手法開発に着手した。

[平成 13 年度計画]

・国レベルでの CO<sub>2</sub> 排出削減可能量を検討するソフトウェアである、NICE (NIRE CO<sub>2</sub> Emission)の改良版の開発に関しては、産業の分類、民生・運輸の取り扱いの見直しを含む、ソフトウェアの基本設計を行う。地域冷暖房検討ソフトウェアの開発に関しては、東京都の民生用エネルギー需要推算に必要なデータベースを構築し、その活用例として地域冷暖房導入検討ソフトウェアの作成に向け基本設計を行う。エネルギー技術の研究開発や導入普及に関しては、費用効果の視点を取り入れた分析を実施することを目的として、代表的なエネルギー技術を例に、研究開発費や補助金等の政策資源の配分とその効果との関係を調査・検討する。また、電力などを対象にしたグリーン調達に関する予備的検討を実施する。さらに、分散型エネルギー供給を含む各種エネルギー供給システムについて情報収集を行い、将来の最適なエネルギー供給システム構成の検討において必要となる技術情報データベースの構築に着手する。

[平成 13 年度実績]

・国レベルでの CO<sub>2</sub> 排出削減可能量を検討するソフトウェアである、NICE (NIRE CO<sub>2</sub> Emission)の改良版の開発に関しては、産業の分類、民生・運輸の取り扱いの見直しを含むソフトウェアの基本設計を行いプロトタイプを作成した。地域冷暖房検討ソフトウェアの開発に関しては、基本的なフレームワーク構築をほぼ完成し、既に開発した地域エネルギー消費データベースと地域エネルギー供給最適化機能を統合して簡易地域エネルギー供給最適化プロトタイプソフトウェアを開発した。さらに気温上昇を考慮したエネルギー需要を推定のために交通からの排熱を予測する簡易交通量、人口密度等のデータベース構築を行った。エネルギー技術の研究開発や導入普及に関しては、わが国の太陽光発電研究開発に関する費用効果分析の一環として、多結晶シリコンとアモルファスシリコン太陽電池の研究開発と導入助成について、投資効率を比較・分析した。また、我が国への自然エネルギー及び家庭用コージェネレーションシステム導入に関する経済的な側面を考察するため、一般の人を対象としたコスト負担に対する考え方の郵送法調査を実施した。

## ⑤ 低環境負荷型化学プロセス技術

環境と調和した化学技術による持続可能な経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

[中期計画]

・化成品や高分子合成のハロゲンフリー化を目的として、製造過程で塩素、酸塩化物、ホスゲン等のハロゲン化合物を用いない複素環化合物、ポリカーボネート等の合成および固相重合の反応機構を解明する。

[平成 13 年度計画]

・窒素-イオウ等を含む複素環化合物や合成中間体の、塩素ガスやハロゲン系物質を用いない合成方法を確立することを目的に、チオサリチルアミドを出発原料とするベンゾイソチアゾリノンの新規合成法を開発する。また、有機リン系及び有機ケイ素系の難燃剤または難燃ポリマーの開発を目的として、添加剤またはモノマーの検討を

行う。さらに、レーザーを用いるハロゲンフリーな光漂白方法実用化のための基礎データを得るべく、平成 13 年度は、水素化ホウ素ナトリウムを用いる綿布のレーザー光漂白について、処理条件と漂白効果の関係を検討する。

[平成 13 年度実績]

・抗菌剤として有用なベンゾイソチアゾリノン類を塩素ガスを用いずに合成する、二種類の新規合成ルートを開発した。ある種のケイ素系化合物を ABS 樹脂に混合することにより、加熱残量が増加すること、また、新たに、ポリスチレンの難燃化に有効なリン化合物を見いだした。従来、環境負荷の高い亜塩素酸を用いる加熱処理で行われていた綿布の漂白において、水素化ホウ素ナトリウムを用いて、レーザーで照射することにより、従来法以上の白色度で綿布が漂白されることを見いだした。

[平成 13 年度計画]

・芳香族ポリカーボネートやポリウレタン、ポリアミノ酸等の非ホスゲン合成法についての基礎的検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・環境調和型重合プロセス: 酸化的カルボニル化によるポリカーボネート合成法のモデル反応としてフェノールからの炭酸ジフェニル合成を検討し、Pd-カルベン型錯体触媒が高い活性を示すことを見いだした。

[中期計画]

・二元機能触媒材料としてのメンブレンリアクターの開発を目的として、脱平衡反応を利用する水素製造プロセス、特異場反応を利用する含酸素化合物合成、形状選択反応・分離膜を利用する合成ガス等の製造プロセスを開発する。

[平成 13 年度計画]

・コークス炉ガス処理技術に関しては、硫黄分含有のメタンの水蒸気改質反応触媒や混合導電膜を利用した部分酸化法を開発する。触媒膜反応システムに関しては、Pd 膜、ゼオライト膜、固定化酵素膜を利用した還元的酸化法、形状選択反応分離法、光学異性体の分割法の実証を行う。高圧反応技術に関しては、再生可能有機物からの高級炭化水素の直接合成を目指す。高水素透過性アモルファス合金膜の開発に関しては、Zr-Hf-Ni 合金の水素透過特性を明らかにする。メカノケミカル活性化法に関しては、硫化モリブデン等を微粒子化することで高活性触媒とする調製法の開発因子を抽出する。CO ガスセンサーの開発に関しては、性能評価や CO の選択的触媒除去法の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・メタンの改質反応では固相晶析法で調製したある種の酸化物イオン電導性固体電解質を担体とした触媒が優れた触媒活性を示すことを見いだした。  
・触媒膜反応システムに関しては、Pd 膜による還元的酸化法によりこれまでにな高い収率によりフェノールが生成することを見出した。微生物リパーゼを固定化した 2 相型膜反応器により、ヒドロキシ酸の光学分割を行った。  
・高圧反応技術に関しては、未利用含炭素化合物のガス化によって得られる合成ガスからの Fischer-Tropsch 合成に有効なシリカ担持 Co 系触媒について検討した結果、構造規則的な細孔を有するメソポーラスアルミノシリケート(MPAS)を担体とすることにより、高い選択率が得られた。  
・メカノケミカル活性化法に関しては、硫化モリブデンを微粒子化することで軽油中の難脱硫成分の脱硫に高活性であることを見いだした。その活性点構造に関して、計算化学的手法により検討した結果、大きさが約 2 nm の六角形状  $\text{Mo}_{27}\text{S}_{54}$  クラスタでの構造が実測の EXAFS スペクトルと良く一致した。4 配位の Mo が露出している面が強いアクセプター性を示し、活性点となることが分かった。  
・CO センサーの劣化が、酸化物担体の還元であることを確認し、企業にフィードバックした。

## 4. エネルギー・資源の安定供給確保

経済性と供給安定性を考慮した環境調和型エネルギー・資源供給構造の構築という社会的要請に対応するため、低廉かつエネルギーセキュリティ、環境に配慮した電力技術、CO<sub>2</sub>排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するための省エネルギー技術、エネルギー安定供給と環境負荷の低減を目指す新エネルギー技術、地下資源の確保等のための資源技術等の研究開発を推進する。

### ① 電力技術

国際的に遜色のない低廉な電力供給の実現を図りつつ、エネルギーセキュリティ確保及び地球環境問題への対応という社会的要請に応えるため、その一翼を担うべく、革新的電力デバイス、電力ネットワーク、超電導技術に

よる高効率電力輸送技術の基盤技術を開発する。

[中期計画]

- ・炭化珪素等を使用した革新的電力デバイスによる超低損失電力素子の基盤技術を、素子構造、パッケージデザインの検討を通じて開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・バルク単結晶成長に関して、(1) 6 インチ成長炉による 4 インチ結晶試作、ルツボ構造の最適化などにより 2 インチ結晶でのマイクロパイプのさらなる低減の研究開発を進める。また、(2) 1998 年度 NEDO 提案公募「炭化ケイ素高温半導体新結晶法の開発」で作製した液相エピ成長装置(LPE)を活用して、マイクロパイプの修復などの結晶表面の高品質化を行う。(3)SPring-8 において、結晶欠陥の詳細解析の可能性を追求する。以上の研究を通じて、結晶成長機構の定量的把握を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・(1) 昇華法による SiC 単結晶成長において、多結晶の付着を抑えて単結晶だけを単独成長させる新しいつぼ構造を開発し、口径 3 インチを越える単結晶成長に成功した。また、数値解析を活用し、つぼ構造を変化させることにより成長結晶の形状を制御できることを実証した。更にマイクロパイプの低減化技術として、種結晶初期形状を結晶成長環境の温度分布に適合させるインプロセスエッチング法を開発し、転位の発生を抑制した結果、種結晶中に含有されるマイクロパイプ密度を最高 1/10 まで低減できることを実証した。
- (2) マイクロパイプ低減を定量的に評価するのに必要となる改造を LPE 装置に施し、結晶高品質化の実験を行った。LPE 成長において、特に基板を鉛直配置にすることで、Si 面において 20  $\mu\text{m/hr}$  の高速成長かつ良好な表面モフォロジーを得られることを確認した。
- (3) SPring-8 の高輝度放射光を用いた X 線トポグラフによる詳細解析を行うことで、特に結晶成長初期に発生する結晶欠陥が成長結晶品質を決定していることを確認した。この結果をうけて結晶成長初期条件の制御法を提案し、約 0.5 インチマイクロパイプフリー基板を達成した。

[平成 13 年度計画]

- ・デバイスプロセスに関して、界面準位密度とチャネル易動度の関係の解明、UV 励起活性原子状酸素(O(1D))による表面クリーニング・酸化、 $\text{SiH}_4/\text{CH}_4$  マイクロ波プラズマによる表面平坦化・薄膜形成、クリーン低温  $\text{SiO}_2$  膜形成法の検討、パルスイオン注入機の特性評価、イオン注入層のレーザーアニーリング効果等の研究を通じてチャネル易動度向上の要因を明確にする。

[平成 13 年度実績]

- ・SiCMOSFET のチャネル移動度には、エネルギーギャップ内の電子伝導帯近傍に存在する界面準位が大きく影響することを明確にした。活性原子状酸素で酸化膜を形成することにより、通常方法よりも界面準位密度が減少することを発見した。マイクロ波プラズマ CVD を用いて 900  $^{\circ}\text{C}$  程度で SiC エピタキシャル成長が可能であることを発見した。原子状酸素と  $\text{SiH}_4$  によるプラズマ CVD により、400  $^{\circ}\text{C}$  程度の低温で十分な耐電圧を有する  $\text{SiO}_2$  膜の形成に成功した。パルスイオン注入機を試作し、イオンビームの放出を確認した。イオン注入種の活性化に従来 1,500  $^{\circ}\text{C}$  以上の熱処理が必要であったのをレーザーアニールにより、700  $^{\circ}\text{C}$  で活性化できることを発見した。上記のような各種のデバイス化プロセスの MOS 界面チャネル移動度に与える適正化し、SiC MOS デバイスのチャネル移動度 216  $\text{cm}^2 \cdot \text{Vs}$  を達成した(世界最高値、これまでは、30  $\text{cm}^2 \cdot \text{Vs}$ )。

[平成 13 年度計画]

- ・SiC 半導体薄膜作製技術に関して、SiC 薄膜ホモエピタキシャル成長用縦型ホットウオール CVD プロセスの最適化を図るとともに、立方晶 SiC の厚膜化自立基板上へのホモエピタキシャル成長技術の開発と膜質評価を進め、MOS デバイスを試作して六方晶結晶によるデバイスとの違いを明らかにする。他機関との連携のもと、耐放射線素子として優れたゲート絶縁膜の形成プロセスの開発を進める。

[平成 13 年度実績]

- ・高速成長のための SiC 縦型ホットウオール CVD 装置の基本性能を確認し、70  $\mu\text{m/hr}$  の世界最高速レベルの成長速度を達成すると共に得られた膜の構造特性が従来と比べて遜色無いことを確認した。
- ・立方晶 SiC ホモエピタキシャル膜の成長技術では 100  $\mu\text{m}$  膜厚のエピ膜に対してマクロステップ密度の 2 桁以上の減少等、結晶性の著しい改善を達成した。更に EBIC 観察等から積層欠陥がショットキー特性へ与えている影響を明かにした。またそのデバイス化では、MOS デバイス作製を試みると共に、ショットキーダイオード逆耐圧 305 V を実現した。
- ・耐放射線素子に関しては、分光学的評価法を用いてドライ酸化 SiC/SiO<sub>2</sub> 界面におけるサブオキサイドと思われる界面層の存在を明らかにし、CV 測定で見られる多量の界面準位の原因を特定した。

[平成 13 年度計画]

・III族窒化物半導体に関して、前年に見出した高品質 RF-MBE 薄膜成長技術やアンモニア MBE 薄膜成長技術を駆使してヘテロ構造及び HEMT デバイスの試作を進め、その特性向上を図る。立方晶結晶によるデバイス構造を試作すると共に、巨大バンド不連続に基づく顕著な量子効果の可能性を探る等の研究を行い成果を発信する。

[平成 13 年度実績]

・膜極性制御の方法で高品質 InGa<sub>N</sub> 薄膜の成長に成功すると共に、成長初期プロセスとしての低温窒化法、2 段階窒化法により AlN と GaN 薄膜の構造特性に大きな改善を果たした。極性転換による逆位相境界低減が異元素導入による積層欠陥生成に基づくこと、異元素導入が転位等の低減にも効果があることを実証し、エピタキシャル膜やヘテロ構造に対する更なる欠陥低減の手がかりを得た。HFET の特性向上を目指し、バリアー層の Al 組成比の最適化や熱リン酸によるウエットエッチングプロセス等を試みた結果、最大相互コンダクタンス 145 mS/mm、最大ドレイン電流 700 mA/mm(ゲート長 1.5 mm)の値を得た。更に、サブミクロンゲートの FET 作製プロセスを確立し、特性向上のための極薄膜 AlN を挿入した新たな HFET 構造を考案した。

・立方晶 III 族窒化物半導体に関し、InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub>、AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> のヘテロ構造作製に成功し、その特性評価に着手した。また、上記の方法で特性向上した AlN、GaN 超薄膜を用いて顕著な量子効果が期待できる AlN/GaN 構造を作製し、シートキャリア濃度増大を確認した。

[平成 13 年度計画]

・パワースイッチデザインに関して、スーパーデザインの要素技術である、主回路スイッチング技術、制御・ドライブ技術、センサおよび保護技術、PKG および熱マネジメント技術、低インダクタンス配線技術、受動部品(コンデンサ、リアクタ)、システム・インテグレーション技術、実装生産技術、基盤材料技術(基板材料、封止材料、絶縁材料、磁性材料ほか)、などの開発優先順位を明確にする。SiC 素子を用いたユニット化技術(Si スwitchング素子と SiC ダイオードの組み合わせも含む)の問題点を明かにし、設計・試作に着手する等の研究を通じて、SiC 素子を採用した省エネルギー変換器開発の課題を立ち上げる。

[平成 13 年度実績]

・プロジェクトにおいてエンジニアリング振興協会に設置した次世代パワー半導体実用化調査委員会 実用化技術分科会のもとに、高密度パワー変換器 WG、CPU 電源 WG、電力系統 WG、ビックプロジェクト WG を設けて具体的な概念設計、必要なスーパーデザインの要素技術の検討を実施し、要素技術の開発優先順位の明確化、ユニット化技術の問題点の抽出を行った。

[中期計画]

・スーパーノードネットワークの概念設計について、社会インパクトを明らかにし、設計指針を明確化する。

[平成 13 年度計画]

・スーパーノードネットワークに関しては、1) SiC パワー素子をパワーエレクトロニクスに採用した時の、エネルギー効率的・コスト的に効果的なシステムの調査及び 2) 上記システム開発の課題の抽出の研究を通じて、調査報告書のとりまとめ、成果の発信を行う。

[平成 13 年度実績]

・分散電源と貯蔵を多数台連系したスーパーノードネットワークでの SiC パワー素子の位置付けをエネルギー効率、コスト、開発課題の観点から明らかにし、その結果をセンター主催の「IT 社会とエネルギー」シンポジウムの主要テーマとした。また、SiC 素子を用いた超低損失で制御性の良い半導体スイッチの研究開発計画を立案した。

[中期計画]

・超電導ケーブル長尺冷却技術の研究を行い、比例縮小冷却モデル試験による長尺冷却技術を確立する。また、限流器用大面積超電導薄膜作製技術の高度化を行う。

[平成 13 年度計画]

・超電導ケーブルなどシステム技術に関し、1) 酸化物超電導ケーブル長尺冷却の 1/10 縮径 10 m 冷却モデル試験を開始し、圧力損失算出法を求めると共に、500 m 級長尺冷却モデル試験へ向けた技術課題を明らかにする。2) 限流器マグネットに用いる交流大容量導体のクエンチ電流、交流損失測定技術を確立する。また、大容量化に適した限流方式の検討を行う。3) 発電機用導体大電流・高密度化技術: 高速回転する超電導マグネットの高電流密度領域での安定性試験を行い、運転負荷率向上のための基礎データを収集する。4) 応力自己支持型化合物線材を用いた 12 T-100 MPa 級マグネット構成技術を検討する。

[平成 13 年度実績]

・1) 酸化物超電導ケーブルの 1/10 縮径 100 m 冷却モデル試験を実施し、定常温度分布が解析どおりであることを実証した。

2) 限流器マグネットに用いる Bi2223 テープ超電導線材の機械特性、交流損失特性を明らかにし、マグネットの設計指針得た。また、共振切り替え型現隆起を考案した。

- 3) 高速回転する超電導マグネットの高電流密度領域で運転負荷率向上のためのデータを収集し、回転力による安定性向上を明らかにした。また、AE 診断技術により大型超電導コイルの安定性評価を行った。
- 4) 繊維強化型線材の引張試験と高磁界中での歪み劣化試験評価を行い、設計応力・歪みの限界値を明らかにした。

#### [平成 13 年度計画]

・大面積超電導薄膜作製技術について、1) 大面積 YBCO 膜の作製効率と均質性の向上を目的として、超電導膜作製装置にインテリジェントウインドウシステムの導入、改造を行い、膜のマイクロ組織と超電導特性を評価し、製膜機構を解明する。2) YBCO 膜のピン止め機構の解明を目的として、斜方晶基板上へ双晶界面を制御した薄膜を作製し、電圧電流特性の測定から双晶欠陥濃度とピン止め特性の相関を明らかにする。

#### [平成 13 年度実績]

- 1) 大面積超電導膜作製装置を用いて 2 インチ径までの基板上に YBCO 成膜を行い、臨界電流密度  $J_c \sim 1\text{-}2 \text{ MA/cm}^2$  の膜を得た。熱膨張係数の関係から一般的に 300 nm 以上の膜厚でクラックが生じるサファイア基板において、460 nm 厚の膜でマイクロクラックが生じないことを見いだした。
- 2) YBCO 薄膜の双晶界面を配向させてその輸送特性を測定し、双晶界面の方向とそれと垂直な方向で抵抗率や臨界電流の異方性を観測し、それが双晶界面と垂直に生じたマイクロクラックに起因することを明らかにした。成膜法の工夫によって、マイクロクラックフリーで双晶界面がある程度一方向に揃った薄膜を作製し、その輸送特性の異方性が小さいことを確認した。
- 3) 大面積超電導膜の臨界電流密度を誘導的に測定する方法に関して理論解析を行い、第 3 高調波電圧  $V_3$  の発生機構を解明するとともに、 $V_3$  のコイル電流依存性を表わす式を見い出した。バルクピンのない超電導ストリップの磁化特性について理論解析を行い、スリットを入れることで磁化曲線が大きく変化することを示した。

## ② 省エネルギー技術

CO<sub>2</sub> 排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するために、エネルギー高効率利用技術、動力等への変換合理化利用技術、エネルギー回収・蓄エネルギー技術、省エネルギーネットワーク技術に関する研究開発を実施する。

#### [中期計画]

・ガスタービンに供給可能な灰分 200 ppm 以下の無灰炭製造技術を開発する。

#### [平成 13 年度計画]

・灰分 200 ppm 以下の無灰炭製造のため、溶剤抽出装置により溶剤種の選定、脱灰特性の炭種依存性データの収集を行い、最適脱灰条件を確立する。また、脱灰反応条件下におけるアルカリ金属除去技術を確立するため、イオン交換性金属の挙動を解明する。

#### [平成 13 年度実績]

・3 種類の石炭に対して、安価な工業溶剤であるライトサイクルオイル中、抽出温度 360 °C で溶剤処理を行うことにより、抽出率 60 % 以上、脱灰率 99 % 以上の溶剤脱灰炭の製造に成功した。さらに、各石炭の軟化開始温度と抽出率との密接な相関関係(相関係数 0.84)を見だし、この指標が石炭選定に有効であることを明らかにした。

#### [中期計画]

・作動ガス循環型動力システムにおける燃焼制御技術の開発によって、CO<sub>2</sub> 回収対応型タービンの熱効率 60 % 以上、水素燃焼ディーゼルエンジンの熱効率 45 % 以上の達成に貢献する。

#### [平成 13 年度計画]

・燃焼制御技術の開発に必要な 10 気圧程度の中圧下における燃焼特性を明らかにするとともに、残存酸素濃度計の基本特性データを収集する。また、燃焼の高効率化を図るためのシステム解析を行う。さらに、レーザー計測手法を用いて、スワール(渦流)を伴う燃焼室内流れにおける水素噴流の挙動を明らかにする。

#### [平成 13 年度実績]

・CO<sub>2</sub> 回収対応型タービンのシステム解析から、メタン-酸素の最適な混合比(当量比 0.93)が得られた。高圧燃焼特性測定用燃焼装置の動作試験および予備実験を行い、高圧下での燃焼特性取得の見通しを得た。レーザー計測装置の予備試験および燃焼室の設計を終了し、スワール内での水素噴流特性測定に着手した。

#### [中期計画]

・高効率熱電材料を開発するための基盤技術としての量子効果材料やかご型構造材料について構造と物性の研究を行い、作動温度が広く高効率(6 % 以上)の素子の開発及び関連システムの研究を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・熱電変換技術に関し、1) 国際レベルの熱電輸送特性評価技術の確立を目的として、輸送特性データを収集する。2) 革新的素子材料を評価し、概念設計の基礎データを提供することにより、未利用エネルギー回収システムの有効性を検証する。

[平成 13 年度実績]

- ・1) 熱電材料輸送特性評価装置を改良し、高精度のゼーベック係数と導電率の評価を可能とした。2) p型材料であるアンチモン化亜鉛材料と n 型材料であるかご型構造材料のゼーベック係数、導電率及び熱伝導率を測定し、それぞれの材料をビスマス・テルル系材料と組み合わせたセグメント構造素子の理論効率が約 10 %になることを示した。また、かご型構造材料(スクッテルダイト系材料)の構造相転移を世界で初めて発見し、金属-絶縁体転移の機構解明に向けて大きく前進した。また、単結晶作製が困難なことが物性値の測定を困難にしていた同材料の大型単結晶育成に世界に先駆けて成功し、その高度化の研究を行った。

[中期計画]

- ・民生部門の電力負荷平準化を目的として、キャパシタ容量 10 Wh/L 達成のための炭素電極材料を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・炭素電極材料の開発に最適な炭素構造を解明するために、高分解能電子顕微鏡等を用いて、カルビン、カーボンエアロジェルを始めとする新規多孔質炭素材料の製造と構造解析を行い、炭素構造とキャパシタ性能との相関性を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・カルビンを経由したメソポーラス炭素材料の調製に成功し、既存の炭素系電気二重層キャパシタの電極材として使われている活性炭に比べて、重量当たりの容量がおおよそ 1.5 倍のものが得られた。

[中期計画]

- ・次世代高性能二次電池の開発に貢献するため、新規合成プロセスと構造解析に基づき電気化学特性に優れた新規電極材料及び新規電解質を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・次世代高性能二次電池の開発に関連して、1) リチウム電池用新規電極材料の探索: 正極材料については、低コスト化が見込める鉄系正極材料の探索を行い、負極材料としては、高容量型ハードカーボン材料、合金系材料について研究開発を行う。電解質については、特にドライポリマー系材料の研究開発を行う。2) リチウム電池の安全性の研究: 各電池構成材料の高温時の発熱挙動について調べるとともに、円筒型電池を作成し、高温時の発熱反応挙動を調べ破裂・発火に至るメカニズム解明の見通しを得る。3) 電池劣化機構に関する研究: 電池寿命の向上に資するため、特に正極材料、負極材料の充放電サイクルに伴う劣化挙動について、構造論的な見地から検討を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・1) 鉄系正極材料については、水熱法により合成された鉄含有  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  が 4 V 領域に放電容量を有することを見出し、その充放電反応は主に鉄原子の価数変化によることを解明した。負極材料については、高容量スズ系等合金材料を薄膜化することにより材料の構造変化等を調べた。電解質については、新規ドライポリマー系材料の研究開発を国内民間企業と共同で行うとともに、安全な液体系電解質の探索も平行して行った。2) 安全性の研究については、円筒型電池を用い、ポスト  $\text{LiCoO}_2$  として有力なスピネル型  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  の高温時の発熱反応挙動を調べた。3) 電池劣化機構については、高温保存特性が劣るスピネル型  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  の寿命の改善のため、高温劣化に影響する構造因子を東工大/物質・材料機構との共同研究により調べた。

[中期計画]

- ・自立分散ネットワーク技術の開発を行い、高速制御ソフトウェアと多数モジュール制御技術、分散エネルギーに関する広域情報を組み合わせ全体エネルギーシステムを運用する技術の基礎と評価手法を確立する。

[平成 13 年度計画]

- ・分散電源を大規模に有効に利用する技術としてのエネルギーネットワーク技術について、1) 分散電源を電力系統に連系する変換器が多数台並列動作するシステムを、安定かつ高効率に運転する技術を開発し、次年度に動作検証を行う。2) 大規模基幹系と自律分散ローカルシステムとの最適な役割分担と制御方式について検討を行う。3) エネルギー・環境分析モデルのための統合的な分析支援環境の構築と、温暖化気体削減ベストミックスに関するケーススタディを実施する。以上の研究の学術的成果については、電気学会、エネルギー資源学会などの関連学会においてエネルギーネットワーク研究のコンセプトと具体的アプローチについて発表する。

[平成 13 年度実績]

- ・並列運転したパワーモジュールの特性について、並列モジュールの相互干渉の問題を含めて評価した。分散電

源と貯蔵とを多数台連系したローカルシステムの提案をし、制御の方式の検討を開始した。エネルギー・環境分析モデルの拡張、詳細化、および CDM の評価方法の提案を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・集合住宅用を対象として、エネルギー需要データを実測・集積し、エネルギー消費パターンのモデル化を行う。また、エネルギー消費パターン、発電部の特性等を考慮した、小型分散システムの設計を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・関東地区の集合住宅のエネルギー需要データ実測に基づき、エネルギー消費パターンのモデル化を行い、それに基づいて分散型電源とエネルギー貯蔵デバイスを含む小型分散システムを設計した。

### ③ 新エネルギー技術

エネルギー安定供給と環境負荷の低減という社会的要請の同時解決を図るため、化石燃料の環境調和利用を図りつつ、環境負荷を小さくするクリーンエネルギーの基盤技術を開発する。

[中期計画]

- ・低コスト高性能の太陽電池生産に向けて、高効率積層型薄膜シリコン系太陽電池の製造技術、光閉じ込め型極薄膜結晶シリコン太陽電池技術、CIS 系太陽電池の高信頼プロセス技術、超高効率の化合物太陽電池の低コスト製造技術、安価で高性能な色素増感太陽電池技術などを開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・高効率積層型薄膜シリコン系太陽電池に関して、1) 結晶シリコン材料の研究開発：発光分光法、質量分析法等のプラズマ気相反応診断法、分光エリプソメトリー法、全反射赤外吸収分光法等の表面反応診断法の適用により、水素希釈シランプラズマからの微結晶核発生機構を解明する。2) 光安定化シリコン薄膜材料の研究開発：100 種類以上の作製条件の異なった資料における光劣化の程度の解析と膜の構造解析とから、光劣化を引き起すアモルファスシリコンネットワーク中の微視的構造を推定する。3) 太陽電池構成に対する研究開発：微結晶シリコン太陽電池を試作し、微結晶シリコン太陽電池における効率と膜の結晶性との関係を解明する。

[平成 13 年度実績]

- 1) 微結晶シリコン成長の核形成前駆体として SiHn 複合中心を発見し、さらにこの複合中心形成における膜内応力の関与を示唆した。
- 2) 作製条件を大幅に変化させて作製されたアモルファスシリコン薄膜において、膜の光劣化の程度と膜中 Si-H<sub>2</sub> 結合密度との対応関係を確認した。
- 3) 微結晶 p 層の低温プロセス化と高ドーピング効率化に成功した。また、高効率微結晶シリコン太陽電池における電気伝導の等方性を確認した。

[平成 13 年度計画]

- ・極薄膜結晶シリコン太陽電池、超高効率化合物太陽電池に関して、1) 極薄膜 Si 太陽電池の高 Voc 化を目指して、アルミナセラミック基板上のシリコン結晶の高品質化を図る。2) 極薄膜 Si 太陽電池の膜成長表面／界面への光照射・水素化による膜質・界面制御についての研究を行う。3) 超高効率太陽電池の化合物材料の格子不整合ヘテロエピタキシャル膜の高品質化を行うとともに、セル試作プロセスの構築を開始する。以上の研究によって、極薄膜結晶 Si の高品質化、格子不整合化合物膜の高品質化についての詳細な知見を得る。

[平成 13 年度実績]

- 1) 滑らかなアルミナ基板(反射率 86 %)上の場合には BSF (backsurface field) 技術が成功し、極薄膜結晶シリコン太陽電池の短絡電流 Jsc が向上した(光電流 18.8 mA/cm<sup>2</sup> から 20.14 mA/cm<sup>2</sup>)。開発した拡散反射アルミナ基板(凸凹表面、反射率 100 %)上の光閉じ込め型 2 μm 極薄膜結晶シリコン太陽電池(現在、光電流 26.8 mA/cm<sup>2</sup> の世界トップデータを維持)に適用して、さらなる高光電流出力(>30 mA/cm<sup>2</sup>)の実現を目指した。接着接合型極薄膜 Si セルについて、Si 膜厚 10 μm で世界最高効率 9.6 % のセルを試作し、更なる高効率化を図った。
- 2) 光照射下で過剰キャリアを供給しながら形成したシリコン薄膜では、膜成長後の光照射に伴う欠陥形成が 1/2 程度に低減できることを確認した。セル特性劣化の大幅な防止につながるかと考えている。
- 3) Si 基板状への、欠陥密度 10<sup>5</sup> cm<sup>-2</sup> 台の高品質 GaAs 膜形成のために、初期低温成長バッファー層に着目し、従来の定説(30 ~ 100 nm)より厚くすることで高品質膜になる事を確認し、その物理的解釈と総合的な高品質化手法を検討した。

[平成 13 年度計画]

・CIS系太陽電池に関して1) CISとCGSの化学的性質の違いを明らかにするためにCuGaSe<sub>2</sub>における異相の形成機構を解明する。2) CIS系太陽電池の特性を左右するZnO/CuInSe<sub>2</sub>界面を制御するための界面の評価技術を確立する。

[平成13年度実績]

- ・(1) 高Ga濃度CIGS太陽電池の効率化を旨として、酸素雰囲気アニールでの組成制御法を初めて発見し、太陽電池の試作を開始した。
- (2) 低抵抗透明導電膜の開発において、400～1100nmの波長域で平均96%以上の透過率を示すZnO透明導電膜の作製に成功した。
- (3) CIGS太陽電池作製プロセスの開発において、CIGS太陽電池で効率15.3%(反射防止膜無)を達成した。

[平成13年度計画]

・高性能色素増感太陽電池の研究開発に関しては、光電変換効率の高い色素増感太陽電池の実現のため、高性能色素、酸化物半導体光電極、レドックス電解質系の探索・設計を中心に開発を行う。

[平成13年度実績]

・新規Ruフェナントロリン錯体を合成し、高性能化にはカルボン酸基の数が重要であることを明らかにし、変換効率6.6%を達成した。Ru以外の金属色素系で初めての例である白金錯体色素を開発した。また有機色素(クマリン系)として世界最高の変換効率6%をもつ新しい色素増感太陽電池を開発した。酸化物半導体の調整法の検討を行い、変換効率向上のための指針を明らかにした。平成13年度の目標はほぼ達成した。

[中期計画]

・太陽光発電システムの大量導入に向けて、多数の太陽電池パワーモジュールの高機能並列動作技術を開発すると共に、太陽電池モジュールの設計・監視・診断などの総合支援技術、性能・信頼性評価技術、リサイクル技術などを確立する。

[平成13年度計画]

・太陽光発電システムに関しては、1) 太陽光発電総合システム評価ツールの完成を目指し、実環境システム性能評価技術の開発を進めるとともに、新方式最大出力制御回路を組み込んだパワーコンディショナの試作・運転を行う。住宅モニターデータ、衛星雲画像等を利用した広域での面発電特性の解析を行う。2) 新手法による各種積層構造太陽電池セル及びCIGSセルの長期性能評価・各層劣化分離技術の精密化を行うとともに、モジュールの劣化・故障診断技術の検討に着手する。また、各種太陽電池およびモジュールの性能評価法の検討を行う。3) 加熱有機溶媒法による既存モジュールリサイクルについて、各種条件下での回収実験を行い、最適条件抽出を行うとともに、リサイクラーブルモジュールの基礎検討を行う。以上の研究によって、太陽光発電システムの詳細設計ツールの早期完成、長期性能評価法の確立、太陽電池モジュールリサイクル技術の確立を目指す。

[平成13年度実績]

- ・1) 開発したツールにより発電量推定シミュレーションを行い、月積算発電量推定の誤差10%未満を達成した。
- 2) 2重封止型リサイクル対応モジュールの試作し、ほぼ100%の回収率を達成した。
- 3) 太陽電池セル・モジュール評価装置を他機関から移設し、精度の確認を行った。
- 4) 10年間暴露したモジュールの劣化状況を調査すると共に、複合劣化加速試験装置を設計した。

[中期計画]

・次世代型燃料電池の開発に貢献するため、燃料の多様化技術、起動停止特性の改善技術などを開発し適用用途の拡大を図るとともに、新規電解質及び新規電極触媒技術を開発する。

[平成13年度計画]

・次世代型燃料電池に関して、1) 改質ガス中の一酸化炭素に対する被毒がPEFCの深刻な問題であるため、耐性の高い電極触媒を開発することを目的に従来のPt-Ru系にこだわらない新しい触媒材料系を探索し、特性データを収集する。2) DMFCの性能向上を図るため、メタノール酸化活性の高い電極を開発することを目的に、電極の種々のパラメーターが特性に及ぼす影響を調べ、さらに新しい電極触媒系のスクリーニングを行う。3) 燃料電池を水素を媒体とした新しい分散型電力貯蔵システムへ応用を図るため、水電解機能を併せ持つ可逆セル(URFC)の基本技術の開発を行う。4) 固体電解質型燃料電池の燃料多様化、軽量・低コスト化を指向した金属基体管型単セルを試作する。また改質系システムを中心に解析手法の検討、測定装置の製作を開始する。

[平成13年度実績]

- ・1) PtRu合金触媒に替わる新規触媒として、Pt/金属酸化物系触媒に着目し、高い耐CO特性を有しかつ燃料電池電極に適用可能な触媒系を検討した。その結果、Ruに代わってMoO<sub>2</sub>やWO<sub>3</sub>をカーボンブラック担体上に析出させることで、Pt/C触媒の耐CO特性を向上できることを明らかにした。
- 2) PtRu合金触媒を使用する場合の触媒量、集電体の撥水性、電極作製方法と電池特性の関係を調べた。また、Pt合金触媒系のスクリーニングを行った。

3) URFC 高性能化のために重要な因子の一つである集電体層の撥水性制御の最適化を目指し、PTFE 被覆量で集電体の撥水性をコントロールした場合の燃料電池・水電解特性を検討した。PTFE 被覆量が  $400 \text{ mg/cm}^2$  以下の領域に最適値があることを明らかにした。

4) 固体酸化物形燃料電池について、溶射法でNiフェルト上にセルを構成し  $0.13 \text{ W/cm}^2$  の出力を得た。動特性解析の検討では高周波側で  $1 \text{ kHz}$  付近に限界があることを見いだした。規格・標準化手法についてトレーサー希釈法による流量校正の見通しを得た。直接燃料導入実験の準備としてアノード支持セルの試作を行い、金属材料の水蒸気酸化・浸炭現象の解析に着手し、SIMS 分析の有効性を確認した。炭素析出に関連すると想定されるセリア系酸化物のホール伝導度とプロトン溶解度との相関を熱力学的に解析した。

[中期計画]

・変動風荷重に対して風力タービンの出力変動 50% 低減低減を実現する技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・独自設計の翼型ロータを搭載した風車を強風山岳性風況下で運転試験し、出力特性を計測する。また、風車性能に及ぼす風況、地形の風特性、ロータ空力音等の環境影響特性データを収集する。

[平成 13 年度実績]

・WINDMEL 風車を鈴鹿山系野登山でフィールド試験を実施し、国際的にも極めて変動の激しい山岳性風況下での風特性および風車運転データを取得した。また、風特性、地形因子の影響を解析し、運転・性能に及ぼす影響を調べた。風特性に関しては、IEC 国際標準の 50 年再現確率の突風がわずか 3 ヶ月間で出現し、その立ちあがり速度も倍以上であることが観測された。

[中期計画]

・化石資源・廃棄物等から水素濃度 80% 以上の高純度水素を二酸化炭素濃度 1% 以下で製造するための基盤技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・水素生成反応機構の解明とプロセス設計データを取得することを目的として、温度・圧力等の反応条件と水素生成速度との関係を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・反応率 50% までは約 1 分、80% までは数分の反応時間であることを明らかにした。反応圧力を数百気圧から数十気圧にしてもほぼ同じ反応速度が得られた。この圧力では乾式供給が可能となり冷ガス効率を 75% 以上に向上させる目途がたった。

[中期計画]

・樹木系バイオマスをガス化率 90% 以上でガス化する技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・流動層ガス化装置および固定床ガス化装置を用いて、木質系バイオマスを原料としてガス化実験を行い、バイオマスの最適ガス化条件を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・小型固定床ガス化装置を試作し、これを用いて無触媒、高温 ( $\sim 900 \text{ }^\circ\text{C}$ )、水蒸気-air の条件下で木粉、バイオマス構成成分 (セルロースやキシランなど) をガス化し、84~93% (Cベース) で  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ 、( $\text{CO}_2$ ) を含むガスを得た。

[中期計画]

・酸化物を中心とした微粉末半導体光触媒を用いた太陽光による効率的な水の直接分解プロセスを開発するための基盤技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・太陽光による水からの水素製造に関して、可視光応答が可能な酸化物半導体光触媒系の探索・設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・新しい可視光応答性の酸化物半導  $\text{InTaO}_4$  系光触媒を開発し、世界で初めて可視光照射下での水の完全分解に成功し、水素・酸素発生を達成した。さらに光合成メカニズム (Z スキーム) を模倣した 2 段階触媒系システムを設計し、可視光照射下、水の完全分解が進行することを見出した。炭酸ガスの固定化に関しては Ru 系の可視光応答性複核錯体を新規に合成した。平成 13 年度の目標を達成した。

[中期計画]

・水と炭酸ガスと太陽光から高効率で高エネルギー化合物を製造する人工光合成プロセスの確立のための基盤技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・炭酸ガスの光固定化に関しては、可視光応答性多核金属錯体の合成を行うと共に、システムの設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・Ru 系の可視光応答性複核錯体を新規に合成した。さらに Rh 錯体を触媒とする水中での炭酸ガスの水素化反応を見いだした。

[中期計画]

・将来のエネルギー供給の基幹部分を担う原子力について、より安全で環境負荷の小さい核融合方式に関する基盤技術の研究開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・逆磁場ピンチ閉じ込め方式について、中性粒子パワービームを増力し、不安定性モードの能動的制御を図る。また、慣性閉じ込め方式について、高効率方式の検証のため超高強度 KrF レーザーの照射実験を進めるとともに、レーザーの高繰返し動作実証と長寿命化のための技術開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・逆磁場ピンチ方式について、中性粒子パワービームの電源を開発し、不安定性モードの特徴的なロックモードを低いプラズマ電流で能動的に抑制することに成功した。慣性閉じ込め方式について、超高強度で予備的な照射実験を開始すると共に、1 Hz で動作する原型増幅器を完成し、動作を確認した。

#### ④ 資源技術

地下資源の探査手法、資源量の評価手法、資源開発・利用に伴う安全技術、環境保全技術に関する研究開発を行うとともに、アジアを中心に資源開発研究協力を実施する。

[中期計画]

・ヒストリーマッチングに地球物理学的なモニタリング手法を適用した地熱貯留層評価管理技術の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・地熱貯留層評価管理技術の基盤技術である貯留層を構成する断裂系の水理特性を高精度に把握するための坑井水理試験法、透水率検層法の開発を目的として、SA 法によるインバージョン解析法、ならびに音波・NMR・エレクトロサイスミックの各検層法について基礎実験を行い実用化可能性を明らかにする。また、同じく探査ネットワークの開発を目的として、絶対重力計を用いた基準点評価法の開発、電気・電磁気探査法における室内実験による界面動電現象パラメータの解明、磁場変動調査手法の FS、浅部 3 次元比抵抗変動調査法の評価、地震波探査法として、アレイ観測法、散乱重合法等の適用性を明らかにする。さらに、数学的ポストプロセッサー、ヒストリーマッチング技術等の変動予測技術について、磁場ポストプロセッサーのプロトタイプを構築し、重力・SP 等のポストプロセッサーについては体系的な感度解析により適用性を示す。同時に地中熱利用技術の開発のために、モデル地域において水文学・地質学的な調査を行い、平野部地下の温度場、地下水流動、環境影響を解明するための基礎資料を得る。

[平成 13 年度実績]

・断裂水理探査法の開発: SA 法による逆解析法について 3 次元モデルを扱えるよう拡張を行い、100 m 級坑井で音波・NMR・EKL 検層データを取得・解析した。探査ネットワークの開発/重力探査法では可搬型絶対重力計の評価を終え、電気・電磁気探査法では、民間ディベロッパーとの共同で野外データを取得・解析した。また 3 次元電気探査法においては自動電気探査装置を試作した。地震波探査法では、室内実験等を実施した。変動予測技術では、磁場ポストプロセッサーの評価計算を終了するとともに、SP ポストプロセッサーの MINC 媒質への拡張を行った。モデリング支援技術では、ESR 測定装置の導入・調整を行った。

・仙台平野の地下水流動系の概略の解明: 地質要素の解析用ソフトウェア選定し、予察的な熱回収シミュレーションを行った。

[平成 13 年度計画]

・三陸沖周辺(東北日本太平洋岸)及び北海道において石炭起源ガスを、南海トラフ海域においてガスハイドレートを対象として、地質学的な調査を行い、堆積盆の地史、テクトニクス、それぞれの鉱床の成因・形成機構を解明するための基礎資料を得る。また、天然ガスの資源ポテンシャル評価技術の見直しを行う。

[平成 13 年度実績]

・三陸沖周辺において、既存資料の検討、炭田等の野外調査および試料採取、基礎試錐「三陸沖」検層データの解析を行い、堆積盆の地史、古環境、資源ポテンシャルの検討を実施した。南海トラフの地震探査データ解析・海底地質調査により、メタンハイドレート量の推定手法・賦存に関わる地質学的条件の検討を行った。

[平成 13 年度計画]

・前弧及び背弧含油ガス堆積盆の構造・貯留岩・根源岩の特性及びその形成機構に関する基礎的資料を収集し、天然ガス鉱床の地質学的特性を検討する。さらに、各種在来型天然ガスのガス成分や付随水の化学・同位体組成を測定し、メタンの起源や鉱床成因に関する地化学的検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・タービダイト貯留岩の研究として、房総半島、新潟堆積盆の地表調査を実施した。熊野海盆・日本海より試料を採取し、タービダイト貯留岩形成機構に関する解析を実施した。秋田・岩手で地表調査を実施し、同地域の年代層序を確立し、広域テクトニクスを検討を進めた。水溶性天然ガス生成に関連し、アーケア起源メタンの同位体比の支配因子と濃集機構に関する新モデルを提案した。新潟・秋田天然ガスについてのこれまでの化学・同位体分析結果をまとめた。

[平成 13 年度計画]

・ガスハイドレート資源評価技術の開発のため、炭化水素混合ガスのハイドレート生成温度圧力条件を評価するとともに、ハイドレートの生成・分解に関係する地化学的指標の抽出を試みる。また、茂原型水溶性天然ガス鉱床のハイドレート起源説を検証するための試・資料を収集する。

[平成 13 年度実績]

・ガスハイドレート室内合成実験により炭化水素ガスの相平衡条件を決定し、統計熱力学的に相平衡条件を推定するプログラムを開発した。南海トラフのメタン冷湧水域等から海底堆積物試料を採取した。海洋ハイドレートの地化学探査手法の適用性に関する検討を実施した。環境変動要因としての海底下メタンハイドレートに関する地球科学的研究の動向を調査した。

[中期計画]

・石炭起源天然ガス資源、ガスハイドレート、潜頭性大規模熱水性鉱床等に関して、鉱床の成因・形成機構を解明、資源ポテンシャルの評価技術の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・石炭起源天然ガス鉱床のポテンシャル評価を目的として、炭田等の野外調査と既存地質データの再評価により石炭形成環境の空間的分布を把握するとともに、石炭や三陸沖コア試料の分析により、石炭起源ガスの生成に関係する分子指標の抽出を試みる。

[平成 13 年度実績]

・既存の炭質データの発熱量・揮発成分解析に基づき炭質の空間的な変化の解析を筑豊および佐世保炭田で行った。久慈炭田の石炭試料について、ビトリナイト反射率測定、石炭組織分析を行った。

[平成 13 年度計画]

・金属・非金属資源の鉱床の生成条件・年代・環境などを地質・鉱床・鉱物学的見地から検討し、資源の評価・探査法の高度化を図る。特に北海道無意根熱水系については、活動的鉱化熱水系の典型例として、その時空的発展・鉱化流体の上昇経路などの総合的解明を進め、深部ポテンシャルの評価を行う。JICA プロジェクト型技術協力に関連して、国外の酸性貫入岩に伴う大規模ベースメタル・金鉱床の形成モデルや形成の場の検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・北海道南部無意根一豊羽熱水系地域にて、電磁気探査手法により、深部貫入岩と既知鉱床の位置関係を描出した。また、地表に露出する熱水性鉱物試料の流体包有物と安定同位体組成を解析し、熱水系縁部に卓越した熱水の温度・流体組成を明らかにした。

・国内外の酸性貫入岩に伴う金・銅・鉛・亜鉛・錫・モリブデン鉱床に関する資試料を分析し、鉱化作用のモデル化を行った。さらに、国内・極東ロシア・モロッコ・中米に分布する鉱床の産状・成因を比較し、各鉱床型に最適な鉱床探査・開発手法を改良した。特に、南米やアジア大陸の斑岩銅鉱床の探査・開発手法において大きな成果を得た。

・国内で採掘・利用される非金属鉱物資源のうち、タルク、パイロフィライト鉱床の成因的分類法を提案し、さらに各タイプごとに探査・評価手法の改良、自然への負荷の少ない採掘法の検討を行った。ベトナムのパイロフィライト鉱床については、鉱体の成因・下部構造を明らかにし、今後の開発方法について提言を行った。

[中期計画]

・資源の開発・利用及び放射性廃棄物等の地層処分を安全かつ低環境負荷で実施するための地下計測・監視技術確立するために、長期地下モニタリング技術の開発を行う。また、リスクアセスメントの高度化等による安全管理手法の開発、安全基準、検定、爆薬及び液化石油ガスの安全利用等に係る基準の策定に関する研究を実施

する。

[平成 13 年度計画]

・地震波探査データ解析手法の開発のために、散乱重合法の地熱探査における実測データへの適用、及び、地震波の全波形を用いるインバージョン解析・トモグラフィ解析手法の開発を行う。また、不均質媒質中の地震波伝播を明らかにするために、不均質構造や亀裂を含む岩石を用いた実験により、媒質中を伝わる地震波のゆらぎや S 波速度の分離現象を調べ、地震波波形と物性の関係を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・地震波散乱重合法解析プログラムを並列計算機へ実装して処理を高速化し、実測データによる評価を行った。全波形を用いるトモグラフィ解析手法を数値合成記録に適用し、走時トモグラフィに比較して分解能の向上を実現した。不均質構造を有する岩石試料を用いた波動伝播モデル実験によって波動場のゆらぎや S 波速度分離現象を定量的に解析した。

