

事業報告書

平成21事業年度



目次

I 本編

1. 国民の皆様へ	1
2. 基本情報.....	1
(1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構の概要	1
(2) 本社・支部等の住所	3
(3) 資本金の状況	4
(4) 役員の状況.....	4
(5) 常勤職員の状況	4
3. 簡潔に要約された財務諸表.....	5
4. 財務情報.....	8
(1) 財務諸表の概況	8
(2) 施設等投資の状況（重要なもの）	13
(3) 予算・決算の概況.....	14
(4) 経費削減及び効率化目標との関係	14
5. 事業の説明	15
(1) 財源構造	15
(2) 財務データ及び業務実績報告書と関連付けた事業説明.....	15

II 参考編（平成21年度の事業実績）

1. 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	17
(1) 産業技術開発関連業務	17
(ア) 研究開発マネジメントの高度化.....	17
(イ) 研究開発の実施	22
(ウ) 産業技術人材養成の推進.....	27
(エ) 技術経営力の強化に関する助言	27
(2) 新エネルギー・省エネルギー関連業務等	29
(3) 産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等の 実施に係る共通の実施方針.....	31
(ア) 企画・公募段階	31
(イ) 業務実施段階	32
(ウ) 評価及びフィードバック	33
(エ) 成果の広報・情報発信に関する事項.....	34
(4) クレジット取得関連業務.....	36
(ア) 企画・公募段階	37
(イ) 業務実施段階	38
(ウ) 評価及びフィードバック	38
(5) 債務保証経過業務・貸付経過業務	39
(6) 石炭経過業務.....	39
(ア) 貸付金償還業務	39
(イ) 旧鉱区管理等業務.....	40

2. 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	40
(1) 機動的・効率的な組織	40
(2) 自己改革と外部評価の徹底	41
(3) 職員の意欲向上と能力開発	42
(4) 業務の電子化の推進	43
(5) 外部能力の活用	44
(6) 省エネルギー及び省資源の推進と環境への配慮	44
(7) 業務の効率化	45
(8) 石炭経過業務の効率化に関する事項	47
(9) 随意契約の見直しに関する事項	47
(10) コンプライアンスの推進	47
3. 予算（人件費見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画	48
4. 短期借入金の限度額	52
5. 重要な財産の譲渡・担保計画	52
6. 剰余金の使途	53
7. その他主務省令で定める事項等	53
8. 産業技術開発関連業務における技術分野ごとの事業	55
< 1 > ライフサイエンス分野	55
< 2 > 情報通信分野	84
< 3 > 環境分野	107
< 4 > ナノテクノロジー・材料分野	119
< 5 > エネルギー分野	151
< 6 > 新製造技術分野	152
< 7 > 各分野の境界分野・融合分野及び知的基盤研究分野	159
9. 新エネルギー・省エネルギー関連業務等における技術分野ごとの事業	160
< 1 > 燃料電池・水素エネルギー利用技術分野	160
< 2 > 新エネルギー技術分野	176
< 3 > 省エネルギー技術分野	194
< 4 > 環境調和型エネルギー技術分野	202
< 5 > 国際関連分野	207
< 6 > 石炭資源開発分野	211
< 7 > 技術開発等で得られた知見の活用等	213

I 本 編

1. 国民の皆様へ

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。）は、我が国のエネルギー・環境分野及び産業技術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」、「京都議定書目標達成計画」、経済産業省が定める「イノベーションプログラム基本計画」、産学連携に関する施策等の国の政策に沿って、エネルギー・環境関連技術の開発とその導入・普及の促進、研究開発事業の適切なマネジメントとその成果の普及を通じ、我が国の内外のエネルギー・環境問題の解決及び産業競争力の強化並びに国民経済の発展に貢献しております。事業の実施にあたっては、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しております。

平成 21 事業年度においては、年度計画に基づき産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務、クレジット取得関連業務などを、着実に、かつ戦略的に実施することにより、後述しますとおり各業務において大きな成果を挙げております（参照：平成 21 事業年度実績）。特に、平成 21 年度は、低炭素社会の構築に向け、産学官の総力を結集して蓄電池の抜本的な性能向上を目指す大型研究拠点の立ち上げ、米国とのスマートグリッド共同実証事業の開始、国内のみならず中国、豪州、UAE など海外での水循環実証事業の推進、フランスの環境エネルギー庁をはじめとする EU 諸国との再生可能エネルギー分野での協力などを行い、エネルギー・環境問題に積極的に取り組むと同時に、グローバルな活動にも力を入れております。

このような活動を今後も積極的に推進し、「エネルギー・地球環境問題の解決」と「産業競争力の強化」をもって、経済社会の持続的成長の実現に向けたイノベーション創出を推進する役割を果たして参ります。

2. 基本情報

(1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構の概要

① 目的

機構は、石油代替エネルギーに関する技術及びエネルギー使用合理化のための技術並びに鉱工業の技術に関し、民間の能力を活用して行う研究開発（研究及び開発をいう。以下同じ。）、民間において行われる研究開発の促進、これらの技術の利用の促進等の業務を国際的に協調しつつ総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその企業化の促進を図り、もって内外の経済的社会的環境に応じたエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保並びに経済及び産業の発展に資することを目的としております。このほか、気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書（以下「京都議定書」という。）第六条 3 に規定する排出削減単位の取得に通ずる行動に参加すること、京都議定書第十二条 9 に規定する認証された排出削減量の取得に参加すること及び京都議定書第十七条に規定する排出量取引に参加すること等により、我が国のエネルギーの利用及び産業活動に対する著しい制約を回避しつつ京都議定書第三条の規定に基づく約束を履行することに寄与することを目的としております。（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第四条）

② 業務内容

機構は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第四条の目的を達成するため、以下の業務を行います。

i) 産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等

- ・我が国産業競争力の源泉となる産業技術について、以下の各技術分野において将来の産業において核となる技術シーズの発掘、産業競争力の基盤となるような中長期的プロジェクト及び実用化開発まで各段階の研究開発を行う。

【技術分野】

- < 1 > ライフサイエンス分野
- < 2 > 情報通信分野
- < 3 > 環境分野
- < 4 > ナノテクノロジー・材料分野
- < 5 > エネルギー分野
- < 6 > 新製造技術分野
- < 7 > 各分野の境界分野・融合分野及び関連分野

- ・エネルギーの安定供給、地球環境問題の解決等に資するため、新エネルギー（太陽光、風力、廃棄物、バイオマス、水力、地熱等）・省エネルギーにおける政府として重点的に取り組むべき分野の技術開発と、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における適用可能性を検証するための実証試験、新エネルギー・省エネルギー技術の導入助成等の導入普及業務及び石炭資源開発業務等を行う。

ii) クレジット取得関連業務

- ・京都議定書の削減目標を達成するため、クリーン開発メカニズム（CDM）・共同実施（JI）・グリーン投資スキーム（GIS）を活用し、クレジットの取得関連業務を行う。

iii) 債務保証経過業務・貸付経過業務

- ・省エネルギー・リサイクル推進に係る債務保証業務については、保証継続案件及び求償権を有している案件について、債務保証先の適切な管理及び求償権の回収額から回収コストを差し引いた額の最大化に向け適切な措置を講じる。
- ・鉱工業承継業務に係る貸付金の回収については、債権の管理を適切に行い、回収額の最大化に向けて計画的に進める。

iv) 石炭経過業務

- ・貸付金償還業務について、回収額の最大化及び管理コストの最小化に考慮し、計画的な貸付金回収を行う。
- ・旧鉱区管理等業務について、旧石炭鉱業構造調整臨時措置法（昭和三十年制定）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防止のため当該鉱区及びボタ山の管理を行う。

③沿革

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（経過業務）を追加
平成 18 年 4 月	アルコール事業本部を完全民営化に向け特殊会社化に移行。 （日本アルコール産業株式会社法の施行）
平成 18 年 7 月	京都メカニズム クレジット取得関連業務を追加
平成 19 年 4 月	技術経営力の強化に関する助言業務を追加

④設立根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法（平成十四年十二月十一日・法律第百四十五号）

⑤主務大臣（主務省所管課等）

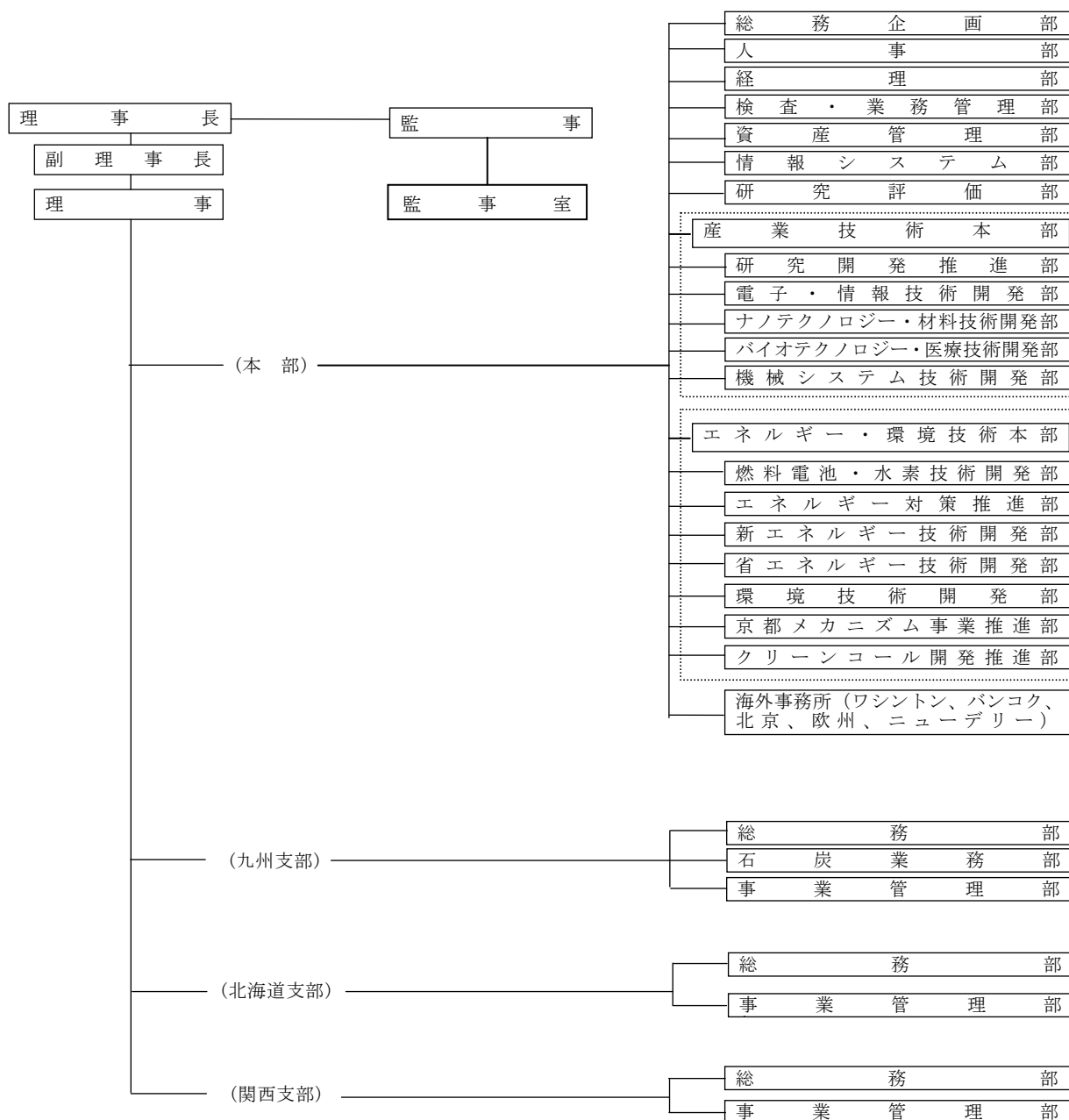
経済産業大臣（経済産業省産業技術環境局技術振興課）

※京都メカニズムクレジット取得事業は経済産業大臣及び環境大臣

⑥組織図

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 22 年 3 月 31 日現在)



(2) 本社・支部等の住所

- ①本部 〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310 番
ミューザ川崎セントラルタワー 16～21 階

- ②九州支部 〒812-0011 福岡県福岡市博多区博多駅二丁目 19-24
大博センタービル 10 階

③北海道支部 〒060-0003 北海道札幌市中央区北三条西三丁目1-47
NORTH33 ビル 8階

④関西支部 〒530-0001 大阪府大阪市北区梅田三丁目3-10
梅田ダイビル 16階

(3) 資本金の状況

(単位：百万円)

区 分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高
政府出資金	129,143	5,500	-	134,643
民間出資金	215	-	-	215
資本金合計	129,358	5,500	-	134,858

(4) 役員状況（平成22年3月31日現在）

役 職	氏 名	任 期	担 当	経 歴
理 事 長	村田 成二	自 H19.10.1 至 H23.9.30		経済産業事務次官 日本生命保険相互会社特別顧問
副 理 事 長	福水 健文	自 H21.8.17 至 H23.9.30	業務運営全般についての 理事長補佐、総務企画、人 事、資産管理、検査、経理 担当	中小企業庁長官
理 事	鈴木 富雄	自 H22.1.1 至 H23.9.30	研究開発推進、研究評価、 情報システム担当	(株)神鋼環境ソリューション技監
理 事	植田 文雄	自 H21.8.17 至 H23.9.30	新エネルギー技術開発、省 エネルギー技術開発担当	トヨタ自動車(株)車両材料技術部 バイオマス技術開発室シニアスタッ フ
理 事	和坂 貞雄	自 H19.10.1 至 H23.9.30	環境技術開発、燃料電池・ 水素技術開発、クリーンコ ール開発推進担当	(独)新エネルギー・産業技術総合 開発機構 環境技術開発部長
理 事	小井沢 和明	自 H19.7.10 至 H23.9.30	エネルギー・環境技術全 般、エネルギー対策推進、 京都メカニズム事業推進 担当	(独)新エネルギー・産業技術総合 開発機構 新エネルギー技術開発部 長
理 事	古谷 毅	自 H20.7.12 至 H23.9.30	産業技術開発全般、電子・ 情報技術開発、機械システ ム技術開発、ナノテクノロ ジー・材料技術開発、パイ オテクノロジー・医療技術 開発担当	文部科学省大臣官房審議官(研究開 発局担当)
監 事	徳本 恒徳	自 H21.9.1 至 H23.9.30	監査業務担当	東京ガス(株)常勤監査役
監 事 (非常勤)	渡辺 通春	自 H21.9.1 至 H23.9.30	監査業務担当	(株)東芝顧問 (株)東芝機械監査役(非常勤)

(5) 常勤職員の状況

常勤職員は平成21年度末において1,037名(前期末比+93名、9.9%増)であり、平均年齢は45歳(前期末45歳)となっています。

(注)時点は、平成22年1月1日現在。

3. 簡潔に要約された財務諸表

① 貸借対照表 (<http://www.nedo.go.jp/jyouhoukoukai/teikyuu/3taisayaku.html>)

(単位：百万円)

資 産	H22.3.31 現在	負 債	H22.3.31 現在
流動資産	75,856	流動負債	63,554
現金及び預金	68,007	運営費交付金債務	49,264
有価証券	1,300	預り補助金等	1,138
前渡金	1,654	未払金	9,121
貸付金	773	為替予約	3,566
未収金	3,793	その他の流動負債	466
その他の流動資産	328	固定負債	13,480
固定資産	84,798	長期借入金	54
有形固定資産	4,471	退職給付引当金	1,476
減価償却累計額	△992	保証債務損失引当金	1,067
減損損失累計額	△802	鉱害賠償担保預り金	1,665
無形固定資産	4	受託事業預り金	8,535
投資有価証券	63,187	その他の固定負債	684
長期前渡金	8,535	負債合計	77,034
投資その他の資産	10,396	純 資 産	H22.3.31 現在
資産合計	160,654	資本金	134,858
		資本剰余金	△1,065
		利益剰余金 (△ 繰越欠損金)	△46,607
		前中期目標期間繰越積立金	71
		積立金	1,355
		前年度繰越欠損金	△44,108
		当期総利益	2,557
		△ 当期総損失	△6,481
		評価・換算差額等	△3,566
		純資産合計	83,620
		負債・純資産合計	160,654

※ 金額の欄の計数は、原則として四捨五入によっているので端数において合計と一致しないものがあります。

② 損益計算書 (<http://www.nedo.go.jp/jyouhoukoukai/teikyuu/3taisayaku.html>)

(単位：百万円)

経 常 費 用	H21.4.1~H22.3.31
業務費	268,125
給与手当	1,056
外部委託費	129,852
補助事業費	65,912
請負費	1,513
貸倒引当金繰入額	591
保証債務損失引当金繰入額	1,059
その他の業務費	68,142
一般管理費	8,798
給与手当	3,642
減価償却費	172
その他の一般管理費	4,984
財務費用	22
雑損	771
経常費用合計	277,716
経 常 収 益	H21.4.1~H22.3.31
運営費交付金収益	156,603
業務収益	40
受託収入	66,126
補助金等収益	45,059
資産見返負債戻入	162
財務収益	1,196
雑益	2,817
経常収益合計	272,001
経常損失	△5,715
臨時損失	△72
臨時利益	1,858
当期純利益	2,553
△ 当期純損失	△6,481
前中期目標期間繰越積立金取崩額	4
当期総利益	2,557
△ 当期総損失	△6,481

※ 金額の欄の計数は、原則として四捨五入によっているので端数において合計と一致しないものがあります。

③ キャッシュ・フロー計算書 (<http://www.nedo.go.jp/jyouhoukoukai/teikyou/3taisaku.html>)

(単位 : 百万円)

項 目	H21. 4. 1～H22. 3. 31
I. 業務活動によるキャッシュ・フロー (支出：原材料、商品又はサービスの購入等) (収入：運営費交付金、補助金等)	25,673
II. 投資活動によるキャッシュ・フロー (支出：定期預金の預入等) (収入：定期預金の払戻等)	△29,225
III. 財務活動によるキャッシュ・フロー (支出：長期借入金の返済) (収入：政府出資金の受入)	5,016
IV. 資金増加額 (△資金減少額)	<u>1,464</u>
V. 資金期首残高	1,748
VI. 資金期末残高	<u>3,212</u>

※ 金額の欄の計数は、原則として四捨五入によっているので端数において合計と一致しないものがあります。

④ 行政サービス実施コスト計算書 (<http://www.nedo.go.jp/jyouhoukoukai/teikyou/3taisaku.html>)

(単位 : 百万円)

項 目	H21. 4. 1～H22. 3. 31
I. 業務費用	<u>205,820</u>
損益計算書上の費用	277,788
(控除) 自己収入等	△71,968
II. 損益外減価償却相当額	<u>6</u>
III. 引当外賞与見積額	<u>△5</u>
IV. 引当外退職給付増加見積額	<u>111</u>
V. 機会費用	<u>2,774</u>
国有財産無償使用の機会費用	948
政府出資等の機会費用	1,826
VI. (控除) 法人税等及び国庫納付額	<u>△757</u>
VII. 行政サービス実施コスト	<u>207,949</u>

※ 金額の欄の計数は、原則として四捨五入によっているので端数において合計と一致しないものがあります。

(参考) 財務諸表の科目の説明 (主なもの)

① 貸借対照表

現金及び預金：現金、1年以内に満期の到来する預金

有価証券：1年以内に満期の到来する国債、政府保証債、その他の債券

前渡金：通常の業務活動において発生した前渡金

貸付金：融資事業の貸付元本

未収金：通常の業務活動において発生した未収入金

その他の流動資産：未収収益、前払費用等

有形固定資産：建物、構築物、機械及び装置、車両運搬具、工具器具備品、土地など長期にわたって使用または利用する有形の固定資産

減価償却累計額：損益計算書に計上された減価償却費の累計額及び損益外減価償却相当額の累計額

減損損失累計額：固定資産の使用しない決定を行い、中期計画等で想定した業務を行った上で発生した減損額

無形固定資産：電話加入権

投資有価証券：1年以内に満期の到来しない国債、政府保証債、その他の債券

長期前渡金：排出量取引によるクレジット取得に係る前渡金

投資その他の資産：破産更生債権等、敷金・保証金等

運営費交付金債務：国からの運営費交付金のうち、未実施の部分に該当する債務残高

預り補助金等：補助金の概算交付に係る預り金

未払金：通常の業務活動において発生した未払金

為替予約：排出量取引によるクレジット取得のための将来の外貨建取引に係る評価差額

その他の流動負債：1年内返済予定長期借入金、預り金等

長期借入金：事業資金等の調達のため借入れた1年以内に支払期限の到来しない借入金

退職給付引当金：退職給付に係る引当金(運営費交付金に基づく収益以外の収益によってその支払い財源が予定されているもの)

保証債務損失引当金：債務保証に係る損失に備えるための引当金

鉱害賠償担保預り金：石炭経過業務における鉱害発生時の賠償に備えるための担保預り金

受託事業預り金：国からの受託事業における預り金

その他の固定負債：資産見返負債、長期前受収益等

資本金：国及び民間からの出資金

資本剰余金：資本金及び利益剰余金以外の資本

利益剰余金：業務に関連して発生した剰余金の累計額

繰越欠損金：業務に関連して発生した欠損金の累計額

積立金：当期未処分利益を每期積み立てた合計額

前中期目標期間繰越積立金：前中期目標期間の最後の事業年度の利益処分により、現中期目標期間に繰り越すこととされた積立金

評価・換算差額等：排出量取引によるクレジット取得のための将来の外貨建取引に係る評価差額

② 損益計算書

業務費：業務に要した費用

一般管理費：当法人の運営に必要な職員等に要する給与、賞与等の人件費及び賃借料等

財務費用：利息の支払に要する経費

運営費交付金収益：国からの運営費交付金のうち、当期の収益として認識した収益

業務収益：貸付金利息収入等

受託収入：国からの受託事業に係る収入

補助金等収益：国からの補助金のうち、当期の収益として認識した収益

資産見返負債戻入：補助金等を財源として償却資産を取得したときの当該資産に係る当事業年度分の減価償却費

財務収益：有価証券利息 等

臨時損益：固定資産の売却損益等が該当

前中期目標期間繰越積立金取崩額：前中期目標期間繰越積立金のうち、当事業年度に取り崩した額

③ キャッシュ・フロー計算書

業務活動によるキャッシュ・フロー：通常の業務の実施に係る資金の状態を表し、サービスの提供等による収入、原材料、商品又はサービスの購入による支出、人件費支出等が該当

投資活動によるキャッシュ・フロー：将来に向けた運営基盤の確立のために行われる投資活動に係る資金の状態を表し、固定資産や有価証券の取得・売却等による収入・支出が該当

財務活動によるキャッシュ・フロー：増資等による資金の収入・支出、借入れ・返済による収入・支出等、資金の調達及び返済などが該当

④ 行政サービス実施コスト計算書

業務費用：機構が実施する行政サービスのコストのうち、損益計算書における費用相当額として計上される費用から、国等から以外の収益を差し引いた費用

損益外減価償却相当額：償却資産のうち、その減価に対応すべき収益の獲得が予定されないものとして特定された資産の減価償却費相当額（損益計算書には計上していないが、累計額は貸借対照表に記載されている）

損益外減損損失相当額：固定資産の使用しない決定を行い、中期計画等で想定した業務を行った上で発生した減損額（損益計算書には計上していないが、累計額は貸借対照表に記載されている）

引当外賞与見積額：財源措置が運営費交付金により行われることが明らかな場合の賞与引当金見積額（損益計算書には計上していないが、同額を貸借対照表に注記している）

引当外退職給付増加見積額：財源措置が運営費交付金により行われることが明らかな場合や国等からの出向職員に係る機会費用など退職給付引当金の計上を必要としない場合の退職給付引当金増加見積額

機会費用：政府出資金合計額に一定の割合を乗じたもの、国又は地方公共団体の財産を無償又は減額された使用料により賃貸した場合の本来負担すべき金額などが該当

4. 財務情報

(1) 財務諸表の概況

① 経常費用、経常収益、当期総損益、資産、負債、キャッシュ・フロー等の主要な財務データの経年比較・分析（内容・増減理由）

（経常費用）

平成 21 年度の経常費用は 277,716 百万円と、前年度比 70,151 百万円の増（33.8%増）となっている。これは、その他の業務費が前年度比 55,709 百万円の増（668.9%増）となったことが主な要因である。

（経常収益）

平成 21 年度の経常収益は 272,001 百万円と、前年度比 66,467 百万円の増（32.3%増）となっている。これは、受託収入が前年度比 58,672 百万円の増（787.1%増）となったことが主な要因である。

（当期総損益）

上記経常損益の状況、臨時利益として 1,858 百万円及び臨時損失として 72 百万円を計上した結果、平成 21 年度の当期総損益は△3,925 百万円と、前年度比 3,045 百万円の減（345.9%減）となっている。

（資産）

平成 21 年度末現在の資産合計は 160,654 百万円と、前年度末比 24,870 百万円の増（18.3%増）となっている。これは、現金及び預金の増 31,864 百万円（88.2%増）が主な要因である。

（負債）

平成 21 年度末現在の負債合計は 77,034 百万円と、前年度末比 26,854 百万円の増（53.5%増）となって

いる。これは、運営費交付金債務の増 33,631 百万円（215.1%増）が主な要因である。

（業務活動によるキャッシュ・フロー）

平成 21 年度の業務活動によるキャッシュ・フローは 25,673 百万円と、前年度比 89,435 百万円の収入増（140.3%増）となっている。これは、受託収入が前年度比 59,184 百万円の増（1237.4%増）となったことと、運営費交付金収入が 35,474 百万円の増（22.9%増）となったことが主な要因である。

（投資活動によるキャッシュ・フロー）

平成 21 年度の投資活動によるキャッシュ・フローは△29,225 百万円と、前年度比 93,777 百万円の収入減（145.3%減）となっている。これは、定期預金の払戻による収入が前年度比 214,832 百万円の減（50.4%減）となったことが主な要因である。

（財務活動によるキャッシュ・フロー）

平成 21 年度の財務活動によるキャッシュ・フローは 5,016 百万円と、前年度比 5,514 百万円の収入増（1107.1%増）となっている。これは、政府出資金の受入による収入が前年度比 3,400 百万円の増（161.9%増）となったことが主な要因である。

表 主要な財務データの経年比較

[単位：百万円]

	平成 17 年度	平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度
経常費用	279,908	247,620	230,975	207,565	277,716
経常収益	266,110	246,045	230,268	205,534	272,001
当期総利益	△ 12,273	△ 1,587	△ 666	△ 880	△ 3,925
資産	296,697	231,641	206,303	135,784	160,654
負債	176,000	135,856	111,229	50,180	77,034
利益剰余金（又は△繰越欠損金）	△ 50,055	△ 47,743	△ 48,409	△ 42,679	△ 46,607
業務活動によるキャッシュ・フロー	1,104	△ 19,686(注1)	△ 29,799(注1)	△ 63,762	25,673
投資活動によるキャッシュ・フロー	3,268	19,312(注2)	15,279	64,552(注2)	△ 29,225
財務活動によるキャッシュ・フロー	5,553	804(注3)	△ 983(注3)	△ 498	5,016(注4)
資金期末残高	21,541	16,959	1,456	1,748	3,212

（注）第 2 期中期目標期間：平成 20 年度～平成 24 年度（5 年間）

対前年度比における著しい変動の理由

（注 1）原材料、商品又はサービス購入等による支出の増等のため

（注 2）定期預金の払戻による収入の増等のため

（注 3）政府出資金の受入による収入の減等のため

（注 4）政府出資金の受入による収入の増等のため

② セグメント事業損益の経年比較・分析（内容・増減理由）

（区分経理によるセグメント情報）

一般勘定の事業損益は 504 百万円と、前年度比 28 百万円の増（5.8%増）となっている。これは、業務費における外部委託費が前年度比 12,142 百万円の増（45.0%増）となったことと、運営費交付金収益が前年度比 15,187 百万円の増（37.9%増）となったことが主な要因である。

電源利用勘定の事業損益は 276 百万円と、前年度比 156 百万円の減（36.1%減）となっている。これは、業務費における補助事業費が前年度比 1,667 百万円の増（13063.3%増）となったことと、運営費交付金収益が前年度比 409 百万円の減（3.8%減）となったことが主な要因である。

エネルギー需給勘定の事業損益は△135 百万円と、前年度比 298 百万円の減（182.3%減）となっている。これは、業務費におけるその他の業務費が前年度比 49,547 百万円の増（708.7%増）となったことと、受託収入が前年度比 52,258 百万円の増（816.0%増）となったことが主な要因である。

基盤技術研究促進勘定の事業損益は△5,292 百万円と、前年度比 3,382 百万円の減（177.0%減）となっている。これは、業務費における外部委託費が前年度比 3,400 百万円の増（161.9%増）となったことが主な要因である。

鉱工業承継勘定の事業損益は 140 百万円と、前年度比 18 百万円の増（15.1%増）となっている。これは、支払利息が前年度比 25 百万円の減（53.5%減）となったことと、貸付金利息収入が前年度比 6 百万円の減（35.5%減）となったことが主な要因である。

石炭経過勘定の事業損益は△1,213百万円と、前年度比106百万円の増(8.0%増)となっている。これは、業務費における請負費が前年度比67百万円の減(11.1%減)となったことと、有価証券利息が前年度比56百万円の増(11.6%増)となったことが主な要因である。

特定事業活動等促進経過勘定の事業損益は4百万円と、前年度比1百万円の減(22.9%減)となっている。これは、受取利息が前年度比1百万円の減(33.7%減)となったことが主な要因である。

(業務区分によるセグメント情報)

産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等の事業損益は△4,620百万円と、前年度比3,799百万円の減(462.8%減)となっている。

クレジット取得関連業務の業務費は前年度比58,672百万円の増(787.1%増)、受託収入は前年度比58,672百万円の増(787.1%増)となっている。

債務保証経過業務・貸付経過業務の事業損益は143百万円と、前年度比17百万円の増(13.4%増)となっている。

石炭経過業務の事業損益は△1,238百万円と、前年度比97百万円の増(7.3%増)となっている。

表 事業損益の経年比較(区分経理によるセグメント情報)

[単位:百万円]

		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
一般勘定	経常費用	46,154	53,267	46,203	45,115	67,929
	経常収益	46,224	53,627	46,749	45,592	68,433
	経常損益	70	359	546	477	504
電源利用勘定	経常費用	38,909	27,069	18,993	10,862	10,874
	経常収益	39,128	27,467	19,362	11,294	11,150
	経常損益	218	397	369	432	276
エネルギー需給勘定	経常費用	135,526	160,357	159,753	147,319	191,509
	経常収益	135,780	161,698	162,939	147,483	191,374
	経常損益	253	1,341	3,186	163	△135
基盤技術研究促進勘定	経常費用	7,394	2,839	483	2,297	5,680
	経常収益	465	613	589	387	388
	経常損益	△6,929	△2,227	106	△1,910	△5,292
研究基盤出資経過勘定	経常費用	3	- (注1)	-	-	-
	経常収益	3	- (注1)	-	-	-
	経常損益	0	- (注1)	-	-	-
鉱工業承継勘定	経常費用	326	261	183	151	124
	経常収益	312	295	280	273	264
	経常損益	△14	34	97	122	140
石炭経過勘定	経常費用	8,043	3,798	5,297	1,865	1,796
	経常収益	2,323	2,342	343	547	583
	経常損益	△5,720	△1,456	△4,954	△1,318	△1,213
特定事業活動等促進経過勘定	経常費用	3	28	62	0	0
	経常収益	3	4	6	6	4
	経常損益	0	△25	△56	5	4
特定アルコール販売勘定	経常費用	14,927	- (注2)	-	-	-
	経常収益	14,931	- (注2)	-	-	-
	経常損益	5	- (注2)	-	-	-
アルコール製造勘定	経常費用	15,814	- (注2)	-	-	-
	経常収益	14,046	- (注2)	-	-	-
	経常損益	△1,768	- (注2)	-	-	-
一般アルコール販売勘定	経常費用	28,763	- (注2)	-	-	-
	経常収益	28,427	- (注2)	-	-	-
	経常損益	△336	- (注2)	-	-	-
調整	経常費用	△15,955	-	-	△46	△196
	経常収益	△15,532	-	-	△46	△196
	経常損益	423	-	-	-	-
合計	経常費用	279,908	247,620	230,975	207,565	277,716
	経常収益	266,110	246,045	230,268	205,534	272,001
	経常損益	△13,798	△1,576	△706	△2,030	△5,715

(注) 第2期中期目標期間：平成20年度～平成24年度（5年間）

対前年度比における著しい変動の理由

(注1) 業務の終了に伴い、勘定が廃止されたため

(注2) アルコール事業本部の完全民営化により、勘定が廃止されたため

表 事業損益の経年比較（業務区分によるセグメント情報）

[単位：百万円]

		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等 (旧)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関連業務等	経常費用	227,711	243,425	224,712	198,094	209,670
	経常収益	221,238	243,271	228,863	197,273	205,050
	経常損益	△ 6,473	△ 153	4,151	△ 821	△ 4,620
クレジット取得関連業務	経常費用	-	136 (注1)	783 (注3)	7,454 (注3)	66,126 (注3)
	経常収益	-	136 (注1)	783 (注3)	7,454 (注3)	66,126 (注3)
	経常損益	-	-	-	-	-
債務保証経過業務・貸付経過業務 (旧)出資・貸付経過業務	経常費用	330	261	183	152	124
	経常収益	313	295	280	278	267
	経常損益	△ 16	34	97	126	143
石炭経過業務	経常費用	8,043	3,798	5,297	1,865	1,796
	経常収益	2,287	2,342	343	530	558
	経常損益	△ 5,756	△ 1,456	△ 4,954	△ 1,335	△ 1,238
アルコール関連経過業務	経常費用	43,824	- (注2)	-	-	-
	経常収益	42,273	- (注2)	-	-	-
	経常損益	△ 1,551	- (注2)	-	-	-
合計	経常費用	279,908	247,620	230,975	207,565	277,716
	経常収益	266,110	246,045	230,268	205,534	272,001
	経常損益	△ 13,798	△ 1,576	△ 706	△ 2,030	△ 5,715

(注) 第2期中期目標期間：平成20年度～平成24年度（5年間）。「産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等」及び「債務保証経過業務・貸付経過業務」の区分は、平成19事業年度において、それぞれ「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関連業務等」、「出資・貸付経過業務」と区分していたものを、第二期中期計画における事業区分の見直しに伴い、平成20事業年度からは区分の名称及び事業内容を変更している。このため、平成17年度から平成19年度までは変更前の区分による情報、平成20年度以降は変更後の情報を記載している。

なお、この変更がセグメント情報に与える影響は軽微なものである。

対前年度比における著しい変動の理由

(注1) クレジット取得関連業務を追加したため

(注2) アルコール事業本部の完全民営化により、勘定が廃止されたため

(注3) クレジット取得関連業務の事業規模が増加したため

③ セグメント総資産の経年比較・分析（内容・増減理由）

（区分経理によるセグメント情報）

一般勘定の総資産は45,599百万円と、前年度比34,376百万円の増(306.3%増)となっている。これは、現金及び預金が前年度比35,159百万円の増(635.1%増)となったことが主な要因である。

電源利用勘定の総資産は3,678百万円と、前年度比553百万円の減(13.1%減)となっている。これは、現金及び預金が前年度比515百万円の減(15.0%減)となったことと、有価証券が前年度比200百万円の減(100.0%減)となったことが主な要因である。

エネルギー需給勘定の総資産は32,448百万円と、前年度比7,401百万円の減(18.6%減)となっている。これは、現金及び預金が前年度比2,824百万円の減(11.7%減)となったことと、長期前渡金が前年度比1,796百万円の減(19.8%減)となったことが主な要因である。

基盤技術研究促進勘定の総資産は10,901百万円と、前年度比205百万円の増(1.9%増)となっている。これは、未収金が前年度比116百万円の増(401.0%増)となったことと、現金及び預金が前年度比89百万円の増(14.2%増)となったことが主な要因である。

鉱工業承継勘定の総資産は18,568百万円と、前年度比342百万円の減(1.8%減)となっている。これは、貸付金が前年度比398百万円の減(36.6%減)となったことが主な要因である。

石炭経過勘定の総資産は49,051百万円と、前年度比1,272百万円の減(2.5%減)となっている。これは、投資有価証券が前年度比976百万円の減(2.7%減)となったことが主な要因である。

特定事業活動等促進経過勘定の総資産は605百万円と、前年度比6百万円の増(1.0%増)となっている。これは、現金及び預金が前年度比102百万円の増(28.9%増)となったことが主な要因である。

(業務区分によるセグメント情報)

産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等の総資産は80,330百万円と、前年度比28,341百万円の増(54.5%増)となっている。

クレジット取得関連業務の総資産は8,883百万円と、前年度比1,855百万円の減(17.3%減)となっている。これは、クレジット取得に係る長期前渡金が前年度比2,104百万円の減(19.8%減)となったことが主な要因である。

債務保証経過業務・貸付経過業務の総資産は22,415百万円と、前年度比336百万円の減(1.5%減)となっている。

石炭経過業務の総資産は49,025百万円と、前年度比1,280百万円の減(2.5%減)となっている。

表 総資産の経年比較(区分経理によるセグメント情報)

[単位:百万円]

		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
一般勘定	総資産	29,507	28,563	26,292	11,223	45,599
電源利用勘定	総資産	34,098	21,281	16,975	4,230	3,678
エネルギー需給勘定	総資産	81,957	85,574	78,832	39,849	32,448
基盤技術研究促進勘定	総資産	12,353	10,847	10,528	10,697	10,901
研究基盤出資経過勘定	総資産	3,368	- (注1)	-	-	-
鉱工業承継勘定	総資産	21,516	20,388	19,502	18,910	18,568
石炭経過勘定	総資産	67,474	64,394	53,572	50,322	49,051
特定事業活動等促進経過勘定	総資産	761	683	627	599	605
特定アルコール販売勘定	総資産	13,827	- (注2)	-	-	-
アルコール製造勘定	総資産	25,026	- (注2)	-	-	-
一般アルコール販売勘定	総資産	9,088	- (注2)	-	-	-
調整	総資産	△2,278	△90	△24	△46	△196
合計	総資産	296,697	231,641	206,303	135,784	160,654

(注) 第2期中期目標期間:平成20年度～平成24年度(5年間)

対前年度比における著しい変動の理由

(注1) 業務の終了に伴い、勘定が廃止されたため

(注2) アルコール事業本部の完全民営化により、勘定が廃止されたため

表 総資産の経年比較(業務区分によるセグメント情報)

[単位:百万円]

		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等(旧)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関連業務等	総資産	158,505	142,391	119,778	51,989	80,330
クレジット取得関連業務	総資産	-	4,468 (注1)	13,467 (注3)	10,738	8,883
債務保証経過業務・貸付経過業務(旧)出資・貸付経過業務	総資産	24,882	20,388	19,502	22,752	22,415
石炭経過業務	総資産	67,437	64,394	53,557	50,305	49,025
アルコール関連経過業務	総資産	45,874	- (注2)	-	-	-
合計	総資産	296,697	231,641	206,303	135,784	160,654

(注) 第2期中期目標期間:平成20年度～平成24年度(5年間)。「産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等」及び「債務保証経過業務・貸付経過業務」の区分は、平成19事業年度において、それぞれ「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関連業務等」、「出資・貸付経過業務」と区分していたものを、第二期中期計画における事業区分の見直しに伴い、平成20事業年度からは区分の名称及び事業内容を変更している。このため、平成17年度から平成19年度までは変更前の区分による情報、平成20年度以降は変更後の情報を記載している。

なお、この変更がセグメント情報に与える影響は軽微なものである。

対前年度比における著しい変動の理由

(注1) クレジット取得関連業務を追加したため

(注2) アルコール事業本部の完全民営化により、勘定が廃止されたため

(注3) クレジット取得関連業務の事業規模が増加したため

④ 目的積立金の申請、取崩内容等

該当なし。

⑤ 行政サービス実施コスト計算書の経年比較・分析（内容・増減理由）

平成 21 年度の行政サービス実施コストは 207,949 百万円と、前年度比 10,737 百万円の増（5.4%増）となっている。これは、業務費用が対前年度比 11,706 百万円の増（6.0%増）となったことが主な要因である。

表 行政サービス実施コストの経年比較

[単位：百万円]

	平成 17 年度	平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度
業務費用	233,352	243,519	225,716	194,115	205,820
うち損益計算上の費用	281,432	247,826	230,978	207,611	277,788
うち自己収入	△ 48,079	△ 4,307(注1)	△ 5,262	△ 13,497	△ 71,968
損益外減価償却等相当額	48	44	45	43	6
損益外減損損失相当額	-	0	-	817(注5)	-
引当外賞与見積額	-	-	△ 19	△ 28	△ 5
引当外退職給付増加見積額	45	△ 177(注2)	△ 158	571	111
機会費用	4,560	3,531	1,849	2,464	2,774
(控除) 法人税等及び国庫納付金	△ 13,740	△ 592(注3)	△ 1,299(注4)	△ 769	△ 757
行政サービス実施コスト	224,266	246,325	226,135	197,213	207,949

(注) 第 2 期中期目標期間：平成 20 年度～平成 24 年度（5 年間）

対前年度比における著しい変動の理由

(注 1) アルコール事業における自己収入が減少したため

(注 2) 金利上昇に伴い退職給付引当金の要引当額が減少したため

(注 3) アルコール事業における国庫納付が減少したため

(注 4) 補助金等返還国庫納付が増加したため

(注 5) 減損処理を行ったため

(2) 施設等投資の状況（重要なもの）

① 当事業年度中に完成した主要施設等

該当なし

② 当事業年度において継続中の主要施設等の新設・拡充

該当なし

③ 当事業年度中に処分した主要施設等

該当なし

(3) 予算・決算の概況

[単位：百万円]

区分	平成 17 年度		平成 18 年度		平成 19 年度		平成 20 年度		平成 21 年度		
	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	差額理由
収入	285,960	269,248	234,115	221,588	220,370	235,522	257,107	223,513	286,471	310,457	
運営費交付金	172,240	172,240	163,520	163,520	154,858	154,858	154,826	154,826	190,299	190,299	
国庫補助金	55,067	37,994	54,469	43,784	48,483	64,611	63,018	53,784	39,357	45,059	前年度からの繰越があったため
都道府県補助金	61	238 (注1)	49	-	-	-	-	-	-	-	
受託収入	80	718 (注1)	5,545	4,699	12,996	9,843	30,842	4,709	43,322	64,022	前年度からの繰越があったため
政府出資金	10,300	7,041	5,500	2,023 (注2)	200	-	5,000	2,100	10,500	5,500	研究開発が予定より進まなかったため
貸付回収金	2,425	2,446	1,769	1,787	1,791	2,169	1,185	2,825	667	965	貸付金の回収が予定より多かったため
業務収入	43,198	46,178	1,593	3,564 (注3)	343	1,186 (注4)	349	1,336	437	1,379	収益納付があったこと等のため
その他収入	2,589	2,393	1,670	2,210	1,699	2,856	1,886	3,933	1,888	3,234	資産売却収入が予定より多かったこと等のため
支出	286,605	278,740	237,071	253,405	221,846	237,841	258,483	205,651	288,013	274,638	
業務経費	213,036	222,332	164,255	193,791	149,693	152,727	154,286	135,240	195,791	156,371	翌年度への繰越があったこと等のため
国庫補助金事業費	55,067	37,994	54,469	43,784	48,483	64,611	63,018	53,784	39,357	45,059	前年度からの繰越があったため
施設整備費	440	390	-	-	-	-	-	-	-	-	
受託経費	80	718 (注1)	5,545	4,699	12,996	9,843	30,842	4,709	43,322	64,022	前年度からの繰越があったため
借入金償還	1,486	1,486	1,217	1,217	981	981	725	725	484	484	
支払利息	205	205	137	137	86	86	48	48	23	23	
一般管理費	16,292	15,615	11,446	9,776	9,607	9,594	9,564	9,272	9,037	8,679	経費の節減に努めたため
その他支出	-	-	1	-	-	-	-	1,873	-	-	

(注) 第 2 期中期目標期間：平成 20 年度～平成 24 年度（5 年間）

予算額と決算額の差額の説明

- (注 1) 前年度からの繰越があったため
- (注 2) 契約が予定より少なかったため
- (注 3) 前年度からの繰越があったこと等のため
- (注 4) 収益納付があったこと等のため

(4) 経費削減及び効率化目標との関係

機構においては、当中期目標期間（平成 20 年度～平成 24 年度）終了年度における一般管理費を、平成 19 年度比 15%を上回る削減を目標としている。この目標を達成するため、役職員人件費の削減、一般競争入札等の徹底による事務経費の効率化の措置を講じているところである。なお、人件費については、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」等に基づき、平成 17 年度比 5%を上回る総人件費削減を実施することを目標としており、常勤役職員の月例支給額及び賞与の引き下げ並びに昇給抑制等の取組を実施し、総人件費の削減を行っているところである。

また、事業については、当中期目標期間終了年度において、平成 19 年度比 5%（ただし、京都メカニズム取得関連業務、基盤技術研究促進事業、競争的資金及び補正予算は除く）を上回る効率化を目標としており、当該目標達成のため①機構の実施プロジェクト数については、平成 19 年度の 120 件に対し平成 21 年度は 118 件に重点化、②プロジェクトの大括り化等を実施しつつ、国が行うべき重点的研究開発テーマへの選択と集中、③途中段階での厳正な中間評価の実施と、プロジェクトのテーマの中止、見直し、資金追加による加速等のマネジメント、④異なるプロジェクト間の相互連携による成果の相互活用、⑤ユーザー企業を含めた垂直連携等の成果を挙げるための先進的なプロジェクトフォーメーションの工夫、⑥複数年度契約を始めとする研究現場の状況変化に対応可能な柔軟な制度設計等の措置を講じ、事業の質を損なうことなく、むしろ向上させながら効率化を行っているところである。

(単位：百万円)

区分	基準額※1		当中期目標期間			
	金額	比率	20年度		21年度	
			金額	比率	金額	比率
①一般管理費	9,208	100%	8,650	93.9%	8,317	90.3%
②総人件費	7,418	100%	6,805	91.7%	6,767	91.2%
③事業※2	186,101	100%	175,372	94.2%	159,530	85.7%

※1 一般管理費、事業については、平成19年度予算を基準とし、削減目標を設定している。総人件費については、平成17年度を基準とし、削減目標を設定している。

※2 競争的資金の対象事業の変更要因を除くと、事業は平成19年度比▲10.4%。

5. 事業の説明

(1) 財源構造

機構の経常収益は272,001百万円で、その内訳は、運営費交付金収益156,603百万円(収益の57.6%)、業務収益40百万円(収益の0.0%)、受託収入66,126百万円(収益の24.3%)、補助金等収益45,059百万円(収益の16.6%)、資産見返負債戻入162百万円(収益の0.1%)、財務収益1,196百万円(収益の0.4%)、雑益2,817百万円(収益の1.0%)となっている。

これを業務別に区分すると、産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等では、運営費交付金収益156,603百万円(事業収益の76.4%)、業務収益26百万円(事業収益の0.0%)、補助金等収益45,059百万円(事業収益の22.0%)、資産見返負債戻入162百万円(事業収益の0.1%)、財務収益399百万円(事業収益の0.2%)、雑益2,802百万円(事業収益の1.4%)、クレジット取得関連業務では、受託収入66,126百万円(事業収益の100.0%)、債務保証経過業務・貸付経過業務では、業務収益13百万円(事業収益の4.9%)、財務収益253百万円(事業収益の94.8%)、雑益1百万円(事業収益の0.3%)、石炭経過業務では、財務収益544百万円(事業収益の97.5%)、雑益14百万円(事業収益の2.5%)となっている。

(2) 財務データ及び業務実績報告書と関連付けた事業説明

ア 産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等

産業技術開発関連業務については、我が国の産業競争力の強化を通じた経済活性化及びエネルギー・環境問題の解決に貢献するよう、1) ナショナルプロジェクト、2) 実用化・企業化促進事業、3) 技術シーズの育成事業の3種の事業を組み合わせ実施した。新エネルギー・省エネルギー関連業務等については、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などにより、効率的・効果的に実施した。

事業の財源は、運営費交付金(平成21年度交付額190,299百万円)、国庫補助金(平成21年度45,059百万円)、政府出資金(平成21年度5,500百万円)、業務収入(平成21年度1,315百万円)、その他収入(平成21年度2,194百万円)となっている。

事業に要する費用は、業務経費155,764百万円、国庫補助金事業費45,059百万円、一般管理費7,389百万円である。

イ クレジット取得関連業務

クレジット取得関連業務の実施に当たっては、経済産業省及び環境省との緊密な連携の下、「京都議定書目標達成計画」に沿って実施した。その際、①リスクの低減を図りつつ、費用対効果を考慮して取得すること、②地球規模での温暖化防止、途上国の持続可能な開発への支援を図ること、という観点を踏まえつつ、適切に業務を推進した。

事業の財源は、受託収入(平成21年度64,022百万円)となっている。

事業に要する費用は、受託経費64,022百万円である。

ウ 債務保証経過業務・貸付経過業務

省エネルギー・リサイクル推進に係る債務保証業務については、求償権を有している案件について、求償権の回収額から回収コストを差し引いた額の最大化に向け適切な措置を講じた。

鉱工業承継業務に係る貸付金の回収については、債権の管理を適切に行い、回収額の最大化に向けて計画的に進めた。

事業の財源は、貸付回収金（平成 21 年度 404 百万円）、業務収入（平成 21 年度 25 百万円）、その他収入（平成 21 年度 241 百万円）となっている。

事業に要する費用は、借入金償還 484 百万円、支払利息 23 百万円、一般管理費 102 百万円となっている。

エ 石炭経過業務

（ア）貸付金償還業務

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た。

（イ）旧鉱区管理等業務

旧石炭鉱業構造調整臨時措置法（昭和三十年制定）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ばた山の管理を行った。

事業の財源は、貸付回収金（平成 21 年度 561 百万円）、業務収入（平成 21 年度 39 百万円）、その他収入（平成 21 年度 799 百万円）となっている。

事業に要する費用は、業務経費 607 百万円、一般管理費 1,188 百万円となっている。

各業務の具体的な内容については、「Ⅱ 参考編（平成 21 年度の事業実績）」を参照。

Ⅱ 参考編（平成21年度の事業実績）

1. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

（1）産業技術開発関連業務

[中期計画]

機構が産業技術開発関連業務を推進するに当たっては、第3期科学技術基本計画（平成18年3月閣議決定）において重点分野とされたライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料、エネルギー、ものづくり技術等の基本的な政策に基づく分野について、日本の産業競争力強化へつながるテーマを実施する。併せて、エコイノベーションの実現を意識し、他の機関にはない機構の特徴とこれまでの業績を明確に意識、検証しつつ、以下の基本方針の下、産業技術開発関連業務を推進する。

[21年度計画]

機構が産業技術開発関連業務を推進するに当たっては、第3期科学技術基本計画（平成18年3月閣議決定）において重点分野とされたライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料、エネルギー、ものづくり技術等の基本的な政策に基づく分野について、日本の産業競争力強化へつながるプロジェクトを実施する。

（ア）研究開発マネジメントの高度化

i) 全般に係る事項

[中期計画]

機構が産業技術開発関連業務を推進するに当たっては、PDS（企画－実施－評価）サイクルを深化させ、高度な研究開発マネジメントを実践する。具体的には、産業技術開発関連業務を実施するに当たって、以下に留意することとする。

[21年度計画]

機構が産業技術開発関連業務を推進するに当たっては、PDS（企画－実施－評価）サイクルを深化させ、高度な研究開発マネジメントを実践する。具体的には、産業技術開発関連業務を実施するに当たって、以下に留意することとする。

[中期計画]

- ・将来の社会ニーズや技術進歩の動向、国際的な競争ポジション等を踏まえ、要素技術、要求スペック、それらの導入シナリオを時間軸上に示した「技術戦略マップ」の改訂を毎年度継続する。
- ・「技術戦略マップ」の策定・改訂及び日々の学界・産業界との情報交換等により構築した有識者とのネットワークを深化・拡大し、機構の研究開発マネジメントに活用する。

[21年度計画]

- ・将来の社会ニーズや技術進歩の動向、国際的な競争ポジション等を踏まえ、要素技術、要求スペック、それらの導入シナリオを時間軸上に示した「技術戦略マップ」の改訂を行う。
- ・「技術戦略マップ」の策定・改訂及び日々の学界・産業界との情報交換等により構築した有識者とのネットワークを深化・拡大し、機構の研究開発マネジメントに活用する。

[21年度業務実績]

- ・機構は、経済産業省、産業界等との連携の下、総勢約600名の産学官の専門家の英知を結集して、研究開発プロジェクト戦略の基本となる「技術戦略マップ2010」を策定（全体31分野のうち、23分野に関与）した。策定に当たっては、機構が計106回の策定ワーキンググループを開催し、最新の技術動向や市場動向、研究開発成果を基に1分野を新規に策定し、21分野を対象に改訂を行った。
- ・技術戦略マップの策定・改訂において、当該分野の有識者のみならず、異分野の有識者との意見交換を行うことにより、有識者とのネットワークの深化・拡大を図り、機構の研究開発マネジメントに活用した。

[中期計画]

- ・PDSサイクルの一層の深化と確実な定着を図るべく、中間評価、事後評価及び追跡調査の各結果から得られた知見・教訓を「NEDO研究開発マネジメントガイドライン」において引き続き組織知として蓄積するよう毎年度改訂するとともに、同ガイドラインが機構内でより一層活用されるよう、毎年度2回以上の機構内の普及活動を実施する。

[21年度計画]

- ・「NEDO研究開発マネジメントガイドライン」については、機構が実施する中間評価、事後評価等から得られた知見を追加して平成21年度中に改訂し、機構内に周知する。また、同ガイドラインが機構内でより一層活用されるよう、年度内に2回以上、機構内の普及活動を行う。

[21年度業務実績]

- ・「NEDO研究開発マネジメントガイドライン」については、機構が実施する中間評価、事後評価等から得られたマネジメント上の成功事例及び教訓となる事例を追加するなどの改訂を行い、機構内に周知した。また、同ガイドラインを用いた研究開発マネジメントについてのワークショップの開催を2回、職員向け研修における説明会を8回行うなど、機構内の普及活動を行った。

[中期計画]

- ・機構職員が研究現場に直接出向くことにより「企業・大学インタビュー」を毎年度実施し、その結果を研究開発マネジメントの高度化等のための具体的な取組に結び付け、翌年度のインタビューで評価する。

[21年度計画]

- ・機構職員が研究現場に直接出向くことにより「企業・大学インタビュー」を実施し、その結果を研究開発マネジメントの高度化等のための具体的な取組に結び付け、翌年度のインタビューで評価する。

[21年度業務実績]

これまでの「企業・大学インタビュー」を踏まえた質問項目を用いて、機構の取組についてさらに改善すべき点が無いかどうか等について「企業・大学インタビュー2009」を企業28社のCTO等に対して実施した。研究現場の評価を把握、改めて制度改善に着手することにより、現場とのPDSサイクルを深化させた。

[中期計画]

- ・国内のみならず海外の企業や機関と共同で研究開発を実施する必要性が高まっていることを踏まえ、必要に応じて海外機関との国際連携を図り、双方にとってのWin-Winの関係を構築するため、我が国と相手国双方の利益に結び付く可能性のある技術等について、その有効性を十分検証した上で、情報交換協定などの協力関係を構築した機関数を1.5倍以上に増加させる。その際、意図せざる技術流出の防止の強化を図る観点から、機構の事業の実施者の成果の取扱いについての仕組みの整備等に努めるものとする。

[21年度計画]

- ・必要に応じて海外機関との国際連携を図り、双方にとってのWin-Winの関係を構築するため、我が国と相手国双方の利益に結び付く可能性のある技術等について、その有効性を十分検証した上で、情報交換協定などの協力関係を構築を推進する。その際、意図せざる技術流出の防止の強化を図る観点から、機構の事業の実施者の成果の取扱いについての仕組みの整備等に努めるものとする。

[21年度業務実績]

国際連携促進のため、以下の取り組みを実施。

- ・米国ニューメキシコ州において、日米スマートグリッド実証事業を開始。その際、米国国立研究所、プロジェクトサイト等との所有者間で、4つの基本協定書を締結（2010年3月）。
- ・フィンランド技術庁（TEKES）との協定の内容を、従来の情報交換だけではなく、共同技術協力事業推進について追加新たに締結（2009年10月）。分野は、省エネルギー、再生可能エネルギー、その他技術開発とした。
- ・蓄電分野及び水素・燃料電池分野において、ドイツの関係機関等との技術協力を促進するため、関係機関等との協力構築に向けた協議を推進。
- ・インドのデリー・ムンバイ間産業大動脈（DMIC）構想のスマート・コミュニティ共同開発において、デリー・ムンバイ間産業大動脈開発公社（DMICDC）との間で覚書を締結。
- ・アラブ首長国連邦（UAE）アブダビ未来エネルギー公社（MASDAR）最高経営責任者と今後の協力可能性について意見交換を実施。
- ・中国科学院とスマートグリッド等の共同研究の推進について合意し、具体的なプロジェクト構築に向け意見交換を実施。
- ・国際再生可能エネルギー機関（IRENA）の事務局長と再生可能エネルギーの普及促進に向け協力可能な分野や体制について意見交換を実施。
- ・ネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）の具体化に向け、日米共同ワークショップを開催。
- ・その他、欧米等において、新たな国際連携構築に向けた会合、ミッション派遣等（日EUエネルギー協力にかかる事務レベル会合、米国スマグリ官民ミッション等）を行った。

ii) 企画段階

[中期計画]

- ・類似する研究開発テーマが同時に進行したり同種の研究内容が複数の研究開発事業で行われることによって、今後、効率的かつ効果的な研究開発業務の実施に問題が生ずることがないように、第2期中期目標期間中に業務の枠組みを含めた事業の再編整理、研究テーマの重点化等を行い、必要な実施体制の見直しを行うものとし、実施プロジェクト数が平成19年度の数を上回らないようにする。

[21年度計画]

- ・必要な実施体制の見直しを行うものとし、実施プロジェクト数が平成19年度の数を上回らないようにするという中期計画の達成に向けてプロジェクトを重点化する。

[21年度業務実績]

- ・必要な実施体制の見直しを行い、機構の実施プロジェクト数については、平成19年度の120件に対し、平成21年度では118件に重点化した。

[中期計画]

- ・事業実施効果の確保及び事業費の有効活用を図るため、企画型の研究開発事業の立案及びテーマ公募型研究開発事業

の案件採択時において、費用対効果分析の実施を徹底するよう努める。

[21年度計画]

- ・研究開発に係るプロジェクトについては、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ことや内外のエネルギー・環境問題の解決に貢献するなど、投入費用を上回る効果が見込まれるかどうかの費用対効果分析の実施を徹底するよう努める。

[21年度業務実績]

- ・研究開発に係るプロジェクトについては、企画型の研究開発事業の企画立案段階においては、外部有識者を活用した事前評価を実施し、予算に見合った成果が期待できるかという費用対効果の観点から評価を実施するとともに、事業内容へ反映させる取組を推進した。また、テーマ公募型研究開発事業の案件採択時においては、例えば、単位金額当たりのCO₂削減量を評価するなど、経済性の観点から審査し、費用対効果分析を実施する取組を推進した。また、プロジェクトの社会経済への普及を効果的に進めるべく「アウトカム」をこれまで以上に明確にした。

[中期計画]

- ・有識者をプログラスマネージャー（PM）・プログラムディレクター（PD）として採用して活用するとともに、部署横断的なリエゾン担当を設置し、分野融合型・連携型プロジェクトの企画を促進する。

[21年度計画]

- ・有識者をプログラスマネージャー（PM）・プログラムディレクター（PD）として採用して活用する。また、分野融合型・連携型プロジェクトの企画を促進するため、部署横断的なリエゾン担当の設置や、機動的な実施体制の構築を図る。

[21年度業務実績]

- ・PM6名（蓄電池、ナノテク、材料、熱・物質移動制御、経済・イノベーション、医療分野）、PD2名（テーマ公募型事業）を新たに配置し、研究開発マネジメントの高度化を図った。また、部署横断的なリエゾン担当について、20年度に引き続きバイオマス技術（新エネ部、バイオ部）1名を配置し、バイオマスの総合利用（エネルギー利用、マテリアル利用）における企画及び推進の牽引役を担った。

[中期計画]

- ・地域に埋もれた「まだ見ぬ強豪」のシーズを発掘するために、地方経済産業局や地方の大学との連携強化を図ることとし、機構職員による「イノベーション・オフィサー」及び外部専門家による「新技術調査委員」を全国各地に配置して一層の活用を図る。

[21年度計画]

- ・機構の支援を受けるに至っていない地域に埋もれた優れた技術シーズを発掘するために、地方経済産業局や地方の大学等との連携強化を図ることとし、各支部に配置している機構職員による3名の「イノベーション・オフィサー」及び全国各地に配置している外部専門家による27名の「新技術調査委員」の一層の活用を図る。

[21年度業務実績]

- ・機構の支援を受けるに至っていない地域に埋もれた優れた技術シーズを発掘するために、合同公募説明会の実施等により地方経済産業局や地方の大学との連携強化を図った。また、全国各地に配置している26名の「新技術調査委員」及び各支部に配置している機構職員による3名の「イノベーション・オフィサー」との連携を強化しつつ、優れた技術シーズの発掘を行い、例えば、膀胱癌ワクチンの開発、低投与量で効果を有する静脈内投与型の腫瘍送達用 siRNA キャリアに関する技術等が見出された。

iii) 実施段階

[中期計画]

- ・採択においては、企画競争・公募を通じて、最高の英知を集めたプロジェクトフォーメーションを実現し、その過程で約5,000人の外部有識者のプールを形成し、これを活用して事前評価及び採択審査を実施する。
- ・実施期間中に機構外部の専門家・有識者を活用した評価を適切な手法で実施することとし、特に5年間程度以上の期間を要する事業については、3年目ごとを目途とする中間評価を必ず行う。また、機構による自主的な点検等により常に的確に事業の進捗状況を把握するよう努める。これらの結果等を基に事業の加速化・縮小・中止・見直し等を迅速に行う。

[21年度計画]

- ・採択においては、企画競争・公募を通じて、最高の英知を集めたプロジェクトフォーメーションを実現し、その過程で約5,000人の外部有識者のプールを形成し、これを活用して事前評価及び採択審査を実施する。
- ・機構外部の専門家・有識者を活用して中間評価を25件実施し、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。

[21年度業務実績]

- ・約5,000人の外部有識者を活用し、プロジェクト実施前に適切に事前評価を行うとともに、採択においては企画競争・公募を通じ、最高の英知を集めたプロジェクトフォーメーションを実現できるよう審査を厳正かつ公正に実施した。
- ・平成21年度は、ナショナルプロジェクト25件について中間評価を実施した。評価結果は、適切に加速化・縮小・中止・見直し等を施し、迅速に平成21年度契約額に反映させる等の対応を実施した（テーマの一部を加速し実施6件、概ね現行どおり実施13件、計画の一部を変更し実施9件、テーマの一部を中止1件）。

[中期計画]

- ・各事業で得られた成果を相互に活用する等、事業間連携に取り組むとともに、分野連携・融合を促進し、成果の最大化を図る。また、制度においては各制度を連携して実施するとともに、必要に応じて複数制度を大括り化する等、機動的な運用を行う。

[21年度計画]

- ・各事業で得られた成果を相互に活用する等、事業間連携に取り組むとともに、分野連携・融合を促進し、成果の最大化を図るため、必要に応じて関係部署の連携による意見交換会を実施する。また、制度においては各制度を連携して実施するとともに、必要に応じて複数制度を大括り化する等、機動的な運用を行う。

[21年度業務実績]

- ・ナショナルプロジェクト及び技術シーズの育成事業で得られた成果や技術シーズの中からテーマを選出し、イノベーション推進事業等の実用化フェーズの研究開発に結びつけるなど、事業間・制度間での機動的な連携を図り、各事業で得られた成果を相互に活用した。具体的な事例としては、技術シーズ育成フェーズの産業技術研究助成事業において研究成果として得られた、応用展開が可能な省エネ・低環境負荷・安価な殺菌・無菌化の基礎技術を、実用化フェーズのイノベーション推進事業に移行させ、工業用触媒として実用化を目指した技術開発を実施した。

[中期計画]

- ・手続き面では、事業の予見性を高めるとともに、進捗に応じた柔軟な執行を可能とするために導入した「複数年度契約」や、研究開発のニーズに迅速に応える「年複数回採択」等の制度面・手続き面の改善を行うとともに、事業実施者に対する説明会を毎年度4回以上行う。
- ・事業実施者における経費の適正な執行を確保するため、機構内の検査専門部署を中心に、不正行為を行った事業実施者に対しては新たな委託契約及び補助金交付決定を最大6年間停止するといった厳しい処分並びに不正事項を処分した場合の全件公表及び機構内部での情報共有等の取組を、政府の動向等を踏まえつつ徹底する。

[21年度計画]

- ・研究開発については、複数年実施の案件が太宗であることを踏まえ、複数年度契約・交付決定を極力実施する。また、「複数年度契約・交付決定」、「年複数回採択」等の制度面・手続き面の改善を行うとともに、事業実施者に対する説明会を平成21年度4回以上行う。
- ・事業実施者における経費の適正な執行を確保するため、不正行為を行った事業実施者に対しては新たな委託契約及び補助金交付決定を最大6年間停止（研究活動における不正行為については最大10年間停止）するといった厳しい処分並びに不正事項を処分した場合の全件公表及び機構内部での情報共有等の取組を、関係機関の動向等を踏まえつつ徹底する。

[21年度業務実績]

研究開発については、複数年度契約・交付決定、年複数回採択等の制度を効果的に実施するとともに、平成20年度新規案件から導入した労務費の率専従制度の既存事業への適用拡大やNEDO事業専従者の期間条件の緩和など、研究者が研究に専念できる制度・環境面の改善に取り組んだ。また、平成22年度に向けた契約・検査制度の改善等に着手した。

これらについて、事業実施者向けに6月・9月・11月・2月の4回、全国5箇所（2月は7箇所：札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、広島、福岡）で制度面・手続面の説明会を開催したところ、1,709名の参加があった。

不正・不適切な行為を行った事業実施者に対しては、事案の内容に応じた契約等の停止処分及び返還金の請求を行い、処分内容を公表した。

また、契約監視委員会を開催し、契約の点検・見直しを行った結果、研究開発等については一者応募の場合に公募期間の延長を行う等、一層の契約の適正化に努めた。

iv) 評価段階

[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始め幅広く産業界等に働きかけを行うとともに、研究開発成果をより多く、迅速に社会につなげるための成果普及事業として、プロジェクト成果物をユーザーにサンプルの形で提供し、その評価結果から課題を抽出するサンプルマッチング事業、プロジェクト成果を実使用に近い環境で実証する成果実証事業等を実施する。
- ・また、制度面で研究開発成果の実用化を阻害する課題があれば、積極的に関係機関に働きかける。

[21年度計画]

- ・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、研究開発の実施者のみならず幅広く産業界等に働きかけを行うとともに、研究開発成果をより多く、迅速に社会につなげるための成果普及事業としてサンプルマッチング事業、成果実証事業等を実施する。
- ・また、制度面で研究開発成果の実用化を阻害する課題を収集・整理し、関係機関に働きかけるための仕組みを構築する。

[21年度業務実績]

- ・NEDOプロジェクトにより生み出された研究開発成果の応用展開の可能性を探るためサンプル提供を実施した。具体例としては、高感度光触媒粉末を、コーティング加工が必要な製品への適用可能性を確認するため、数社にサンプルを提供し、その結果として実用化の目処があることを確認した。
- ・経済産業省における研究開発及びその成果の実用化の際に障害となる規制の検討に呼応し、NEDO事業に関する事例の収集を行った。その結果、薬事法関連、高圧ガス保安法関連などで事例が収集されたため、改善要望点、規制緩和のメリット及び望まれる規制緩和の具体的内容を整理し、経済産業省に対して、これらの規制緩和が実現するよう働きかけを行った。また、国連における自動車用リチウムイオン電池の輸送規制の適正化による自動車用蓄電池の更

なる国際展開の後押しや、太陽光発電の集中連系用単独運転検出装置の認証制度確立に取り組むなど、制度面で研究開発の実用化を阻害する課題の克服に努めた。

[中期計画]

- ・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、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成17年3月29日内閣総理大臣決定）を踏まえ、評価に伴う過重な作業負担の回避という観点を考慮しつつ、原則として、240本以上の終了プロジェクトについて逐次追跡調査を実施する。
- ・また、追跡調査の結果として把握される継続事業（機構の事業終了後において事業実施者が機構の成果を活用して実施する研究開発等の活動をいう。）の比率を90%以上とする。

[21年度計画]

- ・評価に伴う過重な作業負担の回避という観点を考慮しつつ、第1期中期目標期間中からの継続分のうち平成21年度調査対象となっている91件に加え、第2期中期目標期間から調査を開始した19件及び新たに平成21年度に事後評価を行う12件のナショナルプロジェクトについて追跡調査を行い、その結果について分析及び評価を行う。
- ・また、追跡調査の結果として把握される継続事業（機構の事業終了後において事業実施者が機構の成果を活用して実施する研究開発等の活動をいう。）の比率を把握する。

[21年度業務実績]

- ・平成21年度においては、評価に伴う過重な作業負担の回避という観点を考慮しつつ、第1期中期目標期間中からの継続分のうち今年度調査対象となっている91件、第2期中期目標期間から調査を開始した19件、平成21年度に事後評価を実施した12件及び20年度の間評価で前倒し終了した1件の計123件のナショナルプロジェクトについて追跡調査を実施した。
プロジェクト終了後に上市・製品化に至っている企業や、中止等に至っている企業についてその要因を把握・分析するとともにその結果等を、国内外の学会・シンポジウム等において積極的に情報発信した。
- ・平成21年度において、追跡調査の結果として把握される継続事業（機構の事業終了後において事業実施者が機構の成果を活用して実施する研究開発等の活動をいう。）の比率は、100%であった。

v) 社会への貢献

[中期計画]

- ・機構の活動は、広く国民・社会からの理解及び支持を得ることが重要であることから、機構の成果を国民・社会へ還元する観点から、展示会等において、事業で得られた研究開発成果を積極的に発表することにより、引き続きわかりやすく情報発信することとする。
- ・事業で得られた研究開発成果と企業とのマッチングの場を設け、成果の普及促進を図る。

[21年度計画]

- ・機構の活動は、広く国民・社会からの理解及び支持を得ることが重要であることから、機構の成果を国民・社会へ還元する観点から、展示会等において、事業で得られた研究開発成果を積極的に発表する。
- ・事業で得られた研究開発成果と企業とのマッチングの場を設け、成果の普及促進を図る。

[21年度業務実績]

事業で得られた研究開発成果の発表・マッチングのために、イノベーションジャパン、次世代冷凍空調技術国際会議2010、第2回日独環境フォーラム等のイベント（展示会・国際会議・成果報告会・セミナー・シンポジウム）（95件）を開催したほか、新エネルギー世界展示会、国際ナノテクノロジー総合展・技術会議、エコプロダクツ等の来場者が1万人を超える展示会（32件）への出展等を行い、積極的な情報発信を行った。

また、ウェブサイトトップページのリニューアルを行った他、各部のイベント活動等の情報を紹介するコーナー「最近の動き」（112件）により、情報提供の充実を図った。

[中期計画]

- ・付加価値の高い研究開発成果の実用化に向け、事業実施者における強い知的財産権の取得を奨励する。また、研究開発成果の国際的普及のため、研究開発実施中から国際標準化に一体的に取り組むとともに、研究開発成果の国際標準化に取り組む。具体的には、毎年度、年度計画に以下の項目に関する数値目標を設定し、その達成を図る。
 - ①研究開発プロジェクトにおける標準化に係る取組を含んだ基本計画数
 - ②機構の事業におけるISO等の国内審議団体又はISO等への標準化に関する提案件数

[21年度計画]

- ・研究開発成果の国際的普及のため、研究開発実施中から国際標準化に一体的に取り組む。また、研究開発終了後、引き続き国際標準化の取組が必要なテーマについては、標準化フォローアップ事業を実施する。上記事業に関し、平成21年度においては以下の項目に関する数値目標を設定し、その達成を図る。
 - ①研究開発プロジェクトにおける標準化に係る取組を含む基本計画数：25件程度
 - ②機構の事業におけるISO等の国内審議団体又はISO等への標準化に関する提案件数：5件程度

[21年度業務実績]

- ・研究開発成果の国際的普及のため、研究開発の実施段階に応じた国際標準化の取り組みを一体的に推進している。特に、国際標準化が必要と判断される研究開発事業については、「国際標準化戦略強化プロジェクト」として位置づけ、標準化戦略の強化と着実な運用を図っている。また、研究開発終了後、引き続き国際標準化の取り組みが必要な19件のテーマについてフォローアップ事業を実施した。上記事業に関して、平成21年度における以下の項目に関する

数値目標に対して、その達成を図った。

①研究開発プロジェクトにおける標準化に係る取組を含む基本計画数は28件となった。

②機構の事業におけるISO等の国内審議団体又はISO等への標準化に関する提案件数は11件となった。

[中期計画]

・技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築し、このネットワークを活用しつつ技術経営力に関する知見を深化させ、その成果を産業界に発信する。

[21年度計画]

・技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築し、このネットワークを活用しつつ技術経営力に関する知見を深化させ、その成果を産業界に発信する。

[21年度業務実績]

・技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築のため、イノベーションプラットフォーム構築を目指した「アジアイノベーション政策カンファレンス2009」を開催し、技術経営力に関する知見を深化させた。

・「イノベーションジャパン2009」を開催し、NEDO特別講座等における産学連携の成果について産業界に発信した。

[中期計画]

・大学が研究の中核として、新しい産業技術を生み出しつつあるプロジェクトを対象とし、大学に拠点を設けて人材育成、人的交流事業等を展開する「NEDO特別講座」について、効率的・効果的な実施方法の工夫を図りつつ実施する。

[21年度計画]

・大学が研究の中核として、新しい産業技術を生み出しつつあるプロジェクトを対象とし、大学に拠点を設けて人材育成、人的交流事業等を展開する「NEDO特別講座」について、効率的・効果的な実施方法の工夫を図りつつ実施する。

[21年度業務実績]

・「NEDO特別講座」を8講座（11拠点）で実施し、人材育成や人的交流事業を実施した。

(イ) 研究開発の実施

[中期計画]

研究開発事業の推進に当たっては、①民間のみでは取り組むことが困難な、実用化までに中長期の期間を要し、かつリスクの高い「ナショナルプロジェクト」、②産業技術及び新エネルギー・省エネルギー技術の「実用化・企業化促進事業」、③大学や公的研究機関等の有望な技術シーズを育成する「技術シーズの育成事業」、を、技術分野ごとの特性や、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て実施する。

上記の3種類の研究開発事業のそれぞれについて、以下の原則の下で実施する。

研究開発の実施に際しては、以下の目標の達成を図る。

[21年度計画]

研究開発事業の推進に当たっては、①民間のみでは取り組むことが困難な、実用化までに中長期の期間を要し、かつリスクの高い「ナショナルプロジェクト」、②産業技術及び新エネルギー・省エネルギー技術の「実用化・企業化促進事業」、③大学や公的研究機関等の有望な技術シーズを育成する「技術シーズの育成事業」を、技術分野ごと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て実施する。

上記の3種類の研究開発事業のそれぞれについて、以下の原則の下で実施する。

研究開発の実施に際しては、以下の目標の達成を図る。

[中期計画]

・「ナショナルプロジェクト」においては、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」、6割以上が「優良」との評価を得る。また、特許については、真に産業競争力の強化に寄与する発明か、海外出願の必要はないか等に留意しつつ、その出願件数を第2期中期目標期間中に国内特許については5,000件以上、海外特許については1,000件以上とする。

[21年度計画]

・「ナショナルプロジェクト」においては、平成21年度に事後評価を実施予定の12件のプロジェクトについて、成果、実用化見通し、マネジメント及び位置付けを評価項目とし、評点法を用いて「優良」又は「合格」(*)との結果を得たプロジェクトがどの程度あるかを年度内に把握し、速やかに対外的に公表する。

(*)原則として、①成果及び②実用化の見通しをそれぞれA(優)=3点、B(良)=2点、C(可)=1点、D(不可)=0点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、①と②の和が4.0点以上であれば「優良」とし、3.0点以上であれば「合格」とする。

また、真に産業競争力の強化に寄与する発明等、その質の向上に留意しつつ、平成21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件以上を目指し、その取得に取り組む。

[21年度業務実績]

・平成20年度に終了したプロジェクト12件及び平成21年度に終了するプロジェクト3件に関し事後評価前倒し実

施を行ったところ、15件全て(100%)が合格以上であり、このうち10件(67%)は優良に該当した。本結果については、ホームページ等を通じて対外的に公表した。

- ・特許出願の21年度実績は、国内特許873件、海外特許267件であった(平成22年5月現在)(ただし、現在集計中であり、今後増加する。なお、20年度実績は、平成20年5月集計中の段階では、国内特許885件、海外特許282件であったが、平成22年5月現在では、国内特許1,071件、海外特許387件)。

[中期計画]

- ・「実用化・企業化促進事業」においては、事業終了後、3年以上経過した時点での実用化達成率を25%以上とする。また、特にイノベーションの実現に資するものとして実施する事業については、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、実用化見通し等を評価項目とし、別途公表される計算式に基づき6割以上が「順調」との評価を得るとともに、同評価により得られた知見を基に、技術経営力の強化に関する助言業務の観点も踏まえ、事業実施者に対してアドバイスを行う。

[21年度計画]

- ・「実用化・企業化促進事業」においては、イノベーション推進事業(次世代戦略技術実用化開発助成事業及びエコイノベーション推進事業を除く。)、SBIR技術革新事業、福祉用具実用化開発推進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)の平成20年度以降に事業が終了する研究開発テーマについて、終了後3年以上経過した時点での実用化達成率を25%以上とするという中期計画の達成に向けて取り組む。また、イノベーション推進事業については、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、実用化見通し等を評価項目とし、6割以上が「順調」(*)との評価を得るという中期計画の達成に向けてマネジメントを行うとともに、同評価により得られた知見を基に、技術経営力の強化に関する助言業務の観点も踏まえ、事業実施者に対してアドバイスを行う。

(*)原則として、①技術に関する評価項目(技術開発の達成状況等)及び②実用化見通しに関する評価項目(実用化スケジュール等)をそれぞれA=4点、B=3点、C=2点、D=1点、E=0点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、原則として合計4.0点以上の場合を「順調」とする。

[21年度業務実績]

- ・「実用化・企業化促進事業」において、平成15年度から平成18年度までに事業が終了した案件について、平成21年度におけるイノベーション推進事業(次世代戦略技術実用化開発助成事業及びエコイノベーション推進事業を除く。)、SBIR技術革新事業、福祉用具実用化開発推進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)の実用化達成率は、30.4%であった。
- ・イノベーション推進事業については、機構外部の専門家・有識者を活用し、終了事業者に対して、技術的成果、実用化見通し等を評価項目とした事後評価を実施した結果、91%が「順調」との評価を得た。さらに、同評価により得られた知見を基に、技術経営力の強化に関する助言業務の観点も踏まえ、事業実施者に対してアドバイスを行った。

