

# 事業報告書

平成16事業年度



# 目次

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の組織図	1
総説	
1．独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の概要	2
平成16年度の事業	
1．業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置	6
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 目標を達成するために取るべき措置	13
(1) 研究開発関連業務	14
(ア) 提案公募事業(大学・公的研究機関等を対象とするもの)	14
(イ) 中長期・ハイリスクの研究開発事業	17
(ウ) 実用化・企業化促進事業	20
(エ) 研究開発成果の権利化や広報・情報発信に関する事項	24
(オ) 産業技術人材養成の推進	25
(2) 新エネルギー・省エネルギー導入普及関連業務等	25
(ア) 新エネルギー・省エネルギー導入普及関連業務等の推進方針	25
(イ) 新エネルギー・省エネルギー導入普及業務等の実施に係る 共通の実施方針	37
(3) 出資・貸付経過業務	39
(4) 石炭経過業務	40
(5) アルコール関連経過業務	41
3．予算(人件費見積もりを含む) 収支計画および資金計画	43
4．短期借入金の限度額	45
5．重要な財産の譲渡・担保計画	46
6．剰余金の使途	46
7．その他主務省令で定める事項等	46
8．技術分野毎の事業	49
<1> ライフサイエンス分野	49
<2> 情報通信分野	74
<3> 環境分野	88
<4> ナノテクノロジー・材料分野	126
<5> エネルギー分野	164
<6> 新製造技術分野	190
<7> 各分野の境界分野・融合分野及び関連分野	195
(平成16年度計画及び平成16年度実績)	
<別表1> 平成16年度 決算報告書	200
<別表2> 平成16年度 貸借対照表及び損益計算書	212
<別表3> 平成16年度 キャッシュ・フロー計算書	224

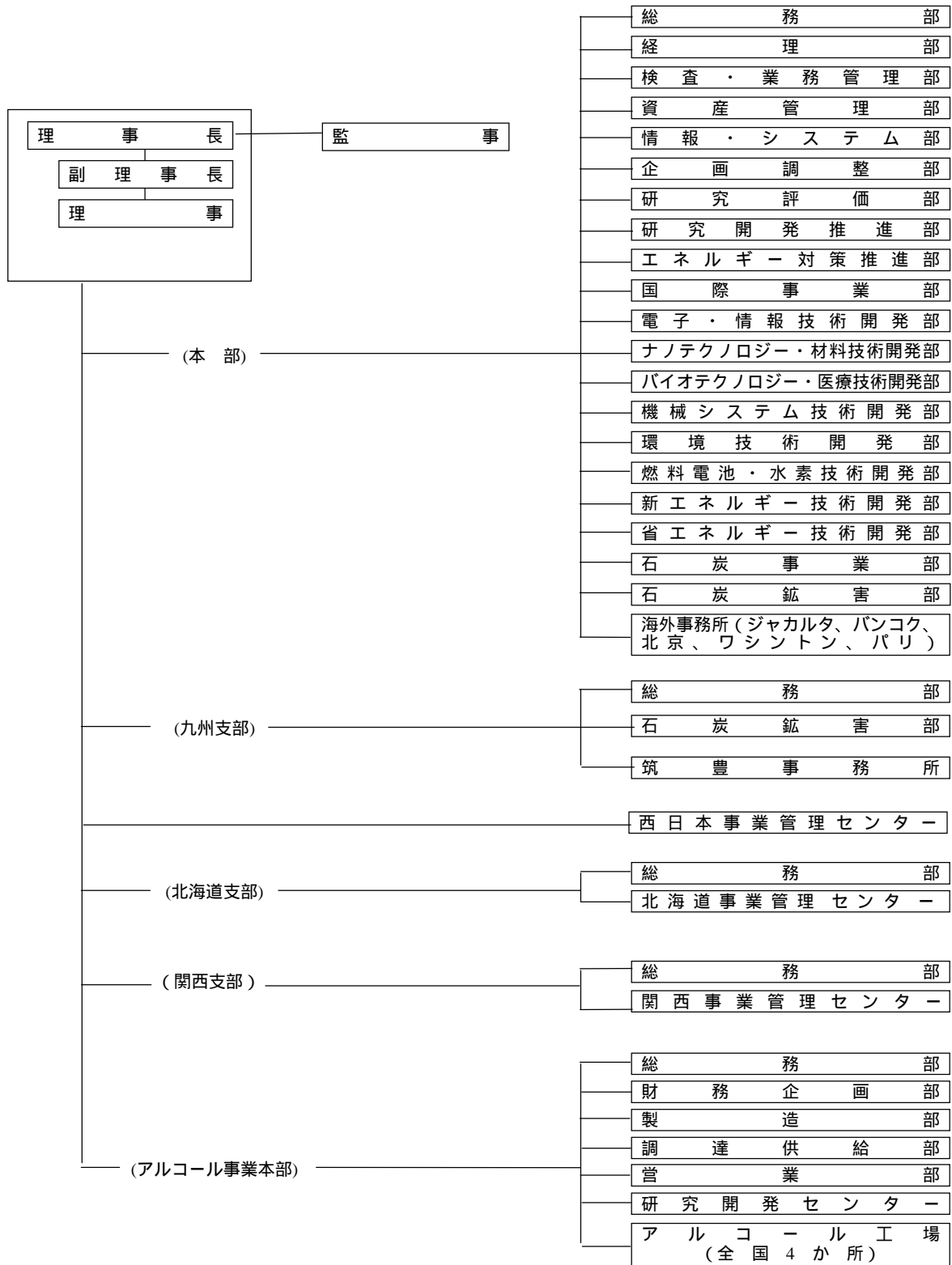
# 事業報告書

平成16事業年度



# 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の組織図

(平成 17 年 3 月 31 日現在)



# 総説

## 1. 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の概要

### (1) 組織

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）の組織は、総務・経理等の業務を行う管理部門、研究開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー導入普及促進関連業務等を行う開発関連部門、貸付金償還、旧鉱区管理、鉱害復旧業務を行う石炭経過業務部門、アルコール製造・販売業務を行うアルコール事業本部、本部の支援業務を行う各支部・事務所によって構成されている（組織図参照）。

### (2) 資本金

NEDO 技術開発機構の資本金は、平成 17 年 3 月 31 日現在で約 1,629.7 億円となっている。

#### NEDO 技術開発機構資本金内訳

（単位：億円）

	平成 16 年度末
政府出資金	1,627.6
民間出資金	2.1
計	1,629.7

### (3) 業務の運営

NEDO 技術開発機構の運営及び業務の遂行に当たっては、機構の重要事項を審議する運営会議（理事長以下役員等を構成員とする。）において審議し、理事長の決定によって執行することとしている。

(4) 役員の状況

(平成17年3月31日現在)

役 職	氏 名	任期	就 任 年 月 日	前 歴
理 事 長	牧野 力	4 年	H15. 10. 1	新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事長 通商産業事務次官
副理事長	光川 寛	4 年	H15. 10. 1	新エネルギー・産業技術総合開発機構 副理事長 通商産業省大臣官房技術総括審議官
理 事	伊藤 隆一	2 年	H15. 10. 1	新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事 経済産業省(出向) 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部長
理 事	高安 正躬	2 年	H15. 10. 1	新エネルギー・産業技術総合開発機構 健康福祉技術開発室長
理 事	佐々木 宜彦	2 年	H16. 7. 6	経済産業省原子力安全・保安院長
理 事	高橋 栄	2 年	H15. 10. 1	新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事 (株)日立製作所 システムソリューショングループ 主管技師長
理 事	山本 隆彦	2 年	H15. 10. 1	東京電力(株)FI0- (理事待遇)
理 事	田中 隆吉	2 年	H15. 10. 1	新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事 新エネルギー・産業技術総合開発機構 鉱害本部九州事業部 鉱害業務部長
監 事	小川 健一郎	2 年	H15. 10. 1	新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー・環境技術開発室長
監 事 (非常勤)	横堀 恵一	2 年	H15. 10. 1	通商産業省大臣官房審議官

佐々木理事の任期は、H17. 9. 30 まで。

(5) 沿 革

- 昭和 55 年 10 月 石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律の制定に伴い、「新エネルギー総合開発機構」を設立。
- 昭和 57 年 10 月 国からアルコール製造事業が移管。(アルコール専売法の改正)
- 昭和 63 年 10 月 産業技術研究開発業務を追加。「新エネルギー・産業技術総合開発機構」に改称。  
(産業技術に関する研究開発体制の整備等に関する法律)
- 平成 5 年 4 月 エネルギーの使用合理化を促進するための業務等を追加。  
(エネルギー需給構造高度化のための関係法律の整備に関する法律(エネルギーの使用合理化に関する法律の改正等))
- 平成 5 年 10 月 福祉用具に関する産業技術の研究開発業務を追加。  
(福祉用具の研究開発及び普及の促進に関する法律)
- 平成 8 年 10 月 石炭鉱害事業団と統合(石炭鉱害賠償等業務の追加)。  
(石炭鉱害賠償等臨時措置法の改正、臨時石炭鉱害復旧法の改正)

平成 9 年 6 月	新エネルギー利用等の促進に関する債務保証業務を追加。 (新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法)
平成 12 年 4 月	産業技術に関する研究及び開発の助成等の業務を追加。(産業技術力強化法)
平成 13 年 4 月	アルコール販売業務を追加。(アルコール事業法)
平成 13 年 7 月	民間の鉱工業基盤技術に関する試験研究を促進するための業務を追加。 (基盤技術研究円滑化法の改正)
平成 14 年 3 月	石炭鉱業構造調整業務及び石炭鉱害賠償等業務における所要の経過業務を整備。(石炭鉱業の構造調整の完了等に伴う関係法律の整備等に関する法律の施行に伴い、石炭鉱業構造調整臨時措置法、石炭鉱害賠償等臨時措置法及び臨時石炭鉱害復旧法の廃止)
平成 14 年 12 月	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法成立、公布
平成 15 年 4 月	鉱工業承継業務を追加。(基盤技術研究円滑化法の改正)
平成 15 年 10 月	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構設立
平成 16 年 7 月	特定事業活動等促進事業等を追加。

## (6) 業務の根拠法

独立行政法人通則法	(平成 11 年 7 月 16 日法律第 103 号) (最終改正：平成 16 年 12 月 3 日法律第 154 号)
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法	(平成 14 年 12 月 11 日法律第 145 号) (最終改正：平成 16 年 6 月 23 日法律第 135 号)
独立行政法人の組織、運営及び管理に係る共通的な事項に関する政令	(平成 12 年 6 月 7 日政令第 316 号) (最終改正：平成 16 年 11 月 17 日政令第 356 号)
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法施行令	(平成 15 年 8 月 8 日政令第 364 号) (最終改正：平成 15 年 9 月 25 日政令第 430 号)
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の業務運営並びに財務及び会計に関する省令	(平成 15 年 9 月 29 日経済産業省令第 120 号) (最終改正：平成 17 年 3 月 4 日省令第 14 号)

(7) 主務大臣 経済産業大臣

(8) 主管課 経済産業省産業技術環境局技術振興課

## (9) 事務所の所在地

本部	〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310 番 ミュージア川崎セントラルタワー 16~20 階
九州支部	〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東三丁目 3 番 3 号 新比恵ビル 3~4 階
西日本事業管理センター	〒812-0054 福岡県福岡市東区馬出一丁目 10 番 2 号 ジブラルタ生命福岡県庁前ビル 6 階
北海道支部	〒060-0002 北海道札幌市中央区北二条西四丁目 2 番 三井ビル別館 8 階
関西支部	〒540-0028 大阪府大阪市中央区常盤町一丁目 3 番 8 号 中央大通 FN ビル 11 階
アルコール事業本部	〒263-0031 千葉県千葉市稲毛区稲毛東四丁目 5 番 1 号



# 平成 16 年度の事業

## [中期計画]

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、産業技術及びエネルギー・環境分野における中核的政策実施機関として、我が国の産業競争力強化を通じた我が国経済の持続的な発展に貢献するとともに、我が国のエネルギー安全保障の確保やエネルギー・環境問題に係る課題解決に向け、民間の能力・知見を最大限に活用しつつ、以下のミッションを担っていくものとする。

政策当局との緊密な連携の下、産業技術及び新エネルギー・省エネルギー・環境関連技術の研究開発に関して戦略的重点化を図り、産学官の総力を結集して優れた研究成果を生み出すための高度な研究開発マネジメント機能を提供する。

エネルギー・環境面での技術開発とその導入・普及の促進を通じ、内外のエネルギー・環境問題の解決に貢献する。業務執行体制や制度に係る不断の見直しを通じて、より機動的かつ柔軟な業務運営に努め、「利用しやすいNEDO」の実現を図る。また、厳格な評価とその結果の適切なフィードバックを通じて、業務運営の一層の効率性を実現するとともに「成果を挙げるNEDO」の実現を図る。

研究開発や新エネルギー・省エネルギー・環境関連技術の導入普及の成果を、可能な限り国民に対し判りやすい形で提供する等、積極的な情報発信を通じて国民への説明責任を全うするとともに、過去の成果の蓄積と内外の最新動向分析を基に時代をリードする政策提言を行う。

平成 13 年度に終了した国内石炭政策の経過措置として位置づけられている石炭経過業務については、鉱害復旧業務の平成 18 年度までの完了を目指すとともに、他の業務についても計画的に実施する。また、アルコール製造部門については、平成 18 年 4 月を目途とした特殊会社化に向けた準備を進めるとともに、その後の早期完全民営化に向け、平成 18 年 3 月末までを目途とした間、市場競争力と収益性を確保できるようその経営体質の強化を図る。

## [16 年度計画]

独立行政法人通則法第 3 1 条第 1 項に基づき、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「機構」という。）の平成 16 年度（平成 16 年 4 月 1 日～平成 17 年 3 月 31 日）の事業運営に関する計画（以下、「年度計画」という。）を次のように定める。

## 1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置

### （1）機動的・効率的な組織

## [中期計画]

近年における産業技術分野の研究開発を巡る変化や、国際的なエネルギー・環境問題の動向の推移に迅速かつ適切に対応しうるような、柔軟かつ機動的な組織体制を構築し、意思決定及び業務執行の一層の迅速化と効率化を図る。

## [16 年度計画]

柔軟かつ機動的な組織体制の構築並びに意思決定及び業務執行の一層の迅速化と効率化を図る。

## [16 年度業務実績]

さらなる機動的・効率的な意思決定を目指し、個別事業の実施者選定等審議を、契約・助成審査委員会に一本化した。これにより、実施者選定手続きの効率化と、部長会における審議の充実を図った。

## [中期計画]

関連する政策や技術動向の変化、業務の進捗状況に応じ、機動的な人員配置を行う。また、外部専門家等の外部資源の有効活用により、スリムな組織運営を行う。特に、プログラムマネージャー等、高度の専門性が必要とされるポジションについては、積極的に外部人材を登用する。

## [16 年度計画]

機動的な人員配置及び外部専門家等の外部資源の有効活用によるスリムな組織運営に資するため、特に、研究開発部門において引き続き高度の専門性が必要とされる業務にプログラムマネージャーとして外部人材を登用する。

## [16 年度業務実績]

より一層の機動的な組織運営を可能とするため、必要に応じ拡大・縮小できるスタッフ管理職制の導入を進めるとともに、研究開発部門において、引き続き高度な専門性が必要とされるポジションに、大学等の外部専門家をプログラムマネージャー（5 名）、プログラムオフィサー（4 名）を登用するとともに、これに加え、より高度な知見を必要とされるポジションとしてシニアプログラムマネージャー（1 名）を創設し、大学等の外部専門家を登用した。

## [中期計画]

各部門の業務が相互に連携して効率的な運営が行われるような体制を構築する。

## [16 年度計画]

研究開発部門及び新エネルギー・省エネルギー導入促進部門については、本年度計画において業務の進捗及び成果に関する組織の目標を明確に設定し、引き続き組織内部においてその達成状況を厳格に評価することとする。

## [16 年度業務実績]

プレス発表、展示会等への積極的広報体制を整えるため9月に広報室を設置。各部広報関係業務の効率的一括管理体制を整えた。また、17年3月に開幕した愛知万博出展に対してNEEDOとして総合的に推進を図るため、万博事業推進本部を6月に設置した。

エネルギー・環境分野における関連各部の技術開発及び導入促進業務の相互連携を強化、総合的に業務を実施するため、エネルギー・環境技術本部を12月に設置。

#### [中期計画]

効率的な業務遂行体制を整備するため、各部門の業務について、権限と責任を明確化する。研究開発業務及び新エネルギー・省エネルギー導入促進業務については、業務の進捗及び成果に関する目標を年度計画に明確に設定し、組織内部においてその達成状況を厳格に評価する目標管理制度を導入する。

#### [16年度計画]

委託及び助成に係る検査業務の強化の一環として、地方組織を検査業務中心の組織に見直す。

#### [16年度業務実績]

委託及び助成に係る検査業務の強化のため、各支部の開発業務部を廃止し、北海道、関西、九州地区にそれぞれ事業管理センターを設置。不正受給対策の強化の観点から検査業務強化を図った。(7月)

#### [16年度計画]

機構の事業を推進する上で必要となる海外拠点の一層の重点化を図るため、海外事務所の統廃合を行う。

#### [16年度業務実績]

機構の事業を推進する上で必要となる海外拠点の一層の重点化を図るため、シドニー事務所を閉鎖し、アジア地区への重点化を図った。(5月)

## (2) 自己改革と外部評価の徹底

#### [中期計画]

全ての事業につき、厳格な評価を行い、不断の業務改善を行う。また、評価に当たっては機構外部の専門家・有識者を活用するなど適切な体制を構築する。評価は、研究開発関連事業に関する技術評価と、事業及び制度に関する事業評価の両面から適切に実施し、その後の事業改善へ向けてのフィードバックを行う。評価の実施に際しては、事業の企画(plan)・実施(do)・内部評価(see)に至るマネジメント・サイクル全体の評価が可能となるような仕組みを構築するとともに、「成果重視」の視点を貫く。

#### [16年度計画]

自己改革と外部評価の徹底に関し、平成16年度には、以下の対応を含め、適切に技術評価及び事業評価を実施する。なお、研究開発関連事業及び制度について、機構外部の専門家・有識者を適切に活用した厳格な評価を実施し、評価結果を理事長に報告する。

理事長は評価結果をもとに、研究開発関連事業及び制度の改善に反映する。評価結果及び評価結果の反映については、原則、広く一般に公開する。

- ・研究開発プロジェクト事業に関しては、研究開発中の29件を対象に中間評価、平成15年度終了の31件を対象に事後評価を実施する。
- ・基盤技術研究促進事業のテーマ評価に関しては、42件を対象に中間評価を実施し、平成15年度終了の8件を対象に事後評価を実施する。
- ・提案公募事業のテーマ評価に関しては、国際共同研究助成事業3件を対象に中間評価を実施し、産業技術研究助成事業77件、国際共同研究助成事業18件を対象に事後評価を実施する。
- ・エネルギー・環境国際共同研究提案公募事業のテーマ評価に関しては、14件を対象に事後評価を実施する。
- ・実用化・企業化促進事業のテーマ評価に関しては、産業技術実用化開発助成事業では、29件を対象に中間評価を実施し、63件を対象に事後評価を実施する。大学発事業創出実用化研究開発事業では、8件を対象に中間評価を実施し、13件を対象に事後評価を実施する。エネルギー使用合理化技術戦略的開発では、28件(先導研究フェーズ12件、実用化開発フェーズ11件、実証研究フェーズ5件)を対象に中間評価を実施する。また、平成16年度に終了する事業について、平成17年度上期に事後評価を実施する。
- ・制度評価に関しては、産業技術研究助成事業、大学発事業創出実用化開発事業、福祉用具実用化開発推進事業、エネルギー・環境国際共同研究提案公募事業の4事業について評価を実施する。

#### [16年度業務実績]

研究開発関連事業・制度については、「技術評価実施規程」に基づき、機構外部の専門家・有識者を積極的に活用した技術評価を実施し、その結果を公開した。技術評価に当たっては、プロジェクト、制度、テーマ毎に、「事前評価」「中間評価」「事後評価」「追跡調査」及び「追跡評価」を実施することとし、研究開発プロジェクトに係る中間・事後評価においては、「事業の位置付け・必要性」「研究開発マネジメント」「研究開発成果(目標達成度)」「実用化、事業化の見通し」の4つの観点から、A(優)=3点、B(良)=2点、C(可)=1点、D(不可)=0点として評点付けし、事後評価においては「研究開発成果」及び「実用化・事業化の見通し」の和が3点以上を合格、4点以上を優良とする基準を設定した(全ての評点が1点以上が前提)。また、制度については、「政策」「マネジメント」「成果」「コストパフォーマンス」を評価軸とし、制度の特徴に合わせた適切な評価の視点を基に評価を行った。

平成16年度においては、研究開発プロジェクト29件について中間評価を実施し、その評価結果をマネジメントに反映(事業の加速化13件、概ね現行どおり実施8件、一部計画見直し6件、実質中止2件、現在反映方針を検討中4

件)。また、平成15年度に終了したプロジェクト30件について事後評価を実施し、28件(93%)について合格、23件(77%)について優良との結果を得た。

- ・ 基盤技術研究促進事業のテーマ評価に関しては、40件を対象に中間評価を実施し、その結果を踏まえ、必要に応じて研究の効果的かつ円滑な実施に向けた助言を行うとともに、うち2件については平成17年度以降の研究内容の修正を行い、1件については中止とした。また、平成15年度終了の8件を対象に事後評価を実施し、その評価結果を踏まえ、必要に応じて今後の事業化に向けた助言を行った。
- ・ 提案公募事業のテーマ評価に関しては、国際共同研究助成事業3件を対象に中間評価を実施し、必要に応じ研究目的達成のための助言を行い研究計画への反映を求めた。また、産業技術研究助成事業75件、国際共同研究助成事業18件を対象に事後評価を実施し、今後の研究の更なる発展のための助言を行うなどの対応を図った。
- ・ エネルギー・環境国際共同研究提案公募事業のテーマ評価に関しては、平成16年度に実施された制度評価を参考にし、効果的に行うため、事後評価の実施を平成17年度に延期した。  
産業技術実用化開発助成事業では、29件を対象に中間評価を実施し、69件に対して終了評価を実施した。  
大学発事業創出実用化研究開発事業では、8件を対象に中間評価を実施し、13件に対して終了評価を実施した。  
福祉用具実用化開発推進事業では、15年度で終了する事業3件及び16年度で終了する事業3件合計6事業に対し中間報告会を実施したほか、14年度で終了した11件の事業者に対し、事後評価を行った。  
エネルギー使用合理化技術戦略的開発においては、中間評価として、先導研究フェーズ8件、実用化開発フェーズ7件、実証研究フェーズ1件の計16件について中間評価を行った。また、事後評価として、先導研究フェーズ16件、実用化2件の計18件について5月末から事後評価を行うこととしている。  
新エネルギー・省エネルギー導入普及関連業務等については、平成15年度年度終了後速やかに事業評価を実施し、その評価結果を事業の改善に役立てた。
- ・ 制度評価に関しては、産業技術研究助成事業、大学発事業創出実用化開発事業、福祉用具実用化開発推進事業の3事業については中間評価を行い、エネルギー・環境国際共同研究提案公募事業については事後評価を行った。その結果、成果や認知度向上のための情報発信、多様なニーズに応じた制度設計の柔軟化、より成果を上げるための対象の絞り込みや追加等、今後の制度運用等に関し改善点や検討課題が得られた。

### (3) 職員の意欲向上と能力開発

#### [中期計画]

個人評価においては、適切な目標を設定し、その達成状況を適切にレビューすることにより、評価結果を報酬や昇給・昇格に適切に反映させる。

#### [16年度計画]

職員の意欲向上と能力開発に関し、平成16年度には、以下の対応を行う。

- ・ 個人評価においては、目標管理と行動指標による評価制度の適切な評価結果の反映を行うとともに、目標設定方法及び評価方法等について、評価者及び被評価者からの意見を踏まえ、当該制度運営の改善検討を行う。

#### [16年度業務実績]

個人評価については、平成15年度評価結果をもとに平成16年夏季賞与(6月)及び昇給・昇格等(7月)への反映を実施した。

また、部署毎の年度目標を設定し個人目標へブレイクダウンさせることにより組織目標と個人目標の密接な連動を図り、より適切な人事評価制度の実施を行った。

更に、評価制度の円滑かつ効果的な運用を図るため、管理職員に対する評価及びフィードバックに関する研修会を3回(約90名参加)実施した。

また、人事評価制度の試行期間として位置付けていた平成15年度に寄せられた評価者、被評価者双方からの意見を反映し、評価シート及び評価マニュアル等の改善を行うとともに、Webシステムを活用し人事評価作業を行う環境を整えるなど、人事評価業務に係る効率化を実施した。

#### [中期計画]

- ・ 研究開発マネジメント、契約・会計処理の専門家等、機構職員に求められるキャリア・パスを念頭に置き、適切に人材の養成を行うとともに、こうした個人の能力、適性及び実績を踏まえた適切な人員配置を行う。
- ・ 研究開発マネジメントの専門家を目指す職員に外部の研究開発現場の経験を積ませる等、当該業務実施に必要な知識・技能の獲得に資する能力開発制度を充実する。

#### [16年度計画]

- ・ 組織再編成と連動し、職員の適性にあった人員配置を推進する。また、MOT(技術管理・経営)研修等により職員のプロジェクトマネジメント能力の向上を図る。
- ・ 職員にマネジメントの経験を積ませるため、研究開発現場等への職員派遣制度の具体化に向け、派遣先との交渉を開始する。

#### [16年度業務実績]

職務内容を明示した出向者の公募の実施等をはじめとした職員の適性に合わせた一体的配置を推進するとともに、事業管理センターを設置することにより、検査業務をより的確に実施する体制の整備を行った。

複数年度契約をはじめとした独立行政法人化後に導入した制度の円滑な運用を図るため、委託契約及び補助金交付に係る事務、検査研修、会計検査院研修及び平成17年度以降の研究開発事業に関する研修といった実務研修会を4回(560名参加)を実施するとともに、新たな試みとして知的財産権研修と個人情報保護に係る研修を実施した。(約19

0名参加)

また、研究開発マネジメントの専門家を目指す職員の能力向上のため、MOT研修として早稲田大学へ職員を派遣し技術経営学修士号取得させるとともに、新たなMOT研修として北陸先端科学技術大学院大学の知識科学研究科技術経営(MOTコース)への職員の派遣を開始し知識科学修士の取得を目指している。更に、MOT研修受講者等によるマネジメント研修内容のフィードバック報告会等を実施し、他の職員の知見の高度化を図った。

また、研究現場において研究マネジメントを経験させるため研究現場等への派遣先との交渉を開始し派遣先の絞り込みを行った。

さらに、機構の研究開発マネジメントに関する実践的考察やその社会的発信を定着させるため、プロジェクトマネジメント関連の学会等において、プロジェクトリーダーの配置・機能を含む研究開発プロジェクトに係る運営体制のあり方や研究開発評価の仕組みや課題等について、27本の論文発表を実施した。

## (4) 業務の電子化の推進

[中期計画]

電子化の促進等により事務手続きの一層の簡素化・迅速化を図るとともに、機構の制度利用者の利便性の向上に努める。

[16年度計画]

・電子化の促進等により事務手続きの一層の簡素化・迅速化を図るとともに、当機構の制度利用者への利便性向上に努める。平成16年度は、各基幹システム及びその他のシステムにおいて、利便性等を考慮した機能拡充等を行い、事務手続きの効率的運用を図る。

[16年度業務実績]

事務手続きの効率的運用等、業務の効率化、利便化を図るために、既存システム(経理・プロジェクト・資産・文書管理)の機能拡充等改造を実施するとともに、新たなシステムとして委員会システム、補助事業システム複数年度対応機能、海外旅費システム等の開発を完了させ運用を開始した。人事系システムでは、個別に運用していた人事管理システムと給与システムについて相互情報の連携化を図るため新たにシステムを開発し事務の効率化を図った。プロジェクトの追跡調査・特許調査等支援のため成果フォロアップシステムの開発を行い一部の機能について開発を完了させた。小型システム(作業依頼システム、イベント登録システム等)において改造を図るとともに、新たに派遣職員等を含め機構内で在籍する全ての職員等のID管理を行うシステムを導入し、業務利便性向上を図った。電子申請、新規サーバ・PC調達等、次期システムに係る要件検討を図るために、システム開発WGを新たに設置し各種議論を通じて要件の定義検討を推進した。NEDOホームページのデザイン更新を図るとともにプロジェクト情報発信内容の充実強化を図り、アクセスできる情報の内容を広げ、より利用者が利用しやすいHPへと改良を加えた。職員に対するシステム機能の啓発を図るために、システム関連研修を30回(約400名参加)行い、職員のITリテラシーの向上に努めた。

[中期計画]

幅広いネットワーク需要に対応できる機構内情報ネットワークの充実を図る。

[16年度計画]

幅広いネットワーク需要に対応できる機構内情報ネットワークの充実を図る。平成16年度は、現状における適正なネットワーク構築のため、現行ネットワークに係る状況等を把握するとともに、今後のネットワークシステム構築に向けた調査を行う。

[16年度業務実績]

新共有ドライブサーバを調達し、共有情報管理の高度化にむけて準備を行った。ネットワークの能力及び安定性向上のため、ネットワークスイッチ、光幹線の冗長化を図った。本部ネットワークプリンタの全面刷新、各出先事務所(西日本、日比谷、万博会場)の新設に伴い本部と一体のシステムインフラの構築を図り、組織全体のネットワーク環境を整えた。

[中期計画]

情報システム、重要情報への不正アクセスに対する十分な強度を確保することにより、業務の安全性、信頼性を確保する。

[16年度計画]

情報システム、重要情報への不正アクセスに対する十分な対応により、業務の安全性、信頼性の確保に努める。平成16年度については、今後のネットワークシステム構築に伴うセキュリティ確保に向けた調査を行う。

[16年度業務実績]

外部からのコンピュータウイルスによる感染・防止のためのパッチ配信を迅速に行い不正アクセスに対する対応を図った。また、個人情報等、重要なファイルの管理を強化するため、それらファイルのアクセス権設定を行うとともに、アクセスログ管理ソフトを導入し、ログ管理を行えるようにした。

## (5) 外部能力の活用

[中期計画]

費用対効果、専門性等の観点から、法人自ら実施すべき業務、外部の専門機関の活用が適当と考えられる業務を精査し、外部の専門機関の活用が適当と考えられる業務については、外部委託を活用するものとする。

なお、外部委託の活用の際には、機構の各種制度の利用者の利便性の確保に最大限配慮するものとする。

[16年度計画]

費用対効果、専門性等の観点から、機構自ら実施すべき業務、外部の専門機関の活用が適当と考えられる業務を精査し、外部の専門機関の活用が適当と考えられる業務については、外部委託を活用する。

なお、外部委託の活用には、機構の各種制度の利用者の利便性の確保に最大限配慮する。

[16年度業務実績]

昨年度から実施している、機構の情報ネットワークシステムの維持管理及び運用の外注、旅費交通費の職員への支給・精算等の事務処理等の派遣職員の活用、職員の給与支給に係る明細の作成業務及び当該明細の地方組織の職員への発送業務に係る事務処理外注を費用対効果等を点検しつつ継続するとともに、新たに海外出張における損害保険の付保業務について指定代理店によるアウトソーシングを実施した。

また、機構内事務処理の外部資源の活用の観点から実施している派遣職員の活用について、電話対応、伝票起票、文書処理等基礎的かつ横断的業務について、当該派遣職員を対象に統一的な研修を実施した。

## (6) 省エネルギー及び省資源の推進と環境への配慮

[中期計画]

環境に調和して持続的に発展可能な社会に適応するため、日常の業務推進に当たりエネルギー及び資源の有効利用を図るものとする。

[16年度計画]

省エネルギー及び省資源の推進と環境への配慮に関し、平成16年度においても、引き続き業務の電子化等により業務において消費するコピー用紙の削減等を行う。

[16年度業務実績]

昼休みの消灯励行、パソコンの省エネモード利用等を継続、両面コピー化の励行、運営会議、部長会等資料数の削減及びイントラネット掲載を更に進めた結果、14年度比20%のコピー紙を削減した。

## (7) 業務の効率化

[中期計画]

不断の業務改善、汎用品の活用等による調達コストの削減の取り組み等を通じて業務の効率化を進めることにより、段階的に一般管理費(退職手当を除く。)を削減し、中期目標の期間の最後の事業年度において特殊法人比15%を上回る削減を達成する。

事業については中期目標の期間の最後の事業年度において特殊法人比5%を上回る効率化を達成する。なお、上記効率化に向けた取組を進める一方で、産業技術政策及びエネルギー・環境政策の観点からの新たな要請に配慮する。既存事業については進捗状況を踏まえて不断の見直しを行う。

[16年度計画]

業務改善、汎用品の活用等による調達コストの削減の取り組み等を通じて業務の効率化を進めることにより、一般管理費(退職手当を除く。)の削減を図る。

また、事業についても進捗状況を踏まえて不断の見直しを行うことにより、効率化を進める。

[16年度業務実績]

- ・補助金、請負契約の支払決裁、内国出張命令決裁、小規模展示会開催に係る決裁等の簡素化を図った。
- ・電子メールによる職員への情報周知体制を整備し、情報の迅速な伝達を進めた。
- ・イントラ内に、発注管理システムを整備、作業負荷を軽減した。
- ・各々が管理している事務処理マニュアルを整備し、イントラ内で一括管理する事とした。
- ・毎月作成提出していた資金計画を3ヶ月毎に簡素化することにより、各部業務を軽減した。
- ・これらの改善を図ること等により、効率的な業務執行を更に推し進めた。

また、これらに加え、調達コストの削減等の取り組みにより、一般管理費(退職手当を除く)を特殊法人比8.9%削減した。

特許維持管理費を削減するため、保有特許の利用状況を踏まえ処分方針を決定。保有特許の整理を開始した。

プロジェクトの終了により不要化した研究資産について、他のプロジェクトへの転用(転用資産数1,664点、取得価格ベース約47億円)、中古売却(235件、売却価格約10億円)に努めた。

損害保険付保手続きを、紙ベースから電子ファイル化し事務省力化・効率化及びペーパーレス化を図った。

## (8) 石炭経過業務の効率化に関する事項

[中期計画]

業務に係るマニュアル策定等による定形化の推進等、業務運営の円滑化を図る。

[16年度計画]

平成16年度においては、平成15年度に策定したマニュアルを見直し、精度の高いものに改良するとともに、効果的かつ適切な運用を図る。

[16年度業務実績]

各種マニュアルの見直しを行い、旧鉦区管理マニュアルを改訂し、効果的かつ適切な業務の運用に努めた。

## ( 9 ) アルコール関連経過業務の効率化に関する事項

### [中期計画]

特殊会社化及びその後の完全民営化を円滑に進めるため、資産をいかに効率的に売上に活用しているかを示す指標である総資産回転率を経営指標とし、平成17年度末において過去5年間の業界平均である0.78以上を達成する(平成14年度実績0.57)。

アルコール製造部門における汎用的なアルコールに関する原料費以外の経費については、平成14年度を基準として平成18年度を目途にコスト半減を達成する効率化を進め(平成14年度実績42,379円/k l)、その成果を顧客に順次還元する。

業務運営の効率化及び特殊会社化に向けた組織資源の多面的活用の観点から、事業の独自性に重点を置いて、機能的かつ機動的な組織体制への転換及び最適な人員配置を図る。

### [16年度計画]

平成17年度末の総資産回転率の目標を達成するために、平成16年度において、総資産回転率の一要素である売上高の増加を図るため、アルコール製造業務を行う事業への投資により子会社の設立等を行うとともに、保有する資産を有効に活用した新規事業のF Sを継続し、実現できるものから順次開始する。

平成16年度において、アルコール製造業務の効率化の措置を講じていくことにより、汎用的なアルコールに関する原料費以外の経費について、対14年度比28%以上のコストの削減を目指す。

15年度において再編した組織を必要に応じて見直すとともに最適な人員配置を図る。

### [16年度業務実績]

特殊会社化後の経営計画及び経営方針を策定し、更なる経営基盤・収益基盤の強化のための積極的な取り組みを行った。具体的には、財務基盤の強化を図るべく、D C F及びN P Vによる経営管理手法を採用し、キャッシュフローマネジメントの強化を図った。また、保有する資産を有効に活用した新規事業について、F S及びD C F・N P Vの観点から経済性評価を行い、確実な事業展開に向け、新規事業への設備投資を含む事業計画を立案し、新規事業のひとつである発酵副産物高付加価値化事業について、事業開始に向けた準備を行った。

アルコール製造業務の効率化への取り組みによるコスト削減の成果を顧客に還元すべく販売価格を平成16年5月に引き下げた。汎用的なアルコールに関する原料費以外の経費について、原料歩留まりの向上、エネルギー原単位の向上等への取り組み、工場管理経費及びアルコール事業本部経費の節減等により、14年度比約35%の削減を達成した。

(今後の決算作業の進行により修正することがありえる)

- ・発酵副産物の商品化研究開発を効率的に行うため、出水アルコール工場内に研究開発センター分室を設置した。
- ・平成15年度に引き続き民間企業経験者の採用を推進し、原料調達機能等の充実を図った。
- ・更なる業務の組織的かつ効率的な運営の強化を図るため、各職位の責任と権限がより明確かつ効果的に発揮されるよう、職務権限規程の見直しを行った。
- ・平成15年度より実施している人事評価制度の見直しを行い、評価の精度向上を図った。また、職員の評価制度に対する理解向上のため、評価者、被評価者に対して説明会及び研修会を実施した。

### [中期計画]

アルコール製造業務の効率化。

原料調達に当たっては、国際市況・為替相場などから検討・分析し、調達のタイミング・数量・品質等を勘案するとともに、最も効果的な方法を採用入れることにより、調達価格の低減化を図る。

### [16年度計画]

アルコール製造業務の効率化。

原料調達にあたり、品質及び調達数量を勘案した調達方法の検討・分析を行う。平成16年度において、引き続き、原料の不純物含有量及び含有物質による割引を行う調達及び1契約毎の調達数量を増加させるシステムを運用し、調達価格の低減化を図るとともに、アルコール輸出国の需給の情報収集及び予想される状況を分析し、購入時期の検討を行い、安定した原料調達を図る。

### [16年度業務実績]

原料調達においては、予想される原料価格上昇のもと安価な時期に、従来の3ヶ月分の購買から6ヶ月分に購入期間を変更し、早めに調達契約をした。また、不純物含有量による割引を行う調達についても、結果として61件の契約件数のうち31件該当し、調達額が約25百万円削減できた。また、トレーサビリティが確保できる安定した品質の原料を確保するために、中長期的な原料調達の戦略について着手した。

### [中期計画]

これまでの業務体制を抜本的に改めることにより、事務効率の改善を行い、工場管理経費及びアルコール事業本部経費について、平成14年度を基準として、平成17年度末までに20%以上を削減する。

### [16年度計画]

事務効率の改善を行い、工場管理経費及びアルコール事業本部経費について、平成16年度末までに平成14年度比14%以上を削減する。また、新基幹統合情報システム(E R P)を構築する。

### [16年度業務実績]

業務運営上の必要経費又は日常的経費の適切な執行を考慮した予算管理を行い、効率のよい業務を推進し経費の削減

を行った。これらの取組みにより、工場管理経費及びアルコール事業本部経費について対14年度比約35%の削減が達成できた。さらに特殊会社に向けた新基幹統合情報システム（ERP）の構築を完了し、平成17年4月から運用を開始した。（今後の決算作業の進行により修正することがありえる）

[中期計画]

原料歩留まりについては、平成17年度末までに99.0%以上を達成する（平成14年度実績98.9%）。

[16年度計画]

平成16年度において、原料歩留まり99.0%を目標とし、技術標準を設定する。また、技術員のさらなるスキルアップを図る。

[16年度業務実績]

各工場の製造課スタッフに対してマテリアルバランス、熱バランスのデータ整理、分析手法についての講習を実施し技術員のスキルアップを図った。また、品質の安定化の確保を図りつつ、過去の作業データ等の整理、分析を実施し、従来の技術標準の検証及び製造作業に係る技術標準の見直しを継続的に実施した。原料歩留まりは、製品品質の安定化を優先した作業を行ったこと及び原料中に蒸留工程での除去が困難な不純物（クロトンアルデヒド）が含有していたこと等により、98.0%と14年度実績を下回る結果となった。

[中期計画]

エネルギー原単位については、平成14年度を基準として、平成17年度末までに5%以上向上させる（エネルギー原単位平成14年度実績重油0.145t/kl、都市ガス172.5m<sup>3</sup>/kl、液体燃料0.067t/kl、動力91.8kwh/kl）。

[16年度計画]

エネルギー原単位の向上を図るため、平成16年度において、技術標準を設定する。また、引き続き、蒸気、動力のムダの排除を行い、省エネルギー活動を定着化させる。

[16年度業務実績]

- ・各工場の製造課スタッフに対してマテリアルバランス、熱バランスのデータ整理、分析手法についての講習を実施し省エネルギー活動を強化した。
- ・品質の安定化の確保を図りつつ、過去の作業データ等の整理、分析を実施し、従来の技術標準の検証及び製造作業に係る技術標準の見直しを継続的に実施した。
- ・各製造設備の自主点検を機械装置点検表により毎日又は毎直毎に実施するとともに法定点検を受検し、適宜、適切に修繕を行った。
- ・これらエネルギー原単位向上に向けた取り組みを実施し、エネルギー原単位の一つである動力原単位は5%以上向上させることができたが、燃料原単位については、製品品質の安定化を優先した作業を行ったこと及び原料中に蒸留工程での除去が困難な不純物（クロトンアルデヒド）が含有していたことにより、14年度実績を下回る結果となった。

[中期計画]

アルコール製造部門のコスト削減効果を最大限発揮させるとともに収入基盤の多様化を図るため、これまでアルコールがほとんど使用されていなかった用途について、民業圧迫を回避しつつアルコールを加工した製品を平成17年度末までに開発する。また、アルコール製造における副産物を高付加価値化した製品を開発し、平成17年度末までに販売を開始する。

[16年度計画]

収入基盤の多様化を図るため、平成16年度において、引き続き、アルコール含有カビ取り剤等の新たなアルコール用途への製品化の研究開発及び副産物を利用した肥料・飼料の製品化の研究開発等を行う。

[16年度業務実績]

平成15年度に引き続き、アルコール含有カビ取り剤等の新たなアルコール用途への製品化研究開発及び副産物を利用した肥料・飼料の製品化の研究開発等を行った。特に16年度では、アルコールを加工した製品について社内モニター調査の結果に基づき製品の改良を行うとともに、容器等についても検討し、社外モニター調査を実施した。また、副産物を利用した肥料を作成しその効果の検証を行うとともに、7件の肥料登録を行った。また、副産物の商品化に係る特許出願を1件行い、商品化に向けて外部との共同研究を行った。

[中期計画]

流通基地である保管庫については、既存のユーザーの利便性に配慮しつつ廃止を含めた再編整理を行い、流通経費を平成14年度を基準として平成17年度末までに5%以上削減する（流通経費平成14年度実績5,247円/kl）。

[16年度計画]

平成16年度において、平成15年度に立案した最適物流体制に基づき、より効率的な運搬手段を順次実施していくことにより流通経費を平成14年度比2%以上削減する。

[16年度業務実績]

平成16年度においては、平成15年度に立案した最適物流体制に基づく効率的な運搬手段（車両の大型化）を一部実施したこと等により、平成15年度回送契約単価より2.4%の削減が図られた。（今後の決算作業の進行により修正することがありえる。）

[中期計画]

アルコールの調達先となった民間企業に対するアルコール販売については、保管庫を経由せずに当該企業の製造場等



で行えるよう措置する。

[16年度計画]

平成16年度において、引き続き、アルコールの調達先となった民間企業に対するアルコール販売については、保管庫を経由せずに当該企業の製造場等で行える方法を実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度において、保管庫を経由せずに当該企業の製造所等でアルコール販売が行なえるよう措置した。

[中期計画]

展示会へ積極的に出展すること等により、工業用アルコールの普及啓発活動及び潜在的ユーザーの発掘を行い、平成14年度を基準として平成17年度までにアルコールの売上数量を6%以上伸ばすことを目指す（過去3ヶ年平均伸び率0.5%（12年度～14年度））。

[16年度計画]

工業用アルコールの普及啓発活動及び潜在的ユーザーの発掘を行い、売上数量の増大を図るため、平成16年度において、引き続き、食品関連、衛生用品関連等の展示会へ積極的に出展し普及啓発活動を行う。また、当該展示会に出展する企業及び来場者からアルコールに関連したニーズ情報及びアルコール製品へ代替が可能な製品市場等の情報を収集・活用し、アルコール市場の拡大を図り、平成15年度比2%以上の売上数量の増大を目指す。

[16年度業務実績]

<各種展示会への出展>

I f i a J a p a n 2 0 0 4

（平成16年5月26日～28日、来場者数：26,176名、ブース来場者にアンケートの実施（197件））

食品開発展2004

（平成16年10月5日～7日、来場者数：44,888名、ブース来場者にアンケートの実施（150件））

・各展示会において、アンケート調査及び来場者へのインタビューを実施し、アルコールの認知度、使用用途の認知度及びアルコールに関しての要望、疑問等今後の啓蒙普及活動戦略への有用な情報を得るとともに、新製品アルコールの提供に向け、収集した情報の分析・活用を行った。

<販売数量の推移>

平成15年度の販売実績313,630KLに対し、平成16年度においては325,875KLを売り上げ、対前年度比約4.1%の売上増を達成した。

[中期計画]

特殊会社に必要な営業販売機能を確立するための準備として、民間企業での長期研修や営業経験者の受け入れを行うとともに、アルコール製造業務を行う事業への投資を通じて、その基盤整備を図る。

[16年度計画]

平成16年度においては、特殊会社化に向けて、民間企業の営業経験者を指導的立場に配置し、営業販売の基盤を整備する。また、引き続き、営業販売に関する長期実務研修を行い、人材育成を図る。

[16年度業務実績]

営業販売に係るノウハウ取得及びマーケティング戦略の構築・運用等の習得を目的とした長期実務研修のため、民間企業1社に1名の職員を派遣した。また、民間企業の営業経験者2名を受け入れるとともに「与信/債権管理セミナー」等を開催し、営業・販売担当者のスキルアップを行った。さらに、カスタマーニーズの発掘・適正な販売チャネルの開発等に関して種々のリサーチ、マーケットサーベイを民間企業からの営業経験者のノウハウを活用し実施している。

[中期計画]

業務の改善活動を日々の業務に取り入れ事業全体に定着させることにより、一人一人の職員が業務運営の改善に積極的かつ自発的に取り組む風土を醸成する。そのために、業務の運営状況やその改善状況等を容易に把握・理解できるようにした情報をすべての職員に提供する。

[16年度計画]

平成16年度において、一人一人の職員が業務運営の改善に積極的かつ自発的に取り組む風土の定着とさらなる拡大を図る。また、職員への業務運営等に関する情報提供を拡充し、情報発信の迅速化を図る。

[16年度業務実績]

- ・職員一人一人が、業務改善活動（小集団活動）に積極的・自発的に参加して、相互のコミュニケーションを図ることにより、業務遂行上の問題点等に気づき、これらの問題点等に対する解決案を自発的に提案する風土が全社的に定着した。また、管理職に対しては、リーダーとしての期待役割を正しく理解させるとともに部下育成と組織の活性化を図ることを目的に外部有識者によるコンサルティングを実施した。
- ・経営会議及び業務の運営状況やその改善状況等の情報を提供することで、職員一人一人に統一意識を持たせた。

## 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目標を達成するために取るべき措置

総論



#### [中期計画]

機構は、我が国の産業技術及びエネルギー・環境分野の中核的政策実施機関として、内外の最新の技術動向や政策動向を的確に把握しつつ、政策当局との密接な連携の下、「科学技術基本計画」、「科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」、「エネルギー基本計画」、「地球温暖化対策推進大綱」、経済産業省が定める「プログラム基本計画」、産学官連携に関する施策等の国の政策に沿って、研究開発事業の適切なマネジメントとその成果の普及、エネルギー・環境関連技術の開発とその導入・普及の促進を通じ、我が国の産業競争力の強化及び国民経済の発展並びに内外のエネルギー・環境問題の解決に貢献するものとする。その際、民間企業、大学、公的研究機関、地方の行政機関等と適切な連携を推進する体制を構築するとともに、これらの連携により事業を効率的に実施する。

また、内外の研究開発動向やエネルギー・環境問題に関する動向を体系的に把握するとともに、機構の事業の適切な実施に資する戦略的な企画立案を行う。更に、内外の最新の研究開発動向やエネルギー・環境問題に関する動向を把握するために、セミナーやシンポジウム等を積極的に開催するとともに、産業界各層及び有識者、大学、公的研究機関、地方の行政機関等との密接な情報交換を行う。

#### [16年度計画]

内外の最新の技術動向や政策動向を的確に把握しつつ、政策当局との密接な連携の下、「科学技術基本計画」、「科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」、「エネルギー基本計画」、「地球温暖化対策推進大綱」、経済産業省が定める「プログラム基本計画」、産学官連携に関する施策等の国の政策に沿って、研究開発事業の適切なマネジメントとその成果の普及、エネルギー・環境関連技術の開発とその導入・普及の促進を通じ、我が国の産業競争力の強化及び国民経済の発展並びに内外のエネルギー・環境問題の解決に貢献するため、平成16年度には、以下の通り(1)から(5)までの業務を実施する。

その際、民間企業、大学・公的研究機関等との間の適切な連携の推進、内外の研究開発動向やエネルギー・環境問題に関する動向の体系的な把握、機構の事業の適切な実施に資する戦略的な企画立案、内外の最新の研究開発動向やエネルギー・環境問題に関する動向把握のためのセミナーやシンポジウム等の積極的な開催、並びに産業界各層及び有識者との密接な情報交換に努める。

### (1) 研究開発関連業務

#### [中期計画]

- ・研究開発事業の推進に当たっては、(ア)大学や公的研究機関等から有望な技術シーズを発掘する提案公募事業、(イ)民間のみでは取り組むことが不可能な中長期かつリスクの高い研究開発プロジェクト事業、(ウ)産業技術及び新エネルギー・省エネルギー技術の実用化・企業化を促進する事業の3種の事業を、各技術分野の特性や、研究開発を取り巻く環境の変化を踏まえて適切に組み合わせ、我が国の産業競争力の強化を通じた経済活性化並びにエネルギー・環境問題の解決に貢献する。

#### [16年度計画]

研究開発関連業務として、我が国の産業競争力の強化を通じた経済活性化並びにエネルギー・環境問題の解決に貢献するよう、1)提案公募事業、2)中長期・ハイリスクの研究開発プロジェクト事業、3)実用化・企業化促進事業の3種の事業を組み合わせ実施する。

- ・研究開発の進捗、周囲の情勢変化等に応じ、年度途中でも柔軟に研究計画を変更することがあり得る。
- ・複数年度にわたって実施する事業について、適切な場合には、原則、中間評価年度をまたがない形で複数年度契約を行う。
- ・制度面・手続き面の改善につなげるため、制度ユーザーからのアンケートを実施する。

なお、研究計画の柔軟な変更に関連し、事業を加速化・拡充する場合は、めざましい研究成果をあげており、拡充により国際競争上の優位性が期待できるもの、内外の研究動向の変化のため、研究内容の早急な修正が必要なもの、国際標準の取得等のため、早急な追加研究が必要なもの、研究開発環境の変化や社会的要請等により緊急の研究が必要なもの、に特に配慮するものとする。

### (ア) 提案公募事業(大学・公的研究機関等を対象とするもの)

#### [中期計画]

大学・公的研究機関、国際研究者チーム等から、広範な視点から社会・産業のニーズに対応する有望な技術シーズを発掘する提案公募事業の実施に当たっては、我が国の産業競争力の強化やエネルギー・環境問題解決等の政策目的に合う案件の選定を確実かつ適時的に実現し、適切に推進する。

#### [16年度計画]

「産業技術研究助成事業」は、産業技術力強化のため、大学・公的研究機関等において取り組むことが産業界から期待される技術領域・技術課題を提示した上で、大学・公的研究機関等の若手研究者又は若手研究者チームから研究開発テーマを公募・選定し助成金を交付する。

平成16年度は、新規公募を年度内に2回行い、新規採択分予算に応じ提案内容の優れている研究開発テーマを採択するとともに、継続分218件の事業を実施する。加えて、77件の事後評価を実施する。

#### [16年度業務実績]

産業技術研究助成事業では、2回の公募の結果、提案のあった1,506件について厳正なテーマ選定を行い、120件を

採択した。また、平成 15 年度末で終了する事業に対し、これまでの事業実施の結果を踏まえ、助成期間の延長を希望する事業 16 件について審査し、14 件について 2 年の延長を行った。そのほか継続事業 204 件を併せて 338 件の研究に対し助成金を交付した。加えて、平成 17 年度事業に係る第 1 回公募を開始した。

#### [16 年度計画]

「国際共同研究助成事業」は、将来の産業創出のための基礎的、先導的かつ独創的な研究又はエネルギーで石油に代替するものの製造もしくは利用のための産業技術でその実用化を図ることが特に必要なものに対する優れた研究を行う国際共同研究チームに対し助成金を交付する。

平成 16 年度は、新規採択分予算に応じ提案内容の優れている研究開発テーマを採択するとともに、継続分 16 件の事業を実施する。また、中間評価として、3 件を実施し、結果を踏まえて適切な対処を行う。加えて、18 件の事後評価を実施する。

#### [16 年度業務実績]

国際共同研究助成事業では、公募の結果、提案のあった 211 件について厳正なテーマ選定を行い、6 件を採択した。継続事業 16 件を併せて 22 件の研究に対し助成金を交付した。

### ( 企画及び公募段階 )

#### [中期計画]

ホームページ等のメディアの最大限の活用等により公募を実施する。また、公募に際しては、機構のホームページ上に、公募開始の 1 ヶ月前（緊急的に必要なものであって事前の周知が不可能なものを除く）には公募に係る事前の周知を行う。また、地方の提案者の利便にも配慮し、地方での公募説明会を積極的に開催する。

#### [16 年度計画]

上記事業の実施に当たっては、我が国の産業競争力の強化やエネルギー・環境問題解決等の政策目的に適う案件の選定を確実かつ適時的に実現し、適切に推進するため、以下に留意するものとする。

- ・ホームページ等のメディアの最大限の活用等により公募を実施する。また、公募に際しては、機構のホームページ上に、公募開始の 1 ヶ月前（緊急的に必要なものであって事前の周知が不可能なものを除く）には公募に係る事前の周知を行う。また、産業技術研究助成事業については、地方の提案者の利便性にも配慮し、地方での公募説明会を積極的に開催する。

#### [16 年度業務実績]

平成 16 年度事業及び平成 17 年度事業に係る企画及び公募を行うに当たり、以下の事項を実施した。

a) 全ての案件について公募開始 1 ヶ月前の事前周知を実施し、積極的な地方での公募説明・個別相談会を実施した。

#### ・産業技術研究助成事業

平成 16 年度第 1 回

事前周知：平成 15 年 12 月 15 日

公募開始：平成 16 年 1 月 16 日

公募締切：平成 16 年 3 月 16 日

全国各地（札幌、仙台、金沢、東京、名古屋、大阪、神戸、広島、高松、福岡）での説明会の開催

平成 16 年度第 2 回

事前周知：平成 16 年 3 月 31 日

公募開始：平成 16 年 6 月 30 日

公募締切：平成 16 年 8 月 31 日

全国各地（札幌、新潟、川崎、草津、京田辺、大阪、福岡、熊本）での説明・個別相談会の開催

平成 17 年度第 1 回

事前周知：平成 16 年 12 月 15 日

公募開始：平成 17 年 1 月 19 日

公募締切：平成 17 年 3 月 18 日

全国各地（札幌、秋田、仙台、川崎、名古屋、京都、大阪、広島、高松、福岡、鳥栖）での説明・個別相談会の開催

#### ・国際共同研究助成事業

平成 16 年度

事前周知：平成 16 年 3 月 19 日

公募開始：平成 16 年 4 月 19 日

公募締切：平成 16 年 6 月 18 日

全国各地（札幌、名古屋、大阪、高松、福岡）での説明会の開催

平成 17 年度

事前周知：平成 17 年 3 月 18 日

#### [中期計画]

機構外部からの幅広い分野の優れた専門家・有識者の参画による、客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。その際、基礎的・基盤的なものから、広範な産業への波及効果が期待できるものまで、将来の産業シーズとして広く技術的ポテンシャルを有する案件が採択されるよう適切な選定プロセスを構築する。適切な選定プロセスの構築に資するため、総合科学技術会議における議論を踏まえ、機構内部にプログラムオフィサーを設置する。

[16 年度計画]

・機構外部からの幅広い分野の優れた専門家・有識者の参画による、客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。その際、基礎的・基盤的なものから、広範な産業への波及効果が期待できるものまで、将来の産業シーズとして広く技術的ポテンシャルを有する案件が採択されるよう適切な選定プロセスを構築する。

[16 年度業務実績]

産業技術研究助成事業では、適切な選定プロセス構築のためプログラムオフィサーを機構内部に 4 名（関連業務に携わる職員 8 名を含めると 12 名）配置した。

[中期計画]

選定結果の公開と不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行う。

[16 年度計画]

選定結果の公開と不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行う。

[16 年度業務実績]

公募に係る応募状況及び選定結果の公開とともに、不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行った。

[中期計画]

所属機関や経験年数等にとらわれず、若手研究者や地方の大学や公的研究機関の優れた提案を確実に発掘する。その際、資金供給先の不必要な重複や特定の研究者への集中を排除するよう配慮する。

[16 年度計画]

所属機関や経験年数等にとらわれず、若手研究者や地方の大学や公的研究機関の優れた提案を確実に発掘する。その際、資金供給先の不必要な重複や特定の研究者への集中を排除するよう配慮する。

[16 年度業務実績]

所属機関や経験年数等にとらわれずに若手研究者の優れた研究開発テーマを確実に発掘するため、提案書様式や評価項目の見直しを行った。

[中期計画]

採択件数の少ない事業を除き、年度の枠にとらわれない随時の応募受付と年間複数回の採択を実現する。加えて、採択時期によって研究期間に差が出ることをないよう、交付決定日を起点とする事業期間を確保する等の運用の弾力化を図る。

[16 年度計画]

採択時期によって研究期間に差が出ることをないよう、交付決定日を起点とする事業期間を確保する等の運用の弾力化を図る。

[16 年度業務実績]

採択時期によらず、一定の事業期間を確保する交付決定を行った。

### （業務実施段階）

[中期計画]

交付申請事務・確定事務等に係る申請者・補助事業実施者の事務負担を極力軽減する。2～3 年間程度の期間の案件が大宗であることに留意し、実施者側から目標達成に向けた明確なコミットメントが得られる場合には、2 年間程度の複数年度交付決定を導入する。また、十分な審査期間を確保した上で、公募締切から 90 日以内（国際研究者チームを対象とする事業にあっては 120 日）での採択決定を行う（平成 14 年度実績 92 日、（国際研究者チームを対象とする事業 134 日））。

制度面・手続き面の改善を毎年度着実にを行い、毎年、制度利用者からのアンケートを実施し、7 割以上の回答者から肯定的な回答を得る。

[16 年度計画]

交付申請事務・確定事務等に係る申請者・補助事業実施者の事務負担を極力軽減する。2～3 年間程度の期間の案件が大宗であることに留意し、実施者側から目標達成に向けた明確なコミットメントが得られる場合には、2 年間程度の複数年度交付決定を導入する。また、十分な審査期間を確保した上で、公募締切から 90 日以内、国際共同研究助成事業にあっては 120 日以内）での採択決定を行う。

[16 年度業務実績]

産業技術研究助成事業、国際共同研究助成事業ともに複数年度交付決定を行った。また、産業技術研究助成事業では、公募締切から 90 日以内、国際共同研究助成事業では、公募締切から 120 日以内での採択決定を行った。

### （評価とフィードバック）

[中期計画]

実施期間中に機構外部の専門家・有識者を活用した案件評価を適切な手法で実施するとともに、その結果をもとに、評価の指摘に対応した案件の縮小・中止・見直し等を迅速に行う。特に、中間時点での評価結果が一定水準に満たない案件については、抜本的な改善策が無いものは中止する。

これら事業の実施に基づく査読済み研究論文の発表数を、中期目標期間中に 1000 本以上とする（平成 14 年度実績 産業技術研究助成事業 194 件）。また、この結果を対外的に公表する。加えて、これら事業の研究成果の質の向上

を図り、将来の産業競争力強化につながると期待される案件を積極的に産業界に提示する。

[16年度計画]

上記事業の実施に基づく査読済み研究論文の発表数を、200本程度とする。また、この結果を対外的に公表する。加えて、上記事業の研究成果の質の向上を図り、将来の産業競争力強化につながると期待される案件を積極的に産業界に提示する。

[16年度業務実績]

査読済み研究論文の発表数は253本あった。

産業技術研究助成事業では終了直前、国際共同研究助成事業では終了後の事業について、世の中に広く成果を広報し、産業界のニーズとのマッチングを図るため、「平成16年度研究助成事業成果報告会」を開催した。(1月18日、19日)本報告会において、特別プログラムとしてパネルディスカッション「NEDO研究助成と産学連携の在り方について」を開催し、産学連携の第一人者によるディスカッションの場を設けた。

また、将来の産業競争力強化につながると期待される事業を積極的に産業界に提示するため、研究者と民間企業とのマッチングを目的とした「次世代技術シーズ懇話会」を5回開催した。

加えて、「イノベーション・ジャパン2004」に出展し、産業技術研究助成事業の成果を広く一般に公開した。

## (イ) 中長期・ハイリスクの研究開発事業

[中期計画]

中長期・ハイリスクの研究開発事業は、民間のみでは取り組むのが不可能な中長期かつリスクの高い技術テーマにつき、民間の能力を活用して機構が資金負担を行うことによりその研究開発を推進するものである。このため、国際的な研究開発動向、我が国産業界の当該技術分野への取組状況や国際競争力の状況、エネルギー需給の動向、当該技術により実現される新市場・新商品による我が国国民経済への貢献の程度、産業技術政策や新エネルギー・省エネルギー政策の動向、国際貢献の可能性等を十分に踏まえつつ、適切なプロジェクト・採択案件の選定と着実な推進を図るものとする。

なお、産業投資特別会計から出資を受けて実施する業務については収益の可能性がある場合等に限定し、知的財産の形成等のパブリックリターンの構築がなされるような案件につき研究開発を行うものとする。

[16年度計画]

中長期・ハイリスクの研究開発プロジェクト事業として、【技術分野毎の計画】(後述)に記述される研究開発事業(研究開発プログラムに基づく研究開発プロジェクト、フォーカス21(F21)事業、課題設定型助成事業を含む。)を実施する。

[16年度業務実績]

研究開発投資の効率化・重点化を図る観点から、研究開発の現場に密着し、250名以上の産学官の専門家を糾合することにより電子、バイオ、ナノ等の主要18分野について、経済産業省、独立行政法人産業技術総合研究所と協力して技術戦略マップを策定した。

## (企画及び公募段階)

[中期計画]

プロジェクトについては、産業競争力強化への貢献度や、可能な限り費用対効果の観点を含めた事前評価を実施し、費用を上回る効果が見込まれるものに限定するなど、評価結果を反映させる。また、これらプロジェクトについて、経済産業省が定めるプログラム基本計画等に沿って、産業界・学术界等の外部有識者との意見交換を行い、適切なプロジェクト基本計画を策定する。プロジェクト基本計画には、プロジェクト終了時点での最終目標を極力定量的かつ明確に記述し、基礎的・基盤的性格の事業の場合であっても、「出口イメージ」を明確に記述するものとする。

[16年度計画]

平成15年度に策定した事前評価の実施方針に基づき、原則、新規事業については全て事前評価を実施する。また、新規プロジェクトについては、「出口イメージ」を明確にした適切なプロジェクト基本計画(課題設定型助成事業の場合は、技術開発課題。以下次項において同じ。)を策定する。

[16年度業務実績]

33件の新規プロジェクト又は課題設定型助成事業について事前評価を実施した。事前評価を実施するにあたっては、産業界・学术界等の外部有識者との意見交換を積極的に行うとともに、その中の24件については、「NEDOPOST」と称して年間3回、広く一般からも意見の受け付けを行った。これらを総合的に勘案してプロジェクト基本計画又は技術開発課題を策定した。

[中期計画]

5年間以上の期間を要するプロジェクトについては、プロジェクト基本計画上、3年目を目途とした中間時点での中間目標を極力定量的かつ明確に記述する。

[16年度計画]

5年間以上の期間を要するプロジェクトについては、プロジェクト基本計画上、3年目を目途とした中間時点での中間目標を極力定量的かつ明確に記述する。

[16年度業務実績]

基本計画を策定したもののうち、計画期間が5年以上になる14件のプロジェクトについては、中間時点での定量的な中間目標を設定した。

[中期計画]

ホームページ等のメディアの最大限の活用等により公募を実施する。また、公募に際しては、機構のホームページ上に、公募開始の1ヶ月前（緊急的に必要なものであって事前の周知が不可能なものを除く）には公募に係る事前の周知を行う。

[16年度計画]

新規プロジェクトについて、ホームページ等のメディアを最大限活用しつつ、公募開始の1ヶ月前には公募に係る事前の周知を行う。

[16年度業務実績]

平成17年度新規プロジェクトの公募については29件（対象の94%）について、ホームページ上において公募1ヶ月前の事前周知を実施した。

[中期計画]

機構外部の優れた専門家・有識者の参画による、客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。その際、より市場創出効果・雇用創造効果等が大きく、広範な産業への高い波及効果を有し、中長期的視点から我が国の産業競争力の強化に資する案件あるいは内外のエネルギー・環境問題の解決に貢献する案件を選定する。

[16年度計画]

機構外部からの幅広い分野の優れた専門家・有識者の参画による、客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。

[16年度業務実績]

新規プロジェクト等に係る事業者の選定に当たっては、公募の際にあらかじめ公開した審査・採択基準を用い、機構外部の優れた専門家・有識者を評価者として評価を実施した。

[中期計画]

選定結果の公開と不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行う。

[16年度計画]

選定結果の公開と不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行う。

[16年度業務実績]

不採択者に対しては、全件、不採択とした明確な理由を付して不採択通知を実施した。

[中期計画]

集中研究方式のプロジェクトにおいては全て、分散研究方式のものについても設置が適切なものの全てにつき、指導力と先見性を有するプロジェクトリーダーを選定し、ベテラン、中堅、若手各層の実力者までの適切な研究開発チーム構成を実現する。プロジェクトリーダーは、機構内部との明確な役割分担に基づき、当該プロジェクトの推進に必要なかつ十分な権限と責任を負うような制度を構築する。

[16年度計画]

集中研究方式の全てのプロジェクト、及び分散研究方式のものについても設置が適切なものにつき、プロジェクトリーダーを選定し、適切な研究開発チーム構成を実現する。プロジェクトリーダーは、機構内部との明確な役割分担に基づき、当該プロジェクトの推進に必要なかつ十分な権限と責任を負うような制度を構築する。

[16年度業務実績]

新規プロジェクト等について、プロジェクトリーダーを選定するとともに、プロジェクト業務運営への参画に係る責務や機構との役割分担を明確化した「了解事項メモ」を締結した。技術指導謝金制度等についてマニュアル等を整備し、プロジェクトリーダー制度の着実な運用を図った。

[中期計画]

プロジェクトについては、その性格や目標に応じ、企業間の競争関係や協調関係を活用した適切な研究開発体制の構築を行う。特に、真に必要な役割を担うものを除き研究管理法人を経由するものは極力少数とするとともに、真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定し、安易な業界横並び体制に陥ることのないよう留意する。

[16年度計画]

新規プロジェクトについて、その性格や目標に応じ、企業間の競争関係や協調関係を活用した適切な研究開発体制の構築を行う。特に、安易な業界横並び体制に陥ることのないよう留意する。

[16年度業務実績]

プロジェクト等の実施者の選定にあたっては、プロジェクト等の性格を勘案しつつ、特に実用化段階に近い場合にあっては、プロジェクト等実施者の相互関係に留意するなど、安易な業界横並び体制を避け、適切な実施体制の構築に努めた。

（業務実施段階）

[中期計画]

契約・申請・確定事務等に係る民間の事務負担を極力軽減するとともに、研究開発資産等の事業終了後の有効活用を図る。5年間程度の期間の案件が大宗であることに留意し、受託者・補助事業者側から目標達成に向けた明確なコミッ

トメントが得られる場合には、最長3年間程度の複数年度契約・交付決定を導入する。また、応募総数が多い場合等、特段の事情がある場合を除き、公募締切から原則45日以内での採択決定を行う(平成14年度実績50日～80日)とともに、継続案件については契約締結に要した期間を30%短縮する(平成15年度実績3ヶ月程度)。

委託先の事情により適用できない場合等を除き、委託事業における日本版バイドール条項の適用比率を100%とする(平成14年度実績ほぼ100%)ことにより研究開発実施者の事業取組へのインセンティブを高めるとともに、委託先に帰属する特許権等について、委託先における企業化の状況及び第三者への実施許諾の状況等につき毎年調査し、適切な形で対外的に公表する。

制度面・手続き面の改善を毎年度着実にを行い、毎年、制度利用者からのアンケートを実施し、7割以上の回答者から肯定的な回答を得る。

[16年度計画]

契約・申請・確定事務等に係る民間の事務負担を極力軽減するとともに、研究開発資産等の事業終了後の有効活用を図る。5年間程度の期間の案件が大宗であることに留意し、受託者・補助事業者側から目標達成に向けた明確なコミットメントが得られる場合には、最長3年間程度の複数年度契約・交付決定を行う。また、応募総数が多い場合等、特段の事情がある場合を除き、公募締切から原則45日以内での採択決定を行うとともに、継続案件については契約締結に要した期間を平成15年度上期比20%短縮する。

委託先の事情により適用できない場合等を除き、委託事業における日本版バイドール条項の適用比率を100%とすることにより研究開発実施者の事業取組へのインセンティブを高めるとともに、委託先に帰属する特許権等について、委託先における企業化の状況及び第三者への実施許諾の状況等につき毎年調査し、適切な形で対外的に公表する。

[16年度業務実績]

平成17年度以降の事業者の事務負担の軽減化を図るべく、( )公募時又は契約締結時等の提出種類の削減、( )変更手続きの簡素化、( )一般管理費率適用の簡便化、( )複数年度契約(交付決定)の効果的運用等について検討を行い、平成17年度以降の研究開発事業に係る契約・交付決定に適用することを決定、事業者に対する説明会の開催等により広く周知した。

研究開発委託の総契約数約1,600件のうち、単年度契約は約300件に対して複数年度契約は約1,300件であった。

また、継続案件の契約締結に要する期間の短縮に努め、国立大学法人化で契約書のセットが遅れた国立大学法人等を除き、全体の約7割の事業において中期計画目標値である契約締結期間30%短縮(60日以内)を達成した。また、平成16年度計画である平成15年度上期比20%短縮(72日以内)については、平均所要日数では概ね計画を達成することができた。

平成16年度に公募を実施した研究開発プロジェクト並びに課題設定型助成事業について、45日以内で受託者・交付先の採択決定を行ったものは35事業中29事業(94%)であった。

2月9日から2月25日にかけて、委託、課題設定型助成を対象とした業務改善に係る説明会を全国6箇所(東京、名古屋、大阪、福岡、札幌、仙台)で合計17回開催し、1,351名にご参加いただいた。

垂直連携型のプロジェクト体制、ページゲート方式の導入、プロジェクト間連携の促進等、プロジェクトマネジメントの高度化に取り組んだ。NEDO委託・助成事業実施者の事務負担の軽減化について、100社ヒアリング及びアンケート調査の結果を踏まえて、業務改善タスクフォースにおいて見当を行い、改善策を平成17年度以降の契約・交付決定に適用することを決定、関係者への説明会開催を行った。

100%日本版バイドール化、委託先に属する特許権等の企業化状況調査及び第三者への実施許諾状況調査を実施し、その結果を公表した。

制度利用者を対象にアンケートを実施したところ、当機構の制度改善に係る全体的な取り組みについて、制度利用者の9割以上から「満足している」との肯定的回答を得るとともに、今年度から導入した「事業者の資金需要に柔軟に対応する概算払い」や「専従研究者要件の緩和」等個別の改善事項について理解している者の約9割から「改善と思う」と肯定的評価を得た。

しかし、一方で「良く知らない」との回答が各項目とも3割程度あり、制度に関し、今後より一層の周知を図ることとした。

## (評価とフィードバック)

[中期計画]

機構外部の専門家・有識者を活用したプロジェクト・採択案件の評価を適切な手法で実施するとともに、その結果をもとにプロジェクト等の加速化・縮小・中止・見直し等を迅速に行う。特に、5年間程度以上の期間を要するプロジェクト等については、3年目を目途とする中間評価を必ず実施するものとする。また、特に中間評価結果が一定水準に満たないプロジェクト等については、抜本的な改善策等が無いものは原則として中止する。

[16年度計画]

中間評価につき、技術分野毎の計画の事業別記述に基づき実施するとともに、その結果をプロジェクト等の加速化・縮小・中止・見直し等に適切に反映する。

[16年度業務実績]

プロジェクト等29件について中間評価を実施し、適切に加速化・縮小・中止・見直し等を施し、迅速に平成16年度契約額に反映させる等の対応を実施した。

また、極めて大きな成果を挙げており、研究の更なる加速により国際競争力の優位性の確立が期待できる等加速すべきテーマ・プロジェクト等51件について、事前留保した事業費の一部を追加的に配分し、年度途中の拡充ニーズに対

応した。

#### [中期計画]

機構外部の専門家・有識者を活用した事後評価において、技術的成果、実用化見通し、マネジメント等を評価項目とし、別途公表される計算式に基づき8割以上が「合格」(平成14年度実績76.9%)、6割以上が「優良」(平成14年度実績53.8%)との評価を得る。また、この結果を対外的に公表する。

#### [16年度計画]

平成15年度終了研究開発プロジェクト31件に関し、平成16年度に事後評価を行ったものについて、技術的成果、実用化見通し、マネジメント等を評価項目とし、評点法を用いて「合格」「優良」(\*)との評価を得たプロジェクトがどの程度あるかを計算し、対外的に公表する。

(\*)原則として、研究成果及び実用化の見通しをそれぞれ3点(優)、2点(良)、1点(可)、0点(不可)で評価者に評価してもらい、それぞれ平均得点を算出した上で、との和が4.0点以上であれば「優良」、3.0以上であれば「合格」とする。

#### [16年度業務実績]

平成15年度終了プロジェクト等30件の事後評価を行ったところ、合格28件(93%)、優良23件(77%)であった。

#### [中期計画]

特許出願件数を中期目標期間中に、真に産業競争力の強化に寄与する発明か等、その質の向上に留意しつつ、国内特許については5,000件以上(平成14年度実績830件)、海外特許については1,000件以上(平成14年度実績169件)とする。また、この結果を対外的に公表する。

#### [16年度計画]

真に産業競争力の強化に寄与する発明か等、その質の向上に留意しつつ、平成16年度における特許出願件数を国内特許については1,000件以上、海外特許については200件以上とする。また、この結果を国内特許、海外特許に分けてとりまとめ、対外的に公表する。

#### [16年度業務実績]

国内特許1,021件、海外特許77件の出願を実施した。

## (ウ) 実用化・企業化促進事業

#### [16年度計画]

「産業技術実用化開発助成事業」は、実用化開発を行う民間企業等から広くテーマを公募し、研究開発終了後3年以内で企業化できる、優れた提案に対し助成金を交付する。また、大学等発ベンチャー、民間企業スピンオフベンチャー等の研究開発型ベンチャーが行う実用化開発について、補助率を優遇して実施する。また研究開発型ベンチャーを中心とした民間企業による共同研究体制を組む企業群についても本助成事業の対象とする。

平成16年度は、新規公募を年度内に2回行い、新規採択予算に応じ提案内容の優れている研究開発テーマを採択するとともに、継続分35件の事業を実施する。また、平成15年度採択分29件を対象に中間評価を、平成15年度に終了した63件について事後評価をそれぞれ実施し、結果を踏まえて適切な対応を行う。

#### [16年度業務実績]

産業技術実用化開発助成事業においては、平成16年度事業にかかる2回の公募の結果提案のあった308件について厳正なテーマ評価を行った結果58件を採択するとともに、継続分25件を合わせて83件のテーマに対し助成金の交付を行った。また、平成17年度事業にかかる新規公募を行った。

100社インタビュー等を踏まえ、産業界のニーズの高かった、企業における基礎的な研究開発に対する支援を対象として追加することを決定し、「次世代戦略技術実用化助成制度」の創設を決定、開始した。

#### [16年度計画]

「大学発事業創出実用化研究開発事業」は、大学等の技術シーズを活用した事業化を希望する企業からのマッチング資金の確保が可能な技術移転機関(TLO)等からの公募申請に基づき、優れた提案に対し、当該マッチングによって実施する研究開発等に必要経費の一部を助成する。

平成16年度は、新規公募を年度内に2回行い、新規採択予算に応じ提案内容の優れている研究開発テーマを採択するとともに、継続分47件の事業を実施する。また、平成15年度採択分8件を対象に中間評価を、平成15年度に終了した13件について事後評価をそれぞれ実施し、結果を踏まえて適切な対応を行う。

#### [16年度業務実績]

大学発事業創出実用化研究開発事業においては、平成16年度事業にかかる2回の公募の結果提案のあった162件について厳正なテーマ評価を行った結果76件を16年度新規採択分として採択するとともに、継続分37件を併せて113件のテーマに対し助成金の交付を行った。また、平成17年度事業にかかる新規公募を行った。

#### [16年度計画]

「国民の健康寿命延伸に資する医療機器等の実用化開発」は、健康で安心して暮らせる社会を実現するために、がん・心疾患・骨折・痴呆・脳卒中・糖尿病等、近年急増している疾患の予防・健康管理、診断・計測、治療・再生・生体機能代行を可能とする医療機器等の民間企業等が行う実用化段階の開発について支援する。

平成 16 年度は、新規公募を年度内に 1 回行い、新規採択予算に応じ提案内容の優れている研究開発テーマを採択するとともに、継続分 4 件の事業を実施する。

[16 年度業務実績]

国民の健康寿命延伸に資する医療機器等の実用化開発においては、公募の結果提案のあった 18 件について厳正なテーマ評価を行った結果 4 件を採択するとともに、継続分 3 件を合わせて 7 件のテーマに対して助成金の交付を行った。

[16 年度計画]

「福祉用具実用化開発推進事業」は、優れた技術や創意工夫ある福祉用具実用化開発を行う民間企業等に対し、公募を行い、助成事業者を選定し、福祉用具実用化開発費助成金を交付する。

平成 16 年度は、新規公募を年度内に 1 回行い、新規採択予算に応じ提案内容の優れている研究開発テーマを採択するとともに、継続分 5 件の事業を実施する。

[16 年度業務実績]

福祉用具実用化開発推進事業においては、追加公募を含む 2 回の公募の結果、提案のあった合計 131 件について厳正なテーマ評価を行い、その結果 10 件を採択するとともに、継続分 5 件を合わせて 15 件のテーマに対し助成金の交付を行った。

[16 年度計画]

「エネルギー使用合理化技術戦略的開発（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）」は、経済産業省「省エネルギー技術戦略」に沿って、エネルギー需要側の課題（技術ニーズ）を克服するため、産業、民生（家庭・業務）、運輸の各部門において、民間企業等から幅広く研究テーマの公募を行い、省エネルギー技術の先導研究から実用化開発、実証研究までを戦略的に行うべく研究テーマを選定する。

本事業は、基盤研究開発（先導研究フェーズ）、実用化研究開発（実用化開発フェーズ）、実証研究開発（実証研究フェーズ）のフェーズにおいてニーズ側の戦略マップに基づく各技術フィールドの開発を戦略的に行うものである。

また、実用化開発フェーズ及び実証研究フェーズについて、事業終了後 3 年間以上経過した時点での実用化達成率を 40%とする。

平成 16 年度は、平成 15 年度までに実施中のテーマ公募型及び課題設定型を合わせた、継続分 29 件の事業を実施し、上述の方針に沿って、先導研究フェーズと併せてテーマの公募を行う。

[後掲：エネルギー使用合理化技術戦略的開発（先導研究フェーズ）については、【(イ) 中長期・ハイリスクの研究開発事業】の【技術分野毎の計画】< 5 > エネルギー分野 省エネルギー技術 非プログラム プロジェクト・事業《2》参照]

[16 年度業務実績]

エネルギー使用合理化技術戦略的開発（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）

実用化開発フェーズにおいては、公募の結果提案のあった 31 件について厳正なテーマ評価を行った結果 8 件を採択するとともに、継続分 22 件と合わせて 30 件のテーマについて事業を行った。

このうち、低消費電力 SiC パワーモジュールの開発に追加的に予算を配分した。これにより、研究開発目標達成に不可欠な SiC-MOSFET のオン抵抗低減に向けた素子試作、評価回数を増やすことが可能となった。これにより、より多くの素子パラメータ、プロセスパラメータ等の条件を検討し、構造、プロセスへのフィードバックすることができ、オン抵抗 12.9mΩ/cm<sup>2</sup>、耐圧 1200V の世界最高水準の SiC-MOSFET を実現することができた。また、ショットキーダイオードにおいて終端構造のパラメータ決定のための試作、評価を行い、耐圧 1200V 以上を達成した。これらにより平成 16 年度目標を前倒して達成するとともに、モジュールへの適用検討を早期に行うことが可能となった。

実証研究フェーズでは、公募の結果提案のあった 8 件について厳正なテーマ評価を行い、4 件を採択し、継続分 6 件と合わせて 10 件のテーマについて事業を行った。

## （企画・公募段階）

[中期計画]

ホームページ等のメディアの最大限の活用等により公募を実施する。また、公募に際しては、機構のホームページ上に、公募開始の 1 ヶ月前（緊急的に必要なものであって事前の周知が不可能なものを除く）には公募に係る事前の周知を行う。また、地方の提案者の利便にも配慮し、地方での公募説明会を積極的に開催する。

[16 年度計画]

ホームページ等のメディアの最大限の活用等により公募を実施する。また、公募に際しては、機構のホームページ上に公募開始の 1 ヶ月前（緊急的に必要なものであって事前の周知が不可能なものを除く）には公募に係る事前の周知を行う。また、「産業技術実用化開発助成事業」及び「大学発事業創出実用化研究開発事業」については、地方の提案者の利便性にも配慮し、地方での公募説明会を積極的に開催する。

[16 年度業務実績]

全ての案件について公募開始 1 ヶ月前事前周知するとともに、一部の制度では経済産業省の地方経済産業局と連携した公募説明会及び個別相談等を実施した。

・産業技術実用化開発助成事業

平成 16 年度第 1 回

事前周知：平成 16 年 1 月 5 日

公募開始：平成 16 年 2 月 5 日



- 公募締切：平成16年4月9日  
 全国10会場での公募説明会の開催（川崎、仙台、金沢、福岡、札幌、名古屋、広島、大阪、沖縄、高松）
- 平成16年度第2回  
 事前周知：平成16年7月1日  
 公募開始：平成16年8月2日  
 公募締切：平成16年9月29日  
 全国9会場での公募説明会の開催（川崎、札幌、盛岡、富山、京都、岡山、高知、鹿児島、沖縄）
- 平成17年度第1回  
 事前周知：平成17年1月7日  
 公募開始：平成17年2月4日  
 公募締切：平成17年4月6日  
 全国12会場での公募説明会の開催（川崎、札幌、仙台、さいたま、名古屋、富山、大阪、広島、高松、松山、福岡、沖縄）
- ・大学発事業創出実用化研究開発事業
    - 平成16年度第1回
      - 事前周知：平成16年1月5日
      - 公募開始：平成16年2月12日
      - 公募締切：平成16年4月14日
      - 全国10会場での公募説明会の開催（川崎、仙台、金沢、福岡、札幌、名古屋、広島、大阪、沖縄、高松）
    - 平成16年度第2回
      - 事前周知：平成16年7月1日
      - 公募開始：平成16年8月2日
      - 公募締切：平成16年10月14日
      - 全国9会場での公募説明会の開催（川崎、札幌、盛岡、富山、京都、岡山、高知、鹿児島、沖縄）
    - 平成17年度第1回
      - 事前周知：平成17年1月7日
      - 公募開始：平成17年2月18日
      - 公募締切：平成17年4月18日
      - 全国12会場での公募説明会の開催（川崎、札幌、仙台、さいたま、名古屋、富山、大阪、広島、高松、松山、福岡、沖縄）
      - 全国10会場での公募説明会の開催（川崎、仙台、金沢、福岡、札幌、名古屋、広島、大阪、沖縄、高松）
      - 全国10会場での公募説明会の開催（川崎、仙台、金沢、福岡、札幌、名古屋、広島、大阪、沖縄、高松）
  - ・国民の健康寿命延伸に資する医療機器・生活支援機器等の実用化開発
    - 事前周知：平成16年2月24日
    - 公募開始：平成16年3月29日
    - 公募締切：平成16年5月7日
    - 川崎での説明会の開催
  - ・福祉用具実用化開発推進事業
    - 平成16年度第1回
      - 事前周知：平成15年11月21日
      - 公募開始：平成15年12月26日
      - 公募締切：平成16年2月3日
    - 平成16年度第2回
      - 事前周知：平成16年7月9日
      - 公募開始：平成16年8月26日
      - 公募締切：平成16年9月9日
      - 全国8会場での説明会の開催（仙台、札幌、大阪、福岡、高松、池袋、広島、名古屋）
      - 第1回、第2回、合計で131件の応募があり、10件の新規案件を採択し、継続案件5件を含め15件を助成した。
  - ・エネルギー使用合理化技術戦略的開発（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）
    - 事前周知：平成16年3月29日
    - 公募開始：平成16年4月19日
    - 公募締切：平成16年5月27日
    - 全国2会場での説明会の開催（東京、大阪）

[中期計画]

機構外部からの幅広い分野の優れた専門家・有識者の参画による、客観的な審査基準に基づく公正な選定を行う。特に、本事業では比較的短期間で技術の実用化・市場化を行うことを目的とするものであることに留意し、達成すべき技術目標や実現すべき新製品の「出口イメージ」が明確で、我が国の経済活性化やエネルギー・環境問題の解決により直接的で、かつ大きな効果を有する案件を選定する。

[16年度計画]

機構外部からの幅広い分野の優れた専門家・有識者の参画による、客観的な審査・採択基準に基づく公平な選定を行う。特に、本事業では比較的短期間で技術の実用化・市場化を行うことを目的とするものであることに留意し、達成すべき技術目標や実現すべき新製品の「出口イメージ」が明確な案件を選定するとともに、「産業技術実用化開発助成事業」、「大学発事業創出実用化研究開発事業」及び「エネルギー使用合理化技術戦略的開発（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）」については、我が国の経済活性化やエネルギー・環境問題の解決により直接的で、かつ大きな効果を有する案件を選定する。

#### [16年度業務実績]

機構外部からの幅広い分野の優れた専門家・有識者の参画による、客観的な審査・採択基準に基づく公平な選定を行った。また、達成すべき技術目標や実現すべき新製品の「出口イメージ」が明確な案件を選定するべく、提案書への該当事項の記述を求めるとともに、事業化の観点から評価を行うことができる外部専門家により評価を行う等の対応を図った。更には、「産業技術実用化開発助成事業」、「大学発事業創出実用化研究開発事業」及び「エネルギー使用合理化技術戦略的開発（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）」については、我が国の経済活性化やエネルギー・環境問題の解決により直接的で、かつ大きな効果を有する案件を選定すべく、公募及び審査において適切な対応を施した。

#### [中期計画]

選定結果の公開と不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行う。

採択件数の少ない事業を除き、年間複数回の採択を実現する。

#### [16年度計画]

選定結果の公開と不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行う。2年間程度の複数年交付決定を必要に応じ導入する。また、採択決定に当たって、十分な審査期間を確保した上で、原則として公募締切から70日程度での採択決定を目標とし、事務の合理化・迅速化を図る。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は公募に係る選定結果の公開と不採択案件応募者に対する明確な理由の通知を行った。公募開始から70日以内に採択決定を行った。採択したテーマについては、複数年度契約を行った。

### （業務実施段階）

#### [中期計画]

交付申請・契約・確定事務等に係る民間の事務負担を極力軽減する。2～3年の期間の案件が大宗であることに留意し、2年間程度の複数年度契約・交付決定を必要に応じ導入する。また、公募締切から70日以内での採択決定を目標とし、事務の合理化・迅速化を図る（平成15年度80日程度）。

制度面・手続き面の改善を毎年度着実にを行い、毎年、制度利用者からのアンケートを実施し、7割以上の回答者から肯定的な回答を得る。

#### [16年度業務実績]

大学発事業創出実用化研究開発事業では、複数年交付決定を行った。

### （評価とフィードバック）

#### [中期計画]

機構外部の専門家・有識者を活用した厳正な技術評価・事業評価を適時適切に実施するとともに、その結果をもとに事業の縮小・中止・見直し等を迅速に行う。特に、中間時点での評価結果が一定水準に満たない案件については、抜本的な改善策等が無いものは原則として中止する。

#### [16年度業務実績]

産業技術実用化開発助成事業では、16年度で終了する事業者に対し、これまでの事業実施の結果を踏まえ、1年間の延長を希望する事業について評価を実施し平成14年度採択テーマのうち6件、平成15年度26件、計32件の事業について1年間の延長を行った。

大学発事業創出実用化研究開発事業では、中間評価8件を実施し、うち5件に対して継続にあたり研究計画に評価コメントをフィードバックする等の対応をとった。

福祉用具実用化開発推進事業では、15年度で終了する事業3件及び16年度で終了する事業3件合計6事業に対し中間報告会を実施したほか、14年度で終了した11件の事業者に対し、事後評価を行った。

エネルギー使用合理化技術戦略的開発（実用化開発フェーズ）における15年度採択11テーマの中間評価を行い、その結果全テーマ研究を継続することとした。

同（実証研究フェーズ）においては、16年度末に実施した中間評価の結果、4プロジェクトとともに、引き続き17年度まで研究を継続し、事業化を目指すこととした。

なお、実用化フェーズ・実証フェーズにおいて16年度終了した13プロジェクト（提案公募型）及び三重効用高性能吸収式冷温水機の開発（課題設定型）については平成17年5～6月に事後評価を行う予定である。

#### [中期計画]

事業終了後、3年間以上経過した時点での実用化達成率を40%とする（平成14年度実績33.3%）。また、この結果を公表する。

#### [16年度計画]

平成15年度以降に事業が終了する研究開発テーマにおいて、事業終了後3年間以上経過した時点での実用化達成率

が、i) ~ )の事業の全体で40%を越えるべく、引き続き評価とそのフィードバックを行う等の事業運営上の適切な対処を図る。

[16年度業務実績]

平成15年10月以降に事業が終了したテーマについては、3年以上が経過していないため、実用化達成率の計算は行わない。参考として、特殊法人時代に終了したテーマのうち事業終了後3年を経過したものについて、実用化達成率を計算したところ、35%となった。

産業技術実用化開発助成事業及び大学発事業創出実用化研究開発事業に係る成果普及・広報のため、実用化開発助成事業成果展示会2004を以下のとおり開催した。

- ・東京会場：12月1日～3日
- ・大阪会場：10月27日～29日

## (工) 研究開発成果の権利化や広報・情報発信に関する事項

[中期計画]

研究開発成果については、その実用化に向け委託先・助成先における知的財産権化を促進するとともに、他に先駆けて国際標準の確立に貢献するよう努めること等により、研究開発、知的財産権取得及び標準化の一体的な推進を図る。

[16年度計画]

研究開発、知的財産権取得及び標準化の一体的な推進を図るため、平成16年度には、機構の研究開発成果に関し、今後の標準化ニーズの把握に努め、標準化フォローアップに係る事業を実施する。

[16年度業務実績]

研究開発成果に係る企業等の標準化のニーズを10件を把握し、そのうち6件について、標準化を推進するための事業を実施した。

[中期計画]

研究開発期間中のみならず終了後も、その成果の実用化に向けて、研究開発の実施者をはじめ幅広く産業界等に働きかけを行う。また、研究開発成果が具体的にどのように国民に被益しているかを把握するとともに、機構の研究開発マネジメントの改善や研究開発プロジェクトの企画立案機能の向上に反映させることを目的として、中期目標期間中に100本以上の終了プロジェクト・採択案件について逐次追跡調査を実施し(平成14年度実績4件)、評価インフラとしてのデータベースの構築を行う。

[16年度計画]

機構の成果の実用化に向けて、産業界等に働きかけるため、積極的に成果を公表する。中長期・ハイリスクの研究開発事業のプロジェクトに関し、平成14、15年度に事後評価を実施した56件を対象に追跡調査を開始し、その結果に基づき追跡評価を実施する。また、ウェブサイトからの追跡調査データ入力、データベースの構築等、追跡調査・評価システムの試験的運用を行う。

[16年度業務実績]

平成14、15年度に事後評価を実施した56プロジェクト(633機関)について、追跡調査を実施し、その結果に基づき5件の分析・評価を実施した。また、追跡調査データ入力のための追跡調査・評価システムの基本設計を行い、データベースを構築した。

[中期計画]

研究開発成果の公表等については、国民への情報発信や学界での建設的情報交換等の視点と、知的財産の適切な取得等その成果の我が国経済活性化への確実な貢献等の視点から適宜適切に実施するものとする。

[16年度計画]

平成16年度においては、一般国民向けに研究開発成果を公表するに当たっては、事業の趣旨や概要を分かりやすく発信するよう十分留意する。

[中期計画]

内外の研究開発マネジメント機関との情報交換を実施するとともに、研究開発マネジメント及びプロジェクトマネジメント関係の学会、セミナー、シンポジウム等に機構自身として中期目標期間中に100本以上の実践的研究発表を行う(平成14年度実績10件)。

[16年度計画]

平成16年度においては、研究開発マネジメント及びプロジェクトマネジメント関係の学会、シンポジウム、ワークショップ等に当機構自身として20本程度の実践的研究発表を行う。

[16年度業務実績]

機構の研究開発マネジメントに関する実践的考察やその社会的発信を定着させるため、プロジェクトマネジメント関連の学会等において、プロジェクトリーダーの配置・機能を含む研究開発プロジェクトに係る運営体制のあり方や、研究開発評価の仕組みや課題等について、27本の論文発表を実施した。

[中期計画]

研究開発の成果及び研究開発の成果を基礎とした産業界及び新エネルギー・省エネルギーへの影響・貢献については、様々な事例を収集し、印刷物、ホームページ、CD-ROM等の媒体及び成果発表会、展示会等の開催により、広く国

民・国際社会への分かりやすい情報発信・情報提供を図る。これらの媒体については、必要に応じて英語版を含む外国語版を作成する。

[16年度計画]

平成16年度においては、研究開発の成果及び研究開発の成果を基礎とした産業界及び新エネルギー・省エネルギーへの影響・貢献について、機構の取り組んできた事業を分かりやすくまとめたパンフレットを作成する。

また、広報誌として、研究成果の最新情報や公募情報などを適時に載せた「FOCUS NEDO」を定期的に発行する。

さらに、研究成果を一般国民層に広く理解してもらえよう、模型を作成し、科学館等に展示するほか、教育現場を通じ、エネルギー及び産業技術の理解を促進するためのマルチメディアソフトの作成、機構の取組や成果を紹介する広報用ビデオの作成、成果報告会の開催および各種展示会への出展等を行う。

[16年度業務実績]

機構の取り組んできた事業をわかりやすくまとめたパンフレットとして「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の概要2004-2005」、「未来へ広がるエネルギーと産業技術」を日本語版・英語版で作成するとともに、定期広報誌「FOCUS NEDO」を発行した。

また、新エネルギー・省エネルギーに関する展示模型及び機構の成果や取り組みを紹介するビデオを作成し、各種展示会等において展示・放映した。

さらに、研究成果を一般国民層に広く理解してもらえよう、エネルギー及び産業技術の理解を促進するためのパイオマスエネルギー、風力エネルギーに関するマルチメディアソフトを製作し、成果報告会の開催及び各種展示会への出展を合計110回行った。

機構の研究開発成果等について、記者説明会を16回開催した。また、プレス発表88件、成果発表会や各種展示会を121回開催した。

[中期計画]

2005年に開催される「愛・地球博(2005年日本国際博覧会)」において、機構の研究開発等において得られた成果の展示等を行う。

[16年度計画]

2005年に開催される「愛・地球博(2005年日本国際博覧会)」に出展のための更なる準備を行い、機構の研究開発等において得られた成果の展示等を行う。

[16年度業務実績]

2005年3月25日より開催される「愛・地球博(2005年日本国際博覧会)」に出展のための準備を行った。3月18日～20日に開催される内覧会に出展し、3月25日からの開幕より本格的な出展を行い、機構の研究開発等において得られた成果の展示等を行った。

## (オ) 産業技術人材養成の推進

[中期計画]

産業技術の将来を担う創造性豊かな技術者・研究者を機構の研究開発プロジェクトや公的研究機関等の最先端の研究現場において研究開発等に携わらせること、及び大学等の研究者への助成をすること等を通じ、幅広い視野と経験を有し、民間企業や大学等において中核的人材として活躍する技術者を約5,000人養成する。

[16年度計画]

産業技術の将来を担う創造性豊かな技術者・研究者を機構の研究開発プロジェクトや、公的研究機関等の最先端の研究現場において研究開発等に携わらせる産業技術フェロシップ事業、及び大学等の研究者への助成をする産業技術研究助成事業等に参加させることを通じ、幅広い視野と経験を有し、民間企業や大学等において中核的人材として活躍する技術者を約1,000人養成する。

[16年度業務実績]

中長期・ハイリスクの研究初事業等に若手研究者が参画することを通して、その素養向上が図られるとともに、産業界のニーズに基づいた大学・公的研究機関等における若手研究者による研究開発活動への助成、産業技術フェロシップ事業(技術者養成事業)の推進を通して総合的に1002人の若手研究者を中心とした人材養成を行った。

中長期・ハイリスクの研究開発事業等 736名

産業技術フェロシップ事業 14名

産業技術研究助成事業 252名

(定義: 16年度中に新たに登録した、主に40歳未満の若手研究者(通年ベース))

## (2) 新エネルギー・省エネルギー導入普及関連業務等

### (ア) 新エネルギー・省エネルギー導入普及関連業務等の推進方針

[中期計画]

効率的・効果的に新エネルギー・省エネルギー導入普及関連業務等を実施するため、技術開発、経済性等の評価、普及啓発等に資するための実証試験、実用化段階における初期需要の創出を図るための導入促進の各ステージで得られた

知見を次のステージに活用するとともに活用した結果得られた知見を、前のステージにフィードバックするなど、三位一体で推進する。

[16年度計画]

効率的・効果的な新エネルギー・省エネルギー導入普及関連業務等を実施するため、技術開発、実証試験、導入促進の事業を、三位一体で推進する。

[16年度業務実績]

京都議定書の発効を踏まえ、温室効果ガス削減目標達成に向け新エネルギー・省エネルギーのさらなる導入普及促進の必要性が増していることに鑑み、平成16年12月1日付けでNEDO内に「エネルギー・環境技術本部」を設置し、エネルギー関係部間の連携を強化した。

## ）企業化・実用化を見据えての技術開発業務に係る追加的特記事項

### a) 新エネルギー・省エネルギー関連技術開発における留意点

[中期計画]

新エネルギー技術（太陽光、風力、廃棄物、バイオマス、水力、地熱等）及び省エネルギー技術に係る研究開発の実施に関する基本的な方針は（1）に示すとおりであるが、企業化・実用化を見据えた技術開発を促進する。

[16年度計画]

新エネルギー技術（太陽光、風力、廃棄物、バイオマス等）及び省エネルギー技術に係る研究開発の実施に関する基本的な方針は（1）[研究開発業務]に示すとおりである。

[中期計画]

- ・新エネルギーの種類及び特性に応じて、研究開発を通じて、結果的にそれらの導入のコストが競合する既存エネルギーと同等程度の水準となることを目的として研究開発を行う。
- ・また、新エネルギーが我が国のエネルギー・環境情勢に対応した形で普及するよう、現実的な利用形態を想定した研究開発を行う。具体的には、太陽光、風力などの分散変動電源においては既存の電力系統に安定的に連結できるような系統連系技術の開発等を推進する。
- ・省エネルギー技術の研究開発については、我が国のエネルギー消費構造を踏まえつつ、産業・民生（家庭・業務）・運輸各部門におけるエネルギー利用効率向上が可能となるような総合的な研究開発テーマ設定を行う。

[16年度計画]

- ・新エネルギーの種類及び特性に応じて、研究開発を通じて、結果的にそれらの導入のコストが競合する既存エネルギーと同等程度の水準となることを目的として研究開発を行う。
- ・また、新エネルギーが我が国のエネルギー・環境情勢に対応した形で普及するよう、現実的な利用形態を想定した研究開発を行う。具体的には、太陽光、風力などの分散変動電源においては既存の電力系統に安定的に連結できるような系統連系技術の開発等を推進する。
- ・省エネルギー技術の研究開発については、我が国のエネルギー消費構造を踏まえつつ、産業・民生（家庭・業務）・運輸各部門におけるエネルギー利用効率向上が可能となるような総合的な研究開発テーマ設定を行う。

### b) 関連する事業

[16年度計画]

新エネルギー・省エネルギー導入普及に関する研究開発関連業務に関連し、その企業化・実用化を図るため、平成16年度には、以下のような事業を実施する。

#### < 新電力ネットワークシステム実証研究 >

[16年度計画]

本事業では、新エネルギー等の分散型電源が大量に連系された場合でも系統の電力品質に悪影響を及ぼさないための系統制御技術や、新エネルギーを主体とした分散型電源を利用して需要家の電力品質ニーズに応えるための技術について、実証研究を行い、当該技術の有効性を検証することを目的とする。平成16年度は公募により委託先を決定し、事業を実施する。

- ・「電力ネットワーク技術実証研究」
- ・「品質別電力供給システム実証研究」
- ・「新電力ネットワーク技術に係る総合調査」

[16年度業務実績]

平成16年2月26日に公募の事前周知を行い、平成16年4月28日に公募を開始、平成16年6月14日に公募を締め切り、平成16年7月28日に選定結果の通知を行った。

公募により3テーマの委託先を決定し、研究開発を実施した。

- ・「電力ネットワーク技術実証研究」  
試験設備の設計と具体的実証試験方法（分散型電源や制御システム、計測装置の仕様、全体の試験手順等）を策定した。また、電力品質の安定化制御を行うための対策機器のプロトタイプを開発した。
- ・「品質別電力供給システム実証研究」  
実証試験箇所の基礎データの収集と解析、実証試験方法（電源や制御システム、計測装置の仕様、試験手順等）を策

定した。また、品質別電力供給機器のプロトタイプの開発設計の事前調査を行った。

・「新電力ネットワーク技術に係る総合調査」

分散型電源が大量導入された場合でも安定的な電力供給を行うための情報収集と分析を行った。

系統連系に係る規制・基準・対策技術の動向調査、試験結果の適用限界と影響度の想定、システムの信頼性、効率、経済性等の総合評価方法の検討、品質別電力供給に関する国内外の規制、基準、標準化等の調査・分析を行った。

上記調査結果や委員会等の活用により、研究内容の精査を行い研究計画へ反映した。

### <新エネルギー等地域集中実証研究>

#### [16年度計画]

本事業において、太陽光発電及び風力発電とその他の新エネルギー等を適正に組み合わせ、これらを制御するシステムを作ることにより、実証研究地域内で安定した電力・熱供給を行うと同時に、連系する電力系統へ極力影響を与えず、かつコスト的にも適正な「新エネルギーによる分散型エネルギー供給システム」を構築することを目的とし、供給電力等の品質、コスト、その他のデータを収集、分析する実証研究を実施する。平成16年度は以下の3プロジェクトを実施する。

・「2005年日本国際博覧会・中部臨空都市における新エネルギー等地域集中実証研究」

・「京都エコエネルギープロジェクト」

・「八戸市 水の流れを電気で返すプロジェクト」

#### [16年度業務実績]

・「2005年日本国際博覧会・中部臨空都市における新エネルギー等地域集中実証研究」

各発電設備を設置するとともに、発電電力の同時同量システムと連動しつつ、燃料電池の排熱を活用した「新エネルギーによる分散型エネルギー供給システム」を構築した。また、このシステムで供給する電力品質の評価手法として、系統電力から独立する自立運転の実施に向けた検討を実施した。

・「京都エコエネルギープロジェクト」

実証研究地域内の発電特性・熱需要特性等の各種詳細データを取得・分析するとともに、発電設備及び制御方法を検討した。また、電力品質や熱エネルギー品質、供給信頼度を確保する制御システム、及びバイオガスによる燃料電池発電装置などの各種分散電源等の設計・製作を実施した。

・「八戸市 水の流れを電気で返すプロジェクト」

実証研究地域内における電熱需要特性、発電特性等の各種データを取得分析し、設備要件を決定した。また、「制御システム」に係る制御技術の開発およびシステム運開後の電力品質・経済性・環境性の評価方法の検討を行い、併せて実証研究に用いる熱供給設備等の設計、一部導入および自営線の設計、一部敷設を行った。

### <集中連系型太陽光発電システム実証研究>

#### [16年度計画]

太陽光発電の更なる普及拡大に資することを目的として、太陽光発電システムの集中連系時における電圧上昇による出力抑制や系統への影響等に関する汎用的な対策技術を開発し、その有効性を、一般的な実配電系統に太陽光発電システムを集中連系させた地区において実証するとともに、太陽光発電システムの集中連系時に関するシミュレーション手法の開発を目的とし、平成16年度は以下の3プロジェクトを実施する。

・「出力抑制回避技術等の開発」

・「実証試験」

・「応用シミュレーション手法の開発」

#### [16年度業務実績]

##### (1) 出力抑制回避技術等の開発

出力抑制回避装置(別置型、一体型等)の性能評価試験等の実施、蓄電池の最適充放電制御方法を反映したプロトタイプの開発及び実証試験地区への導入を開始した。

##### (2) 実証試験

太陽光発電システムの設置および計測システムの構築とともに、日常運転試験および現象把握試験を行った。また、太陽光発電システムの運転特性や系統の影響に関する分析・評価を行った。なお、実証試験地区における分析・評価に資するため、模擬配電システムを構築した。

##### (3) 応用シミュレーション手法の開発

負荷および市販パワーコンディショナ・出力抑制回避装置のモデル化を行うとともに、実証試験で得られる太陽光発電システムの運転データの分析・評価を行った。

平成16年度には、研究の経済性評価体制の強化等を目的として日本大学、及び単独運転防止装置の開発強化を目的としてオムロン株式会社をそれぞれ再委託先として追加。

### <風力発電電力系統安定化等技術開発>

#### [16年度計画]

本事業は、ウインドファーム単位の大規模な風力発電所における出力変動対策として、大容量、複数基を対象に短周期の出力変動を抑える蓄電技術を開発し、その有効性及び実用性について検証し、風力発電の導入促進に資することを目的とし、平成16年度は以下の4プロジェクトを実施する。

・「実証サイトの試験装置の詳細設計・製作・設置・試運転及び実証試験開始」

- ・「実証サイト及び計測サイトのシミュレーション用データの計測」
- ・「シミュレーション解析の実施」
- ・「類似研究開発の調査」

#### [16年度業務実績]

##### (1) 蓄電システム及び計測システムの設置、実証試験・計測の開始

実証サイトに設置する蓄電システムの仕様等に基づいた設備を設置した。また平滑化時定数による平滑化制御試験を実施し、基本的な補償性能を確認した。

また蓄電システムの設置コスト及び運転コスト低減を目指した充放電制御方法、試験方法等について検討した結果をもとに、具体的に平滑化時定数変化制御、電池容量フィードバック制御、蓄電池バンク制御等によるウインドファーム出力平滑化効果の試験方法についてシミュレーション解析により検討した。

##### (2) 実証サイト及び計測サイトのシミュレーション用データの計測

実証サイト及び計測サイト(2ヶ所)に設置した計測システムにてシミュレーション解析用のデータ測定を実施した。

##### (3) シミュレーション手法の検討と実施

本事業に使用する蓄電池システムモデルを検討し、そのモデルにおける各種制御性能をシミュレーション解析により実施した。

##### (4) 類似研究開発の調査

国内外における既往の類似研究開発の成果及び動向を調査し、それらと本事業との整合性を評価して本事業の位置づけを明確にする検討を行った。

#### < 地熱開発促進調査 >

#### [16年度計画]

探査リスク等により開発が進んでいない地熱有望地域について、機構が先導的な調査を行うことによって企業等の開発を誘導し、地熱開発の促進を図ることを目的とし、地熱開発促進調査を実施する。平成16年度においては、調査地点について地表調査、坑井調査、環境影響調査及びそれら調査結果の評価を行う。

また、平成16年度からは、従来の数万kW程度の大規模地熱開発を対象とした調査に加えて、中小規模(1万kW未満)を対象とした調査も実施する。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は5~10k㎡の地熱有望地域を対象に地熱資源量の把握を行う調査Cとして4年目の1地域(霧島烏帽子岳)新スキームとして中小規模(1万kW未満)地熱発電開発を目指し開始した調査C-2の1年目の3地域(小浜、天栄、皆瀬)の計4地域で地表調査、坑井調査、環境影響調査及び評価管理を実施。平成16年度で調査を終了する霧島烏帽子岳地域においては、長期噴出試験に基づく総合評価により1.5万kW相当の開発が可能との結果が得られた。なお、平成16年1月16日に公募の事前周知を行い、平成16年2月16日に公募を開始、平成16年4月5日に公募を締め切り、平成16年6月4日に選定結果の通知を行った。

#### ) フィールドテスト業務及び海外実証業務等

#### [中期計画]

研究開発された新エネルギー技術・省エネルギー技術の実社会での適用可能性についてあらゆる側面から検証を行うために、フィールドテスト業務を実施し、そのデータを公開することにより事業化のための環境を整備する。また、海外においても、我が国のエネルギー安全保障の確保、エネルギー・環境問題の解決等に資するような案件を選定して海外実証業務等を実施する。その際、以下に留意するものとする。

- ・フィールドテスト業務の対象案件の選定に際しては、当該新エネルギー・省エネルギー技術の適用可能性を網羅的に検証するために様々な運用条件が選択されるよう配慮する。
- ・海外実証業務等(共同研究を含む)の実施に際しては、アジア太平洋地域等のエネルギー需給構造の状況や、機構の行う各種事業が同地域における新エネ・省エネ等の普及を通じて我が国のエネルギー安全保障の確保やエネルギー・環境制約の緩和に与えるインパクト等を総合的に勘案しつつ適切に推進する。

#### a) フィールドテスト業務

#### [16年度計画]

研究開発された新エネルギー技術・省エネルギー技術の実社会での適用可能性についてあらゆる側面から検証を行うため、様々な運用条件が選択されるよう配慮しつつ、フィールドテスト業務を行い、そのデータを公開することにより事業化のための環境整備に努める。

#### [16年度業務実績]

研究開発された新エネルギー技術の実社会での適用可能性についてあらゆる側面から検証を行うため、さまざまなシステム・利用形態の案件を採択し、多様なニーズに対応できるよう配慮した。

#### < 太陽光発電新技術等フィールドテスト事業 >

#### [16年度計画]

太陽光発電の導入を更に推進することを目的に、新技術を用いた太陽光発電システムを実負荷につなぐ形で試験的に設置し、設置方法及び施工方法の新技術若しくは新型モジュール等についての有効性を実証するとともに、収集された

データの分析結果を公表し、更なる性能向上及びコスト低減を促すことにより太陽光発電の導入拡大を図る。

平成16年度は、公募方式により決定した共同研究者の準備する場所において、太陽電池の合計出力が10kW以上のシステムを設置するとともに、平成15年度に設置したシステムについて、運転データの収集・解析・取りまとめ等を行う。

[16年度業務実績]

平成16年度は2月17日から4月5日及び8月23日から9月27日で公募を2回実施し、265件(設備容量7,195kW)を採択し、年度内に225件(設備容量5,810kW)の太陽光発電設備を設置するとともに、これの現地調査・設備設置確認を行った。

#### < 風力発電フィールドテスト事業 >

[16年度計画]

風力発電の一般普及の素地を形成するため、風況データの収集・解析を実施するとともに、この事業で設置した風力発電システムを用いての実際の負荷条件下で運転データの収集を行い、これらのデータの解析・評価結果を公表することにより、本格的な風力発電の導入普及を図る。

平成16年度は、公募方式により決定した共同研究者と風況精査を行うとともに、この事業で設置した風力発電システムの運転データの収集・解析・評価等を行う。

[16年度業務実績]

平成16年2月17日から4月12日まで公募を行い、風力発電の立地が有望と考えられる62地域を選定して風況精査を行うとともに、平成15年度に実施した53地域の風況精査データをホームページ掲載及び、平成7～14年度で実施した風況精査で収集した風況データの取りまとめを行った。また、この事業で設置した12地域の風力発電システムの運転データの収集を行うと共に、平成13～15年度で実施した運転データ整理・解析を行った。平成16年度風力発電フィールドテスト事業においてアンケート調査を実施した。

#### < バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業 >

[16年度計画]

バイオマスや雪氷エネルギーといった、地域において活用可能な未活用エネルギーの利用に係る実証試験として運転データの収集・蓄積・分析等を行うことによって、今後の未活用エネルギーの本格的な導入を図ることを目的に実証試験設備を設置した上で運転データを収集する実証試験と、その実施に係る調査事業を、提案公募方式により決定した者との共同研究として実施する。

平成16年度は、実証試験のための設備の設置及び運転データ収集・解析・評価等を行う。

[16年度業務実績]

平成14、15年度に採択した実証試験事業21件(バイオマス16件、雪氷5件)において、運転データの収集・蓄積・分析等を行った。平成15年度事業の成果については「成果報告会」(平成17年1月開催)等にて外部に公表した。

また、平成16年度は平成16年3月29日から5月7日、及び8月22日から9月22日で2回公募を行い、新規に実証試験事業として13件(バイオマス10件、雪氷3件)採択し設置を行うとともに、実証試験事業調査として26件(バイオマス24件、雪氷2件)採択し、実証試験設備の設置に係る諸調査を行った。

#### b) 海外実証業務等

[16年度計画]

アジア太平洋地域等のエネルギー需給構造の状況や、当機構の行う各種事業が同地域における省エネ・代エネ技術等の普及を通じて我が国のエネルギー安全保障の確保やエネルギー・環境制約の緩和に与えるインパクト等を総合的に勘案しつつ、海外実証業務(共同研究を含む)等を実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度には、海外実証業務等として以下の事業を実施した。

#### < 国際エネルギー使用合理化等対策事業 >

#### < 国際エネルギー消費効率化等協力基礎事業 >

#### < 国際エネルギー消費効率化調査等協力基礎事業 >

[16年度計画]

関係国におけるエネルギー有効利用技術の普及を通じて我が国への石油代替エネルギーの安定供給の確保に資するため、関係国のエネルギー施策、エネルギー消費動向等の把握・分析、エネルギー有効利用方策の提言、また、必要に応じて専門家派遣、招聘研修等を実施する。

[16年度業務実績]

関係国における再生可能エネルギー及び省エネルギー技術の普及可能性を検討するため、中国及びアセアン主要国における再生可能エネルギー利用及び関連政策等の現状と今後の展望に関する調査、同各国におけるバイオマス資源を利用した石油代替エネルギー利用プロジェクトの実施可能性調査、高性能工業炉プロジェクト実施可能性調査、ビル等民生施設等における省エネルギー・再生可能エネルギー技術導入に係る可能性調査等を実施した。

#### < 国際エネルギー使用合理化等対策事業 >



< 国際エネルギー消費効率化等協力基礎事業 >

< 共同実施等推進基礎調査 >

[16 年度計画]

我が国が有する省エネルギー技術又は石油代替エネルギー技術の導入を通じて温室効果ガスの排出削減に資するとともに相手国の持続可能な経済開発に貢献するプロジェクトであって、その実現を目指す我が国民間法人がその詳細を検討しようとしている案件について、FS 調査を委託し、将来の我が国の共同実施（J I）又はクリーン開発メカニズム（CDM）に結びつく有望なプロジェクトの発掘等の調査を行う。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度は、プロジェクト発掘を主目的とし、Validation までは実施しないタイプ A 調査を 7 カ国 11 件、PDD 作成～Validation まで実施する事業化に近い段階のタイプ B 調査として 10 カ国 14 件を採択した。なお、平成 16 年 2 月 5 日に第 1 次公募の事前周知を行い、平成 16 年 3 月 30 日に公募を開始、平成 16 年 4 月 28 日に公募を締め切り、平成 16 年 6 月 23 日に選定結果の通知を行った。更に、平成 16 年 8 月 20 日に第 2 次公募の事前周知を行い、平成 16 年 9 月 21 日に公募を開始、平成 16 年 10 月 20 日に公募を締め切り、平成 16 年 12 月 17 日に選定結果の通知を行った。これらの公募の早期開始等により、事業期間の改善を図った。

< 国際エネルギー使用合理化等対策事業 >

< 国際エネルギー消費効率化等モデル事業 >

[16 年度計画]

関係国におけるエネルギー有効利用技術の普及を通じて我が国への石油代替エネルギーの安定供給の確保に資するため、我が国において技術的に確立され、実用に供されている省エネルギー技術又は石油代替エネルギー技術を、いまだ当該技術の普及が遅れている関係国のエネルギー多消費産業等の施設に適用した改造等をモデル事業として実施することにより、当該技術の有効性を実証する。

[16 年度業務実績]

平成 15 年度に実施した FS4 件について、相手国側の政策ニーズとの整合性や普及に係る経済性等の観点から、FS 結果の評価を実施して、高い普及性が期待される 3 件（例：対象国が熱望する技術である、投資回収年が短い等）について実証事業化を決定した。これらについては、平成 16 年度は相手国との MOU 締結に係る交渉を行った。