[平成 13 年度計画]

・電磁気探査データ解析手法の開発のために、MT 法 3 次元インバージョン解析手法の地熱探査データへの適用性、人工信号源電磁法の 2.5 次元インバージョン解析手法の石油探査データへの適用性について明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・人工信号源電磁法の 2.5 次元インバージョン解析手法および電磁トモグラフィ波動場解析法を石油探査におけるデータへ適用し、その有効性を確認した。差分法による MT 法 3 次元インバージョン解析プログラムを改良し、世界初の試みとして実測データへの適用を行った。MT 法 3 次元モデリング手法について、辺要素を用いた有限要素法モデリング手法を開発した。

[平成 13 年度計画]

・NMR 物理探査手法の開発のために、地熱地域の坑井における NMR 検層データの解析、及び NMR 室内実験による粘土等の多孔質サンプル中の水の拡散係数に関する基礎資料を整備する。

[平成 13 年度実績]

・シンクロトロン X 線 CT 実験によって多孔質砂岩の 3 次元空隙構造データを取得した。X 線 CT 光源の光子エネルギーデータを解析した。浸水させた岩石の亀裂幅と NMR 緩和データとの関係を定量的に求める室内実験を実施した。NMR および X 線 CT を用いた粘土中の水と重イオンの拡散係数実験を実施した。

[平成 13 年度計画]

・放射性廃棄物等の地層処分を安全に実施するため、塩淡境界の 3 次元的分布を明らかにするための地下水観測井による水位・水質データを集積するほか、シミュレーションによる検討を進める。また、光音響分光法を用いた新しい地下水センサーの開発のために、センサーの試作とキャリブレーション及び地層間隙水の水質・同位体分析によるデータ収集を行う。

[平成 13 年度実績]

・個別課題「地層処分に関わる深部岩盤調査・地下水観測データ」のうち「地下水観測」では、千葉県蓮沼海岸での地下水観測を継続し、Ghyben-Hertzberg の変形式により水頭分布を計算した。また、地下水センサーを試作し、キャリブレーション実験を開始した。

[平成 13 年度計画]

・地放射性廃棄物等の地層処分を安全に実施するため、地下深部岩盤の初期応力状態を明らかにするための地下 400 m までのボーリング孔による地下岩盤調査と応力測定を行う。

[平成 13 年度実績]

・岡山県の花崗岩質岩盤における掘削により、深度 320 m までの岩盤状況・応力状態のデータを取得・解析した。

[平成 13 年度計画]

・放射性廃棄物等の地層処分を安全に実施するために必要な長期的な岩盤安定性評価法の開発のため、高温高圧下の岩石長期変形試験による強度特性データの収集、坑井掘削音を用いる地震波探査解析法の開発のための掘削音データの収集を行うとともに、岩石コア試験による亀裂解析と地下応力測定の研究を行う。

[平成 13 年度実績]

・長期高温高圧クリープ試験機を設計・導入し、クリープ試験を開始した。また、クリープ試験に用いる岩石の高温高圧下での圧縮試験、破壊靱性試験を実施し、対象岩石の力学特性を把握した。

・花崗岩採石場(岡山県)の応力測定井を対象に、トリコーンビットによる掘削区間約 10 m の坑井掘削音データの

取得・解析を行い、掘削深度の 20 倍以上の深度までの物理探査が可能であることが確認された。  
・地下 300 m～600 m から採取したコアにて実施した AE 法応力測定の結果から本測定法の有効性を確認した。さらに、本手法による試験法を標準情報 TR として取りまとめた。

[平成 13 年度計画]

・放射性廃棄物等の地層処分を安全に実施するために必要な長期地下モニタリング技術の開発を行うため、光ファイバーを用いた熱物性量センサー及びキャパシタンス電極を用いた比抵抗モニタリング手法について検討を行い、室内実験における特性評価を行う。

[平成 13 年度実績]

・光ファイバーを用いた熱物性量センサー及びキャパシタンス電極を用いた比抵抗計測装置のセンサー部分の基本動作の確認を行った。

[平成 13 年度計画]

・災害事例の収集等により鉱山における保安計測の果たすリスク低減効果を検討する。特にリスク低減効果の算定手法を検討し、災害統計との対比により算定手法の有効性を実証する。

[平成 13 年度実績]

・国内鉱山におけるメタン検知システムを対象にケーススタディを実施し、技術水準がもたらすリスク低減効果を半定量的に推定した。

[中期計画]

・インドネシアでの地熱資源調査とベトナムでの鉱物資源探査・評価についての資源開発研究協力を行う。

[平成 13 年度計画]

・インドネシア東部のフローレス島において、インドネシア鉱山エネルギー省地質鉱物資源総局、NEDO と協力しつつ、熱帯遠隔離島地熱地域に適した地熱探査技術を確立し、最終年度である 13 年度では、成果を論文集・CD-ROM 等により出版する。

[平成 13 年度実績]

・本研究の探査結果をもとに掘削した坑井での噴気試験により毎時 25 t の蒸気を確認し、本研究で構築した地熱探査システムの有効性を実証するとともに、これら成果を論文集・CD-ROM として出版した。

[平成 13 年度計画]

・ベトナムの地球科学情報及び鉱物資源に関する資料収集を行う。

[平成 13 年度実績]

・ベトナム北部の耐火粘土鉱床の成因的検討を行い、流通、加工工程などに関する情報収集を行った。

## (2) 革新的・基盤的技術の涵養

### 1. 分野横断・革新的技術

福祉高齢化社会においても安全・安心な生活、高度情報化社会および環境と調和した社会システムの実現のためのフロンティア技術の開拓を目指し、新現象の解明、革新的物質・デバイスの創製のために、ナノバイオテクノロジー、ナノデバイス、ナノ材料など、各分野の研究開発の推進の基盤となる、分野横断的なナノテクノロジー技術及び多分野にまたがる共通基盤技術である光技術、計算科学、人間のモデル化技術、計測分析技術について、先導的、先進的に研究開発を進める。

#### ① ナノテクノロジー

ナノメートルにおける物質の制御による有用な材料、デバイス、システムの創製技術とともに、材料・機器のマクロ性能の飛躍的向上をはかる技術を開発する。

[中期計画]

・量子構造における新規物理現象の探索・解析を行い、単一電子検出デバイス、スピンドバイス、超伝導デバイス等へ応用するための要素技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・直径 1~2 nm の単層カーボンナノチューブをピラミッド状に加工したシリコン先端に化学成長させ、原子間力顕微鏡の分解能を飛躍的に向上させる。従来の原子間力顕微鏡では測定不可能な 10 nm 以下の微細構造を、カーボンナノチューブプローブを用いて測定する技術を更に高め、原子分解能測定を様々な走査プローブ顕微鏡で可能とし、ナノ構造における量子現象の解析に適用する。

[平成 13 年度実績]

・カーボンナノチューブの電気的特性を正確に測定するための試料作製方法を開発した。絶縁膜酸化シリコン基板上に触媒をパターンニングし、熱 CVD 法により触媒よりカーボンナノチューブを成長させ、成長位置の制御に成功した。

[平成 13 年度計画]

・触媒等実用上重要な材料開発を目的として、原子・分子レベルで構造のよくわかったモデル系を構築し、その作動原理を解明することにより従来経験に頼ってきた実用材料開発に設計指針を与える。

[平成 13 年度実績]

・工業的にも有用なペロブスカイト酸化物である  $\text{SrTiO}_3$  (100) 単結晶表面の原子配列は、これまで信じられていたものとは違う構造をとっていることが、非接触原子間顕微鏡(NC-AFM)及びトンネル顕微鏡(STM)の併用により明らかになった。ナノメートルオーダーの表面長周期構造を、酸化物の固相反応により作製することに成功した。  
・和周波発生法(SFG)により、蒸着重合法によるポリイミド薄膜形成過程を調べた。また、SFG によりポリエチレンテレフタレート(PET)と酸化チタン界面の構造を調べ、埋もれた界面分析に SFG が有効であることを示した。酸化チタン表面へのチタン酸イソプロピルの吸着/分解過程を STM により調べた。Ni 単結晶表面上での種々の炭化水素分子の分解過程を高感度赤外反射分光法及び昇温脱離法により調べた。また、酸素原子で修飾された銅単結晶表面上への水の吸着の初期過程を低温 STM により調べた。

[平成 13 年度計画]

・物質の極限的な特性を引き出し実用材料として定着するために、原子・分子からクラスターのようなメソスコピックの大きさを持つ粒子までを制御性良く配列させる技術の検討を行い、このような人工的な構造体により初めて実現される新奇な機能を調べる。

[平成 13 年度実績]

・金属ナノ粒子の最安定構造がサイズによってどのように変化するのか、バルクの結晶構造とは異なる特異構造がどのサイズ領域で安定に現れるのかを解明するために、数ナノメートル以上のサイズのクラスター・ナノ粒子を気相中で熱処理する装置を製作し、予備実験を行った。構造解析に必要な電子顕微鏡像の計算機シミュレーションを行った。

[平成 13 年度計画]

・カーボンナノチューブ探針走査プローブ顕微鏡の開発と応用により、DNA 等生体機能分子の高分解能観察、およびゲノム観察・操作のためのバイオチップの開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・水溶液中で原子間力を測定するための AFM センサーの開発を行い、通常の光テコ方式と比較して 5 倍の感度向上を達成した。また、カーボンナノチューブを用いた AFM チップの特性を評価するとともに、生体分子系の評価への応用を行った。

[平成 13 年度計画]

・ナノ粒子への成長途中にあるクラスターおよびナノ粒子の構造と化学反応性、およびその成長過程を実験的に明らかにすることを目標とし、レーザー分光法と質量分析法の併用によるクラスター観測手法の高度化、金属原子、金属クラスターと分子との基本的な相互作用の解明、金クラスター等の金属触媒モデル系における反応素過程の解明等に取り組む。

[平成 13 年度実績]

・サブナノから数ナノメートルサイズのクラスターの反応性、成長過程、安定化の過程を明らかにするために、真空中にクラスターをトラップし高分解能質量分析法を用いて検出している。遷移金属クラスターとシランとの反応により成長する金属シリコンクラスターを観測し、特定の組成のものが生成することを見いだした。例えば 5 族では  $\text{V}_3\text{Si}_2$ 、 $\text{Nb}_3\text{Si}_2$ 、 $\text{Ta}_3\text{Si}_2$  など、6 族のタングステンではシリコンで覆われたと考えられるクラスターが得られた。

[平成 13 年度計画]

・有機ナノ構造(高分子、分子集合体、生体等)の光電子機能の理論的解明、および量子ナノ構造デバイスの電子機能解明、および量子計算機などの原理探索に関して、理論および計算科学的研究を展開するため、ナノ構

造制御によってもたらされる超高効率光誘起相転移の新たな機構の探索を行い。カーボンナノチューブの電子物性、光合成系におけるエネルギー移動機構の解明、および導電性高分子・電界発光高分子におけるキャリアの物性の計測・制御を行う。

[平成 13 年度実績]

- 分子性磁性体の光誘起相転移の機構を解明するため、局所ポテンシャルの第一原理計算を行い、双方向相転移の初期過程を明らかにした。一般的なモデルを用いて光誘起相転移についてのモンテカルロシミュレーションを行い、超格子ナノ構造材料においては、均一系に比べて、より弱い光励起でより速く光誘起相転移が進行することを示した。
- 分子性材料の新機能の理論的探索として、分子集合体の 2 光子応答、積層ナノグラファイト系の磁性、フラーレン有機強磁性体の磁性などについて研究した。導電性高分子に関して、新しいキャリアの形態であるポーラロンペア状態を見出した。
- ナノワイヤなどのナノ構造の量子伝導特性を解析するための理論的枠組みを構築し、それを数値計算するためのプログラム開発を行った。
- 制御された量子状態の応用に関する理論的探究を行い、周波数標準の精度を向上するための技術としてエンタングルしたイオンを用いる方法について、デコヒーレンスの影響を軽減するための方法を提案した。

[平成 13 年度計画]

- チオフェンオリゴマー液晶の累積膜の構造機能相関を明らかにする。カリックスアレン等の管状化合物の LB 膜およびラングミュア膜について、分子包摂機能とナノ・マイクロ構造との関連を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- アルファ位に種々の置換基を有するターチオフェン(チオフェン 3 量体)を合成し、その温度相転移挙動を調べた結果、シアノ誘導体がネマチック相を示すことが明らかになった。また、2 種類のターチオフェン誘導体混合物の相転移挙動についても検討した。また、ウルム大学の研究者と共同で、アルキル鎖を含むオリゴチオフェン誘導体の結晶構造解析を行い、分子のパッキングを検討した。

[平成 13 年度計画]

- 新スピン機能素子の研究に関しては、スピンによる多様な物理現象を動作原理とする新機能素子の開拓を目指して、超 Gbit 級不揮発性磁気メモリー(MRAM)用強磁性トンネル接合のトンネルスペクトルを調べるとともに、スピン機能半導体新材料の合成、磁気光学導波路におけるモード変換効率の向上および光論理素子の可能性を解析する。

[平成 13 年度実績]

- Fe 超薄膜電極によるトンネル磁気抵抗素子を試作し、従来比で 3 倍の磁気抵抗および量子サイズ効果による振動を室温で実現した(世界初)。また、スピン機能半導体新材料として、希薄磁性半導体 (Ga, Cr)As、および、強磁性かつ絶縁性を示す II-VI 族磁性半導体 ZnCrTe の開発に世界で初めて成功した。新しい薄膜成長法を開発し磁気光学導波路の性能を向上させ、モード変換を実証するとともに、光論理素子としての利用可能性を確認した。

[平成 13 年度計画]

- 酸化物の多様な電気伝導機構の解明と応用に関する研究に関しては、相関ペア波動関数を用いた大規模並列計算による La 系高温超伝導体の低ドープ領域の異常金属領域の解明、および温度、電気、磁気の超伝導 3 大特性( $T_c$ ,  $J_c$ ,  $H_{irr}$ )に優れた最高性能超伝導材料開発の指針を得る。また、超伝導体と強磁性酸化物界面でのスピン偏極準粒子注入の実験を行う。さらに、遷移金属系酸化物の新しい単結晶成長技術の開発および多重極限環境下での表面・界面電子状態の微視的解明を行う。

[平成 13 年度実績]

- 大規模並列計算により低ドープ域ではナノスケールでオーダーパラメータが空間的に変調した状態が実現し、その超伝導凝縮エネルギーが実験値に近いことを示した。Ru 酸化物における圧力誘起強磁性相転移とそれにとまなう新量子臨界現象を発見した。Bi 系高温超伝導体が異方的超伝導性を示すことを明確にした。最高性能の超伝導材料開発では、配向性の良い Tl-1223 薄膜を作製し、ナノドットをピン止め中心にすることで  $J_c$  を一桁以上向上させることに成功した。スピン偏極準粒子注入実験として、YBCO/LSMO 微小接合においてコヒーレント輸送現象の存在を世界で初めて観察した。LaSrFeO<sub>4</sub> 単結晶が複数種類の反強磁性秩序相を持つことを見いだした。

[平成 13 年度計画]

- 量子機能素子の研究に関しては、単一電子のポンピングやスピンとの相互作用を利用した新機能素子、および超伝導超格子(BSCCO 薄膜)構造による THz 発振素子の研究を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・単一電子新機能素子に関しては、Ni/Co/Ni 縦型強磁性体単一電子トランジスタを試作し、12 K において基本的動作に成功した。BSCCO 超格子系で JJ 接合数が 4~30 と少ない超伝導超格子の作製に成功した。

[中期計画]

- ・単一分子の導電特性、力学特性等の物性を計測するために、多針の多機能走査トンネル顕微鏡を開発する。さらに、生体分子間の相互作用が計測可能なプローブの開発のための要素技術を確認する。

[平成 13 年度計画]

- ・系統的化学構造を持つ糖脂質の 10 グラムオーダー合成、新規化合物の提案、相挙動の解明等基礎物性の解明と PSII 等膜蛋白質の再構成、結晶化法の探索、並びにナノ材料合成の探索、走査プローブ顕微鏡および表面間力測定を駆使した分子間相互作用の解析、ドラッグデリバリスシステムへの応用についてフィージビリティを確認する。

[平成 13 年度実績]

- ・新しい有機ナノ材料として合成糖蛋白質・リポソーム複合体の調製と材料特性評価を行い、そして、モデル系や生体系を使ったこれら多種類のナノ粒子の機能評価を行った。これらのコンジュゲートの調製は、次のような手順で行った。つまり、混合ミセルの調製、リポソームの調製、合成糖蛋白質のリポソームへの化学的カップリング、そして、段階的酵素反応によるグリコシレーションである。これにより得られた糖鎖導入型ナノベシクルの糖鎖特異的な分子認識機能については、*in vitro* のレクチン結合アッセイで評価した。また、*in vivo* のアッセイでは、エーリツヒ固形癌担癌マウスを使って評価した。その結果、単糖やオリゴ糖を導入した各種のリポソームにおいて糖鎖に特徴的な体内動態結果が得られた。これらの新規な糖鎖導入ナノ材料は、癌組織などへの標的組織特異的なドラッグターゲティング用材料とともに、脂質膜面上での糖鎖分子認識研究などにも応用できる可能性が明らかとなった。

[中期計画]

- ・走査トンネル顕微鏡等の高度化により、次世代半導体における 10 nm オーダーの形態観察、局所元素分析および作製プロセス評価のための *in-situ* 機能解析技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・高速・高効率光スイッチングや量子コンピューティングを目指した、極微小領域における時間・空間・エネルギー相関の計測と制御技術を開発し、半導体量子閉じ込め構造の光物性解析に適用する。

[平成 13 年度実績]

- ・サブミクロンサイズのコア断面を有する金属クラッド導波路の新しい作製方法を確立するとともに、光近接場技術を利用して導波路内を光が伝搬することを実証した。

[平成 13 年度計画]

- ・ソフト有機分子集合系における層構造のエピタキシャル成長とその自発的ナノ構造形成のメカニズムを、分子間相互作用力の直接観測を通じて探求し、ボトムアップ型ナノ構造形成手法の確立に貢献する。

[平成 13 年度実績]

- ・両親媒性スピロピラン化合物である SP1822 の水面展開膜を所定の表面圧に保持し、紫外光照射を行い、スピロピランからメロシアンニンへの異性化に続き J 会合体の形成する条件を明らかにした。LB 膜に光照射を行ったところ、異性化反応に続いて J 会合体形成が観測され、それに伴い大きな形態変化が見られた。

[平成 13 年度計画]

- ・次世代半導体デバイスの評価技術として、ラマン分光機能を有する近接場光学顕微鏡、高速応答性の走査型マクスウェル応力顕微鏡を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・極低温近接場光学顕微鏡により単一ヘテロ構造半導体中の 2 次元電子ガスの分光を行い、電子密度の空間揺らぎを観測するとともに、キャリアの空間相関をより詳細に検出可能な二探針式の SNOM の改良を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・自己組織化、ナノファブリケーション技術によって、超巨大磁気抵抗効果を示す量子ナノ構造磁性体の安定な作製法を開発し、その発現メカニズムを明らかにする。くわえて、量子ナノ構造磁性体における超高感度スピノホール効果の原理実験を成功させる。

[平成 13 年度実績]

- ・自己組織化を用いた超巨大磁気抵抗効果(磁気抵抗スイッチ効果)を示すナノ構造磁性体の作製方法における、各種成長パラメータの最適化を行った。その結果、GaAs(111)B 基板上において、再現性よく当該ナノ構造磁性

体を作製することが出来るようになった。

- ・アバランシェブレイクダウンと呼ばれる電子の雪崩現象が、磁気抵抗スイッチ効果と名付けた超巨大磁気抵抗効果における素過程の一つであることが明らかになった。
- ・強磁性金属／絶縁体／半導体ヘテロ接合の作製方法を確立し、得られた接合構造の構造解析を行った。その結果、原子層で制御された当該接合構造を作製することが出来るようになった。

[中期計画]

- ・極限機能分子としてのカーボンナノチューブを応用するための要素技術(大量生産、高分解能、高再現性、長寿命化等)を開発する。

[平成 13 年度計画]

- ・カーボンナノチューブの STM による原子分解能観察をさらに発展させるべく、極低温・超高真空 STM 装置を導入し、より分解能を高めるとともに、1 ナノチューブの電気伝導特性を計測することで、半導体特性と構造との関連を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・CVD で作製した垂直配向カーボンナノチューブをポリマーで被覆し、同軸ナノワイヤーを形成した。ポリマーの導電率を制御することにより、クロストークを制御できる。
- ・多層カーボンナノチューブの STM 原子像を世界最高分解能で観測し、層間相互作用の存在とその電子特性に及ぼす影響を明らかにした。
- ・アームチェア型単層カーボンナノチューブの STM 原子像を測定し、フェルミ波数の伝導電子の干渉による電荷密度波を観測した。

[平成 13 年度計画]

- ・含金属ディスコティック液晶化合物の高静水圧下における構造、相転移、伝導特性の解析を行い、含金属ディスコティック液晶が示す高キャリア移動度の起源を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・通常のカラムナー(Col)相のほかに結晶に似た規則構造のヘキサゴナルカラムナー(H)相を示すヘキサヘキシルチオトリフェニレン(HHTT)の圧力下の相挙動について、Chandrasekhar 教授率いる液晶研究センターのグループとの共同研究を行ってきた。高圧 DTA および高圧下の広角 X 線回折により圧力下の HHTT の熱的挙動および構造変化を測定、解析し、H 相が約 40 MPa に三重点をとりそれより高圧域で発現しないこと、また Col 相は約 200 MPa 以上の高圧になると単变的に相変化することを見出した。また岐阜大学の沓水助教授との共同研究として、光学的に等方という特異な Cubic 液晶相をとる液晶化合物 ANBC-16 の相転移についてその相転移挙動の圧力依存性を高圧 DTA により測定、解析した。その結果、Cubic 相の温度域が圧力の上昇とともに減少し、約 60 MPa に三重点が存在し、それ以上の高圧で発現しないことを見出した。

[平成 13 年度計画]

- ・電荷移動錯体等の低次元伝導体について、波動関数の局在状態を、磁気分光法を駆使して明らかにし、ナノ構造有機物質における伝導機構モデルの構築を進める。

[平成 13 年度実績]

- ・有機分子性低次元導体において磁場誘起超伝導現象を発見し、その機構解明に成功した。有機超伝導体の臨界温度が一軸性圧力により上昇する場合があることを明らかにした。

[平成 13 年度計画]

- ・光吸収、発光、光伝導等をプローブとした、SWNT の半導体特性の解明、electrochemical な手法も駆使した価電子状態の制御手法を確立する。

[平成 13 年度実績]

- ・分光電気化学的手法を用いることにより、単層カーボンナノチューブ(SWNT)薄膜のフェルミ準位を連続的に制御できることを示した。

[平成 13 年度計画]

- ・STM/AFM による構造観察手法に光・電子物性評価技術を組み合わせることにより、SWNT のナノレベルでの構造と物性の相関関係を解明する。

[平成 13 年度実績]

- ・チューブ 1 本の光伝導・電気特性を評価するために Photo-STM/STS 測定系を構築し、トンネル電流・電圧特性に対する光照射の効果を調べた。光励起エネルギーが SWNT の第 1 電子励起状態を超えると、光照射によりトンネル電流が増大することを見いだした。

[平成 13 年度計画]

・SWNT と異種分子との相互作用を光物性の観点から解明、ナノワイヤーの化学センシング機能開拓へ展開するための基盤技術として、SWNT の化学修飾手法の探索を行う。

[平成 13 年度実績]

・化学修飾によって可溶化したSWNTを両親媒性高分子と混合することにより、均質で膜厚が精密に制御されたLB膜を形成することに成功した。

[平成 13 年度計画]

・高機能分子ワイヤーの創製を目的として、ディスク状コアに棒状コアをスターバースト型に結合配列させたスーパーディスク液晶化合物を設計・合成する。分子ナノチューブの構築が可能な直径数ナノメートルの大環状液晶化合物を合成する。

[平成 13 年度実績]

・複合化ならびに集合化による超分子機能の誘導を進めてきた。カリックスアレンを核とするフォトクロミック性分子複合体が光誘起の分子ピンセット効果によるイオン捕捉を行うこと、複合化をめざしているカミンスキー型重合触媒が、重合反応性に対する光照射効果を示すことなどを見出し、構造と機能の対応を検討している。また、種々のパラ位置置換ジフェニルヘキサトリエンの固相光反応による複合体形成ならびに強発光状態の存在を見出し、構造と光挙動の対応を進めている。ナノキャビティを有する集合系形成をめざして剛直な主鎖を基本骨格とする巨大化合物を数種設計し、重要中間体の大量合成ならびに主要な合成経路の確立を進めている。

・液晶の配向相関を弾性等を考慮した自由エネルギー理論により考察し、実験的に得た配向特性を再現した。また、水面上単分子膜の光誘起配向波を観測し、配向波の速度が温度と励起光強度に線形依存することを明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・多様な構造を持つグラファイト系物質の開発に着手し、実用的なガス吸着特性、電気的特性、機械的特性を持つ新規カーボン材料の探索を行い、レーザー蒸発法などを利用した新構造カーボン材料の合成と新物性の探索を行う。

[平成 13 年度実績]

・レーザー蒸発法によりカーボンナノホーンを合成し、熱処理により構造の変化を調べた。さらにガス吸着特性を調べ、微細構造との関連を検討した。

[平成 13 年度計画]

・高空間分解能元素分析装置の開発に関しては、専用電子顕微鏡と高感度検出器を組み合わせることにより、高精度のナノ分析・ナノ計測技術の確立を目指す。

[平成 13 年度実績]

・高分解能観察を行うための手法として微少電子線を試料を走査して結像する方法を検討し、装置設計を行った。

[平成 13 年度計画]

・カーボンナノチューブの量産技術を確立すると共に、単層ナノチューブ合成の触媒開発を行う。また、カーボンナノチューブへの分子の吸着特性を明らかにし、ガス貯蔵、触媒担体としての特性を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・逆ミセル法を用いて、二元系金属超微粒子触媒を調製し、単層ナノチューブの合成を確認した。この成果は、*Journal of Physical Chemistry* 誌の表紙に掲載された。

[平成 13 年度計画]

・加工したシリコン表面でのカーボンナノチューブの成長制御の為の触媒調製技術を開発し、カーボンナノチューブをナノテクノロジーへ応用する。

[平成 13 年度実績]

・触媒溶液とリソグラフィを組み合わせる方法により、単層ナノチューブのブリッジ構造の作成に成功した。

[平成 13 年度計画]

・カーボンナノチューブへの化学修飾を行い、カーボンナノチューブを主体とする新規な物性発現を有する材料開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・カーボンナノチューブを酸溶液に分散し、カーボンナノチューブ表面に OH 基を修飾した。この化学修飾ナノチューブをポリマー中に分散させ、導電性ポリマーの作成を行った。

[平成 13 年度計画]

・低圧相－高圧相間の相安定性の解明：高硬度な高圧相の創製やその焼結による材料化に必要な相安定性を解明するために、化学的あるいは放電プラズマを使用した手法により炭素／ホウ素／窒素を含む種々の物質を合成して高温高压処理をし、高硬度な高圧相への相転移条件および逆転移条件を求める。

[平成 13 年度実績]

・溶融法により結晶性の高い B-C-N 層状化合物を合成し、さらにこれを常温加圧することにより新規な高圧相に転換することを見いだした。電磁加速プラズマ溶射法により、炭化ホウ素の結晶質厚膜(約 100 μm)の形成を初めて可能にした。

[平成 13 年度計画]

・極限場を利用したナノスペース物質の機能発現：創製プロセスや生成物への磁場の影響を求めするために、超電導磁石を用いて合成したナノチューブ等のナノスペース物質の構造・組織解析、物性測定を行い、基本的な磁場効果を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・磁場中でナノチューブ等の CVD 法による合成実験を行うため、外部磁場との干渉がほとんどない加熱炉を開発した。

[中期計画]

・自己集積性分子の高効率精密合成により、10 - 100 nm の有機ナノチューブ、ナノワイヤー等の材料創製を行うとともに、構造制御および任意の固体表面に固定化する技術を開発することで、機能集積素子の実現に資する。

[平成 13 年度計画]

・軸比の高い(100 以上)有機ナノチューブなどへ自発的に集合する自己集積性分子の合成とその組織化挙動を検討する。さらには、超高感度・超解像度振動分光法の有機ナノチューブなど一次元ナノ空間構造への適用に着手する。

[平成 13 年度実績]

・カシューナッツの殻油(CNSL)から精製した長鎖フェノール成分とグルコースをカップリングして得た合成糖脂質が水中での自己集合により、多層カーボンナノチューブと類似サイズ形態を有する脂質ナノチューブを形成することを世界に先駆けて見いだした。有機ナノチューブ内の分子マッピングに適用可能な超高感度・高解像度振動分光法を開発するための予備的検討を行った。その結果、例えば、ATR-IR 分光法により金属表面単分子層吸着種の高感度解析を行い、4,4'-BiPy について電位、pH、電解質の違いに伴う吸着構造の変化を詳細に明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・有機、有機／無機ハイブリッド系ナノワイヤー、ナノロッド、ナノラバーのボトムアップ的合成を行う。

[平成 13 年度実績]

・種々の合成糖脂質から得た繊維状、らせん状、チューブ状などの高い軸比をもつナノ構造材料を鋳型として種々の形態を有するシリカナノチューブの独創的創製技術を開発した。非対称型糖脂質カルボン酸を用いて、ナノチューブの内・外径制御を試みた。

[平成 13 年度計画]

・分子運動の制御機能や分子間のエネルギー移動の制御機能等を有する超分子の合成を目的として、分子内、分子間の弱い相互作用を利用して大環状分子、軸となる分子を合成し、その組み合わせによる新規超分子としてのロタキサン構築を開始する。また、高密度情報記録材料の創製を目指して、コア部分に熱的に、または光的に変換しうる部位を導入したナノメートルスケールの反応性球状分子( dendrimer)の構築に着手する。

[平成 13 年度実績]

・共有結合法によりロタキサンを合成する手法として、目的物を効率的かつ高収率で得ることのできるジエステル法を開発することができた。エステル基間のアルキル鎖長を変えるなどの工夫をすることにより、単離収率は最高 80 %にも達することがわかった。種々の官能基の導入など汎用性について検討を行う予定。自己集合およびテンプレート反応を利用して複核の金属イオンと錯体形成する二次元、三次元錯体の合成に成功し、らせん状およびかご型の構造体の生成を X 線構造解析で確認することができた。金属の有無によるコンホメーションの劇的な変化を引き起こすことを見出した。コンホメーション変化および異種金属の相互作用にともなう物性の変換機能を今後検討する。また独自の反応性コアを持つ dendrimer がケイ光のオン-オフ現象を熱処理前後で示すことを

見出し、光補集効果による中心コア部のシグナルの増幅現象を観察することができた。今後可逆的な応答性の付与を試みる。

[中期計画]

・ナノ機能構造体の生産性及び制御性に優れた加工法及びそれを実現する加工装置技術の基盤技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・ナノ加工を実現する上で必須な高コヒーレンス固体半導体レーザーの実現のための要素技術である、レーザー内の温度分布を一様にする高熱流束除熱技術の実現可能性を検証する。

[平成 13 年度実績]

・レーザーを用いたナノ加工技術について検討し、長焦点深度、微小集光径ビームを実現する方法とその応用方法を概念設計した。また、高コヒーレンス固体半導体レーザーに適用可能な高熱流束徐熱技術として、ペルチェ効果とクラスレートを活用する 2 法を選定した。

## ② 光 技 術

次世代光情報通信における高精度な光計測、光の発生・制御のため、光機能材料、超高速動作光制御デバイス、高精度光計測・制御技術、量子暗号通信等を開発し、超高速・超高密度情報通信の実現に貢献する。

[中期計画]

・次世代光情報通信における高精度な光計測、光の発生・制御のため、光機能材料、超高速動作光制御デバイス、高精度光計測・制御技術、量子暗号通信等を開発し、超高速・超高密度情報通信の実現に貢献する。

[平成 13 年度計画]

・テラビット情報通信に用いる繰り返し 20 GHz のモード同期レーザーパルスのタイミング揺らぎを高精度計測できる技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・繰り返し 10 - 40 GHz のモード同期半導体レーザーパルスに対するタイミング揺らぎ計測技術を確立した。

[平成 13 年度計画]

・並列大容量演算システムに必須の並列デバイスの実装技術、並列システムのアーキテクチャを統合して、デジタルスマートピクセルを用いた光ニューラルネットワークを構築し、1 サイクル 10 ms の高速動作を確認する。

[平成 13 年度実績]

・光ニューラルネットワークを利用したターゲットトラッキングシステムを構築し、1 サイクル 0.3 ms の高速動作を確認した。

[平成 13 年度計画]

・量子相関フォトンクスにおける相関光子対を用いた量子鍵暗号分配装置を試作し、伝送距離 1 km における動作を確認する。

[平成 13 年度実績]

・伝送距離 25.2 km の量子鍵暗号分配装置の試作・動作確認を行い、1 % の符号誤り率を達成した。

[平成 13 年度計画]

・高密度波長分割多重伝送システムの光周波数計測に用いる光周波数コム発生装置のスパンを拡大する。

[平成 13 年度実績]

・モード同期レーザと非線形ファイバを用いた周波数コム発生について検討し、スパン拡大に有効であることを示した。

[平成 13 年度計画]

・アクティブインターポーザの開発のため、ビーム偏向面発光レーザーを試作し、特性評価とアラインメント耐性検証を行う。

[平成 13 年度実績]

・2 電極・4 電極面発光半導体レーザーを試作し、閾値電流 0.5 mA を達成した。ビーム偏向レーザーに要求される遠視野像偏向のアラインメント耐性を評価した。

[平成 13 年度計画]

・光導電スイッチ技術などを利用したフェムト秒光パルス変調素子技術、テラヘルツ電磁波の超高時間分解計測技術の開発に着手する。

[平成 13 年度実績]

・高時間分解能のテラヘルツ電磁波計測システムを構築した。フェムト秒光パルス変調素子技術に関しては、HEMT 構造の評価を電気光学サンプリング法により行い、2.3 ps のゲート応答信号を計測するとともに、長波長光導電スイッチの試作を行った。

[平成 13 年度計画]

・超高速光制御素子および超高速光電子インターフェース素子を開発することを目的に、超高時間分解能を有する光制御、計測システムを構築してコヒーレントキャリア制御法での動作速度範囲を明らかにする。また、光電子インターフェース素子用の高品質量子ナノトランジスターの基本特性を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・30 フェムト秒以下の時間分解能を持つ光制御・計測系を構築するとともに、量子細線構造中のキャリアダイナミクスを超高速分光法を用いて明らかにした。また、量子ナノトランジスターの基本特性を測定し、磁気抵抗振動等の特徴的な特性を明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・超高速・高機能光デバイス用のフォトニック結晶の多層積層技術の開発に着手する。

[平成 13 年度実績]

・フォトニック構造の作製技術として 3 次元フォトニック結晶作製に重要な精密位置合わせ装置を構築した。またフォトニック結晶導波路の伝播特性計算法を確立し、構造揺らぎに対する伝播特性の変化を調べた。

[平成 13 年度計画]

・光通信波長帯動作フェムト秒光-光スイッチの開発を目的として、分子線エピタキシー装置により ZnSe/BeTe 量子井戸構造を作製し、1.55  $\mu\text{m}$  波長でのサブバンド間光遷移の光非線形時間応答特性を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・試作した ZnSe/BeTe 量子井戸構造において、光非線形時間応答特性を明らかにし、最適構造においてキャリア緩和時間 0.2~0.3 ps を実現した。また、サブバンド間遷移レーザーの基本構造の試作を行い、2.7  $\mu\text{m}$  の吸収を確認した。

[平成 13 年度計画]

・近接場光学顕微鏡の空間・時間分解能の向上を目的として、ファイバースコープの改良と液晶空間変調器を利用した分散補償を行い、空間分解能 100 nm、時間分解能 50 fs を達成する。

[平成 13 年度実績]

・近接場顕微鏡のファイバースコープの改良を行い、空間分解能 100 nm を達成した。また、プローブ先端での時間幅を短くするために必要な分散補償光学系を製作し、時間分解能 47 fs を達成した。

[平成 13 年度計画]

・通信波長帯域で利用可能な波長可変(1.3~1.5  $\mu\text{m}$ )高繰返し(~1 GHz)フェムト秒光源の開発を目的として、MW 級フェムト秒固体レーザーと分散補償用チャープミラー内蔵短共振器で構成されたパラメトリック発振器の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・短リング共振器光パラメトリック発振器(OPO)により、初めてフェムト秒時間領域で 1 GHz の光パラメトリック発振を実現した。また、OPO の群速度分散を完全に補償可能な分散補償用チャープミラーの設計を行った。

[平成 13 年度計画]

・II-VI 族半導体量子井戸のサブバンド間遷移を利用した短波長発光素子を開発を目的として、CdS/ZnSe 系において、3~4  $\mu\text{m}$  のサブバンド間光遷移波長をもつ量子構造の試作を分子線エピタキシー装置により行う。

[平成 13 年度実績]

・CdS/ZnSe 量子井戸構造の形成と、CdS 井戸層への電子ドーピングによる二次元電子ガスの形成に成功した。サブバンド間遷移を観測することにより、キャリアが量子井戸に導入されていることを確認した。

[平成 13 年度計画]

・量子細線および量子細線超格子におけるキャリアオーバーシュートおよびブロッホ振動を反射型電気光学効果の測定により評価する。これにより量子細線中におけるキャリアドリフト速度と量子井戸中の速度を比較し、量子細

線中のキャリアの散乱が抑制されていることを立証する。

[平成 13 年度実績]

- ・キャリアオーバーシュートおよびブロッホ振動の発現のために必要な量子細線の均一性を、従来の  $0.1 \mu\text{m}$  から、 $1 \mu\text{m}$  まで向上した。これを用いて作製した量子細線 FET において明瞭な量子コンダクタンスステップが得られたことにより、散乱過程の抑制が証明された。また、反射型電気光学効果を用いて FET の高周波特性を確認した。

[平成 13 年度計画]

- ・時間分解画像化技術を用い、半導体内のキャリアダイナミクスの観測を行う。これによりキャリア運動の二次元画像化をフェムト秒分解で実現する。

[平成 13 年度実績]

- ・半導体内のキャリアダイナミクスの観測例として、面発光半導体レーザーのフェムト秒光ポンプによる発振過程を、時間および空間分解画像化技術を用いて解析した。

[中期計画]

- ・光情報通信・情報処理等に必要化合物半導体、酸化物半導体等の高品質薄膜結晶成長、界面制御、微細構造形成技術による高性能光デバイス実現のための要素技術を確認する。

[平成 13 年度計画]

- ・デバイス化に不可欠な禁制帯幅エンジニアリング技術の確認を目指して、ZnO と II 族 (Mg, Cd 等)、VI 族 (Se, S 等) 元素との混晶化を行い、禁制帯幅を  $30 \text{ meV}$  以上制御する技術を確認する。

[平成 13 年度実績]

- ・Mg 組成 31 % までの ZnMgO を作製し、禁制帯幅を  $500 \text{ meV}$  以上制御可能な技術を開発した。また、ZnOSe 混晶においては、酸素組成が深さ方向に周期的に変化して自然超格子を形成する現象を発見した。

[平成 13 年度計画]

- ・ZnO 系酸化物半導体の電気伝導性、キャリア濃度の制御技術の確認を目指して、不純物ドーピング実験を行い、キャリア濃度を  $1,017 \text{ cm}^{-3}$  から  $1,020 \text{ cm}^{-3}$  まで連続的に制御する技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・ZnO のキャリア濃度を  $6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  から  $1 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$  まで制御可能な技術を確認した。また、世界最高レベルの移動度 ( $6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  で  $120 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ 、 $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  で  $35 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) を有する ZnO 薄膜の作製に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・ZnO 系酸化物半導体を用いたヘテロ接合を作製し、電流注入による発光デバイスを開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・発光デバイス実現に必要な ZnO の p 型化に向け、Ga との同時ドーピングにより、p 型不純物である N のドーピング効率向上に成功した。これによって高抵抗化することが確認され、p 型化に一步前進した。また、Ga+N: ZnO/undoped ZnO 積層構造で整流特性が確認された。

[中期計画]

- ・光通信における高性能光集積回路の開発を目指し、ファイバーや導波路用のガラス系材料開発とデバイス化技術開発を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・プラズマ CVD や熔融等の創製手法や超高压印加等の 2 次処理手法を用いて、光路長の温度依存性 ( $dS/dT$ ) の値で  $1 \times 10^{-5} (\text{ }^\circ\text{C})$  以下を達成する。

[平成 13 年度実績]

- ・Ge-B-SiO<sub>2</sub> 系導波路を低膨張基板上に形成することにより、 $dS/dT=6 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$  を実現し、目標を達成した。

[平成 13 年度計画]

- ・集光・平行光束化 (コリメート) などが可能なマイクロ光学素子およびその配列化を実現するために、光または熱によって酸化物ガラス中に 0.7 % 以上の屈折率変化を誘起する。

[平成 13 年度実績]

- ・超高压を利用した酸化物ガラス局所屈折率変化手法を考案し、0.9 % の屈折率変化を実現した。また、炭酸ガスレーザーによる局所加熱により、直径  $200 \mu\text{m}$ 、高さ  $2 \mu\text{m}$  の隆起構造形成に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・高効率で発光する金属イオンやナノサイズの超微粒子を高濃度で分散させる技術基盤の確認を目指し、イオン

注入で $3 \times 10^{20}$  個/cm<sup>3</sup>以上の発光イオン濃度を、また、ゾルーゲル法で溶液中と同等の発光効率(1%)を達成する。

[平成 13 年度実績]

・イオン注入法では、溶融法で実現できる 10 倍程度の発光イオン濃度(Cu<sup>+</sup>で $3 \times 10^{20}$  個/cm<sup>3</sup>)を、ゾルーゲル法では、超微粒子分散ガラスを作製し、赤色での発光効率 3%を達成した。

[中期計画]

・超高速大容量光情報をリアルタイムで処理するため、有機・高分子系材料による高輝度発光素子、フレキシブルな光導波路、ペーパーライクカラー記録表示等の開発を行う。またナノ構造を制御した光デバイスや高密度光メモリーを実現するために必要な、近接場計測・制御技術の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・主に金属錯体の蒸着膜を用いた、偏光特性、光学非線形性、電気伝導度等のデータを収集し、配向制御した錯体薄膜の光電子物性評価を進める。特に、波長変換機能素子応用をめざした光電変換と電界発光とに適した錯体材料の組み合わせ探索を進める。

[平成 13 年度実績]

・光電変換と電界発光とに適した錯体材料の組み合わせ探索を進め、有機半導体受光素子において、1 ミリ秒の応答速度で、コントラスト比が 5,000 を越える素子構造の開発に成功した。

[平成 13 年度計画]

・既存の化合物を用いて TFT 構造を採る素子の作製を行い、その光電子機能特性が評価できる装置の立ち上げを達成する。

[平成 13 年度実績]

・有機電界効果トランジスタ(FET)特性評価装置の立ち上げを行うとともに、微細加工技術を用いずに 0.5 μm のチャンネル長を実現できる新トランジスタ素子構造を開発(特許申請中)し、それにより高分子半導体材料で、単結晶並みの性能発現に成功した。

[平成 13 年度計画]

・分極配向高分子(ポールドポリマー)の電気光学効果、ラセン構造分子の旋光分散特性制御を検討し、可視光領域での透明性が高くディスプレイ応用に適した面型高速光スイッチ材料のシーズを提出する。

[平成 13 年度実績]

・可視光領域での透明性が高くディスプレイ応用に適した面型高速光スイッチ材料シーズの一つとして、旋光分散特性を制御するヘリックスポリマーに関して、ポリ酪酸オリゴマーの完全分子量制御合成を行い、その旋光度は 10 量体程度で極大になることを見いだした。さらに、同様なヘリックス構造の高分子では、分子構造の修飾により、旋光度の増大を達成することもできた。

[平成 13 年度計画]

・フォトフラクティブ効果あるいは磁気光学効果の大きな材料探索を行い、動的ホログラム実現をめざした材料シーズを探索する。

[平成 13 年度実績]

・動的ホログラム実現をめざした材料シーズ探索の一環として、ポリイミドベースの高ガラス転移点フォトフラクティブポリマーを合成し、外部電界付加すること無く干渉記録ができることを確認した。光誘起表面周期構造の形成機構を解明するとともに、ナノオーダーの周期構造記録を可能にした。

[平成 13 年度計画]

・高い移動度が期待される有機半導体の電子および正孔の伝導制御をトランジスター構造により試みる。また、発光特性の制御をフォトニック結晶構造により試みる。さらに伝導・発光機構の解明を超高速時間分解分光法などを用いて行う。

[平成 13 年度実績]

・チオフェンオリゴマー等の有機低分子の薄膜トランジスタ(TFT)を試作し、電気特性のチャンネル長依存性を計測した結果、0.5 μm までは良好な特性を示すことを明らかにした。また、1 次元フォトニック結晶による発光特性の制御を行い、光非線形性の 1 桁の増大および光スイッチ機能の超高速化(0.5 ps)を達成した。さらに、超短光パルスを用い発光を調べ、フォトニック結晶との結合を確認した。

[平成 13 年度計画]

・全固体有機光起電素子を作製するために必要となる、有機電極の形成技術を確認する目的で、適当な導電性

有機物の探索およびその薄膜作製法の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・水面上で薄膜化した電荷移動錯体を基板に転写する方法を考案し、有機電極を有する光電変換素子を試作しその基本動作を確認した。

[平成 13 年度計画]

- ・携帯用デバイスの表示部などに用いられる大型白色発光素子を実現するために必要な要素技術である、200℃以下の低温で高分子材料の上にITOやZnOなどの透明導電性薄膜を安価に形成するための、イオンアシスト蒸着法等の新規技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・イオンビーム誘起CVD法によって、非晶質炭化ケイ素薄膜の室温合成に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・超高速・極微小領域光応用計測技術の開発に関しては、ナノメートルサイズの微細構造を有する薄膜の作製、及びこの系において発現する光吸収や発光などの光機能評価のため、近接場光学や時間分割/エネルギー分割測定法に基づく新規な物性測定装置を試作し、モデル物質系により評価を行う。プローブ顕微鏡[近接場光学型・磁気共鳴分光型]の開発、超高速光干渉計測技術の開発、ナノメートルサイズの微細構造を有する[有機・無機]薄膜作製と評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・近接場光原子間力顕微鏡を試作し、有機EL材料の光電子特性を評価した。ホログラム記録用材料の組成の最適化を行い、95%以上の回折効率を有する記録媒体の作製に成功した。6 sccmの連続フロー型スピンドラフト装置の開発に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・赤外光応用計測技術の開発に関しては、人の生活環境において自然に生ずる熱的な赤外光のふるまいを把握する基本量である放射率および拡散反射率を精密に計測評価するための技術基盤の確立を通じて標準化を図ることを検討する。常温域以下での分光放射輝度(放射率)測定の実験的検討と測定手法の有用性の確認、精密計測用黒体空洞設計のための厳密解法とネットワーク法との比較検討を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・常温域以下での分光放射輝度(放射率)測定装置および測定手法を確立した。精密計測用黒体空洞設計を目的として、厳密解法とネットワーク法との比較検討、軸対象性を考慮した有限仮想壁の利用、精度保証を含んだ放射ネットワーク法と他の離散数値解法との比較検討を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・少数分子からなる集団を一単位として、光機能の発現と制御を図るための新しい分子の開発、特性把握、機能導入、効率的利用法等を検討する。具体的目標として、光応答を示すゲートユニット(フォトクロミック分子等)と電子機能に優れたユニット(導電性ユニット等)とを複合化した集積分子系を開発し、光制御型の電子機能発現を目指す。

[平成 13 年度実績]

- ・有機/有機接合と有機/無機接合における光電変換特性の過渡応答から、明確な違いを見だし、有機半導体薄膜中の局在準位に関する情報を明らかにする測定法を開発した。H<sub>2</sub>会合体薄膜の光学応答特性を表面プラズモン共鳴を用いて解析した。

[平成 13 年度計画]