[中期計画]

- ・「技術シーズの育成事業」においては、事業の実施に基づく査読済み研究論文の予算当たりの発表数を、技術分野ごとの特徴その他適当な条件を加味した上で、第1期中期目標期間と同等以上とする。また、これらの研究成果が、どのような社会的インパクトを与えたかをシミュレートできるモデル及び指標に関する検討を進める。
- ・また、これらの結果を対外的に公表する。

[21年度計画]

- ・「技術シーズの育成事業」においては、事業の実施に基づく査読済み研究論文の予算当たりの発表数を、技術分野ごとの特徴その他適当な条件を加味した上で、第1期中期目標期間と同等以上とするという中期計画の達成に向けて取り組む。さらに、これらの研究成果が、どのような社会的インパクトを与えたかをシミュレートするモデル及び指標に関する検討を継続する。

[21年度業務実績]

- ・平成21年度の論文数は620本(平成22年5月11日時点)であった。また、これらの研究成果が与えるインパクトや波及効果を定量化するための指標を検討した。具体的には、個々の波及事例を個々のモデルと考え、その個々のモデルに影響力の大きさに応じて重み付けをし、さらに大きさの異なるモデル事例を集計することで波及効果を定量化する手法を開発した。

i) ナショナルプロジェクト

[中期計画]

ナショナルプロジェクトは、民間のみでは取り組むことが困難な、実用化までに中長期の期間を要し、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の企画立案、実施体制の構築及び着実な推進を図るものとする。かかる目的の実現のため、以下に留意するものとする。

[21年度計画]

ナショナルプロジェクトは、民間のみでは取り組むことが困難な、実用化までに中長期の期間を要し、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の企画立案、実施体制の構築及び着実な推進を図るものとする。係る目的の実現のため、以下に留意しつつ【産業技術開発関連業務における技術分野ごとの計画】のとおり実施する。

[中期計画]

また、基盤技術研究促進事業については、第2期中期目標期間中において、事業の廃止を含めた検討を行う。なお、環境適応型高性能小型航空機研究開発事業については、その将来の売上に不確定な要素はあるが、そのリスクを上回る政策的意義を有することにかんがみ、基盤技術研究促進事業により実施する。

[21年度計画]

また、基盤技術研究促進事業については、第2期中期目標期間中において、事業の廃止を含めた検討を行う。なお、先進操縦システム等研究開発については、その将来の売上に不確定な要素はあるが、そのリスクを上回る政策的意義を有することにかんがみ、基盤技術研究促進事業により実施する。

[21年度業務実績]

- ・基盤技術研究促進事業において、継続事業1件を実施した。また、研究成果の事業化の状況や売上等の状況について109件の報告書を接受し、研究委託先等への現地調査を109回実施した。19件の売上実績、6件の収益実績を確認し、総額約1千万円の収益納付があった。

[中期計画]

- ・プロジェクトの立ち上げに当たっては、産業界・学術界等の外部の専門家・有識者を活用して、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ことや内外のエネルギー・環境問題の解決に貢献するなど、投入費用を上回る効果が見込まれるかどうかの費用対効果の観点も含めた事前評価を可能な限り実施し、その結果を反映するとともに、全てのプロジェクトについて開始前に広く国民から意見を収集するパブリックコメントを1回以上実施する。その結果を活用しつつ、機構は民間では実施が困難なハイリスクの研究開発を実施することにかんがみ、費用対効果等の不確実性が高くとも、将来の産業・社会に大きな改革をもたらす研究課題には果敢に取り組むことが必要であること、また、機構の研究開発の成果は、単純に実際の投入費用に対する収益額の大小でその成否を判断するのは適切ではなく、むしろ経済全体への波及効果という公共・公益性の観点において社会へ還元すべきであることにも留意して、プロジェクトを実施する。

[21年度計画]

- ・プロジェクトの立ち上げに当たっては、産業界・学術界等の外部の専門家・有識者を活用して、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ことや内外のエネルギー・環境問題の解決に貢献するなど、投入費用を上回る効果が見込まれるかどうかの費用対効果の観点も含めた事前評価を可能な限り実施し、その結果を反映するとともに、全てのプロジェクトについて開始前に広く国民から意見を収集するパブリックコメントを1回以上実施する。その結果を活用しつつ、機構は民間では実施が困難なハイリスクの研究開発を実施することにかんがみ、費用対効果等の不確実性が高くとも、将来の産業・社会に大きな改革をもたらす研究課題には果敢に取り組むことが必要であること、また、機構の研究開発の成果は、単純に実際の投入費用に対する収益額の大小でその成否を判断するのは適切ではなく、むしろ経済全体への波及効果という公共・公益性の観点において社会へ還元すべきであることにも留意して、プロジェクトを実施する。

[21年度業務実績]

- ・平成22年度に新たに実施する事業については、外部有識者等による事前評価を実施して事前評価書を作成し、全ての新規事業等22件について、パブリックコメントを求めるNEDO POSTを実施した。特に、基本計画案を示してコメントを募集するNEDO POST 3では、45件のコメントが寄せられ、その内容や反映結果を全てNEDOのホームページ上に公開した。また、事前評価書には、将来的な市場規模やCO₂削減効果を数値化して記載し、基本計画のアウトカム目標を明確化した。

[中期計画]

- ・事前評価の結果実施することとなったプロジェクトについては、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・学術界等の外部有識者との意見交換及び広く国民から収集した意見を反映させ、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、「出口イメージ」を明確に記述するものとする。
- ・プロジェクト基本計画で定める研究期間については、中長期的な視点から、必要に応じ、中期目標期間にとらわれず柔軟かつ適切に策定する。
- ・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で、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。

[21年度計画]

- ・事前評価の結果、実施することとなったプロジェクトについては、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・学術界等の外部有識者との意見交換及び広く国民から収集した意見を反映させ、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、「出口イメージ」を明確に記述するものとする。
- ・プロジェクト基本計画で定める研究期間については、中長期的な視点から、必要に応じ、中期目標期間にとらわれず柔軟かつ適切に策定する。

- ・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。

[21年度業務実績]

- ・事前評価の結果、平成22年度に新たに実施することとなったプロジェクトについては、経済産業省が定めるイノベーション基本計画等に沿って、事前評価書やパブリックコメントを反映させ、極力定量的かつ明確な最終目標及び、明確な「出口イメージ」を記述した基本計画を策定した。また、「アウトカム」をこれまで以上に明確に記述した。
- ・プロジェクト基本計画で定める研究期間については、中長期的な視点から、必要に応じ、中期目標期間にとらわれず柔軟かつ適切に策定した。
- ・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した。

[中期計画]

- ・プロジェクト内の各実施主体間の競争体制による場合のように、設置が適切でない場合を除き、指導力と先見性を有するプロジェクトリーダーを選定・設置し、プロジェクトリーダーが、機構内部との明確な役割分担に基づき、機構と連携してプロジェクトを推進できるよう、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。なお、必要に応じてプロジェクトの企画立案段階からプロジェクトリーダーを指名し、プロジェクト基本計画の策定及び研究体制の構築への参画を求める。

[21年度計画]

- ・設置が適切でない場合を除き、指導力と先見性を有するプロジェクトリーダーを選定・設置し、プロジェクトリーダーが機構内部との明確な役割分担に基づき、機構と連携してプロジェクトを推進できるよう、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体制の構築に努める。また、必要に応じて企画立案段階からプロジェクトリーダーが参画できるよう、プロジェクトリーダーのプロジェクト開始前からの選定・設置を行う。

[21年度業務実績]

- ・設置が適切な全てのプロジェクトについて、平成21年度は30名のプロジェクトリーダー及びサブプロジェクトリーダーを委嘱し、適切な研究開発チーム構成を実現した。また、プロジェクトリーダー等と機構のプロジェクト推進部部長との間で了解事項メモを締結し、それぞれの役割を明確にするとともに、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付与した。プロジェクト開始前からの選定・設置については、平成21年度は実施しなかった。

[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、研究管理法人を経由するものは、それが真に必要な役割を担うもののみとし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、成果を最大化するための最適な研究開発体制の構築に努める等、安易な業界横並び体制に陥ることのないよう留意する。

[21年度計画]

- ・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、研究管理法人を経由するものは、それが真に必要な役割を担うもののみとし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、成果を最大化するための最適な研究開発体制の構築に努める等、安易な業界横並び体制に陥ることのないよう留意する。

[21年度業務実績]

- ・プロジェクトの委託先等の選定については、外部の有識者による事前審査と機構内の契約・助成審査委員会の2段階で審査し、選考にあたっては、提案内容や遂行能力などの優位性を審査基準にする他、優れた部分提案者の開発等体制への組み込みに関する事項などを考慮すべき事項として、適切な研究開発フォーメーションの構築に努めた。

[中期計画]

- ・プロジェクトの終了後、機構外部の専門家・有識者を活用し、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た事後評価を実施するとともに、その結果を以後の機構のマネジメントに活用する。

[21年度計画]

- ・プロジェクトの終了後、機構外部の専門家・有識者による事後評価12件を実施し、研究成果、実用化見通し、マネジメント等について評価するとともに、その結果を以後の機構のマネジメントに活用する。

[21年度業務実績]

- ・平成21年度は、ナショナルプロジェクト15件について外部専門家による事後評価を実施した。その結果得られた多くの教訓等を、属人的なものとするのことなく組織として蓄積し、今後のマネジメントに活かすとともにPDSサイクルを強化していくため、研究開発マネジメントガイドラインの事例を拡充した。さらに、これらを研究開発マネジメント能力向上のための研修に活用した。

ii) 実用化・企業化促進事業

[中期計画]

実用化・企業化促進事業は、比較的短期間で成果が得られ、即効的な市場創出・経済活性化に高い効果を有し得るものであることにかんがみ、その実施に際しては、以下に留意するものとする。

なお、本事業の実施に当たっては、必要に応じて大学等の基礎基盤の科学技術の知見も活用し、実用化・企業化を後押しするものとする。

- ・テーマの採択に当たっては、本事業が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及び実現すべき新製品等の「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。
- ・公的機関のニーズ等を踏まえた技術開発課題の解決への取組を行う事業については、その有効性等を検証しつつ実施する。また、エコイノベーションの実現に資する取組を行う事業については、その有効性等を検討し、必要に応じて実施する。

[21年度計画]

実用化・企業化促進事業として、下記を実施する。

- ①イノベーション推進事業
- ②S B I R技術革新事業
- ③福祉用具実用化開発推進事業
- ④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）
- ⑤省エネルギー革新技術開発事業（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）

- ①イノベーション推進事業については、企業や大学等の技術シーズを実用化に効率的に結実させるため、テーマ重視の柔軟な運用の下に実施する。事業実施中は実用化を念頭に置いた技術開発マネジメントを支援する。平成21年度においては、新たに研究を開始するテーマの採択を行い実施するとともに、継続分82件のテーマを実施する。また、平成22年度新規採択に係る公募を年度内に実施する。エコイノベーションに資する技術開発関連テーマの探索研究についての公募も実施する。
- ②S B I R技術革新事業については、公的機関のニーズ等を踏まえた技術研究課題を設定した上で事前調査（F/S）の採択を行い、実施するとともに、継続分事前調査（F/S）11件及び研究開発（R&D）として継続分1件を実施する。なお、F/S継続分11件については、R&Dへ移行する段階的競争選抜を実施し、選抜案件はR&Dを実施する。
- ③福祉用具実用化開発推進事業については、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するテーマの採択を行い実施するとともに、継続分5件のテーマを実施する。また、平成22年度新規採択に係る公募を年度内に実施する。さらに、その開発成果について、広く社会への普及啓発を図るため、助成事業終了後、5事業者以上を展示会等のイベントを通じて広く社会へ紹介する。
- ④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、「新・国家エネルギー戦略」（2006年5月）で示された2030年までに更に30%以上のエネルギー消費効率の改善を図るという目標を達成するため、継続分11件のテーマを実施する。
- ⑤省エネルギー革新技術開発事業（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）については、「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」を策定したことを受け、「エネルギー使用合理化技術戦略的開発」に貢献するため、新たに研究を開始するテーマの採択を行い実施する。また、平成22年度新規採択に係る公募を年度内に実施する。

[21年度業務実績]

- ①イノベーション推進事業（エコイノベーション推進事業除く）については、平成21年度事業の公募を6回実施し（補正を含む）、申請のあった318件について厳正に審査して165件を採択するとともに、継続分82件と合わせて、247件のテーマに対し助成金を交付した。また、平成22年度新規採択に係る公募を年度内に開始した。さらに、エコイノベーション推進事業においては、エコイノベーションに資する技術開発関連テーマについて公募を2回実施し、申請のあった291件に対し審査を行い、35件を採択し、事業を実施した。
- ②S B I R技術革新事業については、公的機関のニーズを踏まえて、F/S：6課題を設定した上で公募を1回実施し、申請のあった39件について厳正に審査を行い、12件を採択し、事業を実施した。また、継続事業12件（F/S：11件、R&D：1件）を実施した。なお、F/Sについては、R&Dへ移行する段階的競争選抜を行い、平成20年度採択1件のうち5件、平成21年度採択12件のうち7件のR&Dフェーズへの継続を決定し、実施した。
- ③福祉用具実用化開発推進事業については、平成21年度事業の公募を1回実施し、申請のあった45件について厳正に審査を行い、4件のテーマを新規に採択するとともに、継続分5件と合わせて、9件のテーマに助成金を交付した。また、平成22年度新規採択に係る公募を年度内に実施した。さらに開発成果については「バリアフリー2009」、「国際福祉機器展（HCR）2009」において延べ22事業者がNEDOブースにて成果の展示を行い、福祉機器について広く普及啓発を図った。
- ④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、継続分11テーマ（実用化開発フェーズ9テーマ、実証研究フェーズ2テーマ）を実施した。
- ⑤省エネルギー革新技術開発事業（実用化開発フェーズ、実証研究フェーズ）については、平成21年度事業の公募を2回実施し、申請のあった51件について厳正に審査を行い、14件のテーマを採択した。また、平成22年度新規採択にかかる公募を平成21年度内に開始した。

iii) 技術シーズの育成事業

[中期計画]

広範な視点から社会・産業界のニーズに対応するため、大学・公的研究機関の研究者やその国際共同研究チームなどが有する有望な技術シーズを育成する事業を実施する。その際、我が国の競争的な研究開発環境の醸成等研究開発システムの改革にも資するよう努めるとともに、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即したテーマの選定を適切に行うため、以下に留意するものとする。

- ・テーマの選定に当たっては、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

業技術シーズとして広くポテンシャルを有するテーマを採択する。

- ・所属機関や経歴・業績などにとらわれず、若手研究者や地方の大学・公的研究機関の優れた提案も積極的に発掘する。その際、配分先の不必要な重複や過度の集中排除に努めるものとする。

[21年度計画]

技術シーズの育成事業として「産業技術研究助成事業（若手研究グラント）」を実施する。当該事業のテーマの選定に当たっては、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、将来の産業技術シーズとして広くポテンシャルを有するテーマを採択する。また、所属機関や経歴・業績などにとらわれず、若手研究者や地方の大学・公的研究機関からの優れた提案も積極的に発掘する。その際、配分先の不必要な重複や過度の集中排除に努める。さらに、中間評価を通じて、研究の進捗、企業との連携状況を評価し、必要に応じ重点化を図ることとする。

平成21年度においては、新たに研究を開始するテーマの採択を行い実施するとともに、継続分224件のテーマを実施する。また、平成22年度新規採択に係る公募を年度内に実施する。

[21年度業務実績]

- ・「産業技術研究助成事業」においては、平成21年度新規採択テーマに係る公募を2回実施し、申請のあった925件について厳正な審査を行った結果、将来の産業技術シーズとして広くポテンシャルを有するテーマの絞り込みを行い、92件を採択するとともに、継続分224件と合わせて316件に対し、助成金を交付した。また助成開始後2年目となる97件を対象に中間評価を実施するとともに、終了した107件を対象に事後評価を実施した。
- ・NEDO職員自らが、主要都市における100箇所以上の大学・研究機関等で、優良課題発掘のためのシーズ発掘・個別説明会を実施した。
- ・研究開発成果を産業応用化、実用化に結びつけるための情報発信に関する支援を実施した。具体的には、研究成果事例集の作成・配付、イベント等を活用した成果の発信、研究成果に関するプレスリリースなどの活動を相乗効果が高まるよう組み合わせて行い、優れた産業技術シーズや成果を広く産業界に発信した。

(ウ) 産業技術人材養成の推進

[中期計画]

民間企業や大学等において中核的人材として活躍し、イノベーションの実現に貢献する技術者の養成事業の質的強化を図る。具体的には、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により人材を育成するとともに、機構の研究開発プロジェクトに併設するNEDO特別講座について効率的・効果的な実施方法の工夫を図りつつ実施する。これらの活動を通じ、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、高齢化の進展状況、政府予算の状況その他適当な条件を加味した上で、第1期中期目標期間と同等程度養成する。産業技術フェロウシップ事業については、高度な学歴と知識を有する鉱工業技術者の養成を図るとともに、その成果を十分に把握するため、終了者の追跡調査等により事業成果を的確に把握し、事業目的に即した成果が得られているか検証するとともに、検証結果を公表する。その際、終了者のうち本事業の養成目的に合致した業務に従事する者の占める割合を60%以上とする。

[21年度計画]

民間企業や大学等において中核的人材として活躍し、イノベーションの実現に貢献する技術者の養成事業の質的強化を図る。具体的には、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により人材を育成するとともに、機構の研究開発プロジェクトに併設する「NEDO特別講座」について効率的・効果的な実施方法の工夫を図りつつ実施する。これらの活動を通じ、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、高齢化の進展状況、政府予算の状況その他適当な条件を加味した上で、第1期中期目標期間と同等程度養成する。産業技術フェロウシップ事業については、優れた人材の養成を図るとともに、20年度に実施した追跡調査結果等を基に事業目的に即した成果が得られているか検証し、その検証結果の公表を行う。

[21年度業務実績]

- ・ナショナルプロジェクト等への若手研究者の参画、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等の推進を通して総合的に約1,700名の若手研究者を中心とした人材養成を行った。(第1期中期目標期間実績 6,214名)

ナショナルプロジェクト等 1,555名

産業技術研究助成事業 129名 等

(定義：平成21年度中に新たに登録した、40歳未満の若手研究者（通年ベース）)

産業技術フェロウシップ事業では、技術経営、知財戦略等の知識の習得を目的とした座学やグループ討議による研修を実施し、優れた人材の養成を図った。平成20年度に実施した追跡調査結果等を基に事業目的に即した成果が得られているか検証し、その検証結果についてNEDOホームページにて公表した。

(エ) 技術経営力の強化に関する助言

[中期計画]

ナショナル・イノベーション・システムにおける機構の役割と責務を踏まえ、研究開発等の成果が事業者の経営上活用されることを重視し、機構が実施してきた研究開発マネジメントの高度化に向けた取組を強化することにより技術経営力に関する知見を深化させるとともに、その成果を活用した事業者の技術経営力の強化に関する助言に係る業務とし

て、以下の取組を実施する。

[21年度計画]

ナショナル・イノベーション・システムにおける機構の役割と責務を踏まえ、研究開発等の成果が事業者の経営上活用されることを重視し、機構が実施してきた研究開発マネジメントの高度化に向けた取組を強化することにより技術経営力に関する知見を深化させるとともに、その成果を活用した事業者の技術経営力の強化に関する助言に係る業務として、以下の取組を実施する。

[中期計画]

・技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築し、このネットワークを活用し、技術経営力に関する機構内職員の研修を毎年度1コース以上実施するとともに、技術経営力の強化をテーマとしたシンポジウム等を毎年度1回以上開催すること等により、その知見を産業界等に発信する。とりわけ、これまでに蓄積された研究開発プロジェクトのフォーメーション等の決定における採択審査委員会、プロジェクトの途中及び事後における評価委員会などにおける外部有識者を含めた関係各方面とのネットワークを十二分に活用する。

[21年度計画]

技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築し、このネットワークを活用し、技術経営力に関する機構内職員の研修を1コース以上実施するとともに、技術経営力の強化をテーマとしたシンポジウム等を1回以上開催すること等により、その知見を産業界等に発信する。とりわけ、これまでに蓄積された研究開発プロジェクトのフォーメーション等の決定における採択審査委員会、プロジェクトの途中及び事後における評価委員会などにおける外部有識者を含めた関係各方面とのネットワークを十二分に活用する。

[21年度業務実績]

技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築及び活用し、NEDOカレッジ（上期：1コース、下期：1コース）を実施した。また、技術経営力の強化をテーマとしたシンポジウム等として、「イノベーションジャパン2009」及び「アジアイノベーション政策カンファレンス2009」を開催することにより、その知見を産業界等に発信した。

[中期計画]

・研究開発マネジメントの専門家を目指す職員を外部の研究開発現場等に毎年度1名以上派遣し、その経験を積ませるとともに、大学における技術経営学、工学等の博士号、修士号等について、第2期中期目標期間中に5名以上の取得を行わせる等、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。

[21年度計画]

・職員の研究開発マネジメント能力の更なる向上のため、計1名の職員を外部の研究開発現場等に派遣し、その経験を積ませる。また、2名の職員を大学院のMOTコース等に派遣し、博士号、修士号の取得を目指し、必要な知識を習得させる。

[21年度業務実績]

・研究開発現場への派遣として京都大学（NEDO革新蓄電池開発センター）に1名の固有職員を常駐で派遣し、職員の研究開発マネジメント能力の向上を図った。また、早稲田大学MOTコースに2名、東京大学博士課程に3名、東京工業大学博士課程に1名、ジョージ・ワシントン大学に1名の職員を派遣し、NEDO職員に求められる政策・プロジェクト運営等に関する専門的知見の更なる習得、深化を図った。

[中期計画]

・イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として第2期中期目標期間中に100本以上の発表を行う。

[21年度計画]

・イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として20本程度の発表を行う。

[21年度業務実績]

イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として、27本の論文発表を実施した。

[中期計画]

・技術経営力に関する各界有識者のネットワークを活用し、機構の事業実施者に対し、知的財産の適切な管理・運営、国際標準化の取組を含む技術経営力の強化に係る助言を行う。

[21年度計画]

・知財や国際標準化等の有識者を活用することにより、機構の事業実施者に対し、技術経営力に係る助言等を行う。

[21年度業務実績]

・研究委託・助成先の中小企業、ベンチャー企業等に対し、NEDO職員と技術経営の専門家・公認会計士・弁理士等が、コンサルティングを行うなど、技術経営力の強化に関する助言業務を実施（41事業者、延べ65回）

[中期計画]

・研究開発マネジメントのノウハウ等の成果を、社会人向け公開講座等を活用して、企業の技術開発部門や企画部門の担当者等に発信する。

[21年度計画]

- ・研究開発マネジメントのノウハウ等の成果を、社会人向け公開講座等を活用して、企業の技術開発部門や企画部門の担当者等に発信する。

[21年度業務実績]

機構のプロジェクトマネジメントノウハウの情報発信等を目的とした社会人向け公開講座「NEDOカレッジ」（上期：1コース、下期：1コース）を実施し、のべ72名が修了した。

[中期計画]

- ・ベンチャー企業等を対象とする事業において、事業実施者の経営能力に関する要素を審査の過程で重視することとし、審査の過程で得られた知見を基に、技術経営力の強化に関する助言業務の観点も踏まえ、事業実施者に対してアドバイスをを行う。

[21年度計画]

- ・イノベーション推進事業においては、申請時に企業経営自己評価レポートの提出を求めるとともに、審査の際に申請者による知的資産経営のプレゼンテーションを実施することとする。また、審査の過程で得られた知見を基に、技術経営力の強化に関する助言業務の観点も踏まえ、ベンチャー企業、中小企業等の事業実施者に対してアドバイスをを行う。

[21年度業務実績]

- ・イノベーション推進事業においては、291件の申請者全員から企業経営自己評価レポートを提出させ、審査の際に申請者による知的資産経営のプレゼンテーションを実施し、審査委員からの的確なアドバイスを受けるなど、効果的な運用を図った。

[中期計画]

- ・研究開発と技術経営を担う人材を育成し、人的ネットワークを更に強化するための研究拠点として、技術経営等についての「NEDO特別講座」を平成21年度までに設置する。

[21年度業務実績]

研究開発と技術経営を担う人材を育成し、人的ネットワークを更に強化するための研究拠点として、技術経営等についての「NEDO特別講座」を設置した。

[中期計画]

- ・事業者の技術経営力の強化に向けた業務の一環としての観点も踏まえつつ、良質な技術シーズを発掘するため、機構の事業に対する応募に係る相談対応を毎年度2回以上実施する。

[21年度計画]

- ・事業者の技術経営力の強化に向けた業務の一環としての観点も踏まえつつ、良質な技術シーズを発掘するため、機構の事業に対する応募に係る相談対応を2回以上実施する。

[21年度業務実績]

- ・テーマ公募型事業の公募時期に合わせて公募説明会を94回、個別相談会を32回開催した。その他、大学等において制度説明会を30回開催した。

(産業技術開発関連業務における技術分野ごとの計画)

[中期計画]

後掲

[21年度計画]

後掲

[21年度業務実績]

後掲

(2) 新エネルギー・省エネルギー関連業務等

[中期計画]

近年の中国・インドを始めアジア諸国の高い経済成長を背景とした世界のエネルギー需要の増加見通し、間近に迫った京都議定書第一約束期間及びポスト京都議定書の議論が活発化の動きがある一方で、ドイツの太陽光発電導入量が平成17年度において日本を抜いて世界一となり、また、米国における平成19年1月のブッシュ大統領の年頭演説におけるバイオマスエタノールの積極的導入方針の明確化などのエネルギーを巡る政策の激変も起きている。

こうした中、我が国では、中国、インド等アジアを中心とする諸国とのエネルギー・環境協力の動きを活発化させる一方で、平成19年5月には「世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減する」という全世界に共通する長期目標を含めた「C o o l - E a r t h - エネルギー革新技術計画」をとりまとめているところである。

[21年度計画]

近年の中国・インドを始めアジア諸国の高い経済成長を背景とした世界のエネルギー需要の増加見通し、2008年より開始した京都議定書第一約束期間及びポスト京都議定書の議論が活発化の動きがある一方で、ドイツの太陽光発電導入量が平成17年度において日本を抜いて世界一となり、また、米国では平成21年1月にオバマ政権となり、エネルギーを巡る政策の激変も起きている。

こうした中、我が国では、中国、インド等アジアを中心とする諸国とのエネルギー・環境協力の動きを活発化させる

一方で、平成20年3月には「世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減する」という全世界に共通する長期目標を含めた「C o o l - E a r t h - エネルギー革新技術計画」を策定した。

[中期計画]

これらの情勢を踏まえ、機構は、我が国産業競争力の強化を果たしつつ我が国のエネルギー安定供給確保と地球温暖化問題の課題解決に貢献するとともに、アジア地域を始めとする世界のエネルギー・環境問題の課題解決にも適切な貢献を果たしていくことを念頭に置き、我が国の新エネルギー・省エネルギーの2010年度目標及び京都議定書目標達成計画の達成のための短期対策を加速的に実施することと、2030年度を目処とした我が国エネルギー戦略の達成や地球温暖化問題の究極の目的達成に貢献することを視野に入れた中長期対策を着実に実施すること等のため、新エネルギー・省エネルギーにおける政府として重点的に取り組むべき分野の技術開発、実証試験及び導入普及の各業務、石炭資源開発業務等を戦略的・重点的に推進する。

[21年度計画]

これらの情勢を踏まえ、機構は、我が国産業競争力の強化を果たしつつ我が国のエネルギー安定供給確保と地球温暖化問題の課題解決に貢献するとともに、アジア地域を始めとする世界のエネルギー・環境問題の課題解決にも適切な貢献を果たしていくことを念頭に置き、我が国の新エネルギー・省エネルギーの2010年度目標及び京都議定書目標達成計画の達成のための短期対策を加速的に実施することと、2030年度を目処とした我が国エネルギー戦略の達成や地球温暖化問題の究極の目的達成に貢献することを視野に入れた中長期対策を着実に実施すること等のため、新エネルギー・省エネルギーにおける政府として重点的に取り組むべき分野の技術開発、実証試験及び導入普及の各業務、石炭資源開発業務等を戦略的・重点的に【新エネルギー・省エネルギー関連業務等における技術分野ごとの計画】のとおり推進する。

[中期計画]

これらの業務の推進を通じ、エネルギー関連施設の立地条件、技術進歩による設備能力向上、政府予算の状況その他適当な条件を加味した上で、国内における第1期中期目標期間の温暖化ガスの排出抑制効果と遜色のないレベルの排出抑制を図る。

[21年度計画]

これらの業務の推進を通じ、エネルギー関連施設の立地条件、技術進歩による設備能力向上、政府予算の状況その他適当な条件を加味した上で、国内における第1期中期目標期間の温暖化ガスの排出抑制効果と遜色のないレベルの排出抑制を図るという中期計画の達成に向けて取り組む。

[21年度業務実績]

これらの業務の推進を通じ、エネルギー関連施設の立地条件、技術進歩による設備能力向上、政府予算の状況その他適当な条件を加味した上で、国内における第1期中期目標期間の温暖化ガスの排出抑制効果と遜色のないレベルの排出抑制を図るという中期計画の達成に向けて取り組んだ。

なお、新エネルギー・省エネルギーの実証試験、導入普及業務により、平成21年度は188万トンのCO₂削減効果をあげた。

[中期計画]

なお、新エネルギー・省エネルギー導入普及業務においては、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（昭和55年法律第71号）及びエネルギーの使用の合理化に関する法律（昭和54年法律第49号）に基づき定められた目標の達成状況を踏まえつつ、すべての事業について、第2期中期目標期間中に継続の必要性や事業成果について検証し、必要性や成果が乏しい事業については廃止する。また、継続実施する事業及び新たに実施する事業については、必ず終期を設定する。

[21年度計画]

なお、新エネルギー・省エネルギー導入普及業務においては、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（昭和55年法律第71号）及びエネルギーの使用の合理化に関する法律（昭和54年法律第49号）に基づき定められた目標の達成状況を踏まえつつ、すべての事業について、第2期中期目標期間中に継続の必要性や事業成果について検証し、必要性や成果が乏しい事業については廃止する。また、継続実施する事業及び新たに実施する事業については、必ず終期を設定する。

[21年度業務実績]

なお、新エネルギー・省エネルギー導入普及業務においては、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に基づき定められた目標の達成状況を踏まえつつ、事業評価等を通じて、継続の必要性や事業成果について検証し、必要性や成果が乏しい事業等については廃止を含め見直しを行った。具体的には、「風力発電系統連系対策助成事業」において風車本体と蓄電池について執行機関がそれぞれ異なっていたが、ユーザーの利便性等の観点から見直しを行い、平成22年度以降の新規事業については一括して経済産業省の補助事業とすることとした。また、継続実施する事業及び新たに実施する事業については、必ず終期を設定した。

[中期計画]

また、新エネルギー・省エネルギー導入普及業務における実施者ごとの個別の案件の実施期間について、原則2年内とし、2年を超える場合には、事業ごとに技術的専門家から構成されることとなる委員会によって事業実施期間を設定する。ただし、設備・機器の生産や設置工事等の関係であらかじめ定めた事業実施期間内の完了が困難な場合は、有識者から構成されている審査委員会の審査を受けて事業実施期間を延長する。

[21年度計画]

また、新エネルギー・省エネルギー導入普及業務における実施者ごとの個別の案件の実施期間について、原則2年以内とし、2年を超える場合には、事業ごとに技術的専門家から構成されることとなる委員会によって事業実施期間を設定する。ただし、設備・機器の生産や設置工事等の関係であらかじめ定めた事業実施期間内での完了が困難な場合は、有識者から構成されている審査委員会の審査を受けて事業実施期間を延長する。

[21年度業務実績]

また、新エネルギー・省エネルギー導入普及業務における実施者ごとの個別の案件の実施期間について、技術的専門家から構成されることとなる委員会によって事業実施期間を設定した。

(新エネルギー・省エネルギー関連業務等における技術分野ごとの計画)

[中期計画]

後掲

[21年度計画]

後掲

[21年度業務実績]

後掲

(3) 産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等の実施に係る共通の実施方針

(ア) 企画・公募段階

[中期計画]

i) 円滑かつ迅速な事業実施・推進を図るため、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。

[21年度計画]

i) 円滑かつ迅速な事業実施・推進を図るため、極力多くの事業について、政府予算の成立を条件として、平成20年度の3月までに公募を開始する。

[21年度業務実績]

i) 円滑かつ迅速な事業実施・推進を図るため、極力多くの事業について、政府予算の成立を条件として、平成20年度の3月までに公募を開始した。

[中期計画]

ii) ホームページ等のメディアの最大限の活用等により採択基準を公表しつつ、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、テーマ公募型の研究開発事業においては、地方の提案者の利便にも配慮し、地方を含む公募説明会の一層の充実を図る。

[21年度計画]

ii) ホームページ等のメディアの最大限の活用等により採択基準を公表しつつ、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、テーマ公募型の研究開発事業においては、地方の提案者の利便にも配慮し、地方を含む公募説明会の一層の充実を図る。

[21年度業務実績]

ii) 新たに平成21年度新規プロジェクトについては、ホームページの「NEDO POST 3」において公募時期を事前周知するとともに、必要に応じて公募説明会等で説明する公募に係る事前情報を掲載した。
また、公募に関する問い合わせや、各種制度を初めて利用する方、または利用の仕方がわからない方等への助言やサービスを一層向上させるため、「NEDOお客様デスク」を設置（21年6月）し、電話やホームページを通じた相談に対応した（相談件数は21年度2,278件、258件/月）。

[中期計画]

iii) テーマ公募型の研究開発事業については、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相談受付と年間複数回の採択を行う。

[21年度計画]

iii) テーマ公募型の研究開発事業については、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相談受付と年間複数回の採択を行う。

[21年度業務実績]

iii) テーマ公募型の研究開発事業については、随時、応募を予定している者等からの相談等に対応した。また、平成21年度においてはイノベーション推進事業（産業技術実用化開発助成事業・研究開発型ベンチャー技術開発助成事業・次世代戦略技術実用化開発事業）については3回、イノベーション推進事業（大学発事業創出実用化研究開発事業）及び産業技術研究助成事業（若手研究グラント）などについては2回の採択を実施した。

[中期計画]

iv) 新エネルギー・省エネルギー関連業務等の「実証」及び「導入普及」業務においては、制度の利用者が容易に事業の趣旨や応募方法等を理解できるよう、第1期中期目標期間に引き続き、事業横断的な統一マニュアルを策定し、できる限り公募方法等を統一化するとともに、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に向けた情報提供を更に充実する。

[21年度計画]

iv) 新エネルギー・省エネルギー関連業務等の「実証」及び「導入普及」業務においては、制度の利用者が容易に事業の趣旨や応募方法等を理解できるよう、第1期中期目標期間に引き続き、事業横断的な統一マニュアルを策定し、できる限り公募方法等を統一化するとともに、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に向けた情報提供を更に充実する。

[21年度業務実績]

iv) 新エネルギー・省エネルギー関連業務等の「実証」及び「導入普及」業務においては、制度の利用者が容易に事業の趣旨や応募方法等を理解できるよう、第1期中期目標期間に引き続き、事業横断的な統一マニュアルを策定し、できる限り公募方法等を統一化するとともに、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た。

[中期計画]

v) 機構外部からの優れた専門家・有識者の参加による、客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。

[21年度計画]

v) 機構外部からの優れた専門家・有識者の参加による、客観的な審査・採択基準に基づく公正な選定を行う。

[21年度業務実績]

v) 事業実施者の審査・選定については、応募要領に審査の方法・基準を示した上で、約5,000人の外部有識者を活用して、客観的で公正な選定審査・選定に努めた。

[中期計画]

vi) 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。

[21年度計画]

vi) 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。

[21年度業務実績]

vi) 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。

(イ) 業務実施段階

[中期計画]

i) 交付申請・契約・検査事務などに係る事業実施者の事務負担を極力軽減するとともに、委託事業においては研究開発資産等の事業終了後の有効活用を図る。

[21年度計画]

交付申請・契約・検査事務などに係る事業実施者の事務負担を極力軽減するとともに、委託事業においては研究開発資産等の事業終了後の有効活用を図る。

[21年度業務実績]

事業者における事務負担の軽減を図るべく、事業者に対するアンケート調査結果等を踏まえ、平成20年度から開始した労務費の率専従制度について、平成21年度は適用範囲を既存の委託事業や助成事業にも拡大した。また、平成22年度からは経理事務が適正に行われている事業者については、検査事務負担の軽減を図る措置を実施することにし、説明会の開催等により広く周知した。

[中期計画]

国からの運営費交付金を原資とする事業については、事業実施者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・交付決定を実施する。国からの補助金等を原資とする事業については、その性格を踏まえつつも、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、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。

[21年度計画]

国からの運営費交付金を原資とする事業については、事業実施者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・交付決定を実施する。国からの補助金等を原資とする事業については、その性格を踏まえつつも、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、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。

[21年度業務実績]

国からの運営費交付金を原資とする事業については、事業実施者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・交付決定を原則実施し、平成21年度新規契約についてはほぼ100%に導入した。国からの補助金等を原資とする事業については、その性格を踏まえつつも、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、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、早期の事務手続きにより利用者本位の制度運用を行うように努めた。

[中期計画]

なお、十分な審査期間を確保することに最大限留意の上、応募総数が多い場合等、特段の事情がある場合を除き、公募締切から採択決定までの期間をそれぞれ以下の日数とすることにより、事務の合理化・迅速化を図る。

- ・ナショナルプロジェクト：原則45日以内
- ・実用化・企業化促進事業：原則70日以内
- ・技術シーズの育成事業：原則90日以内
- ・新エネルギー・省エネルギー関連業務の「実証」及び「導入普及業務」：原則60日以内

[21年度計画]

なお、十分な審査期間を確保することに最大限留意の上、応募総数が多い場合等、特段の事情がある場合を除き、公募締切から採択決定までの期間をそれぞれ以下の日数とすることにより、事務の合理化・迅速化を図る。

- ・ナショナルプロジェクト：原則45日以内
- ・実用化・企業化促進事業：原則70日以内
- ・技術シーズの育成事業：原則90日以内
- ・新エネルギー・省エネルギー関連業務の「実証」及び「導入普及業務」：原則60日以内

[21年度業務実績]

平成21年度に公募を実施した研究開発プロジェクト等の受託者・交付先の採択については、実施内容・技術要件等に採択条件が付され、慎重な審査・調整に時間を要した案件（4件）並びに第一次補正予算の執行の見直しの影響があった案件（2件）を除き、事業区分毎に掲げる公募締切から採択決定までの目標期間以内で採択決定した。

- ・ナショナルプロジェクトでは、期間内で採択決定を行った事業は43件中37件（86%）
- ・実用化・企業化促進事業では、公募を行った事業13件全て期間内で採択決定を行った。
- ・若手研究者への助成事業では2回の公募を行い、全て期間内で採択決定を行った。
- ・新エネ・省エネ関連業務の実証・導入普及事業では、公募を行った事業38件全て期間内で採択決定を行った。

[中期計画]

ii) 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。

[21年度計画]

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調査し、適切な形で対外的に公表する。

[21年度業務実績]

委託先の事情により適用できない場合等を除く、すべての委託事業において日本版バイドール条項を適用し、研究開発実施事業者の事業取組へのインセンティブ向上を図った。また、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いて3,835件の調査を行い、ホームページにて公表した。具体的な調査結果としては、既に生産・販売を実施中のものが297件、事業計画ありが462件であり、実施許諾等を行っているものは113件であった。

[中期計画]

iii) 制度面・手続き面の改善を、変更に伴う事業実施者の利便性の低下にも留意しつつ行うとともに、事業実施者に対する説明会を毎年度4回以上行う。また、毎年度、事業実施者に対してアンケートを実施し、制度面・手続き面の改善点等について、8割以上の回答者から肯定的な回答を得る。

[21年度計画]

事業実施者に対するアンケートで、中期目標期間中に8割以上の回答者から肯定的な回答を得られるように、事業実施者の利便性の向上を意識しつつ、制度面・手続き面の改善を行う。また、事業実施者に対する説明会を4回以上行う。

[21年度業務実績]

平成21年度の当機構の制度改善に係る全体的な取り組みについてアンケート調査を実施したところ、アンケート回答者から8割を大幅に上回る肯定的回答が得られた。また、平成21年度に取り組んだ改善項目の評価については、改善項目を理解している回答者の8割以上から「改善と思う」との肯定的な回答を得た。

平成21年度は、事業実施者に対する契約・検査制度についての説明会を6月・9月・11月・2月の4回、全国5箇所（2月は7箇所）で開催し、制度の改善事項の一層の周知を図った。

(ウ) 評価及びフィードバック

[中期計画]

機構外部の専門家・有識者を活用した厳格な評価を行い、その結果を基に、事業の加速化・縮小・中止・見直し等を迅速に行うとともに、以降の事業実施及び予算要求プロセスに反映する。特に、中間時点での評価結果が一定水準に満たない事業については、国からの運営費交付金を原資とする事業にあっては抜本的な改善策等がない場合には原則として中止するとともに、国からの補助金等を原資とする事業にあっては技術開発動向、エネルギー市場・産業の動向、制度利用者の要望等を踏まえた政策当局への提言等をより積極的に行い、政策実施機関としての役割を全うする。

[21年度計画]

機構外部の専門家・有識者を活用した厳格な評価を行い、その結果を分析したデータを基に、事業の加速化・縮小・中止・見直し等を迅速に行うとともに、以降の事業実施及び予算要求プロセスに反映する。

特に、中間時点での評価結果が一定水準に満たない事業については、国からの運営費交付金を原資とする事業にあっては抜本的な改善策等がない場合には原則として中止するとともに、国からの補助金等を原資とする事業にあっては技術開発動向、エネルギー市場・産業の動向、制度利用者の要望等を踏まえた政策当局への提言等をより積極的にを行い、政策実施機関としての役割を全うする。

[21年度業務実績]

平成21年度は、5年間程度以上の期間を要し、かつ事業開始から3年目程度を経過したナショナルプロジェクト25件について、機構外部の専門家・有識者を活用した中間評価を実施し、その評価結果を受け、国からの運営費交付金を原資とする事業の内、6事業はテーマの一部を加速し、別の10事業については計画の見直しや、テーマの絞り込みなどの改善を行った。

(エ) 成果の広報・情報発信に関する事項

[中期計画]

i) 国民へのわかりやすい成果の情報発信・提供のため、対象に応じた、成果の映像、印刷物、ホームページ等の媒体の製作・提供、成果発表会、展示会等の開催及び出展等を行う。特に、機構の最新の取組等を紹介する機関誌については年4回以上発行するとともに、分野ごとのパンフレットについては定期的に更新する。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。

国民一般を対象とした広報・情報発信については、特に、記者発表回数や来場者1万人超の一般向け展示会（産業技術、エネルギー・環境関連）出展数を毎年度現行水準以上とする。

我が国の次世代の研究開発を担う小中学生を対象とした広報・情報発信については、特に、科学技術館の展示内容の充実を図るとともに、子ども向け啓発事業を毎年度3回以上実施する。また、アンケート等を通じてこれらの効果について検証し、その結果に応じて内容を見直す。

[21年度計画]

i) 平成21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。パンフレットは重複がないように適宜見直し、合理的に作成する。

広報誌として、研究成果の最新情報や機構が取り組む様々な活動の紹介などを適時に載せた「FOCUS NEDO」を4回発行する。国民への情報発信のため、プレスへの積極的アピールを進めるべく、引き続き各部門の研究成果について記者説明会を実施する。また、記者にNEDO事業の理解を深めるためのブリーフィングを実施する。

さらに、研究成果、エネルギー及び産業技術を一般国民層に広く理解してもらえよう、各種成果報告会の開催、セミナー・シンポジウムの開催、来場者1万人超の展示会への出展等を行う。

また、更なる一般国民への分かりやすい情報発信を行うために、ホームページのコンテンツの見直し及びプロジェクトに関する情報提供の充実を図る。

次世代を担う小学生への機構の事業の理解を促進するため、科学館等において積極的な情報発信をするほか、小中学生向けのイベント等普及啓発事業を3回以上行う。

得られた研究開発成果を積極的に発表し、引き続き分かりやすい情報発信を行うよう広報活動を強化するため、広報アクションプランに基づいた機構内の広報体制の整備を継続する。

[21年度業務実績]

i) 機構の取り組んできた事業の成果を一般国民に分かりやすくまとめた「成果レポート最前線2009」パンフレットを作成した。

広報誌として「FOCUS NEDO」を発行し、バイオテクノロジー・医療技術、新エネルギー技術開発、導入普及事業、京都メカニズム推進事業について、最新の成果・動向を情報発信した。また、国民への情報発信のためにマスメディアへの積極的アピールを進めるべく、成果や取り組みについて、プレスリリース（114件）、記者会見（19回）等を実施した他、記者向けにNEDO事業の理解増進を図るためのブリーフィング（8回）を実施した。

さらに、事業で得られた研究開発成果の発表・マッチングのために、イノベーションジャパン、次世代冷凍空調技術国際会議2010、第2回日独環境フォーラム等のイベント（展示会・国際会議・成果報告会・セミナー・シンポジウム）（95件）を開催したほか、新エネルギー世界展示会、国際ナノテクノロジー総合展・技術会議、エコプロダクツ等の来場者が1万人を超える展示会（32件）への出展等を行い、積極的な情報発信を行った。

また、ウェブサイトトップページのリニューアルを行った他、各部のイベント活動等の情報を紹介するコーナー「最近の動き」（112件）により、情報提供の充実を図った。

太陽電池工作コンクール、科学技術館の常設展示、ソーラーカー工作教室（2回）、かわさきサイエンスチャレンジへの出展等次世代を担う小中学生への機構の事業の理解を促進するための活動（9件）を実施した。

得られた研究開発成果を積極的に発表し、引き続きわかりやすい情報発信を行うよう広報活動を強化するため、広報アドバイザーを配置した。

[中期計画]

ii) 研究開発の成果を基礎とした産業競争力及び新エネルギー・省エネルギー分野への貢献（アウトカム）については、中長期的な視野で様々な事例とその幅広い波及効果を集集・把握することに努め、印刷物、ホームページ等により、毎年度、広く情報発信を行う。

[21年度計画]

- ii) 研究開発の成果を基礎とした産業競争力及び新エネルギー・省エネルギー分野への貢献（アウトカム）については、中長期的な視野で様々な事例とその幅広い波及効果を収集・把握することに努め、印刷物、ホームページ等により、広く情報発信を行う。

[21年度業務実績]

- ii) (特殊法人時代を含め) 機構設立以来のアウトカム把握について、平成21年度は、太陽光発電（太陽電池）、ブルーレイ関連製品、エコキュートなど、NEDOのプロジェクトにより開発された成果から実用化したもののうち、企業等へのアンケートおよびヒアリングにより売上が把握できた主要27品目について、2010年～2020年までの費用対効果に対する試算を実施した。その結果、主要27品目に対するNEDOプロジェクトの国費支出累計は約4,255億円であったのに対し、累積売上額は約53兆円と推計された。

また、ナショナルプロジェクトによって生み出された主要な論文について調査を実施したところ、平成13～20年度終了プロジェクトのNEDO論文4,961本について、平均15.84の論文に引用されていることが分かった。これは国内の研究機関等のうち第2位に相当する平均被引用回数であり、ナショナルプロジェクトの成果が学術的にも高いレベルにあることを示している。

さらに、これらアウトカムの情報発信として、NEDOのウェブサイトにて、追跡調査等で把握したNEDOプロジェクトによる成果の実用化事例としてインテリジェント手術室や極低温電子顕微鏡など、新たに10事例の情報発信等を行った。

[中期計画]

- iii) 展示会等の企画・開催、学会等との連携による共同イベントの実施等を通じ、事業で得られた研究開発成果を積極的に発表することにより、研究開発成果と企業とのマッチングの場を設け、成果の普及促進を図る。その際、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、国際標準化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とに留意するものとする。

[21年度計画]

- iii) 展示会等の企画・開催、学会等との連携による共同イベントの実施等を通じ、事業で得られた研究開発成果を積極的に発表することにより、研究開発成果と企業とのマッチングの場を設け、成果の普及促進を図る。その際、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、国際標準化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とに留意する。

[21年度業務実績]

- iii) 事業で得られた研究開発成果の発表・マッチングのために、イノベーションジャパン、次世代冷凍空調技術国際会議2010、第2回日独環境フォーラム等のイベント（展示会・国際会議・成果報告会・セミナー・シンポジウム等95件）を開催したほか、新エネルギー世界展示会、国際ナノテクノロジー総合展・技術会議、エコプロダクツ等の来場者が1万人を超える展示会（32件）への出展等を行い、積極的な情報発信を行った。

[中期計画]

- iv) 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、イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として第2期中期目標期間中に100本以上の発表を行う。

[21年度計画]

- iv) 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、イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として20本程度の発表を行う。

[21年度業務実績]

- iv) イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として、27本の論文発表を実施した。さらに、研究・技術計画学会の年次大会にて、研究評価部が推進するプロジェクト評価、追跡評価等の評価システムに対して「学会賞」を受賞した。

[中期計画]

なお、補正予算により追加的に措置された交付金及び補助金の活用については、以下のとおりとする。

- a) 平成20年度補正予算（第1号）により追加的に措置された交付金及び補助金については、「安心実現のための緊急総合対策」の低炭素社会実現対策のために措置されたことを認識し、低炭素社会の早期実現に向けた取組強化のために活用する。
- b) 平成20年度補正予算（第2号）により追加的に措置された交付金については、「生活対策」の中小・小規模企業等支援対策のために措置されたことを認識し、中小企業等に対する研究開発支援の強化のために活用する。
- c) 平成21年度補正予算（第1号）により追加的に措置された交付金については、「経済危機対策」の低炭素革命、健康長寿・子育て及び底力発揮・21世紀型インフラ整備のために措置されたことを認識し、低炭素・循環型社会の構築、資源大国の実現、医療品等新技術の開発加速、中小企業支援の推進、ITの徹底活用による国民の利便性向上のために活用する。
- d) 平成21年度補正予算（第2号）により追加的に措置された交付金については、「明日の安心と成長のための緊急経済対策」の環境・エネルギー技術への挑戦のために措置されたことを認識し、低炭素社会の実現に不可欠な素

材の開発等、革新的な環境技術開発の前倒しや低炭素社会システムの実現に向けた取組の推進のために活用する。

[21年度計画]

なお、補正予算により追加的に措置された交付金及び補助金については、それぞれの政策目的のために措置されたことを認識し、着実に執行する。

[21年度業務実績]

<平成21年度補正予算(第1号)>

予算成立後速やかに執行(公募等)を開始したが、10月16日の閣議決定による予算の見直しがあり、その見直し結果を反映させ執行を行った。

<平成21年度補正予算(第2号)>

新たに事業者を公募しなければならないものであったが、公募予告等を前倒して行うことで、公募に必要な期間を確保し、平成21年度において全ての契約を締結した。

(4) クレジット取得関連業務

[中期計画]

クレジット取得関連業務は、京都議定書における我が国の目標達成に資するための京都メカニズムクレジットの取得を確実にかつ費用対効果を考慮して行うことを目的として、経済産業省及び環境省が機構に委託したものである。

第1期中期目標期間中、政府としてのクレジット取得の制度と運用体制の構築、及びクレジット取得の契約締結を行ってきた。

第2期中期目標期間におけるクレジット取得関連業務の実施に当たっては、引き続き経済産業省及び環境省との緊密な連携の下、我が国が京都議定書目標達成計画に基づき、京都議定書に定める第一約束期間の目標達成に向けて、国内対策を基本として国民各界各層が最大限努力してもなお京都議定書の約束達成に不足する差分を踏まえ、計画的に目標達成に必要な見込まれるクレジットの取得及び政府への移転を、制度改善と運用体制の強化をしつつ実施するものとする。その際、①計画的にクレジットを取得するとともに、国の財政支出の効率化の観点から、取得に係る予算総額の低減を含めた、効率的かつ着実なクレジットの取得に努めること、②地球規模での温暖化防止、途上国の持続可能な開発への支援を図ること、という観点を踏まえつつ、適切に業務を推進する。

かかる目的の実現のため、以下に留意するものとする。

[21年度計画]

クレジット取得関連業務の実施に当たっては、経済産業省及び環境省との緊密な連携の下、「京都議定書目標達成計画」に基づき、京都議定書に定める第一約束期間の目標達成に向けて、国内対策を基本として国民各界各層が最大限努力してもなお京都議定書の約束達成に不足する差分を踏まえ、計画的に目標達成に必要な見込まれるクレジットの取得及び政府への移転を、制度改善と運用体制の強化をしつつ実施するものとする。その際、①計画的にクレジットを取得するとともに、国の財政支出の効率化の観点から、取得に係る予算総額の低減を含めた、効率的かつ着実なクレジットの取得に努めること、②地球規模での温暖化防止、途上国の持続可能な開発への支援を図ること、という観点を踏まえつつ、適切に業務を推進する。

以下において「プロジェクト」とは、クリーン開発メカニズム(CDM)、共同実施(JI)又はグリーン投資スキーム(GIS)のいずれかに係るプロジェクトをいう。

また、クレジット取得事業の形態は、下記のとおりとする。

- ①機構が、自らもプロジェクト参加者等として京都議定書に基づく他のプロジェクト参加者等との間でクレジット購入契約を締結し、クレジット発行者からクレジットを直接取得する事業。
- ②機構が、クレジットを既に取得又は今後取得する見込みのある事業者等との間で転売等によるクレジット購入契約等を締結し、クレジットを取得する事業。
- ③機構が、日本国政府と京都議定書附属書B国※政府による覚書等に基づき、附属書B国政府と排出割当量売買契約を締結し、クレジットを取得する事業。

※附属書B国とは、京都議定書附属書Bに掲げられた排出削減に関する数値目標を有している国を指す。

[21年度業務実績]

「京都議定書目標達成計画」の目標達成に必要な見込まれるクレジットの取得及び政府への移転等のクレジット取得関連業務を、制度改善と運用体制の強化により、計画的に実施した。

クレジット取得にあたっては、地球規模での温暖化防止、途上国の持続可能な開発への支援という観点を踏まえ、各種プロジェクトの内、クレジットを安価で大量に取得可能であるGISを活用した国際排出量取引に関する交渉に注力、効率的かつ着実なクレジット取得に努め、GISによる購入契約を以下の通り締結した。平成21年度の総契約量は4,150万トン-CO₂となり、昨年度迄の総契約量を含めると、政府取得目標の約1億トン-CO₂に迫る、9,580.3万トン-CO₂の契約量を確保した。

契約相手先	総契約量	契約締結日
・チェコ共和国環境省	4,000万トン-CO ₂	3/30(4/1発効)
・ラトビア共和国環境省	150万トン-CO ₂	10/5

クレジットの移転については、引き続き事務管理等の効率化・適正化に努め、政府への移転総量は4,498.2万トン-CO₂となり、累積では4,813.0万トン-CO₂を移転し、第一約束期間の目標達成に貢献した。

GIS案件については、移転されたクレジットを確実にものとするために、グリーンングの着実な実施を推進するとともに、日本の環境技術移転を図るべく、契約相手国において日本技術紹介のワークショップ等を開催した。

既契約CDM案件については、国連審査の長期化・厳格化の現状に対応するため、プロジェクト実施者や関係機関等

と協力しつつ、COP・EB等での働き掛けを強め、国連登録及びクレジット発行の円滑化の推進に努めた。
また、為替リスクを低減し予算の効率的な運用を図るため、為替予約制度の弾力的運用も実施した。

(ア) 企画・公募段階

[中期計画]

i) クリーン開発メカニズム(CDM)・共同実施(JI)・グリーン投資スキーム(GIS)によるクレジットの取得に最大限努力する。

[21年度計画]

i) CDM・JI・GISに係るプロジェクトによるクレジットの取得に最大限努力する。

[21年度業務実績]

i) 平成21年度は、各種プロジェクトの内、GISによる取得手法を活用し、交渉により大量のクレジット取得が可能かつ相対的に安価なクレジットの取得を実施した。

[中期計画]

ii) クレジット取得に係る契約の相手先となる事業者等(以下「契約相手先」という。)の選定については、原則として公募によるものとし、その際ホームページ等のメディアの最大限の活用等を図る。また、原則として随時の応募受付と年間複数回の採択を実施する。また、必要に応じて公募説明会を開催し、契約相手先に対して公募に関する周知を図る。

[21年度計画]

ii) クレジット取得に係る契約の相手先となる事業者等(以下「契約相手先」という。)の選定については、原則として、公募によるものとし、その際ホームページ等のメディアの最大限の活用等を図る。また原則として随時の応募受付と年間複数回の採択を実施する。また、必要に応じて公募説明会を開催し、契約相手先に対して公募に関する周知を図る。

[21年度業務実績]

ii) クレジット取得に係る契約の相手方となる事業者等(以下「契約相手先」という)の選定については、クレジット価格等の状況を精査しつつ公募を検討したが、結果として公募は見送り、GISによる二国間交渉を行った。

[中期計画]

iii) 契約相手先の選定においては、客観的な審査・採択基準に基づく公正な審査を行う。具体的には、その信用力、プロジェクトの内容、提案されたクレジットの価格や移転時期その他必要な事項を考慮して選定する。その際、必要に応じて世界で取引されているクレジットのデータベース等の活用などを図るなど、優れた提案等を速やかに採択するための審査体制を維持する。また、審査に当たっては、提案者等が国際ルール等を踏まえて行った、クレジットを生成するプロジェクトに係る環境に与える影響及び地域住民に対する配慮の徹底について確認を行う。

[21年度計画]

iii) 契約相手先の選定においては、客観的な審査・採択基準に基づく公正な審査を行う。具体的には、信用力、プロジェクトの内容、提案されたクレジットの価格や移転時期その他必要な事項を考慮して選定する。その際、必要に応じて世界で取引されているクレジットのデータベース等の活用などを図るなど、優れた提案等を速やかに採択するための審査体制を維持する。また、審査に当たっては、提案者等が国際ルール等を踏まえて行った、クレジットを生成するプロジェクトに係る環境に与える影響及び地域住民に対する配慮の徹底について確認を行う。

[21年度業務実績]

iii) 契約相手先の選定にあたって、信用力、プロジェクトの内容、提案されたクレジットの価格や移転時期等を考慮し、客観かつ公平な審査を行った。その際、世界で取引されているクレジット価格情報や企業情報等のデータベースも活用した。クレジットを生成するプロジェクトの環境に与える影響及び地域住民に対する配慮を徹底するため、提案者に対するヒアリングを行った上で採択した。

[中期計画]

iv) クレジット取得においては、リスクの低減を図りつつ、費用対効果を考慮してクレジットを取得する観点から、個々のクレジット取得におけるリスクを厳正に評価することに加えて、取得事業全体として、契約相手先やプロジェクト実施国を分散させることなどの措置を講じる。

[21年度計画]

iv) クレジット取得においては、リスクの低減を図りつつ、費用対効果を考慮してクレジットを取得する観点から、個々のクレジット取得におけるリスクを厳正に評価することに加えて、取得事業全体として、契約相手方やプロジェクト実施国を分散させることなどの措置を講じる。

[21年度業務実績]

iv) GIS案件について、グリーンングリスク等の固有のリスクを厳正に評価した上で取得契約を締結。グリーンング施行に関しては、履行違反を防ぐべくモニタリング等による確認と是正指導を可能とし、着実なグリーンングを実施できる緻密なスキームを導入した。また、実施国を分散させることで、リスク低減を図った。

(イ) 業務実施段階

[中期計画]

- i) クレジット取得に係る契約の締結に際しては、費用対効果を考慮してクレジットを取得する観点から、必要に応じて取得契約額の一部前払いを行う。この際、契約相手先の業務遂行能力・信用力等を厳格に審査するとともに、原則前払い額の保全のための措置を講じる。また実際にクレジットが移転されるまでに相当の期間を要することから、必要に応じ、複数年度契約を締結する。

[21年度計画]

- i) クレジット取得に係る契約の締結に際しては、費用対効果を考慮してクレジットを取得する観点から、必要に応じて取得契約額の一部前払いを行う。この際、契約相手先の業務遂行能力・信用力等を厳格に審査するとともに、原則前払い額の保全のための措置を講じる。また実際にクレジットが移転されるまでに相当の期間を要することから、必要に応じ、複数年度契約を締結する。

[21年度業務実績]

- i) 平成21年度に締結したGIS案件では、結果的に前払いは無かったが、2案件のうち1件は実施計画が複数年度に跨ることから、複数年度契約を締結した。

[中期計画]

- ii) 契約相手先からの進捗状況に関する定期報告の提出及び随時の報告の聴取や必要に応じた現地調査等を行うことにより、プロジェクトの進捗状況の把握に努めるとともに、必要に応じて契約相手先と協議し、適切な指導を行い、当初の取得契約が遵守されるよう管理する。また、管理に当たっては、複数年度契約により年々累積していく契約案件を効率的に管理していくための体制を構築する。

[21年度計画]

- ii) 契約相手先からの進捗状況に関する定期報告の提出及び随時の報告の聴取や必要に応じた現地調査等を行うことにより、プロジェクトの進捗状況の把握に努めるとともに、必要に応じて契約相手先と協議し、適切な指導を行い、当初の取得契約が遵守されるよう管理する。また、管理に当たっては、複数年度契約により年々累積していく契約条件を効率的に管理していくための体制を構築する。

[21年度業務実績]

- ii) 確実なデリバリー実施の観点から、GIS案件においては、グリーンングの進捗状況等について契約相手国からの定期報告や必要に応じて実施する現地調査（海外事務所の活用を含む）を通して把握、必要に応じて実施計画の見直しを指示する等、適切な指導を行った。また、年々累積していくCDM並びにGIS契約の管理のため職員を適正配置する等の体制強化を図った。

[中期計画]

- iii) クレジット取得等業務を取り巻く環境の変化等を踏まえて柔軟かつ適切に対応する体制とするとともに、必要に応じた職員の能力向上、機構内の関係部門との連携を図る。また、将来のプロジェクトの案件形成にあっては、その実施が可能な地域や省エネルギー技術・新エネルギー技術等の拡大を図るため、関連する業務の成果との連携を図る。これらにより、適切に効率的かつ効果的な業務管理・運営を実施する。

[21年度計画]

- iii) クレジット取得等業務を取り巻く環境の変化等を踏まえて柔軟かつ適切に対応する体制とするとともに、必要に応じた職員の能力向上、機構内の関係部門との連携を図る。また、将来のプロジェクトの案件形成にあっては、その実施が可能な地域や省エネルギー技術、新エネルギー技術等の拡大を図るため、関連する業務の成果との連携を図る。これらにより、適切に効率的かつ効果的な業務管理・運営を実施する。

[21年度業務実績]

- iii) GISによるグリーンング活動への支援の本格化に伴い、欧州事務所と一体的に実施する体制を構築、国際室・各技術部との連携強化を図った。今後の取得事業を取り巻く環境変化に対応するため、部内横断的な戦略チームを編成、要員を適切に配置するなど業務体制の整備を行った。また、気候変動枠組条約締約国会議（COP）等の国際会議や国連EB等に積極的に参加し、情報収集及び発信に努めた。

(ウ) 評価及びフィードバック・情報発信

[中期計画]

- i) クレジット取得関連業務が京都議定書の目標達成という国際公約に関係していることのみならず、国民の関心の高い地球温暖化防止に直結した業務であることを踏まえ、毎年度、クレジット取得量及び取得コストの実績について、外部の専門家・有識者を活用しつつ、京都メカニズムクレジットの市場価格等を踏まえたクレジット取得事業全体の検証及び評価を実施する。また、クレジット取得の状況や事業を取り巻く環境の変化などの情報収集・分析を行い、これらを踏まえて以降の事業実施に反映させる。さらに、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行う。

[21年度計画]

- i) クレジット取得関連業務が京都議定書の目標達成という国際公約に関係していることのみならず、国民の関心の高い地球温暖化防止に直結した業務であることを踏まえ、毎年度、クレジット取得量及び取得コストの実績について、

外部の専門家・有識者を活用しつつ、京都メカニズムクレジットの市場価格等を踏まえたクレジット取得事業全体の検証及び評価を実施する。また、クレジット取得の状況や事業を取り巻く環境の変化などの情報収集・分析を行い、これらを踏まえて以降の事業実施に反映させる。さらに、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行う。

[21年度業務実績]

- i) クレジット取得量及び取得コストの実績について、毎年4月に開催する外部専門家・有識者による「京都メカニズムクレジット取得事業評価委員会」での意見等を参考に、クレジット市場価格等を踏まえて評価を行った。
また、同委員会における意見等を参考に、クレジット取得状況や事業を取り巻く環境変化等の情報収集及び分析等を行い、政策当局への情報提供等を行った。

[中期計画]

- ii) クレジットの取得状況に関する情報発信については、原則として、契約相手先の名称、取得契約に係るクレジット量並びに毎年度の取得量及び取得コストの実績について、できる限り速やかに公表（注）する。ただし、公表するクレジットの取得コストについては、我が国がクレジット取得事業を実施するに当たって不利益を被らないものに限定する。

注：我が国が不利益を被らないよう公表時期・内容について十分留意しつつ実施する。

[21年度計画]

- ii) クレジットの取得状況に関する情報発信については、原則として、契約相手先の名称、取得契約に係るクレジット量並びに毎年度の取得量及び取得コストの実績について、できる限り速やかに公表（注）する。ただし、公表するクレジットの取得コストについては、我が国がクレジット取得事業を実施するに当たって不利益を被らないものに限定する。

（注）：我が国が不利益を被らないよう公表時期・内容について十分留意しつつ実施する。

[21年度業務実績]

- ii) 当年度のクレジット取得契約相手先の名称、取得契約クレジット量及び移転クレジット量については、年度終了後に速やかに公表した。

（5）債務保証経過業務・貸付経過業務

[中期計画]

省エネルギー・リサイクル推進に係る債務保証業務については、保証継続案件及び求償権を有している案件について、債務保証先の適切な管理及び求償権の回収額から回収コストを差し引いた額の最大化に向け適切な措置を講じる。なお、同債務保証の新規採択業務の廃止に伴い、当該業務を実施するための基金に係る政府出資金については、所要の法整備が行われた後に全額国庫納付する。

鉱工業承継業務に係る貸付金の回収については、債権の管理を適切に行い、回収額の最大化に向けて計画的に進め、約定回収等を終了した時点をもって当該業務を廃止する。

[21年度計画]

省エネルギー・リサイクル推進に係る債務保証業務については、求償権を有している案件について、求償権の回収額から回収コストを差し引いた額の最大化に向け適切な措置を講じる。

鉱工業承継業務に係る貸付金の回収については、債権の管理を適切に行い、回収額の最大化に向けて計画的に進める。

[21年度業務実績]

省エネルギー・リサイクル推進に係る債務保証業務については、求償権の回収額から回収コストを差し引いた額の最大化に努め、求償権案件3件のうち2件の求償債権の一部回収を行った。

鉱工業承継業務に係る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21年度回収予定分以上の回収を行った。

<平成21年度回収予定額と回収額>

回収予定額 393百万円

回収実績額 404百万円

（6）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。

[21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21年度は平成21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。

[21年度業務実績]

平成21年度の償還予定額561百万円を計画どおり回収した。

(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及びボタ山に関し、鉱害発生の未然防止のための管理及び鉱害発生後の賠償を行う。

[21年度計画]

旧石炭鉱業構造調整臨時措置法（昭和30年制定）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発生の未然防止のため、当該鉱区の管理及び鉱害発生後の賠償を行う。

具体的には、旧鉱区管理マニュアルに従って、旧鉱区及びボタ山等の管理を行うとともに、買収した旧鉱区に係る鉱害については、平成20年度採択未処理物件を含め、発生した時点において公正かつ適正に賠償する。

[21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54炭鉱のボタ山等の状況調査及びボタ山保全工事・開放坑口閉塞工事等を実施した。
- 2) 坑廃水改善対策として、5炭鉱の水量・水質調査・解析・実証試験業務等を実施した。

また、旧鉱区に係る鉱害処理については、申し出644件に対し、鉱害であるか否かの認否件数250件（うち、鉱害である旨採択（認定）した件数62件、不採択（否認）件数188件）の処理を行い、前年度末未処理分31件及び21年度採択件数のうち29件の計60件（計514百万円）の鉱害処理を適正に実施した。なお、採択未処理物件64件及び認否未処理件数394件については、平成22年度において現地調査等を行い適正に処理する。

2. 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得るような、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。その際、人員及び財源の有効利用により組織の肥大化の防止及び支出の増加の抑制を図るため、事務及び事業の見直しを積極的に実施するとともに、人員及び資金の有効活用の目標として、下記を設定し、その達成に努める。

[21年度計画]

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得るような、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。その際、人員及び財源の有効利用により組織の肥大化の防止及び支出の増加の抑制を図るため、事務及び事業の見直しを積極的に実施するとともに、人員及び資金の有効活用の目標として、下記を設定し、その達成に努める。

[中期計画]

(ア) 効率的な業務遂行体制を確保するため、各部門の業務に係る権限と責任を規程等により明確化するとともに、産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等については、基本計画等により業務の進捗及び成果に関する目標を明確に設定し、組織内部においてその達成状況を厳格に評価する。

[21年度計画]

(ア) 効率的な業務遂行体制を確保するため、各部門の業務に係る権限と責任を規程等により対外的にも明確化する。産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等については、基本計画等により業務の進捗及び成果に関する目標を明確に設定し、組織内部においてその達成状況を厳格に評価する。

[21年度業務実績]

(ア) 産業技術開発関連業務及び新エネルギー・省エネルギー関連業務等については、全ての事業について、各部門が責任を持って策定した基本計画または実施方針により業務の進捗及び成果に関する目標を明確に設定し、そのうち、平成21年度は、5年間程度以上の期間を要し、かつ事業開始から3年程度を経過したナショナルプロジェクト25件について、機構外部の専門家・有識者を活用した中間評価を実施した。

[中期計画]

(イ) 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。

[21年度計画]

(イ) 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。

[21年度業務実績]

(イ) 外部専門家等の有効活用に関し、PM6名（蓄電池、ナノテク、材料、熱・物質移動制御、経済・イノベーション、医療分野）、PD2名（テーマ公募型事業）を新たに配置した。うち、蓄電池分野のPMは、京都大学に新たに設置したNEDO革新蓄電池センターに配置し、高度な知見を研究現場において直接発揮した。また、固有職員・出向者の人材リソースがその持てるパフォーマンスを最も効果的に発揮できることを意識した人材配置を行い、研究開発マネジメントの高度化を図った。

[中期計画]

(ウ) 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になるよう、更なる随時見直しを図る。

[21年度計画]

(ウ) 社会情勢、技術動向に迅速に対応できる組織体制になるよう、更なる随時見直しを図る。

[21年度業務実績]

(ウ) 地球温暖化に係る世界的な関心の高まりを背景に、再生可能エネルギーの安定的供給、効果的・効率的なシステムを可能とするスマートグリッドに対する世界的な関心が高まる中、これまでの研究開発活動を通じて蓄積されたスマートグリッド関連技術等を有機的に統合し、スマート社会構築に向けたシステムの開発及びその実用化を推進するため、エネルギー・環境技術本部内にスマートコミュニティ推進室を新たに設置し、幅広いニーズに対応できる体制を構築した。

[中期計画]

(エ) 本部、地方支部、海外事務所間における双方の円滑な流通・有機的連携を一層図るとともに、業務の状況を踏まえ必要に応じ組織の見直しを図る。特に国内支部、海外事務所については、戦略的、機動的に見直しをする。

[21年度計画]

(エ) 本部、地方支部、海外事務所間における双方の円滑な流通・有機的連携を一層図るとともに、業務の状況を踏まえ必要に応じ組織の見直しを図る。

[21年度業務実績]

(エ) 本部、地方支部、海外事務所間における適材適所の人事配置及び情報の共有化など組織内での有機的連携を一層図り、業務効率化を実施した。

(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PDSサイクル全体の評価が可能となるよう「成果重視」の視点を踏まえ、「NEDO研究開発マネジメントガイドライン」の一層の活用を図る。

また、管理会計の視点を可能な限り考慮した評価のあり方を検討する。具体的には、例えば、試行的に中長期にわたるコスト、進捗、成果を考慮すべき事業を選定し、個別事業毎の中間・事後評価の時点、事業終了後数年経過後に行う追跡評価の時点において、投入と効果の関係をコストの視点から可能な限り具体的・定量的に評価する方策を検討する。

さらに、機構の成果のうち優れたものについては、内外の各種表彰制度に機構自らが応募し、又は事業実施者における応募を促す。

[21年度計画]

平成21年度に中間評価を行うすべてのプロジェクトについて、不断の改善を行う。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研究評価と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。なお、テーマ公募型の研究開発事業に係る制度評価に関しては、当該事業の運営・管理等の改善に資するため、中間評価を適切に実施するとともに、事業終了時には事後評価を行う。

さらに、管理会計の視点を可能な限り考慮した評価のあり方の検討に着手する。

[21年度業務実績]

平成21年度に中間評価を行った全25件のプロジェクトの内、計画を一部変更して実施するもの（9件）、テーマの一部を中止して実施するもの（1件）など、不断の業務改善を行った。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で実施した。評価は、研究開発関連事業に関する技術評価と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（中間評価結果の反映方針の策定など）を行った。なお、テーマ公募型の研究開発事業に係る制度評価（平成21年度の評価対象全8件）に関しては、当該事業の運営・管理等の改善に資するため、中間評価を原則毎年度行うとともに（7件）、事業終了後には事後評価を行った（1件）。さらに、管理会計の視点を可能な限り考慮した評価のあり方については、NEDOのプロジェクトにより開発された成果から実用化したもののうち、企業等へのアンケートおよびヒアリングにより売上が把握できた主要27品目について、2010年～2020年までの費用対効果に対する試算を実施した。その結果、主要27品目に対するNEDOプロジェクトの国費支出累計は約4,255億円であったのに対し、売上予測累計は約53兆円であった。

(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、その達成状況を多面的かつ客観的に適切にレビューすることにより評価する。また、個人評価の運用に当たっては、適切なタイミングで職員への説明や研修等を行うことにより、円滑な運用を目指すとともに、毎年度職員に対する人事評価制度の理解度の調査を行い、その結果を現行水準以上にする。さらに、評価結果の賞与や昇給・昇格への適切な反映を拡大することにより、職員の勤労意欲の向上を図る。

現行の研修コースの見直しを行い、業務を行う上で必要な研修の充実を図るため、第2期中期目標期間中に新規の研修コースを5コース以上設置する。

[21年度計画]

職員の意欲向上と能力開発に関し、平成21年度は以下の対応を行う。

- ・平成20年度より適用した人事評価制度の運用の定着化を図る。(実効率向上)
- ・人事評価制度に対する理解度向上のための研修に加え、管理職に対する部下の管理・育成能力強化のため、管理職向けマネジメント力強化研修を実施する。
- ・人事評価制度についての理解度調査、意見徴集を行う。
- ・階層別研修やプロジェクトマネジメント研修等の研修全般について、職員に求められるキャリア・パス、その効果等を踏まえ必要に応じて見直しを行う。平成21年度においては特に、2年目職員のフォローアップ研修を実施する。

[21年度業務実績]

職員の意欲向上と能力開発に関し、平成21年度は以下の対応を行った。

- ・総合評価積み上げ算出方式等の評価結果に対する透明性、公平性を追求した人事評価制度を平成20年度より導入し、定着を図った。
- ・制度理解の為、新規着任者に対する研修を8回、評価者研修を2回実施した。
- ・人事評価に関する理解度及び意見徴集を目的としたアンケートを実施し、評価制度の理解度について理解できたとの回答が97%に達した。
- ・固有職員を対象とした平成21年度階層別研修においては、人材育成方針で各階層に求められる役割、各階層に不足している能力の両方を高める内容にして実施。新規では、2年目職員を対象としたフォローアップ研修、課長クラスの全管理職を対象とした管理職研修、50歳代課長代理・主査キャリアデザイン研修を実施。
- ・プロジェクトマネジメント能力向上のため、外部で開催される専門研修に積極的に固有職員を参加させ、専門知識の習得に努めた(21年度は新たに知的財産権研修、資源確保政策研修に参加させた)。
- ・NEDO業務関連研修としては、新規着任者研修、契約・検査業務関連研修、知財管理研修、資産管理研修、会計検査研修を平成20年度同様に実施するとともに、新たに研究評価研修や経理関連研修を実施し、職員の業務遂行能力を高めた。
- ・また、全階層においてコンプライアンス研修を実施、さらに外部講師による情報セキュリティセミナーを開催し、職員の法令遵守と情報管理の意識強化に努めた。

[中期計画]

技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築し、このネットワークを活用し、技術経営力に関する機構内職員の研修を毎年度1コース以上実施するとともに、技術経営力の強化をテーマとしたシンポジウム等を毎年度1回以上開催すること等により、その知見を産業界等に発信する。

[21年度計画]

- ・技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築し、このネットワークを活用し、技術経営力に関する機構内職員の研修を1コース以上実施するとともに、技術経営力の強化をテーマとしたシンポジウム等を1回以上開催すること等により、その知見を産業界等に発信する。とりわけ、これまでに蓄積された研究開発プロジェクトのフォーメーション等の決定における採択審査委員会、プロジェクトの途中及び事後における評価委員会などにおける外部有識者を含めた関係各方面とのネットワークを十二分に活用する。

[21年度業務実績]

- ・技術経営力に関する各界有識者のネットワークを構築及び活用し、NEDOカレッジを実施するとともに、NEDOカレッジを活用して機構内職員の研修を実施した。また、技術経営力の強化をテーマとしたシンポジウム等として、「イノベーションジャパン2009」及び「アジアイノベーション政策カンファレンス2009」を開催すること等により、その知見を産業界等に発信した。

[中期計画]

研究開発マネジメントの専門家を目指す職員を外部の研究開発現場等に毎年度1名以上派遣し、その経験を積ませるとともに、大学における技術経営学、工学等の博士号、修士号等について、第2期中期目標期間中に5名以上の取得を行わせる等、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。

[21年度計画]

- ・職員の研究開発マネジメント能力の更なる向上のため、計1名の職員を外部の研究開発現場等に派遣し、その経験を積ませる。また、2名の職員を大学院のMOTコース等に派遣し、博士号、修士号の取得を目指し、必要な知識を習得させる。

[21年度業務実績]

研究開発現場への派遣として京都大学（NEDO革新蓄電池開発センター）に1名の固有職員を常駐で派遣し、職員の研究開発マネジメント能力の向上を図った。また、早稲田大学MO Tコースに2名、東京大学博士課程に3名、東京工業大学博士課程に1名、ジョージ・ワシントン大学に1名の職員を派遣し、NEDO職員に求められる政策・プロジェクト運営等に関する専門的知見の更なる習得、深化を図った。