平成 16 年度の FS については、多くの優れた案件を採択するべく、二度の提案公募を行った。一次公募においては、平成 16 年 2 月 10 日に公募の事前周知を行い、平成 16 年 3 月 10 日に公募を開始し、平成 16 年 4 月 9 日に公募を締め切ったところ、19 件の応募があった。このうち、投資回収年が短い等経済性に優れている、又は相手国の事情・政策等に適合している等の観点から、高い普及性が見込める 3 件を採択し、平成 16 年 6 月 8 日に選定結果の通知を行った。このうち 1 件は、NEDO としてテーマを設定した「製糖工場におけるエネルギー有効利用モデル事業」に係る案件である。3 件の内訳は、「ディーゼル発電設備燃料転換モデル事業 FS：インドネシア、ビール工場複合省エネシステム導入モデル事業 FS：フィリピン、製糖工場におけるモラセス・パガスエタノール製造エネルギー有効利用モデル事業 FS：タイ」となっている。

二次公募においては、平成 16 年 3 月 10 日に公募の事前周知を行い、平成 16 年 6 月 25 日に公募を開始し、平成 16 年 7 月 29 日に公募を締め切ったところ、12 件の応募があった。このうち、相手国の事情・政策等に適合している等の観点から、高い普及性が見込める「ディーゼルエンジン熱電併給モデル事業 FS：スリランカ」を採択し、平成 16 年 9 月 24 日に選定結果の通知を行った。

昨年度事業実施を決定した 4 件のうち、2 件は引き続き相手国との MOU 締結に係る交渉を実施し、このうち 1 件については MOU 締結を終了した。昨年度に事業を開始した 2 件を含む継続事業の 7 カ国、8 件については、委託先との緊密な連携のもと、各テーマの進捗に合わせて、平成 15 年度に引き続き設備の設計・製作・組立・据付等を実施すると共に、効果的に普及を促進するための運転指導、セミナーの開催等を実施した。

< 国際エネルギー使用合理化等対策事業 >

< 国際エネルギー消費効率化等技術普及事業 >

< 成果普及事業 >

[16 年度計画]

国際エネルギー消費効率化等モデル事業の対象技術の相手国における普及を支援するため、相手国関係企業等への技術専門家の派遣等（必要に応じ、相手国関係企業等関係者の招聘研修）による啓発、技術指導等を行う。

[16 年度業務実績]

平成 15 年度に完了した事業がなかったため実施せず。

< 国際石炭利用対策事業 >

< 環境調和型石炭利用システム可能性調査 >

[16 年度計画]

発展途上国における経済状況、石炭利用の技術水準等を踏まえ、石炭利用に伴う環境対策及び効率向上をはじめとする石炭利用システムに関する調査・検討を行い、総合的な導入可能性計画の策定等を行う。

[16 年度業務実績]

中国において我が国が有する技術が環境対策、経済性の観点から導入可能かどうかについて FS を実施し、具体的な導入計画、普及の可能性について検討を行った。

< 国際石炭利用対策事業 >

< 環境調和型石炭利用システム導入支援事業 >

[16 年度計画]

我が国のエネルギーの安定的確保に資することを目的に、発展途上国において、我が国の有する優れた環境調和型石炭利用技術の実証及び普及事業を、相手国の必要や状況に応じて実施する。

[16 年度業務実績]

「標準型循環流動床ボイラ設備実証事業：中国」「高度選炭システム導入支援事業：ベトナム」を平成 15 年度に引き続き実施し、竣工式を経て実証運転を行い事業を終了した。また、これまでに実施した導入技術の普及を図るため、過去に事業を実施した現地での研修、運転指導といったフォローアップを実施した。

< 国際石炭利用対策事業 >

< 環境調和型石炭利用システム導入支援等普及対策事業（技術移転） >

[16 年度計画]

アジア・太平洋諸国におけるクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の導入・普及を支援するため、発展途上国を対象とした CCT に関する技術移転研修等を実施する。また、当該対象国に対し、CCT 既存技術の啓発、普及の現状及び動向等調査を実施する。

[16 年度業務実績]

アジア太平洋諸国におけるクリーン・コール・テクノロジーの導入を支援するため、当該国の石炭利用技術者等を日本へ招聘し、石炭利用技術等について講義及び工場見学等を実施し、CCT に関する理解の醸成と技術の向上を図った。（7カ国、57人、22 - 35日間）また、当該対象国に対し、CCT 情報ネットワークの構築のための調査を国内及びベトナム等4カ国にて実施した。

なお、平成 16 年度に追加した 2 テーマについては以下の通り、公募を実施し、採択した。

【公募 1】2004 年 APEC 域内における石炭利用状況等に関する調査

事前周知：平成 16 年 7 月 30 日

公募開始：平成 16 年 8 月 20 日

公募締切：平成 16 年 9 月 3 日

選定通知：平成 16 年 9 月 9 日

【公募 2】中国における石炭ガス化を核とする CCT 事業の実現可能性に関する調査

公募開始：平成 16 年 10 月 15 日

公募締切：平成 16 年 10 月 28 日

選定通知：平成 16 年 11 月 5 日

< 国際石炭利用対策事業 >

< 国際協力推進事業 >

[16 年度計画]

アジア・太平洋諸国を中心とする石炭需要の増大、地球環境問題に対応しつつ、石炭需給の安定化を図るため、当該地域におけるクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の導入・普及の現状、課題に関する調査並びに CCT 推進セミナー等の普及啓発事業を実施する。

[16 年度業務実績]

APEC・CFE テクニカルセミナーなどへの参加活動を実施した。また、APEC 諸国間における CCT に関する各種情報収集整備等（CMM 高効率発電可能性、CDM に繋がる CCT 普及促進）のための調査を行った。

平成 16 年度に追加した 1 テーマについては以下の通り、公募を実施し、採択した。

【公募】CDM につながる CCT 普及促進に関する調査

公募開始：平成 16 年 10 月 27 日

公募締切：平成 16 年 11 月 9 日

選定通知：平成 16 年 11 月 12 日

< 太陽光発電システム等国際共同実証開発事業 >

[16 年度計画]

我が国の環境、エネルギー対策に資するのみならず、発展途上国にとっても当該システムの導入等を図ることが各種利用形態に応じた電力供給安定性や経済性・信頼性向上等の効率化に資するため、太陽光発電システム等の技術について、発展途上国における自然条件、社会システム等を利用して、相手国と共同で実証開発を行う。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度においては、平成 15 年度に事業実施を決定した「単独運転防止方法・電力品質向上技術に関する実証研究：タイ（PV 約 160kW）」について、相手国との MOU を締結した。

昨年度に事業を開始した 4 件を含む、継続事業の 5 ヶ国、8 件については、実証運転を開始して目標とするデータの取得を行うとともに、システム全体の調整を行って、新エネルギーの効率的利用に係る知見を実地に収集した。

< 研究協力事業 >

#### [16年度計画]

「経済・産業」、「環境」、「エネルギー」分野において開発途上国単独では解決困難な技術課題・技術ニーズに対処するとともに、途上国における研究開発能力の向上を図るため、我が国の技術力、研究開発能力を活用しつつ、開発途上国の研究機関と共同で調査・研究を実施し、併せて研究者・技術者の派遣・受入れ等を行う。

#### [16年度業務実績]

途上国における産業、環境、エネルギー分野での技術ニーズと我が国の有する技術力との連携により、相手国の研究能力の向上を図り、技術課題の解決に資する研究協力事業を8ヶ国・21件を実施した。このうち、提案公募型開発支援研究協力事業については、平成16年2月10日に公募の事前周知を行い、平成16年3月10日に公募を開始し、平成16年5月10日に公募を締め切ったところ、67件の応募があった。このうち、研究開発成果の実用化及び普及見込みがある、相手国の事情・政策等に適合している等の観点から、5ヶ国・9件を採択し、平成16年7月6日に選定結果の通知を行った。

#### < 海外地球温暖化防止支援技術開発事業 >

#### [16年度計画]

我が国の削減目標達成と非エネルギー関連等の温室効果ガス削減技術の実用化進展に貢献することを目的に、市場、制度面で未だリスクのあるCDM/JI事業について、当該技術を多様な状況下で適用し、比較的短期間で成果が得られる実用化開発を実施しようとする民間事業者の支援を行う。

#### [16年度業務実績]

平成16年度の採択実績はなかった。

### ) 導入普及業務

#### [中期計画]

技術開発、フィールドテスト業務・海外実証業務と併せ導入普及業務を総合的に実施することにより、2010年における国の長期エネルギー需給見通しの達成への貢献を行う。その際、以下の観点に留意するものとする。

- ・新エネルギー分野については、経済原則上、導入コストの低い案件群から導入がなされていくものであることを認識しつつも、地域的なバランスや助成対象者の属性に関する配慮を加え、全体として我が国のエネルギー需給構造の高度化が達成されるような案件選定・採択を行う。
- ・省エネルギー分野については、産業部門、民生部門、運輸部門の3セクターにおける各部門のエネルギー消費動向を踏まえつつエネルギー使用の合理化が総合的に推進されるよう導入助成事業を適切に実施する。
- ・さらに、国民全体への啓発活動の重要性や公的部門における取組の重要性にも配慮し、地方自治体やNPO等の非営利団体が実施する新エネルギー・省エネルギー関連設備の導入普及、普及啓発活動、ビジョン策定活動、技術指導活動への支援を行う。
- ・特に新エネルギー分野においては、新エネルギーの普及に伴い生じる課題を抽出し、有識者、事業者、地方公共団体等の関係者と協力しつつ、課題を解決するための事業環境整備を行う。
- ・さらに、新エネルギー導入に係る債務保証業務及び省エネルギー・リサイクル推進に係る債務保証・利子補給業務を適切に実施する。

#### [16年度計画]

2010年における国の長期エネルギー需給見通しの達成に向けて、技術開発、フィールドテスト業務、海外実証業務と併せ導入普及業務を総合的に実施する。平成16年度には、以下の業務を実施する。この場合、以下に掲げる同種分野において、予算の規模や性格、導入事業者を取巻く情勢、外部要因等を考慮しつつ、量的効果、費用対効果又はその他適切な指標において達成状況を評価し、効率的な業務遂行にフィードバックするものとする。

### a) 新エネルギー分野

#### [16年度計画]

- ・新エネルギー分野については、経済原則上、導入コストの低い案件群から導入がなされていくものであることを認識しつつも、地域的なバランスや助成対象者の属性に関する配慮を加え、全体として我が国のエネルギー需給構造の高度化が達成されるような案件選定・採択を行う。
- ・さらに、国民全体への啓発活動の重要性や公的部門における取組の重要性にも配慮し、地方自治体やNPO等の非営利団体が実施する新エネルギー関連設備の導入普及、普及啓発活動、ビジョン策定活動、技術指導活動への支援を行う。
- ・特に新エネルギー分野においては、新エネルギーの普及に伴い生じる課題を抽出し、有識者、事業者、地方公共団体等の関係者と協力しつつ、課題を解決するための事業環境整備を行うとともに、採択審査に当たっては費用対効果の良い順に採択する等、経済性の観点を踏まえた採択方針を導入する。

#### [16年度業務実績]

新エネ関連補助事業に関する制度改善要望を経済産業省に対して行い、平成17年度における地域新エネ、地域地球温暖化防止及び非営利事業の統合、太陽光補助率の定額化等が実現した。

#### [16年度計画]

- ・なお、国際エネルギー消費効率化等協力支援事業として、我が国のエネルギーの安定供給に資するとともに、海外からの排出削減量獲得により、日本国内におけるエネルギー利用の制約を低減することを目的に、石油代替エネルギー

技術の海外への導入による排出削減を、CDM/JIとして実施しようとする民間事業者に対し支援を行うとともに、ホスト国におけるCDM/JIの実施に関する環境整備等支援を行う。

- ・さらに、新エネルギー導入に係る債務保証業務を適切に実施する。

#### [16年度業務実績]

- ・国際エネルギー使用効率化等協力支援事業については、平成16年度採択実績無かった。ホスト国におけるCDM/JIの実施に関する環境整備等支援としては、中国及びマレーシアにおけるCDMセミナーの開催、フィリピンにおけるエネルギー省・環境省のCDM研修事業及び中国における地方レベルのCDM専門家育成事業を実施し、CDMホスト国のCDM環境整備に貢献した。
- ・新エネ設備導入に係る債務保証を7件に対して実施した。

### b) 省エネルギー分野

#### [16年度計画]

- ・省エネルギー分野については、産業部門、民生部門、運輸部門の3セクターにおける各部門のエネルギー消費動向を踏まえつつエネルギー使用の合理化が総合的に推進されるよう導入助成事業を適切に実施する。平成16年度から民生部門等の地球温暖化対策実証モデル評価事業及びコンビナート等の複数事業所間のエネルギー相互融通・供給によるエネルギー有効利用調査の支援を行う。

#### [16年度業務実績]

##### <産業・民生・運輸部門>

- ・エネルギー使用合理化事業者支援事業については、一次公募については、平成16年2月27日に公募の事前周知を行い、平成16年3月18日に公募を開始、平成16年5月10日に公募を締め切り、平成16年7月9日に選定結果の通知を行った。また、二次公募については、平成16年7月16日に公募の事前周知を行い、平成16年8月17日に公募を開始、平成16年9月21日に公募を締め切り、平成16年11月12日に選定結果の通知を行った。その結果、産業部門で79件、運輸部門で1件の計80件を新規採択し、実施した（新規採択に係る想定省エネルギー効果（単年度事業のみ）：33.9万kl（原油換算）、費用対効果：3.39万円/kl）。

好事例（平成16年度新規分）

- (事例1) ボイラー用給水の熱回収システム改善による省エネルギー事業（鶴崎共同動力㈱、昭和電工㈱、昭和エンジニアリング㈱）【複数事業者連携事業】

酢酸プラント内循環ガス冷却系での熱エネルギーを共同動力のボイラー給水余熱に利用、また共同動力のボイラー排ガス及びガスタービン排ガスボイラー出口排ガス保有熱をボイラー給水余熱に有効利用することで省エネを図る。省エネ効果：14,980kl/年（原油換算）、費用対効果：4,928kl/億円

- (事例2) 発電所燃焼ガスからの炭酸ガス回収事業（サード炭㈱、三菱化学㈱、三菱化学エンジニアリング㈱）

液化炭酸ガス等の原料であるCO<sub>2</sub>ガス源を供給している水素プラントを停止し、既存のLNG焚発電所の燃焼ガスからCO<sub>2</sub>ガスを回収する設備を設置することにより省エネを図る。省エネ効果：26,145kl/年（原油換算）、費用対効果：1,499kl/億円

- (事例3) セメント焼成炉における廃プラ燃料化、高効率新型クーラー導入とボイラー排煙脱硫設備改善及び負荷調整の自動化による省エネルギー事業（㈱トクヤマ）

セメント焼成炉燃料として、廃プラスチックを使用する為の廃プラスチック粉砕機等を設置する。また、焼成炉出口クーラーに高効率新型クーラーを導入する。ボイラー排煙脱硫装置の改善及び負荷調整の自動化により省エネルギーを図る。省エネ効果：30,796kl/年（原油換算）、費用対効果：1,370kl/億円

##### <民生・運輸部門>

- ・民生部門等地球温暖化対策実証モデル評価事業については、平成16年6月11日に公募の事前周知を行い、平成16年7月12日に公募を開始、平成16年8月10日に公募を締め切り、平成16年10月5日に選定結果の通知を行った。その結果、民生部門で11件（モデル事業3件、FS事業8件）、運輸部門で6件（モデル事業4件、FS事業2件）、計17件新規採択し、実施した。これにより高い波及効果が見込まれ、また、新たな省エネルギー手法を政策的に取り組むことによりシナジー効果や総合経済効果の発掘が期待できる。

好事例

- (事例1：民生部門モデル事業) コンビニエンスストアをモデルとした中小商業施設における省エネルギー事業（㈱イープラットフォーム、㈱シーシー、都築テクノサービス㈱、セントラル・コンピュータ・サービス㈱）/事業実施場所：町田市）

設備機器のエネルギー使用最適化への統合管理・制御。顧客満足度と省エネの両立を狙った、町ぐるみの取り組み。省エネ効果：39.9kl/年（原油換算）、費用対効果：42.9kl/億円、投資回収年数：約7.9年

- (事例2：運輸部門モデル事業) 連結・分離可能なバイモダル・ハイブリッド交通システムモデル事業（(独)交通安全環境研究所、東洋電機製造㈱、日本車輛㈱、トヨタ自動車㈱、住友商事㈱）/実施場所：トヨタ研究所）

併用軌道での自動・連結走行と一般道での手動・単独走行というバイモダル走行を実現。また、先進ハイブリッドシステムを導入。省エネ効果：3,093kl/年（原油換算）、費用対効果：19.3kl/億円、投資回収年数：約3.3年

##### <民生部門>

- ・住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（住宅に係るもの）については、高効率エネルギーシステムを公募・選定後、そのシステム導入に対し補助する2段階公募方式を採用。これにより高効率の住宅システムが導入される仕組みとなっており、審査の結果、669件を新規採択し、実施した（新規採択に係る想定省エネルギー効果：443原油換算kl、費用対効果：142.21万円/kl、投資回収年：約16年）

- ・住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（建築物に係るもの）については、高効率エネルギーシステムを公募し、審査の結果 22 件を新規採択し、実施した（新規採択に係る想定省エネルギー効果：4,336 原油換算 kl、費用対効果：27.9 万円/kl、投資回収年：約 11 年）。
- ・住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（BEMS 導入支援事業）については、高効率エネルギーシステムを公募し、審査の結果 69 件を新規採択し、実施した（新規採択に係る想定省エネルギー効果：10,574 原油換算 kl、費用対効果：24.2 万円/kl、投資回収年：約 10 年）。
- ・エネルギー需要最適マネジメント推進事業については、設備導入を行った者であって、次年度以降のデータ収集及び取得データの解析を行う調査研究事業で 2 件、調査研究事業を行った者であって、調査研究事業に供した機器又はシステムの改良・修繕を行う機器改良・修繕事業で 1 社 3 件の計 5 件を実施した（想定省エネルギー効果：約 43 原油換算 kl）。

< 産業部門 >

・省エネルギー対策導入指導事業

平成 16 年 2 月 27 日に事業実施工場に係る公募の事前周知を行い、平成 16 年 3 月 31 日に公募を開始、平成 16 年 6 月 30 日に公募を締め切った。その後、公募のあった工場において計測作業を委託する調査機関に対して、平成 16 年 7 月以降、3 回に渡り選定結果の通知を行った。その結果、28 事業所に対して省エネルギー診断指導を行い、原油換算約 58 千 kl/年の省エネルギーの提案を行った。

・省エネルギー対策導入調査事業

平成 16 年 2 月 27 日に公募の事前周知を行い、平成 16 年 3 月 31 日に公募を開始、平成 16 年 5 月 31 日に公募を締め切り、平成 16 年 7 月 27 日及び平成 16 年 10 月 1 日に選定結果の通知を行った。その結果、8 コンビナートに対して省エネルギー導入調査を行い、原油換算約 36 万 kl/年の省エネルギーの提案を行った。

・フォローアップ調査

平成 14 年度に計測診断した 114 事業所に対して省エネの実施量のフォローアップ調査を行った。結果として約 10 万 kl/年の省エネを確認した。

[16 年度計画]

- ・さらに、国民全体への啓発活動の重要性や公的部門における取組の重要性にも配慮し、地方自治体や NPO 等の非営利団体が実施する省エネルギー関連設備の導入普及、普及啓発活動、ビジョン策定活動、技術指導活動への支援を行う。

[16 年度業務実績]

- ・省エネルギービジョン策定事業は、「地域省エネルギービジョン策定事業：沖縄県久米島町等 58 件」(内訳：ビジョン策定事業 36 件、重点テーマ策定 12 件、FS 調査 10 件)内継続 0 件。なお、平成 16 年 2 月 27 日に公募の事前周知を行い、平成 16 年 3 月 31 日に公募を開始、平成 16 年 4 月 30 日に公募を締め切り、平成 16 年 6 月 28 日に選定結果の通知を行った。

< 今後の課題 >

- ・省エネビジョン策定においては事業者に対するフォローアップを行いつつ、平成 12 年度以降の事業者に対する事業化比率の調査を行いたい。
- ・地域省エネ平成 16 年度実績：採択件数 114 件、補助金額 3,424 百万円
- ・非営利（普及啓発）平成 16 年度実績：採択件数 30 件、補助金額 35 百万円

[16 年度計画]

- ・なお、国際エネルギー消費効率化等協力支援事業として、我が国のエネルギーの安定供給に資するとともに、海外からの排出削減量獲得により、日本国内におけるエネルギー利用の制約を低減することを目的に、エネルギー有効利用技術の海外への導入による排出削減を、CDM/JI として実施しようとする民間事業者に対し支援を行うとともに、ホスト国における CDM/JI の実施に関する環境整備等支援を行う。
- ・さらに、省エネルギー・リサイクル推進に係る債務保証・利子補給業務を適切に実施する。

[16 年度業務実績]

- ・国際エネルギー使用効率化等協力支援事業については、平成 16 年度採択実績無かった。ホスト国における CDM/JI の実施に関する環境整備等支援としては、中国及びマレーシアにおける CDM セミナーの開催、フィリピンにおけるエネルギー省・環境省の CDM 研修事業及び中国における地方レベルの CDM 専門家育成事業を実施し、CDM ホスト国の CDM 環境整備に貢献した。
- ・省エネ・リサイクル推進に関する利子補給は 3 件実施、債務保証については産業基盤整備基金から引き継いだ 2 事業 6 件を実施。

iv) 石炭資源開発業務

[中期計画]

我が国において主要なエネルギーの一つである石炭の安定供給確保を図るといふ政策目的に資するため、初期調査から開発に至る各段階において事業を実施する。その際、以下に留意するものとする。

- ・海外における石炭の探鉱調査事業については、世界的な石炭需給構造の状況を踏まえ、地域的バランスを考慮しつつ、我が国のエネルギー安全保障に資する案件を優先して実施する。
- ・海外における石炭の探鉱に必要な地質構造調査事業については、民間企業では取り組みがたい比較的高い産

炭国であって、将来において石炭供給の拡大に繋がる地域を対象とし、当該国と共同して本調査事業が可能な案件について実施する。また、炭鉱技術海外移転事業については、アジア・太平洋地域における産炭国の炭鉱技術者に対し生産・保安技術等に関する炭鉱技術の移転を通し、石炭供給能力の拡大に繋げるとともに産炭国との関係強化を図るべく実施する。

#### a) 海外炭開発可能性調査

[16年度計画]

石炭の安定供給及び適正供給に資する海外の石炭賦存量の確認、地質構造等の解明を行い、炭鉱開発の可能性について把握するため、民間事業者が行う地表踏査、試錐調査、物理探査、インフラ調査等の調査に対する補助金交付を平成16年度は最大4件実施する。

[16年度業務実績]

インドネシア1件、オーストラリア1件及びモザンビーク1件の計3件を実施した。なお、モザンビークの案件については、試錐工事が自然要因等による遅延により、5月末に調査完了予定。

なお、平成16年度は公募を4回実施し、3件を採択した。

##### 【公募第1回】

事前周知：平成16年5月12日

公募開始：平成16年5月24日

公募締切：平成16年6月23日

選定通知：平成16年7月9日

##### 【公募第2回】

事前周知：平成16年7月15日

公募開始：平成16年7月30日

公募締切：平成16年8月31日

選定通知：該当無し

##### 【公募第3回】

公募開始：平成16年9月22日

公募締切：平成16年10月21日

選定通知：平成16年11月8日

##### 【公募第4回】

公募開始：平成16年11月19日

公募締切：平成16年12月20日

選定通知：平成16年12月27日

#### b) 海外地質構造等調査

[16年度計画]

石炭の安定供給及び適正供給に資する石炭賦存量の確認、地質構造の解明、探査技術の高精度化・効率化、石炭需給の安定化、産炭国の石炭開発・鉱業開発諸制度等を把握するため、海外地質構造等調査を実施する。

##### < 海外地質構造調査 >

[16年度計画]

産炭国の石炭資源量、地質構造等の解明を図るため、インドネシア国スマトラ州ブニアン・クンキラン地域について、インドネシア国地質・鉱物資源総局との運営委員会に基づく平成16年度計画に従い、地表踏査、試錐・物理検層等を実施する。また、石炭の賦存が期待される有望炭田地域のプロジェクト選定等調査、海外産炭国との協定折衝・事前調査を行う。

[16年度業務実績]

産炭国の石炭資源量、地質構造等の解明を図るため、インドネシア国スマトラ州ブニアン・クンキラン地域について、インドネシア国地質・鉱物資源総局との運営委員会に基づく平成16年度計画に従い、地質総合解析及び採掘計画素案の作成を実施した。

また、ベトナム国の石炭の賦存が期待される有望炭田地域として、クアンニン省ケーチャム地区を選定し、ベトナム石炭公社と「日本ベトナム石炭共同探査」の実施協定の締結、同地域の試錐調査等を実施した。

なお、本調査について公募を実施し、採択した。

事前周知：平成16年7月15日

公募開始：平成16年10月6日

公募締切：平成16年11月15日

選定通知：平成16年12月14日

##### < 石炭資源開発基礎調査 >

[16年度計画]

石炭資源の探査・開発を効率的・効果的に展開させるため、高精度・高分解能地震探査技術システム、高能率孔内測定システム、石炭資源総合評価システム、石炭ポテンシャル評価システムの総合評価等を実施するとともに、石炭ポテ

ンシャル評価システムの適用性及び汎用性の確認のための実地検証を実施する。また、石炭資源探査・開発に関わる不確実性の軽減化及び環境負荷低減化のために、資源ポテンシャル評価データの整備、炭鉱の探掘安全と石炭生産による地球温暖化防止のための情報収集解析を実施し、基礎的情報の提供を行う。

[16年度業務実績]

新探査技術調査として平成15年度までに開発した探査技術を利用して、未調査地域（北ボーエン盆地）において、システムの検証試験と総合評価を実施した。

また、情報収集解析事業として、露天掘石炭探掘跡地修復技術に係る総合評価等の実施、石炭情報検索データベースの作成の実施、及びインドネシア国地質・鉱物資源総局と共同で石炭資源開発解析調査（当該国の石炭資源を対象とした既存の試錘データ等を利用した石炭資源評価データベース構築・システム設計等）に係る実施協定の締結等を実施した。

なお、平成16年度に追加した2テーマについては以下の通り公募を実施し、採択した。

【公募1】石炭情報検索データベース構築調査

事前周知：平成16年7月1日

公募開始：平成16年9月2日

公募締切：平成16年9月15日

選定通知：平成16年9月17日

【公募2】日本インドネシア石炭資源解析調査

事前周知：平成16年7月1日

公募開始：平成16年10月13日

公募締切：平成16年11月12日

選定通知：平成17年1月11日

< 海外炭開発高度化等調査 >

< 海外炭開発促進調査 >

[16年度計画]

我が国における海外炭の効率的・安定的供給の確保の方策を検討するため、主要産炭国の石炭生産状況と主要消費国の石炭消費動向に係る最新の情報収集・分析、及び石炭に関するエネルギー安全保障の確保、地球温暖化問題等に係る情報収集・分析を実施し、本邦民間企業等へ提供する。

[16年度業務実績]

「豪州ニューサウスウェールズ州における石炭生産及び輸出能力調査」については、今後の動向に注視する必要があるNSW州の輸出供給力等の調査を行った。また、「世界における石炭需給及び価格動向調査」について、世界における石炭需給及び価格動向に関連する各種データ・情報を収集分析するとともに、2005年以降の世界における石炭需給及び価格動向を見通すための調査を行った。

なお、平成16年度の2テーマについては以下の通り公募を実施し、採択した。

【公募1】豪州ニューサウスウェールズ州における石炭生産及び輸出能力調査

事前周知：平成16年7月2日

公募開始：平成16年8月20日

公募締切：平成16年9月2日

選定通知：平成16年9月17日

【公募2】世界における石炭需給及び価格動向調査

事前周知：平成16年7月2日

公募開始：平成16年12月14日

公募締切：平成16年12月27日

選定通知：平成16年12月27日

< 海外炭開発高度化等調査 >

< アジア太平洋石炭開発高度化調査 >

[16年度計画]

石炭需要の伸びが大きいアジア太平洋地域の石炭需給安定化の方策を検討するため、同地域の主要産炭国の政府機関と共同で、炭鉱の生産性向上、輸送インフラ整備等に関する技術的・経営的診断と改善のための総合的開発計画を策定し、相手国と本邦民間企業へ提供する。平成16年度は、石炭需要の伸びが著しい中国の石炭輸出入及び生産・消費に係る動向調査を相手国政府と共同で実施するとともに、将来の石炭供給源の可能性の高いロシアの石炭供給能力及び石炭需要調査を相手国政府機関と共同で実施する。

[16年度業務実績]

「中国における石炭需給の動向と見通し - 石炭輸出入に及ぼす影響 - 」について輸出向け中国炭の確保のための課題を主に需要面から調査し、投資環境について調査すると共に、中国石炭輸出の動向を調査した。また「ロシア極東・東シベリアにおける石炭需給見通しと輸出ポテンシャル - 東シベリアの石炭事情 - 」についてロシア極東・東シベリアの輸送インフラ等について調査を行った。

なお、平成16年度の2テーマについては以下の通り公募を実施し、採択した。

【公募1】中国における石炭需給の動向と見通し - 石炭輸出入に及ぼす影響 -

事前周知：平成 16 年 5 月 10 日  
公募開始：平成 16 年 6 月 15 日  
公募締切：平成 16 年 6 月 28 日  
選定通知：平成 16 年 7 月 28 日

【公募 2】ロシア極東・東シベリアにおける石炭需給見通しと輸出ポテンシャル - 東シベリアの石炭事情 -

事前周知：平成 16 年 5 月 10 日  
公募開始：平成 16 年 6 月 15 日  
公募締切：平成 16 年 6 月 28 日  
選定通知：平成 16 年 7 月 28 日

< 海外炭開発高度化等調査 >

< アジア太平洋石炭需給セミナー >

[16 年度計画]

アジア・太平洋域内の今後の石炭需給見通し、地球温暖化問題、政策課題等について A P E C 加盟国との共通認識・関係強化を図るため、コールフローセミナーを開催し、情報交換等によって得られた情報を本邦民間企業等へ提供する。

[16 年度業務実績]

A P E C 加盟の 15 の国・地域及びインドからの参加を得て APEC CFE・テクニカル・アンド・ポリシー・セミナーを、フィリピンセブで開催した。専門家、政策立案者、業界代表から石炭が直面する技術・経済性・政策面に至る課題と環境政策等について議論し、域内需給のための政策判断への活用、及び国内民間企業の参加のもと情報交換・情報提供等を行った。

c) 炭鉱技術海外移転事業

[16 年度計画]

海外産炭国が直面している露天掘りから坑内掘への移行、深部化、奥部化等の採掘条件の悪化に伴う石炭生産・保安管理技術の課題に応えるため、中国、インドネシア、ベトナムの炭鉱技術者を対象に国内受入れ研修の実施、我が国炭鉱技術者等の中国、インドネシア、ベトナムの炭鉱等への海外派遣研修の実施、研修成果のフォローアップ調査、ワークショップなどの国際交流事業を実施する。

[16 年度業務実績]

釧路炭鉱と長崎炭鉱技術研修センターにおいて、ベトナム 127 名、中国 105 名、インドネシア 60 名を受け入れ、炭鉱技術、保安管理技術に関する国内受入れ研修を実施した。また、ベトナム（マオケー炭鉱、ケーチャム炭鉱、モンズン炭鉱）中国（黒龍江煤鉱安全監察局、吉林煤炭工業局、カイルン集団有限責任公司、大同煤鉱集団有限責任公司、湖南煤鉱安全監察局、河南煤鉱安全監察局）、インドネシア（オンピリン炭鉱、ファジャル・プミ・サクティ炭鉱、ウンバルト炭鉱、南カリマンタン州政府）において、日本人炭鉱技術者による現地指導等海外派遣研修を実施した。更に、各国のカウンターパートと共同で研修成果の確認と次年度事業の効率的運用に資するためのフォローアップ調査の実施、及び国際交流事業として海外産炭国であるロシア東シベリア・極東地域の生産技術等動向に関する情報収集調査を行った。

本調査については、公募を実施し、採択した。

公募開始：平成 16 年 12 月 3 日  
公募締切：平成 16 年 12 月 16 日  
選定通知：平成 16 年 12 月 17 日

(イ) 新エネルギー・省エネルギー導入普及業務等の実施に係る共通の実施方針

(企画・公募段階)

[中期計画]

内外のエネルギー・環境関係技術開発の動向や、エネルギー需給動向、国際的なエネルギー環境問題に関する議論の動向等を体系的に把握するとともに、適切な事業の実施方針を毎年度策定する。

[16 年度計画]

内外のエネルギー・環境関係技術開発の動向や、エネルギー需給動向、国際的なエネルギー環境問題に関する議論の動向等を体系的に把握するとともに、これらを踏まえ、新エネルギー・省エネルギー導入普及業務等について、適切な事業の実施方針を策定する。

[16 年度業務実績]

技術開発の進展、経済状況を踏まえ、関係機関と協議し、業務運営方法、補助要件等を見直した上で、平成 17 年度の実施方針を平成 17 年 3 月までに策定した。

[中期計画]

円滑かつ迅速な事業実施・推進を図るため、上記の事業のうち極力多くの事業について、政府予算の成立を条件として、実施年度の前年度の 3 月までに公募を開始する。公募に当たっては、ホームページや各種メディアの最大限の活用等により広範な周知を図る。機構のホームページ上に、公募開始の 1ヶ月前（緊急に必要なものであって事前の周知が不可能なものは除く）には、公募に係る事前の周知を行う。



#### [16年度計画]

円滑かつ迅速な事業実施・推進を図るため、上記の事業のうち極力多くの事業について、平成17年度政府予算の成立を条件として、可能な限り平成17年3月までに公募を開始する。公募に当たっては、ホームページや各種メディアの最大限の活用等により広範な周知を図る。当機構ホームページ上に、公募開始の1ヶ月前（緊急に必要なものであって事前の周知が不可能なものは除く）には、公募に係る事前の周知を行う。

#### [16年度業務実績]

平成17年度事業のうち、平成17年3月までに10件（対象の77%）の公募を開始し、事業期間の確保に努めた。また平成16年度に実施した公募については、44件（対象の93%）についてホームページ等を活用し、公募の1ヶ月以上前に公募情報の事前周知を実施した。

#### [中期計画]

公募締切後の審査においては、機構外部の優れた専門家・有識者の参画による客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。また、審査を迅速に行い、応募総数が多い場合等、特段の事情がある場合を除き、締切から原則60日以内に採択決定を行う（平成14年度実績30日～80日）。さらに、採択案件に係る情報を公開するとともに、不採択の場合には、全件、相手方にその理由を文書で通知する。

#### [16年度計画]

公募締切後の審査においては、原則として機構外の優れた専門家・有識者を活用し客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。また、審査を迅速に行い、応募総数が多い場合等、特段の事情がある場合を除き、締切から60日以内に採択決定を行う。さらに、採択者に係る情報を公開するとともに、不採択の場合には、全件、相手方にその理由を文書で通知する。

#### [16年度業務実績]

地域省エネルギー普及促進対策事業、新エネルギー・省エネルギー非営利活動支援事業、中小水力発電開発補助事業及び海外地球温暖化防止支援技術開発については公募を行い、採択に係る作業を迅速化し、公募締切から採択決定までの期間の目標である60日以内を達成した。

なお、地域省エネにおいては外部有識者による審査委員会を開催し、採択者の絞り込みを行った。

さらに、平成16年度に公募を実施した事業については、全採択者をNEDOホームページ等を活用し公開するとともに、不採択の場合には全件、相手方にその理由を文書で通知した。

#### [中期計画]

原則として全ての公募案件につき、電子政府推進本部の指摘に基づく電子申請を可能とするようなシステムの構築を行う。

#### [16年度計画]

原則として全ての公募案件につき、電子政府推進本部の指摘に基づく電子申請を可能とするようなシステムの構築に着手する。

#### [16年度業務実績]

電子申請は、事業効率化の一環として行うものであるところ、平成17年度以降、引き続き検討を行う。

### （業務実施段階）

#### [中期計画]

制度の趣旨に応じた柔軟な応募受付・事業実施システムを構築することにより、国からの補助金を原資とする事業との性格を踏まえつつも、年度の切れ目が事業実施の上での不必要な障壁となることのないよう、利用者本位の制度運用を行う。

#### [16年度計画]

制度の趣旨に応じた柔軟な応募受付・事業実施システムを構築する。これにより、国からの補助金を原資とする事業との性格を踏まえつつも、年度の切れ目が事業実施の上での不必要な障壁となることのないよう、ユーザー本位の制度運用を行う。

#### [16年度業務実績]

地域新エネ、地域省エネ、地域地球温暖化防止、非営利の平成16年度公募については、期間を1ヶ月以上設定し、また公募説明会を全国4箇所で開催し、ユーザーに配慮した。

また、「共同実施等推進基礎調査」については、公募の早期開始等により、事業期間の改善を図った。

#### [中期計画]

制度の利用者が容易に事業の趣旨や応募方法を理解できるよう、事業横断的な統一マニュアルを策定により、できる限り公募方法を統一化する。加えて、補助金交付規程等の規程類を機構のホームページ上で公開し、利用者の利便性の向上を図る。

#### [16年度計画]

制度のユーザーが容易に事業の趣旨や応募方法を理解できるよう、事業横断的な統一マニュアルの策定により、できる限り公募方法を統一化する。加えて、ユーザーの利便性の向上を図るため、補助金交付規程等の規程類を当機構のホームページ上で公開する。

#### [16年度業務実績]

地域新エネ、地域省エネ、地域地球温暖化防止、非営利の平成16年度公募要領においては、全ての事業で記載項目及び順序を統一した。更に補助金交付規程等を当機構のホームページ上で公開した。

[中期計画]

制度面・手続き面の改善を毎年度着実にを行い、毎年、制度利用者からのアンケートを実施し、7割以上の回答者から肯定的な回答を得る。

[16年度計画]

制度面・手続き面の改善につなげるため、制度ユーザへのアンケートを実施するとともに、必要に応じてヒアリング等を行う。

[16年度業務実績]

地域新エネ、地域省エネ、地域地球温暖化防止、非営利の4事業について、ユーザアンケートを実施した。その結果、補助事業の手続きについては約5割が複雑さを感じ、提出書類については約7割が多いと感じるなど評価としては低いものであったものの、それらを含めた総合評価については8割弱から「普通」以上の評価を得た。

### (評価及びフィードバック)

[中期計画]

技術開発、フィールドテスト事業、海外実証事業、導入普及事業の一連の事業の成果を分析・整理し、機構のホームページや新聞・雑誌及び機構の刊行物(ガイドブック、パンフレット等)を通じて積極的に情報発信を行うとともに、各種セミナー、シンポジウム、展示会等の開催を通じ、国民や関係者への積極的な啓発活動を行う。

[16年度計画]

技術開発、フィールドテスト事業、海外実証事業、導入普及事業の一連の事業の成果を分析・整理し、機構のホームページや新聞・雑誌及び機構の刊行物(ガイドブック、パンフレット等)を通じて積極的に情報発信を行うとともに、各種セミナー、シンポジウム、展示会等の開催を通じ、国民や関係者への積極的な啓発活動を行うことにより、事業成果の活用の推進を図る。

[16年度業務実績]

実証データ、導入普及データを活用して以下のガイドブックを作成、配布した。

- ・風力発電導入ガイドブック
- ・新エネルギーガイドブック

[中期計画]

機構外部の優れた専門家・有識者を活用した厳格な評価を行い、その結果を以降の事業実施及び予算要求プロセスに反映する。導入・普及事業においては、事業を取り巻く環境の変化に適切に対応するため、概ね3年ごとに制度の運用状況や改善点等について精査し、政策当局への提言等を適切に行う。

[16年度計画]

機構外部の優れた専門家・有識者を活用した厳格かつ可能な限り定量的な評価を行い、その結果を以降の事業実施及び予算要求プロセスに反映する。導入・普及事業においては、制度の運用状況や改善点等について精査し、政策当局への提案等を適切に行う。

[16年度業務実績]

新エネ関連補助事業に関する制度改善要望を経済産業省に対して行い、平成17年度における地域新エネ、地域地球温暖化防止及び非営利事業の統合、太陽光補助率の定額化等が実現した。なお、導入設備の利用状況報告等を分析したところ、太陽熱の一部で計画を下回っているものはあるものの、その他の太陽光、風力について概ね良好であった。

### (3) 出資・貸付経過業務

[中期計画]

株式の処分については、管理コストも勘案の上、原則として中期目標の期間中において処分を完了するものとする。ただし、株式の公開を目指す企業の株式については、公開時期、公開後の市況等を考慮して処分を行うものとする。

貸付金の回収については、回収額の最大化に向け、計画的に進めるものとする。

[16年度計画]

株式(株式の公開を目指す企業の株式を除く)の処分については、原則として中期目標の期間中において処分が完了できるように出資先会社等と調整する。また、株式の公開を目指す企業の株式については、公開時期等の動向を注視する。

貸付金の回収については、回収額の最大化に努める。

### (ア) 研究基盤出資経過業務

[16年度計画]

(株)イオン工学センター、(株)鉱工業海洋生物利用技術研究センター及び(株)超高温材料研究センターについて、株式の処分の在り方に関して関係者との意見調整を図る。

[16年度業務実績]

・(株)イオン工学センターについては、平成16年11月24日付けで解散を行った。また、同センターに対して、出

資金の回収の最大化を図るため、出資基本契約に基づき、清算活動の適切な指導を実施した。

・(株)超高温材料研究センター及び(株)鉱工業海洋生物利用技術研究センターについては、株式処分の在り方について関係者との意見調整を図った。

## (イ) 鉱工業承継業務

[16年度計画]

(株)旭川保健医療情報センター、(株)熊本流通情報センターについては、原則として中期目標の期間中において株式の処分が完了できるよう関係者と意見調整を図る。

[16年度業務実績]

(株)旭川保健医療情報センター、(株)熊本流通情報センターについて、株式の処分が完了した。

[16年度計画]

株式の公開を目指す企業の株式については、公開時期等の動向を注視する。

[16年度業務実績]

株式の公開を目指す企業の株式については、公開時期等の動向に注視しながら関係者と意見調整を図った。

[16年度計画]

経過業務を適正に遂行するため、債権の管理及び平成16年度償還予定分等を回収する。

[16年度業務実績]

貸付金の回収については、債権の管理を適正に行うとともに、平成16年度償還予定分以上の回収を行った。

<平成16年度償還予定額と回収額>

償還予定額 1,744百万円

回収実績額 2,255百万円

## (ウ) 探鉱貸付経過業務

[16年度計画]

経過業務を適正に遂行するため、平成15年9月30日以前に貸し付けられた資金に係る債権の管理及び平成16年度償還予定分を回収する。

[16年度業務実績]

平成16年度は償還予定額92,762,000円の全額を回収した。

## (4) 石炭経過業務

### (ア) 貸付金償還業務

[中期計画]

回収額の最大化に向け、管理コスト等を勘案しつつ、個別債務者の状況に応じた適切な措置を講じ、計画的に貸付金の回収を進める。

[16年度計画]

回収額の最大化に向け、管理コスト等を勘案しつつ、個別債務者の状況に応じた適切な措置を講じ、計画的に貸付金の回収を進める。

平成16年度は平成16年度償還予定分を回収する。ただし、回収額は個別債務者の状況によって変動する。

[16年度業務実績]

平成16年度は、償還予定額1,933,952,000円のところ、6,601,619,000円を回収した。

### (イ) 旧鉱区管理等業務

[中期計画]

廃止前の石炭鉱業構造調整臨時措置法により機構が買収し、最終鉱業権者となっている旧鉱区に関する鉱害の発生の防止のため当該鉱区及びボタ山の管理を行う。

具体的には、旧鉱区管理業務のうち、ボタ山の巡回、防災工事については、当該ボタ山の安定状態等に応じた合理的区分を基に管理手法の定形化・マニュアル化を行い適切に管理する。特定ボタ山の安定化工事については、平成18年度までに完了する。

また、買収した旧鉱区等に係る鉱害について、公正かつ適正に賠償するものとする。

[16年度計画]

旧構造調整法により機構が買収し、最終鉱業権者となっている旧鉱区に関する鉱害の発生の防止のため当該鉱区及びボタ山の管理を行う。

具体的には、1)平成15年度に作成した旧鉱区管理マニュアルに従って旧鉱区及びボタ山の管理を行う。2)宝珠山2坑ボタ山安定化工事については調査・設計を完了し、平成17年度からの安定化工事に向けての準備(ボタ山等安

定化工事検討委員会による検討等)を行う。

また、買収した旧鉱区に係る鉱害については、発生した時点において公正かつ適正に賠償する。

[16年度業務実績]

旧鉱区及びボタ山の管理を行った。具体的には、

- 1) 旧鉱区管理マニュアルに従い、旧鉱区に係る111炭鉱について状況調査及び放置坑口閉そく工事等を実施した。
- 2) 福岡県の宝珠山2坑ボタ山安定化工事については調査・設計等を実施するとともに、ボタ山等安定化工事検討委員会による検討等平成17年度からの安定化工事に向けての準備を行った。

また、旧鉱区に係る鉱害処理については、申し出614件に対し、鉱害であるか否かの認否件数287件(内鉱害である旨採択(認定)した件数60件、不採択(否認)件数227件)の処理を行い、採択件数の内24件及び前年度採択未処理分25件計49件301百万円の鉱害処理を適正に実施した。なお、採択未処理事件41件及び認否未処理事件数327件については、次年度において現地調査等を行い適正に処理する。

## (ウ) 鉱害復旧業務

[中期計画]

経済産業大臣の認可を受けた復旧基本計画に従い、関係者の理解と協力を得つつ、計画に定められた復旧工事については、平成18年度までを目途に可及的速やかに完了するよう努める。

[16年度計画]

経済産業大臣の認可を受けた復旧基本計画に従い、関係者の理解と協力を得つつ、計画に定められた復旧工事の完了に努める。

平成16年度は、84件、総額2,552百万円の復旧工事に着手する。ただし、復旧工事の達成度は関係者の状況によって変動する。

[16年度業務実績]

平成16年度においては、復旧工事90件、復旧不適等による処理4件、被害者からの申し出による認定取消1件、合計95件、復旧費総額1,912百万円の処理を適正に実施した。

なお、当初復旧総額と約6.4億円の実績差については、農地等物件については旧復旧法第74条に規定する農地効用未回復に係る申し出がなかったことや被害者からの復旧工事辞退の申し出があったこと、関係者の理解と協力を得つつ次年度予定物件との調整を行ったこと及び積算・入札等による減額(約5.4億円)、家屋等物件については積算・入札等による減額(約1.0億円)によるものである。

## (5) アルコール関連経過業務

### (ア) アルコールの多品種化

[中期計画]

市場のニーズに応えるべく、市場調査を行い、その結果を踏まえ、低コスト志向や食の安全・安心志向等顧客ニーズに合致した新たな品種のアルコールを海外のアルコールも含めて提供する。

[16年度計画]

平成16年度において、15年度の市場調査結果を踏まえ、原料をサトウキビ由来に限定した「95度1級サトウキビアルコール」(仮称)の販売を平成16年度の早い時期に開始する。また、既存製品より安価なアルコール及び高付加価値のアルコール等について市場のニーズの調査を行う。

[16年度業務実績]

需要動向調査によるニーズの把握結果より、平成16年5月1日に新製品として、サトウキビ由来に限定した「95度1級サトウキビアルコール(通称「Q i b i x 9 5」)」の販売を開始した。

また、新たな品種のアルコールを提供するため、引き続き、市場ニーズ調査を実施し、平成17年度から提供する準備を進めた。

### (イ) 情報の提供等

[中期計画]

お客様相談室を設置し、問い合わせ等の対応の迅速化を図る。

[16年度計画]

顧客が必要とする情報を積極的かつ速やかに提供できるようにするため、問合せ内容及びその対応に関するデータベースの構築・拡充を行い、ホームページ等を通じて適宜、公開する。

[16年度業務実績]

需要動向調査の結果をホームページに掲載する等、情報の提供を積極的に行った。また、日常のオペレーションとして、「お客様対応」、「顧客訪問」の記録をとり、データベース化し、情報の共有化を図った。

[中期計画]

品質管理等に関する情報については積極的に発信することとし、アルコールの販売に当たっては、顧客のニーズを反映した分析表を提供する。

[16年度計画]

顧客に提供するアルコールの種類に応じた品質データや使用原料に関する品質管理状況等について、ホームページ等において積極的に発信する。また、顧客のニーズに応えるため、顧客が求める製品ごと全てに品質分析値を記載したアルコール品質検査表を発行する。

[16年度業務実績]

顧客に提供するアルコールの種類に応じた品質データや使用原料に関する品質管理状況等について、問合せに応じたデータ提供・発信を実施した。また、新製品「Q i b i x 9 5」の販売開始時期とあわせて、ご希望の顧客には、品質分析値を記載したアルコール品質検査表の発行を開始した。

[中期計画]

「食の安全・安心」が重視される昨今、予測されるユーザー関連情報を早めにキャッチし、ホームページ等により適時・適切に発信する。

[16年度計画]

「食の安全・安心」が重視される昨今、関連業界及び関連団体等と緊密に情報交換を行うことにより、予測されるアルコールのユーザー関連情報を早めにキャッチし、情報分析し、必要と思われる情報については、ホームページ等により適時・適切に発信する。

[16年度業務実績]

直接許可使用者とつながりのある販売事業者との第1回懇談会を開催し、情報交換及びコミュニケーションを活性化させる先鞭をつけた。また、「食の安心・安全」の情報として、発酵アルコールの安全性、安全データシート(MSDS)等について、ホームページに掲載した。

## (ウ) 製品品質の安定化

[中期計画]

品質管理体制を確立し品質のブレを最小限にする。特に、アルコール製造部門が製造するアルコールの品質については、アルコール中の不純物含有量の標準偏差を平成16年度には3.0 mg/L以下(蒸発残分については0.10 mg/100mL以下)(標準偏差値平成14年度実績4.0 mg / l )にすることを目標とする。

[16年度計画]

平成16年度中にアルコール中の不純物含有量の標準偏差を3.0 mg/L以下(蒸発残分については0.10 mg/100mL以下)とすることを目標に、平成16年度において、ISO9000の確実な運用を行う。

[16年度業務実績]

ISO9001の確実な運用を行っており、標準偏差の目標も達成している。また、ISO9001については、各工場単位で認証取得していた仕組みを全工場統合化するとともに、アルコール本部の一部について適用範囲を拡大し、さらに品質管理体制の強化を進めている。

## (エ) 顧客満足度の向上

[中期計画]

一人ひとりの職員が顧客に信頼され、期待されることに留意しながら日常の業務を行うことにより、顧客満足度を向上させる。更に、接客態度や情報、システム等について第三者による顧客満足度調査を継続的に実施し、その結果を迅速かつ着実に業務に反映させることにより、平成17年度には顧客からのクレームゼロを達成する。

[16年度計画]

顧客満足度を向上させるため、一人ひとりの職員が顧客に信頼され、期待されることに留意しながら日常の業務を行う。平成16年度において、接客に対する態度や情報、システム等について、第三者機関による顧客満足度調査の結果も踏まえて、現状分析を行い、業務へ反映していく。さらに接客マニュアルの適宜見直し等を行い、効果的かつ適切な運用を図る。

[16年度業務実績]

一人ひとりの職員が顧客に対し誠実・迅速に対応する日常業務を行うことにより、顧客からの信頼を得るとともにクレームの未然防止に努めた。第三者機関により販売事業者への「満足度調査」を実施、集計ののち、接客マニュアル等営業ハンドブックの充実を図った。

## (オ) 一手購入販売機関としての公平性・中立性の確保

[中期計画]

アルコール販売部門については、一手購入販売機関としての公平性・中立性を確保した業務運営を行う。

[16年度計画]

アルコール販売部門については、一手購入販売機関としての公平性・中立性を確保した業務運営を行う。

[16年度業務実績]

インターネット/Webによる買受注文システムの浸透、定着化を図り、公平性・中立性を確保した。

### 3. 予算（人件費見積もりを含む） 収支計画及び資金計画

[中期計画]

予算、収支計画及び資金計画は以下の通り。予算の見積もりは運営費交付金の算定ルールに基づき1.(7)の目標を踏まえ試算したものであり、実際の予算は毎年度の予算編成において決定される係数等に基づき決定されるため、これらの計画の額を下回ることや上回ることがあり得る。

なお、アルコール関連経過業務については、平成18年4月を目途にアルコール製造部門の特殊会社化が予定されていることから、平成17年度末までの計画とする。

[16年度業務実績]

プロジェクトの終了により不用化した研究資産について、他のプロジェクトへの転用（資産数1,664点、取得価格ベース約4.7億円）、中古売却（契約数235件、売却価格約1.0億円）に努めた。（今後の決算作業の進行により修正することがありえる）

#### （1）予算

[中期計画]

[運営費交付金の算定ルール]

毎年度の運営費交付金（ $G(y)$ ）については、以下の数式により決定する。

$(y)$ （運営費交付金） $=A(y-1)$ （一般管理費） $\times$ （一般管理費の効率化係数） $+B(y-1)$ （事業に要する経費） $\times$ （事業の効率化係数） $\times$ （中長期的政策係数） $\times$ （消費者物価指数） $+C(y)$ （調整経費） $-D(y)$ （自己収入） $A(y)$ （一般管理費） $=S(y)$ （人件費） $+$ その他一般管理費 $\times$ （消費者物価指数）

$S(y)$ （人件費） $=S(y-1) \times s$ （人件費調整係数）

$D(y)$ （自己収入） $=D(y-1) \times d$ （自己収入調整係数）

$A(y)$ ：運営費交付金額のうち一般管理費相当分。

$B(y)$ ：運営費交付金額のうち事業に要する経費相当分。

$C(y)$ ：短期的な政策ニーズ及び特殊要因に基づいて増加する経費。短期間で成果が求められる技術開発への対応、法令改正に伴い必要となる措置等の政策ニーズ、及び退職手当の支給、事故の発生等の特殊要因により特定の年度に一時的に発生する資金需要について必要に応じ計上する。

$D(y)$ ：自己収入。基本財産の運用より生じる利子収入等が想定される。

$S(y)$ ：役員報酬、職員基本給、職員諸手当及び超過勤務手当に相当する額。

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

（一般管理費の効率化係数）：1.(7)で19年度において特殊法人比15%を上回る削減を達成することとしているため、この達成に必要な係数値とする。

（事業の効率化係数）：1.(7)で19年度において特殊法人比5%の効率化を行うこととしているため、この達成に必要な係数値とする。

（中長期的政策係数）：中長期的に必要な技術シーズへの対応の必要性、科学技術基本計画に基づく科学技術関係予算の方針、独立行政法人評価委員会による評価等を総合的に勘案し、具体的な伸び率を決定する。

（消費者物価指数）：前年度の実績値を使用する。

$s$ （人件費調整係数）：職員の採用、昇給・昇格、減給・降格、退職及び休職に起因する一人当たり給与の変動の見込みに基づき決定する。

$d$ （自己収入調整係数）：自己収入の見込みに基づき決定する。

総計

一般勘定

電源利用勘定

石油及びエネルギー需給構造高度化勘定

基盤技術研究促進勘定

研究基盤出資経過勘定

鉱工業承継勘定

石炭経過勘定

特定アルコール販売勘定

アルコール製造勘定

一般アルコール販売勘定

特定事業活動等促進経過勘定<H16.7.1 ~>

[16年度計画]

総計

一般勘定

電源利用勘定

石油及びエネルギー需給構造高度化勘定

基盤技術研究促進勘定

研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定  
一般アルコール販売勘定  
特定事業活動等促進経過勘定 <H16.7.1~>

[16年度業務実績]

総計  
一般勘定  
電源利用勘定  
石油及びエネルギー需給構造高度化勘定  
基盤技術研究促進勘定  
研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定)  
一般アルコール販売勘定  
特定事業活動等促進経過勘定

## (2) 収支計画

[中期計画]

総計  
一般勘定  
電源利用勘定  
石油及びエネルギー需給構造高度化勘定  
基盤技術研究促進勘定  
研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定  
一般アルコール販売勘定  
特定事業活動等促進経過勘定 <H16.7.1~>

[16年度計画]

総計  
一般勘定  
電源利用勘定  
石油及びエネルギー需給構造高度化勘定  
基盤技術研究促進勘定  
研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定  
一般アルコール販売勘定  
特定事業活動等促進経過勘定 <H16.7.1~>

[16年度業務実績]

総計  
一般勘定  
電源利用勘定  
石油及びエネルギー需給構造高度化勘定  
基盤技術研究促進勘定  
研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定  
一般アルコール販売勘定

特定事業活動等促進経過勘定

### (3) 資金計画

[中期計画]

総計  
一般勘定  
電源利用勘定  
石油及びエネルギー需給構造高度化勘定  
基盤技術研究促進勘定  
研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定  
一般アルコール販売勘定  
特定事業活動等促進経過勘定<H16.7.1~>

アルコール製造勘定については、平成17年度末に、手元流動性（現金預金及び有価証券の合計額）を30億円以上確保するとともに（平成14年度実績15.3億円（借入金8.7億円除く））、固定比率（固定資産/自己資本）を100%未満にする（平成14年度実績95.1%）。

また、特殊会社化に向けた準備を進めるとともに、特殊会社化後の速やかな完全民営化を図るため、財務状況や経営状況に関する情報を年2回以上ホームページ等を通して公表する。

[16年度計画]

総計  
一般勘定  
電源利用勘定  
石油及びエネルギー需給構造高度化勘定  
基盤技術研究促進勘定  
研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定  
一般アルコール販売勘定  
特定事業活動等促進経過勘定 <H16.7.1~>

[16年度業務実績]

総計  
一般勘定  
電源利用勘定  
石油及びエネルギー需給構造高度化勘定  
基盤技術研究促進勘定  
研究基盤出資経過勘定  
鉱工業承継勘定  
石炭経過勘定  
特定アルコール販売勘定  
アルコール製造勘定  
一般アルコール販売勘定  
特定事業活動等促進経過勘定

## 4. 短期借入金の限度額

[中期計画]

運営費交付金の受入の遅延、補助金・受託業務に係る経費の暫時立替えその他予測し難い事故の発生等により生じた資金不足に対応するための短期借入金の限度額は、600億円とする。

[16年度計画]

運営費交付金の受入の遅延、補助金・受託業務に係る経費の暫時立替えその他予測し難い事故の発生等により生じた資金不足に対応するための短期借入金の限度額は、600億円とする。

[16年度業務実績]

なし。



## 5. 重要な財産の譲渡・担保計画

[中期計画]

事務所の川崎市への移転に伴い必要となる職員用宿舍を整備するため、土地（東京都世田谷区祖師ヶ谷1丁目）を売却する。

[16年度計画]

事務所が川崎市へ移転したことに伴い必要となる職員用宿舍を整備するため、土地（東京都世田谷区祖師ヶ谷1丁目）の売却を平成15年度に引き続き推進する。

[16年度業務実績]

土地（東京都世田谷区祖師ヶ谷1丁目）の売却を12月に実施した。

## 6. 剰余金の使途

[中期計画]

各勘定に剰余金が発生したときには、後年度負担に配慮しつつ、各々の勘定の負担に帰属すべき次の使途に充当できる。

- ・研究開発業務の促進
- ・広報並びに成果発表及び成果展示等
- ・職員教育・福利厚生の実施と施設等の補修・整備
- ・事務手続きの一層の簡素化・迅速化を図るための電子化の推進
- ・債務保証に係る求償権回収等業務に係る経費
- ・原材料等の急激な変動によるアルコール販売価格の上昇が見込まれる場合の価格調整
- ・アルコール製造業務の運営の効率化を図るために特に必要な事業がある場合の投資

[16年度計画]

平成16年度において各勘定に剰余金が発生したときには、翌年度において後年度負担に配慮しつつ、各々の勘定の負担に帰属すべき次の使途に充当できる。

- ・研究開発業務の促進
- ・広報並びに成果発表及び成果展示等
- ・職員教育・福利厚生の実施と施設等の補修・整備
- ・事務手続きの一層の簡素化・迅速化を図るための電子化の推進
- ・債務保証に係る求償権回収等業務に係る経費
- ・原材料等の急激な変動によるアルコール販売価格の上昇が見込まれる場合の価格調整
- ・アルコール製造業務の運営の効率化を図るために特に必要な事業がある場合の投資

[16年度業務実績]

なし

## 7. その他主務省令で定める事項等

### (1) 施設及び設備に関する計画

[中期計画]

アルコール製造業務における業務運営の効率化、そのために必要なアルコール製造業務における収入基盤の多様化及びユーザーニーズに応えるための設備投資を行う。また、事務所の川崎市への移転に伴い必要となる職員用宿舍の整備を行う。

施設・設備に関する計画

<区分>	<金額(百万円)>
1 製造設備整備	800
2 事業多様化設備整備	598
3 職員用宿舍整備	125
計	1,523

(注)上記の計画については、状況の変化に応じ柔軟に対応するものとし、予見しがたい事情による施設・設備の追加により変更される場合がある。

[16年度計画]

平成16年度においては、アルコール製造業務における業務運営の効率化、そのために必要なアルコール製造業務における収入基盤の多様化のための設備投資を平成15年度に引き続き推進する。

また、事務所が川崎市へ移転したことに伴い必要となる職員用宿舍の整備を平成15年度に引き続き推進する。

平成16年度施設・整備に関する計画

<区分>	<金額(百万円)>
1 製造設備整備	624
2 事業多様化設備整備	74

計 698

(注)上記の計画については、状況の変化に応じ柔軟に対応するものとし、予見しがたい事情による施設・設備の追加により変更される場合がある。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は、安全・環境・法律等(例えば、「1-4ジオキサン混入再発防止策」)に関する設備投資について、高い優先順位で実施した。製造業務における業務運営の効率化に必要な投資案件について、予想されるキャッシュフローリターンの大きさを経済価値を評価し、妥当な投資額の決定をして経営基盤の強化(例えば、「新製品「Qibix95」の専用払出設備整備」)に努めた。

平成16年度施設・整備に関する実績

<区分>	<金額(百万円)>
1 製造設備整備	609
2 事業多様化設備整備	0
計	609

(金額については今後の決算作業の進行により修正することがありえる)

## (2) 人事に関する計画

#### [中期計画]

##### (ア) 方針

・研究開発マネジメントの質的向上、組織としての柔軟性の確保・多様性の向上等の観点から、産官学から有能な外部人材を outward で積極的に登用し、一体的に運用するとともに、能力の最大活用を図る。

##### (イ) 人員に係る指標

・研究開発業務、導入普及業務については、業務のマニュアル化の推進等を通じ、定型化可能な業務は極力定型化し、可能な限りアウトソーシングないし派遣職員等を活用することにより、職員をより高次の判断を要するマネジメント業務等に集中させるとともに、職員数の抑制を図る。

##### (参考1) 常勤職員数

	期初	期末
常勤職員数( を除く)	726 人	456 人
研究開発事業等専門職員数	329 人	329 人

(注1)上記の期初の常勤職員数には、平成17年度末を目途に終了することが予定されているアルコール関連経過業務に係る職員(242人)が含まれる。

(注2)上記の職員は、産業技術及びエネルギー・環境技術に係る事業を円滑に実施するために、民間、大学等から専門性を有する外部人材を充てる。事業規模等に応じ人員の増減があり得る。

##### (参考2) 中期目標期間中の人件費総額

中期目標期間中の人件費総額見込み 27,988 百万円

但し、上記の額は、に係る役員報酬並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当に相当する範囲の費用であり、平成17年度末で終了が予定されているアルコール関連経過業務の平成17年度までの分が含まれる。なお、の人員に係る経費は、産業技術及びエネルギー・環境技術に係る事業費の0.5%以内とする。

#### [16年度計画]

・産官学からの外部人材を含めた職員の適性を踏まえ、一体的な人員配置を行う人事制度についてその試行的運用を通じ、諸課題を抽出して一層の制度改善に努める。

・各種マニュアルの充実を図り、定形業務の一層の効率化を図る。

#### [16年度業務実績]

研究開発マネジメントの質的向上を図るため、必要とされる外部人材に関し、出向者配置の年度計画を策定するとともに出向者公募を実施した。

機構内外の業務の効率化・サービスの向上を目的とした組織横断的な「契約・検査制度改革ワーキングチーム」及び「業務効率化ワーキングチーム」を設置し、契約手続きの簡素化・迅速化、業務マニュアル及び日常業務に関する手引き等の整備、外部向けホームページ及び内部用イントラネット等の利便性の向上等、様々な業務の改善・徹底を実施した。

また、職員の個人情報管理におけるセキュリティ面の向上、給与計算速度の高速化をはじめとした人事関連業務の効率化を図るため新・統合人事システムの開発を行った。

これら業務の効率化、職員配置の合理化等の取り組みにより、常勤職員と研究開発事業等専門職員を合わせた職員総数を抑制した。

研究開発事業等専門職員にかかる経費は、産業技術及びエネルギー・環境技術に係る事業費の0.49%となった。

## (3) 中期目標の期間を超える債務負担

#### [中期計画]

中期目標の期間を超える債務負担については、研究開発委託契約等において当該事業のプロジェクト基本計画が中期目標期間を超える場合、当該債務負担行為の必要性・適切性を勘案し合理的と判断されるものについて予定している。

[16年度計画]

なし。

[16年度業務実績]

なし。

#### (4) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第19条第1項に規定する積立金の使途

[中期計画]

なし。

#### (5) その他重要事項

[中期計画]

独立行政法人制度に基づく外部監査の実施に加え、計画的に内部業務監査や会計監査を実施する。なお、監査組織は、単なる問題点の指摘に留まることなく、可能な限り具体的かつ建設的な改善提案を含む監査報告を作成する。

[16年度計画]

平成16年度においては、内部監査規程に基づき、計画的に内部業務監査や会計監査を実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度においては、計画的な監査を実施するとともに監査手法を効率化するため、事前に作成したチェックリストに基づく業務監査、会計監査を実施した。

[中期計画]

業務の進捗状況管理機能を強化し、問題点を総務・企画部門にフィードバックし、業務改善に反映させる。

[16年度計画]

委託・助成等に係る契約手続等の業務の進捗状況管理を行い、適切な業務の遂行に努める。

[16年度業務実績]

委託契約や補助金交付業務について、公募開始一ヶ月前の事前周知、3月末までの公募開始、採択決定に要する期間及び継続案件の契約締結期間の短縮化を踏まえて進捗状況管理を実施した。この結果、全ての案件について着実な履行を確保した。

[中期計画]

資金の適切な使用（内部での予算執行、民間企業等への委託・助成等の全てを対象として）を確保するため、相互牽制機能の充実を図るとともに、検査体制の強化等によるコンプライアンス体制の構築と適切なチェック機能の発揮を図る。

[16年度計画]

機構内部の契約・助成等に係る検査機能の強化等コンプライアンス体制の構築と適切なチェック機能の発揮を図る。

[16年度業務実績]

委託・補助事業者向け「検査の手引き」の拡充を図るとともに、内部検査研修の充実を図った。また平成17年4月施行の独立行政法人等個人情報保護法の遵守のための体制整備を図った。

## 8．技術分野毎の事業

### < 1 > ライフサイエンス分野

[中期計画]

我が国で今後本格化する少子高齢社会において、健康で活力に満ちた安心できる生活を実現するため、健康・医療基盤技術、生物機能を活用したプロセス技術等の課題について重点的に取り組むこととし、以下のような研究開発を推進するものとする。

#### 健康・医療基盤技術

[中期計画]

国民ひとりひとりが健康で安心して暮らせる社会を実現するため、テーラーメイド医療等の実現に必要な遺伝子機能情報等の基盤的知見の蓄積を目指し、遺伝子、タンパク質、糖鎖等生体分子の機能・構造等の解析、代謝等の生命現象の解明を行う。また、これらの解析をより効率的に行うため、電子技術やナノテクノロジーを活用した生体情報測定解析技術や創薬候補物質のスクリーニング技術の開発、ゲノム情報や生体情報データベースを効率的に蓄積・検索・解析するためのバイオインフォマティクス技術の開発を行う。さらに、疾病の早期の診断・治療を可能とする医療機器等の開発、回復が期待できない身体機能を代替することができる代替・修復システムの開発及び加齢や疾病等によって衰えた身体機能を補助できる社会参加支援機器等の開発を行い、加えて、医療・福祉等の現場にそれらの技術が円滑に導入されることを支援するためのデータ提供等や、機械操作等人間の行動特性に適合させた製品技術に関する研究開発等を行う。

#### < 健康安心プログラム >

[16 年度計画]

遺伝子やタンパク質等の生体分子の機能・構造解析等を行うとともに、それらの研究を強力に推進するためのバイオツールやバイオインフォマティクスの開発、成果を高度に活用するためデータベース整備や先端技術を応用した高度医療機器開発等により、テーラーメイド医療<sup>1</sup>・予防医療・再生医療の実現や画期的な新薬の開発、医療機器、福祉機器等の開発・実用化を促進し、健康維持・増進に係る新しい産業の創出等を通じて健康寿命を延伸し、今後、世界に類を見ない少子高齢社会を迎える我が国において、国民が健康で安心して暮らせる社会を実現することを目的とし、平成 16 年度は、計 18 プロジェクトを実施する。

- 1 テーラーメイド医療：個々人の体質や薬剤感受性、あるいは病態の差異等を遺伝子解析情報を基に判断し、個々人に応じた薬剤投与、治療を行う医療。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度は、計画に基づいて計 18 プロジェクトを実施した。

### 《 1 》 生体高分子立体構造情報解析 [平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度]

[16 年度計画]

タンパク質がどのような機構で機能を発揮しているかを明らかにするため、生体内で特に重要な機能を持ち、創薬ターゲットとして有望な膜タンパク質及びそれらと相互作用する生体高分子（タンパク質、核酸、脂質、多糖類等）を対象として、立体構造や機能メカニズムを解析する技術の開発を目的に、東京大学大学院薬学系研究科教授 嶋田 一夫氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

電子線による解析技術の開発については、高分解能構造解析用プログラムシステムを改良する。単粒子解析は、IP<sub>3</sub> 受容体<sup>2</sup>のカルシウム結合型構造等の解析を行い、X 線結晶構造解析法により、アルツハイマーに関わる  $\alpha$ -synuclein 等の構造解析を継続する。また、電子分光電子線回折計の開発については、加速管、超高真空排気系等に重点を置いて、ショットキー電子銃部の製作を行う。さらに、脂質を利用した結晶化については、筋小胞体カルシウム ATPase<sup>3</sup>の適用を拡大し、高分解能化を目指すとともに、X 線結晶解析による可視化の手法を確立する。また、膜タンパク質の大量発現系の構築と 3 次元結晶を得る技術の開発については、酵母や昆虫細胞を用いるとともに、培養細胞及び無細胞系での大量発現系を構築し、1.5 Å 分解能回折強度のデータを収集する。また、内在性膜タンパク質の結晶化条件スクリーニング法を完成させるとともに、膜タンパク質のアミノ酸配列から結晶化条件を見積もる手法の開発を行う。

分子間相互作用解析技術を、生物学的かつ産業応用上重要なタンパク質複合体系に適用するため、血液凝固系タンパク質複合体やサイトカイン系受容体複合体、GPCR<sup>4</sup>を題材とした解析を継続する。

また、多くのリガンド・受容体複合体系に適用可能な分子間相互作用解析ツールの開発を行う。さらに、多次元固体 NMR については、GPCR モデル系であるマストバラン X<sup>5</sup> と G タンパク質の構造、活性化機構の解析を継続する。また、クロロゾームの構造解析を進めるために、スピン拡散スペクトルを定量的に解析する方法論の開発を行い、H<sup>+</sup>-ATP 合成酵素のサブユニット c については解析を継続する。また、タンパク質におけるプロトン間距離、膜における脂質とタンパク質の距離を測定するための固体 NMR 法の開発を行う。

網膜由来ロドプシン<sup>6</sup>の構造変化予測を行うとともに、X 線結晶解析による後続の中間体モデル決定を行う。低密度

リポタンパク質 (LDL) および酸化 LDL<sup>6</sup> について、NMR、X 線結晶構造解析、電顕等の手法により構造解析するとともに、目的タンパク質の可溶化高発現、膜への局在化技術の確立を行う。PACAP 受容体単独、並びに PACAP27<sup>7</sup> 複合体の NMR 解析を継続する。また、各種界面活性剤を用いて活性受容体の可溶化法・精製法を確立し構造解析を行うとともに、質量分析装置 (MS/MS 解析装置) を用いてグルタミン酸受容体と結合するタンパク質群を網羅的に解析するための技術を開発するとともに、FRET 法<sup>8</sup> を用い、蛍光タンパク質融合受容体タンパク質の構造変化等を測定する。また、タンパク質立体構造の高精度・高速モデリング技術の開発については、実用的な分子へ応用するための研究開発を継続するとともに、モデリング・シミュレーション方法を開発する。

また、分子間相互作用シミュレーションとその評価技術の開発においては、薬物低分子の結合自由エネルギー計算法を実用化するための研究開発を継続する。タンパク質 低分子相互作用実験では、GPCR である V1b 受容体<sup>9</sup> のスクリーニングを継続するとともに、コンビナトリアル合成により高活性な物質のデータを収集する。TACE をターゲットとし in silico スクリーニングを低分子有機化合物ライブラリーに適用すると共に、ヒット化合物の阻害活性を実測し、ラフなスクリーニング方法を適用した計算方法の検証を行う。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に実施する中間評価の結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

- 2 IP<sub>3</sub> 受容体：細胞膜受容体。細胞刺激によって産生される IP<sub>3</sub> と結合し、小胞体から Ca<sup>2+</sup> を放出させる。
- 3 筋小胞体カルシウム ATPase：小胞体膜に埋まった膜タンパク質で、ATP を分解する酵素。
- 4 GPCR：G タンパク質共役受容体。細胞信号伝達系の中心タンパク質。
- 5 マストパラン X：スズメバチの毒素。
- 6 網膜由来ロドプシン：目の網膜にある視物質。G タンパク質共役受容体。
- 7 PACAP 受容体単独並びに PACAP27：ペプチドリガンド PACAP の受容体。
- 8 FRET 法：分子蛍光共鳴エネルギー移動法。分子間相互作用をモニターする。
- 9 V1b 受容体：下垂体前葉に存在し、副腎皮質刺激ホルモンを分泌させる。

#### [16 年度業務実績]

タンパク質がどのような機構で機能を発揮しているかを明らかにするため、生体内で特に重要な機能を持ち、創薬ターゲットとして有望な膜タンパク質及びそれらと相互作用する生体高分子 (タンパク質、核酸、脂質、多糖類等) を対象として、立体構造や機能メカニズムを解析する技術の開発を目的に、東京大学大学院薬学系研究科教授 嶋田 一夫氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

電子線による解析技術の開発については、高分解能構造解析用プログラムシステムを改良したとともに、水チャネル AQP4 の 3.2 分解能の電子線結晶構造解析を行い、その結晶内での相互作用から、細胞内での AQP4 の新しい機能に結びつく可能性がある知見を得た。単粒子解析は、IP<sub>3</sub> 受容体<sup>2</sup> の立体構造を決定し、IP<sub>3</sub> 結合部位に関する知見を得た。また、電子分光電子線回折計の開発については、ショットキー電子銃部の製作を完了した。さらに、脂質を利用した結晶化については、膜貫通領域に結合する 2 種の阻害剤を組み合わせることで、著しい分解能の向上を見ることができた。また、膜タンパク質の大量発現系の構築技術の開発については、膜タンパク質複合体であるチトクロム酸化酵素の無細胞系の構築に成功し、特許申請を行った。

NMR を用いた創薬標的タンパク質とリガンドの相互作用解析については、血液凝固に関与すると考えられるチロシンキナーゼ型受容体については、リガンドタンパク質結合最小ドメインを同定するとともに、その発現系を構築し、本ドメインの立体構造を検討中である。

神経伝達物質受容体から細胞内への情報伝搬に関わる分子装置の解析では、代謝型グルタミン酸受容体の細胞外領域に 2 種類の蛍光タンパク質または蛍光色素を結合させ、両蛍光タンパク質間でおこる蛍光エネルギー移動 (FRET) を利用した構造変化検出系を確立した。作製した系はグルタミン酸センサーとして機能することがわかった。分子間相互作用シミュレーションとその評価技術の開発においては、prestoX バージョン 2 を開発し、公開した。本プロジェクトで得られた実験データを用い、in silico スクリーニング手法の開発・検証を行い、既存手法より高い確率で活性化化合物を発見できる手法を開発した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。中間評価では極めて高い評価を得た。

また、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 2 》細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発 [平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度]

#### [16 年度計画]

遺伝子産物であるタンパク質やそれらの作り出す複数の生体分子が形成する細胞内の情報伝達ネットワークシステムを時間的・空間的に可視化するための標識技術及び解析装置の開発を目的に、金沢工業大学教授 大箸 信一氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

複数種生体分子の細胞内識別技術の開発においては、ネットワークを構成する複数種の生体分子を識別するため、蛍光や蛍光、抗体など生物学的機能を利用した標識を試作するとともに、標識機能の評価を行い、生体分子標識技術のプロトタイプの確立を行う。また、量子サイズ効果を活用した標識については、シリコンナノ粒子タンパク質標識体の生細胞内 1 分子レベル観察を行うとともに、特性評価法を開発する。

細胞内調製技術においては、細胞本来の機能を阻害せず、標識された生体分子を観察することを可能とするため、生細胞内で発現させた微量の蛍光標識タンパク質の定量化及び人工染色体を用いた標識タンパク質の発現を行う。また、セミンタクト細胞<sup>10</sup> を用いた生命現象解明を継続し、可視化・再構成・解析技術の創薬スクリーニングシステムへの

応用として、概日リズムの出力系遺伝子及び疾患関連遺伝子の転写制御ネットワークのハイスループット解析系構築を行う。

細胞内の複数種生体分子同時解析手法の開発においては、解析対象とする生体分子の時間的・空間的情報を経時的に、取得可能な解析装置として開発しているニポー方式<sup>11</sup>の共焦点レーザー顕微鏡とHARPカメラ<sup>12</sup>を組み合わせた顕微鏡のプロトタイプ機の高性能化を行う。また、薄層斜光照明技術および関連顕微鏡技術を改良し、1分子イメージング顕微鏡のプロトタイプの作製を継続する。さらに、核膜や細胞膜上のネットワーク観察を目的として、細胞膜の展開手法を確立する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に実施する中間評価の結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

10 セミンタクト細胞：細胞機能と細胞形態を保持したまま、生物毒素などを用いて細胞膜に小さな穴をあけ、細胞質を入れ替えることができる細胞。

11 ニポー方式：多数のピンホールを形成したディスクをモータで回転させることにより、試料上のビームをスキャンする方式。従来のミラーを動かす方式では試料上に1ビームだけを照射しスキャンするが、ニポー方式では、試料上に同時に多数のビームを照射し、より高速で明るい画像を得るとともに、画素数も増やせる利点がある。

12 HARPカメラ：電子増倍効果により信号を増幅する機能を活用した撮像素子を用いた超高感度カメラ。月明かり程度の光でも鮮明な映像を撮ることが可能。

[16年度業務実績]

金沢工業大学教授 大箸 信一氏をプロジェクトリーダーとし、複数の生体分子が形成する細胞内の情報伝達ネットワークシステムを時間的・空間的に可視化するための標識技術及び解析装置の開発を以下の通り実施した。また、中間評価の結果を踏まえつつ軌道修正を行った。

「複数種生体分子の細胞内識別技術の開発」においては、発光、蛍光、抗体などを利用した標識、及び、シリコンナノ粒子を用いた標識を試作するとともに、これら標識機能の評価を行い、生体分子標識技術のプロトタイプを確立した。これらのうち、発光タンパク質標識については実用化を達成し商品化した。

「細胞内調製技術」においては、微量蛍光標識タンパク質の定量化である細胞内発現制御技術のプロトタイプを確立するとともに、人工染色体を用いて標識タンパク質の発現を確認した。また、セミンタクト細胞<sup>1</sup>を用いて可視化・再構成・解析技術の開発を継続するとともに、創薬スクリーニングシステムへの応用を目指して、セミンタクト細胞自動調製技術を確立するとともに、概日リズムの出力系遺伝子転写制御ネットワークの動態解析用の神経様細胞株を樹立して、ハイスループット解析系構築を進めた。

「細胞内の複数種生体分子同時解析手法の開発」においては、ニポー方式<sup>2</sup>の共焦点レーザー顕微鏡とHARPカメラ<sup>3</sup>を組み合わせた顕微鏡のプロトタイプ機の高性能化を実現し、計画仕様をほぼ達成した。また、薄層斜光照明技術および関連顕微鏡技術を改良し、1分子イメージング顕微鏡のプロトタイプを作製した。核膜や細胞膜上のネットワーク観察を目的とした膜展開技術については、細胞固定技術研究に軌道修正した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

また、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

1 セミンタクト細胞：細胞機能と細胞形態を保持したまま、生物毒素などを用いて細胞膜に小さな穴をあけ、細胞質を入れ替えることができる細胞。

2 ニポー方式：多数のピンホールを形成したディスクをモータで回転させることにより、試料上のビームをスキャンする方式。従来のミラーを動かす方式では試料上に1ビームだけを照射しスキャンするが、ニポー方式では、試料上に同時に多数のビームを照射し、より高速で明るい画像を得るとともに、画素数も増やせる利点がある。

3 HARPカメラ：電子増倍効果により信号を増幅する機能を活用した撮像素子を用いた超高感度カメラ。月明かり程度の光でも鮮明な映像を撮ることが可能。

### 《3》タンパク質機能解析・活用プロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

我が国の強みであるヒト完全長cDNA資源を活用し、ヒトの生命活動を担うタンパク質の機能解析に重要な生物情報基盤の構築と解析装置の開発を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所 野村 信夫氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

スプライシング・バリエーションcDNAクローン<sup>13</sup>の取得においては、ヒト完全長cDNAプロジェクトで遺伝子解析に用いた大規模cDNAクローン群から、4,000個の新規スプライシング・バリエーションcDNAクローンを効率的に探索・取得する。

大量発現においては、Gatewayシステム<sup>14</sup>を利用した12,000個の導入クローンを新たに作製するとともに、小麦胚芽系による4,600個の発現ベクター<sup>15</sup>の発現条件の網羅的検討と様々な特徴を持つその他のタンパク質発現系による検討を継続する。

発現頻度解析においては、iAFLP法<sup>16</sup>等を用いて、1,000万データポイントの遺伝子発現情報の取得を目標に解析を進める。

相互作用解析においては、疾患関連等の重要な遺伝子を対象として500種類のタンパク質複合体サンプルの質量分析を行う。また、従来技術では検出が困難であった非常に弱い相互作用を高感度・高精度に検出する手法の開発を継続する。

細胞レベルの解析においては、付着細胞を用いて、2,000個のcDNAクローンから発現するタンパク質の細胞内局在情報<sup>17</sup>を取得する。さらに、ヒト培養細胞に対するsiRNA発現ベクターライブラリーの構築を継続するとともに、合成siRNA<sup>18</sup>を用いた機能未知遺伝子の機能解析を進める。

13 スプライシング・バリエーション：遺伝子から転写されたmRNAはいくつかの部分に切断(スプライシング)されたの

ち、ある部分が再結合した mRNA がタンパク質に翻訳される。再結合の際に結合する切断部分にバリエーションがあり、一つの遺伝子領域から複数のタンパク質が翻訳され、約 3 万の遺伝子領域から約 10 万のタンパク質が翻訳される仕組みとされている。このバリエーションをスプライシング・バリエーションという。

- 14 Gateway システム：一旦、発現させたい遺伝子の導入クローン作成した後、その導入クローンを種々の発現ベクターに変換することにより、大腸菌、動物細胞等の種々の発現系に適した発現ベクターを簡便・迅速に作成するシステム。
- 15 発現ベクター：挿入しようとする遺伝子が組み込まれたベクターのこと。
- 16 iAFLP 法：PCR により複数の組織間の遺伝子発現量を定量する方法。
- 17 細胞内局在情報：発現したタンパク質が核や細胞膜など特定の部位にのみ存在するかどうか等の情報。
- 18 siRNA：RNAi 効果を発揮する 21～23 塩基の短い二重鎖 RNA。RNAi 効果を動物細胞で起こすために利用される。

#### [16 年度業務実績]

我が国の強みであるヒト完全長 cDNA 資源を活用し、ヒトの生命活動を担うタンパク質の機能解析に重要な生物情報基盤の構築と解析装置の開発を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所 野村 信夫氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施した。

スプライシング・バリエーション cDNA クローンの取得においては、ヒト完全長 cDNA プロジェクトで遺伝子解析に用いた大規模 cDNA クローン群から、4,000 個の新規スプライシング・バリエーション cDNA クローンを取得した。

大量発現においては、Gateway システムを利用した 12,000 個の導入クローンを新たに作製した。また、約 12,000 種のタンパク質をハイスループットに発現するシステムを構築し、タンパクチップの試作に成功した。

発現頻度解析においては、iAFLP 法を用いて、発現の報告がこれまでない遺伝子を約 4,000 種、見出した。

相互作用解析においては、350 サンプルを 1 週間で質量分析で解析処理可能なシステムを構築した。

細胞レベルの解析においては、5,000 個の cDNA クローンから発現するタンパク質の細胞内局在情報を取得した。さらに、ヒト培養細胞に対する siRNA 発現ベクターライブラリーの構築のため、約 4,000 種類の siRNA を作製した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《4》糖鎖エンジニアリングプロジェクト・糖鎖構造解析技術開発【F 2 1】[平成 14 年度～平成 17 年度]

#### [16 年度計画]

これまで困難であった糖タンパク質の一次配列構造（単糖の結合順序や分岐構造及びアミノ酸の配列情報）を高速かつ高精度に分析する技術の開発を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所糖鎖工学センターセンター長 地神 芳文氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

糖タンパク質構造解析技術の開発においては、質量分析技術を応用し、糖鎖をペプチドやタンパク質から切り出した状態で、さらには糖ペプチドのままの状態でも分析し、糖鎖構造やペプチドへの付加部位に関する解析を行う。また、レクチン<sup>19</sup>の糖鎖認識能を利用した解析法の確立を目指し、フロントアルフィニティークロマトグラフィー<sup>20</sup>による解析を進め、レクチンチップ等の開発を実施する。これら 2 つの手法による分析データを統合し、糖鎖構造を迅速に解析可能とするデータベースを構築する。

糖鎖・糖鎖複合体合成技術の開発においては、糖鎖合成関連遺伝子ライブラリーの構築で取得した遺伝子を活用し、その大量発現系の検討を進めるとともに、要素技術の統合試験を行い、糖鎖自動合成装置の全体的なシステム評価を行う。

19 レクチン：動植物や細菌で見出される糖結合性のタンパク質

20 フロントアルフィニティークロマトグラフィー：物質間の弱い親和性を精度高く測定できる手法

#### [16 年度業務実績]

これまで困難であった糖タンパク質の一次配列構造（単糖の結合順序や分岐構造及びアミノ酸の配列情報）を高速かつ高精度に分析する技術の開発を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所糖鎖工学センターセンター長 地神 芳文氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施した。

糖タンパク質構造解析技術の開発においては、切り出した N-結合型糖鎖について、解析に必要な糖鎖構造及びその断片化パターンのデータベース化をほぼ終了した。また解析を迅速・効率化するための自動化ソフトの開発を進めた。糖ペプチドのままの状態でも解析する技術については、開発したソフトイオン化レーザーを用いて、イオン化の際に糖鎖部分の解裂を抑制することに成功した。レクチン<sup>4</sup>の糖鎖認識能を利用した解析法については、フロントアルフィニティークロマトグラフィー<sup>5</sup>法によるハイスループット自動化装置の試作機を製作し、レクチン-糖鎖の相互作用解析を進めた。

糖鎖・糖鎖複合体合成技術の開発においては、酵母を用いて活性型の酵素を取得できる糖転移酵素の絞り込みを進めるとともに、磁性ビーズを利用した固定化糖転移酵素の迅速調整法を確立した。また、ペプチド自動合成装置と糖鎖自動合成装置を統合したハイスループット糖ペプチド合成システムの構築に成功、実際に複雑な糖ペプチドを含む 0-結合型ペプチドの合成を確認し、ライブラリー化を進めた。

4 レクチン：動植物や細菌で見出される糖結合性のタンパク質

5 フロントアルフィニティークロマトグラフィー：物質間の弱い親和性を精度高く測定できる手法

## 《5》遺伝子多様性モデル解析技術開発 [平成 12 年度～平成 17 年度]

#### [16 年度計画]

ヒトゲノムの DNA 全塩基配列情報から、ヒトの疾患に係わる遺伝子情報の取得と、疾患やアレルギーとして現れる表現の違いを関連づける手法の開発を目的に、国立遺伝学研究所生命情報研究センター長 五条堀 孝氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

モデル疾患遺伝子多型等を利用した遺伝子多様性の情報解析においては、多因子性疾患である各モデル疾患（自己免疫疾患、糖尿病、摂食障害及びがん）ごとに、統計遺伝学的解析に必要なサンプルの収集を行うとともに、遺伝子多型を利用し、全ゲノムから疾患感受性領域の絞り込みを行う。また、絞り込み手法のアルゴリズム開発を継続する。

さらに、がんにおいては SNPs<sup>21</sup> 情報を活用し、汎用抗癌剤を中心に副作用、感受性予測のための研究開発を継続するとともに、各がん種の遺伝子発現プロファイル解析の継続と解析結果を用いた治療効果予測システムの確立に向けた検討を継続する。

21 ゲノム上の塩基配列の 1 塩基の違い

[16 年度業務実績]

ヒトゲノムの DNA 全塩基配列情報から、ヒトの疾患に係わる遺伝子情報の取得と、疾患やアレルギーとして現れる表現の違いを関連づける手法の開発を目的に、国立遺伝学研究所生命情報研究センター長 五条堀 孝氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施した。

モデル疾患遺伝子多型等を利用した遺伝子多様性の情報解析においては、多因子性疾患である各モデル疾患（自己免疫疾患、糖尿病、摂食障害及びがん）ごとに、統計遺伝学的解析に必要なサンプルの収集を行うとともに、遺伝子多型を利用し、慢性関節リウマチについて 30 個の感受性遺伝子候補領域を絞り込み、5 個の感受性遺伝子を同定した。糖尿病については、5 個の感受性 SNPs 群を特定した。摂食障害については、感受性領域を 40 個に絞り込んだ。

さらに、がんにおいては数百種類の治療応答遺伝子マーカーを見出し、薬剤感受性を規定する遺伝子群を同定した。なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《6》 バイオ・IT 融合機器開発プロジェクト【F 2 1】【課題助成】[平成 14 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

革新的医療及び健康社会の実現のため、情報処理技術とバイオ技術を融合させることにより、膨大かつ複雑な生命情報を解析・活用する、生体分子計測機器・統合システムの開発、新たな原理に基づく解析デバイス、高性能健康測定機器の開発を目的に、次の 2 3 件のテーマについて、民間企業が実施する実用化開発を支援する。これまでに購入した設備を活用し、実用化に向けた基礎データの取得や、試作品による設計データの取得を支援する。

- (1) バイオインフォマティクスと融合した先進プロテオミクスプラットフォームの創造
- (2) ゲノム・プロテオームをベースとしたプロファイル診断システムの研究開発
- (3) 遺伝子導入及び発現タンパク質の動態解析を行うための顕微鏡付加システムの技術開発
- (4) タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発
- (5) 微細加工技術を利用した遺伝子及びタンパク質の迅速検出システムの開発
- (6) 走査型マルチプローブを用いた生体分子計測・解析・加工装置の開発
- (7) 可溶性蛋白質の設計・合成・分析統合システムの構築と 3 次元構造解析への応用
- (8) 糖鎖研究用試薬の製品化
- (9) 遺伝子発現解析等にもとづくデータベース構築と診断チップの開発
- (10) ゲノム・トランスクリプトーム・プロテオーム解析自動化統合システムの開発
- (11) E C A チップを用いた遺伝子診断機器の自動化
- (12) マイクロ流体システムを用いた遠隔地診断システムの開発
- (13) バイオ・IT 融合による多元タンパク質解析装置の開発
- (14) ワイヤレスバイオ計測システムの研究開発
- (15) 生体反応解明のための自動マイクロインジェクションシステムの開発
- (16) ブロックコーディング修飾アプタマー法による人工抗体製造システムの研究開発
- (17) リン酸化蛋白質中、リン酸化アミノ酸残基決定のための試薬、プレートの開発・実用化
- (18) 感染症診断用遺伝子診断システムの実用化開発
- (19) 生物情報統合システム KeyMolNet への分子構造情報の統合
- (20) バイオ医薬品製造及び再生医療への応用を目指した自動細胞培養システムの開発
- (21) 高スループットプロテオーム解析質量分析システム
- (22) 薬物動態解析ツールとしてのナノプローブ剤と画像検出システムの開発
- (23) ホームヘルスケアのための高性能健康測定機器開発

[16 年度業務実績]

革新的医療及び健康社会の実現のため、情報処理技術とバイオ技術を融合させることにより、膨大かつ複雑な生命情報を解析・活用する、生体分子計測機器・統合システムの開発、新たな原理に基づく解析デバイス、高性能健康測定機器の開発を目的に、次の 2 3 件のテーマについて、民間企業が実施する実用化開発を支援した。これまでに購入した設備を活用し、実用化に向けた基礎データの取得や、試作品による設計データの取得を支援した。

- (1) バイオインフォマティクスと融合した先進プロテオミクスプラットフォームの創造
- (2) ゲノム・プロテオームをベースとしたプロファイル診断システムの研究開発
- (3) 遺伝子導入及び発現タンパク質の動態解析を行うための顕微鏡付加システムの技術開発



- (4) タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発
- (5) 微細加工技術を利用した遺伝子及びタンパク質の迅速検出システムの開発
- (6) 走査型マルチプローブを用いた生体分子計測・解析・加工装置の開発
- (7) 可溶性蛋白質の設計・合成・分析統合システムの構築と3次元構造解析への応用
- (8) 糖鎖研究用試薬の製品化
- (9) 遺伝子発現解析等にもとづくデータベース構築と診断チップの開発
- (10) ゲノム・トランスクリプトーム・プロテオーム解析自動化統合システムの開発
- (11) ECAチップを用いた遺伝子診断機器の自動化
- (12) マイクロ流体システムを用いた遠隔地診断システムの開発
- (13) バイオ・IT融合による多元タンパク質解析装置の開発
- (14) ワイヤレスバイオ計測システムの研究開発
- (15) 生体反応解明のための自動マイクロインジェクションシステムの開発
- (16) ブロックコーディング修飾アプタマー法による人工抗体製造システムの研究開発
- (17) リン酸化蛋白質中、リン酸化アミノ酸残基決定のための試薬、プレートの開発・実用化
- (18) 感染症診断用遺伝子診断システムの実用化開発
- (19) 生物情報統合システム KeyMolNet への分子構造情報の統合
- (20) バイオ医薬品製造及び再生医療への応用を目指した自動細胞培養システムの開発
- (21) 高スループットプロテオーム解析質量分析システム
- (22) 薬物動態解析ツールとしてのナノプローブ剤と画像検出システムの開発
- (23) ホームヘルスケアのための高性能健康測定機器開発

## 《7》先進ナノバイオデバイスプロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

### [16年度計画]

生体試料から目的の生体分子（低分子化合物、タンパク質、DNA等）を超高速・高感度・低コストで分析・解析することを可能とする次世代解析機器を実現するためのナノバイオデバイス開発を目的に、徳島大学薬学部教授 馬場嘉信氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

極微量の生体試料を分析・解析するためのナノバイオデバイスの開発の中で、ハイスループット・タンパク質解析チップにおいては構成する要素技術の開発を継続し、無細胞タンパク質合成から分析までの一連の機能を連続的に動作させる集積化チップの開発を継続する。

POCT<sup>22</sup> マルチバイオセンサの研究開発においては、POCT マルチバイオセンサ実現のための要素技術の開発を継続し、血液から複数の分析項目について同時解析可能な集積化チップの開発を継続する。

ピコリットル液滴型タンパク結晶化デバイスの研究開発においては、タンパク結晶化のためのハイスループットスクリーニングのため、極微量液滴を対象とした要素技術の開発を継続し、タンパク質結晶化デバイスシステムの開発を継続する。

分子スケール生体情報計測技術の開発の中で1分子DNA解析においては、1分子DNAのハンドリング、直接計測などの要素技術の開発を継続し、超高速1分子DNA解析システムの開発を継続する。

レーザ干渉光熱変換法によるサブ・アトム生体分子分析技術の研究開発においては、チップ上の極微量の生体分子を高速・高感度に測定するために、生体サンプルの光吸収・発熱による溶媒変化を測定するための要素技術の開発を継続する。

22 POCT：その場臨床検査（Point of Care Testing）

### [16年度業務実績]

生体試料から目的の生体分子（低分子化合物、タンパク質、DNA等）を超高速・高感度・低コストで分析・解析することを可能とする次世代解析機器を実現するためのナノバイオデバイス開発を目的に、徳島大学薬学部教授 馬場嘉信氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施した。

極微量の生体試料を分析・解析するためのナノバイオデバイスの開発の中で、ハイスループット・タンパク質解析チップにおいて、血清中の不要な高濃度タンパク質成分を選択的に除去できる新規分画法を開発し、チップ試作によりコンセプトの実証を行った。

POCT マルチバイオセンサの研究開発においては、ナノピラー構造体を配したマイクロ流路の設計・試作を完了し、キャピタリー電気泳動による生体脂質関連物質の分離に成功した。

ピコリットル液滴型タンパク結晶化デバイスの研究開発においては、実際に液滴を精製して、搬送、混合の総合評価を開始し、パラフィンオイルを用いたマイクロパッチ法による各種タンパク結晶化のプロトコルを作製した。

分子スケール生体情報計測技術の開発の中で1分子DNA解析においては、マイクロ流路内での伸長固定条件を見出し、DNA伸長固定装置のプロトタイプによる実証を行った。

レーザ干渉光熱変換法によるサブ・アトム生体分子分析技術の研究開発においては、スペクトル評価に適用可能な励起光源系の設計・製作を完了した。

## 《8》ナノ微粒子利用スクリーニングプロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

### [16年度計画]

ナノ磁性微粒子を活用した医薬品候補物質の探索やその最適化を高速かつ自動で行うための技術を開発することを目的に、東京工業大学フロンティア創造共同研究センター教授 半田 宏氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

磁性微粒子に低分子化合物等の医薬品候補物質や、発現タンパク質（各種受容体、酵素、遺伝子発現調節因子など）を結合させ、微量のサンプルの中から、微粒子に結合した物質と相互作用するタンパク質、化合物等を高純度、高回収率で釣り上げるための研究開発を行う。高感度な測定、検出に適し、さらに医薬品候補物質探索・最適化システム等での使用に耐えられる磁性微粒子の開発を継続する。

前項目の技術を活用した医薬品候補物質探索・最適化システム等の開発においては、平成 15 年度に開発した、プロトタイプ の 2 台目を制作し評価を行う。また、プロトタイプシステムの Web サービスの拡充と、各種計算機能の Web サービス化を順次行う。また、ナノビーズの実験結果とプロトタイプシステムを用いた計算との比較検討を行い、実験と計算の連携によるドラッグデザインのシステムを構築する。

[16 年度業務実績]

ナノ磁性微粒子を活用した医薬品候補物質の探索やその最適化を高速かつ自動で行うための技術を開発することを目的に、東京工業大学フロンティア創造共同研究センター教授 半田 宏氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施した。

フェライト微粒子作製加工技術を基盤して作製した磁性ナノ微粒子の合成技術の改良を行い、粒径が均一で、生体分子に対する吸着性が少なく、凝集性・磁性・生体適合性も十分な磁性微粒子の製造法がほぼ完成した。

医薬品候補物質探索・最適化システム等の開発においては、プロトタイプ を製作し、東工大で評価を実施した。

## 《 9 》タンパク質相互作用解析ナノバイオチッププロジェクト【 F 2 1 】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

タンパク質の機能を迅速、簡便に解明するためのバイオチップを開発することを目的に、東京大学 先端科学技術研究センター教授 児玉 龍彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

機能を保持した状態での膜タンパク質・複合体の発現及びタンパク質相互作用解析技術の開発においては、タンパク質解析のためのバイオ素子（抗体、ウイルス）を開発するため、膜受容体タンパク質、核内受容体タンパク質及び腫瘍特異的タンパク質を機能を保持した状態でウイルス膜上に発現させたウイルスの作成を継続する。また、機能を保持した状態で膜タンパク質複合体をウイルス上に再構成した膜複合体ウイルスの作成を継続する。併せて、タンパク質の構造特異的・親和性抗体の作成を継続する。

多種類の微量のタンパク質を検出する抗体チップを開発するため、微量のタンパク質を検出するまでの連続的な生化学分析を可能とする抗体チップの開発を検討する。また、抗体チップの検出感度を増強させるための固定化技術、基盤材料及び加工技術などを検討するとともに、タンパク質と抗体の結合を蛍光により高感度に検出する技術開発を行う。

多種類の生理活性物質と多種類の膜タンパク質の相互作用を解析するウイルスチップを開発するため、膜複合体ウイルス素子を用いたウイルスチップの開発を継続する。また、ウイルスチップの検出感度を増強させるための固定化技術、基盤材料及び加工技術などを検討するとともに、生理活性物質と膜タンパク質の結合を蛍光により高感度に検出する技術開発を行う。

[16 年度業務実績]

タンパク質の機能を迅速、簡便に解明するためのバイオチップを開発することを目的に、東京大学 先端科学技術研究センター教授 児玉 龍彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

機能を保持した状態での膜タンパク質・複合体の発現及びタンパク質相互作用解析技術の開発においては、タンパク質解析のためのバイオ素子（抗体、ウイルス）を開発するため、膜受容体タンパク質、核内受容体タンパク質及び腫瘍特異的タンパク質を機能を保持した状態でウイルス膜上に発現させたウイルスの作成を行った。これにより、GPCR 複合体と膜タンパク質複合体併せて約 20 種類について共発現・再構成させた。併せて、トランスジェニックマウスを用い、パキウイルス上での発現抗原を用いた簡便なハイスループット抗体産生系を樹立した。これを用いて核内受容体タンパク質のうち 47 種の抗原の発現に成功し、この内 45 種の抗原の特異的認識抗体産生株を樹立した。多種類の微量のタンパク質を検出する抗体チップを開発するため、微量のタンパク質を検出するまでの連続的な生化学分析を可能とする抗体チップの開発を行った。流路経路・加減圧装置のプロトタイプを試作し、ビーズを装填したチップに対して実際に操作できることを確認した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 10 》ナノカプセル型人工酸素運搬体製造プロジェクト【 F 2 1 】【課題助成】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

長期保存が可能で、血液型を問わずに使用可能、かつ、ウイルス感染の心配もない赤血球製剤の代替物を早期に実用化することを目的として、ヘモグロビン（以下、「Hb」と略す。）を原料としてナノサイズのカプセル内に封入したナノカプセル型人工酸素運搬体に関して臨床応用可能な製剤を製造する技術について民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

平成 16 年度には、平成 15 年度に改造を行った 10L 試作設備を用いて GLP（Good Laboratory Practice：医薬品の安

全性に関する非臨床試験の実施の基準) 試験用製剤を試作し、規格試験法の設定、有効性試験、安全性試験、体内動態試験を開始する。またナノカプセル化設備を施工完了し、治験薬 GMP (Good Manufacturing Practice : 医薬品の製造管理及び品質管理に関する基準) 設備を完成しプロセスバリデーション開始する。さらに原料 Hb のウイルス不活化及び除去のウイルスバリデーションを完了する。

実生産技術の研究として軟質バッグ連続無菌分注技術の確立及び高度脱酸素化技術を確立する。

虚血性疾患に対する有効性評価として、脳梗塞再灌流モデルにおける有効性評価、冠状動脈再灌流モデルにおける有効性評価、担がんモデルにおける抗がん剤治療増感効果、大動物を用いた低 Hb 血漿時の有効性評価、大動物における脱血モデル評価を行う。

遺伝子組み換えヘモグロピンを用いた人工酸素運搬体の研究として、パイロットスケールでの生産条件の確立と遺伝子組み換えヘモグロピンの性状解析を完了する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度には、15 年度に改造を行った 10L 試作設備を用いて GLP (Good Laboratory Practice : 非臨床) 試験用製剤を試作し、規格試験法の設定、有効性試験、安全性試験、体内動態試験を開始した。またナノカプセル製造設備を施工完了し、治験薬 GMP 設備を完成しバリデーションを開始した。

実生産技術の研究として高度脱酸素化技術並びに同条件下での軟質バッグへの無菌分注技術を確立し、長期保存安定性を確認中である。虚血性疾患に対する有効性評価として、脳梗塞再灌流モデルにおける有効性評価、冠状動脈再灌流モデルにおける有効性評価、担がんモデルにおける抗がん剤治療増感効果、大動物を用いた低 Hb 血漿時の有効性評価、大動物における脱血モデル評価を行っている。

遺伝子組み換えヘモグロピンを用いた人工酸素運搬体の研究として、ヒトヘモグロピン高発現株を取得し、パイロットスケールでの生産条件の確立と遺伝子組み換えヘモグロピンの性状解析を完了した。

## 《 1 1 》微細加工技術利用細胞組織製造プロジェクト【F 2 1】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

中枢神経系疾患及び循環器系疾患を対象とし、感染症や毒性等の無い安全な移植用ヒト神経細胞幹細胞及びこれに由来するヒト神経細胞と移植用ヒト心筋細胞について、臨床現場へ安定に供給することが期待できるスケールで自動大量培養する技術及び無血清人工培地と培養装置の実現を目的に、大阪大学大学院医学系研究科助教授 澤 芳樹氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

### ( 1 ) ヒト中枢神経細胞の分化誘導・培養技術と装置の開発

平成 15 年度までに確立したヒト神経幹細胞・前駆細胞の浮遊培養技術、分化誘導過程の評価技術及び神経・グリア細胞のマーカー等を用いて、各種細胞ソースからヒト神経細胞の分化誘導・培養における細胞ソース、培養条件と増殖機能との関係を明らかにする。また、細胞機能を解析するための遺伝子機能スクリーニング装置の試作と評価を行い、これらを用いて神経系細胞(例えば神経細胞やグリア細胞)へ分化誘導できる GMP (Good Manufacturing Practice : 医薬品の製造管理及び品質管理に関する基準) 対応装置システムと移植後細胞の非侵襲評価装置に必要な要素技術を抽出し、それらを体系化する。

### ( 2 ) ヒト循環器系細胞の分化誘導・培養技術と装置の開発

ヒト心筋細胞の培養技術、及びその分化・発生・増殖・生存過程における遺伝子解析技術を開発するための基礎実験を継続して行い、これによって得られた、幹細胞に複数の遺伝子・タンパクを同時に高効率に導入できるハイスループット DNA インジェクション法、幹細胞ベクター、及び細胞の培養プロセス全般にわたる培養シミュレーションツールを用いて小規模培養装置の設計・試作を行い、培養実験を行い評価する。また、試作した細胞シート、心筋シート、生体弁、その他のナノスケール部材について、その実用化に必要な生体適合性・安全性等の評価を行う。

### ( 3 ) ヒト細胞の機能診断及び細胞分離システムの開発

平成 15 年度までに培養過程での浮遊細胞塊の大きさや他のパラメーターを指標とした画像解析システム、マイクロ流路内流体制御技術を用いて細胞及び細胞塊に関してその形態診断と分離を自動的に行うためのシステムを提案した。平成 16 年度は、細胞塊を仕分け・収集するマイクロ流路デバイスの設計を行う。また連続自動画像撮影技術、細胞情報の自動取得システムを用いて得られた画像を数値化・定量化してヒト細胞の分化や寿命の程度・応答を客観的に診断・評価するための細胞・蛋白質のイメージング解析ソフトの開発を行う。

[16 年度業務実績]

### ( 1 ) ヒト循環器系細胞の分化誘導・培養技術と装置の開発

ヒト心筋細胞の培養技術、及びその分化・発生・増殖・生存過程における遺伝子解析技術を開発するための基礎実験を継続して行い、これによって得られた、幹細胞に複数の遺伝子・タンパクを同時に高効率に導入できるハイスループット DNA インジェクション法、幹細胞ベクター、及び細胞の培養プロセス全般にわたる培養シミュレーションツールを用いて小規模培養装置の設計・試作を行い、臨床応用へ向かった心筋培養と、その実用化に必要な生体適合性・安全性等の評価を行った。

具体的には、ES 細胞の心筋分化を効率的に誘導する手法及び心筋分化誘導過程と遺伝子発現様式の変化を正確に解析する手法を確立し、これらのデータの構築を行った。

DNA アレイ解析により ES 細胞及び EC 細胞の心筋分化誘導過程において特異的な発現変動を示す遺伝子を選抜でき、心筋細胞の分化誘導・培養技術の基盤が得られた。

また、遺伝子解析により作成した心筋前駆細胞を特徴づける膜抗原のプロフィールを基に2種類以上の抗原の組み合わせで cell sorter Aria を用いて中胚葉系分化 E S 細胞を sort し、feeder 細胞 OP9 上で培養し出現する拍動するコロニーを採取して定量的 RT-PCR で心筋特異的遺伝子の発現を確認するとともに、心筋幹細胞の単離及び培養系の確立、及び幹細胞ベクターの生産・精製システムの確立により、心筋細胞の分化誘導培養に成功した。

上記技術を用いたヒト心筋細胞の増殖・分化を継代培養を行うために、インテリジェント培養システム構築と、それに必要な細胞増殖分離材料(種々の高分子単分子膜、中空系)を作製し、老廃物及び栄養物質との物質交換がなされ、より高濃度な細胞が培養されるセルラインを用いる培養方法を開発した。

種々のサイズの再生心筋シートの作製においてこれまでに開発した筋芽細胞シートの重層化による細胞シート作製用デバイスの量産化技術を確立するとともに、新たにナノレベルの生分解性超薄膜と細胞との交互積層法を用いる手法の適用を試みた。

カテーテルを冠動脈内に挿入し骨格筋細胞を移植する低侵襲治療システムの可能性を検討するとともに、PET(ポジトロン層撮影)を用いる動的観測、高磁場 MRI(磁気共鳴画像法)の構造、計測法の検討を行い、体内へ移植したデバイスの機能・安全性・安定性を低侵襲的に評価する技術の確立を図ることができた。

## (2) ヒト細胞分化誘導・培養技術を基盤としての細胞分離・診断システムの開発

ヒト細胞の増殖及び分化過程に関するヒト遺伝子発現を総合的、系統的に解析することによって、ヒト細胞の増殖や分化過程を遺伝子のレベルで、人為的に制御する技術に関する研究開発を行い、ニューロン様細胞への分化誘導可能なヒト由来神経系細胞に高効率に RNAi を導入できるチップを開発し分化誘導に関連した遺伝子のスクリーニングへ応用できる可能性を示唆することができた。

さらに、RNAi によって引き起こされる細胞の変化を解析できる装置を開発し、試作品を構築した。本試作システムを用いて、ニューロンへの分化誘導がチップ上でモニタリングできることを確認し、遺伝子機能に関するデータベースの設計と構築を行なうことができた。

幹細胞の分離・回収に必要な細胞チップをアルカンチオール自己組織化単分子膜の微細加工技術を駆使することによって作製し、その神経幹細胞の分化を蛍光免疫染色によって評価できることを見いだした。また、NC1 遺伝子及びその産物が脳神経組織の分化・増殖に高い発現性を示すことを発見し国際特許「新規神経幹細胞マーカー」を出願した。

前脳由来ヒト神経幹細胞、及びそこから分化誘導された神経細胞、グリア細胞、コントロール細胞(ヒト株化脳腫瘍細胞)について、既知遺伝子約 8500 種類の発現の比較と神経幹細胞でのタンパク質発現情報の解析を行い、人為的に分化誘導して作製されたヒト細胞等の生理機能の解析と安全性評価法開発に必要な情報を蓄積した。また、ヒト神経幹細胞の無血清培養に用いる添加因子を探索し、安全・大量培養のための基盤を得ることができた。

細胞・組織形態の各種評価指標に関する画像処理評価を行い数値化・定量化する画像取得装置、培養容器、並びに画像解析ソフトを作成し神経細胞を用いてデータ集積とシステムの検証ができた。

さらに 16 年度から移植細胞の安全性の評価・治療効果の検証を行うためにルシフェラーゼ等の生体発光系を利用してのリアルタイム測定・解析法の適用を検討している。

## 《12》ナノ医療デバイス開発プロジェクト【F21】【課題助成】[平成16年度～平成18年度]

### [16年度計画]

がんの超早期診断を実現するため、がん特異的細胞レベル及びタンパク質レベルの組織診断を可能とする内視鏡診断機器の実用化を目的に、ナノテクノロジーを活かした光学基盤技術や光学素子等の開発を行う。平成16年度には公募により選定した実施者が行う初年度の研究開発を支援する。

### [16年度業務実績]

公募手続きについては、平成16年2月20日に公募の事前周知を行い、平成16年3月29日に公募を開始、平成16年5月26日に公募を締め切り、平成16年8月11日に選定結果の通知を行った。その結果、より早期段階のがんの検出・診断を内視鏡下で実現することを目的に、平成16年度は、

(1) がん検出用分光イメージング機構及び内視鏡への組み込み技術の開発において、分光素子ユニットの開発として、分光特性のみを評価対象とした原理検証機の作成と評価を完了し、1次実験機(マクロモデル)構造設計を完了した。具体的には、次の通り。超高密度/高精度実装技術の開発において、原理検証機の要件抽出・選定、及び実験機の製作・導入を完了し、基板平行度を保ちながら実装する方法に必須な計測機を選定導入した。超小型/高精度スキニング機構の開発においては、1次実験機に向けて、駆動機構(駆動手法)及び制御機構(制御手法)の要件抽出・選定を完了した。また、センサー機構(センサー手法)の要件抽出・選定も完了した。超応力抑制成膜技術の開発においては、成膜装置(成膜手法)要件抽出・選定、及び成膜実験機の製作・導入を完了した。また蛍光スペクトルを分離するファブリーペロー型フィルター基本膜設計を完了した。超小型高精度光学素子の評価技術の開発においては、微小面間隔測定器の要件抽出、及び実験機の製作・導入を完了(対象:コート前)し、微小範囲の分光反射特性測定要件抽出も完了した(対象:基板単体)。回折格子型分光ユニット開発においては、1次実験機用の回折格子型分光ユニットの光学設計、素子構成の開発を完了し、照明、回折格子、画像処理ユニットの開発および評価を個別に完了した。

(2) 生体内光特性解析技術の開発では、生体の自家蛍光等を利用するものについて、病変検出に有効な検出波長を抽出するために、正常な豚食道を用いた自家蛍光スペクトルデータの取得と解析をおこなった。生体ファントムの開発について、生体の散乱、吸収、自家蛍光特性の解析に必要なモデリング情報を動物実験などから得るため、

- 短パルスレーザーを励起光として生体に照射し、自家蛍光の蛍光寿命を測定する計測器の構成検討を行った。
- (3) 生体内光学マーカー等の評価と探索において、 蛍光色素の探索について、 市販の蛍光色素を用い分光内視鏡側から求める蛍光色素仕様案を作成し、 リサーチでは食道がんをラットで自然発生させる事を実施し、 塗布薬剤及びがん発生までの期間を計測し、 医学的効果確認検討のベースとなる被検体とした。

### 《13》福祉用具実用化開発推進事業 [平成5年度～]

#### [16年度計画]

[再掲：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目標を達成するために取るべき措置  
(1) 研究開発関連業務(ウ)実用化・企業化促進事業 ]参照]

#### [16年度業務実績]

[再掲：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目標を達成するために取るべき措置  
(1) 研究開発関連業務(ウ)実用化・企業化促進事業 iv]参照]

### 《14》障害者等ITバリアフリー推進のための研究開発 [平成16年度～平成18年度]

#### [16年度計画]

情報化社会が急速に進展する我が国においては、健常者だけでなく障害者をも含めた国民一人一人が積極的に参画できるIT社会の早期実現が喫緊の課題となっている。

本事業では、(高齢者を含む)障害者等が経済・社会に積極的かつ円滑に参画できる環境整備を推進するため、障害者等が共通に利用でき、かつ、障害者等に使いやすい

利用者端末として携帯電話を使用した移動支援システムの開発及び評価実験を実施し、その標準化を推進する。

研究開発項目 「障害者等に適応した移動支援システムの開発」については、利用者の利便性等を考慮し、携帯電話にデバイス制御・アプリケーション制御等を行う端末(接続アダプタ)を接続する形態で、利用者の現在位置周辺の情報提供・任意の目的地までの誘導情報提供・危険箇所の事前告知などを利用者の障害状況に適応するメディア・内容にて提供するシステムの研究開発を行う。

研究開発項目 「移動支援システム等の実証・評価実験」については、平成16年のITS世界会議でのシステム紹介、2005年日本国際博覧会会期中に行う実証・評価実験のための実施計画の作成、評価実験に用いる利用者端末・システム等の開発等、評価実験の準備を行う。

研究開発項目 「移動支援システム等の規格・標準化の検討」については、諸条件を考慮しつつ最終的には利用者の利便性と普及を図ることを第一義に規格・標準化の検討を行う。標準化の体系、意義等基本事項を検討・整理すると共に、それを踏まえて開発者サイド、本システムの対象者である「利用者サイド、あるいは、支援者サイド」の双方の知識を結集させ規格化の原案を検討する。そのために標準化検討委員会を設置し活動を行う。体制としては、各種の障害者団体及び当該障害者及び開発者を構成メンバーとし、システム・情報表現・データベース等の各側面から規格・標準化の可能性検討を行う。