- ・近接場光利用微小光学素子の開発では、スーパーレンズの応用発展を目標とし、プラズモン素子デバイスの原理検証(目標値: 信号増幅率1,000%)、スーパーレンズ顕微鏡(目標値: 生体組織のコントラスト増幅)の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・導電性高分子の配向薄膜を摩擦転写法により作製し、その構造、異方的光特性および電界効果トランジスタ特性の評価を行い、構造と電気特性の相関を明らかにした。また、光照射によって千倍明るく光る有機電界発光素子の作製に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・中分子液晶の円偏光反射能を利用したフルカラー記録表示材料について光子モードでの反射色変化の機

構の解明と材料化技術の確立を目標として、添加物の構造と反射色変化の関係を調べ、液晶のマイクロカプセル化を検討する。

[平成 13 年度実績]

・添加物の構造とホスト液晶の分子構造が類似している時に反射色の長波長化が起きていることからスメクティック相の誘起が示唆された。光反応に伴う反射波長変化は、誘導期があること、反射率が一旦減少した後に回復する新しい現象を見いだした。また、単一分子で光応答するコレステリック液晶を初めて合成した。さらに材料化技術として、マイクロカプセル化技術を確立した。

[平成 13 年度計画]

・金基板上に作成した光反応性自己組織化膜(SAM)によるパターンニングのために、フタロシアニン型 SAM の各種機器による構造解析、水晶振動子の金電極上への SAM の作製、ガスの吸着試験を行う。

[平成 13 年度実績]

・光応答性 SAM では分子設計により光吸収効率を向上させた。フタロシアニン型 SAM では、水晶振動子の金電極上に吸着膜を作製し、各種有機溶媒蒸気の吸着を試みたところ、大部分の溶媒で吸着が認められ、特にアミンやフェノールに対する吸着においてアルカンチオール膜より顕著な吸着が認められた。

[平成 13 年度計画]

・分子間相互作用による新規機能材料の創製を目的として、①金属イオンと選択的に錯形成する有機ケイ素化合物の骨格に種々の置換基を導入した新しいホスト分子を合成し、その錯化挙動を実験と理論の両面から解析する。②光による濡れ性の変化を駆動力とする微小機械の原理の構築を目標として、温度応答性ゲルに光反応性色素を組み込み、分子構造の最適化を行い、早い応答性を実現する。③光重合によって共役有機ゲル高分子を生成するジアセチレンジコレステリル化合物の構造とゲル化挙動や重合挙動の関係を調べる。

[平成 13 年度実績]

・有機ケイ素ホスト分子では、分子構造変化によるイオン認識の選択性の変化を見出し、理論計算により起源を解明。新たに合成した光応答性高分子フィルムでは、可逆的な光反応で水に対する接触角を  $50^\circ$  以上変化できた。8 種類のジアセチレンジコレステリル化合物を合成し、ゲル化能、光重合性を測定。構造との関係について考察中。

[中期計画]

・省エネルギー・省環境負荷を実現するために、自然光等を有効利用して光る表示素子や三次元表示が可能な書き換え可能なホログラムの開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・フタロシアニン、ペリレン等の各種有機分子の積層膜の作製条件を、その界面での分子間相互作用に着目して最適化する。この構造制御された有機超薄膜における光電変換および電界発光特性とその構造の相関を明らかにすることで、自然光等を利用した明順応発光、三次元表示に必要な偏光発光、自発型空間光変調素子等の新規な光機能薄膜の創製をめざす。

[平成 13 年度実績]

・導電性高分子の配向薄膜を摩擦転写法により作製し、その構造、異方的光特性および電界効果トランジスタ特性の評価を行い、構造と電気特性の相関を明らかにした。また、光照射によって千倍明るく光る有機電界発光素子の作製に成功した。

[中期計画]

・光を利用した新材料創出、環境調和型プロセスのための技術として(1)光合成における電子移動の理論的研究、(2)色素・半導体表面等における超高速電子移動反応の素過程の解明、(3)光エネルギー変換技術の設計指針の確立、(4)レーザー等による量子反応制御実現のための要素技術の確立、(5)高密度パルス光によるレーザー精密プロセスによる高機能材料の作成、レーザー応用表面改質技術、薄膜、微粒子作成技術、極低温場レーザー反応による新規活性化化学種クラスター等の構造特異化合物の作成技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・量子反応制御法の原理確認、有効性の検討を行う。検討対象として、簡単な分子、小クラスターについてのコヒーレントコントロール(1光子・2光子同時吸収、および、1光子・3光子同時吸収)、赤外前期解離を取り上げ、反応の異方性、反応分岐率の制御に関するデータを収集する。また、光分解に用いるレーザー光の波長範囲を真空紫外、中赤外領域まで拡大する。

[平成 13 年度実績]

・1光子・2光子同時吸収のコントロールで光分解反応の効率が変わることを確認した。赤外前期解離反応で、光分解の反応分岐率にモード依存性があることを示した。反作用レーザーの発振波長域拡大の準備を行った。反

応制御のための理論 CUFF の構築を行った。

[平成 13 年度計画]

・溶液及び界面での電子移動の実験的研究では、ナノ秒からフェムト秒までの超高速分光を用いて、均一及び不均一系での光誘起電子移動を直接測定し、その機構を調べる。特に近赤外領域での弱い過渡吸収の精密測定や、低極性溶媒中での過渡吸収の測定により、電子移動速度を決める因子について調べる。また、超高速分光のための装置を整備する。

[平成 13 年度実績]

・近赤外領域での測定や、時間分解能 100 fs 程度の測定ができるように過渡吸収測定装置を製作・改良し、それを用いて半導体上に吸着した色素分子からの電子注入と再結合を測定した。色素の分子構造と注入効率、再結合速度との関係について明らかにした。溶液中の電子移動については、ドナーとアクセプターの距離を精密に制御した超分子を合成し、その電子移動を調べた。

[平成 13 年度計画]

・媒質の影響に関する理論的研究では、電子移動の速度に対し均一及び不均一な媒質がどのような機構でどの程度影響するかを理論的に研究し、従来のデータの体系付けを試みる。

[平成 13 年度実績]

・色素増感太陽電池における電荷再結合過程について新しい理論的モデルを提案し、光強度や印加電圧、電解質の影響を説明した。ドーパされたポリマー中における電荷の移動度について新しい理論を提出し、電場や温度の変化に伴う移動度の変化についての実験結果を説明した。

[平成 13 年度計画]

・高性能色素増感太陽電池の研究開発では、光電変換効率の高い色素増感太陽電池の実現のため、高性能色素、酸化半導体光電極、レドックス電解質系の探索・設計を中心に開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・新規 Ru フェナントロリン錯体を合成し、高性能化にはカルボン酸基の数が重要であることを明らかにし、変換効率 6.6 % を達成した。Ru 以外の金属色素系で初めての例である白金錯体色素を開発した。また有機色素(クマリン系)として世界最高の変換効率 6 % をもつ新しい色素増感太陽電池を開発した。酸化半導体の調整法の検討を行い、変換効率向上のための指針を明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・人工光合成技術の研究開発では、太陽光による水からの水素製造に関しては、可視光応答が可能な酸化半導体光触媒系の探索・設計を行う。炭酸ガスの光固定化に関しては、可視光応答性多核金属錯体の合成を行うと共に、システムの設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・新しい可視光応答性の酸化半導  $\text{InTaO}_4$  系光触媒を開発し、世界で初めて可視光照射下での水の完全分解に成功し、水素・酸素発生を達成した。さらに光合成メカニズム(Z スキーム)を模倣した 2 段階触媒系システムを設計し、可視光照射下、水の完全分解が進行することを見出した。炭酸ガスの固定化に関しては Ru 系の可視光応答性複核錯体を新規に合成した。平成 13 年度の目標を達成した。

[平成 13 年度計画]

・レーザー反応による新物質生成では、電子・光学機能性新物質の創製を目的として、紫外光短パルスエキシマレーザー装置を用いて、極低温マトリックス光分解やレーザーアブレーションなどの特異的反応場で、反応性化学種や活性ラジカルの発生を検討し、新物質や超微粒子などの生成を図る。

[平成 13 年度実績]

・縮合芳香族物質の反応中間体として期待されるベンズジイン 2 種の生成に世界で初めて成功した。レーザーアブレーションでの窒素原子ビームの生成も世界最初の実証。電場での CdS-ITO コンポジットでの CdS 微粒子結晶化に成功した。平成 13 年度の研究成果は目標を上回った。

[平成 13 年度計画]

・材料加工法の最適化では、電子・光学・材料産業から要請されている石英ガラスやフッ化カルシウムなどの光学透明材料の微細加工、および紫外線照射耐性評価などをレーザー反応制御法やレーザー分光法などを用いて検討し、手法の最適化を図る。また、フッ素樹脂の親水性・接着性向上や金属膜付着のための表面改質技術における最適化を図り、応用技術を検討する。

[平成 13 年度実績]

・石英ガラスを水溶液系レーザープロセスで高品位な微細加工できること、また、有機溶媒のみでの高効率エッチングプロセスを見出した。石英の KrF エキシマレーザー照射による崩壊過程を解明すると共に耐性評価を行った。フッ素樹脂の表面改質では電子精密部品企業と、複合材料のトライボロジ制御では自動車部品企業との共同研究を進め、実用化へ進展させた。

[中期計画]

・次世代光情報通信技術や高精度計測技術の基盤的研究整備のため、フェムト秒、アト秒レーザーパルス等の可視から近赤外域での発生制御、圧縮、増幅技術や極端紫外コヒーレント光の高効率発生技術の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・超短光パルスの発生評価技術に関しては、10 fs 級の高強度フェムト秒パルスの時間波形の正確な測定技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・10 fs パルス光における高次チャープの計測と補償の方式を研究し、SPIDER 法によるパルスチャープの正確な検出、および液晶空間変調器を利用した精密なチャープ補償の技術を開発した。

[平成 13 年度計画]

・単一サイクルパルスの発生に関する研究に関しては、波長変換による複数波長超短パルス発生と位相比較技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・従来計測されていなかった異波長の繰返しフェムト秒パルス間のパルス内光波位相(CEP)の検出技術の研究を行い、パラメトリック発振器を用いた 0.8  $\mu\text{m}$  と 1.3  $\mu\text{m}$  の高繰返しフェムト秒パルス間の CEP の検出に成功するなど、新しい測定方式の提案と実験的実証を行った。

[平成 13 年度計画]

・従来の光パルス増幅の限界を破る $\sim$ 10 fs パルス増幅の実現と、パルス内光波位相の検出技術の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・パルス幅拡大と再圧縮の方式、高強度広帯域鏡の設計等の技術を開発し、8 fs 台のパルスの再圧縮に成功するなど、 $\sim$ 10 fs パルスのチャープパルス増幅の技術を開発した。また高強度パルスの単一ショットでの CEP 検出について新方式を提案し、初めて測定実験に成功した。

[中期計画]

・次世代高度物質プロセス・計測技術開発を目指して、赤外から X $\cdot$   $\gamma$ 線に至る高輝度広帯域光源としての多機能放射光・自由電子レーザー、及び高機能量子放射源としての低速陽電子ビーム、プラズマ X 線技術の発生制御の高度化とその微細プロセス・精密計測への利用技術開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・小型蓄積リングを用いた自由電子レーザーの 200 nm 以下での発振技術確立を目的として、既存の蓄積リング NIJI-IV の高ピーク電流化技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・真空紫外域での自由電子レーザー(FEL)発振を目指して、蓄積リング NIJI-IV の真空チャンバーインピーダンスを一桁程度低減し、蓄積電子ビームの高ピーク電流化(現状で 2 倍以上)に成功した。またコンピュータシミュレーションにより赤外 FEL の性能を評価し、1 $\sim$ 12  $\mu\text{m}$  の波長域でレーザー発振が可能であることを示した。

[平成 13 年度計画]

・自由電子レーザーの利用技術開発を目的として、主に赤外レーザーを用いて選択的な分子励起技術を研究する。

[平成 13 年度実績]

・赤外自由電子レーザー(FEL)の波長選択性を利用した選択的な分子励起技術の開発を目指して、FEL アシスト薄膜蒸着装置の製作を開始した。

[平成 13 年度計画]

・省エネルギー型高輝度 X 線光源開発を目的として、プラズマ X 線源のスペクトル評価を行う。

[平成 13 年度実績]

・プラズマ X 線のスペクトル測定のために、ガスパフターゲットをレーザープラズマ実験システムに導入し、X 線発生を確認した。また 8.9  $\sim$  27.8 keV の X 線領域で多層膜フレネルゾーンプレートを用いての再現性の良い 0.3  $\mu\text{m}$  の集光ビームを得るとともに、走査型 X 線顕微鏡においては世界最高レベルの 0.2  $\mu\text{m}$  の解像に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・ $\gamma$ 線の収量を従来の 10 倍までに増加させる目的で、長軸レーザーキャビティの開発を行い、これを電子蓄積リング TERAS に設置する。また、開発中の  $\gamma$ 線 CT を用いて 3 次元像を得る。更に、遠赤外オプティカル・クライストロン方式アンジュレータの製作を行うとともに、この磁場測定を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・蓄積リング TERAS に設置するファブリーペロー共振器の設計・製作を行った。エネルギー可変  $\gamma$ 線を利用して、様々な工業製品のラジオグラフ、更には CT による 2 次元断層撮影に成功した。3 m アンジュレータの光クライストロンへの改造を進め、発生が期待される逆コンプトン散乱ハード X 線の特性評価を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・先端放射光利用技術の開発では、多層膜ミラーにナノ構造の微細加工を加えた高効率分光集光素子を新たに開発し、これまでにない画期的な方式で SR の水平方向を集光し微細領域での高輝度化を図る。多層膜はヘリコンプラズマによるスパッタリングで積層し、これを基板として E-Beam 露光・リフトオフ過程等により、表面に一次元フレネルパターンを形成する。そして電子蓄積リングのビームラインを整備し、軟 X 線の分光・水平方向集光を試み高輝度化を図る。

[平成 13 年度実績]

- ・多層膜ミラー等 X 線素子を開発し、SR の広バンドバス化を図り、水平方向を集光し微細領域での高輝度化を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・偏光可変励起型光電子顕微鏡の開発では、新規な反応メカニズムを持つ触媒等、表面における機能性化合物形成のダイナミクスを解明するため偏光可変放射を利用した光電子放出顕微鏡を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・偏光アンジュレータからの放射を光源とした光電子顕微鏡システムの構築を推進し、顕微鏡本体の導入と表面分析装置の設計を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・Deep X-ray Lithography & Moulding プロセス技術の研究では、三次元フォトニック結晶の作製装置の立ち上げおよび 1 ミクロンピッチでの高分子 3 次元加工を行ないマイクロ鋳型を形成する。次にマイクロ鋳型をひな型に  $\text{TiO}_2$  の三次元微細構造体の作成を試みる。できるだけ鋳型に忠実な  $\text{TiO}_2$  構造体を得るための実験条件を検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・三次元フォトニック結晶作製装置の立ち上げを行ない微細構造体の作製に成功した。また、イオン注入により、ルチル型  $\text{TiO}_2$  表面のパターン形成に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・陽電子ビームラインの高度化では、低速陽電子ビームによる表面・薄膜等の高度な物性評価法の実現を目的として、陽電子ビームラインの遠隔コントロール装置を導入し、遠隔からの装置の状態のモニタ及びコントロールを可能にする。

[平成 13 年度実績]

- ・陽電子ビームラインにイーサネット及び無線 LAN によるネットワークを介した遠隔コントロール機能を付加し、遠隔からの装置の状態のモニタ及びコントロールを可能にした。

[平成 13 年度計画]

- ・陽電子消滅励起オージェ電子分光(PAES)装置の高度化では、PAES 測定の表面感性を検証するため、PAES 装置に XPS 測定装置および試料準備搬送機構を付加し、PAES 測定と XPS 測定を同一の条件で行うことができるようにする。

[平成 13 年度実績]

- ・PAES 装置に XPS 装置および試料準備搬送機構を付加し、PAES 測定と XPS 測定とを同一条件で行うことのできる装置を完成させた。この結果 PAES 測定の表面感性の検証が可能となった。

[平成 13 年度計画]

- ・高機能量子ビームを用いた材料評価では、半導体プロセスに適した材料評価法を確立することを目的として、光・イオンビーム・陽電子ビーム等の高機能量子ビームを用いた測定・分析方法の高度化を進めるとともに、半導

体デバイス関連の試料(低誘電率層間絶縁膜、半導体・絶縁体界面、イオン注入試料等)について材料評価実験を行い、それらの表面近傍の原子レベル～ナノメートルの微視的構造等を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・低速陽電子ビームを用いた材料評価法により、次世代 LSI 用材料として重要な低誘電率層間絶縁膜(Low-k 膜)のサブナノ～ナノメートルの空隙やカーボンナノチューブ表面の微量不純物について明らかにした。また、イオンマイクロビームにより、SiC ショットキー・ダイオードと Si ジャンクション・ダイオードの放射線損傷の比較を行った。

[平成 13 年度計画]

・超伝導光子検出技術開発では、高エネルギー分解能 X 線検出器実現を目的として、超伝導センサー上に X 線光子吸収体を作製するために、微小電気機械システム(MEMS)技術とジェットモールドイング法を活用して、Bi 厚膜(100 ~200  $\mu\text{m}$ )によるマッシュルーム形状吸収体作製技術を確立する。

[平成 13 年度実績]

・Bi の厚膜から成る X 線吸収体の作製方法として、ジェットモールドイング法(ガス中蒸発法による超微粒子を高速で基盤に衝突させる成膜方法)を試みた。50 - 100  $\mu\text{m}$  の厚膜を短時間で作製可能なことを確認した。

[平成 13 年度計画]

・放射光を利用した新たな放射束計測技術では、真空紫外軟 X 線域(150 ~300 nm)において、光子エネルギーのスペクトル測定を実現するために、超伝導センサー上に載せる光子吸収体として Nb、Ta 低温超伝導あるいは  $\text{MgB}_2$  高温超伝導膜を作製し、超伝導エネルギーギャップの空間分布測定を行う。

[平成 13 年度実績]

・レーザー蒸着法にて、Ta、 $\text{MgB}_2$  の成膜を行った。Ta は超伝導センサーにダメージを与えない低温プロセスで成膜可能なことを確認した。 $\text{MgB}_2$  膜については超伝導薄膜の作製に成功した。また超伝導検出器出力の空間分布を測定することにより、エネルギーギャップの空間分布の顕著な不均一性はないことがわかった。

[中期計画]

・光を利用した有用で新たな計測制御操作技術開発のため、光学部品等の形状を高精度で計測する技術および広帯域光センシング技術、光の位相やコヒーレンスを制御する技術、微粒子配列の光デバイスへの応用を目指した光ピンセット技術の研究を行う。

[平成 13 年度計画]

・光計測技術では、波長走査型の位相シフト干渉計の基本設計を行い、位相変調誤差、光源強度変調を補償する計測法の研究を行うとともに、直進機構の真直度計測法と、広い面積の形状を光計測する技術の研究を行い、その基礎実験を行う。

[平成 13 年度実績]

・波長走査干渉計において新たに 19 位相シフトアルゴリズムを設計し、光学平行平板の表面形状測定実験で繰り返し精度 1 nm という良好な結果を得た。真直度計測法では、提案した三次元回転角度誤差成分の同時測法について基礎実験を行い、その動作を確認した。

[中期計画]

・超高精度計測、光制御、および光ピンセット技術の高度化等の研究開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・光制御技術では、光波の位相及びコヒーレンスを制御する方法の研究、特に光フィードバック干渉法に基づく補償光学システムを構築するとともに、ツイステッド・ネマティック型液晶素子の精密な物理モデルを構築し、光学系の最適化を図ることにより、光波の位相を制御する技術を研究する。

[平成 13 年度実績]

・光電子ハイブリッド型のフィードバック機構をもつ補償光学システムに眼底カメラに組込むことにより、角膜や水晶体に存在する収差を適応的に除去して鮮明な眼底像を得られることを、人工眼を利用した検証実験で明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・光操作技術では、種々の物質に作用する光放射圧を研究すると共に、高効率で長寿命なプラズマディスプレイ作成のため、色素のレーザートラップと配列の基礎実験を行う。

[平成 13 年度実績]

・周囲よりも低い屈折率を有する物質のトラッピング法を考案し、油中における水滴をトラップし、従来出来なかった技術開発に成功した。応用として約 300 ミクロンピッチのプラズマディスプレイ基板を用いて、光ピンセットによ

る色素の定着実験を行なった。

### ③ 計算科学

現象発現の仕組みがより複雑化し、物理的にもコスト的にも実験・実証が困難化している状況の打破を目的として、構造と機能の解析・予測のシミュレーションをコンピュータで行うことによる現代科学技術の発展の基盤となる技術先端情報計算センターの計算資源を活用して開発する。

#### [中期計画]

・化学反応解析技術における表面反応、生体反応など大規模反応系の高精度計算および反応経路予測技術を可能にするため、(1)第一原理分子動力学法の高速・高精度化手法、(2)高速分子軌道法／密度汎関数法と高速分子動力学法の結合方法、(3)フラグメント法、レプリカ法に基づいた新しいコンビナトリアル法と複雑な遷移状態の構造を広範囲にかつ高速に検索できる新しい統計力学理論に基づいた拡張アンサンブル法、および(4)大気中の化学物質の化学反応、触媒反応、超臨界流体中の化学反応、表面反応へ応用するための方法を開発する。

#### [平成 13 年度計画]

・高効率第一原理計算手法の開発については、生体系、ナノ材料などの複雑で大規模な系に対する電子状態計算を可能とする手法を開発してプログラムを作成する。フラグメント分子軌道法(FMO)、有限要素基底の電子状態計算手法、局在軌道によるオーダーN法などに取り組む。量子・古典融合手法の開発については、量子モデリング、粒子モデリング、複合モデリング等の技術を融合して、電子状態計算と古典分子動力学法の融合手法の改良・発展に取り組む。適用研究については、既存の手法や開発された手法を、工業的・社会的に重要な具体的問題に適用する。触媒・酵素反応、大気化学反応、自己組織化膜、セラミックス・金属界面、生体高分子などがその例である。また、情報基盤開発として行っている「大規模汎用分子動力学計算ソフトウェアの開発」のパッケージ化の作業を平成 13 年度に終了し、公開を含めての社会への還元は平成 14 年度以降の課題とする。

#### [平成 13 年度実績]

・第一原理計算手法について、フラグメント分子軌道法(FMO)を開発・改良し、リゾチーム(約 2,000 原子)の HF/4-31G 計算を可能とした。有限要素基底の電子状態計算プログラムを完成し、さらに従来より 2 倍高効率な準ニュートン法に基づく最適化法を開発して、これに組み込んだ。第一原理タイトバインディングをリカーション法でオーダーN化する手法を完成した。汎用第一原理分子動力学法プログラム(STATE)について、表面エネルギー計算の高精度化のための metaGGA の導入、電場下での電子状態計算法の開発、結合状態の解析のための電子局在関数の導入等の機能拡張を行った。その他、電荷平衡法の高速計算法の開発、分子間相互作用の高精度計算のための基底関数の開発を行った。量子・古典融合手法に関しては、FMO あるいはオーダーN法を用いた QM/MM(量子力学/分子力学)法の開発に着手した。適用研究としては、FMO 法によりたんぱく質と基質の相互作用を解析し分子認識機構を明らかにした。電荷平衡法による光合成中心のクロロフィルを含むたんぱく質(約 20,000 原子)の電荷分布の計算を行った。量子化学計算による核酸塩基類縁体の構造と塩基対形成能の相関の解析で実験との対応を得た。第一原理分子動力学法により水分子の影響・金属元素の影響も考慮したリボザイムの酵素反応の解析に着手した。超臨界水で特異的に起こる無触媒反応の溶質まわりの構造解析を行ない、動径分布関数について実験との良い一致を得た。遷移金属および遷移金属酸化物の表面での反応について実験に対応する結果を得た。分子動力学に使用するためのフッ化炭素系のポテンシャル関数を決定した。温暖化原因物質の大気中での加水分解反応性の試算を行った。「大規模汎用分子動力学計算ソフトウェア」に関しては、パッケージ化の第一ステップを終了し産総研内に公開した。

#### [平成 13 年度計画]

・無機、有機、生体材料などにおける電子相関・電子励起状態の計算理論の開発・改良を行い、プログラムを整備する。それらを光誘起構造転移などの問題に適用する。また固体電子材料・ナノ材料の関連する電子物性の理論研究を行い、電子伝導の計算など必要な理論手法の開発・整備を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・電子励起の研究に関しては、ポリマーや半導体での電子励起状態計算の理論・プログラム開発を行った。具体的には、時間依存密度汎関数法における交換・相関カーネルの基本的性質を解析し、非局所性を考慮することで、エキシトンの記述に大幅な改良が見られることを確認した。分子系において開発した EOM-CI(結合クラスター)法の 1 次元周期系への適用に着手した。STM を用いた電子励起重合によるナノワイヤ形成について、配置間相互作用法に基づきシミュレートし、良い対応を得た。ポリジアセチレンについて側鎖の違いによる双安定性の有無、双安定性のある場合のバンドギャップの相違を調べ、光誘起構造相転移機構と対応付けた。電子相関計算理論に関しては、Luttinger・Ward 公式に基づき、GW 法による全エネルギー計算法の提案・検証を行った。

補助場量子モンテカルロ法における負符号発生低減法を開発した。多バンド Jahn-Teller 系の電子格子相互作用に対する Vertex 補正に基づき、C60 関連の超伝導についてアンモニアドーブにより超伝導対称性の変化が生ずる可能性を示唆する結果を得た。強相関電子系の遷移金属酸化物について構造と磁性の関係を明らかにした。有機伝導体について一軸性圧縮により電子構造が大きく変化することを明らかにした。

#### [中期計画]

・ナノ物質解析・設計シミュレーション技術については、1 nm から 100 nm のスケールにわたる複雑系であるナノ物質に対して、従来のシミュレーション技術を越えた新たな解析・設計技術を確立することを目的として、産業界での応用研究上重要な複合ナノ物質系の構造・機能を予測し、物質設計を実現することを目指す研究を行い、所定の機能を発現する複合系の設計指針を得ることが可能なシミュレーション技術を開発する。具体的には、固体表面や、微細孔物質 (FSM-16 など) における分子の自己組織化を利用した分子デバイスなどを研究対象とする。

#### [平成 13 年度計画]

・ナノ構造を創製する自己組織化現象を研究するための新しい分子動力学法を開発し、適用研究を実施し、自己組織化の体系化を目指す。具体的には、重要なナノ構造体である分子膜、脂質二重膜などの 2 次元周期境界条件を持つ静電相互作用の高速計算方法を開発する。また、高分子、液晶、生体高分子などの複雑分子系の構造予測を実現するためのレプリカ交換アンサンブル法、自己誘導力法、配置バイアス法を開発する。さらに、有機物質の原子間ポテンシャル関数の精密化法と粗視化法を開発し、分子間相互作用の精密化を図る。これらの方法を用いて、分子膜(アルカンチオール)の形成機構の研究、膜蛋白質のイオン透過特異性の研究を実施し、新しい方法の検証をするとともに各現象に存在する自己組織化の体系化を目指す。

#### [平成 13 年度実績]

・ナノテクノロジーシミュレーションのための技術の改良・開発については、生体膜などの 2 次元系の静電相互作用の高速精密計算手法の開発、複雑系の効率的構造予測を目的としたレプリカ交換法の等温等圧アンサンブルへの拡張、相図の効率的計算手法としてのセミグラントカノニカル法と配置バイアス法を組み合わせた新手法の開発、高次構造をもつ系の効率的シミュレーションのための粗視化ポテンシャルの開発、を行った。適用研究として、分子動力学法により金表面でのアルカンチオール分子膜の構造を解析して実験との良い対応を得た。また、Si(001)表面での Ge の量子ドットに関連して、Si(105)面での Ge 膜の表面構造の新しいモデルを提唱し、STM 像を説明した。生体系のシミュレーションについては、膜蛋白でのイオン透過現象のシミュレーションのための非平衡定常流系の分子動力学法の開発、フラグメントの剛体近似による分子動力学シミュレーションの高速化、アクアポリンによる選択的水分子輸送現象の解析、カルシウムイオンポンプとして知られている、Pmr1 たんぱく質の N 端側ドメイン (A ドメイン) の立体構造の予測を行った。

#### [平成 13 年度計画]

・複合ナノ物質系の構造・機能を予測し、物質設計を実現することを目指す研究については、粒界、多結晶体、相変態、核生成・成長、クラスター、複合材料等、ミクロからマクロまでを対象として、これらの系のシミュレーションに必要な技術、例えば連続体計算と分子動力学を融合したシミュレーション技術、局所構造を効果的に捉えるマルチスケール解法等、予測・設計に必要な解法・解析手法の開発の準備をする。同時に、実験グループとの連携を試みる。また、計算に予め必要な定数、境界条件についても、よりミクロな解析手法により正確に求める新たな方法を追求する。更に、与えられた設計条件下で最適な設計案を導出する手法の研究に着手し、日常生活レベルのスケールにおける最適形状・寸法設計にて検証を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・大規模系・複合系に対する計算手法・方法論の開発については、オーダーN 法であるリカーゾン法を非直交局在軌道基底へ拡張し、第一原理電子状態計算を可能とした。さらに、生体系での原子・分子プロセスのシミュレーションを想定して、上記第一原理電子状態計算法と古典分子動力学法を融合させたハイブリッド法の定式化を行った。また、分子レベルから連続体までを連続的に扱う手法の開発を目指し、DPD (Dissipative Particle Dynamics)法と SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法を検討した。さらに、表面・界面・亀裂などの微小領域での応力計算手法の提案、破壊現象・超塑性などの遷移状態に関して速度式からの長時間現象の推測方法の開発を行った。最適設計手法(システム統合化技術)については、重量最小で強度最大の形状を探索する問題として、最適位相(トポロジー)設計のアルゴリズムおよび最適寸法問題に有効な新しい有限要素法 Discontinuous-Mapped-Mesh-FEM を提案し、それらの有効性を検証した。適用研究として、クラスター構造のサイズ依存性、液体からの結晶化過程、固体の相変態について、分子動力学法で解析した。さらに、鉄などの実用材料の多結晶構造体をもつ対応粒界のある系に対して、分子動力学法によって転位と対応粒界との関係を解明した。

#### [平成 13 年度計画]

・開発された新しい方法を組み込んだシミュレーションソフトを開発・公開し、研究成果の普及につとめる。特に、情報基盤開発として行っている「大規模汎用分子動力学計算ソフトウェアの開発」に関連して、解析コード、ビルダーを開発してパッケージ化の第一ステップを終了し、まず産総研内に公開する。同じく、情報基盤開発として行っている「離散化数値解法のための並列プラットフォーム開発」については、流体および固体力学の複雑現象を高精度で高速に解析するために、離散化モデルの自動生成技術の実用化、領域分割法による大規模並列処理技術に取り組む。開発した並列プラットフォームを用い、大規模非圧縮流体解析にて検証するところまでを平成13年度に完了し、平成14年度以降に産総研内に公開する。

[平成13年度実績]

・「大規模汎用分子動力学計算ソフトウェア」に関しては、シミュレータ(古典分子動力学用; GPMSP、量子分子動力学用; STATE)、解析コード、ビルダー、ユーザーインターフェイス等の開発の完了によりパッケージ化の第一ステップを終了し産総研内に公開した。「離散化数値解法のための並列プラットフォーム」に関しては、その完成度を高め、ホームページを作成して一般公開した。さらに要素技術としてとして、スペクトル要素を用いる計算手法の開発および温度場の解析への適用、マルチスケール解析手法の一つである均質化法による複合材料評価プログラム開発、大規模構造解析を有限要素法で実行するための2次元問題用の簡易メッシュパーティショニングプログラムの開発、反応性流体の解析のための格子フリーなラグランジュ的な手法である2粒子対モデルに基づく手法の開発、等を行った。また、「化学物質安全性データベース(CDS)」を産総研の公開データベース(RIO-DB)として一般公開した。

#### ④ 人間のモデル化技術

[中期計画]

・ビジョン技術を適用することで、足や体型の静的形状、動的変形を非接触計測する手法を研究する。静立位時の形状データ、歩行、走行などの運動に伴う関節変位や形状変形データを収集し、これをコンピュータ上でモデル化することで、個人差や運動による状態差を定式化する。また、このデジタルヒューマンモデルに基づくウェアラブル製品の設計・製造・販売システムの基盤技術について、企業との共同研究を通じて具体的に研究する。

[平成13年度計画]

・人体形状モデリング技術では、足部形状モデルに基づいて適合靴を作成する技術を開発し、さらに適合靴電子商取引システムの構築を目指す。この技術は、企業との共同研究で実用化する。(人に合わせる DH(デジタルヒューマン))

[平成13年度実績]

・足形状モデルを自動的に生成するための形状計測装置及びソフトウェアを開発した。適合靴電子商取引システム開発のための企業コンソーシアムを立ち上げた。足以外にも、頭部形状計測装置の開発、頭部モデルに基づく適合メガネフレームの開発に成功した。

[平成13年度計画]

・人体動作モデリング技術では、歩行動作を例に、動的に安定な動作を生成できる動作モデルの開発を行う(人に合わせる DH)。

[平成13年度実績]

・動的に安定な歩行をオフラインで計算し、それをヒューマノイドに動作を送って提示することに成功した。また、歩行だけでなく、荷物を持ち上げて棚に格納するという複合動作についても、その動作の運動力学的決定因子を明らかにした。

[平成13年度計画]

・生活行動センシング技術では、生活空間に配置された多数のセンサや3次元視覚から得られるデータを、形状・生理モデルと照合することで、生活空間での行動・生理機能をモニタリングする技術の開発(人を見守る DH)。

[平成13年度実績]

・多数のセンサを埋め込んだ生活行動センシング研究のための専用実験室を構築した。また、行動センシングのための低コスト超音波センサの有用性を明らかにし、行動を認識できる程度の位置精度が得られることを確認した。

#### ⑤ 計測・分析技術

[中期計画]

・計測分析結果の定量的理解と共通の尺度を提供し、先端技術開発、環境保全技術等へ貢献するため、計測分析技術の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・放射光を利用した励起エネルギー可変光電子分光法による非破壊深さ方向分析法、共鳴光電子分光法等の新しい手法についてシリコン等の基本物質について基礎的データを収集し、計算機によるシミュレーションと組み合わせ、解析手法の開発を行い、触媒等の材料評価への応用への基礎技術を開発する。また、触媒等の複雑な混合物質に対する X 線吸収微細構造の定量的解析技術研究に関して、局所構造標準物質の設計開発を目指し、多成分 XAFS 解析の定量的な取扱い手法の基礎的研究を行う。

[平成 13 年度実績]

・放射光を利用した非破壊深さ方向分析については、シリコン表面上の酸化薄膜について光電子分光スペクトルの励起エネルギー依存性の測定を行った。  
・金属薄膜試料を調製するための蒸着薄膜製作装置の設計製作を行った。  
・XAFS 解析の定量的解析手法の基礎研究として熔融硝酸塩によるジルコニア担持モリブデン触媒調製についてクエンチ法による X 線吸収微細構造測定、および半定量的解析を行った。

[平成 13 年度計画]

・NMR と光散乱等を用いた高精度拡散計測技術を確立する。また、汚染物質処理用の磁性吸着剤を試作し環境汚染物質の高度処理技術を開発する。

[平成 13 年度実績]

・NMR と光散乱による拡散測定のための装置を導入した。  
・磁性吸着剤を用いた環境汚染処理技術の研究開発では重金属処理用として EDTA 担持磁性吸着剤を、有機汚染物質用としては活性炭担持磁性吸着剤を開発し、処理条件の最適化を図った。

[平成 13 年度計画]

・分光的手法と質量分析法によるプラズマ計測法を確立する。アザフラーレンの合成、精製法の研究、環境ホルモン用新規クロマトグラフィーの開発を行う。陽電子ビーム発生装置の設計・試作、エネルギー可変陽電子ビームによる微小欠陥評価技術を確立する。高分子材料について、欠陥評価と酸素透過抑制により耐放射線性を向上させる。

[平成 13 年度実績]

・プラズマ計測に関連して、レーザー照射により生成する有機分子の金属付加イオンの生成機構モデルを構築した。  
・アザフラーレンの新規合成法を開発した。  
・バイオアッセイにも使用できる環境ホルモン高純度基準物質を精製するための検討を開始し、その中で、全く新しい原理に基づく向流クロマトグラフィー装置を考案した。  
・酸化珪素薄膜での陽電子消滅ガンマ線エネルギー分布測定を行い、膜中に含まれるナノ空孔形状に関する情報を得た。さらに、極薄膜中の欠陥評価が可能なイオン散乱測定装置を立ち上げ、ナノメートルオーダーの膜厚を有する珪素系薄膜材料の組成欠陥の定性的評価を行った。  
・普及型陽電子寿命測定装置のビーム発生部を試作した。

[中期計画]

・超伝導効果を利用した次世代電圧標準デバイスを開発するとともに、HTS-SQUID を利用した非破壊計測技術、及び広帯域超伝導 AD コンバータを開発する。

[平成 13 年度計画]

・プログラマブル電圧標準用ジョセフソン接合集積技術の開発に関しては、冷凍機動作によるプログラマブルジョセフソン電圧標準を実現することを目的として、1 万個以上の NbN/TiN/NbN 接合を含む超伝導コプレーナ線路を Si ウエハ上に集積し、マイクロ波入力によるシャピロステップの発生を確認する。

[平成 13 年度実績]

・32,000 個の NbN/TiN/NbN 接合を用いたジョセフソン素子アレイを作製し、冷凍機動作可能な 10 K において大きなシャピロステップ(電流電圧特性に現れるステップ状構造: > 3 mA)が得られることを実証した。これにより 1 V 標準電圧発生の見通しがたった。

[平成 13 年度計画]

・単一磁束量子回路を用いた広帯域型デジタル/アナログ変換器の開発に関しては、単一磁束量子回路を用いた 8 ビット広帯域型デジタル/アナログ変換器(RSFQDAC)を設計、作製し、10 GHz 以上の内部動作周波数における機能試験を行う。チップ上に集積した RSFQDAC において 2 mV 以上の出力を得ることを目標とする。

#### [平成 13 年度実績]

- ・入力 8 ビットの RSFQDAC (Rapid Single Flux Quantum DAC) の設計とデバイス試作を行い、機能試験を行う段階に到達した。出力電圧として 1 mV を発生させることに成功した。

#### [中期計画]

- ・スペクトルデータベースに関して、データの質と量を充実させ、インターネットでの公開を継続する。熱物性データベースに関しては、学協会と協力してインターネットを通じて公開する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・分散型熱物性データベースへのデータの集積を継続し、蓄積されたデータのうち研究ユニットおよび協力機関において、実測したデータおよび論文から収集したデータについてインターネットを通じて公開する。それと平行して日本熱物性学会等の学協会との連携体制を構築するとともに、共同研究プロジェクトにより集積されたデータや既刊のハンドブックに掲載されたデータを収録する際の問題点を検討する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・分散型熱物性データベースのインターネット公開を実現した。
- ・日本熱物性学会との連携のもとに熱物性値の不確かさに関する標準的記述法を提示した。
- ・共同研究プロジェクトにより集積されたデータや既刊のハンドブックに掲載されたデータの収録と参照に備えて、データの帰属に対応した個別のアクセス権設定機能を開発した。

## 2. 材料・化学プロセス技術

日本経済の持続的成長を維持するための市場創出につながる革新的技術の確立を目的として、高度情報化社会の実現や環境と調和した循環型社会システムの構築に資するナノ物質・材料技術、機能共生材料技術、特異反応場利用プロセス技術を開発する。また、工業製品の信頼性を支える基盤的技術の涵養を目的として、高信頼性材料システム技術を開発する。

### ① ナノ物質・材料技術

ナノメートルサイズの物質の構造制御を利用して、超高速・大容量情報処理技術の基盤となる複合機能原料や新炭素材料、持続的な経済社会発展の基盤となる精密制御高分子材料、軽量金属材料、先進構造材料の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

#### [中期計画]

- ・ペロブスカイト化合物誘電体、及び酸化物導電体等の半導体プロセスと整合性の良い 650 °C 以下の温度で材料化が可能なテーラードリキッドソースや機能複合粉体ソースを開発する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・強誘電体薄膜、超電導膜、酸化物薄膜の液相ソースの構造解析に関しては、低誘電率強誘電体薄膜の高品質化、超電導膜の高電流化、酸化物絶縁体の多孔質化を目的として、多核核磁気共鳴装置や赤外分光分析装置により各種液相ソースのデータを収集し、低誘電率強誘電体薄膜、高電流超電導膜、多孔質酸化物絶縁体薄膜に適した液相ソースの構造を解明する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・トリフルオロ酢酸塩溶液から YBCO 超電導体薄膜の形成過程を分光分析した結果、複合トリフルオロ酢酸塩の熱分解条件を最適化することにより、既存の加熱処理プロセス時間を 1/2~1/3 程度まで短縮できることを明らかにし、線材化のための連続プロセスへと展開する上で、重要な知見を示した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・高品質強誘電体薄膜、高電流超電導膜、多孔質酸化物薄膜の液相ソースに関する合成プロセスの最適化に関しては、強誘電体薄膜、超電導膜、酸化物絶縁体膜の合成プロセスの低温化を達成することを目的とし、液相ソースを用いて形成した薄膜の急速加熱処理装置等を用いた結晶化過程、電子顕微鏡等を用いた微構造発達過程に関するデータを収集し、薄膜の結晶構造形成過程を解明するとともに、液相ソースの構造及び合成プロセスの最適化を図る。

#### [平成 13 年度実績]

- ・次世代強誘電体メモリへの適用を考え、従来材料の欠点を克服することが可能な  $\text{CaBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 、 $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ 、 $(\text{Y,Yb})\text{MnO}_3$  等の新規強誘電体材料の溶液原料を調製し、低温で作製した強誘電体薄膜の電気的特性を明確

化した。センサー等への応用を踏まえ、ゾル状水溶液にポリエチレングリコールを添加した溶液原料から、1回の成膜工程で膜厚が約1  $\mu\text{m}$  の酸化チタン多孔質厚膜を形成した。反応性を制御した溶液原料を用いて Si 基板上に作製した非晶質膜に紫外線照射を行い、 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$  薄膜や  $\text{ZrO}_2$  薄膜の結晶性や表面形態の制御を可能にした。

[平成 13 年度計画]

・フィルター粉体制御に関しては、高充填・高放熱性を目的として、化学炎プロセスなどにより粒子径や球形度・熱伝導度などの制御技術を蓄積し、新規フィルター開発の基盤技術を確立する。

[平成 13 年度実績]

・化学炎プロセスに基づき球状の窒化アルミニウム合成を試み、その可能性について検討を行った。Al アトマイズ粉をアセチレンガスに  $\text{O}_2\text{-NH}_3$  混合ガスを加えて調整を行った化学炎中で合成した AION(  $\phi$  )-Al-C 混合粉を熱処理することにより AlN 粉末を製造することができた。

[平成 13 年度計画]

・レオロジー制御に関しては、低粘性・高成形性を目的として、現行フィルター表面・化学的特性とレオロジー特性との相関化を、半導体封止材料メーカーとの共同研究を中心に推進する。

[平成 13 年度実績]

・シリカフィルターの表面及び粒間に存在する微細粒子(数百 nm 程度)が、流動特性に及ぼす影響について検討し、粒間微細粒子が低粘性化に寄与し得ることを明らかにした。

[中期計画]

・塗布熱分解法を改良し、77 K において  $J_c > 1 \text{ MA/cm}^2$  の YBCO 交流限流素子および 2 GHz 用超電導マイクロ波フィルター(YBCO 膜の表面抵抗 0.5 m $\Omega$ )を開発する。

[平成 13 年度計画]

・圧電体合成技術に関しては、酸化鉛過剰組成法による高性能圧電体の合成を行う。

[平成 13 年度実績]

・圧電セラミック原料粉末の合成技術に関しては、当所で最近、開発した酸化鉛過剰組成法を用いて高性能圧電体の合成を行なった。その結果、比較的大きな電界誘起歪を示す事が知られている  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$  系圧電セラミックスにおいて、キュリー温度が比較的高く、かつ大きな電界誘起歪を発生する新規な組成域を発見した。

[平成 13 年度計画]

・基地局用フィルタ応用のための大面積超電導膜として 5 cm 径の格子整合基板上への両面製膜と金属 Cu 以下の低表面抵抗の実現を、また交流限流素子応用としてサファイア/中間層/膜のヘテロエピタキシーの形成と、 $J_c > 10^5 \text{ A/cm}^2$  実現を目指す。

[平成 13 年度実績]

・赤外線炉をもちいた精密熱処理により 5 cm 径の格子整合  $\text{LaAlO}_3$  基板上に作製した YBCO 膜で  $J_c = 2.5 \text{ MA/cm}^2$  (誘導法) および表面抵抗  $R_s = 0.48 \text{ m}\Omega @ 12 \text{ GHz}$ , 77 K を達成した。また、 $\text{CeO}_2$  および希土類アルミネートを中間層としてサファイア基板上へのエピタキシャル YBCO 膜の合成に成功した。

[平成 13 年度計画]

・実用材料であるリチウムコバルト酸化物などの単結晶試料を合成し、リチウムイオンの規則配列構造の精密解析、組成に依存した絶縁体-金属転移の本質などを解明する。また、各種合成法により、新規電極材料用の物質開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・ $\text{LiNiO}_2$  単結晶の合成に初めて成功し、 $\text{Li}_{1-x}\text{Ni}_{1+x}\text{O}_2$  固溶体における組成に依存した構造・物性変化の詳細を解明した。また、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  単結晶の育成に溶媒蒸発フラックス法が適することを明らかにし、電気化学測定によりチウムイオンの化学拡散係数の導出に成功した。

[平成 13 年度計画]

・塗布光分解法、反応蒸着法による強誘電体、巨大磁気抵抗体などの低温製膜とパターンニング法を開発する。

[平成 13 年度実績]

・塗布光分解法により強誘電体 PZT エピタキシャル膜の室温製膜および  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_y$  エピタキシャル膜の低温製膜(500  $^\circ\text{C}$ )に成功し、後者で抵抗の温度係数  $\text{TCR} = 2.3 \%$  を達成した。また、蒸着法による金属層を  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  膜ではさんだエピタキシャル磁気抵抗多層膜の作製に成功した。

[中期計画]

・ダイヤモンド発光ダイオードの開発を目的として、高圧法、CVD 法等による低欠陥密度ダイヤモンドの合成と、イオン注入法による高品質ダイヤモンド半導体作製技術を開発し、ダイヤモンドエキシトン発光を用いた室温で動作する紫外線(235 nm)発光デバイスを作製する。

[平成 13 年度計画]

・高分解断面 TEM を用いた評価により界面構造と発光特性の関係を明らかにし、界面の制御技術としてのエピタキシャル成長技術の高度化を行う。

[平成 13 年度実績]

・高分解断面 TEM とカソードルミネッセンス法により、ダイヤモンド基板とエピタキシャル界面の構造欠陥と可視光領域の発光特性の強い相関をナノスケールで把握することができた。エピタキシャル成長技術の高度化については、不純物制御により更なる厳しい条件が必要であることがわかり、装置移設にともないガス回りの設備に十分な注意を払った。

[平成 13 年度計画]

・室温で非線形効果を示して紫外線を発光する励起子の発光機構の解明と、この応用技術の基礎を確立する。

[平成 13 年度実績]

・非線形効果の機構を理論的に検討し、ボーズ・アインシュタイン凝縮の可能性もあることを明らかにした。新しく立ち上げた超高真空－高励起カソードルミネッセンス装置により非線形効果の再現性を確認した。

[平成 13 年度計画]

・エピタキシャル成長中の気相ドーピング技術による、n 型ダイヤモンド薄膜合成技術の基礎の確立、および pn 接合作成技術の基礎研究を行う。

[平成 13 年度実績]

・気相ドーピングによる n 型ダイヤモンド薄膜合成は、装置移設にともない CVD 装置の改造を行い、不純物混入を徹底的に押さえたシステムにした。イオン注入による p 型の制御は低温(77 K)でのイオン注入技術を導入することにより、従来法より特性の改善が計れることがわかった。

[平成 13 年度計画]

・カソードルミネッセンス法、電子スピン共鳴法、PIXE 法、電子顕微鏡観察および計算機シミュレーションを用いてダイヤモンド中の照射損傷(空孔、格子間原子、転移)、およびドーパントの位置に関する詳細を明らかとする。