[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、イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として第2期中期目標期間中に100本以上の発表を行う。

[21年度計画]

・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、イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として20本程度の発表を行う。

[21年度業務実績]

・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、イノベーション、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実践的研究発表として、セミナー、学会、シンポジウム、内外の学会誌、専門誌等に機構自身として27本の発表を行った。さらに、プロジェクト評価、追跡評価等の「評価システム構築」を先行的かつ積極的に取り組んできたことが評価され、「研究・技術計画学会」から学会賞を受賞した。

[中期計画]

研究開発マネジメントへの外部人材の登用に際しては、機構における業務が「技術の目利き」の能力向上の機会としてその後のキャリア・パスの形成に資するよう、人材の育成に努める。

[21年度計画]

・研究開発マネジメントへの外部人材の登用に際しては、機構における業務が「技術の目利き」の能力向上の機会としてその後のキャリア・パスの形成に資するよう、人材の育成に努める。

[21年度業務実績]

研究評価研修を新規に実施し、民間出向者等がNEDOの評価システムの概要や、過去の優れたマネジメントの実践例について習得し、プロジェクト運営に注力することを通じて、能力向上やその後のキャリア・パスの形成にも繋がり得るよう、人材の育成に努めた。

[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。

[21年度計画]

・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。

[21年度業務実績]

・個々の職員の業務実績、評価、希望調査、面談等を踏まえつつ、職員個人の能力・適性を踏まえた人員配置に努めた。

(4) 業務の電子化の推進

[中期計画]

事業者との間の申請・届出等手続きを電子的手法により行うシステムの導入、登録研究員に係る研究経歴書の取扱の電子化の平成21年度までの環境整備等、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、ホームページの利便性の確保、電子メールによる新着情報の配信等を通じ、機構の制度利用者の利便性の向上に努める。

幅広いネットワーク需要に対応しつつ、職員の作業を円滑かつ迅速に行うことができるよう、機構内情報ネットワークの充実を図る。

[21年度計画]

業務の電子化の推進に関し、平成21年度には以下の対応を行う。

- ・「NEDOポータル」について、安定運用を行いつつ、研究開発プロジェクト実施者等の意見を取り入れながら更なる利便性向上を図るとともに、事業者説明会等の機会を捉えて情報発信することにより、利用者の拡大に努める。
- ・ホームページのコンテンツの充実、電子メールによる新着情報の配信等を通じ、機構の制度利用者の利便性の向上に努める。
- ・平成20年度に実施したシステム改善要望アンケートの結果に基づき、費用対効果の観点等を考慮し優先順位を付けた上でシステムの改善を行い、業務の効率化及び安定運用を図る。
- ・幅広いネットワーク需要に対応しつつ、職員の行う事務作業を円滑かつ迅速に行うことができるよう、機構内情報ネットワークの充実を図る。
- ・ホームページ及び海外事務所のセキュリティ対策を実施するとともに、詐称メールによるウイルス攻撃への監視及び対応を行い、情報セキュリティの強化を図る。また、機構内全役職員を対象に情報セキュリティに関する教育研修を実施し、情報セキュリティに関する意識の更なる向上を図る。

[21年度業務実績]

業務の電子化の推進に関し、平成21年度には以下の対応を行った。

- ・NEDOポータル利用者からの要望に基づき、機能の追加・修正を実施し利便性の向上を図るとともに、事業者及び機構内職員を対象とした説明会の開催、更に外部の利用環境の対象拡大を行い、利用者拡大に努めた。
 - ・ウェブサイトトップページのリニューアルを行った他、各部のイベント活動等の情報を紹介するコーナー「最近の動き」（112件）により、情報提供の充実を図った。
 - ・平成20年度に実施したシステム改善要望アンケートの結果に基づき、費用対効果、緊急性等をシステム利用部門とシステム部門にて検討し、優先順位付けを行った。その上で、システム化が必要であると判断された案件についてシステム改善を行い、業務の効率化を図った。
 - ・シンクライアント方式を導入したPC研修室を設け、システム研修を実施した。
 - ・平成20年度に実施したウェブアプリケーション脆弱性に関する調査結果を踏まえ、ウェブアプリケーションの改修を実施するとともに、セキュリティ対策を施したASPサービスの調達、導入を行い、更にウェブアプリケーション開発・改修に関するセキュリティ対策ガイドラインを制定した。また、海外事務所との通信を暗号化するVPN通信を導入した。
- 更に、詐称メールによるウィルス攻撃をブロックし機構内への侵入を防止した。
一方、職員の情報セキュリティ向上のため、教育、講習会及び自己点検を実施した。

[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。

「独立行政法人等の業務・システム最適化実現方策」に基づき策定した「NEDO PC-LANシステムの最適化計画」を踏まえ、効率的な情報システムの構築に努めるとともに、PDSサイクルに基づき継続的に実施する。

[21年度計画]

- ・「独立行政法人等の業務・システム最適化実現方策」に基づき策定した「NEDO PC-LANシステムの最適化計画」を踏まえ、次期PC-LANシステムの更改に向けた調達手続きを実施する。

[21年度業務実績]

- ・次期PC-LANシステムの更改に向け、政府調達に関する説明会の開催及び意見招請に関する公示、仕様書案の説明会を行い、調達仕様書を作成した。

(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。特に、機構の研究成果等を外部発信する活動の一環として設置している科学技術館の常設展示ブースについては、今後も引き続き外部委託により保守・運營業務を効率的に実施する。

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。

[21年度計画]

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、引き続き外部委託を活用する。特に、機構の研究成果等を外部発信する活動の一環として設置している科学技術館の常設展示ブースについては、今後も引き続き外部委託により保守・運營業務を効率的に実施する。

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。

[21年度業務実績]

従来から実施している、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アウトソーシング、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、海外出張における損害保険付保業務、総合受付業務等の外注を継続するとともに、事業者向けポータル（NEDOポータル）の利用者向けヘルプデスク業務等についても、外部委託により効率的に実施した。

なお、機構の各種制度の利用者にとっての利便性が低下しないことにも配慮しつつ外部委託を活用した。

(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、毎年度環境報告書を作成・公表するとともにその内容の充実を図ることにより、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。また、機構の温室効果ガス排出抑制等のための実施計画（平成19年7月2日作成）に基づき、平成24年度において平成18年度比6%削減の達成に向け取り組む。

[21年度計画]

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、毎年度環境報告書を作成・公表するとともにその内容の充実を図ることにより、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。また、機構の温室効果ガス排出抑制等のための実施計画（平成19年7月2日作成）に基づき、平成24年度において平成18年度比6%削減の達成に向けた取組を実施する。

[21年度業務実績]

平成19年度に策定した「NEDOにおける温室効果ガス排出抑制等のための実施計画」の取組状況を環境報告書に反映させ、HP上で公表した。本部、九州支部においてLED照明を導入したことにより、NEDO全体として基準年度比▲6.7%の省エネ効果を上げる等、温室効果ガス排出抑制等のための実施計画の目標達成に向けた取組を実施した。

(*上記の数値は暫定値。平成22年12月頃確定見込み)

(7) 業務の効率化

[中期計画]

一般管理費(退職手当を除く。)については、業務の効率化等を進めることにより段階的に削減し、第2期中期目標期間の最後の事業年度において平成19年度比15%を上回る削減を行う。

[21年度計画]

一般管理費(退職手当を除く。)については、業務改善、汎用品の活用等による調達コストの削減の取組等を通じて業務の効率化を進めることにより、第2期中期目標期間の最後の事業年度において平成19年度比15%を上回る削減に向けた取組を行う。

[21年度業務実績]

一般管理費(退職手当を除く。)については、業務効率化等による人件費等の削減、情報システム関連経費の抑制等の取組により、平成19年度比▲9.7%を達成。

[中期計画]

総人件費については、簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律(平成18年法律第47号)等に基づく総人件費削減(平成22年度までの5年間に於いて5%の削減を達成。)を図るとともに、経済財政運営と構造改革に関する基本方針2006(平成18年7月7日閣議決定)に基づき、人件費改革の取組を平成23年度まで継続する。

[21年度計画]

総人件費については、簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律(平成18年法律第47号)等に基づき、平成23年度において平成17年度比5%を上回る総人件費削減に向けた取組を引き続き実施する。

[21年度業務実績]

総人件費については、昇給抑制、平成21年度人事院勧告に基づく役職員月例支給額及び賞与の引き下げ等の取組を実施した。これらの取組により、総人件費削減率は、平成17年度比▲8.8%となり、対17年度比▲5%の目標を大幅に上回る総人件費削減を達成した。

[中期計画]

給与水準については、ラスパイレス指数、役員報酬、給与規程、俸給表及び総人件費を引き続き公表するとともに、国民に対して納得が得られるよう説明する。また、以下のような観点からの給与水準の検証を行い、これを維持する合理的な理由がない場合には必要な措置を講じることにより、給与水準の適正化に取り組み、その検証結果や取組状況を公表する。

[21年度計画]

給与水準については、ラスパイレス指数、役員報酬、給与規程、俸給表及び総人件費を引き続き公表するとともに、国民に対して納得が得られるよう説明する。また、以下のような観点から給与水準の検証を行い、これを維持する合理的な理由がない場合には必要な措置を講じることにより、給与水準の適正化に取り組み、その検証結果や取組状況を公表する。

[21年度業務実績]

給与水準については、平成20年度に引き続き、初任給、給与等のベースアップの見送り及び昇給抑制を実施した。また、平成21年度人事院勧告に基づく役職員の月例支給額及び役職員賞与の引き下げ等を実施した。この結果、平成21年度のラスパイレス指数は104.0となり、平成20年度比1.0ポイント低下した。

[中期計画]

- ・法人職員の在職地域や学歴構成等の要因を考慮してもなお国家公務員の給与水準を上回っていないか。
- ・高度な専門性を要する業務を実施しているためその業務内容に応じた給与水準としているなど給与水準が高い原因について、是正の余地がないか。
- ・国からの財政支出の大きさ、累積欠損の存在、類似の業務を行っている民間事業者の給与水準等に照らし、現状の給与水準が適切かどうか十分な説明ができるか。
- ・その他、法人の給与水準についての説明が十分に国民の理解の得られるものとなっているか。

[21年度計画]

- ・法人職員の在職地域や学歴構成等の要因を考慮してもなお国家公務員の給与水準を上回っていないか。
- ・高度な専門性を要する業務を実施しているためその業務内容に応じた給与水準としているなど給与水準が高い原因について、是正の余地がないか。
- ・国からの財政支出の大きさ、累積欠損の存在、類似の業務を行っている民間事業者の給与水準等に照らし、現状の給与水準が適切かどうか十分な説明ができるか。

- ・その他、法人の給与水準についての説明が十分に国民の理解の得られるものとなっているか。

[21年度業務実績]

- ・在職地域及び学歴構成を考慮したラスパイレズ指数は103.7となっており、国家公務員の給与水準を上回っているが、当機構は技術的知見を駆使した専門性の高い研究開発マネジメント業務を実施していることから、大学院卒が高い割合（全体の約3割）を占めており、国家公務員に比べて高い給与水準となっている。
- ・平成21年度支出予算の総額に占める国からの財政支出額は約98.4%と高い割合を占めているが、当機構が実施している日本の産業競争力強化、エネルギー・地球環境問題の解決のための研究開発関連事業、新エネルギー・省エネルギー導入普及関連事業、京都メカニズムクレジット取得事業等は、いずれも民間単独で行うことが困難であり、国からの財政支出によって実施されることを前提としていることによる。また、当機構の支出総額2,746億円に占める給与、報酬等支給総額61億円の割合は約2.2%であり、割合としては僅少であることから給与水準は適切であると考えられる。
- ・21年度末時点における累積欠損額は466億円であったが、その主な発生理由は下記の通りである。石炭経過業務については、主に政府から出資を受けた資金を取り崩す形で業務にかかる経費を賄っているため、業務の進捗に伴って、会計上の欠損金が不可避免的に生じるものである。引き続き管理コスト等を勘案し業務を計画的・効率的に実施するとともに、貸付金回収を計画的に行う。基盤技術研究促進事業については、政府出資金を原資として事業を実施する仕組みとなっていること及び民間企業と同一の会計処理を法律により義務化されていることから、事業を遂行する過程で、会計上の欠損金が不可避に生じるものである。平成21年度は、委託先への現地調査や売上等による納付態勢を実施した結果、1千万円程度の納付実績を挙げたところであり、引き続き終了案件に対する資金回収の徹底を図る。上述の通り、当機構の累積欠損は会計上不可避に発生するものであり、給与水準と直接結びつくものではないと考えられる。

[中期計画]

事業については、京都メカニズムクレジット取得関連業務、基盤技術研究促進事業及び競争的資金を除き、第2期中期目標期間の最後の事業年度において平成19年度比5%を上回る効率化を行う。また、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。

[21年度計画]

事業については、京都メカニズムクレジット取得関連業務、基盤技術研究促進事業及び競争的資金（産業技術研究助成事業、イノベーション推進事業の一部及びエネルギー使用合理化技術戦略的開発）を除き、第2期中期目標期間の最後の事業年度において平成19年度比5%を上回る効率化に向けた取組を行う。また、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。

[21年度業務実績]

事業については、京都メカニズムクレジット取得関連業務、基盤技術研究促進事業及び競争的資金（産業技術研究助成事業、イノベーション推進事業の一部及びエネルギー使用合理化技術戦略的開発）を除き、平成19年度比14.3%の効率化が達成された。また、既存事業については25件の中間評価を行い、テーマの一部を加速し実施2件、概ね現行どおり実施15件、計画を一部変更し実施3件、中止または抜本的な改善2件等を迅速に行った。

[中期計画]

事務及び事業の見直し、石炭経過業務の縮小、内部管理部門と事業実施部門との連携推進、各種申請の電子化の拡大等を踏まえ、組織体制の合理化を図るため、実施プロジェクト数が平成19年度の数を上回らないよう重点化を図る。

[21年度計画]

事務及び事業の見直し、石炭経過業務の縮小、内部管理部門と事業実施部門との連携推進、各種申請の電子化の拡大等を踏まえ、組織体制の合理化を図るため、実施プロジェクト数が平成19年度の数を上回らないようにするという中期計画の達成に向けてプロジェクトを重点化する。

[21年度業務実績]

- ・必要な実施体制の見直しを行い、機構の実施プロジェクト数については、平成19年度の120件に対し、平成21年度では118件に重点化した。

[中期計画]

民間委託による経費削減については、既に実施している窓口業務の民間委託に加え、特に間接部門における更なる委託の可能性につき検討する。また、既に試行的に行っている各種申請の電子化の範囲を拡大し、その有効活用を図ることにより経費削減を図る。

[21年度計画]

民間委託による経費削減については、既に実施している窓口業務の民間委託に加え、特に間接部門における更なる委託の可能性につき検討する。また、各種申請の電子化の範囲を拡大し、その有効活用を図ることにより経費削減を図る。

[21年度業務実績]

既に実施している研修周辺業務の一部や外部来訪者の総合受付業務等に加えて、21年度は、NEDOポータルに係る利用者向けの「ヘルプデスク」（既設）について、当該業務の外注化（平成21年12月～）、資産（研究資産、知財等）管理業務の一部（資産データ登録業務、固定資産税納付補助業務、産業財産権データ登録業務等）の外注化（平成21年10月～）等を行った。

また、各種申請の電子化については、「成果報告書登録システム」を構築し運用を行うとともに「ペーパーレス会議

室」を設置し、本格稼働等、経費削減を図った。

(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。

[21年度計画]

必要に応じマニュアルを見直すとともに、これに従って、効果的かつ適切な業務の運用を図る。

[21年度業務実績]

各種マニュアルに従って、効果的かつ適切な業務の運用に努めた。

(9) 随意契約の見直しに関する事項

[中期計画]

契約の相手方、金額等について、少額のものや秘匿すべきものを除き引き続き公表し、透明性の向上を図る。また、「随意契約見直し計画（平成19年12月作成）」に基づく取組を着実に実施するとともに、その取組状況を公表する。具体的には、物品調達等の契約については、競争入札の厳格な適用により透明性・公平性を確保するとともに、国に準じた随意契約によることができる限度額の基準を厳格に運用する。一方、研究開発関連事業等の委託契約については、選定手続きの透明性・公平性を十分に確保しつつ、企画競争・公募の方法により効率的な運用を行う。

[21年度計画]

契約の相手方、金額等について、少額のものや秘匿すべきものを除き引き続き公表し、透明性の向上を図る。また、「随意契約見直し計画（平成19年12月作成）」に基づく取組を引き続き着実に実施するとともに、その取組状況を公表する。具体的には、物品調達等の契約については、競争性のない随意契約を原則廃止し、競争入札の厳格な適用により透明性・公平性を確保するとともに、国に準じた随意契約によることができる限度額の基準を厳格に運用する。一方、研究開発関連事業等の委託契約については、選定手続きの透明性・公平性を十分に確保しつつ、企画競争・公募の方法により効率的な運用を行う。

これらの方策により、競争性のある契約方式における国の水準（平成19年度 件数：79%、金額73%）を上回るようにする。

[21年度業務実績]

随意契約の見直し状況及び月別の契約締結内容について、NEDOホームページ上で公表を行い引き続き透明性の向上を図った。また、物品調達等の契約については、随意契約によることが真にやむを得ないものを除き、引き続き一般競争入札等による契約を行い、契約の透明性・公平性を図った。一方、研究開発関連事業等の委託契約については、選定手続きの透明性・公平性を十分に確保しつつ、企画競争・公募の方法により効率的な運用を行った。

これら取組により、平成21年度の競争性のある契約は、件数：96.0%、金額：99.7%となった。

また、契約監視委員会を開催し、契約の点検・見直しを行った結果、研究開発等については一者応募の場合に公募期間の延長を行う等、一層の契約の適正化に努めた。

[中期計画]

さらに、全ての契約に係る入札・契約の適正な実施がなされているかどうかについて、監事等による監査を受ける。

[21年度計画]

さらに、全ての契約に係る入札・契約の適正な実施がなされているかどうかについて、監事等による監査を受ける。

[21年度業務実績]

さらに、全ての契約に係る入札・契約手続きに関しては、契約プロセスの適切性・透明性等の観点から、平成21年7月に監事による監査を受けた。

(10) コンプライアンスの推進

[中期計画]

法令遵守や法人倫理確立等コンプライアンスの取組については、今後更なる徹底を図るべく、管理部門の効率化に配慮しつつ、機構が果たすべき責任・機能との関係でプライオリティをつけながら、コンプライアンスや情報公開・情報管理に関する法務関連業務を扱うグループの設置などによる事業部との連携強化・迅速対応など内部統制機能の強化を図るとともに、不正を行った者に対する処分等講じた措置については全て公表する。特に、コンプライアンス体制については、必要な組織体制・規程の整備により、PDSサイクル確立の観点から体系的に強化を図る。

具体的には、機構職員に対するコンプライアンス研修の年4回以上の実施に加え、受託者や補助事業者に対してもコンプライアンス研修を年4回以上行う。また、不正事業者への対応については、機構職員の教育研修の充実、新規の受託者や補助事業者のうち過去に公的資金の受入実績がない者に対する経理指導を全件実施する。さらに、談合等の不正を行った者に対する処分に係る規程等を平成20年度末までに整備するとともに、不正を行った者に対する処分は全件公表するといった厳正な対応を徹底する。

[21年度計画]

機構におけるコンプライアンスの取組について、業務に応じたコンプライアンスリスクの調査を行うとともに、それらを職員ヘフィードバックする。また、職員研修を4回以上実施するなどの充実等により、コンプライアンスの取組を

体系的に強化する。

不正事業者の抑制に向け、新規の受託者や補助事業者のうち過去に公的資金の受入実績がない者に対する経理指導を全件実施するとともに、受託者や補助事業者に対してもコンプライアンス研修を年4回実施する。さらに、不正事業者に対して厳正な対応を図るため、不正を行った者に対する処分は全件公表するといった措置を徹底する。

[21年度業務実績]

機構におけるコンプライアンスの取組については、経営幹部による「コンプライアンス推進委員会」(1回)、各部管理職による「コンプライアンス担当者会議」(2回)をそれぞれ開催するとともに、コンプライアンスマニュアルの作成・配布により、職員間でのコンプライアンス情報の共有を推進した。また、役職に応じた階層別研修(19回)を実施し、職員の研修受講機会を拡大するなどの充実等により、コンプライアンスに対する職員の意識向上に取り組むことで、体系的な強化を図った。

新規の受託・補助事業者のうち公的資金の受入実績がない全ての事業者に対して、採択決定後や中間検査時にあわせて経理指導を実施するとともに、新規採択事業者や契約・検査事務に不慣れた事業者向けに説明会を開催し、公的資金の適正執行について周知を図った。

また、平成21年度中に6月・9月・11月・1月の4回、全国5箇所(川崎、名古屋、大阪、広島(6月・11月のみ)、福岡)で開催した事業者向け検査研修では、コンプライアンスの取組や法令・規定等に則した適正な経費執行について研修を行った。

不正・不適切な行為を行った事業実施者に対しては、不正金額の返還を求めるとともに、契約等停止の処分を行い、これらの内容について公表した。

[中期計画]

監査については、独立行政法人制度に基づく外部監査の実施に加え、内部業務監査や会計監査を毎年度必ず実施する。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。

関連法人については、関連法人への再就職の状況及び機構と関連法人との間の取引等の状況について情報を開示する。

[21年度計画]

監査については、独立行政法人制度に基づく外部監査の実施に加え、内部業務監査や会計監査を実施する。その際には、単なる問題点の指摘にとどまることなく、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よう努める。

関連法人については、関連法人への再就職の状況及び機構と関連法人との間の取引等の状況について情報を開示する。

[21年度業務実績]

監査については、内部監査計画に基づき計画的に業務監査及び会計監査を実施するとともに、年度途中で新たに生じた対処すべき監査項目についても監査を行った。また、平成20年度の監査結果のフォローアップ監査をあわせて実施した。

監査結果については、今後の業務遂行に当たり留意すべき事項として、公募要領に企業化状況報告書の提出期限を明記するよう指示するなどの監査報告を行った。

関連法人(平成21年度法人数は集計中)への再就職の状況及び機構と関連法人との間の取引等の状況について、機構のホームページを活用して情報を開示した。

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2.(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。

(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。

$G(y)$ (運営費交付金) = $A(y)$ (一般管理費) $\times \alpha$ (一般管理費の効率化係数) + $B(y)$ (事業に要する経費) $\times \beta$ (事業の効率化係数) $\times \gamma$ (中長期的政策係数) + $C(y)$ (調整経費) - $D(y)$ (自己収入)

$$\left(\begin{array}{l} A(y) \text{ (一般管理費)} = Sa(y) \text{ (一般管理費人件費)} + Ra(y) \text{ (その他一般管理費)} \\ Sa(y) = Sa(y-1) \times s1 \text{ (一般管理費人件費調整係数)} \\ Ra(y) = Ra(y-1) \times \delta \text{ (消費者物価指数)} \\ B(y) \text{ (事業に要する経費)} = Sb(y) \text{ (事業費人件費)} + Rb(y) \text{ (その他事業に要する経費)} \\ Sb(y) = Sb(y-1) \times s2 \text{ (事業費人件費調整係数)} \\ Rb(y) = Rb(y-1) \times \delta \text{ (消費者物価指数)} \\ D(y) \text{ (自己収入)} = D(y-1) \times d \text{ (自己収入調整係数)} \end{array} \right)$$

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、重点施策の実施（競争的資金推進制度）、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。

Sa(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。

Sb(y) : 事業費中の人件費。

係数 α 、 β 、 γ 、 δ 、 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。

α （一般管理費の効率化係数）：2.（7）にて24年度において19年度比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。

β （事業の効率化係数）：2.（7）にて24年度において平成19年度比5%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。

γ （中長期的政策係数）：中長期的に必要となる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。

δ （消費者物価指数）：前年度の実績値を使用する。

$s1$ （一般管理費人件費調整係数）：職員の新規採用、昇給・昇格、減給・降格、退職及び休職等に起因した一人当たり給与等の変動の見込みに基づき決定する。

$s2$ （事業費人件費調整係数）：事業内容に基づき決定する。

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。

①総計	(別表1-1)
②一般勘定	(別表1-2)
③電源利用勘定	(別表1-3)
④エネルギー需給勘定	(別表1-4)
⑤基盤技術研究促進勘定	(別表1-5)
⑥鉱工業承継勘定	(別表1-6)
⑦石炭経過勘定	(別表1-7)
⑧特定事業活動等促進経過勘定	(別表1-8)

[21年度計画]

(1) 予算

①総計	(別表1-1)
②一般勘定	(別表1-2)
③電源利用勘定	(別表1-3)
④エネルギー需給勘定	(別表1-4)
⑤基盤技術研究促進勘定	(別表1-5)
⑥鉱工業承継勘定	(別表1-6)
⑦石炭経過勘定	(別表1-7)
⑧特定事業活動等促進経過勘定	(別表1-8)

[21年度業務実績]

(1) 決算報告書

平成21事業年度財務諸表「決算報告書」に記載のとおり。

(2) 収支計画

[中期計画]

①総計	(別表2-1)
②一般勘定	(別表2-2)
③電源利用勘定	(別表2-3)
④エネルギー需給勘定	(別表2-4)
⑤基盤技術研究促進勘定	(別表2-5)
⑥鉱工業承継勘定	(別表2-6)
⑦石炭経過勘定	(別表2-7)
⑧特定事業活動等促進経過勘定	(別表2-8)

[21年度計画]

①総計	(別表2-1)
②一般勘定	(別表2-2)
③電源利用勘定	(別表2-3)
④エネルギー需給勘定	(別表2-4)

- ⑤基盤技術研究促進勘定 (別表2-5)
- ⑥鉱工業承継勘定 (別表2-6)
- ⑦石炭経過勘定 (別表2-7)
- ⑧特定事業活動等促進経過勘定 (別表2-8)

[21年度業務実績]

(2-1) 貸借対照表

平成21事業年度財務諸表「貸借対照表」に記載のとおり。

(2-2) 損益計算書

平成21事業年度財務諸表「損益計算書」に記載のとおり。

(3) 資金計画

[中期計画]

- ①総計 (別表3-1)
- ②一般勘定 (別表3-2)
- ③電源利用勘定 (別表3-3)
- ④エネルギー需給勘定 (別表3-4)
- ⑤基盤技術研究促進勘定 (別表3-5)
- ⑥鉱工業承継勘定 (別表3-6)
- ⑦石炭経過勘定 (別表3-7)
- ⑧特定事業活動等促進経過勘定 (別表3-8)

[21年度計画]

(3) 資金計画

- ①総計 (別表3-1)
- ②一般勘定 (別表3-2)
- ③電源利用勘定 (別表3-3)
- ④エネルギー需給勘定 (別表3-4)
- ⑤基盤技術研究促進勘定 (別表3-5)
- ⑥鉱工業承継勘定 (別表3-6)
- ⑦石炭経過勘定 (別表3-7)
- ⑧特定事業活動等促進経過勘定 (別表3-8)

[21年度業務実績]

平成21事業年度財務諸表「キャッシュ・フロー計算書」に記載のとおり。

(4) 経費の削減等による財務内容の改善

[中期計画]

各種経費を必要最小限にとどめることにより、財務内容の改善を図る観点からも、2.(7)に記載した、一般管理費の削減、総人件費削減及び人件費改革の取組並びに事業の効率化を行う。

[21年度計画]

2.(7)に記載した、一般管理費の削減、総人件費削減及び人件費改革の取組並びに事業の効率化を行うことにより、各種経費を必要最小限にとどめ、財務内容の改善を図る。

[21年度業務実績]

2.(7)に記載した、一般管理費の削減等の取り組みを進め、各種経費を必要最小限にとどめたことなどにより、制度的に不可避に生じる欠損金などの特殊要因を除き、法人全体で38億円の利益剰余金を計上した。

また、平成20年度に概算払制度を改正したところ。平成21年度はより精緻な執行管理の徹底を図ったことにより、更に未払金を減少させた。

(5) 繰越欠損金の増加の抑制

[中期計画]

基盤技術研究促進事業については、政府出資金を原資として事業を実施する仕組みとなっていることから、事業を遂行する過程で、実施した研究開発が成功してその成果を基にした収益が上がるまでの間は、民間企業と同一の会計処理を法律により義務化されていることから、会計上の欠損金が増加するものである。このため、第2期中期目標期間中においては、環境適応型高性能小型航空機研究開発事業の実施に伴い本事業に係る欠損金は増加する予定である。

また、基盤技術研究促進事業については、平成18年度末時点で414億円の欠損金が生じているところであるが、独立行政法人の欠損金をめぐる様々な議論に配慮しつつ、特に新規案件については事業の見通しを精査し慎重を期す一方、資金回収の徹底を図る。具体的には、研究成果の事業化の状況や売上等の状況について報告の徴収のみならず研究委託先等への現地調査を励行し、必要に応じ委託契約に従った売上等の納付を慫慂するとともに、当該年度において納

付される見込みの総額を年度計画において公表する。また、終了評価において所期の目標が達成されなかった事業については、その原因を究明し、今後の研究開発に役立たせる。

石炭経過業務については、平成13年度の石炭政策終了に伴い、旧鉱区の管理等の業務に必要な経費を、主として政府から出資を受けた資金を取り崩す形で賄うこととしているため、業務の進捗に伴って、会計上の欠損金が不可避に生じるものである。このため、第2期中期目標期間中においては、旧鉱区の管理等の業務の実施に伴い本業務に係る欠損金は増加する予定である。

このことに留意しつつ、石炭経過業務については、平成18年度末時点で96億円の欠損金が生じているところであるが、独立行政法人の欠損金をめぐる様々な議論に配慮した上で、管理コスト等を勘案し業務を計画的・効率的に実施する。

[21年度計画]

基盤技術研究促進事業については、資金回収の徹底を図るために研究成果の事業化の状況や売上等の状況について報告の徴収のみならず研究委託先等への現地調査を励行し、必要に応じ委託契約に従った売上等の納付を慫慂する。平成21年度において納付される総額については、500万円程度を見込んでいます。

石炭経過業務については、平成13年度の石炭政策終了に伴い、旧鉱区の管理等の業務に必要な経費を、主として政府から出資を受けた資金を取り崩す形で賄うこととしているため、業務の進捗に伴って、会計上の欠損金が不可避に生じるものである。このため、平成21年度においても、旧鉱区の管理等の業務の実施に伴い本業務に係る欠損金が発生する予定である。

このことに留意しつつ、石炭経過業務については、独立行政法人の欠損金をめぐる様々な議論に配慮した上で、管理コスト等を勘案し業務を計画的・効率的に実施する。

[21年度業務実績]

基盤技術研究促進事業において、継続事業1件を実施した。また、研究成果の事業化の状況や売上等の状況について109件の報告書を徴収し、研究委託先等への現地調査を109回実施し、慫慂を行った。19件の売上実績、6件の収益実績を確認し、総額約1千万円の収益納付があった。

石炭経過業務については、旧鉱区の管理及び旧鉱区に発生した鉱害の賠償等を適切に実施したことにより、約12億円の欠損金が発生した。

(6) 自己収入の増加へ向けた取組

[中期計画]

独立行政法人化することによって可能となった事業遂行の自由度を最大限に活用して、国以外から自主的かつ柔軟に自己収入を確保していくことが重要である。このため、補助金適正化法における研究設備の使用の弾力化、成果把握の促進による収益納付制度の活用、利益相反等に留意しつつ寄付金を活用する可能性等、自己収入の増加に向けた検討を行い、現行水準以上の自己収入の獲得に努める。

また、収益事業を行う場合は、法人所得課税に加え、その収益額に因らず法人住民税の負担が増大するため、税法上の取扱の見直しを含め税に係る制約を克服する方法を検討し、その上で、研究開発マネジメントノウハウを活用した指導や出版を通じた発信等により、そこから収益が挙がる場合には、さらなる発信の原資として活用する。

[21年度計画]

収益事業を行う場合は、法人税に加え、その収益額によらず法人住民税の負担が増大するため、税法上の取扱の見直しを含め税に係る制約を克服する方法について検討を行う。また、補助金適正化法における研究設備の使用の弾力化、成果把握の促進による収益納付制度の活用、利益相反等に留意しつつ寄付金を活用する可能性等、自己収入の増加に向けた検討を行う。

[21年度業務実績]

収益事業を行う場合の法人税等の税法上の取り扱いについて、過去の判例等を調査した。また、自己収入成果把握の促進による収益納付制度の活用については、自己収入の増加に向けた取り組みとして、22年度から収益納付しやすい仕組み（当該年度納付）を導入することとした。

(7) 資産売却収入の拡大

[中期計画]

土地・建物の売却については、鑑定評価等市場調査を行い、かつ競争原理を働かせる（予定価格の公表による一般競争入札等）ことにより実施する。このうち、5.に記載した資産については、市場の変化等外部要因により価格が大幅に下落しない限り、当該土地の平成18年度簿価額9.2億円以上の適正時価による売却を図る。

第2期中期目標期間中に、機構が行う業務への供用を終了した研究開発資産の翌年度における売却手続きに要する期間を平均9ヶ月以内とすることを目指す。

[21年度計画]

桜新町倉庫、祖師谷宿舎、白金台研修センターについては、周辺の市場調査等を実施し、効率的な売却方法の検討を行う。

業務への供用を終了した研究開発資産の売却手続きの迅速化に向け、処分手続きの短縮につながる改善を引き続き実施する。

[21年度業務実績]

外部有識者による「NEDO保有資産の処分に係る審査委員会」を設置し、効率的な売却方法について検討を行いつ

つ鋭意売却に努めたが、不動産市況の好転がみられず、売却は不調に終わった。

事業部門と管理部門が処分手続きに係る進捗状況を共有する体制を構築したことにより、手続きが迅速化した。

(8) 金融資産の運用

[中期計画]

金融資産の運用については、機構内で定めた運用方針に基づき、資金源別の留意事項、運用主体の選定時における競争原理などを確保しつつ運用を行ってきた。更なる効率化に向け、現行の運用方法の見直しを検討する。

[21年度計画]

金融資産の運用については、これまでの分析内容も踏まえつつ、必要に応じ現行の運用方針への適切な反映を図り、効率的な運用に努める。

[21年度業務実績]

金融資産の運用については、適切な運用方針の下、より精緻な運用を確保すべく、運用マニュアルの見直しを図り、更なる運用の効率化に向けた環境整備を行った。

(9) 運営費交付金の効率的活用の促進

[中期計画]

機構においては、その資金の大部分を第三者への委託、助成等によって使用していることから、年度末の確定検査によって不適当と認められた費用等については、費用化できずに結果として運営費交付金債務として残ってしまうという仕組みとなっている。しかしながら、運営費交付金の効率的活用の観点からは、費用化できずに運営費交付金債務となってしまうものの抑制を図ることが重要である。

このため、独立行政法人化における運営費交付金のメリットを最大限に活用するという観点を踏まえ、第2期中期目標期間終了時における運営費交付金債務残の同期間の最終年度の予算額に対する比率を9%以内に抑制する。

[21年度計画]

最終年度における計画の達成に向けて、毎年度末における契約済又は交付決定済でない運営費交付金債務を抑制するために、事業の進捗状況の把握を中心とした予算の執行管理を行い、国内外の状況を踏まえつつ、事業の加速化等を行うことによって費用化を促進する。

[21年度業務実績]

<早期執行に向けた予算執行管理の高度化>

- ・月次の執行状況調査において未執行額の精査を行い、不要不急のものは加速財源として有効活用する運用を実施。
- ・執行面の工夫として、20年度に改定した概算払制度（資金需要に即した支払い）を徹底することで、21年度末における未払金残高をさらに低減させた。（20年度末 171億円→21年度末 91億円）

<事業計画の前倒しによる予算の追加配賦>

- ・年度内執行を前提として、積極的な事業計画の前倒しにより成果の最大化が期待できる案件に優先的に追加配賦。中でも優れた成果に対する追加配賦案件については、プレス発表を行い公表に努めた。
- ・以上の取り組みを行った結果、補正予算を除いた交付金債務は146億円、10.3%の見込み。さらに、国際事業における相手国側の都合により発生した債務を除いた場合は125億円、8.8%となる。

（補正予算等を含めた場合、交付金債務は493億円、25.9%）

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。

[21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。

[21年度業務実績]

実績なし。

5. 重要な財産の譲渡・担保計画

[中期計画]

桜新町倉庫（東京都世田谷区桜新町）については、平成22年度末までに売却する。

祖師谷宿舎（東京都世田谷区祖師谷）については、新規入居を抑制することにより遊休資産化し平成22年度末までに売却する。

白金台研修センター（東京都港区白金台）については、代替施設の確保状況、周辺住民の理解及び協力等を踏まえつつ、平成22年度末までに売却する。

[21年度計画]

桜新町倉庫、祖師谷宿舍、白金台研修センターについて、周辺の市場調査等を実施し、効率的な売却方法の検討等を行う。

[21年度業務実績]

外部有識者による「NEDO保有資産の処分に係る審査委員会」を設置し、効率的な売却方法について検討を行いつつ鋭意売却に努めたが、不動産市況の好転がみられず、売却は不調に終わった。

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

[21年度計画]

平成21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

[21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]

- ・白金台研修センターの売却に伴い必要となる研修会議施設

(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り変更する場合がある。

[21年度計画]

白金台研修センターの売却に伴い必要となる研修会議施設については、引き続き代替施設の検討を行う。

[21年度業務実績]

研修センターの代替施設については、引き続き、慎重に検討を行った。

(2) 人事に関する計画

(ア) 方針

[中期計画]

- ・研究開発マネジメントの質的向上、知識の蓄積・継承等の観点から職員の更なる能力向上に努めるとともに、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積極的に登用し、一体的に運用する。

[21年度計画]

研究開発マネジメントの質的向上、知識の蓄積・継承等の観点から職員の更なる能力向上に努めるとともに、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積極的に登用し、一体的に運用する。

[21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、職員の研究現場・大学への派遣強化、階層別研修の拡充、NEDOカレッジ参加手続き簡素化による参加者数拡大等、職員の能力向上のための様々な取組を実施した。また、蓄電池分野等に新たにPM、PDを配置する等、産官学から有能な外部人材を積極的に登用するとともに、個々の職員の業務実績、面談等を踏まえ、適材適所の人員配置に努めた。

(イ) 人員に係る指標

[中期計画]

- ・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、人件費の抑制を図る。

(参考1) 常勤職員数

- ・期初の常勤職員数 972人
- ・期末の常勤職員数の見積もり : 期初と同程度の範囲内で、人件費5%削減計画を踏まえ弾力的に対応する。

(参考2) 中期目標期間中の人件費総額

第2期中期目標期間中の人件費総額見込み 34,565百万円

ただし、上記の額は、役員報酬並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当に相当する範囲の費用である。

[21年度計画]

業務のマニュアル化、システム化、アウトソーシング等を通じ、業務の一層の効率化を図り、人件費の抑制を図る。

[21年度業務実績]

平成21年度は、特に、平成20年度に本格運用を開始した出退勤管理システムについて、より迅速かつ正確な運用が可能となるよう、全職員に対し定期的に操作方法を周知する等職員の日常業務への定着を図り、給与計算等事務業務の一層の効率化及び労務管理の更なる強化を図った。その他の業務についても、新たなアウトソーシング化を積極的に進め、業務の効率化を図った。

(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で、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及びクレジット取得に係る契約について予定している。

クレジット取得については、多くの日数を要するものがあるため、債務負担を必要とするものである。債務負担の計画については以下のとおり。

債務負担の限度額	債務負担を行った年度	支出を行うべき年度	第1期及び第2期中期目標期間中の支出見込額
12,242百万円	平成18年度	平成18年度 以降8箇年度	11,018百万円
40,692百万円	平成19年度	平成19年度 以降7箇年度	35,945百万円

※ 上記金額については、政府からの受託状況等により変動があり得る。

[21年度計画]

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で、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及びクレジット取得に係る契約について予定している。

[21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]

第1期中期目標期間中の繰越積立金は、第1期中期目標期間中に自己収入財源で取得し、第2期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用等に充当する。

[21年度計画]

第1期中期目標期間中の繰越積立金は、第1期中期目標期間中に自己収入財源で取得し、第2期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用に充当する。

[21年度業務実績]

第1期中期目標期間中の繰越積立金162百万円のうち4百万円を有形固定資産の減価償却に要する費用に充当した。

8. 産業技術開発関連業務における技術分野ごとの実績

< 1 > ライフサイエンス分野

[中期計画]

ライフサイエンスの進展は、ヒトゲノム解読完了により従来にも増して目覚ましいものがある。ポストゲノム研究における国際競争が更に激化するとともに、RNA（リボ核酸：タンパク質合成等に関与する生体内物質の一種）の機能の重要性等これまでの知識体系を大きく変える画期的な科学的成果やエピジェネティクス（後天的DNA修飾による遺伝発現制御に関する研究分野）といった新たな研究分野も次々と出現している。こうした研究成果を医薬品開発に活用した分子標的薬が徐々に出始めるとともに、個人のゲノム情報に基づき医薬品の投与量を調整して副作用を回避する、病態に応じて医薬品の有効性を投薬前に判断するなど、個別化医療の実現につながり始めている。

また、バイオテクノロジーを活用した新しい医療分野として期待されている再生医療については、皮膚、角膜、軟骨といった一部の分野において、既に臨床研究が進み現実的な医療により近付いているとともに新たな幹細胞技術等の基礎的知見も充実している。さらに、ゲノム解析コストの低下により多くの微生物・植物のゲノム解読が進んだことから、ゲノムの知見と遺伝子改変により有用機能を強化された微生物・植物の利用が進んだ。この結果、バイオプロセスによる多様な有用物質（抗体等のタンパク質医薬品、化成品等）の生産が可能となりつつある。

第2期中期目標期間においては、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生産・処理・再資源化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、以下の研究開発を推進するものとする。

①健康・医療基盤技術

[中期計画]

健康・医療基盤技術に関しては、創薬分野及び医療技術分野に取り組む。

・創薬分野

[中期計画]

治験コストの増大、大型医薬の特許切れ、市場のグローバル化等を背景として、十分な開発投資に耐え得る企業規模を求め、合併による業界再編が急速に進んだ。また、進展著しいライフサイエンス分野の知見を活用した新たな創薬コンセプトの創造や創薬支援ツールの開発など、創薬プロセスにおけるベンチャー企業（特に米国）の存在感が増すとともに、治験支援を行う企業の成長など、自前主義から分業化へと創薬プロセスの大きな変革の中にある。

第2期中期目標期間中においては、欧米の大手製薬企業といえども急速に進展するポストゲノム研究開発を全て自前でまかなうことは難しい状況にあることから、最先端の研究成果を積極的に取り込むとともに、これまでに蓄積した遺伝子機能情報等の基盤的知見、完全長cDNA（タンパク質をコードする配列に対応したDNA）等のリソース及び解析技術を十分に活用し、製薬企業のニーズを踏まえ、生体内で実際に機能しているタンパク質複合体を解析する技術、Å単位で生体分子の3次元構造を解析する技術、研究用モデル細胞の創製等により、創薬プロセスの高度化・効率化を一層進める。加えて、機能性RNA、糖鎖、エピジェネティクス、幹細胞等、ライフサイエンスの急速な進展による知識体系の変化に機動的に対応し、産業界の意見を吸い上げ、産業技術につながる的確な技術シーズへの対応を行い、疾患や発生・分化など細胞機能に重要な働きを示す生体分子を十個以上解析し、新たな創薬コンセプトに基づく画期的な新薬の開発や新たな診断技術の開発等につなげる。また、基礎研究の成果をいち早く臨床現場に繋げるため、医療上の重要性や、医療産業、医療現場へのインパクトの大きな技術開発課題に対し、関係各省との連携と適切な役割分担の下に橋渡し研究を推進し、その中で新規創薬候補遺伝子50個以上を同定する等、技術の開発と円滑な普及に向けた取組を行う。

《1》機能性RNAプロジェクト [平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

発生や細胞分化の過程で重要な役割を果たし、がんや糖尿病等の疾患の発生にも深く関わるncRNAの機能解析を行うため、バイオインフォマティクス技術の開発、支援技術・ツールの開発及びこれら技術を用いた機能性RNAの機能解明を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所技術統括 渡辺 公綱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機能性RNAの探索・解析のためのバイオインフォマティクス技術開発

探索ツールとして偽遺伝子の特徴等を利用したアルゴリズムを完成させ、新規な機能性RNA候補の予測を継続する。高発現が確認された機能性RNA候補に対しては、高密度マイクロアレイを作成してより詳細な発現解析を行い機能推定に活用する。機能性RNAデータベースについては、大量配列情報を自動処理するための入力機能の開発や既知情報の統合を継続し、プロジェクトで活用するとともに適宜一般に公開する。

②支援技術・ツール開発

世界的に優位性のあるRNA解析技術を確固とするため、RNAマスマスフィンガープリント法によるRNA-蛋白相互作用ネットワーク解析のさらなる展開、疾患診断を目指したmiRNAの直接的プロファイリング基盤技術開発、

更にRNAが担う高次生命現象を明らかにすべく塩基修飾の探索等を実施する。また核酸合成法の研究を継続し、高い血中安定性など新たな機能を持つ非天然型RNAの創生を行う。

③機能性RNAの機能解明

取得した疾患関連miRNAに対して臨床検体を用いる創薬応用を目指した解析等を、iPS細胞の誘導を促進するmiRNAについては、そのメカニズム解析を展開する。AGO蛋白とmiRNAの結合様式を様々な組織・細胞で解析し、miRNAの遺伝子抑制メカニズム解明を進める。また長鎖ncRNAについて、開発した核内RNAノックダウン系等を駆使して核内局在ncRNAの機能解析やRNA結合蛋白質の同定・機能解析を実施し、蛋白因子を介したncRNAによる遺伝子発現制御メカニズムの解明を目指す。エピジェネティックな発現制御に関わるアンチセンスRNAの解析をES細胞の神経細胞への分化系で実施する。

細胞機能に重要な数十個の機能性RNA候補の機能解析を行い、医薬品開発や再生医療等に有用な基盤知見の取得と基盤技術の構築を最終目標とする。

[21年度業務実績]

バイオインフォマティクス技術の開発、支援技術・ツールの開発及びこれら技術を用いた機能性RNAの機能解明を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所技術統括 渡辺公綱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。なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、個々の研究課題ごとの成果の達成状況を踏まえ、それぞれの相互連携による核酸医薬品の開発ツールとしての利用可能性についても検討を行った。開発成果は基盤技術として医薬品開発等への貢献が見込まれる。

①機能性RNAの探索・解析のためのバイオインフォマティクス技術の開発

予測した機能性RNAのマイクロアレイ発現解析により、癌マーカー候補を含む組織特異的な有用機能性RNA候補を発見した。新規miRNAやsnRNAの発見に成功し、さらにその標的RNA予測に必須なアクセサビリティ評価技術を確立した。既知および予測された機能性RNAの、ゲノムへの対応関係、マイクロアレイ情報、および関連疾患名など多角的な情報を組み込んだ機能性RNAデータベースを構築した。このデータベースを用いてプロジェクト内で成果を創出すると同時に、データベースを公開し誰でも自由に使える環境を整備した。また次世代シーケンサーによる発現情報を解析するために、ショートリード自動アノテーションシステムを完成させた。

②支援技術・ツール開発

RNAマスペクトロメトリー法を用いてmiRNAの直接的プロファイリング技術を開発した。また、同手法を用いて血中または臓器中に存在する核酸医薬の直接解析と代謝物の同定に成功し、世界標準になりうる核酸医薬の薬物動態技術の確立に大きく前進した。次世代シーケンサーと生化学的な手法を組み合わせることにより、ヒト脳由来RNA中に塩基修飾の1つである新規イノシン化部位を2万か所以上の同定をはじめとして、新規RNA修飾の同定と機能解析で様々な成果を挙げた。CEMアミダイトを用いたRNAの化学合成では、収率や品質の面で大きく向上し、RNA創薬を支える基盤的合成技術を確立した。

③機能性RNAの機能の解明

間葉系幹細胞の分化、iPS細胞形成、マスト細胞の脱顆粒、癌細胞の増殖を制御するmiRNAを10種類以上同定し、miRNA作用点の創薬標的としての有用性を明らかにした。核内構造体形成を行うncRNA、細胞周期を制御するncRNA、血球増殖因子の発現を制御するncRNA、癌の新規マーカー候補のncRNAやアンチセンスRNAなど新しいRNA機能を発見した。またRNA-蛋白質相互作用の重要性に着目し、piRNAやesiRNAなど新規低分子RNA群の発見、長鎖ncRNAの疾患関連蛋白質との相互作用についての新知見を得た。

細胞機能に重要な数十個の機能性RNA候補の機能解析を行い、有用な基盤知見を取得したことで構築された基盤技術により、医薬品開発や再生医療等への貢献が見込まれる。

《2》モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発

《2》－1細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

創薬ターゲット候補遺伝子の絞り込みプロセスの効率化につながる汎用性の高い解析ツールの開発を目的に、東京大学大学院薬学系研究科教授 杉山 雄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。

①細胞モニタリング技術開発

多数の変動遺伝子と細胞表現型の相互関係を解析するため、与えた刺激に対して細胞が示す反応の精密時系列計測を行う技術を開発する。具体的には、ガンなどの特定の疾患細胞をモデルとして、特定の遺伝子の機能の解析を行いながら、創薬ターゲット候補及び関連遺伝子の発現の時系列データを取得し、遺伝子の挙動と細胞の表現型の関連を詳細に解析する。平成21年度は遺伝子発現の解析技術など応用することにより、精密な一細胞時系列計測を対象細胞で行い、技術の評価を行う。

②細胞情報解析技術開発

遺伝子発現状況や細胞の表現系の変化など、細胞状態のモニタリング解析によって得られる種々の情報を統合し、疾患と変動遺伝子の相関性、さらに疾患治療に効果的なパスウェイを解析する技術を開発する。そのために、細胞画像データに基づくパスウェイ解析に適した情報処理技術の開発及び同様に巨大な量となる画像データとパスウェイの抽出などを自動的に行う技術を開発する。開発された画像解析技術、時系列解析技術について適用性、有用性を評価する。

③創薬ターゲット同定技術開発

細胞モニタリング技術と細胞情報解析技術を活用して解析した遺伝子発現情報に基づき、有望な創薬ターゲットを信頼性高く、高効率に絞り込むことを可能にする技術の開発を行う。平成21年度は、実際の創薬に用いられる乳ガン臨床モデル細胞及び皮膚由来各種初代培養細胞等を用いたターゲット候補遺伝子の絞り込み・同定を行い、かかる遺伝子の探索・解析技術を評価する。

[21年度業務実績]

東京大学大学院薬学系研究科教授 杉山雄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した。なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、個々の研究課題の相互の連携を図ることで、それぞれが絞り込みプロセスの効率化に寄与するよう、プロジェクトとしての最適化を行った。①～③の研究開発を通じて、創薬支援ツールとしての実用性を証明するとともに、産業上有用な解析ツールとなる基盤技術を完成させてプロジェクトを終了した。

①細胞モニタリング技術開発

多数の変動遺伝子と細胞表現型の相互関係を解析するため、与えた刺激に対して細胞が示す反応の精密時系列計測等を行う技術を開発した。具体的には以下の通り。

- ・癌転移の研究技術の基礎として細胞運動性評価チップの開発を行い、細胞運動に係る遺伝子の探索を行った。
- ・on-chipエレクトロポレーションを技術開発し、低侵襲で高効率な遺伝子導入デバイス、遺伝子発現・抑制の同期化技術、およびガン細胞浸潤能評価チップの開発を行った。
- ・細胞株と乳ガン組織のゲノム異常を明らかにした。また、乳ガンについて、ホルモン受容体発現等と関連するゲノム異常および遺伝子産物を明らかにした。

②細胞情報解析技術開発

細胞状態のモニタリング解析によって得られる種々の情報を統合し、疾患と変動遺伝子の相関性、さらに疾患治療に効果的なパスウェイを解析する技術を開発した。具体的には以下の通り。

- ・レポーター遺伝子発現と細胞分裂の同調性解析技術を開発した。
- ・非計測分子を含むネットワーク動態解析技術および活性化ネットワーク検出技術の開発を行った。
- ・時系列発現解析データを用いてパスウェイの理論的解析手法（ネットワーク補完技術等）の開発を行った。
- ・モーター染色とCGH-BAC arrayを組み合わせた手法、およびガン細胞の壊死を誘導する薬剤を用いた手法を用いて、ガン関連遺伝子のスクリーニングおよび解析を行った。

③創薬ターゲット同定技術開発

遺伝子発現情報に基づき、有望な創薬ターゲットを信頼性高く、高効率に絞り込むことを可能にする技術を開発した。具体的には以下の通り。

- ・構築した抗ガン剤感受性遺伝子の機能ネットワーク解析システムを応用して、パクリタキセル（PTX）感受性標的の同定を行った。この同定した遺伝子群を基にPTX治療効果予測システムの構築と検証、および複数のパスウェイの阻害によるPTX感受性増強の検証を行った。また、臨床組織由来の乳ガン培養細胞株の樹立とパスウェイ解析への利用を行った。
- ・絞り込まれたPTX感受性遺伝子候補の情報を受け、創薬の標的遺伝子としての有用性評価を行った。
- ・紫外線感受性に関わるパスウェイと遺伝子を解析し、化粧品開発に適した遺伝子を見出した。また、これを標的とした素材（植物エキス等）のスクリーニング系の開発を行った。

《2》－2 研究用モデル細胞の創製技術開発 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

新薬の安全性と開発効率の向上を図るため研究ツール・基盤技術となるヒトES細胞由来の研究用モデル細胞を構築することを目的に、京都大学物質細胞統合システム拠点長 教授 中辻 憲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ヒトES細胞の加工技術開発

ES細胞及びそのサブラインを使いやすくする候補遺伝子がヒトES細胞にどのように影響を及ぼすか評価・検討する。Tet-On/Offシステムによる導入遺伝子発現制御技術は、特定方向への分化制御効果の詳細な検討を行う。RNA干渉法による遺伝子発現制御技術開発は、Tet-Off cDNAレスキューシステムと組み合わせ、新しいノックダウンレスキューシステムを構築し、ヒトES細胞への適用を目指す。ウイルスベクター系による遺伝子導入技術は、shRNAを用いたネガティブ選択法の改良を進める。

②ヒトES細胞の分化誘導制御技術開発

- (1) ヒトES細胞から神経系細胞への分化誘導技術開発は、神経系細胞の分化方法の確立を行う。
- (2) ヒトES細胞から心筋細胞への分化誘導技術開発は、効率的なペースメーカー細胞誘導及び純化法を確立し、ヒトES細胞由来心筋分化誘導法を確立する。ヒトES細胞を用いたHTS系で心筋分化誘導促進物質を探索する。
- (3) ヒトES細胞から肝細胞への分化誘導技術開発は、より効果のあるMLSGT細胞株の詳細な検討を進める。さらに、より安価な分化誘導法、成熟化への方法を検討し、モデル肝細胞の創出を目指す。
- (4) 人工基底膜及び擬似基底膜によるES細胞の分化誘導制御技術開発は、さらに改良を進めより精度の高い人工基底膜及び擬似基底膜の創製を進め、他の研究グループへのサンプル提供を一層行う。

③研究用モデル細胞の構築技術の開発

- (1) 神経変性疾患モデル細胞創製は、目的神経系細胞のモデル細胞の構築を行う。
- (2) 血液脳関門（BBB）モデル創製は、構成細胞の大量供給法を確立し、構築モデル精度検証を進める。
- (3) 肝細胞を用いた創薬支援のための薬物動態・毒性評価系の確立は、ES細胞由来肝細胞のより正確な性能評価を

進め、代謝酵素・トランスポーターの発現量を定量可能な系を構築し、標準化プロトコルの作成を進める。

[21年度業務実績]

京都大学物質細胞統合システム拠点長 教授 中辻 憲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。なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、個々の研究課題の達成状況を確認しつつ、実用化を進めるものと事業終了後も引き続き研究を継続するべきものごとを整理すること等により、プロジェクトを総括した。肝細胞への分化誘導技術開発でコスト面等での課題が残ったが、目標を達成しプロジェクトを終了した。

①ヒトES細胞の加工技術開発

Tet-On/Offシステムによる導入遺伝子発現制御技術を駆使し詳細な解析を行った結果、ES細胞およびそのサブラインを使いやすくする候補遺伝子がヒトES細胞に特定方向への分化制御効果を示すことを見出した。また、Tet-Off cDNAレスキューシステムと組み合わせ、新しいノックダウンレスキューシステムを構築し、RNA干渉法による遺伝子発現制御技術をヒトES細胞へ適用可能な技術へと仕上げた。さらに、shRNAを用いたネガティブ選択法の改良を進め、ウイルスベクター系による遺伝子導入技術の効果を検証した。

②ヒトES細胞の分化誘導制御技術開発

- (1) ヒトES細胞から神経系細胞への分化方法を確立した。
- (2) ヒトES細胞から心筋細胞への分化誘導技術開発では、効率的なペースメーカー細胞誘導及び純化法を確立された。これにより、実用化に向けてヒトES細胞由来心筋分化誘導法の基盤技術が確立された。また、霊長類モデルES細胞を用いたHTS系での心筋分化誘導促進物質探索により、候補化合物を得るに至った。
- (3) 肝細胞への分化誘導技術開発は、より効果のあるMLSGT細胞株の詳細な検討を進め、さらに、より安価な分化誘導法、成熟化への方法を検討し、モデル肝細胞の創出を目指したが、目的の結果を得るまでには至らなかった。
- (4) 人工基底膜および擬似基底膜によるES細胞の分化誘導制御技術開発は、さらなる改良を進め、より精度の高い人工基底膜及び擬似基底膜の創製を進めた。その成果として、特許出願に至った。

③研究用モデル細胞の構築技術の開発

- (1) 疾患遺伝子を導入した神経変性疾患モデル細胞（アルツハイマー病、筋萎縮性側索硬化症、ハンチントン病）を構築し、機能解析を行った。
- (2) 血液脳関門（BBB）モデル創製は、モデル構築用細胞として好適化が出来、構成細胞の大量供給法を確立した。また、ヒトES細胞由来BBB構成細胞の構築モデルの精度を検証し、従来モデルに匹敵する静的バリア性能を達成した。
- (3) 肝細胞を用いた創薬支援のための薬物動態・毒性評価系の確立は、ES細胞由来肝細胞のより正確な性能評価を進め、代謝酵素・トランスポーターの発現量を定量可能な系を構築した。また、標準化プロトコルの作成を進める一方、実際のES由来の細胞の機能評価も行った。

《3》染色体解析技術開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

バクテリア人工染色体（BAC）を用いたCGH解析技術を開発し、高感度・精度かつ迅速、安価な解析システムを開発し、疾患と染色体異常の関係について臨床サンプルで検証を行うことを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所セルエンジニアリング研究部門主幹研究員 平野 隆氏及び東京医科歯科大学難治疾患研究所教授 稲澤 譲治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。

①BACを用いた高精度全ゲノムアレイの開発

平成20年度に試作した全ゲノムアレイの基本評価と臨床癌検体を用いた性能評価を行い、全ゲノムアレイのバージョンアップを行う。胃癌について限られた数の日本人BACによるミニアレイを試作し、臨床癌検体による有効性評価を行い、性能向上を図る。

②染色体異常を解析する革新的要素技術の開発

高精度表面加工修飾技術では、新規DNAチップ基礎性能評価を行う。新規ゲノムアレイ用蛍光標識化技術では、酵素取り込みが優れた2種新規蛍光物質を合成する。疾患別アレイハイブリシシステムの開発では、物理的ハイブリシステムと深い焦点深度の読取装置を用いた測定・評価を行う。また、共同研究にてゲノム情報と臨床情報の統合化、がん組織バンクの構築、消化器癌等の疾患別BACアレイの設計を継続して進める。

③臨床診断用全自動染色体異常解析システムの開発

分散型全自動染色体異常解析装置のアレイCGH法の再現性・定量性・操作性の向上と、集中型全自動染色体異常解析装置の改良を行い、全自動プロトタイプ機（ver. I I I）を完成させる。診断用ゲノムアレイの開発では、先天性疾患、不育症分野でのCGH解析受託に向けた解析技術の開発を実施。他の疾患についてWG4500アレイを用いた解析を進めゲノム異常を見出す。発見した新規コンテンツは、Genome Disorder アレイとして応用する。高精度ゲノムアレイ（Tiling Array15000）の作製による日本人100家系 Trio 解析を行い、WG4500アレイの結果と比較し、より精度の高いデータベースを構築する。がんの染色体異常の解析と診断コンテンツの開発では、大腸癌での臨床病理学的諸因子との相関解析、腎細胞癌の予後不良群の腎細胞癌悪性化遺伝子の同定による診断法を開発する。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所産学官連携推進部門・産学官連携コーディネータ 平野 隆氏及び東京医科歯科大学難治疾患研究所教授 稲澤 譲治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。

①BACを用いた高精度全ゲノムアレイの開発

物理的地図の確定した日本人BACによる全ヒトゲノム領域をカバーするタイリングアレイ用BACクローン1万

7千個を選択した。

②染色体異常を解析する革新的要素技術の開発

高精度表面加工修飾技術では、新規DNAチップの性能確認、新規ゲノムアレイ用蛍光標識化技術では、約2倍蛍光物質をDNA鎖中に取り込ませることに成功した。疾患別アレイハイブリシシステムの開発では、物理的ハイブリシステム、高信頼性の読取装置を改良・試作し、有効性を確認した。また、共同研究にてゲノム情報と臨床情報の統合化、がん組織バンクの構築、消化器癌等の疾患別BACアレイの設計を行い、継続する。

③臨床診断用全自動染色体異常解析システムの開発

分散型全自動染色体異常解析装置は、検体の前処理、ゲノムアレイの反応、蛍光シグナル検出を一体化した装置を試作、一連の煩雑な操作を自動化した。集中型全自動染色体異常解析装置は、動作改良を行い、最終年度での評価フェーズに供する全自動プロトタイプ機（ver. I I I）の目処をつけた。

診断用ゲノムアレイの開発では、先天性疾患の診断用に、GD700アレイを完成、製造及び臨床検査受託を開始し、さらに不育症分野で解析を進めている。ヒト全染色体を網羅する高精度ゲノムアレイWG15000を作製し、対応するCNV解析ソフトを開発、日本人100家系Trio解析で高精度のデータベースの構築を開始した。

がんの染色体異常の解析と診断コンテンツの開発を進め、7種類の癌について関連するBACプローブを抽出した。低分化型胃癌、大腸癌、口腔癌、肝細胞癌で診断マーカー・治療標的を抽出した。

《4》化合物等を活用した生物システム制御基盤技術開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

創薬ターゲット候補となりうるタンパク質の相互作用解析などにより創薬ターゲット候補の絞り込みを行うとともに、疾患等の生物現象を制御する新規骨格化合物の探索・評価を行う技術の開発を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所バイオメディシナル情報研究センター主任研究員 新家 一男氏、五島 直樹氏、家村 俊一郎氏、生命情報工学研究センターチーム長 広川 貴次氏、及び東北大学大学院薬学研究科教授 土井 隆行氏の中核メンバー5名による合議体制で実施する。また、独立行政法人産業技術総合研究所バイオメディシナル情報研究センターチーム長 夏目 徹氏をプロジェクトリーダーとし、本プロジェクトの外部への紹介等渉外活動を含め以下の研究開発を実施する。

①タンパク質の相互作用解析等により創薬ターゲット候補・疾患メカニズムを解明する技術の開発

平成21年度は、平成20年度までに開発完成させた高感度タンパク質ネットワーク解析技術と自動サンプル調整システムを十二分に活用し、課題解決型連携企業への疾患関連タンパク質ネットワーク情報・創薬候補化合物のターゲット情報の提供を中心に行う。また、相互作用検証には *in vitro* メモリーダイ法を中心にスクリーニング系を少なくとも10種構築し、これに対して25万化合物（平成21年度集積予定）サンプルに対して相互作用阻害物質の探索に必要なメモリーダイアッセイ用タンパク質の供給を行う。これに伴い、*in silico* チームではヒット天然化合物と標的タンパク質との結合予測と作用機序のモデル化、作用機序モデルに基づくライブラリー合成展開の指針の提案、構造活性相関解析、提案化合物の結合可能性評価等を継続して実施する。

②生物機能を制御する化合物等を探索・評価する技術の開発

多様な構造を持つ天然物、特に微生物代謝産物をソースとして、タンパク質相互作用を制御する化合物を見出すことを最優先に実施する。スクリーニングに関しては、タンパク質相互作用を指標にしたスクリーニングに加え、重要なタンパク質について酵素活性及び遺伝子発現等を入れた総合的な pathway を指標にアッセイ系を構築し展開する。一方、天然化合物ライブラリーに関しては、海洋産物由来の菌株の分離を積極的に進め培養法を工夫し、物質生産能を持つ新規性の高い菌株を取得する。

[21年度業務実績]

中核メンバー5名による合議体制で、独立行政法人産業技術総合研究所バイオメディシナル情報研究センターチーム長 夏目 徹氏をプロジェクトリーダーとし、本プロジェクトの外部への紹介等渉外活動を含め以下の研究開発を実施した。

①タンパク質の相互作用解析等により創薬ターゲット候補・疾患メカニズムを解明する技術の開発

疾患に関わるタンパク質相互作用解析を行い、新規タンパク質情報を約550個、相互作用情報を5個以上取得した。精密微粒子創製技術により非特異的結合タンパク質を1/10以下に抑えたプルダウンビーズを開発した。課題解決型企業連携により、20個以上の化合物のターゲットタンパク質情報を得た。

304種類のGateway化ヒト・エントリクロン等を作成するとともに、スプリットシフエラーゼ法、改良型インビトロメモリーダイ法、マルチ遺伝子発現クロンを導入した安定発現細胞株を開発し、14種類のスクリーニング系を構築した。そして25万化合物サンプルに対して相互作用阻害物質の探索に必要なメモリーダイアッセイ用タンパク質を供給した。

分子動力学計算により主要な相互作用を予測するとともに、フレキシブルな活性部位を多重モデリングにより構築した。また、天然物ヒット化合物の作用機序を分子シミュレーションで予測した。

以上のように、これまで開発してきた技術を用いて、実際に新たなタンパク質相互作用、タンパク質発現クロン、スクリーニング系を多数発見・構築し、最終年度の目標達成に向けて着実に検討を進めた。

②生物機能を制御する化合物等を探索・評価する技術の開発

スクリーニングに関して、GSTと蛍光タンパク質 Venus/Luciferase によるプルダウン法など新規アッセイ法を構築し、新規化合物を26個以上を見出した。

天然物を母骨格とする類縁体および独自設計の化合物ライブラリーを合成し、天然物を超える *in vitro* 活性をもつ化合物を見出した。天然物およびその誘導体の全合成により、化合物構造情報と *in silico* 解析の一致を示した。

一方、放線菌を中心として収集した菌株の二次代謝産物から未取得化合物を網羅的に分離し、約31万天然物ライブラリーを確立した。

以上のように、新規化合物の発見及び天然物ライブラリーを拡充した。

《5》糖鎖機能活用技術開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

産業上有用な機能を有する糖鎖マーカーに対する糖鎖認識プローブの創製技術、及び産業上有用なヒト型糖鎖を大量に合成し、材料として利用可能とするための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医工学研究センター長 成松 久氏及び東京大学国際・産学共同研究センター教授 畑中 研一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。

①糖鎖マーカーの高効率な分画・精製・同定技術の開発

疾患の臨床診断や再生医療技術開発を実施する上で、臨床検体等生体試料中に微量に含まれる糖鎖マーカーを高効率に分画・精製し、同定するための技術開発を行う。

②糖鎖の機能解析・検証技術の開発

糖鎖合成関連遺伝子を導入・削除して糖鎖を改変した動物・細胞株を多数樹立し、糖鎖改変による細胞機能・生体機能の変化を生化学的、生物学的、病理学的に解析することで糖鎖機能を解明する。さらに、糖鎖及び糖鎖複合体と病原体表面蛋白質等との相互作用認識解析技術等を開発することにより、有用な糖鎖及び糖鎖機能を見出す。

③糖鎖認識プローブの作製技術の開発

疾患糖鎖マーカー認識プローブの開発臨床検体等の生体試料中の糖鎖マーカーを特異的に高い親和性を持って認識するための糖鎖/糖蛋白質認識プローブを作製するための技術開発を継続する。また、癌マーカー開発を中心に、その他にも糖鎖関連疾患として、アルツハイマー、正常圧水頭症、輸血副作用の診断を含んで、糖鎖関連診断技術の開発を対象疾患の重点化して進める。

④糖鎖の大量合成技術の開発

細胞培養して得られた糖鎖や修飾された糖鎖の中から有用な糖鎖の見極めや絞込みを行い、スケールアップ培養、精製を検討し、少なくとも1種類はグラム単位の大量製造スキームを示す。また、糖鎖固定化モジュールを用いたペロ毒素除去の実用性、安全性試験を実施する。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所糖鎖医工学研究センター長 成松 久氏及び東京大学生産技術研究所教授 畑中 研一氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を行った。また、日本国内及び将来の国外展開を見据え追加公募により研究体制を整えた。

①糖鎖マーカーの高効率な分画・精製・同定技術の開発

血清等の生体試料をレクチンアレイや質量分析などの糖鎖解析技術に供するための生体試料自動前処理システムを実用に耐えるプロトコルまで仕上げた。また、硫酸化糖タンパク質やムチンの解析手法の開発により、解析が困難な分子の構造解析技術が向上した。これらを、生体試料中に微量に含まれる糖鎖マーカー探索にも供し、最終年度に向けて解析環境を整備した。

②糖鎖の機能解析・検証技術の開発

糖転移酵素のノックアウトにより、発がん頻度の顕著な上昇、免疫細胞の恒常的活性化、組織構築の異常、生活習慣病様病態の表現などを見出し、糖鎖機能の重要性を示した。

③糖鎖認識プローブの作製技術の開発

肝炎から肝細胞がんに至るステージを階層化できる血清バイオマーカーシステムを構築し、また、開発した線維化マーカーを用いることで線維化の進展を評価できることを明らかにした。さらに、臨床現場で使用されている検査検出系機器に適合させるための開発の目処がたち、糖鎖認識プローブの実用化開発が進展した。

④糖鎖の大量合成技術の開発

接着細胞と浮遊細胞を培養して得られるそれぞれ代表的な糖鎖1種類について、グラム単位の生産が可能な大量製造スキームを産業化の観点から示した。

《6》新機能抗体創製技術開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

産業上有用なタンパク質やその複合体等について、タンパク質を抗原として特異性の高い抗体の系統的創製技術及び抗体の分離・精製効率化のための技術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。

①系統的な高特異性抗体創製技術の開発

膜タンパク質機能アッセイ系との連携による機能性抗体の作製、抗原のエピトープ解析法開発とそれを用いる機能性抗体の設計、エピゲノム創薬等に有用な抗体作製法の開発を行う。GPCRに対する抗体を継続して作製し、細胞膜に発現しにくいGPCRを細胞膜に強制発現させる系を開発する。ファージ抗体では、新しく10種類の癌特異抗原を同定し、それらに結合するヒトモノクローナル抗体数十種類を単離する。小分子抗体では、scFvSAを基本として、クリアリング試薬の開発によるプレターゲットティング用イムノプローブを開発する。DT40-SWを用いてがん特異的抗原に対する抗体を取得する。オリゴクローナル抗体では、別の抗原に対する抗体を作製し、抗原の特性と活性増強の関連について抗原-抗体複合体の構造解析を行い、モデル構築を行う。エクソソームによるマイニ

ングの継続と候補遺伝子の検証を行う。

②高効率な抗体分離精製技術開発

構築したリガンドライブラリの抗体結合特性データを基に、さらに特性のすぐれた多重変異体タンパク質を設計合成する。またリガンドライブラリから選抜したリガンドの配列を改変し、弱酸性域で溶出可能な実用的リガンドの開発に着手する。溶媒探索用分析システムの開発では、溶媒の自動送液、自動切り替え機能を付与する。新たな配向制御型固定化技術として、リガンドタンパク質のN末端のみを反応させる方法の開発を進める。リガンドリーク量を低減させた新型シリカゲル担体の量産技術を開発し、パイロットスケールに対応するプロトタイプ型アフィニティカラムを試作する。シリカモノリスでは耐久性の評価を行う。酸暴露した抗体溶液中の可溶性凝集の形成を微量検出する技術開発を進める。モデル抗体の培養原液供給方法の標準化を検討する。培養原液中に存在する抗体分子の多様性の経時変化を評価する。モデル抗体培養原液を用いて、試作したアフィニティ担体の抗体結合特性を評価する。

[21年度業務実績]

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。

①系統的な高特異性抗体創製技術の開発

変性/不変性タンパク質同時ドットプロット等のアッセイ系、立体構造認識抗体のスクリーニング法の立ち上げ、GPCR発現バキロウイルスでの発現量増加用培地組成の見出した。これにより、膜タンパク質機能アッセイ系を開発し機能性抗体の作製した。新たな抗原のエピトープ解析法を開発しそれを用いる機能性抗体の設計を進めた。エピゲノム創薬等に有用な修飾酵素に対する抗体を作製した。3種類のGPCRについて高性能な抗体を作製し、細胞膜に発現しにくいGPCRを細胞膜に強制発現させる系を開発した。ファージ抗体では、新しく9種類の癌特異抗原を同定し、それらに結合するヒトモノクローン抗体数十種類を単離した。小分子化抗体では、クリアリング試薬不要のプレターゲット用イムノプローブを開発できた。DT40-SWを用いて2つの癌腫特異的抗原に対する抗体の作製が進行した。オリゴクローナル抗体では、別の5種の抗原に対する抗体を作製し、抗原の特性と活性増強の関連について抗原-抗体複合体の構造解析を行い、モデル化を進めた。エクソソレイによるマイニングの継続により新規医薬抗体標的分子を同定した。

②高効率な抗体分離精製技術の開発

構築したリガンドライブラリの抗体結合特性データから、さらに特性のすぐれた多重変異体タンパク質を設計合成した。弱酸性域で溶出可能な実用的リガンドの開発に着手した。溶媒探索用分析システムにおいて、溶媒の自動送液・切替機能を付与した。リガンドタンパク質のN末端1か所で結合できるリガンドを開発した。リガンドリーク量について17ng/mg-IgGと目標を達成する値を得て、量産技術の開発を進めるとともに、プロトタイプ型アフィニティカラムを試作した。ハイブリッドシリカモノリス表面に官能基導入を行うなどして、耐アルカリ性を評価し効果を確認した。酸暴露した抗体溶液中の可溶性凝集の形成を赤外分光スペクトルで微量検出する技術開発を進めた。モデル抗体の培養原液供給方法の標準化を行い、この標準に基づいた標準化培養液を1回供給した。この原液を用いて多量体等の経時的変化を評価した。試作したアフィニティ担体の抗体結合特性を評価し、回収率が最大となる溶出溶媒条件を効率的に探索する手法を構築した。

《7》基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発 [平成19年度～平成23年度]

[21年度計画]

少子高齢化が進む中、がん、生活習慣病、免疫・アレルギー疾患、精神神経疾患等に関する先端的医療技術の創出を目指す。医療現場のニーズに基づき、急速に発展している多様なバイオ技術、工学技術等の基礎・基盤研究の成果を融合し、また民間企業と臨床研究機関が一体となって、円滑に実用化につなげる技術開発を推進する。

平成21年度は、平成19年度及び平成20年度に採択した継続課題について研究開発を行うとともに、以下に示す領域におけるこれまでの採択状況等を考慮しつつ、追加公募により新規研究開発テーマを数件程度追加し、橋渡し技術開発を促進する。

①創薬技術

新たな効果・効用の実現、副作用の軽減、効果の制御、個人の特性に配慮した薬剤設計等を可能とする分子標的薬、バイオ医薬、DDS（ドラッグ・デリバリー・システム）、ワクチン等の新たな創薬技術・システムの開発を行い、併せて当該創薬技術・システムの有効性、安全性・品質等の評価技術の研究開発を行う。

②診断技術

疾患の解析及び診断の高度化、診断の簡便化・効率化等を可能とする、バイオマーカー・診断技術・診断機器等の新たな診断技術・システムの開発を行い、併せて当該診断技術・システムの信頼性・再現性・普遍性の評価、早期普及を図るための標準化等を行う。

③再生・細胞医療技術

新たな疾患治療、患者のQOL向上等を可能とする、再生・細胞医療等技術・システムの開発を行い、併せて当該再生・細胞医療等技術・システムの有効性、安全性・品質等の評価技術の研究開発を行う。

④治療機器

治療における安全性の向上、効率化、低侵襲化、治療効果の高度化等を実現する新たな治療機器・システムの研究開発を行い、併せて当該治療機器・システムの有効性、安全性・品質等の評価技術の研究開発を行う。

[21年度業務実績]

医療現場のニーズに基づき、急速に発展している多様なバイオ技術、工学技術等の基礎・基盤研究の成果を融合し、また民間企業と臨床研究機関が一体となって、円滑に実用化につなげる技術開発を推進した。

平成21年度は、先端医療開発特区採択課題における研究開発をより一層加速させるために必要となる事項を追加し、

先端的な医療の実用化・産業化を促進するため、追加公募により新規テーマ6件を採択し着手した。また、15件のテーマを継続実施し、研究進捗に応じた加速予算の追加により研究支援した。制度評価を実施し、次年度に向けた研究計画に反映をした。終了年度を一年延長し、戦略的に革新的医療技術を支援することとした（橋渡し：橋渡し研究、先導：先導研究、レギュラトリー：レギュラトリーサイエンス支援のための実証研究）。

①創薬技術

- ・遺伝子発現解析技術を活用した個別がん医療の実現と抗がん剤開発の加速（H19～、橋渡し）
- ・マイクロドーズ臨床試験を活用した革新的創薬技術の開発：薬物動態・薬効の定量的予測技術を基盤として（H20～、橋渡し）
- ・臓器線維症に対するVA-ポリマー-siRNAを用いた新規治療法の開発（H20～、橋渡し）
- ・血管内皮細胞選択的ナノDDS技術開発を基盤とする革新的低侵襲治療的血管新生療法の実現のための橋渡し研究（ピタバスタチン封入ナノ粒子製剤の研究開発）（H20～、橋渡し）
- ・ヘルパーT細胞を中心とした革新的免疫治療法の開発（H20～、橋渡し）
- ・Oncoantigenを標的とした新規癌ペプチドワクチンの製品化を短期間に実現化する臨床研究技術の開発（H20～、橋渡し）
- ・アンチセンスオリゴヌクレオチドを用いたデュシェンヌ型筋ジストロフィーオーダーメイド医療を産業化するシステムの確立（H20～、先導）
- ・神経変性に対する革新的治療薬の研究開発（H20～、先導）
- ・自然免疫を刺激する次世代トラベラーズマラリアワクチンの開発（H21～、橋渡し）
- ・アルツハイマー病の根本治療を目指した新規治療法の研究開発（H21～、橋渡し）
- ・癌特異的抗原受容体改変T細胞の輸注とがんワクチンによる複合的がん免疫療法の研究開発（H21～、橋渡し）