研究開発項目 「障害者等適応地図情報に関する研究開発」については、障害者等適応地図に必要なデータ項目に関する要因抽出技術として、地図情報に関して、視覚障害者及び車椅子利用者に必要とされる要因の洗い出しを行う。

研究開発項目 「障害者等に適応した移動支援システム等の調査」については、障害者などの移動・案内・危険告知に関する内外の同様なシステムの調査を行い、本プロジェクトにて試作・開発を行うシステムの仕様・技術に関し、同様なシステムの開発・研究者と情報交流が行える体制を確立する。また、本プロジェクトに関連する技術動向を調査し、本システムの有効的な技術の導入、及び有効な事業化指針の策定を行う。さらに携帯電話の技術動向に関する調査として、本プロジェクト分野に関し、携帯電話に関する通信事業各社間のコミュニケーションを確立し、接続アダプタに関する各社間での共通利用、利用者インタフェースに関する各社間での共通性などに関して、共通仕様の策定を行う。

#### [16年度業務実績]

平成15年度に経済産業省で実施した研究開発を引き継いで、16年度はNEDOにおいて引き続き障害者等に適応した移動支援システムの開発を行い、基本計画に定められた所期の中間目標を達成するとともに17年度に実証・評価を行うためのシステムを完成させた。具体的には、研究開発項目「障害者等に適応した移動支援システムの開発」については、利用者の利便性等を考慮し、携帯電話にデバイス制御・アプリケーション制御等を行う端末(接続アダプタ)を接続する形態で、利用者の現在位置周辺の情報提供・任意の目的地までの誘導情報提供・危険箇所の事前告知などを利用者の障害状況に適応するメディア・内容にて提供するシステムの開発を行い、実証・評価を行うためのシステムを完成させた。

研究開発項目 「移動支援システム等の実証・評価実験」については、平成16年10月のITS世界会議においてシステム紹介を行うと共に、2005年日本国際博覧会会期中に行う実証・評価実験のための実施計画の作成、評価実験に用いる利用者端末・システム等の開発等、評価実験の準備を行った。

研究開発項目 「移動支援システム等の規格・標準化の検討」については、諸条件を考慮しつつ最終的には利用者の利便性と普及を図ることを第一義に規格・標準化の検討を行った。標準化の体系、意義等基本事項を検討・整理すると共に、それを踏まえて開発者サイド、本システムの対象者である「利用者サイド、あるいは、支援者サイド」の双方の知識を結集させ規格化の原案を検討した。そのために実用化検討委員会を設置し活動を行った。体制としては、各種の障害者団体及び当該障害者及び開発者を構成メ

ンバーとし、システム・情報表現・データベース等の各側面から規格・標準化の可能性検討を行った。  
また、海外の標準化動向の調査や関係機関の担当者との意見交換等を目的として平成17年3月に、  
米国に鎌田PLをリーダーとする調査団を派遣した。

## 《15》国民の健康寿命延伸に資する医療機器等の実用化開発 [平成13年度～]

[16年度計画]

[再掲：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目標を達成するために取るべき措置  
(1) 研究開発関連業務(ウ)実用化・企業化促進事業 参照]

[16年度業務実績]

[再掲：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目標を達成するために取るべき措置  
(1) 研究開発関連業務(ウ)実用化・企業化促進事業 参照]

## 《16》早期診断・短期回復のための高度診断・治療システムの開発

[16年度計画]

MRI等の各種診断画像とマニピュレーター技術、内視鏡技術を統合することにより、従来身体に大きな負担をかけていた外科手術を低侵襲化し、回復期間の短縮を可能とする「低侵襲高度手術支援システム」、疾病の早期発見や患者個人に最適な治療方針の選択支援、並びに最適な薬剤投与や患部に限定した治療を可能にする「精密診断・標的治療システム」の実現を目標に、研究開発を実施する。

### 《16》-1 内視鏡等による低侵襲高度手術支援システム[平成12年度～平成16年度]

[16年度計画]

手術中の十分な視野情報等を提供する高機能内視鏡、疾患局部の位置情報を提供するDVT(デジタル3次元断層)X線撮影システム、術者が安全、確実に実施できる高操作性・高精細機能を有するマニピュレータ(手術器具)、患者の手術前・手術中の精密な情報を統合した正確な手術計画の立案、実施を支援する手術誘導システムおよび手術の安全性の向上を図る手術安全支援システムの実現を目的に、東京女子医科大学長 高倉 公朋氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

(1) DVT撮影システムの開発

試作機の製作・評価、再結像アルゴリズムの改良を行い、結像処理時間を短縮可能なユニットの製作・評価を行う。

(2) 高機能内視鏡の開発

高操作性、滅菌対応の多機能内視鏡試作機および高い光学性能を有する顕微内視鏡試作機を完成させ、臨床試用に準じた評価を行う。

(3) 高操作性マニピュレータの開発

一体型マスタースレーブマニピュレータ試作機を完成させ、臨床試用に準じた評価を行う。

(4) 手術誘導システムの開発

試作機の製作・評価を行う。手術誘導用広域位置計測システムの計測データを他の機器に提供する機能、DVT画像に基づいた手術計画支援機能を付加する。

(5) 手術安全支援システムの開発

手術安全支援システムの設計・試作・評価を行う。

(6) トータルシステムの開発

トータルシステムの組み合わせ試験及び評価を行う。

[16年度業務実績]

手術中の十分な視野情報等を提供する高機能内視鏡、疾患局部の位置情報を提供するDVT(デジタル3次元断層)X線撮影システム、術者が安全、確実に実施できる高操作性・高精細機能を有するマニピュレータ(手術器具)、患者の手術前・手術中の精密な情報を統合した正確な手術計画の立案、実施を支援する手術誘導システムおよび手術の安全性の向上を図る手術安全支援システムの実現を目的に、東京女子医科大学長 高倉 公朋氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

(1) DVT撮影システムの開発

試作機の製作・評価、再結像アルゴリズムの改良を行い、結像処理時間を短縮可能なユニットの製作・評価を行った。

(2) 高機能内視鏡の開発

高操作性、滅菌対応の多機能内視鏡試作機および高い光学性能を有する顕微内視鏡試作機を完成させ、臨床試用に準じた評価を行った。

(3) 高操作性マニピュレータの開発

一体型マスタースレーブマニピュレータ試作機を完成させ、臨床試用に準じた評価を行った。

(4) 手術誘導システムの開発

試作機の製作・評価を行う。手術誘導用広域位置計測システムの計測データを他の機器に提供する機能、DVT画像に基づいた手術計画支援機能を付加した。

- (5) 手術安全支援システムの開発  
手術安全支援システムの設計・試作・評価を行った。
- (6) トータルシステムの開発  
トータルシステムの組み合わせ試験及び評価を行った。

## 《16》 - 2 心疾患治療システム機器 [平成12年度～平成17年度]

### [16年度計画]

心疾患患者の複数の生体情報を低侵襲で常時連続的に測定できる超小型統合センサー等の開発及びその基盤技術からなるインテリジェント生体情報取得システム、並びに病態に応じて必要時に最適量の薬剤の独立かつ高精度での投与が可能なインテリジェント薬剤投与システムの実現を目的に、九州大学大学院 医学研究院 臨床医学部門 内科学講座(循環器内科学分野)教授 砂川 賢二氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

#### (1) インテリジェント生体情報取得システムの開発

超小型多電極心電図モニターに関して、これまでに確立してきたアーキテクチャを基本とし、心電図モニターセンサボックスのより低消費電力化・小型化に向けた論理部の ASIC-LSI 化と評価を行う。

低侵襲型の超小型統合センサーに関して、カテーテルへのセンサー実装技術の確立、および統合化微小センサーチップの作製、評価を行う。また、動物実験を行い問題点を抽出する。

センサーデバイス基盤技術に関して、BNP (brain natriuretic peptide : ホルモン的一种で心不全の指標の一つとされる) センサーの血液試料への適用試験、及び ANP (atrial natriuretic peptide : ホルモン的一种で心不全の指標の一つとされる) センサーの試作を行うとともに尿素、クレアチニンセンサーの集積化を行う。

超小型無線伝送デバイスに関して、端末の小型軽量低消費電力化に向け心電図モニターで実施する ASIC-LSI 化と連動し、これまでに開発した無線通信アーキテクチャの ASIC-LSI 化を行い、評価を実施する。

#### (2) インテリジェント薬剤投与システムの開発

インテリジェント薬剤投与システムに関して、薬剤投与システムの設計及び試作を行い、システムとしての評価を実施し、問題点の抽出と対策を行う。

双方向無線伝送システムに関して、これまでに開発したアクセスポイント・双方向無線端末を用い、薬剤投与システムとしての評価を実施し、問題点の抽出と対策を行う。

### [16年度業務実績]

心疾患患者の複数の生体情報を低侵襲で常時連続的に測定できる超小型統合センサー等の開発及びその基盤技術からなるインテリジェント生体情報取得システム、並びに病態に応じて必要時に最適量の薬剤の独立かつ高精度での投与が可能なインテリジェント薬剤投与システムの実現を目的に、九州大学大学院 医学研究院 臨床医学部門 内科学講座(循環器内科学分野)教授 砂川 賢二氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

#### (1) インテリジェント生体情報取得システムの開発

超小型多電極心電図モニターに関して、これまでに確立してきたアーキテクチャを基本とし、心電図モニターセンサボックスのより低消費電力化・小型化に向けた論理部の ASIC-LSI 化の検討と評価を行った。低侵襲型の超小型統合センサーに関して、カテーテルへのセンサー実装技術の確立、および統合化微小センサーチップの作製、評価を行う。また、動物実験を行い問題点を抽出した。センサーデバイス基盤技術に関して、BNP (brain natriuretic peptide : ホルモン的一种で心不全の指標の一つとされる) センサーの血液試料への適用試験、及び ANP (atrial natriuretic peptide : ホルモン的一种で心不全の指標の一つとされる) センサーの試作を行うとともに尿素、クレアチニンセンサーの集積化を行った。

超小型無線伝送デバイスに関して、端末の小型軽量低消費電力化に向け心電図モニターの開発と連動し、これまでに開発した無線通信アーキテクチャの ASIC-LSI 化の検討と評価を実施した。

#### (2) インテリジェント薬剤投与システムの開発

インテリジェント薬剤投与システムに関して、薬剤投与システムの設計及び試作を行い、システムとしての評価を実施し、問題点の抽出と対策を行った。双方向無線伝送システムに関して、これまでに開発したアクセスポイント・双方向無線端末を用い、薬剤投与システムとしての評価を実施し、問題点の抽出と対策を行った。

## 《17》 身体機能代替・修復システムの開発

### [16年度計画]

自己修復が困難となった心機能、視覚機能を人工的手段で代替する機器技術及び生体親和性の高い人工骨技術の「身体機能代替技術」、並びに、「身体機能代替・修復支援技術」のうち、インプラント材料の性能評価技術を開発するために、研究開発を実施する。

## 《17》 - 1 臨床応用に向けた体内埋込み型人工心臓システム [平成12年度～平成16年度]

### [16年度計画]

臨床応用に向けた完全体内埋込み型人工心臓の実現を目的に、以下の研究開発を実施する。

#### (1) 拍動流型全置換人工心臓の開発

(ア) 経皮的エネルギー・情報伝送システムの要素技術の研究開発



高機能型経皮的エネルギー・情報伝送システムの開発を行なう。また、慢性動物実験で使用する経皮的エネルギー伝送システムの1次側コイル・2次側コイル、経皮的情報伝送システムのカブラを製作する。

(イ) 拍動流型全置換人工心臓システムの評価

トータルシステムの製作、慢性動物実験を実施し、3ヶ月×8例を目指す。

(ウ) 汎用・高機能型泊動流人工心臓システムの開発

補助人工心臓システムの開発、ヒト体内への形状適合の検討を実施する。補助人工心臓システムの開発では、動物実験の結果から改良を行なった後、再度動物実験を実施する。ヒト体内への形状適合の検討では、光造型装置によりヒト用のモックアップポンプを製作し、フィッティング試験などにより形状の検討を行なう。

(2) 連続流型両心補助人工心臓の開発

(ア) 連続流型両心補助人工心臓システムの開発

慢性動物実験で使用するトータルシステムを製作する。

(イ) 連続流型人工心臓ポンプにおける駆動ユニットの開発

慢性動物実験で使用する駆動ユニットを製作する。

(ウ) 経皮的エネルギー伝送システムの要素技術の研究開発

汎用型経皮的エネルギー伝送システムの基本設計を行なう。

(エ) 連続流型両心補助人工心臓システムの評価

慢性動物実験を実施し、3ヶ月×8例を目指す。トータルシステムによる耐久試験を平成15年度に引き続き、継続実施する。ドノバンポンプによる耐久試験、及び、溶血試験・抗血栓試験等の *in vitro* 評価試験を実施する。

(オ) 汎用・高機能型連続流人工心臓システムの開発

汎用型経皮的エネルギー伝送システムの開発、補助人工心臓におけるアクティブ制御方法の検討を行なう。

[16年度業務実績]

臨床応用に向けた完全体内埋込み型人工心臓の実現を目的に、以下の研究開発を実施した。

(1) 拍動流型全置換人工心臓の開発

(ア) 経皮的エネルギー・情報伝送システムの要素技術の研究開発

高機能型経皮的エネルギー・情報伝送システムの開発を行なった。また、慢性動物実験で使用する経皮的エネルギー伝送システムの1次側コイル・2次側コイル、経皮的情報伝送システムのカブラを製作した。

(イ) 拍動流型全置換人工心臓システムの評価

トータルシステムの製作、慢性動物実験を実施し、3ヶ月×8例を目指した。

(ウ) 汎用・高機能型泊動流人工心臓システムの開発

補助人工心臓システムの開発、ヒト体内への形状適合の検討を実施した。補助人工心臓システムの開発では、動物実験の結果から改良を行なった後、再度動物実験を実施した。ヒト体内への形状適合の検討では、光造型装置によりヒト用のモックアップポンプを製作し、フィッティング試験などにより形状の検討を行なった。

(2) 連続流型両心補助人工心臓の開発

(ア) 連続流型両心補助人工心臓システムの開発

慢性動物実験で使用するトータルシステムを製作した。

(イ) 連続流型人工心臓ポンプにおける駆動ユニットの開発

慢性動物実験で使用する駆動ユニットを製作した。

(ウ) 経皮的エネルギー伝送システムの要素技術の研究開発

汎用型経皮的エネルギー伝送システムの基本設計を行なった。

(エ) 連続流型両心補助人工心臓システムの評価

慢性動物実験を実施し、3ヶ月×8例を目指し、トータルシステムによる耐久試験を平成15年度に引き続き、継続実施した。ドノバンポンプによる耐久試験、及び、溶血試験・抗血栓試験等の *in vitro* 評価試験を実施した。

## 《17》 - 2 生体親和性材料 [平成13年度～平成16年度]

[16年度計画]

骨組織と自然に融合する生体活性を示し、かつ、生体骨に代わって力学的に機能し得る人工の骨、関節、軟骨等の生体親和性に優れた代替・修復材料である生体親和性材料の実現を目的に、中部大学総合工学研究所教授 小久保 正氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

(1) 生体骨に近い骨形成能と機械的性質を有する材料の開発

関節軟骨修復用材料として、軟骨へ再生するリン酸カルシウム系基材を開発する。軟骨分化能を促進させるための薬剤付与技術を開発し、動物埋込実験により軟骨再生、生体親和性、安全性の評価を実施する。

人工関節用摺部材として、生体骨を結合したときの引き剥がし強度を強くするためのマクロ的及びミクロ的多孔層製造技術を開発する。マクロ的及びミクロ的多孔体を作製し、動物実験により骨結合性評価を実施する。

アパタイトの低温焼結により、高靱性化、高生体活性化を実現するための焼結助剤として、最適な生体活性ガラスを開発する。緻密タイプの2次試作及び動物実験による評価を実施する。また、多孔体タイプについても、試料を試作し、生体活性評価・理化学特性評価を実施するとともに、動物実験により、骨結合性評価を実施する。

荷重用骨修復材料として、高強度・高弾性率を有するナノ酸化チタン粒子分散高分子材料を開発する。ナノ酸化チタン粒子分散高分子材料に対して、*in vivo* 実験により骨形成能等の評価を実施する。



結合部用骨修復材料として、高強度・高弾性率を有する有機高分子繊維 3次元複合材料を開発する。結合部用骨修復材料としての強度を有する試料を作製し、動物実験により骨形成能評価を実施する。

非荷重部用骨修復材料として、気孔率：60%以上、圧縮強度：10MPa以上の特性をもち、ビタミンKを複合化する完全連通孔亜鉛含有リン酸カルシウム多孔体を開発する。自己修復結合期間の目標は、薬剤担持していないリン酸カルシウム材料に比較して70%以下とする。

(2) 生体活性薬剤等を保持可能な表面修復層の開発

非荷重部用修復材料として、気孔率：30~80%、圧縮強度：3MPa以上の特性をもつリン酸カルシウム材料を開発するとともに、表面修飾層からの生体活性薬剤徐放技術を開発する。大型動物骨欠損モデルによる *in vivo* 評価を実施し、表面修飾層から生体活性薬剤等の徐放期間が2日間以上の薬剤徐放技術を開発する。

(3) 自己修復機能等の定量的評価方法の開発

動物に埋入したインプラント試料を高分解能X線を用いて、非破壊で計測し、骨形成・骨修復材料の変化を定量的に測定する評価技術を開発する。マイクロX線CTの測定分解能を向上する方法を検討し、2μm以下を目標とする。生体ラットへの長期埋込み実験を継続して行い、骨形成評価のマイクロX線CT測定と標本との比較・検証を行なう。

[16年度業務実績]

骨組織と自然に融合する生体活性を示し、かつ、生体骨に代わって力学的に機能し得る人工の骨、関節、軟骨等の生体親和性に優れた代替・修復材料である生体親和性材料の実現を目的に、中部大学総合工学研究所教授 小久保 正氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

(1) 生体骨に近い骨形成能と機械的性質を有する材料の開発

人工関節用摺動部材として、生体骨を結合したときの引き剥がし強度を強くするためのマクロ的及びミクロ的多孔層製造技術を開発した。マクロ的及びミクロ的多孔体を作製し、動物実験により骨結合性評価を実施した。

アパタイトの低温焼結により、高靱性化、高生体活性化を実現するための焼結助剤として、最適な生体活性ガラスを開発した。緻密タイプの2次試作及び動物実験により、骨結合性評価を実施した。

荷重用骨修復材料として、高強度・高弾性率を有するナノ酸化チタン粒子分散高分子材料を開発した。ナノ酸化チタン粒子分散高分子材料に対して、*in vivo* 実験により骨形成能等の評価を実施した。

結合部用骨修復材料として、高強度・高弾性率を有する有機高分子繊維 3次元複合材料を開発した。結合部用骨修復材料としての強度を有する試料を作製し、動物実験により骨形成能評価を実施した。

非荷重部用骨修復材料として、気孔率：60%以上、圧縮強度：10MPa以上の特性をもち、ビタミンKを複合化する完全連通孔亜鉛含有リン酸カルシウム多孔体を開発した。自己修復結合期間の目標は、薬剤担持していないリン酸カルシウム材料に比較して70%以下とした。

(2) 生体活性薬剤等を保持可能な表面修復層の開発

非荷重部用修復材料として、気孔率：30~80%、圧縮強度：3MPa以上の特性をもつリン酸カルシウム材料を開発するとともに、表面修飾層からの生体活性薬剤徐放技術を開発した。大型動物骨欠損モデルによる *in vivo* 評価を実施し、表面修飾層から生体活性薬剤等の徐放期間が2日間以上の薬剤徐放技術を開発した。

(3) 自己修復機能等の定量的評価方法の開発

動物に埋入したインプラント試料を高分解能X線を用いて、非破壊で計測し、骨形成・骨修復材料の変化を定量的に測定する評価技術を開発した。マイクロX線CTの測定分解能を向上する方法を検討し、分解能の目標2μm以下を達成した。生体ラットへの長期埋込み実験を継続して行い、骨形成評価のマイクロX線CT測定と標本との比較・検証を行なった。

## 《17》 - 3 人工視覚システム [平成13年度~平成17年度]

[16年度計画]

眼内あるいは体外に設けた撮像部の信号を、眼内の網膜刺激電極を通じて、網膜細胞（たとえば双極細胞）等を電氣的に刺激することにより、視覚機能を得ることが可能な人工視覚システム機器の実現を目的に、大阪大学大学院医学系研究科教授 田野 保雄氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

(1) トータルシステム開発、要素技術開発

15年度に開発した、以下の要素技術から構成される体外撮像型（イ、ロ、ハ、ニ、ヘ、ト）と体内撮像型（イ、二、ヘ、ト）の1次試作機を用い、17年度前半に完成を目指す2次試作機（最終仕様を満たすべく作成する）用の仕様を確定するための各種評価を行う。その結果を踏まえ、2次試作機の設計、製作を開始する。

イ．電力送受信部

ロ．信号送受信部

ハ．画像処理部

ニ．眼内装置のIC

ホ．眼内装置のIC（体内撮像型）

ヘ．電極アレイとフレキシブル基板

ト．包埋材料

(2) その他

開発した1次試作機を埋植して、その性能を定量的・客観的に評価するための動物実験を行う。また動物実験や網膜電気特性同定実験の結果をフィードバックし、上記(1)にて開発する電気刺激装置等の最終仕様及び構造を決定する。

[16年度業務実績]

眼内あるいは体外に設けた撮像部の信号を、眼内の網膜刺激電極を通じて、網膜細胞（たとえば双極細胞）等を電気的に刺激することにより、視覚機能を得ることが可能な人工視覚システム機器の実現を目的に、大阪大学大学院医学系研究科教授 田野 保雄氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

(1) トータルシステム開発、要素技術開発

15年度に開発した、以下の要素技術から構成される体外撮像型（イ、ロ、ハ、ニ、ヘ、ト）と体内撮像型（イ、二、ヘ、ト）の1次試作機を用い、17年度前半に完成を目指す2次試作機（最終仕様を満たすべく作成する）用の仕様を確定するための各種評価を行った。その結果を踏まえ、2次試作機的设计、製作を開始した。

- イ．電力送受信部
- ロ．信号送受信部
- ハ．画像処理部
- ニ．眼内装置のIC
- ホ．眼内装置のIC（体内撮像型）
- ヘ．電極アレイとフレキシブル基板
- ト．包埋材料

(2) その他

開発した1次試作機を埋植して、その性能を定量的・客観的に評価するための動物実験を行った。また動物実験や網膜電気特性同定実験の結果をフィードバックし、上記(1)にて開発する電気刺激装置等の最終仕様及び構造を決定した。

《17》-4 生体親和性インプラント材料のテクノロジーアセスメント技術 [平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

インプラント材料に関し、臨床結果との相関を有し、寿命等の性能を公正に評価するテクノロジーアセスメント技術の実現を目的に、東京女子医科大学先端生命医科学研究所長 岡野 光夫氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

(1) 臨床事例解析技術の開発

骨プレート（骨折部位等を固定するための材料）、CHS（compression hip screw：大腿骨頸部外側骨折用固定材料）、ネイル（骨髄内に挿入し骨折部位等を固定するための材料）、髄内釘、人工骨頭、人工股関節、人工血管、ステント及びステントグラフト（大動脈内に挿入することで大動脈瘤の縮小を促す管状の材料）に関して、症例、術後経過、インプラントの材質、形状、不具合に関して、800例以上の症例調査・解析を実施し、臨床事例の解析結果を整理・体系化する。

(2) 長期埋め込み患者を想定したインプラント材料の性能評価技術の開発

(ア) インプラント材料の寿命影響因子の解析及び性能評価技術の開発

骨プレート及びCHSの性能評価技術の開発では、平成15年度までに確立した性能評価方法によるデータを取得し、性能評価技術の検証を行う。髄内釘の性能評価技術では、輸入品を中心とする髄内釘について、力学特性試験を実施して、寿命影響因子に関する力学的な共通因子を検討する。静的荷重試験による性能評価試験方法について検討し、加速試験パラメータを抽出する。人工骨頭の性能評価技術の開発では、国産品及び輸入品の人工骨頭について、力学特性試験を実施して、寿命影響因子に関する力学的な共通因子及び性能評価試験方法について検討する。ステントグラフトの性能評価技術の開発では、輸入品を中心とするステントグラフトについて耐久性評価試験を実施して、寿命影響因子に関する力学的・化学的な共通因子及び性能評価試験方法について検討する。

(イ) ネイル及び人工骨頭ステムのシミュレーション技術及び性能評価技術の開発

ネイルの性能評価技術の開発では、性能評価方法について検討する。人工骨頭ステムの性能評価技術の開発では、模擬骨を用いた実験を行い、シミュレーション技術の妥当性を検討する。

(ウ) 模擬骨を用いた髄内釘の性能評価技術の開発

静的強度評価試験及び、模擬骨を用いた静的荷重試験を行う。模擬骨を用いた静的荷重試験では、大腿骨骨幹部骨折の中から主な骨折状態を2種類以上選び、骨折線を付与した模擬骨を髄内釘で固定した状態で負荷を加え、応力分布を測定する。

(エ) 人工血管の性能評価技術の開発

ポリエステル製、ポリウレタン製及びePTFE製人工血管基材の性能評価技術の開発を行う。

(オ) ステントグラフトの性能評価技術の開発

模擬生体内環境下でのステントグラフトの性能評価技術の開発及び、ステントグラフトの耐久性評価技術の開発を行う。

(カ) 人工股関節の数値シミュレーション技術の開発

セメントを使用するタイプ及びセメントを使用しないタイプの2タイプに関して、人工股関節のデザインを変化させた場合のインプラントと骨界面の状態変化、骨質の変化、応力変化等を考慮し、骨吸収、応力集中及びインプラントの移動等の臨床結果を反映した人工関節数値シミュレーション技術を開発する。

(3) 生体親和性材料評価技術の開発

- (ア) インプラント材料の生体親和性及び材料劣化評価技術の開発  
ニチノールの材料劣化評価技術の開発及びグラフトの材料劣化評価技術の開発を行う。
- (イ) 人工血管の生体親和性評価技術の開発  
人工血管の生体親和性評価技術の開発では、ePTFE製人工血管の特性データを計測するとともに、人工血管基材の分解性評価技術の開発、人工血管製品の生体適合性評価技術の開発を行う。
- (ウ) スtent及びstentグラフトの生体親和性評価技術の開発  
stent及びstentグラフトの材料であるニチノールの表面性状が、強度及び耐久性に及ぼす影響を評価する材料劣化評価技術を開発する。  
なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16年度業務実績]

- (1) 臨床事例解析技術の開発  
骨プレート、CHS、ネイル、髄内釘、脊椎用骨プレート、人工骨頭、人工股関節、人工膝関節、人工血管、stent及びstentグラフトに関して、症例、術後経過、インプラントの材質、形状、不具合に関して、1,000例以上の症例調査・解析を実施し、破損の原因、製品の性能を左右する因子を抽出した。
- (2) インプラントの性能評価技術の開発
  - (ア) インプラントの寿命影響因子の解析及び性能評価技術の開発  
臨床事例解析結果及びJIS、ISO、ASTMからインプラント材料の寿命影響因子を選定し、平成14年度に集中研に設置した性能評価試験装置を用い、輸入品を中心に骨プレート、CHS、髄内釘に関して、曲げ、ねじり、疲労試験等の性能評価試験を産業技術総合研究所と協力して実施した。治具について、標準化を念頭において汎用性が確保されるよう改良を行なった。また、JIS、ISO、ASTMとの整合性を考慮し、人工骨頭、stentの耐久性評価を実施するための治具を設計・開発した。さらに、標準化に必要なデータを構築・試験するため、輸入品を中心に骨プレート、CHS、髄内釘、人工骨頭、stentの加速試験パラメータの抽出と力学特性評価試験を並行して実施した。産業技術総合研究所と分担して力学的な共通因子を検討し、骨プレート、CHS、髄内釘、人工骨頭の加速試験パラメータを決定した。国際整合性を考慮し、骨プレート及びCHSの性能評価技術を確立した。なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。また、加速財源を使い、骨プレート及びCHSのデータ数を増やし測定精度を向上させることにより、平成17年度にJIS化できるように加速させた。
  - (イ) CHS、ネイル及び人工骨頭ステムのシミュレーション技術の開発  
昨年度までに構築したCHSのシミュレーション解析モデルを、3種類のCHSに適用しその有効性を確認した。ネイルに関しては、各部の寸法パラメータを変化させて荷重変位曲線を作成、CHSと同様にシミュレーション解析による評価が可能であることを確認した。人工骨頭ステムに対して、大腿骨近位の骨欠損による力学的な変化を解析し、その影響の大きいことを検証した。
  - (ウ) 模擬骨を用いた髄内釘の性能評価技術の開発  
ガラス繊維とエポキシ樹脂から構成された大腿骨の模擬骨(SAWBONES)にステンレス製髄内釘を挿入し、骨軸を鉛直に包埋固定した状態で骨頭に圧縮荷重を負荷する静的荷重試験を行った。この結果、近位部側のスクリュホールに最も大きな歪が作用していることが確認された。また、同様に髄内釘の一種であるネイルの荷重試験モデルの検討を行った。
  - (エ) 人工血管の性能評価技術の開発  
昨年度に確立した加速劣化試験法に基づき、3種類の市販のポリエステル製人工血管の加速劣化試験を実施した。更に1年間の皮下埋植動物実験を終了し、in vitroとin vivoの相関を比較、当該試験法の妥当性を確認することができた。ポリウレタン基材については、加速劣化試験法設定のための基礎検討を進め、試験法の絞込みができた。ePTFE基材については、基礎特性データ取得と加速劣化試験を実施した。
  - (オ) stentグラフトの性能評価技術の開発  
透明シリコン樹脂を用いて、病変部モデルを作成した。胸部大血管について、通常及び瘤、解離のモデルを作成した。前年度に作成した拍動試験にこのモデルを接続し、市販のstentを留置して試験を実施した結果、臨床での不具合事例として知られる真性瘤へのstentの落ち込みによるマイグレーションのモデルを作成できた。表面がシリコンよりも平滑で摩擦抵抗が少なく、生体と近いとされる軟質塩化ビニル樹脂でのモデル成形を行った。また、反復負荷装置を設計・改良し、stentグラフトの耐久性評価装置を改良した。
- (3) 生体親和性材料評価技術の開発
  - (ア) インプラント材料の生体親和性及び材料劣化評価技術の開発  
表面改質層の生体親和性評価技術の開発及びニチノールの材料劣化評価技術の開発を実施した。表面改質層の生体親和性評価技術の開発では、チタン合金の表面改質層に対する骨との親和性評価パラメータを抽出した。ニチノールの材料劣化評価技術の開発では、整形外科で使用されているニッケルを含有する合金に関し、溶出試験を実施し、stent及びstentグラフトに使用されるニチノールと比較した。また、人工血管に関して、6種類の溶液を用いて、溶出試験を行い溶出物の分析を行った。
  - (イ) 人工血管の生体親和性評価技術の開発  
市販のポリエステル製人工血管のうち、編物、織物、表面コートの有無に注目し、これらの違いが基材の劣化に及ぼす影響を加速劣化試験を用いて検討し、その違いを明らかにした。ePTFE製人工血管の物理化学的特性の試験法を文献調査などから検討し、ポリエステルやポリウレタン基材には無かった特徴として表面解析を新たに加えた試験法案を作成することができた。

#### (ウ) ステント及びステントグラフトの生体親和性評価技術の開発

反復負荷装置による溶液中での反復試験方法を開発した。これを用いて、培地中にて、約1,200万回の負荷をかけ、表面処理をしたニチノール製ステントと、市販のSUS304製ステントを評価した。取り出した溶液をろ過して金属イオン濃度を測定した結果、溶出はいずれも僅かであり、市販品とニチノールステントとの重量あたりの溶出量はほぼ同等であった。また、この溶液を用いて細胞毒性を評価した。

### 《18》福祉機器情報収集・分析・提供事業 [平成5年度～]

#### [16年度計画]

ニーズ調査分析として引き続き福祉機器に関するニーズ・シーズを明らかにするための技術動向の調査・分析等を行う。

また、福祉機器調査として、国際福祉機器展(HCR)、九州福祉用具フォーラム、西日本国際福祉機器展、北海道技術・ビジネス交流会等の展示会に引き続き出展及び情報収集を行うとともに、福祉機器の開発事業者等への情報提供を行う。

#### [16年度業務実績]

ニーズ調査分析として、「福祉用具開発に向けたニーズ及びシーズの現状分析」のテーマについて、福祉機器に関するニーズ・シーズを明らかにするための技術動向の調査・分析等を実施した。福祉機器調査として、バリアフリー2004、MIPRO キッズフェア 2004、福祉フェスティバル 2004、九州福祉用具フォーラム 2004 in 佐賀、国際福祉機器展(HCR2004)、北海道技術・ビジネス交流会、西日本国際福祉機器展、ヘルスケア 2005、えひめ国際福祉産業フェア等の展示会に出展及び情報収集を行うとともに、福祉機器の開発事業者等への情報提供を実施した。

### 生物機能を活用した生産・処理・再資源化プロセス技術

#### [中期計画]

循環型産業システムの実現に必要な技術基盤の構築を図るため、原料の転換や新たな物質の生産、効率的な生産プロセス、廃棄物の処理・再資源化プロセス等を可能とする、微生物や植物の機能を活用したバイオプロセスの構築に必要な技術の開発及びそれらの技術の実用化に向けた開発を行う。また、開発を効率化する技術基盤の構築を図るため、有用な生物遺伝資源を収集・解析するとともに、遺伝子組替え体の産業利用促進のためのリスク管理技術の開発を行う。

#### <生物機能活用型循環産業システム創造プログラム>

#### [16年度計画]

工業プロセスや環境関連分野へのバイオテクノロジーの利用を促進すべく、バイオマスの利用による再生可能資源への転換、バイオプロセスの利用による環境付加の少ない工業プロセスへの変革、廃棄物、汚染物質等の生分解・処理の研究開発を行い、もって循環型産業システムの創造をはかるため、平成16年度においては、計10プロジェクトを実施する。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は計画に基づいて計10プロジェクトを実施した。

### 《1》植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発 [平成14年度～平成21年度]

#### [16年度計画]

植物の機能を利用して工業原料などの有用物質の生産を可能とする技術基盤を構築するため、植物の物質生産プロセスをシステムとして解析することを目的に、奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科教授 新名 惇彦氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析」については、モデル植物として選定したシロイヌナズナ及びミヤコグサについて、代謝経路の解明を目的にDNAアレイによる網羅的解析、培養細胞への遺伝子導入効果解析により代謝プロファイルを進めるとともに、得られた結果をデータベースとして整備する。具体的には、ミヤコグサの代謝関連の完全長cDNAを約2000遺伝子分取得し、解析する。15年度までに確立した技術を活用して、シロイヌナズナおよびミヤコグサの遺伝子を高発現させた約1000系統の培養細胞を作製し、リソースの整備をさらに進める。これらのリソースを用いた遺伝子機能解析を進めるために、代謝産物(メタボローム)解析技術およびDNAアレイ技術を用いたプロファイリング解析を行い、遺伝子機能の同定等を行う。また、葉緑体における代謝系の全体像を明らかにするために整備した葉緑体タンパク質を網羅的に同定する手法を用い、プロテオーム解析に着手する。さらに、タバコの葉緑体ゲノムの全塩基配列の決定と翻訳因子遺伝子群の収集を進める。

研究開発項目 「実用植物を用いた物質生産制御技術の開発」については、実用植物として選定したユーカリ、トランスゴムノキ、パラゴムノキ、トチュウ、カンゾウ、アマなどを対象に、研究開発項目の成果を活用しつつ、目的産物の生産に係わる代謝系の解析に必要な生合成経路に係わる遺伝子群の同定を進めるとともに、その機能解析を行う。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析」においては、ミヤコグサ及びシロイヌナズナのcDNA

ライブラリーの作製、EST 解読、完全長 cDNA の単離を進めた。また、網羅的な遺伝子発現解析および代謝産物解析に関する技術を確立し、統合代謝経路データベースを構築した。シロイヌナズナを用いて網羅的な遺伝子発現データと、それに対応するアミノ酸等代謝産物のデータを取得した。シロイヌナズナの葉緑体タンパク質の網羅的な解析により 550 種を同定した。また、高効率なメタボローム解析法を構築した。さらに、葉緑体の転写制御に関与する新規因子と翻訳制御に関与するシス配列を同定した。遺伝子特異的 cDNA マイクロアレイを 400 枚製造してプロジェクトメンバーに配布し、関連するデータベースを更新した。100 以上のシロイヌナズナの転写因子遺伝子のエンタリークローンを作成し、発現プロファイルの解析を開始した。また、新たにキメラリプレッサーを用いた遺伝子発現制御技術の開発に着手した。

研究開発項目 「実用植物を用いた物質生産制御技術の開発」においては、高成長性、高 $\text{pH}$ 化適性、耐塩性、耐寒性に関する遺伝子を導入した組換えユウカリを各 150 個体作成した。また、木質成分合成及び木繊維形成に関する遺伝子の絞り込みを行った。トチュウゴム精英樹林および天然林のゴム成分の定量と評価、ゴムの分布の解析を行った。パラゴムの不定胚誘導に成功するとともに、形質転換細胞の取得に成功した。また、EST-データベースを構築した。ウラルカンゾウのトリテルペノイド配糖体類の同定を行い、完全長 cDNA ライブラリーの作製とクローンの塩基配列の決定を行い、クラスタリングを行った。シロイヌナズナにユーフォルビア由来遺伝子を過剰発現させ、ステロール含量が最大 3 倍増加した。また、アマの形質転換系を確立した。シロイヌナズナ培養細胞で、カロテノイド関連代謝物のメタボロミクス分析を行った。HAS 遺伝子を導入したタバコでヒアルロン酸を生産させることに成功した。なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 2 》生物機能を活用した生産プロセスの基盤技術開発 [平成 12 年度～平成 17 年度]

### [16 年度計画]

生物機能を活用した循環型・低環境負荷型のプロセス開発のリスクを軽減するため、生産プロセス構築のプラットフォームとなる宿主細胞の構築を目的に、京都大学大学院 農学研究科教授 清水 昌氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「宿主細胞創製技術の開発」については、従来の微生物生産プロセスの実績を凌駕する生産効率、もしくは既存の化学プロセスと競合しうる生産コストで物質生産を可能とすることを目標として、大腸菌、枯草菌、分裂酵母、出芽酵母、コリネ菌において、ゲノムの大規模削除により不要/有害遺伝子(ゲノム領域)を除去して遺伝子ネットワークを単純化し、生育能力・糖利用能力・タンパク分泌能力等の機能が向上した宿主の開発を目指す。このため、宿主機能を向上させる有用欠失もしくは機能を低下しない欠失の判定・詳細解析を行って、最大 0.5～1.5Mbp 程度の削除株の作製を試みるほか、部分削除を種々組み合わせて宿主機能を評価する。一方、有用遺伝子の導入や糖利用能力の強化等も試みつつ、MGF 候補株の作製を進め、これを用いて微生物種毎に適切な具体的モデル生産物質を設定して、有用性・汎用性の検証を開始する。染色体レベルの遺伝子操作技術に関しては、効率的な多重改変技術の改良・最適化を進める。

研究開発項目 「細胞モデリング技術の開発」については、大腸菌の遺伝子破壊株を様々な条件で培養し、主要エネルギー代謝経路について、代謝流束(flux)、代謝物質濃度(metabolome)、酵素量(proteome)、mRNA 量(transcriptome)を網羅的に測定する。これら大量の情報を効率よく管理するソフトウェアおよびデータベース環境を構築し、上記取得データ、ゲノム情報、及び in vitro の酵素キネティクスデータを基に、これまでに構築した E-CELL の初期モデルを精緻化することにより、大腸菌の主要エネルギー代謝経路の動的シミュレーションモデル構築を進める。

更に、機能未知遺伝子を含めた、エネルギー代謝関連遺伝子の同定、機能解析、酵素精製等を進めてモデルの基礎データを得るほか、タンパク質の細胞内局在性の解析やタンパク質間相互作用検出を進める。

研究開発項目 「微生物遺伝資源ライブラリーの開発」については、P450 等の新規酸化還元遺伝子の探索を継続する他、脂肪族・芳香族ヒドロキシカルボン酸、同アルコール、同カルボン酸、短鎖有機酸等の有用化学物質を生成する活性を持つ有用遺伝子について酵素精製と機能解析、遺伝子のクローン化等を行い、ライブラリー化を進めるとともに、大腸菌や有機溶媒耐性菌等で発現を試み、酵素機能を確認する。また、汎用的物質生産プロセスの開発を目指し、有機溶媒耐性機能を持つ目的物質生産菌の分子育種(至適化)を進めるとともに、有機溶媒-水 2 層系での生産を検討する。有機溶媒耐性大腸菌変異株や有機溶媒耐性の高い Rhodococcus 属、Micrococcus 属、および Pseudomonas 属細菌等について有機溶媒接触時における DNA マイクロアレイ解析等により 10 程度の溶媒耐性関連遺伝子の特定とクローン化を試みる。また、次世代宿主細胞候補として 15 年度に選択した Rhodococcus opacus B-4 株および Micrococcus 属細菌について、有用性・実用性の確認を行うとともに、ゲノムドラフト配列解析等を行う。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「宿主細胞創製技術の開発」においては、染色体部分削除技術の高効率化を行い、削除の多重化を進めた結果、物質生産性の向上を示す有力宿主候補株をいくつか得た。大腸菌においては、欠失により代謝活性や物質生産性を向上する遺伝子を特定するとともに、1 Mbp (全染色体の 20% 強) の多重削除株を用いて、アミノ酸生産能力の向上を確認した。枯草菌においては、最大 835kbp (全染色体の約

20%)の多重削除株を作製し、セルラーゼをモデル生産物としたタンパク質生産能力の向上を確認した。ゲノム構造上、大領域削除が困難な分裂酵母においては100kbp(0.72%)近い領域を一度に削除する技術を確認した。コリネ属細菌においては200kbpの染色体多重削除株を作製し、これに異種微生物由来の遺伝子を複数導入しコリネ菌では存在しない生合成経路(エタノール生産など)を構築した。出芽酵母においては、複数系統の染色体分断株を作製してミニ染色体を選択圧下脱落させ、グリセロール生産能が向上している株、及び脂肪酸の蓄積能力が向上した株を取得した。また、枯草菌を使った大規模遺伝子集積法の最適化の検討を進めた。

研究開発項目 「細胞モデリング技術の開発」においては、分子量1000以下の細胞内代謝物質を一斉定量するハイスループット分析技術を確認し、大腸菌主要エネルギー代謝経路遺伝子破壊株を用いて各種培養条件における代謝流束、代謝物質濃度、酵素量、mRNA量の網羅的データを蓄積するとともに、大腸菌主要エネルギー代謝経路のシミュレーションモデル構築を継続した。

研究開発項目 「微生物遺伝子資源ライブラリーの開発」においては、酸化還元反応等により脂肪族・芳香族のヒドロキシカルボン酸やアルコール、カルボン酸、ジカルボン酸等を生成する微生物が有する酵素遺伝子の機能確認及びクローン化を進めた。このうち、ニトリル加水分解、可逆的脱炭酸、カルボニル不斉還元等の反応については、いずれも2日間以内で数100g/Lの生産物を得ることができており、取得した遺伝子機能の優秀性を確認した。このほか、還元力を供給するヒドロゲナーゼ遺伝子のライブラリー化、有機溶媒耐性に関与する2遺伝子領域の特定を実施した。更に、次世代宿主候補としてRhodococcus属細菌及びMicrococcus属細菌のゲノムドラフトシーケンス解析を終了させた。

### 《3》生分解・処理メカニズムの解析と制御技術開発 [平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

#### [16年度計画]

循環型産業・社会の実現に向け、嫌気性微生物の機能を活用した廃棄物処理、環境修復等の環境対応技術の高度化を目的に、東京大学大学院農学生命科学研究科教授 五十嵐 泰夫氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「メタン発酵プロセスの高効率化、安定化に必要な技術の開発」については、メタン発酵菌群の解析を進めるとともに、発酵特性の評価に必要な指標の検討と発酵特性の制御因子の探索を進める。具体的には、メタン発酵モデルリアクターを構築し、セルロース等を主要構成成分とする有機性廃棄物の高温メタン発酵連続実験を行い、酸発酵・メタン発酵特性に及ぼす運転条件(有機物負荷等)の影響を評価する。また、有機性廃棄物を処理する種々のメタン発酵装置から採取した汚泥試料について、開発したPCRプライマー、FISHプローブ等を用いた酸生成細菌群集構造の解析を行うとともに、メタン生成細菌群集構造の解析を行い、これら微生物群集構造と装置の発酵性能、運転条件との関係を調べ、適正な酸生成細菌群集維持に必要な操作条件を検討する。

研究開発項目 「土壤中難分解性物質等の生分解・処理技術の開発」については、難分解性石油成分、塩素化エチレン、ダイオキシン及びトリクロロエチレン等の嫌気分解浄化を行うため、汚染サイトから分解に係わる遺伝子や分解菌群の取得を進めるとともに、分解条件の検討、分解菌群の培養条件の検討を進める。難分解性石油成分については、汚染現場の環境ゲノムから直接分解系遺伝子を取得する試みを継続し、嫌気的条件下での難分解性石油成分の生分解機構の分子生物学的解析に目途をつける。塩素化エチレンについては、15年度に選出した高分解能を有する塩素化エチレン分解菌をバイオオーグメンテーションに利用するため、高濃度の分解菌の培養方法(装置)培養条件(有機物、無機物、その他の栄養物等)の最適化を行う。ダイオキシンについては、15年度までに得られたダイオキシン分解共生系の集積・安定化に関する基礎的知見をベースに、探索・分離されたダイオキシン分解菌を用いたダイオキシン分解効率化条件の検討を行う。トリクロロエチレンについては、単離したPCE分解菌の基質分解特性を把握して、実用化に向けたスケールアップ試験を実施する。実際に模擬の汚染土壌を用いて、カラムレベルでの分解試験を行い、各種の環境条件を測定する。特に、温度、嫌気・好気の繰り返し条件の最適化試験などを行う。

研究開発項目 「生分解を目的とした嫌気性微生物の機能解明、育種等基盤技術の開発」については、Desulfitobacterium Y51株内(脱ハロゲン化微生物)で自律複製可能なプラスミドを基に構築したベクターシステムと、新たに開発した遺伝子導入法を用いて外来遺伝子の導入と発現について条件検討を行う。また、Desulfitobacterium Y51株ゲノム解析結果を基に抽出した、PCE等ハロゲン化合物分解とリンクしたエネルギー生成系遺伝子群及び主要代謝系遺伝子群に関して、遺伝子破壊等による各酵素の機能解析と遺伝子発現解析を行い、代謝機能効率向上のための基礎データを蓄積する。さらに、15年度見いだされたThauera sp. DNT-1株内(芳香族化合物分解菌)で自律複製可能なプラスミドを基に、ベクターシステムの構築や遺伝子破壊系の構築を行う。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に実施した中間評価の結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「メタン発酵プロセスの高効率化、安定化に必要な技術の開発」については、硫酸塩高添加系の汚泥と低添加系の汚泥を用いてプロピオン酸の分解能を回分実験で調べた。硫酸塩高添加系汚泥では、硫酸塩の添加濃度の上昇に応じてプロピオン酸分解活性が高くなり、プロピオン酸分解能の高い汚泥で

は、水素資化性メタン生成細菌と水素資化性硫酸塩還元菌が共存することがわかった。高温メタン発酵微生物群集から単離した蛋白質分解菌 P 株は、水素資化性メタン生成細菌との共生で増殖が促進され、蛋白質を分解してプロピオン酸等各種有機酸を生成するが、基質の種類や濃度によりプロピオン酸/全有機酸比が異なることがわかった。

主要酸生成細菌及びメタン生成菌のモニタリング法を開発し、種々のメタン発酵汚泥におけるこれらの菌群の挙動を解析した。他に、プロピオン酸センサー、水素マイクロセンサーの開発に目途をつけた。プロピオン酸分解共生細菌のゲノム解析を行い、プロピオン酸分解経路を解明するとともに、プロピオン酸分解を活性化する方法を考案した。プロピオン酸モニタリングと共生微生物群によるプロピオン酸分解活性化法を組み合わせた「メタン発酵安定化システム」を考案した。

研究開発項目 「土壤中難分解性物質等の生分解・処理技術の開発」については、難分解性石油成分については、ベンゼンを嫌気条件下で分解する嫌気性細菌 (Azoarcus Sp.) を単離・同定し、嫌気性多環芳香族炭化水素分解菌群としては、Desulfomicrobium の 3 種の集積培養体を得ている。嫌気石油分解関連遺伝子探索のため、SIGEX 法により汚染環境から回収したメタゲノム断片から、新規な嫌気石油分解系遺伝子を複数得た。また、嫌気条件下で塩素化芳香族炭化水素を脱塩素する集積培養体を得て、菌叢解析を行った。

土壤中の微生物活性をモニタリングするため、LSC 法の利用法を確立した。塩素化エチレンの嫌気分解については、環境試料より得た脱塩素活性微生物群を集積・継代培養できる電気培養法を検討し、マイクロアレイ電気培養装置の開発を行った。また、シズジクロロエチレン (cDCE)、ビニルクロライド (VC) 各 3 種の集積培養体を得、菌叢解析を行い、Dehalococcoides 属細菌の共存菌として、乳酸菌近縁種の優占化を確認した。これら培養体で cDCE 及び VC のカラム連続分解試験を実施し、cDCE についてはカラム出口で完全分解を確認した。テトラクロロエチレン (PCE) については、これまでに得られた高活性分解菌 (KBC-1) の脱塩素遺伝子と周辺配列の解析を行い、PCE 添加で脱塩素酵素遺伝子の発現が誘導されることを確認した。同菌株を用いた制限通気式処理プロセスの基礎検討を行い、土壤カラム試験での脱塩素効果を確認し、ベンチスケール分解試験系の構築に着手した。ダイオキシン分解については、既に獲得された集積培養体について、分解の律速になる諸環境因子・培養条件等を把握した。集積培養体の菌叢解析を行い、3 種の Dehalococcoides 属グループの優占化を確認し、それぞれの定量検出法を開発した。

研究開発項目 「生分解を目的とした嫌気性微生物の機能解明、育種等基盤技術の開発」においては、Desulfitobacterium sp. Y51 株について、広域宿主ベクターやトランスポゾンによる遺伝子導入法の開発に目処をつけ、Desulfitobacterium 属では世界で初めて全ゲノム配列を解読した。これにより、PCE 脱塩素化酵素遺伝子クラスターとその転写関連領域を明らかにし、同遺伝子を制御する蛋白質や転移関連遺伝子を見出した。DNT-1 株が持つ、芳香族化合物に対する嫌気・好気両分解酵素遺伝子の詳細解析を行い、嫌気・好気のスイッチング調節遺伝子や、トルエン分解経路を解明した。

なお、当該研究開発プロジェクトは、平成 16 年度に実施された中間評価結果を基本計画、実施方針等に適切に反映した。また、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 4 》生物の持つ機能を利用した環境中化学物質の高感度検出・計測技術の開発 [平成 12 年度～平成 16 年度]

### [16 年度計画]

事業者の有害化学物質に対するきめ細かい自主管理の促進や環境汚染への適切かつ早期の対応を図るため、生物の持つ高感度な認識・応答機能を利用し、環境中の極微量の有害化学物質を高感度、広域的、高速、安価に測定できる技術の開発を目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「前処理方法の開発及び認識素子の開発」

「前処理方法の開発及び遺伝子組換え抗体の開発」については、コプラナー PCB、ビスフェノール A 等をターゲットとして遺伝子組換え抗体を用いた抗体アフィニティカラム等の性能評価等を行い、土壤を対象とした実環境サンプル試料における極微量化学物質簡易測定方法等の実用化を図る。抗 PCB#169 および抗ダイオキシン F114 を対象に開発した機能性単鎖抗体の性能評価を継続すると共に、土壤を対象にした自動簡易前処理装置の開発を行い、免疫測定法に基づくトランスデューサーに適した実環境サンプル試料測定法の実用化を図る。

「人工抗体の開発」においては、ダイオキシン結合ペプチドによるダイオキシン検出技術の開発及び高感度化を図る。また、環境資料測定に適した条件及び平成 15 年度設計したダイオキシン自動測定装置の実用化を図る。

研究開発項目 「トランスデューサーの開発」

「色素増感クロマトグラフィー法等のシグナル増幅技術の開発」については、カスケードを用いたビスフェノール A の検出方法を確認し、実環境試料に対する実用性の検討及び、連続的なサンプル処理が可能なオンライン LC システムを構築する。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 前処理方法の開発及び認識素子の開発

前処理方法の開発及び遺伝子組換え抗体の開発：



- 1) 前年度までに取得した抗ビスフェノールA抗体および抗コブラナーPCB抗体を用い、簡易計測キット(ELISAキット)および抗体アフィニティカラムを作製し極微量化学物質簡易測定システムを構築した。また、この測定システムでビスフェノールAを河川水中から10pg/ml、土壌中のコブラナーPCBを0.5ng/g検出し実用性を確認した。
- 2) 土壌中ダイオキシンの簡易分析に影響を与える物質(妨害物質)を解明し、その影響を効率的に除去できる土壌を対象にした簡易前処理方法を開発。さらに、昨年度までに開発した抗ダイオキシン抗体(認識素子)から簡易測定法に適した認識素子を選抜し、簡易測定装置と組み合わせた分析系を構築し、トータル的な土壌中ダイオキシン類簡易計測システムを構築した。また、「廃棄物焼却炉からの排出ガス、ばいじん及び燃え殻に含まれるダイオキシン類の簡易測定法の公募：環境省 H17.1」に応募を行い、「土壌及び底質に含まれるダイオキシン類の簡易測定法の公募：環境省 H17.3」に応募予定である。

人工抗体の開発：

- 1) ダイオキシン結合ペプチドを用いた自動測定装置の検出条件等の最適化を図り、2,3,7,8-TeCDDを30pg/ml検出。また、土壌試料を用い250pg-TEQ/g相当のダイオキシン類を検出し、実用性を確認した。さらに、「土壌及び底質に含まれるダイオキシン類の簡易測定法の公募：環境省 H17.3」に応募予定である。

研究開発項目 トランスデューサーの開発

色素増感クロマトグラフィー法等のシグナル増幅技術の開発：

- 1) リボソームクロマトグラフィーによる検出方法を確立し、土壌中のビスフェノールAを10ng/ml検出した。(純物質測定では、0.06ng/mlを検出した。)また、より簡便な分析方法としてHPLCオンラインシステムを設計し、ビスフェノールAの検出を確認した。

## 《5》バイオプロセス実用化開発【F21】【課題助成】[平成16年度～平成18年度]

[16年度計画]

バイオプロセスの利用による環境負荷の少ない工業プロセスへの変革を加速するため、高機能化学品(医薬中間体、アミノ酸・ビタミン・オリゴ糖・ペプチド・脂肪酸等の食品用機能性物質、光学活性体等)、有用タンパク質(ヒトおよび動物の抗体や生理活性因子等)、プラスチック等の有用物質の生産プロセスに対して、(a)従来のバイオプロセスに比べて生産効率を50%程度以上向上、(b)従来の化学プロセス等による生産プロセスに比べて生産コストを30%程度以上削減、(c)従来の生産技術では生産困難な高機能物質の生産、のいずれかを目標としたバイオプロセス技術について民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

平成16年度は技術の基本仕様の検討を行い、且つ要素技術開発に着手する。

[16年度業務実績]

左記計画に示した「バイオプロセス実用化開発技術開発課題」に取り組む民間企業等が実施する実用化開発事業を3次にわたり公募し、23件のテーマを採択した(有用タンパク質生産プロセス開発11件、高機能酵素活用生産プロセス開発4件、バイオマス変換プロセス開発5件、食品用機能性物質生産プロセス開発3件)。これらにつき技術の基本仕様を確立し、要素技術開発を行った。

- (1) 蚕を用いた蛋白質生産技術の改良による天然型蛋白質の生産
- (2) トランスジェニック・ニワトリを用いた有用タンパク質生産系の実用化
- (3) 糖鎖制御を包含した抗体等糖蛋白質の生産方法の実用化研究
- (4) ヒト適応型糖鎖生産メタノール資化性酵母(ヒト型酵母)による糖タンパク質生産プロセス実用化
- (5) 動物細胞による抗体高産生化のための技術開発
- (6) 動物用医薬品として利用する組換えタンパク質製造バイオプロセスの実用化研究
- (7) 植物を利用したイヌインターフェロンの生産技術開発
- (8) 膜受容体及び抗膜受容体の生産プロセスの実用化
- (9) 新規の宿主・ベクターを用いた糖タンパク質生産系の実用化
- (10) 株化細胞を用いた遺伝子組換え生ワクチン生産方法の実用化研究
- (11) バイオナノカプセルの大量生産技術の確立
- (12) バイオプロセスによる糖誘導体工業化技術の開発
- (13) 機能性ポリマー材料のバイオプロセスによる製造技術の開発
- (14) 医薬品中間体(R)-3-キヌクリジノールの製造を具体例とした汎用微生物還元プロセスの開発
- (15) 酵母を宿主とした機能性ヒト型セラミド合成系の開発
- (16) バイオマスを原料とするコハク酸製造プロセスの開発
- (17) バイマスからの組換え酵母による高効率乳酸生産プロセスの開発
- (18) 酸化還元バランス発酵技術による機能性化学品新製法の開発
- (19) バイオマスプラスチック素材・プルランの製造技術開発
- (20) 植物原料由来コハク酸製造プロセスの開発研究
- (21) ゼロエミッション焼酎・健康酢製造技術の実証と事業化
- (22) 健康志向素材としての抗酸化物質配糖体製造技術の開発
- (23) バイオプロセスによる機能性食品素材フィトステノンの開発と実用化



## 《 6 》植物機能改変技術実用化開発【 F 2 1 】[平成 11 年度～平成 17 年度、中間評価： 平成 16 年度]

### [16 年度計画]

植物の物質生産機能を工業的に利用することを実現するため、物質生産性や耐環境性を向上させるなど、複数遺伝子の導入技術等の実用化開発を目的に、奈良先端科学技術大学院大学教授 新名 惇彦氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「工業原料生産のための植物代謝利用技術の開発」については、トチュウを対象にゴム生合成に関与する各種遺伝子をトチュウに導入する形質転換系の検討、アグロバクテリウム遺伝子導入法の構築、トチュウ形質転換体の高速増殖法等を検討する。そして、発現の局在性を解析する。また、トチュウにおけるターゲットゴム生合成関連遺伝子の解析、トチュウのメタボローム解析多重遺伝子技術を検討する。

研究開発項目 「植物への多重遺伝子導入技術及び発現制御技術の開発」においては、遺伝子多重連結自動化装置のプロトタイプを作製する。本装置により、連結条件（磁性粒子、リガーゼ、連結 DNA 量、反応時間、装置制御等）を検討し、至適化を行う。次に、これらのデータを元に、遺伝子多重連結自動化に特化した装置を設計、作製する。さらに、本専用機における連結の至適条件の検討を行い、連結プロトコルの確立を行う。

また、植物で機能する有用プロモーター取得を目的として、シロイヌナズナの根および葉特異的に高発現している遺伝子のプロモーターをゲノム配列情報をもとに順次クローン化し、レポーター遺伝子に連結し、植物体に導入することにより組換え体植物を作成する。作成した組換え体植物を栽培し、生育各段階でレポーター遺伝子を利用した発現解析を行い活性評価を行う。また各種ストレス条件下で組換え体植物を栽培することにより、生育条件に応じた発現制御特性を検討する。さらに、実用的なプロモーターライブラリーを作成する。

さらに、植物における高効率遺伝子発現系の構築を目的に、カフェイン生合成系 cDNA クローンを揃え、プロモーターに連結した一連のカフェイン生合成系 cDNA をタバコに導入し、タバコでカフェインが合成されるかどうか調べ、レポーター遺伝子を用いて、発現系の転写量増大効果を検討する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「工業原料生産のための植物代謝利用技術の開発」の「イソプレノイド・天然ゴム工業原料植物の創成」については、イソプレノイド系化合物の合成系を解析し、関連酵素の遺伝子情報を解析するとともに、トランス型イソプレノイドのトチュウでは根の組換え系を確立して遺伝子検定を行った。シス型イソプレノイドのペリプロカでは、イソプレノイド系化合物の合成関連酵素遺伝子の形質転換体を作成し検定している。また、EST 解析を行いトチュウゴムに関連すると考える遺伝子を 77 種類に絞った。中国においてはカルタヘナ法を遵守するため花粉飛散試験を行った。また、トチュウゴム産生に関する一次代謝機能の解析をすすめた。

研究開発項目 「植物への多重遺伝子導入技術及び発現制御技術の開発」(1)「多重遺伝子連結技術の開発」においては、10 種類の遺伝子を狙い通りに（連結個数や連結の順番）連結することに成功するとともに、導入した遺伝子の発現を安定化するベクターの改良に取り組み、その有効性を確認した。また、特殊な方法により 30 種類を導入することも可能なことが分かった。さらにより簡便で汎用性が高い技術とするために、多重遺伝子連結自動化を目指している。(2)「植物で機能する有用プロモーターの単離と活用」においては、遺伝子の発現を調節するプロモーターの収集および解析を目的として、cDNA マイクロアレイの系を構築し、葉および根で特異的に発現している遺伝子の探索、およびプロモーター断片の収集と活性評価を実施している。これまでに約 70 系統のプロモーター群の収集に成功しており、現在更に収集および解析を続行している。(3)「植物における高効率遺伝子発現系の構築」においては、外来遺伝子を安定的に高発現させるプロモーターの開発を目指して研究開発を進め、インスレータによる位置効果の回避の確認、翻訳効率や発現効率を向上せしめる特異的配列の効果の確認・解析を行った。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

## 《 7 》エネルギー使用合理化生物触媒等技術開発【 F 2 1 】[平成 12 年度～平成 16 年度]

### [16 年度計画]

工業原料生産及び工業プロセスにおける省エネルギー・省資源化を図り、環境調和型・循環産業構造への転換を促進するため、再生可能なバイオマス資源を活用した原料生産技術や、生物触媒を利用したバイオ反応プロセス技術の開発を目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「未利用バイオマスからの実用的なメタン発酵技術及び産生メタンの工業原料技術の研究開発」については、千葉県印西市に設置した実証プラントを用い、有機性廃棄物処理・資源化のニーズが高く窒素分が多く含まれている牛ふんと、より多くのバイオガスの発生が期待できる生ごみとの複合処理について、メタン発酵施設の大きな普及課題である発酵液の経済的な処理技術の確立を目指す。また、実証プラントより産生するバイオガスの詳細成分分析を実施しながら、バイオガスの有効利用のため、

バイオガスの精製・貯蔵方法について検討する。

研究開発項目 「微生物処理を用いたパルプ製造工程の省エネルギー化技術の研究開発」については、チップ 40kg レベルにスケールアップして、得られた有用菌株について、菌の接種条件（チップの殺菌、菌の接種量など）適用樹種の検討、菌処理条件（温度、補助栄養源など）などについて検討を行い、省エネルギー化条件の最適化を図る。さらに、これらの結果を基に、化学パルプ製造及び機械パルプ製造への省エネルギー効果をとータルとして数値的に示し効果を検証する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 については、メタン発酵プロセスに生物学的硝化脱窒素プロセスを融合したシステムについて、実証プラントを用い、牛糞を対象に検討を行った。酸生成槽における脱窒素性能、窒素酸化槽におけるアンモニア性窒素の硝酸・亜硝酸性窒素への転換性能、およびプロセス全体の安定稼働をそれぞれ確認し、本技術システムの実証規模での性能を検証した。また、牛糞と生ごみの混合処理試験も実施し、牛糞以外の処理物に対するシステム適応性を確認した。バイオガスの濃縮・貯蔵試験について、実証施設に PSA と特殊活性炭充填装置を設置し、ガス組成やガス貯蔵量に留意しながら繰り返し充填試験を継続実施してデータを取得した。また、メタン発酵残渣のコンポスト化については、1~1.5ヶ月程度で発熱や臭気が低下し、分析結果よりコンポスト等として農地還元に適する性状であることを確認した。本システムの経済性は、建設費および維持管理費の両方において、従来プロセスよりも優位になることを確認した。

研究開発項目 については、リグニン分解菌アラゲカワラタケから新たにセルロース分解能力の高い菌を単離し、この菌を用いてチップ処理条件について 8L および 200L リアクターで条件の最適化と効果の検証を行った。チップ処理用の菌は安価な培地で液体攪拌培養により製造し、冷蔵保存により能力を維持しつつ輸出港に供給できる見通しを得た。またチップの菌処理条件として、温度（30 - 35℃）、通気量（0.008 vvm）、補助栄養源（尿素が有効）、菌の接種量（チップ絶乾重量 1kg あたり 5mg）を明らかにした。また菌を接種する前にチップを軽度蒸気加熱する必要があることが明らかとなった。200L リアクターでは発酵熱（40℃以上）の昇温防止対策を検討し、その結果通気量を 0.1 vvm にふやすことで昇温を防止できた。クラフトパルプでは目標値 0.5 - 1% の収率向上、また針葉樹の機械パルプについて目標値 10% の動力削減効果が得られた。

## 《 8 》ゲノム情報に基づいた未知微生物遺伝資源ライブラリーの構築 [平成 14 年度～平成 19 年度、中間評価：平成 16 年度]

[16 年度計画]

物質生産プロセス構築の基礎となる生物遺伝資源の拡充を図るため、未発見の微生物や難培養性微生物、それらの遺伝子等の遺伝資源を環境中から取得する技術の開発を目的に、独立行政法人製品評価技術基盤機構 バイオテクノロジーセンター特別顧問 原山 重明氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「未知微生物取得技術の開発及び未知微生物ライブラリーの構築」については、国内の高温・低温、極端な pH などの特殊環境、植物や昆虫の組織に加え、国外のインドネシアやマニラ等から微生物を収集し、新規微生物の分離技術を開発しつつ、新規微生物の分離を行う。また、得られた微生物について、生理活性物質生産能力（抗菌性、抗腫瘍性等）やオリゴ糖生産能力についてスクリーニングを行い、選抜された微生物については、有用遺伝子の探索等、より高度な解析等を行う。さらに、収集された微生物について、酵素遺伝子に基づく系統分類を行う。

研究開発項目 「未知微生物遺伝資源ライブラリー構築に係る技術の開発及び取得した遺伝資源の機能解析」については、上記で収集培養できない難培養微生物については、遺伝子を直接取得し保存する技術を開発し、DNA 等の遺伝資源を収集、保存する。また、収集された遺伝資源について、機能性遺伝子等の各種スクリーニング技術を開発し、有用機能を解析する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 「未知微生物取得技術の開発及び未知微生物遺伝ライブラリーの構築」については、これまでに各種未知微生物約 4,200 株の分離収集・培養、このうち約 4,200 株の系統分類、800 株の機能解析を行った。未知微生物以外も含めた収集微生物約 7,000 株の機能解析により有用機能を有する微生物 700 株を見出し、それらから 13 個の新規化合物を単離した。海外微生物遺伝資源の各種移転スキームに対応する標準的 MTA（資材移転契約書）モデルを作成した。有用機能解析のための技術として SOM 法（自己組織化地図）のアルゴリズムを用いた系統分類予測システムの開発を進め、このシステムを用いることにより、クローニングされた遺伝子の由来、あるいは新規なものであるかを判定するためのアルゴリズムも開発した。

研究開発項目 「未知遺伝資源ライブラリー構築に係る技術の開発及び取得した遺伝資源の機能解析」においては、理想的な大腸菌用コスミド発現ベクターを作製し、単離された種々の未知微生物について、大腸菌におけるコスミド・ゲノムライブラリーの作製を効率的に行った。また、ラムダ・ファージ・ベクターを用い、種々の有用遺伝子を直接スクリーニングすることに成功した。難培養微生物については、40 個の新規 P450 遺伝子を含む計 87 個の新規生体触媒酵素遺伝子を単離し、機能の確認を行った。Fosmid を用いたカイメン共在バクテリアのメタゲノムライブラリーとしては約 6 万クローン、総計 2.4 Gb

のゲノムを確保した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。また次の評価を得た。「NEDO の事業として妥当。研究開発は当初の計画に従い着実に進められており、各分野においてノウハウを持つ多くの機関との連携がはかられている点は評価できる。未知微生物あるいは遺伝子利用の可能性が大きいことを示した他、インドネシア等との MTA も行っているなど、おおむね中間目標を達成している。今後は、本プロジェクトの成果、存在自身を広く社会に知らせることが必要。また、幅広い産業に適用してもらう具体的な取り組みと我が国の産業界が利用し易い仕組み作りを望む。」

## 《 9 》 遺伝子組換え体の産業利用におけるリスク管理に関する研究 [ 平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度 ]

### [16 年度計画]

遺伝子組換え体に関してこれまで得られている科学的知見や議論の内容を体系的に整理しデータベースを整備するとともに、遺伝子組換え体の事後的な管理手法のあり方を研究し、組換え体管理の一層高度化していくことを目的に、財団法人バイオインダストリー協会常任理事 炭田 精造氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「遺伝子組換え体の安全性に関するデータベースの開発」については、遺伝子組換え体の安全性に関する科学的知見やこれまでの議論の系譜、リスク評価、管理に係る方法に関する情報をデータベース化するために、これまでの各国等での議論の系譜の収集、整理、分析を継続実行する。具体的には、OECD 等国際機関での主要議論の文献を中心として収集を継続し、第一次和訳を継続する。また、データベースシステム開発については、平成 15 年度に作成したプロトタイププログラムを基にして、システムの基本構成の開発を行う。

研究開発項目 「事後管理手法の開発」については、組換え体（主として微生物）に対応した国内外で行われている環境リスク評価・管理の基本的考え方と評価項目の調査・整理を続行するとともに、事後管理の方法論を継続検討する。その際に安全工学的な手法も取り入れるよう配慮する。また、事後管理手法の開発のための基礎データ取得の研究開発を実施する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「遺伝子組換え体の安全性に関するデータベースの開発」について、データベースの基本的内容（コンセプト、文献選定の考え方、画面推移等）の検討を終了した。情報の収集と加工では、遺伝子組換え体の安全性に関する科学的知見、議論の系譜、リスク評価・管理に係る方法に関する情報をデータベース化するために情報の収集、整理、分析を継続実行した。具体的には、OECD 等国際機関での主要議論の文献を中心として一次選定を終了し、書誌情報、要約、概要等の作成を継続した。また、一般向けの入門編、Q&A の原案の作成とチェックを実施した。システム開発では、遺伝子組換え体の安全性に関する基礎知識と文献情報の検索機能を備えたデータベースシステムの開発を行った。開発したシステムについては、関係者に閲覧を行い、課題点・修正点等の洗い出しを行った。

研究開発項目 「事後管理手法の開発」について、組換え微生物の事後管理の全体的枠組み（フロー）をどのようにすべきかについて検討し事後管理フロー図を作成した。また、実験課題 1（自然環境下における組換え微生物の挙動の解析）では、土壌中の遺伝子水平伝播を担う微生物（mobilizer）の存在割合把握、土壌微生物の組換え遺伝子受容ポテンシャル評価等を行った。また、汚染土壌浄化現場での mobilizer の存在量、添加される黒土等を外来菌と見立てての外来菌の挙動、物質循環機能と微生物生態系の多様性についてのモニタリングを行い、基礎的データを蓄積した。汚染土壌浄化現場のサンプルでマイクロアレイによる病原性細菌を含む土壌中細菌等の解析に着手した。実験課題 2（マイクロアレイを用いた環境中の病原微生物等のモニタリング）では、一般細菌群、及び病原細菌群をモニターする方法と特定の病原体をリアルタイムで高感度に捕まえる方法も作成した。さらに病原体の評価のため国内外から菌株の収集作業とデータが少ない植物病原性カビのデータの収集に着手した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。中間評価では、遺伝子組換え体の産業利用を図る上で重要な事業として位置付けられ、そのために必要な社会的基盤整備が着実に進められていると評価された。

## 《 10 》 環境中微生物の高精度・高感度モニタリング技術の開発 [ 平成 13 年度～平成 17 年度 ]

### [16 年度計画]

組換え微生物利用の安全性を科学的に評価する手法を確立し、組換え微生物の産業利用に対する社会的な理解と円滑な利用促進を促すため、特定微生物の環境中での挙動及び環境中微生物相の動態を高精度・高感度にモニタリングする技術の開発を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所 生物機能工学研究部門副部門長 中村 和憲氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「環境中における特定の微生物及び微生物相の定量解析技術の開発」については、高精度で特定の微生物を検出するため、自然界には存在しない塩基配列等（微生物検出マーカー）を染色体上もしくはプラスミド（染色体の他にある独立した小さな DNA）上に導入し、この配列をモニタリングする新規な

手法について検討する。具体的には、赤色蛍光蛋白質遺伝子(dsr)をプラスミド上に組み込み、安定的に発現させることによって赤色蛍光を蛍光顕微鏡もしくは特異配列を利用した定量的 PCR によって検出する手法等を開発する。このような2種の蛍光蛋白質遺伝子の同時導入によって、宿主の検出のみならず、水平伝播などで異種微生物に伝播したプラスミドも追跡を可能とする。

研究開発項目 「特定の微生物の環境影響評価試験手法の開発」については、モデル微生物生態系の構築を目的に、モデル微生物生態系に組換え微生物などを投入し、これまでにこのプロジェクトで開発された解析技術をもとに、各種微生物の動態を解析する手法を開発する。15年度に構築したモデル微生物生態系に、特定の微生物を投入し、その微生物の消長と、モデル微生物生態系の微生物相変化を、これまでに開発した様々な方法で解析し、微生物相の安定性等、モデル微生物生態系として必要な特性を備えていることを確認するとともに、解析に適した手法の抽出と、その改良を行う。また、本プロジェクトで開発する環境影響評価試験手法が標準となり普及するためのシナリオについて検討する。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「環境中における特定の微生物及び微生物相の定量解析技術の開発」については、緑色蛍光蛋白質以外に、物質分解などに関与する機能的遺伝子配列に数アミノ酸に相当する塩基を挿入することによって標識化する技術を開発した。またプラスミドを追跡する手法の開発を行うために、赤色蛍光蛋白質遺伝子(dsr)をプラスミド上に組み込み、安定的に発現させることによって赤色蛍光を蛍光顕微鏡もしくは特異配列を利用した定量的 PCR によって検出する手法を開発中である。また細胞内遺伝子増幅法を淡水試料に添加した組換え遺伝子の検出に応用した。すなわち、河川水試料に組換え遺伝子を添加し、河川水中の細菌への組換え遺伝子の伝播頻度・消長を定量的にモニタリングした。その結果、in situ RCA 法を用いることにより、遺伝子の発現を指標とした従来法よりも、より高感度に組換え遺伝子をモニタリングできた。定量的 PCR を用いて細胞画分に存在する遺伝子量を求めることにより、in situ RCA 法による定量値の信頼性を確認できた。実際の自然環境水試料を対象にプローブ開発の基礎となる微生物相データの収集や解析を行った。その結果、従来のものより適合率の高い プロテオバクテリア用プローブやアーキアを含む微生物相解析プローブセットを選出した。また、細胞内遺伝子増幅法を淡水試料の微生物相定量解析に応用し、その有用性を評価した。その結果、従来から微生物相解析に用いられている FISH 法に比べ、より高感度に検出できることがわかった。

研究開発項目 「特定の微生物の環境影響評価試験手法の開発」については、モデル微生物生態系に組換え微生物 (bphC 遺伝子を導入した大腸菌) を投入し、蛍光消光プライマーや蛍光消光プローブを用いたリアルタイム定量的 PCR 法で組換え遺伝子の増減を測定した。また、non-RI 蛍光ドットハイブリダイゼーション検出・相対分子定量解析に基づく定量的ハイブリダイゼーション法や、16S rRNA 遺伝子の一部を対象とした PCR-DGGE 法で、微生物相変化をみた。

## < 2 > 情報通信分野

[中期計画]

誰もが自由な情報の発信・共有を通じて、個々の能力を創造的かつ最大限に発揮することが可能となる高度な情報通信（IT）社会を実現するとともに、我が国経済の牽引役としての産業発展を促進するため、技術の多様性、技術革新の速さ、情報化に伴うエネルギー需要の増大といった状況も踏まえつつ、高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術、新製造技術、ロボット技術、宇宙産業高度化基盤技術等の課題について重点的に取り組むこととし、以下のような研究開発を推進するものとする。

### 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術

[中期計画]

IT社会に不可欠な高速大容量の処理が可能で、省エネルギーで信頼性が高く、しかも誰もが使いやすいコンピュータやネットワークの関連機器、これらを基盤から支える各種デバイス等の開発を推進するため、超高速ブロードバンド及びワイヤレスネットワークを実現する技術の開発を行うとともに、情報家電や携帯情報端末等の相互接続性・運用性等の使いやすさの向上に関する技術を開発する。また、新しい原理・技術を用いた次世代のブレークスルーとなる情報通信技術等の開発を行う。

さらに、次世代半導体デバイスに必要となる最先端の材料・プロセス技術、微細化技術等を開発するとともに、新たなアプリケーションチップ、先端的LSI設計手法、高密度実装技術等の半導体デバイスの高機能化・高付加価値化技術を開発する。また、半導体の製造プロセスの効率化・省エネ化・低コスト化や、環境対応技術等を開発する。加えて、大量の情報を蓄積するための光・磁気記憶媒体に関する技術や携帯情報機器用電源関連技術、ディスプレイの効率的生産技術、高機能・低消費電力の革新的ディスプレイ技術等の開発を行う。

### < 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム >

[16年度計画]

豊かな社会の実現を目指す高度情報通信ネットワーク社会の構築に向け、環境負荷の低減、実社会への適用及び普及促進のための技術の共通化・標準化等も考慮に入れながら、基盤となる情報通信機器・デバイス等の情報通信技術に関する研究開発を実施することを目的とし、平成16年度は計23プロジェクトを実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度は、計画に基づいて計23プロジェクトを実施した。

## 《 1 》 高効率マスク製造装置技術開発プロジェクト【F 2 1】【課題助成】[平成16年度～平成18年度]

[16年度計画]

1次元あるいは2次元のパターン創成能を有する素子等を利用して広い面積にわたり一括的に露光することによって、フォトマスク作製に要する時間を大幅に短縮できる装置技術の開発について民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

平成16年度は一括的露光技術の基本仕様の検討を行い、且つ要素技術開発に着手する。

[16年度業務実績]

平成16年2月13日に公募の事前周知を行い、同年5月10日に公募を開始、同年6月14日に公募を締め切り審査を行ったが、採択に至らなかった。同年10月13日に再度公募を開始、同年11月15日に公募を締め切り、同年12月20日に選定結果の通知を行った。

「マスクパターン描画装置用データ作成技術」:

・「レイアウト解析ツール」

開発を完了した。

・「レイアウト最適化ツール」

「OPC強度の最適化」部分の開発を実施した。

・「高速リソグラフィ・シミュレータ」

シミュレータの要素ソフトウェア（モデル発生、イメージ計算等）を開発した。

「知的欠陥評価技術」:

・「欠陥解析ツール」

欠陥分類に関する部分の開発を完了した。GUIについては前半部分を完了した。

## 2. 積層メモリチップ技術開発プロジェクト【F 2 1】【課題助成】[平成16年度～平成18年度]

[16年度計画]

複数のメモリチップを積層して1パッケージ化する積層メモリ技術の開発について民間企業等が実施する実用化開

発を支援する。

平成 16 年度は、積層メモリチップの研究開発に必要とされるメモリ製造プロセスに親和性のある生産性の高いチップ積層プロセス技術、発熱や熱膨張等の熱対策及び構造設計に関する技術、外部インタフェースの多様性に対応できるチップ間信号授受技術、及び介在層（インターポーザー）の開発、高速化設計技術及び低消費電力設計技術、低コスト・高信頼性の生産技術及び検査技術の開発に着手する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年 2 月 13 日に公募の事前周知を行い、同年 3 月 30 日に公募を開始、同年 5 月 17 日に公募を締め切り、同年 7 月 1 日に選定結果の通知を行った。

本プロジェクトの推進に必要な装置に関して、調査及び必要な性能の確認実験を基に選定し、業者への発注が完了するとともに、一部納入された装置でプロセス実験を先行開始した。

積層プロセス技術に関して、各項目の基礎検討と今後の検討に必要な各種 T E G の設計が完了した。

積層チップの設計に関して、積層に伴う独自課題を抽出・解決するとともに、積層の優位性を活用する基本設計が完了し、具体的な詳細設計を開始した。

### 《 3 》次世代半導体材料・プロセス基盤（MIRAI）プロジェクト【F 2 1】[平成 13 年度～平成 19 年度]

[16 年度計画]

情報通信機器の高度化、低消費電力化の要求を満たす LSI 等を実現するため、半導体の微細化に対応した半導体デバイスプロセス基盤技術を開発することを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所次世代半導体研究センター長 廣瀬全孝氏をプロジェクトリーダーとし、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高誘電率ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術開発」については、EOT（等価ゲート酸化膜厚）1.0nm の High-k ゲート絶縁膜とメタルゲート電極の材料開発およびプロセス開発を行い、ゲートスタック技術を構築する。低ゲート漏れ電流と高移動度 [ 通常シリコン酸化膜の場合と比較して 80%以上 ] を両立させる。さらに、EOT 0.5nm の High-k ゲート絶縁膜の材料開発とその成膜技術を開発する。

研究開発項目 「低誘電率層間絶縁膜材料・計測・解析技術開発」については、ポーラスシリカ低誘電率膜の構造強化技術を確認し配線モジュール作製工程を通じ実用性を実証する。また、プラズマ重合材料の高強度化と Low-k 化を行い、これを通じて新気相成膜技術を開発する。

研究開発項目 「将来のデバイスプロセス基盤技術開発」については、新構造トランジスタ技術、ウェハ・マスク計測技術、回路システム技術からなる。新構造トランジスタ技術では、ひずみ SOI-CMOS を試作し、インテグレーション課題を明確にすると共に素子性能を実証する。また、技術世代 32nm 以下の CMOS 技術として SiGe チャネル SGOI(SiGe-on-Insulator)や Ge チャネル GOI(Ge-on-Insulator)、ひずみ SOI 立体構造 FET(Field Effect Transistor)技術を開発し動作確認を行う。ウェハ・マスク計測技術では、技術世代 45nm で必要となるマスク欠陥検査技術とウェハ上パターン測長技術などを開発する。

回路システム技術では、遺伝的アルゴリズムを応用し、微細化による素子特性バラツキを適応調整することでデジタル・アナログ回路における総合的性能向上を実証する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 「高誘電率ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術開発」については、HfAlOx を用いた High-k ゲート絶縁膜 MOSFET を試作し、SiO<sub>2</sub> MOSFET と比較してゲートリーク電流が 4 桁以上減少するとともに、SiO<sub>2</sub> MOSFET の 80%に相当する移動度が出ることを実証した。

研究開発項目 「低誘電率層間絶縁膜材料・計測・解析技術開発」については、TMCTS 処理により、ポーラスシリカの強度を 2 倍、密着性を約 100 倍に改善できた。また TMCTS 処理によりポストプロセスで損傷の回復を行う技術を世界で初めて開発した。

研究開発項目 「将来のデバイスプロセス基盤技術開発」については、ゲート長 70nm のひずみ SOI-CMOS デバイスを試作し、ひずみの無い SOI-CMOS デバイスと比べて 14%の移動度向上を確認し、微細トランジスタにおいてもひずみが有用であることを実証した。開発した DUV 光源と高速センサをマスク欠陥検査装置に組み込み、マスク上 30 nm までの欠陥検出データを取得した。適応型クロックスキュー調整技術を、低消費電力プロセスおよびデジタル家電用画像 LSI に実際に導入しその効果の検証を開始した。

なお、本研究開発プロジェクトは平成 16 年度において追加的に予算を配分し、事業を加速した。

### 《 4 》極端紫外線（EUV）露光システム開発プロジェクト【F 2 1】[平成 14 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

EUV 光源及び露光装置の基盤技術の開発を行うことにより、45nm テクノロジーノード以下に適用可能な EUV 露光システム技術の基盤確立を目的に、独立行政法人物質・材料研究機構 フェロー 堀池 靖浩氏をプロジェクトリーダーとし、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高出力・高品位 EUV 光源技術の研究開発」については、集光点での EUV 出力 4W の実証開発を実施する。さらに、4W で確立した技術を元に、最終目標である集光点での EUV 出力 10W を実現するための、課題抽出と要素技術開発を行う。

- 研究開発項目 「EUV 光源評価およびミラー汚染・損傷評価技術の研究開発」については、露光装置用非球面加工・計測技術、EUV 露光装置コンタミネーション（汚染）制御技術開発を開始し、実証試験による評価実施を行う。
- 研究開発項目 「EUV 露光装置用非球面加工・計測技術の研究開発」については、非球面レンズの形状創成のためのイオンビーム加工技術（Ion Beam Figuring：IBF）として、テストピースの形状創成実験を実施する。また、超平滑面を創成可能な加工プロセスとして、EEM（Elastic Emission Machining）プロセスの曲面对応化を検討し、3次元形状追従ユニットを設計製作する。さらに、干渉計の計測精度評価を行い、高い測定再現性を得るための測定条件の最適化実験を実施する。
- 研究開発項目 「EUV 露光装置コンタミネーション制御技術の研究開発」については、汚染付着防止機構等の開発を継続し有機物汚染除去装置を高度化すると共に、その場で多層膜の性能を評価できる装置の仕様検討、開発を行う。

#### [16年度業務実績]

- 研究開発項目 「高出力・高品位 EUV 光源技術および EUV 光源評価技術の研究開発」  
LPP 方式プラズマ生成に必要な励起レーザの高出力化を行い、YAG レーザで、繰返し 10kHz で 1.5kW レーザ出力を達成した。また、変換効率を改善し、最高値で 0.85%を達成した。これらにより、現存の LPP 研究機関の中で世界最高出力 4W を達成した。また、CO<sub>2</sub> レーザで、発光点出力 0.7W、変換効率 0.3%を達成した。
- 研究開発項目 「DPP 方式において、キャピラリ Z ピンチ方式の放電部構造と放電動作条件の最適化により、繰返し周波数 7kHz の Xe パルス放電において EUV 変換効率 0.5%/2・str、発光点光源平均出力 93W、集光点出力 19.1W を達成した。さらに、Sn ターゲットの使用により、変換効率 1.05%/2・str を確認した。
- 研究開発項目 「集光ミラー汚染・損傷評価技術および集光ミラー汚染・損傷防止技術の研究開発」  
磁界によるイオン損傷防止技術を開発し、集光ミラーのイオンによる損傷を大幅に低減できることを実証した。
- 研究開発項目 「EUV 露光装置用非球面加工・計測技術の研究開発」  
また、IBF（Ion Beam Figuring）プロセス加工技術により、形状精度 0.14nm rms を達成した。非球面干渉計測器を完成し、計測再現性 0.1nm rms 以下を達成した。
- 研究開発項目 「EUV 露光装置コンタミネーション制御技術の研究開発」  
平成 15 年度に引き続き、兵庫県立大学への再委託により、多層膜ミラー上の有機分子付着、酸化物形成のデータの収集を行った。  
Si/Mo 多層膜状に最表層として Si、Ru を成膜し、照射実験を行い、Ru 層の酸化耐性が高いことが確認された。  
UV 光による O<sub>2</sub> 洗浄実験を行い、その効果を確認するとともに、洗浄速度 0.1nm/min を得た。
- なお、本研究開発プロジェクトは平成 16 年度において追加的に予算を配分し、事業を加速した。

### 《5》半導体アプリケーションチッププロジェクト【F21】【課題助成】[平成 15 年度～平成 17 年度]

#### [16年度計画]

汎用 CPU を使い、オープンソースの OS も動作する高信頼・高性能なサーバーを実現するための半導体チップおよび関連ソフトウェア技術の開発、並びに低消費電力で、無制限に書き換え可能な不揮発性の高速大容量メモリ MRAM（Magnetic Random Access Memory）について、民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

平成 16 年度は、高機能・高信頼サーバー用半導体チップでは、高機能・高性能サーバーを用いたシステムの高信頼化技術として、ネットワークに接続されたシステムのセキュリティ向上や安定性向上に必要な半導体チップ及びその半導体チップを動作させるために必要なソフトウェアを検証するための試作、評価機の開発を行う。また、サーバー関連分野では、ハードウェアに起因する障害の発生を検知する機能と障害が発生した場合に自動的に障害を分離し、高速に正常な動作に回復する機能とを有する半導体チップの基本検討に着手するとともに要素技術の開発を行う。また、不揮発性メモリ（MRAM）では、大容量・高速・低消費電力の MRAM 実現のための、MTJ（Magnetic Tunnel Junction：強磁性トンネル接合）素子の高品質化、電流低減化などの要素技術開発を行うとともに、集積化プロセスおよび回路技術の開発を行う。さらに、これらの技術を基盤として Mbit 級の MRAM チップ実証を行う。

#### [16年度業務実績]

高機能・高信頼性サーバー用半導体チップ：次世代高可用性サーバーの半導体チップ開発では要素技術の評価用の設計検証を終了し、サーバー機能評価装置により動作の実証評価を行った。また、ソフトウェアの基本機能検証を完了した。Linux サーバー用の半導体チップ開発ではサーバー機能評価用装置を試作し、要素技術の動作検証を実施した。また、ソフトウェアの基本機能の評価を行った。

高機能・高信頼性サーバー関連分野：暗号化、電子透かしの高度化チップ開発では、ソフトウェアシミュレーション、ハードウェア設計および要素技術検証用の FPG A 評価ボード開発を行った。画像データの大幅圧縮用チップ開発では機能検証用の半導体チップ設計を完了し、エミュレーション評価により動作検証を行った。なお、本研究開発プロジェクトは平成 16 年度において追加的に予算を配分し、事業を加速した。ファイアーウォール処理の高速化用チップ開発では、要素技術評価を行い、総合評価用の半導体チップ設計を行った。

不揮発性メモリ（MRAM）：磁性膜などのデバイス要素技術の検討を行い、MTJ 素子のバラツキ低減と、書き込み電



流の低減を図った。また、ディスタープロバストセルの開発にも着手し、セル形状と書き込み制御方法で効果を確認した。なお、本研究開発プロジェクトは平成 16 年度において追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 6 》最先端システム LSI 設計プロジェクト【 F 2 1 】【 課題助成 】[ 平成 15 年度 ~ 平成 17 年度 ]

### [ 16 年度計画 ]

90nm 世代のシステム LSI を対象として、配線間の信号干渉などの現象から生じる問題を予め半導体設計に盛り込むことにより半導体設計の品質・効率を向上させる新たな設計手法の開発について民間企業等が実施する実用化開発を支援することを目的として、株式会社 先端 SoC 基盤技術開発代表取締役社長 川手 啓一氏をプロジェクトリーダーとし、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

高機能化・低消費電力化が期待される次世代の 90nm 世代のシステム LSI を効率的かつ最適に設計するための半導体設計システムを開発するため、配線間の信号干渉、光露光の解像限界等の現象から起こる諸現象の解析およびプロセス技術への最適なフィードバック方法、設計資産の共用による新たな設計手法等について以下の研究開発を実施する。

「設計メソドロジ」に ~ の成果を反映させ、改版を実施する。「SI (Signal Integrity : 信号忠実性) / 量産標準 TEG (Test Equipment Group : 試験装置群)」: 基本性能、パラッキ、歩留り等の評価を実施するとともに、データベース化を実施する。「テスト設計システム」: 前年に決定した故障モデルの評価を実施する。「PI (Pattern Integrity : パターン形状忠実性)」: 忠実度の検証を実施するとともに、設計フィードバック手法を決定する。また、共通インターフェースでは開発フロー支援環境を構築する。

### [ 16 年度業務実績 ]

設計メソドロジの開発 : 90nm 基本設計メソドロジ (V1.0) をクライアントへ実用化レベルリリースした。実チップ SH-4 によるメソドロジ実証プロジェクトで平成 16 年 10 月に試作を完了し、ファーストシリコンで Linux の立ち上げを確認した。開発メソドロジの有効性を実証できた。さらに、階層設計対応、低消費電力設計対応をすすめ、クライアントテクノロジーランスマを行った。

ASPLA プロセスの電気特性のデータベース化を実施した。TEG の測定結果の現実的なチップ内ばらつきデータを取得し、設計 TAT 短縮に向けメソドロジ開発へ反映させた。

テスト設計システム開発 : ディレイテストのパターン品質向上とクロストーク故障テストの評価を目的とする S I 対応故障モデルの仕様作成を完了した。テスト戦略ガイドライン (回路オーバーヘッド見積りツール) を開発し、クライアントへリリースを行った。設計メソドロジの中での DFT 部をリリースした。

P I 検証、共通 I / F : P I 検証不具合事例の蓄積を図った。P I 検証不具合部ならびにリソグラフィマージン不足部の改良レイアウト自動生成プロトツールの開発を行った。レファレンスフローへの OPC 処理結果フィードバックとして、OPC 処理時間短縮に効果のあるダミーパターンの配置方法を提案した。

## 《 7 》マイクロ波励起高密度プラズマ技術を用いた省エネ型半導体製造装置の技術開発 [ 平成 14 年度 ~ 平成 17 年度 ]

### [ 16 年度計画 ]

優れた特性を有するマイクロ波励起高密度プラズマ技術を活用した半導体製造プロセス装置技術の確立することを目的に、東北大学未来科学技術共同研究センター客員教授 大見 忠弘氏をプロジェクトリーダーとし、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「マイクロ波励起高密度プラズマによる絶縁膜形成装置の技術開発」については、EOT (等価ゲート酸化膜厚) 1nm 以下でのリーク電流を 1 桁以上低減したゲート絶縁膜の前後工程インテグレーション確立と、(110)面トランジスタへの適用実証を行う。また、トンネル酸化膜において、実デバイスレベルの信頼性検証および、一定の均一性を実現可能な 300mm 装置設計指針の確立を行う。

研究開発項目 「マイクロ波励起高密度プラズマによる積層ゲート形成装置の技術開発」については、前処理技術として、薄膜窒化膜の高品質化を目指す。高誘電率膜形成プロセス開発として、プロセジウム窒化物の絶縁膜形成を行う。さらに、バリア膜と高誘電率膜のスタック構造を実現し、基礎的な電気評価を行う。

研究開発項目 「マイクロ波励起高密度プラズマによる積層層間絶縁膜形成装置の技術開発」については、国内メーカーで使用しているデバイスでの積層構造を作成し電気特性評価、配線の信頼性評価を行い、インテグレーション上の課題を抽出し、量産のレベルの技術課題を解決していく。装置の基本的な要件である金属汚染、微粒子、クリーニング等の装置性能を向上し量産装置としての設計指針を得る。

研究開発項目 「マイクロ波励起高密度プラズマによる絶縁膜エッチング装置の技術開発」については、ガスシャワーヘッドの改良、シリコン酸化膜及び層間絶縁膜エッチングプロセスの開発を行い、一定の均一性を達成する。プロセス性能の向上と安定化を図るために、省エネルギー型チャンパー温調技術開発を行う。アンテナ-プラズマを通しての一貫した統合的シミュレーション技術を確立し、プラズマ、ラジカルの均一性の解析を行う。

### [ 16 年度業務実績 ]

研究開発項目 マイクロ波励起高密度プラズマによる絶縁膜形成装置の技術開発  
リーク電流を従来技術と比較して 1 桁低減した酸化膜、リーク電流を 3 桁改善した直接窒化膜を



- 形成可能とした。
- 研究開発項目 マイクロ波励起高密度プラズマによる積層ゲート形成装置の技術開発  
ゲート絶縁膜形成前処理技術、および光学計測値 0.5nm の High-k 絶縁膜の下地窒化膜形成技術を確立した。また、窒化物系 High-k 絶縁膜の各プロセス条件を確立し、絶縁体としての電気特性の評価を行った（電特評価は予定）。
- 研究開発項目 マイクロ波励起高密度プラズマによる積層層間絶縁膜形成装置の技術開発  
適用世代の延長をはかるため CF<sub>x</sub> の誘電率の更なる低減化を行い、（加速資金 目標誘電率 2.0 以下）誘電率において世界最高水準の膜を安定的に形成できる条件を確立した。更に、当該技術の事業化を加速するためにデバイスメーカー3社とのプロセス評価を開始した。
- 研究開発項目 マイクロ波励起高密度プラズマによる絶縁膜エッチング装置の技術開発  
シリコン酸化膜エッチング、ゲート電極エッチング（加速資金）各々の目標プロセス性能を達成した。
- なお、本研究開発プロジェクトは平成 16 年度において追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 8 》インクジェット法による回路基板製造プロジェクト【 F 2 1 】【 課題助成 】[ 平成 15 年度 ~ 平成 17 年度 ]

### [ 16 年度計画 ]

省エネルギー及び多品種少量生産に適した多層回路基板製造プロセスの実現のため、インクジェット技術を応用した、低コストで微細・高集積化可能な回路形成技術の確立を目的として、インクジェット法回路基板描画機を開発、及びインクジェット法回路基板形成プロセス技術について民間企業等が実施する実用化開発を支援する。平成 16 年度は、目的とする基板の試作・改良を実施する。要素技術開発については、金属インクの開発、基板に要求される品質・信頼性を達成するための絶縁層用インクの開発、実用化に必要な表面処理法の開発、各基板に適した専用試作装置の開発および要素技術開発に必要な評価装置、実用化に必要な周辺装置の開発を行う。実用化開発については、多層フレキシ基板、セラミックス基板およびプラスチック基板の試作・評価・改善を実施する。また、SiB（超高密度モジュール）に必要な実装要素技術、機能化セラミックス基板に必要な技術を開発する。

### [ 16 年度業務実績 ]

要素技術開発については、目標性能を持つ、金属インクおよび絶縁層インクの開発に成功した。また、実用化に必要な表面処理法の開発に成功し、その評価を行なった。更に、各基板に適した専用試作装置（量産検証用描画装置）の開発を行ない、第 1 号機を立ち上げた。また、要素技術開発に必要な評価装置、実用化に必要な周辺装置の開発を行なった。結果として、配線の微細化目標 30 μm 以下に対して、配線幅 28 μm の回路基板を試作することができた。

多層フレキシ基板（20 層 T E G サンプル等）、セラミックス基板、プラスチック基板の試作、評価、改良を計画通り実施した。また、SiB（超高密度モジュール）に必要な実装要素技術の開発、機能化セラミックス基板に必要な技術の開発を計画通り実施した。

## 《 9 》フォトリソネットワーク技術の開発 [ 平成 14 年度 ~ 平成 18 年度 ; 中間評価 : 平成 16 年度 ]

### [ 16 年度計画 ]

超高速ネットワーク技術であるフォトリソネットワークを実現する上でコアとなるノード装置に関し、超高速化・大容量化・省エネルギー化を目的として、東京大学先端科学技術研究センター教授 中野 義昭氏及び東京大学ナノエレクトロニクス連携研究センター長 荒川 泰彦氏をプロジェクトリーダーとし、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「超高速 / 大容量電子制御型波長多重光スイッチノードデバイスの開発」については、超高速 / 大容量電子制御型波長多重光スイッチノードの構成要素である光スイッチ、光波長変換器、光合分波器、波長可変光源、光増幅器等のデバイス原理実証を行い、要素技術を確立する。また、サブシステムの実証に向けた各デバイスへの要求条件を明確化し、デバイス開発へのフィードバックを実施する。

研究開発項目 「次世代光スイッチノード実現技術の開発」については、先進的半導体構造を用いた次世代光スイッチノード用デバイスとして、量子ドット増幅器の低雑音、低電流動作を実現するとともに、量子ドットレーザを試作し室温 10GHz 動作を確認する。また、次世代光スイッチ用光集積回路を実現するために、フォトリソ結晶による分波器、波長フィルタ、分散補償等の基本動作を確認する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [ 16 年度業務実績 ]

研究開発項目 「超高速 / 大容量電子制御型波長多重光スイッチノードデバイスの開発」については、ノード装置の構成要素である光スイッチ、光波長変換器、光合分波器、波長可変光源、光増幅器等の個別要素デバイスを試作し、個別要素機能の動作検証を実施した。また、開発する各デバイスから構成されるサブシステム実証のために「実用化委員会」（東京大学 中野義昭プロジェクトリーダー）を開催し、各デバイス仕様の決定とサブシステム具体化の検討を開始した。更に研究開発加速資金による、準動的サブシステム実証試験立ち上げのための計画とスケジュールを具体化した。

研究開発項目 「次世代光スイッチノード実現技術の開発」については、先進的半導体構造を用いた次世代光スイッチノード用デバイスを試作し、デバイスの基本特性評価を実施した。量子ドットデバイスでは、従来型の量子井戸型レーザを上回る性能を世界で初めて実証、実用化へ近づけた。

なお、本研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を踏まえて、追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《10》フェムト秒テクノロジー [平成7年度～平成16年度]

### [16年度計画]

光と電子の状態をフェムト秒 ( $10^{-15} \sim 10^{-12}$  秒) という非常に短い時間領域で制御する「フェムト秒テクノロジー」の研究開発を通して、光エレクトロニクス技術のさらなる高速化による産業基盤の構築に資することを目的に、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「超高速光デバイス技術」については、(a) 320Gb/s 光時分割多重伝送を実証する。このため、160Gb/s 光信号パルス発生光源デバイスのさらなる高速化及び、圧縮率可変な導波路型パルス圧縮デバイス、波形整形デバイスの伝送特性評価による動作実証を行う。(b) フェムト秒光ノード技術に関しては、光ノードを構成するデバイス・モジュールを作製し、機能実証する。(c) 超高速光デバイス構造作製・評価技術に関して、低エネルギー動作型光スイッチ、低損失光非線形導波路を実現し、超小型導波路型光遅延素子の大気中での作製技術を実現する。

研究開発項目 「フェムト秒高輝度X線発生・計測技術」については、フェムト秒高輝度X線を用いた新しい計測技術の開発実用化を促進するために重要であるX線発生用レーザの長期安定化技術を開発する。また、金属模擬試験片を中心にレーザーコンプトンX線による計測原理実証試験、レーザーコンプトンX線計測を高速回転体計測に適用する場合の技術検討を実施する。

### [16年度業務実績]

研究開発項目 「超高速光デバイス技術」については、(a) 320Gb/s、10 波長多重 40km 伝送実験に成功した。パルス発生光源である同期半導体レーザの出力パルス幅を 190fs まで圧縮し、OTDM 多重化により 640Gb/s-210fs、さらに 2 多重することにより 1.28Tb/s-210fs の光信号パルス発生に成功した。圧縮率可変な導波路型パルス圧縮デバイスを試作し、圧縮率可変範囲 1-3 を実証した。また、波形整形デバイスの可変分散補償機能を用いて、500fs 以下のパルス幅制御性を実験的に確認した。(b) フェムト秒光ノード技術に関しては、サブバンド間遷移スイッチ、SMZ 全光スイッチ、一括変換型デバイス (FESLAP)、多層薄膜型ゲート素子、量子ドット波長スイッチのデバイス・モジュールを作製し、高速スイッチ機能を実証した。(c) 超高速光デバイス構造作成・評価技術に関しては、サブバンド間遷移型光スイッチの低エネルギー化の目標達成に必要な超薄膜成長技術を確立した。また、フォトニック結晶および量子ドットの作製の研究では、低伝播損失・高非線形導波路の実現に最適な精密ナノ加工技術を確立、光スイッチの原理実証に成功した。さらに、大気中において極細光導波路上のフォトニック結晶を後加工することに成功、1 ps の遅延素子としての性能を確認した。

研究開発項目 「フェムト秒高輝度X線発生・計測技術」については、X線発生用レーザの長期安定化としてポインティング安定化回路を作製し、長時間安定動作を実証した。また、X線発生量  $2 \times 10^6$  photon/pulse (昨年度実績  $5 \times 10^5$ ) を実現した。欠陥 200  $\mu\text{m}$  を有する金属対象物に対し、後方 1m の位置で欠陥検出を実証し、回転同期信号をピックアップすることにより、現状のシステムで回転体上の微小欠陥検出が可能であることを技術検討により確認した。

## 《11》窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発 [平成14年度～平成18年度；中間評価：平成16年度]

### [16年度計画]

ワイヤレス通信のキーデバイスである数ギガヘルツから数 10GHz の帯域において、高効率・高出力・低歪み等の特性を併せ持つ窒化物半導体を用いた革新的な高周波デバイスの開発を目的として、立命館大学理工学部教授 名西 徳之氏をプロジェクトリーダーとし、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高周波デバイス用材料ウェハ技術の開発」については、他の研究項目へのウェハ試作とその特性評価結果をもとにして、ウェハ高品質化のための技術を引き続き追求する。

研究開発項目 「高周波デバイス化プロセス評価技術の開発」については、で作製したウェハ内の各種欠陥分布等の発生要因、デバイス構造を形成したウェハに対する耐圧高出力化の阻害要因を明らかにする。Ka 帯パワー特性評価装置による Ka 帯パワー特性評価解析技術を確立する。また、高耐圧低リーク構造の作製を進め、ゲート耐圧 200V を実現すると共に、実デバイスへの適用を試みる。

研究開発項目 「高周波デバイス設計・作製技術の開発」については、前年度に開発した要素技術を統合し高出力デバイスを試作し、2GHz 帯における出力 200W および 26GHz 帯における出力 5W を達成する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16年度業務実績]

研究開発項目 「高周波デバイス用材料ウェハ技術の開発」については、エピタキシャル層の結晶成長において Al 組成等の均一性を決めている因子の探索と成長条件面の改善を推し進めた。

研究開発項目 「高周波デバイス化プロセス評価技術の開発」については、極紫外励起分光、分光エリプソ、電界可

視化の各技術開発を行った。また、デバイスの高耐圧高出力化を阻害するリーク電流に対して、ショットキーTEGを用いた電気的特性解析やホトルミネセンス解析等の手法を試みた。また、高品質AIN層等を利用した絶縁膜、高耐圧低リーク構造のTEGを作製し、ゲート逆耐圧500V(中間目標:200V、最終目標:500V)を達成した。

研究開発項目 「高周波デバイス設計・作製技術の開発」については、フィールドプレート技術、リセスエッチング技術の開発により、ワンチップFETにおいて2GHzの出力電力230W(中間目標:200W)を達成した。また、ワンチップFETにおいて、準ミリ波帯(26GHz以上)の出力電力5.8W(中間目標:5W)を達成した。

なお、本研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を踏まえて、追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《12》低消費電力型超電導ネットワークデバイスの開発[平成14年度～平成18年度；中間評価:平成16年度]

[16年度計画]

超電導回路における高性能・低消費電力デバイスを実現するため、名古屋大学大学院工学研究科教授 早川 尚夫氏をプロジェクトリーダーとし、平成16年度は以下の研究開発を実施する。

### 《12》-1 ニオブ系低温超電導デバイス開発

[16年度計画]

研究開発項目 「ニオブ系LSIプロセス開発」においては、集積回路50GHzクロック動作に対応するプロセス開発を行う。

研究開発項目 「SFQ回路設計基盤技術開発」においては、接合面積 $2.0\mu\text{m}^2$ 程度のLSIプロセスに対応したセルライブラリを形成、10万接合回路規模の設計手法とツールの有効性を示す。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「ニオブ系LSIプロセス開発」

新試作プロセス(アドバンスプロセスI)により、60GHzでの動作を実証した。また、5mm角SFQチップを4個搭載可能なMCMキャリアを試作した。

研究開発項目 「SFQ回路設計基盤技術開発」

SFQ回路用論理生成ツールを完成した。また、スイッチ回路におけるPTL配線について、消費電力、レイテンシの削減効果を実証した。また、7200接合のメモリ内蔵プロセッサの20GHzでの動作を実証した。40Kに冷却した半導体アンプにより、12Gbps、2mVの信号が、100倍に増幅が可能なことを確認した。また、4.2K空間と室温空間を32ピンで接続する治具を開発し、それを用いて10Gbpsの信号伝送を確認した。また、SFQチップとMCMキャリア間でSFQパルスの60Gbps伝送を確認した。

### 《12》-2 酸化物系高温超電導デバイス開発

[16年度計画]

研究開発項目 「酸化物系集積回路プロセス開発」においては、配線及び接合最小線幅2nmを実現するプロセス技術を確立する。

研究開発項目 「回路設計・製作基盤技術開発」においては、200接合級の高温超電導SFQ(Single Flux Quantum:単一磁束量子)回路について高温(20-40K)における高速動作を可能とする回路設計技術及び10Gbpsの高速出力を可能とするインターフェース回路技術を確立する。

研究開発項目 「実装基盤技術開発および回路システム実証」においては、クロック発生器、トグルフリップフロップ、スイッチ回路の高速(100GHz)動作を実証、サンプリングオシロ回路による50GHz電気信号波形計測実証する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「酸化物系集積回路プロセス開発」

CeO<sub>2</sub>上部絶縁層、La-YbBCO交差配線層を用いた超電導4層積層技術を確立した。また、特性のばらつきで $1\sigma = 8\%$ 、再現性で $\pm 14\%$ を達成した。

研究開発項目 「回路設計・製作基盤技術開発」

200接合級回路の高温(20K)での高速動作を実証した。また、要素回路のパラメータを最適化し、給電抵抗付き回路の設計と試作を行った。

研究開発項目 「実装基盤技術開発および回路システム実証」

UTC-PDによる低温での50GHz O/E変換を確認し、光信号入力モジュールを試作した。また、AD変換要素回路の最適化を行い、直流駆動ラッチドライバの5Gbpsでの低エラー動作を確認した。また、50GHz電気信号の計測を実証した。

なお、本研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を踏まえて、追加的に予算を配分し、事業を加速した。

### 《13》次世代F T T H構築用有機部材開発プロジェクト【F 2 1】【課題助成】[平成16年度～平成18年度]

[16年度計画]

[後掲：<3>環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《24》参照]

[16年度業務実績]

[後掲：<3>環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《24》参照]

### 《14》デジタル情報機器相互運用基盤プロジェクト【F 2 1】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

デジタル情報機器相互運用基盤として、情報家電分野の相互運用技術及び利用・応用技術、無線LANスポット分野のサービス基盤技術および個人情報保護技術に関し、要素技術および関連技術の開発について民間企業等が実施する実用化開発を支援する。平成16年度は、情報家電分野について、情報家電の接続に利用される各種ネットワークのプラグアンドプレイ機能、ネットワーク間の相互運用を実現するミドルウェア(OSよりも高度で具体的な機能をアプリケーションソフトに対して提供するソフトウェア)、家庭内のコンテンツを簡単かつ安全に宅内外と自由に交換するための技術、安全かつ安心なインターネット接続を行う技術の設計開発を引き続き行う。

また、無線LANスポット分野については、ローカルサービスをオンサイトで取得・実行できるようにするプラグ&サービス技術、複数の無線LANや広域通信網間でサービスをユーザが複数のサービスを違和感なく統合して利用するためのシームレス連携技術、個人情報安心して活用できるようにするプライバシー保護技術の開発を行う。また、平成15年度の基本設計に引き続き、これら技術の実装までを行い、年度末を目途に実証実験を行う。

[16年度業務実績]

情報家電分野においては、有線/無線相互接続技術について、基本プロトタイプを開発し評価を完了した。コンテンツ蓄積/配信技術について、ベースシステムの開発と動作検証を完了した。AVドメインゲートウェイ技術について、基本プロトタイプを開発を完了した。ECHONET汎用コントローラの開発及び評価を完了した。ソフトウェア開発支援ツールの開発及び評価を完了した。ASPと宅内機器間のアクセス技術についてミドルウェア開発を完了した。セキュアネットワークの自動運用、コンテンツサービスの宅外拡張技術について実装評価、統合検証を完了した。ライセンスポリシ、アクセスポリシ運用管理についてプロトタイプ実装、評価、統合検証を完了した。ダウンロード/機器認証プロトコルについてモジュール開発、システム化を完了した。アクティブフィルタリングについては仕様検討を完了した。

無線LANスポット分野においては、サービス発見技術についてはプロトタイプ実装を完了した。サービス取得交渉技術の基本設計及びプロトタイプ実装を完了し、実証実験システムを構築した。オンサイドダウンロード技術についても総合検証システムのプロトタイプ実装を完了し、1月に実証実験を実施した。シームレス認証技術については実証実験向けシステムの開発を完了して、1月に実証実験を実施した。ハンドオーバー技術については検討用端末プラットフォームの設計を完了した。隠蔽型保護技術については個人情報管理機能とアクセス制御機能のプロトタイプ実装を行なった。また、プライバシー保護ミドルウェアをまとめ上げた。開放型保護技術については各機能を実現するプロトタイプ実装を行った。

### 《15》大容量光ストレージ技術の開発 [平成14年度～平成18年度；中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

近接場光技術等に代表される先進的な光技術を用いて、1Tbit/inch<sup>2</sup>級の大容量光ストレージ技術を開発することを目的として、東京工業大学大学院総合理工学研究科教授 大津 元一氏をプロジェクトリーダーとし、平成16年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「近接場光基盤評価技術」については、数値解析ソフトウェアの妥当性を確認する。ナノ精度立体構造作製技術では、近接場光ヘッドとしての特性を評価する。高分解能近接場光評価技術については、記録ビットセル構造に対する計測誤差を低減する。スーパーレンズ方式では、ナノ粒子構造等を最適化する。

研究開発項目 「近接場光媒体技術」については、300G bit/inch<sup>2</sup>級の記録検証に対応したディスクの試作を行い、他グループの評価に供する。

研究開発項目 「近接場光記録再生技術」については、300G bit/inch<sup>2</sup>級の記録密度を実証すると共に、記録評価実験に供する。近接場光発生デバイスを搭載した光ヘッドを安定走行可能な低浮上スライダの試作および評価を行い、記録評価実験に供する。また、300G bit/inch<sup>2</sup>級記録検証のための評価システムを開発する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16年度業務実績]

研究開発項目 近接場光基盤評価技術

数値解析ソフトウェアの研究開発では、高速性や光記録における熱を考慮した数値解析を除く基本計算機能を実現した。ナノ精度立体構造作製技術については、近接場光を用いた微細加工において基

板上での寸法・位置設定誤差が10nm以下であることを確認した。高分解能近接場光評価技術のうち、近接場光再生評価技術については、分解能向上のパラメータを固めて試作を進めた。高分解能記録ビット構造計測システムについては、装置改造・評価を行い、接触力を低減しつつセンサノイズを抑えた。また、スーパレンズ方式については、ディスク構造およびAgナノ粒子径とその構造制御を行った。

研究開発項目 近接場光媒体技術

XYステージ型電子ビーム描画装置では、Xステージ型電子ビーム描画装置のビーム径をさらに縮小できた。また、ハイブリッド記録を行う実験として、電子ビームを熱源に用いて大きな記録領域であるが記録を確認、磁界記録変調のシミュレーションを開始した。

研究開発項目 近接場光記録再生技術

光利用効率向上技術については、近接場光発光素子の最適構造としてリセス付きプラズモンプローブを考案し、石英ガラス製スライダに埋め込んだ形で試作した。ヘッド高速走行技術については、線速度を4~15m/sで変えることで7~20nmの範囲で浮上量を制御でき安定走行することを確認した。動的記録評価システムでは、導光機構や観察光学系の位置決め精度を向上させる設計を行い試作した。

研究開発項目 ナノマスタリング技術

平成16年度は、初年度として、全体の構想をまとめて各構成部品の仕様を決め、電子光学カラム、測長系、及びシステム評価系の試作を進めた。

なお、本研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を踏まえて、基本計画を改訂するとともに、追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《16》携帯用燃料電池技術開発【委託・課題助成】[平成15年度~平成17年度]

[16年度計画]

[後掲：<5>エネルギー分野 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用技術 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム 《7》参照]

[16年度業務実績]

[後掲：<5>エネルギー分野 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用技術 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム 《7》参照]

## 《17》省エネ型次世代PDPプロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度~平成17年度]

[16年度計画]

省エネ型次世代プラズマディスプレイとして発光効率を大幅に向上させる低消費電力化技術と製造エネルギーを大幅に削減する革新的生産プロセス技術の開発について、民間企業等が実施する実用化開発を支援する。平成16年度は、低消費電力化技術の開発に関して、高発光効率機構、蛍光体材料の基礎技術を完成し、実用化判断を行う。また、駆動半導体デバイスは、3lm(ルーメン)/Wの大型パネルに適用可能で5lm/Wの実用化判断が可能な素子を作成する。また、革新的生産プロセス技術の開発に関して工程の簡素化とプロセスの複合化技術の基礎技術を完成させ、両技術の技術集約を行う。

[16年度業務実績]

低消費電力化技術の開発に関して、計画通り、高発光効率機構、蛍光体材料の基礎技術を完成し、実用化判断を行った。また、駆動半導体デバイスは、要求仕様を満たし、大型パネルに適用可能で実用化判断が可能な素子を作成することができた。更に、革新的生産プロセス技術の開発に関しては、計画通り、工程の簡素化とプロセスの複合化技術の基礎技術を完成させ、両技術の技術集約を行うことができた。

## 《18》高効率有機デバイスの開発 [平成14年度~平成18年度；中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

有機材料を使用した軽量・薄型の「大画面ディスプレイ」、紙のように薄く柔らかい「フレキシブルシートディスプレイ」という次世代の表示デバイスを目指した2つの応用分野を想定して、必要な要素技術開発及び実用化に向けた開発試作を行うことを目的として、山形大学工学部機能高分子工学科教授 城戸 淳二氏をプロジェクトリーダーとし、平成16年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「大画面ディスプレイの開発」については、発光効率30lm(ルーメン)/Wの有機白色発光素子の実現を目指して開発を進める。また、大面積成膜・実装技術の確立に向け、大面積を均一に成膜可能な装置の開発、対角60インチのディスプレイを想定した駆動回路の実装方法検討を行う。