[平成 13 年度実績]

・イオン注入による照射損傷に関する研究では、カソードルミネッセンス法、PIXE 法、電顕観察によりデータを集積してきた。スピン共鳴については、高エネ研の施設を用いたミュオン挙動を開始した。

[中期計画]

・炭素系材料によるナノスペースを制御し、水素貯蔵及びガス分離等の機能発現とその材料化を行うと共に、単層ナノチューブ合成のための触媒開発も行う。さらに、極限環境下で優れたトライボロジー機能等を発揮する新材料を開発することを目的として複合 PVD 法や新焼結技術を用いたトライボマテリアル、スーパーハードマテリアル等の創製と評価を行う。

[平成 13 年度計画]

・新構造カーボン材料の合成と新物性の探索(レーザー蒸発法などを利用)に関しては、多様な構造を持つグラファイト系物質の開発に着手し、実用的なガス吸着特性、電気的特性、機械的特性を持つ新規カーボン材料の探索を行う。

[平成 13 年度実績]

・カーボンナノホーンの金属触媒担持を行い、これを電極としたアルコール燃料電池の開発に成功した。本テーマはこれで終了し、今後、ナノカーボン PJ に研究を移管する。

[平成 13 年度計画]

・超高空間分解能元素分析装置の開発に関しては、専用電子顕微鏡と高感度検出器を組み合わせることにより、高精度のナノ分析・ナノ計測技術の確立を目指す。

[平成 13 年度実績]

・微少電子線を試料を走査して結像する電子顕微鏡の装置開発を行った。本テーマはこれで終了し、今後上記ナノテクノロジー分野においてナノカーボン材料の評価手法として活用する。

[平成 13 年度計画]

- ・レーザー反応等によるヘテロフラーレン (BNC<sub>58</sub>) の高純度合成を行い、結晶解析による構造の解明を行うとともに、ハイブリッド結合制御されたナノスペースハイブリッド構造体の合成を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・レーザー反応による固液反応により BNC<sub>58</sub> の合成・分離に成功し、NMR 測定に成功し、フラーレン骨格内で BN 結合で存在していることを明らかにした。

[平成 13 年度計画]

- ・高周波領域で作動する LNO 系材料のダイヤモンド基板へのスパッター法、プラズマ法による高配向結晶成膜を行うと共に、高周波 SAW フィルターの周波数特性を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・スパッタ法によるダイヤモンド基板上にニオブ酸リチウム膜を 5 nm 程度の平坦性を有する透明膜を得た。

[平成 13 年度計画]

- ・マイクロ波、DC プラズマ等を用い、窒化炭素系、窒化ホウ素系材料の薄膜化と界面制御を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・マイクロ波 ECR プラズマにより、保護膜として有効な窒化炭素膜を得た。また、マグネトロンスパッタ法により、80 % の cBN を含む 350~400 nm の厚さの硬質膜を得た。

[平成 13 年度計画]

- ・低摩擦特性を有するナノクリスタルダイヤモンドの成膜を開発し、ナノ構造ダイヤモンドの成膜制御と超平坦化制御技術を確立する。

[平成 13 年度実績]

- ・MW プラズマにより、シリコン基板上にダイヤモンド膜 (厚さ 2 nm) を成膜し、X 線回折、UV ラマン、EELS、断面 TEM 観測から、5~15 nm のナノクリスタルダイヤモンドの成長を実証した。

[平成 13 年度計画]

- ・摩擦試験機により、DLC 膜等と各種材料との組み合わせの下で、摩擦摩耗データを集積し、最適組み合わせを明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・水素含有量の異なる DLC 膜のトライボロジー特性を調べた。水素含有量の違いにより、DLC 膜の摩擦摩耗に対する雰囲気湿度、負荷荷重等の影響の程度が異なることを明らかにした。

[平成 13 年度計画]

- ・高温水蒸気中摩擦試験機により、平面接触下のダイヤモンドの摩耗速度等を調べることにより、新研磨法の有効性を評価する。

[平成 13 年度実績]

- ・300 °C までの水蒸気中で、CVD 多結晶ダイヤモンドとダイヤモンドピンとの摩耗試験を行った結果、平均粗さ (Ra) が 8 nm の CVD ダイヤモンドが、0.4~0.9 nm の極めて平滑な表面が得られた。

[平成 13 年度計画]

- ・水環境に適するトライボマテリアルを粉末焼結装置により試作し、ナノスコピックな観点からの諸評価等により最適材料候補を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・金属あるいはプラスチックにダイヤモンド粉末を添加した複合材料を、放電プラズマ焼結法により試作した。Ti 母材にダイヤモンド微粉末を添加したトライボマテリアルは、水中で 0.1 以下の摩擦係数を示す良好な結果を得た。

[平成 13 年度計画]

- ・cBN 膜の界面強度およびナノレベルでの界面状態を調べることにより、界面強度の限界を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・cBN の内部応力は、厚膜になると顕著になるが、多層化構造により、内部応力を減らすことを明らかにした。

[中期計画]

- ・実用省成分軽量合金を対象に、マイクロエクスプロージョンプロセスとセミソリッドプロセスを統合し、市販鋳造材

より結晶粒径が 1/10 以下で 50 %以上高い強度を持つ鋳造加工プロセス技術を開発する。また、マグネシウム合金にあっては、リサイクル材の強度をバージン(鋳放し)材の 1.5 倍以上(300 MPa)に高めるリサイクル技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・マイクロエクスプロージョンプロセス技術の開発に関しては、電磁振動力を凝固中の金属に作用させることにより、マイクロエクスプロージョン現象を発生させ、これを利用した組織微細化技術により、結晶粒径 30  $\mu\text{m}$  の微細結晶粒を有する Al-Si 合金を創製する。

[平成 13 年度実績]

・Al-7mass%Si 合金に対してマイクロエクスプロージョンを発生させることにより組織微細化を行い、電磁振動条件を最適化することにより、初晶Al粒子の結晶粒径を約 25  $\mu\text{m}$ まで微細化することに成功した。さらに、実用化に向けて、現在の 6 mm  $\phi$ の試料径から、30 mm  $\phi$ の試料径に大きくするための装置開発に着手した。

[平成 13 年度計画]

・軽量金属材料の結晶粒微細化による高機能化に関しては、省エネルギー・低環境負荷を志向した Friction Stir Processing(摩擦熱と機械的攪拌を利用した組織・構造制御プロセス)を適用し、プロセス条件と組織の関係について明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・粒成長を起こしやすい純Alに Friction Stir Processing 法を適用し、プロセス条件と組織の関係を調べ、発熱量が少なく、粒成長を抑えた条件(191  $^{\circ}\text{C}$ )で本年度の目標である平均結晶粒径 1  $\mu\text{m}$ をほぼ達成した。

[平成 13 年度計画]

・軽量金属材料の加工プロセスによる高機能化に関しては、微細粒子分散、加工熱処理、セル構造化等によるマルチフェーズ組織制御等についてプロセス条件と組織の関係を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・マグネシウム合金の精密セル構造化制御技術を開発し、各種構造を有する 0.05  $\text{g}/\text{cm}^3$  の超低密度材料の創製に成功した。また、再生材の特性劣化の原因である不純物(混入酸化物)の無害化(最適微細分散組織化)を目的に、熱間押出しによる加工熱処理プロセスの開発に着手した。

[中期計画]

・イオン・プラズマプロセス技術による材料の超高純度化プロセス技術を確立するとともに、超高純度材料の耐高温酸化性、耐腐食性評価試験を行う。

[平成 13 年度計画]

・鉄の超高純度薄膜の創製とその基礎特性(電気・磁気特性、電気化学的特性)を明らかにする。Si や SiC を同位体まで制御した同位体制御薄膜の創製を行うとともに、評価特性の検討を行う。さらに、超高純度金属材料の高温酸化性、腐食特性などの表面特性を明らかにする。また、イオンビーム照射による材料中の不純物の挙動、低温結晶成長に関する基礎特性を調べる。高純度コーティング技術に関する特許(出願済み)の実用化を目指し、共同研究を行う。

[平成 13 年度実績]

・当ラボで開発したアーク蒸着法で鉄薄膜を超高真空中で作製し、その特性を評価した。原材料の純度の違いにより、磁氣的、電気化学的特性が違うことが明らかになった。Si と SiC の同位体を制御した薄膜の創製を行い、結晶構造、組成、モホロジーを評価した。さらに、超高純度 Fe-60 %Cr の大気中における優れた高温酸化特性を明らかにした。また、イオンビーム照射誘起キャビティにより半導体材料中の金属不純物を除去する技術を確立した。低温結晶成長に関する基礎特性を調べた。高純度コーティング技術に関する特許(出願済み)の実用化を目指し、オリンパス光学工業と共同研究を行った。

[中期計画]

・200  $^{\circ}\text{C}$ 以下の温度でナノポアセラミックス材料が合成できる低エネルギー製造プロセス技術を開発し、室内アルデヒド濃度を厚生労働省基準以下にする内装材料を開発する。

[平成 13 年度計画]

・高機能のポーラスセラミックスを低環境負荷な溶液条件(200  $^{\circ}\text{C}$ 以下)で合成するソフト溶液プロセスの研究に関しては、高表面積の中空球状アルミニウムケイ酸塩クラスター(アロフェン)及びチタニアやアパタイトの複合材料の合成を試みる。

[平成 13 年度実績]

・従来方法と較べて高濃度かつ高効率で中空球状アルミニウムケイ酸塩クラスターを合成することが可能となった。

[平成 13 年度計画]

・均一メソ孔を有する多孔質セラミックス材料の組成・構造制御が可能な有機分子を含む低温合成プロセス(ソルボサーマルプロセス)の開発を目指し、有機溶媒プロセスおよび有機分子集合体を利用した合成法に関する探索的研究を行う。

[平成 13 年度実績]

・有機分子集合体を利用して無機化合物の組成、構造制御に関する探索的研究を行い、非シリカ系材料では初めて有機修飾体の合成プロセスを開発し、有機基の存在が構造安定性に大きく影響することを見出した。

[平成 13 年度計画]

・低コストの層状原料を利用した選択的な溶解による多孔質構造構築プロセス(セレクトティブ・リーチングプロセス)の開発のため、新たな応用が期待できる微細細孔構造の構築を目指し、従来のメソポーラスサイズからマイクロポーラス化の検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・仮焼条件を制御し、従来得られていた多孔質材料(細孔半径 1.5~3.5 nm 付近の細孔径分布を有する)に比べ、倍以上の細孔半径となる細孔半径 1.5~8.5 nm 付近に細孔分布を有する多孔質材料が得られた。

[中期計画]

・ナノボア材料の新規合成法(固相合成法、有機・無機添加剤、水熱合成法)等を確立し、固体酸触媒、分離材料、電気粘性流体、センサー等の新機能材料を開発する。

[平成 13 年度計画]

・海水リチウム採取のための実用的吸着プロセスの確立をめざして、高性能リチウム吸着剤の開発に関しては、平衡吸着量 1 g 当たり 40 mg-Li、速度 1 g 当たり 20 mg-Li/月を最終目標に 2 段階鋳型反応法により開発した新規吸着剤の吸着量や吸着速度の向上を図るとともに、各粉末体及び成型体吸着剤を月産 100 kg 製造可能なプロセスの構築を目的にリチウム吸着剤の大量合成技術、大量粒状化技術、大量膜状化技術の確立を目指す。また、高性能メタン吸蔵体の開発に関しては、活性炭の性能に匹敵する新規吸着剤開発を旗印に、無機層状化合物等を前駆体としてイオン鋳型法を用い、高密度の吸着状態を達成可能とする吸着剤の開発を目標として、メタンの吸着量増加の要因を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・吸着目標 40 mg/g の目標値を達成し、また工業的製造法として界面水熱反応法の開発で 100 kg 単位の粉末吸着剤を製造する目的をつけた。液体置換法による膜状吸着剤の開発に成功し、吸着装置として層間平行流方式を提案できた(H13 年度計画の後半部分は次項と同一なので進捗状況は次項に記述)。

[平成 13 年度計画]

・高性能メタン吸蔵体の開発に関しては、活性炭の性能に匹敵する新規吸着剤開発を目標に、無機層状化合物等を前駆体としてイオン鋳型法を用い、高密度の吸着状態を達成可能とする吸着剤の開発を目標として、平成 13 年度はメタンの吸着量増加の要因を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・メタン吸蔵性能評価法を確定し、60 種の多孔体のメタン吸蔵性能のスクリーニングから、メタン吸蔵量に及ぼすマイクロ細孔容積と表面疎水性の重要性を明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・製鉄プロセスにおける熱のカスケード利用による高効率水素製造技術を開発するため、硫黄分含有のメタンの水蒸気改質反応、混合導電膜を利用したメタン部分酸化法、そして CO シフト反応による高純度水素製造法に至る一連プロセスの基盤技術を確立する。

[平成 13 年度実績]

・メタンの改質反応では固相晶析法で調製したある種の酸化物イオン電導性固体電解質を担体とした触媒が優れた触媒活性を示すことを見いだした。

[平成 13 年度計画]

・Pd 膜やゼオライト膜を利用した還元的酸化法、形状選択反応分離法、光学異性体の分割法等の触媒膜反応システムを提案する。

[平成 13 年度実績]

・触媒膜反応システムに関しては、Pd 膜による還元的酸化法によりこれまでにな高い収率によりフェノールが生成することを見出した。微生物リパーゼを固定化した 2 相型膜反応器により、ヒドロキシ酸の光学分割を行った。

[平成 13 年度計画]

・高水素透過性アモルファス合金膜としての Zr-Hf-Ni 合金の水素透過・溶解・拡散特性を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・アモルファス  $Zr_{36}Ni_{64}$  合金の Zr を Hf に置換していくと水素透過係数は低下するが、これが水素透過活性化エネルギーの増大に起因していることが分かった。

[平成 13 年度計画]

・規則性微空間材料の探索と設計に関しては、水・有機分子・無機クラスターの相互作用に関する知見を集積し、合成条件と生成する微空間材料の構造との相関性を明らかにする。これを基に有機分子の設計等を行い、新規規則性微空間材料を合成し、その物性を評価する。

[平成 13 年度実績]

・幾何異性体を有する構造誘導分子の利用によって、異なる構造のゼオライトを合成することに成功し、その相関関係について明らかにしつつある。また、固相転換法を用いて層状物質からゼオライトを得ることができた。

[平成 13 年度計画]

・固体酸量、酸強度の分光学的測定のため、空気中の水分に影響されない試料調整法を検討し、固体 NMR 装置により固体酸のスペクトルデータを収集する。

[平成 13 年度実績]

・酸性質をになうプロトン固体 NMR により観測して、化学シフト値が酸強度を反映していることを確認した。

[平成 13 年度計画]

・規則性微空間材料の微空間における分子拡散定数の測定のため分離材料としての応用に重要な分子拡散定数を決定する手法を開発する。

[平成 13 年度実績]

・一次元チャンネル構造もしくは層状構造を持つ規則性微空間材料へ有機小分子を導入し、ゲスト分子の配列および運動状態を固体 NMR 等により明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・生分解性ポリマーとしての脂肪族を共重合やブレンド、複合化することにより熱的・機械的性質を改良する。

[平成 13 年度実績]

・ポリブチレンサクシネート(PBS)共重合ポリマーにおいて、引っ張り伸度が大きく向上した。植物繊維の入った生分解性ポリウレタンを調製し、その力学的物性を調べた。生分解性評価の新たな方法を見出した。ハロゲンフリー易剥離性プライマリーとして、メタクリル酸誘導体等のブロック共重合体からなるポリマーを合成した。

[平成 13 年度計画]

・生分解性速度を制御するため、生分解性プラスチックに共重合、架橋、ブレンド、酵素の導入、プラズマ処理などを行い、それらによる生分解性のデータを収集し、その制御法を開発する。

[平成 13 年度実績]

・調製された種々の生分解性ポリマーの短時間分解速度評価法を開発するとともに、PBS バチルアルコールとの共重合体の生分解性速度がバチルアルコールの量により変化することを見出した。

[平成 13 年度計画]

・プラスチックの廃棄物処理、有機反応における反応後の廃液処理の問題解決のため、環境適合型材料やポリマー型反応剤を開発する。

[平成 13 年度実績]

・自動車産業で必要とされる対環境性に優れたハロゲンフリー易剥離性プライマリーを設計・合成した。

[平成 13 年度計画]

・有機高分子系材料システムの力学的形態的機能の解析のため、多様な用途に応じた繊維系材料構造体の設計技術と構造・機能相関の解析評価技術を開発し、「環境適合材料の開発」に繋げることを目的とし、繊維材料間の相互作用の解析を行うとともに、構造等と物性との相関を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・繊維系材料構造体の 3 次元形態シミュレーション技術に関して、実験との比較によりその有効性を実証した。また、非線形力学特性及び材料間の相互作用の解析法について検討を行った。さらに、商品化されたソフトウェア

について技術指導・技術移転を行った。

[平成 13 年度計画]

・機能集積素子(チップ)の開発を目的として、チャンネルあるいはチューブ状ナノ構造体構築の実験を行い、ゲストイオンやゲスト分子に対する包接、認識、分離、放出特性を有するセンシングデバイスを開発する。

[平成 13 年度実績]

・糖脂質からなるチューブ状構造体に分子認識能および基板への固定化能を付与するように改質を行うとともに、石英基板および金基板上に固定化する手法を開発した。また、分子認識能をもつ機能性部品としてヘリックス性ペプチドおよび糖脂質を合成し、金基板表面に LB 水平付着法により、それら部品が基板表面に対して立ち上がった状態になるように固定化することに成功した。ヘリックス性ペプチドの場合、その集合状態がテンプレート鑄型を形成していることを表面プラズモン共鳴法により明らかにした。糖脂質の場合、積層化が達成でき、毒素タンパク質が糖鎖に特異的に結合することを水晶振動子法により明らかにした。以上の研究から生理活性物質検出用機能素子の開発原理を確立した。

[平成 13 年度計画]

・高密度界面ナノ構造の作製技術・安定化技術の開発に関しては、ナノ粒子・クラスター集合体・ナノポア等のナノ構造要素の精密調製技術を検討するとともに、これを利用した高密度界面ナノ構造の作製制御技術について検討する。

[平成 13 年度実績]

・レーザーアブレーション法を利用し、基板をターゲットに対して垂直に置く配置を採用することにより、1 Torr 前後の圧力条件下でサイズが 3 nm 程度かつその分布の幾何標準偏差が 1.2 になる酸化ナノ微粒子を生成でき、しかもこの条件下では、酸化物が結晶化しかつターゲット組成を維持した最も安定した相のナノ粒子が基板加熱なしに得られることがわかった。この手法を応用することにより、誘電性やセンサ特性といったさまざまな機能のサイズ依存性に関する実験が可能となった。

[平成 13 年度計画]

・高密度界面ナノ構造の新機能設計技術の開発に関しては、高密度界面ナノ構造に起因する熱電機能、磁気抵抗効果、センサ機能、光電極機能におけるナノ構造と機能特性の関係を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・ゼオライト中のナノポア骨格中への金属や半導体を導入することによって得られる複合体の電導特性・光学特性・磁気特性を測定し、分散構造と物性の関係について検討した。また、貴金属分散酸化チタンナノコンポジットにおける可視域での光電極特性と分散状態との関係についても検討し、光電流増加に対して表面プラズモンやドーピングの効果の寄与と高密度界面に起因する界面準位による寄与があることがわかった。

[平成 13 年度計画]

・高密度界面ナノ構造を反応場として用いた利用したナノスケール機能素子の創製技術の開発に関しては、固定化されたクラスター・ナノ微粒子あるいはナノコンポジットを反応場として用いたナノ材料創製技術を検討する。

[平成 13 年度実績]

・ニッケルをベースとしたナノコンポジット基板上で熱プラズマ CVD 法によりカーボンナノチューブ成長実験を行い、ニッケルの組成が 65 % の時、モミの木状の円錐形ナノチューブ集合体が森林状に集合した特異形態を持つナノチューブアレーが生成することを見いだした。その生成メカニズムを提案し、森林成長過程との類似性を示した。

[中期計画]

・高分子の分子量、立体規則性、共重合性、ヘテロ元素の規則的な導入による有機・無機ハイブリッド化、多分岐高分子の新規合成法等の一次構造制御における重合機構の解明並びに多成分・多相系高分子の配向構造制御、メゾ秩序構造、ネットワーク構造等の高次構造形成プロセスの機構を解明する。

[平成 13 年度計画]

・ポリオレフィンへ極性基を導入する重合反応機構解明のため、遷移金属錯体触媒を用いたオレフィン類及び極性ビニルモノマー配位重合系について精密構造制御の基礎的検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・極性基導入技術: エチレン及び種々の極性ビニルモノマーの重合に有効なリン配位子をもつ鉄錯体触媒を見いだした。3 価のチタノセンアルキル錯体単独ではアクリロニトリル、メタクリロニトリルが、助触媒である  $\text{Al}(\text{Oct})_3$  存在下同錯体によりメチルメタクリレートが、また助触媒 MAO 存在下同錯体によりオレフィンが重合することを見いだした。

[平成 13 年度計画]

・縮合系高分子の分子量・分子量分布の制御、特に超高分子量化技術の開発に向けた開環重合による縮合系高分子の汎用固相重合技術の開発、規則的な立体構造を有し高度の機能の発現が期待される多分岐高分子の新規合成法の開発とその機能化技術の開発、並びに無機元素の特性を生かした構造規則的なポリマー（有機・無機ハイブリッド系ポリマー）の重合精密制御合成法の開発について基礎的検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・固相重合：ポリカーボナート(PC)固相重合原料である大環状オリゴマーを線状 PC の熱分解により合成する方法を検討し、希薄溶液中の熱分解により環状化合物が高選択的に生成することを見いだした。  
・多分岐高分子：トリフェニルアミン系多分岐高分子に共役系を構成しうる最小の単位であるビニレン基を導入するため、ビニル基含有モノマーを合成した。  
・ヘテロ元素導入技術：主鎖に Si または Ge 原子を規則的に含む新規ポリマー（シリレンーまたはゲルミレンージビニレン系ポリマー）の合成法を見いだした。

[平成 13 年度計画]

・配向構造、結晶・非晶構造の制御を目的に、結晶高分子を含む相溶性高分子ブレンドについて、配向構造の形成条件や結晶化条件を探索し、高次構造制御のための方法について検討する。具体的には、  
・ブロック共重合体に共役系化合物もしくは色素等を導入してメソスコピック構造を作製し、それらの光・電子機能（非線形光学特性、発光特性等）との相関を明かにする。  
・相溶性高分子ブレンドの相分離過程を利用して相構造を制御するとともに電気的な手法による界面構造評価を行う。  
・高分子ネットワークに異方的・規則的構造を導入するための材料の設計・探索を行う。多相系・複合系高分子の高次構造制御を可能とする加工方法を探索するために、非共振強制振動法による粘弾性データを収集し、熱機械特性について検討する。  
・生分解性高分子及びそのブレンドの用途拡大、汎用材料の高度なりサイクルを目指して、加工成形による物性向上のための手法としての環境調和型高分子材料成形加工技術の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・イソタクチックポリスチレン(iPS)-ポリフェニレンオキシドブレンドについて、延伸や応力を付加した状態での結晶化を行い、結晶・非晶構造、配向構造、相構造などの制御を試みた。具体的には、ブレンドフィルムの作製条件、延伸条件、結晶化温度などの試料作製条件について検討した。その結果、横方向の破断強度は未延伸の iPS フィルムと同程度でありながら、延伸方向に強化されたブレンドフィルムを作製することができた。  
・メソスコピック構造と光・電子機能との相関の解明。光異性化を起こすアゾベンゼン誘導体、あるいは電荷移動性を持つチオフェン誘導体化合物を有した新規のブロック共重合体の分子設計、および合成に成功した。また、ドライプロセスにより、ブロック共重合体のマイクロドメインへ選択的に化合物を導入し、ナノ配列を行うことを行い、金属パラジウム、コバルト、フォトクロミック化合物等をナノレベルで規則的に配列させることに成功した。  
・デンソーとの共同研究において、エネルギーフィルター透過型電子顕微鏡による高分子接着界面の解析を行い、界面のナノレベルでの元素分析、化学結合分析に成功し、界面に局在する物質のナノレベルでの解析を行った  
・通信総研との共同研究により、相溶性高分子ブレンドの相分離過程を利用して相構造をパルス静電応力法により解析し、位置情報を反映した空間電荷分布の解析に成功した。  
・各種高分子シートの非共振強制振動法による粘弾性データを収集し、結晶性、配向性、ブレンド成分と粘弾性挙動の関係を調べた。その結果、構造と物性の相関を評価する方法とし有効なことから分かった。これらの結果は、ACS（米化学会）発行予定の「ポリマーブレンドの構造評価」の一部の章として、まとめた。また、標準情報 TR0005「プラスチック - 動的機械特性による転移温度測定方法」として提案した。  
・ポリブチレンサクシネート(PBS)とそのブレンドの加工成形による物性向上のための手法の開発を行っている。鎖延長剤を使用することなしに得られた高分子量 PBS のシート成形を行い、ロールを用いた加工による、分子配向付与による破断強度の向上、透明性の付与など、物性向上の可能性を確認した。

[平成 13 年度計画]

・高分子材料の構造評価法およびシミュレーションの高度化を行うとともに、そのデータベース化を行うため、以下の研究を行う。  
・多次元固体 NMR 法の適用により結晶中の分子運動の相関時間と相関時間の分布の解析方法について検討する。  
・磁場中での配向化過程の解明を目的に、重水素でラベルした高分子の固体 NMR スペクトルを測定し、計算機シミュレーションとの照合により、結晶・非晶各相のオーダーパラメータの解析方法について検討する。  
・高分子の溶融結晶化過程における構造形成のダイナミクスを解明するために、計算機シミュレーションのプログラム開発及び数値計算を行い、計算手法の確立を目指す。

- ・結晶化、配向成長などの動的過程を計測するための装置(赤外・ラマン分光光度計の温度可変装置など)の整備を図り、結晶化過程の計測への適用を試みる。
- ・高分子材料の成形加工時の構造発現のための基礎データの収集を目的として、溶融物性について検討する。
- ・多相系及び充填系高分子の材料化、溶融成形のための基礎データの収集を目的として、流動特性について検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・多次元固体 NMR 法の適用によりイソタクチックポリブテンの II 型結晶、III 型結晶、および非晶相における分子運動のダイナミクスとコンホメーションについて解析した。
- ・高分子溶融系における結晶化に伴う秩序構造形成のダイナミクスを、分子の剛直性に関する観点から解明するとともに、過冷却度を変化させることにより、秩序度の温度依存性に関して検討した。また、核の影響について調べるためのプログラム開発と予備的なシミュレーションを試みた。
- ・赤外分光光度計や X 線回折装置により、結晶化過程の構造変化の計測を試みた。また、ラマン散乱分光光度計により動的過程を計測する場合についても、励起光、散乱光、及び試料の配置を検討した。
- ・異なる分子量をもつ芳香族ポリエステル溶融粘度とせん断速度依存性を測定し、加工成形の構造発現のための基礎データを得た。この結果は、ポリエステル/LCP ブレンド、ポリエステルのシート成形に生かした。また、これから知見を、非常に流動しやすい高分子の流動試験方法の標準化を目指して、標準情報 (TR) としてまとめる予定である。
- ・有機繊維、無機繊維及びこれらのハイブリッド複合系の定常剪断流動性、動的粘弾性等に及ぼす充填材充填量、繊維長、繊維特性やひずみ速度、ひずみ量も影響、時間依存性等を定量的に把握した。また電気粘性効果を利用した感圧材料及び導電性繊維充填面状発熱材料創製のため基礎的知見を集積した。

[平成 13 年度計画]

- ・高密度二酸化炭素からの環状または鎖状カーボネート、ウレタン合成、メタンからのメタノールまたはアセトアルデヒド合成を目標として、新規触媒の探索・絞り込み及び反応機構の検討を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・二酸化炭素からの環状カーボネート合成のための固体触媒開発に成功。有機溶媒を用いることなく収率 50 % を達成。ハロゲンを用いない二酸化炭素からのウレタン合成に成功。アセトアルを脱水剤とする方法で収率 80 % を達成。メタンと一酸化炭素からのアセトアルデヒド合成に世界で初めて成功。炭酸ジメチル合成において無機脱水剤を用いる新反応装置を試作。

[平成 13 年度計画]

- ・人工臓器開発のため動物細胞培養技術の確立を行うとともに、細胞-材料の相互作用の評価を反応工学的見地より行い、生体吸収性高分子表面に動物細胞を表面に接着・増殖させる方策を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

- ・相転換法によりポリ乳酸から多孔質平膜を与える製膜条件を確立するとともに、この膜において細胞の増殖能について検討した。感温性高分子を結合したシリカゲル粒子が相転移温度で溶質(ステロイド等)の保持時間を変化させることを確認した。

[平成 13 年度計画]

- ・人工脂質膜において生体膜類似の高度に制御された複合機能の発現を目指して、脂質膜中で安定に機能する機能素子と人工脂質の組み合わせについて検討する。即ち、種々の機能素子や人工脂質を合成し、それらによるイオンチャネルや選択的膜破壊効果の発現を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・脂質ナノ構造体の構成要素である新規な人工テトラエーテル脂質と人工テトラエステル脂質についてその基本骨格を合成した。また、新規な膜破壊剤を合成し、その作用メカニズムを検討した。

[平成 13 年度計画]

- ・異性体等の難分離化合物を高選択性と高流束という二律背反的な条件を満たして分離しうる分離膜を開発することを目的として、分子認識化合物を基膜に薄膜上に固定化する方法を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・基膜表面に形成させたポリイオンコンプレックス(PIC) 薄膜にシクロデキストリンを導入した膜は有機化合物に対して異性体識別輸送能を有することを見出した。また、光による輸送制御については、アゾベンゼンポリマー塗布膜が、光照射の on-off に応答してガス透過性を変化させることを見出した。

[平成 13 年度計画]

・プラズマによる機能性物質創製技術の確立に関しては、生体膜模倣材料の作製の非常に有力な手段であるプラズマ重合・処理技術の確立を図るため、各種モノマーガスについてプラズマによる重合反応を開発し、形成された薄膜について構造解析や機能評価を行う。

[平成 13 年度実績]

・シロキサン系化合物とカルボン酸系モノマーとのプラズマ共重合により双方成分からなる複合構造の薄膜を得た。また、プラズマ処理により表面層にカルボン酸を導入した材料は、ヒドロキシアパタイト化により酵素の固定化材になることを示した。

[平成 13 年度計画]

・分子認識・情報機能等を担う生体機能物質の利活用を目的として、核酸類における省エネ型化学修飾プロセスの開発のためのヘテロ元素の活用法を開発する。また、元素間のアフィニティーを利用する合成反応を検討し、穏和な条件下で起こる新しい複素環構築法を開発する。さらに、糖と脂質の結合部位近傍の化学構造を変化させた糖脂質新規類縁体を数種合成し基本的物性を明かにする。

[平成 13 年度実績]

・種々の複素環を有する核酸類縁体や薬理活性が期待される糖脂質の新規で効率的な合成法を見出した。

[平成 13 年度計画]

・人工機能材料としてのゲル状態の機能性高分子材料の調製法と利用技術の開発を目的とし、グアニジン誘導体を合成し、その性質を明かにし、ゲルに利用する。また、重合性界面活性剤を利用した感熱性材料を調製し分散液、水溶液、マイクロゲルの特性を解析する。

[平成 13 年度実績]

・アリル系モノマーから電解質機能をもつ高分子を合成した。感熱性高分子の利用技術を検討した。

## ② 機能共生材料技術

材料の組織を原子・分子からナノ、マイクロ、マクロにわたり制御する技術を開発し、複数の機能が共生した材料を創製する技術の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

[中期計画]

・高次構造制御により、800 °C以上の腐食性雰囲気下において 50  $\mu\text{m}$  以下の粉じんが捕集可能なフィルター材料、高荷重・無潤滑環境下で比摩耗量が従来材料の 1/10 以下の材料、400 °C以上酸素共存雰囲気下においても連続的に窒素酸化物の還元除去が可能な材料、腐食性環境下でジルコニアセンサーと同等の 10 msec の応答速度を持つ高温用酸素センサー材料が創製できることを実証する。

[平成 13 年度計画]

・フィルター材料の開発においては、凍結乾燥等の成形技術、反応焼結等の焼結技術により、10  $\mu\text{m}$  以上の気孔形態制御技術の確立を図る。また、損傷形許容機能を付与するために、テープ成形技術、鍛造焼結技術等により粒子および気孔の配向性制御技術の確立を図る。

[平成 13 年度実績]

・酸化物系セラミックス多孔体において、気孔率 40 %以上を保ちつつ気孔径を 1  $\mu\text{m}$  から 20  $\mu\text{m}$  程度まで制御すること、および気孔径 30~50  $\mu\text{m}$  の貫通気孔を一方に配列させた気孔率 40 %以上の多孔体を作製することを可能にした。また、窒化ケイ素多孔体において、従来緻密体とほぼ同等の高温強度と 2 倍近い変形許容性を発現させた。

[平成 13 年度計画]

・摺動材料の開発においては、結晶相、結晶粒形状・寸法、配向性や粒界の状態を精密に制御した材料を創製し、材料構造因子が摩耗特性や強度・靱性に及ぼす影響を評価・解析することにより、優れた摩擦・摩耗特性と高強度・高靱性の共生を可能とする構造制御指針の明確化を図る。

[平成 13 年度実績]

・微構造-摩耗特性の関係を検討し、アルミナでは靱性向上に伴い耐摩耗性が低下するが、液相焼結非酸化物においては靱性と耐摩耗性が共生可能であることを明らかにした。また、耐摩耗性と高靱性を両立させる技術として、イオン注入、固体潤滑剤分散、二層構造化の検討を開始し、一部その可能性を検証した。更に、145 W/mK の世界最高レベルの高熱伝導窒化ケイ素、強度 620 MPa と靱性 5.6 MPa $\cdot\text{m}^{1/2}$  を併せ持つ炭化ケイ素の開発に成功した。

[平成 13 年度計画]

・窒素酸化物浄化材料の開発においては、固相および液相合成法を駆使し、酸素共存下で窒素酸化物高選択分離浄化作用の発現に必要なナノ多孔体の組成および形態制御技術を開発するとともに、高導電性、高熱起電力、低熱伝導性の同時発現により酸化物熱電変換材料のエネルギー変換効率の向上を可能とする、結晶粒界や分散相等のナノレベル構造制御技術についての指針を得る。

[平成 13 年度実績]

・ナノ多孔体の組成及び形態制御を検討し、触媒層上部に数 10 nm 径の 3 次元貫通細孔とそれを取り巻くイオン伝導体・電子伝導体の 3 次元ネットワーク構造を形成することに成功した。その結果、世界最高レベルの NO<sub>x</sub> 直接分解効率及び 600 °C の低温作動でも 80 % 近い NO<sub>x</sub> 分解特性が得られた。また、n 型新規熱電酸化物の結晶構造制御により、多結晶体としては最高レベルの熱電変換性能が得られた。

[平成 13 年度計画]

・高温酸素センサー材料の開発においては、噴霧熱分解法等の化学プロセスによるナノ酸化物半導体粒子合成技術および、厚膜化技術を開発し、構造制御指針の明確化を図るとともに、酸素濃度の過渡的な応答特性が測定可能なセンサ特性評価装置を開発する。

[平成 13 年度実績]

・耐環境性酸素ガスセンサについては、微粒子合成、多孔質厚膜体作製等のプロセス技術を確認するとともに、結晶粒径が小さくなるほど、酸素ガスセンサの応答性が向上することを確認した。ガスセンサの適用範囲を拡大するため、新規なセンシング概念に基づき、室温作動型水素ガスセンサを試作した。

[平成 13 年度計画]

・共生材料評価・分析技術の開発においては、複数の機能が共生した材料の微構造の評価・解析及び組成分析を行い、力学特性をはじめとする種々の機能発現メカニズムの明確化および、評価方法の最適化についての指針を得る。

[平成 13 年度実績]

・摩擦・摩耗現象の評価・解析を目的に、材料表面直下の損傷層を同定する技術を開発するとともに、表面における微小損傷の発生条件や材料構造との関係に関する基礎的な知見を得た。また、多孔体を対象として、破壊現象解析のための圧子押し込み深さの精密計測技術を開発した。更に、電子顕微鏡による材料微組織の解析を行い、同種の材料でも多孔体と緻密体で元素の分布状態が異なることを明らかにした。

### ③ 高信頼性材料システム技術

[中期計画]

・破壊理論に基づいた精緻な実験的解析により損傷形成過程のモデル化を図り、部材特性の高精度な解析手法を開発する。

[平成 13 年度計画]

・繊維強化セラミックス損傷許容性の解析・評価に関しては、1,700 °C 以上の水蒸気雰囲気下で用いられる構造部材として具備すべき損傷許容性を明らかにすることを目的として、雰囲気制御槽の中で高温界面せん断強度特性の実験的解析を行い、せん断破壊における支配因子を抽出する。

[平成 13 年度実績]

・最高 1,700 °C までの温度域において SiC 繊維強化 SiC マトリクス (SiCf/SiC) 複合材料の界面せん断強度特性の測定・解析を行い、応力と腐食との相互関係の及ぼす影響を明らかにした。

[平成 13 年度計画]

・脆性材料の損傷形成機構の解明に関しては、高接触応力に起因する表面損傷、積層材料の層間はく離など、部材としての機能を劣化させる損傷の形成過程と支配因子を実験的解析により抽出する。

[平成 13 年度実績]

・加工損傷評価手法の工業標準化に着手し、規格の基本案を作成した。また、表面損傷をプラズマエッチングにより可視化する手法を開発した。

[中期計画]

・センシング機能の高度化と逆問題解析技術を確認し、コンクリートや金属構造体の亀裂発生部位に接着修理可能な損傷位置評定機能や損傷制御機能を持つスマートパッチを開発する。

[平成 13 年度計画]

・膜圧電アクチュエータの開発に関しては、圧電定数が 500 pC/N を超える圧電特性を有する厚み 10  $\mu\text{m}$  以上の非鉛薄膜多結晶強誘電材料およびデバイス開発、電歪効果を発揮できる材料を開発する事を目標とし、平成 13 年度は薄膜・厚膜プロセスの開発(厚み 10  $\mu\text{m}$  の圧電膜)を行う。

[平成 13 年度実績]

・化学溶液法を用いて(100)面に優先配向した膜厚約 10  $\mu\text{m}$  の PZT 厚膜を作製することに成功した。作製した厚膜は、非常に平坦で緻密な結晶組織を有し、PZT 粉末を用いて作製した従来の厚膜よりも優れた強誘電特性を示すことが明らかになった。

[平成 13 年度計画]

・アクティブ振動制御技術の開発に関しては、振動制御においてはセンサ・アクチュエータの配置をシミュレーションで解析しセンサの配置やアクチュエータの配置も含めたシステムとしての最適制御系を構築し、振動制御ソフトなどを作製する。平成 13 年度はストリームライン制御、デモンストレータの開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・デモンストレータ用実験装置の設計試作とその基礎特性の検証を行い、低周波振動制御用及び損傷修復用 SMA ワイヤアクチュエータの開発を行った。また、ストリームライン制御の開発では、仮想波動伝搬系を用いた波動制御法の検証実験を行った。

[平成 13 年度計画]

・ピエゾ式高圧アクチュエータの開発に関しては、構造物や車体の振動制御が可能な高圧力と高変位を両立させたピエゾアクチュエータと圧力発生機構を開発し、建築物の振動制御や液体ポンプ類への応用を図っていく。

[平成 13 年度実績]

・アクチュエータ材料に関して、タングステンブロンズ系化合物の開発では基本組成の確認とドメイン制御を可とする置換・添加元素の確認及び特性/組成マップを作成した。また、従来の大気焼結方法において、タングステンブロンズ型圧電材料で  $\text{La}_2\text{O}_3$  を 1 wt% 添加した材料組成で圧電定数( $d_{33}$ )の値を約 80 % 向上させ、 $d_{33} = 155$  pC/N を得た。新規焼結手法の確立に関しては、スパークプラズマ焼結(SPS)を活用して、タングステンブロンズ型圧電材料について、従来の圧電定数( $d_{33}$ )の約 2 倍以上、 $d_{33} = 120$  pC/N を得た。

[平成 13 年度計画]

・センシング網の開発に関しては、セルフモニタリングシステムの開発を目的として、圧電体センサおよび回路を組み込んだ複合材料パネル成形プロセス技術を開発する。また、光ファイバを貼り付けた光干渉計システムや炭素繊維を埋め込んだマイクロ波センシングシステムおよび超音波アレイセンサシステムを構築し、その特性評価を行う。

[平成 13 年度実績]

・PZT 圧電体と電気回路を埋め込んだセンシングパッチを成形する技術を開発し、CFRP センシングパッチを試作した。また、衝撃応答を検出できる光干渉システムや樹脂の硬化や欠損を検出できる電磁波伝送線路及びパソコン制御の超音波アレイセンサシステムを構築し、センシング信号を検出できることを確認した。

[平成 13 年度計画]

・健全性評価技術の開発に関しては、材料に超音波、光、電磁波等の外的刺激を入射したときの応答信号の中から材料の内部損傷に関する情報を取り出すための信号解析法を検討する。また、多チャンネルセンサシステムによる欠陥位置標定アルゴリズムや超音波伝搬の可視化法の開発を行う。セラミックアクチュエータ材料の高性能化に関しては、圧電ペロブスカイトと電歪ペロブスカイトを組み合わせることによって高性能なアクチュエータ機能を示すペロブスカイト組成を探索する。

[平成 13 年度実績]

・健全性評価技術の開発では、欠陥位置を 1 mm 以内の精度で評定できる位置評定アルゴリズムや、欠陥が多数存在する場合に平均欠陥寸法を推定する方法、レーザースペックルの原理を利用して超音波伝搬の様子を可視化する方法などを開発した。セラミックアクチュエータ材料の高性能化に関しては、PSN-PT 系圧電ペロブスカイトと PNN 電歪ペロブスカイトを組み合わせた系のプロセッシングを検討した結果、42PNN-28PSN-30PT 付近に圧電と電歪の中間のモードを示す高性能なアクチュエータ機能を示す組成領域が存在することを認め、圧電と電歪の組み合わせが高性能化のための指導原理であることが確認された。

[平成 13 年度計画]

・形状付与技術の開発に関しては、上記で開発したペロブスカイトを用い、押出成型法による線径 50  $\mu\text{m}$  以下の線材化とドクターブレード法による厚さ 50  $\mu\text{m}$  以下のシート化を行う。

[平成 13 年度実績]

・形状付与技術の開発では、金属コア/PZT クラッド型複合圧電線材(コア径 100~150  $\mu\text{m}$ 、PZT 層厚さ 20~50  $\mu\text{m}$ )の作製を水熱法及び押し出し成形法の両方から検討し、得られた線材を CFRP に埋め込むことによって振動検知センサとしても振動アクチュエータとしても利用できることがわかった。この線材の特性がスマート構造用として卓越しているため、ドクターブレード法によるシート化の研究は中断した。

[平成 13 年度計画]

・Ni-Ti 合金をセンサ及びアクチュエータとし弾性体材料を母材とするセミ・スマートストラクチャーによる放射線防護服用着脱装置の実用性能評価試験を実施する。地熱発電用パイプをはじめとする各種工業用パイプラインにおけるスケール除去装置を試作する。

[平成 13 年度実績]

・放射線防護服用着脱装置に関して、1/2 スケールモデルでの実用性を確認した。コイル型スケール除去機構を試作し、100%伸縮で 10 万回の耐久性を確認した。

[平成 13 年度計画]

・開発したリング型理論の発展として、楕円型セミ・スマートストラクチャーの温度変化に伴う可逆的形狀応答と発生力の発現メカニズムに関する解析理論の開発を試みる。

[平成 13 年度実績]

・可逆的形狀変化とエネルギー変換機能に関する実用化的解析理論を開発した。楕円モデルについては円弧モデルの座標変換法と異曲率円弧連続法の 2 方式での解析を実施した。

[平成 13 年度計画]

・セミ・スマートストラクチャーにプロセッサ機能を新たに付与し、用途の大幅拡大が予想されるフル・スマートストラクチャーに関して、センサ、アクチュエータ、プロセッサ間の信号・情報の統合化手法を検討するとともに簡便なフル・スマートストラクチャーのモデルを試作する。

[平成 13 年度実績]

・センサ、アクチュエータに加えて簡易なプロセッサを材料外に搭載したフルスマート構造モデルを試作した。プロセッサ機能発現の例として物体計数、時間計数、温度制御、外部刺激応答等の機能を付与した。

[中期計画]

・強化材と母材との界面結合力をコントロールする技術を開発し、セラミックス基複合材料においては、弾性率が 110~160 GPa の複合材料を 2 週間以内に製造できる技術を、金属基複合材料においては、500  $^{\circ}\text{C}$ での耐食性を 2 倍以上高めた材料及び 800  $^{\circ}\text{C}$ での耐摩耗性を 2 倍以上高めた材料を開発する。

[平成 13 年度計画]

・金属基複合材料技術の開発では、Ni-Fe-Cr 系合金に 800  $^{\circ}\text{C}$ での耐摩耗性を付与するための複合の場合における組織制御技術の内の溶製法と固相粉末法についての検討、及び腐食性化学種(塩素/硫黄系ガス、水蒸気、アルカリ溶融塩等)に対する 500  $^{\circ}\text{C}$ での腐食特性について、実環境を模擬した評価方法の検討を行う。さらに、高融点系複合材料の耐酸化性多層保護被膜のうち、自己修復性を有するコーティング技術の検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・目標値の 800  $^{\circ}\text{C}$ に対して現時点の 650  $^{\circ}\text{C}$ レベルの高温耐摩耗性について、現行材料を凌駕する Ni-Fe-Cr 系合金及びそのアルミナ短繊維複合材料を開発した。開発材料及びそのアルミナ短繊維複合材料は代表的な実用耐摩耗合金や実用 Ni 基耐食合金に対して優れた高温耐摩耗性を有することを明らかにした。  
・Nb 系複合材料で高温で母相と化学的に平衡する Mo(Si,Al)<sub>2</sub> 系コーティング材料を開発し、1,200  $^{\circ}\text{C}$ での耐酸化性が現行の Ni 基超合金との比較において実用レベルに達することを確認した。また、このコーティング材料の組成を最適化することにより、1,500  $^{\circ}\text{C}$ レベルに対応できる可能性を見出した。

[平成 13 年度計画]

・セラミックス基複合材料の開発では、マトリックスの組成比(Si/C = 0~1)を変化させ、反応焼結後の開気孔率と、シリコンの溶浸条件を検討することにより、マトリックス組織の制御を行う。また、フェノール樹脂含浸と熱処理温度(炭素化と反応焼結温度)をコントロールすることで、繊維とマトリックスの界面制御と組成制御を行い、弾性率を向上させるための最適条件を求める。

[平成 13 年度実績]

・SiC/SiC 系材料では、フェノール樹脂含浸 SiC 織布/フェノール樹脂+シリコン粉末含浸カーボンペーパーの組み合わせで、カーボンペーパーの組成を Si/C = 0.4~1.5 の範囲で制御して二段反応焼結を行った。SiC/SiC 複合材の破壊挙動より、SiC 織布のフェノール樹脂からのアモルファス炭素が溶融 Si と SiC 繊維との反応を抑制すること及び破壊挙動が Si/C の組成比に依存することが明らかになった。しかし、内部に閉気孔とフリーシリコンが存在

すことも判明した。弾性率に関しては  $\text{Si/C} = 0.6 \sim 1.0$  の組成で、約 150 GPa と高い値が得られた。

#### [平成 13 年度計画]

・耐環境性評価技術の開発では、材料の耐環境性を予測する手法を確立するために、経験則を基盤にした計算材料力学で予測する方法を検討する。また、金属系材料の水素脆化に関して、オーステナイト系ステンレス鋼では、Ni 当量の影響及び歪み誘起マルテンサイトの相変態の影響を調べ、ニオブ基合金では、耐環境特性の評価並びにその対策を提案する。さらに、炭化ケイ素の高温における環境特性を原子レベルで評価する手法を検討する。