②診断技術

- ・アルツハイマー病総合診断体系実用化プロジェクト：根本治療の実現に向けて（H19～、橋渡し）
- ・抗がん剤治療を革新する有効性診断技術の開発（H20～、先導）
- ・精神性疾患等の治療に貢献する次世代PET診断システムの研究開発（H21～、橋渡し）

③再生・細胞医療技術

- ・再生・細胞医療の世界標準品質を確立する治療法および培養システムの研究開発（H19～、橋渡し）
- ・間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究（H19～、橋渡し）
- ・再生医療材料の安全性の確立と規格化及び臨床研究への応用（H19～、レギュラトリー）
- ・細胞シートによる多施設臨床研究を目指した基盤システムの構築（H21～、橋渡し）

④治療機器

- ・X線マイクロビーム加速器による次世代ミニマムリスク型放射線治療システムの研究開発（H19～、橋渡し）
- ・疾患動物を用いた新規治療機器の安全性・有効性評価手法の開発（H19～、レギュラトリー）
- ・次世代型高機能血液ポンプシステムの研究開発（H21～、橋渡し）

《8》創薬加速に向けたタンパク質構造解析基盤技術開発 [平成20年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

膜タンパク質及びその複合体の生体内に近い状態での立体構造解析、相互作用解析、計算科学分野における基盤技術の研究開発を進めることで創薬加速に資することを目的に、京都大学大学院理学研究科教授 藤吉 好則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電子線等による膜タンパク質及びその複合体の構造解析技術開発

生理的に重要なAQP4を始めとする水チャンネルの野生型と各種変異体、ギャップジャンクションチャンネルCx26の各種変異体、並びにイオンチャンネル等の発現・精製と2次元結晶化等を試み、脂質分子の直接観察を可能とする電子線結晶学のための試料観察技術やプログラムの開発等を進めて、膜タンパク質の構造解析技術（中間目標：2Åより高い分解能）を開発する。また結晶化困難なタンパク質やその複合体の構造解析のための単粒子解析用プログラム開発、生体内により近い状態の構造を解析するための電子線トモグラフィー用極低温電子顕微鏡システムの開発を進展させ、中間目標である10Åより高い分解能で構造解析する技術を開発する。

②核磁気共鳴法による膜タンパク質及びその複合体とリガンド分子の相互作用解析技術開発

界面活性剤存在下で不安定化する膜蛋白に対し、活性を保持した状態での試料調製法を開発する。細胞内におけるタンパク質間相互作用解析を目指し、安定同位体標識タンパクを細胞内に導入する方法を検討する。創薬標的タンパク質の機能解析として、細胞接着因子（中間目標：2個以上）の機能発現機構の解明を目指す。

③高精度 in silico スクリーニング等のシミュレーション技術開発

タンパク質の動的性質を正しく評価する技術やドッキングスコアの精度を高める技術開発を進展させドッキング計算におけるターゲット選択性能を従来法に比べ中間目標とする5倍程度に向上させる。また開発したMD-MVO法を応用し、生理活性ペプチドと同等の結合性を有する非ペプチド性化合物の探索を試みる。さらに具体的な創薬実証研究を、大学・創薬企業等と協力し、AQP4等のチャンネル・タンパク質やμ受容体等のGPCR等を対象として展開し、実用的なスクリーニング手法の確立を目指し、産業上有用な化合物を5個以上取得することを中間目標とする。

[21年度業務実績]

京都大学大学院理学研究科教授 藤吉好則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。また中間評価において最終目標達成の可能性大として高評価を受けた。予算と研究計画を検討し最終目標を確実に達成するために、

実施期間を1年延長することとした。

①電子線等による膜タンパク質及びその複合体の構造解析技術開発

電子線等による膜タンパク質及びその複合体の構造解析技術開発においては、膜タンパク質の構造解析技術（2 Åより高い分解能）を開発した。

これを用い、2.8 Å分解能の構造解析を行った水チャネルAQP4において、ラットやマウスのAQP4に対する阻害剤を開発したが、それはアミノ酸配列が極めて似通っているヒトのAQP4を阻害しないという結果を得た。また胃酸のpHを1近くに保つHK-ATPaseと各種インヒビターとの複合体の構造解析に成功した。Na⁺イオンチャネルの構造と機能解明のために、多くのバクテリア由来のチャネルのクローニングとそれらの機能解析を行った。これらにより中間目標である10 Åより高い分解能で構造解析する技術を開発した。

②核磁気共鳴法による膜タンパク質及びその複合体とリガンド分子の相互作用解析技術開発

核磁気共鳴（NMR）法による膜タンパク質及びその複合体とリガンド分子の相互作用解析技術開発においては、GPCRであるケモカイン受容体CCR5をrHDL（nano disk）に組み込み、NMRによるTCS実験により、リガンドMIP-1 α の結合部位の同定に成功するなど、細胞接着因子の機能発現機構の解明を行い、6個の創薬標的タンパク質を解析し中間目標を達成した。

創薬標的酵素－阻害剤複合体において、阻害剤周囲のプロトン密度と阻害剤プロトンの縦緩和速度変化の大きさに相関を見だし、効果的なエピトープマッピング手法を開発した。

in-cell NMR法において、SLOによるポア形成およびCa²⁺によるリシーリングの効率化により4倍ほどの感度向上に成功した。

DDR2とコラーゲン模倣ペプチドにアミノ酸選択的な転移交差飽和法を適用してDDR2・コラーゲン複合体モデルを構築した。

以上の成果により、創薬に重要な構造情報の獲得が可能な例が示された。

③高精度 in silico スクリーニング等のシミュレーション技術開発

高精度 in silico スクリーニング等のシミュレーション技術開発については、Structure-based drug screening、Ligand-based drug screening、および分子シミュレーションを援用した化合物活性予測手法、並びにNMR情報を利用したタンパク質複合体構造モデリング手法などを新規に開発し、薬物探索精度が市販ソフトの10倍以上となる。これらにより μ オピオイド受容体アゴニスト（48ヶ）、農薬シード化合物（23ヶ）、インフルエンザウイルス阻害剤（15ヶ）など多数のヒット化合物を得て、このうち構造上の新規性が高く drug-likeness を有している産業上有用なものを合計で18ヶ程度得た。このように中間目標を上回る効率でヒット化合物を得ることができ、タンパク質の動的構造を考慮した結合解析法、リガンド探索法の開発を着実に進めた。

《9》iPS細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発 [平成20年度～平成25年度]

[21年度計画]

様々な細胞組織に分化できるヒトiPS細胞等幹細胞の産業利用を促進することを目的として、以下の①～③の研究開発を実施する。なお、研究体にはNEDO技術開発機構が委託先決定後に指名するプロジェクトリーダーと各研究開発項目にサブプロジェクトリーダーを置き、研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

①安全かつ効率的なiPS細胞作製のための基盤技術の開発

iPS細胞の誘導に関わる新規因子（遺伝子及び化合物）の探索を行う。また、樹立される細胞源としての安全性を向上させ、将来の再生医療用途の細胞源としても活用可能とするため、宿主細胞の染色体上にランダムに遺伝子が導入されることによって生じる腫瘍化の懸念がない遺伝子導入技術の開発に着手する。

②細胞の選別・評価・製造技術等の開発

(1) iPS細胞等幹細胞の評価・選別技術の開発

由来が異なる細胞から誘導されたiPS細胞等の様々な多能性幹細胞間における性質の差や、その差がもたらす特定の誘導法に対する感受性の違いを明らかにするため、ギガシーケンスを活用し、細胞の性質や特徴を評価し、選別するために有用なマーカーの開発及びこれらを効率的に操作・検出する技術の開発に着手する。

(2) iPS細胞等幹細胞の品質管理、安定供給技術の開発

上記で開発した手法を用いて得られた特定の均質な細胞源を、均一な性質と品質を保持したまま長期間安定した維持・管理を行う。さらに、利用者への安定した供給を可能とするために必要となる、細胞の安定供給技術の開発に着手する。

③iPS細胞等幹細胞を用いた創薬スクリーニングシステムの開発

(1) iPS細胞等幹細胞から心筋細胞への高効率な分化誘導技術の開発

入手可能な健康人由来のヒトiPS等幹細胞及び心毒性等評価に有用な心疾患等患者由来のヒトiPS細胞等幹細胞から、心筋細胞への誘導効率を高める因子の探索を進めるとともに、心筋への効率的な分化誘導技術の開発に着手する。

(2) iPS細胞等幹細胞を活用した創薬スクリーニングシステムの開発

心毒性等が報告されている既存薬等を用いて、既存法と比較等行うための心毒性評価システムの構築を開始するとともに、ヒト心筋細胞の機能検証に着手する。

[21年度業務実績]

以下の①～③の研究開発を実施した。なお、研究体制にはNEDOが委託先決定後に指名したプロジェクトリーダーと各研究開発項目にサブプロジェクトリーダーを置き、研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施した。本技術の国際展開を視野に入れ、欧米メガファーマとの連携体制について検討を開始した。

①安全かつ効率的な i P S 細胞作製のための基盤技術の開発

新規多能性誘導遺伝子の探索、多分化能誘導法を効率化する化合物の探索、安全な遺伝子導入技術の開発に関する研究開発を行った。山中 4 遺伝子の一部を代替する新規 4 遺伝子および山中 4 因子の遺伝子発現を上昇させる新規化合物を発見した。

また、山中 4 因子を同時に細胞に導入して安定に発現できる持続発現型センダイウイルスベクターを構築した。

②細胞の選別・評価・製造技術等の開発

(1) 生体由来の多能性幹細胞の操作技術を基盤とした i P S 細胞等幹細胞の選別・評価・製造技術に関する研究開発を行った。生殖幹細胞から効率的に i P S を誘導する系を用いて経時的なマイクロアレイ解析によりリプログラミング因子の変動を解析することが可能となった。また、成人ヒト間葉系細胞から 3 胚葉への分化能を有する細胞の特性を調べ、腫瘍性増殖を示さないことやマーカーとなる因子の探索を行った。

さらに、各種親細胞とそれから誘導された i P S 細胞の遺伝子発現解析や細胞膜の糖鎖マーカーを測定することにより、親株と i P S 細胞の相違や親株の違いによる i P S 細胞間の相違を明らかにした。

(2) i P S 細胞の産業化に向け、自動培養装置、自動凍結システムの開発に着手した。

③ i P S 細胞等幹細胞を用いた創薬スクリーニングシステムの開発

(1) i P S 細胞等幹細胞から心筋細胞への高効率な分化誘導技術の開発及び i P S 細胞等幹細胞を活用した創薬スクリーニングシステムの開発に関する研究開発を行った。マウス、サル、ヒト E S 細胞から心筋細胞を分化誘導する Noggin 法、X 因子法、Y 因子法のいずれの方法でもヒト i P S 細胞を効率よく心筋細胞に分化誘導できる条件を見出した。さらに、X 因子法と Y 因子法を組み合わせることで、より高率に心筋細胞に分化誘導できる条件を見出した。

(2) ヒト i P S 細胞由来心筋細胞を用いて、チップ上にリエントリーモデルを構築して、その伝達速度や、薬剤への応答特性を計測することで、よりヒトの応答に近いモデルの構築を進めた。

・医療技術分野

[中期計画]

診断・治療機器の国内外における日本製品のシェア等について、大きな変動はないものの、内視鏡や超音波関連の技術や機器の国際競争力は技術的に優位である。高齢化の進展する日本においては、充実した医療による国民の健康の確保及び患者の Q O L (生活の質) の向上が重要な課題となる。

第 2 期中期目標期間は、厚生労働省を始め関係省庁との連携の下、これまでに蓄積した知見を基に診断機器や低侵襲治療機器の開発、標準化等成果普及のための環境整備に取り組み、早期医療の実現、再生医療の実用化を目指す。また、診断・治療機器の一体化や高機能化、更にはナノテクや情報通信等の先端技術との融合を図り、新たな「医薬工連携」領域となる基盤構築を進める。具体的には、分子イメージング機器開発では、高精度な工学技術や手法、新規診断薬開発等を融合することにより、悪性腫瘍等の早期診断を目指す。この開発では、空間分解能 1 mm 以下の D O I 検出器(深さ方向の放射線位置検出器)を用いた近接撮像型部位別 P E T 装置(乳房用プロトタイプ)の開発などを目標とする。また、薬剤と外部エネルギーの組み合わせによる画期的な低侵襲治療システムを目指す D D S 研究開発、より低侵襲かつ安全な手術を可能とする診断治療一体型手術支援システムの開発等を進める。D D S 研究開発では、従来型光増感剤の 1 / 1 0 の濃度、及び 1 / 1 0 の光エネルギー密度で従来型光線力学療法(P D T)と同等以上の抗腫瘍効果を達成する光線力学治療システムの開発などを目標とする。さらに、再生医療分野では心筋、運動器等組織の構築を目指すとともに、製造プロセスの有効性・安全性にかかる評価技術開発や、これら技術の J I S 化を通じて I S O 等への国際標準への提案を行う。この開発では、細胞厚みを 1 μ m の精度で非侵襲的・継続的に計測する間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価装置の開発などを目標とする。

また、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研究開発を行う。加えて、医療・福祉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。

福祉用具の実用化開発については、第 2 期中期目標期間中に、広く社会への普及啓発を図るため、助成事業終了後、その開発成果について、年間 5 事業者以上を展示会等のイベントを通じて広く社会へ紹介すること等を行う。

《1》分子イメージング機器研究開発プロジェクト

《1》- 1 悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器研究開発プロジェクト

1) フェーズ 1 (委託事業): 悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器に関する先導研究 [平成 17 年度~平成 21 年度]

[21 年度計画]

悪性腫瘍等の疾患の診断・治療を支援するための、悪性度や疾患の進行度も含めた腫瘍組織等の分子レベルでの機能変化を検出・診断できる高感度、高精度、高速の種々の機器の実現手段について、網羅的にその可能性を把握する。このため、平成 19 年度からの継続テーマ 2 件に対し、以下の項目について予備検討(実験を含む)を行うための先導研究(プロトタイプ開発を要さないで実用化を目指すものも含む)を実施する。

(1) 組み合わせる機器と薬剤

(2) 適合疾患

- (3) 最終目標性能（感度、特異性、費用対効果、低侵襲性、微小転移検出能、位置把握精度等）
- (4) 実用化のために開発する最大の開発要素とその開発手法
- (5) 国内外の競合技術に対する優位性（特許比較、対応方針を含む。）
- (6) 他の分子イメージング技術と比較した特徴
- (7) 研究開発プロジェクトの終了後に研究開発成果を速やかに実用化するために必要と考えられる方策として、現時点で想定される内容及び今後その方策を具体的に計画・実施していくために採用する必要があると考えられる取組体制
- (8) 実用化に当たり技術開発の他に必要な事項（臨床研究、制度整備、企業化形態等）
 具体的な、テーマは以下の通り。
 - ・半導体コンプトンカメラによる複数分子同時イメージング機器の研究開発
 - ・非侵襲的生体膵島イメージングによる糖尿病の超早期診断法の開発

[21年度業務実績]

悪性腫瘍等の疾患の診断・治療を支援するための、悪性度や疾患の進行度も含めた腫瘍組織等の分子レベルでの機能変化を検出・診断できる高感度、高精度、高速の種々の機器の実現手段について、網羅的にその可能性を把握するため、以下に示す平成19年度からの継続テーマ2件を実施した。

・半導体コンプトンカメラによる複数分子同時イメージング機器の研究開発

Si、Ge、CdTe等の半導体を検出器素材として開発したコンプトンカメラをさらに高度化し、厚生労働省との連携事業で新たに創薬する新核医学核種を用いた分子プローブ等との組み合わせで複数分子同時イメージングを可能にする、臨床用半導体コンプトンカメラの高度実用化技術開発を行った。高エネルギーγ線放出核種、PET用核種、SPECT用核種など、10種類以上の標識核種を用いた撮像実験に成功し、半導体コンプトンカメラによる複数分子同時イメージングの実証にも世界で初めて成功した。事業終了後、実用化に向け独自に開発を継続する。

・非侵襲的生体膵島イメージングによる糖尿病の超早期診断法の開発

将来的に臨床応用可能な、生体内の膵島量を非侵襲的な画像診断法を用いて定量化するために必要な分子プローブの開発と画像診断法の検討を行い、16種類の分子プローブの合成・標識化を終了し、有効性検討も行った。膵島イメージング用として期待できる分子プローブを合成した。事業終了後、まず新薬開発候補化合物のスクリーニング、効果判定が可能なPET用分子プローブとしての実用化を図るべく、独自に開発を継続する。

2) フェーズ2（助成事業）：悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器の開発 [平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

悪性度や進行度も含めた悪性腫瘍等を超早期段階で検出・診断し得る分子イメージング機器のプロトタイプ及びプローブ剤を開発することを目的に、京都大学大学院医学研究科教授 平岡 真寛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「PET・PET-CT・MRI（高機能化技術）・分子プローブの開発」

(1) 近接撮像型PET装置の開発

平成20年度までの研究成果を基に、乳がんを第一の対象とし、4層DOI検出器（3次元放射線検出器）と検出器の3次元化に伴う膨大なデータ量に対応したデータ処理システム（高集積放射線パルス分離計測回路、インテリジェントデータ収集システム等）を採用し、被写体へ上記検出器を近接配置し、高SN比の3次元画像再構成機構を備えた高感度かつ高解像度の乳房用近接撮像型PETプロトタイプ装置の開発を行う。具体的には、データ収集回路の改良、画像再構成ソフトウェアの改良及び再構成の高速化、データ収集・補正・校正ソフトウェアの改良、システム全体についてPET装置1次試作機の総合調整及び総合評価を完了し、さらに臨床研究を行うとともに、評価結果を基に改良を加えた2次試作機の製作、総合調整、及び総合評価を行う。

(2) 高分解能PET-CTシステムの開発

(ア) 平成20年度までの研究成果を基に、2層DOI検出器を用いた高分解能全身用PET装置、及び時間差情報（TOF）を利用した画像再構成技術の開発を行う。具体的には、平成20年度の性能評価結果を踏まえてデータ収集回路の追加改良、画像再構成ソフトウェアの改良及び再構成の高速化、データ収集・補正・校正ソフトウェアの追加改良、PET装置のシステム全体での性能評価を完了する。また、TOF-PETに対応した検出器の試作とデータ収集回路及び画像再構成ソフトウェアの改良設計・試作を行い、原理検証システムの設計・試作・評価を行う。

(イ) マルチモダリティとして、前記の高分解能全身用DOI型PETと高性能マルチスライスCTを融合したDOI型マルチスライスPET-CT装置の開発を行う。具体的には、PET-CT装置のデータ収集・制御ソフトウェアの改良を行い、システム全体での総合調整及び総合評価を完了する。さらに、PETとCTの高精度な画像融合のため、非剛体異種画像融合技術の開発を行う。

(3) MRI（高機能化技術）の開発

(ア) 平成20年度に集中研究センターに設置した3T MRI装置において、同年度本プロジェクトで開発した3T用受信系多チャンネルフェーズドアレイコイルを活用した撮像技術を開発する。

(イ) 上記システムでの高速撮像法の開発と撮像アルゴリズムの改良により撮像時間を短縮して、躯幹部拡散強調画像の撮像時間を最終目標の30分以内を達成する。

(ウ) 3T MRI装置のパルスシーケンスの最適化を計るため、1.5T MRI装置との画像比較検討を進めるとともに、広領域の躯幹部拡散強調画像の撮像技術開発へも還元する。

PET/CTにおいてPET画像とCT画像が融合可能なように、MRI画像間の融合技術（拡散強調画像とT2強調画像間の画像融合技術）を開発して臨床活用可能とする。

(4) 分子イメージング用分子プローブ製剤技術の開発

(ア) 平成20年度までの研究成果を基に、腫瘍に発現する膜結合型マトリクス分解酵素（MT1-MMP）、脳及び心筋梗塞に関連する血管障害に関与する酸化LDL受容体（LOX）、腫瘍の低酸素領域に発現が見られるHIF-1をイメージングのモデル標的として、アビジン-ビオチンを利用するリンカーユニット、18Fを主とするPET用シグナル放出ユニット、デンドリマーやリポソームなどのナノ材料を用いるMRI用シグナル放出ユニットを作製し、これらのリンカーユニットとシグナル放出ユニットとを組み合わせることにより、PET及びMRIに適応可能な分子イメージングプローブ候補化合物を開発する。

(イ) 標識化合物の合成に関しては、反応効率に優れるマイクロリアクターを用いたPET分子プローブ合成法とそれを用いる自動合成装置の基盤となるシステムを試作する。

(ウ) 合成された新規分子プローブの候補化合物群に対して、イメージングに必要な基本的条件の評価及び有用性について検討するために、*in vivo*、*in vitro*の薬効評価系を用いて新規分子プローブの有効性を評価する。さらに、開発した新規プローブに対して、動物用PETイメージング装置及び動物用MRI装置を用いて疾患モデル動物のイメージング条件・方法の開発を行う。

[21年度業務実績]

悪性度や進行度も含めた悪性腫瘍等を超早期段階で検出・診断し得る分子イメージング機器のプロトタイプ及びプローブ剤を開発することを目的に、京都大学大学院医学研究科教授 平岡 真寛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。なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、開発成果の実用化の見込み等についても総合的な評価を行った。事業終了後も事業者間の産学連携、医薬工連携の体制を維持し、実用化に向けた臨床研究を含めた開発を継続する。

研究開発項目「PET・PET-CT・MRI（高機能化技術）・分子プローブの開発」

(1) 近接撮像型PET装置の開発

4層DOI検出器を搭載した近接撮像型PET装置の1次試作機として、座位型及び伏臥位型の2種類の乳房用近接撮像型PETプロトタイプ装置を開発した。ファントムを用いて総合評価を行った結果、2種類とも有効視野内で空間分解能1mmを確認した。さらに、京都大学医学部附属病院において乳がん患者を対象に臨床研究を実施し、高解像度の乳がん画像を得ることに成功した。また、電磁波ノイズ対策関連の改良設計を行った2次試作機を製作して総合評価を行った。

(2) 高分解能PET-CTシステムの開発

(ア) DOI型PET装置で、40cmΦ視野で空間分解能3mm（FWHM）以下、感度15cps/kBq以上を実現するとともに、最適なエネルギーウィンドウの設定により、雑音等価計数率の改善が可能であることなどを確認し、PET装置のシステム全体での性能評価を完了した。また、DOI型TOF-PET用検出器を試作し、1ペアの検出器とDOI型TOF-PET用データ収集回路基板からなる原理検証システムの試作評価において、時間分解能450ピコ秒の達成を確認した。

(イ) DOI型PET装置と16列CT装置、固定寝台を組合せたDOI型マルチスライスPET-CT装置を開発し、PET装置の自走機能などの総合調整、ファントムでの融合画像の精度確認など総合評価を完了した。さらに、非剛体異種画像融合技術では、計算速度、計算精度改善のプログラム改良、胸部動態ファントムを用いた画像融合技術の精度検証を行うとともに、4D-CT画像を用いた4次元線量分布評価システムを開発し、動きのある部位における吸収線量を定量化した。

(3) MRI（高機能化技術）の開発

(ア) 高速撮像を可能とする3T-MR装置における頭部用、躯幹部腹側用、躯幹部背側用及び頭頸部用の多チャンネルフェーズドアレイコイルを開発した。別途開発したMR装置の自動撮像用ソフトウェアにより、躯幹部領域全体をカバーする設定とした。

(イ) 撮像領域内のコイルを自動的に認識して撮像準備をおこなう機能を新たに開発し撮像領域・撮像条件を規格化するプリセット化で撮像準備時間を短縮した。また拡散強調画像の撮像時間を短縮させるため、3T MR装置最適化開発と3倍速高速撮像パルスシーケンスの最適化も実施した。さらに3分割した躯幹部（頭頸部、胸腹部、骨盤部）各領域を3.5mm厚の軸位断もしくは冠状断画像76スライスすることで、最も効率的に躯幹部広領域を撮像できるようにでき、撮像時間30分以内を達成した。

(ウ) 躯幹部拡散強調画像の画像歪及び画質の改善を計るため、歪補正、画像劣化・位置ずれ補正、画像ノイズ低減の技術開発成果を、京大病院の胆癌患者を対象とし同院倫理委員会承認プロトコールに基づき、総合性能評価で確認した。拡散強調画像及びT2強調画像の撮像時間を2/3に短縮できた。

上記（ア）、（イ）、（ウ）の結果、全体の撮像時間を被験者の入退場まで含めて当初の46分10秒から、29分40秒となり、開発目標を達成することができた。上記成果を取り入れて、平成21年末には3T MRI装置の薬事申請を行った。また、事業終了後、開発成果の実用化が予定されている。

(4) 分子イメージング用分子プローブ製剤技術の開発

(ア) 乳がんを対象とした悪性度診断用PETプローブ開発のために、標的認識ユニットとして、膜結合型マトリクス分解酵素（MT1-MMP）を対象とした抗MT1-MMP抗体及びHIF-1高発現領域を対象としたタンパク質プローブを開発した。リンカーユニットにはストレプトアビジン-ビオチンを採用し、放出ユニットである18F標識ビオチン誘導体と組み合わせることでMT1-MMPおよびHIF-1高発現領域をイメージング可能な分子プローブの開発に成功した。

また、アポフェリチンの内部にカチオン性Gd錯体を高効率にて内包させることにより、既存の造影剤よりも

高感度なMR I シグナルユニットを開発した。

(イ) 3段階反応用マイクロリアクターを用いた [18F] SFB の one-flow でのPETプローブ合成法を確立した。さらに、本法により合成された [18F] SFB とノルビオチナミンを反応させることで、18F 標識ビオチン誘導体を開発し、これらマイクロ合成技術を基盤としたPET分子プローブ自動合成装置のプロトタイプ開発に成功した。

(ウ) 拡大型単回投与毒性試験を基本骨格として、抗MT1-MMP抗体を用いたストレプトアビジン-ビオチン-抗MT1-MMP抗体及び標識ビオチン誘導体の安全性試験を実施し、有効性を確認した。

事業終了後も事業者間の産学連携、医薬工連携の体制を維持し、分子プローブでは安全性のより向上に向けた、自動合成装置では実用化に向けた開発を継続する。

3) 新規悪性腫瘍分子プローブの基盤技術開発 [平成20年度～平成21年度]

[21年度計画]

分子イメージングの要である分子プローブの基盤要素技術と評価システムを開発する。

(1) 分子プローブ要素技術の開発

「(ア) 標的認識ユニットの開発」、「(イ) シグナルユニットの開発」において開発されたそれぞれのユニットを直接結合、もしくは「(ウ) 分子プローブ化技術の開発」によって一体化させることにより、複数の新規近赤外蛍光プローブを作製する。すなわち、各研究開発項目の成果を統合することにより、がんの特異的に発現する分子等の標的に直接作用し、インドシアニングリーン (ICG) 以上の優れた蛍光特性を有する近赤外蛍光分子プローブを作製する。各研究開発項目の具体的な内容は以下の通り。

(ア) 標的認識ユニットの開発

- i) がん糖鎖抗原を標的としたレクチンプローブの開発
- ii) 悪性腫瘍特異的人工ペプチド・アプタマーの「その場」創出
- iii) 細胞表層の糖鎖発現プロファイルに基づいたがん特異的プローブの開発
- iv) 抗テネイシン抗体、抗TIF各抗体の安定産生供給と抗体の特異性、力価の評価
- v) 抗テネイシン抗体、抗TIF各抗体の腫瘍標的認識能の評価と抗体の安定大量産生への試み
- vi) MT1-MMP及びCXCR4認識ユニットの開発
- vii) 新規スクリーニングシステムによるペプチドの探索
- viii) 腫瘍結合性糖鎖等の開発
- ix) CXCR4認識ユニットの開発

(イ) シグナルユニットの開発

- i) 新規高輝度近赤外蛍光剤の開発
- ii) リボソーム内蛍光の消光システム技術の開発
- iii) 近赤外の蛍光・発光特性を有する新しい生物蛍光・発光シグナルユニットの開発
- iv) 新規蛍光色素の開発

(ウ) 分子プローブ化技術の開発

- i) ナノ材料を用いた分子プローブ化技術の開発
- ii) 高分子ミセルキャリアの開発
- iii) 新規腫瘍指向性近赤外蛍光性リボソームの開発

(2) 分子プローブ評価システムの開発

- i) 3次元時間分解計測システムの構築と散乱体中での蛍光特性の時間分解解析による定量的蛍光システムの研究開発
- ii) 時間分解拡散光トモグラフィーによる蛍光画像再構成アルゴリズムの開発
- iii) 蛍光イメージング手法の定量性の検証と評価

[21年度業務実績]

分子イメージングの要となる、分子プローブの基盤要素技術と評価システムとして、以下の開発を行い、それぞれ最終目標を達成した。がん細胞での蛍光オン・オフ機能を含め、がん特異的近赤外蛍光イメージングプローブの開発を促進する情報が得られ開発したプローブを実用化につなげるため、臨床応用に向け蛍光以外の分子イメージングとの比較などを含めた事業化計画、安全性評価などを事業終了後に検討する。

(1) 分子プローブ要素技術の開発

「(ア) 標的認識ユニットの開発」、「(イ) シグナルユニットの開発」において開発されたそれぞれのユニットを直接結合、もしくは「(ウ) 分子プローブ化技術の開発」によって一体化させることにより、複数の新規近赤外蛍光プローブを作製した。がんの特異的に発現する分子等の標的に直接作用し、インドシアニングリーン (ICG) 以上の蛍光量子収率を示す蛍光分子プローブを作製した。各研究開発項目の具体的な内容は以下の通り。

(ア) 標的認識ユニットの開発

がん糖鎖抗原を標的に植物マメ科レクチンをスキャフォールドとし作成した新規レクチンプローブの糖結合特異性を評価し、悪性腫瘍細胞株を特異的に認識するペプチドプローブのマウスを用いた評価系による標的細胞の認識確認を行い、肺癌、胃癌、大腸癌さらに乳癌、前立腺癌の糖鎖プロファイルを明らかにし糖脂質GM2に結合する複数のペプチドを同定した。

テネイシンC抗体 (TN-C) ライブラリーから腫瘍を特異的に認識する抗体を担癌マウスでの評価により腫瘍に特異的に集積することを確認し、子宮内膜癌のTN-C発現解析から臨床期別、リンパ節転移、リンパ管浸

潤、組織悪性度と強い相関を確認した。抗TN-C抗体の大量供給の方法を確立し、供給の目処を得た。

また、新規近赤外蛍光試薬IC7-1をラクトソームに内包し、抗MT1-MMP抗体を表面修飾したリポソームを開発し、担がんマウスを用いて、がんへの顕著な集積を確認し、多種類の蛍光基で標識したペプチドライブラリーから、がん細胞/正常細胞の結合比を最適にするスクリーニングを行い、MCF7細胞に特異的に結合するペプチドを見出した。SLXを表面修飾したリポソームを開発し、担がんマウスを用いて、がんへの顕著な集積を確認した。

さらに、CXCR4のリガンド2分子を5.6nmの長さに固定されたリンカーで結合したダイマーが、CXCR4に強く結合することを見出し、標識分子を付加した前記のダイマーは、CXCR4発現細胞を選択的にイメージングできることを確認した。

(イ) シグナルユニットの開発

生体イメージングが可能な近赤外蛍光剤を目的として設計・合成したIC7-1およびIC7-2は、ICGより長波長化を達成し、蛍光量子収率も十分高い値を示した。またIC7-1リポソームが、がん細胞での蛍光オフ・オン機能を持つことを確認した。また各種セレンテラジン・セレンテラミド類縁体を合成し、最大蛍光波長が550nm程度である複合蛍光蛋白質の開発に成功した。

また、既存の近赤外蛍光化合物ICGに比べ、蛍光強度、耐褪色性、化学的安定性、化学修飾の容易さ、毒性試験の全ての点において優れた、新規シグナルユニットSiR700を開発した。

(ウ) 分子プローブ化技術の開発

フェリチンを用いたペプチドプローブの多価提示系を開発した。またシグナルユニット(ICGとSiR700)を内包し、標的認識ユニット(抗CD147抗体)を外側に結合し、各々のユニットが十分な機能を発揮する高分子ミセルキャリアシステムを開発した。脂溶性が高い新規近赤外蛍光試薬IC7をラクトソームに内包させ、さらに、IC7内包ラクトソームをリポソームに封入し、表面を、腫瘍指向性の抗MT1-MMP抗体、抗テネイシン抗体、SLXで修飾した近赤外蛍光リポソームの開発に成功した。

(2) 分子プローブ評価システムの開発

蛍光イメージング用、時間分解システムを構築した。また時間分解拡散光トモグラフィーによる蛍光画像再構成アルゴリズムを開発し、ラット腹部に埋め込まれた蛍光物質の2次元断層イメージを得た。時間分解システムと、蛍光画像再構成アルゴリズムを用い、樹脂で作ったファントムに関して計測し、定量性を評価した。

《1》-2 高精度眼底イメージング機器研究開発プロジェクト【F21】【課題助成】 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

生活習慣病による血管病変等合併症の超早期発見と予防の実現に向けた高精度眼底イメージング機器の開発を目的に、京都大学大学院医学研究科眼科学教授 吉村 長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。

①フルフィールド光コヒーレンス断層画像化装置(FFOCT)の開発

(1) FFOCTの要素開発を継続し、(i)光源パルス駆動による光量不足対策、(ii)干渉面と焦点面の一致技術、(iii)収差による干渉信号低下対策等を行い、健常眼の眼底観察を行う。得られた画像を元にさらなるFFOCTの高度化を追求する。

②高解像度眼底分析イメージング装置の開発

- (1) 海外における最近の眼底イメージング研究開発においてはMEMS-DMを用いた報告が主流であるためLCOSを用いる当該システムとの比較検討(特に画質、操作性)を行いLCOSの高度化に資する。
- (2) 第2試作機で撮影した視細胞レベルの画像或いは血球動態の観察が更にスムーズに出来る第3試作機の開発を行い、平成21年夏頃に京大病院への設置を行う。
- (3) 第3試作機におけるアライメント用画像システムの開発のため、スリットスキヤニングを活用した眼底イメージング法を確立し、高解像度画像の撮影位置とのレジストレーションを実施する。
- (4) 第3試作機における不随意性の眼底微動を除去するトラッキング機能開発のため、血球動態観察、画像加算による高解像度低ノイズ画像、固視点測定等を実現する。
- (5) 第3試作機における高速走査能(30Hz)の開発のため、血球動態解析を実現する。
- (6) 補償光学ソフトウェアの改良を行う。特に、第3試作機の撮像速度と同じ補償光学制御速度を実現することに重点を置く。
- (7) 補償光学に必要なデバイスの性能向上を行い、性能を向上させたデバイスを第3試作機に搭載する。また、第3試作機の性能を向上させるために、補償光学に関連する基礎実験を実施する。
- (8) 医療機関における臨床研究を行い、酸素飽和度イメージングによる網膜循環の障害に関連・起因する症例をより多く測定する。この結果を検証することで、酸素飽和度イメージングから提供できる網膜情報の知見を得る。
- (9) 臨床研究からのフィードバックに基づき、走査型眼底分光装置とソフトウェアの改良を行う。特に、臨床上の測定では、網膜周辺部の計測が重要となることや、測定領域を的確に被験者に指示できるインターフェイスが重要と言われている。これらに対応できるように、網膜上広範囲を計測できるインターフェイスや、固視灯の追加、より簡便に連続した測定を可能とするハードウェアとソフトウェアの改良を行う。また、疾患をできるだけ早期に発見するためには高い画質の提供が欠かせないと考えられるため、劣化のないデジタル画像を取得し、計測画像の解像度を高める。

③医学評価

- (1) FFOCTの試作機を京都大学医学部附属病院眼科外来に設置し、健常眼及び病理眼の眼底計測を行い、医学

的見地に基づく機器の評価を行う。計測対象は神経節細胞・網膜神経線維形態、眼底血管形態及び血流動態とする。また網膜細胞構造・境界を認識識別し、寸法・面積・体積を計測するソフトウェア及び病変部位を特定するための計測値データベース・画像データベースを開発する。

- (2) 走査型眼底分光装置の第2次試作機を京都大学医学部附属病院眼科外来に設置し、第2次臨床評価を実施する。対象は糖尿病網膜症、網膜静脈閉塞症とし、網膜の血中酸素飽和度を測定し、蛍光眼底造影検査やOCTで得られる所見との比較・検討を行う。また任意の部位における血中酸素飽和度を基準として視野全体にわたる酸素飽和度の相対値を二次元でマッピングする機能を有するソフトウェアを開発する。
- (3) 補償光学を適応した高解像度眼底分析イメージング装置の第2次試作機を用いた臨床研究の継続及び第3次試作機による医学評価を行う。糖尿病網膜症、網膜静脈閉塞症、加齢黄斑変性等症例の網膜視細胞構造・血管形態・血球動態について分析を行う。また視細胞密度を算出するソフトウェア・血球動態を定量的に分析可能なソフトウェアを開発し、正常眼及び各疾患における計測値データベースを開発する。

[21年度業務実績]

京都大学大学院医学研究科眼科学教授 吉村 長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した。なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、開発成果の実用化の見込み等についても総括的な評価を行った。

①フルフィールド光コヒーレンス断層画像化装置 (FF-OCT) の開発

- (1) FF-OCTの要素開発を継続し、(i) 光源パルス駆動による光量不足対策のためにスーパーコンティニウム光源を使用し、照明光量3倍とスペckルノイズ低減を実現した。健康者の人眼の神経線維を撮影した。(ii) 干渉面と焦点面の一致のための調整技術の開発を実施したが、調整が不十分であった。所望の撮影ができるまで繰り返し撮影をする必要があるため、OCTとしての実用化への課題が残った。

②高解像度眼底分析イメージング装置の開発

- (1) 健康眼の視細胞画像では差がみられない。MEMS-DMを用いたイメージングでは、波面センサの感度が低く、病理眼では鮮明な画像が得られにくいことから、LCOSの優位性を確認した。
- (2) 第3次試作機の開発を行い、京大病院において視細胞レベルの画像と血球動態の観察臨床研究を行った。
- (3) 第3次試作機におけるアライメント用画像システムの開発のため、前眼部の画像・固視灯の設定により初期アライメント時間を短縮し(4分→1分)、スリットスキヤニングを活用した眼底イメージング法を確立した。
- (4) 第3次試作機における不随意性の眼底微動を除去するトラッキング機能開発のため、血球動態観察、画像加算による高解像度低ノイズ画像、固視点測定等を実現し、周辺部の撮影を容易にした。
- (5) 第3次試作機における高速走査能(30Hz)の開発のため、健康眼に対しては血球動態解析を実現し、撮影時間を短縮した(5分→2分)。
- (6) 改良した補償光学ソフトウェアと開発した波面制御素子、波面センサを搭載し、第3次試作機の撮像速度と同じ補償光学制御速度を実現した。
- (7) 補償光学に必要なデバイスの性能(安定性等)向上を行い、性能を向上させたデバイスを第3次試作機に搭載した。事業終了後、OCT機能を付加するなど、独自に開発を継続し、より実用化に近い機器を試作する。
- (8) 京都大学にて臨床研究を行い、酸素飽和度イメージングによる網膜循環の障害に関連・起因する100症例以上を測定した。この結果を検証することで、酸素飽和度イメージングから提供できる網膜情報の知見を得た。
- (9) 臨床研究からのフィードバックに基づき、走査型眼底分光装置とソフトウェアの改良を行った。特に、酸素飽和度計算方法の改善を行い、使用する波長を増やし精度を向上した。

③医学評価

- (1) FF-OCTの試作機を京都大学医学部附属病院眼科に設置し、健康眼の眼底計測を行い、医学的見地に基づく機器の評価を行った。
- (2) 走査型眼底分光装置の第2次試作機を京都大学医学部附属病院眼科外来に設置し、第2次臨床評価を実施した。対象は糖尿病網膜症、網膜静脈閉塞症とし、網膜の血中酸素飽和度を測定し、蛍光眼底造影検査やOCTで得られる所見との比較・検討を行った。また酸素飽和度の絶対値測定の検討を行った。さらに、任意の部位における血中酸素飽和度を基準として視野全体にわたる酸素飽和度の相対値を二次元でマッピングする機能を有するソフトウェアを開発した。
- (3) 補償光学を適応した高解像度眼底分析イメージング装置の第2次試作機を用いた400例を超える臨床研究、及び第3次試作機による医学評価を行った。様々な視細胞の構造異常を検出した。糖尿病網膜症、網膜静脈閉塞症、加齢黄斑変性等症例の網膜視細胞構造・血管形態・血球動態について分析を行い、正常眼及び各疾患におけるデータベースを構築した。

以上の成果を活用し、事業終了後、糖尿病網膜症、網膜静脈閉塞症、加齢黄斑変性等の早期発見につながる高解像度眼底分析イメージング装置を目指し、独自に開発を継続する。

《2》再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発 [平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

再生医療における評価技術の開発及び再生医療の実用化を促進することを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所セルエン지니어リング研究部門組織・再生工学研究グループ上席研究員 大串 始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間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価技術開発

- (1) 「間葉系幹細胞の培養モニタリング評価技術と計測機器開発」

(ア) エバネッセント光を用いて間葉系幹細胞の特性を計測する技術の開発

細胞特性を計測するため、改良試作機による測定結果と従来法との比較検討を行い、間葉系幹細胞の表面分子に対する蛍光標識抗体の候補及びプロトコルの決定を行う。また、これまでの知見を基にして、蛍光検出の最適なパラメータ（励起光強度・入射角・フィルターなど）をもつ計測装置を製作するとともに、開発した定量化ソフトウェアの組み込みを行い、学会等への機器展示可能な細胞表面分子計測装置を開発する。

(イ) 間葉系幹細胞の増殖活性を評価するための細胞厚み及び細胞面積を測定する技術と計測装置の開発

患者由来の間葉系幹細胞等を用いて製作した計測装置の評価を行い、細胞の生物学的解析や増殖過程の細胞のトレースにて構築したデータも反映させた上で改良し、学会等にて展示を行う。また、これらに関連する国内・海外関連学会での調査を行うとともに、学会展示できる装置化を行う。培養器中の間葉系幹細胞について、PLM測定により採取したデータの相関性を評価し、標準化提案準備を行う。

(2) 「間葉系幹細胞のゲノム及びエピゲノム変異の定量計測技術」

最終プロトコルの作成に取りかかり、解析試薬の均一化、解析機器の統一化、そして可能なかぎり工程を自動化することで、施設あるいは解析施行者の技量等による差違の生じない標準システムの構築を目指す。そして作成した最終プロトコルの汎用性を検証するために、共同研究機関にプロトコルの実施を依頼し、指摘された課題に対して対応し、プロトコルのシェイプアップを行い、TRとして提案する。

②骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「間葉系幹細胞の骨基質形成能計測評価技術と計測装置開発」

(ア) 間葉系幹細胞の骨芽細胞への分化過程における骨基質計測技術の開発

種々の蛍光試薬を添加培養した際の、蛍光強度とカルシウム量との相関性を検討し、検量線を作製して定量できることを検証するとともに、得られた知見を蛍光測定装置の開発にフィードバックする。また、ASTMに登録した規格案の規格成立にむけて関係者による討議を継続する。

(イ) 骨基質内カルシウム量を算定するための骨基質に取り込まれるカルセインを計測する装置の開発

マイクロプレートを用いた蛍光測定装置の光学系の最適化と機構系の改良を行うとともに、骨基質定量評価用ソフトを組み込んで、計測装置を製作する。患者由来の間葉系幹細胞等を用いて機能評価及び信頼性の評価を行い、学会等に展示可能なレベルまで完成させる。

③軟骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「Diffusion Tensor - Magnetic Resonance Imaging (DT-MRI) 技術を応用した in vivo 生体力学的軟骨組織構造の判定評価技術の開発」

臨床において関節軟骨の再生治療過程を評価可能な、一貫したシステムの構築を目指す。構造異方性を変化させたファントムを試作して、DT-MRIによる検証を行う。関節軟骨疾患患者の再生治療過程における組織構造変化を評価して、臨床応用を目指した技術を確立する。実験で測定した関節軟骨の異方性データをJIS/TRとISOへ提案する。これらの準備のため、関連する国内・海外関連学会等において調査並びに意見調整を行う。

(2) 「光音響法による培養軟骨物性・性状の非侵襲的評価技術の研究開発」

平成20年度に収集したデータをもとに検出信号から力学特性を求めるまでのアルゴリズムを最適化する。時間分解自家蛍光スペクトル分析の励起光と検出信号をファイバー伝搬することで、物性と性状の同時評価の実現を目指す。標準化に向けて、光音響法の規格案をASTMに提出する。これらに関連する国内・海外関連学会での調査を行う。

④心筋の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「多点基板電極を用いた電気生理学的手法による心筋再生シートの機能評価技術とその計測評価装置の開発」

筋芽細胞の電位変化をモニタリングし、筋芽細胞純度を測定することが可能な基盤電極と解析に必要な周辺機器、ソフトウェア等の開発を行う。さらに、臨床研究に用いる細胞で比較検討を行い、データの集積と精度向上のための改良を行う。

(2) 「移植心筋再生シートの in situ 機能計測評価技術の開発」

筋芽細胞移植における不整脈と細胞シート移植の相関を明らかにし、筋芽細胞シート移植における標準プロトコルの作成を目指す。研究開発により得られた成果は、筋芽細胞シート移植の臨床研究へとフィードバックするとともに、TR提案に向けた活動を行う。

⑤角膜の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「細胞シート中の上皮幹細胞・前駆細胞の定量的評価システムの構築」

作製したシートに対して免疫染色を行い、シート中に含まれるp63陽性細胞率を算出しバリデーション技術の一つとするとともに、国際標準化提案に向けた海外への展開を図る。

(2) 「細胞シート中の分化上皮細胞及び粘膜上皮特異的機能の定量的評価システム」

臨床研究を行ってバリデーション項目の最適化を行う。免疫染色によるp63陽性細胞率算出法をバリデーションとして確認するとともに、国際標準化提案に向けた海外への展開を図る。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所セルエンジニアリング研究部門組織・再生工学研究グループ上席研究員 大串 始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。なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、それぞれの開発項目ごとに今後の展開や課題などについても総括的な評価を行った。

①間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「間葉系幹細胞の培養モニタリング評価技術と計測機器開発」

(ア) エバネッセント光を用いて間葉系幹細胞の特性を計測する技術の開発

蛍光標識した抗体で染色した細胞は、通常の蛍光顕微鏡では未洗浄だと観察不可であるが、エバネッセント光を

用いた試作機では、未洗浄のまま観察可能であった。また通常のフラスコを用いても観察可能であることを確認できた。その特性を生かし、インキュベータ内で培養状態のまま細胞観察ができる小型密閉管体型の改良試作機を作製した。管体内部の湿度変化を測定し、約一週間の連続細胞観察が可能であること、また、抗体で染め分けたヒト及びラットの間葉系幹細胞が改良試作機でも観察可能であることを確認した。改良試作機はバイオジャパン2009にて展示した。

(イ) 間葉系幹細胞の増殖活性を評価するための細胞厚み及び細胞面積を測定する技術と計測装置の開発

汎用顕微鏡に後付け可能なシステムにするため、焦点位置を簡便に上下動させる機構を試作した。実際に患者由来間葉系幹細胞で厚みの測定を行い、細胞増殖と細胞厚みとの相関が確認された。より正確な細胞厚み測定を目指し、画像解析ソフトの改良も随時行った。また、試作機をバイオジャパン2009にて展示した。試作機は他大学での検証も行い、非侵襲的に細胞の品質評価が可能な本技術は有用との意見を得た。

(2) 「間葉系幹細胞のゲノム及びエピゲノム変異の定量計測技術」

メチル化p16遺伝子の高感度検出法を、より簡便で解析者の技量に依存しないものにするために、解析試薬及び解析機器を統一化し、工程における各段階をできるだけ自動化することを試みた結果、DNA抽出及びバイサルファイト処理は、市販のキット化された試薬を用いることで、それぞれ4時間及び5時間で完了できる方法を確立した。この方法をJIS/TR(標準報告書)化するために、間葉系幹細胞TR原案委員会を設立し、TR原案を作成した。

②骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「間葉系幹細胞の骨基質形成能計測評価技術と計測装置開発」

(ア) 間葉系幹細胞の骨芽細胞への分化過程における骨基質計測技術の開発

間葉系幹細胞を骨芽細胞へ分化誘導して形成した骨基質を試作機で計測、解析し、試作機の改良にフィードバックさせるべく、問題点等の洗い出しを行った。既存の計測装置と性能を比較するために、同一サンプル(カルセインを添加しつつ分化誘導した間葉系幹細胞)の蛍光強度を測定し、カルシウム化学定量値との相関を検討したが、既存装置より高い相関が得られた。なお、ASTMに登録した規格案については、事業終了後も引き続き規格成立を目指して活動を行うこととした。

(イ) 骨基質内カルシウム量を算定するための骨基質に取り込まれるカルセインを計測する装置の開発

撮影操作の自動化のために、照明、シャッター、蛍光キューブ選択などの動作がPCからの指令で実行できるように、試作機の改良を行った。より正確な定量を目指し、照明や補正レンズ等の光学系を見直し、撮影解析ソフトについてもより使い易くなるように改良をおこなった。試作機はバイオジャパン2009にて展示した。装置販売時には、汎用性も重要になってくるため、応用例の一つとして、蛍光標識した抗体で染色したiPS細胞コロニーの撮影を試み、撮影可能であることを確認した。

③軟骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「Diffusion Tensor - Magnetic Resonance Imaging (DT-MRI) 技術を応用した in vivo 生体力学的軟骨組織構造の判定評価技術の開発」

関節軟骨の移植後の再生経過診断を行うために、DT-MRI法による関節軟骨の構造判定技術を開発した。測定したデータを取り纏めTR案を作成・提案し、さらに、事業終了後も国際標準規格化を目指し、ISO/TC150のNew Work Item Proposalに進めることとした。

(2) 「光音響法による培養軟骨物性・性状の非侵襲的評価技術の研究開発」

同一のレーザーを励起光源として採用することで、光音響法による培養軟骨の粘弾性計測と時間分解自家蛍光スペクトルによる性状評価の同時計測を可能にした。標準化としてはASTMのF04.04に登録しドラフトを作成した。

④心筋の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「多点基板電極を用いた電気生理学的手法による心筋再生シートの機能評価技術とその計測評価装置の開発」

筋芽細胞の電位変化をモニタリングし、筋芽細胞純度を測定することが可能な基板電極と解析に必要な周辺機器、ソフトウェアについて検討を行った。筋芽細胞において、播種密度が低い状態と細胞シート状の高密度な状態では電気生理学的特性が異なることから、多点基板電極上で細胞シートの状態を確認することが可能となった。さらに電極からの刺激に対して応答を検出するソフトの開発と、多点基板電極上からそのまま細胞シートを回収することが可能な電極皿を開発した。

(2) 「移植心筋再生シートの in situ 機能計測評価技術の開発」

筋芽細胞移植における不整脈と細胞シートの移植方法や移植部位、移植細胞数、筋芽細胞純度等の移植条件との相関を明らかにするため、筋芽細胞シート移植後の心臓表面の活動電位変化を計測し、移植細胞シートに起因するような活動電位変化は認められなかった。この結果より、筋芽細胞シート移植の安全性を評価することが可能となり、有用性が示された。さらに、これらのデータを臨床研究へとフィードバックすると共に、心臓に対する細胞シート移植のガイドライン案を作成した。

⑤角膜の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

(1) 「細胞シート中の上皮幹細胞・前駆細胞の定量的評価システムの構築」

培養上皮細胞シートに必要な評価項目を設定し、データをTR案として纏め提案してTR-T0014として承認された。ただし、現在の評価方法は臨床に使用する培養上皮シートと同一ロットのものが評価対象である。

臨床使用予定の細胞シート自体の評価を行うため、TER(経上皮電気抵抗)を用いた新規細胞シート評価法を開発した。TER値は細胞シート中の培養状態を反映しており、細胞シート完成時期を容易に予測することが可能であった。非侵襲的に簡易でかつ無菌的な培養上皮細胞シートの評価方法として非常に有用である。

(2) 「細胞シート中の分化上皮細胞及び粘膜上皮特異的機能の定量的評価システム」

免疫染色による p 6 3 陽性細胞の算出法の検討を行うため、培養上皮細胞シートについて p 6 3 陽性細胞率を算出した。定量性の高い real-time RT-PCR 法による p 6 3 発現について検討を行い、本解析法では 3 時間程度、1 名で測定可能となった。事業終了後は、独自に開発を継続し、より定量精度を高める。

《3》心筋再生治療研究開発 [平成 18 年度～平成 21 年度]

[21 年度計画]

心筋再生シートによる心筋再生治療の早期実現と迅速な普及を目的に、大阪大学医学部附属病院未来医療センターセンター長 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細胞源・増殖因子の探索

細胞源については、平成 20 年度で得られたヒト骨格筋内幹細胞の培養条件及び分化能の検討結果を用いて、骨格筋内幹細胞と筋芽細胞の比較とバイオ心筋への応用を検討する。間葉系幹細胞では大動物での単離・培養系の確立と心機能改善効果の確認を行う。分化・増殖技術では、開発した分化・増殖因子を用いて幹細胞・前駆細胞から分化誘導した心筋細胞を作製し、心不全モデルに対して移植した心機能改善効果の検討と並行し、材質や 3 次元構造を最適化したハニカム構造フィルムを用いた細胞源の増殖・分化制御の可能性を検討する。また、臨床応用のための安全性評価技術の開発として、細胞シート、バイオ心筋に対するゲノムレベルでの変異を生じないヒト細胞の安全性確認技術を開発し、作製したバイオ心筋洗浄方法を確立する。

②バイオ心筋の機能向上技術の開発

平成 20 年度で開発した高機能化バイオリクターを用いて、培養積層化細胞シート内血管網新生促進に向けた培養条件の最適化を引き続き行う。バイオ血管床に積層化細胞シートを繰り返し移植することで生体外でのスケールアップを図る。さらに、以上の血管網付与技術及び③の項目で開発される評価技術を組み込んだ加工工程を構築するとともに、バイオ心筋作製の標準操作手順、安全性、有効性に関する評価項目の選定も行う。また、バイオ心筋の移植試験を行い最適な移植方法の確立を行う。最終的には、東京女子医科大学で開発されるバイオ心筋への血管網付与を可能とする組織工学的手法と、大阪大学及び東京女子医科大学で開発された血管網の発達を促進する移植技術を統合することで、厚さ 5 mm、左室駆出率 (EF) 5% 改善を可能とするバイオ心筋を作製する。

③バイオ心筋の評価技術の開発

平成 20 年度までに開発された細胞純度測定技術や、サイトカイン分泌能評価及び力学的応答特性評価の基礎技術を用いて、純度とサイトカイン分泌能、力学的応答特性、電気的応答特性の関係について検討する。積層の程度と力学的特性の関係や電気的応答と力学的応答の相関を得ることで、バイオ心筋の機能評価指標としての可能性を検討する。また、血管内皮細胞による血管ネットワーク形成の定量的評価が可能なシステムを構築し、バイオ心筋の立体的評価指標としての可能性を検討する。

[21 年度業務実績]

心筋再生シートによる心筋再生治療の早期実現と迅速な普及を目的に、大阪大学医学部附属病院未来医療センターセンター長 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した。

なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、個々の開発成果を踏まえた総括的な評価を行った。①細胞源・増殖因子の探索について、大動物を用いたバイオ心筋による心機能改善効果を確認した。②バイオ心筋の機能向上技術開発について、in vitro で 1 週間以上を維持可能な組織を実現し、また、in vivo で 5 mm 以上の厚さを可能とする組織を実現した。③評価技術開発に対しては、形態計測による立体的評価技術と、流動性を指標とした機能評価技術を開発した。それぞれの開発項目における最終目標を達成した。

これらの結果、血管網を有し、心筋組織の欠損部を補てんするための十分な強度と機能を持つ心筋再生組織を作製する基盤技術を確立でき、心筋組織再生における最大の課題に目処が立ったといえる。事業終了後、実用化に対して、心疾患に対する他の再生医療技術等との比較した上で、臨床応用へのステップを検討する。

①細胞源・増殖因子の探索

骨格筋内幹細胞の単離条件を検討し、多分化能について細胞分画で異なることを明らかにした。さらに、マウス梗塞部への移植をし、心機能改善効果を確認した。脂肪由来間葉系細胞については、in vivo で心筋細胞への分化を確認し、内皮細胞を混合することにより、細胞生着・心機能改善効果の増強技術を開発した。また、大動物での単離・培養系の確立を行うとともに、ヒト脂肪由来間葉系幹細胞の免疫抑制心筋梗塞ブタに移植し、その心機能改善効果が認められた。

分化・増殖技術では、分化・増殖因子 (IGFBP-4) を用いて間葉系幹細胞に対する心筋細胞分化誘導能を確認した。また、材質や 3 次元構造を最適化したハニカム構造フィルムを用いた細胞源の増殖・分化制御の可能性を検討した結果、特定の孔径で間葉系幹細胞の増殖を有意に増加させることが分かった。臨床応用のための安全性評価技術の開発として、細胞シート、バイオ心筋に対するゲノムレベルでの変異を生じないヒト細胞の安全性確認技術と、作製したバイオ心筋洗浄方法を確立した。

②バイオ心筋の機能向上技術の開発

培養積層化細胞シート内血管網新生促進に向けた培養条件の最適化を行った。生体を模倣した血管床模擬デバイスに積層化細胞シートを繰り返し移植することで生体外でのスケールアップを可能とした。また、バイオ心筋の移植試験を行い最適な動物実験モデルの作製と移植方法を確立した。さらに、バイオ心筋への血管網付与を可能とする組織工学的手法により、生体外で 1 週以上維持可能な血管網を有する心筋細胞からなる組織体を開発した。細胞シートと大網組織との組み合わせにより厚さ 5 mm 以上で、左室駆出率 (EF) 5% 改善を可能とする組織体を作製した。

③バイオ心筋の評価技術の開発

筋芽細胞の純度とサイトカイン分泌能に相関関係が認められることを確認した。さらに、バイオ心筋の立体的評価

指標として適用可能な、血管内皮細胞による血管ネットワーク形成の定量的評価が可能なシステムを構築した。

《4》三次元複合臓器構造体研究開発 [平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

形態的にも機能的にも生体に類似した三次元複合臓器構造体の医療導入の促進を目的に、東京大学医学部附属病院ティッシュ・エンジニアリング部 部長 高戸 毅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。

①三次元複合臓器構造体の対象となる臓器に関する研究開発

(1) 運動器

荷重部の骨及び軟骨や軟骨下骨に対応する再生エレメントの大量製造を実施し、それらを複合化するための培養技術をもとに、大容量で荷重にも耐えうる運動器複合再生臓器構造体を作製し、骨、関節の構造体をそれぞれ実現する。さらに作製した複合臓器構造体を実験動物へと移植し、実証実験を行い治療効果及び有効性の評価を行う。最終的には、体積1L (10cm×10cm×10cm)、3種類以上の組織からなる複合顎関節、大腿骨関節に移植可能な臓器開発を行う。

(2) 体表臓器

形態、皮下構造が複雑な体表臓器の再建・再生のため、DANCE蛋白の含有及び弾性線維や脂肪、付属器などの複合組織含有三次元体表臓器構造体を製造し、皮膚複合構造体に(1)で作製した軟骨構造体を複合化させる。これらの複合体においては、実験動物に移植し、実証実験を行い治療効果及び有効性の評価を行う。さらに、皮膚幹細胞から付属器への分化誘導条件については、多くの種類の細胞に、より効率的に分化誘導可能な培養条件を確定し、分化可能性を有する幹細胞を含有した次世代再生エレメントも開発する。厚さ10mm以上、3種類以上の組織からなる複合組織を顔面凹凸部に移植可能な臓器開発を行う。

②三次元複合臓器構造体を実現するための要素技術開発

(1) 自己組織化機能を有する素材であるとともに、プロセス制御のための情報ネットワークあるいは自律系機能体を構築できる新規材料の開発

複合化技術、多孔質構造の制御技術を用いて、高強度で多孔質構造を精密に制御した複合多孔質材料を作製する。生体外での細胞培養実験及び動物実験により、多孔質材料の機能を評価し、材料作製条件の最適化を行った新規素材を用いて複合臓器構造体を作製し、動物実証実験の素材を上記①の研究開発担当部署に提供する。

(2) 複合形成により高度化、集積化が可能な再生エレメントの設計、製造、製造支援にかかわる技術全般及びその製造装置技術の確立

細胞の集合体形成に関わるエレメント技術を確立し、材料との複合化、高度化及び集積化に必要な条件・環境の設定を終える。調製した材料表面のパターニングによってスフェロイドアレイを作製し、スフェロイドが安定維持できる細胞培養条件・環境特性、材料特性を確定する。さらに、集積化の最適材料条件で作製したスフェロイド用いて複合臓器構造体を作製し、動物実証実験の為のエレメントまたはその製造技術を上記①の研究開発担当部署に提供する。

(3) 三次元臓器造形、再生組織の複合組織構築技術などにより多細胞、多因子、大体積、高次元構造を実現する複合化技術の確立

再生エレメント構築技術を用いて集積化技術を確立し、軟骨組織エレメントをX-CT画像から抽出した軟骨組織と同等の3次元形状を有する軟骨組織に再構築する。さらに、生体をシミュレートした臓器構造体複合化を行い、複合臓器構造体を作製し、動物実証実験に必要な構造体及び技術を上記①の研究開発担当部署に提供する。

(4) 再生組織への栄養血管網誘導技術の開発

新生誘導材料を再生エレメントやその周囲に複合的に適用することにより、ホスト血管と連結した血管網をもつ再生組織の構築技術を確立する。これらの技術を用いて複合臓器構造体を作製し、動物実験における実証実験を終える。

(5) 作製過程あるいは移植後生体内での変化を連続的にモニタリングできるプロセス評価を実現する非侵襲・低侵襲的評価法の確立

平成20年度まで開発した、骨軟骨及び血管の再生を評価できる非侵襲計測装置を用いて生体組織を評価する。また、組織作製過程を、in situ 計測法で評価する。軟骨を構成する組織要素の基礎的評価が可能な超音波インピーダンス計測法及び再生過程から移植後の臨床的評価までが可能な三次元超音波イメージング法の開発を行う。また、微小血管の直接可視化により、皮膚及び再生臓器の血管床の評価を行う。これらの評価システムを用いて複合臓器構造体を計測し、動物実験における有効性や実用性を検証する。

[21年度業務実績]

形態的にも機能的にも生体に類似した三次元複合臓器構造体の医療導入の促進を目的に、東京大学医学部附属病院ティッシュ・エンジニアリング部 部長 高戸 毅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。なお、プロジェクトの最終年度である今年度は、個々の開発成果の総括的な評価を行った。その結果、運動器、体表臓器について本事業の目標としたサイズの動物に移植可能な臓器作製を行った。本事業で最終目標である生理的な機能を再現する複合組織構造、自己組織化促進については、本事業期間内には目標達成できなかった。本事業で作製した生理機能をもたない大容量の移植可能な臓器について実用化が期待できる。

①三次元複合臓器構造体の対象となる臓器に関する研究開発

(1) 運動器

荷重部の骨及び軟骨や軟骨下骨に対応する再生エレメントの大量製造を実施し、それらを複合化するための培養技術をもとに、大容量で荷重にも耐えうる運動器複合臓器構造体を作製し、四肢骨、膝関節などを例として、骨、

関節の構造体をそれぞれ実現した。さらに作製した複合臓器構造体をイヌなどの実験動物へと移植し、骨や軟骨の再生・再建を組織学的、生化学的、力学的に評価し、生体の骨に匹敵する特性を確認し、骨や、関節に移植可能な臓器を作出したことを確認した。

(2) 体表臓器

形態、皮下構造が複雑な体表臓器の再建・再生のため、DANCE蛋白の含有及び弾性線維や脂肪、付属器などを複合できる三次元体表臓器構造体を作製した。皮膚複合構造体に(1)で作製した軟骨構造体を複合化させた。これらの複合体においては、実験動物に移植し、実証実験を行い、皮膚ならびに軟骨の再生を組織学的、生化学的または力学的に確認した。さらに、皮膚幹細胞から付属器への分化誘導条件については、多くの種類の細胞に、より効率的に分化誘導可能な培養条件を確定し、神経、上皮、骨、脂肪および脂腺、毛包などに分化可能な皮膚真皮由来幹細胞を含有した次世代再生エレメントも開発した。これらをもとに、顔面凹凸部に移植可能な臓器構造体を作製した。

②三次元複合臓器構造体を実現するための要素技術開発

(1) 自己組織化機能を有する素材であるとともに、プロセス制御のための情報ネットワークあるいは自律系機能体を構築できる新規材料の開発

複合化技術、多孔質構造の制御技術を用いて、軟骨下骨に相当する高強度で多孔質構造を精密に制御した複合多孔質材料を作製し、生体外での細胞培養実験及び動物実験により、多孔質材料の機能を評価した。また、最適化を行ったエレメント結合材料を用いて複合臓器構造体を作製した。

(2) 複合形成により高度化、集積化が可能な再生エレメントの設計、製造、製造支援にかかわる技術全般及びその製造装置技術の確立

細胞の集合体形成に関わるエレメント技術を確立し、軟骨細胞を用いて、移植可能なスフェロイドアレイ集積体を作製した。この集積化スフェロイドアレイをまたはその製造技術を上記①の研究開発担当部署に提供した。

(3) 三次元臓器造形、再生組織の複合組織構築技術などにより多細胞、多因子、大体積、高次元構造を実現する複合化技術の確立

3次元造形技術を導入して培養モールドを作製し、軟骨組織エレメントをX-CT画像から抽出した軟骨組織と同等の3次元形状を有する軟骨組織に再構築した。さらに、生体をシミュレートした臓器構造体複合化を行い、運動器複合臓器構造体を作製し、構造体及び技術を上記①の研究開発担当部署に提供した。

(4) 再生組織への栄養血管網誘導技術の開発

FGF添加ゲルを骨や軟骨の周囲に配置することにより、ホスト血管と連結した血管網をもつ再生組織の構築技術を確立した。マウスに移植し、1ヶ月後でも、形態を保持することを確認した。これらの技術を用いて複合臓器構造体を作製し、動物実験における実証実験を終えた。

(5) 作製過程あるいは移植後生体内での変化を連続的にモニタリングできるプロセス評価を実現する非侵襲・低侵襲的評価法の確立

動物に移植した複合臓器構造体を検証した。また、組織作製過程を*in situ*計測法で評価した。軟骨を構成する組織要素の基礎的評価が可能な超音波インピーダンス計測法及び再生過程から移植後の臨床的評価までが可能な三次元超音波イメージング法の開発を行い、週齢による音速の変化を確認した。また、微小血管の直接可視化により、皮膚及び再生臓器の血管床の評価を行った。

《5》深部治療に対応した次世代DDS型治療システムの研究開発 [平成19年度～平成21年度]

[21年度計画]

薬剤等をがん細胞のみにピンポイントに輸送する薬物送達システム(DDS)と人体の深部まで届く様々な外部エネルギーを組み合わせ、治療の効果及び効率を飛躍的に高める新たながん治療を可能とする「次世代DDS型悪性腫瘍治療システム」の開発を目的に、京都大学大学院薬学系研究科教授 橋田 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。

①革新的DDSと光ファイバー技術を融合した光線力学治療(Photo-dynamic Therapy、以下「PDT」という。)システム

(1) 光増感剤を内包した腫瘍特異的DDS製剤の開発

(ア) 血中滞留性に優れたDPC内包高分子ミセルの構築

SS架橋、疎水性分子、分岐状ポリエチレングリコール(PEG)などを導入したDPC(デンドリマーフタロシアニン)内包ミセルを構築し、その物理化学的特性、細胞毒性、血中滞留性を評価(蛍光標識DPC内包ミセルを利用)することによって、DPC内包ミセルのキャリア構造と機能の最適化を図り、担がんマウスを用いた腫瘍集積性と制がん活性を評価する。

(イ) DPC内包高分子ミセルの製造プロセスの構築

DPC内包高分子ミセルの大量合成のための製造プロセスを構築する。分岐状PEGを有するブロック共重合体の合成に関してその大量合成を検討する。

(2) 患部に対する効果的な光照射を可能にする照射システムの開発

(ア) 光分散プローブの設計と開発

開発した蛍光検知による細径内視鏡イメージングシステムの高感度化(10倍以上)を図り、ヒトへの適用を踏まえ、照射プローブと細径内視鏡の同時挿入による診断・治療システムを構築する。

(3) 難治性がんに対する光線力学療法システムの開発

- (ア) 疾患モデルを用いた固形がんのPDTシステムの開発
 ラットの正所性膀胱がんモデルに対して、(1) で開発するDDSによって、がん組織選択的な光増感剤の集積を実現し、(2) で開発する照射システムによって膀胱内壁全体に均質光を照射することによって、膀胱萎縮を惹起することなく、がん組織を根絶できるPDTシステムを開発する。
- (イ) PDTと化学療法を融合した革新的がん治療システムの開発
 (1) (ア) において最適化されたDPC内包ミセルを用いて、制がん剤内包ミセルとの併用効果を検討する。
- ②相変化ナノ液滴を用いる超音波診断・治療統合システム
- (1) 造影・増感作用を有するマイクロバブルの液体前駆体（相変化ナノ液滴）の開発
- (ア) 相変化能を有するパーフルオロカーボン液滴の開発
 相変化ナノ液滴の効果を中・大動物にて検証し、必要に応じて微調整を行い、体内動態及び安全性に関する基礎検討を行う。
- (2) 上記液体前駆体の活性化用超音波照射方法及び診断用プローブの開発
- (ア) 相変化用超音波シーケンス開発
 ナノ液滴を相変化させる物理刺激として適する超音波条件を決定し、生体により安全でかつ相変化をより確度高く生じるための照射シーケンスの開発を行う。また、相変化が生じたことを検出し画像化に適する画像処理及び画像表示手法についても検討を行う。
- (イ) 相変化用超音波照射システムの開発
 上記シーケンスを実行可能な超音波照射装置特に超音波発生用のトランスデューサの開発として従来の探触子よりも高強度の超音波照射に対応可能な探触子を設計、試作する。
- (ウ) 相変化用超音波及び照射システムの中・大動物による効果検証
 ウサギなどの中動物及びイヌなどの大動物にて相変化を検証する。
- (エ) 相変化用超音波及び照射システムの小動物による安全性の検証
 ナノ液滴を相変化させた際の影響器官における副作用及びがん周囲正常組織に及ぼす影響の程度を検証する。
- (3) 相変化ナノ液滴と診断用プローブを組み合わせて用いる治療用照射装置の開発
- (ア) マイクロバブルの存在部位を対象とする治療用超音波照射シーケンス
 ナノ液滴の相変化により生じるマイクロバブルをマーカーとして治療対象をあらかじめ超音波画像上で確認し、かつマイクロバブルを治療増感剤として用いる低侵襲治療を行うための超音波照射シーケンス及び治療装置の開発を行う。本開発における超音波治療は、加熱作用とキャビテーションによる作用の双方について検討を行う。
- (イ) マイクロバブルの存在部位を対象とする治療用超音波照射装置
 相変化ナノ液滴を用いる治療用超音波トランスデューサの設計開発を引き続き行う。
- (ウ) 治療用超音波及び照射システムの中・大動物による治療効果検証
 治療シーケンス及び治療用超音波照射装置による効果をウサギなどの中動物及び犬などの大動物を用いたナノ液滴の相変化によるマイクロバブル生成及びマイクロバブル生成箇所への治療用超音波照射による組織障害を検証し、本開発終了後に前臨床試験へ進むための薬剤・超音波の条件の提示を行う。
- (エ) 治療用超音波及び照射システムの小動物による安全性の検証
 動物固形がんモデルを使用して、治療用超音波照射装置を用いて壊死を生じさせたがんの周囲正常組織での損傷の程度を病理組織学的に評価してその安全性を検証する。
- (4) 多機能化相変化ナノ液滴（長時間滞留、複メカニズムによる治療）の開発
- (ア) ゼラチン誘導体を用いるナノ液滴の体内動態制御用キャリア
- i) 保存安定性向上のためのゼラチン誘導体の作製と評価（短時間型キャリア）
 異なる疎水性残基を化学導入したゼラチン誘導体を用いて、パーフルオロカーボン（PFC）を高圧乳化した表面修飾ナノ液滴を作製する。
- ii) 血中半減期延長のためのゼラチン誘導体の作製と評価（長時間型キャリア）
 疎水性残基に加えて、PEGを化学導入したPEG導入ゼラチン誘導体により表面修飾されたナノ液滴を作製する。PEGの分子量及び導入率を変化させ異なる表面修飾ナノ液滴を調製する。
- (イ) 合成高分子を用いるナノ液滴の体内動態制御用キャリア
 非液晶性高分子を用いて、PFCの封入を行う。
- i) 液晶性合成高分子を用いるナノ液滴の体内動態制御用キャリアの作製
 PFC含量、ナノ粒子作製条件を変化させて、PFC含有ナノ液滴の諸物性（粒径、保存安定性、疑似体液中での安定性）を最適化すると共に、ナノ液滴の安定性、血液中循環性、がんへのターゲティング性能を最適化する。
- ii) 合成高分子を用いたナノ液滴の物性測定・評価
 上記で得られた合成高分子を用いたナノ液滴の安定性を動的光散乱法で定量的に評価する。
- (ウ) トランスフェリン修飾バブルリポソームの開発
- i) バブルリポソームの調製法に対するGMP製剤に向けた規格化と長期保存化
- a) バブルリポソームのGMP製剤化の検討
 PFCナノ液滴の封入効率を100%近くまで上げ、常に一定のPFC液滴が保持されるように調製過程を検討する。
- b) 長期保存法について検討
 凍結乾燥法あるいは加圧下バイアル瓶保存法など実用的な保存方法について検討する。冷蔵庫（4℃）保存で、最低半年以上の期間を目標とする。

- (ウ) 相変化用超音波及び照射システムの中・大動物による効果検証
ウサギなどの中動物及びイヌなどの大動物にて相変化効果を確認した。
- (エ) 相変化用超音波及び照射システムの小動物による安全性の検証
小動物用超高分解能超音波診断装置でラット正常肝における相変化状態を確認し、同部位の組織像を病理組織学的に評価した。肝組織傷害の重症度を、可逆的変性を呈する軽度のものから不可逆的変性を呈する重度変性の新たな新分類法を作成し、組織傷害の評価基準を提示した。更に、免疫化学的検討において、熱などのストレスにより生じるhspファミリーの発現が組織傷害に伴って増加することを見出した。
日立製、kast製、京大製の3種の相変化型ナノ液滴およびソナゾイドを静脈内単回投与した際の副作用を調べた。これらの結果から、相変化型ナノ液滴の実用化に向けては、呼吸・循環への影響と一過性神経障害、中性脂肪の上昇などについての評価の重要性を確認した。
- (3) 相変化ナノ液滴と診断用プローブを組み合わせて用いる治療用照射装置の開発
- (ア) マイクロバブルの存在部位を対象とする治療用超音波照射シーケンス
相変化用パルスと治療用パルスとを一連のものとして連続的に照射する相変化・治療一体型シーケンスを開発し、従来よりも約1桁低い強度での治療効果を確認した。
- (イ) マイクロバブルの存在部位を対象とする治療用超音波照射装置
ナノ液滴が相変化して生ずるマイクロバブルを高感度検出して画像上表示できる超音波プローブと超音波診断装置を用いて超音波イメージング装置を開発した。組織深達性を確保しながら、高効率加熱するのに適した治療用超音波周波数の検討を行い、治療用超音波照射装置プロトタイプを開発した。また、アレイ型超音波トランスデューサを構成する各素子をそれぞれ独立に駆動できる回路を開発した。
- (ウ) 治療用超音波及び照射システムの中・大動物による治療効果検証
ウサギおよびイヌを用いた正常臓器（腎臓）への治療用超音波照射を行い、照射方法の条件を確立した。
- (エ) 治療用超音波及び照射システムの小動物による安全性の検証
ラット正常肝に治療用超音波を照射して、組織傷害を組織学的および免疫化学的に評価した。焦点を中心にな不可逆的変化（有効範囲）が認められ、その周囲に可逆的変化（安全範囲）が認められた。
- (4) 多機能化相変化ナノ液滴（長時間滞留、複メカニズムによる治療）の開発
- (ア) ゼラチン誘導体を用いるナノ液滴の体内動態制御用キャリア
- i) 保存安定性向上のためのゼラチン誘導体の作製と評価
ゼラチンへ疎水性残基を化学導入した種々のゼラチン誘導体を作製した。得られたゼラチン誘導体とパーフルオロペンタン（PFC5）・パーフルオロヘキサン（PFC6）を乳化することにより、ゼラチン誘導体により表面修飾されたナノ液滴を得た。生理的条件下で液体から気体へと相変化するPFC5を添加した表面修飾ナノ液滴の超音波による相変化能を調べた結果、これまでのリン脂質を用いたナノ液滴とほぼ同等の相変化能を有することを確認した。
- ii) 血中半減期延長のためのゼラチン誘導体の作製と評価
PFC5を添加した表面修飾ナノ液滴を、37℃、水中、開放系の条件で静置した時の温度安定性を調べた結果、残存半減期で、4時間以上の成果を得た。血液中に最も多く存在するタンパク質であるアルブミン水溶液中で、ナノ液滴の温度安定性を確認し、水中と比較して温度安定性が低くなることが判明した。
- (イ) 合成高分子を用いるナノ液滴の体内動態制御用キャリア
- i) 液晶性合成高分子を用いるナノ液滴の体内動態制御用キャリアの作製
フッ素含有高分子において、PFC5の封入率、含有量ともに最終目標を大きく越えるエマルションが平均粒径600nm程度で作製できた。またナノ液滴で問題であった保存安定性に対し、冷蔵保存を1ヶ月後もPFC5の含有量の変化がなく、製剤技術としての保存安定性の向上を確認した。
- ii) 合成高分子を用いたナノ液滴の物性測定・評価
キャリアをアクティブに制御するため液晶ジブロック高分子を用いて液晶ナノミセルを作製した。このナノミセルをモデルとして、偏光解消動的散乱測定により、ミセル内核における液体-液晶相転移の存在を確認した。
合成された新規フッ素高分子共重合体を用いて、沸点より高い温度において効率よく超音波を混合溶液に照射することで、200nm程度の微少なナノ液滴を作製するプロセスを確立した。また、ナノ液滴の物性を評価するため、温度可変の動的散乱装置を作製し、ナノ液滴の温度に依存したサイズ変化や発泡温度を精密に測定する手法を開発した。
- (ウ) トランスフェリン修飾バブルリポソームの開発
- i) バブルリポソームの調製法に対するGMP製剤に向けた規格化と長期保存化
- a) バブルリポソームのGMP製剤化の検討
PFCナノ液滴の封入効率を100%近くまで上げることに成功し、常に一定のPFC液滴が保持されるように調製手法を確立した。
- b) 長期保存法について検討
凍結乾燥法あるいは加圧下バイアル瓶保存法など実用的な保存方法について、冷蔵庫（4℃）保存で、半年まで可能であることを確認した。
- ii) 担がんマウスにおける、バブルリポソームの体内動態と腫瘍集積特性の評価及び抗腫瘍効果
- a) 各種担がんマウスを用いて、バブルリポソームの血中滞留性と腫瘍部位集積性の検討
リポソームの動態を、血液・腫瘍組織及び主要臓器中のドキシソルビシンとPFC濃度を定量して行った。
バブルリポソームが少なくとも4時間以上PFC液滴を保持して血中滞留化し、トランスフェリンの効果に