研究開発項目 「フレキシブルディスプレイの開発」については、有機アクティブ発光素子の基本特性向上に関する検討を行い、パネル実用化に向けて明るさの階調制御性、高保持時間化、キャリアの高移動度化を検討する。高性能有機トランジスタ素子構造の絞込みを行い、周波数応答の高速化に向けた素子構造の最適化を行う。さらに高速対応材料の開発を行い、100kHz駆動の実証を目指す。プリンタブル有機ト

ランジスタ技術の開発として、高移動度を達成する。また、絞り込んだ素子構造をベースに、パネル試作プロセスを立ち上げる。フレキシブル封止技術法を検討する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 「大画面ディスプレイの開発」においては、発光層を重ねることにより発生フォトンを増やすマルチフォトン技術を用いて単位電流当たりの発光効率を発光層の数に比例して増やすことができることを実証した。30lm/W を超える白色発光素子の実現など中間目標として掲げた値はすべて達成した。大面積実装技術の開発においては、リニアソース検討用の大面積蒸着装置を用いてリニアソース成膜法の実験を行った。さらに、中間評価後に新たに設定された、印刷製法を用いた高効率成膜プロセス及びディスプレイ化技術の開発においては、ディスプレイメーカー材料メーカー垂直連携の体制を整え研究開発を開始した。

研究開発項目 「フレキシブルシートディスプレイの開発」においては、低分子系の材料の分子構造とランジスタ特性、印刷ランジスタに適した可溶性低分子材料の開発とその構造と電気的特性の実験・評価などを行った。縦型高速有機ランジスタの開発に関しては、パネル実証を強化するためディスプレイメーカーを追加し、実用化への流れを明確にするための体制強化を行った。また、印刷ランジスタに関しては、アライメントフリー技術など世界に先駆けた技術の開発に成功しただけでなく、その開発要素の一部でもある、可溶性材料の領域で今後に大きな期待がもてるブレークスルー技術の開発に成功し、世界最高水準の移動度を持つプリンタブル有機ランジスタの開発に成功した。

なお、本研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を踏まえて、基本計画を改訂するとともに、追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《19》高分子有機 EL 発光材料プロジェクト【F 2 1】【課題助成】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

[後掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《6》参照]

[16 年度業務実績]

[後掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《6》参照]

## 《20》ディスプレイ用高強度ナノガラスプロジェクト【F 2 1】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

[後掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《7》参照]

[16 年度業務実績]

[後掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《7》参照]

## 《21》カーボンナノチューブ FED プロジェクト【F 2 1】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

[後掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《8》参照]

[16 年度業務実績]

[後掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《8》参照]

## 《22》エネルギー使用合理化液晶デバイスプロセス技術開発【課題助成】[平成 13 年度～平成 16 年度]

[16 年度計画]

液晶デバイス製造工程において消費される電力を現行の半分にすることが可能なプロセス基盤技術について、民間企業等が実施する実用化開発を支援することを目的として、平成 16 年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「省エネ型高品位半導体膜結晶化技術」については、大結晶粒アレイを基板全面に形成する技術を開発する。また、高品位・大結晶粒アレイ膜の物性評価・改質を行う。

研究開発項目 「省エネ型低温高品位絶縁膜形成技術」については、積層構造の一層目形成のための低温酸化および積層構造の二層目形成のための堆積膜形成について、それぞれ実用可能性を確認する。さらに、TFT (Thin Film Transistor) 用の積層型ゲート絶縁膜形成のトータルプロセスを確立し、実用性を確認する。

研究開発項目 「大型基板における省エネ型微細加工技術」については、レジスト、ガラス基板、露光方式の各面から 1 $\mu$ m およびサブミクロン露光技術を総合的に検討する。また、ガラス基板平坦化ステージを試作して液晶用高精細露光への適用性を検証する。

- 研究開発項目 「領域選択による低抵抗配線形成技術」については、領域選択配線形成方法として量産性の観点から実用化検討を進める。さらに、領域選択配線形成プロセスの実用性を確認する。
- 研究開発項目 「評価・解析シミュレーション技術」については、結晶化の実時間計測結果を結晶化技術にフィードバックするとともに、ガラス基板上に島状の単結晶をアレイ状に配置した単結晶化膜についての結晶学的評価を行う。また、シミュレーションを含めて単結晶化膜を用いる要素回路・デバイスの設計・解析を進め、実際に要素回路を含むデバイスを設計・試作し、要素プロセス技術の実用性を検証する。

[16年度業務実績]

- 研究開発項目 「省エネ型高品位半導体膜結晶化技術」については、大結晶粒アレイを基板全面に形成する技術を開発し、5 $\mu$ mピッチで4 $\mu$ m長の結晶粒を所望の位置に形成することができた。
- 研究開発項目 「省エネ型低温高品位絶縁膜形成技術」については、低温酸化と低ダメージ CVD(Chemical Vapour Deposition)による積層ゲート絶縁膜形成で、TFT ゲート絶縁膜の薄膜化とSiO<sub>2</sub>/Si 界面特性の飛躍的向上を同時に実現できた。
- 研究開発項目 「大型基板における省エネ型微細加工技術」については、低板厚偏差ガラスとガラス基板平坦化ステージにより、必要な平坦化を実現し、露光方式と合わせサブミクロン露光技術を総合的に開発した。
- 研究開発項目 「領域選択による低抵抗配線形成技術」については、領域選択配線形成方法として量産性の観点からCu配線をめっき技術で形成し、実用性を確認した。
- 研究開発項目 「評価・解析シミュレーション技術」については、結晶化の実時間計測結果を結晶化技術にフィードバックした。ガラス基板上に形成した単結晶化膜を評価すると共に、要素回路を含むデバイスを設計・試作し、移動度はポリシリコンの5倍の特性を得ることができた。

《23》先端的半導体製造技術開発 [平成13年度～平成16年度]

[16年度計画]

高度情報化社会の実現に必要な情報通信機器の共通基盤である半導体 LSI 技術について、情報通信機器の高機能化、低消費電力化の要求を満たすシステム LSI 等を実現するための半導体微細化に対応した半導体デバイスプロセス等基盤技術について、民間企業等が実施する実用化開発を支援することを目的として、平成16年度は以下の研究開発を実施する。

ウェハ・プロセス関連分野2件(次世代 Cu-CVD 装置開発、大口径 SIMOX ウェーハ製造用超高温アニール装置の開発)、欠陥検査・計測装置関連分野1件(超高精度次世代マスク欠陥検査装置システム技術開発)の計3件の継続事業を行う。いずれの事業も最終年度であり、それぞれ終了後の実用機開発に向けて、平成17年度末以降の装置販売に備えたプロセス実現可能性の検証、超高温アニール装置の企業化/製品化を開始するための技術の完成、平成17年度以降の実用機開発に向けて Selete やマスクメーカーとの協力のもとで実用性の評価、等を行う。

[16年度業務実績]

次世代 Cu-CVD 装置開発

hp45nm 世代の直径 70nm の Via コンタクトホールへの Cu-CVD 法による直接埋め込み技術の開発に成功した。

大口径 SIMOX ウェーハ製造用超高温アニール装置の開発

ウェーハ直径 300mm 用の超高温(最高温度 1400 )アニールの基本技術を開発し、量産製造装置の目処をつけた。超高精度次世代マスク欠陥検査装置システム技術開発

マスク上で 80nm サイズ以下の欠陥を検出可能な実用的な検査装置を開発した。

198.5nm 波長を光源とする検査装置としては世界で初めて Die-to-Database、Die-to-Die 検査を実行し、その検査性能を公表した。

新製造技術 [後掲：<6>新製造技術分野 新製造技術 参照]

ロボット技術 [後掲：<6>新製造技術分野 ロボット技術 参照]

宇宙産業高度化基盤技術

[中期計画]

商業打上市場及び商業衛星市場への参入を可能とするため、次世代の宇宙機器開発に向けた基盤技術(衛星の軽量化・高度化・長寿命化技術、民生部品の宇宙転用技術、ロケット設計合理化技術等)及び宇宙利用を促進するための基盤技術(無人宇宙実験技術、リモートセンシング技術等)を開発する。

<宇宙産業高度化基盤技術プログラム>

[16年度計画]

大きな技術波及効果を有し、国民の安全にも密接に関わるだけでなく、高度情報化社会の実現、地球環境の保全等多様な社会ニーズに応える基盤となる宇宙産業の国際競争力の強化を図るため、平成16年度は計4プロジェクトを実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度は、計画に基づいて計4プロジェクトを実施した。



## 《 1 》次世代衛星基盤技術開発(衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発)〔平成 15 年度～平成 19 年度〕

### [16 年度計画]

国際商業市場における我が国衛星メーカーの競争力強化を図るべく、準天頂衛星等<sup>1</sup>の次世代衛星に要求されるミッションの大型化・高度化による重量・消費電力の増大等に対処するために不可欠な、衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術に関して新衛星ビジネス株式会社常務取締役 鳥山 潔氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目「衛星搭載用リチウムイオンバッテリー要素技術開発」については、基本仕様の見直し、開発モデルの製作・試験を行い、認定モデル、安全性/寿命評価モデルを製作する。また、本研究開発成果の実用化検討及び準天頂衛星バスへの適合性検討を行う。リチウムイオンバッテリーセルの大容量エネルギー化技術及び軽量化技術に関して、170Wh/kg、175Ah の目標性能を有する性能評価モデル、認定モデルの製作・試験を行う。バッテリーセルの特性維持管理技術及びバッテリー故障時の機能維持技術に関して、性能評価モデルの製作・試験を実施し、認定モデルを製作し、構成要素安全性評価モデルを製作する。

- 1 準天頂衛星：静止軌道と一定の角度をなす傾斜軌道に複数の衛星を配置し、見かけ上、常に天頂付近に 1 つの衛星を位置させるシステム

### [16 年度業務実績]

リチウムイオンバッテリーの開発において、リチウムイオンバッテリーに関する基本仕様の見直しを行い、バッテリーアッセンブリ開発モデルの製作を開始し、認定モデル、安全性/寿命評価モデルについては設計を実施した。また、モデル性能評価装置の製作を開始するとともにリチウムイオンバッテリーアッセンブリ筐体試作・試験を実施した。さらにシステム運用構想等の検討及び実用化検討、準天頂衛星バスへの適合性検討を実施した。

大容量・高密度化技術の開発においては、リチウムイオンバッテリーセルの大容量エネルギー化技術及び軽量化技術に関して選定された方式に基づき、リチウムイオンバッテリーセルの大容量・高密度化に関する性能評価モデル、認定モデルの製作・試験を実施し、構成要素安全性評価モデルの設計・製作を実施した。なお、性能については 170Wh/kg、175Ah の目標をクリアし、目標以上の値を確認した。

高信頼性化技術の開発においては、バイパススイッチ、性能評価モデル及び認定モデルの製作・試験を実施した。過電圧保護回路の性能評価モデル、認定モデルの設計を実施するとともに構成要素安全性評価モデルの設計を実施した。

また、基盤技術調査研究として、全固体リチウム二次電池を製作し界面制御電池の基礎データを取得した。

## 《 2 》宇宙等極限環境における電子部品等の利用に関する研究開発〔平成 11 年度～平成 19 年度、中間評価：平成 16 年度〕

### [16 年度計画]

宇宙、深部地中等の過酷な環境で使用する機器のコスト引き下げ、機能の高度化及び開発期間短縮を図るため、わが国で現在使われている安価で高機能な民生部品・民生技術を選び、地上模擬試験及び宇宙実証試験を行うことにより、過酷な環境で使用するための民生部品・民生技術の選定技術及び検証技術の検証を行うため、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「民生部品・民生技術の極限環境適用技術」については以下を実施する。

地上模擬試験として、新たに市場に投入された新規部品を選定し、地上模擬試験及び極限環境への適合性評価を継続し、民生部品・民生技術データベースへの登録を継続実施する。民生部品の品種毎の放射線耐性予測方法の確立を図るため、宇宙放射線環境の予測精度の向上及び地上放射線試験方法を含めた基礎検討を完了する。また、新しいメモリに対する放射線耐性予測のための関係式の妥当性を評価するとともにプロトン照射試験<sup>2</sup>結果を加味した精度の向上を図る。

宇宙実証試験として、平成 15 年 10 月 30 日に打上機ロケットによって成功裏に打上げられた実証衛星 1 号機については、軌道上運用を継続し、民生部品 40 品種・民生技術 7 技術の宇宙環境における技術データを取得し適用性に関する分析評価を継続する。実証衛星 2 号機については、搭載用実験装置、環境計測装置及び実証衛星本体の設計を継続し、フライトモデルの製作を行う。

民生部品・民生技術データベース、民生部品の放射線耐性予測に関する基礎検討及び宇宙実証データを総合的に分析し、第 1 次の民生部品・民生技術選定評価ガイドライン及び民生部品・民生技術適用設計ガイドラインとしてまとめる。

研究開発項目 「極限環境で使用する機器等の開発支援技術」については、引続き実証衛星開発へ適用し、有効な活用を図るとともに効果の確認を行う。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

- 2 プロトン照射試験：放射線照射装置を使ってメモリー等の電子部品に陽子線を照射し、照射強度に対する電子部品機能に与える影響度に関するデータを取得する。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「民生部品・民生技術の極限環境適用技術」については以下を実施した。

地上模擬試験として、新たに市場に投入された新規部品を選定し、地上模擬試験及び極限環境への適合性評価を継続し、202 種の試験を完了し、民生部品・民生技術データベースへ 195 品種の登録を完了した。民生部品の品種毎の放射線耐性予測方法の確立を図るため、宇宙放射線環境の予測精度の



向上及び地上放射線試験方法を含めた基礎検討実施した。また、新しいメモリに対する放射線耐性予測のための関係式の妥当性を評価し、プロトン照射試験結果を加味した精度の向上を図るとともにメモリ以外の半導体製品へ拡張するための課題を整理した。さらに MEMS 機器の耐極限環境性に関する調査を開始した。宇宙実証試験としては、実証衛星 1 号機の軌道上運用を継続し、民生部品 40 品種・民生技術 7 技術の宇宙環境における技術データを取得し適用性に関する分析評価を引き続き実施した。実証衛星 2 号機については、搭載用実験装置、環境計測装置及び実証衛星本体の詳細設計審査を完了し、フライトモデルの製作に着手した。また、バス機器として組み込むスターセンサに対し、より厳しい耐極限環境性能を付与するための設計を行なった。民生部品・民生技術データベース、民生部品の放射線耐性予測に関する基礎検討及び宇宙実証データを総合的に分析し、第 1 次の民生部品・民生技術選定評価ガイドライン及び民生部品・民生技術適用設計ガイドラインとしてまとめた。

研究開発項目 「極限環境で使用する機器等の開発支援技術」については、引続き実証衛星開発へ適用し、有効な活用を図るとともに効果の確認を行った。

中間評価を実施し、良好との評価とともに本プロジェクト終了後の継続取り組みについての検討が必要との提言があった。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

### 《 3 》次世代輸送系システム設計基盤技術開発プロジェクト [平成 14 年度～平成 17 年度、中間評価：平成 16 年度]

#### [16 年度計画]

商業ロケット市場における我が国宇宙産業の競争力を確保するため、ロケットのユーザーである衛星とのミッションインテグレーション作業効率化を図りミッションインテグレーション期間を短縮するための基盤技術（ミッション対応設計高度化技術）及び小型 LNG 気化設備等の制御系設備に対応可能なロケットの機体点検の自己診断・自律対応を可能にする基盤技術（次世代 LNG 制御システム技術）を確立するため、以下のとおり実施する。

研究開発項目 「次世代 LNG 制御システム技術」については、ロケット打上げの機体運用を取り上げ、機体点検を最大限自動化する「機体点検自動化システム」技術のアルゴリズムを有するソフトウェア製作を完了させる。また、「機体点検自動化システム」の実行を可能としかつ厳しい打上げ搭載環境（振動、高温、衝撃等）に耐えうる「制御系機器」の一部の機器に対して製作及び性能試験を行い厳しい環境下で正常に動作・機能することを確認する。

研究開発項目 「ミッション対応設計高度化技術」においては、ロケット/ミッション（衛星）間の技術情報交換内容及びミッション対応設計作業を分析する。そして、不足する客先（衛星側）インタフェース情報に対してロケット側ミッション設計・解析に必要な情報をリスクを考慮の上設定することにより、作業の前倒し・効率化を可能とする「ミッション対応設計高度化技術」の要求仕様を設定を完了する。また、設計・解析に必要な情報の一元管理を可能とするミッション対応設計情報一元管理技術の技術仕様を確定して、データベースアーキテクチャの基本設計を完了させる。さらに、初期の衛星情報からロケット側のミッション対応設計・解析で必要となるパラメータを設定する技術について複数個その実現性を確認するとともに、リスク評価を伴うミッション解析情報設定技術の実現性を確認する。

研究開発に際し、ミッション対応設計高度化技術の研究に際し、ロケット側設計に必要な衛星インタフェース仕様の事例調査及び分析を実施し、それぞれの技術開発に反映する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

#### [16 年度業務実績]

平成 16 年度は、「次世代 LNG 制御システム技術」と「ミッション対応設計高度化技術」の各研究開発項目について以下内容を実施した。

研究開発項目 「次世代 LNG 制御システム技術」については、ロケット打上げの機体運用を取り上げ、機体点検を最大限自動化する「機体点検自動化システム」技術のアルゴリズムを有するソフトウェアの仕様を確定し、基本設計・詳細設計を行って、製作を完了した。また、「機体点検自動化システム」の実行を可能としかつ厳しい打上げ搭載環境（振動、高温、衝撃等）に耐えうる「制御系機器」について製造設計までを完了し、製造準備および一部の機器に対して製作及び性能試験を行い厳しい環境下で正常に動作・機能することを確認した。

研究開発項目 「ミッション対応設計高度化技術」においては、ロケット/ミッション（衛星）間の技術情報交換内容及びミッション対応設計作業を分析した。そして、不足する客先（衛星側）インタフェース情報に対してロケット側ミッション設計・解析に必要な情報をリスクを考慮の上設定することにより、作業の前倒し・効率化を可能とする「ミッション対応設計高度化技術」の要求仕様を設定を完了した。また、設計・解析に必要な情報の一元管理を可能とするミッション対応設計情報一元管理技術の技術仕様を確定して、データベースアーキテクチャの基本設計を完了した。さらに、初期の衛星情報からロケット側のミッション対応設計・解析で必要となるパラメータを設定する技術について複数個その実現性を確認するとともに、リスク評価を伴うミッション解析情報設定技術の実現性を確認した。ミッション対応設計高度化技術の研究に際し、ロケット側設計に必要な衛星インタフェース仕様の事例調査及び分析を実施し、それぞれの技術開発に反映した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施した。その結果を適切に次年度以降の計画に反映

した。

#### 《 4 》微小重力環境利用超電導材料製造技術の開発 [平成 7 年度～平成 16 年度]

##### [16 年度計画]

宇宙の微小重力環境下において超電導材料を製造する実験を実施した結果に基づき、大型超電導材料製造のための技術開発を行うために、以下の内容を実施する。

平成 15 年度に引き続き、サービスモジュールの運用等のデータ取得及びサービスモジュールの運用のための追跡管制を実施する。

また、評価解析計画に基づき、回収した宇宙実験試料の透過 X 線等による非破壊検査を実施した後、性能及び物性確認、内部組織等の評価等を実施する。また、宇宙実験試料の評価と平行して汎用電気炉及び宇宙実験炉を模した地上実験炉を用いて地上実験を行い、宇宙実験との比較を行う。合わせて、宇宙実験で生じた事象の要因解析及び検証を実施するとともに、地上における大型超電導バルク体製作に資する知見をまとめる。

そして、自律的に超電導材料製造実験装置を帰還させるシステムの実証結果、平成 15 年度に引き続き実施する回収したリカバリビークル、及び超電導材料製造実験装置の評価解析を実施すると共に、本事業の開発から宇宙実験、回収等を通して、本システムを構成する宇宙機、運用管制システム等の評価解析を行い、宇宙実験システムとして自立的に帰還する無人の宇宙実験システムの開発結果を総合的に評価する。

##### [16 年度業務実績]

平成 16 年度は、宇宙の微小重力環境下において超電導材料を製造する実験を実施した結果に基づき、大型超電導材料製造のための技術開発を行うために、以下の内容を実施した。宇宙実験については当初想定されていなかったガドリニウム・バリウム酸化物針状結晶(Gd<sub>2</sub>10)の発生について原因の究明が行われ、この結果地上における大型超電導バルクの新製法(新インフィルトレーション法)を開発するに至った。平成 16 年 8 月には地上にて直径 140mm の大型バルク試作実験に成功した事を受け、平成 16 年度より地上における超電導体製造技術の開発および超電導体の実用化に関する検討を新たにテーマとして加えた。

軌道にてデータ収集を続けてきたサービスモジュールについては平成 17 年 2 月に運用終了に際してスペースデブリ防止のための処置として、25 年以内に大気圏への再突入が見込まれる軌道へ軌道低下運用を実施した後、衛星運用を終了した。

宇宙実験、宇宙機の開発および宇宙機器等の低コスト化のための技術開発について、宇宙および地上実験で得られたデータの解析を終え、平成 16 年度末までに成果のまとめを実施した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速し、研究開発期間を 17 年度まで延長した。

## < 3 > 環境分野

[中期計画]

健康の維持や生活環境の保全を図るとともに、将来に亘って生活基盤と産業基盤を両立させていくため、温暖化対策技術、3R関連技術、化学物質のリスク評価・管理技術、輸送系低環境負荷技術等の課題について重点的に取り組む。

### 温暖化対策技術

[中期計画]

エネルギー消費を抑制しつつ、持続的な経済成長を確保することを可能とするとともに、世界でトップクラスの温暖化対策技術によって国際競争力の確保を図るため、中長期的取組として温室効果ガス削減に向けた二酸化炭素固定化・有効利用技術等の研究等を行うとともに、家電・自動車等製品等の消費エネルギーの大幅な削減技術、製造プロセス等におけるエネルギー消費の大幅な削減技術、未利用エネルギーの有効利用技術及びエネルギーの発電・変換・輸送・貯蔵時のロス削減技術等を開発し、さらに、温室効果の低いフロン代替物質の合成技術の開発を行う。また、地球環境に関する我が国の戦略的取組の検討、各国情報収集等を行う。

### < 地球温暖化防止新技術プログラム >

[16年度計画]

2010年時点において革新的技術の導入・普及がなされ、京都議定書に定められたCO2削減目標のうち0.6%分に寄与することを短期的な目標とする。また、より長期的な視点に立脚して、更なる削減を可能とする省エネルギー型社会の構築に向けた技術を確認する。これらの技術により、エネルギー消費を抑制しつつ、かつ持続的な経済成長を確保することを可能とするとともに、世界でトップクラスの温暖化対策技術による国際競争力の確保を図るため、平成16年度は計27プロジェクトを実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度は計画に基づいて計27プロジェクトを実施した。

### 《1》自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術 [平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

[後掲：<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《4》参照]

[16年度業務実績]

[後掲：<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《4》参照]

### 《2》環境調和型微細粒鋼創製基盤技術の開発 [平成14年度～平成18年度]

[16年度計画]

[後掲：<3>環境分野 3R関連技術 3Rプログラム 《1》参照]

[16年度業務実績]

[後掲：<3>環境分野 3R関連技術 3Rプログラム 《1》参照]

### 《3》自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発

[16年度業務実績]

エネルギー分野から移行。

### 《4》カーボンナノファイバー複合材料プロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

[後掲：<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《1》参照]

[16年度業務実績]

[後掲：<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《1》参照]

### 《5》省エネ型次世代PDPプロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プロ

グラム 《17》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《17》参照]

## 《6》高分子有機 EL 発光材料プロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

高発光効率と長寿命特性を両立できる高分子有機 EL 発光材料創製技術を構築することを目的として以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高性能高分子発光材料創製技術の開発」においては、以下の研究開発を実施する。

### (1) 高性能高分子有機 EL 発光材料の開発

青色の高分子発光材料に関しては、寿命、効率、色が目標水準を満たす青色発光材料を得る。量産化の検討を継続し、年産1tレベルの量産を可能とする製造技術を検討する。赤色、緑色の高分子有機 EL 発光材料では、青色発光材料の骨格を基に、各種材料を合成、スクリーニングを行い、長寿命、高効率材料の開発を推進する。さらに、材料スクリーニングや劣化・発光の機構解明を行うとともに、海外の最新情報を調査する。また、開発品のサンプルワークを実施し、材料開発を促進する。

### (2) 高分子有機 EL 発光材料のインク化および周辺材料の設定

青色、赤色、緑色の各色の発光材料について、インク化に適した溶媒や添加剤のスクリーニングを継続し、薄膜計測解析やインク作成装置を用いて、最適なインク組成を開発する。また、正孔注入材料や陰極材料等の選定を継続する。

### (3) 高分子有機 EL ディスプレイ作成のための課題の明確化

開発した材料と導入する実証プロセス装置（素子作成システム、実証用インクジェット）を用いて、実証プロセスにて得た素子が実験プロセスで得た素子特性を再現するように、プロセス条件と材料の最適化を検討し、材料特性面での課題を抽出する。併せて各色高分子有機 EL 発光材料、周辺材料の耐環境性特性を検討する。また、各種封止技術の比較を行い、最適技術の選定を行う。

研究開発項目 「有機 EL ディスプレイパネル製造プロセスでの最適成形加工技術の開発」においては、以下の研究開発を実施する。

### (1) 高分子有機 EL 発光材料用の陰極の開発と製膜条件の検討

開発した高分子有機 EL 発光材料を用いて、陰極製膜時における電子ビーム(EB)ダメージ対策機構およびスパッタダメージ対策機構（スパッタF法、新法、M法等）を既存の実験機に装着し、ダメージレス成膜（陰極層、電子注入層等）対策効果を評価する。これらの製膜条件を実証機において、実証する。

### (2) 陰極のパターン化手法の検討

有機膜上の金属電極の選択微細加工を各種レーザーパターンニング手法を用いて比較検討し、最適加工法についての絞り込みを行う。

[16年度業務実績]

以下の実用化開発を支援した。

研究開発課題 「高性能高分子発光材料創製技術の開発」

青色の高分子発光材料に関して、住友化学独自の骨格構造を見出し、これの共重合体を検討することで、発光効率は約2lm/Wであるが、輝度半減寿命に関しては開発目標値を上回る約25,000時間（初期輝度100cd/m<sup>2</sup>としての換算値）に到達した。量産化の検討を進め、100g/バッチの技術を、再現性を含め、ほぼ確立した。青色に関しては、色度の改良を行い、より純青に近いものを得た（CIE-y=0.15）。更に、赤色、緑色の高分子有機 EL 発光材料では、青色発光材料の骨格を基に、合成装置を利用して、各種材料を合成、スクリーニングを行った。赤色では、発光効率は1.3lm/Wであるが、輝度半減寿命は目標を大幅に上回る約250,000時間（初期輝度100cd/m<sup>2</sup>としての換算値）に到達した。緑色に関しても、発光効率5lm/W、輝度半減寿命約200時間（初期輝度500cd/m<sup>2</sup>としての換算）まで改善した。

高分子有機 EL 発光材料のインク化に関しては、今年度導入したインクジェット装置を用いて、青色材料に関してインク化に適した溶媒や添加剤のスクリーニングを行い、薄膜計測解析やインク作成装置、インクフォーミュレーション検討装置を用いて、最適なインク組成を検討することにより、基板への塗布が可能なインクを得た。赤色、緑色の各色の発光材料についてもインク化検討に着手した。また、周辺材料の設定に関しては、開発した材料の特性を最大限に引き出すための正孔注入材料や陰極材料等の選定を継続した。

高分子有機 EL ディスプレイ作成のための課題の明確化のために、開発した材料と、本年度導入した実証プロセス装置（素子作製システム）を用いて、実証プロセスにて得た素子が実験プロセスで得た素子特性をほぼ再現することを確認した。

研究開発課題 「有機 EL ディスプレイパネル製造プロセスでの最適成形加工技術の開発」

住友化学から提供された青色高分子有機 EL 発光材料を用いて、電極材料、有機材料、製膜手法（抵抗加熱蒸着、電子ビーム加熱蒸着、スパッタ）の違いによる有機 EL 特性を把握する事により、ダメージレス成膜装置開発のためのキーファクターが明確になった。

レーザーパターン加工において、レーザーの種類/波長（YAG、チタンサファイア、エキシマ）やパルス幅（ナノ、

ピコ、フェムト秒)の違いによる基本加工性能データの収集を通して装置スペックの絞り込みを行った。基本加工性能データとしては、SEM, EDSを基本に陰極配線金属であるAlの加工寸法、加工形状、下地形状評価データが主なものである。特にAlの下地材料である有機膜のダメージ状況については、今期導入した走査型プローブ顕微鏡システムを活用した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《7》ディスプレイ用高強度ナノガラスプロジェクト【F21】 [平成15年度～平成17年度]

### [16年度計画]

室温での超短パルスレーザー照射によりガラス基板中に光の波長の1/10以下である1～数十nmレベルの異質相を析出分散させる構造制御技術により、異質相をガラス中に適切に配列してその構造によりガラス基板を強化する技術の開発、並びに大面積のガラス基板を短時間で強化処理する技術の開発を実施するため、セントラル硝子株式会社硝子研究所長 堤 憲太郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「クラック進展阻止に有効な異質相の最適化」においては、以下の研究開発を実施する。

#### (1) 超短パルスレーザーによる異質相形成

フェムト秒レーザーによる高強度化処理を行い、そのままの状態、及び、PDP製造プロセスでの熱処理を想定し、600℃で10分間の熱処理後の試験片の、常温における同心円負荷曲げ法により評価される面内強度が、厚み2.8mmのガラス基板において処理前に比べて3倍(例えば100MPa→300MPa)以上となる条件を探索する。

#### (2) 端面加工

研削、研磨、レーザーによる溶断、加工、および端面近傍への異質相の形成の3方法のうちから実用的に有効な手法を比較、検討して選定し、その処理方法にて強化を行い、そのままの状態、及び、PDP製造プロセスでの熱処理を想定し、600℃で10分間の熱処理後の試験片の、常温での4点曲げ法により評価される端面強度が、処理前ガラスと比較して破壊強度が3倍以上となる条件を探索するとともに、端面強度は試験片幅5～10mmの曲げ試験法で評価する。

研究開発項目 「大面積に対応する異質相形成技術の開発」においては、以下の研究開発を実施する。

#### (1) レーザー照射光学システム

実用化を視野に入れ、最終的な処理速度として超短パルスレーザー照射装置で、30cm角のサイズの基板を室温で1時間以内に試作することを目標とする。

#### (2) 端面加工装置の開発

基板の端面加工について、30cm角以上のサイズの基板を試作し、端面を1m/min以上で加工することを目標とする。

#### (3) ディスプレイ用ガラス基板試作評価技術

基板の評価方法に関しては、4点曲げ法に加えて同心円負荷曲げ法について、同心円寸法、治具材料、治具寸法(厚み、高さなど)、基板の板厚などとの相関の把握を進めると共に、実用サイズのディスプレイ用基板の強度評価方法について調査、検討し、30cm角サイズまでの基板の評価をする。30cm角のサイズの基板に対し、超短パルスレーザー照射により、面内強度については(1)と同様の強化、端面強度については(1)、すなわち、それぞれ、強化後の強度、及び600℃、10分の熱処理後の強度3倍となる強化を実証する。

### [16年度業務実績]

研究開発項目 「クラック進展阻止に有効な異質相の最適化」

#### (1) 超短パルスレーザーによる異質相形成

フェムト秒レーザー加工装置により、300mm角サイズのガラス基板の加工が可能となった。異質相の形成条件と曲げ強度との相関を調べた。曲げ強度は、4点曲げ法に加えて端面の影響を受けない同心円負荷曲げ法で面内強度を測定した。パルスエネルギー、集光レンズ倍率、異質相の形成深さと間隔を曲げ強度に影響する主要因と考え、各要因の寄与を分析した。同心円曲げ強度の平均値は未照射品に対し、5倍対物レンズで最大1.4倍、10倍と20倍対物レンズで最大1.2倍、40倍対物レンズで最大1.3倍に増加した。なお、加工品を高熱処理(PDP製造プロセスに相当する600℃, 10分)すると異質相が緩和し、強度の改善効果が低下することを示唆した。この点については、強度の改善効果がより大きいサンプルで詳細に調べる。

#### (2) 端面加工

ガラス端面をCO<sub>2</sub>レーザーで照射して傷のない火造り面に加工した。基板にはCP600V(2.3mm厚)を用い、レーザー出力、照射速度、照射角度などの照射条件を最適化した。ラボスケール実験では、100W級CO<sub>2</sub>レーザーを用い、予備加熱なし(室温)でガラス端面をR(円弧状)加工することができた。端面強度は4点曲げ試験により評価することができ、加工品ではクリーンカット品とほぼ同程度で湿式研磨品の2.5～3倍であった。また、端面加工後に600℃, 10分の熱処理をしても強度に変化はなく、加工中に発生した熱歪を低減する効果も認められた。大型化と高速加工の実験では、1kW級CO<sub>2</sub>レーザーを用い、加工中に約580℃の基板加熱が必要であったが、1～5m/minで端面をRやC面取り(角部のみ溶融)に加工できた。加工品の端面強度はクリーンカット品と同程度であった。

研究開発項目 「大面積に対応する異質相形成技術の開発」においては、

#### (1) レーザー照射光学システム(加工処理の高速化)

マルチレンズアレイ (MLA) による多点同時加工および干渉露光による大面積加工に関する技術を調査した。MLA 多点加工は、ビームを等エネルギーに分割し集光することが困難であった。干渉露光による大面積加工については、干渉縞間隔  $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$  で集光径 (加工面積) を  $50 \sim 200 \mu\text{m}$  となるよう試作機 (基板サイズ  $120 \text{mm}$  角) を設計し製作中。また、試作機にはスプリッターでビームを4分岐し4点同時加工する機能も持たせた。この光学システムにより、逐次形成における加工時間 (最短で2時間57分/ $300 \text{mm}$  角) を計算上少なくとも  $1/4$  に短縮可能である。

## 《8》カーボンナノチューブ FED プロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

### [16年度計画]

カーボンナノチューブ (CNT) をフィールドエミッションディスプレイ (FED) 用電子源として用いる際の電子放出特性のバラツキを抑制する技術的なブレークスルーを達成し、高画質・低消費電力等の高機能な FED を実現するため、均質電子源の開発、パネル化及びディスプレイ性能評価技術の開発を行うために、三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 プロジェクトグループマネージャー 奥田 莊一郎をグループリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「均質電子源の開発」においては、CVD法で、微小な画素に対応した電子源の構造及び形成方法を開発する。直径  $10 \text{nm}$  程度の MWNT を金属基板上に滑らかに成長させる技術の確立と、DWN T を同様に成長させる技術の検討を行う。並行して、均質かつ平坦なカソード面を形成するため、CNT 成長機構の解明に見通しをつけ、一様な電子放出が得られる最適な表面形状を明確にする。

均一な電子放出特性を有する電子源を実現するため、直径や長さの揃った CNT に精製して印刷ペーストを作成し、これを用いた印刷膜の微細化と平坦化に着目した総合的印刷技術を開発する。また CNT の幾何学的配置、CNT と下地電極との電気的コンタクト等の電子放出特性を決定する要因解析を行い、均一発光を実現するための指針を明確にする。

大面積電子源のための均質化処理技術のうち、特にレーザー照射技術に重点をおく。最適な照射条件の追求と共に、微細孔底部の CNT 膜に作用し、かつ微細構造物に影響を与えない照射プロセスを構築する。大面積の基板上に微細孔を形成し、表面処理技術と合わせて、多数の電子放出箇所を形成し統計的な効果により画素間の電子放出特性のバラツキを低減した均質な電子源を実現する。また、信頼性評価の設備を充実し FED としての CNT の寿命劣化要因を探索して、信頼性の向上を図る。

研究開発項目 「パネル化及びディスプレイ性能評価技術の開発」においては、パネル構造に関連する要求特性を明確にし、大型化を念頭においた構造設計を行う。更に当該パネル構造を実現するための前面パネルとリアプレートに関する成型、ガラス高強度化、及び封着材料強度を補完する耐高真空補強の基本要素技術を開発する。低温封着技術では、 $400$  以下で封着可能であり、且つ高温強度として  $20 \text{MPa}$  以上 ( $250$ ) を確保できる基本有機材料の合成と、材料特性の最適化のための複合化を中心とした材料開発を行い、封着条件を確立する。画質劣化要因を定量的に評価する技術、及び画素毎の CNT 特性を定量的に短時間で評価する技術を開発し、CNT - FED の画質を向上させる。また、大型基板に向けたパネル化要素技術開発を実施する。

### [16年度業務実績]

#### 均質電子源の開発

CVD法で金属基板上に成膜し、それを用いて微小な画素を実現するための電子源構造を開発した。また、 $10$  インチパネルの形成方法を開発し、デバイスを試作できる見通しを得た。直径  $10 \text{nm}$  程度の MWNT を金属基板上に滑らかな網目状に均一に成長させる技術をほぼ確立し、DWN T の成長についても検証した。並行して、均質かつ平坦なカソード面を形成するため、CNT 成長機構の解明を行い、一様な電子放出が得られる最適な表面形状を明らかにした。

下地銀電極の銀微粒子径を最適化すること、及び CNT ペーストに関して新しい分散技術を開発することにより、CNT 電子源 (CNT ペースト on 下地銀電極) として、平坦度  $\pm 1 \mu\text{m}$  を達成できる見通しを得た。CNT 電子源の電子放出メカニズムを解明するために、in situ TEM 観察技術を開発し、印加電界により CNT が電界ベクトル方向に配列する様子を観察した。さらに、エミッションサイト密度や劣化メカニズムに関して、重要な知見を得た。

パワー密度が一樣なストライプ状のレーザービームが形成できる表面処理装置を開発した。ストライプビームをスキヤンすることで、 $10$  インチ級のカソード基板に対してレーザーを用いた表面処理が実施できることを確認した。更に、照射するレーザービームの形状を最適化するとともに、表面処理後の微細孔中 CNT の高分解能分析を実施することにより、引出電極等の電子源構成部材に影響を与えず、CNT のみに選択的に作用して電子放出特性を改善するとともに、バラツキの低減を実現できるプロセスが開発できた。

$8 \mu\text{m}$  の厚膜絶縁層に対してゲート孔径  $10 \mu\text{m}$  の高アスペクト比三極構造を形成する技術を確立した。加工条件を適正化することで、CNT 表面の損傷を抑制し、活性化することを可能とした。この技術で、CNT 単体と比較して軽微な表面処理で同等の電子放出特性を得ることを実証した。表示領域  $10$  インチのパネルに対して微細エミッタ構造作製技術を開発した。絶縁層形成、引き出し電極形成、引き出し電極パタニング、絶縁層エッチングの各プロセスの基礎検討を完了し、 $10$  インチ領域に孔径  $10 \mu\text{m}$  の微細エミッタ構造を形成することに成功した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《9》光触媒利用高機能住宅用部材プロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

#### [16 年度計画]

我が国で発見された光触媒の超親水性機能を活用して、住宅用の放熱部材を利用した冷房空調の負荷低減システムを開発し、建築物の省エネルギーを一層促進すること及び可視光応答型光触媒を室内部材に適用することにより、ホルムアルデヒド等の有害化学物質を効果的に分解・除去し、生活環境の安全性を向上させつつ気密性の高い省エネルギー型住宅の普及に貢献することを目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「放熱部材利用冷房空調負荷低減システムの開発」

耐久性に優れ超親水性機能を有する住宅・ビル等における外壁、屋根等の放熱部材を開発する。また、最適な水量をコントロールでき、特に雨水等を有効利用するとともに、耐久性及びメンテナンス性を兼ね備えた散水制御システムを開発する。特に平成 16 年度は、実際の使用環境における効果の検証のため、実証実験棟の建設を行う。

研究開発項目 「室内環境浄化部材の開発」

「可視光応答型光触媒の基本特性及び安全性の評価」については、可視光応答型光触媒の分解反応特性評価、耐久性評価、安全性評価、さらに室内 VOC 数値解析について、評価方法の確立を行う。

「可視光応答型光触媒の室内への適用技術及び性能評価」については、住宅等の室内の弱い光条件下で使用される室内環境浄化機能を有する部材の開発とともに有害化学物質の分解・除去性能、安全性及び耐久性等を評価する。

「室内環境浄化部材共通評価方法の検討（共通評価WG）」については、可視光応答型光触媒を利用して開発した室内環境浄化部材の評価方法の検討を実施し、開発部材の評価に展開する。平成 15 年度に策定した簡便評価法（アセトアルデヒド評価法）を開発部材の評価に展開し、問題点を検討し改訂する。また、ホルムアルデヒド評価方法の確立、さらにトルエン等の評価方法についても検討を行う。

#### [16 年度業務実績]

研究開発項目 については、断熱 BOX を用いて、各部材試験片の物性データを採取し、数値解析を行った。実証住宅（東京大学構内）、オフィスビルをモデル化した実証実験棟（東京理科大学構内）を建設し、冷房負荷低減効果を確認するとともに、施工上の課題等の抽出を行った。また、愛・地球博 会場内に、ドーム型テント屋根の実証実験施設を建設した。博覧会会期中に休憩所として人の出入りがある実空間で公開実証実験を実施する。

研究開発項目 については、「可視光応答型光触媒の基本特性及び安全性の評価」として、可視光応答型光触媒による VOC の分解反応特性評価、安全性評価、さらに室内 VOC 数値解析について、評価方法の検討とデータ収集を実施した。「可視光応答型光触媒の室内への適用技術及び性能評価」として、7 件各社とも共通評価WG で検討の共通評価方法で性能評価を行いながら、各々の室内環境浄化部材の開発を実施し、一部には商品化の目途が立った。「室内環境浄化部材共通評価方法の検討（共通評価WG）」として、平成 15 年度に策定した簡易評価法（アセトアルデヒド-バッグ法）の検証を継続するとともに、ホルムアルデヒドの評価方法を検討し、トルエンについても評価を試みた。ホルムアルデヒドについて、VOC ガス流通法による部材の最大能力評価とチャンパー法による使用条件を模した評価を重点的に検証する方針を確認した。

また、当該プロジェクトについては、平成 16 年度、追加的に予算を配分し、光触媒利用放熱部材を都市に適用したときのヒートアイランド現象（都市温暖化）軽減効果について、研究開発項目 で得られたデータに基づいて数値シミュレーションを行い、検証したが、その結果、高い効果が期待されることが示された。

### 《10》CO<sub>2</sub> 排出抑制型新焼結プロセスの開発【課題助成】[平成 14 年度～平成 16 年度]

#### [16 年度計画]

製鉄所の製鉄工程において、既存の焼結プロセスをベースに粉鉄鉱石の塊成化と還元を同時に達成する新しい焼結プロセスを開発するとともに、このプロセスで製造された部分還元焼結鉱を高炉で使用する技術を確認して、通常の高炉法より炭材消費量を大きく削減する（具体的には、還元率 70% の部分還元焼結鉱の製造プロセスを確認する）ことを通じ、製鉄工程における CO<sub>2</sub> 排出量の削減とともに、製鉄所下工程における省エネルギーの一層の推進と並行して、製鉄所全体の CO<sub>2</sub> 排出量の抑制を図り、もって省資源・省エネルギー化の実現ならびに地球環境問題の解決に資することを目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「実機化に向けた造粒技術」においては、高還元率達成に理想的な多層構造造粒物を連続安定的に製造しうる最適な実機設備構成、運転条件を確認する。

研究開発項目 「再酸化防止を考慮した部分還元技術」においては、再酸化抑制に有効な焼成、冷却技術を確認する。さらに、実機導入時の最適なプロセスを構築し、還元率は 70%、焼結鉱の生産性・製品歩留りは現状焼結操業と同等以上とする。

研究開発項目 「部分還元塊成鉱の高炉使用技術」においては、部分還元焼結鉱の高炉での通気性改善、還元材使用量の低減等の使用技術を確認し、製鉄工程全体での CO<sub>2</sub> 削減効果の拡大を目指す。さらに、高炉で部分還元焼結鉱（還元率 70%）を 100% 使用すると仮定した場合、製鉄工程全体からの炭酸ガス削減量（C 換算）の目標値を 13% とする。

#### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「実機化に向けた造粒技術」においては、鍋焼成試験で多層構造造粒物（擬似粒子）構造の最適化試験を行い、焼結シミュレータ設備での試験により連続安定的に製造しうる最適な設備構成及び運転条

- 件を検証し、今後の課題と対策について検討した。
- 研究開発項目 「再酸化防止を考慮した部分還元技術」においては、再酸化抑制のため、被膜形成を施した多層構造造粒物（擬似粒子）構造とするとともに、生産性向上対策として焼成雰囲気（ $O_2$ 濃度）制御及び充填層内の通気改善を行い、生産性を低下させることなく、部分還元率40%（プロジェクト終了時部分還元率目標値：35%）を達成することができた。今後は、圧縮成型粒子（ブリケット）による更なる充填層内の通気性確保及び粒子内の鉄鉱石と炭材との接触強化を図るとともに、最終目標である部分還元率70%を達成するための研究課題を明確にした。
- 研究開発項目 「部分還元塊成鉱の高炉使用技術」においては、部分還元焼結鉱の高炉内挙動を評価し、溶け落ち時の圧損が大幅に改善されるとともに、高い初期還元率の状態が最終還元域まで維持されることが確認でき、製鉄工程全体での $CO_2$ 削減効果が期待できることを確認した。

## 《1.1》製造工程省略による省エネ型プラスチック製品製造技術開発 [平成14年度～平成16年度]

### [16年度計画]

本プロジェクトは、ポリプロピレン(PP)についてペレット化を省略したプラスチック製品製造技術の開発を行うことを目的に、北陸先端科学技術大学院大学教授 寺野 稔氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「フィルム用途PPのSPM」においては、フィルム用PPとしてチーグラ触媒を用いたSPM技術の開発について、以下の開発項目を総合的に実施する。

#### (1) 触媒技術の開発

PP製造プラントからの隣接地で一貫生産によるフィルム成形を実現するための具体的なイメージに基づき、パウダーに要求される必要特性を再確認し、技術のブラッシュアップを図る。

#### (2) 安定化剤添加技術の開発

##### (2)-1

PP製造プラントからの隣接地で一貫生産によるフィルム成形を実現するための具体的なイメージに基づき、安定化処方、安定剤の均一分散技術のブラッシュアップを図る。

##### (2)-2

##### ) 重合パウダー保存安定化技術及び新規安定剤の開発並びに評価手法の確立

重合時に安定剤を添加する手法を検討し、エネルギー消費量および安定化性能の観点から重合後の安定化技術と比較する。また、添加方法に適した新規安定剤を開発し、省エネルギーの観点から既存安定剤と比較の上、最適な安定剤を選択し実用化に向けた基盤技術を開発する。

##### ) 重合パウダー成形加工時安定化技術並びに新規安定剤の開発

安定剤添加パウダーの成形加工安定性を評価し、ペレット同等の成形加工安定性を付与する基盤技術を確立する。

#### (3) 成形技術の開発

##### ) 押出システムの開発

提供された開発原料を使用し、ギヤポンプ押出方式でSPM設備の2軸押出機およびギヤポンプ装置等を組合わせてフィルム原反成形基礎試験を実施する。フィルム原反はオフラインで2軸延伸フィルム化しFE（気泡）を分析する。あわせて押出成形状況（回転速度、温度、圧力等）を観察し、スクリュ諸元及び成形条件の最適化を研究する。

##### ) 直接成形用二軸押出機の開発

従来の二軸押出機より局部発熱の少ない、低温度押出を可能とするプロト機用の二軸押出スクリュを製作し、開発原料を使用してスクリュの性能確認試験を行う。

##### ) 成形フィルム原反の品質の検証

ギヤポンプ装置、試験部品などについて、製膜能力としてスクリュ径がファイ50前後で約200キログラム/h以上で成形試験できる製膜装置を製作する。プロト機や二軸押出スクリュ等使用し、当社試験設備と組み合わせて、開発原料を使用してフィルム原反成形試験を実施する。フィルム原反はオフラインで2軸延伸フィルム化しFE（気泡）や材料の代表物性を評価するとともに、フィルム原反成形時の押出圧力変動を評価し成形品の品質を検証する。

研究開発項目 「インジェクション（射出成形）用途PPのSPM」においては、インジェクション用PPとしてメタロセン触媒を用いたSPM技術の開発について、以下の項目を総合的に実施する。

#### (1) 触媒技術の開発

重合ゴム含量が制御され、かつ粗粉・微粉のない粉体性状の良好なPPインパクトポリマーを製造するための重合技術を開発する。また、良好な粉体性状を維持したまま高活性を示すメタロセン触媒を開発する。この触媒の重合挙動の解析および重合パウダーの基本的材料物性評価のため、モノマー組成や滞留時間等の環境が制御された重合が可能な装置を開発設置し、重合評価および重合パウダーの製造を検討する。開発した触媒技術および重合技術をパイロット設備において評価、大粒径パウダーの製造検討を行う。

#### (2) 安定剤添加技術の開発

重合パウダーをペレット化せず安定剤を添加する手法の開発を行うとともに、新規安定剤の開発を行う。

#### (3) 成形技術の開発



) オンラインブレンドシステムの開発

提供された開発原料と各種添加材のコンパウンディング機能の高い、直接成形機に適する小形機で高押出量を可能とする二軸押出部を研究開発する。また研究開発する二軸押出部は、従来の二軸押出機に比べてエネルギー負担を軽減し、高生産性が実現できることを開発コンセプトとし、スクリュ諸元及び成形条件の最適化を研究する。

) 直接成形品の品質検証

実験室レベルで得られた直接成形技術に基づき、パイロットスケールのプロト機として型締力550tonの全電動式オンラインブレンド射出成形機を設計、製作する。

プロト機の設計、製造と合わせて、型締力3000tonクラスまでを考慮した電動式射出構造を研究する。型締力550tonのプロト機や当社試験設備を使用し、開発原料を用いて直接成形試験を実施する。直接成形品の品質評価は試験片で物性評価を行い、成形条件、スクリュ、バレル構成が成形品品質の品質に与える影響を検証する。同時にプロト機で自動車関連部品の直接成形を行い、成形性能とエネルギー負荷低減を検証する。

[16年度業務実績]

全ての開発目標を達成し、SPMシステムによるPP製品(フィルム、インジェクション)の製造を技術的に可能にした。各研究開発項目に対する成果は以下の通りである。

研究開発項目 「フィルム用途PPのSPM」

- (1) 触媒技術開発：チーグラ触媒を用いて、重合パウダー貫高速製膜に適用可能な広分子量分布を有する触媒を開発した。また、重合プロセスシミュレーション解析の結果、実用化想定プロセスにおいて重合パウダーの強度低下が生じないものと推定された。
- (2) 新規安定剤及び安定剤添加技術の開発：パウダー重合時に開発したフェノール系安定剤及びリン系安定剤を併用添加することにより、添加量が500ppm以下でも室温・2年間相当以上の長期保存安定性を達成すると共に、成形加工時の安定化技術を開発した。また、原反成形時に安定剤を添加することにより、現行ペレットと同等のフィルム品質を有する製膜が可能であることを明らかにした。
- (3) 成形技術開発：二軸押出機+ギアポンプ方式により押出安定性を確保することで、フィルムの厚薄精度を高める技術を開発した。開発したパウダー直接成形用二軸押出機の単軸押出機に対する省エネルギー率は30%であることを確認した。さらに、開発した二軸押出機に高速製膜機へのスケールアップ実績のあるパイロット製膜機を接続して重合パウダーの製膜施工性を評価した結果、大粒径パウダーのみならず小粒径パウダーを用いても現行ペレットと同等のフィルム的高速製膜が可能であることを明らかにした。

研究開発項目 「インジェクション用途PPのSPM」

- (1) 触媒技術開発：開発したメタロセン触媒を用いて得られた重合パウダーの特性は、平均粒径2.2-2.5mm、粒度分布n項11、高密度0.41g/cm<sup>3</sup>、触媒活性51,600g/gとなり、開発目標値を全て達成した。
- (2) 新規安定剤及び安定剤添加技術の開発：パウダー重合時に開発したフェノール系安定剤及びリン系安定剤を併用添加することにより、添加量1000ppmにおいて40・2年間相当以上の長期安定化を達成すると共に、成形加工時の安定化技術を開発した。また、成形時に安定剤を添加、および、パウダー重合時安定剤を添加することで、現行ペレットと同等の品質低下防止機能を付与することができた。
- (3) 成形技術開発：パイロットタイプのパウダー直接射出成形機(電動式)を開発すると共に、この射出成形機を用いて製造した試験片の物性値が現行ペレット成形品と同等以上であることを確認した。また、開発した射出成形機の従来機(油圧式)に対する省エネルギー率は30%であることを確認した。

## 《12》内部熱交換による省エネ蒸留技術開発 [平成14年度～平成17年度]

[16年度計画]

本プロジェクトでは、従来型蒸留塔では外部冷却により廃棄せざるを得なかった熱を自己再利用することにより、画期的な省エネルギー化を可能とする内部熱交換を利用した省エネ蒸留技術を開発する。また、この技術の実用化・普及を推進し、省エネルギー効果を確かなものとするため、経済性に優れた実用的な構造の大型蒸留塔設計技術の確立を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所環境調和技術研究部門グループ長 中岩 勝氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「内部熱交換による省エネ蒸留塔(HIDIC)の研究開発」については、内部熱交換によるHIDICの運転操作性の研究開発として、パイロットプラントの設計・運転を通じて、ユーザーの立場から運転操作性のよい運転制御システムを研究する。また、棚段塔型もしくはトレイ型HIDICの研究開発として、モデル装置を製作し、スケールアップの性能評価を行う。さらにShell & tube 縦型<sup>4</sup>のHIDICの研究開発として、充填塔式のパイロットプラントを設計し、製作・建設を行う。また、パイロットプラントの操作条件設定、熱物質収支計算及び省エネ性についてシミュレーションを行う。

研究開発項目 「プレートフィン流路を用いた内部熱交換型蒸留器による深冷空気分離装置の研究開発」については、内部熱交換型蒸留器の構造の開発として、アルミプレートフィン熱交換器<sup>5</sup>で気液接触を均一にし、伝熱・物質移動効率を高めるため、還流液分配をより均一にする内部構造を実験により確認する。シミュレータの開発として、実験で得られる熱と物質の移動速度式をシミュレータに追加し、精度の向上したシミュレータを開発し、プロセスの詳細設計に適用する。また、設計方法の検証実験として、小型の内部熱交換型蒸留器を用いた深冷空気分離装置を使用した実験により、開発したシミュレータ

の妥当性を検証すると共に、装置のプロセス設計手法を確立する。

研究開発項目 「3成分以上の分離系に対する操作・制御手法の開発」については、多成分系プロセスのシミュレーションと操作に関する研究として、多成分系混合物に対応したシミュレータを開発し、省エネルギー特性を明らかにする。最適プロセス構成法に関する研究として、プロセスの最適装置構成を検討し、H I D i Cを含むコンビナート内の蒸留塔システム群について、省エネルギー性等評価を明らかにする。その他、ダイナミックモデルの構築に関する研究や省エネルギーポテンシャルの解明に関する研究を行う。

4 Shell & tube 縦型：二重管を垂直に配置（縦型と呼称）し、内管（tube）と外管(shell)の構成により、熱交換と蒸留を行う方式。

5 アルミプレートフィン熱交換器：伝熱特性の良いアルミニウム製の熱交換器で、比表面積（単位体積当たりの表面積）が大きい。フィンと呼ばれる凹凸ブロックをプレート（薄板）で挟み、流路を形成し、幾層にも積み上げて製作する。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 内部熱交換による省エネ蒸留塔（H I D i C）の研究開発

内部熱交換による省エネ蒸留塔（H I D i C）の運転操作性の研究開発として、パイロットプラントの設計・運転を通じて、ユーザーの立場から運転操作性のよい運転制御システムの研究を行った。棚段塔型もしくはトレイ型H I D i Cの研究開発として、モデル装置を製作し、スケールアップでの性能評価を行った。また、コンパクト化のため、伝熱面を大きくとれるタイプの伝熱管について実験を行った。また、Shell & tube縦型のH I D i Cの研究開発として、パイロットプラントの設計をし、製作・建設を行った。また、操作条件設定、熱物質収支計算及び省エネ性等についてシミュレーションを行った。

研究開発項目 プレートフィン流路を用いた内部熱交換型蒸留器による深冷空気分離装置の研究開発

熱と物質の移動現象の解明として、プレートフィン流路を用いた内部熱交換型蒸留器で、気液接触を均一にし、伝熱・物質移動効率を高めるため、上部からの還流液分配をより均一にする内部構造を実験により確認した。

また、シミュレータの開発として、シミュレータの精度を向上させ、プロセスの詳細設計に適用可能とした。また、設計方法の検証実験として小型の内部熱交換型蒸留器を用いた深冷空気分離装置を使用した実験により、開発したシミュレータの妥当性を検証した。また、装置のプロセス設計方法を検討した。

研究開発項目 3成分以上の分離系に対する操作・制御手法の開発

多成分系プロセスのシミュレーションと操作に関する研究として、多成分系混合物に対応したシミュレータを開発し、これにより、省エネルギー特性、パイロットプラントの設計及び定常運転に関する知見を得た。最適プロセス構成法に関する研究蒸留プロセスの最適な装置構成を検討し、H I D i Cを含むコンビナート内の蒸留塔システム群について、省エネルギー性等評価の知見を得た。ダイナミックモデルの構築に関する研究として、パイロットプラント等多成分系の内部熱交換型蒸留プロセスの制御システムとその挙動を解明した。また、省エネルギーポテンシャルの解明に関する研究として、プロセスシステム全体のエクセルギー損失削減ポテンシャルを明らかにする手法を開発した。

### 《13》超臨界流体利用環境負荷低減技術研究開発 [平成12年度～平成16年度]

#### [16年度計画]

[後掲：<3>環境分野 化学物質のリスク評価・管理技術 化学物質総合評価管理プログラム 《5》参照]

#### [16年度業務実績]

[後掲：<3>環境分野 化学物質のリスク評価・管理技術 化学物質総合評価管理プログラム 《5》参照]

### 《14》省エネルギー型鋼構造接合技術の開発 [平成15年度～平成17年度、中間評価：平成16年度]

#### [16年度計画]

[後掲：<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《3》参照]

#### [16年度業務実績]

[後掲：<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《3》参照]

### 《15》インクジェット法による回路基板製造プロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

#### [16年度計画]

[後掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《8》参照]

#### [16年度業務実績]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《8》参照]

## 《16》交流超電導電力機器基盤技術研究開発[平成12年度～平成16年度]

### [16年度計画]

本プロジェクトは、超電導技術を利用し、大容量の電力を高効率・高安定に送電できるケーブル等交流電力機器の基礎となる技術確立することを目的に、超電導発電関連機器・材料技術研究組合交流機器技術部長 安田 健次氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「超電導送電ケーブル基盤技術の研究開発」においては、ケーブル製作時のピッチ調整およびフィラメントツイスト<sup>6</sup>等の大容量導体の低損失化技術開発に取り組むとともに、短絡試験用超電導ケーブルの製作等を実施する。また、超電導応用基盤技術研究開発プロジェクトで作成したY系線材を活用し、模擬導体を作成、評価する。

研究開発項目 「超電導限流器基盤技術の研究開発」においては、中間層膜および超電導膜を形成する条件の適正化により、3cm×10cmサイズで均一な<sup>7</sup>臨界電流密度の超電導膜を作成し、限流素子の長時間通電時の電流分布や常電導転移時の挙動の把握等により、最終目標を達成する限流器(超電導薄膜型、整流器型)の評価試験を実施する。

研究開発項目 「トータルシステム等の研究」においては、短絡試験機等を用いた超電導限流器(超電導薄膜型、整流器型)の動作検証試験を行うとともに限流器の導入効果、経済性について評価検討を実施する。また、超電導ケーブルに関する、500m長尺ケーブルの荷電、冷却試験および短尺ケーブルによる過通電、短絡試験を実施するとともに超電導ケーブルの導入効果、経済性について評価検討を実施する。

6 フィラメントツイスト：超電導線材をよじる技術

7 作成する超電導薄膜の臨界電流密度の均質目標については機器側要求仕様としてまとめる。

### [16年度業務実績]

平成16年度は、計画に基づいて計3プロジェクトを実施した。具体的なプロジェクトの実績は以下のとおり。

研究開発項目 「超電導ケーブル基盤技術の研究開発」においては、アルカリ土類銅複合酸化物((Sr,Ca)-Cu-O)にてピッチ2.5mm、ツイスト数19芯のバリア線を試作し、 $I_c=6.2A$ 、 $J_e=6,800KA/cm^2$ を達成し、試作した線材により3KA導体を設計し、交流損失について単心シールド付で0.8W/m、三心一括型シールド付で1.0W/mの試算結果を得た。

また、短絡試験用導体(単尺長10m)を9本製作し、短絡試験の供試体とした。

さらに、超電導応用基盤技術研究開発プロジェクトで作成したY系線材の供給を受け、導体化のための基本性能(サマルサイクル試験、曲げ試験、引っ張り試験、オーバカレント試験)を確認し、1m導体を試作し、 $I_c$ 測定、交流損失を測定評価した。

研究開発項目 「超電導限流器基盤技術の研究開発」においては、中間層膜および超電導膜を形成する条件の適正化(成膜時間、温度)により3cm×10cmで均一性(±8%)の膜作成技術を達成した。

また、前年度までに確立した技術、製作した装置により限流器(超電導薄膜型、整流器型)の評価試験を実施し、最終目標を達成していることを確認した。

研究開発目標 「トータルシステム等の研究」においては、短絡試験機等を用いた超電導限流器の動作検証試験を実施するとともに限流器の導入効果、経済性について評価検討を実施した。

また、超電導ケーブルに関しては、500m長尺ケーブルの課電、通電、課通電試験を実施し長期使用や周辺機器の故障時においても安定して使用可能であることを確認した。

さらに、研究開発項目で作成した単尺ケーブルにより課通電、短絡試験を実施するとともに超電導ケーブルの導入効果、経済性について評価検討を実施した。

## 《17》フライホイール電力貯蔵用超電導軸受技術研究開発[平成12年度～平成16年度]

### [16年度計画]

電力分野で実現期待度の大きいフライホイール電力貯蔵システムとして大型化に適したラジアル型超電導軸受に関して、その要素技術の課題を明確にし、応用技術として10kWh級試験機の製作・運転試験を通して産業分野への早期実用化を図るための適用可能性と課題を明確にすることを目的に、財団法人国際超電導産業技術研究センター 盛岡超電導技術応用研究所所長代理 腰塚 直己氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「超電導軸受要素技術」においては、超電導軸受を構成する要素技術(載荷力向上、回転損失低減、軸降下低減)について、平成12年度から平成15年度までの研究開発成果を評価し、取り纏める。

研究開発項目 「超電導軸受応用技術」においては、超電導軸受をフライホイール電力貯蔵装置へ適用するための応用技術(軸降下抑制、フライホイール軸制振、フライホイール本体の高性能化・高品質化)について、平成12年度から平成15年度までの研究開発成果および運転試験結果を評価し、取り纏める。

### [16年度業務実績]

超電導軸受要素技術、超電導軸受応用技術及び超電導軸受に関する技術調査について、今フェーズ(平成12年度～15年度)における研究開発成果を評価し、技術資料として取り纏めた。超電導軸受要素技術、超電導軸受応用技術及び超電導軸受に関する技術調査に取り組み、研究開発の着実な推進によって、以下のとおり基本計画の最終目標を達成した。

研究開発項目 超電導軸受要素技術開発

目標：載荷力密度 10N/cm<sup>2</sup>、載荷力あたりの回転損失 2mW/N の性能を持つ 100kWh 級フライホイールシステムに適用できる超電導軸受要素技術の見通しを得る。

- ・載荷力向上:10kWh 級軸受モデルで過冷却(67K)により目標の載荷力密度 10N/cm<sup>2</sup>を達成した。100kWh 級軸受モデルでは、磁気回路の高磁場化等により窒素冷却温度(77K)で目標を上回る 11N/cm<sup>2</sup>を達成した。
- ・回転損失低減:100kWh 級軸受については数値解析により評価を行い、磁気回路への渦電流抑制構造の採用、超電導バルク体の配置最適化等による回転損失低減対策によって、目標を上回る 0.55mW/N を達成した。

研究開発項目 超電導軸受応用技術開発

目標：10kWh 級運転試験装置の製作、運転試験を通じて課題をシステム側の視点から明らかにする。

特に、超電導フライホイールシステムの早期実用化に不可欠な軸降下抑制対策の効果を 10kWh 級運転試験装置で検証し、実用化のための課題を明らかにする。

- ・10kWh 級運転試験装置による性能検証:10kWh 級運転試験装置を設計・製作、石川島播磨重工業(株)における工場試験で 7,500rpm(電力貯蔵容量 2.24kWh)までの安定回転を実現し、超電導軸受、制御型磁気軸受、CFRP 回転体等の性能を検証した。特に、非線形ゼロパワー制御及びホモポラ磁極を採用した制御型磁気軸受を用いて、ローターの弾性振動の安定化効果を確認するとともに、従来(ヘテロポラ磁極)に比べ回転損失を大幅に低減できることを確認した。

また、軸降下抑制対策としての予荷重法、過冷却法の有効性を確認した。

## 《 1 8 》低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発 [平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度]

### [16 年度計画]

自動車用金属ベルト無段階変速機(CVT)、水圧機器の弁・ポンプ・シリンダ部品、及び発電用タービン軸受等の駆動機器の省エネルギー化のため、共通基盤技術として、摺動部の摩擦損失を大幅に低減する材料表面制御技術確立することを目的に、岩手大学工学部教授 岩淵 明氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「潤滑膜の構造・特性及び生成機構の解明のための評価・解析技術に関する研究」においては以下の研究を行う。

- ・CVT 及び水圧機器環境の境界潤滑膜の力学特性及び膜厚の測定方法を検討する。境界潤滑膜構造を TEM 解析し、力学特性との関係を調査する。
- ・境界潤滑膜の生成過程を調査するため、構造変化を TEM で調査するとともにラマン分光によるその場観察と化学分析の条件を検討する。
- ・接触解析理論により摩擦係数を算出し、実機模擬試験と比較し、摩擦モデルを検討する。
- ・各種皮膜の摩擦面の観察・分析結果を総合し、各機器システムの環境に適する摩擦面モデルや設計指針を検討する。
- ・軸受の高面圧化を理論的に裏付ける焼付きモデル構築のため、変形領域の検討及び単一 3 次元くさびモデルの有限要素法弾塑性解析とそれに基づく統計接触機構解析により、摩耗モードのシビア/マイルド遷移判別理論を立証する。

研究開発項目 「CVT 動力伝達システムの最適効率化に関する研究」においては以下の研究を行う。

- ・高摩擦化対策(添加剤、表面形状、硬さ)の影響を検証するため、ユニットフリクション変化およびブリー・ボールスブライン部転動寿命を確認する。
- ・有望な皮膜構造及び表面微細加工と摺動特性との関係の調査と境界潤滑膜の形成状態の動的解析により、皮膜、表面加工、添加剤の最適な仕様を選定する。
- ・非正常弾性流体潤滑を考慮した混合潤滑解析により、高摩擦係数を発現する最適テクスチャーのメカニズムを解明する。
- ・低粘度潤滑油における疲労摩耗特性を解明し、低粘度対策を考慮した潤滑剤の基本仕様を提案する。
- ・模擬摺動試験機の摩擦-速度特性の精度(±5%以内)を検証し、摩擦係数 10%向上を確認する。

研究開発項目 「高効率高耐久性水圧機器システムに関する研究」においては以下の研究を行う。

- ・各種皮膜のトライボロジー特性に及ぼす溶存成分、圧力、温度の影響を評価する。
- ・水環境摺動試験装置と模擬試験装置を用いて、比摩耗量 10<sup>-8</sup>mm<sup>2</sup>/kgf を達成する部品形状と皮膜を調査する。
- ・PV 特性(負荷荷重と摩擦速度の積)等の摺動特性に及ぼす境界潤滑膜、表面性状の影響を定量的に把握する。
- ・耐キャピテーション性の評価方法を確立し、改善策を検討する。耐食性評価を継続する。
- ・DLC 中の水素量が摺動特性に及ぼす影響を調べる。基材/DLC 膜の界面構造制御による密着性改善を検討し、限界面圧を明らかにする。密着性は、内部構造、組成の異なる複数の薄膜との積層化、異元素添加、基板の表面微小形状等の効果を調査する。有望な系を実機模擬環境において評価する。

- ・有望な皮膜及び機器構造を適用したポンプ、バルブ、シリンダを設計、製作し、実機使用条件下の性能を評価する。
  - ・有機分子膜修飾膜のトライボロジー特性を評価し最適皮膜の選定と潤滑機構の検討を行う。摩擦面のトライボケミカル生成物のせん断強度測定方法を検討する。
- 研究開発項目 「耐高面圧複合軸受システムに関する研究」においては以下の研究を行う。
- ・平成 15 年度の摺動試験及び軸受表面被膜の解析結果を踏まえ、最適な境界潤滑膜を形成する材質を絞り込む。
  - ・絞り込んだ材質にて実機大の軸受試験を行い、中間目標の許容最大面圧 30% 向上を確認する他、軸受材候補を選定する。
  - ・摺動試験後表面を分析し、軸受の表面性状の影響機構と制御原理の解明に着手する。軸受表面を構造、組成等の化学的観点と、硬さ、せん断強度等の力学的観点から解析する。
  - ・実用化の見通しを得るため、実機使用条件(環境・運転条件)を模擬する長期信頼性評価軸受試験機を設計製作する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16 年度業務実績]

- 研究開発項目 「潤滑膜の構造・特性及び生成機構の解明のための評価・解析技術に関する研究」
- ・CVT 摺動環境下ブロックオン試験を行い、摺動面断面を TEM 観察し、境界潤滑膜の成分や結晶性の変化に関しデータを得た。水圧機器については走査型<sup>3</sup> D<sup>2</sup> 顕微鏡(SPM)を導入、Ag 等をモデル物質として検討、境界潤滑膜の塑性変形挙動と共に膜厚、硬度等の測定条件について知見を得た。
  - ・摩擦試験機をラマン分光器に接続、動作確認を実施、更に DLC 膜を用いた摩擦試験に適用し、摩擦相手の表面状態や DLC 膜質の違いによる表面状態への影響について知見を得た。
  - ・力学モデルについては摩擦係数を流体潤滑項と境界潤滑項とに分離、後者については Halling の理論式の妥当性を検討。このためには潤滑膜せん断強度、基板有効硬さの測定技術が重要なので検討を継続中。また PEEK 複合材軸受の TOF-SIMS 分析から摩擦中の物質の移着状況が観測され、本法の有効性が示された。

- 研究開発項目 「CVT 動力伝達システムの最適効率化に関する研究」
- ・添加剤については摩擦面生成物の差異を詳細に解析、TEM, XPS を使用した境界潤滑膜形成過程について知見を得た。その他通電法による解析装置を導入、評価に着手。
  - ・境界潤滑膜の解析データより摩擦係数向上には硫化物が大きく関与するものと思われ、これは摺動試験でも裏付けられた。
  - ・表面微細形状の効果については前年度迄の知見から模擬摺動試験機にて  $\mu$ -V 特性を評価の結果、平均粗さと  $S_m$  値の小さいほど高摩擦係数となることが判った。この表面形状作りこみのためスーパーフィニッシュを選定、トライアル加工を開始。
  - ・潤滑油についてはこれまでの環境制御因子研究結果から Ca スルホネートを基礎添加剤とし、これにイミド系、P 系及び S 系添加剤を配合することによって高摩擦化と耐磨耗性との両立を図ったオイルを試作した。
  - ・模擬摺動試験機と実機 box 試験機の  $\mu$ -V 特性を比較検討した結果、耐久試験相当摺動距離後の場合も含め  $\pm 5\%$  以内の精度で計測可能であり、境界潤滑膜成分でも両者はほぼ同等であることが SEM-EDX 分析により示された。これにより CVT 実機の摺動環境を<sup>3</sup> 的に模擬する試験方法に見通しがついた。本試験機により前記試作オイルを評価したところ、市販品に対し安定して 10% 以上高い摩擦係数を示した。

- 研究開発項目 「高効率高耐久性水圧機器システムに関する研究」
- ・水環境要素を検討の結果、摩擦係数・摩耗量に影響を及ぼす要素として、水道水中  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  及び温度の影響が大きい事、また、圧力、溶存酸素の影響は小さい事が判明した。
  - ・ピストン摺動試験装置においてピストンに DLC 皮膜表面処理、シリンダに銅系材料を用い、ピストン-シリンダ間の隙間は  $20 \sim 30 \mu m$  およびピストン側を凸球形状、シュー側を凹球形状にした組合せとした耐久試験を行い、比摩耗量  $1.0^{-8} mm^2 / kg f$  になることを確認した。
  - ・CrN 及び CrSiN 膜について広範囲な荷重、滑り速度条件下で摺動試験を実施継続中。DLC 皮膜を施したポンプ模擬摺動耐久試験を実施、基材表面粗さの影響を調査、比摩耗量  $1.0^{-8} mm^2 / kg f$  を得た。
  - ・耐キャビテーションについては ASTM 準拠の方法にて試験を実施、最大損傷速度期、減速期となる条件を把握した。なお人工水道水中 12 ヶ月浸漬試験にて各種皮膜 (CrN, CrSiN, DLC) においてコーティング欠陥部からの優先的腐食は認められず。
  - ・DLC 皮膜の耐剥離強度は内部応力の大きさに相関、膜中水素は相手材磨耗量低減及び摩擦係数減に寄与(但し相手材にもよる)することが判明。DLC 皮膜密着性については製膜条件の適正化によりそれを向上させた。
  - ・DLC 皮膜を施したポンプ、シリンダ及びバルブの実機を設計製作、耐久試験を進めている。
  - ・トライボケミカル生成物せん断強度測定については評価解析 G と共同で SPM を用いた測定に着手。環境水中成分、材料の影響についてはアルコール添加水潤滑下、含 Si 材料の磨耗特性について調査。

- 研究開発項目 「耐高面圧複合軸受システムに関する研究」

- ・軸受材料として炭素繊維及び PTFE 添加量の最適化により耐摩耗性及び摩擦係数の向上を図った結果、許容最大面圧 30~50%向上を達成。また TOF-SIMS データから PTFE 分散性向上が更なる耐高面圧化に重要との見通しを得た。
- ・摺動試験面の TOF-SIMS による表面分析を行い、PTFE 由来と思われる FeF<sup>+</sup>等の 2 次イオンを検出、またそれらは摺動条件が厳しくなると減少傾向にあることが判った。
- ・最終目標面圧下で模擬可能な実機大軸受の長期信頼性評価試験機を設計製作した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。  
当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 1 9 》変圧器の電力損失削減のための革新的磁性材料の開発 [平成 14 年度～平成 16 年度]

### [16 年度計画]

総発電量の約 5.6%に達する全送配電損失の内大きな割合を占める、変電所を始めとして送配電経路で使用されている変圧器による電力損失の低減を目指して、送配電変圧器の電力変換効率に直接関わる磁性材料として、既存の材料と比較して、大幅に磁氣的損失を改善した革新的磁性材料（電磁鋼板）を開発、実用化することを目的に、JFE スチール株式会社スチール研究所副所長 小松原 道郎氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「鉄損低減に最も効果的な薄膜物質の探索とその高速成膜技術」においては、CVD ラボ装置にて移動鋼板への高速・連続成膜および反応ガス混合・濃度・流速・温度の適正条件の研究を行い、パイロット規模の電磁鋼板処理ラインでの実験に反映させることにより、処理材が磁氣的特性 0.60W/kg 以下を満たす技術であることの確認につなげる。また、鋼板の CVD 成膜技術の適用拡大を視野において、膜物質と膜構造の最適化も含めた本技術分野の世界動向の調査を行う。この調査を踏まえ、外部アドバイザー委員他との議論の下、新規な鋼材処理技術としての発展性を検討する。
- 研究開発項目 「小型試験コイルを用いた高速・連続成膜技術」においては、研究開発項目 で開発された高速成膜技術を反映させたパイロット規模の CVD 成膜方式電磁鋼板処理ラインにより小型試験コイルを用いた高速・連続成膜実験を行い、処理材が 0.60W/kg 以下の磁氣的特性を満たすと同時に経済性のある技術であることを確認する。
- 研究開発項目 「高性能変圧器の設計・製作と性能評価」においては、研究開発項目 の高速・連続成膜実験で作製した材料を用いて実用規模の数種の送配電用変圧器を設計・試作し、性能の評価を行う。具体的には、得られた開発材の磁氣特性を変圧器の電力変換効率改善に生かす電磁氣的基礎解析を行い、高効率・低騒音型変圧器を設計・試作し、現行材を使用した同型の変圧器との性能比較及び信頼性評価試験（電力変換効率、騒音特性及び熱劣化等に対する信頼性評価）を行う。

### [16 年度業務実績]

- 研究開発項目 「鉄損低減に最も効果的な薄膜物質の探索とその高速成膜技術」においては、電磁鋼板表面への TiN 薄層皮膜の賦与が磁氣的損失低減に最適であることを見出し、CVD 技術を反映させたパイロット規模成膜装置を新設し、製造試験を行い、熱 CVD 法により最大 0.7 μm/min の高速成膜技術を確立した。  
CVD ラボ装置にて移動鋼板への高速・連続成膜および雰囲気ガス状態（反応ガス混合、濃度、流速、温度）の適正条件の研究を行い、パイロット規模の電磁鋼板処理ラインでの製造試験条件の選定に反映させた。さらに、鋼板の CVD 成膜技術の適用拡大を視野に、本プロジェクトに関連する技術分野の世界動向を調査するとともに、外部アドバイザー委員を招聘した技術委員会を開催し、新規な鋼材処理技術としての発展性について検討した。
- 研究開発項目 「小型試験コイルを用いた高速・連続成膜技術」においては、CVD 技術を反映させたパイロット規模の電磁鋼板処理装置にて 350mm 幅小型試験コイルを用い、0.7 μm/min の連続高速成膜に成功し、従来材鉄損 W17/50 = 0.75 を 0.63W/kg まで低減することを確認した。
- 研究開発項目 「高性能変圧器の設計・製作と性能評価」においては、高速・連続成膜実験で作製した材料を用いて実用規模の 3 種類の送配電用変圧器を設計・試作し、性能の評価を行い、現行材を使用した変圧器と比較し、鉄損を最大 2.3%低減されることを確認した。また、開発材を用いた変圧器は、騒音特性に優れ、熱特性による信頼性も同等であることを明確化した。

さらに、高効率・低騒音型変圧器の市場調査と開発材との競合技術・製品であるアモルファス合金変圧器の技術特性や技術開発動向について調査を行い、開発材の性能及び信頼性の改善へフィードバックした。

## 《 2 0 》高効率熱電変換システムの開発【課題助成】[平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度]

### [16 年度計画]

[後掲：< 5 > エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《6》参照]

### [16 年度業務実績]

[後掲：< 5 > エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《6》参照]

## 《 2 1 》高効率高温水素分離膜の開発 [平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価：平成 16

## 年度]

### [16 年度計画]

効率高温水素分離機能を有する無機膜と、従来型に替わる高効率水素製造システムとして応用可能な高効率高温水素分離膜モジュールの設計・製造技術などの基盤技術を確立することを目標に、東京大学大学院 工学系研究科教授 中尾真一氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「分離膜微細構造制御及び化学組成制御技術」においては、水素分離膜の開発として、液相反応および気相反応プロセスを利用した微細構造制御技術及び化学組成制御技術の開発を継続する。平成 16 年度は、水素分離膜と支持基材について、下記に示す中間目標を達成する。また、平成 16 年度末には、小規模モジュール実証試験に向けた材料系の選定を実施する。これらの研究開発に併行して、無機膜技術の最新動向調査も継続して、研究開発のより一層の効率化を図る。

中間目標値：

- (1) 耐熱温度 500 以上
- (2) 500 以上での水素分離膜特性  
水素透過率： $10^{-7} \sim 10^{-6} \text{mol/m}^2\text{sPa}$  で、透過係数比 ( $\text{H}_2/\text{CO}$ )：100 以上
- (3) 分離膜支持多孔質基材の水素透過率： $3 \times 10^{-6} \text{mol/m}^2\text{sPa}$  以上

研究開発項目 「膜モジュール化技術」においては、分離膜集積化基盤技術、分離膜モジュール製造プロセス技術、分離膜/基材と改質反応触媒の複合化技術、膜システム要素技術および膜モジュール設計の支援技術の各要素技術の開発を継続する。上記項目と同様に、下記中間目標値を達成するとともに、小規模モジュール実証試験に向けて、各要素技術の具体的な候補材料系、プロセス技術を選定する。なお、膜モジュール設計の支援技術においては、平成 16 年度末までに膜モジュール設計シミュレーションシステムを構築する。また、開発技術の燃料電池システムへの適用性、およびその他分野への波及効果等の調査を継続して、開発技術の早期実用化のための具体的な指針を得る。

中間目標値：

- (1) 500 以上に应用可能なシール技術、低応力接合技術を開発する。
- (2) メタン改質効率 80%以上に適した改質触媒を選定する。
- (3) CO 低減化触媒膜を開発し、水素中の CO 濃度を耐 CO 被毒アノード触媒で許容される 100 ppm まで低減する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「分離膜微細構造制御及び化学組成制御技術」においては、開発を継続し、シリカ系、シリカ複合酸化物系及び多元素系ナノコンポジット膜で中間目標を達成した。また Si-O 膜と Si-Ni-O 系では、500 の水蒸気雰囲気下でも優れた水素選択透過性を示す分離膜を開発した。ナノコンポジット膜の開発では、500 での水素透過率が  $10^{-7} \text{mol/msPa}$  オーダーで、He に対して 100 以上、窒素に対して約 3000 の水素選択透過性を実現した。その他、非酸化物系分離膜の開発では、ポリマープレカーサーの設計・合成と、中間層と分離活性層の合成基礎技術を確立した。支持基材の開発では、最適化検討を継続し機械特性も両立させる製造技術を確立した。また水素分離膜の微細構造、耐熱性及び耐水蒸気性、水素分離膜支持基材の熱及び機械特性の評価手法・装置の開発を継続するとともに、技術動向を調査して研究開発の効率化を図った。

研究開発項目 「膜モジュール化技術」においては、開発を実施し中間目標を達成した。分離膜集積化基盤技術では、低応力接合と耐熱シール基礎技術を用い支持基材を集積したバンドルを試作した。分離膜モジュール製造プロセス技術では、自動スプレー製膜装置とキャピラリーミニモジュールの試作を継続して、合成プロセス最適化に必要なデータを集積した。更にモジュール実証試験前倒し着手のため、研究加速財源で多孔質支持基材製造用装置とミニモジュール製膜装置を導入し、歩留向上と製膜技術の高度化を図った。分離膜/基材と改質反応触媒の複合化技術では、膜反応器の各種パラメータと性能の関係を検討し、高性能水素分離膜を用いた場合は、濃度分極が問題となることを明らかにし、これを回避するため膜と触媒の配置に付き基礎的知見を得た。膜反応器システム要素技術では、CO 低減化技術の開発を継続し、Pt 担持ジルコニア触媒膜を開発した。また反応熱供給技術の開発を実施して、バンドル構造の内部温度分布への影響に付き基礎的知見を得た。膜モジュール設計の支援技術を継続して、膜モジュール設計因子に関する知見を集積した。更に膜モジュール設計シミュレーションシステム開発も継続して、分離膜モジュール構造最適化システム等を開発した。また早期実用化の指針を得るため、燃料電池システムへの適用性とその他分野への波及効果等の調査を継続した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《22》高効率有機デバイスの開発 [平成 14 年度～平成 18 年度；中間評価：平成 16 年度]

### [16 年度計画]

[再掲：<2> 情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プロ



グラム 《18》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《18》参照]

## 《23》SF<sub>6</sub>フリー高機能発現マグネシウム合金組織制御技術開発プロジェクト [平成16年度～平成18年]

[16年度計画]

SF<sub>6</sub>フリーなマグネシウム溶解・精製および結晶粒を微細化するマグネシウム合金凝固プロセスの開発、そのマグネシウム合金の機械的性質をアルミニウム合金同等レベルに高める成形加工プロセス技術の開発を目的として、平成16年度には公募により民間企業等の実施者を選定するとともに、実施者が行なう以下の実用化開発を支援する。

研究開発項目 「SF<sub>6</sub>フリーマグネシウム溶解・精製および、マグネシウム合金凝固プロセス技術の開発」においては、Ca添加によるマグネシウム溶湯難燃化手法の最適化検討に着手する。また、不純物分離、脱ガス、介在物分離技術の検討に着手する。さらに、成形加工用マグネシウム合金素材の組織微細化技術の検討に着手する。

研究開発項目 「マグネシウム合金の機械的性質を高める成形加工プロセス技術の開発」においては、高靱性化展伸加工プロセス技術の開発に着手する。また、高クリープ抵抗化射出成形プロセス技術の開発に着手する。さらに、高剛性化複合加工プロセス技術の開発に着手する。

[16年度業務実績]

当該プロジェクトの公募手続きについては、平成16年3月19日に公募を開始、平成16年4月19日に公募を締め切り、平成16年6月2日に選定結果の通知を行った。

SF<sub>6</sub>フリーマグネシウム溶解・精製およびマグネシウム合金凝固プロセス技術の開発

本項目では、量産レベルでのSF<sub>6</sub>フリーマグネシウム溶解・精製および、結晶粒を微細化するマグネシウム合金凝固プロセス技術を開発することを目標としている。

本目標の達成に向け、平成16年度は、既存の溶解・鑄造装置のレベルでCa添加によるマグネシウム溶湯難燃化手法の最適化検討に着手し、基本合金AZ31ベースに成形加工プロセス検討用サンプルを試作するとともに、Ca添加による溶湯難燃化技術の基礎データを採取した。一方で、プロセス開発に必要な溶解・鑄造装置の設計・製作・導入を行い、試運転を開始した。

また不純物・非金属介在物分析技術の開発ならびに不純物分離、脱ガス、介在物分離技術の検討に着手し、さらに成形加工用マグネシウム合金素材の組織微細化のための超音波微細化装置の開発を行い、装置の導入が完了した。

マグネシウム合金の機械的性質を高める成形加工プロセス技術の開発

本項目では、SF<sub>6</sub>フリーマグネシウム溶解・精製、およびマグネシウム合金凝固プロセスで得られるマグネシウム合金の靱性、クリープ抵抗、および引張り強さを二輪用構造部材用アルミニウム合金と同等レベルに高める成型加工プロセス技術の開発を目標としている。

本目標の達成に向け、平成16年度は、高靱性化展伸加工プロセス技術の開発に着手した。具体的には、研究開発用装置（押出温度制御装置、形材巻き取り装置、圧延装置、固化押出装置、粒状原料装置、結晶方位解析用評価装置等）の設計・製作・導入を行うとともに、上記の既存溶解・鑄造装置を用いて試作した基本合金AZ31をベースにCaを添加した素材を用い、既存加工設備を利用しての基礎調査を行った。高靱性化展伸加工プロセス技術では既存の押出設備での押出素材を用いた引抜加工を実施し基礎データを採取した。一方、圧延における材料特性・組織挙動の基礎調査を行った。

高クリープ抵抗化射出成形プロセス技術では装置の試作と実験手法の検討を行い、高剛性化複合加工プロセス技術では、予備調査として加工度の機械的性質への影響調査を実施した。また、これら加工プロセスを経て得られた線材、パイプ材、板材、押出材を評価ユーザー（二輪車メーカー）に提供し、具体的な製品としての基礎評価を実施して平成17年度研究開発にフィードバックするための基礎データを得た。

## 《24》次世代F T T H構築用有機部材開発プロジェクト [平成16年度～18年度]

[16年度計画]

高速・大容量情報伝達・処理システムの汎用化により、我が国が世界をリードする高度な光ネットワーク技術の普及を促進するために、低コストかつ低消費電力の光ネットワーク用有機部材の開発を行う。高性能、高信頼性かつ低コストの光回路の実現によって、一般家庭やオフィスにおけるブロードバンドの活用をいっそう加速することを目的として、平成16年度には公募により民間企業等の実施者を選定するとともに、実施者が行なう以下の実用化開発を支援する。

研究開発項目 「高機能プラスチック光ファイバー（POF）の開発」においては、以下のとおり研究開発を行う。

- 1) 新材料（フッ素系新ポリマー等）の開発において、透明なフッ素ポリマーの開発は主に1980年代に行われているがその頃POF材料としての評価が行われていないため、新ポリマーの設計・合成以外にそれら既知材料の再評価も行う。具体的には「新規ポリマーの開発・基礎評価」、「既知ポリマーの基礎再評価」、「共重合ポリマーの開発」について検討を行う。
- 2) 連続押出技術開発によるマルチコアPOFの試作においては、「目標値の設定（コア径、心数、クラッド厚み等の目標設定）」、「連続押出量産機設計のための小型機設計検討（ドーパント拡散制御、ポリマー流動制御等の基礎検討）」を行う。



研究開発項目 「有機光回路部材の開発」においては、有機光回路部材開発のため、実装構造を取り込んだ光導波路作製が可能な簡便な技術を開発し、経済的ポリマー光回路を作製するため、現時点で有望と考えられる新規な簡便加工プロセス技術を比較検討しつつ、大口径光導波路作製に適用し得る技術を開発する。また、有機光回路の評価基準確立のため、素材・部材・光導波路・実装構造の一体的評価を可能とする評価手法を開発し、あわせて評価チップを作製し、ポリマー光回路に適した評価規格を策定することを課題としている。具体的には以下の項目について研究を行う。

- 1) 実装構造を取り込んだ光導波路作製が可能な簡便な技術の開発においては、光分配器・光分波路用途における新規高性能光学部材の検討、実装構造を取り込んだポリマー光回路モジュール化のための新規な簡便加工プロセス技術（複製技術、自己形成、直接露光）の検討を行う。
- 2) 有機光回路の評価基準確立においては、素材・部材・光導波路・実装構造の一体的評価を可能とする評価手法を検討し、素材レベルの評価、実装構造の評価を総合的に行う簡便な光導波路 in-situ 評価手法を検討する。

#### [16年度業務実績]

当該プロジェクトの公募手続きについては、平成16年3月19日に公募を開始、平成16年4月19日に公募を締め切り、平成16年6月2日に選定結果の通知を行った。

以下の実用化開発を支援した。

研究開発項目 「高機能プラスチック光ファイバー（POF）の開発」

- 1) 新材料（フッ素系新ポリマー等）の開発  
POFの伝損損失10dB/km以下を達成するための理論的解析を行い指針を得た。上記指針を満足する新規高Tgポリマーを2種見出し、試作を実施。併せて既知ポリマーで有力な候補材料を見出した。上記指針を満足する新規ドーパントを1種見出した。種々の新規ドーパント試作実施。
- 2) 連続押出技術開発によるマルチコアPOFの開発  
低曲げ損POFとしてマルチコアGI-POFの試作実施。屈折率1.337以下の材料をダブルクラッド層に用いると、目標の曲げ損を達成する可能性を確認した。

研究開発項目 「有機光回路部材の開発」

- 1) 実装構造を取り込んだ光導波路作製が可能な簡便な技術の開発  
デバイス設計に必要な光線追跡法、多層膜フィルタ特性計算プログラムを作成、マルチモードデバイス用シミュレータ作成。初年度の16年度は大口径マルチモード光導波路の設計、作製を実施。マルチモード光導波路の低コスト実装については、モノリシック実装のための曲げ導波路の設計、評価項目の検討、低コストピグテール化の具体的手法を検討し提案。水平光回路からの光垂直取り出し回路設計では、曲げによる方式の基礎実験ならびにシミュレーションによりマルチモード導波路での設計検証。コア材、コア径、コアの壁面荒さをコントロールした導波路を短時間に作製できた。自己形成導波路技術では、コア径700 $\mu$ mの大口径光導波路の低損失化に目処をつけ、損失約0.1dB/cmを達成した。溶液注入からピグテールデバイス完成まで要する時間が約10分程度に短縮。レーザー直接加工法による検討では、コア系の拡大検討を行い、工法の工夫により200 $\mu$ m $\times$ 80 $\mu$ mを加工可能。レザ照射により、損失を増大させることなく屈折率を上昇可能とできるポリイミド構造を見出した。LAMM法の検討では、120 $\mu$ mの大口径導波路の作製可能性を得た。導波路デバイス（フィルム）の耐熱性が15010秒の最終目標値を達成。信頼性において最終目標の達成可能性を得た。
- 2) 有機光回路の評価基準確立  
簡易チップ及び簡易評価法開発のため、マルチモードの基礎特性評価を行うと共に、PDスライディング法による簡易ロス評価及び導波路壁面簡易評価の基礎検討を行った。簡易評価チップに関してはコア径50-700 $\mu$ mの各種平行導波路の標準チップを作成し、これらを用いてマルチモード導波基礎特性の検討を行った。シングルモード光入射角度と励起モードとの関係、モーダルノイズの基礎特性等検討した。簡易評価法の検討では、PDスライディング法に関して取得したデータを解析、検討を行い有効性の範囲について知見を得ることが出来た。導波路壁面状態の簡易評価法に関しては、低次及び高次の入射モードを用いることにより壁面状態を評価できる目処を得た。

## 《25》積層メモリチップ技術開発プロジェクト【F21】【課題助成】[平成16年度～平成18年度]

#### [16年度計画]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《2》参照]

#### [16年度業務実績]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《2》参照]

## 《26》二酸化炭素固定化・有効利用実用化開発 [平成13年度～平成16年度]

[16 年度計画]

早期に実用化の可能性が高い要素技術等を含めた以下の研究開発テーマを実施することにより、将来的な我が国の温室効果ガス削減の取り組みに寄与する。

研究開発項目 間接加熱式石灰焼成炉の実用化開発 [平成 14 年度～平成 16 年度]

従来の石灰焼成炉では焼成不可能であった微粒石灰石や石灰炉ダストをセラミックチューブに通し、外部加熱することによって石灰石の熱分解を行うことにより、石灰石資源の有効活用に加えて、二酸化炭素の分離回収を目的とする。

具体的には、パイロットプラントの運転を行い、実機設計に必要なプロセスデータの構築と主要部品の長期耐用テストを実施し、実機の概念設計を行う。

研究開発項目 海洋隔離された二酸化炭素の挙動推定の研究開発 [平成 14 年度～平成 16 年度]

流動場再現性の検討や感度実験によるモデルパラメータの調整、中深層での拡散過程を把握するための現場観測等を行い、観測データと数値モデルとの統合により、拡散過程を中心とした予測精度の向上を図り、シミュレーション技術を開発する。

研究開発項目 衛星搭載合成開口レーダデータを利用した森林バイオマスの定量計測事業 [平成 14 年度～平成 16 年度]

CO<sub>2</sub> 固定化に係わる森林計測技術を確立するために、経済産業省が平成 16 年に打上げを予定している ALOS 衛星/PALSAR<sup>8</sup> データを利用して、森林バイオマス導出のトータルシステムを平成 17 年 3 月末を目処に開発する。

コアモジュール、ジオメトリ処理ツール<sup>9</sup>、植生データベースの試作等により構築したシステムの評価・検討を実施し、トータルシステムを開発する。

8 PALSAR : ALOS 衛星に搭載予定の国産ポーラリメトリック SAR (合成開口レーダ) センサ

9 ジオメトリ処理 : 植生図を国土地理院編の数値地図 50mメッシュ(標高)に重ね合わせる処理

[16 年度業務実績]

研究開発項目 間接加熱式石灰焼成炉の実用化開発 [平成 14 年度～平成 16 年度]

特殊な原料や限界加熱温度など、操業条件を大きく変えたパイロットプラントの運転と実機規模プラントの試設計を行った。

- ・パイロットプラントの改造(性能向上、装置の信頼性向上)
- ・パイロットプラントの連続運転実施
- ・実機規模プラントの試設計実施

研究開発項目 海洋隔離された二酸化炭素の挙動推定の研究開発 [平成 14 年度～平成 16 年度]

現場計測を実施し拡散過程を把握すると共に、高解像度モデルによる中規模渦の表現された流動場を用いて、隔離二酸化炭素の挙動予測シミュレーションを実施し、隔離評価が可能な予測手法を構築した。

- ・高解像度海洋大循環モデルの開発
- ・海洋観測(水平流速・密度の鉛直分布)
- ・高解像度シミュレーションの実行
- ・拡散過程の把握

研究開発項目 衛星搭載合成開口レーダデータを利用した森林バイオマスの定量計測事業 [平成 14 年度～平成 16 年度]

昨年度までに開発した各モジュールおよびトータルシステム・バージョン 0.0 を更に改良し実用に供するトータルシステム・バージョン 1.0 を開発し、精度及び処理速度などの総合評価を実施した。

- ・コアモジュールの改良
- ・ジオメトリ r 処理ツールの改良
- ・SAR データ処理ツールの改良
- ・画像化処理ツールの改良
- ・トータルシステム・バージョン 1.0 の開発・評価

## 《 2 7 》地球環境国際連携推進事業 [平成 15 年度～平成 19 年度]

[16 年度計画]

研究開発項目 地球環境国際戦略研究事業

世界的なエネルギー需要安定化の確保、地球温暖化問題などの課題への対応として、大幅なエネルギー需要の増大が見込まれるアジア太平洋地域を中心とした発展途上国等を対象に、我が国の省エネルギー国際協力、クリーンな再生可能エネルギー国際協力を積極的に強化し、資源の賦存状況、エネルギー輸送効率などの観点からも合理性の高い環境調和型のエネルギー需要構造の構築を図る必要がある。

このため、我が国の地球環境問題について、戦略的取り組みに焦点を当てた調査研究、及び各国の動向調査、情報収集調査等を行う。

研究開発項目 地球温暖化防止関連調査等

G H G 協定(化石燃料から排出される温室効果ガス関連技術に関する協力計画のための実施協定)に基づく執行委員会及び各種の専門家会合に出席するとともに、実施協定による事業を支援する。更に

実施協定による事業の成果を、国内関係機関に提供し関連技術の普及促進を図る。また、国内外の JI、CDM 等の地球温暖化防止に係る調査等を実施する。

研究開発項目 IPCC 等国際会議事業

気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）は、気候変動に関する科学的知見を取り纏め評価し、各国政府にアドバイスとカウンスルを提供することを目的とした政府間機構である。

IPCC の第 4 次評価報告書作成に向けた活動状況、及び平成 16 年度開催される予定である気候変動枠組み条約締約国会議（COP10）の協議状況等を踏まえ、IPCC 等の国際機関からの参加者を募り、気候変動問題に関する国際会議を開催する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 地球環境国際戦略研究事業

大幅なエネルギー需要の増大が見込まれるアジア太平洋地域を中心とした発展途上国等を対象に、温暖化防止に関する我が国の戦略的取り組みに焦点を当てた調査研究、及び各国情報収集調査等を行った。

研究開発項目 地球温暖化防止関連調査等

IEA / GHG 協定への協力を行い、実施協定による事業の成果を、国内関係機関に提供し関連技術の普及促進を図った。

またミャンマーにおいて技術移転ニーズ調査を行うとともに、昨年度ニーズ調査を実施したインドネシア・ベトナムに対し対象工場を選定した上での工場診断を実施し、具体的な温暖化対策技術移転案をリストアップする等で技術情報ネットワークを構築した。また、国内の技術移転を検討している関係者・事業者等を対象として、技術移転ハンドブックを作成した。

研究開発項目 IPCC 等国際会議事業

気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）は、気候変動に関する科学的知見を取り纏め評価し、各国政府にアドバイスとカウンスルを提供することを目的とした政府間機構である。

この IPCC 第 4 次評価報告書の作成を通じて温暖化防止対策の技術面・環境面・経済面における評価や、関係各国の動向等の情報を得た。

<非プログラム プロジェクト・事業>

《1》超電導電力ネットワーク制御技術開発 [平成 16 年度～平成 19 年度]

[16 年度計画]

実用化を目指したトータル SMES システムの低コスト化、及び実系統連系試験によるネットワーク制御システム技術の開発・検証を行い、SMES を用いた 100MW 級電力ネットワーク制御システム技術を確立することを目標に、公募により委託先を決定し、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「SMES システムの開発」

SMES システムの開発に必要な各種システム構成技術、実系統連系運転試験によるシステム性能検証、システムコーディネーション技術の設計・製作・検討を行い、100MW 級電力ネットワーク制御システム技術を確立するための開発を実施する。システム構成技術開発では、大容量変換器の低コスト化・高効率化のための設計・コスト分析、金属系を上回る高磁場酸化物系 SMES コイルの設計製作、高信頼性極低温冷凍機の開発、高耐電圧伝導冷却電流リードシステムの開発を行う。システムコーディネーション技術開発では構成技術をトータルシステム化し、負荷変動補償・周波数調整用 SMES（14 万円/kW 以下）、系統安定用 SMES（5 万円/kW 以下）のライフサイクルコスト目標達成のコーディネートを行う。

研究開発項目 「SMES システムの適用技術標準化研究」

SMES システムの適用拡大や円滑化を図るための施策を明確にし、電力ネットワーク制御の要求、ネットワークの規模、形態、目的用途等を調査する。またシステムの最適化、コストミニマム化を可能とするための検討を実施する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年 2 月 10 日に公募の事前周知を行い、3 月 26 日に公募を開始、4 月 26 日に公募を締め切り、6 月 3 日に選定結果の通知を行った。

研究開発項目 「SMES システムの開発」

低コスト大容量変換システム開発については、機器設計、制御性等のシミュレーション解析、コスト分析を行った。金属系を上回る高磁場酸化物系 SMES コイルの設計製作については、Bi2212 ラザフォード導体を用いたコイルを試作し、製作性や基礎性能の検証を行った。高信頼性極低温冷凍機の開発については、80K 無摺動冷凍機の冷却部の構造最適化検討や装置試作、20K 冷凍機の試作を行った。

高耐電圧伝導冷却電流リードシステムについては、システム全体の設計検討を実施した。また、電流リード・冷凍機と同軸一体構成及び低接続抵抗技術の基礎試験を実施した。

実系統連系試験によるシステム性能検証については、試験実施候補場所の負荷変動補償シミュレー

ションを行い、実施場所を決定するとともにパイロットシステム仕様を確定した。

システムコーディネーション技術開発では、100MW 級 SMES システムの要求仕様をまとめ、それを基にシステムの設計検討に着手した。また、安定化制御ロジックを検討した。

研究開発項目 「SMES システムの適用技術標準化研究」

SMES システムの適用拡大や円滑化を図るための施策、調査・検討の具体的な進め方を整理するとともに、SMES システムの目的用途等について調査を進めた。また、SMES システムの適用効果について定量的に評価するための解析モデル調査・作成及び標準化範囲の設定に着手するとともに、SMES の試験法の標準化に向けた各種超電導機器の試験法調査ほかを実施した。

## 《 2 》超電導応用基盤技術研究開発 [平成 15 年度～平成 19 年度]

### [16 年度計画]

Y 系線材において事業化が見通せる高性能・低コスト、長尺線材の作製プロセス技術を開発し、臨界電流 300A/cm 幅以上、線材長さ 500m 以上、製造速度 5m/h 以上等を達成することを目標に、財団法人 国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所線材研究開発部長 塩原 融氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を主に実施する。

研究開発項目 「高性能長尺線材プロセス開発」

(1) 長尺線材化技術開発

200m 以上の高配向中間層を実現し、さらに超電導長尺化装置を用いて 100m 以上で臨界電流  $I_c$  100A 以上の高特性長尺線材開発を目標にする。

(2) 高速・安定成長技術開発

従来の IBAD 法による中間層成膜(0.5m/h)と高速自己配向キャップ層であるセリア成膜(5m/h)の各層厚さを高配向・高速化の観点から適正化する等により総合製造速度の高速化を図り、2m/h 以上の速度を実現する。

(3) 特性向上技術開発等

線材膜厚等の適正化により臨界電流  $I_c$  200A を目標にする。

研究開発項目 「低コスト長尺線材プロセス開発」

(1) 金属基材技術開発

Ni 系合金、クラッド基板及び SOE 基板に関して圧延、熱処理、研磨等各工程の検討を行い、100m 級の高強度配向基板等を目標にする。

(2) 中間層形成技術開発

化学液相法や気相蒸着法による中間層形成等を検討し、平坦且つ X 線半値幅( )が  $10^\circ$  以下で超電導層との反応や不純物の混入を抑制可能な、100m 級中間層作製プロセス開発を目指す。

(3) 超電導層形成技術開発

化学液相法や化学気相法、気相蒸着法等による超電導形成方法を検討し、100A 級の  $I_c$  を有する 100m 級線材作製を目標にする。

研究開発項目 「長尺線材評価・可加工性技術開発」

(1) 長尺線材評価技術開発

通電法のほかに非接触式の誘導法による長尺線材の連続評価技術を開発し、その結果を線材作製プロセス条件の最適化に反映する。

(2) 線材電磁気特性評価技術開発

磁気光学顕微鏡、低温レーザ顕微鏡、磁気ナイフ法等を用いて線材の局所的な電磁気特性及び微細構造に関連した評価を実施し、ここで得られた結果を線材作製プロセス条件の最適化に反映する。

(3) 信頼性評価技術開発、可加工性技術開発

線材の熱的・電磁氣的過渡特性と線材構造との相関関係等を明らかにする。また、テープ線材の加工プロセスや交流損失に関する基礎データの収集に努め、ここで得られた結果を線材作製プロセス条件の最適化に反映する。

研究開発項目 「高温超電導材料高度化技術開発」

(1) 線材材料特性高度化技術開発

$J_c$  を向上させるための高酸素濃度を実現できる具体的なプロセス及び材料の提案を行う。また、Y 以外の希土類元素を用いた材料について、物性基礎データを蓄積し、最適な材料及び作製プロセスの提案を行う。

(2) 線材接合界面特性高度化技術開発

粒界面の組織・超電導特性をミクロスケールで評価し、特性に影響を及ぼす因子を抽出する。また、良質な接合・界面を与えるための材料・プロセスの検討を行う。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「高性能長尺線材プロセス開発」では、ハステロイ基板上に IBAD 法で 200m 以上の配向中間層付基を実現した。このセリアキャップ層付基板上に PLD 法により、世界に先がけて 105m 全長で臨界電流  $I_c = 126A$  の Y 系線材を開発した。高速・安定成長技術開発に関しては、新たなマルチブルーム・マルチターン PLD 法を開発し、長さ 46m の線材を 3m/h の高速で作製し、かつ、 $I_c$  も 182A の高い値を得ることに成功した。特性向上技術開発に関しては、短尺試料で 300A の高  $I_c$  値を得た。機器開発提供用

線材作製に関しては、本プロジェクト内の各開発機関に対して、数百 m の IBAD またはセリア付基板を提供した。また、超電導交流基盤技術開発プロジェクトに、幅 4mm、総長で 40m 以上を提供し、ケーブル開発に使用された。

- 研究開発項目 「低コスト長尺線材プロセス開発」では、NiW テープにおいて、3at%W 添加金属材料を用いて  $\theta < 8^\circ$  を持つ 250m 長尺基板作製に成功した。化学液相法による超電導層形成技術に関しては、焼成条件の適正化等により短尺試料で 413A の高臨界電流を実現した。リール-トゥ-リール式焼成において、90A のエンド-トゥ-エンド Ic 特性を有する 16m 線材作製に成功した。また、100m 対応炉での均一焼成の基礎条件を明らかにした。化学気相法では、模擬長尺線材において 200m の焼成を行い平均で 66A の Ic 特性を確認した。Ho 系超電導材料の両面・幅広成膜による低コスト化技術開発では、中間層では面内配向度  $\theta = 5.8^\circ$ 、表面粗度  $Ra = 6nm$  の特性を有する 100m の長尺中間層形成技術を確立した。また、この中間層上に PLD 法で HoBCO 膜 100m 長線材を作製し、38~118A の Ic 特性を確認した。
- 研究開発項目 「長尺線材評価・可加工性技術開発」では、非接触型及び直接通電型の評価装置導入と動作試験を実施し、長尺線材の連続評価のための体制を整えた。線材電磁気特性評価技術開発に関しては、磁気光学法、SQUID 顕微鏡による高分解能磁束観察、磁気ナイフ法による線材幅方向での Jc 分布評価等を系統的に行い、得られた知見を線材作製プロセスにフィードバックした。可加工性基礎技術に関しては、70m 長線材によりソレノイドコイルを試作し、過冷却液体窒素 (65K) 中で 0.27T の磁場発生に成功した。また曲げ応力下での交流損失を測定し、さらに引っ張り応力下での交流損失測定装置を設計した。伝熱挙動評価技術に関しては常電導転移伝播特性を測定した。
- 研究開発項目 「高温超電導材料高度化技術開発」では、過剰に酸素を含む組成が臨界電流値に関して有利であるとの知見を得た。また、Y を Gd で置換した系について、PLD 法による超電層成膜プロセスの検討を行い、安定成膜のためには Ba 欠乏組成を原料として用いる事が有効であることを見出した。線材接合界面特性高度化については、人工結晶粒界面での磁束や超電導状態の測定等を行い、結晶粒界面角度と臨界電流特性の関係について基礎的なデータを取得した。また、線材間接合については、低抵抗接合のプロセス検討を行った。

### 《 3 》地球環境保全関係産業技術開発促進事業 [平成 2 年度 ~ ]

#### 《 3 》 - 1 地球環境適応型産業技術動向調査

##### [16 年度計画]

地球環境適応型の産業技術の確立という観点から、地球環境産業技術に関する調査テーマ等について公募・選考していく。具体的には、地球環境保全に資する研究開発を推進するには、国内の研究開発ポテンシャルを活用するのみならず、先進国を中心とする諸外国と研究交流を効率的に進めることが重要であることから、国内外の研究者の招聘・派遣による調査・研究や国際セミナーの開催等による国際的な研究交流、地球環境産業技術に関する調査等を実施する。

##### [16 年度業務実績]

平成 16 年度は「九州地区における二酸化炭素削減可能性調査」を実施した。九州地区において、二酸化炭素排出削減の可能性を検討するために二酸化炭素の集中排出源の調査を行い、排出削減のケーススタディを行うことにより、排出削減の実施に当たって生じる技術的・経済的課題に加えて、法的課題や住民合意等の課題を抽出し、さらに課題解決のための提案を行った。

### 《 4 》地球環境産業技術に係る先導研究 [平成 13 年度 ~ 平成 17 年度]

##### [16 年度計画]

- 研究開発項目 地中高温環境利用 CO<sub>2</sub> 固定化技術に関する先導研究 [平成 14 年度 ~ 平成 16 年度]  
CO<sub>2</sub> 固定可能量およびコスト評価のため、平成 15 年度に行った秋田県雄勝地域での現場実験用の基礎データを活用し、それをもとに CO<sub>2</sub> を地下注入する際の注入条件 (流速、温度、圧力等) 等の調査を行う。
- 研究開発項目 最適モニタリング設計技術に関する先導研究 [平成 14 年度 ~ 平成 16 年度]  
CO<sub>2</sub> 挙動を記述できる既存シミュレーターの限界について考察し、液相および気液二相状態への対応策を明らかにする。弾性波ポストプロセッサの関係式を整理し基本設計を行う。坑井を使用したモニタリングの現場実験により適用限界等の調査を行う。
- 研究開発項目 超臨界二酸化炭素を利用した硬質ポリウレタンフォーム製造技術の確立 [平成 15 年度 ~ 平成 17 年度]  
超臨界・亜臨界二酸化炭素を発泡剤として使用した、硬質ポリウレタンフォームの製造技術を確立する。平成 16 年度は、超臨界・亜臨界二酸化炭素のウレタン原料に対する相溶性、混合液の挙動、及び成形品の特性評価、基礎的なモデル実験を進め、実用化のための調査を行う。
- 研究開発項目 断熱用発泡樹脂中の代替フロン等の回収と分解に関する研究 [平成 15 年度 ~ 平成 17 年度]  
建築用や業務用冷蔵庫・冷凍庫の断熱用発泡樹脂製造の際に発泡剤として使用され、残存している HFC 等代替フロン (過去に使用された CFC、HCFC を含む) を効率良く回収および処理基礎技術を確立するための調査を実施する。
- 研究開発項目 冷媒に HFC を使用しない空気サイクル冷凍システムの冷蔵、空調利用に関する研究 [平成 15 年度 ~ 平成 16 年度]

- デシカント（冷媒空気乾燥）システムとエアサイクルシステムの統合による空気冷媒の冷凍・空調システムを確立するための調査を実施する。
- 研究開発項目 大気圧プラズマによる代替フロン等3ガス（HFC、PFC、SF<sub>6</sub>）の分解処理装置の開発 [平成15年度～平成17年度]  
大気圧プラズマを用いた温暖化ガスの処理装置（排水中のフッ化物と処理後のガスのみを排出し、水は循環使用することを特徴とする）の開発を行う。
- 研究開発項目 温室効果ガス代替物質の革新的製造技術開発に関する先導研究 [平成16年度～平成17年度]  
多孔性触媒担体の開発とこれを用いる触媒の検討から新規な高効率フッ素化触媒の開発を行い、代替物であるHFC、HFE合成への応用を検討して触媒の性能、寿命の向上を目指す。さらに、HFEの効率的で環境影響負荷が低い新規合成法の開発、代替物の高精度な評価データの蓄積と予測手法の開発を進め、代替物の高効率製造技術の本格的な研究開発に必要な基盤技術開発を行う。
- 研究開発項目 CO<sub>2</sub>を固定しやすいコンクリートおよび建設構造部材の開発 [平成16年度～平成17年度]  
製造時に大量のCO<sub>2</sub>を排出するセメントコンクリートを、大気中のCO<sub>2</sub>を積極的に固定する材料技術に転換し、セメントコンクリートからのCO<sub>2</sub>排出をトータルとして大幅に抑制するための、構造性能を損わずにCO<sub>2</sub>を効率よく固定化するコンクリートの開発を実施する。
- 研究開発項目 堆積盆の地質学的複雑系に依存したCO<sub>2</sub>地中溶解（隔離）技術に関する先導研究 [平成16年度～平成17年度]  
わが国の大規模堆積平野において、一般に地中貯留にとっては不利と考えられる複雑な地質形態と泥層の半透水性ともいべきシール能力の低さを逆利用し、複雑な拡散経路に伴うCO<sub>2</sub>の移動の遅延効果により、CO<sub>2</sub>を三次元的に地層中に拡散・溶解させる、つまり長期にわたり安定した非構造的CO<sub>2</sub>地中隔離が可能であることを実際の地質モデルに基づいたシミュレーションによって示し、将来の本格的な実証研究への布石とする。

[16年度業務実績]

- 研究開発項目 (平成14年度～平成16年度)「地中高温環境利用CO<sub>2</sub>固定化技術に関する先導研究」  
地中高温地帯にCO<sub>2</sub>を地中貯留すると、岩石中のCaやMgと反応して、CO<sub>2</sub>が炭酸塩として沈殿固定化されるとともに、岩石亀裂中で沈殿する場合には、セルフシーリング効果により、その下部にCO<sub>2</sub>を安定的に貯留するシステムを形成することが期待できることから、地中高温地域にCO<sub>2</sub>を貯留して固定する技術を開発するための室内実験、現場評価試験を行うと共に、可能貯留量とコスト評価を行い、以下の通り、実用化試験のための設計を実施した。
- ・CO<sub>2</sub>固定システムの検討及び実用性評価
  - ・CO<sub>2</sub>-岩石反応の室内実験及び評価
  - ・雄勝実験場の地下水特性調査と実用化実験の計画検討
- 研究開発項目 (平成14年度～平成16年度)「最適モニタリング設計技術に関する先導研究」  
流体流動シミュレーションならびにシミュレーション結果と重力、比抵抗などの物理探査データを直接的に結びつけるポストプロセッサを用いてCO<sub>2</sub>の注入時やその後の挙動を予測し、最も費用対効果が期待できる方法によるモニタリングを実施するための以下の研究開発を行った。
- ・CO<sub>2</sub>地中挙動に関する研究
  - ・ポストプロセッサに関する研究
  - ・物理探査データ取得のためのフィールド調査
- 研究開発項目 (平成15年度～平成17年度)「超臨界二酸化炭素を利用した硬質ポリウレタンフォーム製造技術の確立」  
断熱材である硬質ポリウレタンフォームの発泡剤として、超臨界・亜臨界二酸化炭素を使用する基礎技術の研究を行い、現場発泡・工場生産分野で従来製品と同程度の安全性、断熱性能、コスト、施工性を有する硬質ポリウレタンフォーム製造のための以下の調査を行った。
- ・超臨界二酸化炭素のプラスチック全般に対する溶解性について調査
  - ・超臨界二酸化炭素のウレタン原料に対する溶解量について評価方法を確認
- 研究開発項目 (平成15年度～平成17年度)「断熱発泡樹脂中の代替フロン等の回収と分解に関する研究」  
建築用や業務用冷蔵庫・冷凍庫の断熱用発泡樹脂製造の際に発泡剤として使用され、残存しているHFC等（過去に使用されたCFC、HCFCを含む）を、建物の解体現場等で効率よく回収および処理するために、溶解・脱泡によるHFC等回収技術と流動層燃焼によるHFC等分解処理を組み合わせ、一括したHFC等の分解処理装置の研究開発として、以下の項目について調査を実施した。
- ・溶媒を用いた発泡ポリウレタンの可溶化
  - ・熱分解による脱泡
  - ・フロン類の分解
  - ・発泡プラスチック熱分解残さの燃焼特性
- 研究開発項目 (平成15年度～平成16年度)「冷媒にHFCを使用しない空気サイクル冷凍システムの冷蔵、空調利用に関する研究」  
デシカント（冷媒空気乾燥）システムとエアサイクルシステムの統合による空気冷媒の冷凍・空調システムを確立するため以下の調査設計を行った。
- ・デシカントローター調査
  - ・排熱利用熱交換器の設計