#### [平成 13 年度実績]

・鉄の水素脆化について、鉄-水素系の原子埋め込み法で欠陥をも含む新しいポテンシャルを導入し、転位と水素の相互作用と亀裂先端モデルにおける脆性破壊シミュレーションを行い良好な結果を得た。また、100 万個原子モデルでの分子動力学シミュレーションを可能とし、ニッケルにおいても水素脆化が生じることを見出した。オーステナイト系ステンレス鋼の水素脆化に関しては、Ni 当量と歪誘起マルテンサイト変態をパラメータにした水素脆化試験を行い、水素脆化に及ぼす窒素の影響を明らかにした。ニオブ基合金については、広い温度範囲で鉄鋼型水素脆化、水素反応脆化、水素化物析出型脆化の 3 種類が生じることを明らかにし、水素脆化感受性の高い環境条件を抑制することによる対策を提案した。炭化珪素の高温下での挙動を超高真空下、原子レベルで評価する手法を検討し、酸化反応及び分解による炭化珪素の炭素化の温度依存性を見出し、炭化珪素の使用可能条件を明らかにした。

#### [中期計画]

・複雑形状の構造部材表面にダイヤモンド質薄膜やオキシカーバイド薄膜等の耐久性、耐食性に優れた皮膜を形成する技術を開発する。また、極限的環境下で使用できる BCN ダイヤモンドの焼結体等から成る低摩擦・超低摩耗材料を開発する。

#### [平成 13 年度計画]

・プラズマ利用イオン注入装置の開発及び被覆条件の探索：複雑形状の金属部材にダイヤモンド状炭素薄膜を形成できる装置を開発するとともに、既存の装置によるダイヤモンド状炭素薄膜の形成条件の探索を行う。また、オキシカーバイド被覆技術を確立するための被覆条件の探索を行うとともに、部材-皮膜の界面性状の解明を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・電源容量及び試料室を大型化したプラズマイオン注入 (PBII) 装置を設計、試作し、ステンレス管内外面及び鋼球表面への DLC 薄膜形成に成功した。PBII 法によるイオン注入及び薄膜作成の電算機シミュレーションコードを開発した。成膜時の基板温度 400 °C、成膜速度 1.5  $\mu\text{m/h}$  で、現時点で最高の 2,188  $\text{kg/mm}^2$  のビッカース硬度を示すクロムオキシカーバイド被覆試料が得られた。純鉄の電気化学処理により最大 5 nm の原子レベルで平坦なテラスが形成できた。有機防食剤ヒドロキサム酸誘導体を数 100 mg 合成した。

#### [平成 13 年度計画]

・エコ・テラードトライボマテリアル創製技術の開発では、新しい高性能トライボマテリアル設計指針に基づいた材料をレーザー援用プラズマ溶射法を用いて創製し、トライボロジー評価による実証とメカニズムの解明を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・アルミ・シリコン系溶射被膜のトライボロジー特性改善を目的に、シリコン含有量ならびに銅や酸化物ウィスカー等の添加物組成を最適化を図った。その結果、従来材料に比べ 10 倍以上の耐摩耗性を得ることができ、摺動相手材料を硬質 PVD 被膜とした場合はいっそう優位性が増すことを明らかにした。耐摩耗性向上メカニズムについては、被膜中の硬質微粒子が大きく関与しているものと考えている。

### ④ 特異反応場利用プロセス技術

#### [中期計画]

・微小重力環境を利用して、融液の凝固過程の制御を行うことにより、従来技術で作製される 2 倍以上 (20 mm  $\phi$ ) の大きさの高感度赤外線センサー用化合物半導体材料が作製できることを実証する。

#### [平成 13 年度計画]

・微小重力環境下での構造制御高品質結晶の生成メカニズムの解明に関しては、微小重力環境下での高性能磁性材料の生成メカニズムの解明を目的として、10 m 落下塔を用いて微小重力下の温度データや生成物の特性評価を行い、生成メカニズムを解明する。

#### [平成 13 年度実績]

・微小重力環境下の半導体融液などの流体中の対流の挙動及び凝固時の温度挙動を解明し、半導体単結晶は融液の無容器凝固により合成できることを明らかにした。また、高性能磁性材料は一方向凝固や磁場の印可により結晶方位の配向や組織を制御することが可能となり、高性能化を達成した。

[中期計画]

・マイクロ波やプラズマ等を利用して、従来の焼結技術と比べ、焼結温度を 200 °C 低く、焼結時間を 2 分の 1 とするセラミックス焼結技術を開発する。また、生体構造・機能を模倣したテンプレート、自己組織化等の分子制御技術を用い 3 次元的規則配列構造を形成する技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・セラミックスの低環境負荷焼結技術の確立を目指して、低温焼結高機能バインダーの探索、焼結における化学反応評価法の検討、遠心焼結技術の開発(プロトタイプ装置開発)等を行う。

[平成 13 年度実績]

・遠心焼結装置の設計及び製作に着手し、最高使用温度は 500 °C、回転数は 8,000 rpm の装置を完成した。自己バインダによる焼結体の組織制御が水硬性アルミナの添加により、可能となった。焼結化学反応を精緻に解析するために、加熱型レーザーイオン化質量分析装置を試作した。

[平成 13 年度計画]

・高次構造のモデル構造(生体構造)解明に関しては、高次構造を有する生体微細構造を再構築する物理化学的手法について検討する。微細組織データの収集、構造模倣技術の開発、生体セラミックス等生体機能性材料開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・生体組織の内部構造をマイクロ X 線 CT で解析し、光硬化性樹脂で鋳型を作製した。イヌ膝関節等について、内部構造を再現したモデルを作製することができた。

[平成 13 年度計画]

・分子レベルのセラミックス構造制御技術に関しては、テンプレート、自己組織化による制御された構造を室温でセラミックス化する新規技術の開発、一方向配列貫通孔を有するセラミックス薄膜等の開発、光干渉による発色システム、葉の超はっ水性を模倣した表面微構造制御技術、について検討する。

[平成 13 年度実績]

・テンプレート配列制御としては、特定の官能基を有するテンプレートを安定に累積できる基板を調製し、光や有機溶剤等外部刺激に対し発色する光干渉性発色システムを確立した。自己組織化反応により骨充填用生分解性多層球状体を作製した。またテンプレートを室温で除去しうるフォトカルシネーション手法を開発した。熱処理や薬剤処理と比べ収縮は半分程度であり、寸法精度良くセラミックス化することができた。

[平成 13 年度計画]

・生体機能評価活用技術に関しては、多重的な機能を有する生物の機能を活用し、効果的な物質生産、汚染物質処理に応用するため、その評価手法について検討するとともに機能を発現させるセラミックス担体設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・微生物から環境ホルモン削減に効果的な酵素を抽出した。光学異性体合成に有用な酵素を固定化するスペースを有するセラミックス担体を検討した。

[中期計画]

・超臨界水反応場を利用したプロトン利用有機合成法を確立する。

[平成 13 年度計画]

・臨界水反応場を用いた有機合成に関しては、超臨界水の触媒機能を利用したアルコール、ケトン、ラクタム類等の有機合成について検討する。

[平成 13 年度実績]

・2 価アルコールからケトンが生成するピナコール転位反応が、超臨界水中では強酸を使用することなく、無触媒で速やかに進行することを初めて確認した。

・超臨界水中でベンズアルデヒドからベンジルアルコールと安息香酸が生成し、強塩基を添加しない無触媒で不均化反応が起こることを初めて明らかとした。

・流通方式による 374 °C、40 MPa の環境において、0.728 秒の短時間反応でシクロヘキサノンオキシムから ε-カプロラクタムが収率 59.1 % で得られ、鉍酸を添加すると収率は 96.2 % に増加した。

[中期計画]

・超臨界二酸化炭素を反応媒体及び基質とするウレタン、エステル化合物等の合成技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・超臨界二酸化炭素利用の有機合成に関しては、超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成について検討する。例えば触媒等を用いたアルコールなどの含酸素有機化合物の合成反応、二酸化炭素を基質とする化学反応や有機合成電極反応の検討を行い、環境調和型合成プロセス技術の構築を目指す。

[平成 13 年度実績]

- ・3-メチル-β-アミノアルコールから 40 °C の二酸化炭素 8.6 MPa 環境において、有機溶媒を使用することなしに、12 時間で環状ウレタン化合物である 5-メチル-2-オキサゾリジンを収率 96.7 % で合成した。
- ・アルキル包含スメクタイトを触媒に用いて、プロピレンオキサイドを超臨界二酸化炭素中 8 MPa、150 °C で 15 時間反応させ、転化率 85.6 %、選択率 94.3 % 及び収率 80.7 % でプロピレンカーボネートを合成した。
- ・アルデヒド基の選択的水素化反応を超臨界二酸化炭素中で検討し、50 °C で不飽和アルコールを 95 % 以上の高選択率で得た。

[中期計画]

・高温・高圧の反応制御技術を開発し、アセチレン等の固相重合によるポリマー機構の温度・圧力反応条件依存性を明らかにする。

[平成 13 年度計画]

・高圧固相重合反応によるアセチレンポリマー合成条件の探索を目的として、反応過程における生成物の構造や反応速度をその場観察するために赤外吸収測定やラマン散乱測定などの高温高圧(室温～500 K、5 万気圧まで)下での計測手法を確立する。

[平成 13 年度実績]

・圧力 1 GPa、温度 80 °C でアセチレンの重合反応が誘起され透明ポリマーが生成することが確認できた。約 1.7 という高い屈折率を示すことを見出した。上記の回収実験と並行して、高温高圧下での重合反応測定システムの整備を行い、5 GPa の圧力発生と±0.2 GPa の圧力制御が可能であり、かつ高温耐熱性を有するガス圧駆動高圧セルを製作した。高圧セルの 200 °C まで加熱が可能なる赤外測定用光学窓付真空チャンバーも整備した。

[平成 13 年度計画]

・水素同位体を利用した界面反射スペクトル測定法を開発し、高圧氷(10 万気圧)のプロトン移動速度測定に適用する。また、界面で測定されたスペクトルの時間変化からプロトンの拡散係数を求める解析法を確立する。

[平成 13 年度実績]

・独自に開発した拡散測定法を用いて、氷中のプロトン拡散速度(係数)を 400 K、10～60 万気圧の高温、高圧下で測定した。得られた拡散係数は 1 気圧、零度以下で出現する通常氷中の拡散速度(推定値)と比べて数桁大きいことが見出された。

### 3. 機械・製造技術

経済社会の持続的発展を支えるための技術の緻密化と融合化による産業競争力の強化とともに、環境と調和した経済社会における資源の円滑な循環、高度情報通信社会及び高齢化社会、少子化社会への対応のために、製造技術と基盤となる情報基盤技術に関するものづくり支援技術、各種産業へ影響する機械製造技術の微細化、精密化のためにマイクロナノ加工組立製造技術、環境との調和を実現する循環型社会構築のための IT 技術と融合化した循環型生産システム技術、機械システムの信頼性・安全性の向上を目的とした信頼性工学技術の研究開発を推進する。

#### ① ものづくり支援技術

・加工技能の技術化に関する研究を、製造技術とその情報通信技術に関するアプローチで集中的、先導的に進め、産学官連携体制の中で、成果を随時産業界へ提供する速効波及型研究を行い、テクノナレッジネットワーク上で評価する。

[中期計画]

・ニーズや重要性の見地から選定した加工分野に関して、センシング技術、加工データベースシステムと加工条件決定などの技術コンサルテーションが可能な加工支援プロトタイプシステムを開発し、加工条件設定などに必要な時間が短縮されることを示す。

[平成 13 年度計画]

・加工分野全般を対象とする技能の技術化の現状を調査し、センシング技術、加工データベース、加工支援システムとして開発、実現する対象分野を選定する。本調査活動は研究期間中継続し、対象分野に関する具体化や評価に利用する。また、重要度が高いと判断した切削、研削・研磨、鍛造、ビーム加工については、先行的に研究開発を開始する。

[平成 13 年度実績]

・技術開発の対象として加工分野 21 分野を選定した。切削、研削・研磨、鍛造、ビーム加工の中のレーザー加工について研究開発を開始した。約 2,000 社を対象にアンケート調査を実施し、企業のニーズ、問題の把握を行った。また、全国の公設試および有力な中小企業を訪問し、企業における技能蓄積状況、技能の技術化への取り組みの状況を調査した。

[平成 13 年度計画]

・切削加工について、加工データベースについて検討を進め、加工データ取得のため、スローアウェー型のセンサー一体型工具の開発について基本方式を決定する。また、工具寿命、加工精度に影響する因子を、材料、工具、加工条件、工作機械特性、加工変質層の組織解析の観点から検討し、実験によるデータ収集対象範囲、データベース基本構成を確定し、データ収集体制を確立する。

[平成 13 年度実績]

・切削加工について、加工データ取得を自動的に行うために、レーザー変位計を用いたエンドミル工具摩耗オンマシン計測技術を開発した。また、公設試等をメンバーとする切削ワーキンググループを組織し、切削加工データ収集における機械特性差を把握するための予備加工実験を実施した。

[平成 13 年度計画]

・研削・研磨加工について、研削・研磨データベースの基本構成、データ収集体制、実験計画について検討し、データベース構築のための実験を開始する。

[平成 13 年度実績]

・研削加工に関して企業・公設試・大学等をメンバーとするワーキンググループを組織し、加工データベースのデータ項目、収集フォーマットを決定した。研磨加工に関しては大学の有識者を中心としたワーキンググループを組織するとともに、先行的に実験を進めた電解砥粒研摩加工に関する加工データベースを公開した。

[平成 13 年度計画]

・鍛造加工について、鍛造データベース、鍛造加工支援システムの構成案を決定し、データ収集体制、実験体制を確立する。加工適用範囲の拡大、低コスト化、高精度(ニアネット)化について技術、ニーズの両面から調査検討し、技術開発の方向性を示す。

[平成 13 年度実績]

・鍛造に係る作業 WG(鍛造 WG)を国公立試験場技術者 3 名、企業 20 社、協業組合 1 団体、財団法人 1 団体、大学研究者 2 名で構成した。また、鍛造加工の適用範囲の拡大として従来鍛造で成形の難しかった中空製品の成形が可能なロストコア側方押し出しについて開発を進めた。ニーズ、技術動向のアンケート調査を鍛造 WG で行った。

[平成 13 年度計画]

・ビーム加工について、レーザー、イオン注入、プラズマ処理、各種コーティング技術など表面改質による金属材料の寿命向上、修復を中心に技術、ニーズの両面から検討し、技術開発分野と手法を決定する。

[平成 13 年度実績]

・めっき、溶射、物理・化学蒸着、レーザー加工の技術・ニーズについてアンケート調査を行うとともに、企業・公設試・大学等をメンバーとするワーキンググループを組織し加工データベースのデータ項目・収集フォーマットを決定した。レーザー加工について基礎実験を開始し、炭酸ガスレーザー切断でベンチマーク形状を考案、それに従い 1,400 件、YAG レーザで 600 件の加工事例を実験により収集した。レーザー溶接で 500 件の加工事例をビードオンプレート実験により収集した。特に物理・化学蒸着について CIE 色度図を用いた情報の整理について考案した。また、蒸着コンサルティングシステム、化学蒸着反応過程シミュレーション、磁束分布理論シミュレーションによるデータ活用機能と、成長観察データベース、材料特性データベース、材料知識データベースからなる支援モデルについて技術者支援の形態を決定した。

[中期計画]

・ものづくり支援に統合的に運用可能な、プログラム単位の結合、自由な組合せにより、設計製作現場で必要となる情報を、既存のシステム等が管理する利用者権限に応じて使用可能とする設計製作支援共通プラットフォーム

システムを開発し、有効性検証を目的としたプロトタイプシステムの開発と評価を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・設計製作支援共通プラットフォームシステムの①利用モデル、②システム構造、③アプリケーション・インタフェース、④取り扱うデータモデルを検討し、技術開発の方向性を示す。

[平成 13 年度実績]

- ・設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームを開発する上で守るべき規約についての調査を実施した。これに関連して、「Java と XML による製品モデルの記述とコンポーネント間連携技術」、「誤差に着目したオブジェクトネットワークによる形状表現技術」、「設計製造データの動的な分散管理技術」の 3 つの技術について研究に着手した。

[平成 13 年度計画]

- ・現時点での要素技術の確認、検証のため、CAD/CAM/CAE/PDM など、エンジニアリングシステムに共通な機能を持ち、コンポーネント化されたエンジニアリングシステムの組み合わせが可能なプロトタイププラットフォームの基本設計、詳細設計を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームを構成する、GUI 基本プログラム群、3 次元図形表示用基本プログラム群についての基本設計書および詳細設計書を作成した。また、「3 次元形状情報の品質確認の基本機能」アプリケーション開発で必要となる、3 次元図形検証用基本プログラム群についての基本設計書および詳細設計書の作成を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・共通プラットフォームを利用したシステム例として、既存製造設備(工作機械、ロボット等)の機能・性能を変更・向上させ、再利用を促進する進化型設計システムに関して、機構構造の推定及や再利用の可能性を判定するための機構学的決定手法を確立する。

[平成 13 年度実績]

- ・リー代数に基づき、機構学的決定手法を確立した。また、設計パラメータ相互の依存関係を、数式処理技術を用いることによって整理・提示する手法を確立した。WWW 上の既存の加工関連のデータやアプリケーションを連携し加工事象の予測を可能とする方法について検討した。

## ② マイクロナノ加工組立製造技術

各種産業へ影響する機械製造技術の微細化、精密化のために、ナノ加工技術、マイクロファブリケーション技術等の研究開発と、その一層の高度化のため、基礎となる各種現象の解明、原理・手法の確立、計測、評価を行う。

[中期計画]

- ・精密形状転写加工や、ビーム加工等における加工点付近での微小な加工現象を解明し、それを応用して、微細構造、超精密形状等のマイクロ構造材料に適用できるマイクロファブリケーション・解析評価技術を開発する。ダウンサイジングに適した工作原理を示すため、体系的なマイクロ機構力学の解明と設計技術に基づいて、実用性の高いハードウェア/ソフトウェアを市場および学会に発信する。さらにナノトライボロジーの解明、微細固体駆動素子技術および組立技術等を通じ、超微細加工技術と評価技術、微小流体操作システム等の高集積機械システムを実現する。

[平成 13 年度計画]

- ・加工メカニズムの解明に関しては、微粒子成膜法、イオンビーム加工法を対象として、加工、形成された膜や改質層、加工変質層の電気機械特性、微細組織などを評価し、理論モデルを構築、プロセス向上の見通しを得る。また、同結果に基づき、デバイス応用への基礎的検討を始める。

[平成 13 年度実績]

- ・微粒子成膜法において、原料粉末の機械特性、表面物性などに応じて成膜速度が著しく向上することを見出し、搬送ガス種などの検討で透過率 60 %以上、耐圧 500 kV/cm 程度の常温成膜を達成、特許出願し、目標達成の見込みを得た。イオン衝突現象については、イオン照射により数 10 nm 程度の金微粒子を固定化し、触媒応用への展開を検討、特許出願した。

[平成 13 年度計画]

- ・加工・プロセス評価技術の開発に関しては、微細加工した材料の弾性率や欠陥評価のため、音波の伝播をシミ

シミュレーションするソフトウェアの開発やナノメートル分解能での弾性率・欠陥の評価を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・加工現象のメカニズム解明を目的とし、超音波 SPM を用いて、微粒子ビーム成膜法で形成された金属膜の弾性率分布を 1  $\mu\text{m}$  以下の分解能で評価できた。また、微細加工した材料の弾性率や欠陥評価のため、音波の伝播のシミュレーションを開発し、波長サイズの欠陥検出に成功した。

[平成 13 年度計画]

- ・ナノ・マイクロトライボロジーに関しては、微小パターニングや SAM 膜等の表面制御により、摩擦をコントロールするための基礎概念の実験的検証を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・ターフェニル誘導体等を用いて SAM の熱安定性、紫外光耐性を向上させることに成功した。ターフェニル誘導体ではターフェニル基と基板間に挟むメチレンスペーサーが電子移動を大きく変えることがわかった。平行板ばねカンチレバーを用い摩擦面の形状と摩擦量の関係を検討するとともに、SOI ウェーハ上に垂直ステージを試作し、その性能を調べた。

[平成 13 年度計画]

- ・マイクロ切削加工に関しては、ラスタスキャンダイヤモンド旋削で、回折光学部品を含む自由形状の高速加工等微細切削加工による 3 次元造形の極限を狙う。また、脆性材料の切削加工実験を通じ、実用的延性モード形状創成の可能性を検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・延性モードを保ちながら表面の微細形状を創成するシステムを完成し、切込み量 50 nm 以下で安定して加工ができるようになった。ガラスに対して深さ 30 nm のマイクロピットアレイを作製できた。

[平成 13 年度計画]

- ・微細表面形状加工・評価技術に関しては、開発中の多刃工具利用技術の評価とりまとめ共に微細表面形状の計測法間の関係を解明する。

[平成 13 年度実績]

- ・開発したダイヤモンド多刃工具の評価とりまとめを行った。微細表面形状の計測法の違いによる評価差については鋸歯状の回折格子を対象に傾斜資料台適用による急傾斜の緩和効果を検討し、AFM では 10~20 度の傾斜で改善が見られるが SEM の場合には稜線へのチャージングによる影響が大きく改善も見られないこと等を解明した。

[平成 13 年度計画]

- ・マイクロ・複合加工に関しては、デスクトップ複合加工機の開発を進め、複合加工実験を行って加工機の改良、複合加工条件を検討する。また、レーザーマイクロ加工について適用材料、加工条件の基礎データを収集する。試作している加工精度制御型レーザ加工システムの加工実験による評価を行い、改良を進める。マイクロ研削技術について知見をまとめる。

[平成 13 年度実績]

- ・マイクロ複合加工機による複合加工例で環境負荷を従来法に比べ 100 分の 1 以下に低減した。セラミック材料の微細形状レーザ加工基礎データを収集した。インプロセスで加工除去量をモニタする加工精度制御型レーザ加工システムを開発した。マイクロ研削及び複式アーク溶接法の報告書をまとめた。

[平成 13 年度計画]

- ・精密計測については、工作機械回転主軸の面方向誤差分離測定法をスピンドルに対して適用し、回転運動誤差を補償するための基礎実験を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・精密計測については、工作機械回転主軸の面方向誤差分離測定法をスピンドルに対して適用し、回転運動誤差を補償するための基礎実験を実施した。

[平成 13 年度計画]

- ・多工程評価ツールについては、ダウンサイジング加工システムを対象として工作機械への設計評価ツールを実験的に検証すると共に、機械加工と異なる加工工程の性能評価可能なエネルギー効果を含めた設計ツールを提案する。

[平成 13 年度実績]

- ・工作機械への設計評価ツールの実験的検証については、フライス盤形式の工作機械について、評価ツールに

よる性能予測結果と実測結果の比較を行い、おおよその一致をみた。機械加工と異なる加工工程の性能評価可能なツールについてはQFDを応用した定性的評価ツールを提案した。

[平成 13 年度計画]

・マイクロ加工機械については、小寸法微細 3 次元形状の切削加工に適した加工機械の機構と加工性能を実証的に評価する。また、ナノ切削によるシリコンマイクロ金型の加工とホットエンボスによる転写の可能性を検討する。さらに超小型高速リングマシンを試作する。

[平成 13 年度実績]

・超高速卓上型フライス盤の試作 1 号機を完成させ、微細切削加工と運動精度評価を含む性能評価を行い、小形工作機械の技術的・応用的可能性を提示した。マイクロファクトリーに関する国際的共同研究を開始するために、海外調査を行った。

[平成 13 年度計画]

・エコ・トライボロジーについては、新しい高性能トライボマテリアル設計指針に基づいた材料をレーザー援用プラズマ溶射法を用いて創製し、トライボロジー評価による実証とメカニズムの解明を行う。また、水などの低粘度流体によるプロセス潤滑システム用材料のトライボロジー評価データの蓄積を推進する。

[平成 13 年度実績]

・レーザー援用プラズマ溶射法により創製したAl-Si系被膜のトライボロジー特性を評価し、組成およびプロセス条件の最適化により従来材料の 3 倍の耐摩耗性を示す材料を開発した。水及び海中での耐摩耗性が金属チタンに比べて著しく高い、Ti-Si-N の三元素から成るチタン基複合材料を見出した。

[平成 13 年度計画]

・先進プロセス技術の開発については、噴射成形法、恒温加工法、熱処理法を融合させることにより、高温強度や靱性に優れた成形不可能な難加工材を開発するための先進プロセス技術を確立する。軽量難加工材での噴射成形法(平成 12 年、特許取得済み)の実用化を目指し、周辺技術の確立を図るとともに、放電プラズマ焼結技術に関する特許(出願済み)の実用化を目指し、技術開発を実施する。

[平成 13 年度実績]

・マグネシウム合金に噴射成形法を適用した結果、噴射後の堆積物は、噴射温度に依存し、噴射温度が高くなるほど、固液共存での固化領域が少なくなり、結晶粒径が大きくなることを明らかにした。さらに、恒温圧延により、この合金の再結晶挙動を解明した。

[平成 13 年度計画]

・ネットワーク型ベンチャー企業群、ペリフェラル機器製造大企業との共同研究を通じて平成 16 年中に網膜投射型ディスプレイ、ピエゾ SPM ベース高密度記録素子、 $n \times n$  光スイッチ、人工臓器、生化学分析システム、シリコンベース多層基板を開発することを目標とし、平成 13 年度には、網膜投射型ディスプレイ用の 2 次元駆動デバイスの製造及び実装技術、ピエゾ SPM ベース高密度記録素子の記録方式の開発、高速化、 $n \times n$  スwitchのための駆動技術、立体加工・微細精密成形技術の確立、人工臓器用流体素子開発のための要素加工技術の開発、生化学分析システム用ポリマー、ガラス微細成形加工技術、多層基板の貫通・接合技術および金属導線形成技術の確立を目指す。具体的には、微細 3 次元構造体の成形技術確立として、微細構造製造のコストダウンを目的として、ホットエンボス装置により微細成形技術を確立する。また、スマートマテリアルの厚膜微細加工技術では、エキシマレーザアブレーション装置により圧電材料の厚膜製造法、ドライエッチング法を確立する。シリコンの薄片化技術では、マイクロポンプ開発を目的として、スピニング装置によりシリコンの薄片化技術を確立する。

[平成 13 年度実績]

・網膜投写ディスプレイ用の 2 次元駆動デバイス用ピエゾ薄膜の製法については主にエキシマレーザアブレーション法により成膜を行った。基板温度の影響やターゲット材料組成の薄膜の電気特性への影響、残留応力制御等を調べ、論文発表を行った。またデバイスの作製法としてはピエゾ膜のウエットエッチング法の開発、バイモルフアクチュエータの試作等につき検討し、論文発表を行った。光スイッチ素子の成形技術による製造法についてプロセスおよびデバイス設計を行った。シリコンドライエッチングによりマスター型を製作し、電気メッキにより金型を試作した。これを用いPMMAおよび PC 材料のホットエンボス加工について検討を行った。同時に光スイッチシステムのアセンブル法を検討した。人工臓器に用いるマイクロポンプの試作を行い動作を確認した。またこれに用いるエッチング加工等の要素技術を確立した。またPDMSを利用してマイクロバルブアレーの試作を行った。同時にこのシステムにおける流体の挙動の観察法について検討した。モジュール構造の流体システムを提案し、マイクロ流体混合ユニット、流速制御ユニット、流量測定計測ユニットを合体したシステムを構築した。同時にこれらの実装ボードを試作した。MEMS素子の実装応用を目指し、80ミクロンピッチ 4 層の実装用多層基板の

試作を行った。

[平成 13 年度計画]

・マイクロエネルギー変換素子材料のプロセス技術と特性評価として、トランスデューサ用誘電体材料(圧電材料、光起電力材料)の基本特性と作製プロセスの関係を解明する。

[平成 13 年度実績]

・デバイスの基本構成とエネルギー変換効率の測定手法をまとめた。さらに、変換特性の影響を把握するための実験を進めた。

[平成 13 年度計画]

・トランスデューサ用誘電体材料(圧電材料、光起電力材料)の基本特性と作成プロセスの関係を解明する。

[平成 13 年度実績]

・デバイスの基本構成とエネルギー変換効率の測定手法をまとめた。さらに、変換特性の影響を把握するための実験を進めた。

[平成 13 年度計画]

・光誘起相転移現象による光アクチュエータの開発では、新しい原理の機能性材料として、光誘起相転移材料の特性測定とアクチュエータの動作実証を図る。光誘起相転移材料の特性を把握し、アクチュエータとしての動作を実証する。

[平成 13 年度実績]

・光誘起相転移材料の応答速度が 2 ms 以下の速い現象であることを明らかにした。この特性を生かしたアクチュエータ動作の実証実験のために、材料の薄膜パターンニング形成を検討した。

[平成 13 年度計画]

・マイクロエネルギー源(燃料電池、機械電気エネルギー変換機構)の基本構成設計を行い、技術開発の方向性を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・直接メタノール型燃料電池の燃料クロスオーバーと一酸化炭素による触媒被毒の問題を解決すると考えられる方策を検討した。

[平成 13 年度計画]

・微小領域における温度計測制御技術については、薄膜熱電素子による微小領域における温度計測制御技術の確立を図る。

[平成 13 年度実績]

・画像処理技術により微小領域の非定常流れを計測する技術、感温蛍光色素を利用した温度計測技術、電気浸透流速度分布を三次元計測可能な技術を開発した。

[中期計画]

・ナノスケールの微細領域の加工の実用化に不可欠なメカフリーの高制御性・高速・超微細レーザー加工装置を開発するための要素技術として、高コヒーレンス完全固体レーザーのための温度安定化技術と、超解像技術を用いる極微細加工技術の基盤技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・固体半導体レーザーで、高コヒーレンス(位相のそろった)な干渉性の良い高出力レーザーの実現することは、ナノ加工を実現する上で、必須の要素技術である。高コヒーレンスを実現するためには、レーザー内の温度分布を一樣にすることが重要であり、強制対流沸騰の限界熱流束を上回る高熱流束除熱技術を実現することが必要である。平成 13 年度は、ペルチェ効果を活用し、高熱流束除熱の実現可能性を検証する。

[平成 13 年度実績]

・ペルチェ効果を利用する方法と流動性固体結晶であるクラスレートを活用する方法の 2 つの高熱流束除熱法を考案し、それぞれの方法に関して特許出願を行った。

[中期計画]

・ナノメートルオーダーの構造を制御して量子機能を発現する構造体の基盤となる、均一(標準偏差 1.2 以下)無汚染の 1~50 nm の超微粒子の作製・制御技術を開発するとともに、プロセス場の計測・解析及び制御技術と、ナノ粒子操作技術の応用展開によりナノスケールの機能付加工技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・超微粒子の粒径分布制御については、レーザーアブレーション法と電気移動度分級法を併用する、粒径分布制御技術について、生産性を向上させるための粒子荷電(イオン化)制御法の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・レーザーアブレーション法と電気移動度分級法を併用する粒径分布制御技術において、気流中での結晶化制御により、サイズが制御された単結晶粒子を得る技術を開発した。また真空中荷電粒子ビームを用いる荷電装置を試作し、高密度イオンビームを発生させることで、分級に必要な粒子荷電の効率を平衡荷電状態を大幅に超えるよう向上させることに成功した。以上を通じて、均一(標準偏差 1.2 以下)無汚染の 1~50 nm の超微粒子作製について基盤技術の構築を完了した。

[平成 13 年度計画]

・プロセス計測および解析技術については、レーザー誘起プリュームの光計測、プロセス中の粒子の生成・成長の数値モデルによる解析等を行うことにより、プロセスを計測・解析・評価する。

[平成 13 年度実績]

・様々な条件でレーザー誘起プリュームの分光計測を行った。また、各クラスターサイズに応じた離散的な取り扱いと、クラスター/粒子相互間の衝突合を考慮する粒子生成モデルを用いた解析モデルを開発して、従来の数値解析と実験事実の間の不一致を説明しうることを示した。

[平成 13 年度計画]

・レーザーを用いる同素体・機能被膜作製技術については、同素体を含む炭素超微粒子の機能構造体(機能被膜)化技術と、その機能について検討する。また、レーザー法で作製した炭素以外の材料の超微粒子についてラマン分光や時間分解蛍光測定等を用いて構造や光物性・機能の解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・炭素超微粒子にレーザーを照射しつつデポジションすることで同素体を含む被膜を生成した。またシリコン等の微粒子堆積膜のラマン散乱ならびに蛍光測定を行ったが、ラマン測定においては、サイズによる散乱シフトが観測されなかったため、実験システムにおける課題を検討して改善した。

[平成 13 年度計画]

・レーザー照射によりマグネリ相に構造変化を生じさせる技術は、ナノスケールの構造を持つマグネリ相を活用して高性能光電変換技術を実現するための重要な技術開発課題である。平成 13 年度は、雰囲気制御したレーザー照射によりマグネリ相に構造変化を実現するための基礎研究を行い、方向性を見出すことを目標にする。

[平成 13 年度実績]

・酸化チタン粒子を様々な条件で作製し、高分解能電子顕微鏡ならびに電子線回折法によって結晶構造の評価を行った結果、マグネリ相酸化チタンと考えられる格子像が観測された。特定の構造の粒子を選別する手法について、試算検討を行って特許出願を行った。

[中期計画]

・マイクロスケールオーダーの微細形状の成形加工プロセスの最適化に向けて、プロセス条件とミクロな環境の構造、組織、形状及びその機能が性能特性との関連について検討し、成型材料の硬化の過程の解析技術とホログラムを用いた非接触計測技術を開発する。

[平成 13 年度計画]

・精密形状成型(転写加工)プロセスの高性能化の第一段階として、転写加工プロセスにおける成型材料の硬化過程を解析することを目的に、成型材料の形状転写にともなう化学反応過程の光学的方法を用いたミクロな計測を行うと共に、温度や昇降温速度などの条件との関係を明らかにする。

[平成 13 年度実績]

・精密形状成型に用いる型材料として注目されている難削セラミックスの機械加工の高度化に寄与する基礎実験を行った。光学的方法であるレーザー表面改質技術と化学的方法である表面吸着技術を利用した材料表面近傍の硬化・軟化を調べる実験システムを設計した。

[平成 13 年度計画]

・非接触形状計測技術については、精密形状転写加工のもととなる成型物の設計図から計算機中に仮想のホログラムを作製し、これを電子線描画装置によりサブミクロンオーダーの形状精度をもったホログラムとして再現する技術の開発に着手し、実現可能性を検証する。

[平成 13 年度実績]

・計算機ホログラムの作製準備として、ホログラム材料の選定、電子線描画装置の改修を行った。また、ホログラムと測定物の位置合わせ、0 次回折光の影響など予想される問題点について解決手法を考案すると共に、光干渉

計測を行う際に生じる誤差要因について詳細に検討し、測定環境の変化が大きな場所での測定を可能とする光学系を設計した。

### ③ 環境負荷低減生産技術

#### [中期計画]

・環境との調和を実現する循環型社会構築のための IT 技術と融合化した循環型生産システム技術の確立を目指し、設計・製造・使用(メンテナンス含む)・廃棄(リサイクル含む)といったライフサイクルシナリオを製品特徴に応じて最適化し、製品ライフサイクル管理手法を確立するとともに、各種エコマテリアルプロセス等、省エネルギー型のプロセスの開発を行う。また、次世代のエコトライボロジーシステム構築のための基礎研究を推進する。

#### [平成 13 年度計画]

・リバースロジスティクスにおける排出量予測モデルの検討では、静脈物流の最適化を目的として、地域における使用済み製品の排出量予測モデルを作成する。

#### [平成 13 年度実績]

・これまでに家電製品を例題として、つくば市の詳細な排出状況及び全国の概況など、データ収集をおこなった。廃棄物排出量の数学的モデル作成については、生産管理の最適化手法である DBR(Dram-Buffer-Rope)理論の適用を検討中である。

#### [平成 13 年度計画]

・エミッションフリーマニュファクチャリングでは、低エミッション加工プロセスの評価モデルの作成、適用を行う。地球環境産業技術プロジェクト化提案を行う。

#### [平成 13 年度実績]

・エミッションフリーマニュファクチャリングのプロジェクト化について提案書を取りまとめた。

#### [平成 13 年度計画]

・低環境負荷材料であるマグネシウム合金の表面改質、接合技術では、マグネシウム合金溶接について実験的にデータを収集し、データベース化を検討する。

#### [平成 13 年度実績]

・電子ビーム溶接技術を応用した合金化改質部の高温クリープ特性を実験的に調べた。マグネシウム合金製板にあけたボルト穴周囲を合金化し、鋼製ボルトの軸力を 175 °C で評価するシステムを製作した。100 時間経過時で、軸力が初期値に対して、母材のマグネシウム合金は 0.71 まで低下するのに対し、合金化された板で 0.83 の値が得られ、これは軟鋼の値に近いもので目標を達成することができた。

#### [平成 13 年度計画]

・循環型社会の構築のため、粉末冶金プロセスと塑性加工を主に用いて材料の高性能化とその低環境負荷型の製造プロセスを開発することを目的とし、マグネシウム合金および金属ガラスの成形プロセスの開発については、低環境負荷材料であるマグネシウム合金について、鍛造、超塑性加工等による成形条件のデータを収集し、プロセスの確立を目指す。超臨界脱脂による MIM 技術の高度化については、金属間化合物等の新素材のネットシェイプ技術、および、新しいバインダーによる MIM(金属射出成形)技術の効率化と生産性の向上を行う。金属・セラミックス製品のラピッドプロトタイプについては、粉末を利用した迅速成形とそのグリーンマシニングによる複雑形状製品・金型等の CAD と直結したラピッドツーリングを開発する。

#### [平成 13 年度実績]

・金属ガラスでは、800 MPa 以上の強度を示すとともに約 40 K の過冷却液体領域を有する Mg 基金属ガラスを見出した。また、過冷却液体領域で 10 MPa の低応力で 400 % 以上の伸びが得られることを示し、過冷却液体領域でのバルク化が可能であることがわかった。さらに、過冷却液体領域で高速大変形を行うことにより、機械的特性を損なうことなく加工できることがわかった。マグネシウム合金については、ガスアトマイズ AZ91 合金粉末について熱間圧延による固化成形技術の開発を行い、バルク状の板材の作成し、インゴット材の約 3 倍の強度が得られた。また、ガスアトマイズ法により AZ31 合金や純 Mg 粉末が得られた。

#### [平成 13 年度計画]

・先進炭素系材料を利用した水素貯蔵技術の開発については、先進炭素系材料(ナノダイヤモンド、ナノグラファイト)の水素化技術及び評価技術を開発し、水素吸蔵材料の創製を目指す。ドライ成形にむけた高性能金型の開発については、ドライ成形を可能にする金型の開発を目的とした表面処理技術を開発する。

#### [平成 13 年度実績]

・炭素系水素吸蔵材料と異種材料との複合化技術を開発し、25%の重量減を達成した。水素吸蔵・放出特性評価技術では、高精度な測定を可能にする環境制御型水素化処理装置、水素放出特性評価装置を開発し、評価手法を確立した。金型の表面処理技術では、ナノダイヤモンド粒子をダイヤモンド成膜の核として利用し、フィラメント法により100 $\mu$ m程度のダイヤモンド膜をW基板表面に成膜することができた。

#### [平成13年度計画]

・ナノ結晶機械材料製造技術の開発については、スーパーメタルの開発を目的として、室温強加工と熱処理、ナノレオキャスト法ならびに放電プラズマ焼結法により、結晶微細化データを収集し、微細化組織を利用したナノ結晶機械材料製造技術を確立する。スーパーメタルの開発において、結晶粒径: 100 nm以下、引張強度: 従来材の1.5倍以上、韌性: 従来材の1.5倍以上及び超塑性成形性: 従来法の10倍以上を達成する。

#### [平成13年度実績]

・ステンレス鋼SUS304において、加工熱処理により結晶粒微細化を行い、高速超塑性挙動の発現を確認するとともに、韌性および室温強度ともにスーパーメタルプロジェクトの目標値を達成した。放電プラズマ焼結した微細金属組織(結晶粒径: 18~30 nm)を有する純鉄バルク材で引張強さ970~1,433 MPaを得るなど、強度と韌性が目標値を達成した。さらに、同法で得たNb<sub>3</sub>Si<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の二層被覆ニオブ基合金において、Arガス雰囲気中熱サイクル試験(室温~1,473 K)を50回行っても熱応力が緩和されコーティング層の剥離等が起こらないことを明らかにした。

#### [平成13年度計画]

・材料評価技術の開発については、チタン材料を中心に低環境負荷材料の開発を目的として、溶体化、時効等の組織制御技術により室温強度、耐食性、腐食疲労特性及び環境調和性等のデータを収集し、低環境負荷機械材料設計技術を確立し、標準化に資する。

#### [平成13年度実績]

・金属材料の溶出試験法、ガルバニック腐食試験法、不動態皮膜のX線光電子分光法による状態分析方法の標準化を行い、それらの規格情報をISOに情報提供した。また外科用チタン材料に関してJISを6件提案し、制定された。

#### [平成13年度計画]

・メンテナンストライボロジーについては、まずプラント等におけるメンテナンスの現状とトライボロジーの関わりを系統的に調査し、問題点を抽出する。シーズ側からのアプローチとしては、ER流体の流体潤滑特性制御技術をジャーナル軸受に適用し、実用化を検討する。AE法による軸受の寿命予測技術の開発においては、疲れクラック発生、成長メカニズムの解明を目的に、クラック位置特定手法を確立し、微小部観察と影響因子の特定を行う。

#### [平成13年度実績]

・メンテナンストライボロジーについては、製鉄プラントや風力発電等の各施設を訪問し、損傷事例などに関する実態調査から課題抽出を行った。分子配向を考慮した液晶ジャーナル軸受について動的特性の数値解析を行ない、偏心率をパラメータとした制御応答性を検討し、実験的検証用の装置を設計・試作した。1本の軸を支持する4個のラジアル転がり軸受について両端の軸受ハウジングに2組のAE測定系を取り付け、AEの発生位置を一次元で特定する標定法を提案し、静的・動的な確認実験においてその妥当性を検証した。

## ④ 信頼性工学技術(安全対応技術)

#### [中期計画]

・診断アルゴリズムの開発、AEや振動など複数の情報を解析するマルチモニタリングによる高信頼性異常予知診断システムや電磁現象を応用した高精度損傷評価技術の開発を行い、実機への適用性を検証する。また、機械要素の寿命・材料評価に関するデータベースを構築するとともに機械要素の精度保証システムを提案し、国内案を作成、ISOの規格制定・改定に貢献する。

#### [平成13年度計画]

・融液成長複合材料(MGC)等の超耐熱先進構造材料について、模擬実環境を含む過酷環境下における疲労、クリープ等の長期耐久性試験を実施し、マクロ・ミクロな観点から変形・破壊(損傷)メカニズムを解明するための損傷評価技術の研究開発を行う。

#### [平成13年度実績]

・融液成長複合材料について、高性能化した模擬実環境材料試験評価装置を用い超高温・高圧水蒸気下における引張クリープ試験を実施し、1,500 $^{\circ}$ Cの超高温下において引張クリープの加速挙動と5気圧以上では逆にネガティブクリープ挙動が存在することを見いだした。また、同材料の耐久性に関する既存データを取りまとめデ

ータベース化し、産総研 RIO-DBとして試験公開した。さらに、走査型プローブ顕微鏡を用いたナノキャラクタリゼーションの研究開発に着手した。

[平成 13 年度計画]

- ・先進構造材料の新たな用途検索・適用拡大を目的として、耐熱樹脂系複合材料の長期耐久性試験および金属系複合材料の損傷許容性評価試験等を行い、その材料データベースのみならず設計データベースを包含したシステムデータベースの構築を図り、先進材料知的基盤整備を促進させる。

[平成 13 年度実績]

- ・耐熱樹脂系複合材料に関して疲労強度特性に及ぼす衝撃損傷の影響、有孔疲労強度特性に及ぼす水蒸気環境・吸湿の影響を明らかにした。また、チタン合金ならびに金属間化合物系複合材料について高・低サイクル疲労に及ぼす強化繊維端部の影響等について明らかにした。さらに、それらの特性データを利用者の利便性を考慮した、解説や試験評価法等を包含する 3 次元データベースとして RIMCOFweb 上で一般公開を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・機械装置の安全性・信頼性に関して損傷予知と耐震対策の基盤技術および精度保証システムの構築を目指して、平成 13 年度には非接触支持高速回転軸系の対震安全性、歯車軸系の高信頼性、地震動センシング技術、微小機械材料の強度評価などの技術開発を行う。具体的には、超電導軸受と制御型磁気軸受で支持されるフライホイール電力貯蔵装置の対震安全性を確保するための制御アルゴリズムの開発と検証装置の試作、さらに、環境適合型エンジンシステムや風力発電システムの歯車軸系での運転状態モニタリングデータの収集と解析および歯車測定精度の信頼性向上を図るための精度計測法の検討を行う。また、岩石破壊に起因する電磁気現象の実験的検討と電磁波観測に於ける電磁気擾乱発生源の判別手法の検討を行う。微小機械用材料評価については、微小材料の引張試験法の ISO 提案を目標にラウンドロビンテストを実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・フライホイール制御では、ばね質量仮想伝搬系を用いる波動制御が地震周波数に近い剛体モード固有振動に有効であることを示し、検証実験装置を完成させた。歯車測定精度では、歯車よりはるかに高い精度で製作可能なマスターボールを基準に歯車測定機をナノメートルレベルで校正する新しい方法の原理を確立し、また動力伝達系での歯形誤差と回転伝達誤差等との関係を高精度に調べた。岩石破壊電磁気現象では、200 MPa の静水圧下で 500 kN まで載荷可能な岩石圧縮変形試験機を試作するとともに地電流の観測データの収集と気象情報との比較を行った。微小機械用材料評価では、Si、Ti 薄膜のラウンドロビンテスト(引張試験)を実施し、強度特性データを収集、蓄積した。

## 《別表 2》 地質の調査(知的な基盤の整備への対応)

我が国の産業の発展、国民生活の安寧はもとより広く人類の持続的発展に貢献するため、国土の利用や資源開発・環境保全に必要な地質の調査、国土の地質学的・地球科学的実態の正確な把握、地球科学に関する基礎的・先導的・応用的研究、ならびに地震・火山等の地質災害の軽減研究を実施するとともに、海外地質調査、国際研究協力及び技術協力を推進し、これらの地質学的・地球科学的情報を広く国民に提供する。

### ① 地質情報の組織化と体系的集積・発信

#### ア) 地質図・地球科学図の作成

##### [中期計画]

・地震予知・防災に関する緊急性の高い特定観測地域 1/5 万地質図幅 13 図幅、社会的及び地球科学的重要地域の 1/5 万地質図幅 17 図幅を作成する。1/20 万地質編さん図の全国完備を目指して、未出版 8 地域を作成する。さらに特定観測地域の 1/20 万総括図 8 地域の調査を実施する。

##### [平成 13 年度計画]

・地質図の研究では、1/5 万地質図幅に関しては、須原・冠山・青森西部・綾里を始めとする 23 地域の地質調査を行い、白馬岳・水口・浦河・身延等 9 地域の図幅を完成する。1/20 万地質編さん図については、福島・豊橋及び伊良湖岬を始めとする 7 地域の地質調査を行い、熊本地域と岡山及び丸亀地域の 2 地域の図幅を完成する。

##### [平成 13 年度実績]

・地質図の研究では、1/5 万地質図幅に関しては、須原・冠山・青森西部・綾里を始めとする 25 地域の地質調査を行い、白馬岳・西津・千厩・大宮など 9 図幅地域の執筆を行い、6 図幅地域を印刷した。1/20 万地質図幅については、福島・豊橋及び伊良湖岬など 7 図幅の調査研究を実施した。岡山及び丸亀・甲府を印刷し、熊本は編集途中である。また、1/200 万日本地質図を編集・出版した。

##### [中期計画]

・主要四島沿岸海域のうち未調査である北海道東方 5 海域の調査を行うとともに、1/20 万海洋地質図を 14 図作成する。

##### [平成 13 年度計画]

・海洋における地質情報基盤としての海洋地質図整備を目的として、第 2 白嶺丸を用いた北見大和堆の海洋地質調査を行い、得られた試資料等の解析・分析等の実施や地球物理データを処理する等、海洋地質図作成の準備を行うとともに、見島沖表層堆積図、能登半島東方表層堆積図、能登半島西方海底地質図、天売島海底地質図、奥尻海盆海底地質図の作成を図る。