より腫瘍組織に移行後長時間維持されることを確認した。

b) 腫瘍部位の造影化の検討

腫瘍部位に向けて、相変化用超音波照射した時、液滴が相変化し気泡が生じ超音波造影できることを確認した。正常組織に対して10 dB以上の輝度比の超音波画像を得られた。

c) 抗腫瘍効果の検討

b) で造影を確認したのち、治療用集束超音波照射して気泡のキャビテーションにより生じるホットスポットを熱電対プローブで測定し、局所的な高熱(60℃～80℃)による腫瘍組織の固化を得た。

《6》インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト [平成20年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

《6》-1 主要部位対象機器研究開発

[21年度計画]

脳神経外科、胸部外科及び消化器外科の領域において、医療従事者が扱いやすい診断・治療一体型の内視鏡手術支援機器であるインテリジェント手術機器の実現を図ることを目的に、九州大学大学院医学研究院教授 橋爪 誠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「脳神経外科手術用インテリジェント手術機器研究開発」

リアルタイムセンシング技術開発においては、触覚計測技術開発として、光ファイバーを用いた力センサ、流体を用いた力触覚センサの内視鏡統合処置具と、その実環境に即した標本における評価実験による力測定分解能及び腫瘍判別能力の検証等を行う。情報処理技術開発では、内視鏡映像とその他の画像情報を1/5秒以下の時間遅延と0.8mmの精度で重畳表示する情報統合・提示装置の試作等を行う。また、出血時の術位支援重畳画像として利用する出血前の内視鏡映像から血管位置を抽出するソフトウェアを試作する。マニピュレーション技術開発では、多関節内視鏡、情報統合・提示技術と協調動作する手術コクピットを試作する。また、多関節内視鏡と手術コクピットの協調動作におけるユーザビリティの評価等を行う。トレーニング技術開発では、脳モデルと多関節内視鏡統合処置具のモデルを統合した手術機器操作訓練システム、及び手術機器操作訓練システムで動作する力覚呈示及び動作呈示による操作訓練支援機能等の試作を行う。有用性評価においては、培養脳腫瘍組織を用いた、試作デバイス・システムの性能評価手法を確立する。

②「胸部外科手術用インテリジェント手術機器研究開発」

リアルタイムセンシング技術開発においては、局所生理情報計測として、心拍動下で冠動脈検出及び血流計測可能な術中超音波計測システム等を構築する。また、内視鏡搭載可能な心電用多点電極アレイの試作と性能の評価を行う。情報処理技術開発では、胸部外科領域での第一次評価用情報統合・呈示システム等を構築する。マニピュレーション技術開発では、胸部外科領域での第一次評価用手術コクピット等を構築する。トレーニング技術開発では、手術コクピットインターフェース及び仮想マニピュレーター操作ソフトウェアを開発し、リアルモデルシミュレーターとして、術野空間を模した軟性立体モデルの試作を行う。有用性評価においては、試作デバイス・システムについての開発成果を反映した患部へのアプローチ方法と術式の検討を行う。

③「消化器外科手術用インテリジェント手術機器研究開発」

リアルタイムセンシング技術開発においては、センチネルリンパ節又はセンチネルリンパ節付近のリンパ管内皮細胞に特異的に接着・集積して、超音波造影効果の出現時間や持続時間が効率的な造影剤を試作する。またセンチネルリンパ節の画像化に必要な情報の取得条件を得る。また、開発した可視化装置を用い、大型実験動物によりセンチネルリンパ節の可視化実験及び可視化の位置精度を高める。情報処理技術開発では、消化器外科用リアルタイム情報統合・呈示実装のため、設計・製作した擬似的な三次元画像を構築するためのソフトウェアについて、位置精度向上と画像構築時間の短縮などの改良等を行う。マニピュレーション技術開発では、内視鏡型経口式手術システムにおいて、内視鏡先端部に配置された2対4機のロボットアームの動作を各アームにおける触覚を得ながら操作できるコクピット等を試作する。トレーニング技術開発では、内視鏡型経口式手術システムと同様のコクピットを用いて、実際と同様の操作を行うことができるトレーニングシステム等を試作する。

[21年度業務実績]

脳神経外科、胸部外科及び消化器外科の領域において、医療従事者が扱いやすい診断・治療一体型の内視鏡手術支援機器であるインテリジェント手術機器の実現を図ることを目的に、九州大学大学院医学研究院教授 橋爪 誠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。また中間評価において、以下の通り中間目標を達成し、実用化に向けた提言等を計画に反映した。

①「脳神経外科手術用インテリジェント手術機器研究開発」

リアルタイムセンシング技術開発においては、触覚計測技術開発として、FBG (Fiber Bragg Grating) 方式による多点計測が可能な力センサを開発し、先端部直径10mmの硬性内視鏡に装備した内視鏡統合処置具を試作し、中間目標である最小計測量が0.01N以下であることを確認した。情報処理技術開発では、高度な情報処理を行う高機能な画像処理WSとロボット操作者である術者に対する術野映像に加えて必要な情報のみを適切に呈示する術者用コンソール(ロボットコンソール)を分離して開発し、中間目標である術前断層画像情報と内視鏡画像を、2mm(統計的信頼区間5%)以下の誤差で統合できることを確認した。マニピュレーション技術開発では、先端マニピュレータを高精度に術野へ定位する位置決め装置(ベース部)を開発し、評価試験により位置決め精度0.1mm、剛性6.5Nmmを確認した。また、先端マニピュレータとしては、従来にないばねと剛体リンクを組み合わせたばね-リンク機構を開発し、評価試験により高精度、高剛性(位置精度0.01mm、剛性30Nmm)を確認し、中

間目標である動作誤差が、0.5mm（統計的信頼区間5%）以下を達成した。トレーニング技術開発では、コンテンツ開発として、医療機器ガイドライン「トレーニングシステム開発」WGと共同でトレーニングすべき事項の洗い出し、トレーニングコースの設計を実施すると共に、インフラ開発としては、脳外インテリ機器のVRシミュレータを作成し、脳モデルの変形と除去を実装した。

②「胸部外科手術用インテリジェント手術機器研究開発」

リアルタイムセンシング技術開発においては、内視鏡手術機器に搭載可能な世界最小最軽量の直径9mmで32ch心電用多点電極アレイを試作し、中間目標を達成した。また、in-vivo環境での評価により有用性を確認した。術具先端設置型超音波プローブの試作も完了した。情報処理技術開発では、術前断層画像情報と内視鏡位置情報とを統合したナビゲーションシステムを試作し、中間目標である2mm以下の誤差で統合できることを確認した。マニピュレーション技術開発では、中間目標である直径6mmかつ3自由度を有するマスタースレーブ型ロボット鉗子を開発し、ブタの冠状動脈バイパス手術を心臓が拍動した状態で実施した。また内径2mmの血管に針かけ操作が可能であることも確認した。トレーニング技術開発では、コンテンツ開発として、内視鏡下バイパス術のインテリ手術の要素動作を分類し、VRとリアルモデルの使い分けを決定すると共に、インフラ開発としては、3次元VRモデルを使った拍動下の内視鏡下心臓手術シミュレータ（世界初）と物理的操作が可能なリアル骨格・臓器モデルを開発した。

③「消化器外科手術用インテリジェント手術機器研究開発」

リアルタイムセンシング技術開発においては、超音波造影剤ソナゾイド®を用い、胃粘膜側から切開線より2cm大網側の投与基準点に最適量を粘膜下投与することによって、継続的（投与1分後から30分程度まで）にリンパ節を描出し、かつ最適投与点に薬剤を再投与することによって、2時間はリンパ節を同定することを可能とし、中間目標を達成した。情報処理技術開発では、臓器ファントムを用い、軟性内視鏡の先端部に磁気式磁気式三次元位置計測装置の6軸計測センサコイルを装着してレジストレーションを実施し、複数回術前断層画像情報との重ね合わせを行い、いずれも重ね合わせ誤差は2mm以下に収まることを確認し、中間目標を達成した。マニピュレーション技術開発では、直径1.5mmの半硬性内視鏡に埋入可能な収束超音波プローブを開発し、中間目標を達成した。さらに多節半硬性内視鏡の先端部に装着する左右のアームと牽引力制御式ワイヤ駆動機構を有する微細操作鉗子ならびにアームを駆動するワイヤ張力の触覚を推定、色彩変化で呈示することが可能な手術コックピットを試作し、有用性を確認した。トレーニング技術開発では、コンテンツ開発としてNOTESによる術式の訓練要素の抽出を行うと共に、インフラ開発として、NOTESのための患者個別モデルによるシミュレータボックスと2本の鉗子で胃内膜の剥離、切除が可能なNOTESシミュレータを試作した。

《6》－2 研究連携型機器開発

[21年度計画]

胎児期に治療を行うための超高感度・高精細撮像素子を導入した内視鏡及び超高精細3D/4D超音波診断装置による新しい子宮内手術システムの開発を行うことを目的に、国立成育医療センター特殊診療部長 千葉 敏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。

①FEA-HARP技術に基づく内視鏡システムの開発

(ア) FEA-HARP検出器の開発と評価

FEA-HARP検出器の寿命改善や信頼性向上に向けて、真空内で検出器を組み立てることのできる装置を試作し、これを用いてFEA-HARP真空内作製技術を開発する。また、最終目標の達成に向けて、本作製技術を用いて、項目(ウ)に記載のHARPターゲットを適用した目標平均寿命500時間以上のFEA-HARP検出器を試作するとともに、試作した検出器を項目(イ)に記載の撮像評価実験に供する。

(イ) 内視鏡とFEA-HARPカメラ接続ユニットの開発

試作した細径内視鏡の特性を評価する。また、試作した接続アダプタ付きモノクロカメラシステムを用いて、項目(ア)で試作したFEA-HARP検出器と、内視鏡とを組み合わせた撮像評価実験を行い、CCDを用いた内視鏡に対する感度の優位性を検証する。

(ウ) HARPターゲット設計・製作・評価技術の開発

9.6×9.6mmの有効画素エリア内で最大で約200倍の電荷増倍率を安定に得ることができ、かつ、有効画素エリア内に観察上支障となる画像欠陥の無いHARPターゲットを試作し、項目(ア)に記載のFEA-HARP検出器の試作に供する。

②超高精度3D/4D超音波診断装置の試作（同時8並列）

平成20年度に試作した3D/4D超音波診断装置の画質改善を行う。具体的には、生体からのデータを用いて最適な画像とするための画像処理の開発や各種画質パラメータの調整を行う。また、製品化仕様をまとめる。

[21年度業務実績]

国立成育医療センター特殊診療部長 千葉 敏雄氏をプロジェクトリーダーとし、①FEA-HARP技術に基づく内視鏡システムの開発、②超高精度3D/4D超音波診断装置の試作（同時8並列）を実施し、共に最終目標を達成した。①については、実用化の目処が得られ、②については、実用化につなげることができた。

①FEA-HARP技術に基づく内視鏡システムの開発

(ア) FEA-HARP検出器の開発と評価

NHK放送技術研究所の研究成果を基にFEA素子を試作メーカーに発注して試作し、その素子を浜松ホトニクスへ供給しFEA-HARP検出器に組み上げ、完成した検出器を評価し、目標とする性能ならびに最終目標である「平均寿命500時間以上」を達成し、事業終了後も引き続き寿命評価を継続する。さらに、2/3インチ型の小型化したものも試作することができ実用化により近づけることができた。

(イ) 内視鏡とF E A－H A R Pカメラ接続ユニットの開発

目標仕様を満たす接続ユニット（アダプタ）を完成させた。内視鏡本体についても外径4mm以下という目標に対し3mmのものも試作し評価の結果、実用上問題のない4mm内視鏡の試作に成功した。またP J期間中の目標には無かった画像のカラー化についてモノクロカメラによるLED照明／フィールドシーケンシャル方式によるカラー化の実験・検証を行い、その可能性の確認ができた。これにより、画像のカラー化の早期実用化に向け大きく前進させることができた。

(ウ) H A R Pターゲット設計・製作・評価技術の開発

H A R Pターゲットの評価技術を確立し、開発目標である画像欠陥を実用上問題とならないレベルに対し、複数のサンプルについて有効エリア内において無欠陥を達成した。検出器の目標寿命500時間以上を確認すべく事業終了後も引き続き寿命評価を継続する。これにより、H A R Pターゲットの製作技術の実用化に向けての目処が得られた。

②超高精度3D／4D超音波診断装置の試作（同時8並列）

“2方向同時送信8方向同時受信”技術を考案し、その有効性をコンピュータシミュレーションで評価し、この技術を搭載した実験機を開発し、超音波ビーム形成本数が現行市販装置の2倍に出来ることを確認した。さらに、2倍の超音波ビーム形成能力を、ビーム密度向上に使用することにより、超音波3次元画像の空間分解が向上すること（空間分解能向上）ならびに、ビーム密度を市販装置と同等にすることにより、3次元画像のフレームレートが2倍となること（時間分解能向上）を確認した。目標を達成し、製品化仕様をまとめた。

《7》福祉用具実用化開発推進事業 [平成5年度～]

[21年度計画]

[再掲：1. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置
(1) 産業技術開発関連業務 (イ) 研究開発の実施 ii) 実用化・企業化促進事業 ③ 参照]

[21年度業務実績]

[再掲：1. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置
(1) 産業技術開発関連業務 (イ) 研究開発の実施 ii) 実用化・企業化促進事業 ③ 参照]

②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]

近年、原油価格の急騰などによる資源枯渇に対し、化成品等の化石資源由来物質の価格高騰が予想されている。さらに、地球環境問題より、以前にも増して化石資源に依存しない環境負荷の少ない化成品等の製造プロセスの確立や、処理システムの確立が求められている。すなわち、生物機能を利用したいわゆる循環型産業システムの実現が強く望まれるようになってきている。

第2期中期目標期間中には、集約されつつある微生物、植物等に対するの基盤技術に関する知見を基に、生物機能を利用した有用物質の生産基盤技術を構築するため、微生物機能を活用した高度製造基盤技術や、植物を利用した工業原料生産技術開発に注力し、更なる技術の高度化、実用化を図る。具体的には、例えば、高性能宿主細胞創製技術について生産性をプロジェクト開始時（平成18年度世界最高値）の2倍以上とすること、工業原材料生産代謝系の前駆体及び有用代謝物質が従来の1.2～2倍程度に増量されたモデル植物を作出すること等を目標とする技術開発を行う。これら生物機能の利用については、食料、エネルギー等物質生産以外の分野との共通課題もあるため、新たな産業分野での生物機能活用や省庁連携も視野に入れた研究開発を行う。また、循環型産業システムの実現のため、微生物群の機能を活用した高効率型環境バイオ処理技術開発を行い、生物機能の高度化による廃水・廃棄物の高効率化処理システムの実用化を目指す。

《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]

[21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客員教授 新名 惇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。

①「モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析」

実用化研究グループがターゲットとしている代謝経路に絞ってモデル植物及び実用植物のメタボローム解析、遺伝子発現プロファイリング解析及び遺伝子機能同定を継続する。実用植物に対応したデータベースの作成にも注力する。

②「実用植物を用いた物質生産制御技術の開発」

特定網室における環境影響性試験を、組換えエタネにまで広げ、組換えユーカリは、安全性評価試験及び隔離圃場試験を継続する。具体的には、下記の項目を実施する。

- 1) ユーカリの木質バイオマス統括的生産制御については、更に耐塩性を改良したユーカリ形質転換体を作成し、野外栽培試験（海外）を展開する予定。他に、耐寒性、耐乾燥性組、高成長性組換えユーカリの作出も目指す。
- 2) パラゴムノキのゴム（シス型ポリイソプレン）生産制御開発では、培養条件の詳細検討による未熟種子由来カルス再分化効率向上、未熟種子カルスへの遺伝子導入による形質転換パラゴムノキ取得 h g t 遺伝子導入カルスの

ビタミンE含量解析等を行う。

- 3) ヒアルロン酸高生産実用植物の作出では、ヒアルロン酸高生産ジャガイモの作出等を実施する。
- 4) トチュウ（トランス型ポリイソプレン）については、マイクロアレイ解析等によって得られた新規トチュウゴム関連遺伝子等について、組換え培養根を作成し機能評価を行う。
- 5) グリチルリチン生産については、bAS+Ps（D88, A21）多重連結ベクターによりカンゾウ実生切片及び不定芽分化カルスを形質転換、大豆を含めた組換え植物体を取得等する。

[21年度業務実績]

奈良先端科学技術大学院大学副学長 新名 惇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。なお、プロジェクトの最終年度であり、最終目標を各研究項目毎に確認し、達成したことを確認した。また、成果の一部を活用し中国への国際協力事業として海外展開を行った。

①「モデル植物を用いた植物の物質生産機能の解析」

実用植物グループとの連携を強化し、実用植物グループがターゲットとしている代謝経路に着目してモデル植物及び実用植物のメタボローム解析、遺伝子発現プロファイリング解析及び遺伝子機能同定を継続するとともに、実用植物グループと個々に共同して重要遺伝子選定のためのデータ解析を実施した。トチュウやカンゾウなど実用植物に対応したデータベースの作成にも注力した。

②「実用植物を用いた物質生産制御技術の開発」

石川県立大学に特定網室を設置したことにより、カルタヘナ法に基づき野外栽培申請するのに必要な特定網室における生物多様性影響評価試験（従来は「安全性試験」や「環境影響性試験」の語句が用いられていたが、この用語に統一された。）を、組換えナタネを用いたカロテノイドの生産にまで広げ、組換えユーカリは、特定網室及び隔離圃場における生物多様性影響評価試験を継続した。具体的には、下記の項目を実施した。

- 1) ユーカリの木質バイオマス統括的生産制御については、更に耐塩性を改良したユーカリ形質転換体を作成し、野外栽培試験地の調査を行った。他に、耐寒性、耐乾燥性組、高成長性組換えユーカリの作出も実施し、その機能評価と生物多様性影響評価試験を実施した。また、遺伝子発現解析により高品質化および高成長性にかかわる転写因子も取得してユーカリに導入、発現等について機能評価を事業終了後も継続する。
- 2) パラゴムノキのゴム（シス型ポリイソプレン）生産制御開発では、組織培養・形質転換材料として従来用いていた葯より未熟種子の方がカルス形成・再生・形質転換効率が高いと期待された未熟種子を用いて、培養条件の詳細検討カルス再分化効率向上、カルスへの遺伝子導入効率向上の研究を行うとともに、パラゴムノキにhggt遺伝子（ビタミンE生産の鍵遺伝子）を導入したカルスのビタミンE含量解析等を行った。
- 3) ヒアルロン酸高生産実用植物の作出では、ヒアルロン酸高生産ジャガイモの作出等を実施し、マイクロチューバーでのヒアルロン酸生産を確認した。
- 4) トチュウによるトランス型ポリイソプレンについては、遺伝子発現解析等によって得られた新規トチュウゴム関連遺伝子等について、組換え培養根を作成し発現等の機能評価を行い、生産能力の増大を確認した。
- 5) グリチルリチン生産については、理研、千葉大、かずさDNA研究所との共同研究により、グリチルリチンの配糖化前の物質であるグリチルレチン酸までの生合成系遺伝子（bAS+Ps（D88, A21））をほぼ特定し、これらを多重連結ベクターによりカンゾウ実生切片及び不定芽分化カルスおよびダイズで形質転換を行い、ダイズについては組換え植物体を取得した。

更に、カロテノイドの生産については、ナタネにアスタキサンチン等のケトカロテノイド生産鍵遺伝子を導入した再生個体を得て、特定網室での機能評価と生物多様性影響評価試験を開始し、T0種子でカロテノイドの生産を確認した。また、レタスやタバコでも同様の結果が得られた。

《2》微生物機能を活用した高度製造基盤技術開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

環境負荷の少ない微生物機能を活用した高度製造基盤技術を開発することを目的に、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。

①高性能宿主細胞創製技術の開発

遺伝子の大規模多重削除により、遺伝子強化・削減の効果が設計どおりに最大限に引き出されるべく、更にゲノム削除を進めた高性能宿主細胞を創製する。さらに、遺伝子発現の時間的最適制御、タンパク質の時空間的機能発現最適制御、補酵素供給等のユーティリティー機能増強により、物質生産に最適化された宿主細胞の設計を進める。具体的には、大腸菌、枯草菌、分裂酵母について、それぞれの細胞の持つ物質生産上の特性を最大限に発揮できる細胞の創製を進める。遺伝子多重削除を行った宿主に対する特異的遺伝子発現制御やユーティリティー機能増強により物質生産性の向上するゲノム改変例を示すことを目標とする。

②微生物反応の多様化・高機能化技術の開発

非水系反応場における反応場制御技術の開発のため、これまでに探索・取得した多様な複合酵素系の機能発現解析及び有用酵素の改変遺伝子ライブラリー作成・重要改変体の結晶構造解析を行う。併せて、高効率酵素設計のため、酵素反応シミュレーション技術、及びラマン分光法による改変体評価技術の開発を引き続き進める。さらに、非水系反応場の構造・機能解析による律速過程の同定、新規ものづくり反応の開発を進める。バイオプロセスの多様化・高機能化において目標達成に向けての手法を確立し、その実例を示すことを目標とする。

③バイオリファイナリー技術の開発

バイオマス糖化技術の開発においては、要素技術確立のための手法を得ることを目標として、高機能セルロソームを利用した高速糖化法の検討や、分泌機能の改良による糖化機能を向上させた微生物の創製を更に進めるとともに、

引き続き高効率糖化プロセスの確立へ向けた要素技術の開発を進める。また、高効率糖変換技術の開発においては、基幹物質1種の高効率生産技術の開発（平成20年度までに3種を開発済）、及び膜分離技術確立の目処を得ることを目標として、得られた糖からの基幹工業物質生産能を代謝工学的改変により付与・向上させた微生物の創製を進めるとともに、高選択分離膜等を利用したトータルプロセス確立に向けた検討を更に進める。

[21年度業務実績]

東レ株式会社 先端融合研究所長 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した。

①高性能宿主細胞創製技術の開発

大腸菌DGFのD-乳酸生産検討では生産株の転写、代謝解析を行い、乳酸生産性染色体縮小化株の改良を行い、4g/L/hのD-乳酸の生産速度を達成した。枯草菌RGFの開発では、セルラーゼ生産性及び生育が親株とほぼ同等で細胞形態も正常な約1.4Mb p削除株の構築に成功した。分裂酵母MGFでは、緑色蛍光タンパク質・ヒト成長ホルモン・ヒトトランスフェリン・乳酸デヒドロゲナーゼに関し、元株に比べて各々1.3～2.3倍の生産性向上を達成した。

②微生物反応の多様化・高機能化技術の開発

Kocuria rhizophila DC2201株及び水素利用細菌の形質転換系を開発し、キラルアルコールの生産で、対照の大腸菌に比較し同じ酵素系を導入して同じ条件で約5倍の蓄積量を示し、有機溶媒耐性水素細菌に不斉還元酵素遺伝子導入を達成、Rhodococcus opacus B-4については水を含まない有機溶媒中の酵素反応の有用性を示し、シグマ因子と排出ポンプのトルエン耐性機構への関与を明らかにした。D体 α -アミノ酸をL体に立体反転する反応に必要な酵素群を、同時生産する組換え大腸菌を育種し、100g/Lのラセミ体フェニルアラニン誘導体を100%e.e.のL体に全量変換し、非天然アミノ酸生産プロセスを完成した。

以上のように、科学的知見に立脚したバイオプロセスの高度化の実例を示した。

③バイオリファイナー技術の開発

要素技術においては、耐熱性酵母由来セルラーゼの機能・構造解析により、基質特異性及び基質結合部位についての知見を得た。メタゲノムライブラリーの28種のセルラーゼ様遺伝子産物のセルラーゼ活性を確認した。

バイオプロセスの基盤研究開発においては、微生物の創製として、コリネ型細菌の高効率生産システムで確立したD-乳酸、L-アラニン、キシリトールに加え、バリンが還元条件下増殖非依存的に高生産が可能であることを確認した。また糖利用能の拡大・強化を進め、これまでに確立したキシロース、アラビノースに加え、マンノース利用能の向上を確認した。

メンブレン利用高効率発酵システムの開発では、トータルプロセスを確立するため、ベンチスケール精製試験装置を用いたスケールアップ試験を実施、NF膜によるD-乳酸高度精製、RO膜による濃縮、および蒸留からなるD-乳酸基本精製フローを確立した。

《3》微生物群のデザイン化による高効率型環境バイオ処理技術開発 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

省エネルギー効果が大きく高効率の廃水・廃棄物等処理を目指し、微生物群の構成や配置等を人為的に制御する技術等を開発することを目的に、高知工業高等専門学校校長（大阪大学名誉教授）藤田 正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。

- ①好気性微生物処理技術における特定有用微生物（群）を人為的に安定的導入・維持するための技術の開発：下記1）、2）、3）、4）、及び7）、8）、9）
- ②嫌気性微生物処理技術における特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術の開発：下記5）、6）、及び7）、8）、9）
 - 1）内生呼吸低減菌等の有用微生物群による高効率好気水処理技術の研究開発
内生呼吸低減菌の探索を加速し、各種汚泥や土壌などから幅広く候補菌株を分離、培養するとともに、内生呼吸低減の確認及び曝気量低減率35%以上の検証を行う。
 - 2）油脂分解微生物の候補の選抜
低融点の脂肪酸を優先的に資化する微生物と、遊離脂肪酸の可溶化能力の高いバイオサーファクタント生産菌を分離取得し、これらを組み合わせた複合微生物製剤を開発する。
 - 3）溶存メタン酸化分解DHSリアクターの開発
溶存メタン酸化分解およびN₂O分解DHSリアクターの他、リン除去・回収DHSリアクターの開発を行う。
 - 4）有用石油分解菌Cycloclasticusのデザイン化に関する研究開発
S-2EPS（細胞外多糖）及び還元S-2EPSを用いて鉄イオンとの親和性を検討し、さらに、それらが同菌の生育、PAHs（多環芳香族炭化水素）の分解に与える影響等を検討する。
 - 5）高効率固定床メタン発酵の研究開発
微生物コミュニティに対して種々の電位で通電培養を行い、炭素担体を構成する微生物群集解析及び廃棄物の分解とメタン生成の観点から見たメタン発酵槽の性能についての評価等を行う。
 - 6）嫌気性微生物群のデザイン化による芳香族塩素化合物の嫌気性完全分解技術の開発
塩素化フェノール類、PCB等を分解する嫌気微生物群の取得維持と特性評価等の開発を行う。
 - 7）嫌気性アンモニア酸化プロセスを軸としたメタン発酵脱離液の高効率窒素除去システムの開発
部分硝化リアクターとAnammoxリアクターの個々の最大窒素除去速度を明らかにし、これらの値に基づき、最適なリアクター容積比率の算出等を行う。

8) バイオフィルム工学による微生物のデザイン化

Anammox 膜タンパク質をコードする遺伝子の全塩基配列を決定し、Anammox 菌の細胞表面機能分子（膜タンパク質、多糖類）の機能解析を行う。

9) システム論的アプローチによる微生物コミュニティーデザイン

アンモニア酸化細菌（AOB）、亜硝酸酸化細菌（NOB）の2菌種（Nitrobacter 及び Nitrospira）及び従属栄養細菌のそれぞれについて、増殖速度（ q ）、増殖収率（ Y ）等のパラメータを算出する。

[21年度業務実績]

高知工業高等専門学校校長（大阪大学名誉教授） 藤田 正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した。

これまで、微生物の挙動については多くの場合ブラックボックスといわれていたが、ボトムアップ的な考え方を取り入れ、挙動や機能の解明を行ってきた。特に一番研究の進んでいた油脂分解微生物についての研究は、マスコミでの反響が大きく地元新聞の記者が取材に行くなど注目を集めた。

また、中間評価を実施し、好気微生物利用においては廃水処理の曝気エネルギーをこれまでの3分の1に資する技術開発、嫌気微生物利用に関しては装置のサイズを半分にする技術開発について、以下の個々の技術を利用することで目標到達の目途を得て中間目標を達成した。評価においてはより一層、廃水に関する実用化に近い研究を行うよう指摘を受けたことから、実施9機関のうち、5機関に集約し、世界に例のない、廃水プラントの実用化に向けて、研究を加速することとした。

以下は研究開発の具体的な内容である。

- ①好気性微生物処理技術における特定有用微生物（群）を人為的に安定的導入・維持するための技術の開発：下記1）、2）、3）、4）、及び7）、8）、9）
- ②嫌気性微生物処理技術における特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術の開発：下記5）、6）、及び7）、8）、9）
 - 1) 内生呼吸低減菌等の有用微生物群による高効率好気水処理技術の研究開発
内生呼吸低減菌の探索を行った。各種汚泥や土壌などから幅広く候補菌株を分離、培養するとともに、内生呼吸を低減できること確認し、曝気量低減率が40%に達する菌株を見出した。
 - 2) 油脂分解微生物の候補の選抜
低融点の脂肪酸を優先的に資化する微生物と、遊離脂肪酸の可溶化能力の高いバイオフィルム生産菌を分離取得することが出来た。これらを組み合わせた複合微生物製剤を開発し、企業との実用化に向けた連携を開始した。
 - 3) 溶存メタン酸化分解DHSリアクターの開発
溶存メタン酸化分解、 N_2O 分解、およびリン除去・回収のためのDHSリアクターの開発を行った。特にリンは模擬廃水では3.2倍に濃縮できることを確認した。
 - 4) 有用石油分解菌 Cycloclasticus のデザイン化に関する研究開発
S-2 EPS（細胞外多糖）及び還元S-2 EPSを用いて鉄イオンとの親和性の検討と、それらが同菌の生育とPAHs（多環芳香族炭化水素）の分解に与える影響等の検討を行い、S-2 EPSの投与によるPAHs分解促進機構を明らかにした。
 - 5) 高効率固定床メタン発酵の研究開発
微生物コミュニティーに対して種々の電位で通電培養を行った。また炭素担体を構成する微生物群集解析及び廃棄物の分解とメタン生成の観点から見たメタン発酵槽の性能についての評価等を行い、装置について45%のコンパクト化を達成した。
 - 6) 嫌気性微生物群のデザイン化による芳香族塩素化合物の嫌気性完全分解技術の開発
塩素化フェノール類、PCB等を分解する嫌気微生物群の取得維持と特性評価等の開発を行い、世界で初めて嫌気性菌の組み合わせによる嫌気性生分解技術を開発に成功した。
 - 7) 嫌気性アンモニア酸化プロセスを軸としたメタン発酵脱離液の高効率窒素除去システムの開発
部分硝化リアクターとAnammoxリアクターの個々の最大窒素除去速度を求めることが出来た。これらの値に基づき、最適なリアクター容積比率の算出等を行い、メタン発酵脱離液の高効率窒素除去システムの開発を進めた。
 - 8) バイオフィルム工学による微生物のデザイン化
Anammox 膜タンパク質をコードする遺伝子の全塩基配列を決定することが出来た。また Anammox 菌の細胞表面機能分子（膜タンパク質、多糖類）の機能解析等を行い、アンモニア酸化細菌群等の安定化技術開発を進めた。
 - 9) システム論的アプローチによる微生物コミュニティーデザイン
アンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌の2菌種及び従属栄養細菌のそれぞれについて、増殖速度と増殖収率等のパラメータを算出し、アンモニア除去および窒素・リン同時除去型排水システムのためのシミュレーションモデル構築を進めた。

< 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、引き続き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。

① 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術

[中期計画]

電子・情報産業は、高度情報通信社会の構築にあたって中核となる産業であり、我が国の経済を牽引する産業の一つと言える。当該分野は、技術の多様化、技術革新の早さといった特徴を有しており、欧米諸国に加えアジア諸国も巻き込んだ激しい国際競争が展開されている。

電子・情報産業を取り巻く環境としては、近年、情報ネットワークが拡大し、ユビキタス環境が進展している。また、国際競争は一層の激化を見せており、国内外の産業再編も進展している。さらに、地球温暖化対策としてIT機器の低消費電力化や安全・安心の観点からのITの役割、少子高齢化時代におけるITによる生産性向上・成長力維持の必要性が増大している。

第2期中期目標期間においては、これらの外部環境の変化を踏まえ、今後も「高度情報通信社会の実現」と、「IT産業の国際競争力の強化」を二大目標とし、高機能化（高速化、高信頼化、大容量化、使いやすさ向上等）、省エネルギー化、生産性の向上といった各分野に共通の重要課題に取り組む。

（1）半導体分野

[中期計画]

半導体の微細化は第1期中期目標期間に引き続き、世界的に基本的潮流であるものの、設備投資・研究開発投資の巨額化や微細化に伴う製品歩留まり・生産性の低下が懸念されており、総合生産性向上への取組は不可欠である。他方、半導体製品の更なる性能向上を図る上で、二次元的な微細化のみならず、もう一つの競争軸として三次元立体化に向けた世界的な取組が活発化している。三次元立体化技術は我が国に優位性のある技術であるが今後各国との競争は熾烈化していくことが予想される。

第2期中期目標期間中には、引き続き微細化限界に挑戦し、hp32nm（hp：half pitch，回路配線の幅と間隔の合計の1/2）に対応する材料・プロセス基盤や設計技術等を確立するとともに、三次元化技術への新たな取組等に挑戦し、微細化・三次元化の手段等による半導体性能の向上を図る。

《1》次世代半導体材料・プロセス基盤（MIRAI）プロジェクト [平成13年度～平成22年度]

[21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、特に、本プロジェクトの第三期としては、hp32nm以細の技術領域の技術課題を解決し、超低消費電力のシステムLSIの実現のために必要な技術開発を行うことを目的に、株式会社半導体先端テクノロジーズ代表取締役社長 渡辺 久恒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。

I. 次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発

研究開発項目①「新構造極限CMOSトランジスタ関連技術開発」

hp32nmを超える技術領域における低消費電力・低待機電力CMOSに適した、高電流駆動力・低リーク電流シリコンゲルマニウム系CMOS技術の実現に求められるパリストリック効率向上技術を開発する。

研究開発項目②「新探究配線技術開発」

極限低抵抗・高電流密度配線技術の開発として、Cu配線による微細化の課題である配線及びビア・プラグにおける比抵抗上昇、エレクトロマイグレーションによる信頼性低下を解決し、低消費電力LSIを実現するため、カーボン材料を使った極限低抵抗・高電流密度配線技術の開発を行う。また、新コンセプトグローバル配線技術の開発として、低消費電力で電気と光信号を変換するオンチップ電気光変調器、波長多重光回路のための導波路、受光器、オンチップ光配線技術の開発を行う。

研究開発項目③「特性ばらつきに対し耐性の高いデバイス・プロセス技術開発」

構造依存の特性ばらつきの物理的理解とモデリング技術の開発として、hp45nmを超える技術領域のLSIの微細化に伴うばらつきに起因する回路誤動作に対処し、製造、設計歩留まりの向上を図る技術として、構造依存の特性ばらつきの物理的理解とモデリング技術の開発を行う。また、外部擾乱依存の特性ばらつきの物理的理解とモデリング技術の開発として、中性子線入射による電荷発生に起因する回路誤動作の物理的理解とモデリング技術、トランジスタノイズに起因する回路誤動作モ

デリング技術の開発を行う。

II. 次世代半導体露光プロセス基盤技術開発

研究開発項目④「次世代マスク基盤技術開発」

平成20年度までに確立した微細加工に対応するEUVマスク技術を高度化し、hp32nm微細加工技術に対応する技術の確立に向け、高精度・低欠陥EUVLマスク及びブランクス技術の開発、EUVLマスクパターン欠陥検査技術及び欠陥修正技術の開発、並びにペリクルレスEUVLマスクハンドリング技術の開発を行う。

研究開発項目⑤「EUV光源高信頼化技術開発」

光源側から発生する燃料デブリや除去用ガス等による露光光学系側のマスク、ミラーへの影響を評価する技術、マスク、ミラーへの汚染抑制対策としての汚染源となる燃料デブリ等の拡散・流出防止技術、燃料回収技術、集光系構成部材等の熱管理技術の開発を行い、平成21年度末時点に光源評価を実施し、高信頼化技術開発を主体的に進める光源方式を選択する。

[21年度業務実績]

株式会社半導体先端テクノロジーズ代表取締役社長 渡辺 久恒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。

I. 次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発

研究開発項目①「新構造極限CMOSトランジスタ関連技術開発」

hp32nmを超える技術領域における低消費電力・低待機電力CMOSに適した、バリスティック効率向上技術として、半導体に比べて抵抗の低い金属をソースとドレインに用いたメタルソースドレイン技術及びゲートスタック技術を開発した。

研究開発項目②「新探究配線技術開発」

- (1) 極限低抵抗配線技術として、カーボンナノチューブ(CNT)によるビア配線において電流密度 $4 \times 10^7 \text{ A/cm}^2$ で1000時間の信頼性を実証した。
- (2) 新コンセプトグローバル配線技術として、10GHz動作小型PLZT(電氣的に光学性能を制御可能な透明セラミック)リングオンチップ電気光変調器、低損失SiN光導波路を用いた5波長光信号対応の波長多重光回路用小型光合分波器、量子効率20%のプラズモンナノフォトダイオード受光器、伝送容量20Gbpsのオンチップ光配線技術を開発した。

研究開発項目③「特性ばらつきに対し耐性の高いデバイス・プロセス技術開発」

- (1) hp45nmを超える技術領域のLSIの微細化に伴うばらつきに起因する回路誤動作に対処するための構造依存特性ばらつきの物理的理解とモデリング技術の開発においては、n型およびp型チャネルのMOSFETのしきい値ばらつき原因を明らかにするとともに、デバイス特性の経時変化計測を実施した。
- (2) 外部擾乱依存の特性ばらつきの物理的理解とモデリング技術の開発においては、中性子線入射によるソフトウェアのプロセススケール依存性を明らかにするとともに、ESD耐圧決定のメカニズム解明用TEG(Test Element Group、特性評価用素子)の設計、試作、評価を実施した。

II. 次世代半導体露光プロセス基盤技術開発

研究開発項目④「次世代マスク基盤技術開発」

高精度・低欠陥EUVLマスク及びブランクス技術では、ブランクス検査のhp32nm対応位相欠陥検出確率100%を達成し、またマスク製造プロセスが平坦度へ影響しないことを検証した。EUVLマスクパターン欠陥検査技術及び欠陥修正技術の開発では、偏光検査技術とマスク構造最適化でhp32nm対応欠陥検出感度を実証すると共に、hp32nmに対応できる凹欠陥穴埋め修正技術を開発した。ペリクルレスEUVLマスクハンドリング技術に対しては、マスク保管ケースの性能評価を行い、EUVLプレ量産に適用可能な防塵性能を持つことを示した。

研究開発項目⑤「EUV光源高信頼化技術開発」

光源側から発生する汚染物質が露光光学系へ与える影響について、質量分析計、X線光電子分光、反射率測定を用いた評価技術を確立した。露光光学系への汚染抑制対策としてガスシールド、フォイルトラップ、イオン化レーザによる燃料デブリ等の拡散・流出防止技術と、磁場印加による燃料回収技術を開発した。集光系構成部材等の熱管理技術と自動アライメント技術を開発した。LPPとDPPの両方式の光源について評価し、平成22年度に高信頼化技術開発を主体的に進める光源方式としてDPPを選択した。また、補正事業として汚染抑制対策の各要素技術を、プラズマ光源と組み合わせ、総合的に実証するための試験装置を製作した。

《2》半導体アプリケーションチッププロジェクト(情報家電用半導体アプリケーションチップ技術開発)【委託・課題助成】[平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

情報家電用半導体アプリケーションチップに関し、平成18年度に採択した1テーマ、平成19年度に採択した5テーマの合計6テーマを実施する。

継続する具体的なテーマを以下に示す。

○平成18年度採択テーマ

①情報家電用ヘテロジニアス・マルチコア技術開発の研究開発

情報家電の要となる高性能低消費電力64ビットヘテロジニアス・マルチコアチップを試作し、同チップのための自動並列化コンパイラとソフトウェア統合開発環境の研究開発を行うことを目的に、今年度、試作チップを製造した後、そのチップを開発したシステム上で動作させることにより、そのチップ及びシステム並びに上記コンパイラ及び開発環境の評価・改良を実施する。

○平成19年度採択テーマ

②次世代ネットワークにおけるセキュリティプラットフォームチップの開発

簡易ファイアウォール（パケットフィルタ）機能及び不正侵入防御機能を有し、ネットワーク機器、各種情報家電に容易に搭載できる超小型セキュリティプラットフォームチップの開発を目的に、前年度FPGAで検証した設計内容を、実際に製造して試作チップを完成させ、目標性能の検証と評価・改良を実施する。

③携帯電話向け半導体回路の研究開発及びデジタル補聴器向け半導体回路の研究開発

携帯電話向け半導体回路については、高SNR化した低ノイズ回路を開発し、目標が達成していることを確認する。補聴器向け半導体回路については、特性確認用回路を試作し、総合統制評価を行いつつ要素技術を確立し、目標が達成していることを確認する。

④システムLSI高密度不揮発メモリの研究開発

標準CMOSプロセスで製造可能な数百Mビットクラスの高密度不揮発メモリの開発を目的に、2トランジスタ型不揮発メモリセルを用いた数百Mビットクラスマクロの試作評価を実施する。

⑤ビデオCODECチップの研究開発

ビデオ配信、デジタルAV等で使用される、動画の圧縮符号化／復号化を行うCODECチップの開発を目的に、サンプルLSIを用い機能・特性を評価する。また、評価ボードの設計・試作とアプリケーションソフトの設計を行い、統合チップを評価する。

⑥ワイヤレスHDMIモジュールの研究開発

家電向け画像・音声伝送規格であるHDMI（High-Definition Multimedia Interface）について、その利便性を更に向上させるため、低電力、小型、低コストなワイヤレスHDMIモジュールの開発を目的に、要素技術を融合させたワイヤレスHDMIプロトタイプチップを開発し、HDMI画像伝送を検証する。

[21年度業務実績]

情報家電用半導体アプリケーションチップに関し、平成18年度に採択した1テーマ、平成19年度に採択した5テーマの合計6テーマを実施した。

○平成18年度採択テーマ

①情報家電用ヘテロジニアス・マルチコア技術開発の研究開発

汎用コアと特定用途コアで合計8コア以上を搭載する64ビットヘテロジニアス・マルチコアチップを試作し、最終目標である電力性能比30GOPS（Giga Operations Per Second）/Wを達成した。

○平成19年度採択テーマ

②次世代ネットワークにおけるセキュリティプラットフォームチップの開発

機能的には次世代インターネットプロトコルIPv6の透過型検査およびフィルタリングを実現した。FPGAへの実装からASIC（特定用途向け集積回路）化することで検知性能を改善し、最終目標の処理スループット1Gbpsを達成した。さらに、チップの機能の評価できるボードを追加作成し、想定ユーザーによる使用機会を拡大した。

③携帯電話向け半導体回路の研究開発及びデジタル補聴器向け半導体回路の研究開発

デジタルマイクロフォン用A/D変換器の試作・評価を完了した。ノイズキャンセラルゴリズムの要素技術をモデル化した。実装できるアルゴリズム、デジタル補聴器回路を設計開発した。本項目は、試作により更に高度な成果を挙げると考えられるため、平成22年度に3ヶ月事業期間を延長する。

④システムLSI高密度不揮発メモリの研究開発

MOSトランジスタのホットキャリア効果を記憶動作の原理とする不揮発多値メモリセル型512Mb i t P R O Mプロトタイプの試作評価を行った。結果、メモリ容量、書き込み・読み出し速度、消費電流、信頼性は最終目標に達し、特にメモリ容量は目標値16Mビット/マクロに対し512Mビット/マクロ、読み出し速度は目標値20nsecに対し3nsecと、優れた成果を残した。

⑤ビデオCODECチップの研究開発

ビデオCODECコアの論理設計と検証と、チップ設計を完了した。応用機能ボードとアプリケーションソフトの製作と評価、ビデオCODECチップの評価を行った。結果、目標の圧縮率2倍以上（H264/AVC比）を達成した。

⑥ワイヤレスHDMIモジュールの研究開発

3チャンネルを装備したHDMI送受信システムチップとアンテナボードを開発し、最終目標の小型・低電力のスティック型無電源ワイヤレスHDMI送受信モジュールを完成した。1080i 24bitのHD画像の送受信実験を完了した。さらに、1080p化の設計を行い、アンテナとチップをモジュール化して最終目標である1080p画像伝送を確認した。

《3》マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発 [平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

hp45nmにおけるマスク製造に要する時間を、本技術を用いなかった場合のhp65nmの1/2以下にするた

めのマスク設計・描画・検査総合最適化の基盤技術確立を目的に、東京大学大学院工学系研究科教授 石原 直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①「マスク設計データ処理技術の研究開発」

(1) 共通データフォーマットの開発

基本ソフトウェアを完成させ、デバイスメーカが実用化に向けたMDR活用フロー設計評価を行えるようにする。ランク分け対応描画データ作成ソフトについては有効性を確認する。

(2) 繰返しパターンの高効率利用方法の開発

デバイスメーカでの繰返しパターン抽出効率効果検証実験の結果をもとに抽出ツールの更なる改良を行い完成させる。

研究開発項目②「マスク描画装置技術の研究開発」

(1) CP法による高速・高精度マスク描画技術の開発

CP描画法における描画高精度化対策方法を開発し、高速・高精度マスク描画の基本技術確立する。また、ビームの位置精度向上等の高度なCP調整技術の開発を行う。

(2) モニター・自己診断技術の開発

描画装置監視システムと自動化描画シミュレータが統合された描画統合監視システムを実機に搭載し、安定稼働検証などの総合評価、改善を行う。

(3) パターン重要度に基づくランク分け描画技術の開発

パターン重要度ランクに応じてビーム静定待ち時間を選択する回路を用いて、必要な精度に対する必要な待ち時間及び最大ビームサイズの案を策定する。

(4) MCC方式並列描画装置技術の開発

MCC-CP並列描画装置基礎技術・CP法による高速・高精度マスク描画基礎技術・パターン重要度に基づくランク分け描画基礎技術を結集した装置システムの実用化課題の解決をはかる技術を開発する。

研究開発項目③「マスク検査装置技術の研究開発」

(1) 高速・高精度の検査アルゴリズムの開発

データ分散処理の高速アルゴリズム応用の多層データ展開処理回路を検査装置プロト機に搭載してその性能を評価し、更に改良開発を行う。

(2) 繰返しパターン利用による検査効率化技術の開発

「レビュー支援機能」の更なる改良開発を行い、繰返しパターン利用によるレビュー工程の効率化を最終的に評価する。

(3) パターン重要度に基づく欠陥判定技術の開発

パターン重要度情報に応じた適応的欠陥判定処理技術の最適化改良を図り、効率的に検査できることを最終評価する。

(4) 欠陥転写性に基づく欠陥判定技術の開発

「高速・高精度転写シミュレーションシステム及び応用ソフト」を活用して、転写シミュレーションソフトへのデータ引渡し技術をさらに改良していく。また、欠陥の判定の効率化技術を最終評価する。

[21年度業務実績]

東京大学大学院工学系研究科教授 石原 直氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を行い、hp45nmにおけるマスク製造に要する時間を、本技術を用いなかった場合のhp65nmの1/2以下にするためのマスク設計・描画・検査総合最適化の基盤技術確立という最終目標を達成した。

研究開発項目①「マスク設計データ処理技術の研究開発」

以下の開発により、パターンデータ量は既存のCAD出力に比べ1/10以下に削減できることを示した。

(1) 共通データフォーマットの開発

設計インテントを抽出し、これをマスク製造で理解できるマスクデータランク(MDR)に変換するフローを開発した。また、アナログデバイスの設計インテント抽出プログラムを開発した。このフローを実デバイスデータに適用してMDRの抽出を行い、MDR適用によるマスク検査およびマスク描画のTAT(Turn Around Time)短縮効果を評価してMDRの有効性を確認した。

(2) 繰返しパターンの高効率利用方法の開発

繰返しパターンを抽出する基本フローを開発し、これにサンプル抽出範囲最適化機能や抽出済み共通CP(Character Projection)を利用する機能を加えて、実用的なフローとした。これをデバイスパターンに適用して、CPマスクを製作した。

研究開発項目②「マスク描画装置技術の研究開発」

以下の開発により、hp45nmにおけるマスク描画に要する時間を、本技術を用いなかった場合のhp65nmの1/2以下に短縮できることを示した。

(1) CP法による高速・高精度マスク描画技術の開発

CP描画法における描画高精度化対策方法を開発し、CPとVSB(可変成形ビーム)を併用した実デバイスパターンのステージ連続移動描画評価を行った。

(2) モニター・自己診断技術の開発

個々のユニットの動作確認を行い、これらを統合して描画統合監視システムを構築した。また、

各種外乱がマスク描画に及ぼす影響を検討して、各種の外乱の閾値を決定した。本システムを実際のマスク描画装置に搭載して、システムとしての一連の動作が出来ることを確認した。

(3) パターン重要度に基づくランク分け描画技術の開発

パターン重要度ランクに応じてビーム静定待ち時間を選択する回路を作製し、必要な精度に対する必要な待ち時間及び最大ビームサイズの案を策定し、評価を行った。

(4) MCC方式並列描画装置技術の開発

1つの電子鏡筒に4コラムを持ったMCC (Multi Column Cell) -CP方式の電子線描画システムの設計・ユニット製作/評価を行い、ユニットを統合してMCC-CP方式描画システムを構築した。本システムの基本評価を行い、基本的性能が達成されていることを確認した。

研究開発項目③「マスク検査装置技術の研究開発」

以下(1)～(4)で開発した機能をマスク検査装置プロト機と結合し、実データに基づいて製作したプログラム欠陥マスクを使って実検査を行い、マスク検査総時間短縮を確認した。これにより、hp45nmにおけるマスク検査に要する時間を、本技術を用いなかった場合のhp65nmの1/2以下に短縮できることを示した。

(1) 高速・高精度の検査アルゴリズムの開発

MDRも含めた多層データを高速に処理するために、多層データ展開回路の製作、専用FPGAの製作、管理ソフトウェアの製作、検証のためのエミュレーションソフトの製作などを行った。

(2) 繰返しパターン利用による検査効率化技術の開発

「レビュー支援機能」の更なる改良開発を行い、レビュー支援機能の一環としてレビュー時のパターン表示機能の改良を行い、転写性考慮検査時のレビュー画面の視認性を向上した。

(3) パターン重要度に基づく欠陥判定技術の開発

パターン重要度情報に応じた適応的欠陥判定処理技術を開発して、その評価を行って実際のマスク検査で擬似欠陥が減少することを確認した。

(4) 欠陥転写性に基づく欠陥判定技術の開発

欠陥画像を転写シミュレーションソフトに引渡すインターフェース、欠陥箇所周辺のマスクデータ切出し機能、転写シミュレータ制御情報設定GUI (Graphical User Interface)の開発を行い、実検査の結果から欠陥のウェハ転写性をシミュレーション出来ることを確認した。

《4》次世代プロセスフレンドリー設計技術開発【課題助成】[平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

設計と製造が統合された製造性考慮設計技術を重点的に組み込んだLSI設計手法を開発することとし、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①「製造性考慮設計の基盤技術開発」

製造性考慮としては、hp45nm向けリソグラフィ考慮をどのように設計フローへ取り入れるかを決定するユーセージモデルの開発を行う。ばらつき対応としてはクロストーク、IRドロップの統計的な解析手法の開発を行う。

研究開発項目②「製造性考慮の標準化技術」

製造後のチップ特性を考慮した設計と製造のインターフェース技術を開発する。ライブラリ標準化技術としては、メモリブロック等の大規模ブロックに対して統計的手法に適用可能なライブラリ作成手法の開発を行う。また、リファレンスフローでは動作周波数、電圧を制御させるDVFS (Dynamic Voltage Frequency Scaling) 技術を搭載可能な標準インターフェースの開発を行う。

研究開発項目③「新技術事象に対する製造性考慮設計技術開発」

低消費電力対応として、熱考慮のリーク電力最適化、設計初期段階におけるRTLプロトタイプングでの電力見積もり技術・最適化技術の開発、多電源時のフロアプラン作成技術の開発を行う。またばらつき耐性クロックの技術開発も行い、チップ動作環境(温度、電圧など)を変えてシミュレーションするサインオフコーナー数削減を行い設計時間の短縮を行う。

[21年度業務実績]

平成21年度は、hp45nmでの大きな設計課題である低消費電力化技術を主テーマとして取り組んだ。

研究開発項目①「製造性考慮設計の基盤技術開発」

リソグラフィ考慮のユーセージモデルを開発し、この設計フェーズのTATが1/10になる可能性を示した。ばらつき対応としてIRドロップ等の解析手法を開発し、ばらつきマージンを2.6%から1.5%に低減させた。

研究開発項目②「製造性考慮の標準化技術」

製造後のチップ特性を考慮した設計と製造のインターフェース技術、大規模ブロックに対して統計的手法に適用可能なライブラリ作成手法、DVFS技術を搭載可能な標準インターフェースの開発を行い、これらの新機能搭載によって設計TATを36%削減できることを示した。

研究開発項目③「新技術事象に対する製造性考慮設計技術開発」

熱考慮のリーク電力最適化技術、RTLプロトタイプングでの電力見積もり技術・最適化技術、多電源時フロアプラン作成技術を開発し、これらにより消費電力が33%削減できる可能性を示した。

また、ばらつき耐性クロックの技術開発より、サインオフコーナー数の9から6への削減を達成し、設計時間短縮の実現性の目処を得た。

《5》先端的S o C製造システム高度制御技術開発 [平成19年度～平成22年度]

[21年度計画]

ウェハ単位のS o C製造制御を効率的に行うための新たな品質制御システム技術、S o C製造システム全体を統合的に制御し、コスト、T A T (Turn Around Time)、歩留まり等に関し総合最適化を図るための統合制御システム等を開発することを目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「S o C製造統合制御システム技術の研究開発」

ウェハ単位の制御により、製造プロセス全体をリアルタイムで統合的に制御し、コスト、T A T、歩留まり等に関し総合最適化を図ることができる統合制御システムの開発を目的として、平成20年度に引き続き、以下の技術開発を行う。

- ・装置有効付加価値時間を低下させ、工場の生産性を阻害する割り込み処理等の擾乱に対処する制御機能を検証するために、制御機能の実装方法について検討する。
- ・コスト、T A T、歩留まり等の製造性能間の相互依存関係に関する科学的モデル等を利用し、総合最適化を図ることを可能とする制御システムの基本的な機能を開発するために、プロトタイピングの評価を行い、制御システムの課題を抽出する。
- ・製造プロセスの総合最適化を図ることを可能にするシステムを開発するために、制御システムの設計及び一部機能のプログラム開発を行う。
- ・ガイドライン作成のために、ガイドラインを本研究開発におけるシステム開発に援用し、課題を明確にする。

研究開発項目②「S o C品質制御システム技術の研究開発」

製品構成やロットサイズ変動に追従する品質管理の手法を確立するため、検査サンプリングツールや製造プロセスの統合制御システムの運用管理モデルを検討する。

研究開発項目③「S o C製造制御システム実装技術の開発」

各開発技術の実装上の性能を机上あるいは試作ライン等へ実装して評価することで、導入上の問題がないことを確認する。そのため、システム評価条件を明確にする。

[21年度業務実績]

研究開発項目①「S o C製造統合制御システム技術の研究開発」

- (a) 制御機能の実装方法について検討し、研究開発項目③の実ライン評価の準備を行った。
- (b) プロトタイピングの評価を参加会社で行い、制御システムの課題を抽出し、対応を決め、研究開発項目③の実ライン評価の準備を行った。
- (c) 制御システムのシステム設計を完了し、一部機能のプログラム開発を実施した。また、ソフトウェアの完成予定時期に伴い、実ライン評価に必要な機能の完成予定時期を、初期と実業務適用時期に分けることを決定した。更に、実ライン評価開始時期及び終了予定時期を調整した。
- (d) ガイドラインを本研究開発におけるシステム開発に援用し、課題を明確にし、要望件数110件に対し、59件の改訂（各社の現場で使えるような内容を選択、特に開発事例を充実）を実施した。

上記と研究開発項目②の実績を合わせて、研究開発項目③の実ライン評価の準備及び最終目標達成のための土台ができた。

研究開発項目②「S o C品質制御システム技術の研究開発」

- ・検査サンプリングツールや平成21年度実施の研究開発項目①(c)記載の制御システムの運用管理モデルを検討した。

研究開発項目③「S o C製造制御システム実装技術の開発」

- ・平成20年度に作成した要件書に基づき、システム評価条件を明確にし、実ラインにおける具体的な評価方法（適用工程、ライン運用）を決定した。

《6》立体構造新機能集積回路（ドリームチップ）技術開発 [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

三次元化技術により、新たな機能の発揮と飛躍的な性能向上を実現する立体構造新機能集積回路技術を開発することを目的に、東京工業大学統合研究院教授 益 一哉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①「多機能高密度三次元集積化技術」

(1) 次世代三次元集積化設計技術の研究開発

電気系三次元シミュレーションエンジンの開発を完了する。信号品質安定化技術及び電源安定化技術の開発として、各個別回路を合成した統合I/F回路検証チップ用インターポーザ（再配線基板）を設計・製作し、高速信号伝送に必要な高精度広帯域低インピーダンス特性評価技術を開発する。

(2) 次世代三次元集積化のための評価解析技術の研究開発

電源モジュール及び実動作速度を目指した試験が可能なテストチップ（LSI）を含む300mm径ウェハ対応／30万端子プローブカードの詳細設計を完了し、プローブカード仕様に対応したプローブチップ（LSI）の設計及び試作も行う。また、熱特性測定装置、評価解析技術及び積層接合評価解析技術を開発し、10μm接続ピッチTEGを試作して積層・測定・評価を行い、高精度フリップチップ実装の試作評価を行う。

- (3) 次世代三次元集積化設計技術及び次世代三次元集積化のための評価解析技術の有効性実証
平成20年度に設計したLSIチップの評価を行い、実証デバイスの要素技術を確認する。また、200/300mm径ウェハを、フォトリソグラフィ装置等を使って加工し、三次元積層SiPの試作に必要な微細パンプ形成技術を開発する。

研究開発項目②「複数周波数対応通信三次元デバイス技術」

- (1) 複数周波数対応可変RF MEMSデバイスの研究開発

スイッチ、キャパシタ、インダクタの性能改善を行い、700MHz～6GHzに含まれる周波数帯域において動作する可変インピーダンス回路等の開発を行う。また、制御回路を含む可変インダクタチップの詳細設計、試作、評価を行い、スイッチ、キャパシタ、可変インピーダンス回路それぞれとドライバICを三次元集積化する実装技術を開発する。

- (2) 複数周波数対応通信フロントエンド回路の研究開発

RF（Radio Frequency）通信モジュールとフロントエンド評価装置（RF信号発生器及び解析器）、及び制御部による複数周波数対応通信フロントエンド回路評価システムを設計する。

研究開発項目③「三次元回路再構成可能デバイス技術」

- (1) 三次元回路再構成可能デバイスに関する三次元集積化技術の研究開発

ウェハ接合技術においては、1mm²程度の面積あたり1,000ピン以上の接続を可能とするシリコン貫通ビア、パンプ構造等の基盤技術を開発する。また、200mm径以上のウェハ貼り合わせで5μm以下の位置合わせ精度を実現する基盤技術を開発する。

- (2) 三次元回路再構成可能デバイスに関するアーキテクチャ及び設計技術の研究開発

三次元的な積層構造を利用した動的リコンフィギャラブルプロセッサのアーキテクチャ及び三次元的な積層構造を利用したFPGAのアーキテクチャを開発する。また、動的リコンフィギャラブルプロセッサ等の機能ブロックを柔軟に組み合わせたハイブリッドアーキテクチャを開発する。

[21年度業務実績]

東京工業大学統合研究院教授 益 一哉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①「多機能高密度三次元集積化技術」

- (1) 次世代三次元集積化設計技術の研究開発

- ・高速電気回路および高速電磁界シミュレーションエンジンを開発し、それぞれ従来比300倍および100倍程度の高速化を可能にした。
- ・信号品質安定化技術（SI）・電源安定化技術（PI）開発として、高速I/Oドライバ用部品内蔵インターポーザのSI・PIを評価し、電源電圧変動抑制効果を確認した。
- ・補正事業としてベクトルネットワークアナライザを導入し、DC～40GHzの超広帯域かつ0.01Ω以下の低インピーダンス評価を実現した。

- (2) 次世代三次元集積化のための評価解析技術の研究開発

- ・300mm径ウェハ対応／30万端子プローブカードの詳細設計を完了し、接触15万接続端子、非接触3.6万端子を有する300mm径ウェハ対応プローブカードの試作およびプローブカード仕様対応プローブチップの設計、試作を行った。また、熱伝導測定装置の構築および積層接合評価解析技術を開発し、接合部の熱伝導率を測定・導出するとともに、試作10μmピッチTEGによる接合実験・評価を行い、微細ピッチ接合の課題を抽出した。
- ・補正事業としてアラインメント装置を導入し、前記300mm径ウェハ対応プローブカードの基本性能を確認した。また、ウェハ温度-40℃～125℃におけるウェハ一括検査用プローバを試作・導入した。

- (3) 次世代三次元集積化設計技術及び次世代三次元集積化のための評価解析技術の有効性実証

- ・実証デバイス用設計開発として、各種回路およびアーキテクチャ等の基礎検討を完了し、その評価を開始した。
- ・実証デバイス用プロセス開発において、35μm径マイクロパンプ、TSV形成技術を開発した。補正事業として前記のマイクロパンプ形成等に必要な自動式リソグラフィシステムを導入し、5μm径マイクロパンプ、TSV形成の見通しを得た。
- ・新たな実証デバイスとして、ロジックと超ワイドバスメモリの2チップ構成デバイスの論理レベル設計を完了し、その製作に着手した。

研究開発項目②「複数周波数対応通信三次元デバイス技術」

- (1) 複数周波数対応可変RF MEMSデバイスの研究開発

- ・スイッチ、キャパシタ、フィルタ、インダクタの性能改善を行い、700MHz～6GHzをカバーするMEMSスイッチ切替え可変アンテナ等を開発した。また、制御回路を含む可変インダクタチップの0.18μmCMOSプロセスによる設計試作を実施するとともに、各MEMSデバイスの実装技術開発を進めた。

- ・補正事業として、ドライバIC開発を実施してMEMSデバイスとの三次元集積化実装技術を開発した。また、可変キャパシタ内の層間の貼りつきの解決による信頼性大幅向上の目途を得た。この中で信頼性評価システムを構築した。可変フィルタの高周波信号漏洩抑制機能を内蔵する基板を開発し、信号損失の大幅低減を実証した。

(2) 複数周波数対応通信フロントエンド回路の研究開発

- ・フロントエンドを構成する複数のモジュールで使用されるRF MEMSデバイスを制御することのできる制御部の設計を行い、論理検証により制御動作を確認した。

研究開発項目③「三次元回路再構成可能デバイス技術」

(1) 三次元回路再構成可能デバイスに関する三次元集積化技術の研究開発

- ・シリコン貫通ビア、パンプ構造等の基盤技術として、200mm径ウェハを用いてピッチ25μm相当のシリコン貫通ビア、パンプ形成を行った。また、微細パンプを形成したウェハ同士の接合を実施した。

(2) 三次元回路再構成可能デバイスに関するアーキテクチャ及び設計技術の研究開発

- ・三次元FPGAに機能をマッピングするプログラムV2の開発を開発し、マッピングの評価を進めるとともに、定量評価のためのタイル基本回路設計を行った。また、ハイブリッドアーキテクチャ応用システムの評価環境を構築し処理内容の定量化を進めるとともに、デバイスに搭載する機能の0次案を作成した。また、三次元的な積層構造におけるチップ間の通信・制御技術を開発した。

《7》 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造ナノ電子デバイス技術開発 [平成21年度～平成23年度]

[21年度計画]

次世代の電子デバイスのために「シリコンで培った微細化技術やデバイス原理をこれまで同様に活用しながら、シリコンという材料の物理的限界を突破するための“新材料”、“新プロセス”、“新構造”を実現する」半導体技術を、ナノテクノロジーを最大限に活用することによって創生し、将来の産業応用への芽を見出すことを目的に、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「シリコンナノワイヤ技術」

シリコンCMOSの微細化が進み、ゲート長が10ナノメートル以下になった際に顕在化する物理現象を積極的に取り込んだ高性能デバイス技術を開発する。具体的には、シリコンナノワイヤの加工技術、物理計測技術、電気特性計測技術、シミュレーション技術、統合設計技術を開発し、先端シリコンプロセスラインを用いたデバイス検証を行う。

研究開発項目②「次世代メモリ技術」

新構造及び新材料により既存メモリを代替する技術を開発する。具体的には、マルチゲート型立体構造トランジスタを用いた低消費電力SRAM技術、低消費電力・高速動作新型相変化メモリ技術、ナノギャップ不揮発メモリ技術の開発を行う。

研究開発項目③「新材料技術」

新チャネル材料技術及び新材料評価技術を開発する。具体的には、化合物半導体チャネルデバイス技術、カーボンナノチューブデバイス技術、シリコン中の原子空孔評価技術の開発を行う。

[21年度業務実績]

本事業は平成19年度、平成20年度は経済産業省で実施された。平成21年度に行った中間評価では、総合的に見て十分期待に応える優れた研究成果を上げていると評価された。指摘事項であったグループ間の相互連携に関しては、関連学会等で合同シンポジウムを開催した。シーズ技術として既に民間企業に提示できる段階にあるものは実用化に向けた取り組みを検討することとした。また、応用に向けた技術課題と解決のマイルストーンを整理し、基本計画を見直した結果、技術開発の一部を平成21年度で終了とした。

研究開発項目①「シリコンナノワイヤ技術」

- ・断面寸法4nm×9nmのシリコンナノワイヤの加工技術、絶縁性基板上の孤立シリコン構造の電気特性計測技術、ナノデバイス・シミュレータ等を開発した。また、ゲート長が10nm以下になった際に顕在化する物理現象を積極的に取り込んだ高性能デバイス実現に向けて、各種極小ゲート長デバイスを先端シリコンプロセスラインで試作し、ワイヤ径24nm、ゲート長50nmでのトランジスタ動作を実証した。

研究開発項目②「次世代メモリ技術」

- ・低消費電力SRAM技術として、0.5Vの低い電源電圧で十分な動作余裕を確認した。また、新型相変化メモリ技術として、大きな抵抗値差が予想される新規超格子メモリ材料を見出した。ナノギャップ不揮発メモリ技術としては、大容量化に適した縦型素子を開発しメモリ動作を確認した。

研究開発項目③「新材料技術」

- ・化合物半導体チャネルデバイス技術として、MOSFETを作製し、シリコンチャネルFETを上回る高移動度を実現した。また、カーボンナノチューブデバイス技術として、高密度マルチチャネルFETを作製し動作を実証した。シリコン中の原子空孔評価技術としては、デバイス作製用ポロドーブ基板の原子空孔濃度分布の評価を実施した。

《8》極低電力回路・システム技術開発（グリーンITプロジェクト）〔平成21年度～平成24年度〕

〔21年度計画〕

本プロジェクトは、グリーンITプロジェクトの一環として、極低電圧技術と極低電力無線通信技術を開発し、これら要素技術の主要部分を統合最適化する技術により、半導体集積回路（LSI）の低消費電力化を図る。同じ処理を行うための消費エネルギーを従来技術に比べ1/10以下に削減することを目的に、基本計画に基づき、民間企業等に広く公募を行い、実施者を選定して以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「ロジック回路技術開発」

- ・ロジック基本回路の低電圧特性やばらつき耐性に関する基礎検討のために回路動作シミュレーションでロジック基本回路の極低電圧動作時の諸特性を確認し、評価項目の検討を行う。
- ・極低電圧での電圧特性、ばらつき特性等の回路動作課題を抽出するためのTEGを開発する。

研究開発項目②「メモリ回路技術開発」

- ・SRAMメモリ周辺回路を制御して、メモリセル動作マージンを向上し低電力化を実現する。理論的な理解に裏付けられたメモリセル動作アシスト技術の設計指針を提案しTEG試作のための設計に反映する。

研究開発項目③「アナログ回路技術開発」

- ・低電圧におけるクロックのジッタ特性劣化によるロジック回路動作不具合やロジックと異電位でのクロック源におけるレベルシフトの挿入などによるジッタ悪化の要因解明に着手する。
- ・低電圧動作PLLを実現するために、デジタル制御による分散型回路の開発を行う。またサブスレッシュでのばらつきを考慮したキャリブレーション技術の開発を行う。

研究開発項目④「電源回路技術開発」

- ・ロジック側の動作状態、情報から電力管理を行い協調制御した電源構成について検討する。
- ・電源自身の効率を追及しつつ、ロジック側の安定動作を行うためには、電源回路自身のブレークスルー以外に、システム的な検討が必要であり、DVFS（Dynamic Voltage Freq Scaling）の上位に位置するシステム的な検討・検証も行う。

研究開発項目⑥「低電力無線／チップ間ワイヤレス技術」

- ・50pJ/bit以下の低消費電力通信方式の技術開発に着手する。

〔21年度業務実績〕

基本計画に基づき、民間企業等に広く公募を行い、実施者を選定して以下の研究開発を実施した。研究開発の体制構築にあたっては、産学連携を推進すると共に、異なる提案者間でのコンビネーションと研究開発項目の補完、全体としての研究開発目標の方向性統一、知財の共有等を条件として、よりナショナルプロジェクトとしての効果を高める条件を付して採択した。

研究開発項目①「ロジック回路技術開発」

- ・回路シミュレーションと65nmTEG測定により低電圧動作時特性を評価し、評価項目として動作下限電圧（VDDmin）とその回路規模依存性と回路種依存性の検討を行った。また、エラーレートの評価項目として測定する機能を搭載した整数演算TEGを65nmCMOSで設計、試作した。
- ・回路動作課題を抽出するための統計データを取得可能なアレイTEGを65nmCMOSで開発し、評価解析の準備を進めた。

研究開発項目②「メモリ回路技術開発」

- ・極低電圧でのSRAM消費電力の解析に基づき、低電圧かつ低消費電力動作を実現するメモリセル動作アシスト回路を提案し、従来技術と比較して1/2以下の消費電力を達成する目処を得るとともに、回路検証用TEGを65nmCMOSで設計、試作した。

研究開発項目③「アナログ回路技術開発」

- ・ジッタを悪化させる雑音源をモデル化し、システムシミュレーションにより、システムレベルでジッタの解析を行った。
- ・低電圧動作PLLを実現するために、デジタル制御による分散型回路のPLLを開発し、要素回路を65nmCMOSで設計、試作し、動作を確認した。また、ばらつきを考慮したキャリブレーション方式による補正方法を検討し、システムシミュレーションによりその有効性を確認した。

研究開発項目④「電源回路技術開発」

- ・協調制御に適した電源構成に関して、「DC-DCコンバータ」「リアレギュレータ」「チャージポンプ」の複合的組み合わせを検討し、これら要素回路を65nmCMOSで設計、試作した。
- ・ロジック側の安定動作のための電源回路への要求仕様を集め、実現すべき適応型協調制御用0.5V電源システムの仕様を検討し、0.5V電源システムの概念設計を行った。

研究開発項目⑥「低電力無線／チップ間ワイヤレス技術」

- ・50pJ/bit以下の低消費電力特性を最終目標とするミリ波送受信器、非接触インターフェース、低電力無線の各アーキテクチャ設計を行うとともに、要素回路を、65nmCMOSで設計、試作した。

《9》次世代パワーエレクトロニクス技術開発（グリーンITプロジェクト）〔平成21年度～平成24年度〕

〔21年度計画〕

本プロジェクトは、グリーンITプロジェクトの一環として、次世代SiCスイッチングデバイスを用いたデータセンタやその電力源としての分散型太陽光発電システムに用いる電力制御機器実用化技術を確認することを目的に、基本計画に基づき、民間企業等に広く公募を行い、実施者を選定して以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「SiCパワーデバイスを用いたデータセンタ用サーバ電源技術開発」

- ・SiCパワーデバイスの高性能化、長寿命化、高信頼性化に向けた開発課題を明らかにする。また、SiCパワーデバイスを適用したサーバ電源に相応しい電源駆動方式を検討・決定する。

研究開発項目②「SiCパワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発」

- ・SiCパワーデバイスとそれを用いた電力変換器を太陽光発電用パワーコンディショナへ適用するために解決すべき技術開発課題を抽出する。

研究開発項目③「次世代SiCパワーデバイス・電力変換器基盤技術開発」

(1) 電力変換器用SiCスイッチングデバイス基盤技術

- ・デバイスシミュレーション等を用いて超低オン抵抗化／高耐圧化のための新デバイス構造の要素構造や期待される特性を詳しく検討するとともに、その構造を加工形成するための新規プロセスを抽出し、必要な作製環境を整備する。また、電極・配線のエレクトロマイグレーション寿命、ゲート酸化膜の信頼性寿命、破壊耐量に関する信頼性評価のための設備を整備して評価を試み、基本的な評価プロセスを構築する。

(2) 高温動作電力変換器設計試作技術

- ・デバイス温度250℃に対応する高温実装技術について、個別要素試験を行うとともに、高温課通電試験のための装置準備を行う。また、高温環境下での抜熱設計や周辺素子特性等を設計体系に導入する。

〔21年度業務実績〕

基本計画に基づき、民間企業等に広く公募を行い、実施者を選定して以下の研究開発を実施した。研究開発の体制構築にあたっては、産学連携を推進すると共に、国内を代表する電機メーカーから成る技術研究組合に、成果の出口を見据えて自動車メーカーを加えた。

研究開発項目①「SiCパワーデバイスを用いたデータセンタ用サーバ電源技術開発」

大容量化、オン抵抗低減に向けてデバイス開発を進めつつ、開発用装置を立上げた。また、開発課題として、さらなる大電流化におけるゲート電圧の低下が課題であることを明らかにした。サーバ電源の駆動方式として、高速スイッチング動作の有効性と実現性を確認するとともに、安定動作確保のための指針を策定した。

研究開発項目②「SiCパワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発」

パワーコンディショナ用電力変換器用デバイスのプロセス上の開発課題を検討し、その解決に向けて、3インチウエハ用プロセスの構築、大電流デバイスのオンウエハ評価、連続通電評価など設備を導入した。また回路・システム上の課題抽出のために高速スイッチングデータを取得し、2レベル主回路構造で目標を達成する見通しを得た。

研究開発項目③「次世代SiCパワーデバイス・電力変換器基盤技術開発」

(1) 電力変換器用SiCスイッチングデバイス基盤技術

新デバイス開発においては、UMOS構造におけるチャネル移動度と閾値電圧のデバイス要素構造（角度）依存性を調べて最適角度を検討した。新規犠牲酸化炉プロセスを導入完了した。また、高温での破壊耐量測定等の評価環境を整えた。更にゲート酸化膜の界面準位密度を低減させる新規プロセスを開発しチャネル移動度を阻害する原因を低減した。

(2) 高温動作電力変換器設計試作技術

高温実装技術開発として、250℃での高温ハンダの強度を確認するとともに、素子の高温動作特性測定などの要素試験を進めた。また、電極のエレクトロマイグレーションへの耐性向上、配線基板の表面処理技術等の要素技術を開発した。高温課通電試験・高温ダイシエアテスト等の装置準備を行い、素子の高温動作特性や各種部材の物性値の温度特性等を設計体系に導入した。

(2) ストレージ・メモリ分野

〔中期計画〕

メモリについては、低消費電力化、大容量データの蓄積など、情報家電の進展により、不揮発性メモリの必要性が増している。このため、従来型の揮発性メモリ（DRAM等）と比べ、不揮発性メモリ（フラッシュメモリ）の市場が大きく増加しており、さらに、複数の新規不揮発性メモリの研究開発が活発化している。

ストレージについては、情報家電・モバイルPC向けの中小型（2.5インチ以下）高密度HDDを中心に市場が拡大するとともに、国際的な業界再編等により高密度化技術競争が激化している。

以上のことから、ストレージ・メモリ分野は引き続き国際競争力の維持・強化を図っていくことが必要である。

第2期中期目標期間中には、メモリについては、不揮発性メモリMRAM（Magnetoresistive Random Access

Memory, 磁気抵抗メモリ)の更なる性能向上を目指し、大容量化・高速化のための技術開発に取り組む。具体的には、第1期中期目標期間に開発したMRAMのメモリ容量に比べて10倍以上の高集積化を可能とするスピンRAM(電子スピンの特徴を利用したMRAM)技術等を確立する。

ストレージ(HDD)については、記録密度の向上及び省電力性の追求のための技術開発等に取り組む。

《10》スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

スピントロニクス技術が秘める不揮発性機能を始めとする情報通信分野における革新的諸機能を実現するための基盤技術の確立及び実用化に向けたスピン不揮発性デバイス技術の研究開発の推進を図ることを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所エレクトロニクス研究部門副研究部門長 安藤 功児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①「スピンRAM基盤技術」

(1) 低電力磁化反転TMR素子技術

平成20年度までの成果を基に、垂直磁化TMR(Tunnel Magnetoresistive)膜のTMR比向上策を明確化するとともに、参照層・記憶層材料を高度化する。さらに、これら技術を統合しCMOS回路と整合をとったTMR素子技術を開発する。また、DRAM並みの高速書き込みを安定して行うことができるTMR素子技術を開発する。さらにこれらの技術を統合して1Mbit容量TMR素子アレイの試作を行い、特性変動および歩留まり等の統計的データ解析を行う。

研究開発項目②「スピン新機能素子設計技術」

(1) 新ストレージ・メモリデバイス設計技術

平成20年度までの成果を基に、新メモリデバイスでは、垂直磁化膜を磁壁移動層に用いた単一磁壁の移動速度で60m/sを超える速度の確認を行う。さらに、メモリセルの集積化プロセス技術の構築を行う。この集積化プロセス技術を用いてメモリセルの集積化を行いメモリ動作の評価を行う。新ストレージデバイスでは低電流密度化、高密度化の可能性を有する垂直磁化膜を中心とした磁性細線にTMR再生素子、書き込み端子を一体化した素子を形成するとともに、複数磁壁の一斉移動の確認及び書き込み、移動、読み取りのストレージデバイス原理動作の確認を行う。また、成果の実用化イメージを踏まえた柔軟な開発方針による運営を可能とするため、実用化を目指す企業を中心とする研究開発体制を確立する。