- ・デシカントローター・空気サイクル複合システム設計と評価
- 研究開発項目 (平成15年度～平成17年度)「大気圧プラズマによる代替フロン等3ガス(HFC、PFC、SF<sub>6</sub>)の分解処理装置の開発」  
 温暖化係数の大きい温室効果ガスである代替フロン等3ガス(HFC、PFC、SF<sub>6</sub>)を大気圧プラズマを用いて無害化し、処理後のエミッションも極めて少量で、小型かつ運搬可能な分解処理装置の以下の項目について開発を行った。
- ・リアクタ本体最適化
  - ・分解副生成物低減
  - ・排水処理技術
- また、研究開発を加速するため、本研究は平成17年1月1日付けをもって、(株)アドテックプラズマテクノロジー(広島県福山市)に権利義務承継された。
- 研究開発項目 「温室効果ガス代替物質の革新的製造技術開発に関する先導研究」[平成16年度～平成17年度]  
 独自に開発してきた多孔性金属フッ化物を応用展開し、耐腐食性触媒担体とその構造制御、これを用いる触媒の検討から新規な高効率フッ素化触媒の開発を行い、代替物であるHFC(HFC-245fa、HFC-32)、HFE(HFE-245mc、HFE-143m)の合成への応用を検討して触媒の性能、寿命の向上を目指す。さらに、HFE(RORf、RfCHFCF2OR)の効率的で環境影響負荷が低い新規合成法の開発、代替物の高精度な評価データの蓄積と予測手法の開発を進め、本格研究に必要な以下の基盤技術の開発を行った。
- ・高効率触媒の開発と触媒フッ素化による代替物合成技術の開発
  - ・新規合成法による代替物の合成と代替物評価
  - ・フッ素化学に係る研究動向の調査
- 研究開発項目 「CO<sub>2</sub>を固定しやすいコンクリートおよび建設構造部材の開発」[平成16年度～平成17年度]  
 製造時に大量のCO<sub>2</sub>を排出するセメントコンクリートについて、大気中のCO<sub>2</sub>を積極的に固定する材料技術に転換し、セメントコンクリートからのCO<sub>2</sub>排出をトータルとして大幅に抑制するため、CO<sub>2</sub>を固定しやすいコンクリートを実現し、製造時に排出されたCO<sub>2</sub>を効率よく固定する技術と、CO<sub>2</sub>を固定しやすいコンクリートとアルカリによる保護を要しないよう鋼材を配置した超寿命の鋼・コンクリート複合構造について以下の開発を行った。
- ・構造性能を損わずにCO<sub>2</sub>を効率よく固定化するコンクリートの開発。
  - ・CO<sub>2</sub>を固定化し中性化したコンクリートを用いて鋼材の構造性能を発揮させる新たな鋼・コンクリート複合構造部材の開発。
- 研究開発項目 「堆積盆の地質学的複雑系に依存したCO<sub>2</sub>地中溶解(隔離)技術に関する先導研究」[平成16年度～平成17年度]  
 一般的に地中貯留にとっては不利と考えられるこのような複雑な地質形態と泥層の半透水性ともいうべきシール能力の低さを逆利用し、複雑な拡散経路に伴うCO<sub>2</sub>と地層水との接触面積の増加と垂直方向への移動の遅延効果により、CO<sub>2</sub>を三次元的に地層中に拡散・溶解させることにより、長期にわたり安定した非構造的CO<sub>2</sub>地中隔離が可能であることを実際の地質モデルに基づいたシミュレーションにより以下の実証を行った。
- ・各種堆積相の地質モデルとパラメータの検討
  - ・地下浅部の地層の物性値の取得
  - ・CO<sub>2</sub>流動シミュレーターにおける物性パラメータの検討
  - ・CO<sub>2</sub>流動シミュレーターによるモデル実験
  - ・ケーススタディ地域の地質モデルの構築

## 《5》省エネルギーフロン代替物質合成技術開発[平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

### [16年度計画]

オゾン層の破壊やその他の環境影響が少なく温暖化効果も小さいフッ素系フロン代替物質(以下、「フロン代替物質」という。)の工業的合成法の探索及び検討により、エネルギー効率が高く工業的に有効な合成技術の開発を行い、省エネルギーの観点から総合的な環境負荷の低減を目指す。平成16年度は、半導体・液晶製造等の分野について、対象とするフロン代替物質の工業的合成工程を明確化すると共に、その製造方法を確定し、大量製造のための基盤技術を確立することを目的に、以下の研究開発を実施する。

CO<sub>2</sub>等について、合成試験装置による調査と検討、合成に伴う分析装置、システム設計・製作、合成に伴う除害装置の設計と製作及び工業的用途調査を実施する。

オクタフルオロ-2-ペンチンについて、合成技術開発研究、合成法の調査、地球環境影響評価、物性試験及び工業的用途調査を実施する。

CF<sub>3</sub>Iについて、パイロットプラントによるフロン代替物質工業化プロセスの研究、反応器と蒸留塔の開発、合成プロセスの評価研究の設置及び工業的用途調査を実施する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に実施する中間評価の結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16年度業務実績]

(1) 中間物質のCOF<sub>2</sub>生成(CO+F<sub>2</sub>→COF<sub>2</sub>)の試験装置設計と装置の設置を完了。本設備により精製条件の検証および装

置性能の確認を完了した。(なお、再委託先の産総研では新規触媒として反応表面積が従来の3倍あるAI系などの多孔質触媒の開発を15年度までに完了している。)

- (2) 超微細ドライエッチングプロセスに適用可能な化合物としてオクタフルオロ-2-ペンチン(CF<sub>3</sub>C CCF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)、オクタフルオロ-1,4-ジエン(CF<sub>2</sub>=CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>=CF<sub>2</sub>)等を提唱。オクタフルオロ-2-ペンチンは実験室合成に成功し、工業化の目処を得た。
- (3) CHF<sub>3</sub>とヨウ素Iの直接反応によりCF<sub>3</sub>Iを工業的に合成するための基礎技術開発(反応器、触媒)を完了。パイロットプラントとして反応、蒸留系の設備設置を完了し、工業化のためのスケールアップの検討を進めている。なお、当該研究開発PJは平成16年度追加的予算を配分し、開発中の省エネ型半導体エッチングガス(CF<sub>3</sub>I)について、半導体製造工程に適用するためのCF<sub>3</sub>I使用による半導体(デバイス)、等のプラズマダメージ、機器ダメージ評価試験を実施中である。

なお、テトラフルオロエチレンとトリフルオロエタノール(CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>+CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH CHF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)を原料にオートクレーブ反応器を用いて反応条件や触媒条件を変化させ、反応生成物を同定や選択率の変化の測定を行い、選択率を向上させるための要因や条件の解析を実施した(HFE-347pcf)。また平成15年度にテストプラントで製造を実施し工業化のための基礎検討を完了しているが、これを平成16年度には商品化し販売実績を挙げるところまで来た。また、HFE-254pcについても平成15年度に基礎反応の実用性を確認(CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>+CH<sub>3</sub>OH HF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)しているが、平成16年度には上市化のための追加研究を実施した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年7-8月に新潟大学中井教授を委員長とする委員会で中間評価を実施し、優秀な成績であった。

また、同年11月開催の産構審化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委において3ガスの排出削減量の追加対策が示され、目標値が2%から0.2%へとより厳しくなった。重点削減分野には金属製品に係わる事項(マグネシウム製造分野)が含まれており、特に排出量の多い成形のカバーガスの代替物質開発の重要性が指摘された。

## 《6》アジア/太平洋地域環境技術普及促進事業[平成3年度~]

### [16年度計画]

アジア諸国の経済成長に伴い、近年廃棄物処理に伴う水質汚染問題等の公害問題が大きくなってきている。このため、我が国が有する環境観測データ、環境対策技術等に関する情報等を活用しつつ、環境対策技術を活用した環境に調和した地域社会システム構築に関する共同事業等を提案する。具体的には当該対象国の主要な省庁及び関係機関を対象に検討委員会等を開催し、環境保全技術に関する意見を収集するとともに、これまでの戦略的技術普及計画の実施状況等を精査し、戦略案の推進体制のあり方、施策のあり方等を調査し取りまとめる。

### [16年度業務実績]

当初、計画していたものの実施せず。

## 3 R 関連技術

### [中期計画]

環境・資源制約を克服し、これを新たな成長の要因とする循環型経済社会システムを構築するため、2010年度までに、再利用率を一般廃棄物で24%、産業廃棄物で47%に、最終処分量を一般廃棄物、産業廃棄物とも半減(1997年度比)することを目標に、必要な3R技術の確立・実用化を図る。具体的には、廃棄物の大量排出の抑制、処理困難物への対応、再生資源の有用性の観点から、自動車リサイクル技術、リサイクル困難物対策技術、建築リサイクル技術等の開発等を行う。

### <3Rプログラム>

#### [16年度計画]

環境・資源制約を克服し、これを新たな成長の要因とする循環型経済社会システムを構築することを目的とし、平成16年度は計5プロジェクトを実施する。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は、計画に基づいて計5プロジェクトを実施した。

## 《1》環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術の開発[平成14年度~平成18年度、中間評価：平成16年度]

### [16年度計画]

自動車材料等として広く使用されている鋼材への適用を目指し、超微細粒鋼について、成形・加工技術、利用技術等の基盤技術の開発を行うと共に、自動車鋼板としての適合性の評価を行うことを目的に、財団法人金属系材料研究開発センター特別研究員(東京大学名誉教授)木内 学氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高度大歪加工技術」においては、オーステナイト<sup>1</sup>領域での大歪付与<sup>2</sup>による結晶粒微細化(静水圧高速大歪加工技術)、高速多パス最終仕上げ圧延による歪蓄積法の創出(超高速多段仕上げ圧延技術)及び製品形状変形を起こさずに歪付与を可能とする複合歪付与技術開発の3要素プロセスの基盤技術開発を行い、超微細結晶粒鋼の自動車鋼材としての適合性を評価した上で、熱間加工薄板製造プロセス(統合プロセス)開発の基盤作りを行う。



研究開発課題 「革新的ロール・潤滑技術」の中のロール技術においては、耐面圧性を有するスーパーサーメットロール<sup>3</sup>の開発と、耐摩耗性を有する超微細炭化物分散型ロールの開発のそれぞれで、設計・試作を行う。

潤滑技術においては、耐焼付き性に優れるグリースベース潤滑剤と、摩擦係数制御が容易な液状コロイド潤滑剤のそれぞれをベースとした各種潤滑剤の基礎データを更に蓄積し、摩擦係数の制御性を高める。

研究開発課題 「革新的接合技術」においては、溶接部及び熱影響部を極小化するレーザー接合、接合温度を極低温化する低温拡散接合及びその中間的な手法である摩擦拡散接合のそれぞれで、超微細粒鋼に対する有効性を確認した上で、最適接合条件を明らかとする。

研究開発課題 「計算科学を応用した大歪加工モデル」においては、マクロプロセスモデル、ミクロスケールモデル、ナノスケールモデルの個別要素技術で、基礎データの採取をする。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に実施する中間評価の結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

1 オーステナイト:Feの結晶構造の1つ。本プロジェクトのテスト材である炭素含有量0.05~0.2%程度の単純組成鋼では850以上で形成される。

2 大歪付与:圧延加工において90%/パス等、従来技術と比較して大きな歪みを与えること

3 スーパーサーメットロール:従来耐摩耗性に優れたロールとして使われているサーメットロールに対して耐面圧性を向上させた本プロジェクトで開発する新規ロール

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「高度大歪加工技術」については、700程度で90%/パスと同等の歪蓄積効果を実現できる革新的な歪蓄積技術プロセスを開発する観点から、粗加工工程での静水圧高速鍛造大歪加工技術、仕上加工工程での超高速多段仕上加工技術、仕上後加工工程での複合歪付与技術に取り組み、個別に実証試験装置を設計・製作し、随時データ収集を行ってきた。平成16年度終了時点では、各工程における超微細粒鋼化に及ぼす影響が把握でき、その方向性が明らかとなる見込みである。

研究開発項目 「革新的ロール・潤滑技術」のうちスーパーサーメットロールについては、耐面圧性2500MPaを確保するため、各種層構造での引張り強度;1000MPa以上が確保出来る技術的確立を果たした。また、超微細炭化物分散型ロールについては、耐摩耗性向上(現状のセミハイスロールの5倍)を達成した。潤滑技術については、グリースベース潤滑剤及び液状コロイド系潤滑剤の2分野において各種潤滑剤の摩擦係数制御研究を推進。摩擦係数制御として0.4~0.1間の制御技術のめどが得られた。

平成16年度までの2テーマの研究成果をもとに、研究計画に沿ってテーマの絞り込みを検討し、スーパーサーメットロールおよび液状コロイド系潤滑剤の研究を継続することで決定した。

研究開発項目 「革新的接合技術」については、少なくとも溶接部及び熱影響部の極小化または接合温度の極低温化する必要があることから、前者としての母材冷却等を組み合わせたレーザー接合、後者としての低温拡散接合、その中間的な手法としての摩擦攪拌接合において、溶接部強度を中心にデータ収集中である。平成16年度時点では、小試験片で、それぞれの接合方法の超微細粒鋼に対する有効性が確認でき、接合条件等検討の方向性が明らかとなった。

研究開発項目 「計算科学を応用した大歪加工モデル」については、マクロプロセスモデル ミクロスケールモデル ナノスケールモデルを連結したマルチスケールモデリングを採用し、工業生産時のプロセス設計に利用できるツールを完成させることを目指し、個別要素技術の研究開発に着手した。平成16年度では、歪速度300(1/sec)という世界初の高歪速度試験機の設置を行い、シミュレーションモデルの高精度化のための組織形成機構解明の新しい研究段階に入った。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

## 《2》アルミニウムの不純物無害化・マテリアルリサイクル技術開発【課題助成】[平成14年度~平成16年度]

#### [16年度計画]

自動車スクラップからアルミニウムと他の有益な素材とを選別し、再度、自動車用素材(展伸材)として利用可能な再資源化技術を早期に確立することで、エネルギーの使用の合理化及び循環型社会の構築に資することを目的として、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 アルミニウム再生材中の鉄の無害化技術

鉄の許容量拡大技術の開発については、急凝固と加工熱処理のそれぞれに対して、溶湯圧延装置を用いた実験を継続して実施し、圧延-熱処理工程における製作条件の検討を進め、実用化に向けての最適な製作条件を確立する。また、平成15年度より取り組んでいる成形性評価技術を完成させる。さらに、再生材の接合技術の開発については、不純物の影響の少ない最適な接合技術を確立する。

研究開発項目 アルミニウムリサイクルのビジネスモデルの構築

平成15年度までに実施した異種アルミニウム材料混入時のリサイクルシステム予測と実態評価、固相選別技術とその性能調査、アルミニウム多用車の徹底選別時の不純物混入量調査等の結果の分析・検討を進め、アルミニウムリサイクルのビジネスモデル構築を完了させる。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 については、溶湯圧延を用いて再生材中の鉄の許容量を拡大する技術開発を行った。自動車ボディへ

の適用のため大型部品（フェンダ形状モデル型）にて成形性などを評価した。その結果、鉄量に拘わらず、成形性は比較的従来工程材よりも優れていた。また、曲げ加工性および耐食性は鉄量とともに低下したが、前者は加工熱処理により改善され、後者は0.4%以下では従来材と同等以上であると確認された。

研究開発項目 については、実車から解体したアルミニウムフードの再溶解試験を実施した結果、塗料付きのスクラップの場合には塗料除去のための前処理工程として、＜シュレッド＋キルン加熱＞処理工程を組み入れたリサイクルシステムを提案する必要があることが分かった。使用済み自動車からのアルミニウムスクラップマテリアルリサイクルモデルを検討した結果、当面はスクラップ回収量が少ないために小規模炉（容量4tの回転炉）での単発的な操業になるものの、現状の車が10年後に廃車になる場合であっても新地金より安価な再生地金としてマテリアルリサイクル可能な回収条件が提示された。また、開発したLCA評価ソフトを用いてアルミニウム化による軽量化のメリットを評価した結果、リサイクルを確実にし、全ての走行乗用車を究極のアルミ軽量車にすれば、その燃費の向上による二酸化炭素の排出量の削減量は1990年の日本の全排出量の1%となることが分かった。さらに、乗用車はレンタル方式とし、10年間の使用後には全車回収し素材リサイクルするとした場合、リサイクルシステムの完成後の内部コストは、ガソリン代も素材コストも基準車より低減することが分かった。

### 《3》電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発【課題助成】[平成14年度～平成16年度]

#### [16年度計画]

リサイクルが困難とされ、現在埋立処分されているシュレッターダストをはじめとする廃棄物の埋立量の削減による最終処分場の余命延長等に貢献することを目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 シュレッターダスト等の減容固化技術

シュレッターダスト等に含まれる廃プラスチック等を有効に還元剤として利用するとともに、その燃焼熱を鉄スクラップに有効に着熱させるためには、電炉内で急速燃焼させることなく緩慢燃焼させる必要がある。このため、様々な成分・形状からなるシュレッターダスト等を、破碎・加熱溶融・プレス形成等により装入及び燃焼に最適な組成・密度・形状に減容固化する前処理技術を開発する。

研究開発項目 減容固化物の電炉へのハンドリング・装入技術

炉形式によらず減容固化物の緩慢燃焼を確実なものとするため、代表的な炉形式である交流電炉及び直流電炉各々に適した減容固化物の炉内への最適ハンドリング・装入方法を開発する。

研究開発項目 電炉利用技術

電炉内における燃焼の安定、着熱効率の向上（現状の5%から30%）、鉄スクラップの酸化抑制/酸化鉄の還元促進のため、炉内雰囲気と燃焼の関係について調査し、炉内雰囲気を制御する等の炉内燃焼制御技術を開発する。

研究開発項目 電炉ダスト処理・副生物リサイクル技術

電炉から排出されるダストを適正に処理するとともに、残渣中の鉄分を回収する技術を開発する。また、塩素等の挙動を解析し、鉄回収効率を向上するとともに操業トラブルを回避するプロセス技術を開発する。

#### [16年度業務実績]

シュレッターダスト等の減容固化技術

シュレッターダスト等に含まれる廃プラスチック等を有効に還元剤として利用するとともに、その燃焼熱を鉄スクラップに有効に着熱させるためには、電炉内で急速燃焼させることなく緩慢燃焼させる必要がある。シュレッターダスト等を、実証設備を用いて減容固化し、電炉へのハンドリング・装入及び炉内での燃焼試験を実施した。最終目標である固化物中へのシュレッターダスト混装率20%での減容固化技術を確立した。

電炉利用技術

電炉内における燃焼の安定、着熱効率の向上、鉄スクラップの酸化抑制/酸化鉄の還元促進のため、炉内雰囲気等の炉内燃焼制御技術の実証試験を実施するとともに、電炉排ガス中の塩素等の挙動を解析した。固化物の安定した緩慢燃焼と加担剤（還元剤）としての効果を確認し、最終目標である固化物を電炉に40kg/粗鋼t装入した場合の固化物燃焼熱の鉄スクラップへの着熱効率30%を達成した。電炉排ガス中のダイオキシン除去技術開発は平成17年度に引き続き実施する。

電炉ダスト処理・副生物リサイクル技術

電炉ダストのウェルツキルンによる処理に伴うダイオキシン類の発生抑制及び除去手段の最適化とともに、副生クリンカーからの鉄分回収効率の向上のために、クリンカー改質・微粒鉄分離の実機試験・解析を実施した。クリンカー中の塩素濃度は水洗により1%以下を達成し、屋内空冷法による再酸化防止によりクリンカー中の金属Feの再酸化率10%以下を達成し、いずれも最終目標をクリアした。電炉ダスト処理設備の排ガス中のダイオキシン除去技術開発は平成17年度に引き続き実施する。

### 《4》高塩素含有リサイクル資源対応のセメント製造技術開発【課題助成】[平成14年度～平成16年度]

#### [16 年度計画]

現在セメント産業において多種・多量な廃棄物等の受入にあたり品質管理上問題となっている塩素、重金属等の回収・利用に係るシステムの開発を行い、廃棄物最終処分場余命の延長を図ることを目的に、以下の研究開発を実施する。

##### 研究開発項目 高効率塩素バイパス技術

平成 15 年度までに構造検討と設計を行った高抽気型プローブ（高塩素インプットレベルでの運転に対応可能なプローブ）を製作して実キルンに装着し、耐久性能と抽気性能についての実証試験を実施する。このことにより、塩素インプット量 500ppm に対応可能な高抽気塩素バイパス技術を確立する。

##### 研究開発項目 脱塩脱重金属分離回収・精製・無害化処理技術

平成 15 年度に導入した実証試験設備を用いた設備運転実証試験により、バイパスダスト水洗・脱塩プロセスの安定化を図るとともに、脱塩水からの重金属除去プロセスや塩回収プロセスの最適化を行い、システム全体のランニングコストを産業廃棄物として処理するコスト以下とする運転技術を確立する。

#### [16 年度業務実績]

研究開発項目 新構造の高抽気型プローブ（クリンカ換算塩素 500ppm インプット対応型プローブ）の 1 / 3 スケールモデルを製作して実キルンに装着し、耐久性能と抽気性能についての試験を実施し、実規模プローブの基本仕様を決定した。

研究開発項目 脱塩・塩回収システム実証試験設備の安定運転を阻害する要因を把握・改善した。脱塩水からの重金属除去プロセスや塩回収プロセスの最適化を行い、システム全体のランニングコストを産業廃棄物として処理するコスト以下とする運転の見通しを得た。

連続運転によるシステムの実証までを助成対象とすることが決定したため、助成期間が平成 17 年度まで延長された。

### 《 5 》 建築廃材等リサイクル技術の開発 [ 平成 12 年度～平成 16 年度 ]

#### [16 年度計画]

建設発生木材のリサイクル率 90%を実現するためのブレークスルーを図るべく革新的な技術を確立することを目的に、以下の研究開発を実施する。

##### 研究開発項目 建築解体木材の品位に対応したリサイクル技術の研究開発

建築廃木材再資源化の基盤技術の確立を目指し、高耐水性ボード（MDF）成型技術を確立、パーティクルボードへの展開、化学処理木材への弾性塗料の適用確認、接触温冷感の評価方法の確立、液化コスト低減（木粉比率の増大）を目指して世界初の高温無触媒法液化法を開発する。木材液化による安全処理法の開発において CCA 剤除去率向上の検討を行う。

##### 研究開発項目 建築解体木材を用いた木質ボード製造技術の研究開発

建築解体木材再資源化の基盤技術の確立を目指し、建築解体木材受入からフレック製造までの最適フロー案の作成（物流方式毎の設備能力算定及びトータルコストの把握）、家電混合廃プラスチック受入から原料化までの最適フロー案の作成（物流方式毎の設備能力算定及びトータルコストの把握）、合板（高強度）レベルの品質目標確保に向けた配合・製造方法の開発、ボードの形状や構成・配合を踏まえた多用途展開の可能性調査、及びその技術開発を行う。

#### [16 年度業務実績]

##### 研究開発項目 「建築解体木材の品位に対応したリサイクル技術の研究開発」

（1）高品位材ではホルムアルデヒドの放散研究を行いフェノール MDF ボードは無垢材と同等以上の性能を有することを見いだした。また床暖房を想定した熱負荷の繰り返し試験を行い、曲げ・弾性率等の各種物性値には大きな影響がないことが判明した。リフォーム用床材の試験生産については昨年に引き続き好調である。

（2）中品位材では木材の均質な液化技術の開発を行い、ボードに使用できる液化条件を見いだした。

（3）低品位材では CCA 剤を効率的に抽出する条件を求め 95%除去可能条件を見いだした。また、抽出後の液化物について発泡を抑える固化技術を開発し、安全処理技術を確立した。

##### 研究開発項目 「建築解体木材を用いた木質ボード製造技術の研究開発」

合板レベルの品質を目指し廃プラスチックの均一分散の為の各種技術開発を行い安定した各種物性値のボードを開発した。また各種コストダウン方策を検討し安価なエネルギー源への変更策等を見いだした。また合わせて事業性のある高意匠性付与ボードの技術開発・試作を行った。

#### < 非プログラム プロジェクト・事業 >

### 《 1 》 製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発 [ 平成 15 年度～平成 17 年度 ]

#### [16 年度計画]

「環境負荷最小での持続可能な社会」の実現のために、環境影響負荷低減活動を普及促進させることを目的に、独立行政法人 産業技術総合研究所 稲葉 敦氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

##### 研究開発課題 製品等に係る L C A

- 平成 15 年度に引き続き、自動販売機、戸建て住宅、電子・電気機器について、他の製品にも適用できる汎用インベントリーデータとするとともに、分析手法については配分手法の影響を評価する。
- 研究開発課題 静脈系に係る L C A  
平成 15 年度に引き続き、使用済みプラスチック、使用済み自動車、使用済み電子・電気機器、廃電線について処理プロセスデータを収集するとともに、整合性について検討する。また、3 R L C A 手法の開発と処理システムのモデル化の概念設計を行う。又、品質等を考慮したデータの整備・実験等を行う。
- 研究開発課題 インパクト等 L C A の研究開発  
平成 15 年度に引き続き、被害化係数と統合化係数の不確実性の分析をするとともに、社会的合意性を重視した統合化係数のアンケート調査を実施する。又、室内空気質の改善等の新規影響領域を対象とした特性化係数、被害係数、統合化係数のフレームワークを明確にする。
- 研究開発課題 L C A のケーススタディの開発  
千葉県、岩手県、三重県における L C A については、15 年度に引き続き、環境影響評価及び空間的なマテリアル・エネルギーフローを考慮した施設設計を行う。又、新に創出される静脈系産業の把握と波及効果を評価する。  
北海道別海町におけるバイオガスプラントに係る L C A については、15 年度に引き続き、バイオガスプラントのガス発生量の計測及び他のプラントとの比較を行う。又堆肥化施設からのガス発生量の実測を行うとともに、農地還元後の農地からの植生条件等を明確にする。

#### [16 年度業務実績]

- 研究開発項目 については、本年度、自動販売機、戸建て住宅、電子・電気機器の使用時のインベントリーデータを収集し、汎用データ化手法（サイズ依存性、データカバー率等）と分析手法の開発およびそれらの手法の課題抽出を行った。
- 研究開発項目 については、使用済みプラスチック、使用済み自動車、使用済み電子・電気機器、廃電線について、スクラップインベントリーデータを収集し、上記 4 対象物について、3 R L C A 手法のケーススタディを実施し、モデル化における課題の抽出を行った。
- 研究開発項目 については、重要な影響領域（資源消費、温暖化など 8 領域）を対象に被害化係数と統合化係数の信頼性向上を目的として、不確実性分析を実施するとともに、社会的合意性を重視した統合化係数の開発のため、200 人規模の面接調査を実施し、課題の抽出を行った。
- 研究開発項目 については、千葉県では、バイオマス利活用に伴う環境影響の評価、岩手県では、県北一般廃棄物処理による環境影響評価、三重県では多気町クリスタルタウン計画の環境影響評価を L I M E 手法により実施し、各自治体への環境負荷のための提言を行った。また酪農学園では、別海町バイオガスプラントにおける環境影響排出物（二酸化炭素、亜酸化窒素など）、およびライフサイクルエネルギーの実測、算定を行い、従来の酪農法との環境負荷低減効果の差を明確にした。

## 化学物質のリスク評価・管理技術

#### [中期計画]

人の健康や生態系に有害な化学物質のリスクを最小化するため、化学物質のリスクの総合的な評価を行いつつ、リスクを評価・管理できる技術体系を構築する。具体的には、化学物質排出把握管理促進法対象物質等のリスクが比較的高いと考えられる化学物質の有害性、曝露、長期毒性等を適切に評価するための手法を開発するとともに、化学物質のライフサイクルに亘るリスク等の総合評価を実施する。また、化学物質の製造・流通・使用・廃棄といったライフサイクル全般に亘るリスクの削減を図るため、有害化学物質を原料やプロセス中の中間体として使用しない等の代替技術、新規化学プロセス技術等を活用した環境負荷低減技術を、国際的に調和した適正な化学物質管理に資する技術として開発し、併せて知的基盤の整備を図る。

#### < 化学物質総合評価管理プログラム >

##### [16 年度計画]

環境と調和した健全な経済産業活動と安全・安心な国民生活の実現を図るため、化学物質のリスクの総合的な評価を行い、リスクを適切に管理する社会システムを構築することを目的とし、平成 16 年度は 7 プロジェクトを実施する。

##### [16 年度業務実績]

平成 16 年度は 7 プロジェクトを実施した。

## 《 1 》 化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発 [平成 13 年度～平成 18 年度]

#### [16 年度計画]

化学物質排出把握管理促進法（以下、化管法と略す。）対象物質のうち、特に人への健康リスクが高いと考えられる高生産・輸用量化学物質を中心に、当該物質の有害性情報、暴露情報等リスク評価のための基礎データを収集・整備するとともに、これらを利用したリスク評価手法を開発することを目的として、15 年度に実施した中間評価における高い評価結果及び中間目標の達成状況を踏まえ、引き続き元横浜国立大学大学院環境情報研究院教授（現独立行政法人産業技術総合研究センター長）中西 準子氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を行う。

研究開発項目 「有害性情報の整備及び有害性評価分析」

内外の既存の有害性データベース等からリスク評価の対象物質に関する有害性データの収集、試験動物種、試験期間、標的器官、エンドポイント(化学物質の影響を調べる場合の具体的な評価項目)等の情報整理を継続する。また、約 20 物質について、無毒性量及び一日耐容量摂取量の算出等を行うとともに有害性評価書を作成する。また、暫定的リスク評価の見直し結果を基にリスク評価手法確立のための有害性基礎情報を整備する。

研究開発項目 「暴露情報の整備及び暴露評価手法の開発」

暴露情報の整備として、化管法(環境汚染物質排出移動登録:化学物質排出把握管理促進法)対象物質に関する生産・輸入量や用途別使用量等について、情報の収集・整備を行うとともに、約 20 物質の放出シナリオ文書の作成を継続して実施する。暴露評価手法については、河川中分布予測モデルの関東以外の主要河川に適用するための開発を継続するとともに、全国版広域大気濃度予測モデルへの沿道モデル付加を継続する。摂取量の推定については、引き続き約 20 物質についての推定を実施する。これまでの成果並びに暫定的リスク評価の見直し結果に基づき、推定摂取量等の算出方法を確立し、リスク評価手法構築のための暴露基礎情報を整備する。

研究開発項目 「リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析」

研究開発項目 及び を踏まえ、約 20 物質について初期リスク評価書を作成する。また、これまでに作成したリスク評価書(暫定版)を見直す。詳細リスク評価については、平成 15 年度に引き続き、アクリロニトリル、塩ビモノマー、アルコールエトキシレート、及び T B T 代替防汚物質を中心に詳細リスク評価書(暫定版)を作成する。平成 15 年度に引き続き「クロスメディアアプローチによる環境媒体と摂取媒体中濃度の解析」の開発を継続する。平成 15 年度に引き続き、健康影響についての支払意思額及び非死亡影響の定量的評価に関するアンケート調査結果を踏まえて、リスク管理対策のリスク削減効果分析手法として社会経済分布手法開発を継続する。

#### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「有害性情報の整備及び有害性評価分析」については、平成 16 年度は、内外の既存の有害性データベース等からリスク評価の対象物質に関する有害性データを収集し、試験動物種、試験期間、標的器官、エンドポイント等の情報を整理し、20 物質について無毒性量等を算出し、有害性評価書を作成した。この結果、16 年度までに合計 104 物質について有害性評価書を作成した。なお、平成 15 年度までに 84 物質の有害性データ収集・整備、有害性評価書作成がなされ、中間目標は達成されている。

研究開発項目 「暴露情報の整備及び暴露評価手法の開発」のうち、暴露情報の整備については、平成 16 年度は、化管法 PRTR 制度対象物質に関する情報の収集・整理として、「生産量」、「排出量」、「用途別使用量」、「物理化学性状」等の物質情報を収集・整理し、20 物質について、放出シナリオ文書として排出経路データシートを作成した。特に、ニッケル及びマンガンについては、金属材料を含む製品を中心に、その使用から廃棄に至るライフサイクルを通じた化学物質の放出シナリオ作成を行った。

暴露評価手法の開発については、広域大気中分布予測モデル(AIST-ADMER)は、平成 16 年度は全国版の広域大気中分布予測モデルのサブグリッドモジュール化と沿道モデルの組み込みを行った。

河川中分布予測モデル(AIST-SHANEL)については、既に開発した関東の多摩川水系等の分布予測モデルを基に、関東以外の主要河川に拡張するための開発を実施した。

暴露量の推定とマップの作成については、平成 16 年度は、AIST-ADMER 及び河川中分布予測モデル(AIST-SHANEL、他)を用い、PRTR データに基づいて大気中濃度マップの作成ならびに河川中濃度推計を実施し、最終的に各種環境モニタリングデータ、大気中及び河川中濃度分布推定データを総合的に評価し、20 物質について、ヒト摂取量を推定した。

以上の結果、平成 16 年度までに 104 物質について放出シナリオ文書の作成、環境中濃度の推定及び人の摂取量推定を行った。また、15 年度までに 84 物質について放出シナリオ文書の作成、環境中濃度の推定及び人の摂取量推定を行っており、中間目標を達成している。

研究開発項目 「リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析」のうち、初期リスク評価の実施及び初期リスク評価書の作成については、平成 16 年度に新たに 20 物質の初期リスク評価書の作成を行い、合計 104 物質の初期リスク評価書(暫定版)が作成された。なお、平成 15 年度までに 84 物質について初期リスク評価書を作成しており、中間目標は達成されている。

詳細リスク評価手法の開発については、クロスメディアアプローチによる環境媒体と摂取媒体中濃度の解析手法の開発について、平成 16 年度は、沿岸生態系評価モデルの改良・検証を進めた。リスク管理対策のリスク削減効果分析の一貫として、社会経済分析手法開発について、平成 16 年度は、これまでに開発した、リスクの種類、年齢、リスク認知等の属性の違いが支払い意思額に与える影響を同時に推計する手法や時間損失法、標準儲け法等の手法を基にガイドラインの素案を作成した。

詳細リスク評価については、平成 16 年度に新たに 4 物質(アクリロニトリル、塩ビモノマー、アルコールエトキシレート、イルガロール)についての詳細リスク評価書を作成した。また、中間目標は達成されている。

平成 15 年度に引き続き、リスク管理に関する製造企業の自主管理状況、自治体の取組状況等を調査結果を基に、化学物質リスク評価・管理指針(ガイドライン)を作成した。

## 《2》既存化学物質安全性点検事業の加速化[平成 12 年度～平成 18 年度]

#### [16 年度計画]

早急に対応すべき物質の点検を行いつつ、既存のデータ及び新規に取得するデータの体系化・集大成による知的基盤整備を図り、分解性・蓄積性に係る定量的な構造活性相関手法を開発・活用することにより、化審法上リスク管理の必要性の高い既存化学物質に関する分解性・蓄積性等の科学的知見に基づく点検を実施することを目的として、平成 15 年度に実施された中間評価の結果および中間目標の達成状況を踏まえ、引き続き大阪大学大学院薬学研究科教授 西原力氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「定量的な構造活性相関 (SAR) 手法による化学物質特性予測システムの構築」

##### (1) 「予測システムの開発」

既存及び新規に得られる分解性・蓄積性等のデータを定量的な構造活性相関手法の検討用データベースとして引き続き補充・整備する。平成 16 年度は予測システムの開発に重点をおき、分解性予測システムに関しては部分構造記述子の追加と物質分類法の検討によるシステムの改良、並びに生分解による分解生成物の有無の判定および構造の特定を可能にする機構を追加し、システムによる検証等を実施して、精度の向上を図り、平成 15 年度に構築したプロトタイプの改良を図るとともに、広く外部からの意見を採り入れるため、一般公開用の試用版を作成する。同様に、蓄積性予測システムに関しては既存の生物濃縮データを基に logPow - BCF の相関を再解析・検証し、相関式に関する精度の向上を図り、平成 15 年度に構築したプロトタイプの改良を図るとともに、広く外部からの意見を採り入れるため、一般公開用の試用版を作成する。また、両システムともに、予測システムの検証等を追加する。公開に際してはシステムの適用範囲 (条件) を明確にする。

##### (2) 「予測システムの検証、および加水分解予測機能の開発」

新規物質の情報を活用し、平成 15 年度に構築した分解性および蓄積性予測システムのプロトタイプの検証を行い、当該システムの改良を支援する。また、他の既存システムとの比較から当該システムの長所、短所を把握する。さらに、より複雑な化学物質に適用できるよう、量子力学計算を応用した加水分解予測を可能にする機能を開発する。

研究開発項目 「既存化学物質に関する分解性・蓄積性試験等の実施と安全性の確認」

行政ニーズ及び予測システムの精度向上の観点から試験対象物質を選定し、分解度試験 21 物質、濃縮度試験 11 物質 (多成分系、部位別・排泄試験が発生する場合には物質数は減少)、分配係数試験及び解離定数試験を延べ 20 物質について試験を継続する。その他物理化学的性状試験も継続する。試験実施困難物質に対して、その原因別の対応方法を定めるとともに、試験法適用の限界を十分に見極め、反応性の高い物質や通常分離分析法ができない物質については、ラジオアイソトープを用いた試験等の開発的取組を継続する。

#### [16 年度業務実績]

研究開発項目 については、研究開発項目 で得られた既存点検データ 40 物質の構造式と分解性・蓄積性等の点検データを追加入力した。さらに、インターネット一般公開システムで類似構造情報として開示予定の既存点検済み物質データの確認を行った。

分解性予測システムに関しては、記述子の選定のために現行の部分構造記述子の算出と出現頻度の比較、未設定部分構造の抽出と出現頻度の確認を行い、2 から 5 類及び 10 類の物質について現行の予測システムによる検証結果などをもとに予測フロー及び SAR 式の改良を実施した。さらにシステム開発に重要と考えられる約 100 物質の簡易分解度試験を実施した。また、平成 15 年度までに改良・開発した中間体判別を含む予測フロー等を導入した自動計算システム開発を行った。

蓄積性予測システムに関しては既存の生物濃縮データを基に約 750 物質を骨格構造と部分構造で分類した後、LogPow - BCF の相関を解析し分類毎に相関式を開発した。相関式に関して新規物質による相関式の検証を実施した。また、logPow の計算値と実測値の比較・解析を行った。さらに、平成 15 年度までに検討した logP による BCF 推算可能物質と推算対象外とに部分構造で分類する方法を検証し、logP - BCF 相関が低い物質に対して例外性判断フローを開発し新規物質で検証した。

分解性・蓄積性予測システムでは入力された構造式から構造分類や部分構造・logP 等の記述子を自動で解析・計算し経験則フローや SAR 予測式にあてはめ予測値を算出するシステムプロトタイプを開発した。また、広く外部からの意見を採り入れるため、生分解性・蓄積性の予測値の出力とトレーニングデータの表示や類似構造物質検索機能を有し、適用範囲を推定することができるインターネット一般公開用の試用版を開発した。

加水分解予測システムの開発としては、基本設計を完了した。加水分解予測システムは既存及び新規化学物質のデータからの加水分解性物質の変化物のデータを対象として、既存化学物質の加水分解の試験方法を確立し、数物質の加水分解の実験データの収集を実施した。また、計算においては加水分解性の尺度として活性化エネルギー等の計算を 15 物質以上実施した。

生分解性予測及び蓄積性予測システムにおいては新たに平成 14 年度以降の新規化学物質を用いた検証及び改良支援を実施した。

研究開発項目 については、試験実施候補物質 (112 物質) のうち分解度試験 19 物質、濃縮度試験 7 物質、分配係数試験及び解離定数試験を延べ 20 物質、及び物理化学的性状試験 20 物質を完了した。

### 3 . 高精度・簡易有害性 (ハザード) 評価システムの開発 [平成 13 年度 ~ 平成 17 年度]

#### [16 年度計画]

急速に進歩しつつある遺伝子解析手法を活用した新規の長期毒性評価手法を開発し、高精度で低コストかつ短期間の有害性評価を実現することを目的として、平成 15 年度に実施された当該プロジェクトの中間評価の結果及び中間目標の達成状況を踏まえて、引き続き名古屋市立大学大学院医学研究科教授 白井 智之氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を行う。

研究開発項目「遺伝子解析手法の活用による簡易な長期毒性予測手法の開発」

マイクロアレイ作成の研究では、cDNA マイクロアレイ (NEDO\_ToArray ) の搭載遺伝子および、平成 15 年度のオリゴアレイの予備検討結果等に基づき、オリゴアレイ (NEDO\_ToArray ) の搭載遺伝子など詳細仕様を検討し、アレイ作成を実施する。

実験方法標準化の研究では、変異原性及び発がん性の有無が既知の 10 種類の化学物質について cDNA マイクロアレイ (NEDO\_ToArray ) およびオリゴアレイ (NEDO\_ToArray ) を用いて動物実験を実施し、遺伝子発現プロファイルデータを収集する。オリゴアレイについては、更に 15 化学物質について動物実験を実施し、遺伝子発現プロファイルデータを収集する。

アレイインフォマティクスの研究では、発がん予測精度の低下に影響を与える遺伝子発がんパターンを解析し、予測精度の向上に反映させる。また、発がん性予測用遺伝子セットのパスウェイを整理し、データベースを構築する。

タンパク質発現解析の研究では、有害性評価の補完情報を収集するため、10 化学物質のタンパク質発現プロファイルを収集し、データベース化する。

基礎的研究では、毒性予測システムの精度向上及び有害性評価の補完情報を収集するため、ラット及びヒトの肝細胞を用いた遺伝子発現プロファイルの比較、発現プロファイル測定技術の高感度化、および遺伝子発現量データから発がん性予測に有用なマーカー遺伝子セットを抽出する新規データマイニング手法の開発などを実施する。

技術動向の調査および外部委員会による評価の実施

国内外の技術動向に関して調査を実施し、将来の目標としての実用化を含めたシナリオの検討を実施する。また、年 2 回の外部有識者による推進委員会を実施する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目「遺伝子解析手法の活用による簡易な長期毒性予測手法の開発」

マイクロアレイ作製の研究では、これまでに製作した cDNA マイクロアレイ (NEDO\_ToArray ) の搭載遺伝子と、平成 15 年度に行ったオリゴアレイの予備検討結果等に基づき、搭載遺伝子の種類を含めたオリゴアレイ (NEDO\_ToArray ) の詳細仕様を決め、そのハイブリダイゼーション条件等の最適化を図り、オリゴアレイを作製した。

実験方法標準化の研究では、変異原性及び発がん性の有無が既知の 10 種類の化学物質について、cDNA マイクロアレイ (NEDO\_ToArray ) およびオリゴアレイ (NEDO\_ToArray ) を用いて動物実験を実施し、遺伝子発現プロファイルデータを収集した。オリゴアレイについては、更に 15 化学物質について動物実験を実施し、遺伝子発現プロファイルデータを収集した。

アレイインフォマティクスの研究では、各種の手法を用い、またパスウェイを考慮しながら発がん予測精度を評価し、予測手法の確立に向けた検討を進めた。同時に、発がん性予測用遺伝子セットのパスウェイを整理し、実験で得られた遺伝子発現情報や病理所見等のデータ、公開データベースの自動収集から得られたアノテーション等を総合的に利用可能なデータベースを構築した。

タンパク質発現解析の研究では、有害性評価の補完情報を収集するため、タンパク質発現プロファイルを収集し、データベース化した。

基礎研究では、毒性予測システムの精度向上及び有害性評価の補完情報を収集するため、ラットとヒトの肝細胞での遺伝子発現プロファイルの比較を行った。発現プロファイルの予測技術の高感度化のための蛍光色素とその測定方法の開発を行った。

国内外の技術動向に関して調査を実施し、将来の実用化のためのシナリオの検討を行った。また、外部有識者による年 2 度の推進委員会を実施した。

## 《 4 》化学物質総合リスク評価管理システムの開発 [平成 13 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

「化学物質総合評価管理プログラム」で実施される「化学物質のリスク評価及びリスク評価の開発」、「既存化学物質安全性点検事業の加速化」、「高精度・簡易有害性 (ハザード) 評価システム開発」(以下「他プロジェクト」という。) で得られる化学物質の有害性 (ハザード) 情報、暴露情報及びリスクに関する情報並びに評価手法等を体系的・一体的に整理した知識基盤の構築を図り、化学物質によるリスクの総合評価管理を実現することを目的とし、平成 15 年度に行われた中間評価における高い評価を踏まえ、引き続き独立行政法人製品評価技術基盤機構 茂木保一理事をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施し、化学物質総合リスク評価管理システムの全体設計、リスクコミュニケーションに必要な調査・分析を行うとともに、リスク評価データの共通電子様式や化学物質総合情報ライブラリーの構成等の設計を具体化し、その一部について開発・整備を行う。

研究開発項目「化学物質総合リスク評価管理システムの設計及び開発」

(1) システム設計の具体化と一部の開発

システム全体設計と開発

平成 15 年度までに行なった基本設計を踏まえ、システムで提供する情報の内容、利用者への提供の方法などにつき



詳細化を行い、また、必要な設計拡張を行う。テストサイトについては、可能な部分から一般利用者への先行的な公開を行うとともに、これを通じて利用のありかた、改善項目、問題点等を整理する。これらの改善項目を踏まえて、システム全体設計と連動させながら、システム開発の一環として、テストサイトの改修、機能拡張等の開発を行う。

#### リスクコミュニケーション支援機能等の調査・検討

初期リスク評価書、詳細リスク評価書等を体系的に分かりやすく提供し、有効に活用し、化学物質に関するリスクコミュニケーションを支援するために有効な情報の内容、形態、提供の方法やこれに必要なシステム機能などを調査・検討し、システム全体設計へ反映させ、その一部の開発を行う。

#### (2) 共通電子様式的设计、開発と総合情報ライブラリーの構築

「初期リスク評価書」など平成15年度までに実施された他プロジェクト成果物に関し、その内容や形式の変更等に応じて、平成15年度までに設計した共通電子様式の改良、追加設計等を実施する。また、その他の他プロジェクト成果物についても、本システムへの取り込みの方式などを決定する。

これに応じ、総合情報ライブラリーについても、必要な改良等を実施するとともに、他プロジェクト成果物のうち、内容的に確定したものを対象として、総合情報ライブラリーへの登録を行う。また、リスクコミュニケーションの推進と化学物質の情報の基盤整備に有用な関連データについても、用語集などの独自情報の整備と、他の有用なデータベースとの連携などを通じ、ライブラリーの充実を行う。

#### [16年度業務実績]

独立行政法人製品評価基盤機構 茂木保一理事をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施している。

研究開発項目「化学物質総合リスク評価管理システムの設計及び開発」

#### (1) システムの要件整理と設計、開発

##### システム全体設計と一部開発

システム全体の要件・機能整理を行って、作成した基本設計を踏まえ、テストサイトを開発し立ち上げるとともに、このサイトを用いたモニター調査、アンケート、ヒアリングなどを行った。この結果からシステム設計を見直すとともに、これをもとにテストサイトをベースに機能の改良・追加を行った。

##### リスクコミュニケーションに必要な調査、分析等

前記のモニター調査などと合わせて、化学物質のリスクコミュニケーション及び本システムに関するニーズを調査し整理した。これを踏まえ、一般の理解を支援する情報として、製品情報や解説情報、簡易評価体験ツールなどの仕様を検討し、その開発を進めた。

#### (2) 共通電子様式的设计、開発と総合情報ライブラリーの整備

##### 共通電子様式

他プロジェクトから得られるデータ等を統一的に整理した総合ライブラリーの機能の充実に向け、概念設計を行った。特に、「化学物質のリスク評価及びリスク評価の開発」プロジェクト成果物である「初期リスク評価書」を材料として、共通電子様式自動作成システム試作モデルの設計を実施した。また、「初期リスク評価書」及び用語集などのデータの様式の改良を行い、その管理ツールの開発などを進めた。

##### 化学物質総合情報ライブラリーの構築

化学物質総合情報ライブラリーの設計では、基本的に「化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発」プロジェクト成果物である「初期リスク評価書」を基礎データとし、共通電子様式を含むデータベース等の追加設計を行った。また、コンテンツとして「初期リスク評価書」及び用語集などのデータの一部の格納を行い、理解支援情報である製品情報や解説情報の整備に着手した。

## 《5》超臨界流体利用環境負荷低減技術研究開発 [平成12年度～平成16年度]

#### [16年度計画]

平成16年度は、有機溶媒を大量に消費・排出する既存化学プロセスを省エネルギー、省資源、低環境負荷型プロセスに改善するため、超臨界流体が有する優れた反応場特性を利用した新しい化学プロセスを開発することを目標として、東北大学大学院環境科学研究科教授 新井 邦夫氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を行う。

研究開発項目 「超臨界流体プロセスの技術開発」の「有機合成プロセス技術の研究」では、超臨界二酸化炭素反応場を、水素化反応技術、環状炭酸エステルの高効率合成プロセス、有機合成を指向した酵素触媒を用いた新規バイオプロセス、および新規な触媒反応の開発として各種のフッ素置換したホスフィン(リン系化合物)を配位子とする有機金属錯体触媒(金属と有機化合物からなる物質)を用いたヒドロホルミル化反応に応用し、超臨界反応場の反応特性や触媒の有効性を明らかにし、実用化に有用な基盤技術の拡充を図る。また、超臨界メタノール反応場を利用した芳香族化合物の高選択的有機合成、2-アミノ化合物及びフェノール化合物のN-メチル化反応等、超臨界反応場における最適触媒の探索や最適反応条件を見出し、実用化に必要な課題の解決を図る。さらに、超臨界水反応場を利用した水和反応プロセスの開発では、オレフィンの水和反応をモデルとして触媒の酸機能と超臨界水の物性との関連を明確にするとともに、より高活性な触媒の探索を含む条件の最適化を図る。さらに、固体酸触媒によって反応が促進されることが期待される他の有機合成反応系における工学的データを収集し、新規合成手法としての可能性について評価を行う。

「材料プロセッシング技術の研究」では、超臨界二酸化炭素等を利用して金属微粒子を溶融ポリマー中に均一に分散させる技術、超臨界反応場におけるポリマーの溶解性、浸透性、粘性、膨張性、相分離に関するメカニズムを解明し、汎用化に必要な物性推算法やシミュレーションプログラムを開発し、実用化のための基盤技術を整備する。超臨界水反応場を利用した無機微粒子合成プロセス技術に



については、粒子系、分布の制御法として多段階フィード温度勾配法などを検討する。また、反応器設計に用いるデータの蓄積を行い、連続合成プロセス構築に資する基盤データの充実を図る。

「エネルギー・物質変換技術の研究」では、流通型超臨界水反応装置を導入して有機固形物が酸化・分解する際の流動挙動を測定し、流動シミュレーションによる反応工学モデルの構築を行い実用化プロセスへの展開を図る。具体的には、ポリエー(分子内に多くの二重結合をもつ不飽和炭化水素の総称)及びポリカーボネート(CO<sub>2</sub>と二価アルコール等の縮合重合体によるポリエステル)の変換反応において、反応生成物を高い選択性で生成する反応条件を選定するとともに、プロセスの設計手法、シミュレーションモデル、プラスチック-水スラリー系の高圧供給技術等、実用化の課題解決に有用な基盤技術データベースの整備を図る。超臨界水酸化雰囲気、還元雰囲気下に適した装置材料の選定技術の開発では、腐食データの蓄積を図るとともに材料腐食、及び応力腐食割れ感受性評価、腐食のメカニズムを解明し、候補材料を決定する。得られた試験結果及び文献調査結果に基づいて腐食特性マップを作成し、実用化プロセスにおける長寿命化構造材料選定に資する。

研究開発項目 「基礎基盤技術の開発」では、超臨界流体の基礎基盤、工学基盤に関するデータの取得と収集を行い、高温高圧下で酸素等の高圧ガス供給システムの安全技術、超臨界流体物性推算法、超臨界プロセスシミュレーターを開発し、研究開発項目 から得られるデータと合わせ、産官学が利用できる実用化に資する超臨界流体に関するデータベースを構築し公開する。

研究開発項目 「超臨界流体技術の調査研究」では、国内外における最新の関連機関の技術動向調査を行い、研究開発項目 及び の成果との相互連携を図ることによって、研究開発の促進を図る。

#### [16年度業務実績]

本プロジェクトの最終年度である平成16年度は、有機溶媒を大量に消費・排出する既存化学プロセスを省エネルギー、省資源、低環境負荷型プロセスに改善する目的で、超臨界流体が有する優れた反応場特性を利用した新しい化学プロセスを構築するための工学的基盤技術を確立することに成功した。

研究開発項目 「超臨界流体プロセスの技術開発」において、「有機合成プロセス技術の研究」では、1)超臨界二酸化炭素反応場を利用した合成反応として、a) *o*-クロロニトロベンゼンの選択的水素化反応、b)環状炭酸エステルの高効率合成プロセス、c)有機合成を指向するバイオプロセス、およびd)新規な触媒反応の開発として各種のフッ素置換したホスフィン(リン系化合物)を配位子とする有機貴金属錯体触媒(金属と有機化合物からなる物質)を用いたヒドロホルミル化反応に応用し、選択性発現メカニズム、触媒失活メカニズム等超臨界反応場の反応特性や触媒の有効性を明らかにし、実用化に有用な流通連続反応プロセス化に必要なデータを収集して、プロセス化の基盤技術を確立した。また、2)超臨界メタノール反応場における有機合成反応において、a)2-アミノ化合物及びフェノール化合物のN-メチル化反応等、超臨界反応場における高選択的かつ長寿命の触媒開発や最適反応条件を見出し、プロセス化の基盤技術を確立した。さらに、3)超臨界水反応場を利用した水和反応プロセスの開発において、a)オレフィンの水和反応をモデルとして超臨界水中での化学反応機能、超臨界水の溶媒物性を解明するとともに、触媒を使用せず、かつ高速・高選択な合成方法を確立し、精製エネルギーコストを従来より半減できる革新的な省エネルギーオレフィン水和プロセスを構築した。さらに、固体酸触媒によって反応が促進されることが期待される各種の有機合成反応系における工学的データを収集し、革新的新規合成手法に応用できる基盤技術データの拡充を行った。

「材料プロセッシング技術の研究」では、1)超臨界二酸化炭素を利用した高分子材料の創成技術については、超臨界二酸化炭素とポリマー混合系における粘性低下機構の解明、熔融粘度のオンライン計測技術の開発等を行い、a)ポリマー可塑性・加工の実用化プロセスを構築した。また、b)これらのプロセスに必要な超臨界流体中での高分子材料のガラス転移点、融点等の熱物性データ、熔融粘度、界面張力、拡散係数等の超臨界流体とポリマー混合系の工学物性に関する基盤データ整備を行い、データベースの蓄積・整備・充実化を行った。さらにc)超臨界二酸化炭素中の熔融ポリマーの可塑性及び相分離現象を解明し、また、d)プロセス操作条件の最適化と、製品材料の物性予測が可能なシミュレーションプログラムを開発した。2)超臨界水反応場を利用した無機微粒子合成プロセス技術については、多段階フィード法、温度勾配法などの粒子径・分布の制御方法、粒子生成・成長機構のモデル化手法を開発し、超臨界流体場での無機粒子の連続合成プロセスを構築した。

「エネルギー・物質変換技術の研究」では、1)超臨界水反応可視化システムを用いて、炭素粒子の超臨界水酸化反応をX線観察し、シミュレーションモデルに必要な反応速度データを取得した。また、2)上記反応速度データを利用して、超臨界水酸化プロセスの反応容器の設計等に適用できるシミュレーションプログラムを開発した。具体的には、3)ポリ塩化ビニル及びポリカーボネート等の廃棄物を、それぞれ、ポリエー(分子内に多くの二重結合をもつ不飽和炭化水素の総称)及びビスフェノールA(ポリカーボネート原料)へ物質変換するプロセスの操作条件最適化に役立て、プラスチックを連続的に供給し、超臨界反応での生成物を連続的に取り出すプロセスを構築した。4)さらにプラスチック-水スラリー系の高圧供給システム開発に関して、スラリー送液挙動等を明らかにし、粉碎されたプラスチック廃棄物を水とともに、スラリー状態で超臨界反応場へ供給できるシステムを構築した。5)超臨界水酸化雰囲気、還元雰囲気下に適した装置材料の選定技術の開発では、腐食データの蓄積を図るとともに材料腐食、及び応力腐食割れ感受性評価、腐食のメカニズムを解明し、得られた試験結果及び文献調査結果に基づいて腐食特性マップを作成し、実用化プロセスにおける長寿命化構造材料選定指針を確立した。

研究開発項目 「基礎基盤技術の開発」では、1)超臨界流体の基礎基盤、2)工学基盤に関するデータの取得と収集を

行い、3)高温高压下で酸素等の高压ガス供給システムの安全技術、4)超臨界流体物性推算法、5)超臨界プロセスシミュレーターを開発し、研究開発項目 から得られるデータと合わせ、産官学が利用できる実用化に資する超臨界流体に関する約4万項目に及ぶデータベースを構築し、産総研超臨界センターで、テストサイトを立ち上げ、一般公開することに成功した。

研究開発項目 「超臨界流体技術の調査研究」では、国内外における最新の関連機関の技術動向調査を行い、研究開発項目 及び での成果との相互連携を図ることによって、実用化へ向けての課題抽出などが行え、研究開発の促進が図れた。

## 《6》超臨界流体を用いたダイオキシン等難分解性化学物質の無害化技術の開発 [平成12年度～平成16年度]

### [16年度計画]

優れた溶解力を有する超臨界二酸化炭素や大きな分解力をもつ超臨界水など、自然媒体の超臨界流体を用いてダイオキシンやPCB等を水、二酸化炭素や無機塩などまでに完全に分解する無害化処理技術の開発を目的とし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「有害化学物質の複合型超臨界水分解技術の開発」については、抽出工程の前処理工程となる酸処理技術について、技術的な検証を行う。また、プロセスの安全性向上を目的として、吸着圧力条件等の操作による吸着容器と分解容器の統合化を検討する。検討結果に基づき総合的な連続試験を実施し、プロセス全体の最適化及び最終的な省エネルギー性能とコストを算出することにより、事業終了後の実用化への展開を視野に入れた最終目標の達成を図る。また、超臨界流体の抽出及び分解特性に関する基礎的知見の体系化を図る。

(開発目標：最終分解率(=抽出率×分解率)99%以上)

研究開発項目 「有害化学物質の直接型超臨界水分解技術の開発」については、総合試験装置を用いてPCB含浸固形物の処理実証試験を実施し、プロセスの最適化をおこない、同時に安全性及び寿命性についてエンジニアリングデータを蓄積し、体系化を図る。

(開発目標：最終分解率 99%以上)

研究開発項目 「解体廃炉のダイオキシン濃度等の状況及び今後見込まれる市場性等に関する調査」については、ダイオキシン対策特別措置法の施行に伴い、排出基準を満たさない焼却炉については暫時解体し、適正処理が必要となる。したがって、当該プロジェクトの成果の実用化・事業化に資する観点から、係る廃炉のダイオキシン濃度等に関し調査し、併せて今後1200本程度が廃炉と見込まれる市場に関して規模及び計画等を調査し、係る事業化に向けた研究に資する。

### [16年度業務実績]

最終年度である平成16年度は、超臨界流体を用いたダイオキシンやPCBを主とした難分解性化学物質の無害化技術を確立した。

研究開発項目 「有害化学物質の複合型超臨界水分解技術の開発」においては、抽出工程の前処理工程となる酸処理技術につき、超臨界二酸化炭素抽出層に供給可能な酸洗浄前処理設備を製作し、重金属分離、カルシウム回収、塩素分離が可能であることを確認した。また、プロセスの安全性向上を目的として、吸着圧力条件等の操作による吸着容器と分解容器の統合化を検討し、検討結果に基づき総合的な連続試験を実施し、プロセス全体の最適化を図り、さらに最終的な省エネルギー性能とコストを算出することにより、事業終了後の実用化への展開を視野に入れた最終目標を達成した。また、超臨界流体の抽出及び分解特性に関する基礎的知見の体系化を図った。

(開発目標：最終分解率(=抽出率×分解率)99%以上を達成した。)

研究開発項目 「有害化学物質の直接型超臨界水分解技術の開発」においては、総合試験装置を用いたPCB含浸固形物の処理実証試験を実施するとともに、プロセスの最適化を図った。同時に安全性及び寿命性についてエンジニアリングデータを蓄積し、体系化を行った。

(開発目標：最終分解率 99%以上を達成した。)

研究開発項目 「解体廃炉のダイオキシン濃度等の状況及び今後見込まれる市場性等に関する調査」に関しては、ダイオキシン対策特別措置法の施行に伴い、排出基準を満たさない焼却炉については暫時解体し、適正処理が必要となる。したがって、当該プロジェクトの成果の実用化・事業化に資する観点から、係る廃炉のダイオキシン濃度等に関する調査を行い、併せて今後1200本程度が廃炉と見込まれる市場に関して規模及び計画等を調査し、複合型超臨界水分解技術による焼却炉解体残渣処理の市場ポテンシャル、実用化する上での課題などを明らかにした。

## 《7》有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 [平成16年度～平成20年度]

### [16年度計画]

平成20年度までに、環境中に大量に排出されている有害化学物質によるリスクの大幅な削減を図ることを目的として、工場からの大気、河川に排出される削減対象化学物質に関するエンドオブパイプ(回収、排出抑制、無害化等)対策やインプラント(代替物質生産、代替プロセス等)対策を中心とした回収、無害化、代替物質生産技術、代替プロセス等に関する研究開発課題に対する研究開発テーマを民間企業等から公募し、削減率が高かつ安価で、多くの中小事業者等でも自主管理が促進出来る実用化基盤技術を開発する。具体的な研究開発目標は以下のとおり。

エンドオブパイプ技術：回収、排出抑制、無害化等により、環境への排出量の削減率 90%以上を目処とした削減技術

インプラント技術：リスクの少ない化学物質への代替、プロセス転換技術等

その他：実用化までの道筋が明らかなリスク削減技術

削減対象となる化学物質は、1)排出量が多い、2)リスクが大きい又は大きいことが疑われる、3)環境規制の動向から重要性が高い、等を踏まえて、(1) P R T R制度による国への届出対象物質(点源：工場等の固定発生源)から 上位 20 物質、(2) P R T R制度による国への届出対象外物質(非点源：移動体、家庭等からの排出で国が推計) から上位 10 物質を優先的に削減できる技術を実施する。なお、本研究開発では、成果の即効的な普及を重視し、研究期間中に実用化の目処を付け、その後は遅くとも 2～3 年のうちに自社開発等により、事業化、市場導入が見込まれるものを優先的に実施する。

平成 16 年度においては、今般の環境規制等の動向を踏まえ、対象削減物質の内、揮発性有機化合物 (V O C) を中心とした研究開発テーマ 3～4 件を採択して技術開発を行うものとする。

[16 年度業務実績]

平成 16 年 2 月 13 日に公募の事前周知を行い、平成 16 年 3 月 19 日に公募を開始、平成 16 年 4 月 19 日に公募を締め切り、平成 16 年 6 月 2 日に選定結果の通知を行った。その結果、3 件の研究開発テーマを採択、さらに追加的に予算を配分して 1 件を追加採択、平成 16 年度は合計 4 件の研究開発テーマを採択した。それぞれの研究開発テーマ毎に達成目標(初年度終了時)を設定し、研究開発を実施したが、全テーマにおいて開発目標を達成した。本年度の具体的な研究成果は下記のとおり。

「吸着エレメントとプラズマを組み合わせた難処理有害化学物質除去の研究開発」:

実験室において、放電周波数 150Hz、放電電力 200W の条件で、エチレンオキシド、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒドは 90%、臭化メチルは 85% の分解率を達成 (平成 16 年度目標値 70% を凌駕)。CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、Br 以外の副生成物は検出されなかった。能力 360Nm<sup>3</sup>/hr の実験装置を作製し、2005 年 1 月より上記 4 種の VOC を用いた性能試験を実施した。

「非フェノール系樹脂原料を用いたレジスト材料の開発」:

過酸化水素による選択的エポキシ化による合成で、ターゲット物質(2 官能性モノマー)に対して 3 元系触媒の探索、反応条件の最適化により転化率 84%、選択率 94% を得て初期目標を達成した。さらに、硬化系レジスト組成に最適な樹脂系(PCU)を探索するとともに、合成されたレジストの基本的な特性性能を確認し、実用化の目処をつけた。

「吸着相オゾン酸化による排出有害化学物質の完全分解」:

最適吸着剤を選定し、吸着剤のハニカム担持技術を開発した後、小型カラム試験にて、トルエン、キシレン、ベンゼン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド等に対し目標削減率 80% を達成。二棟式の排気(処理容量 1m<sup>3</sup>/hr)・排水(2ton/day)処理用ベンチスケール試験装置を作成し、削減率データを収集した。

「マイクロバブルの圧壊による有害化学物質の高効率分解技術の開発」:

高濃度マイクロバブル(2000 個/ml 以上)を発生させるため細穴板と旋回羽根の組み合わせにより、圧壊性能の大幅な改善に成功した。さらに、化学工場からの実排水に対して分解試験を行い、既存装置に比べて約 1/8 のスケールなることを確認した。一方、気相の分解性能についても、IPA やフェノール等について簡易試験により検討を進めた。

## <非プログラム プロジェクト・事業>

### 《1》省エネルギー型廃水処理技術開発 [平成 13 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

高濃度オゾンを用いることにより、発生汚泥の低減及び難分解性有害化学物質の除去を図ることで、適用範囲の広い省エネルギー型の廃水処理技術の開発を目指し、健全な水循環系の確立と水資源の有効活用の促進に資することを目的として、京都大学大学院工学研究科環境工学専攻環境質制御研究センター長 津野 洋氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を継続実施する。

研究開発項目 「高濃度オゾン利用技術の研究開発」

H15 年度までの基盤的研究で得られた技術・システム成果を活用し、1)愛知万国博覧会での一般廃水、2)工場廃水として染色廃水について、総合実証試験装置の設計・製作をおこない、要素技術にて得られた結果を検証し、トータルシステムとしてエンジニアリングデータの蓄積及びシステムの最適化を図る。

本技術の適用廃水に対する省エネルギー性評価と適用仕様について、実証試験データ収集等に基づく検討を開始する。また、実証試験結果に基づく使用薬剤量、使用電力等について、LCA 的評価方法の検討をおこなう。

また、染色工場を想定した廃水処理技術においては、実廃水を用いて水量変動を加味したパイロットプラント試験を実施し、難分解性物質除去などの処理性能を明らかにする。

研究開発項目 「安全な高濃度オゾン利用技術・システムの研究開発」

オゾン反応により生成する有害な副生成物を制御して安全性を確保するため、生物学的分析及び化学分析を用いて、オゾン処理副生成物における安全性関与因子等を明確にする。また、各種オゾン反応条件で生成される副生成物の抑制を可能とする運転制御方法について、実廃水による連続試験の結果に基づき、万博実証試験装置の運転条件への反映を図る。同時に、副生成物の安全な処理法について検討し、仕様に盛り込む。

研究開発項目 「高濃度オゾン利用基準の研究・策定」

高濃度オゾンの利用における危険要因等の検討、オゾンの異常分解装置調整・異常分解特性等の検討を行うとともに、愛知万博実証試験において、リスク評価に関する調査をおこない、安全利用基準の検証をおこなう。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「高濃度オゾン利用技術の研究開発」

基盤的研究で得られた技術・システム成果を活用し、生物処理工程、オゾン処理工程、リン回収工程を合理的に組み合わせたシステムの最適設計を検討した。これに基づき、万国博覧会での一般廃水および工場廃水として染色廃水を対象とした総合実証試験装置の設計・製作をおこなった。

本技術の適用廃水に対する省エネルギー性評価と最適仕様について、実証試験データ収集等に基づく検討を行った。また、実証試験データに基づき、環境負荷要因を明確にした LCA 的評価方法について、比較対照技術を含めた実機設計仕様を検討した。

また、染色工場を想定した廃水処理技術においては、パイロットプラント試験を実施し、難分解性物質除去などの処理特性を評価するデータ採取を行った。また、廃水水質変動におけるオゾン注入率最適制御確立にむけたバックデータを採取した。

研究開発項目 「安全な高濃度オゾン利用技術システムの研究開発」

オゾン反応により生成する有害な副生成物を制御して安全性を確保するため、生物学的分析及び化学分析を用いて、オゾン処理副生成物における安全性関与因子等を明確にし、安全な処理方法について検討し、プロセスの仕様への反映を図った。また、各種オゾン反応条件で生成される副生成物の抑制を可能とする運転制御方法について検討し、実証試験装置の運転条件に反映した。

研究開発項目 「高濃度オゾン利用基準の研究・策定」

高濃度オゾンの利用における危険要因等の検討、オゾンの異常分解装置調整・異常分解特性等の検討を行うとともに、愛知万博実証試験を念頭に、リスク評価に関する調査をおこない、安全利用基準の評価と検証をおこなった。また、産官学の実践的及び学術的経験者からなる「高濃度オゾン利用研究専門委員会」(委員長：徳山大学学長 杉光英俊教授)を設置し、医学・薬学・化学・工学など総合的見地から審議した。

## 固体高分子形燃料電池 / 水素エネルギー利用技術

[中期計画]

【後掲】

[16年度計画]

[後掲：< 5 > エネルギー分野 固体高分子形燃料電池 / 水素エネルギー利用技術 参照]

[16年度業務実績]

[後掲：< 5 > エネルギー分野 固体高分子形燃料電池 / 水素エネルギー利用技術 参照]

## 次世代低公害車技術

[中期計画]

低公害車の開発等により環境面における懸念を払拭するため、2010年において超低燃費でゼロ又はゼロに近い排出ガスレベルの次世代低公害車の普及等を目指し、既存車と比較し燃費を大幅に向上させ、極めて低い水準の排出ガスレベルを達成すべく、大型車を中心とした次世代低公害車技術の開発や、高品質・高付加価値の液体燃料等の製造を行う基盤技術等の開発を行う。

< 次世代低公害車技術開発プログラム >

[16年度計画]

大型車については、2010年において、超低燃費でゼロまたはゼロに近い排出ガスレベルの次世代低公害車の普及を目指す。また乗用車については、燃料電池自動車を早期実用化し、2010年度において5万台の普及を図ることを目標とする。これら低公害車の開発等により、環境面における懸念を払拭するとともに、我が国自動車産業の国際競争力強化を図ることを目的として、平成16年度は計8プロジェクトを実施する。

### 《1》革新的次世代低公害車総合技術開発 [平成16年度～平成20年度]

[16年度計画]

経済産業省で平成15年8月に取り纏められた“次世代低公害車の燃料および技術の方向性に関する検討会”の検討ビジョンに基づく革新的次世代低公害車総合技術開発を実施する。

研究開発項目は、次に示すとおり燃料技術・自動車技術の両面から ~ のとおりとし、平成16年度から新たに委託先を公募して事業を開始する。

研究開発項目 「新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化」

a) 排出ガス

貨物車：NOx：0.2g/kwh(2005年実施の新長期規制値の1/10)

PM : 0.013g/kwh(新長期規制値の 1/2)  
乗用車 : NOx : 0.05g/km(2005 年実施のガソリン車新長期規制値)  
PM : 0.007g/km (ディーゼル乗用車新長期規制値の 1/2)

- b) 燃費向上率  
貨物車 : 現行基準車に対し 10 %  
乗用車 : 2010 年のガソリントップランナーの燃費基準から 30 %

- 研究開発項目 「GTL を用いたエンジン技術の開発」  
a) 現行軽油との混合使用で、エンジン性能、排出ガスなどの評価項目に対しての最大混合率の見極めに向けた評価を進める。  
b) 現行軽油との混合も含め GTL の高セタン価などの特性を最大限に生かすためのエンジン諸元の最適化(出力特性と排ガス特性の総合評価)に向けたエンジン改良の設計試作を進める。
- 研究開発項目 「革新的後処理システムの研究開発」  
上記における排出ガス目標値と同じ。
- 研究開発項目 「次世代自動車の総合評価技術開発」  
本事業で開発した新技術部分を中心として、車両評価および製造から車両廃棄までを含めた全プロセスでの LCA, LCC 評価を行う。  
同時に、この手法をわが国における自動車に係わる総合エネルギー効率に関するデファクトスタンダードとすることを目標値とする。

#### [16 年度業務実績]

本年度は公募により事業者を選定し、以下の研究開発を実施した。

- 研究開発項目 新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化  
大型、小型エンジンを想定した単気筒エンジンの設計・試作が終了し、噴霧状況を可視化できる解析手法を適用しながらの燃焼試験を開始した。高圧噴射・過給・EGR 技術の最適化をおこなうことで、従来の燃焼方式で NOx と PM の排出量を低減することができた。また、予混合圧縮着火燃焼シミュレーターの仕様選定を行った。さらに、新燃焼方式に組み合わせる後処理技術の設計を実施した。特に、排熱回収機能を有する触媒コンバーターの効果をシミュレーションで検証した。
- 研究開発項目 GTL を用いたエンジン技術の開発  
高セタン(70 以上)をベースに 3 種類の燃料を製作して排気量 4 L のエンジンに適用し、排気性能を通常の軽油の場合と比較評価し、全負荷性能に大きな差がなく、目標値に対しては未達であったものの排気の低減効果が見られた(NOx は同等結果)。
- 研究開発項目 革新的後処理システムの開発  
尿素 SCR システムとして、尿素的分解を低温領域で実施できる触媒種類の調査を実施し、200 未満の温度で活性のあるものを発見した。尿素と NO との比率と低減率との関係を把握した。また、アンモニアスリップの現象について確認をした。  
NOx 吸蔵還元システムとして、低温活性タイプの新規な吸蔵還元触媒を試作し、効果の検証を行った。ナノサイズの触媒もあわせて試作し、比表面積を大幅に向上することが出来た。また、NOx 還元性能に NO/NO2 比が影響することを実験データで確認した。  
DPF システムの開発として、排気ガス温度の低い条件下で再生効率を上げるために、プラズマアシスト型の DPF の設計を行い、効果検証を実施した。また、ナノサイズの触媒の試作を実施して大きさを調べた。プラズマ反応器の設計を完了し、電源・装置類の製作を開始した。電気化学的な NOx・PM 同時低減技術開発として、雰囲気温度 450 で固体電解質を通過する酸素イオンによって PM の酸化ができることを実験で検証した。NO の同時還元については、実験装置の基本設計を終えた。より、低温化を実現するために新しい固体電解質の選定を開始した。
- 研究開発項目 次世代自動車の総合評価技術開発  
排気ガスの希釈率と温度条件を変化させたときの測定データへの影響度合いを把握した。また、PM 計測システムの構成技術について、そのシステムの設計を終了した。

## 《2》重質残油クリーン燃料転換プロセス技術開発 [平成 13 年度～平成 18 年度]

#### [16 年度計画]

燃料品質向上による大気環境改善を達成しつつ、将来における我が国の石油製品の安定供給を確保するために、重質残油を原料として利用し、より厳しい自動車排出ガス規制にも対応し得る低環境負荷型の高品質燃料を製造する技術の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「FT 合成技術」  
a) FT 合成用新規 Co 系触媒の開発  
FT 合成反応における溶媒比(溶媒/生成油)を 10 以下に低減した条件下において、連鎖成長確率 : 0.90 以上(@CO 転化率 : 90%)を可能とする新規 Co 系触媒を開発する。  
b) FT 合成プロセスの開発  
FT 合成反応における溶媒比(溶媒/生成油)を 10 以下に低減できる超臨界ないし亜臨界 FT 合成技術の最適化を検討する。
- 研究開発項目 「水素化分解技術」

新規微結晶ゼオライト中の不活性成分を生成させない量産方法を検討する。微結晶ゼオライトとアモルファス固体酸との複合化を更に検討し、軽油選択性78%以上(@WAX分解率:80%)を可能とする触媒を開発する。

研究開発項目 「実用化に関する技術検討」

現行軽油の経済性と同等以上となるプロセス条件検討及び製品評価を実施し、プロセス開発の前提条件として位置づける。確立した経済性評価システムを利用して平成16年度開発成果に基づくプロセスの経済性を評価する。

[16年度業務実績]

研究開発項目 FT合成技術

a) FT合成用新規触媒の開発

細孔径を最適化したシリカ担体にジルコニアを薄膜担持し、微量のアルカリを添加して担体の酸量を調整した。これに金属コバルトを担持することで、連鎖成長確率:0.91を維持したまま、CO分解率を向上させることに成功した。

b) FT合成方法の開発

溶媒比10の亜臨界FT合成条件にて副生する水蒸気によるコバルト触媒の酸化劣化が顕著であった。安定運転のためには2段反応プロセスとし、各反応塔でのCO分解率を70%以下に抑え、かつ2段目反応塔前で水蒸気を分離することで安定運転を達成することを見出した。

研究開発項目 水素化分解技術

高純度微結晶ゼオライトの実験室スケールでの製造法を見出した。微結晶ゼオライトとボリアを複合化した担体の最適化を行い、触媒活性を飛躍的に向上させることに成功し、軽油選択性77%を得た。

研究開発項目 実用化に関する技術検討

目標パフォーマンスを踏まえた設備投資額を積算し、経済性評価を行った結果、現状原油価格35\$/バレルにおいて、経済性達成の可能性があることがわかった。

### 《3》固体高分子形燃料電池システム技術開発 [平成12年度～平成16年度]

[16年度計画]

[後掲:<5>エネルギー分野 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用技術 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム 《1》参照]

[16年度業務実績]

[後掲:<5>エネルギー分野 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用技術 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム 《1》参照]

### 《4》水素安全利用等基盤技術開発 [平成15年度～平成19年度]

[16年度計画]

[後掲:<5>エネルギー分野 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用技術 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム 《2》参照]

[16年度業務実績]

[後掲:<5>エネルギー分野 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用技術 固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム 《2》参照]

### 《7》自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発 [平成15年度～平成19年度]

[16年度計画]

[後掲:<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《2》参照]

[16年度業務実績]

[後掲:<5>エネルギー分野 省エネルギー技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《2》参照]

## 民間航空機基盤技術

[中期計画]

航空機・エンジン等の国際共同開発への参画、並びに環境適合等の要請に対応した民間航空機及びエンジン開発への取組を通じた基盤技術力の強化を図るため、材料・構造関連技術及びシステム関連技術等の中核的要素技術を開発する。また、材料・構造・システム単位による要素技術を活用し、機体及びエンジンの完成機開発のために必要な全機統合技術を開発・実証する。

<民間航空機基盤技術プログラム>

[16年度計画]

欧米等先行諸国の他、アジア諸国も含めた競争激化が進む中、大きな技術波及効果によって環境をはじめ、情報、材

料等の分野に高付加価値を生み出す航空機関連技術について、戦略的に研究開発を行うことにより、我が国航空機産業の基盤技術力の維持・向上を図るため、平成 16 年度は 2 つのプロジェクトを実施する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度は、計画に基づいて計 2 プロジェクトを実施した。

## 《 1 》環境適応型高性能小型航空機研究開発【 F 2 1 】【課題助成】[平成 15 年度～平成 19 年度]

[16 年度計画]

軽量化等による環境負荷の低減に資する材料技術、操縦容易性の実現等を可能とする情報技術等の航空機関連技術の実証を行い、これらの技術を活用した小型航空機(サイズとしては、30～50 席クラスジェット旅客機と同規模)の試作・試験を行うこととし、航空機関連技術の民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

要素技術開発として、研究開発項目「先進材料/加工・成形技術」については、FSW(Friction Stir Welding)接合金属胴体パネル構造、VaRTM(Vacuum-assisted Resin Transfer Molding)複合材尾翼構造を対象として、適用効果増大のための構造様式の最適化、加工プロセス改善等を進め、小型パネルのレベルで実証する。研究開発項目「先進空力設計技術」については、翼型・高揚力装置等を改良、特性を風洞試験において評価して適用機体の外形形状設定に資する。また、MDO(Multidisciplinary Design Optimization)技術を用いた形状最適化手法に関する共同研究で開発中のプログラムを完成し、機体外形形状設定に本格適用、効果を検証する。研究開発項目「コックピット・システム技術」については、ハードウェアの制約等を考慮して基本設計を行う。ディスプレイ等の主要機能を模擬したシミュレータを製作して規定適合性を検証すると共に、実運航環境下におけるパイロット・インタフェースの評価を行い、基本設計に反映する。研究開発項目「軽量・低コスト操縦システム技術」については、基礎フライト・シミュレーション試験を完了し、結果を飛行性・操縦性に関する要求仕様で反映する。また、設定した要求事項を具現化する操縦システム・アーキテクチャの選定を行うと共に、飛行制御ロジックの設計を行う。設計した飛行制御ロジックのチューニング・評価を目的とした基本フライト・シミュレーション試験を計画し、試験を開始する。研究開発項目「CAD/CAM 技術の航空機設計・製造への適用」については、高精度設計データの電子化に加えて、下流工程での電子データ活用も見据えた更なるフロント・ローディング/コンカレント・エンジニアリングの確立を目指す。そのために、上流工程(設計)で定義される電子データの downstream プロセスでの活用方法を具体化し、全プロセスで一貫した電子情報活用・管理手法を構築する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目「軽量化・低コスト化に資する先進材料/加工・成形技術」については、FSW(Friction Stir Welding)及び VaRTM(Vacuum-assisted Resin Transfer Molding)の両技術の適用性や今後の開発課題を明らかにした。また、板金部品の高精度化について必要となる技術開発課題を明らかにした。研究開発項目「低抵抗化を実現する先進空力設計技術」については、CFD を用いて高い遷音速揚抗比を実現する翼型、高揚力装置を策定した。機体の摩擦抵抗を評価するツールの検証を実施した。MDO(Multidisciplinary Design Optimization; 複数拘束条件下での最適化)技術を用いた形状最適化手法に関する研究では、プログラムを完成し、外形形状策定への適用を開始した。ウイングマウントナセル付主翼フラッタ解析ツールの検証に資する風洞試験模型の仕様を策定した。研究開発項目「画像・情報処理技術を活用して、操縦容易性を向上させるコックピット・システム技術」については、平成 15 年度に策定したコックピット仕様をベースに基本設計を行った。コックピットの全体レイアウトを設定し、主計器の表示レイアウト及び表示ロジックの検討を実施した。パイロット・インタフェース評価の基礎となるパイロット・ワークロードの評価手法については、開発作業を実施中である。研究開発項目「電子制御技術を活用した軽量・低コスト操縦システム技術」については、基礎フライト・シミュレーション試験を実施し、飛行性・操縦性に関する要求仕様を設定した。更に、設定した要求仕様を満足する操縦システム・アーキテクチャを設定した。また、飛行制御ロジックを設定するとともに、基本フライト・シミュレーション試験の構想を立案した。研究開発項目「大規模機械システムの設計・製造の短時間化・低コスト化のための最新の CAD/CAM 技術の航空機設計・製造への適用」については、最新 CAD/CAM 技術の航空機設計・製造への適用に関して、(1)機体形状高効率策定、(2)設計作業支援システム、(3)バーチャル・ファクトリー/バーチャル・マニュファクチャリングの 3 レベルでの実用化検証を実施した。

## 《 2 》環境適応型小型航空機用エンジン研究開発【課題助成】[平成 15 年度～平成 21 年度]

[16 年度計画]

エネルギー使用効率を大幅に向上し、かつ低コストで環境対策にも優れた次世代小型航空機用エンジンの実用化に向けた技術を開発することを目的に、民間企業等が実施する、以下の要素技術開発を支援する。研究開発項目「シンプル化構造設計技術」についてはエネルギー使用効率を大幅に向上することを狙って、部品点数・段数の大幅削減を実現する高負荷化技術、部品統合設計技術、等を開発する。研究開発項目「高性能化技術」については、高性能化を実現するため、高バイパス比コンセプト、革新冷却技術等を開発する。研究開発項目「インテリジェント化技術」については、各要素に要求される性能・特性を同時に実現するため、高負荷かつ高信頼性を実現する予知予防制御技術、低 NOx かつシンプル構造を実現する燃焼制御技術、等の相反する要求を満足するための技術を開発する。研究開発項目「環境適応技術」については、今後ますます厳しくなることが予想される騒音、NOx 等の環境要求を満足するため、ファン及びジェット騒音低減技術、シンプル低 NOx 燃焼技術等の環境適応技術を開発する。



並行して上記開発技術をエンジンシステムとして統合するために必要となるエンジンシステム技術を開発する。これらの研究開発を実施することにより、将来的な市場要求を満足する小型航空機用エンジンに必要な要素技術を確立する。具体的には、開発された要素技術を実機サイズ部品によるリグ試験等を実施することにより評価し、採用すべき候補技術・候補要素の絞り込みを行い、エンジンシステムとして統合することにより下記のエンジン仕様目標値を満足することが見込めるような目標エンジンの基本設計を完了することを目標とする。なお、本研究開発は3期（第1期：平成15年度、第2期：平成16～18年度、第3期：平成19～21年度）から成り、平成16年度には、公募により決定した実施者が行う第2期初年度の研究開発を支援する。

[16年度業務実績]

直接運航費低減技術および環境適応技術について、基礎・要素試験計画、供試体設計および一部製作を実施した。また、エンジンシステム技術において、顧客ニーズ調査および技術動向調査も予定どおりに実施し、市場・技術についてのニーズ・動向、各分野の研究開発結果を反映してエンジン全体システムの第1次基本設計を完了した。主要な成果を以下に示す。

- (1) 直接運航費用低減技術； 高流量化・ハブ側高圧力比化ファン技術、および高負荷翼列設計シンプル高性能化圧縮機技術について、それぞれ、空力設計を実施し、回転リグ試験機の設計・製作に着手した。マイクロスパークコーティングおよびリニアフリクション溶接技術について加工試験・強度評価を一部実施した。高負荷段数削減タービン設計技術については、空力設計を実施し、回転リグ試験機の設計・製作に着手した。シンプル高冷却効率構造設計・製造技術については冷却構造設計を実施し試験装置の設計・製作に着手した。さらに、冷却構造のテストピース加工試験を一部実施した。先進単結晶材質製造技術については、合金成分の最適化、鑄造試験を一部実施した。高揚力化低圧タービン空力設計技術については、低速回転リグ試験による基本特性取得を実施した。インテリジェント化技術について、性能劣化評価手法の検討とシミュレーションによる評価・検証を一部実施した。低コストモニタリングセンサの設計と試作を実施した。また、低コストECUシステムの設計、試作に着手した。
- (2) 環境適応技術； 騒音低減技術について、ファン部の低騒音化設計を完了し、ファン騒音試験機の設計・製作に着手した。シンプル低NOx燃焼技術について、燃焼器の設計を完了し、燃料噴射弁単体・燃焼器ライナの試作試験等を一部実施しセクタ試験機の設計製作に着手した。さらに、燃焼器形態の選定方法の検討を完了した。
- (3) エンジンシステム技術； 欧米市場の潜在顧客ニーズ・運行実態の把握を行った。国際環境規制に関する動向調査を実施すると共に、主要なエアライン、機体メーカー等を訪問して顧客ニーズ・運航実態の把握を行った。また、国内外の技術情報を入手・整理して、個別要素技術のトレンド等、関連する技術動向を調査した。市場ならびに技術動向の調査結果や各研究開発テーマにおいて実施された空力設計、構造設計、低騒音化設計、低NOx化設計などの結果を適宜反映して第1次基本設計を完了した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

平成16年2月5日に公募の事前周知を行い、平成16年3月18日に公募を開始、平成16年4月16日に公募を締め切り、平成16年5月26日に選定結果の通知を行った。



## < 4 > ナノテクノロジー・材料分野

[中期計画]

広範な科学技術の飛躍的な発展の基盤となる技術を確立するため、ナノテクノロジー、革新的部材創製技術等の課題について重点的に取り組むこととし、以下のような研究開発を推進するものとする。

### ナノテクノロジー

[中期計画]

物質のナノレベル制御により、物質の機能・特性の飛躍的向上や大幅な省エネルギー化・環境負荷低減を実現することによって広範な産業技術分野に革新的な発展をもたらすため、超微細構造等を制御することで発現する新機能を有するマテリアルを創製するとともに、それらを可能とする共通のプロセス技術の開発、並びにナノレベルでの加工・計測技術を開発し、加えて、それらのデータを知的基盤化・モデリング化し、知識の構造化を図る。さらに、次世代情報通信システムに向けた、新規ナノデバイス・材料等の開発や、ナノ・バイオの融合により、新たな医薬品・遺伝子解析装置等の開発を行う。

### < ナノテクノロジープログラム >

[16年度計画]

物質をナノレベルで制御することにより、物質の機能・特性を飛躍的に向上させ、また、大幅な省エネルギー化、大幅な環境負荷低減を実現し得るなど、広範な産業技術分野に革新的な発展をもたらす「ナノテクノロジー」を確立し、得られた成果等の知識の体系化を図ることで、我が国の産業競争力の源泉として、我が国経済の継続的な発展に寄与する技術基盤の構築を図ることを目的として、平成16年度は計48プロジェクトを実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度は計画に基づいて計48プロジェクトの実施をした。

### 【ナノマテリアル・プロセス技術：1～9】

#### 《1》精密高分子技術 [平成13年度～平成19年度、中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

有機高分子材料の性能・機能の飛躍的高度化及び環境調和化を目指し、高分子の一次及び高次構造を精密に制御する技術、さらに、高分子材料のナノスケールでの界面構造の制御等を重視し、規則性を反映した構造制御を実現する設計指針及び製品化を視野に入れた製造技術の基盤を確立することを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所 高分子基盤技術研究センター長 中濱 精一氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「一次構造制御技術」においては、以下の研究開発を実施する。

#### ア．制御ラジカル重合

研究課題(1) リビングラジカル重合:(メタ)アクリレートブロック共重合体、ポリスチレン-ポリカプロラクトン共重合体等の合成検討を継続するとともに分子構造の最適化、物性評価等を行う。また、オレフィンモノマーと極性モノマーとの精密制御ラジカル共重合について、水中懸濁重合における新規錯体触媒と重合系の開発、生成共重合体の物性評価などを進める。

#### イ．配位重合

研究課題(1) オレフィンの立体特異的リビング重合:プロピレンの担持型イソタクチックリビング重合触媒の設計指針を得る。

研究課題(2) 共役ジエンの立体特異的リビング重合:ブタジエン-スチレン立体規則性ブロック共重合体の性能評価と環化構造の導入に適したポリジエン合成用触媒の探索を行う。

研究課題(3) ポリプロピレンの官能基化:共役ジエンを連鎖移動剤として用いた末端官能基化、プロピレン-共役ジエン共重合反応を利用した末端官能基化及び有機金属化合物を連鎖移動剤とした末端官能基化について検討を進める。

研究課題(4) 炭化水素系ビニルモノマーと極性基含有モノマーとの共重合:引き続き開発を進め、組成や構造の異なる共重合体を合成し、有望な系については大量合成及び特性評価を進める。

#### ウ．縮合重合

研究課題(1) 固相重合を用いた縮合高分子の一次構造制御技術:ポリカーボネートの原料となるプレポリマーの連続合成等の効率的な合成法ならびに重合法の開発を行い、担持法の改良等による触媒の高性能化や固相重合法の改良検討等を通して引き続き進める。

研究課題(2) アモルファス分子材料の合成とその機能化技術:低分子コレステリック液晶系の検討を進め、光機能材料への展開をはかる。また、共役系多岐構造高分子についてはフェニレンビニルユニットを骨格に有する高分子の合成法の検討を進め、物性評価等を進める。ヘテロ元素導入技術では、パラジウム触媒を用いた構造規則的

合におけるモノマーの拡張と生成ポリマーの機能評価を行う。

研究課題(3) 縮合系高分子の一次構造を精密に制御するための基本反応の開発：引き続き単分散のポリアミドの合成検討を進め、多分散ポリアミドとの物性の違いを明らかにする。また、メソポーラス材料等を用いて、フェノール誘導体の位置選択的重合による得られる高分子の空間構造の制御等、低誘電損失材料の開発を目指した検討を継続する。

研究開発項目 「三次元構造制御技術」においては、以下の研究を実施する。

研究課題(1) ミクロ相分離構造制御：種々のモデル高分子の合成し、それらの高次構造形成メカニズムを解明し、構造制御指針の確立を目指し、構造と物性の相関についても検討を加える。また、分子設計に基づき合成したブロック共重合体を用いてミクロ相分離を利用したナノスケールのドメイン構造の制御を進展させる。

研究課題(2) 結晶化利用構造制御：結晶性ブロック共重合体の三次元構造制御の検討を進め、透明光学材料等を目指した検討を展開する。また、結晶性ブロック共重合体が形成するナノドメイン中での結晶化等を利用してナノ配列構造の制御を行う。併せて、配向や結晶化等の構造形成過程の解明に向けて、ラマン分光法とX線回折の同時その場計測方法の検討を行う。また、液晶中での重合を利用した異方性モルホロジーを有するポリマーの合成とその物性に関する研究を進める。これらに係わり結晶の核成長等に関するモデル化とシミュレーションを進展させる。さらに超臨界二酸化炭素を利用した高分子の可塑化あるいは剛直化、高分子/無機ナノコンポジットの微分散化等の検討を進める。

研究開発項目 「表面・界面構造制御技術」においては、以下の研究開発を実施する。

研究課題(1) 高分子表面のナノレオロジー解析法の開発：走査型粘弾性顕微鏡(SVM)をさらに発展させ、分子構造因子の解明と表面特性制御を進める。

研究課題(2) 撥水・親水・撥油機能表面制御：重合体の合成を進めると共に表面構造制御並びにそれに基づく表面親水・疎水性の制御を継続して検討し、高性能防汚表面設計の指針の確立を目指す。

研究課題(3) (高分子/高分子)(高分子/異種材料)界面ナノ構造と物性評価法の開発：ナノマニピレーター、サーマルマイクロ顕微鏡用トリミング装置等を用いて、接着機構の解析、制御法の検討を進める。

研究課題(4) 造核剤表面に置ける結晶性高分子の結晶化制御：ポリアミドの高次構造制御およびその力学的特性と、造核剤の添加効果や造核剤の分散手法についての検討を行う。

研究課題(5) 表面・界面構造形成要因・過程の解明：高分子界面の可視化等の解析技術の高精度化の検討を継続する。

研究課題(6) 表面等における機能性ナノドメイン形成制御：引き続き高分子の自己組織化や金属錯体の選択吸着等を利用した規則的表面構造の構築による機能性表面の創出検討を進める。

研究開発項目 「材料形成技術」においては、以下の研究開発を実施する。

ア．材料成形

研究課題(1) リアクティブプロセッシング：高L/D二軸押出機の改良と平行して、ポリアミド/ポリオレフィン系等に関する実用化を想定した検討を進め、リアクティブプロセッシング条件と材料の特性についての知見を収集する。超臨界二酸化炭素注入によるアロイ材料等の発泡体への加工研究を実施する。非ハロゲン系難燃材料については、難燃性などの実用特性の評価及び装置の改良等の検討を進める。一方、新規な高性能材料の開発を目指して、官能基含有高分子等のリアクティブプロセッシングを可能にする系の探索検討も展開する。

研究課題(2) 特殊場利用技術：固相せん断混合によりクレーやタルクなどの層状無機化合物とPET、ポリ乳酸、EVA、天然ゴムなどの高分子とのナノコンポジットの開発を続ける。また、非相溶性ブレンド系を対象として高せん断/高圧場下その場観察装置を用いて相挙動を解析すると共に、これら相挙動の知見を特殊場成形加工条件として利用する。

イ．高強度繊維

これまで検討を進めてきた各種技術を組み合わせ、溶融構造制御の効果を解析し、繊維構造・繊維特性の両面から検討を進め、最終目標である2GPa達成のため、超高分子量ポリマー等との組み合わせにより飛躍的に強度の向上をもたらす技術を検討する。繊維形成過程のオンラインでの高次構造解析のためSpring-8のシンクロトロンを利用する。

研究開発項目 「材料評価技術」については、以下の研究開発を実施する。

研究課題(1) 三次元ナノ計測技術：三次元電子顕微鏡の元素識別機能の実現を目指す。また更なる高分解能三次元像を目指す。三次元X線顕微鏡は高分子材料への適用の最適化を図る。

研究課題(2) ナノ物性評価技術：高分子表面のレオロジー(粘弾性)的性質を抽出可能にするためのフォースカーブ測定の拡張を行う。

- 研究課題(3) ナノスペクトロスコピー技術：薄膜試料用ラマン分光実験プロトタイプ装置の設計、構成要素ごとの試作・評価を進める。固体 NMR は双極子相互作用を用いて原子レベルでのポリマーのダイナミクス解析手法の検討を進める。
- 研究開発項目 「共通基盤技術の開発及び技術の体系化」においては、以下の研究開発を実施する。
- 研究課題(1) 共通基盤技術の開発：引き続き開発コンセプト・対象・手法等の検討をプロジェクト内各テーマ関係者等と議論・考察を行いながら進める。
- 研究課題(2) 技術の体系化：15年度に設定した開発計画に従い、関係各方面と連携しながら最終目標に向けた新しい形のハンドブックの開発に着手する。「知識の構造化」プロジェクトとの連携についても引き続き関係各方面と連携しながら進める。
- 研究開発項目 「材料形成技術 低圧反応場による高性能材料の研究開発」については、以下の研究開発を実施する。
- 研究課題(1) 蒸着重合技術の開発  
各種モノマーの基板上への平均吸着時間・蒸気圧データベースをもとに異種モノマーを1分子層ずつ積み上げ、重合させる蒸着重合技術(垂直配列高分子薄膜)等の開発をおこなう。また、低圧反応場の特徴(複雑形状表面に均一な薄膜を形成できる)を活かした機能性高分子薄膜(生体適合性、抗菌性、防食性、等)の開発をおこなう。
- 研究課題(2) 蒸着重合高分子薄膜データベース作成  
高分子薄膜の各種応用に対応できるように、これまでに蒸着重合で作製された高分子薄膜のデータベース(電気特性・密着性・光学特性等)を作製する。
- 研究開発項目 「三次元構造制御技術 高磁場による高性能材料の研究開発」においては、以下の研究開発を実施する。
- 研究課題(1) 標準試料の絞込み  
・溶融系、溶液系、メソゲン含有モノマー重合系の各々の磁場配向によって得られる三次元構造と異方性機能との関係をさらに詳細に研究し、今迄に得られた特性を一層向上させるための指針を得るとともに、特に実用化が期待される高分子系を絞り込み、関連する要素技術を深堀する。
- 研究課題(2) 複合化による特性バランス化  
・磁場配向による異方的性質が実用上の障害になることも懸念される。そこで、複数の物性を高度にバランス化させる目的で充填材などの複合化を検討する。
- 研究課題(3) 実用強磁場成形プロセスの調査  
・実際の成形加工プロセスに超伝導マグネットを応用する際には、成形金型や成形加工機械を強磁場環境で用いる必要があり、これらの素材が磁場の影響を受けて様々な制約が発生すると推測される。そのため、実用化が可能な強磁場成形プロセスを構築するための要素技術を調査検討する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16年度業務実績]

研究開発項目 一次構造制御技術

ア．制御ラジカル重合

研究課題(1) リビングラジカル重合：(メタ)アクリレートのブロック共重合体、ポリスチレン-ポリカプロラクトン共重合体等の合成検討を継続するとともに分子構造の最適化、物性評価等を行った。また、オレフィンモノマーと極性モノマーとの精密制御ラジカル共重合、水中懸濁重合における新規錯体触媒と重合系の開発、生成共重合体の物性評価などについても研究開発を進めた。

イ．配位重合

研究課題(1) オレフィンの立体特異的リビング重合：プロピレンの担持型リビング重合触媒並びに立体特異的リビング重合触媒の設計検討を継続して進め、イソ特異的重合のリビング性ならびにシンジオ特異的重合選択性に進展を見た。

研究課題(2) 共役ジエンの立体特異的リビング重合：イソプレンの環化重合技術の検討を継続して進めた。

研究課題(3) ポリプロピレンの官能基化：共役ジエンを連鎖移動剤として用いた末端官能基化、プロピレン-共役ジエン共重合反応を利用した末端官能基化及び有機金属化合物を連鎖移動剤とした末端官能基化について検討を進めた。

研究課題(4) 炭化水素系ビニルモノマーと極性基含有モノマーとの共重合：15年度に引き続き水酸基含有立体規則性ポリプロピレン合成について大量合成及び機能評価のための検討を進め、大量合成に適した触媒の絞込みに有用な知見を得た。さらに末端アミノ化立体規則性ポリプロピレン合成について触媒構造や重合条件のより詳細な検討を行い、分子量の制御及び主鎖の立体・位置選択性の向上を図った。

ウ．縮合重合

研究課題(1) 固相重合を用いた縮合高分子の一次構造制御技術：酸化的カルボニル化によるポリカーボネート合成において、触媒固定化によるターンオーバー数の向上、溶出触媒量の低減を検討し、触媒の絞込みに進捗をみた。

ポリマー精製法の検討及び得られたポリマーの特性検討等に着手した。また、末端反応性オリゴマーや大環状オリゴマー等のプレポリマーを用い、固相重合による高分子量縮合系高分子の合成を行うとともに、プレポリマーの効率的合成法を検討し、それらの結果を踏まえて、大型重合装置を導入し固相縮合重合に関する検討を開始した。

研究課題(2) アモルファス分子材料の合成とその機能化技術：低分子コレステリック液晶系の検討を進め、新規ネマチック液晶とカイラル剤との相溶によって、コレステリック液晶のフィルム固定化を行い、光学三原色(RGB)の選択反射膜の獲得に成功した。また、共役系多分岐構造高分子についてフェニレンビニレンユニットを骨格に有する高分子の合成について検討を継続した。また、ヘテロ元素導入技術では、パラジウム触媒を用いた構造規則的重合におけるモノマーの拡張検討を行なった。

研究課題(3) 縮合系高分子の一次構造を精密に制御するための基本反応の開発：引き続き単分散のポリアミドの合成検討を進め、多分散ポリアミドとの物性の違いを明らかにする。また、メソポーラス材料等を用いて、フェノール誘導体の位置選択的重合による得られる高分子の空間構造の制御等、低誘電損失材料の開発を目指した検討を継続する。

以上のうち、研究課題(2)の共役系多分岐構造高分子およびヘテロ元素導入技術については、中間評価の結果を受けて16年度上期で研究開発を中止した。

#### 研究開発項目 三次元構造制御技術

研究課題(1) ミクロ相分離構造制御：分子設計に基づき合成したブロック共重合体を用いてブロック共重合体が自己組織的に形成するナノスケールのシリンドラードメイン構造の制御を検討するとともに、構造制御に及ぼす外的因子の効果や構造の拡張を検討した。これらの知見を踏まえて、ブロック共重合体のマイクロドメインを利用した規則的なナノ空孔を有する材料の研究開発に大きな進捗を見た。

研究課題(2) 結晶化利用構造制御：結晶性ブロック共重合体の三次元構造制御の検討を進めた。ポリ(-ε-カプロラクトン)-block-ポリブタジエン(結晶性-非晶性)2元ブロック共重合体(PCL-b-PB)について、結晶化度の制御と力学的性質の解析を進め、高次構造形成メカニズムに関する有用な知見を得た。さらに、シクロオレフィン系結晶性-非晶性ブロック水添ポリマーの構造解析を進め、透明で安定なマイクロ相分離構造がシリンドラード構造であり、耐熱性が100℃を越える光学材料等の構造材としての可能性を確認した。また、シクロオレフィン系結晶性-非晶性ブロック水添ポリマーの構造解析を進め、透明で安定なマイクロ相分離構造がシリンドラード構造であり、耐熱性が100℃を越える光学材料等の構造材としての可能性を確認した。また、結晶性ブロック共重合体が形成するナノドメイン中での結晶配向を制御し、高次構造と力学的物性等の相関についての検討を継続した。併せて、配向や結晶化等の構造形成過程の解明に向けて、ラマン分光法とX線回折により配向結晶化過程のその場計測を試みた。また、液晶場での重合により形成する液晶高分子ナノファイバーについて、作製条件(モノマー濃度、架橋密度、液晶相の種類)と得られるナノファイバーのモルホロジーとの関係を明らかにした。また、分子量とブロック長が制御されたポリマーを用いて架橋点及び架橋構造の制御を試みた。これらに係わりナノ空間内でのより長い分子における結晶化など、大規模系への計算手法・最適粗視化ポテンシャルの探索・開発を進めた。また、ナノ空間における溶融結晶化過程のシミュレーション手法の展開に取り組んだ。さらに超臨界二酸化炭素を利用した高分子の可塑化あるいは剛直化、高分子/無機ナノコンポジットの微分散化等の検討を進めた。

これらのうち、研究課題(2)のナノドメイン中での結晶配向、配向結晶化過程のその場計測、液晶場での重合により形成する液晶高分子ナノファイバーおよび溶融結晶化過程のシミュレーション手法については、中間評価の結果を受けて16年度上期で中止した。

#### 研究開発項目 表面・界面構造制御技術

研究課題(1) 高分子表面のナノレオロジー解析法の開発：走査型粘弾性顕微鏡(SVM)の定量性向上のために検出系、駆動系の改造案の探索と基礎検討を実施した。また、ナノ・マイクロ加工高分子の表面分子運動特性評価に着手した。

研究課題(2) 撥水・親水・撥油機能表面制御：重合体の合成を進めると共に表面構造制御並びにそれに基づく表面親水・疎水性の制御を継続検討し、透明性を維持しつつ高分子表面材料の水に対する接触角155°(撥水表面)、ドデカンに対する接触角110°を達成した。

研究課題(3) (高分子/高分子)、(高分子/異種材料)界面ナノ構造と物性評価法の開発：接着力を左右する高分子表面の深さ領域を評価し、接着界面におけるWeak Boundary Layerを界面に垂直方向に10nmオーダーの空間分解能で解析可能な手法を確立し、高分子の接着発現メカニズムの解析を進めている。

研究課題(4) 造核剤表面における結晶性高分子の結晶化制御：ポリアミドの高次構造制御因子として表面自由エネルギー( )に着目し検討を進め、ヒドラジド化合物がポリアミ

- ドに対して優れた造核効果を示すことを見出した。
- 研究課題(5) 表面・界面構造形成要因・過程の解明：電子分光結像法による高分子界面の可視化による界面構造解析技術について、試料作成条件及び観察条件の最適化を図り、10 nm 以下の高分子界面の解析を可能にした。また、リアクティブプロセッシングにおけるポリマー界面での反応及びポリマー・固体表面との反応を支配する要因の解明や上記ポリマー界面での反応機構や反応を支配する要因の解明に向けた検討に着手した。
- 研究課題(6) 表面等における機能性ナドメイン形成制御：引き続き高分子の自己組織化や金属錯体の選択吸着等を利用した規則的表面構造の構築による機能性表面の創出検討を進め、分子設計したブロック共重合体等の自己組織化による高度の規則的表面構造の構築を行い、表面への金属ナノ粒子の配列構造の制御を進めた。また、金属錯体蒸着量測定器を導入して高分子薄膜における金属ナノ粒子の導入量を測定し、物性との相関を得るなどの検討に着手予定である。
- 電子線リソグラフィーにより、ナノ粒子のパターニングの評価を行い、実用化の見極めを進めた。
- 研究開発項目 材料形成技術  
ア．材料成形
- 研究課題(1) リアクティブプロセッシング：高L/D二軸押出機の改良と平行して、ポリアミド/ポリオレフィン系等に関する実用化を想定した検討を進め、リアクティブプロセッシング条件と材料の特性についての知見を収集している。超臨界二酸化炭素注入によるアロイ材料等の発泡加工研究を実施中である。また、卓上型混練機を用いてのアロイ化フィルムや高速回転翼型ジェット混和機を用いての無機物質のナノ分散化、熱硬化系アロイフィルムの極薄膜下でのナノ相構造制御技術等の検討を進め、特性と構造との関係についての知見を収集中である。非ハロゲン系難燃材料については、難燃性などの実用特性の評価及び装置の改良等の検討を進めた。一方、新規な高性能材料の開発を目指して、官能基含有高分子等のリアクティブプロセッシングを可能にする系の探索検討も展開し、構造-界面-物性との相関から成形加工条件の最適化を図り、高性能化に資する検討を通して、ポリアミド系有機・無機複合ナノコンポジットをはじめ、ポリ乳酸アロイの開発等に大きな進捗を見た。
- 研究課題(2) 特殊場利用技術：特殊場利用技術：固相せん断混合によりクレーやタルクなどの層状無機化合物とPET、ポリ乳酸、EVA、天然ゴムなどの高分子とのナノコンポジットの開発をした。また、非相溶性ブレンド系を対象として高せん断/高圧場下その場観察装置を用いて相挙動を解析すると共に、これら相挙動の知見を特殊場成形加工条件として利用した結果、誘電特性に優れるナイロン/PVDF 系ナノアロイの開発に大きな進捗を見、高せん断場の特異性、有用性を実証することができた。年度内に50g仕様の小型実証成形装置を用いて新規材料開発を促進する予定である。
- イ．高強度繊維：これまで検討を進めてきた各種技術を組み合わせ、熔融構造制御の効果を解析し、繊維構造・繊維特性の両面から検討を進めてきており、平成16年度には中間目標である引張り強度1.5GPaを達成した。
- 最終目標である2GPa達成のため、超高分子量ポリマー等との組み合わせにより飛躍的に強度の向上をもたらす技術を検討中である。繊維形成過程のオンラインでの高次構造解析のためSpring-8のシンクロトロンを利用した。
- 研究開発項目 材料評価技術
- 研究課題(1) 三次元ナノ計測技術：三次元電子顕微鏡の空間分解能1nmを達成し、元素識別機能についてSi元素識別を確認した。三次元X線顕微鏡は高分子材料への適用の最適化を進めている。
- 研究課題(2) ナノ物性評価技術：高分子表面のレオロジー(粘弾性)的性質を抽出可能にするためのフォースカーブ測定の新技術の拡張を行い、高分子鎖一本の粘弾性挙動を確認した。
- 研究課題(3) ナノスペクトロスコーピー技術：薄膜試料用ラマン分光実験プロトタイプ装置の設計、構成要素ごとの試作・評価を進め、高分子試料でチップ増強ラマン効果を確認した。また、固体NMR距離解析システムの基盤となる測定技術の整備を進め、二相構造を有するブロックコポリマー、高分子ブレンドなどの高分子複合体の相構造解析や、分子間相互作用を解析する計測技術の開発を継続し、NMR距離解析システムの測定技術ならびに高分子複合系における局所構造解析手法の高度化を図った。
- 研究開発項目 共通基盤技術の開発及び技術の体系化：
- 研究課題(1) 共通基盤技術の開発：引き続き開発コンセプト・対象・手法等の検討をプロジェクト内各テーマ関係者等と議論・考察を行いながら進め、その一環として、ナノテクノロジープログラムの他プロジェクト関係者を含めて、「核形成」についてワークショップを開催して、共通の課題設定を求めて相互の理解を深めた。
- 研究課題(2) 技術の体系化：最終目標のプロトタイプとして次構造制御技術から材料評価技術に至る関連知見を主体としたハンドブックを作成した。また、15年度に設定した開発計画に従い、関係各方面と連携しながら最終目標に向けた新しい形のハンドブッ

クとして「ブレインブック」の概念設計と開発に着手した。

そのため、外部の専門機関等の協力を開始した。「知識の構造化」プロジェクトとの連携についても引き続き関係各方面と連携し、実験データの提供を行った。

研究開発項目 材料形成技術 低圧反応場による高性能材料の研究開発:

蒸着重合ポリ尿素膜の磁場配向に成功した。これにより超音波診断機、赤外線センサー、光通信等への応用が期待できる。これまでに蒸着重合で作製された高分子薄膜のデータベース(電気特性・密着性・光学特性等)を作成した。

研究開発項目 三次元構造制御技術 高磁場による高性能材料の研究開発

(1) 従来の基礎研究成果を実用化段階へ進展させる目的で、対象とする高分子材料を絞り込み、実際の半導体周辺材料等の用途を想定した試料を作製して評価した。製造条件を適正化して熱可塑性樹脂では従来比8倍の熱伝導率を達成した。

(2) 繊維を複合化して磁場配向させることによって、磁場配向で併発していた磁場垂直方向の破壊強度低下を抑制し実用特性のバランス化を達成した。

(3) 強磁場加熱加圧プロセスを導入して、従来よりも均一で高密度の実用評価可能な大型試料の調製が可能になった。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度中間評価の結果、テーマ、体制を見直し、改善すべきとの指摘を受け、抜本的な改善を図った。

## 《2》ナノガラス技術[平成12年度～平成17年度]

### [16年度計画]

光の波長の1/10以下である1～数十nmレベルの超微粒子や異質相をガラス中に分散させる構造制御技術の開発、異質相をガラス中に規則的に配列してその構造により新たな機能を発現させる技術の開発、並びに光回路に適した低損失の導波路用ガラス材料等の開発を実施することを目的に、京都大学 大学院工学研究科教授 平尾 一之氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「超微粒子分散等構造制御技術」においては、以下の研究開発を実施する。

(1) 異質相微細析出技術

(ア) 高圧力と熱処理などにより、透明で、線膨張率が $4 \times 10^{-7}/$ 以下、光路長の温度依存性が $1.1 \times 10^{-5}/$ 以下である異質相微細析出ガラスの試作を行う。

(イ) 相分離するガラス組成について引き続きレーザー照射実験と熱処理により任意の空間に異質相を析出させる。

(2) 超微粒子分散技術

(ア) セレン化亜鉛等の超微粒子を分散させたガラスにおいて、発光効率10%以上を目指す。これにより、現行の蛍光体の2倍程度の輝度を得る。

(イ)  $ZnFe_2O_4$ 系ナノ薄膜のZn-K端のXANESに対して、引き続きバンド計算を行い、電子構造と磁性の関係を検討する。また、新規な透光性磁性体のための組成探索を行う。

(ウ) LB法で独自に作成した金単分子薄膜の、励起光強度と応答時間を調べ、最高応答時間は1ps以下を目指す。

(エ) 2種の希土類イオンを添加し、ナノ結晶への個々のイオンの析出量を制御することにより、希土類イオン間のエネルギー移動の制御方法を評価・検討する。

(オ) 今年度は、青色、白色EL発光の実現、新規二次ナノ結晶化ガラスの作製、を実施する。

(カ) 微粒子間で起こる協奏的電子運動や希土類イオンとのエネルギー移動現象に着目し微粒子の粒径および空間分布の制御(粒径分布偏差/平均粒径 $<0.3$ )に関する検討を行い、高効率発光体の実現を目指す。

(キ) 磁性半導体自己組織化量子ドット層の成長とSiO<sub>2</sub>積層微細加工を行い、その巨大磁気光学特性を調べていく。また微細加工試料の評価が可能なファラデー回転測定装置を開発する。

研究開発項目 「高次構造制御技術」においては、以下の研究開発を実施する。

(1) 周期的構造形成技術

a. 高次構造化材料技術

(ア) 深溝格子形成技術や埋め込み技術を駆使し、屈折率差が50%以上の異質相からなる三次元サンプルの試作を行い、光通信帯波長の10%以下の寸法並びに位置精度で形成した機能性ガラス材料を開発する。

b. 高強度化ガラス材料技術

(ア) 異質相の高強度化に及ぼす影響について引き続き調査し、高強度化メカニズムを解明する。異質相形成条件の最適化により、1.8倍以上の相対強度を持つガラスを作製する。

(2) 有機-無機ハイブリッド技術

a. 導電性膜技術

(ア) 導電性有機高分子等の配向率30%以上を目標とし、導電性有機高分子等をガラス・マトリックス中にナノレベルで均一分散・配向させる技術を開発する。

b. 気孔配向膜技術

(ア) ナノレベルでの有機高分子等/ガラスのハイブリッド化及び有機高分子等の抽出・焼成除去技

術を引き続き開発し、膜厚方向への気孔配向率 35%以上のガラス膜を作製する。

- (3) 外部場操作技術  
(ア) 赤外線レーザー光などの照射を始めとする形成手法を検討し、屈折率変化領域の微細化を進め、10 $\mu$ m以下の領域に屈折率変化を形成できる技術を開発する。
- 研究開発項目 「三次元光回路材料技術」については、以下の研究開発を実施する。
- (1) 低損失光導波路用材料技術  
a. 光導波路用材料技術  
(ア) 超低損失導波路を実現するためのガラス材料の屈折率、損失の温度依存性を明らかにする。また導波路作成プロセスに依存する損失増大要因を低減するために、各種導波路パターンニング技術を検討する。  
b. 三次元光回路形成用材料  
(ア) Cd元素を含有しない材料で、超短パルスレーザー照射により高屈折率差が15%のガラス材料開発を引き続き行い、曲げ半径50 $\mu$ m以下で光路を曲げられるデバイスの実証を行う。
- (2) 大容量光メモリ用材料技術  
a. 大容量光メモリディスク用集光機能材料  
(ア) F21に移行した。  
b. 大容量光メモリヘッド用ガラス材料技術  
(ア) 1%の波長差に対して屈折角度差が従来に比べ1.2倍以上(現状のガラスプリズムでは、410nmにおいて0.07 $^\circ$ )であるガラス材料を開発する。
- 研究開発項目 「技術の体系化」については、以下の研究開発を実施する。
- (1) ガラス組成と特性・機能との相関  
(ア) 酸化物ガラス中の希土類イオン周囲の原子配列とそのイオンの示す光学特性の計算機シミュレーションを行い、ガラス構造と希土類イオンの発光特性の関係を整理する。  
(イ) EL発光の青色化、白色化。ナノ結晶化ガラスの二次的非線形光学効果の発現を試みる。
- (2) ガラス合成プロセスと特性・機能との相関  
(ア) 発光の絶対量子効率のデータベース化を行うと共に、超微粒子のガラス中での空間分布・粒径分布などの分光学的・電子顕微鏡学的データについても体系化をしていく。  
(イ) 石英基板上に導波路と各種形状の部品を作製し、光蓄積の効果を系統的に明らかにする。  
(ウ) 高強度ガラスと三次元光回路の研究開発において得られた機能性ガラス材料の機械的および光学特性と得られたデバイス機能との関連を体系化する。