##### [平成 13 年度実績]

・北見大和堆の調査航海を実施して試料・データを取得し、分析・解析をすすめるとともに、調査概要報告書を出版した。海洋地質図は、作成予定の見島沖表層堆積図、および能登半島東方表層堆積図の原稿を完成した。能登半島西方海底地質図および奥尻海盆海底地質図は進捗状況は約 60 %。天売島海底地質図は 15 年度以降となる見込み。一方、能登半島東方海底地質図の原稿を完成した。また、遠州灘海底地質図、および日御碕沖海底地質図についても原稿作成に向け作業を進めた。

##### [中期計画]

・重力基本図 4 図と 50 元素の全国 1/200 万地球化学図を作成し、中国・四国地域における重力調査を実施する。さらに、人為汚染地域の 1/20 万精密地球化学図作成手法の開発を進める。

##### [平成 13 年度計画]

・重力基本図の研究では、平成 12 年度までに測定した九州地域の重力データの編集を行うとともに、中国・四国地域の調査に着手する。これらの結果に基づき、九州地域の重力基本図 1 枚を完成する。

##### [平成 13 年度実績]

・重力基本図の研究では、「福岡地域重力図」を完成した。

##### [平成 13 年度計画]

・空中磁気図の研究では、平成 12 年度までに測定したデータの編集により、地殻活動域の高分解能空中磁気異常図 1 枚を完成する。

##### [平成 13 年度実績]

・空中磁気図の研究では、「由利原地域高分解能空中磁気異常図」を完成した。

[平成 13 年度計画]

・地球化学図の研究では、全国 1/200 万地球化学図作成のために河川堆積物試料を主として北海道地域から採取し、地球化学図作成システムの構築を図る。また、都市周辺の人為汚染地域における 1/20 万精密地球化学図作成手法開発のための試料採取を行い、有害元素の地球化学的挙動と汚染源を解明する研究を新規提案する。

[平成 13 年度実績]

・地球化学図の研究では北海道における試料約 500 個の採取を終了した。また、モデル地域において地球化学図を表示する地球化学図情報システムのプロトタイプを作成した。また、1/20 万精密地球化学図作成手法開発のための予察的研究を開始した。

[平成 13 年度計画]

・地球化学サイクルにおける風送ダストの研究のため、中華人民共和国及び国内の試料採取を行い、主・微量元素の分析を行う。

[平成 13 年度実績]

・地球化学サイクルにおける風送ダストの研究では、中華人民共和国及び国内の試料採取を行い、粒度組成、化学組成の分析を行った。

[中期計画]

・大都市圏精密基盤構造図および衛星地盤変動図作成手法を開発する。

[平成 13 年度計画]

・新たな枠組みの地球物理図である大都市圏精密基盤構造図の作成に必要な要素抽出・概念設計・補足データ取得を行うとともに、衛星レーダー干渉測定法による地殻変動検出の際のデータ解析手法の最適化を行う。

[平成 13 年度実績]

・大都市圏精密基盤構造図作成に関わる要素抽出・概念設計を行い、同図作成の一環として京都盆地南部の約 1000 本のボーリングデータを収集、また構造調査・重力調査を実施した。首都圏の主要活断層である深谷断層と綾瀬川断層の関連について、反射法データに基づいた結論を取りまとめた。首都圏の顕著な高重力異常地域である茨城県南部の基盤構造を解明するための反射法調査について結果を総合し、さらに追加調査を実施した。また衛星レーダー干渉測定法の地球科学的応用について、波長域の異なるデータを解析する際の問題点を明確にするために、さまざまな衛星で得られたデータを取得し解析を行った。

[平成 13 年度計画]

・衛星地盤変動図の実用化を目標として、衛星 SAR データからの干渉 SAR 手法による地表変位量抽出の精度向上と安定性向上のため、技術的課題に関するターゲット抽出を行う。

[平成 13 年度実績]

・衛星地盤変動図に関し、アジアの主要都市における地盤沈下実態を把握するため、これまでに我が国(2ヶ所)およびアジア都市域(6ヶ所)での地盤沈下解析を行い、技術課題を抽出した。干渉 SAR による中国上海等での地盤沈下マッピングについて取りまとめを行った。

[中期計画]

・未利用地熱資源量評価のために、地熱資源評価システムの設計及び数値地熱資源量分布図の作成を行う。

[平成 13 年度計画]

・未利用地熱資源の実態を解明するため、基盤内貯留層周辺部の透水性評価を行うとともに、カルデラ等の火山性地熱系、平野部の熱水系について、地質地化学的手法でモデル化する。また、未利用地熱資源の資源量評価のため、これまで手がけたすべての 50 万分の 1 地熱資源図のデータを数値化し、50 万分の 1 地熱資源図 CD-ROM 版を 1 枚出版する。GIS/PC に基づく重合解析法、資源量評価手法等の検討を行う。GIS/PC に基づく地熱資源評価システムについて、設計の基本方針を決定する。また、深部地熱資源探査技術に関する研究として、熱源近傍の熱水系探査、熱源岩に関連する流体-岩石反応解析、応力場解析、ESR 年代測定による熱水系変動時間解析を行う。

[平成 13 年度実績]

・透水性断裂のコア観察、検層データとの比較、断裂構成要素間の相関性の検討を実施した。また、カルデラ等の火山性地熱系と平野部の熱水系について、地質地化学的手法で地質構造や水理構造の一部をモデル化した。未利用地熱資源の資源量評価のために、50 万分の 1 地熱資源図 CD-ROM 版を出版するとともに、地熱資源評価システム設計の基本方針を決定した。

[中期計画]

- ・1/200 万鉱物資源図 2 図、燃料資源地質図 2 図、1/50 万鉱物資源図 2 図、水文環境図 4 図、大都市圏の地質汚染評価図 2 図を作成する。

[平成 13 年度計画]

- ・資源評価技術の高度化を進める。特に、従来評価法の研究が立ち遅れかつ国からの要請が強い骨材資源の評価法の確立に努める。また、評価技術に基づいて、骨材資源図・鉱物資源図・鉱物資源データベースの作成を進める。特に、骨材資源については不足が深刻化する中国・四国地方の資源情報の整備を急ぐ。1/50 万鉱物資源図 2 枚(中国・四国及び九州)を出版する。

[平成 13 年度実績]

- ・国内の金属・非金属鉱床を表示した 50 万分の 1 鉱物資源図「中国・四国」・「九州」を完成させ、この地区の鉱物資源に関する情報の数値化を進めた。また 200 万分の 1 鉱物資源図「珪石・長石」作成のための情報収集・整理を進めた。
- ・骨材資源の各地域における分布状況・品質・自然環境への負荷の少ない開発法の研究を行い、地方における骨材確保に資するデータに関係業界に供給した。中四国地方を対象に各種骨材資源の研究を進めた。特に海砂利の代替資源として期待される風化花崗岩(真砂)の骨材資源としての評価法の検討を行い、基礎データの取得を推進した。過去に蓄積してきた日本の砕石資源に関する資料を取りまとめた「資料集・日本の砕石資源」を出版し、地方行政や業界関係者への普及に努めた。

[平成 13 年度計画]

- ・燃料資源地質図作成のため、本周辺の非在来型(ハイドレート)及び在来型燃料資源の分布等に関する基礎的データの収集・解析、三陸沖周辺の石油地質学的調査とデータの収集・解析、南関東水溶性ガス田の石油地質学的調査とデータの収集・解析、新潟・秋田等の油田堆積盆の石油地質学的データを収集・解析する。

[平成 13 年度実績]

- ・日本周辺のハイドレート分布資料の収集と総括、三陸沖周辺の石油地質学的資料収集と図幅編集を進めた。秋田新潟地域、房総地域において石油地質学的データの収集を進めた。

[平成 13 年度計画]

- ・知的基盤情報整備の一環として水文環境図「八ヶ岳」を編集・出版する。また、積雪・融雪地帯を対象とした「融雪剤による地下水汚染の研究」を新規に開始するほか、地質汚染評価手法開発に関する研究を進める。5 万分の 1 姉崎図幅の重要箇所における表層 50 cm の重金属汚染図作成に着手する。

[平成 13 年度実績]

- ・個別課題「水文環境図」において「八ヶ岳水文環境図」の編集を進めた。また、「融雪剤による地下水汚染の研究」において、山形県及び新潟県の積雪・融雪地帯で現地調査を行った。個別課題「重金属汚染評価図」については、千葉県市原市内で表層地質試料採取を行い、100 試料以上の公定法分析を実施した。

## イ) 情報の数値化・標準化・データベース整備

[中期計画]

- ・1/5 万地質図幅 315 図、出版済 1/20 万地質編さん図全 99 図をベクトル化し、数値地質図として整備する。

[平成 13 年度計画]

- ・ベクトル化した数値地質図の整備を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・ベクトル化した既刊の 1/20 万地質編さん図の整備を終了した。

[平成 13 年度計画]

- ・1/5 万地質図幅 60 地域及び 1/20 万地質編さん図のうち新規出版図幅のベクトル化を行い、それによる高度利用の研究を実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・地質図幅のベクトル化に関しては、1/5 万地質図幅では 74 地域(当初計画: 60 地域)のベクトル化を終了し、数値データセットを完成・整備した。

[平成 13 年度計画]

- ・地質図情報の利便性向上、数値情報化等に係わる諸問題の検討と解決、1/20 万日本数値地質図作成に係わる諸問題を検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・1/20 万数値地質図幅編集に関する研究(第 1 期)において、1/20 万日本数値地質図編集に着手した。

[中期計画]

- ・新第三紀標準複合年代スケール及びデータベースならびに 1/20 万地質図の共通凡例を作成し、地質表示基準を完成する。これを用いて 1/20 万精度の暫定版全国地質図を編さんし、大都市地域の 1/20 万地質図を再編する。

[平成 13 年度計画]

- ・微化石層序の時間分解能の向上と古地磁気層序確立のために、新第三系から試料を採取して分析するとともに、それらの相互関係に関するデータを収集する。さらに、生層序との関係が明らかになっている凝灰岩の放射年代を測定し、年代尺度の確立における制約条件を提示する。

[平成 13 年度実績]

- ・常磐地域および深海底コアを分析し、新たに複数の有用な珪藻生層準を見出し、珪藻化石層序の分解能を大幅に向上させた。また石灰質ナノ化石層序では、多産する種の時間的サイズ変化を利用した新たな化石層序手法を開発した。古地磁気層序では年代尺度の確立に寄与するデータの集積を行った。富山県氷見地域において有孔虫層序と珪藻化石層序の厳密な対応関係を明らかにし、正確な日本海側での鮮新世標準層序年代を確定した。また、対比に極めて有用な微化石生層準近傍の凝灰岩の放射年代測定を行い、それらの生層準の数値年代を明らかにした。

[平成 13 年度計画]

- ・大都市地域の 1/20 万地質図の共通凡例試案・試作版を作成する。

[平成 13 年度実績]

- ・共通凡例を策定し、東京及び周辺地域地質図の編集を開始した。

[中期計画]

- ・地球化学標準試料を新たに 4 個作成し、標準値を設定する。

[平成 13 年度計画]

- ・地球化学標準試料として、鉍石標準試料を新たに 1 個作成し、標準値を設定するために、高精度な分析技術の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・地球化学標準試料の研究として、鉍石標準試料 JCu-1(釜石銅鉍石)を新たに作成した。また、ISO に準拠した標準値を設定するために共同分析を行うとともに、Te, In の分析法を確立した。

[中期計画]

- ・地質標本を 2 万点追加登録するとともに、岩石鉍物・化石の分類・系統・標準研究高度化の第 1 フェーズとして日本の岩石鉍物カタログを作成する。

[平成 13 年度計画]

- ・未登録標本のうち岩石標本 2,000 点、鉍物(鉍石)標本 2,000 点、化石標本(第 3 紀貝化石等)200 点について、登録番号の配当と標本の分類・系統化を行い、収蔵庫に収納、管理する。日本産鉍石標本および木下鉍物標本についてはカタログを作成する。化石標本については登録標本と台帳番号の対応について検討を加える。

[平成 13 年度実績]

- ・新規受入地質標本は、岩石 1,162 件、鉍物 539 件、化石 29 件、計 1,730 件を登録・収納を実施した。地質標本館資料第 5 号「日本産鉍石標本カタログⅢ」(約 300 鉍山約 2,500 点)を出版。植物化石標本カタログを CD-ROM 版にて出版。

[平成 13 年度計画]

- ・多様な変成岩類について形成条件とその時間履歴を解明するため、構成鉍物の微細組織と化学組成に関する高度化研究を行う。さらに、動物硬組織起源の化石の炭素同位体組成を調べ、古環境指標とする手法を開発する。

[平成 13 年度実績]

- ・「日本変成岩カタログ」作成のため、他の岩型への拡張性を検討した上で、データベースの基本構造を決定した。主要変成鉍物の化学組成と相関係に関する新たな知見を得、変成岩形成条件解析への基礎データを充実させた。海山型石灰岩体の堆積システムと古環境の研究において、古生代青海石灰岩体における堆積システムとその進化を明らかにした。第四紀コケムシ化石の炭素同位体組成を、その時代の海洋環境変遷と比較して用いることにより、古環境解析示標とする手法を確立した。コケムシ化石の模式標本データベースを作成・公表し、古環

境示標としての信頼性を向上させた。

[中期計画]

・石炭起源ガス、ガスハイドレート等の天然ガスを中心とする燃料資源、大規模潜頭性鉱床等の鉱物資源及び西太平洋の海底鉱物資源情報を体系的に収集する。

[平成 13 年度計画]

・燃料資源に関する各種データの電子化、デジタル化を計り、逐次データベース化していくとともに、資源ポテンシャル評価手法の高度化、総合化に向けたシステムの改良の検討を行う。

[平成 13 年度実績]

・基礎試錐調査報告書を中心とした我が国石油地質情報の数値化と編集、データベース化を進めた。

[平成 13 年度計画]

・CD-ROM 日本鉱床図鑑(国内鉱床の画像データベース)を CD-ROM 出版する。

[平成 13 年度実績]

・CD-ROM 日本鉱床図鑑(国内鉱床の画像データベース)を出版した。

[平成 13 年度計画]

・物質循環過程における重金属濃集と環境変遷との関連解明を目的として鉄マンガンクラスト等の微小スケール組成変動とその形成年代を明らかにすると共に、北西太平洋域の海底鉱物資源情報基盤 DB 構築を開始する。

[平成 13 年度実績]

・鉄・マンガンクラスト試料の放射同位体の予備測定により、従来の形成年代と異なる結果を得、組成変動や形成過程の再考を要することが判明した。

・北西太平洋域の重金属資源に関する既存データを総括し、一部について出版、公開用 DB 化した。

[中期計画]

・日本地質図データベース、日本全国空中磁気データベース、日本周辺海域の海洋地質データベース、水文地質データベース及び日本地層名検索データベースの構築と、日本地質文献データベース、日本及び世界地質図索引図データベース、地球化学情報データベース、地質標本管理用データベース、ならびに地質標本館登録標本画像データベースの継続的な更新を行い、ウェブ上に公開する。

[平成 13 年度計画]

・日本地質図データベースについては、統合地球科学データベースの基本図となる 20 万分の 1 地質図とこれより大縮尺・小縮尺地質図などを組み込んだデータベースの構造を検討する。

[平成 13 年度実績]

・日本地質図データベースについては、20 万分の 1 地質図とこれより大縮尺・小縮尺地質図などを組み込んだデータベースの構造を検討した。

[平成 13 年度計画]

・日本全国空中磁気データベースについては、データベースを構築するための概念設計を図る。

[平成 13 年度実績]

・日本全国空中磁気データベースについては、データベースを構築するための概念設計を一部完成させ、他機関により取得されたデータを整備するとともに新測地系への対応を行った。日本列島の基盤岩類(花崗岩及び変成岩)試料を採取・整形し、その岩石物性(岩石磁気、密度、孔隙率等)データの収集を推進した。

[平成 13 年度計画]

・日本周辺海域の海洋地質データベース構築の一環として、瀬戸内海の島々での重力調査を実施し、データ収集を開始する。

[平成 13 年度実績]

・瀬戸内海西部周防灘周辺の島々の重力調査を実施し 89 点の新データを得た。これにより、瀬戸内地域の陸上重力計による調査可能な未調査域はほぼなくなった。

[平成 13 年度計画]

・水文地質データベースでは、新規データの入力及び英語化を行う。

[平成 13 年度実績]

・個別課題「水文地質データベース」では、新規データの入力と一部データの英語化作業を継続するとともに、ソフトウェアのバージョンアップを行った。

[平成 13 年度計画]

- ・地層名検索データベースについては、国内の主要地層名登録を継続するとともに地層名検索データベース試行版を作成公開する。

[平成 13 年度実績]

- ・「地層名検索データベース」の研究においては、資料：日本の新生界層序と地史、日本の第四紀火山をそれぞれ公開した。また、地層名新規登録作業を進めた。

[平成 13 年度計画]

- ・日本地質図データベースについては、統合地球科学データベースの基本図となる 20 万分の 1 地質図とこれより大縮尺・小縮尺地質図などを組み込んだデータベースの構造を検討する。

[平成 13 年度実績]

- ・日本地質図データベースについては、統合地球科学データベースの基本図となる 20 万分の 1 地質図とこれより大縮尺・小縮尺地質図などを組み込んだデータベースの構造を検討して、GIS 的手法によるユーザインターフェースを備えた XML による検索システムと共に構築する方法を固めて、グラフィカルユーザインターフェースのデストバージョンを作成試行した。

[平成 13 年度計画]

- ・地球化学情報データベースについては、地球化学試料の分析データのデータベースへの登録を進める。

[平成 13 年度実績]

- ・堆積岩を中心とする分析データのデータベースへの登録を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・岩石、鉱物、化石標本について、登録番号、標本名、産地、採集者等に関する検索項目を標本管理用データベースとして、岩石 1,000 点、鉱物 1,000 点、化石 200 点を入力する。登録標本の画像情報化(「電子標本館」)のため、400 点の標準鉱物標本の 35mm ポジフィルムによる撮影を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・岩石、鉱物、化石標本について、登録番号、標本名、産地、採集者等に関する検索項目を標本管理用データベースとして、岩石 1,000 点、鉱物 1,000 点、化石 200 点の入力を実施し、データの不備に関して、チェック・訂正を行い新たなデータ項目を追加し、データの整備を行っている。また、登録地質標本の画像情報化(電子標本館)のために植物化石及び鉱石標本の写真のデジタル化を試験的に実施した。

[中期計画]

- ・地下構造 3 次元データベースと国内モデル 5 地域の 1/20 万統合地球科学データベースの試作を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・統合地球科学データベースでは、日本国内及び周辺海域について、1/20 万の区画ごとに統合地球科学ベクトルデータベースを構築するための基本的な概念等について設計・研究を行なう。

[平成 13 年度実績]

- ・統合地球科学データベースでは、日本国内及び周辺海域について、1/20 万の区画ごとに統合地球科学ベクトルデータベースを構築するための基本概念について設計・研究を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・地球物理データと地質データの高度処理研究を行ない、簡易 GIS ビューアを洗練させ、三次元ビューアへと発展させる。

[平成 13 年度実績]

- ・地球物理データと地質データの高度処理研究を行った。また、簡易 GIS ビューアの改良を行い、三次元ビューアへと発展させるための検討を行った。

[中期計画]

- ・これらのデータベース構築に必要な技術開発と標準化を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・空間情報科学の確立のために空間情報データベースの構築と整備を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・空間情報データベースの構築と整備を行い、インターネット地質情報統合利用システムに異種画像の重ね合わせ機能を追加した。さらに、セキュリティ対策を強化した公開システムの開発を進めた。

[平成 13 年度計画]

・次世代高分解能衛星センサによる地質構造情報識別技術の研究において、大量情報による効率的構造抽出法の開発と整備を行う。

[平成 13 年度実績]

・次世代高分解能衛星センサについて、高解像度画像の構造識別範囲や識別アルゴリズムを幅のあるものに改良した。従来の線素識別型アルゴリズムは、複雑な地質情報から構成される高分解能データにはそのままでは適用できないことから、地球統計学的な空間情報の分布解析を行った。

[平成 13 年度計画]

・これらデータベース構築に必要な技術開発と標準化については、既存の地球科学データベースの実態調査によって集計すると共に、そこで使われている各種記号や色情報、フォーマット等の局所標準を集計して、総合的地球科学データベースと地質標準データベースのための概念設計を行う。

[平成 13 年度実績]

・これらのデータベース構築のための概念設計を行った。

## ウ) 地質情報の提供

[中期計画]

・地質の調査に係わる地質図類、報告書、研究報告誌等の出版を継続するとともに、オンデマンド印刷・CD-ROM 等電子媒体による頒布体制を整備する。

[平成 13 年度計画]

・地質図類、報告書、研究報告誌等の出版については、年度出版計画に基づき地質図類は 10 月までに原稿を受け付けたもの、報告書と研究報告誌、データ集は 12 月までに原稿を受け付けたものについて、年度内出版発行を行う。オンデマンド印刷と CD-ROM 等電子媒体による頒布体制については、大型カラー印刷と CD-R 製造設備及び運用システムを整備する。

[平成 13 年度実績]

・地質図類、報告書、研究報告誌等の出版については、年度出版計画に基づき地質図類は 10 月までに原稿を受け付けたもの、報告書と研究報告誌、データ集は 12 月までに原稿を受け付けたものについて、年度内出版を行った (32 件)。年度内の提出予定原稿はさらに 7 件程度予定されている。オンデマンド印刷と CD-ROM 等電子媒体による頒布体制については、大型カラー印刷と CD-R 製造設備及び運用システムの初期設備が整い、今年度は 1/5 万地質図幅、1/20 万地質編集図、1/50 万地質図を対象に実施した。

[中期計画]

・新たに地質の調査に関連するメタデータ及び総合的な検索システムをウェブ上に構築する。

[平成 13 年度計画]

・地質の調査に関連するメタデータ及び総合的な検索システムのウェブ上構築については、発行済み 1/5 万地質図幅のメタデータを作成する。日本地質文献データベース・日本地質図索引図データベースの統一検索システムの設計を行う。世界地質図索引図データベースのウェブ検索の改良を行い、検索性能の向上を行う。

[平成 13 年度実績]

・地質の調査に関連するメタデータ及び総合的な検索システムのウェブ上構築については、発行済み 5 万分の 1 地質図幅シリーズについてメタデータ作成を終了して政府クリアリングハウスに登録した。日本地質文献データベース・日本地質図索引図データベースの統一検索システムの設計を行い、書誌情報の統一バージョンを作成試行した。世界地質図索引図データベースのウェブ検索は、普及しているブラウザの IE における検索およびスピードの向上を全年度比で 50 %アップを達成し、検索結果のダウンロード機能も追加した。この結果は、利用者アクセス数の急増につながっている。

[中期計画]

・各種イベントへの参加協力および独自の地域地質情報展などを毎年開催するとともに、地球化学標準試料を含む標準的試料・標本や成果普及物の頒布と野外見学会や普及講演会の実施を行う。

[平成 13 年度計画]

・各種イベントの機会をとらえ、「地質の調査」関係分野の研究成果を目に見える形で一般に公表する。13 年度は金沢市において、日本地質学会の年會に併せて北陸地域地質情報展を実施し、成果普及活動を展開する。また、地域に密着した国土データである各種地質図類についての一般の理解を広げるために、新作の地質図を中

心とした「地質図展」を、13年度は関西地質調査連携研究体と協力して、近畿地方にて開催する。

[平成13年度実績]

- ・金沢市において、日本地質学会の年會に併せて北陸地域地質情報展を開催した。また、地域に密着した国土データである各種地質図類についての一般の理解を広げるために、当該地域の地質図を中心とした「近畿の地質図展」を、関西地質調査連携研究体と協力して開催した。以上のほか、下記のイベントを実施ないしは参加。

四国センターの一般公開への協力(高松市)

地球惑星科学関連学会2001年合同大会での産総研の紹介活動(東京)

最新地質図発表会(東京)

全地連技術フォーラム2001での産総研紹介活動(新潟)

青少年のための科学の祭典(化石レプリカ作り)(日立市)

震災対策技術展2002(神戸市)

[平成13年度計画]

- ・地球化学標準試料の頒布のため、標本館内に専用の管理庫を設置し環境を整える。成果普及物として、グラフィックシリーズ No.5「茨城県の鉱物」及び地質標本館に関する絵葉書を企画、出版し頒布する。地質見学会を企画実施するため、候補地の選定と、案内用パンフレットの作成を行う。地質に関する普及講演「地層の話」他をユニットの研究者の協力を得て、企画、実施する。普及イベントとして化石レプリカ作り、小中学生を対象とした標本鑑定会「地質何でも相談」を実施する。

[平成13年度実績]

- ・地質標本館において「地質の調査」に関する研究成果を展示を通して一般に公開し、より多くの入館者を獲得するため土・日・祝日開館(月曜休館)を実施。最新の情報を提供するため「地質図」に関する展示の全面的改修を実施、一階ロビー正面の大型露頭レプリカの改修「液状化現象」を示す大型剥ぎ取り標本の新設。夏期特別展として「海洋: その資源と環境」を実施。「最新地質図展」「北陸地域地質情報展」を館内で実施。地球化学標準試料及び地質図類と地質関連の絵葉書16種類、グラフィックシリーズ「元素と鉱物」を企画し、地質標本館内で頒布のためミュージアムショップを開設。館の普及・広報活動として14年度に実施を目標に地質見学会の企画を検討した。特別講演会「海洋深層水」及び普及講演「地層の話」他を実施。普及イベントとして小中学生を対象とした「化石レプリカ作り」「黄鉄鉱結晶拾い」「鉱物に名前をつけよう」「地球何でも相談」を実施。

[中期計画]

- ・資源・地質災害等の重点研究分野における産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化推進するとともに、地学に関する内外からの相談に積極的に応える地質相談を行う。

[平成13年度計画]

- ・北海道および関西センターの地質調査連携研究体において、資源・地質災害等の重点研究分野における産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化推進する。「地質の調査」関連分野における様々な調査、分析の過程で生まれた技術的なノウハウ・特許等を、技術シーズとして広く宣伝する。

[平成13年度実績]

- ・北海道地質調査連携研究体では、産総研における「地質の調査」の成果を広く社会に宣伝・配信し、同時に北海道を活動の場とする地質関連企業の意向を把握するため、北海道大学や道立地質研究所の協力を得て、資源や地質災害等をテーマとする公開地質セミナーを19回、地質シンポジウムを1回実施した。参加者から出された地質図等の産総研出版物に対する意見・要望は随時とりまとめ、地質調査総合センターの今後の運営に対する指標の一環とした。科学技術振興財団のサイエンスキャンプや産総研北海道センターの統一公開など、各種催事においても成果の普及に努めた。札幌周辺地域地盤地質図のデジタル化など、デジタル地質情報の編集と提供手法の研究はデジタル化編集をほぼ終了した。北海道の地質等に関する指導相談は160件を処理し、公開Webページへのアクセス数とともに現在増加傾向にある。
- ・大阪平野北部に発達する有馬-高槻構造線の変位量を解析するため、当該地域の地方自治体と協力して地質ボーリングの収集を行い、活断層研究センターのボーリング資料と併せ、同構造線の前期更新世以降の変位量を算出した。また同構造線が引き起こした慶長伏見地震の地震痕跡資料を、各地の教育委員会や埋蔵文化財センターと協力して、遺跡発掘現場で収集した。未利用地質資源では、各地の採石場から採集した岩種別の性状材料試験を行い、適材地の絞り込みを行い、また四国高松市近辺の和泉層群の採石資源調査を行った。産学官連携では、約50件の地質相談業務、6件の普及講演会、2件の地震や断層の見学会案内、5件の産総研公開イベントへの参加、5件の各種委員会への委員委嘱、そしてビデオ作成にたずさわり、地域社会への地質情報の提供と当連携体の宣伝普及活動に努めた。

[平成13年度計画]

- ・「地質の調査」及び関連研究分野の広報誌でありかつ、地質学の普及雑誌でもある「地質ニュース」を編集すると

ともに、資料としての有用性を高めるためにバックナンバーのデータベース化を開始する。

[平成 13 年度実績]

- ・広報誌「地質ニュース」を編集し、地学の普及に努めた(各号平均 68 ページ)。バックナンバー化を推進するため、2000 年度発行分から pdf 化を行った。

[平成 13 年度計画]

- ・地質相談業務として、県発行の地質図の入手など相談用の資料の充実を図り、相談者の要求に応えられるようにつとめる。また、相談内容等のデータベースを作成して、外部の要請を研究に反映させる。「地質相談業務報告書のまとめ」を引き続き発行する。

[平成 13 年度実績]

- ・地質相談業務の集計にかかわる E-mail による報告体制を整えた。相談内容は小中学校の「ゆりの時間」に関連するものが増えつつある。また「地盤」に対する社会的関心の高まりを反映してか「土质地質」や「地盤改良」に関する質問も目立つようになった。

## エ) 地質の調査のための基盤的基礎的研究

[中期計画]

- ・島弧地域における地史未詳地質体の研究を行い、北部フォッサマグナ構造図の作成等による島弧地質現象モデルの高度化、地質調査技術の高精度化を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・島弧の地質構造を解明するにあたって、重要であるが実態がよく判っていない地域や未解決の問題点について、各分野の専門家が共同で取り組む。後期新生代の堆積環境、北部フォッサマグナ地域の地質構造、重要地域の中古生代テクトニクス、火成岩・変成岩の属性、などの解明、北海道地域や西日本地域の地質に関する研究を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・島弧地質の研究では、後期新生代の堆積環境、北部フォッサマグナ地域の地質構造、重要地域の中古生代テクトニクス、及び火成岩・変成岩の属性などの解明を行い、さらに北海道地域や西日本地域の地質調査を実施した。

[平成 13 年度計画]

- ・西南日本内帯の花崗岩と塩基性岩の形成プロセス上の関係を調査する。

[平成 13 年度実績]

- ・西南日本内帯の花崗岩と塩基性岩について放射年代測定を実施した。

[中期計画]

- ・地殻深部の不均質構造探査手法の研究を行うとともに、古地磁気/岩石磁気手法の高度化と海底付近での物質循環や海底環境把握手法の開発を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・地殻深部の反射体・速度・比抵抗・温度などの不均質構造探査手法の研究を行い、地殻深部の群発地震域・速度場・比抵抗場・温度場などにおける不均質構造の意味を解明する。

[平成 13 年度実績]

- ・東北脊梁下の深部地殻反射面の意味付けを行い、結論を取りまとめた。地殻や深部に発生する地震の初期破壊過程を吟味し、従来のモデルが成り立たないことを示した。内陸の地殻内における微小地震活動分布を高精度で解析し、地震発生メカニズムの空間パターンを把握した。反射法調査データにより棚倉構造線に付随する第三系堆積盆地の形状把握を行った。インドネシア弧下のマントル遷移層の厚さと、深発地震発生域および地震波速度異常との相関を明らかにした。フィリピン海下のマントル遷移層の厚さと太平洋プレートの沈み込みによる冷却との関連について明らかにした。広帯域地震計の設置方法を公表した。地殻深部の温度場に関する成果を、数値地質図の一部として出版した。内陸地震発生域と密接に関連する水や流体の不均質構造を MT 法により抽出した。

[平成 13 年度計画]

- ・海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する研究として熱水循環系の物理環境の時間的変動を解明する。

[平成 13 年度実績]

・海底熱水系から放出される熱水の流量を定量的に観測するために Medusa 熱水流速計を設置し、試験的な観測を行った。

[平成 13 年度計画]

・赤道太平洋海域の堆積物コア測定から相対的古地磁気強度曲線を求め、また帯磁率異方性及び古地磁気方位をもとに南極海域及び赤道太平洋海域における主として第四紀の深層水の流向とその変化をとらえるとともに、日本海の堆積物コアの岩石磁気分析を行い、古環境指標を抽出する。

[平成 13 年度実績]

・過去 230 万年間の連続的な古地磁気強度変動曲線をコア 1 本より得た。その過程で、古地磁気伏角について、世界的にも報告例のない予想外の長周期永年変動を発見した。また、磁化率異方性を用い、東シナ海において古気候変動に伴う流向流速の変動をとらえた。日本海の堆積物については、還元環境下での初期続成作用による磁性鉱物の溶解と考えられる現象を検出した。

[平成 13 年度計画]

・海底近傍での物質循環・環境把握等のために、海底バイオマス測定装置及び負荷低減資源開発技術の基礎的検討、微生物関与にも注目した現世海底堆積物と陸上海成層との重金属の化学・鉱物形態の比較、潜水調査等で得られる塊状硫化物等の地質・鉱物学的及び地球化学的研究、流出量の動的変化や電気化学的性質等の時系列データの収集を行う。

[平成 13 年度実績]

・海底モニタリング、資源開発技術に関する概念検討。陸上鉱床の海成層のマッピング、伊豆小笠原弧・鹿児島湾・ファンデフカ等海底熱水系での各種調査機器を用いた現地調査・観測を実施した。その結果、海底下潜頭鉱床の評価手法、沈殿物中の微量元素の時空分布、海底近傍における流体湧出等に関する新知見を得、海底系物質循環モデル構築への展望を開いた。

[平成 13 年度計画]

・高時間解像度環境復元のための微小試料調整および同位体・元素分析法の確立を開始する。

[平成 13 年度実績]

・微小試料調整装置を完成、それを用いて調製した炭酸カルシウム粉末の安定同位体比を測定し、週から月単位の分解能で赤道域のチェック島の水温の復元に成功した。また、微量重金属の定量的分析方法を開発した。

[平成 13 年度計画]

・水画像判読から海草藻場現存量を計算するシステムの構築、超音波プロファイリングシステムの改良等を実施する。

[平成 13 年度実績]

・沖縄県生息のほぼ全ての海草が混在する藻場で、水中走行ビデオシステム、水中走行ビデオポインティングシステム、種類別現存量判読システムを試行し、モニターした種組成と被覆度が実測値に合うように、各システムの改良を行った。

[中期計画]

・アジアの金資源の開発・利用におけるリスク要因の研究とリスクアセスメントの高度化を国内外で行う。

[平成 13 年度計画]

・世界各地のゴールドラッシュ地域での環境汚染問題の評価を進め、鉱業に伴う公害の予防や対策立案に貢献する。

[平成 13 年度実績]

・国連 ECLAC (ラテンアメリカ・カリブ経済委員会)と研究協力覚え書きを締結し、同委員会と共同でラテンアメリカ諸国のスモールスケールマイニングについて基礎情報を収集した。

[中期計画]

・二次イオン質量分析法による精密同位体分析法の開発を進め、地質不均質系成因モデルを構築する。

[平成 13 年度計画]

・二次イオン質量分析法 (SIMS) やレーザープローブ法等による安定同位体比測定に基づき、鉱脈型鉱床の鉱物沈殿過程等に制約条件を与える。そのために、レーザープローブ装置の試料調整法の検討、分析法の高度化を行ない、赤外線顕微鏡等による重金属鉱物の流体包有物分析法を確立する。また、シリコン同位体比の三次元的解析を目的として、単結晶を育成する。さらに、SIMS による微小領域の年代測定法および微量な地球外有機物の分析法を高度化する他、有珠火山等におけるマグマシステムのモデル化や、サンゴ骨格の各部位にお

る含有量の違いを明らかにするため、SIMS を用いて微量元素濃度を測定する。

[平成 13 年度実績]

- ・地球の主成分であるシリコンについて SIMS を用いたミクロンサイズの精密同位体比測定法(誤差0.01%)を開発した。SIMS 測定法の開発に係わる標準試料ジルコンの評価を行う国際共同プロジェクトに参加し、分析結果を提出した。衝突変成を受けたコンドライト隕石に含まれる磷酸塩の U-Th-Pb 年代や、サンゴ骨格中の表面から深部までの各部位における主・微量元素含有量を SIMS を用いて測定したほか、マグマ-斜長石間の元素分配に関するモデルを構築した。

## ② 深部地質環境の調査・研究

[中期計画]

- ・地層処分システムに関係する地球科学的知見・データの取りまとめと分析を行い、安全性評価のための論理モデルを構築するとともに、地下水流動モデルや長期的な物質の挙動のナチュラルアナログ等の研究を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・地層特性とその長期変化の総合的な評価モデルの構築に関して、既存の地球科学的知見・データを整理し、今後の主要な研究課題を抽出する。また、断層運動などに伴う地下水流動経路等変化現象のモデルの実験的研究に着手する。さらに、長期間における地層中の物質移動のナチュラルアナログの研究として、ウランなどの濃集場所を例に、地質の概要把握及び周辺域を含む地層や地下水中の核種等の含有量などの調査を行なう。

[平成 13 年度実績]

- ・本課題の開始に先行して、地層処分の安全性評価の観点から、関係する地質事象の多様性の整理と区分を行い、将来予測の研究課題や評価を不確定にする要因等の概要をレビューした。本年度後半は、地下水流動モデル実験装置の設計、高温・高圧下での岩石の変形試験や試料分析を集中的に実施した。核種挙動等の物質移動のナチュラルアナログ研究のモデル地域として新潟・山形地域を予察調査した。

[中期計画]

- ・東北南部の列島横断地帯及び地質項目毎の代表的地域において、総合的な広域地質調査・解析を実施するとともに、長期変化プロセスとメカニズムの抽出・検証、及び定量的な影響評価解析・予測手法等の研究を行い、技術資料等を整備する。

[平成 13 年度計画]

- ・阿武隈―新潟の列島横断地帯のうち、阿武隈花崗岩地域を主な対象に、裂罅系の分布・発達過程とその地形等との関係、風化・変質の岩石・鉱物学的要因、精密重力探査等による地質構造の分布と成因に関する地球物理学的研究、地層特性空間分布変化の要因に関する調査、化学組成や各種の同位体比による地下水の循環系の把握に関する調査及び河川底質の化学組成の調査等を行なう。また会津他の地域において変質の分布・形成過程と地温分布等の現地調査を開始する。さらに、本横断地帯等における火山の活動履歴及び新潟地域を含む広域的な地殻変動分布の調査に着手する。また、近畿・中部地方等における温泉水およびガス等の化学・同位体組成等による深部上昇流体等の起源の検討、北部九州等における火山地域周辺の変質の種類とその要因の研究、西南日本における単成火山等の火山活動の時空分布とそのプロセス及び断層運動に伴う地層変位の分布等に関する調査・研究を実施する。それらをもとに地質変動の将来予測手法の検討に着手する。一方、地下水の水質形成機構、核種の溶解・沈着の変化予測に関する研究、地下微生物の影響に関する研究、岩石の流体移動特性、岩石破壊・変形の定量評価とメカニズム解明について野外と室内実験による研究に着手する。さらに、長期地質変動把握の基礎になる第四紀火山岩類の K-Ar 年代測定の最適条件を再検討して新規装置導入に必要な基礎データを明らかにするとともに、化学反応の熱力学等の解析の研究に着手する。

[平成 13 年度実績]

- ・本課題では、地質特性変化のメカニズム解明に関する研究等、各テーマの内容に即して、野外調査や試料採取、各種分析機材整備及び試料分析等を集中的に実施した。特に、列島横断地域にある阿武隈地域に設定した総合・精密調査地域では裂罅系解析等の地質構造調査を始め、精密重力探査、精密屈折波探査、ボーリング調査、地下水循環系調査等の各種の高精度調査を集中して実施した。また、深部上昇流体の起源と評価に関する研究のために、試料採取、予察的分析や手法の整備を実施し、さらに単成火山等の火山活動の研究、高精度年代測定技術に関する研究開発の一環として K-Ar 年代測定システムを新規構築した。

[中期計画]

- ・既存公表資料を対象とした地質の隔離性に関する全国データベースシステム、及び地質構造解析システム等のデータ処理システムを構築する。

[平成 13 年度計画]

・1/5 万地質図幅のデジタル化、資源地域におけるボーリング及び物理探査データ、沿岸域の音波探査データのファイル作成を進め、それらを統合した高度利用についての研究を実施するとともに、長期的な火山活動と断層活動に関する既存データの集約、地質を構成する岩石の化学組成と岩石・岩盤の物性値についてのデータ収集と堆積岩地域における年代層序の精緻化をはかる。これらデータのファイル化及びデータベース化されているファイルの導入の検討をすすめると共に、データベース本体の仕様選定を行なう。また、地質構造解析システムについて、データが豊富な資源地域を例に試行的な処理を行ない、その結果を元にシステムの基本設計を検討する。

[平成 13 年度実績]

・本課題では、1/5 万地質図幅や沿岸域音波探査データ等既存データの集約とファイル化については本年度の予定を完了した。また、堆積岩地域における精密年代層序の新規データを取得した。地層特性の空間分布解析システムについては、いくつかの資源地域データの電子化と統合を開始し、特に新潟地域については石油探査に係わる公表済地表地質データの集約とボーリングデータのインデクス化を実施した。データベースシステムについては、蓄積されたデータを基に仕様を検討し、基本設計をほぼ完了した。

[中期計画]

・深部地質の災害や環境保全に関する要素や指標を抽出し、それらの地域分布に関する各種の地質環境図類を作成し、分かり易い形での情報発信を行う。

[平成 13 年度計画]

・地質災害や地下水等の環境保全に係る地下地質の要素の総合的調査・研究を行い、阿武隈地域とともに、仙台・神戸・山形市周辺域などの都市域を例にした環境地質図類を作成する。また、情報技術を用いたそれらの地質情報の発信を開始する。

[平成 13 年度実績]

・本年度は、地質環境アトラス「山形市周辺地域」のデータ整理を行い出版準備を完了したほか、神戸市街地地域および関東・甲信越地域における湧水・河川水資料の分析・解析を行い地下水の性状と流動系解析等、環境保全に関する研究を行った。

### ③ 地震・活断層及び火山の調査・研究

#### ア) 地震・活断層

[中期計画]

・全国主要活断層の第一次調査、及び第一次評価を完了し 100 年以内の地震発生確率を明らかにするとともに、平成 16 年度末までに活断層 12 件の調査報告書を出版する。

[平成 13 年度計画]

・邑知潟断層帯、木曾山脈西縁断層帯、伊予灘の中央構造線活断層系について調査を実施するとともに、関谷断層、関東平野北西縁断層帯深谷断層系、濃尾断層帯揖斐川断層、琵琶湖西岸断層帯堅田断層、上町断層の 5 重要活断層の補備調査を実施する。

[平成 13 年度実績]

・邑知潟断層帯では、反射法弾性波探査を行った。木曾山脈西縁断層帯では、段丘面上でのトレンチ調査を行った。伊予灘の中央構造線活断層系では、西部海域で音波探査を行うとともに、愛媛県双海町下灘沖の下灘沖南断層において、海上ボーリング調査工事を実施した。関谷断層では、山下地区でトレンチ調査を行った。関東平野北西縁断層帯深谷断層では、群列ボーリングを実施した。濃尾断層帯揖斐川断層では、3ヶ所でトレンチ調査を実施した。琵琶湖西岸断層帯堅田断層では、寛文 2 年の地震に関する史料を収集するとともに、真野地区で群列ボーリングを実施した。上町断層の調査では新淀川で群列ボーリングを実施した。さらに、昨年度実施した鳥取県西部地震緊急調査の成果をとりまとめた。

[中期計画]

・活断層ストリップマップ 3 図、1/50 万活構造図 3 図、地震発生危険度マップ 1 図を刊行する。

[平成 13 年度計画]

・伊那谷断層帯ストリップマップを刊行するとともに富士川河口断層帯、長野盆地西縁断層帯のストリップマップの作成を進める。50 万分の 1 活構造図については、「京都」の編纂を完了し「新潟」「金沢」の改訂作業をすすめる。平成 12 年度の活断層調査結果を取りまとめた「概要報告書」を編集出版し、ホームページでの情報公開、解説

用リーフレットの作成配布、オープンファイルレポートの作成等を通じて広く一般にわかりやすい提供を日常的に行う。また平成 16 年度までに全国主要活断層 98 の評価及び 300 万分の 1 全国活断層地震危険度マップの刊行を行うため、平成 13 年度は近畿・中部地方の活断層パラメータの決定・地震発生確率等の計算を行う。

[平成 13 年度実績]

・1/50 万京都内の活断層のデータファイル化を完了した。1/50 万活構造図京都編纂作業を完了した。  
活断層・古地震研究報告編纂を完了し刊行した。活断層研究センターニュースを毎月刊行した。

[中期計画]

・2 つの活断層系を対象として、セグメンテーション及びセグメントの連動を解明する。

[平成 13 年度計画]

・活断層の破壊過程の研究として、北アナトリア断層をトルコ鉱物資源調査開発総局と、車籠捕断層を台湾中央地質調査所と、さらにサンアンドレアス断層を米国地質調査所とそれぞれ共同研究として実施する。北アナトリア断層と車籠捕断層について解明されたセグメント構造はセグメント構造図として発行するための準備を進める。また、断層ずれによる地震被害予測の研究に資するため、車籠捕断層と上町断層帯(大阪府)のずれと撓曲変形の研究を実施する。

[平成 13 年度実績]

・北アナトリア断層水域部において音波探査を行い 3 箇所のジョグの詳細構造を解明した。また陸域部については 2.5 万分の 1 ストリップマップと資料集の作成を進めるとともに、1 セグメントについて過去 3-4 回の活動履歴を明らかにした。車籠捕断層について、活動履歴調査を実施した。

[中期計画]

・京阪神 2 地域の震源断層モデルと地下構造モデルを完成し、被害予測図を作成する。

[平成 13 年度計画]

・北海道東部地域の沿岸部について、津波被害予測図(遡上図)の作成のため、霧多布湿原地域の津波堆積物調査を下に震源断層モデル及び想定津波を設定し、津波被害の数値シミュレーションを行う。さらに、北海道東部及び東北地方の津波記録と北米西海岸のプレート境界地震の地質学的研究を実施する。京阪神地域の地下構造、地質地盤特性、地震基盤特性等の研究を行い、必要なデータベースの作成を行う。米国地質調査所と共同で、米国中西部における古地震(ニューマドリッド地震)による液状化痕跡調査を行う。

[平成 13 年度実績]

・2000 年に発生した鳥取県西部地震などを例とし、断層の破壊、震源過程を考慮した強震動計算、地震活動と破壊過程の関係に関する研究を実施した。さらに、地下構造を考慮した強震動計算についての準備、上町断層のモデル化、大阪平野の地下構造データ作成を進めた。北海道東部太平洋岸において津波堆積物を調査し、過去数千年間における津波の遡上域発生時間間隔に関する基礎的データを得た。これらの津波を生じた地震の震源像の推定、津波の数値シミュレーションを行った。また、地震以外の原因(地すべり、火山噴火)による津波の発生メカニズム、津波堆積物についても研究を実施した。昨年度までに実施した北海道東部における海岸変動調査、北米西海岸における海岸変動、津波堆積物、液状化痕跡の調査結果の解析を進めた。ヘイワード断層、ニューマドリッド地震帯においてジオスライサー・トレンチによる古地震調査を、米国地質調査所と共同で実施した。

[中期計画]

・地下水等の変動観測システムと前兆的地下水位変化検出システムを構築する。

[平成 13 年度計画]

・東海地震の短期予知を目的として、東海地域等における地下水観測網の中の重要な観測井における地下水位変化の地殻歪変化に対するレスポンスを明らかにし、想定されている東海地震断層モデルから前兆的地下水位変化を算出する。各種測地・気象データセットを用いて、GPS 測位に及ぼす水蒸気による誤差の影響を評価する。

[平成 13 年度実績]

・東海地域の地下水観測点中の 2 点について、想定されている東海地震断層モデルから前兆的地下水位変化を算出した。「GPS 測位に及ぼす水蒸気による誤差の影響評価」については、昨年に引き続き 2001 年夏に GPS 稠密観測を行い、20 km 程度のローカルなスケールでの水蒸気変動が世界で初めて明らかになった。

[中期計画]

・活断層による歪蓄積過程を把握し、モデル地域における活断層深部構造物性図の作成を行う。

[平成 13 年度計画]

・活断層で起こる物理化学プロセス、深部構造の解明を目的として、断層への歪み蓄積過程の定量化、跡津川断

層のクリープ運動のモデル化、トラップ波による断層深部構造、野島断層の水理構造、物質移動のモデル化を行う。さらに、断層深部でのすべり過程のモデル化のため地質学、地球物理学的手法による断層深部のすべり・変形機構の解析、下部地殻条件下での摩擦構成則確立のための実験を行う。また、強震動予測を目的として、平野地域の3次元P波S波探査手法確立のため、福井平野の重力データの編集・解析、モデル地域の3次元地下構造データの編集・解析を行う。