(2) 不揮発性スピン光機能素子設計技術

平成20年度をもって終了。

(3) スピン能動素子設計技術

平成20年度までの成果を基に、スピントルク方式スピントランジスタに関しては利得の向上を目指す。具体的には、電流磁場とスピン注入を併用するハイブリッド型スピントランジスタを開発し、ファンアウト1を目指す。ハーフメタル電極方式スピントランジスタに関しては、前年度までに開発したハーフメタル材料をベースとして、トランジスタ動作に最適な材料組成の探索を行う。さらに、前年度までに抽出した課題を基にトランジスタ構造を最適化し、スイッチのオン・オフ比1,000を実現するための指針を見出す。また、ホイスラー合金の磁気緩和定数の温度依存性を系統的に調べることで、メカニズム解明に必要な知見を得る。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所エレクトロニクス研究部門副研究部門長 安藤 功児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①「スピンRAM基盤技術」

(1) 低電力磁化反転TMR素子技術

垂直磁化TMR膜のTMR比向上策を明確化し、202%の高TMRを実現した。また、ダンピング定数評価手法の高精度化とばらつきの少ない記憶層材料の開発等によって、参照層・記憶層材料の高度化を達成した。さらに、垂直磁化素子に短パルス電流を入れる評価装置を開発し、DRAM書き込み速度よりも高速な1nsを切る高速磁化反転に成功した。これら技術を統合し、CMOS回路と整合をとった1Mbit TMR素子集積アレイ技術に適用し、統計的なデータ解析を開始した。

さらに補正事業として規模を拡大した64Mbit TMR素子集積アレイ技術にも、同様に適用し統計的なデータ解析を開始した。

研究開発項目②「スピン新機能素子設計技術」

(1) 新ストレージ・メモリデバイス設計技術

実用化を目指す企業を中心とする研究開発体制に変更して、成果の実用化イメージを踏まえた柔軟な開発方針のもとに研究開発を実施した。

Co/Ni積層垂直磁化膜を用いたメモリデバイスにより、60m/s以上の単一磁壁の移動速度を確認した。さらに、同垂直磁化膜を用いた集積メモリセルを試作し、そのメモリ動作を確認した。また、垂直磁化膜を中心とした磁性細線素子において、複数磁壁の一斉移動等、原理動作を確認した。

(3) スピン能動素子設計技術

- ・電流磁界トルク型スピントランジスタに交流アシスト磁界を印加することにより電力増幅率7.5、短絡電流増幅率3.5、ファンアウト1.2を達成した。

ハーフメタル電極方式スピントランジスタに関しては、トランジスタ動作に適した、Feをドーピングしたハーフメタルホイスラー合金の開発に成功した。また、オン・オフ比1,000のスイッチを実現するための指針を見出し、高オン・オフ比を実現するゲート電圧が効率的に印加可能なトランジスタ構造を明確にした。さらに、磁気緩和定数の温度依存性を測定し、ハーフメタル特性との関係を示唆する結果を得た。

《11》超高密度ナノビット磁気記録技術の開発（グリーンITプロジェクト）[平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、グリーンITプロジェクトの一環として、HDDの記録密度を向上させるための技術開発に取り組み、IT機器の大幅な省エネルギーの達成等を目指すことを目的に、株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ執行役員主管技師長 城石 芳博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①「超高密度ナノビット磁気媒体技術の研究開発」

ナノビット微細加工技術の研究開発として、平成20年度に検討を行った媒体材料や構造、微細加工手段や精度などに要求される仕様に基づき、ナノビットが面積 200nm^2 程度、かつ、 $\pm 7\text{nm}$ 以内の位置決め精度で実現を可能とするナノビット加工技術の開発に着手する。単一ナノビット記録性の検証においては、ナノビットにおける磁化反転制御条件及び周辺ナノビットに対する影響についての定量的な検討結果を考慮し、ナノビット記録性の検証環境の構築を図る。媒体界面技術の研究開発においては、媒体表面の平滑性及び潤滑性を確保するための材料や加工技術などについて定量的に検討する。

研究開発項目②「超高性能磁気ヘッド技術の研究開発」

強磁場発生記録ヘッドの研究開発として、 2.5Tbits/inch^2 級の面密度に対応した強磁場発生記録ヘッドの実現のため、構造やプロセス技術について要求される仕様を明確にし、強磁場発生記録ヘッドの試作に着手する。エネルギーアシスト機構の研究開発においては、 2.5Tbits/inch^2 級の面密度に対応したエネルギーアシスト機構の実現のための構造や微細加工技術について要求される仕様を明確にするとともに、アシスト機構のヘッド組み込みに関する課題を抽出する。高感度・高分解能再生ヘッドの研究開発においては、 2.5Tbits/inch^2 級高感度・高分解能再生ヘッド実現のために必要となる再生原理や素子構造について検討を開始する。また、磁気ヘッドに要求される詳細仕様を明確化した上で、記録ヘッド及び再生ヘッドのスライダが、周速 $5-20\text{m/s}$ で高速回転する磁気媒体上において浮上量 10nm 以下で安定浮上し、適切な記録/再生が可能であることを検証すべく、検証環境の構築を図る。

研究開発項目③「超高精度ナノアドレッシング技術の研究開発」

超精密位置決め技術の確立においては、 2.5Tbits/inch^2 級HDDを模擬した環境において、ナノビット媒体の対し浮上量 7nm 以下で安定浮上するヘッドが円周方向、動径方向ともに 10nm 以内で動的な位置制御できることを確認すべく、検討したアクチュエータやサーボ機構の技術開発に取り組む。ナノアドレッシング技術においては、位置決め、ヘッド浮上などを解析するシミュレーションツールの開発を進め、ナノアドレッシング実現に向けた開発手段・方向性の明確化を図る。

研究開発項目④「ハードディスクドライブシステム化技術の研究開発」

システム動作確認の具体的な手法に関し、電力性、他部品・技術との接続性、信頼性、量産性等の観点から踏まえて再び検討し、個別要素の各技術開発に順次フィードバックする。また、抽出した開発課題の克服に向け、基礎データを蓄積する。

[21年度業務実績]

株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ執行役員主管技師長 城石 芳博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①「超高密度ナノビット磁気媒体技術の研究開発」

ナノビットが面積 200nm^2 程度、かつ、 $\pm 7\text{nm}$ 以下の位置決め精度で実現を可能とするナノビット加工技術に着手し、複数の要素加工技術を確立して面積 200nm^2 以下のナノビットを実現する見込みを得た。ナノビットにおける磁化反転制御条件、ならびに、周辺ナノビットに対する影響について定量的な検討結果を考慮し、ナノビット記録性の検証環境の効率を向上した。媒体表面の平滑制、ならびに、潤滑制を確保するための材料技術や加工技術などについて定量的に検討し、ナノビット媒体界面の基盤技術を開発した。

研究開発項目②「超高性能磁気ヘッド技術の研究開発」

2.5Tbits/inch^2 級の面密度に対応した強磁場発生記録ヘッド実現のため、磁極等の構造についてシミュレーション検討を行うと共にプロセス技術の検討を進め制御性を確認した。同面密度に対応したエネルギーアシスト機構の実現のための構造についてシミュレーション検討を重ね、目標となる高密度記録が可能である見込みを得た。また、アシスト機構のヘッド組み込みに関する、プロセス技術の検討を行い、エネルギーアシスト機構付きヘッドの試作を行った。 2.5Tbits

／inch²級高感度・高分解能再生ヘッドの要求仕様を基に、再生ヘッド作製に向けた検討を開始した。磁気ヘッドに要求される詳細仕様を明確にするとともに、記録ヘッド、再生ヘッドを独立に搭載する二つのスライダが周速5－20m/sで回転する磁気媒体上に浮上量10nm以下で安定浮上し、かつ、2.5Tbits/inch²の面密度に対応するナノビットに対して、高精度の位置決めを行える環境を整えて、エラーレートなどの評価が行える環境を整えた。

研究開発項目③「超高精度ナノアドレッシング技術の研究開発」

アクチュエータの設計を行い、サーボ機構の新評価手法と評価システムを開発し、中間目標として設定した値「ナノビット媒体に対し浮上量7nm以下で安定浮上するヘッドが円周方向、動径方向ともに10nm以内で動的位置制御」を達成できる見通しを得ることができた。

位置決め、ヘッド浮上、記録／再生、振動解析などの解析、および、熱・磁気・振動の連成解析のためのシミュレーションの開発を行い、その妥当性を確認した。

研究開発項目④「ハードディスクドライブシステム化技術の研究開発」

省電力性、他部品および技術との接続性、信頼性、量産性などの観点を踏まえて検討し、要素技術に対する課題を抽出、明確化した。さらに、それらに基づいた統合シミュレーションにより、試作したヘッドで中間目標の記録密度相当の磁気記録が達成可能である見込みを得ることができた。

(3) コンピュータ分野

[中期計画]

コンピュータ分野においては、ユビキタス化の進展に伴い、コンピューティング機器の小型化・多様化・分散化が進展し、組み込みコンピュータやサーバシステムの市場が拡大している。また、CPU (Central Processing Unit, 中央演算処理装置)、サーバシステムの高性能化の追求から、低消費電力化と電力対性能比の改善へと競争軸が変化している。さらに、システムの信頼性向上や開発効率の向上も求められている。

第2期中期目標期間中には、信頼性・セキュリティ、開発効率の向上に寄与する技術、30GOPS/W (Giga Operation Per Second/W) 程度の電力対性能比を実現するマルチコア技術の開発等に取り組む。

[21年度計画]

[再掲：<2>情報通信分野 ① 高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術 (1) 半導体分野 2. 半導体アプリケーションチッププロジェクト (情報家電用半導体アプリケーションチップ技術開発) ① 情報家電用ヘテロジニアス・マルチコア技術開発の研究開発 参照]

(4) ネットワーク分野

[中期計画]

通信ネットワークの状況を見ると、トラヒックはますます増大し、既存ルータの機能的限界が顕在化している。また、データセンタにおいて要求される処理能力の高まり及び消費電力の急増といった問題が顕在化している。

第2期中期目標期間中には、第1期中期目標期間において確立した革新的光デバイス技術等を基礎として、エッジルータ機器については信号処理速度40Gbps以上、LAN-SANシステムについては伝送速度160Gbps伝送を可能とする高効率ネットワーク機器・システムの実現に向けた研究開発等に取り組む。

《12》次世代高効率ネットワークデバイス技術開発 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

次世代ネットワークにおける省電力化・大規模化・超高速化というニーズに応えることを目指した光インターフェースや光デバイス等の基盤技術開発及びシステム化技術開発の推進を目的に、東京大学大学院情報理工学系研究科教授浅見徹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①「次世代高効率ネットワークデバイス共通基盤技術の開発」

(1) 省電力・高性能光インターフェース (I/O) 開発

高速多重・分離回路技術に関して、高速多重・分離回路における高速性 (40Gbps) と低電力動作 (4W以下) を実現する多重・分離CMOS IC回路を試作する。光受信アナログ・フロントエンドに関しては、25Gbps受信フロントエンド用電子回路チップの評価を実施し、25Gbps小型光I/Oに向けた省電力動作設計と、10mW/Gbpsの小型光I/Oの試作と実証を行う。光送信ドライバに関しては、10mW/Gbpsを目指す25Gbps×4チャンネル送信ドライバ (SiGe-BiCMOS) のチップ評価と特性改善を行い、あわせて送信ドライバとレーザチップを搭載する実装基板の試作を完了する。また、更なる省費電力化を目指すCMOSプロセスでの送信ドライバの初期特性評価と特性改善を行う。

(2) 超高速LDの技術開発

超高速省電力単一モードレーザの実現に向けたAlGaInAs系単一モードレーザについては、素子を試作・評価し、50mA以下の室温40Gbps動作を実証する。量子ドットレーザについてはデバイス構造検討を進め、室温25Gbps動作を実現する。水平共振器面射出型

レーザについては、レーザ素子を試作し、25 Gbpsにおける直接変調動作と従来比1/2以下の低消費電力動作を実証する。

(3) 小型・集積化技術開発

光フロントエンド用フォトダイオードに関しては、高受光感度化 ($>0.8 \text{ A/W}$) と高密度集積実装に必要な高光結合動作の実証を行う。波長可変光源に関しては、共振器単体の波長可変帯域 (FSR) として100 nm以上の特性を実現する。

光スイッチに関しては、シリコン導波路やサブバンド間遷移 (ISBT) 導波路と光ファイバとの結合技術の開発を行う。超高速光ゲートスイッチ技術開発では、集積時の性能向上に繋がる素子構造、シリコン導波路の一次試作を行い、2 psのウィンドウ幅と消光比20 dB以上の特性を有する全光スイッチを実現する。光増幅器 (SOA) に関しては、50°Cで40 Gbps変調信号を増幅可能なSOAを設計し、これに基づく量子ドット構造の結晶成長技術を開発する。波長変換器に関しては、ダイナミックレンジを10 dBまで拡大する最適構造及びモニタPD集積と組み合わせたダイナミックレンジ拡大機能集積素子を設計し、40 Gbpsダイナミックレンジ拡大波長変換器の実証をする。

(4) 超電導回路技術開発

SFQ回路デジタルシステムとしてのリアルタイムオシロスコープ実現に向け、ADコンバータと周辺回路を集積したチップを冷凍機に実装し、光入力した信号の30 GS/s、4ビット動作の確認を行う。また、SFQ回路からの10 Gb/s以上の光出力、臨界電流密度40 kA/cm²接合を用いたSFQ回路の試作、動作スピード・マージンの評価を行う。

研究開発項目②「次世代高効率ネットワーク・システム化技術の開発」

(1) 大規模エッジルータシステム化技術開発

複数の10 Gbps対応トラヒック分析機構の出力情報を再集約して40 Gbpsトラヒックのモニタ情報を得るための再集約アルゴリズムを開発し、目標の処理性能が実現されていることを検証する。さらに、モニタ対象ルータ/ポートの管理機構を開発し、ルータ内蔵型トラヒック分析装置を試作、検証する。

(2) 超高速LAN/SANシステム化技術開発

SHV收容技術と組み合わせてSHV信号の多重・分離装置を試作し、ISBT、SOAを用いるOTDM伝送実験を実施し、160 Gbps光LAN上でのSHV映像転送動作を確認する。

[21年度業務実績]

東京大学大学院情報理工学系研究科教授 浅見 徹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。

平成21年度行った中間評価では、全般的に良好に進捗し、一部には世界的に顕著な成果が得られているとともに国際標準化活動・実用化に対しても意欲的に取り組まれている点は高い評価に値するとされた。今後は、次世代ネットワークに向けたデバイス利用技術とシステム技術の検証を行い、研究開発の加速を望むとされた。今後システム化の検証とデバイスの完成度を上げ早期の実用化の促進を図る。

研究開発項目①「次世代高効率ネットワークデバイス共通基盤技術の開発」

(1) 省電力・高性能光インターフェース (I/O) 開発

高速多重・分離回路技術に関して、多重・分離CMOS IC回路を試作に加え、補正事業で行った直列に1ビットずつデータ転送するシリアル方式・20 Gbpsインターフェースを追加した全体試作により、中間目標の40 Gbps動作と消費電力4W以下を実現した。25 Gbps受信アナログ・フロントエンドの出力段にイコライザ機能を付加し、2.8 mW/Gbpsの低消費電力動作を実証した。さらに補正事業として、ルータ内結合構造に向けたマイクロ光コネクタで光結合する光モジュールを組上げた。4チャンネル直接変調送信ドライバは、25 Gbps/chの高速駆動と10 mW/Gbpsの低消費電力性を実証した。同じく補正事業として、「小型・集積化技術開発」と連携して光送受信一体化パッケージの開発を開始し、高効率光結合構造の設計と検証を行った。LAN/WAN間信号変換LSIは、トランスポンダ基本動作時で消費電力を10W以下と中間目標を達成した。さらに補正事業として、今後市場の拡大が見込まれる40 GbEインターフェースへの接続を可能とするための40 GbEインターフェース変換LSIの試作に着手した。インターフェース変換LSI_TEG回路の評価を行うと共に、本TEG回路を用いてOFC/NFOEC2010にて40 Gbps級チップセットとして動態展示を実施した。

(2) 超高速LDの技術開発

AlGaInAs系単一モードレーザは、波長1.3 μm帯と1.55 μm帯で駆動電流50 mA以下での室温40 Gbps動作を実現した。また波長1.55 μm帯で世界初の85°Cまで40 Gbpsの識別余裕を示すアイ開口を実現した。量子ドットレーザは、8層の活性層を用いて世界初の室温25 Gbps動作を実現した。水平共振器面出射型レーザは、世界初となる100°C、25 Gbps動作と、従来比1/2以下の低消費電力動作を実証した。

(3) 小型・集積化技術開発

光フロントエンド用フォトダイオードは、帯域35 GHzの高速動作と、0.8 A/Wの高受光感度を実現した。さらに補正事業として、ルータ内結合構造に向けた4チャンネルアレイレンズ集積PDを試作し、「省電力・高性能光インターフェース (I/O) 開発」と連携して、マイクロ光コネクタで光結合する小型光受信モジュールを試作した。チャンネル当たり25 Gbps、

クロストーク -17 dB 以下の受信動作を実証し、プロジェクトの最終目標を達成した。このため、本技術開発は本年度で前倒し終了し、「大規模エッジルータシステム化技術開発」に成果を適用する。波長可変光源は、小型シリコン波長可変共振器と半導体光増幅器をハイブリット集積し、中間目標を上回る省電力化(28 mW/ring)とチューニング帯域 100 nm 以上を実現した。

超高速全光スイッチは、動作効率を大幅改善して 0.85 rad/pJ を達成した。空間光学系モジュールで中間目標である消光比 20 dB 、応答速度 2 ps を超える性能を実現した。コラムナ型量子ドット半導体光増幅器は、温度 50°C での 40 Gbps 変調信号光に対するペナルティフリー増幅を実証し、中間目標を達成した。さらに補正事業として、4チャンネルアレイ素子実現に向け、課題抽出のための試作を実施した。波長変換器は、光出力変動に応じて入力光レベルを調整するモニタの集積化を実施し、ダイナミックレンジ拡大が可能であることを実証した。 $25\text{ Gbps} \times 4$ チャンネル受信用の高感度フロントエンドは、マイクロ光コネクタで光結合する光モジュールに組み上げ、 25 Gbps/ch 、クロストーク -17 dB 以下の受信動作を実証し、主要国際会議で展示した。

(4) 超電導回路技術開発

リアルタイムオシロスコープに向けて、4ビットSFQ高速ADコンバータ(ADC)の 34 GS/s 動作を確認した。また、しきい値揺らぎの不安定性を除去するエラー補正回路とADCを統合した。LN変調器を用いてSFQ回路から 10 Gbps 以上の光出力を行うスキームを特許化した。

研究開発項目②「次世代高効率ネットワーク・システム化技術の開発」

(1) 大規模エッジルータシステム化技術開発

複数台の 10 Gbps 対応トラヒック分析機構で分散処理し全体の分析情報を推定算出する再集約アルゴリズムを開発し、中間目標の 40 Gbps 、 4 M フロー/秒を達成する独立筐体型トラヒック分析装置を試作した。また、複数のルータを1台の論理的なルータとして扱う装置設定情報管理技術を開発し、 40 G 対応トラヒック分析機構を組み合わせたスケーラブル・ルータの機能検証を実施した。さらに補正事業として、光信号接続によりルータ機能モジュールを統合するために必要な光・電気混載可能なコネクタ部品の試作と部品単体の基本特性評価、光信号によるルータ内結合を前提とした装置の構造設計、要素部品を搭載する基板の実装検討を実施した。

(2) 超高速LAN/SANシステム化技術開発

超高速光スイッチおよび高効率光半導体増幅器を用いて、 172 Gbps OTDM伝送の動作確認を行った。SHV信号(24 Gbps)と 43 Gbps 信号とを相互に変換する多重・分離装置を試作した。さらに、2チャンネルSHV映像の転送デモを実施し、平成21年度に設定した中間目標である 160 Gbps 光LAN上での伝送システム動作を実現した。

(5) ユーザビリティ分野

[中期計画]

IT情報機器関連では、近年、ますますインターネット・ブロードバンドが浸透するとともに、携帯情報端末が普及し、ユビキタス社会化が進展している。これに伴い、セキュリティの確保など安全・安心を中心とした新たな社会的課題が登場してきている。

ディスプレイ関連では、液晶ディスプレイ(LCD)、プラズマディスプレイ(PDP)が引き続き薄型平面ディスプレイ(FPD)市場の主流をなしており、韓国・台湾との競争が激化している。これからの大画面FPDについては、高精細化・高画質化・低消費電力化などの高付加価値機能搭載、薄型化が進むと考えられる。有機ELについては、小型ディスプレイ搭載デバイスが既に事業化されており、市場は今後も堅調に拡大する見通しであるが、大型化に向けては開発リスクの高い技術課題が残されている。

第2期中期目標期間中には、IT情報機器関連では、コンシューマ、ビジネスユーザからサービス提供者までを含め、ユビキタス社会において、IT機器を活用するためのインターフェース技術やセキュリティ技術等の「人中心型利用技術」の開発を推進する。

ディスプレイ関連では、第2期中期目標期間中に、大画面・高精細・高画質でありながら従来比(平成18年度時点)1/2以下の低消費電力化を実現するLCD技術、新たなパネル材料を用いて年間消費電力量を従来比(平成18年度時点)2/3以下にできるPDP技術の開発等を推進する。また、LCD・PDPを性能面で上回る大型有機ELディスプレイの開発等を推進する。

《13》低損失オプティカル新機能部材技術開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

動作原理に近接場光を用いる低損失オプティカル新機能部材の基盤技術、材料・加工技術、光学特性評価技術、低損失偏光制御部材の開発を行うことを目的に、東京大学大学院工学系研究科教授 大津 元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①「基盤技術研究開発」

(1) ナノ構造部材数値解析シミュレーション技術

平成20年度までに開発した数値解析手法の研究開発項目②(1)への導入を図ることとし、本開発は完了とする。

(2) ナノ構造部材作製技術

最終仕様に適するような、数十nmレベルの偏光板等、オプティカル新機能部材の材料と加工精度の作製要素技術内容を明らかにする。低損失偏光制御部材については、3次元ナノ構造素子形成基礎技術を検討するとともに、ナノ構造金属部材作製技術を絞込んで最適作製プロセスの技術内容を明らかにする。近接場光を信号キャリアとするナノ構造新機能部材については、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 技術による半導体量子ドットの形状制御技術、材料制御技術を更に向上させ、室温動作に向けた材料・構造の最適化構成に対する作製技術内容を明らかにする。

(3) ナノ構造部材評価技術

想定する偏光板の試作仕様に合わせた100nm程度の空間分解能を持つ二次元プラズモン評価技術を開発する。また、光ナノプローブ及びプローブを搭載しかつ伝搬光を入力するカンチレバー導光部を含めた、光ナノプローブシステムの基本構成を明らかにする。

(4) ナノ構造部材オプティカル新機能応用技術

光論理ゲート素子の動作温度向上・最適構造を明らかにするため、最適材料・構造に関する基本特性確認、ナノ加工による特性確認を継続し、光論理ゲートの構造を明らかにする。また、ナノ粒子分散型材料を用いた近接場光導波機能を実現するため、平成20年度までの材料開発結果を元に、近接場光導波機能の実現に向けての問題点を抽出し解決の方策を得る。

研究開発項目②「ナノ構造を用いた偏光部材研究開発」

(1) ナノ構造を用いた偏光制御部材設計技術

20年度までに検討した解析的手法による偏光制御部材の基本動作原理の検証を進めるとともに、研究開発項目①(1)で開発された数値解析シミュレーション技術を導入し、遺伝的アルゴリズムや統計的手法等による偏光制御部材の最適設計の開発に取り組む。

(2) ナノ構造を用いた偏光制御部材作製技術

20年度までに開発したナノ構造を用いた偏光制御部材作製技術を用い、実用化レベルの大きさの素子(数mm角サイズ)で偏光制御部材の基本動作原理の検証を行うとともに、最終目標(透過率75%以上)を可能とする偏光制御部材の試作を行う。また、実用デバイスに適用可能な積層構造素子作製のための要素技術の確立を目指し、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 装置等を用いたナノ構造形成後の平坦化技術の開発、試作を行う。

[21年度業務実績]

東京大学大学院工学系研究科教授 大津 元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した。

研究開発項目①「基盤技術研究開発」

(2) ナノ構造部材作製技術

以下より、最終仕様に適するような、数十nmレベルの偏光板等、オプティカル新機能部材の材料と加工精度の作製要素技術内容の目途を得た。

低損失偏光制御部材については、3次元ナノ構造素子形成基礎技術としてAu3層立体構造素子を試作し、高アスペクト比構造形成技術として、A1ライン・パターンを試作した。また、微小領域光学特性評価方式を用いて、試作した30μm角偏光選択素子の光学特性を評価・解析し、作製条件にフィードバックした。

近接場光を信号キャリアとするナノ構造新機能部材については、MBE技術による半導体量子ドットの形状・材料制御技術として、埋込み(Cap)層の成長条件を最適化し、室温において、従来の2.5倍強度の1層量子ドット発光と、積層量子ドット発光強度の大きな増強とを確認した。以上より、ナノ構造金属部材作製技術を絞込んで最終目標達成に向けた最適作製プロセスの目途を得た。

(3) ナノ構造部材評価技術

ロッド状の標準試料等を用いて、S/N (Signal-Noise ratio) 向上を目的とした高感度検出法の構築を行い、また、チップ増強ラマン散乱分光法、チップ増強発光法、チップ増強レイリー散乱法の比較と絞り込みを行った。提案した光ナノプローブと、プラズモンカップリングにより伝搬光をプローブに効率よく導光するカンチレバー導光部を含めた、光ナノプローブシステムの基本構成を明らかにした。

(4) ナノ構造部材オプティカル新機能応用技術

光論理ゲート素子の最適な素子構造を想定した試作を行い、単層量子ドットからの室温PL発光を確認した。また、ナノ粒子分散型材料を用いた近接場光導波機能を実現するため、これまで得られた成果をもとに、量子ドットの意図した場所への形成および、波長変換素子の動作確認・評価の方策を得た。

これにより、最終目標を達成できる目処を得た。

研究開発項目②「ナノ構造を用いた偏光部材研究開発」

(1) ナノ構造を用いた偏光制御部材設計技術

平成20年度に開発した光学特性計算技術と「基盤技術研究開発①(i) ナノ構造部材数値解析シミュレーション技術」で開発された数値シミュレーション技術を導入し、従来の方式との比較・検証を行い、遺伝的アルゴリズムによる偏光制御部材の最適構造設計技術を開発した。また、

最終目標を達成しうる偏光制御部材の構成として、偏光制御部材に使用する金属材料を選定し、積層構造からなる基本素子構成を示した。

(2) ナノ構造を用いた偏光制御部材作製技術

平成20年度までに開発したナノ構造を用いた偏光制御部材作製技術を用い、実用化レベルの大きさであるmmオーダーの金属ナノ構造素子を作製する技術を開発し、偏光制御部材の構成要素の試作および光学評価を行い、また積層構造を有する偏光制御部材を実現するためのナノ構造形成後の被膜・平坦化技術、および積層構造の作製技術を開発・試作を行い、最終目標達成の方向性を得た。

《14》有機発光機構を用いた高効率照明技術の開発 [平成19年度～平成21年度]

[21年度計画]

省エネルギー化の早急な実現に向け、生活照明用途に使用される蛍光灯照明等を代替可能とする高機能な有機発光光源の開発を目的に、パナソニック電工株式会社技監 菺田 卓哉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①「生活用照明を代替する高性能照明光源の開発」

(1) 高演色性マルチユニット素子構造の技術開発

現状の高演色性蛍光灯の平均演色評価数に匹敵する $Ra = 95$ 以上の高演色の白色発光を有し、輝度 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 、かつ、効率 $35\text{lm}/\text{W}$ 以上の初期特性を有し、輝度半減寿命4万時間以上の有機EL照明光源を実現する。また、これを基板サイズ 10cm 角以上の有機EL照明光源で実証する。

(2) 有機ELの寿命支配要因の解明

高演色性発光素子の寿命支配要因解明のための層間界面部分の膜質変化等の精密分析手法の確立に向け、有機層間の界面部、有機層と中間層を構成する無機層との界面部、電極上に塗布成膜される有機層の界面部の膜質変化を分析・評価する。また、寿命向上に寄与する可能性が示された界面を備える素子を試作し、実デバイスでの効果を定量的に評価する。

研究開発項目②「高演色性光源デバイスの省資源型製造プロセス技術の開発」

(1) 大気圧下での薄膜層形成技術の開発

膜厚 $30\text{nm} \pm 3\%$ 以下の有機層を $200\text{mm}/\text{s}$ 以上の速度で均一に成膜可能で、成膜面周囲の不均一領域幅を 5mm 以下とする、塗布技術等を用いた大気圧下均一薄膜形成技術を開発する。

(2) 省資源型の高速蒸着プロセス技術の開発

材料使用効率 70% 以上、発光層成膜速度 $8\text{nm}/\text{s}$ 以上、基板温度 100°C 以下で保持できる高速搬送が可能な省資源型の高速蒸着プロセス技術を開発する。

(3) 封止プロセス技術の開発

初期輝度 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 以上で輝度半減寿命4万時間以上の安定点灯が可能な放熱特性を有し、かつ、保管寿命8万時間以上の封止性能を有する封止プロセス技術を開発する。また、これを 10cm 角以上の発光面積で実証する。なお、保管寿命とは無負荷状態での輝度半減時間、加速劣化試験によって無負荷時間を換算する。

[21年度業務実績]

パナソニック電工株式会社技監 菺田 卓哉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①「生活用照明を代替する高性能照明光源の開発」

(1) 高演色性マルチユニット素子構造の技術開発

マルチユニット素子光学設計技術の開発、光取り出し技術の開発、高性能電子輸送材料の開発等を行い、最終目標である平均演色評価数 $Ra = 95$ 、輝度 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 、効率 $37\text{lm}/\text{W}$ 、輝度半減寿命4万時間を達成した。また本目標を基板サイズ 10cm 角の有機EL照明光源で実証した。

(2) 有機ELの寿命支配要因の解明

有機層界面部の膜質変化の分析・評価を行い各プロセス処理における膜密度と膜圧の相関を解明した。加えて、界面を備える素子を試作し、酸を用いた複合的界面処理により約6倍以上の長寿命化の効果が確認された。

研究開発項目②「高演色性光源デバイスの省資源型製造プロセス技術の開発」

(1) 大気圧下での薄膜層形成技術の開発

均一な薄膜層形成を実現する方式を開発して、最終目標である不均一領域幅 5mm 以下、膜厚 $30\text{nm} \pm 3\%$ 、 $200\text{mm}/\text{s}$ 以上の搬送速度の薄膜形成を達成した。

(2) 省資源型の高速蒸着プロセス技術の開発

共蒸着源を適用した高速蒸着プロセス技術を開発して、最終目標である材料使用効率 70% 以上、発光層成膜速度 $8\text{nm}/\text{s}$ 以上、基板温度 100°C 以下での省資源型蒸着を達成した。

(3) 封止プロセス技術の開発

薄型封止方式を開発して、最終目標である初期輝度 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 以上で輝度半減寿命4万時間以上、保管寿命8万時間以上の品質を達成した。本目標を 10cm 角以上の有機EL照

明光源で実証した。

《15》次世代大型低消費電力プラズマディスプレイ基盤技術開発【課題助成】[平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

低消費電力を実現する次世代大型プラズマディスプレイに係る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①「パネル構成材料技術開発」

PDPの放電における詳細な保護膜の二次電子放出機構を解明し、新規高 γ 材料の放電特性・材料物性を検討する。

研究開発項目②「プロセス・設備技術開発」

研究開発項目①の新しい保護膜材料の対プロセス環境特性を詳細に把握すると同時に、実用的なプロセスの検討を行う。

研究開発項目③「パネル設計・駆動技術開発」

研究開発項目①の新しい保護膜材料に適したセル構造と放電制御技術探索を行う。

[21年度業務実績]

平成21年度行った中間評価では、計画を上回る十分な研究成果が得られ、新たに出現した課題に対しても適切な処置が取られていると評価された。結果、新方式のパネル製造プロセスの実用化検討を追加するとともに、プロジェクト期間の前倒しを実施した。材料について「短期間で実用化できる材料」と「実用化には少々時間を要するが低電圧化効果の大きい材料」の2つに絞り込み検討を行うこととした。

研究開発項目①「パネル構成材料技術開発」

PDP放電における二次電子放出機構を解明し、目標の低電圧化が実現可能な新規高 γ （二次電子放出係数）保護膜材料を複数得て、実用化に向けた評価を開始した。

研究開発項目②「プロセス・設備技術開発」

研究開発項目①で得られた新規高 γ 保護膜材料を用いて、対プロセス環境特性を評価し、実用的なパネル製造プロセス実現に向けた課題抽出を行った。

研究開発項目③「パネル設計・駆動技術開発」

研究開発項目①の新規高 γ 保護膜材料に適したセル構造と放電制御技術探索を行った。さらに、補正事業として小型パネルを使用した低電圧駆動実用化技術の実証実験を実施した。

以上により、当初計画より1年前倒しでH22年度末に最終目標を達成できる見通しを得た。

《16》次世代大型低消費電力液晶ディスプレイ基盤技術開発【課題助成】[平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

低消費電力を実現する次世代大型液晶ディスプレイに係る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①「装置技術及びプロセス技術の開発」

新規成膜装置で作製したTF Tの特性評価を行う。また、成膜条件を見極め、大型基板用成膜装置の要素技術の検証を開始するとともに、大型化に向けた評価装置の構想設計に着手する。新規ウェット洗浄装置技術開発では、大型基板用装置を試作し、洗浄力の評価、検証を実施する。新規露光装置技術開発では、実基板を用いて総合的な露光技術の検証を行う。

研究開発項目②「画像表示技術の開発」

画像表示技術としカラーフィルタ不要な新規高効率バックライトシステムの原理確認を実施し、試作・評価を通じて課題抽出を行う。また、人間工学的画像評価と液晶テレビの光学指標値の関係の解析を継続する。さらに、人間工学的画像評価手法の向上を図る。並行して、液晶テレビバックライトの光学指標値の画面分布を測定するシステムの改良を行うとともに測定値のデータベース化を行う。

研究開発項目③「高効率部材の開発」

LEDバックライト評価方法について、輝度ムラ、色ムラの測定結果と主観評価結果の相関を取り、主観評価結果を数値化する検討を実施する。また、LEDバックライト光学系の試作・評価を行うとともに、高効率化構想に着手する。

[21年度業務実績]

平成21年度行った中間評価では、次世代技術として主要となる要素を適切に取り上げ、ほとんどのテーマで中間目標を達成していると評価された。指摘事項である信頼性に関する検討が更に必要であることについては、膜の製造条件最適化の評価項目のひとつとして検討を行う。計画の見直しが必要であることが指摘された超高速新規表示モードに関しては、中止も含めて研究計画の見直しを行うこととした。また、プロジェクト参画者間の連携不足については、毎月開催の技術委員会等の打ち合わせにて、プロジェクト参画者の共通認識として開発の進捗や方向付けを実施し十分な連携関係を持って運営し、更に守秘性確保が要素技術の統合と擦り合わせ技術の障害にならないよう協議・検討の上推進することとした。

研究開発項目①「装置技術及びプロセス技術の開発」

新規成膜装置技術開発では、基本技術を確認しTF T試作において中間目標に設定したTF Tの高性能化を達成した。また、大型化に向けた取り組みを開始した。新規ウェット洗浄装置技術開発では、

基本原理の確認に加え、高い洗浄能力を保有する手法を見出せた。また、実プロセスラインへの適用のための装置構成および検証を進め、大型基板用装置の設計に着手した。新規露光装置技術開発では、基礎的な露光技術の検証を実施し、高スループットを保有する装置構想を得ることができた。更に、新規半導体層を適用したTFT作製プロセスについて、プロセス条件の最適化を進め、新規なTFT作製プロセスを構築した。

研究開発項目②「画像表示技術の開発」

新規表示モードについては、高速・広視野角・高コントラストを実現する材料開発及び改良を行い、簡易素子で現在の液晶テレビに使われている表示モードに比べて高速であることを確認した。これにより、カラーフィルタ不要な新規画像表示モードの見通しを得ることができた。また、人間工学的画像評価を行う上で必要となる、高画質を評価するための低輝度光源およびその評価システムを構築し、所期の目標を達成した。

研究開発項目③「高効率部材の開発」

輝度ムラの主観評価実験結果から輝度ムラ評価指標の定式化を行った。また、色ムラ評価への拡張準備として輝度を自在に制御し、色ムラを表示できるLEDバックライトシステムを完成させた。上記開発と並行して、分光計測方法の評価機を開発し、その性能を評価した。これまでに考案したバックライト技術を用いる高効率画像表示技術を用いてのカラーフィルタレス化にも取り組み、高効率化の可能性を原理実験で確認した。

《17》次世代大型有機ELディスプレイ基盤技術の開発（グリーンITプロジェクト） 〔平成20年度～平成24年度〕

〔21年度計画〕

大型有機ELディスプレイを実現する共通基盤技術開発に取り組み、ディスプレイ機器の大幅な省エネルギーの達成等を目指すことを目的に、ソニー株式会社業務執行役員SVP、コーポレートR&Dディスプレイデバイス開発本部本部長 占部 哲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①「低損傷大面積電極形成技術の開発」

- ・大面積にわたって低損傷電極形成に関わる製造プロセスを具体化し、評価・解析を行う。また、当該電極の特性データを蓄積し、具体化された製造プロセス技術との親和性について検討する。
- ・電極形成時における有機膜へのダメージ付与要因の解明並びにダメージと発光特性及び寿命特性との関係について評価を行う。

研究開発項目②「大面積透明封止技術の開発」

- ・大面積製膜に適応可能な封止技術のプロセス手法・膜構造について具体化する。また、透明封止材料について探索を行い、材料の絞り込みに向けたデータ蓄積を行い、プロセス手法との技術的親和性についても検討する。
- ・封止膜の透明性、均一性、屈折率等と光取り出し技術との関係を検討するための光学解析アルゴリズムの開発を行う。

研究開発項目③「大面積有機製膜技術の開発」

- ・有機EL素子を構成する有機膜に関して、大面積均質製造技術を実現するため、溶液プロセス、印刷製法、真空プロセスなど有機製膜に関わる種々のプロセス技術を比較し、大面積有機製膜に利用可能な手法の候補絞り込みに向けたデータの蓄積を行う。
- ・上記の有機製膜法それぞれ自体がパターン化プロセスを内包している技術については、パターン化技術についても、データ蓄積を行うことによって最終目標に向けた取り組みの方向性を検討する。
- ・上記手法によって作製された有機EL素子の膜質評価、材料評価解析を行い、技術課題の抽出を行う。
- ・大面積製膜を実現するための開発課題抽出のため、有機EL素子用材料の膜成長過程についての検討を推進する。

研究開発項目④「大型ディスプレイ製造に向けた検証」

- ・上記①②③の個別要素技術を適用した大型ディスプレイ製造を想定し、消費電力、大型適応化を見積もる方法の検討を行い、目標達成に向けて注力すべき開発ポイントを抽出し、個別要素技術の効率的開発にフィードバックさせる。

〔21年度業務実績〕

ソニー株式会社 業務執行役員SVP、コアデバイス開発本部 ディスプレイデバイス開発部門部門長 占部 哲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。

研究開発項目①「低損傷大面積電極形成技術の開発」

- ・低損傷大面積電極形成に関わる製造プロセスを具体化し、評価・解析を行った。
- ・小型基板対応の透明電極形成装置を開発して、成膜ダメージ、可視光損失率の評価を行い、技術課題を明確化した。
- ・補正事業として、対角10インチ以上の基板に対応した電極形成実験装置を導入して、より実用に近い評価・課題抽出を行った。

研究開発項目②「大面積透明封止技術の開発」

- ・封止構造および封止プロセス技術の開発を行い、性能評価を開始した。また、封止材料候補を絞り

込み、封止プロセス技術との技術的親和性の検討を開始した。

- ・光学解析アルゴリズムの開発を開始した。

研究開発項目③「大面積有機製膜技術の開発」

- ・有機成膜プロセス技術を比較し、有望技術である面蒸着技術、有版印刷技術を大面積有機製膜に利用可能な手法候補として検討した。
- ・補正事業として、対角10インチ以上の基板に対応した蒸着実験装置を導入して、より実用に近いデータを抽出し反映した。
- ・面蒸着技術、有版印刷法によるパターン化技術のデータ蓄積・課題抽出を行った。
- ・有機EL素子の膜質評価、材料評価を行った。
- ・有機EL素子用材料の膜成長過程の分析を行った。

研究開発項目④「大型ディスプレイ製造に向けた検証」

- ・大型有機ELディスプレイの消費電力をシミュレーションする技術を開発して要素解析を行い、各要素の開発目標を具体化した。

以上により、各研究開発項目それぞれに中間目標として設定した値を達成もしくは達成できる見通しを得ることができた。

《18》次世代高効率・高品質照明の低コストに向けた基盤技術開発 [平成21年度補正]

[21年度業務実績]

高効率・高品質、かつ低コストの次世代照明を実現するための基盤技術開発を行い、次世代照明の早期普及を図ることを目的として、基本計画に基づき、民間企業等に広く公募を行い、実施者の選定を行った。

研究開発の体制構築にあたっては、分析などの基礎的な研究体制強化を目的として、大学を体制に追加した。具体的には、InGaNやAlGaN等、LEDに含まれる材料のヘテロエピタキシャル成長を行った際に新たな点欠陥や構造欠陥を発生させるメカニズムの解明を、先端科学計測技術を駆使して把握し、またその排除方法等の情報を迅速にフィードバックする事で、HVPE法による高品質なGaN基板結晶成長を支援する。

②新製造技術 [後掲：<6>新製造技術分野 ① 新製造技術 参照]

③ロボット技術 [後掲：<6>新製造技術分野 ② ロボット技術 参照]

④宇宙産業高度化基盤技術

[中期計画]

宇宙開発は研究開発中心から利用・産業化の時代に移行しつつあるが、当該分野における中国やインドの急速な台頭もあり、国際競争は一層激化している。

第2期中期目標期間においては、国内産業全般への幅広い波及効果を狙い、宇宙の産業利用促進のための基盤技術（リモートセンシング技術等）、及び、宇宙機器産業の国際競争力強化のための基盤技術（小型化・即応化・軽量化・高機能化・低コスト化・短納期化技術、民生部品の宇宙転用技術、ロケット設計合理化技術、高信頼性化技術等）の開発を行う。例えば民生部品の宇宙転用技術については、第2期中期目標期間中に、宇宙実証衛星への適用数を30種以上とすること等を目標とする。

《1》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22年度]

[21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、我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①「民生部品・民生技術の極限環境適用技術」

民生部品の品種毎の放射線耐性予測方法確立のため、宇宙放射線環境モデルの検討を継続して実施する。実証衛星2号機に搭載した民生部品の宇宙実証結果と地上評価試験結果との比較検討を開始する。

宇宙実証試験としては、実証衛星2号機搭載用実験装置、環境計測装置の維持設計を完了する。また、選定された打上げ機とのインターフェース調整、ペイロード安全性に関する調整を完了する。実証衛星2号機運用管制システムと追跡管制システムとのインターフェース試験を完了し、軌道上運用に供する。実証衛星2号機の打上げに必要な作業を行い、打上げを実施する。打上げられた実証衛星2号機の軌道上運用を開始する。実証衛星2号機に搭載されている民生部品・民生技術の地上試

験結果、実験装置の開発成果等を総合的に分析し、民生部品・民生技術を極限環境で使用するための民生部品・民生技術選定評価ガイドライン、民生部品・民生技術適用設計ガイドラインの第2次案の策定を継続する。

研究開発項目②「極限環境で使用する機器等の開発支援技術」

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。

[21年度業務実績]

研究開発項目①「民生部品・民生技術の極限環境適用技術」

民生部品の品種毎の放射線耐性予測方法確立のため、宇宙放射線環境モデルの検討を継続して実施した。具体的には半導体メモリは、メモリ部品に対する陽子アップセットと重イオンアップセットの断面積間の相関関係式を用いて放射線耐性予測の関係式の精度向上を図り、メモリ部品に対する関係式を導出した。さらに本関係式のメモリ部品以外の半導体素子への拡張性につき課題を整理した。

宇宙実証試験としては、実証衛星2号機に搭載される実験装置、環境計測装置は維持設計を完了し実証衛星2号機に搭載された。同2号機はフライトモデル製作完了後も適切な環境に保管され、定期点検により機能・性能が正常に維持されていることを確認した。また、同2号機と打ち上げ機（ロケット）とのインターフェース及びペイロード安全性を最終確認した。同2号機用運用管制システムと追跡管制システムについては、必要な回線敷設を終え、インターフェース試験を完了した。同2号機の運用に向けてUSEF運用管制センター（USOC）の整備を引き続き実施し、同2号機の軌道上運用ガイドラインの維持改訂、USOCとJAXA地上局設備との適合性試験、運用訓練等を実施した。同2号機に搭載されている民生部品・民生技術については、地上模擬試験結果、実験装置の開発成果等を総合的に分析し、民生部品・民生技術を極限環境で使用するための民生部品・民生技術選定評価ガイドライン、民生部品・民生技術適用設計ガイドラインの第2次案の策定を継続して実施した。民生部品・民生技術データベースには、現状、地上模擬試験と実証衛星1号機の成果を合わせて219種まで登録を完了した。

なお、同2号機は打ち上げ機（ロケット）の不具合調整によるスケジュール遅延により、打ち上げが平成22年度に延期となった。

研究開発項目②「極限環境で使用する機器等の開発支援技術」

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、工数削減、ミスの低減、品質の向上等に関する効果の確認を行った。

《2》次世代輸送系システム設計基盤技術開発 [平成14年度～平成22年度]

[21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）を確立することを目的とし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目「ミッション対応設計高度化技術の研究開発」

- (1)「飛翔中データ取得・機体評価技術」の技術仕様の確認試験を行う。
- (2)「ミッション対応設計情報一元管理技術」において、実証試験を計画し、一部を実施する。
- (3)「打上げ当日ミッション解析・評価システム」において、付随するソフトウェアツールの部分試作を行う。

[21年度業務実績]

研究開発項目「ミッション対応設計高度化技術の研究開発」

- (1)「飛翔中データ取得・機体評価技術」の技術仕様として、潜在的故障・不具合の判別を高度な分析により実現する手法について、シミュレーション等による試験を実施し、その技術仕様の有効性を確認した。また、本研究により作成したソフトウェアツールを過去の事例に適用した場合の有効性を確認する評価試験を実施するため、試験要領を作成し、評価に必要なデータ収集等を行った。
- (2)「ミッション対応設計情報一元管理技術」において、標準インターフェース情報、個別インターフェース情報を整理し、システムでの利用準備作業を実施した。また、「ミッション対応設計情報一元管理技術」の実証試験手順書を作成し、一部の実証試験を実施した。
- (3)「打上げ当日ミッション解析・評価システム」において、ソフトウェアツールの基本設計、詳細設計を実施し、部分試作を行った。また、平成20年度の中間評価結果の結果を踏まえ、技術動向に関してフォローアップ調査を実施した。

《3》高性能ハイパースペクトルセンサ等研究開発プロジェクト [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

資源探査、環境観測、災害監視、農林業等、今後地球観測データユーザーのニーズの拡大が期待される応用分野において、広い観測幅による観測頻度の改善、高い波長分解能による識別能力の向上を可能とする世界トップレベルの高性能な衛星搭載型ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの開発を行う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①「センサシステムの開発」

(1) センサシステムの基本設計

平成20年度に引き続いて以下のセンサシステムの基本設計を行う。

- ア) 要求仕様を満足するセンサシステムの全体構成及び各構成要素の基本設計を実施する。
- イ) 実証実験を行う搭載衛星との間のインターフェース設計を実施する。
- ウ) 開発計画の維持、改定を実施する。
- エ) 基本設計の結果について、基本設計審査を実施し、設計結果の妥当性を確認する。

(2) センサシステムの詳細設計

基本設計の結果に基づき以下の詳細設計に着手する。

- ア) 要求仕様を満足するセンサシステムの全体構成及び各構成要素の詳細設計を実施する。
- イ) 実証実験を行う搭載衛星との間のインターフェース設計を実施する。
- ウ) 開発計画の維持、改定を実施する。

(3) 評価モデルの開発

平成20年度に引き続き以下の評価モデルの開発を行う。

- ア) 熱構造モデルの設計・製作
熱構造モデルの製作を行い、試験・評価を行う。
- イ) 機能評価モデルの設計・製作
機能評価モデルの製作を行い、試験・評価を行う。

研究開発項目②「実証実験による検証」

基本設計の結果に基づき宇宙実証用のフライトモデルの設計に着手し、一部部材の調達に着手する。

研究開発項目③「技術動向調査及び市場動向調査」

平成20年度に引き続き、国内外の事業として地球観測事業のセンサ開発、校正検証、運用、データ配布を行う先行事例も踏まえ、本センサによる地上運用、校正検証、観測データの配布・普及の方策及び体制等について検討する。また、事業化に向けた障壁、必要な前提条件、具体的なビジネスモデル等について検討する。

[21年度業務実績]

高性能衛星搭載型ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの開発を行うことを目的に、東京大学先端科学技術研究センター教授 岩崎 晃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①「センサシステムの開発」

(1) センサシステムの基本設計

センサシステムの全体構成及び各構成要素の基本設計を実施し、搭載が想定される衛星を前提とした基本設計審査で、VNIR（可視近赤外域）で450以上、SWIR（短波長赤外域）で300以上の高S/N比（信号量Sの雑音量Nに対する比率）データを実現するセンサシステム設計の妥当性を確認した。また、衛星インターフェース仕様及び中間評価の結果を反映して追加されたハイパースペクトルセンサの独立ポインティング、データ圧縮機能について、基本設計を実施した。

(2) センサシステムの詳細設計

搭載が想定される衛星を前提とした基本設計審査の結果をもとに、ハイパースペクトルセンサの独立ポインティング、データ圧縮機能及び衛星インターフェース詳細項目を除いた、センサシステムの全体構成及び集光光学系、分光検出系、信号処理部、校正系、構体、機上校正方式等の各構成要素の詳細設計に着手した。

(3) 評価モデルの開発

センサシステムの要素技術開発での要素試作評価結果及び搭載が想定される衛星を前提とした基本設計審査の結果に基づき、熱構造モデル及び機能評価モデルの設計を行い、製作に着手した。

研究開発項目②「実証実験による検証」

搭載が想定される衛星を前提とした基本設計審査の結果に基づき、宇宙実証用のフライトモデルの製造設計、部品調達を開始した。

研究開発項目③「技術動向調査及び市場動向調査」

国内外の技術動向、市場動向等の情報収集及び分析を実施し、開発計画、開発仕様に反映した。また、本センサによる地上運用、校正検証、観測データの配布・普及の方策及び体制等について検討し、民間がデータ利用する仕組み及び官民のインフラ整備と分担の可能性について検討を行った。

《4》小型化等による先進的宇宙システムの研究開発 [平成20年度～平成22年度]

[21年度計画]

国際競争力の強化のため、我が国の強みである民生部品及び民生技術等を適用した高機能、低コスト、短納期な、小型化等による先進的宇宙システムの開発技術を確立することを目的として、以下の研究開発を行う。

(1) 先進的な宇宙システム開発アーキテクチャの確立

平成20年度に策定した各基準や方針、考え方を開発中のバスシステム開発に可能な範囲で適用するとともに、その維持改定を実施する。さらに、開発中のバスシステムに留まらず将来のビジネス展開する小型衛星に適用可能な基準、方針及び考え方を策定する。

また、先進的な宇宙システムに使用する民生部品について、シングルイベント耐性評価を継続し実施する。

(2) 標準的小型衛星バスの開発

衛星バスの開発並びにミッション機器インテグレーションを含む衛星システム開発を継続して実施する。平成20年度に実施した設計結果に基づき、構造モデルの開発モデル（EM）を製作し、試験を実施する。その他の搭載機器フライトモデル及び搭載ソフトウェアについては設計・製造・試験を実施する。

(3) 搭載ミッション機器の開発

平成20年度に実施した設計結果に基づき、地球観測ミッション系の光学センサ系、ミッション制御部及び直接伝送系フライトモデルの製造・試験を実施する。

[21年度業務実績]

(1) 先進的な宇宙システム開発アーキテクチャの確立

平成20年度に策定した各基準や方針、考え方を開発中のバスシステム開発に可能な範囲で適用するとともに、その維持改訂等を実施した。

具体的には、中小企業等へのスペースワイヤ（バスシステム内機器を接続する標準インターフェース）普及への課題抽出・検討、インターフェース基準案のブラッシュアップ、民生部品・民生技術のみで構築した仮想衛星モデルでのリスク評価・管理方式の検討、民生機器採用方針の見直し、地上機器に採用されつつあるHALT（高加速寿命試験）の適用性検討、試験検証の低コスト・短工期化の検討、衛星及び衛星運用の自動化・自律化の調査と方向性検討、場所に依存しない運用形態に必要な技術的要素の抽出等を実施した。

さらに、先進的な宇宙システムに使用する民生部品について、シングルイベント耐性試験を実施し、民生部品採用判断の一つの基準となる地上でのシングルイベント耐性データを収集した。

(2) 標準的小型衛星バスの開発

将来ビジネス展開できる300kg級クラスの小型衛星バスの開発及びミッション機器インテグレーションを含む衛星システム開発を実施した。設計上明らかになった課題（打ち上げ時総質量の低減、ロケットと地上運用システムとのインターフェースの設定、開発計画でのクリティカルパスなど）については、設計前提条件を詰めるべく検討・調整を進めた。開発モデル（EM）の設計・製造試験に関してはJAXAとの共同実施にて、開発モデルの開発を実施した。その他の搭載機器フライトモデル及び搭載ソフトウェアについては設計・製造・試験を実施した。

(3) 搭載ミッション機器の開発

平成20年度に実施した設計に基づき、300kg級クラスの小型衛星バスに搭載可能で高度400kmにて1m以下の分解能を有する地球観測ミッション系の主鏡の製造を含む光学センサ、ミッション制御部及び直接伝送系フライトモデルの製造・試験を実施した。

(4) 高解像度の画像情報の取り扱いに係る米国動向等の調査・分析

衛星画像情報に係るデータ利用の在り方を法制化・運用している米国やカナダのリモートセンシング商業化法を例にとり、その法令化の背景、法律の運用状況、商業化促進の考え方等を調査・分析した。

< 3 > 環境分野

[中期計画]

平成17年2月の京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの排出抑制の一環として地球温暖化係数の低いフロン代替物質の工業的合成技術開発、ノンフロン化の技術開発を実施してきた。これらの技術開発及び成果普及を通じて、地球温暖化対策推進大綱での目標である95年比で+2%以下の削減目標を達成できることが明らかとなり、さらに京都議定書目標達成計画では+0.1%以下という厳しい目標を掲げられた。

また、3R分野では、循環型経済社会システムの構築に向け、着実な改善が見られる等対策の効果が現れてきている。

第2期中期目標期間中においては、環境保全を図りつつ資源・エネルギーの効率的利用を促進する持続可能な社会構築を実現するとともに、健康の維持や生活環境の保全を図り将来にわたって生活基盤と産業基盤を両立させていくことを目指して、温暖化対策技術、3R関連技術、輸送系低環境負荷技術等の課題に重点的に取り組むため、以下の研究開発等を推進する。

① フロン対策技術

[中期計画]

代替フロンについては、より厳しい排出削減目標値を設定されており、温室効果の低い物質の開発とともに、その普及や代替フロン等3ガスの排出抑制設備の導入・実用化支援事業等、京都議定書第1約束期間の目標達成に直接貢献することが求められている。

第2期中期目標期間では95年比で代替フロン等3ガスを+0.1%以下にするという目標達成に貢献するべく、温室効果の低いフロン代替物質の合成技術の開発成果等の一層の普及に力を注ぐとともに、冷凍空調分野、断熱材分野でのノンフロン化の技術開発を促進し、京都議定書第1約束期間のみならずポスト京都議定書を見据えたフロン排出削減技術開発事業を展開する。さらに、我が国が開発した効率の良い温室効果ガス排出削減技術の海外移転を促進し、我が国が地球規模での地球温暖化対策防止に貢献できるようリーダーシップを発揮することを目指す。

《1》 ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発【委託・課題助成】[平成17年度～平成22年度]

[21年度計画]

オゾン層の破壊及び温室効果等の環境影響が少ないノンフロン型冷媒を用い、かつ省エネルギー性に優れ市場的にも有効である安全・安心・快適な冷凍空調システムの開発を目的に、東京大学新領域創成科学研究科教授 飛原 英治氏をプロジェクトリーダーとし、以下の機器分野ごとに基礎研究、実用化研究を実施する。

平成21年度は平成20年度までの研究開発を進展させる他、委託事業として研究開発項目「実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築」についての基礎研究を新たに公募し、下記研究開発項目ごとにノンフロン型冷媒の適用検証・試作機～実証試験等を主に、最終目標達成を目指して実施する。また、本プロジェクトの成果を発信することを目的として、次世代冷凍空調技術国際会議2010（仮称）を実施する。

研究開発項目①「住宅分野におけるノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」

住宅用換気空調機器へのデシカント換気空調バッチ調湿器のシステムの要素機器試験、改良、環境試験による性能検証及びシステム効率向上技術を開発する。RACについてはノンフロン型冷媒の適用に係る材料及び冷凍機油の適合性評価、空調システムの要素機器試験、改良、環境試験による性能検証及びシステム効率向上技術を開発する。

研究開発項目②「業務分野におけるノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」

業務用冷凍空調機器へのノンフロン型冷媒の適用に係る冷凍（冷蔵空調）システムの要素機器試験、改良、環境試験・フィールドテスト（FT）による性能検証及びシステム効率向上技術を開発する。

研究開発項目③「実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築」

上記①～②の成果評価に資するべく、候補冷媒の製品寿命気候負荷評価、燃焼特性試験、有害性評価、暴露評価、熱物性特性の計測、実験式作成、シミュレーション及び性能評価試験等により候補冷媒のライブラリ構築、リスク評価を実施する。

[21年度業務実績]

東京大学新領域創成科学研究科教授 飛原 英治氏をプロジェクトリーダーとし、以下の機器分野ごとに基礎研究、実用化研究を実施した。

本プロジェクトは平成21年度終了の計画であったが、ノンフロン型冷媒による安全・安心・快適な省エネ冷凍空調システム開発は、地球温暖化防止対策のひとつとしてポスト京都に向けた重要な研究であるとの総合科学技術会議の評価を受けて、平成22年度まで研究期間を延長した。

平成21年度は平成20年度までの研究開発を進展させる他、委託事業として研究開発項目「実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築」についての基礎研究を公募し、新たに「エアコン用低GW混合冷媒の物性評価とLCCP評価」研究1件を採択した。また、本プロジェクトの成果を世界に向けて発信することを目的として「次世代冷凍空調技術国際会議2010」を開催し、世界の研究者による活発な意見交換を行った。

研究開発項目①「住宅分野におけるノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」

・住宅用換気空調機器へのデシカントシステムの研究は、要素機器試験、改良、環境試験による性能

検証及びシステム効率向上により、再生効率、流路切替方式を改良した要素機器を組み込んだシステム、及び全熱交換モジュールを改良した住宅用省エネ調湿システムを開発した。

- ・ R A C システムの研究は、ノンフロン型冷媒の適用に係る材料及び冷凍機油の適合性評価、空調システムの要素機器試験、改良、環境試験による性能検証及びシステム効率向上により、候補となる新規低 G W P 冷媒の実用化可能性に向けた課題を抽出した。

研究開発項目②「業務分野におけるノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」

- ・業務用冷凍空調機器への C O₂ 冷媒の適用に係る冷凍・冷蔵・空調システムの研究は、要素機器試験、改良、環境試験・フィールドテストによる性能検証及びシステム効率向上により、従来のフロン型冷凍システムに対し、廃熱を用いて温水を活用するタイプの省エネ機器を開発した。

研究開発項目③「実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築」

- ・候補となる新規低 G W P 冷媒の L C C P 評価、燃焼特性試験、有害性評価、暴露評価、熱物性特性の計測、実験式作成、シミュレーション及び性能評価試験等により、新規低 G W P 冷媒のライブラリ構築、リスク評価を実施し、上記①～②の研究開発に反映するとともに、世界に先駆けて「次世代冷凍空調技術国際会議 2 0 1 0」を開催し、これら最新の研究成果を情報発信した。さらに、平成 2 2 年度までの研究延長を踏まえ、ルームエアコンの L C C P 評価のための使用実態調査に着手した。

《2》革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト【委託・課題助成】[平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

高分子素材の発泡等による断熱材分野において、平成23年度までに、現状のフロン系硬質ウレタンフォームと同等以上（熱伝導率 $\lambda \leq 0.024 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ を目安）の断熱性能を有し、かつ、実用化、市場化に際して経済性を考慮した上で、従来技術と比肩して優位性のある性能・特徴を有する革新的なノンフロン系断熱技術を確立するための技術課題を解決することを目的に、京都大学大学院工学研究科教授 大嶋 正裕氏をプロジェクトリーダー、ウレタンフォーム工業会専務理事 横山 茂氏をサブプロジェクトリーダーとし以下の研究開発を実施する。

下記研究開発項目①、②について、平成20年度の研究開発を進展させ、詳細な検証・試作機の製作等を実施する。

研究開発項目①「革新的断熱技術開発」

原料改造による断熱性能（初期、経時）向上技術の検討、低地球温暖化係数（GWP）を有する発泡剤の合成技術の開発、熱伝導率の測定、環境影響評価、安全性、安定性の評価、セルの微細化、高空隙率技術の開発、高断熱性ノンフロン発泡体の成形技術の確立、発泡体構造体中への低熱伝導率の導入技術の開発、発泡剤の効率的な合成方法の検討、既存のウレタンフォーム相当の断熱性能を有する断熱材の製造可能性の実証と安定性・安全性の評価、初期熱伝導率の低減方式の検討、熱伝導率の劣化抑制技術の開発、高バリア性（低二酸化炭素透過性、真空度高保持性）発泡体の開発、及び L C A 評価（熱伝導率劣化試験）を実施する。

研究開発項目②「断熱性能等の計測・評価技術開発」

熱減衰率から熱伝導率への換算方式を開発するとともに、自己評価表と簡易評価ツールを完成する。

[21年度業務実績]

京都大学大学院工学研究科教授 大嶋 正裕氏をプロジェクトリーダー、ウレタンフォーム工業会専務理事 横山 茂氏をサブプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。また中間評価を実施し、その結果、事業化、低コスト化、法規制対応について関連事業毎に検討することとした。

研究開発項目①「革新的断熱技術開発」

- ・原料改造は、疎水ポリオールにより熱伝導率 $0.0225 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ を達成した。フォームのガスバリア性と確立ガス透過性測定方法を確立した。新規シリカナノ粒子添加により熱伝導率 $0.0235 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ を達成した。
- ・低 G W P 発泡剤の合成技術開発は、有力候補化合物の大気寿命は1ヶ月以下、GWP値は1.9以下であることを確認した。
- ・セルの微細化は、ポリマーのブレンドによりナノオーダーの発泡体の構成を達成した。
- ・高空隙率技術の開発は、気泡径を $10 \mu\text{m}$ から 100 nm オーダーに小さくすることを達成した。
- ・高断熱性ノンフロン発泡体の成形技術確立は、特定発泡体構造において独自開発セル構造の形成、及び、構造制御等熱伝導率低減とその維持が可能であることを確認した。
- ・発泡剤の効率的な合成法の検討は候補化合物のより効率的な合成法を発見した。
- ・既存ウレタンフォーム相当の断熱材製造可能性の実証は、従来のシリカエアロゲルより強度と加工性を大幅に向上し、熱伝導率 $0.018 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ を持つ断熱材試料を作成した。
- ・高バリア性発泡体の開発は、架橋性樹脂と熱可塑性樹脂ポリスチレンのブレンド体に炭酸ガスを含浸させ、UV光をあてることにより $0.033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 以下を実現した。PURFをガスバリア樹脂で被覆する事により経時劣化速度の抑制を達成した。ガスバリアフィルム製の膜基本技術を確認し、目標の現行PETフィルム比べ100倍以上のバリア性能発現を確認した。断熱シートの耐久性加速テストで5年相当まで熱伝導率はほぼ変化無いことを確認した。
- ・L C A 評価（熱伝導率劣化試験）の実施では、C O₂と低GWP可燃性物質の混合ガスをPURF発泡剤として用いた場合、GWPは現在のHFCの $1/200$ 以下であることを解明した。

研究開発項目②「断熱性能等の計測・評価技術開発」

- ・熱減衰率から熱伝導率への換算は、2つの標準試料を用いた比較法による回帰曲線の最適化により達成した。
- ・自己評価表と簡易評価ツールは、断熱材と測定技術の実用性評価技術として、
 - (a) 実用性評価指針・自己評価表の作成
 - (b-1) 発泡プラスチック系断熱材の断熱性能変化の簡易予測ツールの作成
 - (b-2) LCCO2簡易試算ツールの作成
 - (c) 実用性評価方法の試用依頼を実施した。

《3》代替フロン等3ガスの排出抑制設備の開発・実用化支援事業【助成】[平成19年度～平成21年度]

[21年度計画]

地方公共団体及び民間企業等における地球温暖化防止への取組を促進するため、代替フロン等3ガスを使用する全ての分野・業種を対象に、その排出抑制設備の適用等（適用に係る評価を含む。）に係る技術開発の事業に対して、必要な費用の一部を助成することにより、その実用化を支援することを目的として公募により実施する。

[21年度業務実績]

地方公共団体及び民間企業等における地球温暖化防止への取り組みを促進するため、代替フロン等3ガスを使用する全ての分野・業種を対象に、その排出抑制設備の導入・適用等（導入・適用に係る評価を含む。）に係る技術開発の事業テーマを公募により募集し、審査の結果、下記の事業テーマを採択し、必要な費用の一部を助成することによりその実用化を支援した。

《研究開発テーマ》

- 1) 低温暖化冷媒を用いた車両空調システムの実用化研究
- 2) 複数製造設備から発生するPFC、HFC排出ガスの一括処理技術の開発・実証
- 3) 代替フロン漏洩検知機能付き大型ショーケースシステムの開発
- 4) ノンフロン現場発泡吹付装置の実用化検討および実用化
- 5) ビル用パッケージエアコンの冷媒漏えい監視システムの導入及び実証研究
- 6) 食品スーパーマーケット向けノンフロン型冷熱システムの実用化技術
- 7) 半導体製造設備における、温室効果ガス排出量抑制システムの実用化検証事業
- 8) 半導体製造ラインPFC、HFC、SF6排気の触媒式集中除害システム実用化事業
- 9) 現場発泡硬質ウレタンフォーム用液化炭酸ガス発泡設備の開発によるHFC排出削減
- 10) 半導体製造に係わる代替フロン等3ガスの排出抑制設備の導入による地球温暖化防止
- 11) 個別分散型空調機における冷媒漏れ検出・遠隔監視に関する実用化研究
- 12) IPSアルファ姫路ラインドライエッチ装置排出抑制設備の導入、実用化
- 13) オフセット印刷機廃熱回収システムによるフロンガス排出抑制
- 14) ウレタン発泡設備の実用化検証
- 15) SF6除害ドライシステム開発による温室効果ガス削減実証評価
- 16) 二酸化炭素冷媒用冷凍機製造設備の開発・実用化
- 17) 断熱建材用発泡ウレタンのノンフロン化技術開発
- 18) 冷凍空調機用改良型配管継手の冷媒漏えい低減の実証研究
- 19) 業務用エアコン配管接続部の排出改善に関する実証研究

上記事業テーマ毎に代替フロン等3ガスの排出抑制設備の導入・実用化を実施し、全ての事業を完了した。これにより、約330万CO₂換算トン（京都議定書第一約束期間中の累計値）の温室効果ガス排出削減が期待でき、民間企業等における地球温暖化防止への取組が促進され、地球温暖化防止に資することができた。

また、本事業の成果と関連事業も含め平成18年度～平成21年度の5年間累計で約1,550万CO₂換算トン（京都議定書第一約束期間中の累計値）の温室効果ガス排出削減が期待できる事業を実施した。

②3R関連技術

[中期計画]

3R関連技術分野においては、主に最終処分量削減技術、有用資源回収利用技術等の開発に取り組むことにより、資源生産性の向上等の政策目標の達成が求められているところである。

第2期中期目標期間においては、従来の最終処分量削減、有用資源回収利用の下流工程を中心とした対策に加え、国際的な技術普及という観点も踏まえ、枯渇性資源及び地球温暖化・省エネに関する上流工程での対策や、資源・エネルギーの有効利用、環境リスクの低減等を考慮した流域圏水再生循環システムの実現に必要な対策等に向けた技術課題の整理及び必要に応じた技術開発等の取組を行う。

《1》省水型・環境調和型水循環プロジェクト [平成21年度～平成25年度]

[21年度計画]

我が国が強みを持つ膜技術を始めとする水処理技術を強化するとともに、こうした技術を活用して、省水型・環境調和型の水循環システムを構築して、国内外での普及支援等を推進し、さらには省水型・環境調和型の水資源管理技術を国内外に普及させることで、水資源管理における省エネ、産業競争力の強化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①「水循環要素技術研究開発」

- 1) 革新的膜分離技術の開発
 - ・分離膜に適用可能な素材の開発。
 - ・新素材を用いた分離膜形成技術の開発。
 - ・分離膜を用いたモジュール化に向けた検討。
- 2) 省エネ型活性汚泥法 (MBR) 技術の開発
 - ・汚泥の大きさ及び性状等基礎的検討。
 - ・低ファウリング (膜閉塞) 膜についての検討。
- 3) 有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発
 - ・亜鉛、ニッケル等 (有用金属) の含浸剤抽出、溶媒抽出による分離・回収法の検討。
 - ・有用金属含有汚泥の酸化物・硫化物沈殿のための汚泥減容化凝縮剤の探索。
 - ・ほう素、ふっ素等 (有害陰イオン) の高選択性・高容量吸着剤の基礎検討、少量試作。
- 4) 高効率難分解性物質分解技術の開発
 - ・オゾン等を用いた促進酸化法による、難分解性物質のモデル廃水での分解機構の解明。
 - ・新機能生物を用いたアンモニア除去に係る実験室レベルでの廃水含有阻害物質の新機能生物への影響検討。

研究開発項目②「水資源管理技術研究開発」

- 1) 水資源管理技術の国内外への展開に向けた実証研究
 - ・水資源管理技術の国内外への展開に向けた水循環システムの実証研究に関する実施サイトの選定や関係機関との調整・協議、実施内容の詳細検討、設備設計等を実施する。
- 2) 水資源管理技術の国内外への展開に向けた調査検討
 - ・広域的水循環運営・管理技術の検討。
 - ・海外の水循環等の動向・実態の調査検討。
 - ・世界水メジャーの競争力分析。
 - ・国内外における戦略的な成果普及活動等の実施。

研究開発項目①2)、3)、4)及び研究開発項目②は、公募により委託者を選定し、実施する。

[21年度業務実績]

東洋大学教授 松尾友矩氏をプロジェクトリーダーに、東京大学教授 山本和夫氏と北海道大学教授 渡辺 義公氏をサブプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。なおプロジェクトの初年度である今年度は、日本国内の優れた研究者を集結させ、研究開発、実証研究、成果普及、調査 (標準化等) を一体となって実施できる体制を構築した。またプロジェクトリーダー、サブプロジェクトリーダーとの技術ヒアリングを定期的に行い、研究開発の進捗状況に応じて的確なフォローを行った。さらに、研究開発項目①の重点テーマに対し、開発加速のための追加予算を執行した。

研究開発項目① 水循環要素技術研究開発

- 1) 革新的膜分離技術の開発
 - ・RO膜の開発
複数種のRO膜薄膜化の試作と、性能向上検討および組成検討を実施した。
 - ・NF膜の開発
極超低圧NF膜の製膜と評価並びに膜構造解析と、高効率運転用のモジュールのエレメント構成部材などの検討を実施した。
 - ・分離膜の細孔計測技術の開発及び標準化に向けた性能評価手法の開発
陽電子消滅法による細孔測定高度化 (不確かさの低減) の検討、並びに、複数の市販RO膜、NF膜についての細孔測定を実施した。併せて各種溶剤に対する分離性能を測定し、細孔と分離性能の相関を検証した。
- 2) 省エネ型膜分離活性汚泥法 (MBR) 技術の開発
 - ・種々の膜素材、孔径の異なる各種シートの基本特性測定と、特性がファウリング (膜閉塞) に与える影響を測定した。小型試験装置を用いた実液試験を実施し、膜洗浄手法効率化の検討を実施した。
 - ・現行膜および試作膜を用いて担体 (サイコロ状のゲルの中に微生物を高濃度に閉じこめたもの) 添加による膜への影響評価実験、並びに小型膜ろ過装置を用いた担体/汚泥比の絞り込みを実施した。高耐久性PVDF平膜の課題抽出と試作膜の膜性能分析を実施した。PVDF: PolyVinylidene DiFluoride
- 3) 有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発
 - ・含浸樹脂を試作して、モデル廃水を用いた亜鉛除去の連続試験により最適含浸率の検討を実施し

た。エマルションフロー法によるニッケルの抽出／吸着の基本特性を確認した。亜鉛除去およびニッケル抽出の抽出／吸着平衡の解析、並びに添加剤による抽出加速機構の解析を実施した。

- ・無電解銅めっき廃液等を用いて分解生成物の解析、分解機構の解析を実施し、酸化物沈殿の最適条件を検討した。金属硫化物の現場での酸化進行状況の実態調査を実施し酸化促進メカニズムの解析を行った。
 - ・新規ホウ素吸着剤の合成を行い、ホウ素吸着特性の評価と解析を行った。ミカン搾汁残渣に担持（化学的に固定）する金属イオンとして複数のイオンを用いたふっ素吸着剤を試作して吸着実験を行い、特性評価並びに解析を行った。
- 4) 高効率難分解性物質分解技術の開発
- ・難分解性化学物質分解
実廃水を用いた1, 4-ジオキサンの分解特性調査を実施し、促進酸化処理による分解反応速度を測定した。分解過程の解析としてpHによる影響を確認した。
 - ・新機能生物利用
中温型／低温型アナモックス菌（嫌気性アンモニア酸化細菌）の連続培養を実施した。アナモックス菌を担体に固定化し、モデル廃水実験、および実排水を用いた予備実験により、窒素除去性能の確認並びに反応阻害物質の新機能生物アナモックス菌への影響検討を実施した。

研究開発項目② 水資源管理技術研究開発

実証研究と調査検討の進捗具合を勘案し、ステージゲート審査を3回実施した。また、NEDOウォーターソリューション&シンポジウムを実施し、本事業全体の成果発信や将来の普及に向けた情報収集など積極的に実施した。

1) 水資源管理技術の国内外への展開に向けた実証研究

国内外で10件のFS等を実施した。水資源管理技術の国内外への展開に向けた水循環システムの実証研究に関する実施サイトの選定や関係機関との調整・協議、実施内容の検討等を実施した。

その中で、「中東等の海外新興地域における小規模分散型水循環事業」、「オゾン処理による中国湖沼浄化プロジェクト」、「海淡・下水再利用統合システム事業」、「豪州における分散型水資源供給システム事業実施可能性調査実証研究」に関してはFSフェーズを終了し、外部委員により構成されるステージゲート審査委員会を経て、パイロットプラントによる実証試験（フェーズ3）に移行した。

2) 水資源管理技術の国内外への展開に向けた調査検討

省水型・環境調和型の水循環システム等の水資源管理技術を国内外に展開する際に必要となる、運営・管理技術の調査、水資源管理技術やそれらを取り巻く環境の国内外動向調査、並びに将来の成果普及戦略に関する調査や、その戦略をにらんだ成果普及活動や標準化動向調査等を実施した。

具体的には、NEDOウォーターソリューション&シンポジウムを開催し、NEDO成果や日本の水関連技術を発信するとともに、海外有識者によって海外の水ビジネスの動向や戦略等講演を行うことによる、国内水関連企業等の啓蒙活動を実施した。

③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。

近年、シックハウス症候、化学物質過敏症が大きな社会問題となってきた。今後は化学物質の製造、利用、廃棄段階などのライフサイクルにわたる適切な管理が潮流となってきた。一方、海外では欧州のREACH（化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規則）、RoHS（電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する指令）規制の導入を始め、中国等においても同じような化学品規制が始まろうとしている。また、国内の産業では、アスベスト飛散による健康被害が報告されている。このように、従来にはない新たな化学品を巡る課題が明らかになってきた。

今後、化学物質の管理に関する国内外の規制は、ハザードベースの規制から、企業の自主管理促進・リスクベースの管理に移行すると見込まれる。また、EUでは2012年から化粧品開発での動物実験が禁止になる等、動物愛護の傾向がますます高まっている。

このため、第2期中期目標期間中においては、企業の自主管理促進と化学物質開発の効率化を促進するため、化学物質の安全性を低コストで簡易かつ迅速に評価できる新しい手法の開発を行う。具体的には、構造活性相関手法に関する500物質以上の化学物質の既知の反復投与毒性データ等のデータベースの構築と有害性を予測するシステムの開発等を行う。その際、OECD試験ガイドライン等の国際標準化を目指した技術開発を行う。また、化学物質のライフサイクルにわたるリスク等を評価する手法の開発、アスベストの簡易計測・無害化処理技術等の開発、実用化を進める。具体的には、5つの用途群（洗剤、プラスチック添加剤、溶剤・溶媒、金属類及び家庭用製品）を対象としたリスクトレードオフ評価書の作成、アスベストに関する処理量5t/日以上は無害化処理、再資源化技術開発等を行う。さらに、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、新規化学プロセス等を活用した環境負荷低減技術等を開発する。

《1》高機能簡易型有害性評価手法の開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

遺伝子導入、幹細胞分化誘導、遺伝子発現等の近代生命科学を培養細胞や実験動物を用いた短期試験に活用し、高機能で簡易な有害性評価手法を開発することを目的に、以下の研究開発項目①は財団法人食品薬品安全センター秦野研究所代替試験法研究部長 田中 憲徳氏を、また、以下の研究開発項目②は公立大学法人福島県立医科大学トランスレーショナルリサーチセンター臨床ゲノム学講座教授 渡邊 慎哉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①「培養細胞を用いた有害性評価手法の開発」

発がん性については、Bhas42細胞を用いた形質転換試験のOECDテストガイドラインを提案するための最終プロトコールを作成する。催奇形性については、マウスES細胞を用いた心筋分化過程における有効性を確認したマーカー遺伝子を用いて高感度な試験細胞を製作し、試験プロトコール作成に着手する。神経細胞についても、50種類程度の化学物質により催奇形性マーカーとしての有用性及び特徴を明らかにする。免疫毒性については、7つの有効なマーカー遺伝子についてT細胞、樹状細胞、表皮細胞の発光細胞の開発を行い、施設間バリデーションのためのプロトコールを作成する。これらの評価手法の共通基盤技術については、HACベクターへ複数遺伝子を導入する新技術の有効性を検証し、また、基盤技術に関するプロトコール作成に着手する。