[16年度業務実績]

- 研究開発項目 「超微粒子分散等構造制御技術」
- (1) 異質相微細析出技術  
(ア) 光路長温度係数を $1.10 \times 10^{-5}/$ まで低下させることができ、このときの線熱膨張係数は $-9.5 \times 10^{-7}/$ であったが、高圧力印加下における結晶化処理により、今年度中に目標を達成する予定。  
(イ) 希土類イオン含有オキシハライドガラス組成について引き続きフェムト秒レーザー照射実験と熱処理により任意の空間に異質相を析出させ、微細構造を電顕で調べた。
- (2) 超微粒子分散技術  
(ア) セレン化亜鉛超微粒子は、発光効率20%を得た。現行の遷移元素分散蛍光体の2倍の輝度が達成できた。  
(イ) Zn-K端のXANESに対して第一原理計算(FP-LAPW)を行い、 $ZnFe_2O_4$ 系ナノ薄膜の局所構造を解析することで、この薄膜のフェリ磁性的挙動との関連性を解明した。  
(ウ) LB法で独自に作成した金単分子薄膜のAu粒子同士の固定化を検討し、励起光強度とポンププローブ法フェムト秒レーザーパルス装置を用いて応答時間を調べ、最高応答時間は2ps以下を目指す。  
(エ) 2種の $Er^{3+}/Pr^{3+}$ 希土類イオンと $LaF_3 \cdot xYF_3 \cdot La_{x-1}Y_1-xF_3$ 結晶中のエネルギー移動速度の定量化を行った。  
(オ) 半導体ナノ微粒子ドーパガラスの非線形性が強くマトリックスの影響を受け、そのブルーシフト量が非線形光学効果の大きさを決めていることを明らかにした。エレクトロルミネッセンスの青色発光には、未だ至っていないが、フォトルミネッセンスで $SnO_2$ ナノ微粒子分散ガラス膜で青色発光を確認し、エレクトロルミネッセンスの測定を行う予定である。  
(カ)  $Eu^{3+}$ からの強い発光が得られた $5SnO_2-95SiO_2$ ガラス(700 $^\circ$ C加熱)では、分散させた $SnO_2$ ナノ粒子の粒径分布偏差/平均粒径はTEM観察より約0.03であることが分かった。また、薄膜において $Eu^{3+}$ と $ZnO$ 半導体ナノ微粒子の $SiO_2$ ガラス内への閉じ込めが可能となり、エネルギー移動機構による $Eu^{3+}$ 発光を観測した。  
(キ)  $SiO_2$ 積層微細加工磁性半導体ナノ構造の磁場中発光において、巨大磁気光学特性を調べた結果、リソグラフィドット構造で43 meV、自己組織化量子ドットで19 meVの励起子巨大ゼーマン効果を観測した。また、ファラデー回転測定装置の光学系の設計を行い、独自の仕様を満たす電磁石の設計・製作を終了した。
- 研究開発項目 「高次構造制御技術」

- (1) 周期構造形成技術
  - a. 高次構造化材料技術
    - (ア) 多層膜高次構造を形成させる技術や超微細周期構造を作製する技術により屈折率差、寸法精度、位置精度等の目標を達成した。
  - b. 高強度化ガラス材料技術
    - (ア) 高強度化のメカニズムを考察し、異質相の形成条件の最適化によって1.8倍以上の強度を持つ条件を見出した。
- (2) 有機-無機ハイブリッド技術
  - a. 導電性膜技術
    - (ア) ガラスマトリックスと導電性有機高分子のハイブリッド化にその構造を制御し、配向率30%を達成した。
  - b. 気孔配向膜技術
    - (ア) 液晶分子を電場によって配向制御し、膜面と垂直方向への配向率が40%以上であることを確認した。
- (3) 外部場操作技術
  - (ア) Er:Cr:YSGG レーザー照射の条件探索により、直径9~10 $\mu\text{m}$ 径の領域に微細化することに成功した。

研究開発項目 「三次元光回路材料技術」

- (1) 低損失光導波路用材料技術
  - a. 光導波路用材料技術
    - (ア) 導波路の損失要因を分析し、その支配的要因を究明した。またフォトリソグラフィ法、レーザー直接描画法、電子線直接描画法を比較検討し、電子線直接描画法が低損失化に適していることを明らかにした。
  - b. 三次元光回路形成用材料
    - (ア) ZnS 含有ガラスへの超短パルスレーザー照射により半導体微粒子の3次元微細周期構造を形成し、波長3 $\mu\text{m}$ において反射率75%を達成した。この結果は、半径36 $\mu\text{m}$ で光路を曲げられるデバイスの実現が可能であることを示している。
- (2) 大容量光メモリ用材料技術
  - a. 大容量光メモリディスク用集光機能材料 (F21へ移行済み)
  - b. 大容量光メモリヘッド用ガラス材料技術
    - (ア) スラブ導波路内部に三角形の深溝回折格子を埋め込んだ高分散回折光学素子を作製し、1%の波長差に対する出射角度の変化は3.4 $^{\circ}$  (従来の50倍以上)に達した。

研究開発項目 「技術の体系化」

- a. ガラス組成と特性・機能との相関
  - (ア) 酸化物ガラス中のEr<sup>3+</sup>イオン周囲の原子配列とそのイオンの示す光学特性の計算機シミュレーションを再度行った。これを基にして、これまでの実測による蛍光スペクトルと計算により得られるスペクトルのガラス組成の関係を整理した。
  - (イ) 半導体ナノ微粒子ドープガラスで量子閉じ込め効果にマトリックスが重要な働きをすることを見出し、三次の非線形光学効果の測定により、吸収端のブルーシフト量が三次の非線形の大きさを左右していることを明らかにした。エレクトロルミネッセンスでは、青色の発光には至っていないが、SnO<sub>2</sub> ナノ微粒子ドープガラス膜が青色のフォトルミネッセンスを示すことを明らかにした。
- (2) ガラス合成プロセスと特性・機能との相関
  - (ア) 石英導波路基板上にSi立方体共振器を作製した。近赤外センサを用いて、波長1.5 $\mu\text{m}$ 帯導波路伝搬光の共振器による散乱を観測し共振器と導波路の一体化を確認した。共振波長光の蓄積とQ値を確認するために光学的評価を行っている。
  - (イ) 石英基板上に導波路と各種形状の部品を作製し、光蓄積の効果を系統的に明らかにした。
  - (ウ) ZnO半導体超微粒子分散ガラス薄膜のゾルゲル合成に成功した。添加したEu<sup>3+</sup>イオンからの発光が得られたが、ZnO酸素欠乏性欠陥からのブロードな発光も見られた。SnO<sub>2</sub>系とは明らかに発光挙動が異なり、両者の発光メカニズムを分光学的/電子顕微鏡学的データとともに体系化した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

### 《3》ナノメタル技術 [平成13年度～平成18年度]

[16年度計画]

金属材料の組成、組織をナノレベルで超精密・超微細に制御する技術を基盤的かつ体系的に確立することにより機械的特性や機能的特性を飛躍的に向上させることを目的に、東北大学金属材料研究所教授 井上 明久氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

A. 超高純度金属材料分野においては、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組成・組織制御技術」



- (1) 超高純度化技術、高純化技術  
Ni の超高純度精製を行うほか Fe, Co, 及び Cr 合金の更なる高純度化を進める。
- (2) 有用元素添加、組織制御技術  
Fe 合金および Cr 合金への有用元素添加について、溶解方法、添加方法、添加元素の種類、添加量と溶解後の分析値、偏析の有無およびその程度などを更に点検し、その有用元素添加技術の確立を目指す。Cr 合金に関しては、韌性改善のため Cr 濃度を適正化した Cr-Fe 系合金を中心とし、元素添加、組織制御等を検討することで、DBTT (脆性 - 延性遷移温度) 改善とクリープ強度の最終目標 (650 × 130MPa、10000 時間以上) の両立を狙う。
- (3) ナノオーダー元素分析技術  
高精度 ICP-MS による微量不純物元素の分析技術の向上を継続検討する。又、イオン交換法等汎用性のある分離・濃縮法の適用範囲を見極める。ガス分析に関しては、O, N の前処理改善によるブランク値低減検討を本格化する。また、高純度 Fe 中の微量 C, S に関する国内外共同分析の継続と、O, N に関する国内外共同分析を実施する。
- (4) 超高純度金属材料の特性研究  
高 Cr-Fe 系固溶強化型合金に関しては、機械的特性、耐環境特性、ならびに製造特性に関する特性データの取得を継続実施するとともに、応力腐食割れ特性評価の高度化を進め、環境因子 (溶存酸素、PH、変動応力、ひずみ等) の影響を精密に評価する。また、超高純度高温合金の各種特性評価を開始する。

研究開発項目 「技術の体系化」

プロジェクトのデータ及び図表のインプットを継続実施すると共に、次のステップ (特許データベースを含む) をその必要性の有無を含め検討する。

研究開発項目 「超高純度 Cr-Fe 合金の実用化技術 (F/S)」

国内外の電力部材用高温材料及び耐食材料の研究動向を調査し、超高純度 Cr-Fe 系合金の適用可能用途を明らかにすると共に、その具体化のための方法を策定する。真空誘導溶解炉を用いた 100kg 級の中型インゴット溶製技術確立及びその製造性 (塑性加工性、溶接性、組織の均質化等)・応用特性を把握する。また、これらの技術確立を基にトンオーダーの大型インゴット溶製とその製造性・応用特性研究を試行し、具体化の方法を策定する。

B. 実用金属材料分野においては、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組織制御技術」 鉄系

ナノクラスター・ナノ析出制御技術

Cu ナノ析出強化を活用したマルテンサイト組織鋼の強度・延性バランスの最大化を図るとともに、Cu の析出状態についても TEM、3 次元アトムプローブ、SR-XAFS 等を用いた解析を行う。また、Cu ナノ析出による延性向上メカニズムを実験と後述の計算科学の両者から明確化し、実用化につながる連続冷却条件、第 3 元素の影響等との関連を検討する。また、転位と析出物の相互作用 TEM 観察では、硬質粒子と軟質粒子の比較調査を行う。さらに、延性発現のメカニズム追求のため、新たに機械的性質に及ぼす Cu 軟質粒子の影響、粒界での Cu 偏析と Cu ナノ析出による延性向上機構の解明、粒界構造と粒界析出状態の関係調査、および析出粒子が破壊特性に及ぼす影響調査を行う。また、自動車用の新材料としての特性評価を自動車会社の協力も含めて実施する。

研究開発項目 「計算科学と技術の体系化」 鉄系

マルテンサイト系 Cu 析出強化鋼の強度・延性バランス向上のメカニズム解明のため、Cahn-Hilliard (3 元素の濃度プロファイル) と Langer-Schwartz の計算 (連続冷却過程における Cu ナノ析出、焼き戻しマルテンサイトの Cu ナノ析出) は継続する。また、H15 年度までの実験で得られている Cu の析出形態を計算に反映するために、クラスター形成、BCC/FCC 変態、球からロッドへの形状変化等の連続シミュレーションが、モンテカルロと分子動力学を併用して可能かどうか検討する。Cu 析出物分散状態あるいは第 3 元素の影響を明確にするために PFM (Phase Field Model) によるシミュレーションを活用し、Cu 析出状態の可視化を検討する。さらに、延性向上のメカニズムを明らかにするために、分子動力学法による計算手法の開発に着手し、Cu 析出物と転位との相互作用および Cu 析出物の変形の素過程について検討する。

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組織制御技術」 銅系

(1) ナノクラスター・ナノ析出制御技術

CuNiSi 合金の析出制御による特性の向上に集中する。CuNiSi 合金において生成する析出物の中で Ni<sub>2</sub>Si を微細に析出させて強度上昇を図ることが有効と考え、多段階効果に加えて、強ひずみと低温時効の影響も調べ、最終目標である 1000MPa、60% IACS に向けて実験を進める。スピノーダル分解や 2 相分離が出現する Cu 基系の相平衡について引き続き CALPHAD 法を用いた解析を行い、Cu 基 7 元素 (Cu-Cr-Fe-Ni-Si-Sn-Zn) データベースを完成させると共に、実用的に重要な元素も加えた汎用性の高いデータベース構築を進める。バルク Cu-Ge 合金の強度と導電率の正確な値を得るとともに、類似の構造を有する Cu-Sn 合金においても同様の実験を行い、応用可能な合金種の拡張を図る。さらに薄膜として用いる場合の実施例の可能性を調査し、両合金の応用展開を目指した研究を行なう。

(2) 粒界・界面構造制御技術

15年度までに可能性を見出した指導原理の有効性確認を進める。特にバネ材料においては強度と導電性に加え加工性も重要であることから、曲げ性を始めとする特性も把握しながらCu-Cr-Zr系合金の数100nmレベルの結晶粒微細組織の実現を目指し、最終目標の引張強度1000MPa、導電率60%IACSの実現に迫る。

15年度に開発した「高導電率低熱膨張銅合金」を実用化するため、低廉なプロセスによって安定かつ大量に生産するための要素技術確立を目指す。さらに、ボロンを多量に添加したCu-Co-BやCu-Ni-B系合金の特異な組織(二相分離による卵型のコア構造)の形成機構の解明と応用について検討する。各酸化機構の温度領域を明らかにし、銅の酸化に対する統一的な理解を得る。また、酸化に対する添加元素の影響を明らかにするために、Al表面被膜の形成機構、形態と保護性を詳細に調べる。

(3) ナノ結晶粒創製技術

双ロール液体急冷法により現在高導電率の得られたCu-Zr合金の再現性の確認と組織の関係を明らかにすることや、高強度・高導電率を示すCu合金の組成探査と特性調査などから、液体急冷材の特性に及ぼす熱処理の効果などを明らかにし、引張強度>1300MPaと%IACS>20%を兼ね備えた急速凝固Cu合金の創製を16年度の目標とする。

(4) ナノ薄膜組織制御技術

スパッタリングCu薄膜

自己形成バリア材を実現するCu合金薄膜材として有望なCu-Ti合金に対して、自己形成バリア材の形成機構の解明ならびに、Cu-Ti膜の作製条件ならびに高圧アニールプロセス条件の最適化により、低抵抗かつ高耐熱性を有する自己形成バリア材の形成プロセスを確立する。めっきCu薄膜

めっきCu薄膜は高温リフロー性に優れるという利点から、スパッタリングCu薄膜とともに引き続き研究を継続していく。Cu-Ti合金膜などの新配線材料(Cu合金配線材料)の電析の可能性を検討し、電解による合金めっきの実現を図る。また、超微細溝(配線幅:50-80nm)を有する新TEGをダマシン法で作製し、配線信頼性評価(EM耐性評価、SM耐性評価、密着性評価)を実施する。

研究開発項目 「計算科学と技術の体系化」 銅系

ナノ結晶粒晶出過程と組織予測シミュレーション

ナノ組織生成過程についてより広範な知見を得ることを目的として、Cu-Zr合金などの実用合金に対してフェーズフィールド法によるシミュレーションを行う。さらに、分子動力学法などの分子モデルを実行することにより、物性予測のシミュレーションを実行する。

C. 実用金属材料工具鋼分野においては、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組織制御技術」

(1) ナノクラスター・ナノ析出制御技術

加工熱処理法や粉末冶金法による新ナノ組織創製(核生成サイトの影響の解明)

新ナノ組織創製プロセスで転位や過剰空孔、および大傾角粒界を導入した工具鋼を用いて、ナノサイズ析出物の析出挙動に及ぼす核生成サイトの影響を明らかにする。

新強化物質の強化機構の解明

熱間工具鋼における炭化物以外の新強化物質を活用して、最適マイクロ組織デザイン(量、大きさ、分布など)を確立し、その創製プロセス検討にも取り組む。

(2) 粒界・界面構造制御技術:加工熱処理法や粉末冶金法による新ナノ組織創製(結晶粒微細化検討)

結晶粒微細化した工具鋼を用いて、結晶粒微細化強化の適用および、マルテンサイト・パッケージやブロックの界面強度の影響を詳細に調査し、室温強度や靱性、さらに軟化抵抗(高温強度)との関係を明らかにして、新ナノ組織創製プロセスの基盤技術の確立に取り組む。これにより、開発目標達成のための狙い結晶粒径を明確にする。

[16年度業務実績]

A. 超高純度金属材料分野

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組成・組織制御技術」

(1) 超高純度化技術、高浄化技術

高周波真空溶解炉を用いて種々合金の更なる高純度化を進めた。

(2) 有用元素添加・組織制御技術

種々の溶解条件で溶解した23種類の35~60Cr-Fe系合金、Ni基合金等について、純度、組成、添加元素の種類と濃度、鍛造・熱間加工・熱処理の条件、および、これらが組織に及ぼす影響等(再結晶温度、結晶粒度、硬度など)について調べ、多数の貴重なデータを得た。靱性改善のためCr濃度を適正化したCr-Fe系合金を中心とし、DBTT(脆性-延性遷移温度)改善とクリープ強度について分析を行った。

(3) ナノオーダー元素分析技術

Fe中の不純物元素につき高精度ICP-MSによる微量分析手法により、Be, In, Ti, Sについて、定量下限100ng g<sup>-1</sup>以下の分析手法を実現した。又、イオン交換法等汎用性のある分離・濃縮法の適用範囲を見極めた。ガス分析に関しては、O, Nの前処理改善によるブランク値低減

の検討を行った。高純度 Fe 中の微量 C, S に関する国内外共同分析の継続と、O, N に関する国内外共同分析を実施した。

(4) 超高純度金属材料の特性研究

機械的特性、耐環境性、ならびに製造特性の検討により、50~60Cr-Fe 系合金に関しては、韌性に影響を及ぼす因子として、純度、Cr 濃度、添加元素、微細析出物、ならびに組織形態の影響を明らかにした。一方、20~40Cr-Fe 系合金に関しては、純度、Cr 濃度ならびに添加元素の影響等を明らかにした。また、応力腐食割れ特性評価の高度化のため、環境因子(溶存酸素、PH、変動応力、ひずみ等)の影響を精密に評価できる応力腐食割れ試験装置の第2ステップを導入した。

超高純度高温合金の各種特性評価を開始した。

研究開発項目 「技術の体系化」

物質系データベースに引き続き分析系データベースを構築し、全システムを完成させた。

研究開発項目 「超高純度 Cr-Fe 合金の実用化技術 (F/S)」

国内外の電力部材用高温材料及び耐食材料の研究動向を調査し、超高純度 Cr-Fe 系合金の適用可能用途を考察した上で、高温高压水中での使用を想定した成分の 20Cr-3Mo-2W-Fe について、重量 2 トンの高純度素材を作製した。

真空誘導溶解炉を用いた 100kg 級の中型インゴット溶製技術確立及びその製造性(塑性加工性、溶接性、組織の均質化等)・応用特性の考察をはじめ、試作 2 トン高純度材は SUS316L と比較して引張強度、疲労強度、韌性等の機械的性質は同等、各種環境での化学的特性は大幅に優れていることを確認した。

B. 実用金属材料分野

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組織制御技術」 鉄系

ナノクラスター・ナノ析出制御技術

Cu 粒子分散の影響調査のため、Fe-Cu フェライト合金を用いた室温引張試験に着手した。その結果、Cu 添加により、Cu ナノ析出粒子が転位の運動を阻害することにより加工硬化率を増大させ伸びが増加する結果を得た。また、Cu を過飽和に固溶させた Fe-2%Cu 合金の 600 時効処理時間を変え、Cu の固溶状態、及び機械的特性(強度、延性、耐力)を引張変形挙動から検討し、ピーク強度が得られる付近での時効処理により、最も優れた強度・延性バランスが得られることが判明した。さらに、Fe-Cu 二元系合金における Cu 析出促進に及ぼす第三元素の影響について、Fe-1.5%Cu-3.0%Ni 材の TEM, OTAP (Optical Tomographic Atom-Probe) による観察を行った。また、Fe-1.5%Cu フェライト鋼の XAFS による Cu 析出物構造解析、水素トラッピング解析と 0.18% C-1.5%Mn-4%Cu マルテンサイト鋼の水素トラッピング解析を行った。

さらに、強度・延性バランスのデータを自動車メーカー A 社に開示すると共に、高強度鋼を自動車骨格部材へ適用する際、クリアすべき主要課題について、試験片を A 社に送付し評価していただいた。その結果、延性バランスに優れた高強度鋼として期待される材料であり、車体適用への開発継続の価値はあるとの判断をいただいた。

研究開発項目 「計算科学と技術の体系化」 鉄系 Cu ナノ粒子析出に係わる Cahn-Hilliard モデルを前提とした Langer Schwartz の連続冷却モデルで、Fe-1.5%Cu 材を 850 から 2 水準の冷却速度 (0.1 /sec, 0.02 /sec) で冷却した比較では、冷却速度の遅い方が Cu 粒子の粗大な点は実験結果と一致した。また、分子動力学法による Cu 析出物のピンギング能の評価のため、析出物径 3nm での刃状転位の通過状況を計算し、析出粒子中の Cu 濃度 0、25、50、75、100% の 5 水準ですべり面上の原子のポテンシャルエネルギー変化を比較した。Cu 濃度 50% 以下ではピンギング能がないことが判明した。さらに、転位運動の分子動力学解析で、刃状転位と Cu 析出物の相互依存性について、周期境界条件の影響を調査した。また、PFM で Fe-20at%Cu で bccCu 粒子の析出状況、及び bccCu 粒子から fccCu 粒子が形成される状況をシミュレートするプログラムを構築した。また、界面エネルギーの異方性を考慮することにより fccCu 粒子の形態が球状から棒状に変化する状況をシミュレートすることができた。

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組織制御技術」 銅系

(1) ナノクラスター・ナノ析出制御技術

CuNiSi 系合金の析出挙動について検討した結果、引張強度 890MPa、導電率 48% IACS の特性が得られた。Cu 基 7 元系 (Cu-Cr-Fe-Ni-Si-Sn-Zn) に P を加えた Cu-Cr-Fe-Ni-Si-Sn-Zn-P 8 元系データベースを完成させた。また、Ti, B, C 等のマイクロアロイグ元素を含んだ系についても熱力学解析に入った。純度 99.9999% の Cu 等の素材を用い、水素プラズママーク溶解法により超高純度 Cu Ni Si 合金試料を作製し、それらの加工、時効条件を系統的に変化させて、導電率と硬度を測定した。一連の研究で、Fe 微量添加の有効性を明らかにした。最適な時効条件、中間圧延、二段時効などにより、Hv 3 20 以上で、IACS% が 37 - 40% の高強度材を作製するのに成功した。さらに、X 線小角散乱法による合金構造の予備的解析により、ナノサイズの析出物(主に Ni<sub>2</sub>Si と考えられる)の検出にも成功した。これらの解析から材料学的に重要な合金構造に関する情報を解明し、高導電率化および高強度化に対する指針を得た。

(2) 粒界・界面構造制御技術

Cu-Cr-Zr 系合金を中心に析出制御による数 100nm レベルの微細組織の実現に取り組んだ。

Cu-Cr-Zr 合金の析出挙動を詳細に調査した結果、圧延加工後に 360 °C 付近の低温時効処理を行うことにより、数～10nm 程度の Cr 粒子が加工組織の粒界上に析出することが判明した。この Cr 粒子の粒界析出と加工を組み合わせることで、数 100nm レベルの微細組織の創製に成功し、引張強度：740MPa、導電率：60% IACS までの特性を得た。また、多層メッキ法によって Cu-Sn 合金の成膜を試みたが、界面が汚染されやすいため Cu と Sn が合金を形成しないことが明らかになった。このため、多層メッキ法から合金メッキ法に切り替えて、Cu-Sn 合金を成膜するための電解メッキ条件を決定し、成膜速度ならびに Sn 濃度が制御できるようになった。

種々の Sn 濃度ならびに熱処理条件の試料において導電率とナノインデンテーション硬度を測定し、最大導電率 19% IACS、最大硬度 3GPa (換算降伏応力 1GPa) が得られた。この材料は Cu-Sn 固溶体と Cu<sub>3</sub>Sn 金属間化合物の二相組織からなっており、高強度の原因は粒径が 100～500nm の微細結晶粒が安定に存在することに起因することが明らかになった。

(3) ナノ結晶粒創製技術

本年度の大きな研究目的は、引張強度 >1800MPa と導電率 >20% IACS を兼ね備えた組織制御 Cu<sub>2</sub> 元合金の創製であった。この達成のために、急冷凝固技術の開発などを行い >1700MPa と導電率 >20% IACS を兼ね備えた組織制御 Cu<sub>2</sub> 元合金の創製に成功し、目標達成までもう少しとなった。

(4) ナノ薄膜組織制御技術

自己バリア形成に有望な Cu 合金薄膜配線の開発を進め、合金元素として Ti 添加が最も有効でかつ最適であることを明らかにした。Cu-Ti 合金薄膜材は目標温度である 400 °C 熱処理で Cu 配線部とバリア層部の相分離が生じ、自己組織形成した界面 Ti-rich 層(界面反応による Ti シリサイドおよび酸化物)が Cu 拡散に対するバリアになることも検証した。電気抵抗率も 400 °C 熱処理で 3.6 μΩ・cm を確保した。一方、Cu 薄膜中への Ti の固溶は高温高圧リフロー性を阻害するため、リフロー性改善の観点から、成膜条件の最適化を実施し、H<sub>2</sub> 添加雰囲気成膜、N<sub>2</sub> 添加雰囲気成膜、Sb、Dy の添加が有効であることを見出した。(特に N<sub>2</sub> 添加雰囲気成膜が Cu 配線のリフロー性向上、電気抵抗率増加抑制に有効であることを明らかにした。) 開発材の特性評価を目的に、技術ノード 35-50nm に相当する、配線幅 50-80nm、深さ 150-200nm の超微細溝形成プロセスを検討し、それに基づき新 TEG(Test Element Group)を設計・製作した。並行して超微細配線の SM 耐性、EM 耐性の予備検討を行い、耐性向上に有効な要素(プロセス、サイズパラメーター)を明らかにした。

研究開発項目 「計算科学と技術の体系化」 銅系

ナノ結晶粒晶出過程と組織予測シミュレーション

フェーズフィールド法により、Cu 基合金に対してシミュレーションを行い、実験結果との比較・検討を行った。また、分子動力学法を用いて、金属ガラスの安定性を原子充填率の観点から考察し、典型的な金属ガラスの密度の値が同組成の結晶合金の密度と比較して差が小さく、このような高い充填度がガラス相の安定性を高めていることを見出した。さらに、金属ガラスの比熱曲線に対応する非線形微分方程式を線形近似することにより解析解を導出することに成功した。この解析解の導出により、計算機を用いた従来の手法とは別の観点からガラス遷移現象を究明することが可能となった。

C. 実用金属材料工具鋼分野

研究開発項目 「ナノ領域金属材料組織制御技術」

(1) ナノクラスター・ナノ析出制御技術

加工熱処理法や粉末冶金法による新ナノ組織創製(核生成サイトの影響の解明)

熱間圧延法および熱間静水圧プレス(HIP)法で作製した新ナノ組織を有するバルク材料を用いて、高分解能透過型電子顕微鏡(HR-TEM)や電子線エネルギー損失分光法(EELS)等で焼入焼戻し過程でのナノサイズ析出物の析出挙動を調査した。その結果、熱間圧延材は母相中に直径 10nm 以下の酸化物がほぼ均一に析出しており、基地組織も均一なナノ組織であること、HIP 材は直径 20nm 以下の酸化物が不均一に析出しており、基地組織はナノオーダーからミクロンオーダーまでの幅を持っていることを明らかにした。

新強化物質の強化機構の解明

新ナノ組織を有するバルク材料を用いて、HR-TEM や EELS 等で酸化物を詳細に調査した結果、直径 10nm 以下の酸化物が粒界、粒内を問わずほぼ均一に析出しており、粒子分散強化に寄与していることが示唆された。

(2) 粒界・界面構造制御技術：加工熱処理法や粉末冶金法による新ナノ組織創製(結晶粒微細化検討)

平成 14 年度に創製できたバルク材料のナノ組織を目標として、大型化・量産化を見据えて HIP 法や熱間押し出し法を用いた固化成形法を試みた。その結果、大型化・量産化へのこれらの手法の適用の可能性を見出した。また、結晶粒微細化強化の適用および ' マルテンサイト・パケットやブロックの界面強度の影響を詳細に調査した結果、酸化物・結晶粒組織と強度特性(高温を含む)の間に関係があることが示唆された。

《4》 ナノカーボン応用製品創製プロジェクト【F 2 1】[平成 14 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

従来材料では到達し得ない電気伝導性、熱伝導性及び機械的強度を持つカーボンナノチューブを中心とするナノカーボン材料について、その構造を制御しながら量産する技術、ナノカーボン材料を加工・修飾して目的とした物理的・化学的特性を発現させるための技術、形態及び配向を制御してナノカーボン材料を基板上に成長させ、電子デバイスに応用する技術の開発、並びにこれらの技術開発を支える微細構造評価技術の開発、得られるデータ、技術、知識を体系化・構造化し、産業技術の基盤の構築を図ることを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所新炭素系材料開発研究センター 長 飯島 澄男氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「構造制御・量産技術」においては、気相流動法並びに加圧流動床法プロセスの触媒の改良によるナノチューブの収率及び品質の向上を行うと共に、プロセスの操作条件の最適化を行い、量産技術を確立する。
- 研究開発項目 「物理的・化学的機能制御技術」においては、ナノカーボン材料の開口処理によるナノ空間の有効利用、あるいは切断処理や化学修飾等による可溶化、単分散化などの技術開発を一層推し進める。また、これらの結果を活用しながら、ナノカーボン材料のメッキによる薄膜化技術や、ナノカーボン材料への金属触媒担持技術などの開発を行い、燃料電池用セパレータや携帯機器用燃料電池の触媒電極への応用を目指す。
- 研究開発項目 「電氣的機能制御技術」においては、超精密成長制御として、配線ビア応用を念頭に、微粒子触媒技術を高度化し、多層CNTを1012/cm<sup>2</sup>程度までの高密度化を検討する。また直径100nmの微小径ビアからのCVD成長技術を開発する。またトランジスタ応用を念頭に、単層CNTのCVDによる位置制御精度の向上ならびに方向制御成長技術を開発し、直径制御技術の可能性を実証する。
- 素子作製要素技術として、配線ビア応用を念頭に、ビア構造のコンタクト・拡散防止金属構造を検討し、直列ビアの電気特性評価およびビアの熱あるいは機械強度特性評価を行う。またトランジスタ応用を念頭に、オーミック電極ならびにゲート絶縁膜の改善を行う。さらに1本あるいはバンドルの単層CNTの接合を作製し、ナノ分解能の構造解析を行うとともに電氣的特性評価を行い接合材料技術の確立を目指す。またマニピュレーションによる水平配置制御の可能性を検討する。
- 研究開発項目 「構造評価技術」においては、ナノ材料の切断整形法として収束電子線法を検討する。具体的には5nmの精度を持つ加工法を目指した試験研究を行う。とくにナノカーボン材料の超微細加工において、入射電子線の加速電圧と電流密度の最適化を目指した基礎実験を行う。
- 研究開発項目 「技術の体系化」においては、本研究開発等で収集、解明される特性データ、評価方法等を体系的に整理し、データベースを構築する。また、これらの知見に基づいた簡便な合成支援シミュレータを開発する。

[16 年度業務実績]

- 研究開発項目 構造制御・量産技術  
気相流動法プロセス用の触媒として、逆ミセル法触媒を発展させたFe-Mo系ナノカプセル触媒を開発してきたが、本触媒の高濃度化により、目標値である収率10%以上（現在市販されているHiPCO法の1000倍）を達成した。基板上の単層カーボンナノチューブ(SWNT)の構造制御成長技術「スーパーグロース」を開発し、従来法の1000倍に達する超高密度成長および、様々なパターン成長に成功した。さらに、本合成技術の成長メカニズムの解明、条件の改良を行い、基板の大型化を進め、大量合成の可能性を検証中である。
- 研究開発項目 物理・化学的機能制御技術  
ナノカーボン開孔制御技術では、単層カーボンナノホーン(SWNH)を硝酸処理および加熱処理することにより、比表面積1300m<sup>2</sup>/gの開孔が可能となった。水溶性SWNTの合成精製技術では、SWNTをベンゼンジアゾニウム化合物と反応させることにより、金属性SWNTと半導体性SWNTに分離溶解が出来る可能性を見出した。ナノチューブ超薄膜作成技術では、直流電場によるSWNTのメッキに成功し、半導体性SWNTが優先的にメッキされることを確認した。燃料電池用電極の開発では、最大出力密度として70mW/cm<sup>2</sup>を達成し、試作した燃料電池一体型ノートPCをWPC EXPOにおいてデモ展示した。
- 研究開発項目 電氣的機能制御技術  
配線ビアでは、微粒子触媒活性によるCNT高密度化を検討し、TiCo微粒子で1011台/cm<sup>2</sup>のCNT密度を得た。トランジスタ応用では、リソグラフィ手法を応用した鉄触媒微粒子の位置と寸法の同時制御技術を開発し、CNTの位置は±5nm、直径1.3nmに対して±0.4nmの精度を実現した。
- 研究開発項目 構造評価技術  
高感度分析技術の開発では、目標としていた「単原子レベルの元素分析」に成功し、世界最高レベルに到達した。さらに化学組成のマッピングに加えて、電子状態のマッピングにも成功した。ナノ材料の切断整形法として収束電子線法を検討し、CNTの切断に成功した。
- 研究開発項目 技術の体系化  
データベースに基づき、CVD法でSWNTを合成する条件を示す相図を作成することのできる簡便な合成支援シミュレータを開発することを目的として、触媒CVDプロセス(CCCVD)によるSWCNT成長の1次元円環モデルのチューニング(パラメータ間の関係等)を行った。また、知識の構造化PJとの連携により、研究開発で収集、解明される特性データ、評価方法等が体系的に整理されたデータベースの構築を行った。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《5》 ナノ粒子の合成と機能化技術 [平成13年度～平成17年度]

### [16年度計画]

既存の物質をナノ構造化して量子閉じこめ効果等を発揮させ、同じ物質のバルク状態とは全く異なる化学的、電子的、電気的、光学的、磁氣的及び機械的特性を発現させることにより、化学・電子・電気・光・触媒・セラミックス・機械等の広範な産業分野に利用できる、新たな材料技術体系の創出を目的に、広島大学大学院工学研究科教授 奥山 喜久夫氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「シングルナノ粒子の高速合成技術の研究開発」においては、電子機能素子、光機能素子、構造体材料について、種々の合成手法にて製造されるナノ粒子の粒子径、粒子径分布および粒子形状の分布の測定、合成条件と粒子性状との相関を明確にする。また、最終目標 100g/h に向けてのスケールアップの製造条件を開発する。磁性複合ナノ粒子は、磁性ナノ粒子を貴金属で被覆した複合粒子を合成し、磁気熱量効果等の特性発現について検討を進める。高温高压水熱は、SAXS を用いて in-situ に計測する技術を確認し、連続合成技術の確立を目指す。希土類化合物ナノ粒子の合成については、金属リン酸塩や CdS、Y2O3:Eu 等のナノ粒子を効率よく合成できる条件の最適化を図る。ナノ粒子の解粒・分級・回収技術などのハンドリング技術については、ビーズミル法や溶融混練法などの機械的な解粒技術、各種膜を用いたナノ粒子の膜透過による分級および回収技術や各種ろ過条件に及ぼすナノ粒子の分散状況を検討し、解粒、分級および回収のための技術確立を目指す。動力学的シミュレーションは、ナノ粒子生成過程のサイズと質のモデル化を可能にするマイクロシミュレーション手法の開発を進めるとともに、そのモデルを組み入れたマクロシミュレーション手法との統合を検討していく。

研究開発項目 「シングルナノ粒子の表面修飾・薄膜化技術の研究開発」においては、ナノ粒子の表面修飾技術について、表面修飾配用材料の設計と使用技術の確立を目指す。また、デンドリマー配位子および非デンドリマー配位子によるナノ粒子複合体による光機能性ナノ粒子について発光特性などの特性を評価する。薄膜作製技術は、気相で合成されたナノ粒子の基板への精密な帯電配列の技術の確立を目指す。また、ナノ粒子懸濁液を用いた高速塗布の技術やインクジェットでの配列パターン化の検討を実施する。マクロポーラス薄膜の作製については、大面積化、高速化、機能化を図る。RFプラズマを用いたナノ粒子配列制御は、非凝集ナノ粒子、ナノ粒子3次元トラップおよびサブミクロン粒子の2次元転写技術の開発でさらに精密なナノ粒子の製造および制御方法の確立を目指す。また、Fe粒子の2次元配列技術については、Fe、Auのナノ粒子をシリカ層で被覆した複合粒子を表面処理して、基板上に配列させることで広範囲なFeやAuナノ粒子の2次元規則配列構造を形成する技術の確立を目指す。また、ナノ粒子懸濁液のレオロジー特性を把握し、塗布特性との関連を検討する。

研究開発項目 「シングルナノ粒子を用いた機能発現の評価」においては、電子・情報素子は、引き続きFePt粒子の磁気特性と粒子配列挙動を検討する。光機能素子については、薄膜化の基礎条件を確認し、発光機能等の向上を図る。構造体材料についても、ナノ粒子と高分子の複合体のナノ粒子配列構造を明らかにし、製造方法を開発し、機械的特性、熱的特性の向上をめざす。また、半導体ナノ粒子の光物性を解析し、半導体粒子薄膜の光特性の向上を図る。

研究開発項目 「ナノ粒子の合成と機能化技術の体系化」においては、シングルナノ粒子の高速合成技術及び表面修飾・薄膜化技術の開発、機能素子の作成・評価での各工程の解析と、プロセス条件と構造との相関について検討し、データベース化を実施する。

### [16年度業務実績]

研究開発項目 「シングルナノ粒子の高速合成技術の研究開発」

- ・電子機能素子、光機能素子、構造体材料については、シングルナノ粒子合成条件の確立のため、気相及び液相の各種合成法によりモデル粒子を用いた試験を実施した。その結果、電子機能性粒子の磁性粒子、金および銀粒子、構造体材料用のシリカ粒子について、粒子径の制御ができ変動係数を小さくできる合成法を確認し、目標達成に向けての大量合成法の検討に着手した。光機能性粒子については、CVD(気相反応合成法)による GaN(窒化ガリウム)、ホットソープ法(液相合成法)による CdSe(カドミウムセレン)、ZnO(酸化亜鉛)、噴霧熱分解法による Y2O3:Eu(ヨーロッパウムをドープした酸化イットリウム)を合成し特性を測定できるようになった。
- ・磁性複合ナノ粒子、高温高压水熱、希土類化合物ナノ粒子の合成については、ナノ粒子の製造とその制御条件の最適化、得られたナノ粒子の特性把握を実施した。
- ・ナノ粒子の分級・回収システム技術については、ナノ粒子の膜透過による分級試験の最適化を、有機溶媒系で -アルミナ膜を用いて、ろ過条件、ナノ粒子分散状態について検討した。
- ・ナノ粒子の合成過程を解析する技術として、動力学的シミュレーション技術の開発に取り組み、粒子合成装置内における初期核発生過程・核成長過程のシミュレータを開発し、その精度の検証と向上検討を実施した。

研究開発項目 「シングルナノ粒子の表面修飾・薄膜化技術の研究開発」

- ・ナノ粒子の表面修飾技術については、電子・情報素子、光機能素子および構造材料向けナノ粒子を極性溶媒、水およびポリマーに良好に分散させることのできる表面修飾材の検討を実施した。精密重合法を用いて、ナノ粒子表面と結合可能なポリマーを重合し、金属ナノ粒子の表面修飾に適用したところ、凝集割合が全粒子個数の10%以下の樹脂複合材料を作成することが可能となった。
- ・薄膜化技術については、薄膜作製、RF(高周波)プラズマを用いたナノ粒子配列制御およびFeナノ粒子の2次元規則配列技術の開発に取り組んだ。薄膜作製は、液相塗布、気相堆積、高分子複

合での粒子配列挙動の検討を実施した。また、気相で合成し、帯電させた粒子を、帯電させたドットやラインの各種パターン上に選択的に吸着させ、ナノ粒子の精密な配列パターンを形成する技術を開発し、ドット径50nmの配列パターン上にナノ粒子を配列させることに成功した。SiO<sub>2</sub>粒子とポリスチレン粒子の懸濁液を基板上に高速で塗布し、加熱してポリスチレン粒子を除去して、数100nmの細孔が高秩序に配列した数cmサイズのポーラスシリカ薄膜形成技術を確立した。また、プリンティング技術によるパターン形成とインクジェット法によるナノ粒子分散液をパターン上に高速で吐出する技術を組み合わせ、ドット状等各種のナノ粒子配列パターンを作製する技術を開発した。

- ・有機ナノ粒子の液晶特性を利用した配列技術を検討し、高度な偏光特性の発現を目指した検討を実施した。
- ・RFプラズマを用いたナノ粒子配列制御は、イオン化CVD装置でSiO<sub>2</sub>の非凝集ナノ粒子を合成し、RFプラズマ場によるナノ粒子トラップ、Si基板上への静電沈着により、ナノ粒子の配列技術を開発した。さらにナノ粒子を2次元配列する技術の確立に向け検討を実施した。また、シリカで被覆されたAuやFeナノ粒子を最密充填した後、シリカを除去してAuやFeナノ粒子の規則配列構造の形成を検討した。

研究開発項目 「シングルナノ粒子を用いた機能発現の評価」

- ・電子・情報素子、光機能素子、構造体材料について、モデル粒子の製造条件を検討した。
- ・電子・情報素子については、合成されたFePt粒子の磁性特性の発現を確認し、さらにアニール温度の最適化等の検討を実施した。一方、磁性体機能評価装置をより高磁場で測定できるように改造し、磁性体薄膜の磁気特性を高精度に評価する技術の確立に取り組んだ。
- ・光機能素子については、半導体ナノ粒子薄膜等の光特性を把握した。更に、半導体ナノ粒子薄膜の光物性につき、構造モデルに計算化学技術を適用して解析を実施した。
- ・構造体材料については、ポリスチレン樹脂やエポキシ樹脂中にSiO<sub>2</sub>粒子を化学的および機械的に均一に分散できる条件を確立し、耐熱性について目標達成の目処をつけた。水酸化マグネシウムナノ粒子を使用することにより、難燃性についても目標達成の目処がでてきた。また、ポリエステル樹脂の重合反応と同時にナノ粒子を合成、分散するin-situ反応により均一分散物を得る条件を見出した。
- ・新しい機能（熱電特性等）を有するナノ粒子の合成と機能発現に向けた検討を実施した。

研究開発項目 「ナノ粒子の合成と機能化技術の体系化」

- ・シングルナノ粒子の高速合成技術及び表面修飾・薄膜化技術の開発、機能素子の作成・評価でのデータ取得の基軸となる各工程を代表するに必要十分な特性の抽出を行うために、各工程の解析と、プロセス条件と構造との相関について検討した。

## 《6》 ナノコーティング技術 [平成13年度～平成18年度]

[16年度計画]

ナノ界面、ナノポア、ナノ粒子等を含む構造を精密制御するナノコーティングが先進的コーティング技術の鍵であるとして、高効率ナノコーティングプロセス技術の開発や、理論と計算機援用を駆使したナノコーティングの構造の設計・制御技術の開発、並びに、その機能やパフォーマンスのナノからマクロにわたる迅速で超精密な評価技術の開発を一体として進めることを目的に、東京大学工学部教授 吉田 豊信氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「ナノコーティング・プロセッシング技術」においては、ナノコーティング統合化プロセッシング技術の構築に向けた各プロセス技術の高精度化を進める。ハイブリッド熱プラズマプレーシステム装置によるジルコニア膜・結合金属膜の合成、EB-PVD装置によるナノ複合セラミックス膜・界面層の合成、CVD装置における高品質ジルコニア膜合成を達成する。

研究開発項目 「ナノコーティング材料機能・構造の設計・制御技術」においては、ビーム出力、基板回転、基板温度を最適制御したナノ複合セラミックス膜、新規ナノセラミックス膜等をEB-PVD装置等によって合成する。ナノ複合セラミックス皮膜について、低熱伝導度化、熱的安定性、界面特性の最適制御技術を構築し、熱遮蔽、高温電極、切削工具等の応用分野におけるナノ構造制御を駆使した新コーティング材料開発の重要指針を明らかにする。最適特性発現の信頼性を得るための微構造変化観察技術、膜および界面のナノ構造の設計・解析を進める。

研究開発項目 「ナノコーティングパフォーマンスの解析・評価技術」においては、セラミックスと金属界面の第一原理計算、欠陥を含む界面力学現象の分子動力学計算、界面のき裂・欠陥の非連続有限要素法計算技術の連携をさらに進展させ、フルマルチスケール界面力学設計技術を高度化する。実使用環境下での損傷・劣化の加速試験やコーティング特性変化評価試験を高精度化し、本プロジェクト開発のナノコーティング材料の持つ特長と利点を明らかにする。これら知見を および の研究開発項目にフィードバックすることにより、ナノコーティング研究開発の成果促進を図る。

研究開発項目 「異種材料界面に関する材料ナノテクノロジー技術の体系化」においては、ナノセラミックス膜構造データを中心としたナノコーティング技術の体系化の研究、新たな本プロジェクト成果の適用分野等の調査を進める。

[16年度業務実績]



- 研究開発項目 「ナノコーティング・プロセス技術」ナノコーティング統合化プロセス技術の構築に向け、ハイブリッド熱プラズマスプレーシステム装置によってジルコニア膜および金属膜を、EB-PVD 装置によってジルコニア/アルミナのナノ複合膜・界面層を、レーザーCVD 装置によって高品質ジルコニア膜合成に成功し、いずれのプロセスにおいても 50nm オーダーのナノ構造制御の高精度化を達成した。
- 研究開発項目 「ナノコーティング材料機能・構造の設計・制御技術」ビーム出力、基板回転、基板温度を最適制御したナノ複合ジルコニア膜、アルミナ膜、ペロブスカイト系セラミックス膜等を合成することができた。ナノ複合セラミックス皮膜において、約 1W/mK 以下の低熱伝導度、約 1300 における熱的安定性、界面特性（耐酸化抵抗）を約 40%向上を達成した。そして、添加元素によるナノポア安定化効果および緻密膜による酸素進入阻止効果という新コーティング材料開発の重要指針を得た。ジルコニア膜等の微構造変化観察技術を進め、膜および界面のナノ構造（ナノポア、ナノギャップ、結晶方位等）を明らかにした。
- 研究開発項目 「ナノコーティングパフォーマンスの解析・評価技術」セラミックスと金属界面の第一原理計算、欠陥を含む界面力学現象の分子動力学計算、界面き裂・欠陥の非連続有限要素法計算の連携モデルを強化したフルマルチスケール界面力学設計技術を開発し、セラミックス/金属界面の理想強度を導出することができた。実使用を模擬した環境下での損傷・劣化の加速試験やコーティング特性変化評価試験における物理・化学的要因の定量的取扱いを高精度化し、本プロジェクト開発の EB-PVD 法によるジルコニア膜コーティング材料の持つ特長と利点を明らかにした。これら知見を および の研究開発項目にフィードバックすることにより、ナノコーティング研究開発を促進することができた。
- 研究開発項目 「異種材料界面に関する材料ナノテクノロジー技術の体系化」EB-PVD およびレーザーCVD によるナノセラミックス膜構造データを体系化（知識の構造化）し、かつナノコーティング技術の体系化（重要項目の抽出）を進め、さらに評価技術を中心に本プロジェクト成果の適用分野等の調査を進めた。
- なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 7 》 ナノ機能合成技術 [平成 13 年度～平成 17 年度]

### [16 年度計画]

理論的に設計された合目的なナノ構造の創製によって、従来の千分の一の超低消費エネルギー性や量子限界に迫る超高感度センシング機能など、物質の持つ極限的な特性を引き出す人工材料を論理的に実現する技術を構築することを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所ナノテクノロジー研究部門長 横山 浩氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「ナノシミュレーション技術」においては、以下の研究開発を実施する。
- ・20 ナノメートルスケールの大規模ナノ構造体の安定構造を予測するシミュレーション技術を開発し、単分子膜のセンシング機能および分子凝集状態の高次構造のシミュレーションへの適用を通してその有効性を実証する。
  - ・ナノ構造体の安定構造、電子状態、伝導特性を理論予測する第一原理シミュレーション手法を、分子と金属の接合系などに適用し、実験との比較を通してその有効性を実証する。
  - ・分子センシング機能に関する理論予測および解析を、実証実験との緊密な連携のもとで行う。
  - ・15 年度で第一原理計算に成功した現実デバイスサイズの強磁性鉄/スピン密度波状態クロム/強磁性鉄の三層超構造および絶縁体層を加えた四層構造について、スピン密度波位相の最適化によって高性能 TMR 素子が得られることを示すとともに、最適化の方法を提案する。
- 研究開発項目 「ナノ機能材料の創製と機能実証技術」においては、以下の研究開発を実施する。
- (a) 電子・スピン機能材料創製と機能実証技術
- ・室温超高磁場応答材料の開発における素子作製プロセスに改良を加え、最終目標達成へ向けた更なる磁場感度向上を目指す。
  - ・スピン注入に関して 100%以上の目標達成率を目指し、半導体中でのスピン緩和を観測のみならず（平成 15 年度達成済み）制御する手法を開発する。
  - ・平成 15 年度にヘテロ界面の特性評価を行った高スピン偏極強磁性体材料から、半導体へ注入されたスピン偏極電子の動的挙動を量子論的に計算する。また、この強磁性材料と半導体の多層膜構造における磁気光学効果ならびに磁気抵抗効果を第一原理計算に基づいて定量的に評価する。
  - ・局所磁気計測手法の開発において、製品開発を視野に入れた走査型カンチレバーの評価を行う。
  - ・平成 15 年度に分解能評価を行った放射光電子分光法を用いたナノ構造磁性体評価装置を用いて、反強磁性磁区構造の観察と磁化反転過程のビデオレート観察を行う。さらに、放射光パルスと磁場パルスを同期させることにより、ナノ秒分解能でのナノ構造磁性体のダイナミクス観察を行う。
  - ・強磁性体表面の合目的な化学反応プロセスを第一原理計算によって設計し、そのプロセスの実証を目指す。
- (b) 分子機能材料
- ・分子末端に表面結合性基、分子鎖中に水素結合性や配位結合性のレセプター部を有し、A・T・G・C の 4 種の核酸塩基を選択的に捕捉可能な、電子共役性の機能分子を構築する。高感度な電気的検出を可能とするための改良と最適化を、理論予測ならびに溶液系と電極系の性能評価に



もとづき進める。

- ・機能分子の表面導入を行い、機能分子の分子捕捉による、電子的変化・構造変化について、分光学的手法ならびに SPM 等の表面分析法を用いて明らかにする。
- ・ナノギャップ電極による電気計測系の高感度化を進め、構造を系統的に変えた数種の 共役性分子について、単一分子の伝導性を反映した電気信号の検出を行うとともに、感度や分解能など性能の数値的記述を可能とする尺度、理論予測手法への反映を検討する。機能分子のナノギャップ電極への導入を行い、分子捕捉による電气的変化の検出を試験し、機能分子の性能を評価する。
- ・再現性の高い連続試験や同時分析に使用可能な、複数のナノギャップ電極を集積化した集積化電極の製造法について検討を行う。ウェットサンプルなど幅広い測定対象に適応するため、新たな電極加工によるパッシベーションの検討を開始する。

(c) ナノ構造作製技術

- ・走査プローブを用いたナノ構造形成においては、平成 15 年度に開発を完了した環境制御型高精度位置決め走査プローブ顕微鏡装置のプローブ、並びに位置制御系の改良を行い、10nm 幅のラインアンドスペースを 10 ミクロン角内に 1nm の精度にて描画するプローブ陽極酸化プロセスを実現する。さらに 3 次元構造作製を目指して、陽極酸化プロセスと薄膜作製プロセスとを組み合わせるとともに、複数のパターンを 3 次元的に重ね合わせることで出来る位置合せ技術の開発を行う。
- ・レーザーアブレーションによる複合ナノ構造作製技術においては、これまで開発した粒子作製装置に多元系粒子作成のための複数ターゲット同時照射機構を付加して、磁性半導体等の多元系粒子作製を行う。また、粒子表面の反応制御などにより、コア・シェル・ナノ粒子の内核部と外殻部の体積比制御と界面制御を試みる。電磁場と流れ場を制御しつつ粒子を堆積させることで、配向・間隔を制御しつつ高次複合機能構造を形成するためのプロセス装置を試作する。また、各種デバイス応用において重要となる粒子表面の反応性について実験的な解析を進める。単一サイズの複合構造ナノ粒子を堆積場の条件を変えつつ集積した高次複合膜について、電子・スピン機能およびその異方性と、粒子の界面状態および各粒子の孤立分散性の相関の評価を行う。

研究開発項目 「ナノ構造機能相関理論の一般化技術」においては、以下の研究開発を実施する。

(a) 構造機能相関理論の構築

- ・これまでに得られた分子機能材料および電子・スピン機能材料の研究成果を踏まえ、構造変化を起こす部分、荷電状態変化を起こす部分、量子輸送を担う部分、量子スピンを担う部分、光応答を担う部分など、各種の構成要素を組み合わせた複合ナノ構造体の新しい理論モデルを探索的に構築し、解析的理論計算ないし計算機シミュレーションを用いてそれらのモデルの解析を行う。

(b) ナノ構造機能相関の一般化

- ・ナノ機能材料開発における理論的予測と実験的実証のループ構築を通して、ナノ機能材料の新しい研究開発モデルの提示を目指す。本プロジェクトでコアとして取り上げている電子・スピン機能材料系および分子機能材料系で理論 実証のループを回す過程から「何が結果を決めているか」というキーエッセンスを抽出し、周辺材料系に焼き直すことで、連想的新機能設計が可能になるようにする。本年度は開発の先行している電子・スピン材料系について、キーエッセンスの抽出を行い、周辺材料系への適用拡大を行う。具体的には、Fe 合金と特定のガスからなる系の総エネルギーを理論的に計算することにより、その系における反応が進行するか否かを定める反応の抽出を行う。その結果と実験的実証のループを回すことにより、3d 元素を含むスピンエレクトロクス薄膜と各種ガスの共存する一般的な系において、その系の持つ機能を設計することを目指す。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 「ナノシミュレーション技術」

- ・分子センシング機能予測を目的に、自己集合単分子膜-水系の界面での水分子浸透とそれに伴う特異分子配向と動力学を明らかにした。
- ・有機材料の凝集状態での高次構造予測のため、直径 20 nm 以上の大規模ナノ構造体への適用に必要な計算を高速化した。
- ・分子センシング機能の理論予測のため、分子ワイヤによる水素結合型と金属配位型の分子捕捉方法について、分子認識機能および電気伝導の理論的評価を検討した。実験との比較を通じ理論予測の有効性を示した。
- ・15 年度に開発した遮断 KKR 法で、サブミクロンサイズ膜厚超構造の第一原理計算を可能とする計算機コードを発展させた。新たに 3 次元的超構造に対してオーダー N 第一原理電子状態計算が可能な計算機コードの開発を開始した。

研究開発項目 「ナノ機能材料の創製と機能実証技術」

(a) 電子・スピン機能材料創製と機能実証技術

- ・室温超高磁場応答材料の開発では、磁気抵抗スイッチ効果のしきい値電圧を約 10V に低減した。
- ・高スピン偏極機能材料ヘテロナノ構造の物質設計では、強磁性金属から半導体へ注入されたス

ピン偏極電子の動的過程を量子論的に評価するため2種類の計算手法の開発に着手した。また、上記多層膜構造の磁気光学効果を第一原理計算で定量評価し、紫外領域に特徴的な磁気光学特性を見出した。

- ・高スピン偏極機能材料ハイブリッドナノ構造の開発では、スピン注入効率の高い量子井戸の設計を確立した。また、直径30nmの磁性・非磁性結合量子ドットでは、円偏光度で20%のスピン注入を実現した。さらに、Co強磁性体細線と磁性半導体量子井戸のハイブリッドナノ構造を作製し、Co細線から生じる局所磁場で半導体励起子スピン偏極に成功した。
  - ・局所磁気計測手法の開発では、超高磁場応答磁性薄膜のナノプローブ上形成プロセスを最適化し、10nm以下の空間分解能を持つ磁気力顕微鏡を開発した。
  - ・局所スピン分光計測手法の開発では、当プロジェクト開発の放射光光電子分光法によるナノ構造磁性体評価装置で分析評価適用範囲を広げた。
  - ・ナノ磁性体プロセス機能の設計と実証では、Feを含む磁性体表面の化学反応設計と、その検証に成功した。
  - ・金属ナノワイヤーの新規機能設計と実証では、両端を金属電極で担持された3d遷移金属ワイヤーの電子状態からその輸送現象を設計する手法を開発した。
  - ・マイクロマグネティクス・シミュレーションによるナノ構造磁性体の機能設計とその実証に必要なシステムを構築した。
  - ・国際会議の招待講演を通じ、海外有力研究機関でのスピンエレクトロニクス研究情報を交換し、共同研究の可能性を探った。
- (b) 分子機能材料創製と機能実証技術
- ・水素結合性ホストや配位結合性ホストを電子共役性骨格とつないだ種々のオリゴマーを理論設計・構築している。標的分子との水素結合が、導電性に与える分子軌道に影響することが分かり、溶液中でプテリチミンとの水素結合体形成が確認された。
  - ・チオール基を有するピピリジン誘導体をコンタクトプリンティング(CP)法により金表面に吸着し、パラジウム捕捉の前後に起こる顕著な表面電位変化を、KFM測定で明らかにした。アミン添加下の脱離反応による吸脱着サイクルを、電気化学測定等で確かめた。NEXAFSを用いCP法と溶液浸漬法で調製した分子膜の分子配向を調べた。CP法のピピリジン膜が電位検知に適している。
  - ・昨年度開発のナノギャップ電極を用い、機能分子の導電性測定と分子捕捉による電気的変化を検討した。また、電極に架橋する分子の数を制限するため、ナノスケールの電極幅を持つナノギャップ電極の作製手法を新たに開発した。
- (c) ナノ構造作製技術・ナノ構造形成では、高精度ステージの安定制御で、走査プローブ(15nm幅)加工範囲 $1 \times 1 \mu\text{m}$ 当たり1nmの位置精度を達成した。カーボンナノチューブ探針による加工精度を高めるため、湿度条件を調べ、最適条件(40~50%)の指針を得た。3次元加工では、酸化物体積の制御とラスタースキャン法を開発し、3次元加工を可能にした。また、高精度位置決めによりプローブ電流計測の有効性を明らかにした。
- ・レーザーアブレーションによる複合ナノ構造作製技術では、形状・結晶性・サイズ・組成・コア/シェル比が制御されたプラチナ合金/酸化膜系複合ナノ粒子の作製に成功し、交換相互作用に起因する特異な磁気特性を確認した。配向・間隔を制御し、粒子堆積の高次複合機能構造を形成するプロセス装置を試作した。磁性金属を含む多元系ナノ粒子構造作製のため、複数ターゲットにレーザーを同時照射する機構を作製し、ZnTe薄膜へのNiドーパ量制御を確かめた。レーザーアブレーションで堆積されたSiO<sub>x</sub>薄膜を固相成長させてSiナノ結晶を析出し、磁性不純物のMnをドーパする手法も試み、SiO<sub>x</sub>のxの制御でMn発光が可能となった。各種デバイス応用では、粒子表面の反応性を調べるため、Niナノ粒子とNiO<sub>x</sub>ナノ粒子の酸素反応をサイズ毎に検討した。ニッケル20-30量体に酸素分子が付加しNi原子が蒸発するプロセスで安定なNi<sub>16010</sub>の生成を見いだした。

研究開発項目

「ナノ構造機能相関理論の一般化技術」

- (a) 構造機能相関理論の構築・ナノ物質の電気・磁気・光学機能を多体電子論で検討し、分子スピン状態の光制御、巨視的量子状態の制御、ナノ構造の電荷分極などの理論的予測をした。
  - (b) ナノ構造機能相関の一般化
    - ・電子・スピン材料系の一般化では、Fe合金と特定ガスからなる系の総エネルギーを理論計算し、系の反応進行性を検討した。その結果、3d元素Ni-Fe合金系で、反応性イオンエッチングプロセス設計に成功し、当該エッチングプロセスの有効性を確認できた。
    - ・更に、機能相関理論の一般化を加速するため、理論設計-実証ループを強相関電子材料系へ適用する。そこで、実験装置とプロセス設計を検討した。
- なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《8》ナノ計測基盤技術 [平成13年度~平成19年度、中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

ナノテクノロジープログラムで実施されるプロジェクトに共通な超微細・高精度な計測基盤技術を構築するとともに、

新たな標準物質を開発することを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所計測標準研究部門副部門長 田中 充氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「微小要素物理特性の計測基盤」においては、平成 15 年度試作した粒子質量分析装置プロトタイプに対して、1fg-1000 fg の範囲内での分級特性を明らかにするとともに、ナノ標準粒子発生技術を確認する。動的光散乱法により値付けられた粒子径の不確かさ評価法を 50-100nm 領域で確立する。また、SEC-MALS 法における不確かさ評価法を確立する。2-10 $\mu$ m 粒径域において、蛍光法と顕微鏡法の比較を行い、粒子数濃度値づけと不確かさ評価技術を確認する。
- 研究開発項目 「空孔の計測基盤」においては、普及型陽電子ビーム装置のパルス化条件の最適化をさらに進め、サブナノメートル空孔計測のために必要なデータを取得する。さらに、CVD法を用いたサブナノメートル空孔測定のための標準試料の開発に着手する。
- 研究開発項目 「表面構造の計測基盤」においては、金、銅、アルミニウム等について、膜厚の異なる数種類の薄膜標準試料を作製し、放射光を用いた光電子スペクトルから各物質中での電子の有効減衰長を求める。薄膜試料評価装置を導入し、放射光による測定時の試料の表面状態を測定する。また、応用として触媒等の実用材料について有効減衰長を用いた深さ方向分析を行う。主に酸化物以外の無機化合物の光電子スペクトルと高分解能オージェ電子スペクトルを取得し、データベースとして公開する。実用材およびデータベースのスペクトルについて解析を行うとともに、解析アルゴリズムの拡張およびエンドユーザー向けの解析プログラムの改良を継続して行う。
- 研究開発項目 「熱物性の計測基盤」においては、ピコ秒サーモリフレクタンス法による測定範囲を室温から 600 以上の温度領域に拡大するための試料温度制御装置を開発する。また、均質で再現性の良い標準薄膜を作成するために多層薄膜作成装置に膜質制御システムを導入する。さらに、示差方式レーザーフラッシュ法によりコーティングの熱拡散率を 800 以上まで計測する技術を開発する。高速高分解能赤外放射測温技術を進展させ、走査温度計装置によるナノスケールの微小領域の測温技術の開発に着手する。コーティング標準物質作製装置を導入し、ジルコニア系コーティング標準物質開発を行う。熱・光学特性計測システムによる熱膨張特性の評価に加えて、nL 積測定用追加ユニットの導入を行いつつ、nL 積の標準物質の候補材料となる物質の検討を進める。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

#### [16 年度業務実績]

- 研究開発項目 「微小要素物理特性の計測基盤」  
前年度試作した粒子質量分析装置プロトタイプの分級特性の試料流量、および電極回転数依存性等を評価するとともに、静電噴霧法により不純物粒子バックグラウンドの少ない気中粒子発生が可能であることを確認した。動的光散乱法により 100 nm、70 nm および 50 nm の標準微粒子を液相中で高精度に計測し気相中で計測された値とよく一致することを確認した。さらに、2-10  $\mu$ m 粒径域において、蛍光法のバックグラウンド計数を削減し、微小粒子画像計数装置を用いた顕微鏡法との比較により、蛍光法の計数の信頼性を評価した。
- 研究開発項目 「空孔の計測基盤」  
普及型陽電子寿命装置のビーム強度を改善することを目的として、陽電子減速材の検討を行った。タングステン、ニッケル、レニウムなどの金属、各種微粒子を用いた減速材の効率、陽電子放出エネルギー分布を測定した。その結果、タングステンメッシュと微粒子を組み合わせ、その表面状態を制御することにより、従来使用していたタングステン単結晶フォイルと比べて 1 桁程度高い陽電子放出率が得られることが明らかとなった。平成 15 年度に開発したナノ空孔計測用標準試料の安定性評価を行い、安定性確保には乾燥空気あるいは乾燥窒素中での保管が必要であることを明らかにした。
- 研究開発項目 「表面構造の計測基盤」  
金およびアルミニウム薄膜を作成し、放射光を用いた光電子分光スペクトルから 100 eV から 1000 eV の範囲で各物質中での電子の有効減衰長を測定した。実用材料への応用としてジルコニア系ナノ粒子触媒について放射光を用いた光電子分光による深さ方向の組成分析、状態分析を行った。バックグラウンド解析では、計算に用いる固定パラメータ値の妥当性を調べ、パラメータ値がある範囲の時だけ実際に物理的意味のある解が得られることがわかった。また、厚さが既知の表面層がある実試料の解析を開始した。炭化物や窒化物などの非酸化物系の無機化合物を中心に新規にスペクトルの取得を行うほか、既に取得した化合物についても測定条件を改めてスペクトルの取得を行った。  
また、データベースの閲覧環境としてユーザーがインタラクティブに条件を定めて WEB ブラウザ上でスペクトルを表示できるソフトウェアの試作版を制作した。
- 研究開発項目 「熱物性の計測基盤」  
前年度試作した薄膜標準サンプルの熱拡散率のばらつきを測定するとともに、より均質で再現性の高い標準薄膜を作成するために、膜質制御システムを導入し系統的に成膜条件を変えた厚さ 100nm の Mo 薄膜を作製・評価した。またピコ秒サーモリフレクタンス法による測定範囲を室温から 600 の温度まで拡大するための試料温度制御装置を導入し、さらに本課題の加速として、膜厚 100nm 以下の薄膜に対してサブミクロンスケールの面内方向分解能で熱拡散率を計測するフェムト秒サーモリフレクタンス法熱物性分布測定装置を開発した。コーティング標準試料の開発では、スラリー調整装置を導入し、ジルコニア系コーティング膜および基材の作製における主条件を決定した。また、示差方式レーザーフラッシュ法によりコーティングの熱拡散率計測を行うための重要な要素技術である試料表面の黒化処理法の開発に着手し、試作した黒化膜を新たに導入した熱重量分析装置により評価した。

熱・光学特性計測システムの開発では、nL 積測定用追加ユニットを導入し総合的な測定性能評価を進めた。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《 9 》材料技術の知識の構造化 [平成 13 年度～平成 19 年度、中間評価：平成 16 年度]

### [16 年度計画]

材料種を限定せずに、プロセス・構造・機能及びそれらの連関という観点から、データベース及びモデリング、並びに、これらを実装したプラットフォームの開発を行うことによって、材料技術の知識を構造化し、材料開発の基盤として利用できるように構築することを目的に、東京大学副学長 小宮山 宏氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「知識基盤データベースの構築」においては、データベースの登録数を引き続き増やし、展開実験データを増強することにより、統合データベース構造の有用性を検証する。ナノ材料すべてのデータ登録に加え、物性、ナノデバイスなど製品に関わる文献、特許の登録に着手する。また二次データベースの構造についても、引き続き開発を進めるとともに、他材料にも適用可能な構造の開発に着手する。さらに、データ間の統合と関係性の統合的抽出に着手する。

研究開発項目 「モデリングエンジン及び推論エンジンの開発」においては、プロセス設計、構造設計、機能設計、プロセスから構造の予測、及び構造から機能の予測のためのモデリングエンジンを具体化したプロトタイプ精度検証のため展開実験データを引き続き強化する。これらの結果をもとに、金属・ガラス、高分子など他のプロジェクトと共同してナノ材料開発手法をどう織り込んでいくか、共同作業を行う。分野の知識の拡大と質の充実をはかる。

研究開発項目 「知識基盤プラットフォームの開発」については、研究開発項目、 で開発するデータベース及びエンジンを産業技術基盤として提供するために知識基盤プラットフォームの仕様を引き続き検討する。特にオントロジー・システム開発仕様決めを行う。自然言語処理と材料ナノテクインデクスを組み合わせ、新たなナノテク知識マネジメントツールを開発する。さらに材料開発設計アクティビティによるプラットフォームへのつながりを意識し、材料種を問わない共通性の高いプラットフォームのプロトタイプのブラッシュアップを図る。得られたプロトタイプのユーザーテスト作業を引き続き実施する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「知識基盤データベースの構築」

前回に引き続きナノ材料開発に必要な特許、文献情報の収集を実行した。(ナノ材料文献、37000件、ナノ材料関係日本公開特許、23000件。)統合データベースシステムを整備し、縦PJからのシステムデータ、展開実験データの格納と公開を続行した。(140系統) さらに、平成15年度作成した、ナノテクノロジー用語(25000語)、上下関係をつけた同義語(50000)を自然言語エンジンに組み込んだ。

研究開発項目 「モデリングエンジン及び推論エンジンの開発」

分野別知識において、ミクロからマクロまでパラメーターで一貫して動くコンテンツを実装し、パラメーター間の関係性ならびに何が分って何が分からないかを俯瞰的に理解ができる可視化ツールを作成した。またインプット、アウトプットの関連性で得た、ナノテクノロジーで重要な、ランジュバン、ブラウニアン力学の導入をはじめ、粒子配列、ナノ組織形成など個別のシミュレーション引き続き拡充した。企業ニーズに応えるために、材料のナノ単位構造とその物性(機能/構造相関)データベース(700文献)およびナノコンポジットのプロセス/構造/物性、データベースを作成し実装した。モデリングおよび推論エンジン構築の核となる軸だしを行い、3系列のプロセス/構造空間を作成した。FePt 磁性材料、CNT のような具体的なターゲットの開発に適用を行い、それらが有効であることを確かめた。

研究開発項目 「知識基盤プラットフォームの開発」

検索エンジン付のゼネラルインデクスを作成し、実装した。オントロジーによる機能木から、実際のユーザーが分野別知識のシステムに入るまでのインターフェース機能を、「System Pro, System Fun」で行う仕組みを利用することにより、発明・発想支援を行う仕組みの開発を、コンテンツの拡充とともに引き続き実施した。自然言語処理によるトピックマップの生成ツールを開発し、領域を超えたコンテンツ抽出が可能となった。平成 15 年度入手した電子辞書、電子ハンドブックの部分の電子ソースを実装した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価の結果、研究体制の集中化とマネジメント体制の見直しをはかり、「注目に値する事例」を積み重ねることに注力すべきとの指摘を受け、中止も含め検討することとした。

## 【ナノ加工・計測技術：10～13】

### 《10》次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセス技術 [平成 14 年度～平成 18 年度、中間

## 評価：平成 16 年度]

### [16 年度計画]

クラスターイオンビームを用いて、化合物半導体や磁性材料などの内部に欠陥を与えることなく加工する無損傷ナノ加工技術、及び超精密デバイスなどをナノレベルの精度を保ちつつ高い異方性で高速に加工する超高速・高精度ナノ加工技術の確立を目的に、京都大学名誉教授 山田 公氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「無損傷ナノ加工技術の開発」に関し、ア) 無損傷ナノ加工技術の開発については、

- ( ) 種々の原子・分子からなるクラスターイオンを磁性材料に照射し、照射条件と表面状態との関連を明らかにし、無損傷照射に必要なクラスターイオン種を探索する。さらに、無損傷ナノ加工を実現するためにサイズ選別したクラスターを照射し、損傷深さとの関係を調べる。
- ( ) 種々のクラスターを SiC 表面欠陥に照射することにより光学的に検出される欠陥を低減し、パーティクルモニターウェハーを開発する。金属汚染による損傷を低減するために必要な照射条件を探索する。
- ( ) 基板表面に生じる加工損傷を低減するために必要なサイズ選別したクラスターイオンビームを生成する。イ) 無損傷ナノ加工技術の体系化については、数万以上のクラスターサイズを持つクラスターイオンビームを生成・照射し、加速電圧と表面損傷の関係について明らかにする。

研究開発項目 「超高速・高精度ナノ加工技術の開発」に関し、

- ア) 超高速ナノ加工技術の開発については、大面積を均一に高速加工するために必要なクラスター種や照射条件を探索するとともに、加工ロスを抑制するために必要な照射条件の探索、および加工ロス量と表面状態の関係を明らかにする。
- イ) 高精度ナノ加工技術の開発については、反応性クラスターイオンを用いて微細パターンの形成を行い、微細加工に必要な発散の少ないクラスターイオンビームの発生・照射技術を開発する。また、高選択マスクによる微細パターンの加工を行い、加工形状と照射条件の関係を調べる。さらに、加工表面の形状制御に必要な照射条件について探索する。
- ウ) 超高速・高精度ナノ加工技術の体系化については、様々な基板に反応性クラスターイオンビームを照射し、エッチング速度や形状などの加工特性を調べ、高化学活性効果発現に必要な基板とクラスター種の組み合わせ条件について明らかにする。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「無損傷ナノ加工技術の開発」について、加工損傷の極めて少ない磁性材料表面を得るために、損傷低減に必要なガスクラスターイオンビーム (GCIB) 照射条件を確立。具体的にはビーム中に含まれる高速中性 Ar の膜中への侵入を防止した。また組成ずれに関しては、クラスターイオン照射時の表面での選択酸化が関連していることが判明した。さらに、低入射角照射により、加工表面粗さ 0.6nm、損傷深さ 3nm の低損傷エッチングを達成した。化合物半導体である SiC 基板を超平坦化加工では、平均表面粗さが 0.7nm に低減されかつ、パーティクルのほとんどない (30 個以下/ウェハ) 表面に加工することに成功し、パーティクルモニター用 SiC 基板という新しい応用分野を開拓した。また処理速度の点では、6 インチ SiC ウェハーを 4 時間 / 枚で処理することが可能となった。クラスターサイズを制御したビーム発生技術においては、静磁界分離法で、クラスターサイズ分布幅を従来機に比べ 1/20 することに成功。シリコン基板等への照射を行い、損傷におけるクラスターサイズ依存性を検討し、無損傷加工が可能であることを世界で初めて明らかにした。また高周波偏向電界をもちいるサイズ選別法では、クラスターサイズ 100 以上の広範囲なサイズを選別できる小型サイズ選別技術を考案。

研究開発項目 「超高速・高精度ナノ加工技術の開発」について、ア) 超高速ナノ加工技術の開発では、反応性クラスターイオンビームがモノマイオンより数千倍高いスパッタ率を有するを見だし、超高速加工が実現できることを示した。高速な超平坦化処理が求められる多結晶シリコンに対し、アルゴンクラスタービーム照射条件の調整により平均表面凹凸を 5nm に低減できることを実証。さらにスパッタ率の高い反応性 SF<sub>6</sub> ビームによる化学エッチングの援用により、0.2mA のイオン電流が発生できる装置で、中間目標加工速度 (3 $\mu$ m/min.) に到達した。

- イ) 高精度ナノ加工技術の開発では、高い選択比を有するマスク材の開発にも成功し、高精度ナノ加工技術に必要な要素技術を確立した。クラスターイオン照射により表面だけでなく加工側面も平坦化可能 (パターン巾 2.50nm 以下で側壁粗さが 1nm 以下) であることを初めて実証し、ナノレベル精度を実現できる加工技術として有効であることを示した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

## 《 1 1 》機能性カプセル活用フルカラーリライタブルペーパープロジェクト【 F 2 1 】[ 平成 14 年度 ~ 平成 17 年度 ]

### [16 年度計画]

カプセル成形技術の実用化として新規画像表示デバイスを最終目標としつつ、医農薬分野等他分野への活用が可能となる基盤技術を開発することにより、化学、電子、光、触媒、医農薬等の広範な産業分野に応用可能な新材料の創出に資することを目的に、千葉大学情報画像工学科教授 北村 孝司氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「カプセル成形技術」においては、転送乳化法、インクジェット乳化法、およびSPG(シラス多孔質ガラス)膜乳化法により、粒径10~100 $\mu\text{m}$ の単分散(CV20%以下)エマルジョンを調製し、粒径10~100 $\mu\text{m}$ の単分散(CV20%以下)50~500nmのカプセル壁厚のカプセルを作成する。ナノ機能粒子がカプセル壁に取り込まれる事を防止するために、粒子/粒子間の相互作用を、粒子/カプセル壁間の相互作用を評価し、機能粒子のカプセル壁への取り込まれないカプセル作成の指針を提案する。カプセル技術の体系化については、ナノ機能粒子の内包を前提とする各種カプセル形成方法について、その形成機構を解明する事を目標に、相分離法、溶媒抽出法、界面重合法、コアセルベーション法、in-situ 重合法、界面反応法による無機(シリカ)カプセル について、引き続き粒子内包カプセルの形成機構解明を行う。

研究開発項目 「ナノ機能粒子表面物性制御技術」においては、沈殿重合法、乳化重合法、分散重合法、懸濁重合法、液中乾燥法、ハイドロサーマル法、ケイ素化合物の利用等により、電気泳動型表示素子に用いられる粒径数十~数百nm、CV 10%の白、黒および着色粒子(例えば赤、青、黄等)を作成する。

ナノ機能粒子表面へのイオン性界面活性剤/ポリマーの物理吸着、有機/無機顔料と高分子材料との複合粒化、あるいは酸塩基解離法等により、粒子を帯電させ、電位を制御する事で、電気泳動型表示素子として、低電界(2V/ $\mu\text{m}$ 以下)短時間(1秒以下)でコントラストの取れる、電気泳動特性を実現する。粒子の表面改質(表面の疎水化)を行うと共に、分散に用いる界面活性剤の最適化、および媒体の粘度、密度調整等により室温で少なくとも三日は沈降、凝集が殆ど見られないレベルの分散安定性を実現する。さらに独自のマクロモノマー法より、Isopar、シリコンオイルなどの低誘電率溶媒中で分散可能な粒径100~700nm、CV 10%の白、黒粒子を作成する。

研究開発項目 「ナノ機能性粒子のカプセル成形技術を用いた画像表示材料の開発と機能評価技術」においては、電気刺激により透明状態と着色状態(三原色)とを可逆的にとり得るクロミック材料を用いる発色層/電解質界面の設計を行い、デバイス化して光学特性を評価する。さらに異なるクロミック材料を積層したデバイスを作成し、フルカラー実現のための指針を提案する。カプセルを用いる新規表示素子に必要なカプセル配列技術として、グラビア印刷法、熱転写法、電着法等の各種配列方式を検討し、電極パターン上に、単色カプセルを単層かつ最密充填状態で配列する方法を引き続き検討し、さらにフルカラーに対応する塗分け法も検討する。アクティブ素子に用いる透明電極材料、半導体活性層材料、絶縁材料等の電気物性評価を通し、アクティブ素子の設計指針を明確にし、より高性能のアクティブ単素子電極を作成すると共に、ウエットプロセスにより、さらに低抵抗の材料による50 $\mu\text{m}$ の電極パターンニング技術を開発する。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「カプセル成形技術」

カプセル粒径および粒径分布の制御については、各種手法により電気泳動粒子を内包させたカプセルについて、粒径制御、粒径の単分散化、およびカプセル壁厚制御の検討を行い、見通しをつけた。さらにラジカル重合法を適用する事で、粉粒体を内包する中空カプセル作成の見通しをつけた。カプセル壁厚測定については、二波長レーザーによる光散乱測定装置を開発し、モデル系で散乱理論との一致を確認し、非破壊での測定に見通しを得ているが、さらにクライオミクロトーム/SEM、レーザー顕微鏡による断面観察によるカプセル壁厚測定を可能にした。コロイドスコープAFM(原子間力顕微鏡)により、高分子分散剤、カップリング剤等で表面処理した粒子に関して、粒子同士、粒子/カプセル壁間の斥力、引力を直接測定し、表面処理により、粒子間相互作用、あるいは分散安定性等が制御可能である事を明らかにした。カプセル技術の体系化については、相分離法、溶媒抽出法、界面重合法、コアセルベーション法、in-situ 重合法、界面反応法による無機(シリカ)カプセル等の各種カプセル形成方法について、ナノ機能粒子を内包するカプセルの形成機構を解明する事を目標に検討を行い、内包の可否、および内包の条件等を明確にした。

研究開発項目 「ナノ機能粒子表面物性制御技術」

先行技術に対し、当プロジェクトの電気泳動方式のリライタブルペーパーが、性能/特許面で優位性を発揮するため、非泳動性浮遊白色粒子/泳動性着色(黒色)粒子から成る「白色微粒子分散型1粒子移動方式」を提案し、平成16年度に特許出願した。粒子の作成については、分散(沈殿)重合法による酸化チタン、カーボンブラック・ポリマー複合粒子、O/O乳化物の液中乾燥法による染顔料・ポリマー複合粒子、アルコキシシランなどの珪素化合物を利用するシリカ複合粒子等の検討を行ない、粒径の制御因子等を明らかにし、白、黒以外の三原色の粒子が作成できるようになって来た。

粒子の帯電については、酸・塩基ポリマーを利用する酸塩基解離法、荷電を有するポリマー/界面活性剤を粒子表面に物理吸着させる方法、荷電を有するポリマー/界面活性剤と染顔料とを複合化する方法、トナーの帯電調整剤と粒子とを複合化する方法等により帯電の符号(正/負)、帯電量を制御する見通しを得た。粒子の分散安定化のためには、シリカ粒子に疎水基を導入する、粒子を樹脂で被覆する、カップリング剤により粒子の表面処理を行う、粒子表面に分散剤を吸着させる等の検討を行い、Isoparなどの非極性溶剤中に、粒子を分散させる事を可能にした。これらの電気泳動粒子については、分散物として「くし型電極セル」に注入し、顕微鏡下で泳動特性を観察すると共に、白粒子については着色媒体を用いる1粒子系、黒粒子については標準白粒子を用いる2粒子系の分散物として、「電気泳動セル」に注入して電気泳動特性を評価し、問題点を明らかにして改良の方針を得た。また両親媒性マクロモノマーを用いる、非極性溶媒中での分散重合により、数百nmに粒径制御された良好な分散安定性を示すポリビニルナフタレン分散物を作成し、「白色微粒子分散型1粒子移動方

式」の電気泳動表示素子が可能であることを実証した。さらに高速応答性の表示素子に用いる粉流体を目指し、乳化重合によるポリマー粒子、顔料(黒：カーボン、白：酸化チタン)、およびシリカ微粒子から成る複合粒子を湿式で作成し、粒径、帯電特性を制御する事を可能にすると共に、乾式粒子複合装置を導入して、乾式でも作成することを可能とした。なお作成した粒子を分散物とするための分散装置、粒子表面観察のための表面形状測定装置、粉流体の流動性、電気特性を測定する装置等を導入した。

研究開発項目 「ナノ機能性粒子のカプセル成形技術を用いた画像表示材料の開発と機能評価技術」

2粒子系の電気泳動方式表示素子について、印加電圧による反射率、泳動電流を測定し、粒子の泳動特性を決める粒子(電位、粒径、被覆ポリマー種)、溶剤(粘度、誘電率)、表示素子構造(セルギャップ、電極表面の樹脂被覆)等の要因解析を行い、最終的に提案している1粒子移動方式を実現させた。また、黒粒子のみならず、三原色の粒子により電気泳動特性を確認し、最終年度のフルカラー表示への見通しをつけた。なおこの測定を行うために、セルギャップ、電極面積等の精度の高い評価用表示セルを作成する設備、印加電圧による表示素子の反射率/泳動電流を同期させて測定する評価装置を開発した。さらに表示セル内で実際に粒子(ミクロンサイズ)が泳動している様子を観察する装置、泳動電流により粒子の移動度を求める装置も開発し、更に実際の系に近い濃厚系での電位測定を可能にした。エレクトロクロミック型表示素子について、赤、青、黄の発色材料を含むセルを三層に重ねた単純マトリクス方式の重層表示素子を作成し、この方式でフルカラーが実現しうることを実証した。なおクロストークを避ける方法として、これらのエレクトロクロミック材料を、カプセルゲルに閉じ込め、発色させる事に成功した。カプセル配列については、配列素材をモデル粒子からカプセル粒子に進化させ、アプリケーションによる塗布法、電着法、版を用いる印刷法を検討し、いずれも単層かつ最密充填に近いカプセルの配列に成功した。なお熱転写法については、レーザー描画装置を導入し、モデル粒子、カプセルでの検討をスタートした。電極材料については、デイスペンサー+三軸ロボットにより、ガラス基板上に線幅50μm以下パターンを描くことに成功し、素子の電極間の界面抵抗を低減させるための“Surfactant”層用に有効な材料を見出した。

アクティブ素子については、微小粒子と基板の相互作用を制御することで Colloidal Lithography による有機 S I T の作成に成功し、現在動作特性の解析、問題点の抽出を行った。

## 《12》ナノレベル電子セラミックス材料低温成型・集積化技術 [平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

### [16年度計画]

ナノレベルの非平衡反応場を利用したセラミックス材料の高速噴射成形技術(エアロゾルデポジション法：AD法)を核に、500以下の低温・集積化プロセスのための基盤技術を開発し、各種応用デバイスの試作実証を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所機械システム研究部門グループリーダー 明渡 純氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「プロセス基盤技術の開発」に関し、各種機能部材化のための低温成形/複合・集積化応用プロセスに共通な基盤技術を確立する。ア)プロセス基礎メカニズムの解明については、初年度1次試作した評価装置等を用い、原料微粒子単体での機械特性や成膜条件と各種成膜性、膜微細構造との相関性を明らかにし、シミュレーション解析と併せ、AD法成膜メカニズムモデルに関する2次検証、各種セラミックス材料に関する原料粒子と膜特性の相関データ取得を完了する。また、各種デバイス応用、実用化への見通しを早期に明確化することを目的に、各種応用部材に応じた成膜条件と欠陥回復との相関データ取得を完了する。イ)プロセス高度化技術の開発については、インプロセス、ポストプロセスでの各種エネルギー援用成膜装置の2次試作を完了する。またこれを用いて、電気特性の改善、平坦化処理に係わる成膜実験を行い、その結果を「応用プロセス・機能部材化技術の研究開発」に活用する。また、実用レベルでのデバイス試作、評価に不可欠なエアロゾル化装置の長期安定化を各種原料粒子に対し達成する。

研究開発項目 「応用プロセス・機能部材化技術の研究開発」に関し、研究開発項目を応用展開して各機能デバイスを開発、実用指標での評価を行い技術有効性を見極める。ア)高性能圧電機能部材の開発については、各種圧電応用部材について、AD法に適した圧電組成、原料粒子特性の絞り込み、成膜条件、ポスト処理条件の最適化を図り、その結果を「プロセス高度化技術の開発」にフィードバックするとともに、基本機能デバイスの2次試作、評価を完了する。イ)高周波機能部材の開発については、各種高周波応用部材について、AD法に適した材料組成、原料粒子特性の絞り込み、成膜条件、ポスト処理条件の最適化を図り、その結果を「プロセス高度化技術の開発」にフィードバックするとともに、基本機能デバイスの2次試作を完了する。ウ)電気光学機能部材の開発については、光集積回路用電気光学部材につき、AD法に適した材料組成、原料粒子特性の絞り込み、成膜条件、ポスト処理条件の最適化を図り、その結果を「プロセス高度化技術の開発」にフィードバックするとともに、基本機能デバイスの2次試作を完了する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16年度業務実績]

研究開発項目 「プロセス基盤技術の開発」に関して以下の実績を得た。これまで得られた成膜モデルと原料粒子評



備技術をもとに、原料微粒子調整技術や複合微粒子構造の影響などを検討し、さらなる成膜効率、膜特性向上につながる基本的な条件を明らかにした。また、シミュレーション技術では、種々の条件下における基板近傍でのエアロゾル流の挙動を解析し、大面積成膜装置 2 次試作に向けて、ノズルやチャンバーの最適設計のための基礎データを取得した。またアルミナ材料について約 1 μm/min の成膜速度で 10 cm 角以上の大面積成膜に成功した。プロセス高度化技術では、15 年度に 2 次試作したレーザー援用装置やプラズマ援用装置などの局所加熱エネルギー援用により、金属基板上への高速成膜で強誘電体材料について、従来比で 50% 以上という従来薄膜法ではなし得なかった電気特性の改善に成功した。微細パターンニングについては、最小線幅：50 μm、積層膜厚精度で膜厚に対して ±5 ~ 9% 以下、表面/界面粗 (Ra) 50 nm 程度を実現した。

研究開発項目 「応用プロセス・機能部材化技術の研究開発」に関しては以下の実績を得た。AD法を用いてチタン酸バリウム系強誘電体材料を銅基板上に常温成膜し、エンデベットキャパシター構造を形成することに成功した。結晶性に優れたセラミック粒子を用い、成膜時のセラミック粒子の衝突速度を制御することで、最高 400 の誘電率層の室温成膜を実現した。これは、現行材料であるセラミックス/樹脂複合材料の誘電率の約 10 倍である。この常温形成した誘電体層を用いたコンデンサで、世界最高値の容量密度、約 300nF/cm<sup>2</sup> を達成することができた。この成果は様々な携帯機器の小型化、高周波化に貢献することが期待される。また、AD法で用いる原料粉の組成制御および製造プロセスを改良することにより、102pm/V という大きな電気光学定数を持つ緻密で透明な膜を製造することに成功した。この値は、従来の高速光変調器に用いられてきた電気光学薄膜材料であるニオブ酸リチウムの約 6 倍の値である。これにより、変調のための駆動電圧や変調素子の長さを従来の 1/6 に下げることが可能になる。現在は、更なる特性向上のため、膜の微構造と電気光学特性を遠赤外分光装置で解析中である。

以上をもって の両項目に関し、中間目標値をほぼ達成、中間評価で高い評価を得た。  
なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

### 《13》3D ナノメートル評価用標準物質創成技術 [平成 14 年度 ~ 平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度]

#### [16 年度計画]

ナノ構造の寸法や厚さを測定する技術の高精度化及びそこに用いられる計量標準の確立を図ることにより、ナノテクノロジーの展開・発展のための知的基盤整備を推進するため、産業技術総合研究所計測標準部門先端材料科科長 小島勇夫氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「面内方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発」においては、ナノ観察における面内方向のサイズを校正するための認証標準物質の開発に向けて、AFM (原子間力顕微鏡) とレーザー干渉計を駆使した高精度評価技術の開発をするため、波長標準にトレーサブルな高精度・高分解能レーザー干渉計を搭載した高精度微動ステージの試作・評価を行って、トレーサブル AFM を完成させる。また、最小目盛 25 nm の標準物質としての品質を有する面内スケールの開発に向けて、100 nm ピッチサンプルの持ち回り測定を実施するとともに、最小目盛 25 nm の面内方向スケール候補を決める。

研究開発項目 「深さ方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発」においては、積層膜を利用した深さ方向スケール校正用の認証標準物質の開発に向けて、X 線、電子線などのビーム技術を駆使した高精度積層膜構造評価技術の開発を継続する。積層膜構造の値付けに用いるトレーサブル XRR (X 線反射率測定装置) の主要部分 (標準を搭載した角度走査機構, X 線光源) を開発するとともに、試料形状に起因する不確かさを最小化するために、解析システムの高度化を図る。更に年度末のサンプル提供に向けて、化合物半導体系超格子物質ではウエハー内均質性向上を目標に超格子物質の試作・構造評価を行う。またオゾン酸化を用いたシリコン半導体系薄膜物質では、特性のそろった均一酸化膜を一度に一定数作製できる環境を整備するとともに、試料の保管・搬送システムを開発する。

さらに試料保管時の雰囲気とその表面の汚染状況の関係、ならびにその対策技術を検討するための試料汚染評価システムを開発する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

#### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「面内方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発」において、T-AFM (Traceable Atomic Force Microscope, トレーサブル原子間力顕微鏡) を開発している。T-AFM メインユニットにレーザー干渉計ユニットを組み込み、AFM による計測装置として動作させるための AFM コントローラを設計・試作した。レーザー干渉計の光源としてオフセットロックレーザーシステムを構築したことにより、 $2 \times 10E-10$  の周波数安定性が得られ、レーザー干渉計の性能仕様に十分見合うことを確認した。また、ピッチ測定における走査速度、走査方向、ピッチの決定法などを実験的に調べた。さらに、産業界の最近のニーズを受け、当初予定には含まれていなかった光回折法を用いた 100 nm ピッチ校正装置を完成させた。144 nm および 100 nm ピッチ試料の予備測定の結果、測定の繰り返し性が数 pm レベルであり、試験的な供給が可能であることを確認した。面内方向スケール校正用候補標準物質の開発としては、持ち回り測定用試料として 100 nm ピッチと 60 nm ピッチ試料を電子線描画法によって作製し、既存の差動方式レーザー干渉計搭載型測長 AFM 装置を用いて校正を行った。測定及び不確かさ評価の結果は、ピッチ値



100.03 nm で拡張不確かさ(k = 2) 0.23 nm、ピッチ値 60.02 nm で拡張不確かさ(k = 2) 0.22 nm であった。更に持ち回り測定の技術規約を設定した。また、50 nm ピッチの面内方向スケールを電子線描画法で試作するとともに、最小目盛 25 nm ピッチの面内方向スケールの候補として超格子構造の試料を設計・試作した。

研究開発項目 「深さ方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発」において、高精度積層膜構造評価技術の開発として積層膜の膜厚を値付けするためのトレーサブル XRR(X 線反射率測定装置)の開発を行い、国家角度標準と同等の性能を有し、かつ、機構を単純化したゴニオメーターを含む、トレーサブル XRR の主要部分の開発に成功した。更に、試料の形状を考慮した解析システムの高度化を行い、実用に耐える処理速度を実現した。

深さ方向スケール校正用候補標準物質の開発においては、シリコン酸化物の薄膜候補標準物質の供給に向けた作製法・保管法に関して、オゾン流量増大による酸化膜成長の高速化、各種制御雰囲気における安定保管法の検討を開始した。また、前年度開発した大面積オゾン酸化炉を拡張する形で基板搬入室、試料搬出室、酸化膜試料保管庫とそれらを基板搬送機構で連結した大面積酸化反応制御保管装置を開発し、多数個試料作製・供給に向けたシステムを整備した。また、中間目標である構造評価用サンプルの試験的供給に向けて、ウエハー全面において膜厚の均質性が 1/2 分子層未満の GaAs/AlAs 超格子物質の作製に成功した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

## 【ナノテク実用化材料開発：14～18】

### 《14》ダイヤモンド極限機能プロジェクト【F21】[平成15年度～17年度]

#### [16年度計画]

ナノドーピング技術とナノ表面界面制御技術を開発することでダイヤモンド半導体の伝導制御技術を確立し、ダイヤモンド半導体を電子材料として実用的なレベルに高めること、またそれを実証するため、ダイヤモンド半導体を用いたダイヤモンドデバイスである放電陰極、ナノスケール加工用電子源、高周波トランジスタの開発を行うとともに、試作評価によってその性能を検証することを目標に、独立行政法人産業技術総合研究所 ダイヤモンド研究センター長 藤森 直治氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「伝導制御技術の確立」においては、以下の研究開発を実施する。

#### 1) ナノドーピング技術の開発

n 形半導体ダイヤモンドに関しては、欠陥の評価技術の改良(電気特性の周波数依存性、カソルミの高分解能面分析)により、欠陥の発生しない合成条件探索および高品質化基板基板上へのエピタキシャル成長を行い、半導体特性を大幅に向上する。また、p 形半導体ダイヤモンドの成膜では、原材料および合成装置の超高純度化を行い、補償比が極めて低い高キャリア濃度の p 型ダイヤモンドを合成する。

#### 2) ナノ表面界面制御技術の開発

ダイヤモンド結晶表面に関して、結晶の面方位、ドーピングの有無および様々なガス種を変化させて界面の修飾を行う。これらの試料を用い、NEA 特性評価装置により、電子放出のエネルギー準位の測定を行う。さらに、電子分光および電界放電電子顕微鏡などによる電子親和力評価手法の選定及びプラズマによる終端実験と表面ナノ構造評価を実施し、電子放出のメカニズムを検討する。

研究開発項目 「ダイヤモンドデバイスの開発と試作評価」においては、以下の研究開発を実施する。

#### 1) 放電陰極

評価用デバイス試作等を開始し、常温から高温までの精密な伝導度測定や伝導型・伝導率・活性化率等の伝導制御特性の測定を行い、二次電子放出効率等との比較・評価を行う。また、コスト要因から放電陰極に p 形半導体多結晶膜に関しては、加熱状態で放電特性や仕事関数の評価を行い、合成条件へフィードバックすることで、陰極降下電圧を大幅に低減することを試みる。

#### 2) ナノスケール加工用電子源においては、以下の研究開発を実施する。

最適形状のエミッタの形成加工及び電子源電極の形成を行い、さらに、表面修飾技術等を応用し、ダイヤモンドの表面が、ナノスケール加工用電子源として性能を最大限に発揮できるように制御する。これらの開発により、100 μm 角程度の範囲に高さばらつき 10% 以内のダイヤモンドナノエミッタアレイを試作し、電子放出電流密度 30 mA/mm<sup>2</sup> の局所電子放出を確認する。

#### 3) 高周波トランジスタにおいては、以下の研究開発を実施する。

ダイオード型ダイヤモンドデバイスを試作し、開発した絶縁膜特性評価技術を用いて成膜条件を最適化し、高品質なゲート絶縁膜を成膜する。さらに、0.2 μm の T 型ゲート構造の形成技術を確立して、寄生抵抗を低減することによって動作周波数の向上を目指す。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「伝導制御技術の確立」においては、p 形半導体の開発において、室温のキャリア濃度が 10<sup>12</sup>～10<sup>15</sup>/cm<sup>3</sup> の広い範囲で、1000 cm<sup>2</sup>/V・s の移動度を示す半導体の成膜を可能とした。また 10<sup>17</sup>/cm<sup>3</sup> のキャリア濃度で、2 cm の低抵抗化に成功した。またフォスフィンを用いて高濃度な n 形半導体を成膜し、比抵抗の低減(1.3×10<sup>4</sup> cm)に成功した。Ti/Pt/Au の MESA 構造を用い低抵抗(1.3×10<sup>-5</sup> cm)な p 形半導体のオーミック接触の開発に成功した。

#### 1) ナノドーピング技術の開発

結晶欠陥や不純物の低減により、室温移動度が  $660\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  を示す良質な半導体成膜が可能となった。また電荷キャリア測定法により、単結晶 CVD 膜のドリフト速度、移動度、平均自由行程等が測定可能となった。

## 2) ナノ表面界面制御技術の開発

Ir 上の選択ヘテロエピタキシャル成長技術を開発し、ピラミッド型のダイヤモンド粒子を規則的に成長させることに成功した。また SES 解析法により表面伝導層の電子状態と NEA の確認及びフェルミ準位の確認に成功し、伝導層及び電子放出機構の解析が大きく前進した。

研究開発項目 「ダイヤモンドデバイスの開発と試作評価」においては、

1) 放電灯陰極：現行 Ni 電極の 140 V に対し、90 V での放電が可能となり、最終目標を達成するとともにオープンセルでの評価試験を開始した。

2) ナノスケール用加工電子源：微細加工技術とデバイス化技術の進展により、50 nm 以下の先端半径と 10% 以内の高さ均一性を達成した。n 形ダイヤモンドやエミッタ構造形成設備等の活用により、最大 190 mA/mm<sup>2</sup> までの電子放出に成功した。研究加速財源によりナノエミッタ位置制御装置を導入して、実装技術の開発に着手した。

## 3) 高周波トランジスタ

成膜条件最適化により、p 形層の低抵抗化 ( $6.8 \times 10^{-3} \text{ cm}$ ) を可能とし、また Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をゲート絶縁膜に用いることで、 $3.6 \times 10^6 \text{ V/cm}$  の高耐電界を得た。更にデバイス構造の改良やプロセス技術の開発が進化した。またゲート絶縁膜の改良、イオン照射による低抵抗化及びゲート幅狭隘化により、最大動作周波数 36GHz の MISFET の作製に成功した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《15》カーボンナノチューブ FED プロジェクト【F 2 1】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

[再掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 8 . 参照]

[16 年度業務実績]

[再掲：< 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 8 . 参照]

## 《16》デバイス用高機能化ナノガラスプロジェクト【F 2 1】[平成 15 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

記録密度と転送レートを大きく向上させた光記録用デバイス (DVD) の研究開発、従来技術から大幅に小型化、複合化した光通信用導波路型多波長合分波フィルターの研究開発、同じく高効率で偏波依存性が小さい回折格子部品の研究開発と、企業内での並行的研究の結果を合わせてそれぞれを実用化することを目的に、東北大学多元物質科学研究所助教授 村山 明宏氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高密度 DVD 用集光機能ナノガラス薄膜の開発」においては、以下の研究開発を実施する。

### (1) ナノガラス薄膜の基本組成・構造の検討

膜組成の最適化を行うとともに、高速高屈折率変化メカニズムの解明を進め、本年度内に応答速度 5 ns 以下で 20% 以上の屈折率変化を生じる薄膜材料の組成と構造の最適化を図る。

### (2) 高速大容量化技術の検討

ナノガラス薄膜を搭載した光ディスクの作製、評価を一貫して行い、上記 (1) で見出した薄膜を搭載した光ディスクの特性評価、膜構成の最適化を行う。またその評価に必要な大容量評価用基板を光ディスクメーカーの協力の基に作成し、最小記録ピット長 60 nm 以下、回転線速度 10 m/s 以上のディスクの可能性検討を行う。

### (3) 高信頼化・低消費電力化技術の検討

光ディスクの構造安定化のための指針を元に最適膜設計を行い、再生パワー 1 mW 以下、記録パワー 5 mW 以下で 20% 以上の屈折率変化が得られる薄膜材料を開発し、その膜を搭載した光ディスク作製を行い、実証する。

研究開発項目 「光導波ナノガラスデバイス用ガラスの開発」においては、以下の研究開発を実施する。

### (1) ガラス膜材料および膜形成方法の検討・開発

ガラス膜中に添加するドーパントの添加量と膜応力、偏光依存性損失と膜応力との関係を明らかにする。これにより、損失要因を明確化し、これを抑止してガラス膜としての損失を実用上十分な 0.01dB/cm 以下 (波長 1.270~1.340 μm、1.475~1.620 μm) に低減する。また、OH 基低減の為のプロセス技術を開発する。また、実際に導波路を試作しその効果を検証する。伝搬損失の目標値は波長 1.383 μm において 0.05dB/cm 以下とする。

### (2) 光回路形成技術の検討・開発

応力歪低減の為のプロセス技術を確立する。また、ガラスエッチング時のコア側壁の荒れおよびコア幅のばらつきを低減するため、従来の金属膜をマスク材としたガラスエッチング技術に代わって、レジストをマスク材としたガラスエッチング方法の検討を行う。さらに、実際に 2.0~4.0% の導波路を試作し、導波路伝搬損失を 0.02dB/cm 以下 (波長 1.260~1.360 μm、1.460~1.626 μm) に低減できることを実証する。

### (3) デバイスの試作・検討

光導波路用低 OH 基ガラス膜の形成技術および光回路形成技術の有効性を確認するために、今後のメトロ・アクセスネットワークのキーコンポーネントのひとつである多入力・多出力のアレイ導波路型周回性波長フィルタの作製に着手する。光回路構造の設計を行うとともに実際の素子製造ラインを用いて要素試作を行い、基本性能の確認と実用化上の問題点の抽出を図る。設計目標は、導波路の比屈折率差 を 2.0~4.0% とし、波長

領域 1.260  $\mu\text{m}$  ~ 1.360  $\mu\text{m}$  において、チャンネル数 32  $\times$  32、チャンネル間隔 100GHz の多入力・多出力のアレイ導波路型周回性波長フィルタとする。性能を実証するフィルタ素子の実用化において重要な波長分散や偏波モード分散特性について、これらの評価方法を確立する。

研究開発項目 「高波長分散ナノガラスデバイス用ガラスの開発」においては、以下の研究開発を実施する。

(1) ガラス膜材料作製技術

デバイスの設計結果に基づいたガラス膜材料をイオンプレーティング蒸着法で成膜し、分光光度計により分光透過率を、フィゾー干渉計で面精度をそれぞれ評価して設計結果と比較し、原理確認サンプル用ガラス膜材料の光学特性と機械特性を検証する。また成膜プロセスの妥当性を評価する。また各公差パラメータを評価して、デバイス設計にフィードバックするとともに、成膜プロセスの安定性を高める。

(2) 微細加工技術

深溝回折格子のパターン形成に適した高波長分散ナノガラスデバイス作製装置を調査選定し、導入する。また微細形状作製のエッチング量を精密に制御し所定の多層膜界面位置でエッチングを停止するためエッチング量モニタリング技術の検討を行い、プロセス制御精度を明確にする。また前記多層膜に対して、微細形状作製装置で深溝加工を行い電子顕微鏡で溝形状を評価してプロセス妥当性を検証、デバイス設計にフィードバックする。

(3) 評価技術

本デバイスサンプルに対して収束イオンビーム加工装置による加工条件を確立し、積層構造を有する断面構造を測定精度 15 nm で評価する技術、深溝回折格子を形成したサンプルの表面形状精度を  $\pm 10$  で評価できる技術を確立する。また広帯域で波長設定可能な波長可変安定化光源を調査選定して導入し、広帯域で波長角度分散、偏波特性を評価できる装置を開発、本デバイスの光学特性評価技術を確立する。

(4) 高波長分散光学素子の試作・評価

ガラス膜材料成膜と微細加工の各公差パラメータに基づいて、深溝回折格子、位相制御膜の基本設計を行い、原理確認サンプルのデバイス構造と光学特性、機械特性の評価結果から、設計妥当性を評価する。また本デバイスの実用化において必要なモジュール化用レンズの作製方法を検討し、H15年度に実施したマイクロレンズの作製・実装方法の調査結果を基に軸外収差を考慮したマイクロレンズの設計と試作を行い、光学特性を検証し、設計妥当性を評価する。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「高密度 DVD 用集光機能ナノガラス薄膜の開発」

(1) ナノガラス薄膜の基本組成・構造の検討

ナノガラス組成、構造を開発すると共に、フォトニッククリスタル構造を有する多層薄膜構造を最適化した。また、H15年度に見いだした材料を基に光ディスク構造によるナノガラス組成、構造の最適化検討を行い、応答速度 5 ns 以下で屈折率変化 20% 以上を達成した。

(2) 高速大容量化技術の検討

集光機能性ナノガラス薄膜搭載光ディスク評価の加速のため、光ディスク評価に関して高い技術を有する(株)日立製作所研究開発本部ストレージテクノロジーセンターを研究実施場所として追加し、同開発本部と密接にコンタクトしながら評価を進めた。大容量光ディスクバッシュセッションシート形成条件の最適化を行い、Blu-ray Disc 仕様の光ディスクが作製可能になった。これを用いて光ディスクを作製し、最小記録ビット長 60 nm、回転線速度 10 m/s の可能性検討を行った。また、書換型ナノガラス光ディスク用レーザーアニール装置を導入し、レーザーアニールによる特性向上検討を開始した。

(3) 高信頼・低消費電力化技術の検討

上記の新規材料開発、フォトニッククリスタル構造化、低反応性保護膜の検討などにより、低消費電力化の検討を行い、再生パワー 1.5 mW 以下での非線形性を確認できた。また、記録パワー 4 mW で書き込み可能な記録膜上にナノガラス薄膜を形成して特性を評価し、屈折率変化が 20% 以上であることを確認した。さらに共同実施先の東北大学未来科学技術共同研究センターと共同で、シミュレーションによる高信頼化の検討を行い、ポリカーボネートの含水率、乾燥プロセス最適化、反応性低減に関する指針を得た。

研究開発項目 「光導波ナノガラスデバイス用ガラスの開発」

(1) ガラス膜材料および膜形成方法の検討・開発

ガラス膜中に添加するドーパント濃度を 2.0 ~ 4.0% まで増加した場合の膜の損失要因を解明するため、電子ビーム蒸着法や RF スパッタリング法、プラズマ CVD 法等により膜を形成し、ドーパント濃度と膜中に含まれる異物および損失の関係を調査した。この結果、損失 0.01 dB/cm の見通しを得た。また、熱処理による OH 基低減に関して検討し、波長 1.383  $\mu\text{m}$  における OH 基による損失を 0.045 dB/cm に低減できた。

(2) 光回路形成技術の検討・開発

熱処理によるコア側面の平坦化について検討を実施した結果、伝搬損失を低減し、損失低減効果は 0.01 dB/cm であることを確認した。また、さらに低損失化を図るため、損失要因がコア-クラッド界面の応力差にあると仮定して、コア形状による伝搬損失変化について検討した結果、コア幅を広くすることで伝搬損失を 0.02 dB/cm 以下に低減できることを確認した。

(3) デバイスの試作検討

導波路の  $\alpha = 0.8\%$ 、チャンネル数 24  $\times$  24、チャンネル間隔 100GHz にて、原理確認のための多入力・多出力アレイ導波路型周回性波長フィルタの予備試作を実施し、周回特性が得られることを確認した。また、今後の問題となる損失ばらつき低減のための対策構造案を考案した。フィルタ素子の実用化において重要な波長分散および偏波モード分散特性については、評価系の立ち上げを図り、系が正常に動作することを確認した。

## 研究開発項目 「高波長分散ナノガラスデバイス用ガラスの開発」

### (1) ガラス膜材料作製技術

イオンレーティング蒸着法等で成膜し、分光透過率を分光光度計で、透過波面収差をフィゾー干渉計で、それぞれ評価した。設計結果ともよく一致し、各データを評価することでナノガラスデバイス用ナノガラスの作製に問題の無いことを確認した。また、デバイスの出射面側のコーティングの検討を開始した。

### (2) 微細加工技術

高波長分散ナノガラスデバイス作製装置を用いて溝形状を形成した。反応ガス種、プロセス条件に対する溝形状を評価し設計結果との比較を行い、設計どおりの形状が得られるようプロセス条件の最適化を行った。原理確認サンプルを作製し、デバイス設計結果と比較することによりプロセスの妥当性を確認した。

### (3) 評価技術

収束イオンビーム加工装置で加工したサンプルの評価条件の最適化により、ガラス膜積層構造を構成する各層の膜厚測定精度 15 nm で評価できる技術と、ガラス膜積層構造を形成したサンプルの表面形状測定精度 / 10 で評価できる技術の検討を行い、各定量評価を可能にした。また、広帯域で波長設定可能な波長可変安定化光源を導入し、広帯域で波長角度分散、偏波特性を評価できる「高波長分散ナノガラスデバイス評価装置」の検討を行った。1.4 μm帯から1.6 μm帯に亘る広帯域での本デバイスの光学特性評価技術を確認した。

### (4) 高波長分散光学素子の試作・評価

高波長分散ナノガラスデバイスの設計（深溝回折格子、位相制御膜）を行い、原理確認用デバイスの設計を完了し、原理確認用サンプルの作製を行った。実サンプルにより、実用化に必要であるモジュール（小型分光器）の設計を行い、試作によりモジュール性能の評価、および高波長分散ナノガラスデバイスの応用可能性の検討を行った。シミュレーション通りのベンチテスト結果得られ、設計が妥当であることを確認した。高波長分散ナノガラスデバイスを用いた高性能モジュールの評価、作製を可能にした。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

## 《17》ディスプレイ用高強度ナノガラスプロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

### [16年度計画]

[再掲：<3>環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《7》参照]

### [16年度業務実績]

[再掲：<3>環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《7》参照]

## 《18》高効率UV発光素子用半導体開発プロジェクト[平成16年度～平成18年度]

### [16年度計画]

GaN系半導体の我が国の技術力優位を確保するため、小型・高効率・高精度・低価格かつ省エネである深紫外ハイパワー・レーザダイオード等の新用途展開を可能とするAIN系の半導体材料を創製することを目的として、平成16年度には公募により民間企業等の実施者を選定するとともに、実施者が行なう以下の実用化開発を支援する。

研究開発項目 「AIN単結晶基板製造技術の確立」においては、研究に着手する。

研究開発項目 「AIN系深紫外レーザダイオードの開発」においては、研究に着手する。

### [16年度業務実績]

当該プロジェクトの公募手続きについては、平成16年3月19日に公募を開始、平成16年4月19日に公募を締め切り、平成16年6月2日に選定結果の通知を行った。

以下の実用化開発を支援した。

研究開発項目 「AIN単結晶基板製造技術の確立」において、(1)HVPE法単結晶開発・HVPE反応制御装置を設計・導入し、成長実験を開始した。・GaN基板上にAlGaN層30μm厚の成長を行い、X線回折、PL評価で組成と単結晶成長を確認した。(2)溶液成長法単結晶開発・小型高周波炉で1cm角6H-SiC基板上に最大で30μm厚のAIN単結晶膜を成長した。・冷却のつばを用いた基礎試験で、1cm角6H-SiC基板上にAINのエピ成長を確認した。(3)昇華法単結晶開発・昇華炉設備導入：大型炉導入(12月)要素実験用小型炉を導入した(1月)。・基礎実験：SiC基板上へAINを成長し、X線回折で単結晶を確認した。サイズは10mm角200μmまで成長。成長速度は~600μm/hrまで可能であることを確認した。(4)フラックス法単結晶開発・育成条件の最適化により、1cm角の低欠陥GaN結晶を育成した。大型化技術試験装置を設計・導入した。・AIN育成用フラックスを探索してCa-Sn系、Mg-Sn系フラックスを見だし、テンプレート上へのAINエピ成長を確認した。(5)CMP基板研磨・AINエピ基板研磨精度Ra 0.1nmを達成した。・研磨表面物性：エピ成長して問題なし。酸化防止効果の確認法を確立した。(6)プラズマCVM研磨・アルミナ被覆回転電極を使用した大気圧塩素プラズマによるGaN基板の加工を確認した。・加工後の基板表面の組成分析から基板表面への反応生成物付着を防止できることを確認した。また、X線回折で表面歪み層の除去が示された。

研究開発項目 「AIN系深紫外レーザダイオードの開発」において、(7)エピタキシャル・LD試作評価・既存炉での実験を通してAIN成長用の新規MOCVD装置の仕様を決定、平成17年1月に完成した。ただし、高温成長に対応するため、導入後も装置の一部を改造する予定。・既存炉によるデバイス構造エピ成膜と

素子化により、平成16年度目標として世界最短波長となる発振波長 345nm 以下の LD を試作した。

## 【ナノバイオ：19～24】

### 《19》先進ナノバイオデバイスプロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《7》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《7》参照]

### 《20》ナノ微粒子利用スクリーニングプロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《8》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《8》参照]

### 《21》タンパク質相互作用解析ナノバイオチッププロジェクト【F21】[平成11年度～平成17年度]

[16年度計画]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《9》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《9》参照]

### 《22》ナノカプセル型人工酸素運搬体製造プロジェクト【F21】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《10》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《10》参照]

### 《23》微細加工技術利用細胞組織製造技術の開発【F21】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《11》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《11》参照]

### 《24》ナノ医療デバイス開発プロジェクト【F21】[平成16年度～平成18年度]

[16年度計画]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《12》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<1>ライフサイエンス分野 健康・医療基盤技術 健康安心プログラム 《12》参照]

### 《25》ナノバイオテクノロジー産業化推進調査事業 [平成16年度]

[16年度計画]

ナノバイオ分野における、我が国の研究実態を基本に今後の産業応用の方向性・可能性を検討するとともに、新産業創出の基盤整備等について戦略的な取り組みを行うための調査を行う。

### 《26》～《48》高度情報通信機器・デバイス基盤技術プログラム(全23事業)

[16年度計画]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 参照]  
[16年度業務実績]  
[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 参照]

## 革新的部材創製技術

[中期計画]

材料の高度化・高付加価値化を図るため、マイクロ部材技術、機械部品等の高機能・高精度化技術を開発することを旨とし、材料創製技術と成形加工技術を一体とした技術を開発する。また、研究開発から製品化までのリードタイムの短縮化が可能な生産システム技術や、複数材料の最適統合化技術等を開発する。

<革新的部材産業創出プログラム>

[16年度計画]

物質の機能・特性を十分に活かしつつ、材料創成技術と成型加工技術を一体化した技術及び製品化までのリードタイムを短縮化する生産システム技術等により、ユーザーへの迅速なソリューション提案（部品化、製品化）を可能とすることで、新市場及び新たな雇用を創出する光付加価値材料産業（材料・部材産業）を構築するとともに、我が国の国際競争力の強化を図ることを目的とし、平成16年度は計5プロジェクトを実施する。具体的なプロジェクトの内容は以下の通り。

[16年度業務実績]

平成16年度は計画に基づいて計5プロジェクトの実施をした。具体的なプロジェクトの実績は以下の通り。

### 《1》精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術 [平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

材料が成形加工され部材・部品となった時点で、材料として有していた特性および機能を最大限発揮できるように、成形加工時の材料特性変化を見込んだ材料創製技術と、その材料の最適な成形加工技術との一体的研究開発を実施することを目的に、東京大学生産技術研究所教授 林 宏爾氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高易加工性金属系新材料の開発」においては、15年度事業内容を継続しつつ、1)水素・酸素・硫黄等の脆化促進元素の混入抑制技術を取り入れた最適電解浴組成及び電解浴条件の長時間安定維持技術の開発、2)常温で歪量0.5%以上の成形加工性を付与する最適結晶粒径への組織制御技術の開発、3)微細結晶粒を有する試作合金について高強度・高靱性・高易加工性等の評価（特にマイクロ材料試験による電解析出極小部分までの目標特性発現の検証）を実施する。