[平成13年度実績]

・「断層への歪み蓄積過程の定量化」「跡津川断層のクリープ運動のモデル化」「トラップ波による断層破碎帯構造」「野島断層の水理構造、物質移動」等について、調査・解析を行った。「断層深部すべり過程地球物理構造探査」の長町-利府断層の探査を終了した。「断層深部のすべり・変形機構の解析」の調査および「下部地殻条件下での摩擦構成則」の実験を推進した。さらに、「福井平野の重力データ」「3次元地下構造データ」の編集・解析を行った。

[中期計画]

・室内実験および野外観測調査により断層の深部すべり過程のモデルを構築し、地震発生予測のためのシステムを設計する。

[平成13年度計画]

・強震動予測等に必要とされる基盤までのS波速度構造を決定するため、P-S変換波などを利用したS波構造探査法のプロトタイプを確立し、またそれらを利用した速度構造の解明を行う。また既存の反射法データからS波速度情報を抽出するための解析手法の開発を行う。

[平成13年度実績]

・探査手法開発に必要な基礎データを野外実験により取得した。また、基盤の深いところに適した、P-S変換波反射法の探査手法の開発を実施した。P-S変換波反射法のイメージングの質を向上させる静補正法を定式化し、またS波速度情報を抽出するための速度解析パネルのプロトタイプを作成した。本研究に適した既存反射法データを発掘し、データ借用の手続きを進めた。

[平成13年度計画]

・上部地殻条件下での摩擦法則解明のため、高温・高圧三軸試験装置を用いて、摩擦実験をルーチン的に実行するシステムを確立する。構築された実験システムを用いて、高温・高圧下での摩擦強度回復実験を開始する。

[平成13年度実績]

・上部地殻条件下での摩擦法則解明のための高温・高圧三軸試験装置を用いた摩擦実験システムを構築した。従来のすべり速度と面の状態に依存する摩擦法則に温度をパラメータとして加えすべりの数値シミュレーションを行い、すべりにもなって発生する摩擦熱の影響を明らかにした。地震発生に大きな影響を与える地下流体の挙動を調べるため、間隙内多成分三相流数値シミュレーションソフトを開発し、二酸化炭素地下貯留に関連する問題に適用した。

[平成13年度計画]

・地震波データを用いた断層深部の応力蓄積・強度回復状態の評価手法開発を目的とした基礎的・実験的研究を新規提案する。

[平成13年度実績]

・地震波データを用いた断層深部の応力蓄積・強度回復状態の評価手法開発に関連して、鉾山および自然地震データを用いた解析を行い、大規模な地震に先行すると考えられる地殻の降伏現象を検出する手法について検討した。また、AE実験データの解析から、大地震の前兆現象の発現様式に及ぼすアスペリティの役割について検討した。

[中期計画]

・日本周辺海域の地質構造・地震性堆積物の解析から、地震発生頻度の予測手法を開発する。

[平成13年度計画]

・海域活断層の評価手法の開発について、南海トラフおよび日本海東縁の既存の海底地質構造調査資料を用い、活断層の分布と構造を検討する。

[平成13年度実績]

・南海トラフでは既存の地震探査データの再処理を進めるとともに、既存のコアによるタービダイト解析から東海沖が約160年に1回の地震発生頻度を示唆する結果を得た。日本海東縁では、佐渡島南方と津軽西方で活断層の分布と構造の解析を進め、論文として取りまとめ中。さらに顕著な断層で潜水調査を実施し、地震空白域の存在を確認した。また、コアの解析から佐渡海嶺で約1,000年に1回の地震発生頻度を得た。

## イ) 火 山

### [中期計画]

・薩摩硫黄島、有珠・岩手火山観測を行い、マグマ供給系の物理化学過程を明らかにする。

### [平成 13 年度計画]

・薩摩硫黄島・三宅島・岩手などの火山ガス放出過程の理解を目的として、火山ガス放出量・化学組成の観測を行い、その変動要因のモデル化を行うとともに、薩摩硫黄島・有珠・岩手・磐梯・九重火山などで地殻変動・放熱量観測などを行い、マグマ上昇過程・火山の浅部構造のモデル化を行う。噴火過程・マグマ溜まりにおける化学進化の理解を目的とし、薩摩硫黄島・三宅島・有珠火山などの噴出物の解析を行う。また、有珠山・三宅島周辺に展開されている臨時地下水観測網のデータを解析し火山活動に伴う地殻歪変化や物質・熱移動による地下水変化を明らかにする。

### [平成 13 年度実績]

・薩摩硫黄島・九重火山・有珠火山・岩手火山・磐梯山において火山ガス観測・地震観測・地殻変動観測・放熱量観測・地下水観測などを行った。観測結果は火山噴火予知連に報告した。

三宅島において火山ガス放出量・火山ガス組成・噴出物解析・地下水観測を継続的に実施し、火山活動の変化を火山噴火予知連に報告した。

### [中期計画]

・雲仙平成新山の科学掘削を行い、マグマ上昇モデルを検証し、噴火成長史・マグマ発達史を構築する。

### [平成 13 年度計画]

・地溝帯の中に発達した雲仙火山の活動史を明らかにする目的で、地表調査及び山麓部での科学掘削を行い、系統的年代測定もあわせて火山の成長史と正断層群の発達過程を解明する。雲仙火山のマグマ上昇過程のモデル計算を実施し、雲仙火山の火山形成史を明らかにする。雲仙火山および周辺の火山岩類の化学分析を行い、マグマ進化の解析を行う。

### [平成 13 年度実績]

・雲仙火山東麓にて 1,450 m の山体掘削を実施し、コア柱状図を作成すると共に、噴火史、化学進化を解明するための K-Ar 年代測定、全岩化学分析を行った。雲仙火山形成開始の 50 万年前を境に、島原半島での火山噴火様式、火山体形成様式、マグマ進化過程などが急激に変化したこと、それらが雲仙地溝の形成と密接に関連することを明らかにした。

### [中期計画]

・火山科学図および火山地域地球物理総合図の作成手法を開発するとともに、火山地質図 2 図を作成し、第四紀火山活動の時空分布および火山衛星画像をデータベース化する。

### [平成 13 年度計画]

・将来の噴火活動評価の基礎資料とする目的で三宅島火山、岩手火山の地質調査、年代測定を行い、形成史および噴火活動史の概要を把握するとともに、三宅島火山の噴火活動史、火山地質を取りまとめ、暫定デジタル版の地質図として公開する。また、日本列島の長々期火山活動予測を行う目的で、山陰地方に分布する新第三紀—第四紀境界の火山岩類の K-Ar 年代測定を行い、第四紀火山活動を正確に把握する。

### [平成 13 年度実績]

・三宅島・岩手両火山の火山地質図作成のための地質調査を実施すると共に、噴出物の全岩化学分析を行った。岩手火山地質図に付録予定の CD 出版物の内容を検討し、過去の噴出物分布データのデジタル化を進めた。第四紀火山データベースの一環として、山陰地方の年代未詳火山岩類の岩石採集を実施した。瀬戸内火山岩類の火山活動の時間空間分布を明らかにすると共に、全岩化学分析を行った。また、既存の K-Ar、フィッシュトラック年代文献を収集し、年代値の整理を実施した。伊豆小笠原弧海底火山の年代測定結果を取りまとめると共に、化学分析を実施した。

### [平成 13 年度計画]

・主要火山地域の衛星画像データベース構築を目的として、FTIR 装置などによる火成岩および火山灰などのスペクトル・データを収集するとともに、火山地域の衛星画像データの収集や温度解析などの検証実験を通じ、解析手法開発と衛星画像データベースの設計と試作を行う。また、衛星データの高精度化を目標に、実験室およびフィールドにおける放射伝達特性データの取得などによる検証実験を実施する。

### [平成 13 年度実績]

・衛星画像データベース構築については全体計画を策定した。さらに、プロトタイプ Web データベースを作成し、所内限定で公開した。データベース構築に際して大量データ処理ができるように衛星データの切りだし、編集、

格納を行う自動プログラムを開発した。薩摩硫黄島の硫黄岳から放出される熱量を衛星データから推定する技術を確認した。火成岩を主体とする様々な岩石試料の分光特性測定を推進した。それらの測定データを基に、石英・炭酸塩鉱物・シリカの含有量と高い相関を示す岩質指標を、ASTER 熱赤外バンド間演算として開発した。その岩質指標をチベット縁辺域等の ASTER レベル 1B データに適用し、現地地質との比較において定性的に良好な結果を得た。衛星データの高精度化では放射伝達特性データ取得用測定機器の光学校正システムの改良と野外測定実験を実施した。

#### [中期計画]

- ・火山体地質環境・変質部等の脆弱部を空中物理探査から定量的に評価する手法を確立する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・空中物理探査による火山の山体安定性評価手法の開発のための空中物理探査の実施環境を整備するとともに、平成 12 年度に取得したデータの詳細な解析と解釈を行う。火山地域地球物理総合図の概念設計を図る。有珠火山地域の空中磁気異常図を公表する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・空中物理探査による火山の山体安定性評価手法開発のために、高分解能空中磁気探査装置を整備するとともに、平成 12 年度に取得したデータの詳細な解析と解釈を行った。火山地域地球物理総合図の概念設計を行った。有珠火山地域の空中磁気異常図を作成し公表した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・火山灰災害のデータベース作成、及び富士火山山体変動観測を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・火山灰災害のデータベース作成、及び富士火山山体変動観測を推進した。

## ④ 緊急地質調査・研究

#### [中期計画]

- ・社会的要請への組織的かつ機動的な対応のために必要な調査・研究の調整を実施するとともに、地震、火山噴火、地すべり等の地質災害発生時には、直ちに情報収集の体制を組み、必要に応じて緊急調査研究を実施し、現地調査観測情報および関連情報を一元的かつ速やかに提供する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・毎年 1、2 度発生している地震・火山噴火地すべり、地盤沈下等の自然災害に関して、緊急調査の実施体制をとって、正確な情報収集し、行政・社会ニーズに応える。関連分野間の連絡体である地質調査総合センターを通じて、国土基盤に関連する各種調査研究の成果が最大限発揮できる様、必要な調整を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・地質調査総合センター連絡会議事務局を運営し、隔週の連絡会議を開催した。複数の関連研究ユニットにまたがる課題として、都市地質情報の整備、地質汚染のテーマによる研究連絡体を組織し、外部との連携を促進した。
- ・2001 年 6 月以降地震活動・地殻変動が活発化した箱根火山において、臨時の山体変動観測・火山ガス観測を実施した。
- ・2000 年に発生した鳥取県西部地震の地震断層について引き続き調査を実施し、結果をとりまとめた。
- ・気象庁噴火予知連絡会および内閣府富士山ハザードマップ委員会に出席して活動的火山の活動状況、噴火史に関する情報の提供を行うと共に、産業技術総合研究所の見解を表明した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・三宅島火山噴火緊急観測班を組織し、三宅島火山の噴火活動の観測を行い、活動推移の的確な把握と火山噴火活動の評価を行い、随時噴火予知連絡会に報告するとともに、標本館展示、ホームページなどによる一般への普及活動を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・三宅島火山による SO<sub>2</sub> 放出量観測の高精度化及び観測データの解析を行った。また、小規模ながら噴火活動継続中のため降灰試料を随時入手し分析を行った。随時、噴火活動の現地及びヘリコプターからの観測、活動推移の的確な把握、噴火活動の評価を行い、噴火予知連絡会に報告するとともに、標本館及び地質情報展での展示、ホームページによる一般への普及活動他、随時、新聞・TV を通じ一般社会に還元した。
- ・副理事長を総本部長とする産総研三宅島火山噴火緊急対策本部を組織し、地質調査総合センターの各ユニッ

トの研究者や地質調査部と連携して三宅島火山緊急観測班を運営した。

[平成 13 年度計画]

・地質調査総合センターの事務局として、国土基盤に関連する各種調査研究の成果が最大限発揮できる様、調整を行うとともに、特に、地震、火山噴火、地すべり、地盤沈下等の地質災害発生時には、直ちに情報収集及び緊急調査研究の体制を組んで対応する。

[平成 13 年度実績]

・地質調査総合センター連絡会議事務局を運営し、隔週の連絡会議を開催した。複数の関連研究ユニットにまたがる課題として、都市地質情報の整備、地質汚染のテーマによる研究連絡体を組織し、外部との連携を促進した。  
・2001 年 6 月以降地震活動・地殻変動が活発化した箱根火山において、臨時の山体変動観測・火山ガス観測を実施した。  
・2000 年に発生した鳥取県西部地震の地震断層について引き続き調査を実施し、結果をとりまとめた(再掲)。

[平成 13 年度計画]

・地震・火山等の地質災害に関する最新情報を関連ユニットと連携して、緊急展示を行う。現在活動中の三宅島火山観測結果と、調査・研究の成果を展示する。

[平成 13 年度実績]

・「三宅島火山噴火」「有珠火山噴火」をテーマとした特別展を実施し、最新情報を提供した。「鳥取県西部地震」に関する緊急展示も行い、この地震で発生した液状化現象の剥ぎ取り標本を展示。三宅島高校生約 100 名に三宅火山に関する講演と展示説明を行った。

## ⑤ 国際地質協力・研究

[中期計画]

・地質の調査に係る国際協力の枠組み作り、国際地質標準の設定に向けた企画調整、および国際機関関連業務等に関する実施内容の策定を行うとともに、2 国間、多国間および国際機関に係わるプロジェクトについての企画および実施の調整を行う。

[平成 13 年度計画]

・東・東南アジア地域を中心とした環太平洋地域等の地質・地球科学情報の信頼性の向上と国際標準化に資するため、IPP 等のスキームを利用した国際共同研究やプロジェクトの企画推進を行う。そのため、CCOP などの国際機関や、日米、日露、日豪、日仏その他の二国間の枠組みを用いた情報交換を積極的に実施するとともに、新規プロジェクトの企画実現を目指す。

[平成 13 年度実績]

・東・東南アジア地域を中心とした環太平洋地域等の地質・地球科学情報の信頼性の向上と国際標準化に資するために、2 国間や多国間の枠組みについて関係諸国と調整を行った。2 国間では、米国、英国、オランダ、中国、豪州、韓国、ロシア、トルコ、タイ、マレーシア、モンゴル、フランスの地球科学関連の研究機関と個別に協議を行い、多国間では CCOP や国連機関(UNESCO、UNESCAP など)を通じ意見交換を行った。標記目的を達成するために、平成 13 年度にトルコ、韓国、ロシアの地球科学研究機関と協力協定を締結した。

[中期計画]

・CCOP(東・東南アジア沿岸・沿海地球科学計画調整委員会)、ICOGS(国際地質調査所会議)等に係わる活動に、我が国を代表する実施機関として参画する。

[平成 13 年度計画]

・CCOP の年次総会、運営理事会に参加し、加盟国かつ協力国としての我が国の責務を果たすとともに、CCOP を通じて実施されるプロジェクト DCGM-IV の実施主体である研究部門と連携を図り、当該研究の円滑な運営に参画する。ICOGS のアジア地域の幹事国として、関連研究部門と連携して、ICOGS の活動に係るデータベースの収集、更新を行う。

[平成 13 年度実績]

・CCOP の年次総会(カンボジア)、管理運営理事会(タイ)に参加し、加盟国かつ協力国としての我が国の責務を果たすとともに、CCOP を通じて実施されるプロジェクト DCGM-IV の実施主体である研究部門と連携を図り、当該研究の円滑な運営に参画した。ICOGS のアジア地域の幹事国として、関連研究部門と連携して、ICOGS の活動に係るデータベースの収集、更新を行い、年次ニュースレターの発行と世界の地球科学研究係機関の名簿の

編纂を行った。また 4 年に一回開催される世界地質図会議 (CGMW) へ我が国の地質図編纂機関として参画した。

[中期計画]

- ・東・東南アジア地域の地球科学情報収集を実施するとともに、鉱物資源データベース、地熱資源データベース、及び海洋地質環境情報デジタルデータベースを構築し、小縮尺東アジアの地質災害図を作成する。

[平成 13 年度計画]

- ・アジア都市域の地球科学情報を収集し、データベースと地理情報システムによる解析技術を確立するとともに、小縮尺の地質構造図を編さん・デジタル化する。また、モンゴル周辺の地質構造の解明のための地質学的及び岩石学的情報を収集解析し、インドネシアの最も典型的なメランジュであるカラサンブンの地質情報図を作成する。また小縮尺のアジア自然災害図を編さんする。

[平成 13 年度実績]

- ・アジア都市域における地球科学情報の研究: 第 1 版のデータを.shp 形式 (GIS の一般的形式) のファイルに変換し、新たなデータアトラスを作成し、論文集を出版した。東アジア地質構造図の研究として日本、中国、韓国地域の陸域・海域の地質図・地質構造図を作成し、東アジアの地質図及び鉱床図について編纂を推進した。アジアにおける深成岩定置に関する研究のため北海道を中心に深成岩定置機構に関する研究を推進した。東ユーラシアの地球科学情報の研究として IGCP410 と 421 の合同研究集会と現地討論会 (於モンゴル) に大きく貢献した。東アジア自然災害図の研究については、Eastern Asia Geological Hazards Map (1:7,700,000) を編さんし、英文説明書と共に出版した。

[平成 13 年度計画]

- ・CCOP 研究協力体制下における初の多国間地熱共同研究テーマとして、東・東南アジアの CCOP 参加国 11 ヶ国と協力して、アジアの地熱資源データベースに関する収集データ項目・データフォーマット等を確立し、各国がデータ収集作業に入る。また、東・東南アジア地下水資源の研究についても、CCOP 参加各国及び国際地質協力室と連携して実施し、統一された様式のもとでの地下水資源のデータベース化に取り組む。

[平成 13 年度実績]

- ・アジア地熱資源データベース、東・東南アジア地下水データベース作成に係る CCOP 加盟国によるナショナルコンパイラ会議を開催し、各データベースの最終目標を確認するとともに、各国のデータベースの現状および利用可能なデータの調査を行い、統一フォーマットを決定した。後者については、サンプルデータの入力作業を各国コンパイラと共同で実施した。

[平成 13 年度計画]

- ・東南・東アジアにおける沿岸域の地質情報 DB 構築のため、日本中部沿岸域において海岸浸食に係る GIS を用いた海洋 DB の構築技術の開発、タイチャオプラーデルタの音波探査データに関する DB 構築、ベトナムにおいては基礎的地質情報の収集と解析をベトナムの研究機関と共同で開始する。さらに、太平洋赤道域での海洋環境情報の取得と解析、データ整備を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・日本中部の駿河湾沿岸域において、空中写真・地形図などの情報を GIS に取り込み、時系列の変動解析が容易なプロトタイプ of the DB を作成した。
- ・タイチャオプラーデルタの音波探査データに関する DB 構築のために必要な地形データ、河川・運河のデータ、GPS 測位データ、ボーリングデータは GIS データとして編集終了した。そのほかベトナムの紅河流域における人間活動のデルタ域への影響を過去数十年間のデータから解析し、現在の沿岸侵食がダムの堆砂、水利用などの人間活動と密接に関係していることを明らかにする等、東南アジアにおける沿岸環境に関する多くの研究成果を国際誌に投稿。
- ・セジメントトラップデータを国際データセンター PANGAEA に送り、データ登録を行った。

[中期計画]

- ・アジア地域における地質情報の標準設定と地球科学図類の数値化、データベース化、メタデータ構築を実施するとともに、インターネットによるアジア各国との地球科学情報交換システムを整備する。

[平成 13 年度計画]

- ・インターネットによるアジア各国との地球科学情報交換システム整備については、既に構築しているメタデータの英文化により、国際的クリアリングハウスに向けたシステムを設計する。

[平成 13 年度実績]

- ・インターネットによるアジア各国との地球科学情報交換システム整備については、既に構築したメタデータを英文化して国際的クリアリングハウスに向けたシステムを設計、所蔵の外国地質図を世界地質図索引図データベース

として公開し、諸外国を含む約 5 万件アクセスの利用を得て急増中である。

[平成 13 年度計画]

- ・インターネットを活用して、アジア地域のデータ収集や更新を効率よく実施するためインフラとソフトの整備を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・アジア地域における地質情報の標準設定と地球科学図類の数値化、データベース化、メタデータ構築を実施するため、つくばで国際会議(International Symposium on Geoinformation via Internet)を、国連機関(UNESCO, ESCAP)の後援をえながら、CCOP 事務局と共同開催した。同会議には、全 CCOP 加盟国(12 カ国)とモンゴル、欧州の地球科学関連の 4 研究機関、2 つの国際機関から参加があった。また本会議では、CCOP 地域メタデータの開発作業を早急に行うため、CCOP メンバー国、CCOP 協力国の機関、国際機関及び CCOP 技術事務局の専門家で構成されるプロジェクトチームを設置するとともに、我が国がその議長国を務めることが合意された。

## 《別表3》 計量の標準(知的な基盤の整備への対応)

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展を担保するため、計量標準及び法定計量に関する一貫した施策を策定し、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究及び開発並びに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。

### ① 国家計量標準の開発・維持・供給

[中期計画]

・経済構造の変革と創造のための行動計画(閣議決定、2000.12)、科学技術基本計画、知的基盤整備特別委員会中間報告(産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議 1999.12)の目標・方針に基づいて計量標準(標準物質を含む。)の開発・維持・供給を行い、また国際基準に適合した計量標準の供給体制を構築して運営する。

[平成13年度計画]

・知的基盤整備特別委員会の目標・方針に基づいて計量標準の開発・維持・供給を行う。上記目標を年度展開した計量標準整備計画を精緻化すると共に、計量標準についての産業界のニーズ調査等を進め、今後の整備スケジュールに反映させる。今年度は、標準の需要に対してできるだけ早期に対応してゆく。

[平成13年度実績]

・知的基盤整備特別委員会の目標・方針に基づいて計量標準の開発・維持・供給を進めた。計量標準のうち、標準物質についての産業界のニーズ調査等を進め、報告書を作成した。今年度は多数の標準供給を開始しなければならない年度であったが、月単位でのジョブ管理を行って研究室の標準供給立ち上げを支援し、整備目標を越えることができた。国際計量研究連絡委員会を理事長諮問機関として設置し、経済省以外の省庁、産業界等と計量標準における日本としての方向付けを協議する場を設けた。

[中期計画]

・計量標準の分野ごとに計量標準の開発・維持・供給を行い、ISO/IEC17025及びISO Guide 34に適合する品質システムを構築して運営する。また、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(以下グローバルMRAと略す。)の枠組みの中で計量標準の国際比較と国際相互承認を行う。

[平成13年度計画]

・計量の標準の開発・維持・供給については、140種類の既存標準の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展に必要とされる新たな計量標準についての開発を進める。中期目標期間末までに新たに158種類の供給を開始することを目標としているが、これをできるだけ早期に達成するため、今年度は物理標準35種類以上、標準物質35種類以上、合計70種類以上の新たな標準の供給開始を目指す。

[平成13年度実績]

・新たに標準供給を開始する物理標準、標準物質について標準供給委員会を開催運営し、供給の管理推進を行った。物理標準52件(依頼試験46件、JCSS6件)及び標準物質37件(JCSS28件、NMIJ認証標準物質9件)の供給を開始した。  
・既存のエタノール純物質の2本の頒布(無料)を行った。  
・標準物質の生産・開発の今後の国内体制について関係機関との調整を行った(継続中)。  
・標準物質調査委員会を組織して、産業界におけるニーズ調査、研究機関におけるシーズ調査等を実施し、報告書にまとめた(次年度からの標準整備計画に反映させる予定)。  
・平成13年度の校正件数は、特定二次標準器の校正件数160件、依頼試験144件、基準器検査3322件、型式承認78件、比較検査183件、検定18件実施した。  
・型式承認関連書類の電子化を進め、事務の効率化を図った。

[平成13年度計画]

・計量標準の国際相互承認を進めるために、国際比較を推進する。グローバルMRAのAppendix C(参加研究所の校正能力リスト)には既に2分野11種類が登録されているが、さらにこれを推進して年度末までに新たに4分野29種類以上を登録し、合計6分野40種類以上の登録完了を目指す。

[平成13年度実績]

・グローバルMRAの参加研究所の校正能力リストについて、5分野45校正項目の登録を完了させた(分野数の遅れは、当所は提出したものの国際的な評価プロセスが遅れたことが原因である)。

[平成 13 年度計画]

・継続的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性を確保するために、ISO/IEC17025 の適合性証明を取得し、またガイド 34 に適合した品質システムを構築する。ISO/IEC17025 の適合性証明については、今年度末までに 5 分野 10 種類以上の取得完了を目指す。

[平成 13 年度実績]

・産総研の組織に合わせた ISO/IEC17025 及び ISO34 に基づく品質システムの構築のための検討を進め、システム文書の書き換えを行った。12 月に新システムに移行し、運用を開始した。  
・技術マニュアル作成の支援業務を行った。現在、4 校正品目について新たな技術マニュアルの検討を行っており、20 品目について相談を行った。  
・長さ、幾何形状、時間・周波数、質量の分野において、合計 9 種類の校正品目についてピアレビューを受け、ISO/IEC17025 による品質システムの ASNITE 認定を受けた。  
・物理標準・標準物質の供給及びその保証に係わる規程類の整備を行った。また、特定標準器の管理体制に関する規程類を整備し、監査を実施した。

[中期計画]

・長さ・幾何学量分野では既存の 6 種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、13 種類の開発に着手し、既着手分と合わせて 25 種類の開発を進め、そのうち 14 種類の供給を開始する。15 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 32 件に参加し、13 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む)を行う。

[平成 13 年度計画]

・ブロックゲージ及び標準尺の光波干渉測定技術の高度化を図り、また高分解能デジタルスケール及び光波干渉測長機の高精度校正技術の開発や物質の屈折率の測定技術に着手する。光波距離計に関しては、その高度化を図ると共に、その標準供給を開始する。さらに、表面粗さやナノメトロロジーの標準確立を目指すと共に、真直度の標準確立を進める。リング・プラグゲージの校正技術開発とその校正時の不確かさの評価を行う。X 線技術に関しては、微小角や基礎定数など要素技術の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・ブロックゲージ干渉計の高度化と標準尺の光波干渉測定技術の高度化を行った。また、高分解能デジタルスケール及び光波干渉測長機の高精度校正技術の開発や物質の屈折率の測定技術に着手した。  
・光波距離計に関しては、その高度化を図ると共に、依頼試験による標準供給を年度内に開始した。  
・幾何学量の 9 項目(触針式段差、光学式段差、ロータリーエンコーダ、オートコロメータ、ステップゲージ、ボールバー、ボールプレート、CMM による幾何形状測定、一次元グレーティング)の依頼試験を開始した。また、ステップゲージは jcss 制度の標準供給を開始した。  
・240 nm スケール標準の国内持ち回り予備測定を NMIJ、JQA、日立システムサービスとの間で実施し、異なる方法による測定結果の同等性を確認できた。  
・ステッゲージ測定用干渉計を完成させた。  
・平面度干渉計を自動化すると共に、装置全体をクリーンブース内に納めた。  
・計量器校正情報システムの研究開発では外部コンピュータから三次元測定機(CMM)の操作に成功した。  
・放射光施設にゴニオメータを設置し核共鳴散乱放射(14.4 keV)の波長測定を行った。

[平成 13 年度計画]

・標準供給において重要な技術マニュアルを 8 量に関して作成する。JCSS(計量法校正事業者認定制度:Japan Calibration Service System)に結びつく技能試験を 3 件以上、そして依頼試験を 8 件以上実行する他に、CIPM(国際度量衡委員会)基幹国際比較を 1 量、また、アジア地域国における基幹国際比較を 3 量実施する。この中で、1 件に関しては国際比較の幹事所を務める。また、二国間比較を 2 量実施する。さらに、国内の認定事業者の技術審査を 15 件以上行い、外国の標準機関のピアレビューに協力する。この他に、国内外の機関に対して、7 件以上の標準に関する技術指導と関連する技術に対する教習を支援する。また、特許の出願を 3 件以上行うと共に、その実用化を目指し、民間と共同研究を進める。

[平成 13 年度実績]

・標準供給において重要な技術マニュアルを 7 量に関して完成させた。  
・JCSS に結びつく技能試験を 3 件(BG、標準尺、直巻)実施した。  
・依頼試験を 6 件実行した。  
・国内の認定事業者の技術審査を 8 件行った。  
・外部機関に対して 10 件の標準に関する技術指導・共同研究を行うとともに、関連する技術に対する教習・説明を支援した。  
・CCL基幹国際比較を 3 量(NANO2、NANO3、NANO4)、また、APMP基幹国際比較を幹事所として 1 量(BG)

実施した。

- ・CCL 基幹比較(ポリゴンと角度ゲージ)の結果を幹事機関に提出した。
- ・特許実施のためのプロジェクトを実施し、また特許の説明資料を作成した。

#### [中期計画]

- ・時間－光周波数分野では既存の 1 種類の計量標準の維持－供給を継続するとともに、8 種類の開発に着手し、そのうち 2 種類の供給を開始する。2 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・光ポンピング方式周波数標準器の不確かさ低減のため、操作性の改善と極低雑音発振器の開発を開始する。よう素安定化 YAG レーザの光周波数計測システムを構築する。また、周波数標準器の遠隔校正技術の開発及び NTP の構築を行う。高精度波長安定化レーザの開発、原子分子基準の高分解能分光安定化を行う。評価用 DSP ボードの試作開発、基本ソフトの評価を行う。波長標準の実用性を向上させるための標準器の開発、性能試験を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・光ポンピング方式周波数標準器の不確かさ低減と操作性の開発のため、共振器及びオープン改良の設計を進めた。
- ・極低雑音発振器の常温における発振を得、その基礎特性取得を行った。
- ・周波数標準器の遠隔校正のための GPS 受信機の持ち回り試験を開始した。
- ・高精度波長安定化レーザの開発、原子分子基準の高分解能分光安定化を行うと共に、波長安定化レーザの光周波数計測の研究を行った。また、DSP 制御装置を試作した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・標準供給において重要な技術マニュアルを時間周波数及びレーザ波長標準に関して作成する。JCSS に結びつく技能試験、校正を数件実行する他に、国内の認定事業者の技術審査を需要に応じて行う。その他、所内外に対する依頼試験を行い、国内の機関に対して技術指導を実施する。さらに、よう素安定化 YAG について二国間比較を行う。外国の標準機関のピアレビューに協力する。現用の光ポンピング方式周波数標準器の不確かさ低減を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・時間周波数標準の品質マニュアルの見直しを行った。
- ・標準器の再立ち上げに際して、不確かさ低減化技術の研究を進めた。
- ・よう素安定化 He-Ne レーザ波長標準について JCSS 校正を実施し、技能試験に関わる技術的要求事項を検討した。
- ・APMP 国際比較をマレーシア、シンガポールの各標準研と実施した。また、よう素安定化 YAG レーザの国際比較を米 NIST と行った。
- ・所内依頼試験を行った(3 件)。
- ・532 nm レーザ波長の依頼試験開始のため、所内波長校正の準備(光ファイバーネット網の敷設)を行った。

#### [中期計画]

- ・力学量分野では既存の 6 種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、4 種類の開発に着手し、既着手分と合わせて 15 種類の開発を進め、そのうち 8 種類の供給を開始する。12 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 22 件に参加し、13 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む。)を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- ・質量については、現状で供給している範囲(1 mg～20 kg)の範囲拡大に努め、1,000 kg までの供給を実現する。力については、現状の供給範囲(1 N～20 MN)において信頼性を確保し、高精度力計の性能評価技術の開発を進める。圧力については、現状の供給範囲(5 kPa～500 MPa)の範囲拡大として低圧力(5 kPa 以下)及び高圧力(500 MPa 以上)において標準の開発を進める。また、新たな標準としてトルク(容量 1 MN・m 及び 20 MN・m)、重力加速度(不確かさ  $\mu\text{gal}$  オーダ)、及び真空領域(1 Pa～ $10^{-4}$  Pa)について標準の開発整備を進め、部分的に供給を開始し、JCSS 認定に繋げて行く。

#### [平成 13 年度実績]

- ・質量については、供給範囲を 1,000 kg にまで拡大した。
- ・力については、現状の供給範囲(1 N～20 MN)での信頼性確保のために、力標準機群を保守・整備し相互の整合性確認を行った。また高精度力計校正時の新しい不確かさ評価法を開発した。
- ・新たな標準として 1 kN・m トルク標準機を完成させるとともに 20 kN・m トルク標準機を開発した。
- ・重力加速度計の校正技術を確立した。

- ・圧力標準の供給範囲を拡大するため 1 GPa の標準装置の整備、隙間制御方式による超高压発生、クロスフロート法の研究、微差圧標準のための微差圧発生装置の特性評価を進めた。
- ・膨張法による真空標準(1 Pa $\sim$ 10<sup>-4</sup> Pa)の開発整備を進め、試験的に供給を開始した。
- ・1次標準の精度を向上するため、光波干渉式標準気圧計の改造を進めた。

#### [平成 13 年度計画]

- ・各量において積極的に国際比較に参加するとともに、質量(組分銅)と圧力(100 MPa)においては CC 基幹比較を幹事所として実施する。真空、低圧力などの基幹比較への対処が不十分である分野では二国間比較の計画を進め、質量、力、圧力の主要な範囲において MRA の登録ができるよう努力する。質量、力及び圧力においては、現状で JCSS 標準供給している範囲の校正技術マニュアルを整備し、国際標準機関の相互承認協定に対処できるようにする。他の量も準備を進める。

#### [平成 13 年度実績]

- ・質量では CCM.M-K3 に参加した。また、CCM.M-K5 基幹比較では幹事所として実行計画を作成した(継続中)。
- ・力では CCM.F-K1 のデータ解析を行った。またトルク(1 kN $\cdot$ mレンジ)および重力加速度について多国間比較に参加した。
- ・液体高圧力標準では、日本、米国とエジプトとの間で国際比較を行い、成果を公表した。
- ・CC 基幹比較と APMP 比較を幹事所として実施するため、トランスファーの圧力天びんの校正・特性評価を進めた。真空標準と低圧力標準は APMP 比較を進めるべく検討に参加した。
- ・質量の主要な範囲では、校正技術マニュアルを整備、ピアレビューを実施し、国際標準機関の相互承認(MRA)に対処できる体制を整えた。力、圧力の主要な範囲では校正技術マニュアルの整備等の準備を進めた。圧力の主要な範囲において、現状で JCSS 標準供給している範囲の校正技術マニュアルの作成を開始した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・JCSS 認定制度に関しては、引き続き、質量(分銅)、及び圧力(圧力天びん)においてそれぞれ複数の技能試験を実施する。更に、現場に繋がる階層化された校正事業の JCSS 認定を実現するために一般計測器である質量計、圧力計及び試験機の性能評価方法に関する技術基準の整備及び規格化を進める。また、JCSS 認定機関に協力し、主として標準器(第 1 階層)の校正事業者の認定審査に技術アドバイザーとして参加するとともに、技術委員会、分科会に参加し技術基準の作成作業にも積極的に貢献する。また、MRA に関連して重要となっている海外の標準機関のピアレビューに協力する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・JCSS 認定制度に関しては、技術委員会、分科会に参加し、技術基準の原案作成を行い、質量、力、圧力の分科会では主査を務め積極的に協力した。更に、階層化された校正事業の JCSS 認定を実現するため、一般計測器である質量計、圧力計及び試験機の性能評価方法に関する技術基準の整備、技能試験のためのプロトコルの作成を行った。
- ・質量(分銅)で 2 件の技能試験を実施した。力(試験機)では技能試験を開始し、3 件実施した。質量計、圧力計においても技能試験のための作業を開始した。また、JCSS 認定機関に協力し、主として第 1 階層の校正事業者の認定審査に技術アドバイザーとして参加した(質量: 4 件、力: 4 件、圧力: 1 件)。
- ・圧力では約 10 件の標準供給(特定 2 次標準器とその候補の圧力天びんの校正)を行った。
- ・韓国標準研究所の真空標準と低圧力標準のピアレビューに参加した。
- ・計測標準研究部門内の他の標準の維持と立ち上げに使用するデジタル圧力計の校正を 5 件行った。

#### [中期計画]

- ・音響-超音波-振動-強度分野では既存の 6 種類の計量標準の維持-供給を継続するとともに、9 種類の開発に着手し、既着手分と合わせて 15 種類の開発を進め、そのうち 3 種類の供給を開始する。8 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 5 件に参加し、4 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む)を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- ・20 Hz 以下及び 20 kHz 以上の周波数に対するマイクロホン校正技術開発に着手する。天秤法による基準超音波振動子の放射パワー校正の研究を行う。超音波音圧精密測定に必要な光学干渉系による薄膜振動測定実験を行う。振動標準では加振器の開発及び評価を行い、可能な加振振動数範囲を確認する。硬さ標準については、シヨア硬さ試験機の校正装置の開発を開始するとともに、ロックウェル硬さの標準供給、各種硬さ標準機の整備及び維持-管理を行う。また、硬さ圧子の絶対変位測定が可能な光干渉計のプロトタイプを試作する。シャルピー衝撃標準では、国際比較を 2 回実施する。固体音速標準開発では 1,000 °Cを超える温度での超音波励起の開発を完了する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・音響標準では、レーザピストンホン校正装置の設計・試作を行った。また音場比較校正技術を実用化した。
- ・超音波標準では、天秤法による超音波パワー測定装置の構築をほぼ終了し、不確かさ要因の抽出と定量的検討に着手した。またレーザ干渉計による超音波音圧測定系の構築をほぼ完了した。
- ・振動標準では基幹比較に参加し、報告書を提出した。また加振器周波数特性を評価し、不確かさとの相関を検討した。
- ・ロックウェル硬さ、ショア硬さの校正装置を整備した。圧子変位の測定用に光干渉計を試作した。また、ビッカース硬さの基幹比較に参加した。
- ・シャルピー衝撃試験の国際比較を 2 回行い、結果を幹事国へ報告した。
- ・1,000 °C の温度で音速測定を実施、測定手法の開発を完了した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・音圧レベル標準に関する技術マニュアルを作成する。民間のもつ標準機の校正を 5 件以上行い、その内認定事業者の候補がもつ特定二次標準機について、技術審査を 2 件以上行う。シャルピー衝撃標準では、JCSS に代わる依頼試験を 1 件以上実施する。さらに大学、企業等との共同研究を 2 件以上実施する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・音圧レベル標準に関する技術マニュアルを作成した。
- ・来年度からマイクロホン音場感度を依頼試験として標準供給すべく整備を行った。
- ・シャルピー衝撃試験で依頼試験を 1 件実施した。また、企業等との共同研究を 2 件、受託研究 1 件、技術指導 1 件を実施した。

#### [中期計画]

- ・温度－湿度分野では既存の 13 種類の計量標準の維持－供給を継続するとともに、10 種類の開発に着手し、既着手分と合わせて 21 種類の開発を進め、そのうち 9 種類の供給を開始する。20 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては、7 件に参加し、8 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む。)を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- ・-39 °C～420 °C のステム型抵抗温度計用の標準供給を継続し、温度範囲拡大への整備を進める。熱電対温度標準の供給へ向けた整備及び研究開発を行う。次期 ITS 改訂へ向けた基礎研究を行う。0.65 K～273 K の温度標準(ITS-90)の実現技術の開発と、実現した標準に基づき RhFe 抵抗温度計とカプセル型 Pt 抵抗温度計へ標準供給する技術の開発を進める。ITS-90 の定義自体及び実現の際の不確かさを評価し、実現法の改良とその評価を行う。中温域の国家標準開発、常温域標準の標準供給体制整備、及び耳式体温計の校正試験技術の開発を進める。放射測定の精度向上に有用な赤外分光放射率精密計測技術の開発に着手する。標準供給範囲を露点-70 °C～85 °C に拡大するために、標準湿度発生装置の開発及び標準供給技術の研究を行う。微量水分発生装置の開発を進める。

#### [平成 13 年度実績]

- ・ステム型抵抗温度計の範囲拡大として、特定標準器 660 °C アルミニウム点を整備し、jcss 供給を開始した。従来の特定副標準器を校正する方式と異なり、校正対象を特定二次標準器とするスキームを整備し、これに必要な不確かさ評価を行った。接触式温度計の jcss 技術的要求事項適用指針について、660 °C 拡大版を策定した。
- ・熱電対用特定標準器 962 °C 銀点及び 1,085 °C 銅点を整備し、jcss 供給開始の申請を行った。また、貴金属熱電対を特定二次標準器とするスキームを整備し、これに必要な不確かさ評価を行った。
- ・温度遠隔校正技術開発のための抵抗温度計振動試験予備測定及び熱電対温度分布評価装置の開発を行った(追加テーマ)。
- ・低温標準では、カプセル型 Pt 抵抗温度計校正用の Hg・Ar・平衡 H<sub>2</sub> の三重点実現のための温度制御系と密封セル作製法を開発および Hg・Ar・H<sub>2</sub> のセルを試作し、平衡 H<sub>2</sub> の三重点を実現して国際比較に参加した。
- ・ITS-90 対応の白金抵抗温度計を開発し、ITS-90 のノンユニークネスや白金抵抗温度計の圧力依存性を測定した。冷凍機を用いたネオンの三重点を実現し、同位体効果を測定し、ITS-90 の問題点を指摘した。固体水素の比熱異常を発見した。
- ・放射温度標準の中温域及び常温域標準については、下欄にまとめて記述。
- ・露点範囲の拡大及び微量水分については、2 つ下の欄にまとめて記述。

#### [平成 13 年度計画]

- ・高温標準では、特定標準器による校正を 2 件以上、JCSS に結びつく技能試験を 3 件以上、APMP 国際比較を 2 件行う。また、国内認定事業者の技術審査を 5 件以上行う。さらに、高温用白金抵抗温度計、及び温度校正装置の実用化を目指し、共同研究を行う。低温標準では、<sup>3</sup>He 蒸気圧温度計及び補間気体温度計の温度制御技術及

び圧力測定技術並びに Hg と Ar の定義定点の実現技術を開発する。放射温度標準では、高温域(960～2,000 °C) 0.65 μm 放射温度目盛の供給を開始する。APMP 補完国際比較(0.9 μm 放射温度計、パイロットラボ)を継続する。常温域(～100 °C)放射温度標準の不確かさ評価を完了する。耳式体温計校正試験技術については、基準器検査業務に必要な標準設備の不確かさ評価を完了する。分光放射率計測においては、熱物性データベースの拡充を進める。

#### [平成 13 年度実績]

- ・高温標準では、特定副標準器水の三重点の校正及び特定副標準器水銀点、亜鉛点の校正を行った。抵抗温度計技能試験参照値の供給を 3 件、依頼試験を 2 件行った。また、抵抗温度計認定事業者の技術審査 3 件を行った。
- ・共同研究による温度校正装置を開発し、相手先企業から市販が開始された。
- ・低温標準では、<sup>3</sup>He 蒸気圧温度計用の循環式 <sup>3</sup>He 低温槽を開発して最低到達温度 0.5 K を達成し、蒸気圧・抵抗測定系及び蒸気圧セルと室温への圧力導管からなるインサートを試作した。
- ・補間用気体温度計の低温槽、圧力測定系、気体容器及び室温への圧力導管を試作して温度分布測定系を開発し、これらを低温槽に組み込んで気体容器を 4.2 K 以下まで冷却し、圧力測定の静水圧差と dead volume 補正を評価した。
- ・放射温度標準では、高温域(960～2,000 °C)0.65 μm 放射温度目盛の供給を開始した。特定副標準器の校正として定点黒体 2 件、放射温度計 2 件を行った。
- ・シンガポール PSB と APMP 補完国際比較(0.9 μm 放射温度計、パイロットラボ)の測定を行った。
- ・放射温度標準の中温域においては、視野特性に優れた中温域赤外標準温度計を開発した。
- ・常温域(0～100 °C)の標準黒体炉及び比較校正作業の不確かさ評価を完了し、依頼試験による標準供給を開始した。耳式体温計校正用黒体炉に関しても、標準設備および比較校正作業の不確かさ評価を完了し、依頼試験による標準供給を開始した。また、外部機関からの受託研究を行い、標準供給体制整備に有用な移送標準黒体炉の開発を行った。

#### [平成 13 年度計画]

- ・湿度標準では、JCSS 校正、参照値校正、依頼試験合わせて 10 件程度を行う。低湿度発生装置を整備し、依頼試験の範囲を露点 -70 °C まで拡大する。高温領域の湿度発生装置の開発をすすめる。微量水分領域の発生技術及び計測技術の研究を進める。APMP 及び CCT の湿度の国際比較に参加する。CCPR(測光放射測定諮問委員会)の分光透過率の国際比較への対応を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・露点計の校正は、JCSS、依頼試験、所内校正を合わせて 16 件行った。
- ・標準低湿度発生装置の改良を進め、霜点 -70～-10 °C の範囲で依頼試験を開始した。
- ・高温用の湿度発生装置について、試験槽部の設計・試作を行い、85 °C までの露点計の校正条件を確認した。前置飽和槽の加熱・保温状態を改善して、高露点における発生流量の増大を図り、複数の露点計の校正を可能にした。
- ・微量水分発生装置の中核部分である拡散管の発生水分を in-situ で評価するための磁気浮遊天秤装置の本体部を整備した。微量水分発生装置について、拡散速度測定に対する温度の効果を調べた。ゼロガス評価のための大気圧イオン化質量分析計(APIMS)の特性評価実験を行った。
- ・露点 -70 °C～20 °C の範囲で、APMP 国際比較に参加した。CCT 国際比較は、co-pilot を務めることになり、準備中である。

#### [中期計画]

- ・流量分野では既存の 8 種類の計量標準の維持-供給を継続するとともに、3 種類の開発に着手し、既着手分と合わせて 5 種類の開発を進め、そのうち 3 種類の供給を開始する。9 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 3 件に参加する。

#### [平成 13 年度計画]

- ・気体小流量では、環境計測や半導体製造分野で必要な異種ガスの流量標準を整備する。気体中流量では閉ループ法による 1,000 m<sup>3</sup>/H までの加圧空気流量標準、及び吹き出し法による 200 m<sup>3</sup>/H までの大気圧空気流量標準を整備する。気体流量分野では、特定標準器による校正、技能試験用参照値の供給を 2 件以上行い、技術アドバイザーとして認定審査に参加する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・気体中流量(常圧法)の標準供給(技能試験参照値)を開始した。また、気体小流量の特定標準器(衡量法)の校正範囲の下限を一桁拡大し、官報に告示した。さらに、産業界のニーズに応じて気体小流量(衡量法)及び気体小流量(比較法)の依頼試験を開始した。また、これに伴い技術的特定事項要求指針の改定を製品評価技術基盤機構と連携して行った。

- ・気体小流量および気体中流量に関して特定標準器による合計校正 4 件、依頼試験 1 件行った。
- ・半導体製造分野で用いられる種々のガスについて音速ノズルによる流量標準の特性について明らかにすると共に、音速ノズル比較法による校正技術での新たな誤差要因を特定した。
- ・JICA 個別研修プログラムによりマレーシア計量研究所からの研修生 1 名を受け入れ、音速ノズルによる気体流量標準に関する技術の指導をした。