研究開発項目②「28日間反復投与試験結果と相関する遺伝子発現データセットの開発」

化学物質20種類程度の28日間反復投与実験を実施し、ラット臓器・組織サンプルを前年度と合わせ約900種類ほど取得し、遺伝子発現解析用RNAサンプルを得、そのうち200～250種類程度について遺伝子発現プロファイルを取得し解析し、特異的な発現変化を示す遺伝子群を特定する。毒性評価用バイオマーカーとして新規性・有用性があるものについては、知的財産権確保措置を実施した後に、登録・開示する。

[21年度業務実績]

研究開発項目①は食品薬品安全センター秦野研究所代替試験法研究部長 田中 憲徳氏を、また研究開発項目②は福島県立医科大学トランスレーショナルリサーチセンター臨床ゲノム学講座教授 渡邊 慎哉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①「培養細胞を用いた有害性評価手法の開発」

発がん性については、Bhas42細胞を用いた形質転換試験の最終プロトコールを作成し、平成22年1月、国からOECDに新規テストガイドラインとして提案した。催奇形性については、マウスES細胞を用いた心筋細胞分化過程における有効性を確認したマーカー遺伝子を用いて高感度な試験細胞を製作し、基本プロトコールを作成した。神経細胞についても、催奇形性マーカーの有用性を検討し、発光細胞の製作を開始した。免疫毒性については、7つの有効なマーカー遺伝子による細胞、樹状細胞、表皮細胞の発光細胞を製作し、バリデーションのためのプロトコールを作成した。これらの評価手法の共通基盤技術については、HACベクターへ複数遺伝子を導入する新技術の有効性を検証し、また基盤技術に関するプロトコール作成に着手した。

研究開発項目②「28日間反復投与試験結果と相関する遺伝子発現データセットの開発」

毒性学的情報を基に選定した既存化学物質(15種類)について28日間反復投与実験を行い、ラット臓器・組織サンプルを300種類ほど取得し、遺伝子発現解析用RNAサンプルの取得を進め、300を超える遺伝子発現プロファイル取得と解析を実施し、累計として860となった。これらの遺伝子発現プロファイルの中から毒性評価バイオマーカーとして新規性・進歩性・有用性のあるものを選択して特許出願した。遺伝子発現情報の編さんを行い、国際共通フォーマットでの公開を2回実施した。また、既存毒性データベースのデータとの関連付けを試行的に実施した。

《2》アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発 [平成19年度～平成21年度]

[21年度計画]

今後、アスベスト含有廃棄物として処理すべき膨大な量の建材等を適切に処理するために、以下の研究開発を実施する。

研究開発課題①及び③について、公募により委託者を選定し、実施するとともに、実施中の研究開発課題②及び③について、一部は、必要な課題について絞り込み予算を絞り込んで継続して研究開発に取り組む。

①アスベスト含有製品の使用時、解体・回収・廃棄時において、簡易に探知・計測できる技術(開発目標:オンサイト式で検出感度0.1wt%超レベル、6種対応)

【新規公募】多様な建材について、試料サンプリングに伴う暴露リスクを低減させ、高感度・高精度で、6種類のアスベストについて、迅速・低コストで、大量分析可能な技術を開発するために必要な基盤技術を開発する。

公募により委託者を選定し、実施する。

②アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散及び暴露を最小化し、回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術

「遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発」

平成20年度までに開発した、遠隔操作ロボットシステムをベースに、更にステージアップして、エレベーターシ

シャフトなどへの適応拡大技術を検討する。シャフト内移動式除去ユニットの仕様を決定し、試設計・試作を行い、実験シャフトの中で模擬アスベストによる実証実験を行う。

③アスベスト含有廃棄物の無害化処理又は再資源化段階における安全性、効率性に優れた技術（開発目標：処理量5^ト／日以上）

「オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発」

平成20年度に開発したオンサイト・移動式のトレーラー搭載型低温溶融処理装置を用い、連続運転試験を実施しシステムの耐久性を確認するとともに、安全性の確認、処理物の非アスベスト化の確認を実施する。

「低温過熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置の開発」

連続式パイロット装置により長期連続試験を実施し、再現性を確認するとともに、熱効率の向上策を講じる。非アスベスト化の確認、有害副生成物（フォレストライトなど）が発生しないことを、理論面で詰め、実証試験で確認する。それらの結果も踏まえ、実用化に資する導入シナリオとビジネスモデルを継続して検討、策定する。

「マイクロ波加熱によるアスベスト建材無害化装置の開発」

処理能力5 t／日レベルによるアスベスト無害化を確認したことから、特に熱伝導解析（FDTD法）を行い、加熱方式の高効率化の検討を実施するとともに、クリソタイル以外のアスベストへの適応拡大の可能性・処理済み試料の非アスベスト化（フォレストライト等副生成物がないことも含め）を確認し、必要に応じた技術的対策を講じる。

【新規公募】「その他の無害化処理装置の開発」

アスベスト含有建材の回収・除去において、非飛散性建材の回収・除去においても、破断・切断などの可能性が高く、個別の現場での発生量は小さくても、極めて多数の現場で、飛散性の高いアスベスト粉塵の発生が予測され、現場毎での適切な処理の必要性が指摘されている。これらの粉塵の簡便なオンサイト無害化処理など、アスベスト対策上必要でありながら、取り上げられていない、効果が大きく、効率的な無害化処理装置を開発する。

公募により委託者を選定し、実施する。

[21年度業務実績]

研究開発項目②は大成建設株式会社常務役員 河村 壮一氏を、研究開発項目③はテーマごとに北陸電力株式会社常務取締役 荒井 行雄氏、戸田建設株式会社執行役員 千葉 脩氏、株式会社ストリートデザイン代表取締役 坂本佳次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した。なおプロジェクトの最終年度である今年度は、これまで得られた研究成果を、国内のアスベスト対策技術に普及啓発させるため、展示会やプレスリリース等を積極的に行った。

研究開発項目①「アスベスト含有製品の使用時、解体・回収・廃棄時において、簡易に探知・計測できる技術」

公募を実施し、2件の提案があったが、1年で実用化の目処を付けるのは困難と判断し採択には至らなかった。

研究開発項目②「アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散及び暴露を最小化し、回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術」（遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発）

6軸多関節型のロボットをベースに、粗取り用及び仕上げ用の剥離機を装着し、また力センサー等を付与したアスベスト除去用の知能ロボットを開発し、エレベータシャフト内工事への適用に向け模擬アスベストでの剥離試験を実施した。試験による課題として昇降部の改造及び除去範囲の拡大を進め、実用化の目処を得た。また、従来型のフロー用遠隔操作ロボットにより、実作業現場にて剥離した吹き付け材の回収を行い、操作性と減容の効果を確認した。

研究開発項目③「アスベスト含有廃棄物の無害化処理又は再資源化段階における安全性、効率性に優れた技術（開発目標：処理量5^ト／日以上）」

「オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発」

トレーラー搭載型の誘導加熱装置による110℃以下での溶融無害化処理の連続実験を行うとともに、環境アセスメントの調査を行い、処理物の無害化及び周辺環境へ影響が発生しないことを確認した。また、停電や地震等の異常時にもアスベストを漏洩させない安全対策を実施した。連続試験時に取得したデータ等に基づいて、21年度3月に環境省の無害化認定制度に申請し、審査が開始された。

「低温過熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置の開発」

連続式パイロット設備による連続試験を実施し、処理物の無害化を確認した。更に、過熱蒸気の循環等による処理効率の向上の検討を進めた。それら実験を通して無害化に関するデータの蓄積を行い、無害化認定制度申請の準備を進めた。また、関連する業界や官庁等にヒアリングを行い、ビジネス化に関する現状の問題点を整理し、導入シナリオを策定した。平成21年12月に示された新たな無害化判定基準（TEM法）に対してのデータも取得を開始し、22年度には無害化認定制度適用のための技術面での事前申請を行うために必要なデータ取得を開始した。

「マイクロ波加熱によるアスベスト建材無害化装置の開発」

加熱効率向上検討の手法として熱伝導解析の技術を確立した。また、フォレストライト等の副生成物対策として、微粉砕法が有効であることを確認した。処理実験のデータを蓄積し、無害化認定制度への申請に向け関係官庁へのヒアリングを行った。前項同様に新たな無害化判定基準に対してのデータも取得を開始し、21年度2月に無害化認定制度適用のための技術面での事前申請を実施した。

「アスベスト低温溶融無害化・再資源化処理システムの開発」

公募により本テーマを採択し、開発を実施した。アスベスト含有廃棄物には、多くのプラスチック類（養生シート、保護具、袋等）が含まれているため、助剤を加えてキルン内で熱処理することにより、プラスチック類は燃料（ガス、油）として回収すると同時にアスベスト成分を無害化する技術を開発する。

用いて、パイロット設備での実証試験を行った。その結果、処理物の無害化の確認と、回収した燃料及び排気ガス中にもアスベストが含まれていないことの確認を行った。更に、無害化認定制度適用のための準備を行うとともに、事業化の検討を行った。

《3》化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

リスクが懸念される化学物質の代替によるリスクを科学的・定量的に比較でき、社会経済分析をも行える「リスクトレードオフ評価手法」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安全科学研究部門主幹研究員 吉田喜久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①「排出シナリオ文書（ESD）ベースの環境排出量推計手法の確立」

洗浄剤（工業用）用途の物質については、洗浄現場データを用いて排出量推定式を改良し、検証を行う。プラスチック添加剤用途の物質については、可塑剤で求めた排出量推定式を難燃剤などに適用して検証する。2つの排出量推定式を統合し、排出量推定ツールを構築し、排出シナリオ文書を策定する。

研究開発項目②「化学物質含有製品からヒトへの直接暴露等室内暴露評価手法の確立」

濃度推定モデルの構築、放散量推定式の完成とツールへの組み込み、アンケート結果に基づく生活場のデータベースの内蔵、及びADMER（産総研の大気暴露・リスク評価システム）による外気濃度推定結果の取込み機能の開発を行い、地理的分布を考慮する室内暴露量推定ツールのプロトタイプを構築する。

研究開発項目③「地域スケールに応じた環境動態モデルの開発」

揮発性有機化学物質とその分解生成物の濃度分布を推定できる大気モデル（関東地方）、日本全国の1級河川をカバーする河川モデル、東京湾を対象とした海域モデルの3つの環境動態モデルのプロトタイプを構築する。また、大気と河川モデルを用いて、洗浄剤の化学物質について環境中濃度分布を推定し、物質代替による効果を予測する。

研究開発項目④「環境媒体間移行暴露モデルの開発」

地域特異的なパラメータの代表値や確率密度関数により農作物及び畜産物中の化学物質濃度を推定する媒体間移行モデルのプロトタイプと、農作物及び畜産物に関する流通データを用いて消費地である大都市圏での農・畜産物経由の化学物質摂取量を推定する環境媒体間移行暴露モデルのプロトタイプを構築する。

研究開発項目⑤「リスクトレードオフ解析手法の開発」

洗浄剤（工業用）及びプラスチック添加剤の物質を対象として、ヒト健康に係わる物質相互の有害性の相対強度を推定するための推論アルゴリズムのプロトタイプを構築し、算出される有害性の種類ごとの相対強度及び各有害性のQOL（生活の質）の値を用いて、リスクの大きさをQALY（質調整生存年数）で算出する。また、生態影響に係る有害性データ補完手法のプロトタイプを開発し、洗浄剤（工業用）及びプラスチック添加剤の2用途群物質のリスクトレードオフ解析に適用し、影響を受ける種の割合という共通のリスク指標で生態影響を定量化し、比較できる手法を例示する。

研究開発項目⑥「5つの用途群の「用途群別リスクトレードオフ評価書」の作成」

塩素系から炭化水素系又は水系への洗浄剤の代替及びプラスチック添加剤である難燃剤の代替について、開発中の各手法等を用いて暴露と有害性情報を補完し、代替に伴うリスクの変化をその不確実性ととともにQALYとして算出し、代替に係る経済分析を行う。さらに、リスクトレードオフ評価書及び各手法を解説した評価指針を作成する。

[21年度業務実績]

リスクが懸念される化学物質の代替によるリスクを科学的・定量的に比較でき、社会経済分析をも行える「リスクトレードオフ評価手法」を開発することを目的に、産業技術総合研究所安全科学研究部門主幹研究員 吉田喜久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。また中間評価を実施し、その結果プロジェクト後半に予定していた3つの用途群を見直し、金属類及び溶剤・溶媒の2つの用途群に重点化し4つの用途群に変更することとした。

研究開発項目①「排出シナリオ文書（ESD）ベースの環境排出量推計手法の確立」

洗浄剤（工業用）用途については、洗浄工程に着目した洗浄剤使用量と排出量推定ツールを構築し、現場調査で信頼性を高めた。プラスチック添加剤用途については、マテリアルフローと排出量推定ツールを構築し、消費段階に着目した排出量推定式を導出した。また、2つの用途群のESD（日本語・英語版）を作成し、OECDで説明した。

研究開発項目②「化学物質含有製品からヒトへの直接暴露等室内暴露評価手法の確立」

室内濃度推定モデル、暴露推定モデル及びライフスタイルデータベースを開発して、室内暴露量推定ツールのプロトタイプを構築し、検証した。アンケート調査で決定した住環境情報と行動パターンとの代表値の相関性を検討し、ツールに組み込むとともに、一部を公開した。

研究開発項目③「地域スケールに応じた環境動態モデルの開発」

大気モデルについては、大気中濃度の現況再現性の向上と水溶性物質への適用拡大を図った。簡易型ユーザー・インターフェースで汎用パソコンでの動作を確認した。反応過程の簡略化を検討した。河川モデルについては、積雪地域での精度向上等、流量モデルを改善し、地理情報システムを用い

た図示機能の開発を行うとともに、代表的な水系で流量解析を検証した。金属への適用拡張に着手し、金属に関するモデル定数設定のための方法論を検討した。

海域生物蓄積モデルについては、東京湾で捕獲したマアナゴを分析し、モデルを検証するとともに、蓄積過程のパラメータを調整した。マアナゴの可食部・非可食部に分けて濃度推定ができるモデルに改良した。

研究開発項目④「環境媒体間移行暴露モデルの開発」

土壌、植物、家畜の各媒体間移行モデルのプロトタイプに、既報データに基づく生産地から京浜、中京、阪神地区への流通モデルと一般住民の経口暴露モデルを組み合わせて、農・畜産物経由の摂取量を推定する環境媒体間移行暴露モデルのプロトタイプを構築し、推定精度を確認した。

研究開発項目⑤「リスクトレードオフ解析手法の開発」

ヒト健康影響については、反復投与毒性試験データの情報確認、臓器部位やエンドポイントの種類による分類を継続した。肝臓と腎臓に対する参照物質の用量反応関係を導出し、疾病の重篤度を生活の質で表した。収集データを基にエンドポイント間の関連性をネットワーク構造で記述する推論アルゴリズムのプロトタイプを構築し、腎臓と肝臓の参照物質に対する毒性等価係数を推定した。洗浄剤（工業用）とプラスチック添加剤用途群の物質にアルゴリズムを適用し、毒性等価係数を推定し、質調整生存年数損失量を暫定的に算出した。

生態影響については、基本データセットを用いて、ニューラルネットワークモデル、クラスター解析と重回帰モデルを併用した種の感受性分布推定手法のプロトタイプを構築した。これらを洗浄剤（工業用）とプラスチック添加剤用途群に適用し、代替シナリオごとに影響を受ける種の割合を算出した。

研究開発項目⑥「5つの用途群の「用途群別リスクトレードオフ評価書」の作成」

洗浄剤（工業用）とプラスチック添加剤について代替シナリオを選択し、開発した手法やモデルを用いて、代替前後のリスクトレードオフと費用対効果を推定し、目的、スコープ、利用方法等を明記したリスクトレードオフ評価書を作成した。室内暴露評価と費用推算に関する技術評価指針を作成した。

《4》構造活性相関手法による有害性評価手法開発 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

市場に流通する多種の化学物質の有害性評価は、多額の費用と時間を要する動物試験を行う必要があるが、それを補うために構造活性相関手法やカテゴリーアプローチ等による毒性予測モデルを組み込んだ有害性評価支援システムの開発を目的とし、財団法人食品農医薬品安全評価センター技術統括部長 林 真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①「毒性知識情報データベースの開発」

約150物質について学術論文等の反復投与毒性試験情報を調査し、各種試験データ・物理化学的性状・化学構造等を整理する。また、約50物質について毒性作用機序情報を収集・解析・体系化する。さらに、これらの情報を搭載した毒性知識情報データベースの試作版を完成させる。

研究開発項目②「代謝知識情報データベースの開発」

約100物質についてラットの代謝経路情報を収集し、データベース化するとともに、この情報を解析し、化学構造からの代謝物推定モデルの試作版を完成させる。また、ヒト及びラットそれぞれ50物質について、毒性の種差の検討に必要な代謝関連の文献を収集し、代謝知識情報データベースに搭載する情報を抽出・整理する。さらに、約30物質について経験則に従ったヒト代謝予測の検証実験を行う。以上の情報から代謝知識情報データベースの試作版を完成させる。

研究開発項目③「有害性評価支援システム統合プラットフォームの開発」

基本機能である有害データギャップ補完機能、レポート作成機能を開発し、有害性評価支援システム統合プラットフォームを、研究開発項目①、②の各データベースへリンクさせることにより、有害性評価支援システム統合プラットフォームの試作版を完成させる。また、研究開発項目①の毒性試験データを前年度までのデータと併せて詳細解析し、ベイジアンネットワークによる反復投与毒性推定システムの試作版を完成させる。

[21年度業務実績]

食品農医薬品安全評価センター技術統括部長 林 真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。また中間評価を実施し、その結果、有害性評価のためのデータベースを可能な限り新規化学物質において拡充することとした。また、エキスパートによる評価の実施を検討することとした。

研究開発項目①「毒性知識情報データベースの開発」

140物質についての反復投与毒性試験情報の調査を実施し、各種試験データ・物理化学的性状・化学構造等の抽出・整理を行った。46物質について毒性作用機序情報を収集・解析・体系化した。また、これらの情報を統合して毒性知識情報データベースの試作版を完成させた。

研究開発項目②「代謝知識情報データベースの開発」

120物質についてのラット代謝経路情報の収集、及びデータベース化を行った。また、この情報解析から、代謝物推定モデル試作版を完成させた。さらに、40物質について、ヒト及びラットの毒

性種差の検討のための代謝関連文献収集を実施し、代謝知識情報データベースに搭載する情報を抽出・整理した。経験則に従ったヒト代謝予測モデルの検証実験（30物質）も実施した。以上より、代謝知識情報データベースの試作版を完成させた。

研究開発項目③「有害性評価支援システム統合プラットフォームの開発」

有害データギャップ補完機能、レポート作成機能を開発し、これらを研究開発項目①及び②の各データベースへリンクさせることにより、有害性評価支援システム統合プラットフォームの試作版を完成させた。研究開発項目①の平成20年度までの毒性試験データを詳細解析し、ペイジアンネットワークによる反復投与毒性推定システムの試作版を完成させた。

《5》 グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発 [平成21年度～平成25年度]

[21年度計画]

研究開発項目①「有害な化学物質を削減できる、又は使わない革新的プロセス及び化学品の開発」

（水、アルコール等で機能する触媒の高機能化、回収・再生、及び製造に関する共通基盤技術）

現状の工業プロセスにおいては、有機合成反応は有機溶媒中で行われている。これを環境に優しい水、アルコール等の溶媒に置き換えることで環境負荷の大幅な削減が期待できる。これまで水系で機能する新規な触媒が開発されてきているものの、その多くはラボスケールの実験結果であり、生産プロセスを指向した技術開発は十分に行われていない。本研究開発では、水、アルコール等で機能する触媒の活性、選択性及び耐久性の向上、分離回収・再生技術、触媒製造技術等の実用化生産システム化に向けた共通基盤技術を確立する。

研究開発項目②「廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発」

（1）新規な触媒固定化技術による生産プロセス技術に関する共通基盤技術

触媒を利用した化学プロセスが抱える問題点として、触媒として利用している金属の反応場への流出、生成物への混入、また、反応で劣化した触媒（希少金属を含む）の大量廃棄が挙げられる。回収・再使用可能な新規な固定化技術により、これらの多くの問題が解決されることが期待できる。本研究開発では、高活性、高選択かつ再生可能な新規な固定化触媒の開発、さらに、開発された新規な触媒を使った実用化プロセスに関する設計・開発等に関する共通基盤技術を確立する。

（2）高選択酸化技術による生産プロセス技術に関する共通基盤技術

オレフィン類やケトン類の選択酸化反応は化学品やポリマー材料の合成において極めて重要なプロセスであるが、選択酸化反応の制御は技術的に困難であり、多くの副生成物（廃棄物）が発生するプロセスとして知られている。ここでは、ハロゲン化物等の有害な化学物質を原料に用いない高活性、高選択性を有する酸化触媒の開発、触媒回収・再生技術やスケールアップ等の生産システム化に向けた共通基盤技術を確立する。

研究開発項目③-1「資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発」（触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発）

本研究開発では、新規触媒によるナフサ接触分解を実用化するため、触媒の開発・評価を行い、触媒の性能向上、長寿命化を図る。ナフサ分解から得られる目的生成物に対する収率、選択性を高めるとともに、プロセス内のエネルギーバランス、分離工程におけるエネルギー消費の最適化を行い、既存熱分解プロセスを代替し得る、触媒を用いたナフサ分解プロセスに関する基盤技術を確立する。

公募により委託者を選定し、実施する。

研究開発項目③-2「資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発」（規則性ナノ多孔体精密分離膜部材基盤技術の開発）

本研究開発では、耐水性・耐熱性が必要なイソプロピルアルコール/水混合物分離、耐水性・耐酸性・耐熱性が必要な酢酸/水混合物分離を対象とし、以下の基盤技術研究開発を行う。

（1）分離膜製造基盤技術及び分離膜評価技術の開発

（2）分離膜用セラミックス多孔質基材の開発

（3）モジュール化技術の開発

（4）試作材の実環境評価技術の開発

研究開発項目③-3「資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発」（副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発）

本研究開発では、化学プロセス、石油化学プロセス等の生産プロセスから発生する副生ガス（主としてCO₂）を、マイルドな条件で効率よく吸着、脱離することで、高濃度に濃縮された副生ガスを、①高純度、②低コスト、③低エネルギーで精製できる革新的な材料を開発し、濃縮された副生ガスを原料として有用な化学品をクリーンに生産できるプロセスに繋げる。

公募により委託者を選定し、実施する。

[21年度業務実績]

研究開発項目①は自然科学研究機構分子科学研究所教授 魚住 泰広氏と東京大学教授 小林 修氏を、研究開発項目②は産業技術総合研究所つくばセンター次長 島田 広道氏を、研究開発項目③-1は東京工業大学教授 辰巳 敬氏を、研究開発項目③-2は早稲田大学教授 松方 正彦氏を、研究開発項目③-3は京都大学教授 北川 宏氏をプ

プロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。なおプロジェクトの初年度である今年度は、研究開発項目ごとに産学官の研究開発者を集結させた集中研究室を設置し、基盤研究・実用化研究を同時並行で行うことができる体制を構築した。

研究開発項目①「有害な化学物質を削減できる、又は使わない革新的プロセス及び化学品の開発」

高分子担持白金ナノ触媒による1級アルコールからカルボン酸への直接酸化法を確立し中間目標値を達成した。開発した触媒を用いてテトラカルボン酸の脱水縮合に成功した。エステル化反応において課題であった触媒溶出を抑制できる新規触媒を開発し、中間目標値（水相中に溶け込む触媒量<1%）を達成した。フローリアクターの内径を目標値である50mmへとスケールアップし十分な反応率を得ることができた。触媒開発においても、中間目標を達成した。

研究開発項目②「廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発」

多官能性基質・高分子量基質・易加水分解性基質・難酸化性基質の酸化技術開発に関して全て、中間目標を達成し、水相中に溶け込む触媒量は0%となった（目標値は1%未満）。

研究開発項目③-1「資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発」（触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発）

トポロジー的にZSM-5、フェリエライト、MCM-68が活性、目的生成物選択性が高いことを確認した。ナノサイズ化及び外表面修飾による効果を確認し、反応速度への影響の基礎データを取得した。酸強度、細孔径とコーク生成速度についての相関を明らかにし長寿命化へ反映させた。触媒成形技術において押出成型法で課題を抽出した。プロセス設計においては、全系シミュレーションのベースを確立した。付加価値相対表を作成し、触媒開発の方向性のガイドラインを示した。

研究開発項目③-2「資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発」（規則性ナノ多孔体精密分離膜部材基盤技術の開発）

Y型ゼオライト膜を用いて最終目標を上回る性能が得られた。また、酢酸脱水膜についても、中間目標を上回る性能が得られた。多孔質構造の定量的評価と、熱・機械的特性評価から、今後の開発指針を得た。膜モジュールに対して3次元解析モデルのCFDへの実装方法を確立した。プロセスシミュレーションモデルを作成作製した。シミュレーションによる検討を開始し、様々なHybrid案を定量的に検討するとともに、既設への適用案と新設案を考案した。

研究開発項目③-3「資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発」（副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発）

CO₂の選択吸着メカニズムの解明をし、柔軟骨格PCPやルイス酸PCPが有望であるという知見を得た。各開発目標を達成し得る候補PCPの探索を行った。各項目ごとに候補を絞り込んだ。シュウ酸合成触媒の改良を行い、より低電位でのCO₂還元成功した。気相法の検討に必要な小型噴霧反応装置を開発し、噴霧法によるPCP合成検討を行い、課題を抽出した。

研究開発項目④「化学品原料の転換・多様化を可能とする革新グリーン技術の開発」

化学製品の大半を占める石油由来の原料についても石油以外の原料に転換・多様化を行い、石油資源自体の供給リスクを克服し、持続可能な低炭素社会を実現するため、平成21年度補正予算事業として研究体制の構築を行った。

④燃料電池・水素エネルギー利用技術【後掲】

[21年度計画]

[後掲：<5>エネルギー分野 ①燃料電池/水素エネルギー利用技術 参照]

【注】本項目は1.（2）新エネルギー・省エネルギー関連業務等、<1>燃料電池・水素エネルギー分野に記載。

⑤民間航空機基盤技術

[中期計画]

環境負荷低減、運航安全性向上等の要請に対応した民間航空機及びエンジンに関する基盤技術力の強化を図るため、環境適応型の小型航空機を対象とした、操縦容易性の実現による運航安全性の向上等を可能とする技術の開発及び飛行試験を含む実証や、エネルギー効率を向上させて直接運航費を現行機種よりも15%向上し、かつ窒素酸化物排出量でもICAO2004規制値に対して50%削減する等環境適合性に優れた小型航空機用エンジンの実用化に向けた技術開発等を実施する。

《1》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22年度]

[21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、民間企業等が実施する以下の技術開発を支援する。平成21年度はインテグレーション技術開発として、以下を実施する。

(ア) エンジンシステム特性向上技術

a. 全体システムエンジン実証

圧縮機、燃焼器要素研究状況を反映して、燃費重視仕様エンジンの設計に着手する。この設計に際しては、燃費低減のために、要素性能仕様、冷却空気量の適正化、ダクトロスの低減等を行い、また、シンプルで製造コストの低減が可能な構造の採用、整備性の改善等を行っていく。さらに、エンジンシステムとして必要な、制御技術や騒音低減技術の高度化にも取り組む。

b. 関連要素実証

第2期圧縮機をベースとした燃費重視仕様のための高圧力比化対応高圧圧縮機の設計、供試体の製作、試験準備に着手する。設計データ取得のため、部分段圧縮機のリグ試験を実施する。エンジン用燃焼器については、燃費重視仕様のための高圧力比化対応低NO_x化燃焼器について、CFD等を活用して第2期成果燃焼器の改良設計、製作を行うとともに、燃焼試験及び噴射弁単体試験により改良効果の確認を行う。

(イ) 耐久性評価技術

引き続きエンジン適用のための材料データが充分でない単結晶合金等について、引張、疲労、クリープ等の強度試験、及びヤング率等の物性試験を実施するための試験片を、素材より機械加工製作し、材料試験を行い、材料データを取得する。

(ウ) 耐空性適合理化技術

エンジンの部品の温度予測精度向上、寿命予測精度向上、ローターダイナミクス解析技術向上のためのリグ試験を実施し、エンジンの耐空性適合理化のための検証データを取得する。

[21年度業務実績]

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、民間企業等が実施する以下の技術開発を支援するとともにプロジェクトの加速を推進した。プロジェクトの進捗評価に関しては、技術委員会を開催し、進捗状況および計画について、順調に進行しているとの評価を受けた。

平成21年度はインテグレーション技術開発として、以下を実施した。

①インテグレーション技術開発

(ア) エンジンシステム特性向上技術

a. 全体システムエンジン実証

当初の計画通りプロジェクトを進捗させるとともに、設計確認試験、製造工程確認試験等を行い、それらの結果をエンジン設計に反映し目標とする直接運航費用低減に寄与することを確認した。さらに、金属射出成形について、実機部品の試作・評価を実施し、圧縮機部品の低コスト化技術の適用性を確認した。

b. 関連要素実証

当初の計画通りプロジェクトを進捗させるとともに、ディフューザパッセージ(DP)部分の段リグ供試体を設計・製作し、実機周速下で試験を実施するとともに、DP段周りのCFD解析を実施し燃費重視仕様の高圧圧縮機の設計に反映した。エンジン用燃焼器については、燃焼試験及び噴射弁単体試験により改良効果の確認を行い、目標とする低NO_x性能を達成する目処を得た。

(イ) 耐久性評価技術

引き続き、エンジン適用のための材料データが充分でない単結晶合金等について、引張、疲労、クリープ等の強度試験、及びヤング率等の物性試験を実施するための試験片を、素材より機械加工製作し、材料試験を行い、材料データを取得、蓄積しデータの充実を図った。

(ウ) 耐空性適合理化技術

エンジンの部品の温度予測精度向上、寿命予測精度向上、ローターダイナミクス解析技術向上のためのリグ試験を実施し、エンジンの耐空性適合理化のための検証データを取得し、解析精度を向上させた。

< 4 > ナノテクノロジー・材料分野

[中期計画]

我が国の材料技術は、過去数十年にわたる多くの研究者、研究機関のたゆまぬ取組と研究成果の蓄積により、基礎研究から応用研究、素材、部材の実用化に至るまで全ての段階において世界のトップレベルを堅持しており、我が国製造業の国際競争力の源泉となっている。

ナノテクノロジー（物質の構造をナノレベルで制御することにより、機能・特性の向上や新機能の発現を図る材料技術等）についても、1980年代に世界に先駆けて技術の斬新性と重要性を認識して研究に着手したこともあって、現時点において世界トップレベルにある。特に、カーボンナノチューブや酸化チタン光触媒などに代表されるナノ材料の研究が全体を牽引していることが我が国のナノテクノロジーの特徴の1つであり、いわば材料技術の強みがナノテクノロジーの強みの源泉となっている。

また、材料技術においては、ナノメートル（ 10^{-9} m）の領域にまで踏み込んだ組織制御・合成技術と、高分解能電子顕微鏡などの高精度分析・計測・解析技術を両輪として、更に進化し続けている。

このように、我が国のナノテクノロジーや材料技術は、研究開発の成果を製品に仕上げるものづくり技術によって支えられており、ナノテクノロジーと材料技術の融合やものづくり技術との相互関係こそが、我が国の科学技術の強み、あるいは技術の特徴となっている。

一方、2000年以降、欧米ではナノテクノロジーの研究開発を国家戦略として政策的に推進してきており、情報通信、環境、ライフサイエンス等の分野においてナノテクノロジーと融合した研究開発が進展している。また、中国、韓国を始めとしたアジア諸国もこれに追随しており、ナノテクノロジー・材料分野における科学技術力が急速に向上している。これらアジア諸国はいずれも、当該分野で科学技術の国際競争力を確保しようとしている。

このような背景の下、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、川上、川下の連携、異分野異業種の連携による技術の融合を図りつつ、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。

① ナノテクノロジー

[中期計画]

21世紀の革新的技術として、情報通信、環境、バイオテクノロジー、エネルギー等の広範な分野の基盤技術である材料技術を根幹から変貌させることが期待されるナノテクノロジーの基盤技術を構築し、川上・川下の連携による早期の実用化を図る。さらに、ナノテクノロジーは広範な産業分野にまたがる基盤技術であることから、縦方向の連携だけでなく、ナノバイオ・ナノIT・環境ナノ等の、複数の技術領域の組合せや横への広がりを持った異分野・異業種の連携による技術の融合を図り、新たな産業分野の創出・イノベーション等を実現する。具体的には、第2期中期目標期間中に異分野・異業種の連携による研究テーマを10件程度実施し、ナノテック関連テーマの早期の実用化等の促進に努める。具体的研究テーマでは、第2期中期目標期間中に、ナノカーボン10wt%添加複合ポリエチレンで弾性率20%向上（ポリエチレン比）、摩耗量低減10%（ポリエチレン比）を実現し材料の高度化を図るとともに医工連携により高耐久性人工関節部材への適用等を目指す開発等を行う。

《1》 発電プラント用超高純度金属材料の開発 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

現状、材料コストが高い「超高純度金属材料（Fe-Cr系合金等）」を産業化するため、その優れた特性を維持しながら、低コスト・量産化するための各種製造技術を開発するとともに、開発材の産業（発電プラント等）への適用性を明らかにすることを目的に、超高純度金属材料技術研究組合技術部長 菅原 彰氏をプロジェクトリーダー、三菱重工株式会社技術本部長崎研究所技監・技師長 納富 啓氏、株式会社日立製作所日立研究所主管研究員 児島 慶享氏、株式会社東芝電力・社会システム技術開発センター金属材料開発部技術主幹 山田 政之氏をサブリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「超高純度金属材料の低コスト・量産化製造技術の開発」

超高純度金属材料溶解用ルツボ・耐火材の開発では、耐久性が従来CaOルツボの3倍であることを実証できたURC（Ultra Refined Ceramics）コーティングCaOルツボの開発成果を踏まえ一層の高耐久化・大型化に向けた新型耐火材の成型・評価試験を継続して実施する。

新規精錬技術の開発では、アルミ・水素精錬に関する研究成果を踏まえ超高純度金属材料の低コスト・量産化技術の開発を行う。また、迅速分析技術に関しては、組成の精密制御のために必要な溶湯サンプリング装置及び分析装置を導入して研究の効率化を図る。

研究開発項目②「開発材による部品製造技術の開発及び実用性評価」

引き続き汎用溶解炉を用いて組成及び不純物濃度を変えた試料を作製し、廃棄物発電プラント環境での耐環境特性評価、時効特性評価、強度特性評価等を行い、組成の絞り込みを行う。絞り込みを行った組成を新型炉で溶解し、本研究開発参加各社へのサンプル提供により評価を進めるとともに、公的研究機関等へのサンプル提供も検討する。サンプル提供による評価結果を踏まえ、最適化した組成の材料を再度新型炉で溶解し、鍛造・圧延等を行って製作した板材、チューブ等を用いて、発電プラントの煙突ライナー、廃棄物発電プラントの過熱器管として、実機プラントでの評価試験に着手する。

[21年度業務実績]

超高純度金属材料技術研究組合技術部長 菅原 彰氏をプロジェクトリーダー、三菱重工業株式会社技術本部長崎研究所技監・技師長 納富 啓氏、株式会社日立製作所日立研究所主管研究員 児島 慶享氏、株式会社東芝電力・社会システム技術開発センター金属材料開発部技術主幹 山田 政之氏をサブリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

研究開発項目①「超高純度金属材料の低コスト・量産化製造技術の開発」

超高純度金属材料溶解用ルツボ・耐火材の開発では、高耐久性実証済のURC (Ultra Refined Ceramics) 材を基材に練り込んだURCルツボにつきレンガ構造を想定した目地材を開発するとともにレンガルツボの成型・評価試験を実施し、有意な欠陥が生じないことを確認した。

新規精錬技術の開発では、低コスト原料の溶解試験によりCaOルツボでの溶解による精錬効果について確認する等を進めた。また、迅速分析技術に関しては、導入済の溶湯サンプリング装置及び分析装置を用いて研究の効率化を図るとともに、検量データの取得、組成精密制御に反映した。

研究開発項目②「開発材による部品製造技術の開発及び実用性評価」

超高純度金属材料の開発では、高純度合金並びに汎用材について耐食性や材料強度、加工性等の観点から純度効果、不純物添加効果の検証を実施した。

部材製造技術開発では、高温高強度材についてクリープ破断強度等の特性評価を実施し、東北大との共同研究を踏まえ、新型炉による部材製造においても同様の圧延等の製造プロセスを実施することで同程度の強度が得られる見通しを得た。

実プラントによる実用性評価試験では、福岡クリーンエナジーの施設を借用し、実プラント環境下での腐食試験を完了、耐食性に遜色ないことを確認した。

《2》ナノテク・先端部材実用化研究開発【委託・課題助成】[平成17年度～平成25年度]

[21年度計画]

革新的ナノテクノロジーと新産業創造戦略の重点分野をつなぐ、川上と川下の垂直連携、異業種・異分野の連携で行う研究開発テーマについて、公募により実施者を選定し、研究開発を実施することにより、キーデバイスを実現し新産業を創出することを目的とする。また、様々な異業種・異分野に跨るテクノロジーとデバイス化技術との融合を強化する。具体的には、以下の研究開発を実施する。

ステージⅠの「革新的ナノテクノロジーによる高度材料・部材の先導的研究開発」においては、革新的ナノテクノロジーの活用により、5分野（情報家電、燃料電池、ロボット、健康・福祉・機器・サービス、環境・エネルギー・機器・サービス）におけるキーデバイスのためのシーズを確立する。

ステージⅡの「革新部材実用化研究開発」においては、ステージⅠにおいて確立したシーズのうち、実用化シナリオ、経済情勢、技術動向からみた実用化の妥当性の観点からステージゲート方式で絞り込んだもの等について、実用化に向けた試験・評価・製品試作等の研究開発を支援することで、5分野のキーデバイスへの実用化を促進する。

なお、テーマごとに、ステージⅠにおいては最終目標とする特性の目途がつくサンプルを、ステージⅡにおいては最終目標の特性を有するサンプルを、企業、大学等の外部機関に対してステージ終了時まで、評価のためにラボレベルで提供できる状態まで技術を確立する。

[21年度業務実績]

1) 応募・採択状況

平成21年度は、地方主要都市での制度説明会や効率的な連携体制構築のアドバイス（個別相談）等を行った結果、応募件数が96件（上期46件、下期50件）と前年度比1.7倍に増加した。これに対し、本制度の趣旨に適合した早期実用化が期待できる有望課題16件（上期7件、下期9件）を採択した。

2) 中間評価の実施状況

平成20年度にステージⅠ（先導的研究開発）で採択したテーマ8件に対して、外部有識者による中間評価を実施した結果、5件を計画の一部変更、3件を概ね現行どおり実施することとした。今年度は、制度改善として中間評価において技術の優位性のみならず事業的な観点からも審査できる委員を拡充し、外部有識者による絞り込み評価（ステージゲート）に向けた適切な指導を行った。

3) ステージゲートの実施状況

実用化の観点から有望シーズ技術を選抜してステージⅡ（実用化研究開発）を実施するために、平成21年度にステージⅠを終了するテーマ9件に対して、ステージゲートを実施し、4件をステージⅡに移行、4件を自社研究等、1件を他制度への応募等に移行させた。

4) 研究成果

平成21年度中間評価対象テーマ「高性能AD圧電膜とナノチューブラバーを用いたレーザーTV用高安定光スキャナーの基盤技術開発（液晶方式や有機EL方式に比べて低消費電力化が期待できるハイビジョンのレーザーTV用光ビーム走査エンジン（高速低速スキャナー）の開発）」では、高速スキャナーについては、新規な設計により駆動電圧20Vで光走査角度100度以上（従来比5～10倍）の走査角度を実現した。耐久試験は3万時間を越え、ステージⅠの最終目標とするレーザーTVに必要な耐久寿命（5万時間）の達成に目処をつけた。さらに低速スキャナーについては、10V以下の低駆動電圧で光学スキャン角60度以上の広角駆動を実現した。また信頼性試験を開始し9万時間相当の寿命試験をクリアしステージⅠの最終目標を達成し、モバイル用途等に適するデバイス応用を促進した。

平成21年度ステージゲート対象テーマ「セルロースシングルナノファイバーを用いた環境対応型高機能包装部材の開発（TEMPO^{※1}触媒を用いて分解したセルロースシングルナノファイバーを用いたガスバリア性の高い食品

及び医薬用包装部材の開発)」では、セルロースシングルナノファイバー（CSNF）とポリ乳酸を複合したフィルムの酸素透過度を世界で初めて700分の1以下に低下させた。さらに、量産化を見込んで1バッチ500gのTEMPO酸化セルロース製造装置を開発するとともに、触媒の再利用によって製造コストを40%以上低減させた。平成22年度からステージⅡに移行する予定。

※1 TEMPO：2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl radical の略、水溶性で安定なニトロキシラジカル

《3》カーボンナノチューブ（以下CNT）キャパシタ開発プロジェクト [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

本プロジェクトでは、キャパシタの電極材料として活性炭に代わりCNTを用いることにより、活性炭電極のような接触抵抗をなくし、電極材料に起因するセルの内部抵抗を最小限にし、キャパシタの需要に求められる高出力、高エネルギー密度、長寿命の電気二重層キャパシタを開発することを目的に、産業技術総合研究所ナノチューブ応用研究センターセンター長 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①「量産化技術開発」

- (1) 触媒・助触媒・基板の研究
高収率、高品質、構造制御を実現するために、新触媒系の検討を行う。
- (2) 大面積化CNT合成技術の開発
流体シミュレーションを用いてA4基板より更に大面積のCNT成長技術を開発する。キャパシタ作製に十分な量のCNTサンプルを研究開発項目②「カーボンナノチューブキャパシタ開発」に供給する。金属製連続炉での安定的連続生産を目指す。
- (3) 長尺・高効率CNT合成技術の研究
CNTキャパシタ電極の採算性を向上させるために、製造コストを低減する合成技術開発を行う。
- (4) 構造制御CNT合成技術の研究
カーボンナノチューブ構造体の配向性、直径、品質、密度、純度及び比表面積を制御する合成技術を開発する。
- (5) キャパシタ最適CNT探索及び合成技術の研究
構造制御されたCNT構造体からキャパシタに最適なCNT構造体の探索・設計・評価を進める。
- (6) 単層CNT標準化のための計測評価技術の開発
平成20年度に引き続き、単層CNT標準化のための計測評価技術を開発する。

研究開発項目②「カーボンナノチューブキャパシタ開発」

- (1) デバイス製造技術の開発
1,000F級デバイス作製に向けた大型SWCNT電極作製及びキャパシタセルを作製する。平成20年度より開始した汎用CNTを用いた技術を基に、SWCNTを用いた大型電極作製検討を開始する。また最終目標を踏まえたSWCNTキャパシタの寿命を評価する。
- (2) 高性能化技術開発
平成20年度に引き続き、量産SWCNTにおいて混入の可能性のある金属不純物の影響に関して検討を進める。
- (3) コンポジット電極の研究開発
平成20年度に引き続き、廉価な金属酸化物系（再委託先：東京農工大学）や、ポリフルオレンなどの有機ポリマー系（再委託先：岡山大学）を用いた活物質/SWCNTコンポジット電極に関する検討を行い、その優位性を比較検討しながら進める。

[21年度業務実績]

平成21年度は研究開発の状況変化に伴い、プロジェクト体制を変更するため、プロジェクトリーダーを日本ゼオン株式会社常務取締役 荒川 公平氏に交代し、以下の研究開発を実施した。

研究開発項目①「カーボンナノチューブ（CNT）量産化技術開発」

- (1) 触媒・助触媒・基板の研究
高収率、高品質、構造制御を実現するために、湿潤触媒、湿潤助触媒の改良を行い、基板再利用まで含めたプロセスに最適な安定・均一な塗布技術開発を行った。その結果、A4サイズ基板で、高収率・高品質・均一なCNT成長に成功した。また、基板長期再利用試験システムを用いて基板の長期寿命試験を実施し、基板の再利用プロセスの開発、基板の変形防止技術の開発に成功した。
- (2) 大面積化CNT合成技術の開発
スーパーグロス大面積CVD合成装置検討システムのガス供給系について流体シミュレーションを用いて再設計し、A4基板よりさらに大面積（約500×200mm）基板でのCNT成長技術の開発に成功した。また、キャパシタ作製向けのCNTサンプル提供を確実に実施した。
連続合成検討システム（連続炉）の炉壁、ガスシャワー等をCNT成長に適した金属材料で構成し、石英炉と遜色ない安定的CNT成長に成功した。また、連続合成プロセス探索部を用いて

炉材探索試験CNT合成環境に強い炉材の開発を実施し、金属化連続炉での安定的連続CNT合成が可能であることを実証した。

(3) 長尺・高効率CNT合成技術の研究

水分以外の触媒賦活物質と高効率成長の可能性を探索し、超高効率成長が可能である一般則を見出した。製造コスト削減のため、高速合成技術開発に取り組み、新しい賦活剤により生産速度 $0.1\text{ g/h}\cdot\text{cm}^2$ を達成し、最終目標の生産速度 $0.06\text{ g/h}\cdot\text{cm}^2$ 以上を達成した。スーパーグロース(SG)の成長反応を調べ、水分の0次反応を発見し、スーパーグロース法の化学反応モデルを構築した。

(4) 構造制御CNT合成技術の研究

高分解能・広範囲で容易に成長カーブを測定できる光学システムを構築し、全自動合成装置をあわせて、所望の高さおよび直径を制御したナノチューブ構造体の合成技術を開発した。

(5) キャパシタ最適CNT探索及び合成技術の研究

FAST-CVD法(炭素源を最適に供給する気相合成法)で構造制御合成したCNTを用いたキャパシタを試作し、キャパシタとしての基本性能(充放電特性等)を評価した。

(6) 単層CNT標準化のための計測評価技術の開発

単層CNT標準化のために紫外吸収分光法、蛍光発光法及びラマン分光法を用いた単層CNTの純度評価技術を開発し、得られた結果をISO標準化にむけたワーキングドラフトに反映させた。

研究開発項目②「カーボンナノチューブキャパシタ開発」

(1) デバイス製造技術の開発

1,000F級デバイス作製に向けた大型スーパーグロース法による単層CNT電極作製およびキャパシタセル作製の技術開発を開始した。平成20年度より開始した汎用CNTを用いた大型シート作製技術および集電体との接合技術を基に、汎用CNTによる大型キャパシタ用シートおよび電極作製を引き続き試みた。分散条件・分散溶媒・プレ分散の追加などの手法を駆使し、小型スーパーグロース単層CNTシートと同程度の密度を有する大型スーパーグロース単層CNTシートの作製に成功した。この大型スーパーグロース単層CNTシートも汎用CNT同様、プレス接合すると電解液含浸に伴う復元現象が確認されたが、復元後も高いシート密度を維持できることを明らかにした。スーパーグロース単層CNTキャパシタの寿命特性に関して、複数の異なるDC負荷温度での寿命試験を行い、その結果、最終目標(15年)を上回る約16年の寿命が推定された。

(2) 高性能化技術開発

平成19、20年度に引き続き、量産スーパーグロース単層CNTにおいて、遷移金属混入による影響を低減させるため、酸処理による金属除去条件の最適化を行った。種々の酸水溶液と処理温度を検討した結果、キャパシタ特性への影響を最小限にし、かつキャパシタ特性に大きな悪影響を及ぼさない遷移金属除去条件を確立した。

(3) コンポジット電極の研究開発

金属酸化物を用いたコンポジット電極開発では、平成20年度末に革新的な分散・添着処理により作製したナノ結晶チタン酸リチウム/スーパーグロース単層CNTコンポジット材料を用いた電極が、他のナノカーボン材料を用いた電極に比べ、キャパシタ負極材料として優れたレート特性を示すことを確認した。

また、有機ポリマーを用いたコンポジット電極開発では、主鎖末端にエステル基以外の電子吸引基を導入したフルオレンオリゴマー(フルオレンのユニット数:1-5)を合成し、得られたフルオレンオリゴマーとスーパーグロース単層CNTとのコンポジット電極の電位サイクル(電極寿命)試験を行い、キャパシタの負極材料としての評価を行った。その結果、エステル基置換ポリフルオレンよりもサイクル特性が優れていることを確認した。

《4》三次元光デバイス高効率製造技術 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

本プロジェクトでは、「ナノガラス技術」プロジェクトで得られた基盤技術を実用的な加工技術へと発展させるものであり、フェムト秒レーザー等と波面制御技術等を組み合わせ、加工の高精度化によるデバイス特性の向上と加工の高速化による製造コストの大幅な低減を目的に、国立大学法人京都大学大学院工学研究科材料化学専攻教授 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①「デバイス化加工用ガラス材料技術」

(1) デバイス加工用ガラス材料技術共通目標

異質相形成(密度変化)以外の屈折率変化現象メカニズムとして元素分布形成やSi析出のメカニズム解明と光デバイス応用への可能性を検討する。

(2) 三次元光学デバイス用ガラス材料技術

レーザー照射によりガラス内部に形成される異質相の屈折率差に関して、加工条件及び組成の最適化の検討を行う。

(3) 三次元光回路導波路デバイス用ガラス材料技術

元素分布形成やSi析出に適したガラス組成の開発と、三次元光回路デバイスへの応用の可能性について検討する。

研究開発項目②「三次元加工システム技術」

(1) 三次元加工システム技術目標

ホログラム設計については、異質相の更なる多層化や高集積化を実現する手法を検討する。多焦点結像波面制御素子を設計し、これを用いた一括レーザー加工において、ガラス内に球状異質相と直線状異質相を同時に加工すること、及びV字型異質相や曲線異質相など自由度の高い加工を実現する。

(2) 波面制御三次元加工システム技術

レーザー加工精度を向上させるガラス・ホログラム作製プロセスを開発する。

(3) 空間光変調器三次元加工システム技術

前年度に開発したLCOS-SLMを内蔵した光波面制御モジュール試作機を「三次元光回路導波路デバイス技術」グループで実験評価し問題点・改良点を洗い出す。

研究開発項目③「三次元加工システム応用デバイス技術」

(1) 三次元光学デバイス技術

材料及びホログラム加工に関する本プロジェクトでの成果もフィードバックし、前年度に作成した一括描画での一次試作品の問題点の改善に取り組む。

(2) 三次元光回路導波路デバイス技術

前年度同様、空間光変調器等など波面制御光学系を用いた一括描画加工システムを用いて分岐光導波路及び回折光学素子を作製する。その加工精度、光伝播損失を向上させる。

[21年度業務実績]

国立大学法人京都大学大学院工学研究科材料化学専攻教授 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した。

研究開発項目①「デバイス化加工用ガラス材料技術」

(1) デバイス加工用ガラス材料技術

昨年度に引き続き元素の分布形成による屈折率変化制御の可能性とメカニズムの解明を実施した。屈折率変化のメカニズムについては、高繰り返しレーザー照射(200kHz以上)による熱の蓄積効果が重要であり、結果として生じる高温かつ急峻な温度勾配による元素移動(分布)に起因し発現する現象であることをシミュレーションにより確認し、光デバイス応用の可能性を見出した。

(2) 三次元光学デバイス用ガラス材料技術

逐次照射加工でガラス母材と異質相との屈折率差が0.015以上と確認されたガラスに対して、ガラス・ホログラムを用いた一括加工により、ライン状の加工が可能であることを確認した。同時に、光学ローパスフィルタへの適用の観点から、前記ラインの光軸方向の伸びは目標とするフィルタ厚みの300μm以下で制御できることが確認できた。以上の通り加工条件および組成の最適化の検討を行い、三次元光学デバイス用ガラス材料実現の可能性を見出した。

(3) 三次元光回路導波路デバイス用ガラス材料技術

数十ミクロンのコア径を有する光導波路の形成に成功した。さらに、ガラス内部の局所的な元素分布形成技術を利用することで、三次元的な相分離領域の形成や非線形光学結晶析出が実現できることを確認し、三次元光回路導波路デバイス用ガラス材料実現の可能性を見出した。

研究開発項目②「三次元加工システム技術」

(1) 三次元加工システム技術

フェムト秒パルスレーザーをシリカガラスに照射し、ガラス内部に断面が $9 \pm 0.9 \mu\text{m}$ の棒状異質相と3次元ホログラムを用いてガラス内部の一辺が $60 \mu\text{m}$ の立方体内に三次元に分布する80点の異質相を一括照射により形成した。これらの実験により、製作したデバイスの基本情報からホログラムとデバイス設計に必要な加工基礎データを取得した。

(2) 波面制御三次元加工システム技術

ホログラム設計環境については、レーザー加工機のビームプロファイルを考慮し、設計するホログラムによって、そのプロファイルデータを適用できるように設計システムを変更し、設計の精度や柔軟性を改善した。

(3) 空間光変調器三次元加工システム技術

三次元加工システムに必要な位相変調型液晶空間光変調器(LCOS-SLM)の改良を進め、それを内蔵するフェムト秒レーザー光波面制御モジュールの開発および実験評価を行い、最終目標を達成したため開発を完了した。

研究開発項目③「三次元加工システム応用デバイス技術」

(1) 三次元光学デバイス技術

光学ローパスフィルタを一括描画で作製するための異質相形成に関する実験データを前年度に引き続き取得した。

(2) 三次元光回路導波路デバイス技術

従来の二次元描画用ホログラムにフレネルレンズのホログラムを合成することで三次元一括描画が可能なシステムを構築した。三次元曲げ導波路の一括形成と金イオン含有ガラス材料を用い

0次の回折光が抑制可能な分岐光導波路、および回折光学素子を作製し、それらの加工精度、光伝播損失を向上させた。

《5》 ナノ粒子特性評価手法の研究開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

工業ナノ粒子のリスク評価手法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安全科学研究部門研究部門長 中西 準子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①「工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発」

平成20年度までに確立した金属酸化物、フラーレンに続き、カーボンナノチューブの（可能な限り分散した）液中分散試料調製技術、吸入暴露試験へ適用するための気中分散技術を開発し、分散液状態、吸入暴露したラット肺組織の電子顕微鏡観察を行う。また、気中粒子オンライン測定技術として、電気移動度分析による質量濃度測定技術を高度化するとともに、これに質量、光散乱強度を含めた多元特性同時評価により、粒子形状特性の評価技術を開発する。

研究開発項目②「工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発」

工業ナノ粒子の排出について調査・模擬試験を実施し、種類・用途に応じた25類型について排出シナリオ文書を作成するとともに、暴露状況や暴露管理に関する情報を収集する。また、フラーレン、カーボンナノチューブなどについて気中分散下での凝集過程をモデル化するために、データ収集・解析を行い、モデルパラメータを取得する。

研究開発項目③「工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発」

カーボンナノチューブに関し、ラットに対する気管内注入試験・吸入暴露試験を実施し、総合的な有害性評価を行う。また、二酸化チタンに関し、本格的な経皮暴露試験を実施するとともに、多層カーボンナノチューブに関し、マウス皮下移植試験全身影響評価を行う。さらに動物試験で得られた結果をヒト影響へ外挿するための適切なバイオマーカーを選択し、その有効性を検討する。

研究開発項目④「工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築」

平成20年度までに作成した暫定的な詳細リスク評価書（カーボンナノチューブ・フラーレン・二酸化チタン）について、外部有識者レビューの結果を反映させる。そのための情報収集・解析を継続し、必要に応じ有害性・暴露試験を設計・実施する。また、消費者商品情報調査、欧米での事業者の取組・法規制の調査から、事業者のリスク評価・リスク管理に必要な基盤技術を明らかにする。

[21年度業務実績]

産業技術総合研究所安全科学研究部門研究部門長 中西 準子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①「工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発」

単層カーボンナノチューブ（CNT）液中分散試料の調製法及びキャラクタライズ手法を検討し、気中分散系の長時間連続発生のための適切噴霧条件を求めた。気中繊維状粒子の帯荷電補正法の検討と多元特性同時評価手法の検討を行った。In vitro試験用の液分散試料のキャラクタライズ手法を検討し、分散安定性を評価した。生体組織中の多層CNTの定量分析手法を開発し、暴露動物の肺中での残存量の経時変化を測定した。各種エアフィルタのナノ粒子捕集効率を計測・評価した。

研究開発項目②「工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発」

工業ナノ粒子の排出について現場調査・模擬試験を行うとともに文献等の収集・解析を進め、25類型の排出シナリオ文書と暴露シナリオ文書の素案を作成するとともに、その結果をリスク評価書の暴露評価に反映させた。気中分散させたフラーレン粒子の拡散に伴う凝集過程のチャンバー試験と数値計算による解析を行い、モデルパラメータを取得した。

研究開発項目③「工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発」

単層CNTについて、気管内注入試験及び4週間の安定的な吸入暴露試験を実施した。平成20年度に引き続きフラーレンと多層CNTの吸入暴露試験及び気管内注入試験の長期観察を行った。二酸化チタンの慢性経皮暴露試験を行った。多層CNTのマウス皮下移植試験での移植後長期影響を解析・評価した。気管内注入試験からの吸入暴露試験の外挿法を検討した。In vitro試験では、生体影響プロファイルを充実させるとともに、試験法マニュアルのひな形を作成した。

研究開発項目④「工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築」

CNT・フラーレン・二酸化チタンの詳細リスク評価書について、外部有識者によるレビュー結果を反映させるとともに、関連する情報収集・解析を継続し、中間報告版として取りまとめ公表した。消費者商品情報調査、欧米での事業者の取組・法規制の調査を行い、報告として取りまとめた。

《6》 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発－窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

本プロジェクトでは従来の半導体材料では実現できない領域で動作可能なハイパワー・超高効率の電力素子、超高速

電子素子などの作製に必要な窒化物半導体結晶成長技術の確立を目指し、「高品質大口径単結晶基板の開発」等に取り組むことにより、我が国のエネルギー消費量削減に大きく貢献することを目的に、名城大学教授 天野 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①「高品質大口径単結晶基板の開発」では、(1) 窒化物単結晶成長における基礎技術の検討、(2) 大口径種結晶の開発、(3) 高導電性窒化物単結晶基板の開発、及び(4) 高抵抗化窒化物単結晶基板の開発を実施する。

研究開発項目②「高品質大口径エピタキシャル成長技術の開発」では、(1) 大口径基板上的高品質エピタキシャル結晶成長技術、(2) 高In組成窒化物層成長技術、(3) 高Al組成窒化物層成長技術、及び(4) 結晶成長その場観察評価技術の開発を実施する。

研究開発項目③「窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの作製と評価」では、(1) 横型電子デバイスの評価、(2) 縦型電子デバイスの評価、(3) 窒化物単結晶基板上デバイスの優位性確認、(4) 有極性、及び無極性デバイス構造の比較の開発を実施する。

[21年度業務実績]

平成21年度は研究開発の状況変化に伴い、プロジェクト体制を変更するため、プロジェクトリーダーを国立大学法人福井大学大学院工学研究科教授 葛原 正明氏に交代し、以下の研究開発を実施した。

研究開発項目①「高品質大口径単結晶基板の開発」

(1) 窒化物単結晶成長における基礎技術の検討では、溶液攪拌条件、基板配置及び成長温度・圧力の検討を行った。その結果(2) 大口径種結晶の開発では、4インチ全体でインクルージョンフリーの有極性高品質GaN結晶育成の目処を得た。各種無極性種基板結晶上へのLPE(液相エピタキシャル)成長を実施したところ、a面GaN種基板結晶上へのLPE成長では、XRC(X線ロックン グカーブ)半値幅は100秒以下と狭く、a面GaNにおいてNaフラックスLPE法により結晶性が大幅に改善することを示した。(3) 高導電性窒化物単結晶基板の開発では、Ge添加条件の検討により、Ge取込量 $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ において抵抗率 $0.017 \Omega \cdot \text{cm}$ の高導電性GaN結晶を実現した。(4) 高抵抗化窒化物単結晶基板の開発では、Zn添加条件と育成系の高純度化の結果、 $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ の高抵抗化を実現した。a面GaN種結晶育成において、XRC半値幅が600秒以下の高品質化に成功した。

研究開発項目②「高品質大口径エピタキシャル成長技術の開発」

(1) 大口径基板上的高品質エピタキシャル結晶成長技術では、超高速バルブスイッチング高温デジタルMOVPE(有機金属気相成長)装置を用いてGaNの成長を行い、4インチまでの優れた均一性を確認した。(2) 高In組成窒化物層成長技術では、新In原料によるInNの成長を行い、新原料の有用性、および加圧MOVPE成長の有用性を確認した。(3) 高Al組成窒化物層成長技術では、AlN及びAlGaNの原子層エピタキシーに成功した。(4) 結晶成長その場観察評価技術の開発では、新しい測定原理に基づき、ウェハ形状を二次元的にその場観察できる装置を開発し、非極性面上へのヘテロ構造成長時の異方的なウェハのそりのその場観察に、世界で初めて成功した。

研究開発項目③「窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価」

(1) 横型電子デバイスの評価では、研究開発項目①で育成したGaN基板上に研究開発項目②でエピタキシャル成長したAlGaN/GaNヘテロ構造を形成し、その上にプロセス要因を極力排除した標準プロセスを用いて、プレーナ円形ゲート構造の横型電界効果トランジスタを作製した。試作したゲート長 $3 \mu\text{m}$ の素子において、最大ドレイン電流 510mA/mm の良好な特性を確認した。

(2) 縦型電子デバイスの評価では、縦型ダイオードの耐圧特性において、市販のHVPE(ハイドライド気相成長)基板に対するNaフラックス基板の優位性を確認した。(3) 窒化物単結晶基板上デバイスの優位性確認では、GaN基板と他材料基板上に試作したAlGaN/GaNヘテロ構造FET(電界効果トランジスタ)やダイオードの直流特性を比較し、GaN基板上に作製したデバイスの優位性を確認した。また、スイッチング電源回路において高効率特性を確認した。(4) 有極性及び無極性デバイス構造の比較では、無極性基板を用いたダブルヘテロ構造FETの特性シミュレーションを実施した。無極性基板上デバイスの試作も進行中であるが、エピ構造の最適化が未達成のためデバイス動作には至っていない。

【中間評価結果】

高い目標設定にも関わらず中間目標はほぼ達成され、未達成の項目においても検討すべき課題が明確にされ、最終目標は達成の見込みが高く、実用化につながる期待も高い。また、企業研究者のみならず大学での若手研究者の人材育成に関してもその波及効果は大きく、我国の科学技術の発展に寄与するものと評価された。また、技術開発項目が多いので、想定する出口イメージと技術開発項目の関係を整理して開発項目の優先度を明確にし、開発状況、外部状況の変化を見ながら必要であれば修正する。本研究の進捗は最上流の基板結晶の供給量により律速されるため、これまで以上に迅速でスループットの高い複数プランによる結晶供給体制の構築するよう指摘を受けた。

【中間評価への対応】

指摘事項への対応として研究開発項目の優先度の見直しを行い結晶基板の供給確保を優先する方向で、プロジェクト運営に反映した。

②革新的部材創製技術

[中期計画]

現在及び将来において我が国経済を牽引していく産業分野において、競争力を発揮し世界で勝ち抜いていくために、資源、エネルギー等の制約に対応した持続可能性も踏まえつつ、多様な連携（川上・川下産業の垂直連携、材料創製・加工との水平連携）による研究開発を推進する。これにより、当該市場のニーズに応える機能を実現する上で不可欠な高品質・高性能の部品・部材を適時に提供するとともに、提案することができる部材の基盤技術を確立する。また、得られた研究開発の成果については、知的基盤整備又は標準化等との連携を図り、早期普及・実用化を目指す。具体的には、例えば、第2期中期目標期間中に、 $20\mu\text{l}/\text{本}\cdot\text{分}$ の噴出速度、20万本のノズルに相当する機能を有する大型電界紡糸装置基盤技術や現状と比較して紫外光活性2倍、可視光活性10倍の光触媒の高感度化等の開発を行う。

《1》セラミックリアクター開発 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、電気化学的に物質やエネルギーを変換する高効率の次世代型セラミックリアクターに焦点を当て、その汎用性を高めて低温作動や頻繁な急速作動停止性能を実現し、我が国産業の競争力の強化を図ることを目的に、産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門研究グループ長 淡野 正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①「高性能材料部材化技術の開発」

ナノ粒子複合化技術等を適用した燃料極、空気極、集電体材料の最適化とその量産プロセスの確立を進めるとともに、プロトタイプモジュール開発実証を支援し、革新的電極材料の最適化及び安定化並びにセリア系電解質の高性能化のためのセル構造開発及び耐久劣化検討の成果を統合して、材料・部材としての最終目標性能を実証する。

研究開発項目②「マイクロ集積化及びセルスタックモジュール化技術の開発」

100cm^3 スケールモジュールのスタック供給体制を構築し、発電出力と同時に効率40%を想定した燃料利用率を実現するためのスタック構成部材の改良検討を行い、課題解決を図る。また、連続製造プロセス技術として確立し、発電及び浄化リアクターとしての性能優位性を実証する。さらに、インターフェースとしての量産的な組込を進め、長期安定性付与を検討するとともに、導電パスの微細化を検討することにより、適用範囲を明らかにする。これらの検討により、高機能マイクロ部材集積化のための製造プロセス技術開発及びその成果物の性能発現として、最終目標を達成する。

研究開発項目③「評価解析技術開発及びプロトタイプ実証」

キューブの発電特性を評価することによって、モジュール化の課題を抽出し、また、単セルチューブの集積体を評価して、マニホールド、集積、空気の導入方法の課題を明確化する。実用的な条件で試験を行い、モジュールの実用性を評価する。この結果を基に、定置用電源装置への適用性を評価する。また、自動車APUについては、これまでに得られた定常解析結果に加えて起動時プロセスについてのSOFCシステムシミュレーション解析を実施し、エタノールを燃料とした場合のセルキューブ特性発電評価を進めて課題抽出する。さらに、水素合成への適用性検討については、異なる供給ガスによる水蒸気電解特性と耐久性を評価する。セルキューブ及びスタック全般における実計測、シミュレーション及び要素部材における作動環境下での長時間試験等を実施し、その結果を基に、プロトタイプモジュールの実証評価及びモジュール最適設計への活用を図り、最終的に各研究開発項目における成果を統合することで、最終目標の達成を図る。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門副研究部門長 淡野 正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した。

研究開発項目①「高性能材料部材化技術の開発」

セリア系材料等へ、最適化したナノ粒子複合化技術を適用すると共に量産化プロセスを確立、低温高活性の燃料極・空気極・集電体材料を実現した。これら開発材料の供給により、研究開発項目②における、ハニカム型マイクロSOFC（固体酸化物形燃料電池）等のプロトタイプモジュール実証時の高性能化へ貢献した。また、銀系複合電極及び電解質材料の最適化・安定化・高性能化のための、界面構造制御による耐久性向上の指針を得、検討成果の統合により、 650°C 作動では $0.7\text{W}/\text{cm}^2$ 超、 500°C 作動では $0.2\text{W}/\text{cm}^2$ と、最終目標を超える性能を達成した。

研究開発項目②「マイクロ集積化及びセルスタックモジュール化技術の開発」

100cm^3 スケールのプロトタイプモジュール製造に必要なスタック供給体制を確立、構成部材の改良を進めた結果、 200W 級の発電出力と効率40%を 600°C 作動、一定の燃料利用率下で達成することが出来た。また、ハニカム型で成形多層コーティングによる連続製造プロセス技術として確立し、発電モジュールとして目標性能を大きく超える $2.8\text{W}/\text{cm}^3$ の出力密度を達成した。さらに、浄化リアクターユニットとしても、その性能優位性を実証することが出来た。一方、インターフェースについても、量産可能な高性能材料を開発しスタックモジュール化で組込技術を確立、長期安定性の向上や導電パス微細化を検討して、接続部材としての高い適用性を明らかにした。以上の通り、高機能マイクロ部材集積化の製造プロセス技術開発による成果物の部材・モジュールとして、

設定された最終目標を超える世界最高レベルの高性能化に成功した。

研究開発項目③「評価解析技術開発及びプロトタイプ実証」

キューブやスケルトン型キューブ集積体の発電評価により、マニホールド・集積化や空気導入等のモジュール化課題を抽出して製造プロセスへフィードバックし、作製されたプロトタイプモジュールの実用化を考慮したモデル条件下で試験、基本性能評価を行い、定置用電源への適用性を把握した。実挙動試験と同時に、システムシミュレーション解析を自動車APU（自動車用補助電源）等について適用し、定常状態解析に加え起動時プロセス解析を実施した。また、エタノール燃料使用時の発電特性評価により炭素析出条件等を把握、改良課題を明らかにすることが出来た。一方で、水素合成への適用性検討として、供給ガス種による水蒸気電解特性と耐久性を評価し、優位性を明らかにした。以上の実計測やシミュレーションに加え、要素部材の作動環境下における1000時間以上の耐久試験を実施、プロトタイプモジュールの実証評価と最適化を進めた。これらの研究開発成果の統合により、プロジェクト全体として最終目標を達成することが出来た。

《2》先端機能発現型新構造繊維部材基盤技術の開発【委託・課題助成】[平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは繊維状材料に対してナノオーダーの成形加工、微細な界面加工及び複合化を行うことで材料を高機能化し、革新部材を創出し、我が国の産業の競争力の強化を図ることを目的に、国立大学法人東京工業大学教授 谷岡明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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「電界紡糸法における繊維高機能化、大型装置化技術の開発」

生産能力のみならず品質の安定化も目指し大型電界紡糸装置の性能を向上させるとともに、繊維の高機能化技術の開発と高機能繊維の性能及び構造評価を更に進める。

研究開発項目②「ナノ溶融分散紡糸法による炭素超極細繊維製造技術の開発」

炭素繊維前駆体の製造法を検討し、細線化を図るとともに不融化も工夫し、時間の短縮を図る。また炭素超極細繊維の構造及び物性評価を行い、電池電極としての性能向上に必要な条件を検討する。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目③「高性能、高機能電池用部材の開発」

小型蓄電池及び薄型電池の組立性能評価を行い前年度より優れた性能を求める。

研究開発項目④「高性能、高機能フィルター用部材の開発」

超超純水製造プロセスフィルターをスケールアップし優れた性能を求める。また、無機超極細繊維及び耐熱性超極細繊維からなる試験用耐熱性フィルターを組み立て、実用化につながる基本的な性能評価を行う。

研究開発項目⑤「高性能、高機能医療衛生・産業用部材の開発」

スーパークリーンルーム用部材としての実用化につながる基本的な性能の評価を行う。また、平面型高機能部材の開発を更に進め、微粒子除去、透湿性、撥水性等の性能評価を行い実用化につながる性能を求める。

[21年度業務実績]

国立大学法人東京工業大学大学院理工学研究科教授 谷岡 明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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「電界紡糸法における繊維高機能化、大型装置化技術の開発」

前年度までに開発した従来の百万倍以上の生成能力を有する世界初の超高性能ノズル方式による大量生産技術を進展させ、より細く、より均一なナノファイバーの大量合成に取り組んだ。その結果、繊維径80nm、ばらつき40%以下のナノファイバー製造技術を開発した。また、不織布状材料で40m/分、コーティングで200m/分、フィラメントで50m/分の作製速度を達成した。

研究開発項目②「ナノ溶融分散紡糸法による炭素超極細繊維製造技術の開発」

紡糸ノズル形状や界面活性剤の検討によって繊維径100nmを達成した。また、CO₂による活性化と、空気を対流させる方法によって比表面積1240m²/g、炭素超極細繊維の不融化時間を従来の1/10を達成した。電池電極については性能向上に必要な条件を検討し、その結果、適切な繊維の条件等を確認した。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目③「高性能、高機能電池用部材の開発」

(1) パッシブ型燃料電池（平成20年度に最終目標を達成し、平成21年度以降は自主事業で、燃料電池開発を実施）

(2) 小型蓄電池

炭素繊維の最適化によって、エネルギー密度70Wh/L（前年度50Wh/L）、出力密度20kW/L（前年度15kW/L）の小型蓄電池を開発した。

(3) 薄型電池

ラジカル材料の開発、炭素超極細繊維の利用、基盤上への直接電池作製などの取り組みによっ

て、厚み0.3mm、エネルギー密度118Wh/L（前年度92Wh/L）、出力密度6.8kW/Lの薄型電池を開発した。

研究開発項目④「高性能、高機能フィルター用部材の開発」

- (1) 超超純水製造プロセスフィルター
10～100ppmの金属イオンを含む純水から1～10ppm以下の超超純水を製造できる金属類除去用フィルターを開発した。
- (2) 超耐熱性無機フィルター
耐熱温度1000℃、0.1μm粒子捕集効率90%以上、初期圧力損失180Pa、超極細繊維繊維径200nm以下の高温用集塵フィルターを開発した。
- (3) 耐熱性有機フィルター
繊維径60nm、0.1μm粒子捕集効率90.5%、初期圧力損失39.2Pa、耐熱温度300℃の有機系耐熱フィルターを開発した。

研究開発項目⑤「高性能、高機能医療衛生・産業用部材の開発」

- (1) スーパークリーンルーム用部材
初期圧損150Pa、0.3μm粒子捕集効率99.97%のクリーンルーム用エアフィルターを開発した。
- (2) ヒューマンインターフェース医療衛生部材
30nm粒子を90%捕集するウイルス完全除去部材、血液を弾く平面型血液進入防止部材、透湿性19200ml/24hr/m²の平面型着用快適部材、現在の手術用手袋の約100倍の針刺し抵抗を有する平面型針刺し防止部材、抗菌活性を持つ平面型抗菌・消臭部材を開発し、貼り合わせによって手袋を試作した。

《3》超フレキシブルディスプレイ部材技術開発【委託・課題助成】[平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、将来の超フレキシブルディスプレイ部材開発に必要な共通基盤技術、実用化技術開発を行うことを目的に、次世代モバイル用表示材料技術研究組合理事長 山岡 重徳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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「有機TF Tアレイ化技術の開発」

- (1) 有機半導体部材の開発
絶縁体や電極界面の構造最適化を行う。
- (2) 絶縁部材の開発
PVP h系材料を用い印刷性に優れたインク材料を開発する。
- (3) ソース・ドレイン電極部材の開発
高分子導電材料インクと銀ナノ粒子インクの最適化を図る。
- (4) 配線部材の開発
焼成温度の低下、曲率半径20mm以下の屈曲性を実現する。
- (5) 画素電極部材の開発
μCP法に適したインク化技術とともに、焼成温度<200℃を達成する。
- (6) 層間絶縁部材の開発
PVP h系材料を用い印刷性に優れた絶縁部材を開発する。
- (7) 保護膜部材の開発
2層構造膜の材料及び製膜条件により長寿命化検討を行う。
- (8) 版材の開発
PDMS系版材の表面処理により、印刷特性の向上を目指す。
- (9) 有機TF Tアレイ化技術の開発
マイクロコンタクトプリント法のインク、版、装置の最適化、ダブルノズルインクジェット法、ペンタイブリソグラフィ法により200ppiの有機TF Tの印刷技術を確立する。
- (10) フロントパネルの検討
ポリマーネットワーク型液晶を用いた200ppi表示パネルの試作を行う。

研究開発項目②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」

- (1) パターニング技術の開発
パターニング特性、素子特性を両立するμCP技術を確立し、200ppiの有機TF Tアレイを開発する。
- (2) コンタクトプリンターの開発
A4プリンターによる素子作製を進め、大面積対応のプリンター開発を目指す。
- (3) バックプレーンパネル化技術の開発
各構成部材・技術を組合せ、A4サイズ、200ppi、曲率半径20mmの有機TF Tアレイを試作する。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目③「高度集積部材の開発」

- (1) フロントプレーン高度集積部材の開発
ロールツーロール対応設備でのロール部材開発を行い、ロール部材の評価方法を確立する。
- (2) バックライト高度集積部材の開発
ロール部材を用いたバックライト高度集積部材を開発し、その評価技術を確立する。また、バックライト部材のプロセス最適化を進める。
- (3) バックプレーン高度集積部材
導入した設備を用い、ロール部材を開発し、パネル化用サンプルの製作を行う。

研究開発項目④「ロール部材パネル化要素技術の開発」

ロール部材パネル化要素技術の条件最適化を行う。また、パネル評価技術を確立する。

[21年度業務実績]

次世代モバイル用表示材料技術研究組合理事長 山岡 重徳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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「有機TFTアレイ化技術の開発」

以下の通り、プラスチック基板上に高移動度のトランジスタ性能を有する有機TFT用の新規部材およびソース・ドレイン間隔および駆動用配線の線幅としてサブ μm オーダーの精度の面積印刷を可能とする新規の $\mu\text{C P}$ 法(マイクロコンタクトプリント法)を開発し、最終目標を達成した。

- (1) 有機半導体部材の開発
絶縁体の分子構造や電極と半導体の界面制御を行うことで、高い電気特性を示すことを確認し、表示パネル試作に適用した。
- (2) 絶縁部材の開発
インク材料の樹脂組成、溶剤組成の検討と併せ、塗膜の表面平滑性、下地段差に影響されない塗膜レベリング性向上を目的として最適な界面活性剤の開発し、有機TFTへの適正を確認した。
- (3) ソース・ドレイン電極部材の開発
界面活性材検討と粘度最適化により、 $\mu\text{C P}$ 法の細線部に厚膜形成可能なインクを開発した。
- (4) 配線部材の開発
シロキサン系ポリマー(PDMS)凸版を用いてパターン形成を行う $\mu\text{C P}$ 法用インク組成の最適化を実施し、焼成温度を低減できた。
- (5) 画素電極部材の開発
20年度までに最終目標を達成したことにより、本年度の開発は実施しなかった。
- (6) 層間絶縁部材の開発
絶縁材料に添加する最適な界面活性剤を開発したことで、塗膜の表面平滑性と下地段差に影響されない良好な印刷性が得られた。
- (7) 保護膜部材の開発
2層構造の保護膜を施した素子においてフロントパネル積層前後の寿命を測定し、フィルム基材とシール材による水蒸気遮蔽効果で10ヶ月以上のTFT特性が確保できることを確認した。
- (8) 版材の開発
PDMS系版材では、新開発材料と従来のPDMSを積層一体化することにより高強度でかつ耐溶剤性を有した $\mu\text{C P}$ 用版を開発した。また、A4サイズの版製作に成功した。
- (9) 有機TFTアレイ化技術の開発
 $\mu\text{C P}$ 法 において、A4サイズ、転写印刷法においては6インチサイズ、ロール印刷法においては5インチサイズで、解像度200ppiの有機TFTアレイ化を達成した。ダブルノズルを用いたインクジェット法では、200ppiの画素サイズのアレイ化有機TFTの作製を行った。ペンタイプリソグラフィでは、200ppiの画素サイズに対応した有機TFTの補修を実証した。
- (10) フロントパネルの検討
バックプレーン開発と連携しながら、ポリマーネットワーク型液晶を用いた200ppi表示パネルの試作を行った。