研究開発項目 「高精密金属金型材料創製・加工技術の開発」においては、15年度事業内容を継続しつつ、1)異常粒成長抑制剤の均一分散と狭い粒度分布を有する0.1 $\mu$ m級の金型材料用微細粒原料技術の開発、2)WC-Co超硬合金の高圧・低温短時間焼結プロセス技術並びに、研削・放電加工性等の金型加工特性及び必要な金型表面粗度・寸法精度を得る高精密金型加工技術の開発、3)FIBによる微細仕上げ加工法の検証、4)室温から使用環境温度までの疲労特性及び表面形状の評価による組織と各種特性との関係解明、5)ピンや深穴構造へのDLC膜の金型表面処理についての実用性評価を行う。

研究開発項目 「高精密部材成形加工技術の開発」においては、15年度事業内容を継続しつつ、1)プレスや射出成形における微細粒超硬合金製金型の構成検討、成形品質に影響を及ぼす成形加工時の温度・圧力・速度・潤滑等の因子の解明、並びに成形加工への金型品質の適用性評価、2)キャピティ内流動解析と巨視的・微視的転写性シミュレーション解析の統合、並びにピンの変形及び微細穴の転写性の精密解析による成形性予測技術の開発、3)高易加工性金属系新材料等の微小部分の転写性評価による金型転写成形性最適加工技術の開発を実施する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「高易加工性金属系新材料の開発」

1)シミュレーションによる電流分布均一化技術を基に、極間距離と分割アノード形状の最適化により、Ni-W合金の厚肉化技術を確立した。2)3)任意の点で成形前においてピッカース硬さ(Hv)650、引っ張り強度1300MPaの材料開発を達成した。また、成形加工において、試験的に180°曲げでも破断しない材料特性を検証した。合金中のW含有量17~23at%、結晶粒サイズが5nmの合金が最も優れた曲げ特性を有することを検証し、研究開発を完了した。

研究開発項目 「高精密金属金型材料創製・加工技術の開発」

1)高精密金型材料として、超微粒WC粉末の試作において、直接炭化の中間生成物の粉砕および二次炭化後の粉砕・分級により、BET値5.5m<sup>2</sup>/g(粒径70nm以下)で低酸素量の超微細粉末を開発した。2)80nmのWC粉末を用い、ハイブリッド焼結において硬さ2550Hvの超硬合金を試作した。さらに、高精密金型加工技術の開発において、平面研削ELID加工でRa5~7nmの表面精度が得られた。平行ピンの円筒研削加工では、ピン直径精度70nmが得られた。3)4)超硬合金表面に形成したDLC膜へのFIBディンプル加工による油の潤滑効果向上を目的として、ピンオンディスク試験を行い、パターン形状により特性が大きな影響を受けることを見出した。5)インクジェットノズルの穴の直径精度で $\pm 0.2\mu$ mを達成した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

## 《 2 》 金属ガラスの成形加工技術 [ 平成 14 年度 ~ 平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度 ]

### [ 16 年度計画 ]

これまでの経験的、実験的に得られた金属創製技術から脱却するとともに、強度、耐食性、表面平滑性、ヤング率等の特性を飛躍的に高度化させた機能を有する金属ガラスの創製、かつその機能を最大限発揮できる生産を可能にする材料創製技術及びその材料に適した成形加工との一体的研究開発を実施することを目的に、東北大学金属材料研究所長 井上 明久氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「超精密部材組織制御技術」においては、ニッケル基およびジルコニウム基等の金属ガラス等について、以下の項目に関する基礎試験を実施する。
- ・従来の同種結晶金属（ casting ）材料に比して、高強度で表面平滑性が改善された金属ガラス材料成分設計
  - ・ダイカスト用精密金型及び実験用射出成型器を用いた成形加工技術の開発
  - ・精密多数個取り金型の設計・製作、および高精度連続射出成型器の改造を実施し、生産性向上のための加工方法の検討
  - ・目標とする特性を有する超精密歯車およびマイクロギヤ - モータの設計
  - ・成形加工による評価試験用部品およびモータの特性評価
- 研究開発項目 「輸送機器構造部材成形加工技術」においては、チタン基およびジルコニウム基等の金属ガラス等について、以下の項目に関する基礎試験を実施する。
- ・高強度かつ大型のバルク材が製造可能な材料成分探索
  - ・塑性流動加工方法等による成形加工技術の開発
  - ・大きな構造部材を製造するため摩擦攪拌接合技術の開発の継続
  - ・輸送機器構造模擬材及びスプリング部材の試作
  - ・成形加工による輸送用模擬部材およびスプリング部材の製作と評価
  - ・電磁振動を利用した新プロセス技術の開発
- 研究開発項目 「高精度計測機器機能部材成形加工技術」においては、チタン基、鉄基、ニッケル基およびジルコニウム基等の金属ガラス等についてニアネットシェイプ成形加工に関する以下の基礎試験を実施する。
- ・高強度で軽量化、計測精度の向上が図れ、かつ軟磁性特性が良好な金属ガラスの材料成分探索
  - ・急速冷却機構を備えた水冷式吸引鑄造用金型および塑性流動加工法等による成形加工技術の開発
  - ・溶湯加圧鍛造装置による成型加工法および精密塑性結合実験装置による結合技術の開発
  - ・急速冷却機構を備えた水冷式ダブルロール型または塑性加工流動法等による金属ガラス厚板の成型加工法の開発
  - ・コリオリ流量計、圧力センサー、リニアアクチュエータに用いる評価試験用部品の製作と評価
- 研究開発項目 「知識・技術基盤の整備」においては、材料・機能特性データ、制御技術（原理）及び成形加工技術に関する基礎データの調査ならびに蓄積を実施する。また、データベースシステムの構築を行う。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [ 16 年度業務実績 ]

- 研究開発項目 「超精密部材組織制御技術」
- ・ニッケル基およびジルコニウム基等の金属ガラス合金において、高強度で表面平滑性が改善された最適合金成分探索を行った。計算機科学法等によるシミュレーションを実施した。ナノビーム電子回折等により、微細構造解析を進めた。
  - ・ダイカスト用精密金型及び実験用射出成型器を用い、超精密歯車を試作した。高精度連続射出成型器改造ならびに精密多数個取金型製作を実施して、超精密歯車の連続射出成形実験を開始した。超塑性加工性能を評価した。
  - ・試作したマイクロギヤードモータが、従来比で 3 0 倍以上の寿命であることを確認した。世界最小の直径 1.5mm のマイクロギヤードモータを開発した。
- 研究開発項目 「輸送機器構造部材成形加工技術」
- ・チタン基およびジルコニウム基等の金属ガラス合金において、高強度かつバルク材が製造可能な最適合金成分を探索した。高純度合金鑄造装置を製作して、コンタミネーションの影響を軽減し、ガラス形成能の向上を図った。高サイクル疲労試験および破壊靱性値測定試験を実施した。計算機科学法等によるシミュレーションを実施した。透過型電子顕微鏡による局所観察等を行い、微細構造解析を実施した。
  - ・ジルコニウム基金属ガラスについて大形板材鑄造が可能との見通しを得た。ダブルロール式幅広板材鑄造装置を製作した。
  - ・輸送機器構造模擬部材の成形加工基礎試験として、塑性流動成形特性を評価した。
  - ・摩擦攪拌接合法によりジルコニウム基金属ガラスの重ね接合試験を実施した。
  - ・溝急冷圧延装置により、ジルコニウム基金属ガラスにおいて、線径 2mm の丸棒連続線材の安定な作製条件を確立し、コイルスプリングを製作した。
  - ・金属ガラススプリング部材の特徴を活かす用途・製品ターゲットの調査および検討を実施した。
  - ・ Mg 系合金を電磁振動下で溶融・急冷することにより、金属ガラス形成能が向上することを明らか



- にした。
- 研究開発項目 「高精度計測機器機能部材成形加工技術」
- ・チタン基、鉄基、ニッケル基およびジルコニウム基等の金属ガラス合金において、高強度、軽量、かつ軟磁性特性が良好な最適合金成分探索を実施した。計算機科学法を用いたシミュレーションおよび微細構造解析を実施した。
  - ・急速冷却機構を備えた水冷式吸引鑄造用金型等により、直径2mmの中空丸棒を作製した。金属ガラス製パイプをコリオリ流量計に適用し、従来に比べ28.5倍の感度を得た。金属ガラス薄肉パイプ連続作製装置を作製した。
  - ・溶湯加圧鍛造法および精密塑性結合法により、圧力センサ用のダイヤフラムを成形加工した。無歪精密加工法によりダイヤフラムの精密加工および精度評価を実施した。
  - ・上記ダイヤフラムを用いて圧力センサ素子を作製し、従来に比し3倍以上の感度を得た。溶湯加圧鍛造装置の改造ならびに金型の製作を実施した。連続成膜機構付のシリコン薄膜低温形成装置を作製した。
  - ・鉄基金属ガラスにおいて、金属ガラス形成能を高め、かつ磁場中熱処理法により飽和磁束密度の最終目標を達成した。
  - ・軟磁気特性を高める製法、および熱処理法を理論的に考察し、低保持力および低鉄損の発現メカニズムを解明した。
  - ・鉄基金属ガラスのヨーク材を用いて評価用ステージを作製し、リニアアクチュエータの駆動試験を実施した。
  - ・金属ガラス磁性材料の特徴を活かす用途・製品ターゲットの調査・検討を実施した。
- 研究開発項目 「知識・技術基盤の整備」
- ・材料・機能特性データ、制御技術及び成形加工技術に関する基礎データの調査ならびに蓄積を実施した。データベースソフトを作成した。
- なお、当該研究開発プロジェクトは中間評価を実施し、その結果をプロジェクトの運営に反映した。当該研究開発プロジェクトは平成16年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

### 《3》超高温耐熱材料MGCの創製・加工技術研究開発 [平成13年度～平成17年度]

#### [16年度計画]

超高温耐熱材料であるMGC (Melt-Growth Composite) 部材の耐久・信頼性の向上を図るとともに、複雑な形状の部品を鑄造できる技術を開発し、超高温耐熱部材を試作することによって、その技術確認を行うことを目的に、ガスタービン実用性能向上技術研究組合 専務理事 横井 信哉氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「MGC部材複雑成形性向上の開発」においては、平成15年度の実環境評価試験の結果を基に、タービン静翼部材および燃焼器パネル部材の改良設計を行うとともに、新規ブリッジマン装置によりこれらの改良部材の鑄造条件を検討して、改良部材を試作する。加えて、平成15年度の鑄型成形の結果を基に、改良部材用鑄型の試作を行う。また、改良部材の実環境評価試験データを基に改良部材の強度を評価するとともに、MGC部材の早期実用化のためのシナリオ明確化のため、工業炉等の高温機器へのMGC部材の適用性について調査する。
- 研究開発項目 「MGC部材信頼性向上の開発」においては、部材から切り出した試験片レベルにて、1700までのクリープ特性、疲労特性を評価するとともに、耐エロージョン・コロージョン特性の定量的評価を行い、MGC材料の信頼性確認に不可欠な当該材料に対する水蒸気を含む高温、高速の燃焼ガスの影響をH16年度末までに明確にする。これらの結果を踏まえ、ガスタービン等の高温機器部材として要求される耐久性実証のための組成・組織および複合構造を検討する。また、これまでのデータを基に、MGC材料の特徴および優位性を明確にするため、他の高温材料との比較検討を行なう。
- 研究開発項目 「実環境評価試験」においては、改良試作したMGCタービン静翼部材をタービン静翼高温試験装置に組み込み、ガス温度1700一定の条件下での高温ガス流試験を実施し、改良タービン静翼部材の健全性評価のためのデータを取得する。また、改良試作したMGC燃焼器パネル部材を冷却構造伝熱試験装置ならびにセクタ燃焼器供試体に組み込み、ガス温度1700一定の燃焼環境下での改良パネル部材の健全性評価のためのデータを取得する。

#### [16年度業務実績]

- 研究開発項目 「MGC部材複雑成形性向上の開発」においては、平成15年度の実環境評価試験の結果を基に、タービン静翼部材および燃焼器パネル部材の改良設計を行うとともに、新規ブリッジマン装置によりこれらの改良部材の鑄造条件を検討して、改良部材を試作した。加えて、平成15年度までの鑄型成形の結果を基に、改良部材用鑄型の試作を行った。また、平成15年度の改良部材の実環境評価試験データを基に改良部材の強度を評価するとともに、MGC部材の早期実用化シナリオ策定のため、工業炉等の高温機器へのMGC部材の適用性について調査を行った。
- 研究開発項目 「MGC部材信頼性向上の開発」においては、部材から切り出した試験片にて、クリープ特性等を評価するとともに、耐エロージョン・コロージョン特性の定量的評価のため、水蒸気を含む高温、高速の燃焼ガスの影響を調べ、ガスタービン等の高温機器部材として要求される耐久性向上のための組成・組織および複合構造を検討した。また、MGC材料の特徴および優位性を明確にするため、これ



までの取得データを基に、MGC と他の高温材料との特性の比較検討を行った。

研究開発項目 「実環境評価試験」においては、改良試作したMGCタービン静翼部材をタービン静翼高温試験装置に組み込み、ガス温度1700 一定の条件下での高温ガス流試験を実施し、改良タービン静翼部材の健全性評価のためのデータを取得した。また、改良試作したMGC 燃焼器パネル部材を冷却構造伝熱試験装置ならびにセクタ燃焼器供試体に組み込み、ガス温度1700 一定の燃焼環境下での改良パネル部材の健全性評価のためのデータを取得した。

## 《4》マイクロ分析・生産システムプロジェクト【F21】[平成14年度～平成17年度]

### [16年度計画]

超微細加工技術によってつくられたマイクロ空間を利用して化学反応を行う化学システムの研究開発を実施し、反応・分析・計測の効率化・高速化・省資源・省エネルギー化により化学産業だけでなく関連する医療、製薬、バイオ関連、食品産業などに多大な貢献が出来るマイクロ化学プラント技術およびライフサイエンス市場を創出することを目的に、東京大学副学長 小宮山 宏氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「マイクロ化学プラント技術開発」においては、以下の研究開発を実施する。

#### (1) マイクロ単位操作研究

マイクロリアクター研究においては、界面反応型反応器、滞留時間制御型反応器、多段階型反応器、触媒担持型反応器の各種反応器による反応特性を具体的な化学反応において明らかにすると共に、その結果を新しいマイクロデバイス設計に生かすことに引き続き注力する。マイクロミキサー研究においては、直交流型ミキサーによるエマルジョン製造条件検討、液-液系均相系反応におけるパーツ交換型の迅速混合方式の検討、液-液二相系拡散混合用併流・向流型ミキサーにおいては同軸多重管ミキサー試作を行い、さらに、気液混合用螺旋型ミキサーについては高圧系の試作を行い気泡分散の可能性を検討する。マイクロエネルギー伝達器の開発に関しては、マイクロ熱交換器では、複数並列流路を有する二器結合型熱交換器を開発する。光・レーザー・電場エネルギー伝達器の開発においては、引き続き光・電場エネルギーに関しては、電子的励起状態における分子構造及び反応ダイナミクスに関する知見を得るために、孤立分子系あるいは凝縮相において分光研究を行う。電場エネルギーに関しては、マイクロフロー型電気化学リアクターの研究において、陽極室での反応とともに、陰極室における反応の効率的利用についても検討を行うとともに電極材料や加工法の検討もおこなう。

超音波利用エネルギー伝達器に関しては、振動型流体混合反応促進器に焦点を絞って研究をおこなう。マイクロ分離器研究に関しては、膜分離型分離器開発では、選択的分離用炭素膜を開発し、種々の混合ガスの分離能を検討する。吸収型分離器の開発では、迅速マイクロチャンネル同時吸収・放散・濃縮方式を混合ガスの分離・濃縮に適用し、分離特性に影響を及ぼす因子を検討する。抽出型分離器の開発では、開発した各種マイクロミキサーに相分離装置を付加し迅速な抽出・相分離システムを開発する。吸着型分離器の開発では、開発したマイクロハニカムの表面積・容積比を大きくし、その調節技術を開発する。マイクロ基本特性の研究に関しては、平成15年度に引き続き、「有機リチウム反応用マイクロ化学プロセス」、「不安定中間体制御マイクロ化学プロセス」、「リピングラジカル重合用マイクロリアクター」、「重縮合用マイクロリアクター」、「有機金属反応用マイクロリアクター」、「触媒的酸化反応用マイクロリアクター」、「酸素酸化反応用マイクロリアクター」、「金属微粒子合成用マイクロリアクター」、「有機微粒子合成用マイクロリアクター」、「触媒的還元・縮合用マイクロリアクター」の各種マイクロデバイスの開発研究を行なう。マイクロデバイス設計論の確立に関しては、汎用性のある多機能複合型マイクロチャンネルの開発に着手する。

#### (2) 生産プロセス化研究

単位操作の最適設計手法に関する研究では、デバイス内の流動を簡便なモデルでシミュレートすることで、設計初期段階の効率化を図ったシステムの開発をおこなう。単位操作の集積化に関する研究では、マイクロデバイス構造の選択肢の提示や単位操作複合化の可能性を探索する推論手法の開発と、その有効性を検証するためのプロトタイプ・システムを開発する。計測・制御システムに関する研究では、マイクロ化学プラント全体の動的シミュレーションのできるシステムを開発するとともに、実験結果との比較を通して、その精度を向上させる。

研究開発項目 「マイクロチップ技術開発」においては、以下の研究開発を実施する。

#### (1) マイクロチップ微小空間内のマイクロ化学の研究

マイクロ単位操作の整備とそれを基にしたプロセス設計支援システムの開発では、マイクロ濃縮操作と、他のマイクロ単位操作を組み合わせたマイクロ化学システムを検討する。更に、複数枚のチップを組み合わせた際に得られるシステム化に関するデータを系統的に収集し、データベース化をおこなう。マイクロチップ内マイクロ界面現象の解明研究では、平成15年度得られた界面現象のデータ取得法を基礎として、対象系の幅を広げる。具体的なパラメータとしては、二層流と三相流、各種溶媒系等があげられる。これらデータの充実化により、マイクロチップにおける多層流利用技術の設計指針を得る。マイクロチップデバイス、システムのデータベース構築では、平成15年度までに構築した試行版データベースを第一四半期までに実用モデルとして完成させ、供用可能とする。マイクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発では、酵素反応促進効果の解明に関しては、顕微ラマン分光装置を用い、マイクロチャンネル内の酵素反応挙動を直接観察する手法を確立する。超精密化学反応制御技術確立に関しては、ナノ粒子合成用マイクロ化学装置を完成させる。交差型マイクロチャンネルによるエマルジョン生成に関する研究では、エッチングで加工した10～30μm幅のガラスマイクロチャンネルを用い、液滴生成の微小化を図る。また、ダブルエマルジョン生成用デバイスとして、直交型マイクロチャンネル接続方式を開発して、生成検討をおこなう。

## (2) マイクロチップ上のマイクロ化学プロセスの研究

膜分離の研究では、フロースルー型での膜分離チップに関して、堰き止め型と同様に、膜自身の分離能がえられることについて、典型的な複数種類の膜を利用したチップを製作し、確認する。細胞培養の研究では、蛋白溶液から細胞を分離すべく蛋白分離チップの研究をおこなう。

前段階として、チップ外で細胞から蛋白溶液を抽出する系を確立する。HPLCの研究では、オンチップHPLCの自動化及び高速化を目指す一方で、これらの成果を使用した具体的な応用を検討する。多段合成技術の研究では、多段合成反応のモデルとして、平成14年度に選定した、医薬品の合成プロセスのうちの、第三工程の反応について実験系の構成を行うとともに、マイクロチップを用いた合成実験を行い、チップ温度や反応液の滞留時間などと反応収率との関係を明らかにする。また、オリジナルチップの設計・製作を行う。工学活性物質合成の研究では、不斉エポキシ化反応と続く変換反応、オンライン分析、精製などのシステム化の検討をおこなう。オンチップ型熱レンズ顕微鏡では、装置を実際のマイクロチップ用分析機器として使用するべく、生化学分析又は、環境分析といったアプリケーションとの融合を二種類以上試みる。既存装置とのインターフェースの研究では、平成15年度に試作したチップーESIMSインターフェースを製品をイメージして再設計・試作する。又、合成チップーMSのシステム化を検討する。自動合成システムとしての仕様を検討する。分析標準の整合性の研究では、NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, Cu分析に加え、新たに全窒素、全リンの分析を加える。さらにNO<sub>2</sub>分析をモデルとしてチップの規格化を行い、分析方法をチップ化する場合の規格化手順の確立を図る。FIAの研究では、システム化の検討をおこなう。低濃度鉛分析チップについては、多段反応系のチップ集積化を中心に研究を進め、試作をおこなう。

血液成分分析のマイクロ化の研究では、拡散の遅い高分子量血液成分にも適用できるマイクロミキサーを開発する。又、多項目の血液成分分析を一枚のチップ上でおこなうための分岐を含む流路ネットワークの設計・開発に着手する。環境免疫分析の研究では、免疫測定系とOnchipインキュベーション機構を組み合わせ、測定資料と交替溶液をチップ外部から個別に供給する形での免疫測定実現を目指す。また、再生シークエンスの実現できるマイクロ免疫測定システムを構築する。マルチ分析プロセスの研究では、固液抽出チップと既存の混合チップなど各種単位操作ユニットを連結し、土壌分析を対象とした重金属の分析手法を確立する。環境粒子計測の研究では、マイクロチップ中で微粒子を粒径により分類する方法を検討し、試作をおこなう。この方式を確立後、粒子分離、粒子径測定、濃度測定の自動化をおこなう。生体由来物質解析の研究では、平成15年度の成果を踏まえ、多チャンネル高効率測定システムの簡易化と検体量の低減を進め、チップと装置の最適化を図ることにより、同時多項目特異Ige測定の実用化を目指す。

## (3) マイクロチップデバイスシステム技術の研究

ポンプの研究では、プロトタイプ駆動方式の検討結果を踏まえて、アクチュエーター、ダイアフラム構造、パッケージを小型化して、ポンプの小型化を図るとともに、高圧ポンプの作動効率を低下する気泡抜き構造について検討する。バルブの研究では、一体形成可能な定量分取用バルブ単体の構造を検討し、作成技術を開発する。また、開発した作成技術に基づき、16年度型バルブの試作・評価を行い、システム化に向けた課題抽出をおこなう。マイクロコネクタの開発研究では、既存装置との接続を簡単にするコネクタ開発・試作と、デッドボリュームの少ないマイクロ流体デバイスとの接続方式のコネクタ開発・試作を行い、コネクタや流体デバイスの集積密度の向上をおこなう。

熱及びフローセンサーの研究では、IR加熱マイクロ熱プラグ流量センサーについて、平成15年度試作・動作検証したものを改良して小型化、精度の向上を行い、加えてセンサーのマイクロチャンネルへの位置決めを簡易化するチップ固定化ジグの開発をおこなう。圧力センサーの研究では、圧力センサー素子の一次試作品の評価で確認された不具合を改善するための二次試作品を完成し、マイクロチップへの圧力センサー素子の実装技術の確立を図る。システム化技術の研究では、スライド式マイクロバルブを組み込んだマイクロ流体制御システムを中心に、プロジェクト全体で想定されたターゲットへの適用を行い、システム化の際の問題点抽出及び解決策の策定をおこなう。材料生産技術の研究(ガラス)では、ソーダガラス等各種ガラスを対象として、型によるプレス成型方法を開発する。

研究開発項目 「マイクロ化学プロセス技術の体系化」においては、マイクロ化学プロセスの共通基盤技術に係る技術データ(新規・既存の両データ)を収集し、整理することにより主要な基盤技術項目に関する以下の研究開発を実施する。

### (1) 知識融合のための構造化研究

対象特性知識の構造化においては、マイクロプラズマリアクターを用いたマイクロプラズマ化学反応実験に着手し、物質移動論の観点からラジカル種、励起種、荷電粒子を含む反応性気体の挙動解析実験を行い、マイクロプラズマリアクター設計のために必要な知識データベースの構築をおこなう。モデル知識の構造化においては、気相系移動現象のシミュレーションを行い、モデル知識を抽出する。これに加え、MEMS用シミュレーションソフトウェアから得たモデル知識及び実験により得た対象知識を基に、マイクロチャンネル内壁での触媒反応を伴う気相系移動現象のシミュレーションを実施する。プロセッシング知識の構造化においては、次の2件の基盤研究に基づいた知識の構造化をおこなう。

「界面の不安定性や流路内の閉塞現象への超音波照射による影響検討」および「上記の検討に基づいたモデル化による限外濾過装置に関する設計・操作指針の策定をおこなうためのシミュレーション実施」。ミクロ・マクロ混在システムのハイブリッドシミュレーションにおいては、マイクロ化学プロセス設計のためのマルチエージェント指向シミュレーションシステムとWeb形式データベース「MDCOs」を、情報解析プラットフォーム上に導入し、同シミュレーションシステムとデータベースが有する外部とのインターフェース機能の構築及び機能性の検討をおこなう。実用的マイクロ化学プロセス基盤技術の知的集積化・体系化に関する研究

においては、平成 15 年度に得られた研究成果をさらに拡充・進展させると共に、得られたデータをマイクロ化学プロセスの体系化におけるデータベースとして集約・整理する。膜技術利用マイクロ化学システム研究においては、試作したPd膜利用マイクロリアクターの最適化を図り、高い水素透過速度を可能とする膜利用マイクロリアクターを開発する。さらに、種々の構造を持つリアクターを炭化水素の水素化・脱水素化反応に適用し、サイズ効果に関する基礎的知見を得る。生理活性体合成・分離用マイクロ化学システム研究においては、ラセミ体光学分割用マイクロリアクターの開発に関し、顕微ラマン分光装置による流体挙動の影響、及びモデルによる光学分割反応の実施により、リアクターの最適化と汎用性の確立を行う。不斉合成用高効率マイクロリアクターの開発では、気-液-固3相からなるマイクロ空間を設計・構築する技術を確認するとともに、固定化錯体触媒によるアルケン不斉水素化を試み、マイクロリアクターの有効性を実験的に明らかにする。マイクロ化学プロセスの実装技術開発・評価および規格化研究においては、実装技術の開発と規格化に関する研究では、実化学プロセスとの対応での概念設計と試作を行い、問題点を明らかにする。セラミックス流路では、積層装置による3次元化を行い、耐熱特性等を評価、多孔質シリコンの製作工程を確立する。

計測技術の高度化と実装技術の評価手法の確立に関する研究では、3次元微細流路内の流速測定装置およびマイクロ圧力プローブの試作と実際の化学プロセスでの性能評価を行う。

#### [16 年度業務実績]

複数年度契約を継続して以下の研究開発を実施した。

研究開発項目 マイクロ化学プラント技術開発

##### (1) マイクロ単位操作研究

###### (a) マイクロリアクター研究

精緻界面を利用した界面反応型、数百ミリ秒のオーダーで制御可能な滞留時間制御型マイクロリアクターを開発した。これによって、均一液相、液-液2相系反応、微粒子製造反応において、逐次反応の厳密制御、微粒子粒径の厳密制御を実現した。一方、マイクロセグメントの概念を提唱し、反応と混合の関連性を形状という因子まで考慮して考える手法を確立した。

###### (b) マイクロミキサー研究

昨年度までに開発したミキサーに加えて、新たに柔軟性に富んだ中心衝突型ミキサーを開発し、生産用デバイスとして種々の均相系反応、粒子生成反応で顕著な効果があることを明らかにした。また、マイクロミキシングの論理的な考え方を明らかにし、これに基づくマイクロミキサー設計の指針を提示した。更に、気泡分散型マイクロミキサーに関しては、先に開発したYM-1を改良したミキサーを用いて実験を実施し、気泡数は多くないが、100nm程度の気泡を安定的に分散できることを見いだした。

###### (c) マイクロエネルギー伝達器研究

反応を伴わない系を対象に、装置内滞留時間0.1秒で100%の温度変化が可能なマイクロ熱交換器を開発した。また、マイクロ光化学リアクターを用いた光不斉増感反応に関する基礎的知見を得た。更に、支持電解質を必要としない電気化学マイクロリアクターを開発した。

###### (e) マイクロ基本特性の研究

酸化還元反応、熱反応及び電解反応について装置モデルを開発し、それらの装置モデルをもとに、超微粒子製造、精密高分子製造、各種ファインケミカル製造などに適用できる装置開発の指針を得た。又、各種マイクロデバイスを用いた各種機能性物質合成では、次の「反応及びその実現を目指すデバイス開発等」に関する研究を実施した（「有機リチウム反应用」「不安定中間体制御用」「ラジカル重合用」「重縮合用」「有機金属反应用」「触媒的酸化反应用」「酸素酸化反应用」「金属微粒子合成用」「有機微粒子合成用」「縮合反应用」）

マイクロ生産デバイス設計論の確立では、前年度の成果を踏まえ、汎用機能性マイクロチャンネル用の設計・開発に資する方針等の検討を行った。

##### (2) 生産プロセス化研究

(a) 単位操作の最適設計手法に関する研究 マイクロ熱交換器に対する最適設計手法を確立した。

(b) 単位操作の集積化法に関する研究 マイクロ化学プラントにおける分配器の基本設計を終え、反応を伴わない系を対象に15ユニットからなる模擬プラントを試作し連続運転を行なった。

(c) 計測・制御システム構成決定手法の開発 マイクロ化学プラントを対象とした、制御系最適配置選定アルゴリズムの開発において、制御結果やマイクロプラント内の異常の伝播を表現できる動的シミュレーションシステムを開発した。

(d) マイクロ分離器研究 膜分離型分離器では、マイクロ水素分離装置を試作し、200℃の高温でも水素を分離可能であることを示した。吸収型分離器では、前年度までに開発した迅速濃縮方式を数種の分離・濃縮に適用し、最終目標（従来の5倍以上の透過速度を有するマイクロ中空糸膜分離装置、10倍以上の接触面積を有するマイクロ吸収装置の開発）を達成した。抽出型分離器では、YM-1ミキサーによって抽出能に関しては前年度に目標値に達成している中で、相分離装置を試作した。その結果、疎水性の壁面と親水性の壁面で流路を挟み込むことによって、有機相と水相を迅速に分離できる可能性を見いだした。吸着型分離器では、冷媒挿入速度を制御することで、流路サイズが4μm程度、百万m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>（目標の10倍）をもつマイクロハニカムを製作することに成功した。

研究開発項目 「マイクロチップ技術開発」

##### (1) マイクロチップ微小空間内のマイクロ化学の研究

(a) ミクロ単位操作の整備と設計支援システムの開発では、マイクロチップ用温度制御デバイスとマイクロチップ内の細胞計数法を開発した。また、新しいミクロ単位操作として、ミクロ蒸留操作の開発に着手し、実際

にチップ上で蒸発・凝縮が可能であることを確認した。更に、気液二相層流の安定化の観点から、加熱・蒸発する際の疎水処理の有効性、使用可能な混合溶媒の組合せなど、ミクロ蒸留操作に必要な設計因子の抽出を行い、データベース構築に着手した。

- (b) マイクロチップ内ミクロ界面現象の解明研究では、酸・アルカリ耐性があり、剥離しにくいフッ素樹脂表面修飾法を新たに開発した。多相層流を利用した有機合成などでは、生成物などの壁面付着による界面不安定化が予想されるため、付着しやすい反応系で評価を行い、表面修飾していない流路に比べて、時間で1桁以上付着による閉塞を防止することを実証した。また、マイクロチャンネル中で表面修飾をするための濃度、時間、流速、熱履歴などの基本的な設計指針を得た。
  - (c) マイクロチップデバイス、システムのデータベース構築では、平成15年度までに開発したデータベースを、収録文献などの表示を整備して、Web上に公開した。
  - (d) ミクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発において(d-1)酵素反応促進効果の解明に関する研究では、顕微ラマン分光分析に必要な透明度を有するシリコン・ガラス製のマイクロリアクターを作製する技術を確立した。このマイクロリアクター内での酵素溶液2層流の挙動を、ラマン分光分析装置を用いて3次的に可視化する技術を確立した。(d-2)ミクロ空間を利用した超精密化学反応制御技術の確立では、蛍光ナノ粒子としてCuInS<sub>2</sub>系ナノ粒子の開発を行い、粒子径3-5nm程度のナノ粒子を得た。合成条件、粒子径等を制御することで、蛍光波長の制御ができた。また、リアクター中での酵素反応を加速させるために、流路上にシリカ微粒子を自己集積させ(リパーゼを担持)、超高比表面積型酵素反応を行った結果、加水分解速度が約1.5倍向上した。
  - (e) 交差型マイクロチャンネルによるエマルジョン生成に関する研究では、サテライト液滴を分離・測定し、1μmから5μmの液滴生成を確認した。また、ワンチップダブルエマルジョン生成デバイスにより、WOW型及びOWO型液滴の生成を確認した。
- (2) マイクロチップ上のマイクロ化学
- (a) 膜分離の研究では、精密位置合わせが不要という特長を有する新規考案のユニラテラル型方式の検討を行った。デバイスの製作、評価、及び流体シミュレーションの活用により、樹脂製ろ過デバイスとして利用できることを確認した。
  - (b) 細胞内たんぱく質分析チップの研究では、チップ外でSPGフィルタを用いて細胞からタンパク質を抽出する系を確立できた。また、該フィルタをプラスチック製チップに導入したタンパク質分離チップを試作し、癌細胞から癌マーカーCEAの検出に成功した。
  - (j) 血液成分分析のミクロ化の研究では、血液生化学3項目同時測定用マイクロチップの設計・試作し、液圧送液法により流れの制御ができた。熱レンズ検出系、送液・温調などを集積化した、多項目測定が可能な本体A4サイズのマイクロチップ自動分析装置を試作した。
  - (k) 環境免疫分析の研究では、センサ感度を前年度比で約5倍に向上させた。また、自動免疫測定システムを構築した。
  - (l) マルチ分析プロセスの研究では、六価クロム土壌サンプルを試作し固液抽出チップの評価を行い、振とう効率の高い新規な固液抽出チップの開発に着手した。液液抽出チップは、層分離を含めデザイン改良した。また、六価クロム検液測定装置の一次試作を行った。
  - (m) 環境粒子計測の研究では、粒子径計測を行う3次元シースフローチップを発売し、試作検証を行った結果、粒子径計測の精度ばらつき的目標値5%を達成することを確認した。また、粒子分級に関して3種に分級し、計測を行うマイクロチップを試作した。
  - (n) 生体由来物質解析の研究では、加速財源で試作した同時4項目測定システムの実証改良研究を行った。バルブ改良、ピース自動導入機構の大幅変更により信頼性を向上させることができた。またこの導入機構を試薬導入に取り入れることで装置の大幅な小型化と微量検体導入機構が設計可能となった。
- (3) マイクロチップデバイスシステム技術の研究
- (a) ポンプの研究では、バルブ部を小型化して、20×20×20mm<sup>3</sup>のプロトデバイスを設計、製作、駆動方法を検討して、マイクロチップへの送液(2~10μL/min)を確認した。
  - (b) バルブの研究では、可動流路の一体形成と整合する表面処理構造として、テフロン粒子分散Niメッキ膜やサイトップ膜による表面処理加工技術を開発した。
  - (c) マイクロコネクタの研究では、既存装置との接続が簡便かつデッドボリュームの少ない接続方式のコネクタの試作を行ない、前年度を上回る耐圧2.5MPaを達成すると同時にワンタッチ脱着機能の向上を実現し、実際のシステムへと組み込むための基礎検討を行った。
  - (d) 熱及びフローセンサーの研究では、2つのマイクロレンズを傾けて配置するもの、1つのマイクロレンズに2本の光ファイバーを接続するものという2種類のフローイング熱レンズ型流量センサを作製し、流量測定に成功した。
  - (e) 圧力センサーの研究では、一次試作品の性能評価を行い、試作品出力の再現性異常を改善した。マイクロチップへの取付け方法を検討し、センサ性能への影響を抑えた固定方法ができた。
  - (f) システム化技術の研究では、FIAアプリケーションに対し、スライド型マイクロバルブ実装時の流路構成に加え、送液用定圧ポンプや計測用熱レンズ顕微鏡等を適正に組み合わせた測定システム構築を完了。実験的評価を実施した。
  - (g) 材料生産技術の研究(ガラス)では、ウエットエッチングで作製しているダム構造のチップ(アレルギー診断チップ)と同形状のチップをソーダガラスにてプレス成型を用いて作製した。

研究開発項目 マイクロ化学プロセス技術の体系化

(1) 知識融合のための構造化研究

集中研と再委託先の基盤研究成果及び文献等結果と、他の集中研、産総研等の研究成果などにより、データベース MDCOs の知識を拡充した。

- (a) 対象特性知識の構造化では、マイクロチャンネル内の気相移動現象に関する解析実験を行い、マイクロチャンネルに特有のチャンネル間圧力差と透過流量との関係を、チャンネル形状、寸法、チャンネル内圧力に対して分類・整理しモデル化した。また、マイクロプラズマリアクター内の荷電粒子を含む移動現象解析実験を行い、荷電粒子を含む反応性流体を対象としたマイクロプラズマリアクターに関するモデル知識を抽出した。
- (b) モデル知識の構造化では、設計を視野に入れたチャンネル型マイクロリアクター内の数値解析モデル開発を行い、モデル知識を抽出し、対象特性知識と組み合わせてシミュレーションによりモデルを評価した。また、シミュレーションモジュールとして MDCOs に一部実装した。
- (c) プロセッシング知識の構造化では、プロセッシングシステムにおいて不可欠な膜分離装置であるマイクロチャンネルを有する限外濾過装置について、操作条件や流路幅と、チャンネル内流動・チャンネル内堆積層の物性分布・透過流束の関係に関するプロセッシング知識の抽出を行った。
- (d) ミクロ・マクロ混在システムのハイブリッドシミュレーションでは、マイクロ化学プロセス設計のためのマルチエージェント指向シミュレーションシステムをデータベース「MDCOs」の機能拡張に反映させることを目的とし、データベースとシミュレーションシステムの融合手法について検討を行った結果、エージェントという概念を導入することで、適切なモデル知識の検索ならびに同知識を用いた推論に対してユーザーの意図を反映させるに必要なインターフェイス機能を提案することができた。また、シミュレーションシステムとデータベースの融合に関する研究開発の中で、マクロなレベルからミクロなレベルまでの種々のモデル知識の構造の整合性、有効性、柔軟性の評価を実用的側面から行うことに着手し、マイクロフリーフロー電気泳動装置をベースにした多相系マイクロ反応分離装置の設計シミュレーション手法のモジュール化を検討した。その結果、シミュレーションモジュールのプロトタイプは構築することができたが、システム化におけるミクロなレベルなモデル知識導入の評価手法の確立という課題は残った。
- (e) 実用的マイクロ化学プロセス基盤技術の知的集積化・体系化に関する研究

(1) 膜技術利用マイクロ化学システム研究

水素選択透過膜作製に関する研究開発では、プロトタイプとして Pd 膜を備えた管型及び平膜型の小型反応器を試作し、前者では MOCVD 法により多孔質アルミナ管上に、均質で気密性の高い Pd 薄膜 (~1 μm 程度) の作製に成功した。これら反応器により、水素の透過速度が、当該 PJ の目標値である 10-3 mol/m<sup>2</sup>/sec を達成する目途が立った。

膜利用マイクロリアクターによる反応開発研究では、5-ヒドロキシ-1-テトラロン合成を目的に、液相流通型のマイクロチューブリアクターを用いたテトラリン類の液相酸化反応とともに、比較のために均一系触媒利用型のバッチ式反応をおこなった。これによりマイクロチューブリアクターでバッチ式を上回る酸化反応の成績を確認し、化学工学的条件による反応性能の変化を明らかにするとともに、マイクロリアクター設計最適化への指針を得ることができた。

(2) 生理活性体合成・分離用マイクロ化学システム研究

多相系マイクロ空間における物質移動、反応現象の実験的検証に関し、様々なサイズや形状を持つマイクロチャンネルの流体挙動・反応に与える影響の検討を、共焦点顕微鏡と微小流体工学的見地からのシミュレーション実験により行った。その結果、チャンネル折り返し部の 2 次流れの界面形状および 2 液の混合に与える影響を示すことが出来た。ラセミ体光学分割用マイクロリアクターの開発に関し、水油界面の安定形成および 2 液の効率的な分割、酵素の界面への配列による反応効率の向上などの技術を確認することを目的に研究を行い、シリコン基板上に金を蒸着させ作製した金膜の選択的に化学修飾により水油 2 相を効率的に分離・分割する技術を確認した。また、フェニルアラニンモデルとして水-油マイクロ界面での酵素反応を利用した光学分割を実施した。

## 《5》次世代半導体ナノ材料高度評価プロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

平成15年度に実施した材料評価環境の立上げ、材料評価の標準化指針、統合部材開発支援ツールとしての TEG 設計の研究成果を踏まえ、さらに3年間における材料評価基盤の確立と材料の実用化の研究目標を達成するため、研究2年目の平成16年度は、半導体材料開発に有効な評価方法、TEG マスクの改良設計、提案部材を用いた多層配線工程以降のプロセス構築を行うために以下の研究開発を行う。

研究開発項目 「評価方法の開発」として、300mm ウェーハを用いて、配線工程以降の半導体製造プロセスを実行し、半導体材料へのプロセス負荷を抽出する。それを基に材料単体の評価方法の妥当性を検証する。さらに、半導体製造プロセスへの適応性を検討することにより、材料 材料間、材料 プロセス間の相互作用を考慮し、半導体材料の開発に有効な評価方法を開発する。

研究開発項目 「開発支援ツールの開発」として、統合部材開発支援ツールとして TEG マスクの改良設計を行い、300mm ウェーハの試作を通して、材料開発への TEG の有効性を検証する。そのため、電気特性や信頼性への影響を評価するととどまらず、材料開発にフィードバックする特性の評価もできる TEG 構造と試作プ

ロセスを開発する。

研究開発項目 「部材提案と実用化研究」については、次年度に本格化する実用化研究のため、提案部材を選定し、多層配線プロセスなど配線工程以降のプロセスを構築する。TEG を試作して電気特性や信頼性を評価し、プロセスの最適化を検討する。その結果を基に、部材提案を開始する。平成16年度は、材料単体での評価方法を確立した後、300mmウェーハ対応のプロセス装置を用いて、各材料のプロセスへの適応性をすることにより、材料 材料間および材料 プロセス間の相互作用まで考慮した、個別材料の評価方法を開発する。

統合部材開発支援ツール(TEG)の開発では、130、90nm ノードを中心としたTEGの有効性を検証し、65nm ノードのマスク設計に着手する。本事業で開発するTEGは、材料がデバイスの電気特性や信頼性に与える影響を評価するにとどまらず、得られた結果が材料の構造、組成、製造条件等のいわゆる材料構造設計へフィードバックすることができることを特長とするため、独自のTEG構造を設計し、300mm ウェーハの試作を通して、材料開発への有効性を検証する。

#### [16年度業務実績]

平成15年度に実施した研究成果を踏まえ、平成16年度は、半導体材料開発に有効な評価方法、TEGマスクの改良設計、提案部材を用いた多層配線工程以降のプロセス構築の研究を助成した。

研究開発項目 評価方法の開発

300mm ウェーハを用いて、配線工程以降の半導体製造プロセスを実行し、半導体材料へのプロセス負荷を抽出した。半導体製造プロセスへの適応性を検討することにより、材料単体の評価方法の妥当性を検証した。また、「次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発(半導体MIRAIプロジェクト)」と共同でLow-k材料の空孔評価手法等の研究開発に着手した。

研究開発項目 開発支援ツールの開発

配線TEG第一次マスクについては、半導体配線プロセス試作によって動作と機能を検証した。得られた結果から第二次マスクを設計製作し、プロセス試作を通して電気特性や信頼性を評価中である。評価結果を解析し、材料開発にフィードバックするための特性評価が可能なTEG設計に着手した。

研究開発項目 部材提案と実用化研究

特性の異なる各種材料を評価することにより、各材料に適した90nmノードの配線プロセス構築を行った。これらの結果から65nmノード配線プロセス構築のために評価する材料を選定し、プロセスの最適化の検討に入った。塗布型バリア材などの新しい部材提案を行って配線性能の向上の可能性を検討した。また、これらの研究成果を基に、組合員とデバイスメーカーや装置メーカーと実用化研究を開始し、組合員における研究開発の促進を図った。

## < 5 > エネルギー分野

[中期計画]

「安定供給の確保」、「環境への適合」及びこれらを十分配慮した上での「市場原理の活用」というエネルギー政策目標の同時達成を効率的に実現するため、新エネルギー技術、省エネルギー技術等の課題について重点的に取り組むこととし、以下のような研究開発を推進するものとする。

### 固体高分子形燃料電池 / 水素エネルギー利用技術

[中期計画]

燃料電池自動車、定置用燃料電池等の早期の実用化・普及に向け、固体高分子形燃料電池の要素・素材のシステム化技術等の開発を行い、実用化が見通せる信頼性の確立、コストの低減、及び多様な利用形態への適用に貢献するとともに、実用化・普及に資するべく、安全性・信頼性等の基準・標準など普及基盤の整備、リチウム電池等の関連技術の開発を行う。さらに、安全かつ低コストな水素の製造・利用に係る技術を確認するため、水素の安全技術の確立及び水素燃料インフラ関連機器の開発を行う。

#### < 固体高分子形燃料電池 / 水素エネルギー利用プログラム >

[16年度計画]

我が国のエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題(CO<sub>2</sub>)・地球環境問題(NO<sub>x</sub>、PM等)の解決、新規産業・雇用の創出、水素エネルギー社会の実現等に資するため、固体高分子形燃料電池について、早期の実用化・普及を目指す。この目的を達成するため、平成16年度は、固体高分子形燃料電池に係わる技術開発を行うとともに、固体高分子形燃料電池の普及・実用化のために必要な関連技術として、水素の安全技術の確立、水素燃料インフラ関連機器の開発及び車載用高性能リチウム電池の実用化を図るため、計7プロジェクトを実施する。具体的なプロジェクトの内容は以下のとおり。

[16年度業務実績]

平成16年度は、計画に基づいて、計8プロジェクトを実施した。具体的なプロジェクトの実績は以下のとおり。

### 《 1 》 固体高分子形燃料電池システム技術開発 [平成12年度～平成16年度]

[16年度計画]

固体高分子形燃料電池の本格的な実用に必要の高性能化、高耐久化、桁レベルのコスト低減を実現するための技術の確立を図る。また、生産技術の面からも固体高分子形燃料電池の大幅なコスト低減化技術の確立を図る。

研究開発項目 「固体高分子形燃料電池要素技術開発等」については、革新的な要素技術に関して研究開発を幅広く実施し、技術確立の程度を踏まえた上で、必要に応じて要素技術に関連した制御技術等のシステム技術にも取り組む。

本事業の平成16年度における個別の研究開発では、以下に記載する代表的な開発項目の1つまたは複数について実施する。さらに平成16年度は必要に応じて追加公募を行う。

#### (1) 要素技術研究

##### ( ) 電極

- ・現状の電極の課題である、活性向上(特にカソード側)、耐一酸化炭素(CO)被毒を含めた耐久性向上等の開発項目について、その課題解決に資する、触媒開発、触媒微粒子化、カーボン基材(ガス拡散層)の高性能化等の研究開発を行う。
- ・白金使用による高コスト化、資源制約を解消するために、白金使用量低減、代替触媒の開発等の開発項目について研究開発を行う。

##### ( ) 電解質膜(膜・電極接合体を含む)

- ・現状の電解質膜の課題である、イオン導電性向上、高温(~120)作動、低加湿作動、耐久性向上、低コスト化等の開発項目について、その課題解決に資する新規材料等の研究開発を行う。
- ・膜・電極接合体に使用される触媒被覆用樹脂等について、電解質との適合性、性能向上等の開発項目について研究開発を行う。

##### ( ) セパレータ

- ・現状のセパレータの課題である、電気抵抗低減、耐久性向上、低コスト化等の開発項目について、その課題解決に資する新規材料等の研究開発及び試作検討を行う。

##### ( ) 改質器

- ・脱硫、改質、CO変成、CO除去の各工程における、高効率化、低コスト化、耐久性向上等の開発項目について、その課題解決に資する触媒開発、新プロセス開発等の研究開発を行う。
- ・システムの小型・軽量化等の課題解決のため、必要に応じて改質器の構造開発等に取り組む。

##### ( ) 周辺機器類

- ・燃料電池を電源システム及びコジェネレーションシステムとして利用していくに際しては、( )から( )に示した要素技術に適した周辺機器類が必要となるため、各要素技術の確立状況を踏まえた上で、必要に応じて周辺機器類に関する研究開発を行う。



( ) その他

- ・電力供給装置として生活の様々な局面で活用していくことを含む、新しい固体高分子形燃料電池の開発に資することを旨として、これまでの概念にとらわれない素材、構造等についての研究を行う。また電気化学的メカニズムの解明、劣化機構の解明と加速評価技術の確立等の基礎研究に取り組む。

(2) 制御技術研究

(1)において研究開発に取り組み、確立する見通しを得た等革新的な要素技術を用いてシステムを構築した場合の制御技術や機器相互の連携、空気・水質管理等に関する研究を必要に応じて実施し、システム全体として従来よりも格段の高性能化に向けた見通しを得る。

研究開発項目 「固体高分子形燃料電池システム化技術開発」については、従来よりも大幅なコスト低減を図るために、電極触媒の耐久性確認や金属セパレータなどの生産技術に関する開発を行い、最終的な開発目標に至る道筋を明確にする。

具体的には、低コスト炭化水素系電解質膜の開発、電極触媒や燃料改質器の信頼性確認と低コスト化、純水素製造装置の製作・評価、金属セパレータの特性評価、水処理装置開発、燃料昇圧機の開発等を行う。平成16年度は、開発した低コスト炭化水素系電解質膜、電極触媒、量産可能金属セパレータ、低コスト改質器などの寿命・信頼性確認を行い、実用化の見通しと課題抽出を行う。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「固体高分子形燃料電池要素技術開発等」については、従来よりも桁レベルの高性能化、高耐久化、コスト低減に向けた、反応、劣化等のメカニズムの解明及び電極触媒、担体、膜、膜・電極接合体(MEA)、セパレータ等の材料、構造等の開発を行った。平成16年度は、電極触媒については、耐CO被毒性を有する合金設計により電極触媒を試作し、性能評価を実施した。MEAについては、ガス拡散層、ガス透過防止膜、運転条件等の検討により格段の長寿命化に成功した。実サイズセルでの評価で劣化率2mV/1,000hを達成し耐久性を大幅に向上させた。高温耐性フッ素系電解質膜については、100で4,000hの耐久性を確認した。セパレータについては、熱硬化系材料を用いた圧縮成形法により、200円/枚と従来コスト比1/100で作成できる見通しを得た。劣化メカニズムの解明においては、ガスのクロスリーク挙動とMEAの劣化挙動の関連性を検討した。劣化診断評価のための評価ツールとして、発電状態での電池劣化の評価手法を検討した。また、平成16年度は、スタックレベルでの劣化解析のため追加公募を8月16日から9月15日までを行い、10月7日に選定結果通知を行って産官学連携により、初期劣化現象の把握とスタック寿命評価方法の確立に係わる劣化解析基盤研究を実施した。「次世代燃料電池の技術開発」においては、15年度までの研究成果を評価し、さらに継続することにより進展が期待できる15テーマについて継続実施した。さらに、次世代形燃料電池に最適な材料、部材設計、機械的システム、量産加工技術、システム制御等をあらゆる学術領域からのアプローチで解決すること、さらには燃料電池の反応メカニズムや物質移動を科学的に明らかにすること等を目的に、「先導的基礎技術研究開発」を平成16年9月22日から10月22日まで公募し、25テーマの研究について12月7日に選定結果を通知して追加実施した。

研究開発項目 「固体高分子形燃料電池システム化技術開発」については、固体高分子形燃料電池の大幅なコスト低減化を図るための生産技術に関する開発を行った。16年度は、燃料電池システムの実用化を促進するために必要な、燃料電池スタック・燃料改質器・補機・システム技術に関する開発を行った。具体的には、低白金系触媒担持電極の開発においては連続運転性能確認と実用サイズでの生産技術の確立を、金属セパレータの開発においては、耐食性金属からの溶出イオンの影響など連続試験での耐久性確認を行った。また、燃料改質システムにおいては、貴金属使用量低減、改質効率向上と耐久性向上を図り、水素分離型改質システムにおいては、性能向上(低負荷領域含む)と耐久性確認を行った。また補機として、流量制御型ガス昇圧器の性能向上を図った。さらに、システム全体としては、燃料電池スタック、改質器、インバータ等の個々の効率向上により、システム総合効率の向上を図った。

## 《2》水素安全利用等基盤技術開発 [平成15年度～平成19年度]

[16年度計画]

固体高分子形燃料電池の初期段階の普及を円滑に進めるため、以下の水素に係わる規制の再点検を目的とした安全技術と水素エネルギー - 導入の推進と導入効果を上げることを目的とした実用化技術の開発を行う。

研究開発項目 「安全技術」については、燃料電池に係わる規制の再点検に資するデータの取得及び安全対策技術の確立を目指した研究を実施する。

車両関連機器に関しては、35MPa級容器の安全性確保に係わる試験方法及び評価方法の検討を行い、35MPa級容器を試作し、安全性を確認する検証試験を行う。水素容器周辺機器に係わる技術(配管、バルブ、減圧弁等)では、試験方法及び評価方法の検討を行い、バルブ等の安全性の評価に必要な試験ケースを明確にし、また、35MPa級容器と組み合わせ、安全性を確認する検証試験を行う。水素インフラに関しては、水素スタンドの事故挙動の解明、水素スタンドの事故防護技術の開発、水素スタンド関連機器の性能試験の実施とデータ取得及び事故予防技術の開発を実施する。

研究開発項目 「実用化技術」については、水素の利用に係わる機器・システムの低コスト化と性能の向上を実現し、燃料電池/水素エネルギーの導入の推進と導入効果を上げることを目的とした研究開発を実施する。車両関連機器に関しては圧縮水素容器の超高压化技術、液体水素容器技術等の研究開発を実施する。圧縮水素容器については必要な要素技術項目のリストアップを行い、超高压容器開発の課題と開発方



針を明確にする。また、超高压容器開発に必要な技術を検証するために要素試作を行う。液体水素容器についてはボイルオフ<sup>1</sup>の低減技術を開発するため、方針を明確にし、また、性能確認を行うため容器を製作し、検証試験を一部行う。

水素インフラに関して70MPa級関係技術、液体水素関係技術、水素スタンド用水素製造技術等の研究開発を実施する。70MPa級関係技術については水素インフラ関連機器に必要な技術課題を抽出し、70MPa級装置開発に必要な試験方法、評価方法を確立する。

液体水素関係技術では、液体水素コンテナへ及び水素スタンドに必要な液体水素ポンプの開発を行う。水素スタンド用水素製造技術に関しては製造装置の起動停止時間短縮、装置の小型化、燃料多様化技術を検討する。

共通基盤技術開発では、以下の開発を行う。安全技術については、水素の基礎物性、金属または複合材など水素用材料の基礎物性データの取得及び、水素検知技術の開発を行う。実用化技術として水素吸蔵合金、炭素系材料、化学系材料等水素貯蔵材料については、水素吸蔵能力の向上、水素放出温度の低温化、放出時間短縮、長寿命化などの試験を実施し、基礎データを取得する。他に水素の製造・輸送・貯蔵・充填等の全段階に係わる技術に関して、関連機器・システムの性能、経済性、信頼性・耐久性向上、小型化などを目指した研究開発を行う。

将来的に有望であるが当面の開発対象から外れている革新的・先導的技術については、調査及びデータを収集する。調査及びデータ収集した技術のうち、更なる概念検討、基礎試験が必要と判断したテーマについては研究を継続し、実用性を検討する。

共通基盤技術に係る技術開発の一環として、水素エネルギー技術分野の国際共同研究を行う。国内では発想が無く、革新的な技術開発が望めない技術課題を設定した上で、研究テーマを国際的に募集し、国内研究者と海外の研究者の国際共同研究を実施することにより、水素エネルギー技術分野における諸外国のレベルの高い研究成果を我が国にもたらし、我が国の水素利用技術の飛躍的な発展を図る。

支援研究として、水素エネルギー技術に係る国際標準の提案・構築作業の支援、国際協力としてのI E Aにおける研究協力等の活動、水素エネルギーシステムの普及や水素インフラ整備等シナリオ策定の活動を行う。

- 1 ボイルオフ：液体水素、液化石油ガス等のような低温液体を輸送・貯蔵する場合に外部（断熱層及び支持構造等）よりの自然入熱など避けることができない侵入熱により気化すること。

#### [16年度業務実績]

固体高分子形燃料電池の初期段階の普及を円滑に進めるため、以下の水素に係わる規制の再点検を目的とした安全技術と水素エネルギー - 導入の推進と導入効果を上げることを目的とした実用化技術の開発を行った。

研究開発項目 「安全技術」車両関連機器に関しては、許容欠陥確認試験、水素ガスサイクル試験などのデータ収集を行い、圧縮水素自動車燃料装置用容器および容器附属品の技術基準を策定した。水素インフラに関しては、規制再点検に資する水素拡散、燃焼などのデータを取得するとともに、水素スタンド構成機器の安全性検証および性能検証を実施し、水素スタンド設置に係る技術的例示基準の原案の策定を行った。

研究開発項目 「実用化技術」圧縮水素容器を試作し、70MPa級容器実現に必要な技術とデータの蓄積を図った。液体水素タンクを試作し、ボイルオフガスを水素吸蔵合金で回収できることを確認した。水素インフラ用70MPa級関係技術については圧縮機、ディスペンサー、圧力計、可携性配管の要素技術を検討し、開発の課題の整理を行った。液体水素関係技術では、液体水素コンテナの実走行試験で性能を確認した。水素スタンド用水素製造技術に関しては水素分離型改質器による移動式水素製造装置の開発、オートサマル製造装置の開発により起動停止時間短縮、装置の小型化、燃料多様化技術の目処を得た。

共通基盤技術開発では、水素の基礎物性に関して開放空間での爆発実験を行い、水素爆発現象を予測・計算が可能となった。金属材料に関しては、引張特性、低ひずみ速度引張特性、疲労特性、疲労亀裂伝播特性、水素吸収特性などを求め35MPa級圧縮水素自動車燃料装置用容器等の例示基準の技術根拠とした。検知技術に関して半導体水素センサで目標性能を確認できた。実用化技術として貯蔵材料ではMg、Li、Alを中心とした合金系は、目標以上の水素吸蔵能力を確認し、放出温度の低減化を検討した。炭素系貯蔵材料は、水素貯蔵能力の高精度な評価が可能となった。他に水素の製造・輸送・貯蔵・充填等の全段階に係わる技術研究を行った。

将来的に有望な革新的・先導的技術については、水素利用、水素製造、水素輸送・貯蔵に係る計10テーマについて検討した。国際共同研究については平成16年7月20日から9月10日まで公募を行い、11件の研究テーマについて10月22日に選定結果を通知して実施中。水素エネルギー技術に係る国際標準の提案・構築作業の支援、国際協力としてのI E Aにおける研究協力等の活動、水素エネルギーシステムの普及や水素インフラ整備等シナリオ策定の活動を行った。

### 《3》高効率高温水素分離膜の開発 [平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

#### [16年度計画]

[再掲：<3>環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《21》参照]

[16 年度業務実績]

[ 再掲： < 3 > 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《 2 1 》 参照 ]

《 4 》 固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備事業 [ 平成 12 年度～平成 16 年度 ]

[16 年度計画]

固体高分子形燃料電池システムの実用化・普及に資するための安全性・信頼性等の評価試験を通じたデータ収集・評価手法の確立、その評価試験体・試験装置の製作、基準・国内外標準の提案といった普及基盤の整備のための事業を行うことを目的とする。

研究開発項目 「自動車用固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備」については、

( 1 ) 部品、システム、車両性能試験方法に関する検討

- ・燃費試験法：精度、実用性等の観点から踏まえた検証実験を行う。
- ・出力試験法：電気自動車の出力試験方法の、燃料電池自動車への適用可能性を検討する。
- ・排出ガス試験法：計測条件、排出ガス採取方法、分析手法の検討を行う。
- ・性能評価試験：スタックを用いて試験条件の影響を把握し、計測項目および試験条件の設定を行う。また、開発済みの標準セルや車両搭載システムを用いた出力試験を実施し、燃料電池本体評価における課題の抽出を行う。

( 2 ) 燃料性状規格に関する検討

- ・水素燃料：水素中不純物の影響、水素添加剤の影響の検討を行う。
- ・その他：他の燃料について燃料電池自動車への適用動向を調査する。

( 3 ) 安全性試験方法に関する検討

- ・衝撃安全 / 衝突安全性評価方法：燃料系部品、燃料電池本体の破壊強度、挙動についてデータの収集を行う。
- ・火災安全性評価方法：燃料系部品の安全性検討、水素漏洩に対する安全、火災時の安全性に関するデータの収集を行う。

( 4 ) 国内外基準 / 標準化に関する調査

- ・規格原案等の詳細検討を行う。
- ・国内外基準 / 標準化等に関する会議に参加し、事業の成果を反映させる。
- ・国内外基準 / 標準化に関し、性能、安全、燃料等の調査研究を行う。

研究開発項目 「定置用固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備」については、

( 1 ) 基本性能試験方法に関する検討

- ・燃料電池システムの基本性能試験方法の検討：基本性能、耐環境性能、耐久性、環境性試験方法のデータを収集する。
- ・国内外基準 / 標準化対応：性能に関する要望や指摘に対し、必要なデータを収集する。

( 2 ) 安全性試験方法に関する検討

- ・燃料電池システムの安全性試験方法の検討：電気安全等に関するデータを収集する。
- ・国内外基準 / 標準化対応：安全に関する要望や指摘に対し、必要なデータを収集する。

( 3 ) 国内外基準 / 標準化に関する調査

- ・規格原案等の詳細検討を行う。
- ・国内外基準 / 標準化等に関する会議に参加し、事業の成果を反映させる。
- ・国内外基準 / 標準化に関し、技術全般や動向等の調査研究を行う。

[16 年度業務実績]

固体高分子形燃料電池システムの実用化・普及のため、以下の安全性・信頼性等の評価試験を通じたデータ収集・評価手法の検討、それらを基にした基準・国内外標準の提案を実施した。

研究開発項目 「自動車用固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備」について、

( 1 ) 性能試験方法の検討

- ・燃費試験方法：圧力法で、内部ガス平均温度を代表する表面の計測箇所を明確化し簡便化を図った。
- ・燃料電池本体（スタック）試験：85kW 級など大型スタックの最大出力試験を実施し、小型スタック（数 kW 級）と同等の再現性のある電流 - 電圧特性（誤差 <math>\pm 0.7\%</math>）測定条件を決定した。

( 2 ) 燃料性状規格の検討

- ・水素中不純物の性能影響評価：新規に、メタノール等の 10 時間運転試験を実施した。一酸化炭素など影響力の大きい不純物の 100 時間の連続運転を実施した。・水素用付臭剤の検討：候補物質 5 種類について 100 時間の連続運転を行った。

( 3 ) 安全性試験方法の検討

- ・燃料系部品の評価：急速充填による高圧容器の安全性調査を実施し、充填時間 - 容器内部温度の関係指標を得た。

( 4 ) 国内外基準 / 標準化に関する調査

- ・ISO/TC22/SC21（電気自動車）：燃費試験法を NWIP（New Work Item Proposal）した。
- ・ISO/TC197/WG12（水素仕様）：日本が議長国となり審議が進行中。
- ・高圧ガス保安法：圧縮水素自動車燃料装置用容器例示基準案策定に本事業のデータを提示した。
- ・その他：IPHE、FCTESTNET などの標準化活動に試験データなどを提示した。

研究開発項目 「定置用固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備」については、

- (1) 基本性能試験方法に関する検討
  - ・燃料電池システムの基本性能試験方法の検討：基本性能、耐環境性能、耐久性、環境性に関するデータ収集および試験方法の検討を行った。
  - ・国内外基準 / 標準化対応策定時に生じた基本性能試験方法に関する要望や指摘に対し、必要なデータ収集を行った。
- (2) 安全性試験方法に関する検討
  - ・燃料電池システムの安全性試験方法の検討：電気安全等に関するデータ収集および試験方法の検討を行った。
  - ・国内外基準 / 標準策定時に生じた安全性試験方法に関する要望や指摘に対し、必要なデータの収集を行った。
- (3) 国内外基準 / 標準化に関する調査
  - ・IEC 及び JIS 等の案等の詳細検討を行った。
  - ・国内外基準 / 標準化等に関する会議に参加し、事業の成果を反映させた。
  - ・国内外基準 / 標準化に関し、技術全般や動向等の調査研究を行った。

## 《 5 》 LP ガス固体高分子形燃料電池システム開発事業 [ 平成 13 年度 ~ 平成 17 年度 ]

### [ 16 年度計画 ]

家庭用分野におけるエネルギーの安定供給、流通合理化を図るとともに省エネルギー、環境改善、低コスト化、発電需要への対応に資するため、高効率かつ小型化した LP ガス固体高分子形燃料電池システムを開発し、LP ガスを燃料とする燃料電池システムの早期実用化を図ることを目指す。

LP ガスの燃料電池への適応性評価研究 ( 熱利用も含めたトータルシステムとしての適応性研究 )

#### 1) 水蒸気改質技術の開発

- a) 「脱硫剤の開発」については、システムの小型化に資するために更なる高性能化を目指し、平成 15 年度に見出した脱硫剤を改良し、実条件下での寿命評価を行うと共に性能確認と課題抽出を実施する。また切替圧力を高めた切替器を用いることにより、切替時における硫黄濃度変化を緩和できる可能性が見出されたことから、その妥当性を検証するため、試作した切替器を用いて脱硫剤の寿命評価を行う。
- b) 「改質触媒の高活性化・長寿命化に係る検討」については、DSS ( 起動・停止 ) 運転における触媒劣化因子の抽出と触媒劣化状況の検討として、燃料電池システムの起動・停止操作における触媒雰囲気の変化を把握し、それにおける劣化因子を抽出する。その結果をもとにモデル実験により、劣化因子の改質触媒の劣化 ( 寿命 ) への影響について検討し、更に触媒劣化を抑制する起動・停止方法について考察する。
- c) 「改質触媒の寿命推定・評価方法に係る検討」については、寿命推定方法の妥当性と精度を向上させるために、より長時間の触媒の運転評価を実施し ( 平成 17 年度までに 8 千時間以上を予定 )、外挿および運転後の触媒の性能検討を行う。また、長期連続運転を行った場合の影響についても検討を行う。
- d) 「改質器及び水素製造システムの開発」については、触媒反応部構造、熱交換部構造、パuffa 層構造等ならびに燃焼部構造やバーナーの位置の見直しなどについて検討し、平成 15 年度に課題となった温度及び流れ分布の均一性向上を図る。これに伴い、運転制御方法の見直しを行う。これらにより改質プロセス効率 75% ( LHV ) を目指す。水素製造システムについては、高性能改質器の開発により、改質器の構造が変わるため、これに対応した水素製造システムを開発し、発電効率の検証を行う。

#### 2) 触媒燃焼併発型改質触媒及び水素供給システムの開発

DSS 運転方式において、試験時間 3,000 時間程度で水素発生量が必要な水素発生量 ( 約 1Nm<sup>3</sup>/h ) 以下となったことから、触媒燃焼としての触媒寿命について検討する。また、調整法を改良し、寿命試験を行う。空気量 ( O<sub>2</sub>/C ) の低減、水素利用率向上に関する検討を実施し、改質プロセス効率の向上を目指す。短時間起動については、CO 処理工程を組み込んで、改質器全体での起動特性の評価と改良検討を実施する。これまでの要素検討結果をもとに、各工程について詳細設計し、触媒燃焼併発型改質器を組み込んだ燃料電池システムを試作、評価する。

#### 3) 薄膜型メンブレンリアクターの開発

全ての要素技術について改良を重ねることによりシステム全体として効率・実用性を高めるための研究開発を実施する。具体的には、燃料電池スタックとの関係を想定した調整を行うとともに、金属系・セラミック系双方について実用に耐えるメンブレンについての調査・検討を行い、外部の技術や知見を取り入れつつ、いずれか一方を用いた目標達成を目指す。

### 総合調査研究

#### 1) 省エネ性、経済性及び導入普及試算に関する調査

平成 15 年度に実施した国内外の関連技術動向に係る調査を継続し、省エネ性、経済性 ( LP ガス価格と電力価格を考慮 ) 及び導入普及試算を算定・比較する。

### [ 16 年度業務実績 ]

高効率かつ小型化した LP ガス固体高分子形燃料電池システムを開発し、早期実用化を図るため以下の技術開発を実施した。

LP ガスの燃料電池への適応性評価研究 ( 熱利用も含めたトータルシステムとしての適応性研究 )

#### 1) 水蒸気改質技術の開発

- a) 「脱硫剤の開発」については脱硫剤の改良を実施し、実機サイズ条件下での寿命評価及び性能確認を行い、最終目標としている硫黄濃度 0.05ppm 以下を 4,000 時間以上維持した。
- b) 「改質触媒の高活性化・長寿命化に係る検討」については、燃料電池システムの起動停止操作における触媒の劣化因子の抽出を行った。

- c) 「改質触媒の寿命推定・評価方法に係る検討」については、触媒の寿命推定方法の妥当性と精度を向上させるために、7,000 時間の連続運転評価を行った。
- d) 「改質器及び水素製造システムの開発」については、設計の見直しを行い、温度及び流れ分布の均一性向上を図り、75%を上回る改質プロセス効率を得た。
- 2) 触媒燃焼併発型改質触媒及び水素供給システムの開発  
CO 処理工程を含むシステム全体での起動特性の評価と改良検討を実施し、予熱状態からの起動時間が 10 分以内であることを確認した。また、触媒について 7,000 時間の耐久性を確認した。
- 3) 薄膜型メンブレンリアクターの開発  
すべての要素技術について改良を行い、改質効率の向上を図った。また、メンブレン管を熱処理することにより、耐久性を大幅に向上させる技術を確認し、300 時間程度の耐久性を確認した。

総合調査研究

- 1) 省エネ性、経済性及び導入普及試算に関する調査  
競合する競合する家庭用コージェネレーション機器として、ガスエンジンコージェネレーションシステム及び CO2 ヒートポンプ給湯機等を対象に省エネ性、経済性及び導入普及試算を算定し、この結果を比較検討した。

## 《 6 》燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発[平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価：平成 16 年度]

### [16 年度計画]

本研究開発は、燃料電池自動車等のエネルギー効率及び負荷応答性等のさらなる向上に資する車載用高性能リチウム電池の実用化を図ることを目的とする。

研究開発項目 「車載用リチウム電池技術開発」については、適用材料の最適化、構造設計・制御装置開発・モジュール電池試作を進めることにより、単電池又はモジュール電池を通じて車載システムとしての出入力密度 1800W/kg、エネルギー密度 70Wh/kg の電池性能を見通す。また、車載用としての組電池の基本設計（一次設計）等を行う。

研究開発項目 「高性能リチウム電池要素技術開発」については、以下の内容を行う。

- ( ) 正極材料  
被覆技術では、スピネルマンガン系材料の初期容量の向上、金属酸化物等の被覆技術を開発する。新規材料開発では、平成 15 年度に探索した材料の最適化、焼成条件の検討、新規材料の更なる探索を行い、初期容量、充放電特性、サイクル寿命の更なる向上を図る。
- ( ) 負極材料  
材料組成・構造の最適化、サイクル劣化抑制技術の開発を行い、長寿命化を図るとともに、ハイレート化について検討・改善を行う。
- ( ) 電解質材料  
材料探索・最適化（薄膜化・製膜技術等の高度化、微粒子作成技術等の開発）を行い、電解質（界面）の電氣的性能の向上・安定化を図る。また、溶液の固体化、並びに電解質膜の機械的強度改善のための技術開発等を行う。
- ( ) セパレータ材料他  
耐熱セパレータ、PTC<sup>2</sup>機能電極の両部材を組み合わせた電池試作を行う。
- ( ) 電池総合特性並びに加速的耐用年数評価技術  
電池総合特性評価のための試験法・評価項目に基づく、小容量電池による試験での検討、並びに加速的耐用年数評価のための試験法に基づく、小容量電池による試験での検討を行い、小型電池に適用可能な評価方法を開発する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に実施する中間評価の結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

- 2 PTC (Positive Temperature Coefficient) 機能：正温度係数機能。濫用時を想定した高温時において急激に抵抗値が上昇する機能を意味するが、この機能により電池の発熱を抑制できることから、電池の安全性向上に重要な機能となる。

### [16 年度業務実績]

本研究開発は、燃料電池自動車等のエネルギー効率及び負荷応答性等のさらなる向上に資する車載用高性能リチウム電池の実用化を図るため、平成 16 年度は以下の研究開発を実施した。なお、当該プロジェクトについては平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

研究開発項目 「車載用リチウム電池技術開発」

マンガン系の開発では、H15 年度に開発した 10Ah 級単電池を用い、モジュール構造の検討に着手し、小型軽量化のために制御回路用集積回路を開発した。ニッケル系の開発では、6Ah 級の単電池を開発し、出入力密度の向上と長寿命化を図った。またモジュール電池の一次仕様を決定し、先行的に試作評価を行った。複合系の開発では、高性能化した電極材料、軽量化した部材および最適化した構造を開発して高性能化を図り、6Ah 級単電池を開発した。各系において、6～10Ah 級単電池での初期特性試験により、16 年度目標（最終目標 1800W/kg、70Wh/kg を見通すこと）を達成する見通しである。

研究開発項目 「高性能リチウム電池要素技術開発」

( i ) 正極材料

被覆型スピネルでは、30C の放電で初期容量の 50% を達成した。新規材料では、鉄含有系材料が 60 で 150mAh/g の容量を有し、既存正極に比べ高温サイクル特性に優れることを見いだした。

( ) 負極材料

被覆技術の開発では Sn, Si の合成法の検討を行い、サブミクロンレベルの Si を採用し、黒鉛との複合化により大幅な寿命増加に繋がることを確認した。

( ) 電解質材料

難燃性・高分子系電解質では、安全性と電気化学的性能とを両立する電解質として、常温熔融塩系電解質および難燃性・自己消火性混合液体電解質を選定し、組成の最適化を図った。また、固体化技術においては、高分子材料などの材料設計および固形化手法の探索を行うとともに薄膜化技術を検討した。全固体電解質では、固体電解質中における電極性能を大幅に改善し、リチウムイオン伝導性固体電解質の粒径微粒子化を図った。

( ) セパレータ材料

耐熱セパレータの一次試作を行い、150 での低収縮性を見通すことが可能な候補材料の選定を行った。また PTC 機能電極の試作により、140 付近で電極内抵抗が非線形に増大する機能の発現を確認した。さらにこれらの電池部材としての機能を確認した。

( ) 電池総合特性評価技術、加速的耐用年数評価技術

電池総合特性評価のための試験法・評価項目、並びに加速的耐用年数評価のための試験法に基づき、電池総合特性評価技術の検討を行い、性能評価試験マニュアル案を作成して実規模単電池の初期性能評価試験を行った。また、電池の劣化について正極及び負極それぞれの劣化因子の特定を行った。

## 《 7 》 携帯用燃料電池技術開発【委託・課題助成】[平成 15 年度～平成 17 年度]

### [16 年度計画]

現在携帯機器用として利用されている充電式電池に比べて高いエネルギー密度が期待され、また将来的に高いエネルギー効率が期待される携帯用燃料電池について、民間企業等が実施する実用化開発を支援する。加えて、携帯用燃料電池の本格的普及に向けて、安全・環境性や試験方法の国際標準化 (IEC/TC105 等への提案) 及び規制緩和 (国連 危険物輸送に関する勧告等への提案) を目指した調査、基盤技術開発を行い、当該市場での我が国の産業競争力の強化に資する。また、省エネルギー化を図る。

具体的には、平成 16 年度では、助成事業では携帯用燃料電池の実用化を促進するために必要な各種材料及び技術開発 (低メタノール透過電解質膜材料開発、高効率電極触媒材料開発、MEA 接合技術開発、薄型・軽量セパレータ開発、燃料供給・補給技術開発、中間生成物処理技術開発、超小型実装技術開発、周辺回路技術開発、周辺補機類技術開発等)、電池・補機類・電源モジュール等の試作等を行い、電池・補機類・電源モジュール等評価、システムの検証を行う。委託事業では、携帯用燃料電池の本格的普及に向けて、安全・環境性や試験方法の国際標準化 (IEC/TC105 等への提案) 及び規制緩和 (国連 危険物輸送に関する勧告等への提案) を目指した以下の調査、基盤技術開発を実施する。

- (1) 携帯用燃料電池並びに燃料カートリッジ、燃料、排出物についての安全性及び環境性能に関する基準・標準の確立を目標に、排出物の引火性・生物・環境に対する危険性の関係から排出物の種類・濃度などの分析・計測等といった必要とされる試験方法の開発を行うとともに、基礎データの取得を行い、我が国主導の国際基準・標準策定及び規制緩和に資する。
- (2) 携帯用燃料電池の試験方法に関する基準・標準の確立を目標に、種々の運転条件と出力特性の関係や燃料消費率等に関して必要とされる試験方法の開発を行うとともに、基礎データの取得を行い、我が国主導の国際基準・標準策定及び規制緩和に資する。

### [16 年度業務実績]

平成 16 年度の助成事業においては、携帯用燃料電池の実用化を促進するため、以下の技術開発を行った。

- ・試作機を開発するため、周辺回路技術及びそれを用いた制御システム、周辺補機類技術、燃料補給技術等を開発し、燃料電池をメイン電源とするノートパソコンを実現した。さらにその試作機の動作を実証し、実動作環境での実用性試験を開始した。
- ・高エネルギー密度化の実現に向けて、新型電解質膜技術及び燃料供給技術の開発を行い、カートリッジの燃料濃度 30% を達成した。
- ・セルパックからのホルムアルデヒド排出量が室内濃度指針値を満足することを確認した。
- ・パネル電池電源のプロト機を試作し電池性能、環境試験などの動作実証を行った。
- ・積層型についてスタックを作成し、設計とおりの発電特性を示すことを確認し、1200 時間の発電環境で問題がないことを確認した。
- ・発電時には中間生成物が発生するが、メタノール透過性が低い膜を使用することでカソードでのホルムアルデヒド、ギ酸の生成を低減できる事を確認した。
- ・燃料供給技術検討において、メタノール消費特性から発電挙動の解析及びカートリッジ仕様の検討を行った。

委託事業では、安全性・環境性能及び性能試験方法並びに法規制に関する調査研究を行った。規制緩和に対しては安全性が優先するため、安全性に係る基盤データ (耐気圧特性、耐温度特性、耐振動特性、耐衝撃特性等) の取得を行った。また環境性能及び性能試験についても試験方法の検討を行い、データ取得を開始した。

なお、平成 15 年 12 月の国連危険物輸送専門家小委員会で、日本などが支持したメタノールを燃料とする燃料電池カートリッジが採択された。このため今後は ICAO、IATA 等へ規制緩和の提案を行う。

## 新エネルギー技術

### [中期計画]

2010年における長期エネルギー需給見通しの達成に資するため、太陽光、風力、バイオマス、廃棄物発電、天然ガスコージェネレーション等の新エネルギーの開発・導入・普及等を目指し、太陽電池の低コスト化・高効率化等の製造技術、太陽光発電システムに係る研究開発等を行い、また、太陽・風力・バイオマス等の新エネルギーについて、実証のためのフィールドテスト及びこれら新エネルギーを既存の電力系統に安定的に連結するための電力系統連系技術の開発を行う。さらに、バイオマスの各種気体・液体燃料への転換技術、廃棄物を用いた発電技術、天然ガスコージェネレーション技術等の開発を行う。また、定置用の中・大型燃料電池として高効率発電設備やコージェネレーション等の分散型電源分野への適用が期待できる固体酸化物形燃料電池(SOFC)等の開発を行う。

### <非プログラム プロジェクト・事業>

## 《1》バイオマスエネルギー高効率転換技術開発 [平成13年度～平成18年度]

### [16年度計画]

バイオマス資源は、発生地域が分散していること、形状・性状が多様多様にわたることが特徴であり、このようなバイオマス資源を高効率にエネルギー転換する技術開発を行い、実用化に目処をつけることを目的とする為、平成16年度は計10プロジェクトを実施する。具体的には、以下のとおり。

- 研究開発項目 「木質系バイオマスによる小規模分散型高効率ガス化発電システムの開発」については、ベンチ試験設備を利用し、ガス化炉から発生する低発熱量ガスの燃焼性確認試験、および、その燃焼器とガスタービン、熱交換器を連係させた全体システムの実証試験を行い、性能確認試験を実施し、最終目標値(冷ガス効率75%、発電端効率20%)に達したことを確認する。
- 研究開発項目 「バイオマスの高速ガス化方式によるメタノール等気体・液体燃料への高効率エネルギー転換技術開発」については、2t/d 噴流床ガス化メタノール製造試験装置を用いて、数種類の木質系バイオマスのガス化総合試験運転を実施し、幅広いバイオマスに対応できるようデータをまとめ、最終目標値(冷ガス効率75%、メタノール重量収率50%)に達したことを確認する。また、原料収集からメタノール製造・利用に関する全体システムの実証試験案を検討する。
- 研究開発項目 「高効率二段発酵による有機性廃棄物のエネルギー転換技術開発」については、ベンチスケールの試験装置により前処理、ABE抽出発酵、ブタノール回収、メタン発酵の確認試験を実施しシステムの検証を行う。また麦焼酎粕と生ごみを対象としてブタノール高生産性の菌種の選定そしてABE残渣を対象としたメタン発酵では微量元素添加等による容積負荷向上の検討を継続して行い、最終目標値(エネルギー回収率55%)に達したことを確認して、実証試験案を検討する。
- 研究開発項目 「有機性廃棄物の高効率水素・メタン発酵を中心とした2段階醗酵技術研究開発」については、実生ごみ50～100kg/d相当規模の検証用の連続水素・メタン醗酵装置を設置し、二段醗酵に適した廃棄物系バイオマス(生ごみ、紙ごみ、食品廃棄物など)を対象に、複合微生物群(マイクロフロ-ラ)を用いた醗酵試験を行う。二段発酵用の可溶性・水素醗酵リアクタ及びメタン醗酵リアクタの開発、水素・メタン二段醗酵のシステムエンジニアリングの研究等を実施し、水素・メタン二段醗酵システムの開発目標の検証を開始する。システム全体のゼロエミッションとエネルギー回収率の向上を目的に、醗酵残渣を複合水熱反応処理する研究開発を進める。
- 研究開発項目 「セルロース系バイオマスを原料とする、新規なエタノール発酵技術等により燃料用エタノールを製造する技術の開発」については、主に建築廃材と草本系バイオマス(稲わら等)を対象にした連続前処理設備を新規に設置して、平成15年度に設置したエタノール生産量:4L/t(木材処理量:約300kg/d)規模の連続試験プラント(エタノール醗酵・ハイブリッド濃縮脱水/蒸留+膜分離)を用いて、新規に開発した酵母とザイモバクター等の各々について比較検討するとともに、燃料適用性試験のための無水エタノールを製造する。また、建築廃材中のCCA(防腐剤:Cr,Cu,As)の除去、リグニンの燃焼試験、廃液の循環再使用システム等の周辺技術の研究開発を行う。また、平成15年度に引き続きバイオマス由来の自動車燃料(バイオマスエタノール及びBDF等)の自動車への適用性の試験研究を行う。
- 研究開発項目 「下水汚泥の高効率ガス変換発電システムの開発」については、要素試験結果を基にシステム効率の予測、改質炉滞留時間の影響、乾燥汚泥粒径の影響等のガス化基礎試験を実施する。触媒フィルタの開発ではフィルタ担持触媒の性能評価、そして潜熱回収ボイラの凝縮及び蒸発実験の実施及び評価を行う。排水中アンモニアからの水素回収では引き続きNH<sub>3</sub>分解触媒の性能を把握するとともにNH<sub>3</sub>回収システムの検討を行う。実証設備の設計、製作及び試運転を実施する。
- 研究開発項目 「有機物の分解促進による下水汚泥高効率嫌気性消化システムの開発」については、室内実験により得られたデータを基にパイロット実験装置の製作・設置を完了し、北見市、十日町市の下水処理場、四万水質管理センターにおいて、ガス攪拌汚泥流動試験、オゾン処理によるメタン生成量増大試験、省エネ型オゾン発生装置等のフィールドテストを開始する。
- 研究開発項目 「高含水バイオマスの高効率改質脱水技術を用いたガス化システムの開発」については、コーヒー滓に加え、バガス、みかん搾滓、ダーク油等対象バイオマス種を拡大し、触媒を添加して脱水する条件及び、ガス化に適した触媒の最適添加量を把握する。ガス化システムではコールドモデル試験機を

設計・製作し、ガス化部の改質脱水バイオマスの流動特性及び、燃焼部の循環砂流動特性を把握する。また、数値解析に必要な物理モデルを調査・検討し、ガス化炉基本構造のモデリングを実施する。

研究開発項目 「二段階反応法によるバイオディーゼル燃料（BDF）製造技術の研究開発」については、平成 15 年度設置した基礎実験装置を用いて各種の食用油に対する加水分解工程及びエステル化反応工程における反応条件の最適化検討を継続する。また、ベンチ実験装置を設置し、典型的な食用油を用いた反応特性解析・材料評価等のデータ取得を行う。

研究開発項目 「バイオマスエネルギー転換要素技術開発」については、平成 16 年度に公募を行い実施する。採択件数は 5 件程度を予定。（平成 16～18 年度の 3 年間）

#### [16 年度業務実績]

平成 16 年度は以下の事業を実施した。

研究開発項目 「木質系バイオマスによる小規模分散型高効率ガス化発電システムの開発」24kW 級ベンチ試験設備を利用し、ガス化炉から発生する低発熱量ガスの燃焼性確認試験、および、その燃焼器とガスタービン、熱交換器を連係させた全体システムの改造を行い、性能確認試験を実施し最終目標値（冷ガス効率 75%、発電端効率 20%）に達したことを確認した。また、開発システムの要求仕様調査ならびに導入可能性調査を実施して、実証試験案を検討した。

研究開発項目 「バイオマスの高速ガス化方式によるメタノール等気体・液体燃料への高効率エネルギー転換技術開発」中部電力川越火力発電所構内の 2t/d 噴流床ガス化メタノール製造試験装置を用いて、数種類の木質系バイオマス（杉、広葉樹、パーク、伐採木、流木、建築廃材）のガス化総合試験運転を実施し、幅広いバイオマスに対応できるようデータをまとめ、最終目標値（冷ガス効率 75%、メタノール収率 50wt%）に達したことを確認した。また、プラント全体の効率化運転のためのデータを採取するとともに運転の最適制御に不可欠な精製ガスのオンラインモニタリングシステムを試験プラントに適用し、原料収集からメタノール製造・利用に関する全体システムの実証試験案を検討した。さらに、実験室規模でのガス化特性試験を多種類の木質系バイオマスにより実施し、パイロットプラントとの整合性を確認した。

研究開発項目 「高効率二段発酵による有機性廃棄物のエネルギー転換技術開発」焼酎粕と生ごみを対象としてベンチスケール試験装置による前処理、A B E 抽出発酵、ブタノール回収、メタン発酵の確認試験、及びシステムの検証を行った。更にブタノール高生産性菌種を選定し最適プロセスを確立した。また、有機性廃棄物から燃料への転換率 55%以上、有機性廃棄物の分解率 80%以上に達することを確認し、最終目標値のトータルエネルギー回収率が 70%以上に達することを確認した。

研究開発項目 「有機性廃棄物の高効率水素・メタン発酵を中心とした 2 段階醗酵技術研究開発」実生ごみ検証用連続水素・メタン醗酵装置をつくば市の産業技術総合研究所に建設し H16 年 7 月から検証試験運転を開始した。この装置を用いて二段醗酵に適した廃棄物系バイオマスを対象に、複合微生物群を用いた醗酵試験を実施した。水素ガス転換量向上のため、廃棄物の可溶化条件、水素生成菌の探索、リアクター内の菌叢解析等を行った。高温メタン生成微生物定量法の開発及び光照射による高温メタン醗酵の促進効果を確認した。水素・メタン醗酵から生じる残渣処理のための複合水熱運転条件を把握した。

研究開発項目 「セルロース系バイオマスを原料とする、新規なエタノール発酵技術等により燃料用エタノールを製造する技術の開発」主に建築廃材と草本系バイオマス（稲わら等）を対象にした連続前処理設備を新規に設置して、前年度に設置したエタノール生産量：4L/h（木材処理量：約 300 kg/d）規模の連続試験プラント（エタノール醗酵・ハイブリッド濃縮脱水/蒸留+膜分離）を用いて、新規に開発した酵母とザイモナス等の各々について比較検討するとともに、燃料適用性試験のための無水エタノールを製造した。また、建築廃材中の CCA（防腐剤：Cr, Cu, As）の除去に関して、化学的処理技術及び前処理において分離されるリグニンの燃焼試験、前処理行程から発生する廃液を生物処理して循環再利用するシステム等の周辺技術の研究開発を行った。さらに、原料調査を含む周辺動向調査、及び長期安定連続運転を含むシステム最適化研究を行った。平成 14 年 12 月に策定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」に基づき、引き続きバイオマス由来の自動車燃料（バイオマスエタノール及び BDF 等）の自動車への適用性の試験研究（燃料適合性試験、自動車排出ガス試験、燃料蒸発ガス試験、フリー走行試験他）を行った。

研究開発項目 「下水污泥の高効率ガス変換発電システムの開発」要素試験結果に基づきシステム効率の検証を行った。ガス化基礎試験により最適なガス化改質条件を把握した。污泥改質ガス中 CO<sub>2</sub>、HCN の触媒フィルタによる分解性能及び助触媒の効果把握した。潜熱回収要素試験を実施し、その結果に基づき試作したホット試験装置でほぼ所定の性能が出る事を確認した。排水中アンモニアからの水素回収では、NH<sub>3</sub> の吸収・放出性能の把握、水素転換触媒の耐久性を確認した。また、実証試験設備の設計、製作、試運転を実施した。システム適用性調査では国内外の最新技術及び動向調査、及び開発技術の要求仕様の調査を実施した。

研究開発項目 「有機物の分解促進による下水污泥高効率嫌気性消化システムの開発」室内実験により得られた室内実験データを基にパイロット実験装置の製作・設置を完了し、北見市、十日町市の下水処理場においてフィールドテストを開始した。また、国内下水道処理施設の調査の結果を基に開発技術の適合性及び経済性を把握する調査を実施した。

研究開発項目 「高含水バイオマスの高効率改質脱水技術を用いたガス化システムの開発」油中改質脱水試験により、油中改質条件、油中脱水条件による改質バイオマスの性状変化、改質脱水過程で起こる現象を把握すると共に、Ca 触媒の担持試験を実施した。バッチ式ガス化試験により、ガス化速度に対する温度、



滞留時間等の影響を把握した。連続式ガス化試験によって、バイオマスに担持したCa触媒により生成ガスの冷ガス効率が向上することを確認した。コールド試験装置により砂の循環特性を把握した。また、反応特性の解明とモデリング、及び数値解析による炉内流動解析を実施した。

研究開発項目 「二段階反応法によるバイオディーゼル燃料(BDF)製造技術の研究開発」基礎実験装置を用いて各種の食用油に対する加水分解工程及びエステル化反応工程における反応条件の最適化検討を行った。また、ベンチ実験装置を設置し、典型的な食用油を用いた反応特性解析・材料評価等のデータを取得した。

研究開発項目 「バイオマスエネルギー転換要素技術開発」

バイオマスエネルギー転換要素技術開発について平成16年2月12日に公募の事前周知を行い、4月15日に公募を開始、5月14日に公募を締め切り、6月22日に選定結果の通知を行って8件のテーマを採択した。委託先との協議により前項に示す個別目標を設定後、研究開発を開始した。

- (1) 固体酸化物電解セルを用いたバイオガスからの高純度水素製造プロセスの開発/炭素析出抑制技術研究用の単セル電解試験装置と改質評価装置を試作した。硫黄被毒抑制技術研究用の脱硫評価装置を試作した。
- (2) 消化ガスからのメタン回収及び精製用VPSAプロセスの研究開発/消化ガス中の微量有害物質の調査、ゼオライト候補材の調査、小型カラム試験装置による精製用吸脱着材の選定、及び新規ゼオライトの開発を実施した。また、ベンチ試験装置の設計・製作を実施した。
- (3) 中圧水蒸気による下水汚泥の高効率燃料転換技術の研究開発/水分分離特性、臭気低減特性、及び下水汚泥中の硫黄の挙動について確認した。
- (4) バイオマス直噴燃焼式小型発電システムの研究開発/バイオマス直噴燃焼試験装置を設計・設置した。
- (5) バイオマスガス化プロセスにおけるガス精製技術の開発/高機能炭素系充填材の基礎試験を実施した。ガス精製装置の設計に必要なガス組成、タール濃度等のデータをガス化試験装置により確認し、ガス精製装置の設計・製作を実施した。小型除塵装置を用いたバイオマスの燃焼試験を行い、燃焼条件、ダスト性状、除塵温度、ろ過速度等の基礎的な除塵条件を把握した。また、除塵性能確認試験装置の製作を実施した。
- (6) バイオマス廃棄物からの高効率メタン製造・高度排水処理技術の開発/メタン発酵前処理技術の最適化研究、発酵の高効率化の研究を実施し、最適反応条件、メタン発酵特性を把握した。前処理+メタン発酵装置の設計を実施した。消化液の分解試験を行い、目標値を達成する基礎的条件を見出した。また、連続式超臨界水酸化装置の設計を実施した。
- (7) ゼオライト膜によるバイオマスエタノール濃縮の研究開発/エタノール濃縮に適した多孔質材料機材の検討を行った。
- (8) マルチ振動ミルによる木質バイオマスの高効率微粉碎技術の研究開発/バッチ試験データに基づき連続試験装置の設計・製作を完了した。

## 《2》太陽光発電技術研究開発

[16年度計画]

2010年における長期エネルギー需給見通し累積482万kW導入目標の達成、更に長期的には、2010年(平成22年)以降における一層の大量普及実現等のため、太陽電池の低コスト化、高効率化などの製造技術、太陽光発電システムなどに係る技術の研究開発を目的とし、平成16年度は計3プロジェクトを実施する。具体的なプロジェクトの内容は以下のとおり。

研究開発項目 「革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発」 [平成13年度~平成17年度]では2010年以降での太陽光発電の大量普及を実現するために、既存の業務用電力料金に匹敵する発電コスト(15円/kWh以下:太陽電池製造コスト換算50円~75円/W)を可能とする従来の概念にとらわれない新しい材料・構造・製法等による大幅な低コスト化の可能性を確認するため、要素技術等の開発と当該要素技術の実用化へ可能性見極めを行う。具体的には色素増感太陽電池の高性能化及びイオンゲル擬固体化技術、ワイドギャップ微結晶SiC薄膜太陽電池、ナローギャップ結晶系SiGe薄膜太陽電池、ラテラル結晶化薄膜シリコン太陽電池、カーボン系薄膜太陽電池、有機薄膜太陽電池、高効率カルコゲナイド系太陽電池、メカノケミカルプロセス<sup>3</sup>を用いたカルコパイライト系薄膜太陽電池、汎用原料を使用したCZTS光吸収層による新型薄膜太陽電池、-V-N系窒化物半導体を用いた量子ナノ構造太陽電池、ファイバ型太陽電池、粒状シリコン太陽電池等の開発を実施する。また、最近の太陽光発電技術の開発動向やこれまでの当該研究開発の成果等に基づき次世代太陽光発電技術開発への先導的な研究開発を実施する。なお、実施に当たっては、委託先の公募を行うものとし、公募開始の1ヶ月前には公募に係る事前周知を行う。

研究開発項目 「先進太陽電池技術研究開発」 [平成13年度~平成17年度]では2005年度までに一般家庭の電気料金を下回る発電コスト水準(25円/kWh以下:太陽電池製造コスト換算100円/W)を確保できる技術の確立を目指し、更なる低コスト化が期待できる以下の製造技術の研究開発を行う。 )「シリコン結晶系薄膜太陽電池モジュール製造技術開発」においてはVHFプラズマCVD<sup>4</sup>での高速均一製膜技術、ハイブリッド構造における透明中間層大面積化技術、高スループット化要素技術等を開発し、3,600cm<sup>2</sup>以上の面積のプロトタイプモジュールで変換効率12%を目指す。 )「CIS系薄膜太陽電池モジュール製造技術開発」においては、セレン化法<sup>5</sup>による大面積サブモジュールの高品質安定製造技術等を開発しプロトタイプモジュールで平均変換効率13%以上を目指すとともに、多元蒸着法<sup>6</sup>を用いてステンレス基板を用いた高性能セル製造プロセス等の開発を進める。 )「超高効率結晶化合物



系太陽電池モジュール製造技術開発」においては、これまでに開発された技術を集積した集光型太陽光発電システムの実証試験を実施し、開発技術の実用性評価と課題抽出等を行う。また、先進太陽電池技術の実用化における技術的課題、周辺技術の状況等について調査する。

- 研究開発項目 「国際協力事業」〔平成5年度～平成17年度〕ではIEA（国際エネルギー機関）太陽光発電プログラム等に関する国際協力を推進するため執行委員会等への出席やタスク（PVシステムに関する情報交換と普及）、（PVシステムとサブシステムの運転性能、保守及び評価）、（独立系及び離島用PVシステムの利用）、（大規模太陽光発電に関する調査研究）、（PV技術の普及：発展途上国との協力）、（都市規模での系統連系PVの応用）の活動に参加する等、IEA等での太陽光発電に関する研究開発協力を通じて、広く先進諸国間の研究協力を推進していく。
- 3 メカノケミカルプロセス：機械的な摩擦力などによって合金を製造するプロセス
  - 4 VHFプラズマCVD：60～100MHzの超高周波電源を用いたプラズマCVDで、膜質の向上が期待できる。
  - 5 セレン化法：CIS太陽電池の製法の1つで、CIS太陽電池の前駆体を作成して置いて、これをセレンと反応させてCIS太陽電池の光吸収層とする方法。
  - 6 多元蒸着法：Cu、In、Se、Gaを同時に蒸着してCIS薄膜を形成する方法で湿式処理を用いないプロセス。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は以下の事業を実施した。

- 研究開発項目 「革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発」では2010年以降での太陽光発電の大量普及に向けて既存の業務用電力料金に匹敵する発電コスト（15円/kWh以下：太陽電池製造コスト換算50円～75円/W）実現の可能性を確認するため、具体的な技術課題として、色素増感太陽電池の高性能化及びイオンゲル擬固体化技術、ワイドギャップ微結晶SiC薄膜太陽電池、ナローギャップ結晶系SiGe薄膜太陽電池、ラテラル結晶化薄膜シリコン太陽電池、カーボン系薄膜太陽電池、有機薄膜太陽電池、高効率カルコゲナイド系太陽電池、メカノケミカルプロセスを用いたカルコパイライト系薄膜太陽電池、汎用原料を使用したCZTS光吸収層による新型薄膜太陽電池、-V-N系窒化物半導体を用いた量子ナノ構造太陽電池、ファイバ型太陽電池、粒状シリコン太陽電池、酸化物系薄膜太陽電池、窒化インジウム系薄膜太陽電池等について要素技術の探索等と当該要素技術の可能性の見極めを行った。その結果、色素増感太陽電池では10.5%、有機薄膜太陽電池で4%の世界最高水準の変換効率を得るなどの成果を得た。また、最近の太陽光発電技術の開発動向やこれまでの当該研究開発の成果等に基づき次世代太陽光発電技術開発への先導的な研究開発を実施する。またこれまでの成果などに基づき、薄膜シリコン系太陽電池、CIS系化合物太陽電池、色素増感太陽電池、結晶シリコン太陽電池及び太陽光発電システムの各分野において次世代技術開発に向けた先導的研究開発を平成16年3月25日に公募の事前周知を行い、6月10日に公募を開始、7月20日に公募を締め切り、8月31日に選定結果の通知を行って着手した。

- 研究開発項目 「先進太陽電池技術研究開発」では以下の成果を得た。 ) 「シリコン結晶系薄膜太陽電池モジュール製造技術開発」においては、アモルファスシリコン/中間層/シリコン結晶系薄膜太陽電池構造の3600cm<sup>2</sup>の試作モジュールで初期効率13%を得た。また、大面積均一製膜技術を開発し、910mm×455mmの大面積基板で薄膜多結晶シリコンの膜厚分布±3%を実現すると共に、シリコン薄膜高品質化技術ではプラズマCVDにおける給電ロス低減化等により高速・大面積均一製膜を実現し、1.4m×1.1mの大型基板で製膜速度2.5nm/s、膜厚分布±15%を得た。 ) 「CIS系薄膜太陽電池モジュール製造技術開発」においては、セレン化法製造プロセスで、Cu/III族比の最適化等要素技術を高度化し、30cm×120cmの大面積一体型基板でモジュールの平均変換効率12.0%を得た。多元蒸着法ではCIS薄膜の欠陥低減技術を検討し、変換効率15%実現への方向性を得た。 ) 「超高効率結晶化合物系太陽電池モジュール製造技術開発」においては、集光用のInGaP/InGaAs/Ge3接合型で変換効率31%の高性能を得た。また、セルの表面グリッド電極間隔の最適化により100～500倍集光下で37%程度の変換効率を得た。500倍集光モジュールでは、5445cm<sup>2</sup>の大型モジュールでの屋外実証評価でシステム変換効率31.5±1.7%（25換算、実性能約28%）という世界最高効率を確認した。また、屋外曝露試験を実施し、フレネルレンズでは30年以上、追尾装置でも20年相当の耐久性を確認、発電量は従来の多結晶シリコン太陽電池モジュールに比べ単位面積当たり約2倍であった。本テーマは平成16年度で中間評価での課題であった性能評価を確認し、目標性能をえて完了する。また、先進太陽電池技術の実用化における技術的課題、周辺技術の状況等についての調査を実施した。

- 研究開発項目 「国際協力事業」では、IEA太陽光発電プログラムに従い継続した活動を実施した。平成16年5月フィンランド、同年10月フランスで開催されたIEA太陽光発電プログラム執行委員会に出席し、太陽光発電プログラムの運営に関する討議・方向付けを行い、今後の活動方針としてタスクはフェーズ3へ、タスクはフェーズ2への移行を承認し、タスクは2005年に新タスク（タスク延長ワークプランのフェーズ3）への移行予定とした。また、タスク「都市規模での系統連系PVの応用」には、2005年後半より参加することとした。各タスクの会議などを通して、参加国との情報交換や、進捗状況の確認を行った。これらの状況について、IEA P V P Sのタスクとしての報告書をタスク毎にNEDOから公表した。

## 《3》太陽光発電システム普及加速型技術開発〔平成12年度～平成16年度〕

#### [16年度計画]

太陽光発電システムの加速的なコストダウンを行い本格的普及を図ることを目的とし、平成 16 年度は計 4 プロジェクトを実施する。具体的なプロジェクトの内容は次の通り。

研究開発項目 「太陽電池用シリコン原料の低コスト・量産化技術開発」では四塩化珪素の亜鉛還元について大型反応装置による運転研究を行い、製造条件を確立する。副生する塩化亜鉛の回収技術については大型電解試験装置を導入し、亜鉛の回収条件を検討する。さらに四塩化珪素製造技術についても塩化反応試験装置で検討する。以上の結果に基づき亜鉛還元法による太陽電池用シリコン製造プロセスに関する総合評価を行う。

研究開発項目 「結晶シート太陽電池の高効率化技術開発」では、結晶シート基板を用いた太陽電池での基板表面への厚さ均一な電極形成技術、結晶シート基板表面へのリン拡散剤の均一塗布法検討による面内均一な接合形成技術、高速熱処理技術等を開発し、変換効率 15% の高性能セル形成技術を確立する。また、開発技術のライン適合性について検討する。

研究開発項目 「太陽電池用高品質多結晶シリコン製造技術の開発」では、小型凝固実験での温度制御方法の検討、Bドーピング技術の検討、及び鋳型塗布剤・塗布方法の検討を行う。また、これらの検討結果を基に大型凝固炉を設計・製作し、高品質インゴット作製のための製造条件を確立するとともに、太陽電池とした場合の性能を確認する。

研究開発項目 「低コスト薄膜多結晶 Si の量産型製膜装置開発」では、量産型薄膜多結晶シリコン製造装置の設備条件、運転条件を明確にするため、小型及びパイロット実験機（1m角基板 8 枚挿入）での高品質製膜運転条件を検討し、パイロット実験機にて製膜した太陽電池において変換効率 12% の品質を実証する。

また、平成 16 年度において新規テーマの提案公募を実施するものとし、公募開始の 1 ヶ月前には公募に係る事前周知を行う。

#### [16 年度業務実績]

平成 16 年度は平成 16 年 3 月 25 日に公募の事前周知を行い、6 月 10 日に公募を開始、7 月 20 日に公募を締め切り、8 月 31 日に選定結果の通知を行って、「溶融析出法による太陽電池用シリコン製造技術の開発」、及び「単結晶および多結晶シリコンの表面反射率低減処理技術開発」の 2 件の採択して共同研究を開始した。

研究開発項目 「太陽電池用シリコン原料の低コスト・量産化技術開発」では、昨年度導入した大型の四塩化珪素の亜鉛還元反応装置で、熱応力の影響による装置の歪対策、装置形状の改良などを行い、最適運転条件を検討した。また、副生する塩化亜鉛の回収では、小型電解実験装置の結果に基づき大型電解装置を設計・製作した。また、このプロセスで試作したシリコンでセルを試作し、従来のシリコンとほぼ同等の太陽電池性能を得た。

研究開発項目 「結晶シート太陽電池の高効率化技術開発」では、シートプロセスで製造した基板を用いた結晶シリコン太陽電池の高性能セル化技術と基板改質技術を開発し、これらの技術を結晶シート太陽電池のセルラインに適合させる検討を行った。これまでの検討でシート方式の基板では世界最高の平均セル変換効率 14.7% を得た。

研究開発項目 「太陽電池用高品質多結晶シリコン製造技術の開発」では、小型実験凝固炉で最適製造条件（ルツボ離型材と塗布方法、及びドーパント/雰囲気濃度の影響等）について検討し、拡散長が広範囲で 600  $\mu\text{m}$  以上の高品質インゴットが得られた。また、これをベースに製作した大型凝固炉での製造条件を検討し、平均拡散長 250  $\mu\text{m}$  以上のサンプルが得られた。試作したサンプルで製作した太陽電池で 19% 以上のセル変換効率（1cm<sup>2</sup>）を得た。

研究開発項目 「低コスト薄膜多結晶 Si の量産型製膜装置開発」では、小型基板 4 枚装入実験装置での面内、面間均一性確保の条件を検討し、実サイズ基板 8 枚を装入するパイロット実験機に展開した。同実験機において性能確認とコストダウン仕様の検証を実施するとともに工学的解析を用い、量産機における設備、運転条件確立、及びコストの検討を行い、目標のタクト 180 分以下、1m角ハイブリッドモジュールでの変換効率 12% 以上を達成する目処を得た。

## 《 4 》太陽光発電システム共通基盤技術研究開発 [平成 13 年度～平成 17 年度]

#### [16 年度計画]

今後の太陽光発電システムの円滑かつ健全な導入拡大に資する共通基盤の研究開発を目的とし、平成 15 年度の中間評価結果を踏まえ、平成 16 年度は計 3 プロジェクトを実施する。具体的なプロジェクトの内容は以下の通り。

研究開発項目 「太陽電池評価技術の研究開発」については、複合加速試験装置を用いて各種環境加速試験を実施し、各種環境ストレスに対する劣化現象の定量的把握と試験項目の明確化を行う。太陽電池評価手法については基準セル校正精度の向上、新型太陽電池の屋内評価の誤差解析とデータ検証、安定化効率測定手法などの技術開発と NEDO 開発品の性能評価を実施する。また、基準太陽電池モジュールの出力校正技術および規格への適合性評価技術を確立する。

研究開発項目 「太陽光発電システム評価技術の研究開発」については、太陽電池アレイ構成最適化手法の妥当性検証を進め、最適設計技術の更なる改善を行う。またシステム性能診断手法の高度化と診断ツールの小型化、アレイ性能診断手法の実用性検証を行う。太陽光発電システムのデータ収集と分析を継続し、複面アレイ設置システム<sup>7</sup>特有の損失要因を明確にする。さらに、データ計測サイトへのアンケート調査と現地調査を行い、不具合事例と計測データとの関連を明確にする。

研究開発項目 「太陽光発電システムのリサイクル・リユース処理技術等の研究開発」については、結晶 Si 系太陽

電池の回収セルの再資源化への最適プロセスを抽出するとともに、二重封止構造モジュール構造の検討と分解時の回収率を評価する。CIS系薄膜太陽電池モジュールについては、部材回収の容易な構造とその作成法を検討する。太陽電池モジュール用ガラスについては、薄膜Si系太陽電池モジュールのガラス再資源化技術を完成し、プロセスのコスト評価を実施する。適正処理のための社会システムの研究については、太陽光発電システム全体像の細部設計と太陽電池モジュールのリサイクル・リユース処理を円滑に行うための課題と方策について提案する。

なお、太陽光発電システムの大量導入に資する調査研究として、海外の太陽光発電施策および技術に関する動向の調査等を実施する。

7 複面アレイ設置システム：屋根の複数方角面に太陽電池モジュールを設置する形態を示す。

例えば、一般家屋の屋根の南面と西面の屋根に太陽電池モジュールを搭載する例がある。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は以下の開発を行った。

研究開発項目 「太陽電池評価技術の研究開発」では、太陽電池の性能評価技術として、新型太陽電池(CIS系薄膜、Si薄膜多接合型、色素増感型など)の安定化効率測定手法、誤差解析とデータ解析手法など、屋内評価装置による新型太陽電池の評価技術を開発した。日本の標準供給機関として基準セル・モジュール性能の国際比較に参画し、評価技術に高い評価を得た。また、複合加速試験装置を用いた結晶シリコンモジュールの加速劣化試験では短絡電流の低下の原因を検討した。

研究開発項目 「太陽光発電システム評価技術の研究開発」では、太陽光発電システム設計技術のプロトタイプをWeb上で一般公開してユーザからの意見などをもとに改良した。また、日陰や複面サイトにおけるモジュール配列、システム制御(最適動作点)の最適化を検討し、これらに基づきシステム構成最適設計技術を開発した。実規模システムを用いた検証中である。太陽光発電システム設置時及び運用時等の検査・性能診断システムを開発した。またシステム技術の基礎情報として、全国115サイトでのデータ計測を継続し、性能変化、不具合状況とその原因等について検討を継続した。

研究開発項目 「太陽光発電システムのリサイクル・リユース処理技術等の研究開発」では、太陽電池モジュールのガラス資源の回収について、ガラスを破碎しない処理プロセスを確立し、回収率を前年の58%から76%まで向上プロセス完成させた。Siの回収処理については処理コストの低減に向けて、酸処理法とEVA除去のための加熱法の改善を行った。また、CIS材料の分離回収については安価なドライプロセスの可能性について検討し、良好な見通しを得た。また、これらの結果をベースにリサイクル・リユースシステム構築に向けた課題の抽出を行った。

また、太陽光発電技術に関する動向のほか、太陽光発電システムの設計や性能評価に不可欠な標準日射データの精度向上手法、太陽光発電システムの付加価値、非住宅分野の太陽光発電システム技術に関する調査を実施した。

## 《5》固体酸化物形燃料電池の研究開発 [平成13年度～平成16年度]

#### [16年度計画]

固体酸化物形燃料電池(SOFC)は、燃料電池の中でも最も高い発電効率および長期耐久性が期待でき、分散型発電、コージェネレーションからLNG火力、石炭利用発電に至る化石燃料利用発電の最高発電効率を目指す技術として位置付けられる。

本研究開発では燃料電池からの排熱を燃料改質に用い安定的な発電を行う熱自立モジュールの開発等を実施し、SOFCシステムの実用化に貢献することを目的とする。

具体的には以下のプロジェクトを実施する。

研究開発項目 「熱自立モジュールの技術開発：湿式円筒形」については、湿式円筒形セルを用いて、モジュール容量として熱自立が可能な最小規模(5~20kW)において、燃料として天然ガスを使用し、熱自立を達成する。また、モジュール性能として、初期性能として平均セル電圧0.7V以上(条件：電流密度200mA/cm<sup>2</sup>、燃料利用率75%以上)を確認し、電圧低下率として0.25%/1,000時間が見通せるデータを取得する。さらに、想定する実用システムを示し、今回の熱自立条件と想定する実用システムとの関係を明らかにする。

研究開発項目 「熱自立モジュールの技術開発：一体積層形」については、一体積層形セルを用いて、モジュール容量として熱自立が可能な最小規模(5~20kW)において、燃料として天然ガスを使用し、熱自立を達成する。また、モジュール性能として、初期性能として平均セル電圧0.7V以上(条件：電流密度200mA/cm<sup>2</sup>、燃料利用率75%以上)を確認し、電圧低下率として0.25%/1,000時間が見通せるデータを取得する。さらに、想定する実用システムを示し、今回の熱自立条件と想定する実用システムとの関係を明らかにする。

研究開発項目 「適用性拡大に関する要素研究：耐熱衝撃性平板形セル・スタックの研究」については、温度変化速度200/h以上の繰り返し熱サイクル試験において、破損しないセルスタックを実現する。動作温度750での平均セル電圧0.7V以上(条件：電流密度200mA/cm<sup>2</sup>、燃料利用率75%以上)を実現するとともに、電圧低下率0.25%/1,000時間が見通せるデータを取得する。1kW級スタックを作製し、動作温度800以下において、温度変化速度200/h以上の繰り返し熱サイクル試験で破損しないことを確認する。

研究開発項目 「適用性拡大に関する要素研究：アドバンス円筒形セルの研究」については、燃料に天然ガスまたは改質ガスを用い、0.4MPaにおける加圧下で素子発電面積基準において0.21W/cm<sup>2</sup>以上の出力密度を確認

する。高温下での金属部材とセラミック製セルとのシール性、接合状態データを蓄積する。

#### [16年度業務実績]

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の実用化のため、以下の熱自立モジュールの開発等を実施した。

- 研究開発項目 「熱自立モジュールの技術開発：湿式円筒形」については、新型バンドルの量産に向けた量産設備（連続成膜機等）による試作を行い安定した品質のセル製作が行えることを確認した。熱自立モジュール-1の耐久性試験を行い、1400時間までは一定条件下で電圧低下率0.1%/1000hを確認した。さらに、燃料配管部分を改良し温度分布の改善を図った熱自立モジュール-2にて、初期性能を評価した結果、0.7V@0.2A/cm<sup>2</sup>を確認した。
- 研究開発項目 「熱自立モジュールの技術開発：一体積層形」については、10kW級実電池での試験に先立ち、部分的に1トレイン試験を行った結果、集電抵抗増加の懸念が確認された。この知見に基づき、全トレインを組み込んだ4トレイン試験では、集電構造の改良を加え10kW級発電検証試験を行った。この結果、集電構造改良およびトレイン組立方法の改良により、前年度より性能改善が図られ、0.7V@0.2A/cm<sup>2</sup>を確認した。内部改質モジュールの開発においては、S/C値=2における電池の温度特性データを取得した。また、S/C値=2で約1000hの連続運転を行い、出力密度0.24W/cm<sup>2</sup>一定で長時間運転可能であることを確認した。
- 研究開発項目 「適用性拡大に関する要素研究：耐熱衝撃性平板形セル・スタックの研究」については、金属セパレータを用いた13cm角セル20層スタックでの200 /hr熱サイクル性を確認し、セル破損、OCV劣化がおこらないことを確認し、スタックの耐熱衝撃性を実証した。5cm角スタックでの耐久性向上については、1500h以上の連続運転を行い性能劣化が見られないことを確認した。また、13cm角20層スタックを4基組み合わせた1kW級スタックを試作した。構成要素となる20層スタックにおける発電特性と熱サイクルによる破損がないことを確認した。
- 研究開発項目 「適用性拡大に関する要素研究：アドバンス円筒形セルの研究」については、燃料に改質模擬ガス（を用い、運転圧力加圧状態での電流密度依存性、運転圧力依存性等のデータ採取とともに高出力直密度化の検証試験を行った。その結果、0.4MPaの加圧下でセル高出力密度0.21W/cm<sup>2</sup>を達成した。シール性については、接着材を1種類に絞込み接合部仕様を決定し、約1000hの運転評価の結果、ガス透過係数ならびに接合強度は目標値を達成したことが確認された。

## 《6》 溶融炭酸塩形燃料電池発電技術開発 [平成12年度～平成16年度]

#### [16年度計画]

溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)は、小規模から大規模までのコージェネレーションや発電設備に適用できる高効率な低環境負荷型発電システムとして位置付けられ、本研究開発では、将来の幅広い用途に適用可能な高性能かつ低コストのMCFC発電技術の実現を目的に、溶融炭酸塩型燃料電池発電システム技術研究組合理事 安江 弘雄氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。また、関連技術動向について調査を行う。

研究開発項目 「要素技術開発」については、

( ) 高性能・高圧スタック技術開発

スタック高積層化技術の問題点への対応を図ると共に、電池材料の改良および長寿命化の課題であるNi短絡遅延効果の高い部材の開発を行う。また、改良カソード材料の量産技術を検討し、高加圧下溶出特性評価装置を用い、開発した改良カソード材料を評価するとともに、更に高性能、長寿命化を目指した材料開発の基礎データを蓄積する。

( ) ショートスタックによる信頼性評価

単セルでのNi短絡加速寿命試験を継続し、Ni短絡抑制対策を加速的に評価すると共に、実条件での長時間データを収集する単セルの運転試験も継続し、性能の安定化評価や寿命延伸のための課題を抽出する。

( ) 加圧小型発電システムの開発

電池と改質器を同一圧力容器内に配置したモジュール構造の実証、および電池とガスタービンを組み合わせたシステムの実証のために運転圧力0.3MPa程度の加圧小型発電システムの開発を行い、これまでに検討した各種改良策を踏まえて運転試験を行う。試験結果に基づき、さらなる発電効率の向上とコンパクト化を目指した商用発電システムの設計を行う。