#### [平成 13 年度計画]

- ・液体大流量では、第二センター内の大型特定標準器の大規模改修を行い、昨年特定標準器による校正を行った認定希望者(2者)に対して、技術アドバイザとして認定審査への参加と技能試験用参照値の供給を行う。体積標準に関しては、総合的な校正の不確かさを見積もり、不確かさを付与した成績書の発行を開始する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・液体大流量では、依頼試験 3 件を行った。
- ・特定標準器の安全改修を完了した。これに際して予算の効率的な使用と今後の保守費の低減に努めた。
- ・異動により配置された研究者を項責任者として養成することを目的として、模擬校正を含めたトレーニングを行った。
- ・中期計画に従い、体積 1 種類の標準供給(依頼試験)の供給を開始した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・石油流量では、第二センター内に石油大流量標準設備を建設する。建設に当たっては、モデル実験を通して設計の改良を行いつつ、建設の監理を行い、検収に必要な性能測定実験を指導する。その後、不確かさ評価の予備実験を行う。また、石油流量計に気泡が混入した場合の特性変化を実験的に調べる。この他、サーボ式容積流量計、及び新しい方式のコリオリ式流量計によるトランスファスタンダードの開発を進める。CCM-WGFF の会合に参加し、コパイロットラボとして基幹比較のスキームを策定に協力する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・石油大流量標準設備の建設にあたり、約 5 ヶ月の間数次にわたり、構成機器の性能検査と改善工事を繰り返した後、検収を終了した。
- ・設備の基本設計にあたり、構成機器のモデル実験により不確かさの低減を図った。
- ・新しい方式のコリオリ流量計について理論的な考察を中心にトランスファスタンダードとしての研究開発を進め、特許 1 件を出願した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・気体流速では、中風速(3~30 m/s)の特定標準器の下限を拡大し、不確かさの最終評価を行う。老朽化した微風速の特定標準器に対して必要最小限の補修を行い、不慮の故障を防止する。気体中流速の認定希望者(1者)に対して、特定標準器による校正、技術アドバイザとしての認定審査への参加、並びに技能試験用参照値の供給を行う。CCM-WGFF の会合に参加し、パイロットラボとして基幹比較のスキームを策定するとともに、トランスファスタンダードを選定して特性評価を行う。依頼に応じて、気象庁観測部に対して標準供給を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・国際基幹比較のパイロットラボとして、CCM-WGFF の会議に出席した。また、基幹比較用トランスファスタンダードの性能評価を開始し、良好な結果を得た。
- ・微風速で特定標準器による校正を 1 件、依頼試験を 1 件、中風速で依頼試験を 1 件行った。
- ・中風速の特定標準器(LDV 校正装置)並びに作業標準(校正風洞)の校正範囲の上限と下限を拡大し、さらに微風速の特定標準器(走行台車)の校正範囲の上限を拡大することにより、0.05~40 m/s の範囲で一貫した標準供給を可能にした。これを受けて、微風速・中風速の依頼試験の範囲を拡大した。また、これに伴い技術的特定事項要求指針の改定を製品評価技術基盤機構と連携して行った。
- ・気象庁の所有する気象用風速計検定風洞の更新にあたり、作業標準の基本設計に関して技術相談を通じてサポートした。

#### [平成 13 年度計画]

- ・既存の 8 種類の計量標準について技術マニュアルの整備を急ぎ、平成 14 年度の品質システムの立ち上げを可能にする。この他に、1 件以上の 2 国間比較を実施する。関連する特許(出願済み)の実用化を目指し、民間と共同研究を進めると共に、本科が所有する音速ノズル等の高い技術力を利用した技術指導を実施し、技術移転に努力する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・既存の 8 種類に新規に供給開始した 2 種類を加えた計 10 種類の計量標準に対して、品質マニュアルの整備をほぼ完了した。

- ・2 件の国際比較を行った。
- ・2 件の共同研究と 1 件の NEDO 養成フェローの受け入れを実施した。

#### [中期計画]

- ・物性・微粒子分野では既存の 1 種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、15 種類の計量標準の開発に着手し、既着手分と合わせて 28 種類の開発を進め、そのうち 7 種類の供給を開始する。6 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 1 件程度に参加し、5 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む。)を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- ・各種固体熱物性の計測技術と一次標準器の開発、及び標準物質の開発を進める。超電導材料の熱物性の計測技術開発、標準データの取得、電力機器等の熱変形特性、磁場中特性、材料評価技術の開発を進める。分散型熱物性データベースのマネジメントシステムを完成しインターネット上に試験公開する。シリコン結晶、浮ひょう、密度標準液についての JCSS 標準供給を開始し、幹事所(パイロットラボ)として密度の CIPM 基幹比較を行う。落球法による粘度の絶対測定を進め、高粘度標準液の依頼試験を新たに開始する。ナノメートル領域用粒子発生装置の試作と評価、粒子数濃度標準の確立のための計数効率評価実験、および粉体の表面形状特性の高精度評価実験を行う。

#### [平成 13 年度実績]

- ・各種固体熱物性の計測技術と一次標準器の開発を進めるとともに熱膨張率および熱拡散率の標準物質候補材料であるガラス状炭素の評価を行った。
- ・粒子質量および粒径関連では、計数ミリカン法および粒子質量分析法の特性評価とその改善策を検討した。電気移動度分析法による粒径分布パラメータの評価により、標準粒子の問題点を絞り込んだ。この対策としての蒸発残渣の少ない粒子発生法の開発に必要な液滴径分布評価法を提案した。
- ・粒子数濃度標準について、光照射した蛍光粒子からの散乱光と蛍光を分光することで、粒子と気泡の識別が可能であることを示した。
- ・粉体標準物質について、比表面積測定用標準粉体と正確な粒径分布を持つ標準粉体への社会的要求が高いことをニーズ調査で明らかにした。粒子表面形状の定量的評価法を検討し、誤差除去法を新たに提案した。

#### [平成 13 年度計画]

- ・各種固体熱物性の計測技術と一次標準器の開発、及び標準物質の開発を進めるとともに、試料表面の直径 100  $\mu\text{m}$  以下の微小領域を周期変調されたレーザービームにより加熱し、試料表面を 2 次元的に走査する技術、および 100 nm 厚試料の熱拡散率、比熱容量、界面熱抵抗の計測技術を開発する。主要な超電導材料の熱的・力学的特性データを整理し、その信頼性等を評価する。また、広い温度領域での熱膨張率の精密測定のために広帯域温度精密設定装置ならびに定常法熱伝導率測定装置を開発する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・固体の熱物性計測技術開発では広い温度領域での熱膨張率の精密測定のために温度精密設定装置を製作した。
- ・超高粘度とガラス転移点の物性研究結果を論文としてまとめ、回転式粘度計のトルク制御装置を整備した。
- ・流体の熱物性計測に関しては代替フロンと自然冷媒の気液平衡性と PVT 性質を計測した。
- ・X 線回折の研究に関してはシリコン結晶の結晶評価を行った。

#### [平成 13 年度計画]

- ・密度と粘度の標準供給のための技術マニュアルを作成し、密度の JCSS についての技能試験を 2 件、粘度標準液の依頼試験を 1 件以上実施する。幹事所(パイロットラボ)として密度の CIPM 基幹比較を行う。また、密度の 2 国間比較を 1 件以上行う。CCM アボガドロ定数作業部会を筑波で開催し運営する。

#### [平成 13 年度実績]

- ・密度標準に関しては、2 件の jcss 校正、浮ひょうと密度標準液についての 2 件の技能試験、幹事所としての CIPM 基幹比較、韓国 KRISS との分銅密度の二国間比較、3 件の品質マニュアル作成などを行った。CCM アボガドロ定数作業部会を当所で開催し、アボガドロ定数の高精度化のための研究を行った。
- ・粘度標準に関しては、13 件の依頼試験、1 件の品質マニュアル、中高粘度域での供給範囲拡張などを行った。

#### [中期計画]

- ・電磁気・電磁波分野では既存の 10 種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、14 種類の開発に着手し、既着手分と合わせて 20 種類の開発を進め、そのうち 12 種類の供給を開始する。17 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 7 件に参加し、15 種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む。)を行う。

#### [平成 13 年度計画]

- 電磁気分野では、ジョセフソン 10 V アレー電圧標準システムの整備、国際比較のための準備と品質システムの整備を行う。1,000 V までの直流電圧分圧器の開発、国際比較、品質システムの整備と JCSS への登録を行う。仲介器用電圧発生器の特性評価を行う。JCSS に登録済みの抵抗範囲(1 Ω~10 k Ω)の安定な標準校正システムの構築と品質システムの整備を行う。高抵抗範囲(1 M Ω~1 T Ω)標準校正システムの構築と JCSS への登録準備を進める。キャパシタンス標準の供給開始に向けた最終調整と 2 国間比較を行う。誘導分圧器の分圧比標準供給のための新たな測定システム構築と不確かさ評価を行う。損失係数標準、交流抵抗標準の実現に向けて調査を開始する。交直変換器特性評価のための基本的な測定システムを構築する。また、ドイツ PTB と交直変換器の特性の相互比較を行い、国際的な整合性を検証する。交流電流比較器を製作する。また、交流電力、電力量標準に向けた研究を開始する。ポータブルジョセフソン電圧標準素子の 10 K 動作特性評価を行う。単電子トンネル接合素子については、実験・理論の両面から電流量子標準の可能性を検討する。

#### [平成 13 年度実績]

- 直流電圧標準では、8 件の校正業務を行った。また、直流分圧器標準の開発を行い、校正業務を開始した。直流分圧器標準に関し、国際比較を行った(CCEM-K8)。ツェナー標準電圧発生器の特性評価について、湿度の影響、温度の影響、圧力の影響を明らかにした。
- 直流抵抗標準では、6 件の校正業務を行った。量子化ホール抵抗測定装置の再立ち上げを行った。高抵抗標準の開発を行い、校正業務を開始した。
- インピーダンス標準では、キャパシタンス標準の開発を行い、校正業務を開始した。また、10 pF キャパシタンス標準供給の開発に着手した。誘導分圧器の分圧比標準開発を行い、校正業務を開始した。誘導分圧器の分圧比標準に関し、国際比較を行った(CCEM-K7)。
- 直流電流標準に関する研究では、実用化を視野に入れ、量子電流生成素子単一電子ポンプの精度の理論的検討を、正弦波駆動について行い、従来の三角波駆動と比較した。3 接合のポンプ素子については、正弦波駆動のほうが、有利であることがわかった。
- 計量器校正情報システムの研究開発ではエレクトロニクス研究部門と共同で、SNS 型プログラマブル・ジョセフソン接合アレーのプロセス開発をすすめ、4.2 K で動作する接合アレー DAC(1 V, 8 bit)を製作し、動作を確認した。

#### [平成 13 年度計画]

- 直流電圧標準の校正業務を年間 7 件程度実施する。直流抵抗標準の校正業務を年間 8 件程度実施。高抵抗範囲(1 M Ω~1 T Ω)標準校正システムの構築と JCSS への登録を行う。プログラマブルジョセフソン電圧標準に必要な SNS ジョセフソン接合特性、数万接合クラスの素子作製技術の問題点を明確化する。AC-DC 標準の供給をモデルケースとして、インターネットを用いた認定事業者への校正業務の技術見通しを検証する。

#### [平成 13 年度実績]

- 交直変換標準では、AC-DC トランスファー標準の供給再開に向けて、ファスト・リバース DC 法を中心とした測定システムの整備を行い、本年 11 月より日本電気計器検定所の所有する特定副標準器の校正業務を再開した。
- エレクトロニクス部門と共同で、SNS ジョセフソンアレーや磁束量子デバイスを用いた、次世代の高精度 AC-DC トランスファー標準の実現を目指した研究開発を行った(継続中)。
- 交流電力標準関連では、虚負荷試験電源の基礎となる多相交流電圧発生器の実現と、純度の高い有効及び無効電力の実現に必要な不可欠な交流電流比標準システムの構築を開始した。
- 計量器校正情報システムの研究開発ではインターネットを用いた認定事業者に対する遠隔校正技術の開発に着手し、校正装置の設計および要素回路の試作および動作試験を行った。

#### [平成 13 年度計画]

- 電磁波分野では、60 GHz 帯同軸電力測定の研究を開始するとともに広帯域電力測定素子の製作装置を整備する。1 kHz 中間周波置換法による測定の広帯域化の研究およびピストン減衰器校正用装置の開発、整備を行う。マイクロ波帯においてインピーダンス測定方式の理論的および実験的検討を行う。18 GHz までの同軸型ラジオメータの広帯域化と測定実験および X 帯雑音測定装置を試作する。レーザパワーは、mW レベル用の高精度自動校正システムを開発、整備する。また、CO<sub>2</sub> ハイパワーレーザ光源の整備および測定方式の検討を行う。レーザビームプロファイルは、測定器および測定方式について調査研究を行う。オープンサイトにおける標準ダイポールアンテナの評価法の研究と標準開発を行ない、二国間国際比較を行う。GHz 帯の電磁界標準の研究を開始する。

#### [平成 13 年度実績]

- マイクロ波帯広帯域同軸電力標準、100 GHz 帯電力計校正の広帯域化技術、ピストン減衰器校正用装置、18 GHz 帯減衰量測定装置、雑音標準用トータルパワー型同軸ラジオメータ、同軸型低温標準雑音源、mW レベルレーザパワー高精度校正システムの開発を行った。

- ・広帯域インピーダンス測定方式の基礎的検討、高出力レーザパワー測定系の設計、レーザビームプロファイル測定方式の検討を行った。
- ・高周波電圧・高周波電力・レーザパワーに関してJCSSによるJQAの計10件の特定副標準器の校正およびCRLに対する電力標準の校正を行った。
- ・減衰量国際比較の準備を行った。また電力、減衰量などについて品質システムの技術マニュアルの作成を開始した。

#### [平成13年度計画]

- ・技術マニュアルを高周波電力に関して作成する。高周波減衰量および高周波電力についてCIPM基幹国際比較に参加する。この中で、高周波電力に関しては国際比較の協力幹事研究所を務める。高周波電力に関し、同軸10MHz～18GHzおよび10MHz～40GHz帯の校正を開始する。指定校正機関である日本品質保証機構に対して、高周波電圧、高周波電力およびレーザパワーの特定副標準器の校正とその不確かさ評価を8件程度行う。通信総合研究所に対して1件の電力計校正を行う。高周波減衰量に関しては、60MHzおよび5GHzの国際比較に参加する。JCSSにおける認定事業者の技術審査を行う。新しく始まるJCSSの階層化と拡大のための技術委員会での文書作成、体制整備のための活動に協力し、JCSSの普及に貢献する。EMC標準に関して重要な30MHz～1,000MHzの標準ダイポールアンテナによりアンテナ係数の標準を開発する。建設を計画している電波暗室を完成させる。トレーサビリティを確立するために認定事業者候補に対する技術供与とJCSS認定のための協力を行なう。さらに、二国間比較を実施して、国際的整合性を確保する。また、空間電磁界・アンテナ標準に関して国内のJCSS認定事業者の技術審査に関する体系を整備する。都道府県の公設試験所の電磁環境部門をまとめる電子連合部会分科会の運営および大学との共同研究などを実行する。この他、国内外の機関に対する技術指導を実施する。

#### [平成13年度実績]

- ・オープンサイトでの30～1,000MHzアンテナ係数標準を開発し、依頼試験を開始した。JQAに対してアンテナ校正を実施した。国際比較はNPLからCIPM-CCEM-KCに提案済のプロジェクトへの参加準備を行った。
- ・標準ホーンアンテナ測定用アンテナ保持・姿勢調整・制御装置の調査・検討を行い、予備実験を行ってこれを確認した。広帯域対応の電波暗室の建設を完了した。また、この標準をJCSS制度に乗せるための技術分科会委員の推薦を行い、準備を開始した。
- ・自治体の公設試験所の当該技術分野をまとめるため、産業技術推進会議の分科会の運営に参画し、企業等からの技術研修の受け入れを行った。

#### [中期計画]

- ・測光放射測定分野では既存の6種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、4種類の開発に着手し、既着手分と合わせて5種類の開発を進め、そのうち3種類の供給を開始する。7種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては3件に参加し、6種類の計量標準に関して国際相互承認(暫定承認を含む)を行う。

#### [平成13年度計画]

- ・測光放射測定分野では、絶対放射計による光度、光束標準の高精度化、紫外線域トランスファー標準光源の校正技術等の開発。光度、分布温度、全光束、照度、分光放射照度、分光応答度の標準のJCSS等による供給。分光拡散反射率の絶対測定技術の開発と標準白色板の供給技術。極低温放射計による紫外、真空紫外線域の分光応答度標準と校正技術の開発。また、JCSSの校正、およびその技能試験を合わせて約4件、依頼試験を約3件実施する。CIPM基幹国際比較を約3量実行する。さらに、二国間比較を1量実行する。また、国内の認定事業者の技術審査を2件行い、外国の標準機関のピアレビューに協力する。この他に、開発された標準関連の高精度な技術をよりどころとして、民間、大学との共同研究などを実行する。また、関連する特許の出願を1件行い、その実用化を目指す。

#### [平成13年度実績]

- ・光度、分布温度、全光束、照度、分光放射照度、分光応答度の光放射標準の再設定を進めるとともに、絶対放射計による光度、光束標準の高精度化、紫外線域トランスファー標準光源の校正技術等の開発を進めた。
- ・分光拡散反射率の高精度絶対測定技術の開発とそれによる標準白色板の供給技術の検討を進め、紫外、真空紫外線域の分光応答度標準と校正技術の開発を図った。
- ・BIPMデータデースへ4件登録し、CIPM国際比較を2件行ない、依頼試験での供給を2件開始した。この他に、開発された標準関連の高精度な技術をよりどころとして、関連する特許の出願を3件行い、1件を取得した。

#### [中期計画]

- ・放射線計測分野では既存の7種類の標準の維持・供給を継続するとともに、15種類の開発に着手し、既着手分と合わせて17種類の開発を進め、そのうち7種類の供給を開始する。9種類の計量標準に対して品質システム

技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては 10 件に参加し、8 種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

[平成 13 年度計画]

・量子放射分野では、シンクロtron放射源より単色 X 線(数 keV)を取り出し、照射線量の絶対測定法の開発に着手する。X 線、 $\gamma$ 線の標準供給の円滑化と国際認証を進める。軟 X 線利用、核融合炉開発等に関連した軟 X 線、高速中性子標準等の開発を進める。放射能特定標準器での供給と中性子標準の高度化と国際化を図る。トレーサビリティ体系の確立と放射能標準未整備量の特定標準器を開発する。リモートキャリブレーション技術と実用レベル標準の国際比較の試験を実施する。レーザー逆コンプトン散乱による高エネルギーフォトンの発生、計測技術の開発を行う。加速器利用においての専門技術者による支援業務を実施する。絶対放射計による光度、光束標準の高精度化、紫外線域トランスファー標準光源の校正技術等を開発する。光度、分布温度、全光束、照度、分光放射照度、分光応答度の標準を JCSS 制度等により供給する。分光拡散反射率の絶対測定技術の開発と標準白色板の供給技術を開発する。極低温放射計による紫外、真空紫外線域の分光応答度標準と校正技術の開発を行う。

[平成 13 年度実績]

・シンクロtron放射源より単色 X 線(数 keV)を取り出し、照射線量の絶対測定法の開発に着手した。軟 X 線利用等に関連した、放射光軟 X 線標準等の開発を進めた。  
・X 線、 $\gamma$ 線の標準供給の円滑化と国際比較を進めた。  
・JCSS の校正を 7 件行い、依頼試験を 24 件実施した。CIPM および APMP 基幹国際比較を各 1 量を実行し、外国の標準機関のピアレビューに協力した。  
・開発された標準関連の高精度な技術を基に、国内外の機関に対して、技術指導を実施して、認定事業者およびその候補等の技術向上に努め、産業界、大学との協力より、成果の普及に努めた。

[平成 13 年度計画]

・技術マニュアルを約 8 量に関して作成する。JCSS の校正、およびその技能試験を合わせて 20 件以上、依頼試験を 25 件以上実施する。CIPM 基幹国際比較を約 6 量、また、アジア地域国における基幹国際比較を 2 量実行する。この中で、2 件に関しては国際比較の幹事所を勤める。さらに、二国間比較を 2 量実行する。また、国内の認定事業者の技術審査を約 3 件行い、外国の標準機関のピアレビューに協力する。この他に、国内外の機関に対して、3 件以上の技術指導を実施する。産業界との連携に関しても、開発された標準関連の高精度な技術をよりどころとして、民間、大学との共同研究などを実行する。また、関連する特許の出願を 2 件行い、その実用化を目指す。

[平成 13 年度実績]

・放射能特定標準器での供給を行い、国際化の進展、トレーサビリティ体系の確立と放射能標準未整備量の特定標準器の開発を行った。インターネットを利用しリモートキャリブレーション技術と実用レベル標準の試験を実施した。  
・中性子標準の国際比較の解析と標準供給を行なうとともに、レーザー逆コンプトン散乱による高エネルギーフォトンの発生、計測技術の開発を行った。  
・CIPM 基幹国際比較を 2 量、アジア地域国における基幹国際比較を幹事所として 2 量実行し、さらに、二国間比較等を 4 量実行した。また、技術マニュアルを 2 量に関して作成し、外国の標準機関のピアレビューに協力した。  
・JCSS の校正を 1 件、依頼試験を 8 件実施し、国内の認定事業者の技術審査を 1 件行った。この他に、開発された標準関連の高精度な技術をもとに、民間、大学との共同研究などを実行し、関連する特許の出願を 1 件行った。

[中期計画]

・物質分野では既存の 76 種類の標準の維持・供給を継続するとともに、60 種類の計量標準の開発に着手し、既着手分と合わせて 110 種類の開発を進め、そのうち 90 種類の供給を開始する。46 種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては、20 件に参加し、35 種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

[平成 13 年度計画]

・物質分野の無機分析について、金属標準液 7 品目、環境組成標準物質 2 品目（有機スズおよび有害金属分析用）を完成させる。また、金属標準液 3 品目、非鉄金属系標準物質 5 品目の開発に着手する。信頼性の高い無機分析法の確立に向けて、新規手法の発掘、既存の一次標準測定法の高度化を目指す。有機スズ、PCB、有害金属分析用組成標準物質開発のための計測法を開発する。環境中微量 PCB の計測法、生体内微量アルミニウムの分布計測法の開発を継続し、界面を利用した新規高感度分析法の開発に着手する。CCQM 活動に関しては、鉄鋼中の微量金属分析及び米中 Cd の分析のパイロットラボラトリーを勤めるとともに、電気伝導度測定、pH 測定、陰イオンの定量、低質中有機スズの定量、などの無機分析科関連の国際比較に参加する。

[平成 13 年度実績]

- ・金属標準液 7 品目、環境組成標準物質 2 品目を開発した。また、新規金属標準液 3 品目の開発に着手した。
- ・信頼性の高い無機分析法の発掘として単色 X 線励起蛍光分析法について検討を開始するとともに、電量分析法の高度化に向けた研究を行った。
- ・FeCr 合金、有機スズ、PCB、有害金属測定用などの組成標準物質の値付けのための同位体希釈質量分析法の確立を行った。
- ・生体内微量アルミニウム計測用の新規プローブ剤を開発し、環境中微量 PCB の計測法、界面を利用した高感度分析法について検討を行った。
- ・CCQM 活動に関しては、pH 測定、陰イオン標準液、底質中有機スズおよび PCB、魚貝中のヒ素、米中カドミウム・亜鉛などに参加した。

[平成 13 年度計画]

- ・有機分析については、無機・有機標準ガス、有機標準液、環境ホルモン標準液、高純度有機化合物等の 22 物質程度を開発する。分子量標準物質 2 種の開発を完了し、分子量標準物質 6 種、添加剤標準物質 2 種、粒子径標準物質 1 種の開発に着手する。さらに、界面を利用して環境中の極微量物質を高感度、簡便に測定する手法の開発に着手する。PCB 等標準物質 6 種類、及び環境中 PCB の簡易分析法の開発を継続する。VOC 混合標準ガスの計測法を確立し、国際比較パイロットラボの準備として二国間比較を行う。定量 NMR 測定手法を開発し、関連する CCQM 国際比較に参加する。また、本年度中に開発された標準物質については速やかに市場に供給する体制を整える。

[平成 13 年度実績]

- ・無機標準ガス 4 種・有機標準ガス 8 種、有機標準液 6 種、環境ホルモン標準液 7 種、高純度有機物質 3 種を開発を行った。このうち 25 種を JCSS による供給、3 種を NMIJ-CRM として供給する準備を行った。PCB 等については標準物質 6 種類の開発を続けるとともに、環境中 PCB の簡易分析装置の試作を行った。VOC 混合標準ガスについては CCQM-K10、天然ガスについては CCQM-K16b に参加した。
- ・有機標準液関連では、タラ油中農薬の国際比較など 3 件に参加した。またパイロットラボの準備として 3 カ国を対象に VOC 混合標準ガスの予備比較を行った。
- ・界面を利用した極微量物質の高感度測定法については、電気化学的手法を併用した微量成分の定量法の開発を継続した。
- ・分子量標準物質 2 種の開発をほぼ終了した。分子量標準物質 2 種、添加剤標準物質 1 種の開発に着手した。
- ・定量 NMR についての CCQM 国際比較 2 件に参加し、良好な成績を収めた。

[平成 13 年度計画]

- ・先端材料については、材料のマイクロ評価技術および EPMA 定量分析用 Cr、Ni、C 添加均一鉄合金標準物質の開発に着手する。表面・薄膜の超精密高感度計測技術および薄膜・多層膜関連標準物質 (GaAs/AlAs および SiO<sub>2</sub>/Si の 2 種) を開発し、その他 2 種の標準開発に着手する。化合物表面の高度評価技術の開発と標準データの蓄積を行う。公設試験機関との共同試験を 2 件実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・Cr、Ni、C 添加均一鉄合金について特性値評価ラウンドロビンテストを実施し、良好な結果が得られた。試料内の添加合金元素の均一性を確認するため EPMA を用いてマイクロオーダーの分解能で組成のばらつきを評価した。
- ・多層膜・極薄膜標準物質では GaAs/AlAs 超格子標準物質の供給を開始した。SiO<sub>2</sub>/Si は候補標準物質の開発を行い、ラウンドロビン試験を試みた。また、膜厚計測の精密化のために X 線反射率法の基礎研究を行い、100 nm の SiO<sub>2</sub> 薄膜に対する繰り返し精度は 0.1 % が達していることを確認した。さらに、特に極薄膜標準物質開発の準備として Si 基板上の 2~10 nm の SiO<sub>2</sub> 薄膜の X 線反射率、エリプソメトリー、XPS などによる比較を試みた。標準データでは試料の前処理やバックグラウンド評価の基礎検討を行った。
- ・公設試験機関との共同試験を 2 件を実施した。

[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・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とともに、産総研内部に対しても不確かさ解析技術の支援を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・内外の不確かさ評価および品質工学適用実験の支援と事例収集を行いつつ、統計的問題の抽出、整理、定式化を行う。さらに、所内外における不確かさ評価および品質工学適用実験を 10 件以上支援する。

[平成 13 年度実績]

- ・不確かさ評価の横断的問題点と評価支援技術として、量子化に伴う不確かさの数理統計学的検討、分散分析における分散の期待値の表式の完備型実験計画での生成アルゴリズム開発、モンテカルロ法利用による不確かさ合成法の検討を進めた。また、試験における不確かさ評価の問題と対策を整理した。
- ・不確かさ評価および品質工学実験に関して、産総研内部 30 件以上、外部 20 件以上の支援、10 回以上の産総研内外での講習会を行った。

[中期計画]

- ・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、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。また我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画・管理する。

[平成 13 年度計画]

- ・計量標準国際比較を支援し、移送標準器の輸出入を滞り無く行うとともに、国際比較に必要な渡航を支援する。同時に、国際比較予定と結果の総表を作成し、グローバル MRA の Appendix B（公認された国際比較結果）への登録を推進するとともに参加できなかった必要な比較を明確にし、その実施を計画する。

[平成 13 年度実績]

- ・計量標準国際比較を支援し、移送標準器の輸出入を滞り無く行うとともに、国際比較に必要な渡航を支援した。同時に、国際比較予定と結果の総表を作成し、グローバル MRA の Appendix B（公認された国際比較結果）への登録を推進するとともに参加できなかった必要な比較を明確にした。

[平成 13 年度計画]

- ・グローバル MRA の Appendix C（参加研究所の校正能力リスト）について、12 年度終了時点で 2 分野 11 量までが登録されている。これを 6 分野 40 量以上の登録を完了させる。

[平成 13 年度実績]

- ・グローバル MRA の Appendix C（参加研究所の校正能力リスト）について、13 年度末現在で 5 分野 45 校正項目の登録を完了させた。分野数の遅れは、当所は提出したものの国際的な評価プロセスが遅れたことが原因である。

[平成 13 年度計画]

- ・各国の標準研究所相互の国際 Review は 5 分野以上を終了させるよう、国際招聘を実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・各国標準研究所相互の国際 Review は 3 分野 5 項目が終了予定であるが後は来年度に持ち越した。

[中期計画]

- ・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、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・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を育成する立場から、認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）の依頼を受託し、これを実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・JCSS 校正事業者認定制度における審査のための技術アドバイザーの登録・派遣業務を行った。登録者は 57 名で、審査件数は 9 件、延べ 14 名の派遣であった。また、技能試験の件数は、5 件(11 個)であった。

[中期計画]

- ・計量法認定計量管理事業者制度に基づいて極微量物質の分析を行う事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験における移送標準物質の校正（参照値の導出）を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・技術審査に関して、審査項目（試料採取・前処理、分析等の手順、分析データ、データ処理方法、精度管理等）を決定し、書式を整備する。現地審査に関しては、事業所の施設（前処理、分析用など）、前処理及び分析の手順、分析機器の保守管理、分析の人的体制などの審査項目の決定とマニュアル作成を行う。技能試験に用いる標準物質については、各種標準液を均一混合した試料を作製し、その参照値を導出する手順を決定するとともに、その信頼性を確認する。

[平成 13 年度実績]

- ・技術審査：審査項目（試料採取・前処理、分析等の手順、分析データ、データ処理方法、精度管理等）を決定し、書式を整備した。現地審査に関しては、事業所の施設（前処理、分析用など）、前処理及び分析の手順、分析機器の保守管理、分析の人的体制などの審査項目を決定し、マニュアルを作成した。技術審査に必要な技術審査

員あるいは技術アドバイザーを確保し、その資格審査等を行った。

- ・技能試験：審査項目（試料採取・前処理、分析等の手順、分析データ、データ処理方法、精度管理等）を検討し、書式を整備した。技能試験に用いる標準物質については、各種標準液を混合した試料を作製し、その参照値を導出する手順を検討した。信頼性の高い測定値を得るために必要な分析装置等を設置し、その機能を確認し、保守管理を継続している。また、審査員の信頼性確認のためにダイオキシンと塩素化ナフタレン国際キャリブレーションに参加した。

[中期計画]

- ・開発された計量標準技術を活用して、化学物質の標準スペクトルデータ及び材料の熱物性に関する標準データを測定により取得し、その信頼性を評価して一般に公開する。

[平成 13 年度計画]

- ・各種材料の熱物性データを蓄積する。分散型熱物性データベースのマネジメントシステムを完成しインターネット上に試験公開する。NMR 標準測定・解析法の確立をめざす一方でスペクトルデータの入力および公開ツールの開発あるいは改良を行う。また、10 件以上の新規スペクトルデータの追加と既存データの修正を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・分散型熱物性データベースでは、熱物性標準物質の標準値および標準物質候補材料について取得したデータを収録した。また代表的な金属、半導体、セラミックスなどの文献データを収集、評価し、100 件程度の標準データを収録した。さらに基本材料および新規に開発される材料について 500 件以上の熱物性データを収録した。
- ・スペクトルデータベースでは、NMR(約 170 件)、MS(610 件)、IR スペクトルデータの収集を行い、JAVA によるスペクトル拡大表示機能、データ入力ツールの開発を行った。また、NMR と MS について後継者育成を図り、旧担当者から辞書部の移管を行うと同時に、SDBS の新体制について関係部署間で検討・調整した。

## ② 特定計量器の基準適合性評価

我が国の法定計量システムの整備に必要とされる国内外の動向とニーズを調査し、整備に係る実施計画案を策定するとともに、経済産業省に対して法定計量システムの企画・立案の支援を行う。また法定計量に係わる品質システムを構築して運営する。

[中期計画]

- ・国際比較への参加を企画・管理し、品質システムの審査に関しては国際査察を企画・管理する。また、計量器の型式承認について試験データの受け入れに関してドイツ、オランダ、英国などの国際相互承認を企画・管理する。

[平成 13 年度計画]

- ・新設される燃料油メーターの型式承認試験施設の早期稼働を図ると共に、ドイツ PTB 及び韓国 ATS との試験技術交流を進め、二国間相互承認にともなう国際比較・ピアレビュー実施の受入・派遣を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・型式承認試験の相互承認協定についてはドイツ、韓国、オランダと再締結した。燃料油メーターについてはほぼ稼働状態とし、オランダとは相互承認協定に盛り込んだ。また、非自動はかりで国際法定計量機構(OIML)証明書発行の体制を整えた。韓国 ATS との技術交流を開始するために、型式承認試験及び評価システムの専門家による相互訪問を行い、交流計画を策定した。

[中期計画]

- ・法定計量の国際相互承認に必要な分野において品質システムを構築して運営する。

[平成 13 年度計画]

- ・ガスメーター、水道メーター、燃料油メーター、温水メーター及び積算熱量の 5 種類の特定計量に関する品質マニュアルの改訂・整備を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・燃料油メーターの型式承認試験に関する内部監査の指摘事項に基づく品質マニュアル文書の改定作業を行った(継続中)。また、燃料油メーターを以外の 3 機種の特定制量器についての検討を行った。

[中期計画]

- ・我が国の特定計量器の技術基準に関し、国際法定計量機構(OIML)の国際勧告に対応して 5 機種について国際整合化を行う。タクシーメーター等の計量器に対する型式承認試験の国際比較に参画する。また 4 機種の型

式承認に関して OIML 計量証明書の発行を行い、そのうち 2 機種に対して試験データの受け入れに関する国際相互承認を行う。

[平成 13 年度計画]

・ガスメーター、水道メーター、燃料油メーター、温水メーター及び積算熱量計の 5 種類の技術基準を国際整合化する。非自動はかり・燃料油メーターについてモジュール型式承認制度の導入による新たな試験方法の開発を行う。国際的な活動では、非自動はかり及び燃料油メーターの OIML 計量証明書の発行機関登録を行い、更に、国内計量器業界に対し国際規格に関するセミナー等を実施する。

[平成 13 年度実績]

・(つくば) 当該 5 機種に関する国際整合性の作業を行った(継続中)。また、モジュール型式承認制度に関しては、当該制度を採用して外国機関と情報交換を行うとともに職員を派遣した。非自動はかりに関する OIML 証明書の発行手続きを実施した。なお、国際法定計量機構の事務局長による国際規格に関するセミナーを開催した。

・(関西) 対象計量器の国際基準の翻訳を行い、技術基準の評価を行った。モジュール型式承認システム設計を行い、技術基準の策定を開始した。非自動はかりの計量証明書登録を行った。ソフト認証セミナーを開催した。

[中期計画]

・型式承認に係る技術審査、試験業務に関しては、非自動はかり、燃料油メーターなどを中心として要素型式承認の導入に基づき、試験及び技術審査業務を行う。また基準器検査等の検査業務に関しては、認定事業による校正を導入した新たな検査システムを構築して実施する。

[平成 13 年度計画]

・特定計量に関する型式承認を概ね 30 型式実施する。基準器検査について、平成 13 年度の 1 年間は、従来通りの実施体制により業務を行い、又、認定事業者による校正を可能にする為に基準器検査規則及び基準器検査マニュアルを整備する計画書の策定を行う。

[平成 13 年度実績]

・(つくば) 型式承認試験を 25 件(平成 13 年末)行い、また基準器検査については従来の実施体制で行った。併せて、基準器の種類に応じた基準器検査マニュアル(案)を作成した。

・(関西) 型式承認を 45 件、基準器検査を 720 件実施した。認定事業者による器差校正のシステム設計を行い、都道府県計量検定所との調整を行った(継続中)。

[中期計画]

・特定計量器のうち、ガスメーター、水道メーター等の 4 機種について日本工業規格の原案作成を行う。

[平成 13 年度計画]

・4 機種の内、タクシーメーターについては、原案策定を終了させる。他の 3 機種については、国内調査、欧州及びアメリカの計量法並びに工業規格を調査し、原案策定に着手する。

[平成 13 年度実績]

・タクシーメーターについては JIS 素案の作成を終了させた。

・ガス・水道・燃料油メーター、非自動はかり、血圧・体温計の JIS 素案の策定を開始した。

### ③ 次世代計量標準の開発

国際度量衡委員会(CIPM)の勧告を考慮しつつ先導的な計量標準の技術開発を進め、次世代の計量標準に結実させる。

[中期計画]

・主要な研究課題として、原子泉方式による新時間標準、光周波数計測による高精度広域波長標準、電磁気量に基づく新質量標準、共晶点を利用した超高温標準、高温白金抵抗温度計による新国際温度目盛、粘度の新国際標準、高速・高精度の交流電圧標準、イオンビーム堆積物質量標準、情報技術を利用した新しい標準供給方式などを考慮し、適宜柔軟な計画の見直しとチーム編成のもとに技術開発を行う。

[平成 13 年度計画]

・原子泉方式周波数標準器の開発を進め、動作特性の確認を行う。超短光パルス計測技術、位相変調・処理計測技術、高分解能計測技術の開発を継続する。高温域放射温度標準の高精度化、及び超高温域へ拡張するための次世代標準技術の開発に着手する。低速イオンビームによる成膜と欠陥計測技術の開発のため、装置の立ち上げと、薄膜中の欠陥(空孔、不純物、同位体等)を評価する。プログラマブルジョセフソン電圧標準に必要な

SNS ジョセフソン接合の特性評価を実施する。産総研から JEMIC への AC-DC 標準の供給をモデルケースとして、インターネットを用いた認定事業者への校正業務の試行を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・原子泉方式周波数標準器を開発し、その動作確認を行った。
- ・金属-炭素共晶を用い、1,100 °C~2,500 °C の間に 9 つの新たな温度定点の実現可能性を示した。
- ・高温用白金抵抗温度計の研究を進め、アルミナ保護管型を開発した。併せて、絶縁抵抗の影響評価法を確立し、定量的評価を行った。また、圧力制御型ナトリウムヒートパイプを用いた単管型精密温度制御装置を開発し、高い温度安定性・均熱性を実現した。
- ・エレクトロニクス研究部門と共同で、SNS 型プログラマブル・ジョセフソン接合アレーのプロセス開発をすすめ、4.2 K で動作する接合アレー-DAC を作製し、動作を確認した。

#### ④ 国際計量システムの構築

[中期計画]

- ・我が国の計量技術を諸外国に積極的に発信するとともに、諸外国と協調して国際計量システムを構築する。その際、諸外国の計量システムと国際計量システムに我が国の技術を積極的に反映させる。

[平成 13 年度計画]

- ・重点的な相手国と量を定めて国際的な発信活動を強める。相手国としては、NIST、PTB と複数の計量標準量について共同開発を行うよう協議を進める。量別では、特に、プログラマブルジョセフソン電圧標準、532 nm Nd:YAG-SHG レーザについて国際的な電圧、長さ標準として普及するよう関係各国との協力・調整を進める。また、単位の新定義については、長さ標準におけるフェムト秒周波数チェーンの位置づけを明瞭化する。

[平成 13 年度実績]

- ・国際計量研究連絡委員会を理事長諮問機関として設置し、経済省以外の省庁、産業界等と計量標準における日本としての方向付けを協議する場を設けた。

[中期計画]

- ・アジアを中心とした開発途上国へ国家標準器の校正サービスを行い、共同研究を推進する。また、技術協力プロジェクトにおける専門家の派遣、技術審査員(ピアレビューアー)の派遣等、相手国の計量システムの構築と向上を支援する。

[平成 13 年度計画]

- ・タイ国 NIMT 設立支援を継続し、必要な標準機器校正の依頼を実施するとともに NIMT スタッフへの JICA による研修の実現を支援する。また、ベトナム VMI の現状調査に協力する。さらにアジア地域の計量標準研究所と実用標準研究を進めるため、予算獲得に向けて関係機関に働きかける。さらに、相互レビューや不確かさワークショップ開催のための支援を APEC に働きかける。

[平成 13 年度実績]

- ・タイ国 NIMT 設立支援では JICA プロジェクトの為の国内事務局を産総研として初の JICA 受託業務として立ち上げ、現地へも準備専門家を延べ 6 ヶ月派遣した。また、NIMT スタッフ 5 名の JICA 研修、2 名の専門家派遣、調査団 1 回への協力、セミナーへの講師派遣 2 名を実現した。
- ・ベトナム VMI の現状調査に協力した。不確かさワークショップを APEC 予算を獲得して実施し、2 名の講師を派遣した。
- ・途上国 Peer Review 実施予算を APEC から獲得した。

[中期計画]

- ・国際計量システムの発展に資するため、中国、韓国、欧米先進諸国の研究機関と共同研究・国際比較等を行う。

[平成 13 年度計画]

- ・国際比較については全体として 17 以上の CIPM 比較、9 以上の APMP 比較に参加し、うち 7 以上で幹事所を努める。さらに、10 以上の 2 国間比較を実施する。

[平成 13 年度実績]

- ・国際比較については全体として 18 の CIPM 比較、7 つの APMP 比較に参加した。このうちうち 5 件で幹事所を努めた他、現在 12 件で幹事所業務を行っている。また、7 件の 2 国間比較を実施した。

[中期計画]

- ・アジア太平洋計量計画(APMP)で議長国と事務局の役割を務める。また地域計量機関と国際度量衡局(BIPM)の合同委員会(JCRB)に参画する。また、メートル条約のCIPM諮問委員会で作業部会の議長や委員を引き受ける。

[平成 13 年度計画]

- ・APMP 議長国と事務局を継続し、定期刊行物とともに情報ブックレットを発行する。また、関連するホームページを充実させ、討論の機能などを付加する。日本で開催される 17 回総会を主体的に運営し、その成功につくす。CIPM で実施されており、APMP で実施されていない国際比較について必要性を精査し、必要があれば国際比較の実施を企画立案して組織する。また、アジア諸国に不利な欧米主導のルールについては APMP の意見をとりまとめて世界レベルで協議に持ち出せるよう努力する。CIPM では新委員の国際的活動を支援し、今後の活動の基盤とする。CC (量別諮問委員会)並びに作業部会において、特にグローバルMRA関係のWGでは積極的に議長・委員を引き受け、日本の意見が反映される素地の形成を目指す。

[平成 13 年度実績]

- ・APMP 議長国と事務局を継続し、定期刊行物 3 冊と情報ブックレット 1 冊を発行した。また、関連するホームページに内部討論と資料掲載機能を付加した。日本で開催された 17 回総会では、外国人 106 名を含む 200 名強の参加を得、スムーズな運営を行うことが出来た。CIPM で実施されており、APMP で実施されていない国際比較について必要性を精査し、新たに国際比較の実施を 2 件立ち上げた。また、アジア諸国に不利な欧米主導のルールについては APMP の意見をとりまとめて世界レベルでの協議に持ち出した。
- ・CIPM では新委員の国際的活動を支援し、組織的なバックアップを整えた。CC (量別諮問委員会)並びに作業部会において、また、グローバルMRA関係のWGでは、ほとんどのグループに委員を入れる状況となった。地域レベルでは APMP 技術委員長を 1 名選出し、来年の交替分では候補者の指名が出来た。

[中期計画]

- ・国際法定計量機構(OIML)の枠組みの中で、OIMLの国際相互承認協定の締結に関し、OIMLTS3/SC5の活動を積極的に行う。また、アジア太平洋法定計量フォーラム(APLMF)の議長国と事務局を引き受ける。

[平成 13 年度計画]

- ・OIMLについてはすべてのTCに参加者を派遣する。また、その情報を確実に整理し、関係業界との連絡を密にする。

[平成 13 年度実績]

- ・OIMLについてはすべてのTCに参加者を派遣した。また、その情報を確実に整理する体制、ならびに関係業界との連絡の為の外部委員会設置に全面的に協力した。

[平成 13 年度計画]

- ・APLMFの議長、事務局については、平成 14 年 1 月から日本が引き受ける予定である。この移転を円滑に行い、議長国の交代に伴う活動の低下を招かないよう、十分な準備を行う。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 14 年 1 月から APLMF の議長、事務局を日本が引き受けた。この移転を円滑に行うため、前事務局責任者を招聘して綿密な引継を行うと共に、議長と事務局員が分担して状況調査を行い、当面のニーズを収集した。

## ⑤ 計量の教習と人材の育成

[中期計画]

- ・一般計量士、環境計量士の資格付与のために、計量技術者向けに研修プログラムを作成し、講師と実習指導者を選任する。

[平成 13 年度計画]

- ・計量研修センターの移転を完了する(東村山からつくばへ)。以下の教習計画を実行するとともに、新しい計量研修センターを目指し、カリキュラムや講師陣の見直しを行う。産総研からの講師に関しては、近接する研究ユニットから円滑に講師を登用できるよう、講師を勤めた業績が研究者の業績評価に反映されるよう働きかける。

[平成 13 年度実績]

- ・平成 13 年 12 月をもって計量研修センターの移転を完了した。これに伴い、約 10 名の講師が退任もしくは講義時間の短縮となり、カリキュラムと講師の見直しを行った。産総研からの講師に関しては、講師を勤めた業績が業績評価に反映されるよう働きかけた。

[中期計画]

・国内向けに年間 12,000 人・日の一般計量の教習、年間 4,000 人・日の環境計量の教習を企画・実施する。環境計量講習に関しては、民間の求めの増大がある場合これに対応する。計量士の再教育制度が設けられる場合には、計量教習機能を強化する。

[平成 13 年度計画]

・国内向け教習に関しては、一般計量教習(前期、後期、各 40 名、各 3 ヶ月)、一般計量特別(50 名、2 ヶ月)、短期計量教習(30 名、1 ヶ月)で 12,000 人日以上の教習を行うとともに、環境計量特別教習(濃度:7 週間、20 名;振動騒音:2 週間、20 名)、環境計量教習(濃度:1 週間、各 36 名で 8 回;振動騒音:1 週間、各 36 名で 4 回)で 3,000 人日以上の教習を企画し実施する。さらに、特定計量証明事業制度で認定対象とするダイオキシン分析事業者のための計量管理者講習を開始する。

[平成 13 年度実績]

・一般計量教習関連では、一般計量教習、一般計量特別教習、短期計量教習で計 11,610 人日の教習を行なった。また、環境系教習では、環境計量特別教習、環境計量教習で計 11,295 人日の教習を実施した。さらに、ダイオキシン分析事業者のための特定計量証明事業管理者講習を開始し、計 66 名の受講があった。また、指定製造事業者制度教習を実施し、26 名の参加があった。

[中期計画]

・年間 200 人・日の計量技術者研修を企画・実施する。

[平成 13 年度計画]

・計量技術者研修に関しては、平成 13 年 4 月から立ち上がる JCSS トレーサビリティ制度の階層化技術に対応するため、民間情勢を把握・分析しつつ、研修実績をあげる方向で検討を進める。

[平成 13 年度実績]

・計量技術者研修に関しては、計量標準フォーラム・人材育成 WG にて、計量に関する研修に関してアンケートによるニーズ調査を行った。また、国内の研修制度創設を目指し、海外における研修制度の調査を行った。

[中期計画]

・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品質システム研修を行う。

[平成 13 年度計画]

・審査員研修に関しては、JCSS トレーサビリティ制度、計量法特定証明事業者制度等における品質システム審査員を育成するために、製品評価技術基盤機構適合性評価センターとの密接な連携のもとに研修を行う。

[平成 13 年度実績]

・認定審査員研修に関しては、NITE との共催研修を実施した(受講者数;計 45 名)。また、NMIJ 計量標準品質システム研修会を実施した(受講者数;計 70 名)。また、NMIJ 標準物質の生産に関する品質システム研修会を 27 名参加の下に実施した。

[中期計画]

・アジア諸国を中心に JICA 技術協力等に基づき、法定計量と計測技術に関して年間 500 人・日の技術研修の企画・調整を行う。

[平成 13 年度計画]

・JICA 技術研修では、経済産業省及び産総研の関係部署が独立に実施していた研修を整理統合し、一体として実施することにより教習の効率を改善して 400 人日以上の研修を実施する。またタイ国との二国間技術協力プロジェクトに付随する技術研修への協力を検討する。

[平成 13 年度実績]

・JICA 技術研修では、産総研関連部署の研修を 7 週間に統合し、900 人日の研修を実施した。またタイ国との二国間技術協力プロジェクトに付随する技術研修への協力を検討した。

[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、環境計量証明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・編集する。

[平成 13 年度計画]

・計量標準に係わる詳細な技術情報を提供するために、新たに専門技術書「モノグラフ」を企画・編集する。平成 13 年度は 4 巻の発行を目指す。

[平成 13 年度実績]

・「モノグラフ」に関して、専門技術者向けに「計測における不確かさ評価の方法(仮題)」を出版した。また、計量教習用として英文による「わが国の法定計量」の編集を開始した。

平成13年度 産業技術総合研究所 事業報告書

---

発行日： 平成14年6月20日、改訂：平成15年7月10日

編集・発行： 独立行政法人 産業技術総合研究所  
産業技術総合研究所 企画本部  
〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1 つくば中央第1  
TEL:029-861-2374 / FAX 029-861-2371  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/outline/outline.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/outline/outline.html)

---