研究開発項目 「高性能モジュール開発(750kW級、運転圧力1.2MPa程度、川越MCFC発電試験所にて実施)」については、

( ) 高性能モジュール用機器およびプロセスの開発

これまでに得られた要素技術開発の成果に基づき、高積層化技術の問題点への対策を反映したスタックとモジュール内の機器及び周辺機器(BOP)の詳細設計・製作を行い、川越試験所に据付し、設備調整、運転試験時の支援および発電試験後の解体分析を行う。また、商業用発電プラント向けの中規模MCFC/GTコンバインドシステムの設計仕様を取り纏める。

( ) 高性能モジュールの運転・評価

加圧小型発電システムの発電試験における運転計画の立案、運転等を行い、試験結果の取り纏めを行う。高性能モジュールの発電試験の準備、試験計画の立案、運転等を行い、試験結果の取り纏めを行う。また、試験設備のユーティリティ等の保守管理を行う。

研究開発項目 「その他の研究開発」については、

( ) 実用システムの経済性評価と概念設計

これまでの調査結果、経済性・環境影響度等の検討を基に、分野毎、導入ステップ毎の潜在市場を調査・解明し、それらに適した導入方策を提示する。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は溶融炭酸塩型燃料電池発電システム技術研究組合理事安江弘雄氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

##### 研究開発項目 「要素技術開発」

###### ( ) 高性能・高圧スタック技術開発

スタック高積層化技術の問題点であったガスリークは、前処理時の温度分布とガスケット厚さを最適化し、125セルスタックにてその効果を確認するとともにNi短絡遅延効果の高い部材の開発を行った。また、改良カソード材料の量産技術の検討と評価を実施するとともに、更に高性能、長寿命化を目指した材料開発の基礎データを蓄積した。

###### ( ) ショートスタックによる信頼性評価

単セルによるNi短絡加速寿命試験では、標準電解質板 -LiAlO<sub>2</sub> をベースにNi溶出低減対策や -LiAlO<sub>2</sub> 電解質板材への変更による寿命を評価した。この結果、40,000時間の寿命の見通しを得た。長期寿命確認試験では、37,000時間を超える連続運転に成功し、長期間にわたり性能及び寿命を維持できることを実証した。

###### ( ) 加圧小型発電システムの開発

加圧小型発電システムの調整運転試験において、運転圧力0.3MPa、負荷電流密度1,800A/m<sup>2</sup>、出力155kWを達成した。試験結果に基づき、商用発電システムの設計で、2MW級のバイオマスガス化ガスを燃料としたシステムと150kW級のシステムの検討を行った。

##### 研究開発項目 「高性能モジュール開発」

###### ( ) 高性能モジュール用機器およびプロセスの開発

高積層化技術の問題点の対策を反映したスタックとモジュール内の機器及び周辺機器の詳細設計・製作・総合調整を行った。また、商用発電プラント向けの中規模MCFC/GTコンバインドシステムの設計として、天然ガスを計画燃料とするMCFC発電設備でバイオガス燃料を使用する場合の仕様をまとめた。

###### ( ) 高性能モジュールの運転・評価

加圧小型発電システムは運転計画を立案し、交流出力125kWで累積発電時間4,839時間を実施した。その間に熱効率の評価データを取得して送電端効率41.0%HHVを確認した。試験結果の取り纏めを実施中。高性能モジュールは運転計画を立案し、557時間の発電試験により性能評価データを得た。試験結果の取り纏めを実施中。また、試験設備のクーティリティ等の保守管理を行った。

##### 研究開発項目 「その他の研究開発」

###### ( ) 実用システムの経済性評価と概念設計

エネルギー産業を始めとした幅広い分野における様々な適用形態等を調査・分析すると共に、経済性・環境影響度の検討を行い、実用機への展開のための導入シナリオと課題を明らかにした。

## 《7》 固体酸化物形燃料電池システム技術開発 [平成16年度～平成19年度]

#### [16年度計画]

本プロジェクトは、燃料電池実用化戦略研究会において研究開発を加速し、早急な市場導入を図るべき技術として位置付けられたこと、また、省エネルギー技術戦略検討会報告書においてオンサイト分散型電源のエネルギー有効利用の観点から、固体酸化物形燃料電池による高性能コジェネレーションシステム、分散型コンバインド発電がこれらのニーズに対応する技術として挙げられていることを背景として、我が国独自の低コストスタック製造技術を活用し、天然ガス、石炭ガス等を燃料とすることが可能であり、小規模分散型から大規模火力代替システムまで広い適応性を持つ、発電効率の高い固体酸化物形燃料電池について、小・中規模分散型電源市場等に投入できる固体酸化物形燃料電池システムの開発、設計、製作および運転実証による性能確認ならびにシステム性能の評価基準を確立するためのシステム性能評価技術の開発を行うことを目的とする。そこで、本プロジェクトにおいては、平成16年度に公募を行い、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「コジェネレーションシステム開発」については、システム基本計画、熱収支バランス計算等を行いシステム基本性能を確認し、システム設計を行う。

研究開発項目 「コンバインドサイクルシステム開発」については、システム基本計画、熱収支バランス、圧力計算等を行いシステム基本性能を確認し、システム設計を行う。

研究開発項目 「固体酸化物形燃料電池システム性能評価技術の開発」については、評価仕様を決定し、試験法および評価手法を確立する。評価用実システムを製作する。

#### [16年度業務実績]

##### a) システム技術開発

平成16年度は平成16年2月10日に公募の事前周知を行い、4月5日に公募を開始、5月7日に公募を締め切り、6月18日に選定結果の通知を行って以下の研究開発を実施した。

研究開発項目 a - 「コジェネレーションシステム開発」については4つのグループを採択した。システム基本計画、熱収支バランス計算等を行いシステム基本性能を確認し、システム設計を行った。この設計に基づき、システムの製作を開始した。

研究開発項目 a - 「コンバインドサイクルシステム開発」については1社を採択した。

システム基本計画、熱収支バランス、圧力計算等を行い、システム基本性能を机上で確認し、シス

テム設計を行った。この設計に基づき、システムの製作を開始した。

研究開発項目 a - - 1 「固体酸化物形燃料電池システム性能評価技術の開発」については1グループを採択した。研究開発が実施されている固体酸化物形燃料電池システムに関する情報を収集し、評価手法に関する原案を作成した。

研究開発項目 a - - 2 「固体酸化物形燃料電池システム性能評価用システムの製作」については、採択者がなく、また、再公募においても採択が見込めないことから、a - - 1において評価用実システムを準備することにした。

## 省エネルギー技術

### [中期計画]

2010年における長期エネルギー需給見通しの達成に資するため、2001年6月の総合資源エネルギー調査会エネルギー部会の報告を受け策定された「省エネルギー技術戦略」を踏まえ、民生・運輸・産業分野において、省エネルギー効果の高い基盤技術等の開発や、周辺技術の不足や製品化技術の問題により実用化が遅れているものについては、その実用化を支援するための研究開発を行う。さらに、製品化し市場へ導入するのに有効性・信頼性を実証する必要があるものについては、実機ベースでのデータ収集及び技術改良等の実証研究を行う。

また、その実施に当たっては、技術的波及効果が大きいテーマに重点を置くとともに、エネルギーの使用の合理化に関する法律におけるトップランナー規制の実効性を高めるため、その対象機器に関連した技術開発を推進する。

### <革新的温暖化対策技術プログラム>

#### [16年度計画]

[再掲：<3>環境分野 温暖化対策技術参照]

省エネルギー技術開発に関し、平成16年度は計6プロジェクトを実施する。

#### [16年度業務実績]

[再掲：<3>環境分野 温暖化対策技術参照]

省エネルギー技術開発に関し、平成16年度は計6プロジェクトを実施した。

### <地球温暖化防止新技術プログラム(一部)>

#### [16年度計画]

省エネルギー技術開発に関し、平成16年度は計6プロジェクトを実施する。具体的なプロジェクトの内容は以下の通り。

#### [16年度業務実績]

省エネルギー技術開発に関し、平成16年度は計6プロジェクトを実施した。具体的なプロジェクトの内容は以下の通り。

## 《1》カーボンナノファイバー複合材料プロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

### [16年度計画]

運輸部門の二酸化炭素排出量を低減させるため、自動車軽量化による燃費向上を目的として剛性、熱伝導性、加工等に優れた軽量化自動車部品の実現に向けたアルミニウム合金及びマグネシウム合金とカーボンナノファイバーとの複合化技術とその成形加工技術を開発するために、以下の研究開発を行う。

研究開発課題 「軽金属合金とカーボンナノファイバーによる高機能複合材料の開発」においては、カーボンナノファイバーを選定し、軽金属合金にカーボンナノファイバーを均一に分散させる技術と密着力を向上させる技術及び特性評価等の技術を開発する。具体的には、カーボンナノファイバーを表面改質等の技術で、母材との濡れ性、密着力を改善し、均一に分散させる技術に目処を得て装置の開発に着手する。特性評価等の技術開発では、カーボンナノファイバーの分散度合いを定量的に評価する技術等に目処を得る。

技術開発課題 「高機能複合材料による成形加工システム開発」については、軽金属合金とカーボンナノファイバーによる高機能複合材料を作製し、部品等に加工するシステムを開発する。具体的には、軽金属合金とカーボンナノファイバーを混練し、混合する技術及び装置の開発並びに混練・混合した軽金属合金とカーボンナノファイバーを部品等に成形加工するための成形加工技術(ダイカスト法、鋳造法、冶金法等)に目処を得る。また、成形加工機、金型、周辺装置等については、成形加工技術の成果を基に装置試作をおこなう。

技術開発課題 「高機能複合材料による軽量化自動車部品開発」については、軽金属合金とカーボンナノファイバーによる高機能複合材料からなるブレーキ部品、足回り部品及びその他部品の軽量化自動車部品製造技術の開発を行う。

具体的には、高機能を発現させる部品設計技術開発において、3次元設計支援ソフトウェアによる製品設計技術の開発、構造解析支援ソフトウェアによるシミュレーション手法を駆使して部品設計技術の開発をおこなう。

また、試作部品の成形加工をおこない、基礎物性評価試験をおこなう。

#### [16年度業務実績]

以下の実用化開発を支援した。

技術開発課題 「軽金属合金とカーボンナノファイバーによる高機能複合材料の開発」については、以下の実績を得た。

- ・CNTとマグネシウム合金との濡れ性を改善するための表面処理技術（Siコーティング）を開発した。この表面処理CNTを用いてMg合金と溶湯攪拌法、高圧鋳造・押出法で複合材料の開発を行い、機械特性評価を行った。その結果、引張強さで約25%向上、熱伝導率で約20%の向上した。・エラストマープリカーサー(N-EP)法を用い、均一分散させた高強度CNT/Al複合材を得ることができた。N-EP法により作製したCNT/Al複合材の比重はねずみ鋳鉄(FC250)の7.2に比べ2.7と低く、1/2の軽量化の見通しが得られた。また、曲げ評価によると、複合材の耐力は純Alの62MPaに比べ540MPaとおおよそ9倍に増大し、ねずみ鋳鉄FC250材の430MPaを上回った。・特性評価等の技術開発では、X-ray法による分散度合い等を評価する技術に目処を得た。

技術開発課題 「高機能複合材料による成形加工システム開発」については、以下の実績を得た。

- ・高機能複合材料の射出成形を可能にするマグネシウム射出成形機の設計開発を行なうとともに成形実験が出来る環境を整えた。・金属流動解析ソフトの導入による製品設計及び金型設計の最適化に向けた取り組みを行い、マグネシウム合金による厚肉成形品の実験をベースに成形技術の構築に着手した。・エラストマープリカーサー(N-EP)法で作製したCNT/Al複合材は、マクロなポイドやAlの単独層の欠陥が生成していたが、製造工程の改良によりマクロ均質化を可能にした。

技術開発課題 「高機能複合材料による軽量化自動車部品開発」については、以下の実績を得た。

- ・高機能を発現させる部品設計技術開発において、3次元設計支援ソフトウェアによる製品設計技術の開発、構造解析支援ソフトウェアによるシミュレーション手法を活用して、Mg合金による試作自動車部品の成形加工に着手し、開発に目処を得た。・エラストマープリカーサー(N-EP)法で作製したCNT/Al複合材は自動車用ディスクローターの材質であるFC250の耐力を上回る強度が得られた。更に、ディスクローターに要求される材料特性が、ほぼFC250と同等であったため、ディスクローター材質への適用に着手した。

## 《2》自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発 [平成15年度～平成19年度]

#### [16年度計画]

高張力鋼より高強度で大幅な軽量化効果が期待できる連続繊維強化複合材料を用い、複合材料の設計、成形からリサイクルに関わる技術を開発し、実用化へと進展を図るために、東レ株式会社複合材料研究所長 佐藤 卓治氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を行う。

研究開発項目 「超ハイサイクル一体成形技術」においては、成形サイクル時間を従来と比べ大幅に短縮し、しかも自動車部材に適用できる量産技術を目指す。具体的には従来のRTM(Resin Transfer Molding)成形技術(成形サイクル時間160分)では達成し得ない成形サイクル時間10分以内ならびにエネルギー吸収量スチール比1.5倍を達成するための超高速硬化型成形樹脂、立体成形賦形技術、高速樹脂含浸成形技術を開発する。

研究開発項目 「異種材料との接合技術の開発」においては、大量生産型の自動車分野において適合でき、しかも長期信頼性が確保できる環境に優しいスチール、アルミ等と樹脂の接合技術を開発する。

研究開発項目 「安全設計技術の開発」においては、衝突後の変形や破壊をシミュレーションし、乗員への影響を定量化できる新規な軽量/安全設計・解析技術を開発し、エネルギー吸収技術を確立する。

研究開発項目 「リサイクル技術の開発」においては、付加価値の高い樹脂とスチール、アルミ等を分離する技術ならびに再利用技術(樹脂やコンクリートの補強フィラー等)を開発し、実用的なりサイクル技術を実証する。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「超ハイサイクル一体成形技術」

- ・「超高速硬化型成形樹脂の開発」・CFRPの設計データベース構築において、部材設計の拠り所となる設計データの取得を開始した。・成形樹脂の開発において、部材設計の拠り所となる設計データ取得を開始した。・実証試験の対象部材となる、ドアパネルの形状設計を開始した。

- ・「立体成形賦形技術の開発」・基材のカットパターンや構成をFEMシミュレーションにより決定し、ドアの自動賦形工程に目処を得た。・構造材料の基礎検討として、RTM一体成形サンドイッチパネルの機械的特性・耐久性データ取得を開始した。・(拡幅多軸)基材製造装置の調査・仕様を決定し、導入・組立・調整を行った。

- ・「高速樹脂含浸成形技術の開発」・高速樹脂含浸のコンセプトを実証完了すると共に、ドアパネルを対象とする樹脂含浸時間2.5分の高速樹脂注入実証試験の目処を得た。

研究開発項目 「異種材料との接合技術の開発」

- ・疲労試験、耐環境性試験、組合せ応力下での接着強度を測定する強度試験を実施し、構造用接着剤の物性データベースを充実させた。・コキュア接着技術の開発において、試験片レベルでのコキュア接着モデル試験を実施し、その実用性を確認した。

- ・接合部設計において、ドア接合部の要求性能を明確化し、ドア接合部の設計を開始した。



- 研究開発項目 「安全設計技術の開発」  
 ・角柱の動的解析技術の確立において、シオン技術を確立すると共に、動的解析を開始した。・プラットフォームの1次設計を開始した。・アルミ/CFRPハイブリッドインパクトビーム試験体の試作、衝撃試験を実施し、構成の最適化を図った。
- 研究開発項目 「エネルギー吸収技術の開発」  
 ・大型自動車部材の衝撃試験が可能な試験機的设计・製作を完了した。・CFRPベルトを製作し、CFRPベルトの性能評価を実施した。・多軸ステッチ基材を用いて引抜き成形による角柱を製作・試験し、動的エネルギー吸収量100kJ/kgの目処を得た。
- 研究開発項目 「リサイクル技術の開発」  
 ・耐久性データを取得し、解体性接着剤のスクリーニング、改良指針を明らかにした。・金属部と複合材との分離を5分以内とすることが可能な接着剤が技術的に可能であることを示した。・リサイクル材を添加した樹脂材料の基本物性試験を実施し、樹脂製自動車部材をスクリーニングした。・軽量素材の適用による副次的効果、軽量素材の導入量・導入時期・普及率による省エネと排出二酸化炭素削減効果も含めた実効的計算方法を確立した。

### 《3》省エネルギー型鋼構造接合技術の開発 [平成15年度～平成17年度、中間評価：平成16年度]

#### [16年度計画]

従来よりも溶接変形が少ない溶接材料を開発するとともに、その溶接材料の溶接施行方法を開発することにより、溶接後の過熱矯正が不要な溶接技術の確立を目指し、JFEスチール株式会社理事 天野 虔一氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

- 研究開発項目 「溶接変形量を低減する溶接材料の開発」においては、水平すみ肉溶接用フラックス入りワイヤについて、適したMs点により溶接変形、溶接性、継手特性の各目標を満足する溶接材料の成分設計、二次試作を行う。また、全姿勢すみ肉溶接用フラックス入りワイヤおよび突合せ溶接用ソリッドワイヤの一次試作を行い、溶接変形量低減候補材料の探索を行う。
- 研究開発項目 - 1 「溶接変形の少ない構造体の溶接施工方法決定手順の提案」においては、実測溶接変形量との比較評価から、相変態を考慮した溶接変形シミュレーションを完成させ、水平すみ肉溶接基本継手の場合の適正施工条件を提案する。さらに、溶接変形シミュレーションを平面パネルレベルの変形予測へ拡張し、解析的評価を行う。
- 構造体施工時の溶接性を考慮するため、水平すみ肉溶接基本継手において、多層溶接施工法、温度履歴、仮付け溶接、溶接順序およびスキンプレート形状が溶接変形に及ぼす影響を評価したうえで、構造体を形成する重要部位である平面パネルに重点を移し、溶接変形挙動を調べる。また、一次試作した全姿勢すみ肉溶接用フラックス入りワイヤおよび突合せ溶接用ソリッドワイヤについて、基本継手の溶接変形挙動の知見を得る。
- 研究開発項目 - 2 「構造健全性・溶接性（作業性）の評価と溶接材料の改善提案」においては、二次試作した水平すみ肉溶接用および一次試作した全姿勢すみ肉溶接用のフラックス入りワイヤについて、溶接材料の溶接性、継手の強度特性を評価する。水平すみ肉溶接用フラックス入りワイヤに関しては、疲労強度も含め、その実用性を見極める。また、水平すみ肉溶接用フラックス入りワイヤを用いて平面パネルを考慮した試験体を作成し、その作製過程での溶接材料の溶接性と共に関構造健全性（溶接金属部の割れの有無、疲労強度）を評価し、本溶接材料の構造体作製への適用是非を確認する。
- 研究開発項目 「総合研究」では、国際溶接学会2004年年次大会に参加し、国際動向を把握して研究方針検討に反映させる。提案された溶接用開発材料の特性評価法を検討、標準化していく上で必要な条件を参画企業との連携で検討する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

#### [16年度業務実績]

- 研究開発項目 「溶接変形の少ない溶接材料の開発」においては、水平すみ肉溶接用フラックス入りワイヤを対象として基本化学組成に基づき変態開始温度（Ms点）の異なる溶接材料を試作し、溶着金属の変態開始温度（Ms点）を溶接変形抑制効果が最も大きい350～450を適正範囲とした。試作ワイヤを用いて引張試験や衝撃試験などを行い、溶接変形低減に寄与し、溶接金属において欠陥が無く、かつ良好な機械的な性質を有する水平すみ肉溶接フラックス入りワイヤの設計指針を確立し、完成させた。また、水平すみ肉用溶接材料の知見を基に、全姿勢すみ肉溶接用フラックス入りワイヤおよび突合せ溶接用ソリッドワイヤを一次試作した。
- 研究開発項目 - 1 「溶接変形の少ない構造体の溶接施工方法決定手順の提案」においては、溶接金属の変態特性を考慮した有限要素法3次元溶接変形シミュレーションモデルを構築し、溶接変形挙動を定量的にシミュレートできる手法を確立した。溶接変形シミュレーションを用いて平面パネルレベルの変形予測へ拡張し、解析的評価を行った。基本継手の適正施工条件を提示する見込み。また、溶接施工中における3次元の変形挙動を非接触方式で計測が可能な溶接変形測定装置を開発し、試作ワイヤを用いて溶接時の変形挙動の調査を行い、溶接金属の変態膨張によって溶接変形が抑制されることを実証した。拘束下の溶接でも角変形量が低減することを確認した。さらに、水平すみ肉溶接基本継手において、



多層溶接施工法、仮付け溶接および溶接順序などの溶接変形に及ぼす影響を検討した。

研究開発項目 2 「構造健全性・溶接性（作業性）の評価と溶接材料の改善提案」においては、試作した水平すみ肉溶接フラックス入りワイヤの溶接性・溶接作業性を評価し、従来の溶接ワイヤに比べて遜色ないことを確認した。また、試作ワイヤの引張、曲げ、シャルピーの各特性は実用上問題ないレベルにあると判断された。さらに、水平すみ肉溶接用フラックス入りワイヤを用いて平面パネルを考慮した試験体を作成し、その作製過程での溶接材料の溶接性を評価した。構造健全性についても評価する見込み。

#### 《4》自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術 [平成14年度～平成18年度、中間評価：平成16年度]

[16年度計画]

超軽量、高強度、衝突時の安全性に富むアルミニウム材料を開発し、これらを自動車用材料に用いることで自動車を軽量化させることを目的とし、東京工業専門学校校長 西村 尚氏をプロジェクトリーダーとして以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「高成形性自動車用板材料の開発」においては、以下の研究開発を実施する。

- ・温間異周速圧延<sup>8</sup>技術開発で、コイル圧延による圧延条件検討を行ない実用化に向けて潤滑、張力、板表面形状等の総合的な調査を行なう。また、 $r$  値<sup>9</sup>を維持しつつ強度を向上させる熱処理プロセスの可能性について目処を得る。
- ・集合組織最適化の為に熱処理条件の基礎データ取得を完了する。
- ・板材料の特性評価として、成形性および曲げ性の定量評価方法を確立する。
- ・温間圧延技術の確立において、溶体化処理プロセスの検討をおこない、圧延集合組織を維持できる合金組成・溶体化処理条件等を明らかにするとともに温間圧延機による試作材の作成・評価を実施する。また、 $r$  値を維持しつつ強度を向上させる熱処理プロセスの可能性について目処を得る。
- ・生産技術の開発として、材料の温間温度・板厚の制御等のモニタリングシステム構築を行う。
- ・不均一集合組織をもつ板材の $r$  値を予測する技術をつくり、実測値との妥当性を検証する。また、 $r$  値に寄与しやすい結晶方位の有無について検討し $r$  値変化の起こしやすい結晶方位を推定する。

研究開発項目 「アルミニウム/鋼ハイブリッド構造の開発」においては、以下の研究開発を実施する。

- ・表面改質による接合部界面構造の制御技術開発として、元素添加法、フラックス塗布法等の開発技術を実用へ向けた技術開発を行なう。
- ・スポット溶接、超音波溶接、アークプラズマ溶接等の安定化等の改良を実施する。
- ・接合界面・特性に及ぼすプロセス条件や材料成分の影響について調査して、接合モデルを作り上げる。
- ・異種金属接触腐食防止の技術開発を実施する。
- ・ハイブリッド構造体の試作と特性を検証する。
- ・接合部強度を予測するモデルを開発する。
- ・開発した接合体の接合強度を解析・評価するとともに衝撃特性評価技術を開発する。

研究開発項目 「高信頼性ポーラスアルミニウム材料の開発」においては、以下の研究開発を実施する。

- ・ポーラス金属<sup>10</sup>の最適構造技術の開発として、連続発泡供給方法の最適化をおこなうとともに連続型凝固方法の検討と最適化を行なう。
- ・ポーラス材の基礎設計技術の確立として、機械的諸特性評価技術の確立、ポーラス一体材の機械的諸特性の解明、機械的諸特性数値化によるFEMを用いた部品設計技術の開発、破壊挙動を観察する技術開発、三次元レベルの最適ポーラス構造設計技術の開発を行う。また、衝撃特性評価技術の開発として衝撃圧縮試験での条件・仕様を決定するとともに変形・破壊過程の可視定量評価から品質保証に資するデータを取得する。
- ・ポーラス金属の最適制御技術の開発として、部品の最適設計を行なうとともに製造技術の検討を行なう。
- ・ポーラス構造・特性評価技術の開発として、最適特性発現構造を創製しその評価を行なうとともに高性能ポーラスアルミニウム材料開発の指針を明確化し、材料としての必要十分性を検証する。
- ・ポーラス材の基礎設計技術の確立として、高速変形特性を発現する構造の評価・解明を行ない、高速変形評価手法を確立する。
- ・各種合金系粉末を対象に、均質な気孔サイズを有し、気孔率が安定して60-85%の範囲となるようにポーラス構造を制御するため、プロセス条件を最適化する。
- ・円形および角形パイプ内での発泡プロセスにおいて、発泡充填および気孔性状の制御に対するプロセス因子の最適化を検討し、さらに複合構造体の諸特性を評価する。
- ・自動車実用部材へのポーラスアルミニウムの適用技術を確立するため、大型断面、異形断面、曲線部材、長尺部材への発泡充填技術について検討する。
- ・中空部材とポーラスアルミニウムを一体化した複合構造部材について、その変形挙動や衝撃吸収性を予測する手法の開発し、複合構造体の最適設計について検討する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成16年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

8 温間異周速圧延：圧延加工において、上下にロールの回転速度を強制的に変更することにより、材料にせん断

ひずみをを付与する異周速圧延を 150～250 の温度で行う圧延法。

- 9 r (ランクフォード) 値 : 金属材料の板の成形性を示す指標で、引っ張り変形を与えた時の板厚ひずみ量と板幅ひずみ量の比をいう。この値が大きいほど高成形性を示す。
- 10 ポーラス金属 : 多孔質な金属の構造体。アルミの密度は、2.7 であるが、構造制御したポーラス金属は、嵩密度を 1/10(空疎率 90%)程度、あるいはそれ以上に低下させることも可能になる。

#### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「高成形性自動車用板材料の開発」

- ・ 温間異周速圧延で、コイル圧延による圧延条件検討を行ない、圧延率をさらに上げることにより r 値 1.1 を達成した。また、熱処理条件の基礎データ取得を完了した。
- ・ r 値を維持しつつ強度を向上させる検討では、多段熱処理プロセスにて高 BH 性を実現し、目処を得た。
- ・ 熱処理条件の基礎データ取得を完了し、データベース化した。・ 板材料の特性評価として、成形性および曲げ性評価方法を確立した。
- ・ 温間圧延技術において、圧延集合組織を維持できる合金組成
- ・ 溶体化処理条件等を明らかにし、平均伸び = 4% 向上、r 値半減させた。また、r 値を維持しつつ強度を向上させる技術について検討し、Al-Si-Mg 系合金の複雑な時効挙動が解明できる見通しを得た。
- ・ 高精度モニタリング装置を導入し、データ取得可能な状況を構築した。
- ・ r 値に寄与しやすい結晶方位の有無について検討し、等速工程のみの場合よりも t 値低減・伸びが向上することを確認した。

研究開発項目 「アルミニウム/鋼ハイブリッド構造の開発」

- ・ 表面改質等の検討を行い、開発に目処を得た。
- ・ スポット溶接法の改善で、平均剥離強度約 1.1kN/spot まで強度を改善した。
- ・ 1～1.5 $\mu$ m 程度の薄い IMC (接合界面の化合物) を広範囲に生成することで接合強度を向上・安定化でき、また、IMC の成長抑制に鋼材中の Si 等の成分が作用していることを突き止めた。
- ・ 異種金属接触腐食防止技術で、接合材同士の電位差を極力小さくするために Zn 系めっき法と接合部を遮断する方法に絞り込んで実験を開始した。
- ・ 接合の安定化等改良を実施し、Al 合金/鋼ハイブリッド板材の製作を行った。
- ・ FEM モデルを開発し、接合部応力を解析することによって、必要な接合強度や構造体全体の破壊挙動を予測する技術を開発した。
- ・ 落錘試験装置にて、衝撃特性を評価解析する技術を開発した。

研究開発項目 「高信頼性ポーラスアルミニウム材料の開発」

- ・ ピラー等の複雑形状部材製造のための型発泡技術の開発を行い、1000mm 程度の型発泡部材できた。又、双ベルト式連続発泡体製造装置で連続発泡板材の試作に成功した。・ 曲げ、捻り剛性の FEM 解析予測技術を構築した。又、3DC T 観察 - デジタルモデル化から、三次元画像の FEM モデル化を行った。アルミ合金型材にポーラスアルミを充填した複合部材は、エネルギー吸収量の最終目標値 8 kJ/kg を達成することを確認した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

## 《5》内部熱交換による省エネ蒸留技術開発 [平成 14 年度～平成 17 年度]

#### [16 年度計画]

[再掲: <3> 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《12》参照]

#### [16 年度業務実績]

[再掲: <3> 環境分野 温暖化対策技術 地球温暖化防止新技術プログラム 《12》参照]

## 《6》高効率熱電変換システムの開発【課題助成】[平成 14 年度～平成 18 年度、中間評価:平成 16 年度]

#### [16 年度計画]

エネルギー有効利用の観点から、民生及び産業の分野から発生する未利用熱エネルギーを熱電変換素子によって電気エネルギーとして利用することのできる熱電変換モジュール及びシステム技術の実用化を目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「熱電変換モジュールの開発」については、熱を電気に変換する素子材料の開発及び熱電変換効率向上の開発を行い、それらの熱電素子を用いた熱電変換モジュールを開発する。熱電素子の材料組成の検討、添加材の絞込み、電子移動度の最適化、素子形状の最適化等を通して熱電変換効率の高効率化を行うとともに、モジュール化技術を構築するため、温度域に最適化を図るカスケード技術、温度損失の低減技術を開発し、平成 16 年度実施の中間評価における熱電変換モジュール目標効率:12%を達成する(目標効率はモジュール両端の温度差 550 を基準とし、その他の温度差のときは換算する)。あわせて耐久性向上のための熱応力緩和技術等を開発する。さらに、熱電変換モジュールの開発において必要不可欠なモジュール性能の評価技術を開発する。平成 15 年度に完成した定型 300 級モジュ

ール評価装置に続き、平成 15 年度に開発した定型 700 級モジュール評価装置の高度化を行う。また、開発モジュールの耐久性の確認、及び普及のための調査の一環として、試作品提供を行う。

研究開発項目 「熱電変換システムの開発」については、民生及び産業の分野から発生する未利用熱エネルギーを、長期的に亘って効果的に電気エネルギーに変換する熱電変換システム技術の開発を行い、その実用化を図る。具体的には、要素技術の開発及びシステム設計、システムの試作とその評価・改良を行う。また、コージェネレーションシステム等、有望なシステムに適用した場合の効果を定量的、総合的に評価し、熱電変換システムの普及の条件及び社会的効果について調査する。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

[16 年度業務実績]

エネルギー有効利用の観点から、民生及び産業の分野から発生する小規模・分散型の未利用排熱の熱エネルギーを熱電変換素子によって電気エネルギーとして利用することのできる熱電変換モジュール及びシステム技術の実用化を目的に、以下の研究開発を支援した。

研究開発項目 「熱電変換モジュールの開発」においては、熱を電気に変換する素子材料の開発及び熱電変換効率向上の開発を行い、それらの熱電素子を用いた熱電変換モジュールの開発を実施した。具体的には、熱電素子の材料組成の検討、添加材の絞込み、電子移動度の最適化、素子形状の最適化、素子化焼結技術開発等を通して熱電変換効率の高効率化を行うとともに、モジュール化技術を構築するため、温度域に最適化を図るカスケード技術、温度損失の低減技術の開発を行い、平成 16 年度実施の中間評価における中間目標である熱電変換モジュール効率：12%（モジュール両端の温度差は 550 を基準とし、その他の温度差のときは換算する）を達成した。あわせて耐久性向上のための熱応力緩和技術等の開発を行った。また、熱電変換モジュールの開発において必要不可欠なモジュール性能の評価技術の開発として、定型 700 級モジュール評価装置の高度化を行い、定型 300 級モジュール評価装置と合わせて、中間評価のために、開発した熱電変換モジュールの統一かつ公正な性能評価に供した。さらに、熱電変換モジュールの信頼性・耐久性評価に関する調査を行うとともに、開発モジュールの耐久性の確認、及び普及のための調査の一環として、試作品提供を H 16 年度より開始した。

研究開発項目 「熱電変換システムの開発」においては、熱電変換システム技術の実用化を図るための開発を行い、開発熱電変換モジュールのシステム適用に関するモジュールへの詳細仕様の検討、課題の抽出、経済性等の評価を行い、それらを踏まえてシステム設計、試作、及び性能評価を行った。また、熱電変換モジュールを適用したコージェネレーションシステムについてエネルギーシミュレーションを実施し、その効果を定量的、総合的に評価し、普及の条件及び社会的効果の観点から検討を行った。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度中間評価を実施し、その結果を適切に反映した。

< 次世代低公害車技術開発プログラム（一部） >

## 《 1 》革新的次世代低公害車総合技術開発 [平成 16 年度～平成 20 年度]

[16 年度計画]

[再掲：< 3 > 環境分野 次世代低公害車技術 次世代低公害車技術開発プログラム 《1》参照]

[16 年度業務実績]

[再掲：< 3 > 環境分野 次世代低公害車技術 次世代低公害車技術開発プログラム 《1》参照]

< 非プログラム プロジェクト・事業 >

[16 年度計画]

平成 16 年度は以下のプロジェクト・事業を実施する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度は以下のプロジェクト・事業を実施した。

## 【重要地域技術開発】

### 《 1 》溶接技術の高度化による高効率・高信頼性溶接技術の開発 [平成 12 年度～平成 16 年度]

[16 年度計画]

溶接技術が関連する広範囲な産業分野の技術革新に貢献することを目的として、大阪大学接合科学研究所教授 野城清氏をプロジェクトリーダーとして、高効率・高信頼性溶接シミュレーションソフトの開発を実施する。具体的には、溶接施工条件と方法、溶接時の溶接部組織と材料特性との関係の予測及び溶接時の変形の予測に関するシミュレーションソフトを開発し、それら 3 つのソフトの統合化を行う。

研究開発項目 シミュレーションモデルの開発

）溶接プロセスシミュレーションモデルの開発

アークプラズマ<sup>11</sup>モデル、溶融池の対流モデル、溶接プロセスの熱伝導モデルを構築すると共に、実験によりモデルの検証を行う。これらの個別モデルをベースに統合化システムのプロトタイプのモデル化を行う。

) 溶接部組織シミュレーションモデルの開発

490MPa 級鋼については溶接金属部の組織を予測できるシミュレーションモデルを開発する。また、特性については計算された金属組織から特性を予測できるシステムを構築する。950MPa 級鋼については、特性発現金属組織に対する溶接条件の影響を検討するとともに、溶接金属組成の検討を行い、特性を維持出来る条件を提示する。

) 溶接変形予測シミュレーションモデルの開発

高精度変形予測プログラムの開発については、平成 15 年度までに開発したモデルの妥当性の検証実験を行い、高精度モデルを完成させる。計算速度アップ新理論構築に関しては、大温度増分法に基づく FEM プログラム<sup>12</sup>を完成させる。データベースに基づく溶接変形予測システムの開発に関しては、平成 15 年度提示した固有変形データベース構築法の実験での検証を実施する。

) モデルの統合化

3つのシミュレーションモデルを相互にリンク可能なソフト・モジュールとして整備し、これらのモジュールをリンクさせることにより、統合化システムをパソコン上で実現し、システムの機能を確認・検証する。また、これらシステムの出口を明らかにするとともに、ソフトウェアの販売やコンサルテーションを行う事業体設立の可能性を調査する。

研究開発項目 溶接現象の解析

) 物性値の測定

物性測定では、プラズマ環境下における表面張力を改良した装置で測定、信頼性を高める。また、物性データを収集し、データの整備を図る。

) 溶接状態の観察

溶接状態の観察についても、開発した各種観察装置を用いて溶融池表面および溶融池内部の観察を行い、観察結果の定量化を取り進める。

) 欠陥生成機構の解明

アーク溶接時の気泡の生成挙動を解析し欠陥の生成機構を解明すると共に、欠陥防止技術を開発する。また、溶接実施時の溶接欠陥に関するデータ収集および欠陥の分類を行い、発生要因を明らかにする。

- 11 アークプラズマ：溶接などに応用されるアークプラズマには、プラズマを電極と母材の間に発生させる移行式（アークプラズマ）と、電極とトーチ内ノズルの間に発生させる非移行式（プラズマジェット）の2方式がある。前者は溶接や切断に、後者は容射などに適用されている。

- 12 FEM プログラム：有限要素法（FEM）とは、微分方程式を近似的に解くための数値解析の方法の1つで、そのプログラム

[16 年度業務実績]

溶接技術が関連する広範囲な産業分野の技術革新に貢献することを目的として、大阪大学接合科学研究所教授 野城清氏をプロジェクトリーダーとして、高効率・高信頼性溶接シミュレーションソフトの開発を実施した。具体的には、溶接施工条件と方法、溶接時の溶接部組織と材料特性との関係の予測及び溶接時の変形の予測に関するシミュレーションソフトを開発し、それら3つのソフトの統合化を行った。

研究開発項目 シミュレーションモデルの開発

) 溶接プロセスシミュレーションモデルの開発

アークプラズマモデル、溶融池の対流モデル、溶接プロセスの熱伝導モデルを構築すると共に、実験によりモデルの検証を行った。これらの個別モデルをベースに統合化システムのプロトタイプのモデル化を行った。

) 溶接部組織シミュレーションモデルの開発

490MPa 級鋼については溶接金属部の組織を予測できるシミュレーションモデルを開発した。また、特性については計算された金属組織から特性を予測できるシステムを構築した。950MPa 級鋼については、特性発現金属組織に対する溶接条件の影響を検討するとともに、溶接金属組成の検討を行い、特性を維持出来る条件を提示した。

) 溶接変形予測シミュレーションモデルの開発

高精度変形予測プログラムの開発については、平成 15 年度までに開発したモデルの妥当性の検証実験を行い、高精度モデルを完成させた。計算速度アップ新理論構築に関しては、大温度増分法に基づく FEM プログラムを完成させた。データベースに基づく溶接変形予測システムの開発に関しては、平成 15 年度提示した固有変形データベース構築法の実験での検証を実施した。

) モデルの統合化

3つのシミュレーションモデルを相互にリンク可能なソフト・モジュールとして整備し、これらのモジュールをリンクさせることにより、統合化システムをパソコン上で実現し、システムの機能を確認・検証した。また、これらシステムの出口を明らかにするとともに、ソフトウェアの販売やコンサルテーションを行う事業体設立の可能性を調査した。

研究開発項目 溶接現象の解析

) 物性値の測定

物性測定では、プラズマ環境下における表面張力を改良した装置で測定、信頼性を高めた。また、物性データを収集し、データの整備を図った。

) 溶接状態の観察

溶接状態の観察についても、開発した各種観察装置を用いて溶融池表面および溶融池内部の観察を行い、観察結果の定量化を行った。

) 欠陥生成機構の解明

アーク溶接時の気泡の生成挙動を解析し欠陥の生成機構を解明すると共に、欠陥防止技術を開発した。また、

溶接実施工時の溶接欠陥に関するデータ収集および欠陥の分類を行い、発生要因を明らかにした。

## 《 2 》 エネルギー使用合理化技術戦略的開発（先導研究フェーズ）[平成 15 年度～平成 22 年度]

### [16 年度計画]

本事業は、エネルギー使用合理化技術戦略的開発における先導研究フェーズとして、産業、民生（家庭・業務）運輸の各部門における省エネルギーに係わる課題を克服するため、技術戦略と戦略マップを明示した上で民間企業等から幅広く研究テーマの公募を行い、シーズ技術の発掘から実用化を見据えた先導研究を行う。尚、本事業では、開発終了後、製品化までにさらに、実用化開発や実証研究が必要なものを対象とし、実用化フェーズ、実証研究フェーズへのフェーズアップも視野に入れた戦略的研究開発を実施する。

平成 16 年度は、継続テーマ 20 件を実施すると共に、実用化開発フェーズ及び実証研究フェーズと併せてテーマの公募を行う。

### [16 年度業務実績]

先導研究フェーズにおいては、平成 16 年度に新規採択した 5 テーマを含め、計 25 テーマを実施した。

このうち、省エネルギー電力変換器の高パワー密度・汎用化研究開発に追加的に予算を配分した。これにより、導入したフォトレジスト用塗布/現像/ベーク装置により、電気特性を揃えた大面積チップの SiC 素子の歩留まりを、現状の 10% から 50% 以上に改善することができるため、研究開発全体としての進捗の加速、及び最終目標である有効チップ面積  $1\text{mm}^2$  の素子での検証を効率的に行うことが可能となった。

16 年度に終了した 8 テーマについては、年度末のプレ事後評価において、優良 3 テーマ、合格 4 テーマ（合格率 88%）、合格ライン未達 1 テーマと評価された。優良評価を受けたテーマのひとつの「ナノ複合構造制御による省エネルギー対応型高機能・超低熱伝導断熱材料の開発」では、新規に開発した繊維-粉体系のナノ複合粒子合により、室温において  $0.015\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 、1,000 の高温領域において  $0.025\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$  と、特に高温領域では類のない低熱伝導率を有する断熱材を実現した。

15 年度採択 12 テーマの中間評価においては、優良 4 テーマ、合格 6 テーマ（合格率 83%）、合格ライン未達 2 テーマとされた。合格ライン未達の 2 テーマについては研究内容の見直しを行うこととした。

## 《 3 》 高効率小型天然ガスコージェネ技術開発 [平成 15 年度～平成 17 年度]

### [16 年度計画]

天然ガスコージェネの発電効率を飛躍的に向上するために、天然ガスの希薄予混合圧縮自着火（HCCI）燃焼方式等を適用した高効率小型ガスエンジンを開発し、国の天然ガスコージェネ導入目標の達成に資すること等を目的とする。具体的には、社団法人日本ガス協会技術開発部長 中島 浩氏をプロジェクトリーダーとし、以下の技術開発を行う。

技術開発項目 「単気筒エンジン等による燃焼技術の開発」については、単気筒エンジンの他、試作した周辺装置を使用し、燃焼時の吸気温度及び空燃比等の燃焼条件を変化させた運転データの解析結果をもとに、燃焼成立条件を把握する。

技術開発項目 「多気筒エンジンの開発」については、多気筒エンジンに吸気温度の制御、混合装置を搭載し、データ取得と改良を加えて中間目標であるエンジン熱効率率 35%（LHV）以上、NOx 排出濃度 150ppm（02 = 0%換算）以下を達成する。

技術開発項目 「排ガス対策技術の開発」については、排気ガス触媒の耐久評価が可能な装置を製作し、触媒単体の性能評価を行う。さらに、触媒評価結果をもとに、多気筒エンジン用排ガス触媒システムの設計・製作・評価を行う。

技術開発項目 「エンジンシステムの評価」については、多気筒エンジンをベースに、周辺各装置を組み込んだエンジンシステム評価装置を試作する。さらに、エンジンシステムに負荷装置、自動計測システムなどを組み込み、耐久試験が可能なシステム評価装置を試作する。

### [16 年度業務実績]

技術開発項目 「単気筒エンジン等による燃焼技術の開発」

単気筒エンジンの他、試作した周辺装置を使用し、燃焼時の吸気温度及び空燃比等の燃焼条件を変化させた運転データの解析結果をもとに、燃焼成立条件を把握した。

技術開発項目 「多気筒エンジンの開発」

多気筒エンジンに吸気温度の制御、混合装置を搭載し、データ取得と改良を加えて中間目標であるエンジン熱効率率 35%（LHV）以上、NOx 排出濃度 150ppm（02 = 0%換算）以下を達成した。

技術開発項目 「排ガス対策技術の開発」

排気ガス触媒の耐久評価が可能な装置を製作し、触媒単体の性能評価を行う。さらに、触媒評価結果をもとに、多気筒エンジン用排ガス触媒システムの設計・製作・評価を行った。

研究開発項目 「エンジンシステムの評価」

多気筒エンジンをベースに、周辺各装置を組み込んだエンジンシステム評価装置の設計・試作を行った。さらに、エンジンシステムに負荷装置、自動計測システムなどを組み込み、耐久試験が可能なシステム評価装置を設計・試作した。

## 環境調和型エネルギー技術

[中期計画]

環境に調和したエネルギーの技術開発を推進するため、環境負荷を低減する石炭利用技術（クリーン・コール・テクノロジー）の開発を行うとともに、その他の化石燃料についても環境負荷低減等の利用技術を開発する。

また、エネルギー分野以外の分野の技術であっても、エネルギー分野に関連する技術にあっては、新エネルギー・省エネルギー政策も踏まえ、行うものとする。

<非プログラム プロジェクト・事業>

《1》多目的石炭ガス製造技術開発（EAGLE）[平成10年度～平成18年度]

[16年度計画]

環境負荷低減、特に地球温暖化ガス発生量の低減を図ることを目的に、高効率で合成ガス（CO + H<sub>2</sub>）を製造することが出来る最も先進的な酸素吹き1室2段旋回流ガス化炉を開発し、化学原料用、水素製造用、合成液体燃料用、電力用等幅広い用途への適応が可能な石炭ガス化技術の確立を目指し、以下の研究開発を実施する。本ガス化炉を適用し、ガスタービン、蒸気タービン及び燃料電池とを組み合わせることにより、既設火力発電と比較し最大30%のCO<sub>2</sub>発生量低減が期待される高効率発電も可能となる。

研究開発項目 「パイロット試験設備による研究」

長時間連続運転を行い、各機器の信頼性や各部の摩耗・腐食状況について検証を行なう。

パラメータ変更試験、負荷変化試験等各種ガス化試験を通じて制御機器等のチューニングを実施し、システムとして最適な制御技術の確立を目指す。

ガス化炉高度化対応技術（更に効率化・コンパクト化）について、試験運転の結果を反映しつつ有効かつ合理的な設計を実施し、石炭供給方式の改良等に係る機器製作・据付及び確認試験を行なう。

[バーナー本数低減]基本・詳細設計、機器製作、据付・調整

[バーナー噴出速度変化]詳細設計、機器製作、据付・調整

[粉体バルブ一体化]据付・調整

[限界流速]詳細設計、機器製作、据付・調整

パイロットプラントの試験データを石炭ガス化シミュレーターに適用し、シミュレータのスケールアップ検討に対する適用可能性を検証する。

試験設備運転研究、運転制御技術の検討並びに高度化対応技術の開発における進捗の調整管理を行なうと共に、全体成果の取り纏めを行なう。

研究開発項目 「支援・調査研究」

小型試験炉（1t/d）等により1炭種（安価な高水分、高灰分炭）ガス化試験を行い、ガス化性能及びガス化反応性を評価することにより、ガス化への適用炭種拡大の検討を行う。また、対象石炭の粉碎性、微粉炭の物性・ガス化性能、チャーのガス化反応速度・流動性・嵩比重などの評価を行なう。

パイロットプラント運転研究における新たな課題に対し、小型試験炉等による評価・検討・解明を実施し、パイロットプラントの運転支援を行なう。

EAGLE炉パイロットプラントの炭種別性能予測を行う。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「パイロット試験設備による研究」

(1) 長時間連続石炭ガス化運転を実施し、各機器の信頼性や各部の摩耗・腐食状況について検証を行った。

(2) 各種ガス化試験を通じて制御機器等の調整を行い、システムとして最適な制御技術、運転技術の検討・検証を行った。

(3) 多炭種対応試験として2炭種目のガス化確認試験を行い、ガス化特性および環境特性並びに燃料特性等を把握した。

(4) 試験運転に支障を来たさぬ様、パイロット試験設備（借上設備を含む）に対して必要な保守・修繕を行った。

(5) ガス化炉高度化対応技術（更なる効率化・コンパクト化）について、詳細設計、機器製作等を実施した。

(6) 石炭ガス化シミュレータの有効性、スケールアップ検討に対する適用可能性を検証した。

研究開発項目 「支援・調査研究」

(1) 小型試験炉（1t/d）等により炭種拡大試験（安価な高灰分炭）を行い、ガス化性能、ガス化反応性および微粉炭の粉碎性・流動性を評価した。

(2) 小型試験炉によるガス化試験時に得られたチャーの分析結果から、石炭中のC1がチャーに濃縮している事が判明した。C1は金属材料を腐食させる物質であることから、ガス化過程におけるC1の挙動を明らかにするため、[チャー中C1の吸着特性の検討][ガス化過程におけるC1挙動]を評価した。

(3) 噴流床ガス化シミュレーションモデルを利用し、パイロットプラントの炭種別性能予測を実施した。

平成15年度に実施した中間評価において、『NEDOプロジェクトとMETIプロジェクトに分かれていることから生じる不都合がないよう最大限の配慮がなされること。』『石炭ガス化とガス精製は両者一体となつて開発を進めるべきで、現状の二つに分かれた体制は見直すべき。』との指摘を受けたため、今後、試験研究の円滑な推進及び実用化への加速を図るために、ガス精製技術開発（METIプロジェクト）の実施内容を「多目的石炭ガス製造技術開発（EAGLE）」の中に取り込み、マネジメントの一本化を図った。

《2》石炭利用次世代技術開発調査 ハイパーコール利用高効率燃焼技術開発 [平成14

## 年度～平成 19 年度、中間評価：平成 16 年度]

### [16 年度計画]

NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>、煤塵等による環境負荷の低減を目的に、高効率燃焼・高効率利用等に資する革新的な石炭利用次世代技術として、ハイパーコール（石炭を溶剤抽出してできる無灰炭）利用高効率燃焼技術について技術開発調査を実施する。

#### 研究開発項目 ハイパーコール製造技術開発

- ・ハイパーコールを高収率で製造するための前処理法、溶剤抽出機構および灰溶出挙動を検討することによりハイパーコール製造の最適化を図る。
- ・ハイパーコール乾燥設備を製作し、サンプル製造設備に組み込む。
- ・沈降槽オーバーフロー工程の連続操作技術を確立し、製造プロセスの改良効率化を図る。
- ・溶剤系で無機系イオン交換剤(ゼオライト)による脱アルカリ法の最適化を行う。

#### 研究開発項目 ハイパーコールのハンドリング性評価及び燃焼性評価

- ・ハイパーコール凝集物の解砕技術を開発する。
- ・ハイパーコールのハンドリング性、貯蔵性を評価し、貯蔵方法、搬送方法およびガスタービンへの供給方法を検討する。
- ・微粉のハイパーコールおよび副生炭の燃焼性評価を行う。

#### 研究開発項目 総合評価

- ・平成 15 年度および 16 年度の成果を取り込み、ハイパーコール製造設備、ハイパーコール発電システムおよびトータル発電システムの概念設計、経済性評価、LCA による CO<sub>2</sub> 負荷評価を行う。
- ・ハイパーコールの PFBC や微粉炭火力発電への原料、金属・非鉄金属精錬用の炭材としての適用性評価を行う。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度に実施する中間評価の結果を適切に反映し、着実な運営を図る。

### [16 年度業務実績]

#### 研究開発項目 については、

- ・垂漚青炭に対する炭酸水処理の効果を見出した。
- ・ハイパーコール中の残留金属の形態を明らかにするとともにキャラクタリゼーション法を確立した。
- ・ハイパーコールが良好な軟化溶解性を示すこと、軟化溶解性の制御方法として温和な酸化処理が有効であることを明らかにした。
- ・連続製造設備(BSU)における沈降槽オーバーフローおよびアンダーフローの連続操作によるハイパーコール連続製造の目処を得、また、オーバーフローからの溶剤回収装置として、既設の減圧フラッシュャーを常圧用のスプレードライヤーとして改造し、オーバーフローからの連続溶剤回収操作の目処を得た。
- ・連続製造設備を立ち上げ、漚青炭を原料としたハイパーコールサンプル約 70kg を製造した。
- ・バッチ方式でアルカリ濃度 0.5ppm 以下を達成した。

#### 研究開発項目 については、

- ・ハイパーコールの粉碎特性、HGI（ハードグルーブインデックス）特性および基礎燃焼特性を明らかにした。
- ・ハイパーコール凝集物の解砕方法を明らかにした。
- ・ハイパーコールの貯蔵方法、搬送方法およびガスタービンへの供給方法を確立した。

#### 研究開発項目 については、

- ・既存の微粉炭火力発電設備(156MW)における機器仕様及び経済性を検討し、一般炭を燃料とした場合に比べて有利であることを明らかにした。
- ・既存の加圧流動床複合発電設備を対象に、ハイパーコールと一般炭の最適な混合比率を明らかにした。
- ・触媒存在下においてハイパーコールは一般炭に比べガス化反応速度が極めて速いことを明らかにした。
- ・ハイパーコールは、コークス製造用炭材、直接還元鉄製造用炭材および非鉄金属精錬還元剤への用途展開が可能であることを明らかにした。
- ・ハイパーコール製造設備、ハイパーコール発電システムおよびトータル発電システムの概念設計、経済性評価、LCA による CO<sub>2</sub> 負荷評価を行った。

なお、当該研究開発プロジェクトは、平成 16 年度に中間評価を実施し、その結果、計画を一部変更して実施した。

## 《 3 》石炭利用基盤技術開発 [平成 12 年度～平成 16 年度]

### [16 年度計画]

開発中の EAGLE 用等ガス化炉のスケールアップ及び開発後の安定運転に寄与するための汎用性のある性能予測シミュレーターを開発すると共にシミュレーションに必要な多品種の石炭に係わる物性・反応等各種データの取得とそれを統合した総合データベースの構築を目的として、以下の研究開発を実施する。

#### 研究開発項目 シミュレーションモデルの高度化

最終年度として、反応モデルの精緻化と灰付着モデルの精度向上を図りつつガス化炉伝熱モデルを

開発して、シミュレーションモデルに組み込むとともに、実用高温高压噴流層石炭ガス化モデルを構築する。

研究開発項目 シミュレータの高精度化と検証

最終年度として、EAGLE 等による検証を通して、これまで開発されたシミュレーションモデルおよびシミュレータの高精度化を行うとともに、フリーエージェントベースと東北大学ベースのガス化シミュレーションソフトを構築し、そのモジュールを公開する。

研究開発項目 総合データベースの拡充

データベース拡充のために、さらに 10 炭種の物性データ・反応データ等を蓄積し、合計で 100 炭種の総合データベースを構築するとともに、インターネットを通じて公開する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 については、反応モデルの精緻化と灰付着モデルの精度を向上させつつガス化炉伝熱モデルを開発し、シミュレーションモデルに組み込むとともに、実用高温高压噴流層石炭ガス化モデルを構築した。

研究開発項目 については、これまで開発されたシミュレーションモデルおよびシミュレータの高精度化を行うとともに、フリーエージェントベースとリゾートベース(東北大学)のガス化シミュレーションソフトを構築し、関係機関(フリーエージェントは 10 機関、リゾートは 29 機関)に配布した。また、配布先を対象に使用講習会を行った。更に、ソフトの一般向け販売を計画している。

研究開発項目 については、石炭 10 炭種を追加し、合計で 100 炭種の総合データベースを構築するとともに、インターネットを通じて公開した。

## 《4》クリーン・コール・テクノロジー推進事業 [平成4年度～]

[16 年度計画]

石炭利用に伴う CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 等の発生に起因する地球環境問題への対応、エネルギー需給の安定化への対応を図るため、クリーン・コール・テクノロジー (CCT) 開発における動向調査等を実施する。

[16 年度業務実績]

石炭利用に伴う CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 等の発生に起因する地球環境問題への対応、エネルギー需給の安定化への対応を図るため、クリーン・コール・テクノロジー (CCT) 開発における動向調査を実施した。また、IEA 執行委員会における情報交換を実施し、国内関係者への情報提供を行った。

調査案件 『石炭ガス化を核とするコプロダクションシステムに関する調査』は、石炭ガス化、ガス化ガスからの発電、水素製造、合成燃料製造、CO<sub>2</sub> 分離回収を対象として複数のシステムを想定し、優位性の比較および評価を行った。また、CO<sub>2</sub> 回収型 IGCC を対象に、ガス化炉酸素濃度、CO<sub>2</sub> 回収率および CO<sub>2</sub> 回収方式をパラメータとして最適システムを選定し、CO<sub>2</sub> 除去率と発電原価の関係を把握した。

調査案件 『次世代高効率石炭ガス化発電プロセスの開発に関する調査』は、(1) プロセスシミュレーションによる効率計算を実施し、エクセルギー再生型 A-IGCC および A-IGFC システムの効率を予測した。(2) エクセルギー再生可能なガス化炉として 2 塔式ガス化炉を提案し、プロセス計算によりその操業条件の目安を得た。(3) システムに伴うガスクリーンアップ技術に関し、湿式ガス精製システムでは高効率は期待できず、乾式ガス精製システムの開発が不可欠であることを明らかにした。

調査案件 『既設微粉炭火力発電プラントへの酸素燃焼技術の適用に関する調査』は既設微粉炭火力発電プラントを豪州 CS エネジー所有のカライド A 発電所に選定し、酸素燃焼技術を適用した場合の改造内容、CO<sub>2</sub> 回収の経済性等を調査した。

調査案件 『石炭ガス化による鉄・電力・水素コプロダクションに関する調査』は「製鉄所における石炭ガス化ガスの効率的脱硫プロセスに関する調査」と「石炭ガス化還元ガスによるシャフト炉を用いたセミ還元鉄製造に関する調査」に分けて、(1) 還元ガス比率の向上、(2) 石炭ガス化ガスのシャフト炉での脱硫性能、(3) 還元性能の把握、(4) セミ還元鉄の性状把握のそれぞれについて得られたデータに基づき、シャフト炉設計を踏まえたコプロダクションプロセスの F/S を行った。

なお、平成 16 年度に追加した 2 テーマについては以下の通り、公募を実施し、採択した。

【公募 1】石炭ガス化を核とするコプロダクションシステムに関する調査

事前周知：平成 16 年 6 月 23 日

公募開始：平成 16 年 7 月 7 日

公募締切：平成 16 年 7 月 21 日

選定通知：平成 16 年 7 月 26 日

【公募 2】次世代高効率石炭ガス化発電プロセスの開発に関する調査

事前周知：平成 16 年 6 月 23 日

公募開始：平成 16 年 7 月 9 日

公募締切：平成 16 年 7 月 23 日

選定通知：平成 16 年 7 月 28 日



## < 6 > 新製造技術分野

### [中期計画]

我が国の生命線ともいべき経済力の源泉であり、我が国でしかできない高精度加工技術が存在する等世界的にも最高水準にある製造技術を更に高度化するとともに、こうした技術を幅広い産業分野に応用するため、新製造技術、ロボット技術等の課題について重点的に取り組むこととし、以下のような研究開発を推進するものとする。

### 新製造技術

### [中期計画]

我が国経済社会の基盤である製造業の競争力の維持・強化、新たな高付加価値産業を生み出す環境の整備、省エネルギー部品の実現等のため、我が国に蓄積された半導体製造技術やマイクロマシン技術を活用し、情報通信、医療・バイオ、産業機械など多様な分野におけるキーデバイスとして期待が高まっているMEMS (Micro Electro-Mechanical System) の製造技術の開発、新規加工プロセス技術の開発、並びに設計・製造現場における技能・ノウハウを情報技術を活用してソフトウェア化・データベース化する技術等の開発を行う。

### < 新製造技術プログラム >

#### [16年度計画]

IT等最新の技術を積極的に導入し、プロセス技術の革新を図ることにより、我が国経済社会の基盤である製造業の競争力の維持・強化を目指すことを目的として、平成16年度は計4プロジェクトを実施する。具体的なプロジェクトの内容は以下のとおり。

#### [16年度業務実績]

平成16年度は、計画に基づいて計3プロジェクトを実施した。具体的なプロジェクトの実績は以下の通り。

### 《1》MEMSプロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

#### [16年度計画]

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems : 微小電気機械システム) の中でも今後比較的短期に大きな市場が形成されると期待される、RF (Radio Frequency、高周波)-MEMS、光MEMS、センサMEMSの実用化に必要な製造技術について、民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

研究開発項目 「RFスイッチ製造技術の開発」については、高精度3次元加工技術開発においては、各種成膜条件、エッチング条件を求め、加工精度1%への目処を得る。接点固着防止技術開発においては、固着の起きにくい金属材料の製作プロセスを確立し、開閉回数5億回の目処をつける。低損失パッケージ技術開発においては、損失の少ないパッケージ技術を確立し、デバイスにて0.1dB (10GHz)を達成する。

研究開発項目 「光可動ミラー製造技術の開発」については、高精度ミラーの加工要素技術に取り組むとともに、アレイ化するための加工技術課題の取組みを開始する。また光可動ミラーとしての精密制御方式の検討、ミラーの信頼性評価を実施し、最終モジュールの設計を行う。リソグラフ及びエッチング加工精度は、エッチング深さ40μmの領域で±5%を達成する。ミラーの角度分解能は、0.005度を達成する。静的な形状評価精度 0.1nm～1mmの垂直測定分解能を保ちつつ動的な形状測定 (5Hz～1MHzの時間分解能) を達成する。

研究開発項目 「超小型MEMSセンサ製造技術の開発」については、貫通孔配線・電極形成技術は、厚み400μmのシリコンウエハに10μmの貫通孔形成を達成する。配線電極埋め込み方式として、低抵抗が得られる方式を見極める。シリコンウエハ低温接合技術は、方式の絞込みを行う。検証用の超小型MEMSセンサ素子として、3軸加速度センサとジャイロセンサの超小型チップのサンプルを造出する。

#### [16年度業務実績]

研究開発項目 「RFスイッチ製造技術の開発」

高精度3次元加工技術開発については、各種成膜条件およびエッチング条件について詳細に検討を行い、トップデータとして加工精度1%以下を達成した。接点固着防止技術開発については、固着の起きにくい金属材料の製作プロセスを確立し、開閉回数5億回を達成した。低損失パッケージ技術開発については、損失の少ないパッケージ技術を確立するとともにパッケージングプロセスを検討することにより、トップデータとしてデバイスにてパッケージ損失0.1dB (@10GHz)を達成した(0.09dB)。

研究開発項目 「光可動ミラー製造技術の開発」

高精度3D加工技術開発については、高精度ミラーの加工要素技術や加工面の測定技術について詳細な検討を行い、アレイ化したミラー100μm角以上の面積に渡って10nm程度の平坦度を達成する目処を得た。高精度制御技術開発については、高精度な角度制御センサとして静電容量方式を決定して、プロトモジュールの試作を行い、角度分解能0.005度以下を確認した。信頼性の計測・評価技術開発については、ミラーの信頼性および動的評価を開始した。

研究開発項目 「超小型MEMSセンサ製造技術の開発」

貫通孔配線・電極形成技術開発については、シリコンウエハにおいて、径10μm、深さ400μmの微細な貫通孔を形成できた。また、それに埋め込んだ電極を形成する方法としてCuメッキを選定し

た。ウエハ低温接合技術開発については、ウエハを低温で接合する方法として表面活性化による常温接合を選定した。センサ、回路一体化技術開発については、常温バンプ接合で一体できる目処を得た。また、次年度に超小型センサの試作検証を行うために必要な信号処理 IC 回路を設計し、試作まで完了した。

## 《 2 》 MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト [平成 16 年度～平成 18 年度]

### [16 年度計画]

MEMS は産業の牽引役としての役割が期待されるが、MEMS 産業は成長期の分野であるために、設備投資に比べて期待されるマーケットでの商品の売り上げ個数は必ずしも多くない。そのためハード面での設備投資のリスクを低減するため、「MEMS プロジェクト」(平成 15～17 年度)を通じて、ファンドリー整備事業に着手した。

一方、MEMS 設備を備えた大学の数が限られているために MEMS 技術者の数は少なく、今後の我が国の MEMS 産業の振興及び発展を進めていくためには多くの分野の技術者や研究者が MEMS 分野に抵抗なく参入するための MEMS 用設計・解析支援システムが必要である。本システムの開発により以下のような効果が期待できる。

- ・多くの分野の技術者が MEMS プロセスの深い知識を前提とせずに、製造プロセスのシミュレーション、最終機能の確認・評価まで一連の解析を行うことができる。
- ・解析精度向上によりプロトタイプを試作回数が短縮され、アイデアや着想を早く実現でき、それにより先行者利益を確保できる。

開発項目として、以下を実施する。

研究開発項目 「MEMS 用設計解析支援ソフトの開発(知識データベースを含む)」について、基幹となる全体設計及び各機能詳細設計は年度中に完了する。フレームワークソフト、機構解析シミュレータ、プロセス解析ツール、機能拡張ソフトの各種シミュレータの開発に着手する。知識データベースは、各研究機関の知識データの整理に着手し、年度中に第 1 次整理を完了する。

研究開発項目 「MEMS 用材料・プロセスデータベースの開発」について、簡易法、高精度法の試験法確立のための実験を開始し、その試験方法の基礎特性を把握する。また、必要となる測定装置を導入し、各種試験方法によるデータ採取を開始する。

### [16 年度業務実績]

研究開発項目 「MEMS 用設計解析支援ソフトの開発(知識データベースを含む)」  
ソフトについては、基幹となる全体設計及び各機能詳細設計は完了した。

#### (1) フレームワークソフトの開発

マスク作成機能に関するユーザ要求仕様書、及び逆問題解析ソフトマスクデータのインターフェース機能仕様書の作成を完了した。

#### (2) 機構解析シミュレータの開発

システム評価においては、機構解析シミュレータ全体に対する機能、仕様の検討評価を完了した。各個別モジュールの機能検証方法および検証用構造作成方法を策定した。

#### (3) プロセス解析ツールの開発

システム評価においては、プロセス解析ツールに対する機能、仕様の検討評価を完了した。また、各個別モジュールの機能検証方法および検証用構造作成方法を策定した。

#### (4) 機能拡張ソフトの開発

##### (4) - 1 プロセス逆問題解析ソフトの開発

現有プロセス設計・マスク作成ツールの課題抽出、及びプロセス設計解析機能に関するユーザ要求仕様書の作成を完了した。プロセスデータ採取については、プロセスデータ項目の調査と仕様策定、及び基板と薄膜の断面形状加工特性に関するプロセス逆問題解析用プロセスデータ採取を完了した。

##### (4) - 2 接合実装解析ソフトの開発

接合・封止データ採取については、陽極接合と半田接合に関して、策定したデータベース仕様に沿ったデータ採取法の開発を完了した。

##### (4) - 3 電磁波解析ソフトの開発

機能検証モデルによる機能試験・評価を実施した結果、研究レベルの手法であることが判明し、16 年度で中断することにした。

#### (5) 知識データベースの開発

知識データベースの構成に期す枠組みの検討を行い、概念設計および詳細設計を完了した。MEMS 設計に関わる知識データ(知識・知見)を情報として、第 1 次の集約を完了した。

研究開発項目 「MEMS 用材料・プロセスデータベースの開発」

材料特性のデータ収集を開始し、標準マスクパターン設計および処理手順フローの作成、治工具の製作を行い、プロセスデータ測定の準備を完了した。

計測・補間手法の確立では、次年度に向けた疲労試験システムの基本的な設計を完了した。また、シリコン部材が接触時に生じる微小な形状変化を測定した。

なお、当該研究開発プロジェクトは平成 16 年度追加的に予算を配分し、事業を加速した。

平成 16 年 2 月 20 日に公募の事前周知を行い、平成 16 年 3 月 19 日に公募を開始、平成 16 年 4 月 19 日に公募を締め切り、平成 16 年 6 月 10 日に選定結果の通知を行った。

## 《3》インクジェット法による回路基板製造プロジェクト【F21】【課題助成】[平成15年度～平成17年度]

[16年度計画]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《8》参照]

[16年度業務実績]

[再掲：<2>情報通信分野 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 《8》参照]

## 《4》デジタル・マイスタープロジェクト（ものづくり・IT融合化推進技術の研究開発）[平成13年度～平成17年度]

[16年度計画]

情報技術（IT）を活用して個人に特化した「技能」の客観化を図るとともに、ITにより再現性ある「デジタル技術」に可能な限り置き換え、日本の製造業の根幹となる中小製造業を支援することを目的として、新生産システム技術の確立を目的に、機構の指揮のもと、独立行政法人産業技術総合研究所のものづくり先端技術研究センターにおいて以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発」においては、事業予算を踏まえ、特化した分野の加工法について、中小製造業のニーズ及び評価等に基づき、集中、選択的に情報集積を行うものとする。また、データベース活用機能については、これまでに開発した検索機能の改良を継続する。加工技術データベースは、評価版に改良加えたものを平成16年4月を目途として本格的に公開し、普及に努める。

研究開発項目 「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の研究開発」においては、設計変更情報の管理・通知機能、再利用性の高いコンポーネントの充実、セキュリティの強化をさらに進めプラットフォーム機能の充実を図る。さらに、PDQ(Product Data Quality)チェッカー、製品モデル情報管理機能の充実と普及に向けて中小企業との連携開発を進め、本格的に公開、普及に努める。

[16年度業務実績]

研究開発項目 「加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発」においては、産業界や公設試験研究機関との連携を中心にして、平成15年度までに作成してきた機械部品の高品位・高付加価値加工を行うために必要な加工技術情報集積の充実・拡張を図った。また、平成15年6月に評価版として公開した加工技術データベースを、利用者からのアンケート結果（平成15年12月実施）に基づき、GUIの改良を中心に行って平成16年4月に正式版第1版を公開した。ユーザー登録者数は2152名。（平成17年1月31日現在）また、データベース活用機能は、突合せ検索機能を強化し、トラブルの対策法を迅速に検索可能なトラブルシューティング機能を開発した。利用企業数が多くまた注目度の高い切削、研磨、アーク溶接、レーザー溶接、レーザー切断の5加工法について、企業における具体的加工業務に適用することにより提供情報の有効性やシステムの機能性などの評価検証を実施した（5企業）。研磨においては、データベースの情報を基に新研磨技術を自社技術化して新ビジネスへの展開が可能となることを実証でき、その他4加工法については、実施企業で経験の少ない難加工実施時等にデータベースを利用することにより適正条件を迅速に設定できることが確認できた。

研究開発項目 「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の研究開発」においては、システム構造、構成等に関する規約の整備、ソフトウェア部品群の開発、基幹情報の共有、有効利用のための機能開発の3項目について、継続・発展させた研究開発を行った。この結果、ファイアウォールで保護された事業所間や企業間でのデータ共有機能の開発により、設計変更情報の通知・管理等機能を実現した。そして、精密機械加工企業におけるバーコード印刷機能等の実業務コンポーネント群を使用した工程管理システムの構築および精密切削加工組立企業の技術情報活用システムの構築等による、プラットフォームおよびコンポーネント群の検証評価を実施した。

平成14年度に開発着手した3次元形状情報の品質確認機能の機能拡張を行い、企業における評価とともに、自動車工業会のホームページで性能が公表された。

さらに、現在まで開発したプラットフォーム、3次元形状情報の品質確認機能、および工程情報共有機能簡易版の評価キットを配布し、評価を実施した。

## ロボット技術

[中期計画]

我が国に蓄積されたロボット技術の活用範囲を家庭や福祉施設を含めた幅広い分野に拡大するため、中小・ベンチャー、異業種を含む多様な主体によるロボット開発の活性化の基盤となるハードウェア及びソフトウェアの基盤技術等を開発する。

<21世紀ロボットチャレンジプログラム>

[16 年度計画]

我が国製造業を支えてきたロボット技術を基盤とし、先端的要素技術の開発等の促進により、ロボットの活用範囲を家庭、医療・福祉、災害対応などに拡大するため、平成 16 年度は計 2 プロジェクトを実施する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度は、計画に基づいて計 2 プロジェクトを実施した。具体的なプロジェクトの実績は以下の通り。

## 《 1 》次世代ロボット実用化プロジェクト【一部 F 2 1】【一部課題助成】[平成 16 年度～平成 17 年度]

[16 年度計画]

生活分野の中で大きな市場ニーズを有するコミュニケーション等ロボットの実現に当たっては、個々の要素技術の開発に加え、現実的な使用環境において十分に機能する実用化システム化に向けての研究開発と、それを評価し、更なる高度化につなげるための技術実証が不可欠である。また、更に中長期的な視点からは、産業界や大学等において取り組まれている新たなロボット技術に係る実用的なアイデアを発掘し、一般市民のロボットへの理解を深めながら当該技術をプロトタイプとして開発し、幅広いロボット関連産業の振興とロボット技術の発展を図っていくことが必要である。これらの 2 つの視点をもとに本プロジェクトを推進し、研究開発の一環として平成 17 年に開催される「愛・地球博」の場において運用・デモンストレーションを行い、今後の産業競争力強化とロボット関連ビジネスの振興につなげていくことを本事業の目的に以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「実用システム化推進事業」については、実用化を推進できる実施者を、公募（公募開始の 1 ヶ月前に事前周知も実施）により、選定し、実用に近い 5 種類のロボット開発を行い、長期試験のための技術実証機の開発を行う。平成 17 年 3 月開催予定の「愛・地球博」で技術実証運用の準備を行い実証試験を開始する。

研究開発項目 「プロトタイプ開発支援事業」については、平成 33 年（2020 年）に一般家庭やオフィスなどで広い応用が可能となるようなロボットの実現につなげるため、ロボット関連技術の高度化と異業種間・産学官連携の推進を図り、「日本発」のオリジナル技術の発掘を行い、ロボットの幅広い普及のための課題を抽出することを目的として、提案公募方式で実施者を選定し、研究開発を実施する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 「実用システム化推進事業」について、助成事業において、研究開発を実施し、技術開発をほぼ完了した。掃除ロボットについて、屋外において走行経路を敷設準備することなく、自律制御走行により掃除を遂行する清掃ロボットを実現するための研究開発を実施した。警備ロボットについて、屋外で通行者が存在する環境で移動する能力を持ち、屋外での火災感知能力や自律的判断に基づく注意喚起機能及び無線を用いた遠隔監視機能等の警備機能や案内能力を有する警備ロボットを実現するための研究開発を実施した。チャイルドケアロボットについて、子供の相手をして、育児や託児の負担を軽減し、また、子供の見守りを行うようなチャイルドケアロボットを実現するための研究開発を実施した。接客ロボットについて、高度なコミュニケーション能力（音声・映像情報を活用した情報提供及び多言語認識機）を有する接客ロボットを実現するための研究開発を実施した。次世代インテリジェント車いすについて、屋内外でシームレスに位置把握を行える測位システムと自律走行技術による介助者なしで目的地まで安全に到達することができる車いすロボットを実現するための研究開発を実施した。委託事業として上記開発技術を実装した各ロボットの実証試験機を製作し、平成 17 年 3 月 25 日から開催の「愛・地球博」会場において実証試験を開始した。

研究開発項目 「プロトタイプ開発支援事業」については、今後の産業競争力強化とロボット関連ビジネスの振興につなげていくことを目的として、当該 6 3 件のロボット技術をプロトタイプとして委託事業により開発を行った。なお、8 つのワーキンググループ（ネットワークロボティクス・RT ミドルウェア、体験型、屋外熟練作業、特殊環境、医療福祉、パートナー、パフォーマンス、ヒューマノイド）に分類して、プロジェクトの効率的・効果的な推進を実施した。

平成 16 年 1 月 20 日に公募の事前周知を行い、平成 16 年 2 月 25 日に公募を開始、平成 16 年 3 月 25 日に公募を締め切り、平成 16 年 6 月 3 日に選定結果の通知を行った。

## 2 . ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備 [平成 14 年度～平成 16 年度]

[16 年度計画]

多品種少量生産に向け、様々なロボット要素を通信ネットワークを介して組み合わせることにより多様なロボットの構築を可能とするロボット用ミドルウェアの実現を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所 知能システム研究部門長 谷江 和雄氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目 「RT オープンアーキテクチャと普及システムの調査研究」については、RT (Robot Technology) モジュールのインタフェース暫定仕様を、プロジェクト実施者以外の会員企業のロボットに適用し、更なる高度化に資する改善要求を踏まえることにより、インタフェース仕様の改善を図り、インタフェース仕様を策定する。また、プロジェクト成果の普及方策を検討する。具体的には、プロジェクト成果普及のための報告会等を実施すると共に、プロジェクト終了後の研究開発の継続性を踏まえた体制の構築及び OMG (Object Management Group : 代表的な標準化推進のための非営利団体) への参加等国内外

での標準化を踏まえた継続的な普及促進のための体制を構築する。

研究開発項目 「RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発」については、ロボット要素のモジュール化を容易にしてロボット用プログラム開発を支援するための基本機能に関するミドルウェアプログラムを開発する。開発にあたっては、上述の調査研究で検討された改善要求を必要に応じて反映させることとする。

また、ハードウェアを含めてモジュール化した RT 基本要素、RT 協調要素を使って RT ミドルウェア基本機能実証システムを構築し、実証システムの実証試験を実施する。

研究開発項目 「RT ミドルウェアのアプリケーション実現機能に関する研究開発」については、アプリケーションシステムのロボット用プログラム開発を支援するためのアプリケーション実現機能に関するミドルウェアプログラムを開発する。また、技術検証のため、空間内に分散配置されたロボット要素の連携により生活支援を行う RT スペースという具体的なアプリケーションシステムを構築し、そのシステムの中でいくつかの場面を想定した実証試験を実施する。さらに、第三者の理解を促しプロジェクト成果を普及するためにミドルウェアの働きを可視化するソフトウェアを作成する。

[16 年度業務実績]

研究開発項目 「RT オープンアーキテクチャと普及システムの調査研究」において、RT(Robot Technology)モジュールのインタフェース仕様をプロジェクト実施者以外の会員企業のロボットに適用し、更なる高度化に資する改善要求を踏まえて策定した。また、成果普及に向けては、今後の国内コンソーシアム形成に係る提案を行うとともに、OMG (Object Management Group : 代表的な標準化推進のための非営利団体) において日本主導で活動グループ (Robotics Domain SIG) を正式に発足させ、国際標準仕様原案作成を目指して、今後、ロボット技術の標準化活動を本格化していく基盤を構築した。

研究開発項目 「RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発」については、ハードウェアを含めてモジュール化した RT 基本要素、RT 協調要素を使って、RT ミドルウェア基本機能実証システム (モジュール化された機能部品として同じ制御ソフトウェアで動作する産業用ロボット、ヒューマノイドの腕実証システム) の実証試験を実施し、開発した RT ミドルウェアの有効性を確認した。開発した RT ミドルウェアを、オープンなロボットアーキテクチャを実現する基盤ソフトウェア技術として、機能部品のモジュール化を基本としたロボット用の RT ミドルウェア (OpenRTM-aist) として、評価用に一般公開リリースした。

研究開発項目 「RT ミドルウェアのアプリケーション実現機能に関する研究開発」については、アプリケーションシステムのロボット用プログラム開発を支援するためのアプリケーション実現機能に関するミドルウェアプログラムを開発し、技術検証のため、空間内に分散配置されたロボット要素の連携により生活支援を行う RT スペースという具体的なアプリケーションシステムを構築し、その実証試験として、将来有望なアプリケーションのひとつの例として、居住空間にセンサやアクチュエータなどのロボット要素を分散配置し、これらのロボット要素が協調して動作することで生活を支援するロボットシステム (RT スペース) を構築した。構築した RT スペースにより居住空間内のロボット要素を連携動作させるアプリケーションプログラムを簡単に開発できるようになることが確認された。さらに、第三者の理解を促しプロジェクト成果を普及するためにミドルウェアの働きを可視化するソフトウェアを作成した。

## < 7 > 各分野の境界分野・融合分野及び関連分野

[中期計画]

急速な知識の蓄積や新知見の獲得によって、異分野技術の融合や、新たな技術領域が現れることを踏まえ、上記のライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料及びエネルギー等にまたがる分野、境界分野、標準化・知的基盤整備等について、機動性・柔軟性を持って研究開発を推進するものとする。例えば、半導体プロセスやマイクロマシン・センサ技術の融合領域であるMEMS技術や、微細加工技術、材料構造制御技術、計測・分析技術等の融合領域であるナノテクノロジー、情報処理技術とバイオテクノロジーの融合領域であるバイオインフォマティクス、エネルギー変換技術と材料技術の融合領域である燃料電池技術等の各種融合分野や、今後出現が予想される新たな技術領域・境界分野における研究開発に取り組む。加えて、これらの関連分野における研究開発や、産業技術・エネルギー技術全般に係る標準化・知的基盤整備等に資するよう所要の活動を行う。

<非プログラム プロジェクト・事業>

[16年度計画]

平成16年度は以下のプロジェクト・事業を実施する。

[16年度業務実績]

平成16年度は以下のプロジェクト・事業を実施した。

### 《1》地中等埋設物探知・除去技術開発【課題助成】[平成14年度～平成16年度]

[16年度計画]

地雷埋設地域において、現地の作業者が対人地雷を安全かつ効率的に探知・除去することを可能とする対人地雷探知・除去機器について、民間企業等が実施する実用化開発を支援する。平成16年度は、平成15年度で開発し、対象地域であるアフガニスタンにおいて実証試験が行われた試作機について、そこで得られた結果をもとに更に改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知・除去が可能な機器を完成させる。

研究開発項目 「携帯型対人地雷探知器の開発」については、国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば金属探知器と他の方式の探知装置を組み合わせた複合型の探知装置の開発、土質や温度適応チューニング機能の開発等を実施することにより、携帯型対人地雷探知器を一体として開発する。開発された探知器は実証テストの結果をもとに更に改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知が可能な機器とする。

研究開発項目 「車両型地雷等探知機の開発」については、国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば金属探知器と他の方式の探知装置を組み合わせた複合型の探知車両の開発、土質や温度適応のチューニング機能の開発、遠隔操作型探知システムの開発、高性能センシングアームの開発、高耐性構造の開発、衝撃吸収システムの開発、モジュール（交換可能な構造部品）構造の開発等を実施することにより、車両型地雷等探知機を一体として開発する。開発された探知機は実証テストの結果をもとに更に改良を行うことにより現地で対人地雷の安全かつ効率的な探知が可能な機器とする。

研究開発項目 「対人地雷除去機の開発」については、国内企業が潜在的に保有する各種基盤技術を活用し、例えば作業深度の自動制御技術の開発、遠隔操作型除去システムの開発、高耐性構造の開発、衝撃吸収システムの開発、モジュール構造の開発等を実施することにより、対人地雷除去機を一体として開発する。開発された除去機は実証テストの結果をもとに更に改良を行うことにより、現地で対人地雷の安全かつ効率的な除去が可能な機器とする。

また、上記開発機器は以下に示すような現地環境の適応がなされていることとする。

- ・外気温度 - 10 ～ +60 において使用が可能であること。
- ・機器の電気系、回転系等には砂塵を防ぐ対策が施されていること。

[16年度業務実績]

アフガニスタンでの現地試験を実施。模擬地雷での試験では、平坦な場所、凹凸のある場所、傾斜地、岩盤の多い場所とアフガニスタン特有の環境での地雷処理能力テストを実施。どの地形においても概ね90%と高い除去率であった。また、不発弾等を想定した対爆試験も実施。多少の備品が破損する程度で、対爆性にも問題無いことが確認できた。最終試験として、地雷原にて実際に対人地雷の除去を実施。この現地試験の結果から得られた主な改良事項は、地雷処理時の粉塵発生量は膨大でその粉塵による摺動部のトラブル対応として粉塵対策が必要であることが確認できた。また、不発弾等により破損した備品の交換等の修理時間の短縮のため、交換作業の簡略化についても対策検討する。

昨年10月に行われたアフガニスタン大統領選挙による治安悪化のため、約3ヶ月間中断したこともあり、現地試験の終了時期が平成17年2月中旬と大幅に遅くなった。この実証試験より得られた結果をもとに行う改良は、平成17年度に入ってからとなる。

### 《2》知的基盤創成・利用促進研究開発事業 [平成11年度～ ]

[16年度計画]

「知的基盤創成・利用促進研究開発事業」は、知的基盤として活用される技術及び機器等の開発、並びにデータ等の整備及び利用技術開発を行い、これにより、広範な分野での産業の活性化及び新規産業の創出に資することを目的に、

平成 16 年度は、以下 5 テーマの研究開発を実施する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度は、計画に基づいて 5 テーマの研究開発を実施した。具体的な実績は以下のとおり。

## 《 2 》 - 1 次世代薄膜デバイス産業支援用標準物質の研究開発

[16 年度計画]

金属薄膜の熱物性の測定に開発されたピコ秒サーモリフレクタンス法を基に、透明導電膜の熱拡散率評価方法を開発し、それに必要な透明導電膜標準物質（4 種類以上）を開発する。

[16 年度業務実績]

ディスプレイ用基板材料である透明導電膜材料の標準物質（6 種類）を開発し、熱拡散率評価方法を確立した。なお、平成 17 年度以降、本研究開発成果を基に国際標準提案に向けた「開発成果標準化フォローアップ研究事業」に移行することとした。

## 《 2 》 - 2 G - X M L 技術を用いた電子地質図の高度利用化の研究開発

[16 年度計画]

ボーリングデータ、地質図及びメッシュとの組み合わせによる三次元表示手法の研究開発を行う。また、開発した地質情報提供システムの機能拡張のための研究開発及び G - X M L ボーリングデータのクライアントデータ対応ビューアの研究開発を行う。

[16 年度業務実績]

電子地質図とボーリングデータを組み合わせる三次元地質図を作成するプロトコルを確立し、地質情報システム (G-XML3.1) を完成させ、一般に公開した。

## 《 2 》 - 3 ダイオキシン類等の迅速超微量物分析装置の研究開発

[16 年度計画]

測定能力 1 ppt 以下の測定装置の実現を目指す。主要ダイオキシン（17 種類）のデータを取得すると共に、ガスクロマトグラフ質量分析計との整合性を取る。また、燃焼炉の実ガス実験を行い、実用化を目指す。

[16 年度業務実績]

主要ダイオキシン 17 種類をすべて測定でき、かつ、前処理を必要としないダイオキシン分析装置（感度 1 ppt 以下）を開発した。また、焼却炉発生ダイオキシン類の中で代表的な物質である 2,3,4,7,8-PnCDF のレーザー波長による異性体分離に世界で初めて成功した。

## 《 2 》 - 4 土壌中微生物の遺伝子資源の効率的探索・解析技術の開発

[16 年度計画]

1) 土壌微生物回収装置に適用するフローの最適化を図り実用化を目指す。また、土壌微生物をより効率的に吸着する新規な磁気微粒子の材料検討及び実用化を行う。

2) 大容量核酸抽出装置に適用する DNA 抽出フローの最適化を図り、実用化を目指す。パルスフィールド電気泳動装置を用いて長鎖 DNA 回収の実証を目指す。また、プラスミドライブラリー作成と未知有用遺伝子の検索及び同定を行う。

3) バイオストランドシステムを用いる微生物種モニタリングを実現するためのシステムの改良と実用化を目指す。また、バイオストランドを用いる発現群集解析の検討を行う。さらに、新規有用酵素の検索・開発を行う。

[16 年度業務実績]

大容量核酸抽出装置及び可搬型の土壌菌回収装置を開発した。この開発により現地での遺伝子回収効率が飛躍的に向上した。また、新規の磁気粒子の開発を行い、今までの磁気粒子で回収できなかった菌体を回収できるようになった。

## 《 2 》 - 5 ニューガラス<sup>1</sup>の設計に資するデータベース構築

[16 年度計画]

ガラス転移温度の光学的測定技術を開発し、 $\pm 2$  以内の再現性を確保する。また、データの少ない SiO<sub>2</sub>-高融点酸化物二元系ガラスを作成し、予測技術のためのデータの蓄積を行う。それから、3 種類以上の物性に関し理論関係式を導き出し誤データの抽出を行う。

さらに信頼度別区分けツールを評価改良するとともに、A ランク判定基準を固め、A ランクの選出作業に着手し、INTERGLAD ver.6 として開発成果を公開する。併せてバグの解消を行う。

[16 年度業務実績]

23 万ガラス、70 万データを収集したデータベースを構築し、INTERGLAD Ver6 として公開した。また、 $\pm 2$  以内の再現性のあるガラス転移温度の光学的測定技術を開発し、データの少ない SiO<sub>2</sub>-高融点酸化物二元系ガラスを作成して予測技術のためのデータの蓄積を行った。さらに、3 種類以上の物性に関し理論関係式を導き出すとともに誤データの抽出を行った。（実施体制：(社)ニューガラスフォーラム - 再委託 京都大学、京都工芸繊維大学）

1 ニューガラス：新しい組成や、機能を持ったガラスのこと。

### 《 3 》 計量器校正情報システム技術開発事業 [平成 13 年度～17 年度]

[16 年度計画]

計量器校正情報システム技術開発事業は、インターネット、光ファイバー網、全地球測位システム (GPS) 等の情報通信ネットワーク技術等を使用して、各種標準分野における遠隔校正技術<sup>2</sup>の研究開発を目的に、平成 16 年度は、下記 4 分野の研究開発を実施する。

[16 年度業務実績]

平成 16 年度は、計画に基づいて 4 分野の研究開発を実施した。具体的な実績は以下のとおり。

#### 《 3 》 - 1 時間標準

[16 年度計画]

国家標準による二次標準器の遠隔時間校正をこのプロジェクトで開発されたシステムを使って、測定時間 1 日に対し  $10^{-12}$  以下の不確かさで達成する。

[16 年度業務実績]

GPS コモンビュー方式周波数遠隔校正システムの開発を行い、日本国内 (つくば(AIST) - 大阪間、つくば(AIST) - 沖縄間) で性能評価を実施した。その結果、シングルチャネル方式受信機で 1 日平均で  $1 \times 10^{-12}$ 、マルチチャネル方式受信機で、 $5 \times 10^{-13}$  以内の不確かさで周波数遠隔校正が実施できることを明らかにした。同実測値に加え、各種誤差要因に起因する不確かさの大きさの評価を行い、実測値の根拠を明らかにした。

#### 《 3 》 - 2 長さ標準

##### 《 3 》 - 2 - 1 波長

[16 年度計画]

光コム<sup>3</sup>と波長安定化光源とを組み合わせると不確かさ  $10^{-10} \sim 10^{-11}$  の光周波数計測システムを確立する。また、線幅 10 Hz 以下、繰り返し周波数の安定度  $10^{-12}$  以下のモード同期ファイバレーザを開発する。フェムト秒モードロックパルスレーザを用いた、高精度かつ到達距離 200 m 以上の可搬型光波距離計の開発及び遠隔校正法の開発を行う。

[16 年度業務実績]

通信帯の安定化レーザと光周波数コムを組み合わせた光周波数計測システムを使って通信帯での安定化レーザの校正業務を準備した。レーザ筐体内の温度・機械特性を改善した超高安定なモード同期ファイバレーザ装置を作製し、また、水素メーザに同期した PLL 回路を用いることにより、その繰り返し周波数に  $8.5 \times 10^{-13}$  の安定度 (積分時間=1 秒) を得ることに成功した (目標数値  $1 \times 10^{-12}$  を達成した)。さらに、レーザからの光コム出力信号の 150 km 光伝送実験を行い、光伝送に用いる光増幅器から発生する自然放光雑音と光ファイバ中の光カー効果との相互作用により、光コム伝送信号に数 kHz のスペクトル広がりが生じることを明らかにした。

##### 《 3 》 - 2 - 2 光ファイバ応用

[16 年度計画]

数十 nm 以上のブロードなスペクトルを光源とする精密な低コヒーレンス干渉計<sup>4</sup>を開発する。異なる二点間にある測長用低コヒーレンス干渉計を 3km 長の光ファイバで連結し、標準研究所の長さ標準によって実用長さ標準器を遠隔で絶対校正できる標準供給システムを開発し、 $0.05 \mu\text{m} / 0.25 \text{ m}$  の測定不確かさを達成する。

[16 年度業務実績]

光通信帯  $1.55 \mu\text{m}$  の ASE 低コヒーレンス光源と簡易型近赤外光波干渉計を試作して長さ測定に取り掛かり、103 km 長の光ファイバを用いて、呼び寸法 50 mm のブロックゲージを 65 nm のばらつきで測定できた。また、実際に敷設されている情報通信用光ファイバ網を利用し、47 km の光ファイバを通して呼び寸法 100 mm のブロックゲージの遠隔校正を行い、測定のばらつきは約 90 nm を達成した。フェムト秒パルスレーザによる光コムモード間ビート (周波数標準にトレサブル) を利用した光波距離計の開発を開始し、位相測定器や評価系の誤差にのみ制限され、周期誤差のない高精度測定を実現した。

#### 《 3 》 - 3 電気標準

##### 《 3 》 - 3 - 1 直流

[16 年度計画]

商用電源が利用できる地球上の任意の場所において電圧標準の供給を可能にするため、GPS 周波数を基準として利用し 10 K 冷凍機による動作が可能なジョセフソン電圧標準システム<sup>5</sup> (電圧：最大 10 V) を確立し、不確かさ 0.1ppm



を達成する。平成 16 年度は、1.0V プログラマブル・ジョセフソン電圧標準素子実現のための素子集積技術（20 万個以上）の開発を行うと共に 1V プログラマブル・ジョセフソン電圧標準システムと SiS ジョセフソン素子を用いた従来の電圧標準システムとの間で精密比較試験を行う。

[16 年度業務実績]

窒化ニオブを電極素材とするジョセフソン素子を約 33 万個集積したプログラマブル・ジョセフソン電圧標準素子を作製し、周波数 16GHz のマイクロ波を照射することにより 9K において約 8V の電圧を発生させることに成功した。また、プログラマブル・ジョセフソン標準を精密に評価するために、4.2K（液体ヘリウム中）で 0.9V の電圧を発生させ、現行の国家標準としてのジョセフソン電圧標準と比較した結果  $4.3 \times 10^{-9}$  V 以内で一致していることを確認して国際会議 CPEM 2004 に報告した。

## 《 3 》 - 3 - 2 交流

[16 年度計画]

交流電圧標準の遠隔校正における信頼性向上を目的とし、安定な標準仲介器（インダクタンス二次標準器）の開発及び遠隔校正法の開発を行う。

[16 年度業務実績]

インダクタンス測定システムにおいて、中心的役割を果たす「同軸スキャナ」のプロトタイプ機の開発に成功した。また、Lab View を用いた自動測定プログラムの開発にも着手し、初期バージョンの開発を完了した。開発したプロトタイプ機およびプログラムソフトの動作確認を行なったところ、良好な結果を得た。

## 《 3 》 - 4 放射能標準

[16 年度計画]

インターネットを利用した双方向画像通信技術と遠隔操作技術を利用し、通常の標準核種の他、医療用の短半減期核種やガス状放射性核種などの移動困難な放射線源、及び Ge 検出器などの移動困難な特定二次用測定機器の遠隔校正技術を開発する。ガス状放射性核種の標準確立のため、放射性ガス絶対測定システムの実証試験を実施する。自己校正機能付き医療用放射線計測機器を開発し、遠隔校正できるシステムを構築する。

[16 年度業務実績]

複数の機関の所有する医療用放射能測定装置について、日本アイソトープ協会（岩手県）と放射線医学総合研究所（千葉県）において、核医学診断に用いられる短半減期の F-18 を用いて遠隔校正実験を行った。荷電粒子測定装置用仲介線源を作製し、日本アイソトープ協会の所有する特定二次標準器（荷電粒子測定装置）の校正を遠隔校正システムを用いて行った。これにより、移動困難な特定二次標準器を遠隔的に校正することができた。

## 《 3 》 - 5 その他

[16 年度業務実績]

平成 15 年度に実施した中間評価の結果を受け、前年度までに 11 テーマのうち 6 テーマを開発前倒し終了し、実用化の取り組みを実施し、今年度から 5 テーマに絞って実施している。

- ・平成 16 年 5 月 28 日に過去 3 年間の成果について、成果報告会を N E D O にて開催し、約 150 名の参加者があった。
- ・平成 16 年 7 月 29 日に産業技術総合研究所において見学会を開催し、約 50 名の参加者があった。
- ・成果報告会、見学会開催後アンケート調査を実施し当事業に関する産業界、ユーザーの意見、動向の取り入れを実施した。
- ・放射線、電気標準(AC-DC)、電気標準(直流)三次元標準等の事業者との間で実施している実証試験状況のヒアリングを実施した。
- ・上記成果報告会、見学会を受け、当事業が産業界にとって本当に使えるものとするために、引き続き各量ごとの勉強会を順次開催し、産業界の意見を取り入れてシステムを構築する方向で進めている。

2 遠隔校正技術：情報通信ネットワーク技術を使用して遠隔地との校正を行う技術

3 光コム：規則的に並んだ櫛の歯のようなスペクトルをもった光。

4 低コヒーレンス干渉計：波長幅が広い光（白色光や、低コヒーレンス光と呼ばれる）を干渉計の光源として用いると、干渉計中の光路長差がゼロの時のみ干渉縞が発生し、光路長差が大きいとき干渉縞は現れない。このような干渉計の呼称。

5 ジョセフソン電圧標準システム：超伝導のジョセフソン素子に高周波数電流を流すことで定電圧を発生させるシステム。

## 《 4 》 基盤技術研究促進事業 [平成 13 年度～]

[16 年度計画]

産業投資特別会計から出資を受けて「基盤技術研究促進事業」を実施する。「基盤技術研究促進事業」は飛躍的な技

術的進歩の達成や新規市場の創造等をもたらす知的資産が形成されるような鉱工業基盤技術に関する試験研究テーマを、柔軟な試験研究期間及び規模の設定の下で、民間からの優れた提案に係る試験研究の実施を当該提案者に委託する。また、これらの試験研究の実施に際しては、提案者との間で試験研究の全体計画等を規定する基本的な契約に基づき、試験研究の効果的かつ円滑な実施に努めるものとする。

なお、実施中の75件の事業のうち、42件については中間評価を実施し、結果を踏まえて適切な対処を行う。加えて、8件の事後評価を行う。

[16年度業務実績]

平成16年度は、継続分75件の事業を実施した。

中間評価を実施した40件については、その結果を踏まえ、必要に応じて研究の効果的かつ円滑な実施に向けた助言を行うとともに、うち2件については平成17年度以降の研究内容の修正を行い、1件については中止とした。

事後評価を実施した8件については、その結果を踏まえ、必要に応じて今後の事業化に向けた助言を行った。

事業の成果普及・広報のため、成果展示会を開催した（東京ビッグサイト：12月1日～3日）。

別表 1 - 1 総計

## 決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
運営費交付金	172,747	172,747	0
国庫補助金	62,051	46,241	15,810
都道府県補助金	567	763	196
受託収入	4,910	4,349	561
政府出資金	10,400	9,422	978
貸付回収金	3,993	8,949	4,956
業務収入	43,304	47,552	4,248
その他収入	4,048	3,423	625
計	302,020	293,446	8,574
支出			
業務経費	213,222	197,383	15,839
国庫補助金事業費	62,051	46,241	15,810
施設整備費	698	590	108
受託経費	4,910	4,349	561
借入金償還	1,850	1,850	0
支払利息	294	294	0
一般管理費	16,922	15,262	1,660
その他支出	638	0	638
計	300,585	265,968	34,617

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 2 一般勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
運営費交付金	41,626	41,626	0
国庫補助金	3,002	2,633	370
受託収入	4,910	4,349	561
業務収入	34	129	95
その他収入	550	463	87
計	50,122	49,199	923
支出			
業務経費	39,827	33,999	5,828
国庫補助金事業費	3,002	2,633	370
受託経費	4,910	4,349	561
一般管理費	2,281	2,047	234
計	50,020	43,028	6,992

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 3 電源利用勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
運営費交付金	36,838	36,838	0
国庫補助金	11,380	4,193	7,187
業務収入	32	269	237
その他収入	610	454	157
計	48,860	41,754	7,106
支出			
業務経費	35,005	29,696	5,309
国庫補助金事業費	11,380	4,193	7,187
一般管理費	2,397	2,250	146
計	48,781	36,139	12,642

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 4 石油及びエネルギー需給構造高度化勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
運営費交付金	94,283	94,283	0
国庫補助金	47,669	39,415	8,254
貸付回収金	93	93	0
業務収入	30	495	465
その他収入	899	837	62
計	142,974	135,123	7,851
支出			
業務経費	91,685	85,542	6,142
国庫補助金事業費	47,669	39,415	8,254
一般管理費	3,448	3,287	161
計	142,802	128,244	14,557

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 5 基盤技術研究促進勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
政府出資金	10,400	9,422	978
業務収入	8	304	296
その他収入	252	198	55
計	10,660	9,924	736
支出			
業務経費	10,412	9,556	856
一般管理費	193	183	10
計	10,605	9,739	866

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 6 研究基盤出資経過勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
業務収入	0	0	0
その他収入	13	13	0
計	13	13	0
支出			
一般管理費	6	3	3
計	6	3	3

百万円未満は四捨五入



別表 1 - 7 鉱工業承継勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
貸付回収金	1,744	2,255	511
業務収入	320	379	59
その他収入	204	220	16
計	2,268	2,854	587
支出			
業務経費	1	0	1
借入金償還	1,850	1,850	0
支払利息	294	294	0
一般管理費	203	135	68
計	2,348	2,279	69

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 8 石炭経過勘定

## 決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
都道府県補助金	567	763	196
貸付回収金	2,156	6,602	4,445
業務収入	2,451	4,294	1,843
その他収入	804	898	94
計	5,978	12,557	6,578
支出			
業務経費	2,552	4,228	1,676
一般管理費	2,885	2,512	373
計	5,437	6,740	1,303

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 9 特定アルコール販売勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
業務収入	14,162	14,246	84
その他収入	4	4	1
計	14,166	14,249	84
支出			
業務経費	13,409	13,489	80
一般管理費	746	734	12
計	14,156	14,223	68

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 10 アルコール製造勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
業務収入	14,123	15,301	1,178
その他収入	705	320	386
計	14,828	15,620	792
支出			
業務経費	9,345	9,640	295
施設整備費	698	590	108
一般管理費	3,782	3,184	598
その他支出	638	0	638
計	14,462	13,414	1,049

百万円未満は四捨五入

別表1-11 一般アルコール販売勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
業務収入	27,536	28,213	676
その他収入	6	47	41
計	27,542	28,259	717
支出			
業務経費	26,382	27,342	960
一般管理費	979	926	53
計	27,361	28,268	908

百万円未満は四捨五入

別表 1 - 12 特定事業活動等促進経過勘定

決算報告書

単位：百万円

	予算額	決算額	差額
収入			
業務収入	2	2	1
その他収入	1	1	0
計	3	2	0
支出			
一般管理費	2	0	2
計	2	0	2

百万円未満は四捨五入

別表2-1 総計

貸借対照表		単位：百万円	
<b>資 産</b>		<b>負 債</b>	
流動資産	217,465	流動負債	153,834
現金及び預金	174,663	運営費交付金債務	46,840
その他流動資産	42,801	その他流動負債	106,993
固定資産	86,572	固定負債	24,226
有形固定資産	20,376	資産見返負債	1,005
減価償却累計額	2,182	長期預り補助金等	8,369
無形固定資産	257	その他固定負債	14,851
投資その他の資産	68,120	負債計	<u>178,060</u>
		資 本	
		資本金	162,978
		資本剰余金	780
		繰越欠損金	37,781
		承継欠損金	131
		積立金	1,307
		当期末処理損失	38,956
		(うち当期総損失)	8,945
		資本計	<u>125,977</u>
<b>資産合計</b>	<u>304,038</u>	<b>負債資本合計</b>	<u>304,038</u>

別表2-2 総計

損益計算書		単位：百万円	
<b>経常費用</b>		<b>経常収益</b>	
業務費	248,672	運営費交付金収益	155,022
給与手当	1,951	業務収入	41,594
減価償却費	1,056	受託収入	4,349
材料費	20,929	補助金等収益	51,575
外部委託費	139,087	資産見返負債戻入	100
補助事業費	67,382	財務収益	522
その他	18,265	雑益	2,098
一般管理費	12,248		
給与手当	4,855		
減価償却費	127		
その他	7,265		
財務費用	285		
雑損	1,171		
<b>経常費用合計</b>	<u>262,378</u>	<b>経常収益合計</b>	<u>255,264</u>
<b>臨時損失</b>	<u>2,379</u>	<b>臨時利益</b>	<u>547</u>
		当期純損失	<u>8,945</u>

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 2 - 3 一般勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	28,596	流動負債	26,361
現金及び預金	25,651	運営費交付金債務	11,520
その他流動資産	2,945	その他流動負債	14,840
固定資産	1,041	固定負債	179
有形固定資産	618	資産見返負債	103
減価償却累計額	26	長期預り金	75
無形固定資産	0	その他固定負債	1
投資その他の資産	448	負債計	26,540
		資 本	
		資本金	2,603
		資本剰余金	21
		利益剰余金	515
		資本計	3,097
資産合計	29,638	負債資本合計	29,638

別表 2 - 4 一般勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
業務費	40,753	運営費交付金収益	35,771
給与手当	155	受託収入	4,349
外部委託費	28,017	補助金等収益	2,632
補助事業費	11,932	資産見返負債戻入	7
その他	647	財務収益	10
一般管理費	2,038	雑益	322
給与手当	959		
減価償却費	8		
その他	1,070		
財務費用	0		
雑損	59		
経常費用合計	42,851	経常収益合計	43,094
当期純利益	249	臨時利益	6

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。



別表 2 - 5 電源利用勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	35,741	流動負債	34,959
現金及び預金	33,745	運営費交付金債務	12,272
その他流動資産	1,996	その他流動負債	22,686
固定資産	897	固定負債	319
有形固定資産	800	資産見返負債	237
減価償却累計額	29	長期預り金	81
無形固定資産	0	その他固定負債	1
投資その他の資産	125	負債計	35,279
		資 本	
		資本金	936
		資本剰余金	22
		利益剰余金	446
		資本計	1,360
資産合計	36,639	負債資本合計	36,639

別表 2 - 6 電源利用勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
業務費	33,500	運営費交付金収益	31,539
給与手当	134	補助金等収益	4,173
外部委託費	30,587	資産見返負債戻入	9
補助事業費	2,293	財務収益	14
その他	484	雑益	506
一般管理費	2,245		
給与手当	1,022		
減価償却費	9		
その他	1,213		
財務費用	0		
雑損	241		
経常費用合計	35,987	経常収益合計	36,243
当期純利益	263	臨時利益	7

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 2 - 7 石油及びエネルギー需給構造高度化勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	74,475	流動負債	69,787
現金及び預金	67,509	運営費交付金債務	23,047
その他流動資産	6,966	その他流動負債	46,740
固定資産	1,865	固定負債	911
有形固定資産	1,587	資産見返負債	601
減価償却累計額	151	長期預り金	121
無形固定資産	2	その他固定負債	188
投資その他の資産	427	負債計	70,699
		資 本	
		資本金	5,524
		資本剰余金	47
		利益剰余金	166
		資本計	5,642
資産合計	76,341	負債資本合計	76,341

別表 2 - 8 石油及びエネルギー需給構造高度化勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
業務費	124,779	運営費交付金収益	87,712
給与手当	537	業務収益	11
外部委託費	70,973	補助金等収益	40,150
補助事業費	49,433	資産見返負債戻入	76
その他	3,835	財務収益	33
一般管理費	3,354	雑益	1,059
給与手当	1,537		
減価償却費	90		
その他	1,727		
財務費用	0		
雑損	774		
経常費用合計	128,909	経常収益合計	129,043
臨時損失	9	臨時利益	13
当期純利益	138		

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 2 - 9 基盤技術研究促進勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	2,512	流動負債	2,041
現金及び預金	2,166	その他流動負債	2,041
その他流動資産	346		
		固定負債	198
固定資産	10,018	その他固定負債	198
有形固定資産	4	負債計	<u>2,240</u>
減価償却累計額	0		
無形固定資産	0	資 本	
投資その他の資産	10,014	資本金	42,573
		繰越欠損金	32,282
		資本計	10,290
資産合計	12,530	負債資本合計	12,530

別表 2 - 10 基盤技術研究促進勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
業務費	9,555	業務収益	3
給与手当	41	財務収益	201
外部委託費	9,455	雑益	301
その他	57		
一般管理費	183		
給与手当	85		
減価償却費	0		
その他	96		
財務費用	0		
雑損	2		
経常費用合計	9,740	経常収益合計	505
臨時損失	<u>57</u>	当期純損失	9,292

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表2-11 研究基盤出資経過勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	947	流動負債	0
現金及び預金	544	その他流動負債	0
その他流動資産	402		
固定資産	2,941	資 本	
有形固定資産	0	資本金	9,533
減価償却累計額	0	資本剰余金	872
無形固定資産	0	繰越欠損金	6,516
投資その他の資産	2,940	資本計	<u>3,889</u>
資産合計	3,889	負債資本合計	3,889

別表2-12 研究基盤出資経過勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
一般管理費	2	財務収益	12
給与手当	0	雑益	0
減価償却費	0		
その他	2		
経常費用合計	2	経常収益合計	12
臨時損失	<u>560</u>	当期純損失	<u>550</u>

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 2 - 13 鋳工業承継勘定

資 産		負 債	
流動資産	8,961	流動負債	1,526
現金及び預金	3,818	その他流動負債	1,526
その他流動資産	5,143		
		固定負債	3,800
固定資産	14,067	その他固定負債	3,800
有形固定資産	2	負債計	<u>5,326</u>
減価償却累計額	0		
無形固定資産	0	資 本	
投資その他の資産	14,065	資本金	18,392
		資本剰余金	42
		繰越欠損金	732
		資本計	<u>17,702</u>
資産合計	23,029	負債資本合計	23,029

別表 2 - 14 鋳工業承継勘定

経常費用		経常収益	
業務費	32	業務収益	158
その他	32	財務収益	207
一般管理費	135	雑益	3
給与手当	40		
その他	94		
財務費用	285		
雑損	0		
経常費用合計	453	経常収益合計	369
臨時損失	<u>28</u>	臨時利益	<u>143</u>
当期純利益	<u>30</u>		

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表2 - 15 石炭経過勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	34,420	流動負債	1,599
現金及び預金	20,238	その他流動負債	1,599
その他流動資産	14,182		
		固定負債	12,553
固定資産	41,479	資産見返負債	64
有形固定資産	1,590	長期預り補助金等	8,369
減価償却累計額	18	その他固定負債	4,119
無形固定資産	0	負債計	14,153
投資その他の資産	39,907		
		資 本	
		資本金	64,117
		資本剰余金	42
		繰越欠損金	2,328
		資本計	61,745
資産合計	75,899	負債資本合計	75,899

別表2 - 16 石炭経過勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
業務費	3,996	業務収益	243
外部委託費	53	補助金等収益	4,618
補助事業費	3,722	資産見返負債戻入	6
その他	219	財務収益	37
一般管理費	2,256	雑益	194
給与手当	725		
減価償却費	9		
その他	1,521		
財務費用	0		
雑損	76		
経常費用合計	6,329	経常収益合計	5,100
臨時損失	931	臨時利益	125
		当期純損失	2,035

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 2 - 17 特定アルコール販売勘定

貸借対照表		単位：百万円	
<b>資 産</b>		<b>負 債</b>	
流動資産	13,045	流動負債	12,901
現金及び預金	10,164	その他流動負債	12,901
その他流動資産	2,880		
		固定負債	77
		その他固定負債	77
		負債計	<u>12,978</u>
		資 本	
		資本金	32
		利益剰余金	34
		資本計	66
資産合計	13,045	負債資本合計	13,045

別表 2 - 18 特定アルコール販売勘定

損益計算書		単位：百万円	
<b>経常費用</b>		<b>経常収益</b>	
業務費	13,489	業務収益	14,245
材料費	1,282	財務収益	2
国庫納付金	12,206	雑益	0
一般管理費	736		
給与手当	33		
その他	703		
経常費用合計	14,225	経常収益合計	14,249

当期純利益	<u>23</u>
-------	-----------

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 2 - 19 アルコール製造勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	11,880	流動負債	2,931
現金及び預金	7,643	その他流動負債	2,931
その他流動資産	4,237		
		固定負債	5,752
固定資産	14,110	その他固定負債	5,752
有形固定資産	15,773	負債計	<u>8,683</u>
減価償却累計額	1,956		
無形固定資産	253	資 本	
投資その他の資産	40	資本金	14,458
		利益剰余金	2,848
		資本計	17,307
資産合計	25,991	負債資本合計	25,991

別表 2 - 20 アルコール製造勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
業務費	11,807	業務収益	14,797
給与手当	1,081	財務収益	1
減価償却費	1,056	雑益	638
材料費	8,487		
その他	1,183		
一般管理費	864		
給与手当	322		
減価償却費	10		
その他	531		
雑損	17		
経常費用合計	12,689	経常収益合計	15,437
臨時損失	<u>790</u>		
当期純利益	<u>1,957</u>		

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。



別表 2 - 21 一般アルコール販売勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	10,196	流動負債	5,333
現金及び預金	2,569	その他流動負債	5,333
その他流動資産	7,627		
		固定負債	295
		その他固定負債	295
		負債計	<u>5,628</u>
		資 本	
		資本金	4,306
		利益剰余金	261
		資本計	4,568
資産合計	10,196	負債資本合計	10,196

別表 2 - 22 一般アルコール販売勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
業務費	27,112	業務収益	28,212
材料費	27,112	財務収益	0
一般管理費	935	雑益	6
給与手当	127		
その他	807		
経常費用合計	28,047	経常収益合計	28,219
当期純利益	<u>172</u>		

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。  
百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 2 - 23 特定事業活動等促進経過勘定

貸借対照表		単位：百万円	
資 産		負 債	
流動資産	611	流動負債	0
現金及び預金	611	その他流動負債	0
その他流動資産	0		
		固定負債	139
固定資産	150	その他固定負債	139
投資その他の資産	150	負債計	<u>139</u>
		資 本	
		資本金	500
		利益剰余金	122
		資本計	<u>622</u>
資産合計	761	負債資本合計	761

別表 2 - 24 特定事業活動等促進経過勘定

損益計算書		単位：百万円	
経常費用		経常収益	
一般管理費	0	業務収益	1
給与手当	0	財務収益	0
その他	0	雑益	0
経常費用合計	0	経常収益合計	2
当期純利益	<u>253</u>	臨時利益	<u>251</u>

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 3 - 1 総計

キャッシュ・フロー計算書

単位：百万円

業務活動によるキャッシュ・フロー	52,861
投資活動によるキャッシュ・フロー	57,341
財務活動によるキャッシュ・フロー	10,733
資金増加額	6,253
資金期首残高	5,363
資金期末残高	11,616

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 3 - 2 一般勘定

キャッシュ・フロー計算書

単位：百万円

業務活動によるキャッシュ・フロー	11,664
投資活動によるキャッシュ・フロー	11,317
財務活動によるキャッシュ・フロー	750
資金増加額	1,097
資金期首残高	1,054
資金期末残高	2,151

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 3- 3 電源利用勘定

キャッシュ・フロー計算書		単位：百万円
業務活動によるキャッシュ・フロー		18,520
投資活動によるキャッシュ・フロー		17,748
財務活動によるキャッシュ・フロー		0
資金増加額		771
資金期首残高		673
資金期末残高		1,445

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表3-4 石油及びエネルギー需給構造高度化勘定

キャッシュ・フロー計算書		単位：百万円
業務活動によるキャッシュ・フロー		26,807
投資活動によるキャッシュ・フロー		27,494
財務活動によるキャッシュ・フロー		1,801
資金増加額		1,114
資金期首残高		1,095
資金期末残高		2,209

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表3-5 基盤技術研究促進勘定

キャッシュ・フロー計算書		単位：百万円
業務活動によるキャッシュ・フロー		10,101
投資活動によるキャッシュ・フロー		2,769
財務活動によるキャッシュ・フロー		9,421
資金増加額		2,089
資金期首残高		77
資金期末残高		2,166

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 3- 6 研究基盤出資経過勘定

キャッシュ・フロー計算書		単位：百万円
業務活動によるキャッシュ・フロー	9	
投資活動によるキャッシュ・フロー	0	
資金増加額	9	
資金期首残高	35	
資金期末残高	44	

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。



別表3-7 鋳工業承継勘定

キャッシュ・フロー計算書

単位：百万円

業務活動によるキャッシュ・フロー	2,407
投資活動によるキャッシュ・フロー	484
財務活動によるキャッシュ・フロー	1,849
資金増加額	73
資金期首残高	444
資金期末残高	518

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表3-8 石炭経過勘定

キャッシュ・フロー計算書		単位：百万円
業務活動によるキャッシュ・フロー	1,357	
投資活動によるキャッシュ・フロー	567	
財務活動によるキャッシュ・フロー	0	
資金増加額	789	
資金期首残高	488	
資金期末残高	1,278	

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 3 - 9 特定アルコール販売勘定

キャッシュ・フロー計算書

単位：百万円

業務活動によるキャッシュ・フロー	609
投資活動によるキャッシュ・フロー	630
資金増加額	20
資金期首残高	164
資金期末残高	184

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 3- 10 アルコール製造勘定

キャッシュ・フロー計算書

単位：百万円

業務活動によるキャッシュ・フロー	3,569
投資活動によるキャッシュ・フロー	3,421
資金増加額	148
資金期首残高	595
資金期末残高	743

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表3-11 一般アルコール販売勘定

キャッシュ・フロー計算書

単位：百万円

業務活動によるキャッシュ・フロー	765
投資活動によるキャッシュ・フロー	900
資金増加額	134
資金期首残高	734
資金期末残高	869

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。

別表 3 - 12 特定事業活動等促進経過勘定

キャッシュ・フロー計算書		単位：百万円
業務活動によるキャッシュ・フロー	0	
投資活動によるキャッシュ・フロー	607	
財務活動によるキャッシュ・フロー	610	
資金増加額	4	
資金期首残高	-	
資金期末残高	4	

百万円未満切り捨てのため、合計と一致しない場合があります。