研究開発項目②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」

以下の通り、200ppiのバックプレーンを実現するための $\mu\text{C P}$ 法とその面積印刷技術化に成功し、最終目標を達成した。

- (1) パターニング技術の開発
A4サイズのスタンパーを用い5 μm ルールでの200ppiの有機TFTアレイを達成した。
- (2) コンタクトプリンターの開発
A4プリンターによる素子作製を行った。更に、A4プリンターによるプロセスを最適化し、面積有機TFTアレイを作製できるプリンターを開発した。
- (3) バックプレーンパネル化技術の開発
各構成部材とパターニング技術を組み合わせ、A4サイズのプラスチック基板全域に亘る200ppi、曲率半径20mmの有機TFTアレイの試作を行った。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目③「高度集積部材の開発」

(1) フロントプレーン高度集積部材の開発

偏光/位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材をロール to ロールプロセスで一体化したロール状フロントプレーン高度集積部材を得ることができ、最終目標を達成した。また、フロントプレーン高度集積部材に求められる評価方法を確立した。

(2) バックライト高度集積部材の開発

偏光/位相差フィルム一体化部材とバックライト部材をロール to ロールプロセスで一体化したロール状バックライト高度集積部材を得ることができ、最終目標を達成した。また、バックライト高度集積部材に求められる評価方法を確立した。

(3) バックプレーン高度集積部材

プラスチックフィルム基板上にTFTアレイを搭載したバックプレーンロール部材を得ることができ、最終目標を達成した。

研究開発項目④「ロール部材パネル化要素技術の開発」

設計開発・導入した上下貼合装置、及びバックプレーンとロール状カラーフィルタ部材を用いて、ロール部材貼合プロセスの研究を進め、貼合精度に優れたパネル試作に成功し、最終目標を達成した。また、パネル組立・評価技術の研究においても、上記プロセスに用いる部材、素材の評価を行うとともに、ロール状部材となるフレキシブルな基板を用いた際に必要な評価方法を確立した。

《4》次世代光波制御材料・素子化技術【委託・課題助成】[平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、日本が世界をリードしているデジタルスチルカメラ等の撮像光学系、光メモリディスクのピックアップ光学系、液晶プロジェクション光学系など、高いシェアを維持してきた情報家電製品群の中核となる光学部材のための新規材料とその精密成型の技術革新を目的に、産業技術総合研究所光技術研究部門 西井 準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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「高屈折・低屈伏点ガラスの研究」

- (1) 平成21年度は、鉛等の法規制された有害物質を含まず、高屈折率で、低い温度で成型可能なガラス組成の開発を継続する。
- (2) 低屈伏点の有機-無機ハイブリッド相を形成したガラスの作製手法の開発を進め、着色挙動、粘弾性挙動に関する知見を得る。
- (3) ビスマスリン酸塩ガラスにおいては、再加熱時における温度や雰囲気の影響・添加成分による着色への影響を調べる。

研究開発項目②「サブ波長微細構造成型技術の研究」

- (1) 耐熱ニッケルモールドを使用して、光学ガラス平面上に周期10 μ m以下の同心円で、段差が200nm以上の鋸歯構造を実証し、助成事業を更に加速する。
- (2) 屈折率nd1.80以上、直径6mm以上の光学ガラス平面上に、高さ200nm以上、周期250nm以下の1次元構造を成型する。
- (3) 直径3mm以上の、高さ300nm以上の錘形の構造が周期300nm以下で2次元的に配置される構造をガラスレンズで実証する。ロール成型工法の可能性を検討する。
- (4) 位相マスクを用いた干渉露光によるブレースグレーティングの作製可能性を実証する。
- (5) 主光線がレンズ光軸と角度を持つ場合や複数枚のレンズで構成される場合においても透過率と収差を算出できるシミュレータを開発する。
- (6) ガラスの粘性データに基づき成型時間を予測し、実験と比較することにより、成型プロセスの高速化設計を行う。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目③「偏光分離素子の開発」

- (1) 新規溶融装置を導入し、高屈折率・低屈伏点ガラスの高均質な溶融方法及びプリフォーム成型方法を検討する。
- (2) レーザー光学系や計測機器の光学系に搭載可能な、偏光分離素子の量産性を確認する。

研究開発項目④「屈折・回折複合素子の開発」

- (1) 高均質なプリフォームを作製できるパイロット装置に仕上げる。
- (2) 曲面での検討を行う。さらに、大口径化の検討をレーザー光学系への検討より先行する。
 - (a) 曲面モールドへの、直径5mm以上、段差3 μ m以上の同心円状鋸歯構造の加工を検討する。
 - (b) 屈折率差0.07以上の材料を組み合わせたハイブリッド回折素子の作製し検証を行う。
 - (c) 直径10mm以上の大口径で量産化に向けた高耐久材料を母材とする金型に、段差3 μ m以上の同心円状鋸歯構造の加工検討を行う。

研究開発項目⑤「広帯域無反射素子の開発」

- (1) 高均質なプリフォームを作製できるパイロット装置に仕上げる。

- (2) 微細加工装置及び精密ガラス成型装置を導入する。
 - (a) 反射率1%以下の反射防止構造を形成した平面ガラス光学素子を作製し、その効果を検証する。
 - (b) 撮像光学系用レンズあるいは波長405nmに対応した光ピックアップ光学系の非球面光学素子に反射防止構造を形成し、その光学特性（収差性能、反射率）を評価し光学系への適用可能性を検証する。
 - (c) 光学素子量産時に取扱が容易で、汚れに強い反射防止構造を実現するため、シミュレーションを実施する。

〔21年度業務実績〕

国立大学法人北海道大学電子科学研究所教授 西井 準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した。

【共通基盤技術】〔委託事業〕

研究開発項目①「高屈折・低屈伏点ガラスの研究」

- (1) リン酸塩系ガラスにおいては、屈折率1.75以上、屈伏点460℃以下、波長400nmにおいて厚み3mmでの内部透過率が80%以上のガラス組成候補を見出した。ホウ酸塩系ガラスにおいても、屈折率1.75以上、屈伏点460℃以下、波長400nmにおいて厚み3mmでの内部透過率が80%以上のガラス組成候補を見出した。
- (2) 400nmの以下の透過特性と1.8以上の屈折率を維持しつつ基板との反応性を低減させる組成の検討を行った結果、数mol%の導入で白金との反応を抑制できる添加成分を見出した。また、低屈伏点・高屈折率ガラスの組成開発では、400℃以下の屈伏点で1.7以上の屈折率を有する無色透明なガラス組成を新たに見出した。また、成型性を検討するために、高温でのガラスの変形挙動の解析を開始した。
- (3) イオン交換を経由した多孔質ガラス相を作製し、その多孔質ガラス相へ紫外線もしくは熱硬化樹脂をしみこませることによって低屈伏点の有機-無機ハイブリッド相を形成する方法を検討した。また着色についての影響も調べ、成形中の水分が悪影響を及ぼすことを確認した。

研究開発項目②「サブ波長微細構造成型技術の研究」

- (1) 鋸歯構造形成技術として、2種類の耐熱ニッケルモールドの最適加工条件を見出し、10μm以下の同心円で段差が200nm以上の鋸歯状回折格子の成型用モールドの試作に成功した。成型温度564℃のガラスを20ショット成型してもモールド形状に変化のないことを確認した。
- (2) 上記の成型用モールドを用いて、周期100μmの同心円で、段差が10μmの鋸歯形状を持ったレンズの成型を実証し、助成事業に各条件をフィードバックした。
- (3) 周期2μmの円筒同心円で、段差が1μmのロールモールドの作製に成功した。これを用いて、ロールの微細形状（段差500nm）を長さ50mmに渡ってガラス表面へ転写可能であることを確認した。
- (4) 鋸歯構造形成技術として、周期チャープを有するブレースグレーティングを大面積高生産性で作製するための位相マスク干渉露光法を検討した。位相マスクの設計法を見直し、あらたな設計手法・アルゴリズムを開発した。また、実際に位相マスクを作製し原理検証を行った。
- (5) 曲面上に微細構造をもつ光学部材の光波解析を可能とするシミュレーターにレンズ形状探索機能を付加することで波面収差を自動補正するレンズ設計ソフトの基本部分を開発した。また、非対称微細周期構造内での光線追跡を固有モード理論に基づいて行う新しい手法を考案することで、より高精度な光波解析シミュレーターを実現する方法を示した。
- (6) 分子流動解析シミュレーターによりガラス成型中のガラス/モールド界面を解析し、モールドにかかる応力は主にガラスとの摩擦に起因して表面に集中することを示した。また、ガラスの粘性データをもとに、成型シミュレーションによる粘性係数とプロセス時間の相関について検証した。

【実用化技術】（助成事業）

研究開発項目③「偏光分離素子の開発」

- (1) プリフォーム成型用溶融炉、プリフォーム成型装置を立ち上げ、委託事業で得られた屈折率nd1.7のホウ酸塩系ガラスにおいて、偏光分離素子の成型に用いるプリフォームを検討し、試作まで行った。
- (2) ガラス表面に周期300nm、高さ200nm、面積3mm²のエリア分割型1次元周期構造の光学系において量産性を確認するため新規に成型装置を立ち上げ、波面収差56mλ、波長400nmにおける位相差0.05の光学特性を得た。これにより、光ピックアップ光学系に搭載する偏光分離素子としての原理確認ができた。

研究開発項目④「屈折・回折複合素子の開発」

- (1) パイロットスケールのガラスプリフォーム溶融装置を立ち上げ、プレス成型テスト用プリフォームを作製し、助成先に提供した。
- (2) (a) 大口径化にむけて、直径14mm、段差11μmの同心円状鋸歯構造を曲率半径42mmの耐熱性メッキモールドに加工した。開発したガラスと、その屈折率よりも0.05低い屈折率を有する樹脂とを組み合わせたハイブリッド回折素子の成型を行い、可視光領域の平均で94.6%の回折効率を得た。さらにこの素子を撮像光学系に実装し画質評価を実施した。

- (b) 直径20mm、段差6μmの直線鋸歯構造を耐熱性メッキの平面モールドに加工し、屈折率差が0.09のガラスと樹脂とを組み合わせたハイブリッド回折素子を作製した。
- (c) 直径37mm、段差11μmの同心円状鋸歯構造を曲率半径177mmの耐熱性メッキモールドに加工した。

研究開発項目⑤「広帯域無反射素子の開発」

- (1) 小型実験炉を導入し、少量での液滴成形テストを行い、ガラス熔融装置のためのデータを得た。さらに、均質なガラスの熔融装置を立ち上げ、熔融条件を決定した。
- (2) (a) 撮像素子カバーガラスへの応用を想定し、市販のガラスを用いて0.7mm厚の薄板ガラスに反射防止構造を成型した。これまで、1mm厚までしか成型できていなかったが、0.7mm厚まで薄板化しても割れない成型条件を確認できた。また、作製したカバーガラスの性能を検証した結果、可視光域での反射率は1%以下であった。
- (b) 非球面レンズに対応したEB（電子ビーム）描画法によるモールド作製技術のトランスファーを受け、ブルーレイ光学系（波長405nm）に用いるコリメートレンズ用モールド表面に周期250nmの反射防止構造を形成できた。また一度の成型で、両面に反射防止構造を形成できることを確認した。レンズの透過波面収差は40mλであり、実用可能な範囲であった。
- (c) 反射防止素子の表面を取り扱いが容易で汚れに強い構造とするための検討を電磁界シミュレーションにより実施した。ブルーレイ光学系に対応した周期250nm、高さ100nmで上下面がともに平坦部を有する反射防止構造により、反射率を1%以下に低減しながら、アスペクト比の低減と構造の強度向上の可能性を示した。

《5》マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト【委託・課題助成】[平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

本プロジェクトでは、マグネシウム合金部材の引張強度や疲労強度の向上などにより、部材コストの削減を実現するために必要な技術を開発し、我が国産業の競争力の強化を図ることを目的に、公立大学法人大阪府立大学大学院工学研究科教授 東 健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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「マグネシウム試作鍛造部品の評価、解析、データ集積」

試作鍛造部品の機械的特性、組織観察等を整理し、データベースを充実させる。サーボプレスを用いて、鍛造条件と機械的特性の評価や組織解析を行う。

研究開発項目②「マグネシウム合金鍛造加工における微細組織と変形機構との関連性の解明」

構成元素が組織や特性に与える影響を調べ、高信頼鍛造部材作製のため鍛造条件を提案する。鍛造加工マップ整備にも着手する。

研究開発項目③「マグネシウム合金のリサイクルに係る課題抽出」

市中スクラップを用いて、多形状端材の洗浄及び塗装の分離除去への適用などを検討する。また、粉塵爆発特性や着火性火花の特性調査・検討も行う。

切削粉を実用的に固化し成形する方法を検討し特性を評価する。併せて鍛造加工を行い評価する。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目④「マグネシウム合金の鍛造用ビレット調整技術開発」

(1) 鍛造用組織微細化ビレットの連続鍛造技術の量産化・低コスト化を実現すべく、同時多面連続鍛造システムを開発、構築する。

研究開発項目⑤「マグネシウム合金の鍛造部材開発（輸送用機器、ロボット）」

(1) ダイカスト鍛造と鍛造による複合加工システムの構築と自動車エンジン部品の試作。

(2) サーボプレス鍛造での好塑化処理鍛造法の確立を図る。また、鍛造前処理条件の確立と有効性を確認する。

(3) 特性向上とコストダウンのため横型連続鍛造法の検討を実施する。

(4) 高強度化の未達部品の再考と、連続鍛造ビレットを用いてのロボット用アイテムの鍛造試作を実施し、製造技術を開発する。

研究開発項目⑥「マグネシウム合金の鍛造部材開発（情報家電用機器）」

(1) ダイカスト+加工の成果をベースに具体的な情報家電用機器部材の試作。

(2) 温間単発プレスによる鍛造プレス加工により、ボス・リブを有したノートパソコン筐体部材を圧延材から成形可能にする技術開発を行う。

研究開発項目⑦「マグネシウム合金のリサイクルに係る技術開発」

(1) 工場内スクラップを用いた実証テストを行い処理条件及びランニングコストのデータ収集を行う。切削屑以外の多形状スクラップを用いた連続蒸気循環式搬送処理システムの検討・導入を行い、基本性能を確認する。

[21年度業務実績]

公立大学法人大阪府立大学大学院工学研究科教授 東 健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した。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「マグネシウム試作鍛造部品の評価、解析、データ集積」

鍛造素材、試作鍛造部品について得られた鍛造特性、機械的特性、組織観察結果から、加工条件と組織（結晶粒径など）と鍛造特性を整理し、助成事業者が生産現場で活用できるデータベースを充実させた。また、データベースは、試作鍛造条件、高温圧縮試験条件に基づいて整理し、必要な情報を効率よく検索できるようなシステムを構築している。また、サーボプレスを使用し、平成20年度よりもさらに複雑形状部品の試作鍛造に成功し、機械的特性の評価、試作部品の組織解析を行なった。さらに、マグネシウム合金鍛造部品の実用化に向けての課題調査の一環として、ハイブリッド車や電気自動車等の次世代自動車の動向とロボット業界の動向について調査した。また、実用化のターゲットとすべき製品把握のため、内外の各種マグネシウム鍛造品実用化プロジェクトの現状を調査した。

研究開発項目②「マグネシウム合金鍛造加工における微細組織と変形機構との関連性の解明」

連続鍛造材（AZ91合金、AZX911合金）に対して、高温圧縮試験を行ない、試験条件と動的再結晶挙動の関係を考察した。その結果、動的再結晶粒の粗大化を抑制する要因を明らかにした。これらの結果を、データベースに拡充し、鍛造加工マップ整備に着手した。

また、動的再結晶により均一微細組織を得るための最適添加元素選定の根拠となる積層欠陥エネルギー算出のための第一原理計算による偏析エネルギーの算出を、微量固溶合金も含めた新たな20元素について行い、データベース化を実施した。得られた偏析エネルギーより算出した積層欠陥エネルギーに対し、加工度、濃度ゆらぎの異なる試料について実験により求めた積層欠陥エネルギーとの比較を行い、その関係を明らかにした。

研究開発項目③「マグネシウム合金のリサイクルに係る課題抽出」

スクラップのサンプリング方法と識別精度との関係について検討するとともに、溶液系を利用した不純物除去については、溶解速度の高い条件について探索を行った。また、粉塵の強制的流動下での着火性に関する実験を行うとともに、着火性火花の特性について電磁気学的な調査・検討を行った。

切削粉から製造した素材、およびAZ31スクラップ材等について後方鍛造を行い、鍛造条件、加工条件が製品性状、組織に及ぼす影響を検討した。それらの結果から、マグネシウムリサイクル材の鍛造プロセス、条件に関する基礎的データが得られた。また、固体リサイクルマグネシウム合金の腐食特性を評価し、混入物の影響について明らかにした。

【実用化技術】（助成事業）

研究開発項目④「マグネシウム合金の鍛造用ビレット調整技術開発」

(1) これまでの成果で得られた鍛造用組織微細化ビレットの連続鍛造技術の量産化・低コスト化を実現すべく、量産レベルを想定した製造条件における同時多面連続鍛造システムの開発を実施した。ビレット径φ55mm、8本の同時多面鍛造において、4m程度の鍛造長さの安定かつ高品位の組織微細化ビレットを連続鍛造可能な製造条件を把握し、実用化への目処を立てた。

研究開発項目⑤「マグネシウム合金の鍛造部材開発（輸送用機器、ロボット）」

(1) 鍛造試験を実施し鍛造強度などの基礎的データを採取した。また、量産実用化として新たな自動車エンジン部品の開発に着手し、金型案を決定し、鍛造試験を行った。
(2) 微細鍛造組織の素材をサーボプレスで鍛造加工と同時に結晶粒微細化する好塑性処理方法の条件出しが完了した。これにより第二相粒子と結晶粒の微細化が可能となり、目標強度要件を満足し、難加工材が鍛造可能なことを確認した。また、冷間鍛造の可能性を見出した。
(3) 横型連続鍛造を導入し、25mm板厚材において良好な鍛造性を見出した。
(4) 更なる高強度化に加え、均質化と機械的性質の部分的偏差を解消する方法としてPFHT（鍛造時熱処理）テストを実施し最適条件を模索するとともに、連続鍛造ビレットによる具体的試作品について検討を開始した。

研究開発項目⑥「マグネシウム合金の鍛造部材開発（情報家電用機器）」

(1) ダイカスト薄板素材品質とプレス成形性との関係が明確になったので、成形に適した鍛造・金型を用いて情報家電用機器部材を試作した。
(2) 温間単発プレスによる鍛造プレス加工により、ボス・リブ形状を有し不良の少ない携帯電話機構部品の連続加工技術を確立した。また、ボス・リブを有したノートパソコン筐体の単発加工を行い、改善を実施した。

研究開発項目⑦「マグネシウム合金のリサイクルに係る技術開発」

(1) 平成19年度導入し平成20年度に過熱蒸気循環システムの付加を行った連続式表面付着物除去装置で、AZ材の工場内発生スクラップ（切削切粉）の表面付着物除去テストを行い処理条件などのデータ収集を行った。また、切削屑以外の各種異形状スクラップを対象とした過熱蒸気式連続搬送処理システムの検討を行い、導入を行った。

《6》革新的マイクロ反応場利用部材技術開発【委託・課題助成】[平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

本プロジェクトはマイクロリアクター技術、ナノ空孔技術、各種のエネルギー供給手段等を組み合わせた協奏的反應場を利用し、革新的な化学プロセスを開発することを目的に、国立大学法人京都大学教授 長谷部 伸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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「マイクロリアクター技術」

- (1) 反応剤・触媒等を用いた活性種生成・反応技術の確立
炭素アニオン種、超不安定炭素アニオン種、炭素ラジカル種の生成反応技術の開発を行う。
- (2) 活性種生成場と反応場を分離した反応装置設計と生産システム化に関する共通基盤技術の開発
マイクロ反応器の形状設計手法、急速混合ユニットの開発を行う。

研究開発項目②「ナノ空孔技術」

- (1) ナノ空孔反応場と分子触媒の協働作用技術の開発
転化率80%、選択率90%達成を目指す。
- (2) ナノ空孔反応場と酵素の協働作用技術の開発
50回以上の繰り返し使用に必要な技術の開発を行う。
- (3) ナノ空孔固定化触媒の開発
炭素-炭素結合形成反応等を例に触媒性能の評価を行う。
- (4) ナノ空孔反応場を利用した反応制御技術の確立
分子触媒との協働作用について設計・検証し、モデル候補を提案する。

研究開発項目③「協奏的反応場技術」

- (1) マイクロリアクターにおける協奏的反応場技術の開発
 - (a) 外部エネルギーを用いた活性種生成・反応技術の確立
マイクロ波、電気、光エネルギーを用いたマイクロ協奏場反応技術開発を行う。
 - (b) 高圧との協奏的反応場技術の開発
高温高圧水マイクロ空間協奏的反応場による製造法開発を行う。
- (2) ナノ空孔における協奏的反応場技術の開発
 - (a) マイクロ波、マイクロリアクター利用触媒反応技術の開発
マイクロ波を利用した化学反応用リアクター、ナノ空孔利用マイクロリアクター触媒反応技術の開発を行う。
 - (b) マイクロリアクター、マイクロ波及び反応媒体利用触媒反応技術の開発
高選択的の合成プロセス、ナノ空孔反応場と酵素の協働作用技術の開発を行う。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目④「マイクロリアクター技術、ナノ空孔技術及び協奏的反応場技術を利用したプラント技術の開発」

- (1) マイクロリアクター技術
 - (a) 活性種生成・反応場を分離したマイクロプラントの構築
 - 1) 「光スイッチング化合物製造のためのパイロットプラント技術の開発」
光スイッチング機能を有するジアリールエテン類の連続マイクロフロー合成による製造につき、実証化プラント技術の開発に着手する。
- (2) ナノ空孔技術
 - (a) ナノ空孔反応場と分子触媒、酵素を利用したプラント技術の開発
 - 1) 「半導体デバイスプロセス処理剤のためのプラント技術の開発」
半導体デバイス製造プロセスに用いられる新規Cu-CMP (Chemical Mechanical Polishing) 後洗浄剤を製造する実証プロセスの確立に向け、実証プロセスのプラント技術の開発に着手する。
 - 2) 「食品関連機能性化学品等の製造のためのプラント技術の開発」
食品関連の機能性化学品等の製造において、連続リアクター方式で合成を行う実証プロセスのためのプラント技術の開発に着手する。
 - 3) 「工業用触媒の製造プロセス技術の開発」
ナノ空孔固定化分子触媒の効率的製造プロセスの確立に向け、実証プロセスの開発に着手する。
- (3) マイクロリアクターと協奏的反応場技術の開発
 - (a) 外部エネルギー利用協奏的反応場技術の開発
 - 1) 「マイクロ波を外部エネルギーとして用いるパイロットプラント技術の開発」
マイクロ波加熱機構を備え、かつ並列化したマイクロ波利用協奏的マイクロリアクター汎用プラント(5トン/年に相当する処理量)を試作する。
 - (b) 高圧との協奏的反応場技術の開発
 - 1) 「ニトロ化合物の生成反応におけるプラント技術の開発」
ニトロ化合物の生成プロセスを強化する。併せてニトロ化合物の転換反応のプロセス技術の開発にも着手する。

[21年度業務実績]

国立大学法人京都大学教授 長谷部 伸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した。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「マイクロリアクター技術」

- (1) 反応剤・触媒等を用いた活性種生成・反応技術の確立
炭素アニオン種の生成・反応技術の集積化においては、ジアリールエテンの収率90%を達成

した。

- (2) 活性種生成場と反応場を分離した反応装置設計と生産システム化に関する共通基盤技術の開発
マイクロプラントに適した精密制御・管理システムの開発においては、ナンバリングアップ
(4基並列)された仮想プラントに実装し、診断成功率85%以上を達成した。

研究開発項目②「ナノ空孔技術」

- (1) ナノ空孔反応場と分子触媒の協働作用技術の開発
ナノ空孔反応場と分子触媒の協働作用技術の開発においては、最終目標(転化率80%以上、
選択率90%以上)を上回る結果が得られた。
- (2) ナノ空孔反応場と酵素の協働作用技術の開発
ナノ空孔反応場と酵素の協働作用技術の開発においては、固定化グルタミナーゼを用いて50
回以上の繰り返し試験を実施した。
- (3) ナノ空孔固定化触媒の開発
ナノ空孔固定化分子触媒の開発においては、炭素-炭素結合形成反応が収率80%程度で進行
し、かつ触媒であるパラジウムのリーチングがICP発光分光分析で定量下限値以下(参考値で
0.6ppm)と少ないナノ空孔固定化分子触媒を開発した。
- (4) ナノ空孔反応場を利用した反応制御技術の確立
ナノ空孔反応場を利用した反応制御技術の確立においては、アルミニウムを含むナノ空孔触媒
において、触媒中のナノ空孔が高い触媒活性に必須であることを明らかにした。

研究開発項目③「協奏的反応場技術」

- (1) マイクロリアクターにおける協奏的反応場技術の開発
 - (a) 外部エネルギーを用いた活性種生成・反応技術の確立
光エネルギーを用いたマイクロ協奏場反応技術開発においては、マイクロフロー反応によっ
てバッチ反応では達成できない転換率70%を達成した。
 - (b) 高圧との協奏的反応場技術の開発
高温高圧水マイクロ空間協奏的反応場による高付加価値物質製造法開発においては、芳香族
アルコール類を用いる変換を5分の反応時間で収率95%、選択率95%を達成した。
- (2) ナノ空孔における協奏的反応場技術の開発
 - (a) マイクロ波、マイクロリアクター利用触媒反応技術の開発
ナノ空孔利用マイクロリアクター触媒反応技術の開発においては、ゼオライト粒子、チタニ
ア粒子、グラファイト粒子を含有するシリカマイクロ繊維を3件開発した。
 - (b) マイクロリアクター、マイクロ波および反応媒体利用触媒反応技術の開発
水を化学原料、反応媒体とする高選択的合成プロセス開発においては、重水を用いた反応場
に30分間のマイクロ波照射を行うことにより、実用レベルの純度(99%以上)、重水素含
有量(98%以上)で得られることを明らかにした。

【実用化技術】[助成事業(助成率:1/2以内)]

研究開発項目④「マイクロリアクター技術、ナノ空孔技術及び協奏的反応場技術を利用したプラント技術の開発」

- (1) マイクロリアクター技術
 - (a) 活性種生成・反応場を分離したマイクロプラントの構築
 - 1) 「光スイッチング化合物製造のためのパイロットプラント技術の開発」
各種アリーのリチオ化と縮合の反応条件を検討した。メチルフェニルチオフェンで量産
化可能な反応で、モノアリアル化80%以上、ジアリアル化60%以上の収率が得られた。
- (2) ナノ空孔技術
 - (a) ナノ空孔反応場と分子触媒、酵素を利用したプラント技術の開発
 - 1) 「半導体デバイスプロセス処理剤のためのプラント技術の開発」
メソポーラス担体に固定化させた金属触媒のリサイクル20回を実証した。
 - 2) 「食品関連機能性化学品等の製造のためのプラント技術の開発」
ナノ空孔固定化グルタミナーゼをカラム充填し、テアニンの通液反応の検討を行い、24
時間以上(バッチ24回相当)の反応後も活性が残存する事を確認した。
 - 3) 「工業用触媒の製造プロセス技術の開発」
リガンド合成7ステップを5ステップに短縮し、20%以上の原単位削減を達成した。
- (3) マイクロリアクターと協奏的反応場技術の開発
 - (a) 外部エネルギー利用協奏的反応場技術の開発
 - 1) 「マイクロ波を外部エネルギーとして用いるパイロットプラント技術の開発」
単一のマイクロ波発振源から、並列化した四つの反応場にマイクロ波を均等に分岐照射す
ることが出来る協奏的マイクロリアクター汎用プラントを試作した。
 - (b) 高圧との協奏的反応場技術の開発
 - 1) 「ニトロ化合物の生成反応におけるプラント技術の開発」
実際のプロセス設計を行い最大反応温度200℃、最大反応圧力25MPaのプロセスを
確立した。

《7》鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発【委託・課題助成】〔平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度〕

〔21年度計画〕

本プロジェクトでは、鋼材の高強度化・利用技術及びその信頼性向上技術の開発により、プラント、構造物、自動車等に関する災害や事故から身体等の安全確保を図ることを目的に、国立大学法人名古屋大学副総長 宮田 隆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。

【共通基盤技術】（委託事業）

研究開発項目①「高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発」

クリーンMIG（Metal Inert Gas）溶接プロセスにおいては含有酸素量：50ppm以下で無欠陥の安定した施工を確保する手法を明示し、レーザー溶接においては板厚12mmの高強度鋼2パス溶接継手を達成する。さらに、溶接割れのない高強度溶接金属組織の必要条件とクリーン溶接金属で高靱性が得られる溶接金属組織の必要条件を明示する。また、耐熱材料については、3万hクリープ強度100MPaの合金設計指針を提示する。

研究開発項目②「先端的制御鍛造技術の基盤開発」

鍛造における析出強化最大化方策の抽出と、組織・硬さ分布予測可能なシステムを構築する。また、転動疲労時の初期き裂の3次元形態と進展挙動の評価技術を確立する。

【実用化技術】（助成事業）

研究開発項目③「高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発」

共通基盤技術①で開発された溶接プロセスにおいて、施工安定性・制御性などの評価により実用可能なプロセスを絞り込み、溶接装置を試作する。また、溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計については、実機クリープ強度に及ぼす微細組織の変化機構・合金組成との関係を把握する。

研究開発項目④「先端的制御鍛造技術の開発」

傾斜機能を付与する鍛造プロセス開発においては、同一成分鋼において小型部品想定で1,000MPa以上の高強度部と900MPa以下の軟質部を得るための加工熱処理条件を提示する。また、転動疲労における初期き裂形態に影響を及ぼす酸化物系介在物の要因を抽出する。

〔21年度業務実績〕

国立大学法人名古屋大学副総長 宮田 隆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した。

【共通基盤技術】（委託事業）

研究開発項目①「高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発」

クリーンMIG（Metal Inert Gas）溶接プロセスにおいては、HT980（高張力）鋼と9%Ni（極低温用）鋼の2鋼種に適合したプロト溶接機の設計指針を提案した。レーザー溶接においては部分溶け込み溶接時のポロシティ防止技術を確立し、25mm厚板溶接への適用を可能にした。さらに、溶接金属の設計（成分と組織制御ターゲット）とそれを実現する溶接材料指針を明示した。また、耐熱材料については、3万hクリープ強度100MPaの合金設計指針を提示した。さらにクリープ破断データの領域区分解析法などの新しい強度予測法と組み合わせながら高精度の強度予測を行う組織診断プラットフォームのプロトタイプを構築した。

研究開発項目②「先端的制御鍛造技術の基盤開発」

鍛造における鋼の析出制御メタラジの解明や、現実的かつ効率的な鍛造部品の析出制御指導原理を確立した。組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムの枠組みを完成し、一般的な鍛造プロセス用の組織・強度分布予測・最適工程設計を可能とする計算機シミュレーション技術を開発した。また、き裂発生部位やき裂発生までの転動回数等、寿命予測法の確立に有用なメカニズム解明と観察システム構築に世界で初めて成功した。

【実用化技術】（助成事業）

研究開発項目③「高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発」

共通基盤技術①で提案された溶接装置を試作し、実用溶接継手レベルの溶接施工性ならびに継手性能を評価し、各プロセスの特徴と有効範囲を明確にした。レーザー溶接継手を作成し、溶接金属の欠陥発生状況や溶接継手性能（溶接金属靱性、継手強度、硬さ、疲労特性など）を評価し、試験体レベルにおいて目標値を達成した。また、溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計指針を提示して、新しいクリープ強度予測法のベースとなる組織診断プラットフォームのプロトタイプを構築した。

研究開発項目④「先端的制御鍛造技術の開発」

傾斜機能を付与する鍛造プロセス開発においては、同一成分鋼の前方押し出し材において各部品に対応した強化部・軟質部強度について中間目標を達成するアロイデザイン・プロセスを確立した。また、転動疲労試験時の酸化物系介在物やき裂の詳細な経時変化観察技術、およびその観察状況と合致する応力状況シミュレーション技術を構築し、初期き裂形態への影響因子を抽出した。

【中間評価結果】

大型プロジェクトの目標設定に対し、サブグループ単位で、個別の研究課題ごとに研究者間の十分な連携がなされ、世界最高水準の成果が複数得られていると高く評価された。また、最終的な成果が、経済性の面も含めユーザーの将来ニーズに合致したものかどうか等、実用化のための現状把握を実施すべきとの指摘を受けた。

【中間評価への対応】

指摘事項への対応として、現在実施しているユーザー企業の委員を含む研究委員会での情報交流やユーザー企業への

訪問を通じて、最新のユーザーニーズの収集を図り、コスト競争力等の経済性も考慮した研究開発も進めることを実施計画に反映した。

《8》マルチセラミックス膜新断熱材料の開発【委託・課題助成】〔平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度〕

〔21年度計画〕

本プロジェクトでは、建物の冷暖房、家電製品、輸送機器、エネルギー貯蔵などの大幅な省エネ効果をもたらす、超断熱壁材料・窓材料を実現するため、セラミックスポリマー、ガラスのナノテクノロジー・材料技術を駆使し、セラミックス膜新断熱材料を具現し、もって我が国の省エネルギーに大きく貢献することを目的に、国立大学法人長岡技術科学大学副学長 高田 雅介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。

【共通基盤技術】（委託事業）

研究開発項目①「多孔質セラミックス粒子合成技術の開発」

多孔質セラミックス粒子粉末を合成し、粒子構造、圧縮特性、熱伝導率等を検討し、中間目標を達成する。また、多孔質セラミックス粒子の熱伝導率－真空度依存性関係曲線と圧縮特性曲線を測定検討し、化学プロセスにフィードバックし、プロセスを最適化する。

研究開発項目②「ナノ構造セラミックス膜コーティング技術の開発」

セラミックス膜を各種成膜法で合成し、超断熱壁要素材料として中間目標を達成するとともに、超断熱窓材料に用いる要素材料として必要な可視光透過率、ヘイズ率を達成する。また、ナノ構造セラミックス膜の赤外線反射率、光透過率、ヘイズ率等の評価技術を確立し、成膜プロセスにフィードバックし、プロセスを最適化する。

研究開発項目③「透明多孔質セラミックス合成技術の開発」

超臨界乾燥等によって透明多孔質セラミックスを合成し、中間目標を達成する。また、透明多孔質セラミックスの熱伝導率、赤外線反射率、可視光透過率、ヘイズ率等の評価技術を確立し、合成プロセスにフィードバックし、プロセスを最適化する。

研究開発項目④「複合化技術及び真空セグメント化技術の開発」

多孔質セラミックス粒子をポリマー膜等にて真空封止・セグメント化した超断熱壁材料を作製し、中間目標を達成する。透明多孔質セラミックス等をガラス板で複層化し真空化した超断熱窓材料を作製し、中間目標を達成する。

【実用化技術】（助成事業）

研究開発項目⑤「超断熱壁材料の開発」

選定した連続エマルジョン化装置、高効率固液分離装置の性能を基に量産プラントの主要設計を行う。また、新たに量産化プロセスの設計検討が必要となった、粒子の真空乾燥装置についても必要な要素技術の開発を行う。

〔21年度業務実績〕

国立大学法人長岡技術科学大学副学長 高田 雅介 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①「多孔質セラミックス粒子合成技術の開発」

ナノ多孔構造や気孔率等を変化させた種々の多孔質セラミックス粒子について、熱伝導率－真空度依存性の関係曲線を詳しく調べ、極めて小さな熱伝導率を有するなどの成果を得た。圧縮強度は20 MPa以上、熱伝導率は0.002 W/mK以下（1 Pa以上雰囲気下）、気孔率は85%以上のいずれも中間目標値を達成した。

研究開発項目②「ナノ構造セラミックス膜コーティング技術の開発」

酸化亜鉛、チタニア等の酸化物セラミックス膜について、電子ビーム物理蒸着法やスパッタリング法などのコーティング法によって多孔質膜あるいは積層膜を合成する条件の制御技術を確立した。気孔率（1～70%）、柱状構造（1 μm以下）、羽毛状構造（20～100 nm）、赤外線反射率（60%以上）、面積（10,000 mm²）ですべて中間目標値を達成した。また、可視光透過率（84.8%）、ヘイズ率（0.43%）についても中間目標値を達成した。

研究開発項目③「透明多孔質セラミックス合成技術の開発」

超臨界乾燥法によって透明多孔質セラミックスの試料を合成する際に、温度および圧力の精密制御を行い、クラック等が生じないように安定に透明体を合成する条件を明らかにし、10,000 mm²程度の大きなサイズのサンプル作製を実現させた。以上により、気孔率90～95%、孔径制御50 nm以下、圧縮強度0.5 Pa以上、可視光透過率80%以上、面積10,000 mm²は中間目標を達成した。熱伝導率は中間目標値の0.004 W/mK以下に対し0.005 W/mK、ヘイズ率は中間目標値の2%以下に対し3%と未達であるが、平成22年度に達成を目指す。

研究開発項目④「複合化技術及び真空セグメント化技術の開発」

多孔質セラミックス粒子をポリマーシートで真空封止したサンプルを試作すると共に、真空封入・セグメント化における真空排気効率、ポリマー材質、表面凹凸等の技術課題を明らかにした。透明多孔質セラミックス等をガラス板で複層化・真空化して超断熱窓材料を試作し、真空封止後の透明多孔質セラミックスに生じるひずみなどの技術課題を明らかにした。以上により、壁材料として、真空度0.01 Pa以下、面積40,000 mm²、窓材料として真空度1 Pa以下、熱還流率0.71 W/m²K、面積10,000 mm²で中間目標を達成した。ヘイズ率は3%と中間目標値（2%以下）

下)未達だったので、平成22年度に達成を目指す。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目⑤「超断熱壁材料の開発」

連続式エマルジョン化装置の実溶液を用いた試験を行い、槽容量数10Lの切り替え連続式エマルジョン化装置を用いることにより、目標の数千トン/年の生産を行える事を確認した。また連続遠心式の固液分離装置の想定性能をバッチ式の遠心分離機を用いて再現して、実溶液でテストを行い、連続遠心式の固液分離機が十分な性能を持つとともに廃エマルジョンの分解も同時に行える事を確認した。

【中間評価結果】

個別の要素技術については概ね数値目標をクリアしており、基礎研究の視点で見た場合には十分に当初の目標を達していると評価された。また、要素材の性能を維持した上で、強度、耐久性を確保し、さらに大型化および低コスト化する必要があり、越えるべき課題は多いとの指摘を受けた。

【中間評価への対応】

指摘事項への対応として、要素材料の性能を維持した上で、強度、耐久性を確保するために、要素材料の多孔質構造最適化、微量水分除去、経時・環境劣化評価を行うことを実施計画書に反映した。また、大型化及び低コスト化を目指した開発については、外部状況の変化に応じて研究課題の絞り込みを行った。

《9》高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発【委託・課題助成】[平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

本プロジェクトでは、金属ガラス相と第二相を複合化させることで複合化金属ガラス合金を創製し、従来の金属ガラス単相合金の持つ優れた特徴に加えて、塑性加工性、硬磁気特性、高電気伝導性等の特性を付与する。この複合化金属ガラスの持つ新規な特性を用いて、従来の金属ガラス単相合金では為しえなかった革新的部材の開発を行い、さらに多様な工業製品に応用することで、我が国産業の優位性を確保することを目的に、国立大学法人東北大学ユニバーシティプロフェッサー 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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術」

(1)硬磁性複合化金属ガラスの合金創製

(a)要素技術開発された硬磁性層、非磁性インプリント層及び軟磁性裏打ち層の複合積層化による課題抽出と成膜方法最適化による成立性の確認

(b)超高密度パターン形成を含む一連製造プロセスの確立

(2)金属ガラスによる超高密度パターン形成技術の開発

(a)超微細描画法及び超微細加工法による金型作製プロセスの改良

(b)ナノインプリントによる微小サンプルの試作と形状評価

(c)実際の超高密度磁気記録媒体を想定した試作品の作製と、記録媒体としての成立性確認

研究開発項目②「複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術」

(1)高強度・可塑性複合化金属ガラスの合金創製

(a)超精密プレス加工に対応した高強度・可塑性複合化金属ガラス合金の選定

(2)超々精密ギヤ等の成形技術の開発

(a)超々精密ギヤ用創製プロセスの確定

研究開発項目③「複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術」

(1)高強度・高導電性複合化金属ガラスの合金創製

(a)高強度・高導電性複合化金属ガラス合金及びCu基非平衡結晶合金の材料成分の改良による強度及び導電率の向上

(2)精密薄板作製技術の開発

(a)精密温間圧延等による薄板作製の基礎技術開発及び試作

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目⑤「超微小モータ用部材の開発」

・共通基盤技術で試作した超々精密ギヤ部材を用いた超微小モータの試作

[21年度業務実績]

国立大学法人東北大学ユニバーシティプロフェッサー 井上 明久氏をプロジェクトリーダー、国立大学法人東北大学金属材料研究所教授 早乙女 康典氏をサブプロジェクトリーダーとし、以下の内容を実施した。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「複合化金属ガラスによる硬磁性・ナノ構造部材技術」

(1)硬磁性複合化金属ガラスの合金創製

(a)中間目標を達成しつつ要求に合わせて特性が調整可能なCo/Pd多層膜の成膜、インプリント加工に最適化されたPd基金属ガラスのMGS(マグネトロンスパッタリング)法による成膜、HDD媒体の磁気記録層の記録再生特性を高めるAPC(Anti-Parallel Coupled Soft-Magnetic under Layer)構造を採用した軟磁性裏打ち層の成膜にそれぞれ成功した。

(b)逆スパッタ法による表面平滑化した媒体試作品の特性評価を実施し、今後の課題の抽出を行

った。

(2) 金属ガラスによる超高密度パターン形成技術の開発

- (a) FIB (取束イオンビーム) デポジション とドライエッチングを組み合わせた新たな金型作製方法を開発し、ドット径12nm、ドット間隔25nm (1Tbit/In²相当) の金型創製に成功した。また、最終目標達成に向けた、新規な作製方法についても検討を開始した。
- (b) MGS法にて成膜したPd基金属ガラスを用いて開発金型によるインプリント試験を行い、直径12nmのホールパターンが10μm角の領域で形成できることを確認した。
- (c) ホール内に多層膜を埋め込み、孤立磁気ドットの磁化反転挙動を確認した。また、特性評価設備の改善に向けた検討を行った。

研究開発項目②「複合化金属ガラスによる高強度・超々精密部材技術」

(1) 高強度・可塑性複合化金属ガラスの合金創製

- (a) 1,600MPaの圧縮強さと10%の塑性伸びが得られるZr基複合化金属ガラスを開発した。

(2) 超々精密ギヤ等の成形技術の開発

- (a) 共同実施先である東北大学金属材料研究所から技術導入したホブ切りにより超々精密ギヤを試作し、直径0.3mm以下、寸法精度±1μmのギヤの作製に成功した。一方、超精密プレス成形による超々精密ギヤ作製は、安価に大量生産することを考慮してギヤの寸法精度改善に取り組んだ。

研究開発項目③「複合化金属ガラスによる高強度・高導電性部材技術」

(1) 高強度・高導電性複合化金属ガラスの合金創製

- (a) 金属ガラス生成成分則を活用したCu基非平衡結晶合金で精密薄板の試作を行い、1,500MPaの引張強さ、32%IACSの導電率を発現する合金の開発に成功して中間目標を達成した。この精密薄板を用いてコネクタ試作品を作製し評価した。

(2) 精密薄板作製技術の開発

- (a) 粉末を出発材としたCu基非平衡結晶合金を予備固化および冷間圧延により薄板化し、1,500MPaの引張強さ、32%IACSの導電率を発現する精密薄板を試作した。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目⑤「超微小モータ用部材の開発」

ホブ切りにより作製したZr基金属ガラス製星歯車を組み込んだ、直径0.9mmで減速比6:1の1段ギヤヘッドを開発した。同時に直径0.9mmのコアレスモータの開発を行い、これらをドッキングした直径0.9mmの超微小ギヤードモータの試作に成功、スムーズな回転動作を確認した。

【中間評価結果】

プロジェクトリーダー及びサブリーダーの強い指導力の下に中間目標が全て達成され、金属ガラスの材料としての優れたポテンシャルを複合化により更に高めることに成功していると高い評価を受けた。また、必要性能と目標値の明確化、今後の実用化研究の重要性およびコスト・品質といった実用化までの課題について検討するよう指摘を受けた。

【中間評価への対応】

指摘事項への対応として、ユーザー企業、有識者の参加する総合技術委員会などを通して、実用化に必要な性能と目標値を精査し明確化を行った。また、委託事業の成果を最大限に生かし、早期の実用化が可能となる実用化事業計画を策定し、実施計画書に反映した。

《10》循環社会構築型光触媒産業創成プロジェクト【委託・課題助成】[平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

光触媒技術の新産業創成を可能にする高活性化(紫外光応答2倍、可視光応答10倍)光触媒材料の開発及びそれらの技術を担う人材を育成することを目的に、東京大学大学院工学系研究科教授 橋本 和仁氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発等を実施する。

【研究開発事業】

①光触媒共通サイエンスの構築

- (1) コーティング層表面ナノ構造制御等製造プロセスの最適化、結晶面配向制御、結晶性向上(緻密化)、酸化チタンナノ粒子の開発、多電子還元反応触媒利用の最適化、バンド構造制御等により、酸化チタン系を中心とした光触媒の高感度化に取り組む。
- (2) エアロゾル中のウイルスという実環境に近い形でウイルスに対する光触媒活性を評価し、パンデミック対策としての光触媒の有効性を検証する。

②光触媒基盤技術の研究開発

- (1) 新規高感度光触媒について、パイロットプラントによる量産化を開始する。
- (2) 生産コスト低減のため、大面積コーティング及び成膜プロセス短縮化技術等について検討を行う。

③高感度可視光応答型光触媒利用内装部材の開発

各内装部材につき、新規高感度光触媒の製品サンプルを作成し、実証住宅にてその効果を評価する。その評価に基づき、光触媒効果を実感できる光触媒活性の目標値を明確化する。

④酸化チタンの新機能創出

- (1) 撥水性膜と光触媒との複合化について、無機系膜及び有機系膜での検討を更に進め、水滴除去性、セルフクリーニング性を向上させる。
- (2) エネルギー貯蔵材料の探索を引き続き行い、エネルギー貯蔵型光触媒の最適化と用途開発を行う。

⑤光触媒新産業分野開拓

VOC、PFCガス、細菌・ウイルス等を光触媒により除去するための実証試験装置を開発する。その際除去性能に加えて、省エネルギー性、メンテナンス性、コスト、サイズ等、実用性にも配慮した装置開発を行う。

【人材育成事業】

①特別講座による人材育成事業

- (1) 教養学部後期課程（3、4年生）に環境エネルギー科学関連の新コースを設置するための準備を開始する。先端学際工学専攻博士課程での異分野融合型の講義を引き続き開講し、社会人学生についても異分野融合型教育を実施する。また、教養学部生対象の地球と水についての講義を開講する。一般に向けた公開講演会やシンポジウムなどを実施する。
- (2) 生産技術研究所では、エネルギー長期需給予測、需給マネジメント教材開発やエネルギー・イノベーション事例調査のほか、エネルギー・環境分野の横断的な知見が求められるコンテンツを作成する。また、エネルギー分野の公開講演会やシンポジウムなどを実施する。
- (3) 教養学部附属教養教育開発機構では、引き続き、文系・理系の1、2年を対象にした、「エネルギー環境科学技術」、「エネルギー環境行政」等、エネルギー環境に関わる学際的・総合的な教育カリキュラムを設計し、総合科目、主題科目、全学自由研究ゼミナールと現場調査・体験ゼミナールを開講すると同時に、学生全般を対象とした「新環境エネルギー講座」を開講する。また、異分野融合型の人材育成プログラムを進めるため、環境・エネルギー分野に関する教材の企画・編纂を行うと同時に、タブレットPCや講義のデジタルアーカイブを利用した環境・エネルギー分野学習システムの活用を進める。

②交流促進事業

ポスト京都議定書の国際枠組みに関する調査及び政府当局・研究機関・学者との意見交換のため、欧州、米国、アジア各国等に特任教員又は研究員を派遣する。その調査結果を基にして、再生可能エネルギーや環境エネルギー科学、環境社会学、環境経済学の講義に反映させると同時に、社会人への情報提供などを行う。

③成果の活用促進事業

環境エネルギー科学に係る人材育成講義等の組織化の推進と、講演会・国際シンポジウムの開催とともに、環境エネルギーコンテンツの充実を図り、東京大学教養学部を設置した「NEDOギャラリー」及び「環境エネルギー科学資料室」を活用した普及啓発活動を引き続き行う。

[21年度業務実績]

東京大学大学院工学系研究科教授 橋本 和仁氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発等を実施した。また中間評価を実施し、その結果、酸化チタンをベースにした可視光応答性の開発方針を明文化する等、プロジェクト方針を再確認した。

【研究開発事業】

①光触媒共通サイエンスの構築

- (1) 主に、多電子還元反応触媒利用の最適化、バンド構造制御等により、酸化チタン系を中心とした光触媒の高感度化に取り組んだ。
- (2) 実環境に近い形でのウイルスに対する光触媒活性を検証した他、簡便なウイルス評価方法を確立した。

②光触媒基盤技術の研究開発

- (1) 新規高感度可視光型光触媒について、パイロットプラントによる量産化を開始し、新規高感度紫外光型光触媒について、パイロット設備を建設した。
- (2) 生産コスト低減のため、大面積コーティング及び成膜プロセス短縮化技術等について検討を行った。

③高感度可視光応答型光触媒利用内装部材の開発

可視光型光触媒塗膜による抗菌・抗ウイルス性能を実証評価するため、不特定多数の人々が利用する施設での実験を行った。その結果から、サンプル表面における落下付着菌の生菌数を測定することで、可視光型光触媒塗膜の抗菌性を実証評価可能であることと、その際の適切な実験条件を明確にした。

④酸化チタンの新機能創出

- (1) 撥水性膜と光触媒との複合化について、無機系膜及び有機系膜での検討を更に進め、無機薄膜において耐久性と水滴除去性に優れた材料を得ることに成功した。
- (2) エネルギー貯蔵材料の探索を引き続き行い、エネルギー貯蔵型光触媒の最適化と用途開発を行った。

⑤光触媒新産業分野開拓

VOC、PFCガス、細菌・ウイルス等を光触媒により除去するための実証試験装置を開発した。紫外線光源の有効利用及び高性能な光触媒フィルターの使用により、低電力化を行った。省エネ性等の検討として、光源の本数、フィルター数削減、紫外放射LED装置の試作を行った。

【人材育成事業】

①特別講座による人材育成事業

- (1) 教養学部後期課程（3、4年生）に設置する環境エネルギー科学新コースのカリキュラムを作成した。また、先端学際工学専攻博士課程での異分野融合型の講義を開講するとともに社会人学生向けの「環境エネルギープログラム」を作成した。教養学部生対象の講義として、地球と水をテーマにした講義を開講した。一般向けの温室効果ガス削減に関する公開講演会やシンポジウムなどを4回実施した。
- (2) 生産技術研究所では、エネルギー長期需給予測、需給マネジメント教材開発やエネルギー・イノベーション事例

調査のほか、エネルギー・環境分野の横断的な知見が求められるコンテンツを作成した。また、エネルギー分野の公開講演会やシンポジウムなどを6回実施した。

- (3) 教養学部附属教養教育開発機構では、引き続き、文系・理系の1, 2年を対象にした、「エネルギー環境科学技術」、「エネルギー環境行政」等、エネルギー環境に関わる学際的・総合的な教育カリキュラムを設計し、総合科目、主題科目、全学自由研究ゼミナールと現場調査・体験ゼミナールを併せて12講座開講した。また、学生全般を対象とした「新環境エネルギー講座」を4講座開設した。さらに、環境・エネルギー分野に関する教材の企画・編纂を行うと同時に、タブレットPCや講義のデジタルアーカイブを利用した環境・エネルギー分野学習システムの活用を進めた。

②交流促進事業

ポスト京都議定書の国際枠組みに関する調査及び政府当局・研究機関・学者との意見交換のため、欧州2回、米国1回、アジア1回特任教員ならびに研究員を派遣した。その調査結果を基にして、再生可能エネルギーや環境エネルギー科学、環境社会学、環境経済学の講義に反映させると同時に、社会人への情報提供などを行った。

③成果の活用促進事業

環境エネルギー科学に係る人材育成講義等の組織化の推進と、講演会・国際シンポジウム開催すると共に、環境エネルギーコンテンツの充実を図り、東京大学教養学部を設置したギャラリーを利用して普及啓発活動の一つとしてトークショー6回などを実施した。

《11》超ハイブリッド材料技術開発【委託・課題助成】[平成20年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、単なるハイブリッド化ではなく、従来材料ではなし得なかったトレードオフ（相反機能）をナノレベルでの界面・分散・構造制御で解消し、相反機能を合目的的に制御・実現することができる技術及びそれに資する要素技術の開発を行うとともに、実用化に向けた技術の開発を行うことを目的に、国立大学法人東北大学教授 阿尻雅文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①「超ハイブリッド材料創製技術開発」

(I) - 1 電気・電子材料分野（パワーデバイス周辺材料・ICパッケージ材料）

中間目標の達成に向け以下の開発を進める。

1) 界面伝熱抵抗評価と最適設計

界面抵抗を考慮した複合材の熱伝導解析と高熱伝導設計指針の把握。

2) 界面伝熱抵抗を抑制する表面修飾及びその技術開発

表面修飾剤による熱抵抗低減の実証。

3) 相分離・粒子配向による高熱伝導技術開発

表面修飾粒子の偏在化検討と外力等による粒子の配向・配列。

(I) - 2 電気・電子材料分野（高放熱性材料・高耐熱性材料）

耐熱性微粒子としての種々の金属酸化物のポリシロキサンによるその場表面修飾技術、及び得られる表面修飾微粒子を高度に含むポリシロキサン組成物の粘度測定により、表面修飾の有効性を評価する。また、これら微粒子のマトリックス中での分散性を検討し、耐熱性ポリシロキサン系超ハイブリッド材料に適した微粒子を選定する。最終的に得られるハイブリッド材料の耐熱性、熱膨張係数などの基本特性を評価し、耐熱性ハイブリッド材料のプロトタイプを開発し、潜在顧客に供試する。さらに、所望の物性を発現できるハイブリッド材料合成を可能にするため、表面修飾金属酸化物の構造とハイブリッド材料の物性の相関を明らかにする。

(II) 光学材料分野（高・低屈折率光学材料）

中間目標の達成に向け以下の開発を進める。

1) 高屈折率樹脂及び高屈折率ナノ粒子との相溶性を両立させる表面修飾剤開発

高屈折率樹脂及び表面修飾剤の構造最適化。表面修飾条件の最適化、樹脂中への分散技術。

2) ナノ粒子と高い親和性を示すノニオン性高分子活性剤の開発

高濃度ナノ粒子分散条件と膜物性設計。

3) 2段階重合による屈折率制御技術開発

実用化に向けた条件最適化と低屈折率材料への展開。

研究開発項目②「相反機能発現基盤技術開発」

(I) 電気・電子材料分野

(II) 光学材料分野

以下の研究課題を遂行することで、超ハイブリッド材料創製技術開発（パワーデバイス周辺材料、ICパッケージ周辺材料、高・低屈折率光学材料）の中間目標の達成に貢献する。

1) 有機・無機材料界面制御技術

超臨界法による界面修飾技術の *in situ* 観察とメカニズムの解析を進め、超臨界法による表面改質の特異性を解明する。

2) ナノ空間制御技術

中空シリカの形成技術を構築し、低屈折率材料への提供を行うことで材料創製に寄与する。

3) ナノ構造制御技術

4) ナノ空間・構造制御手法最適化技術

2段階重合法の高精度化による高屈折材料への機能向上と、マイクロ相分離による熱伝導パスの形成及びBN粒子の配向・配列による高熱伝導材料開発へ貢献する。

(III) その他工業材料分野 (放熱性材料)

樹脂の分子構造と、セラミックナノ粒子と大粒子系などの効果的な配置手法を工夫し、構成要素界面のハイブリッド化の最適化手法を確立する。レオロジー問題を解決すべく目標となる相反機能を満足できる構造形成のための知見を得る。基盤技術として超ハイブリッド系レオロジーを掘り下げる。

研究開発項目③「相反機能材料創製プロセス基盤技術開発」

以下の研究課題を遂行することで、超ハイブリッド材料創製技術開発 (パワーデバイス周辺材料、ICパッケージ周辺材料、高・低屈折率光学材料) の中間目標の達成に貢献する。

1) 官能基導入無機ナノ粒子合成プロセス

1 トン/年レベルにスケールアップしたナノ粒子合成を目指したトータルシステムを開発し、実用化への課題を抽出する。

2) 高分子中ナノ粒子等均一分散・配向・配列プロセス技術開発

平成20年度までに開発した基盤技術に基づき、外力付与による粒子の配向・配列プロセスを開発し、その効果を確認する。

3) プロセス最適化技術

粒子形成・表面修飾及び濃縮回収までの一連のプロセスをシステムとして構築し、実用化に必要な低価格対応、量産安定化、再現性に必要な課題を確認する。

研究開発項目④「材料設計に資する統合評価・支援技術開発」

樹脂との結合、サブナノ空孔やナノ粒子の分布、相分離状態等の材料構造、ナノ粒子の表面状態 (修飾基有無) などをNMR、PEEM、陽電子ビーム、XAFS、3次元TEM等の最新分析装置で計測、解析し、超ハイブリッド材料ならではの構造・物性分析・評価基盤の確立を目指す。

複雑な構造を持つ超ハイブリッド材料に対応するため、TEMやPEEM、ラマン分光などナノレベルからマイクロ・マクロレベルに至る多階層かつ複数種の構造計測結果に地球統計学的解析手法 (パリオグラム) を適用し、マクロから微小スケールまでの構造ゆらぎ特性を推定、評価する。

以上の計測、解析結果を材料開発、基盤技術開発グループに提供する。

[21年度業務実績]

国立大学法人東北大学多元物質科学研究所教授 阿尻 雅文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①「超ハイブリッド材料創製技術開発」

(I) - 1 電気・電子材料分野 (パワーデバイス周辺材料・ICパッケージ材料)

界面伝熱抵抗の評価について、セラミックス薄板と高分子モデル物質との積層材料の熱伝導を評価し積層数と共に界面伝熱抵抗が大きくなること、有機修飾剤により界面伝熱抵抗を低減できることを実験的に初めて証明した。また伝熱シミュレーションにより、高熱伝導を実現するには熱伝導パス形成が有望との知見を得た。

その結果配向技術との組み合わせでパワーデバイス中間目標 (熱伝導率30W/mK 耐熱性300°C 絶縁破壊電圧30kV/mm 易成型性) は達成できた。また同様にICパッケージ中間目標 (非絶縁タイプ 熱伝導率40W/mK 接着強度1MPa以上 絶縁タイプ 熱伝導率7W/mK 体積抵抗率 $10^{11}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上) についても Al_2O_3 粒子の表面改質及び配合技術等により達成した。

(I) - 2 電気・電子材料分野 (高放熱性材料・高耐熱性材料)

耐熱性微粒子の表面修飾、および得られた表面修飾微粒子を含む耐熱性ポリシロキサン超ハイブリッドの合成技術開発を行った。表面修飾剤の構造が硬化性材料の粘度に及ぼす影響を明らかにし、表面エネルギーの低いポリシロキサンによる表面修飾の有効性を確認した。また、耐熱性ポリシロキサンハイブリッド材料のプロトタイプを潜在顧客に供試し、良好な耐熱性を確認した。さらに、ポリシロキサンの構造、耐熱性微粒子の形状、およびポリシロキサンの架橋密度等を制御することにより、良流動性であり、銅並みの超低熱膨張性を示す液状材料が開発可能であることを示すと共に、最終目標値を達成した。

(II) 光学材料分野 (高・低屈折率光学材料)

超ハイブリッド光学材料開発方針として、①無機ナノ粒子と親和性の高いノニオン系界面活性剤の開発、②高屈折率樹脂および樹脂と高屈折率ナノ粒子との相溶性を両立するための表面修飾剤設計開発、③透明性を確保したまま屈折率制御可能な新規重合プロセス開発を進め、中間目標値 (低屈折率材料: 屈折率1.4以下、鉛筆硬度3H以上、全光線透過率90%以上、MFR (Melt flow rate) $10\text{g}/10\text{min}$ 、高屈折率材料: 屈折率1.6以上、鉛筆硬度3H以上、全光線透過率90%以上、MFR $10\text{g}/10\text{min}$) を達成できた。また、ノニオン系活性剤を使用した塗布型反射防止膜 (低屈折層、高屈折層) のフィルムサンプルを形成できた。

研究開発項目②「相反機能発現基盤技術開発」

(I) 電気・電子材料分野

(II) 光学材料分野

界面制御として超臨界水熱合成法、メカノケミカル法を実施した。以下の相反機能発現基盤技術開発により、電気・電子材料分野、光学材料分野などに対応可能な超臨界水熱合成法による、表面改質したナノ粒子を合成する手法を確立した。

1) 有機・無機材料界面制御技術

有機修飾の機構解明と最適条件の探索を行い、粒子の表面電位と修飾剤の解離条件との整合性の重要性を明らかにし、反応場のpHが必要な制御因子であること解明した。

2) ナノ空間制御技術

有機修飾分子存在下でのメカノケミカル法を新たに開発し、TiO₂ナノ粒子の高濃度分散に成功した。また分散・構造制御として、プレポリマーを使用した2段重合法によりナノ粒子の均一分散を可能とし、高屈折率材料へ適応した。マイクロ相分離技術を利用した、粒子配向技術開発基礎を熱伝導パス形成へ応用実施した。光励起重合によるTiO₂ナノ粒子の配向制御が可能となった。

3) ナノ構造制御技術、4) ナノ空間・構造制御手法最適化技術

上記の構造制御、配向技術の基礎となる界面相互作用評価として、媒体と表面修飾ナノ粒子の相平衡およびナノ粒子とモデル樹脂(基板)との吸着特性、すなわちナノ粒子系の熱力学物性評価を行い、相互作用評価のための研究基盤を確立した。

(III) その他工業材料分野(放熱性材料)

新規フィラーとして、Si₃N₄ナノワイヤーの合成に成功し、その複合材料の厚み方向の熱伝導率5W/m・K以上を達成した。ツインメソゲン液晶エポキシはそのモノ体と比べ、磁場配向度が向上することを確認した。有機無機ハイブリッドが粘度低下、熱伝導率向上、強度向上に効果があることを確認した。

研究開発項目③「相反機能材料創製プロセス基盤技術開発」

1) 官能基導入無機ナノ粒子合成プロセス

官能基導入無機ナノ粒子合成プロセスを検討し、流通式装置を用いた0.1ton/年規模での酸化ナノ粒子(ZrO₂)の連続合成に成功し、本技術を元に1ton/年能力を持つシステムとして構築した。

2) 高分子中ナノ粒子等均一分散・配向・配列プロセス技術開発

高濃度スラリーが供給できるナノ粒子の均一分散・配向・配列プロセスを開発し、BN粒子、Al₂O₃粒子の表面改質に成功した。

3) プロセス最適化技術

超臨界流通系合成装置のスケールアップに必要な課題として、大量合成(高濃度原料供給・高濃度粒子回収)のための装置開発(最適混合・腐食防止・閉塞防止)を掲げ、開発を遂行した。スケールアップ装置の重要部分(供給装置、回収装置、腐食防止措置)について新規技術開発を行い、また最適な混合条件を探索するために反応場*in situ*可視化技術の開発を行った。また、ナノ秒パルス電源を用いBNナノシートの樹脂中配列に成功した。

以上のプロセス基盤技術開発により、電気・電子材料分野、光学材料分野などに対応可能なプロセスを確立できる目処を得た。

研究開発項目④「材料設計に資する統合評価・支援技術開発」

超ハイブリッド材料の評価を行うために、サブナノ空孔計測用陽電子計測系のSN比向上、光電子顕微鏡用放射光ビームラインの整備と試料表面の深さ方向低侵襲高精度分析装置の整備を行った。その結果、超ハイブリッド材料の光学特性に対する種々の特性を評価することができた。材料機能インフォマティクスの開発においては、超解像技術を顕微ラマン分光計測結果に適用することで、深さ方向の情報従来よりも一桁高い分解能で得られた。以上に加えて、超ハイブリッド材料の技術動向の把握を目的とした特許調査等を実施し、プロジェクト内に最新情報を提供した。

【中間評価結果】

各専門分野の研究機関が有機的かつ競争的に研究を推進する体制であり、一部のテーマを除いて、成果は各項目ともほぼ中間目標に達しており、世界的に独創性のある一定以上の成果があるとの評価を受けた。また、コストを考慮に入れた開発、精密な高分子材料設計、基盤技術の体系化に重点をおくよう指摘を受けた。

【中間評価への対応】

指摘事項への対応として、大型装置を導入し検討を進め、超臨界技術のスケールアップ時の問題点とコスト構造を把握し、問題点に対する対策を立案した。また、プロジェクトの中に高分子の専門家を追加し、プロジェクト体制を変更することを実施方針・実施計画書に反映した。

《12》希少金属代替材料開発プロジェクト [平成20年度～平成25年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、希少金属の代替/使用量低減を目指すものでもあり、これを通じて我が国の希少金属の中長期的な安定供給を確保すること等を目的として、各研究開発項目毎に研究開発責任者(テマリーダー)を設置し、以下の研究開発を実施する。

【共通基盤技術】(委託事業)

①透明電極向けインジウム使用量低減技術開発

- ・平成20年度より高濃度のSn、第4元素を添加した系を計算対象にし、バンド構造、キャリア濃度、有効質量の濃度依存性を明らかにし、最適な添加元素、添加量を見出す。また、パーコレーションモデルを進展させ、ITOナノ粒子の濃度と電流値の関係を評価する。
 - ・Inを75wt%まで削減した第4元素添加新組成の小型試験用ターゲットの作製を実施し、そのターゲットを用い、中間目標である新規ターゲット組成では、小型スパッタリングの実験装置でシート抵抗 $50\Omega/sq$ を実現する。
 - ・第4元素を添加したITO膜で高屈折率化の材料探索、ITOと金属極薄膜（10nm以下）との界面構造の最適化を図る。
 - ・インクジェット法塗布用ナノインクの工業化技術確立を目指して、インクとなる単分散粒子の再現性のある安定的な生産技術の開発を重点的に行う。また、In使用量削減率6%を達成可能な微粒子の合成を達成する。
- ②透明電極向けインジウム代替材料開発
- ・飛来粒子のエネルギーを制御した低ダメージのスパッタ装置を設計し、製作を行うとともに、大型液晶ディスプレイに向けてのCF側共通電極にZnO透明電極を用いたパネル試作を実施する。
 - ・ZnO透明導電膜の材料開発では、GZO膜表面状態の制御により、課題である耐湿性の向上を図り、さらにTF-T画素側電極としての膜特性を検討する。
 - ・平成20年度に試作した3インチの小型液晶ディスプレイの特性に関して更なる詳細な検討を行い、大型液晶パネル試作に向けた課題抽出と対策技術の開発を行う。
- ③希土類磁石向けディスポロシウム使用量低減技術開発
- ・結晶粒微細化研究Grでは、原料合金の結晶粒径低減とDy分配率の制御、焼結磁石における酸素含有量の低減などを実施する。
 - ・界面構造制御研究Grでは、強磁場プロセスによる高保磁力化、薄膜プロセスにおけるエピタキシャル膜の作製とOver layerによる高保磁力化などによってDy20%削減技術を確立する。
 - ・指導原理獲得研究Grでは、マルチスケール組織解析による高保磁力化に向けた界面ナノ構造の設計指針の獲得、中性子小角散乱による強磁場プロセスにおける保磁力向上の機構解明、計算科学による複合構造の磁気特性の解明などを行い、高保磁力磁石製造方法を提案する。
- ④超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発
- ・雰囲気制御通電接合技術により耐熱性を損なわずに、W量が70質量%未満のサーメット合金基材に超硬合金母材つきcBNを120秒/個以内で接合できるインサート材料を開発する。得られた実用チップ形状の試作品にコーティング処理を行い、焼入れ鋼の連続切削試験において従来のロウ付けcBN工具と同等の性能を達成する。
 - ・超硬母材なしのcBNをW量が70質量%未満のサーメット合金基材に通電接合する技術を高度化させる。また、W量を72質量%未満とした3次元ブレード付チップを試作してコーティング処理を施した後、一般鋼の連続旋削試験を行い、従来の超硬合金切削チップと同程度の性能を達成する。
- ⑤超硬工具向けタングステン代替材料開発
- ・開発したサーメットの強度、靱性、熱伝導率などと組織学的因子との関係を明らかにし、TEM観察によって開発サーメットの組織の特徴を明らかにする。サーメット焼結体の変形・そりなどのシミュレーション技術、液相の接触角の精密測定技術を確立する。
 - ・サーメット基材へのハードコーティングを行い、新規コーティング材の特性を明らかにする。切削工具用の新規サーメットの材料特性と切削性能及び耐摩耗用の新規サーメットの材料特性、耐摩耗性、被研削性を明らかにし、これらの研究を通して本テーマの中間目標を達成する。
- ⑥排ガス浄化等向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発
- ・触媒反応解析に基づく触媒活性高度化技術の開発、担体物性・担持構造の最適化（担体効果等）による触媒性能向上技術の開発、代替金属・化合物による貴金属代替・削減技術の開発等に係る研究開発体制を構築した上で、基盤技術開発を開始する。
- ⑦研磨材料等向けセリウム使用量低減技術開発及び代替材料開発
- ・酸化Ce砥粒の研磨メカニズムに関する理論的解明及び理想的砥粒の開発・合成、官能基によって表面修飾された砥粒の開発・合成、酸化鉄・ジルコニア・シリカの高機能化技術の開発、砥粒の高効率利用の開発等に係る研究開発体制を構築した上で、基盤技術開発を開始する。
- ⑧蛍光粉等向けテルビウム・ユウロピウム使用量低減技術開発及び代替材料開発
- ・発光メカニズムの理論的解明に基づくTb・Eu賦活体の発光効率向上技術の開発・合成、高効率で発光するガラス（発光効率を向上させる添加物の模索・合成）の開発、省使用型製造プロセスの開発等に係る研究開発体制を構築した上で、基盤技術開発を開始する。
- [21年度業務実績]
- ①透明電極向けインジウム使用量低減技術開発
- ・高濃度のSn、第4元素を添加した系を計算対象にし、バンド構造、キャリア濃度、有効質量の濃度依存性を明らかにし、最適な添加元素、添加量を見出した。その結果、Ti、Sbについては30%以上添加しても電気伝導度を維持できることを明らかにした。
 - ・塗布法に使用するナノ粒子の形状分布と電気伝導性の関係を明らかにするモデルの改良を行い、塗布を行った場合の電気伝導確保の粒子分布の理論的解析を行った。
 - ・従来のITO粒子に比べて4%ほどIn使用量を減らした、単分散立方体状ITOナノ粒子（10～50nm）のエチレングリコール溶媒を用いた加水分解直接法合成に成功し、また、アルカリ溶液に対してIn-Sn溶液を加える逆混法によってIn-Sn系シングルナノ粒子の合成にも成功し、それらの熱処理によって、シングルナノサ

イズのITO粒子を得た。

- ・さらにそれらのナノインクを用い、インクジェット法で作製した膜は従来の本プロジェクトの中間評価の目標である膜厚200nm以下、透過率90%以上、ヘイズ1%以下、表面抵抗率100Ω/sqをほぼ達成した。

②透明電極向けインジウム代替材料開発

「ZnO透明導電膜部材（ZnO薄膜）の開発」

- ・反応性プラズマ蒸着法による酸化亜鉛透明導電膜材料開発において、Ga添加ZnO（GZO）に微量のインジウム（1%以下）を添加することにより耐湿熱性向上を実現し、耐湿熱性における抵抗変化率の中間目標値を達成した。なお、本件は特許出願（平成21年10月1日）を行った。

「大型基板対応製膜技術の開発」

- ・大型基板に対応可能な酸化亜鉛透明導電膜製膜技術開発として、反応性プラズマ蒸着法の特徴の一部を直流マグネトロンスパッタ法（磁場を用いた蒸着膜作成法）に応用するための、研究開発用スパッタ製膜装置の設計および製作を行った。

「大型液晶パネルの応用開発」

- ・量産用のスパッタ製膜装置を用い、20インチクラス液晶ディスプレイパネル製造プロセスに対応可能な基板サイズ680×880mmのガラス基板上で、前年度までの320×400mmのガラス基板上と同等の電気特性、光学特性を有するGZO膜の成膜を確認した。

③希土類磁石向けディスプロシウム使用量低減技術開発

- ・結晶粒微細化研究グループでは、焼結磁石にてジェットミル（超微粉碎機）の最適化により原料粉末粒径1μmまで微細化を達成し、Dy削減率20%相当磁石の開発に成功した。
- ・界面構造制御研究グループでは、Dyを結晶粒界に集中させて高保磁力磁石を開発させる技術で、中間目標値であるDy削減率20%磁石（8%Dy-30kOe）を実現した。また、同磁石の界面組成が従来と異なることを確認した。
- ・指導原理獲得研究グループでは、高速アトムプローブ用検出器の導入で解析手法を高度化し、焼結磁石粒界近傍のDy他の元素分布を定量的に明らかにした。
- ・自動車用磁石応用研究グループでは、シミュレーションにより最適モータ設計を行い、Dy30%低減させたNd-Fe-B系焼結磁石の使用によるモータトルク向上率ならびにその場合の必要保磁力を明らかにした。

④超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発

- ・雰囲気制御通電接合技術により耐熱性を損なわずに、W量が70質量%未満のサーメット合金基材に超硬合金母材つき硬質材料を120秒/個以内で接合できるインサート材料を開発した。
- ・炭窒化チタン系硬質粒子と結合金属相との反応性を評価し、焼結特性及び伝熱特性の改善を行った。さらに、多相組織硬質材料と被削材との反応性を評価し、切削工具としての性能を確認した。
- ・これらの知見から、異種硬質材料粉末から複合構造硬質切削工具をプレス成形したのち、同時焼結できる技術を構築した。W量を72質量%未満とした3次元ブレード付チップを試作してコーティング処理を施した後、一般鋼の連続旋削試験を行い、従来の超硬合金切削チップと同程度の性能を達成した。

⑤超硬工具向けタングステン代替材料開発

- ・新規固溶体粉末等を用いて開発したサーメットの強度、靱性、熱伝導率などと組織学的因子との関係を明らかにし、またTEM（透過型電子顕微鏡）観察等によって新規サーメット組織の特徴を明らかにした。
- ・サーメット焼結体の変形・そりなどのシミュレーション技術、液相の接触角の精密測定技術を確立した。サーメット基材にレーザーCVD（化学気相成長）法によってアルミナおよび窒化チタン膜をコーティングする条件を明らかにした。切削工具用および耐摩耗用の新規サーメットの材料特性、切削性能、耐摩耗性、被研削性を明らかにした。そして、それらの研究を通して本テーマに関する中間目標を達成した。

【中間評価結果】

目標値の設定も妥当であり、日本企業が持続的に世界をリードし続ける為に不可欠な国レベルのプロジェクトである。産学官が連携し、各研究開発項目において中間目標が概ね達成されており、最終成果に向けた計画も適切で、順調な進展が期待されると評価された。また、常に最新の情報収集に努め、情勢の変化に対応し、早期の実用化シナリオを更に精査するよう指摘を受けた。

【中間評価への対応】

指摘事項への対応として、最新の情報収集に努め、今後の対応方針に反映させるために、改めて22年度も動向調査（6鉱種およびリスク評価）を行うことを計画した。また、政策サイドと密に連携を図り、今後は最終目標の早期達成および事業化へのさらなる加速に向け、技術委員会を多く開催し、各参画機関の情報共有、連携強化に努めることを実施計画書に反映した。

調達リスクが高いとされる鉱種に応じて、使用量低減技術/代替材料開発の課題解決に向けた最適な研究体制を構築し、以下⑥～⑧の研究開発項目を追加した。

⑥排ガス浄化等向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発

⑥-1 遷移元素による白金族代替技術及び白金族の凝集抑制技術を活用した白金族低減技術の開発

- ・触媒活性試験及び計算によりFe系触媒活性点の状態、機能低下要因を明らかにした。
- ・耐久試験後の貴金属粒子径をシングルナノオーダーに留める方策を明らかにした。また、DPF（Diesel particulate filter）触媒において粒子状物質の反応モデルを作成した。
- ・プラズマにより、常温でも高いNO分解能、吸着能を有する構造を明らかにした。
- ・DOC（ディーゼル用酸化触媒装置）とDPFとの機能一体化のための機能確認を行った。

⑥-2 ディーゼル排ガス浄化触媒の白金族使用量低減化技術の開発

- ・酸化触媒に関し、触媒活性と耐久性に対する担体効果並びに白金分散度の効果を明らかにした。
 - ・白金、セリウムの複合ナノ粒子の液相合成を検討し、新規複合ナノ粒子を得た。
 - ・触媒担体のメソ多孔質材料を検討し金属イオンの添加とメソ細孔径分布の制御手法を確立した。
 - ・DPF用白金代替銀触媒に関し、HC/CO浄化性能が変化する要因を確認した。
 - ・触媒をエンジンベンチで評価しコート手法でNO酸化活性が低温で促進することを確認した。
- ⑦ 研磨材料等向けセリウム使用量低減技術開発及び代替材料開発
- ⑦-1 代替砥粒及び革新的研磨技術を活用した精密研磨向けセリウム低減技術の開発
- ・様々な種類の砥粒を用いた時の研磨プロセスシミュレータの開発を行った。
 - ・砥粒特性の評価技術を構築し既存砥粒の固溶元素と研磨特性との関係を明らかにした。
 - ・複合酸化物砥粒について合成プロセスを最適化し化学研磨特性の発現を明らかにした。
 - ・ガラス表面の前処理（レーザー等）による研磨特性に及ぼす効果を実証した。
 - ・電界砥粒制御技術の研磨メカニズム解明のため装置を開発し研磨中の挙動を明らかにした。
- ⑦-2 4BODY研磨技術の概念を活用したセリウム使用量低減技術の開発
- ・有機無機複合砥粒の母粒子としてウレタン素材が優れていることを確認した。
 - ・メディア粒子として利用するポリマー微粒子の製造時に使用される界面活性剤が研磨能率を低下させることを突き止めた。
 - ・研磨パッドとして、多孔質エポキシ樹脂研磨パッドが優れていることを確認した。
 - ・隙間調整型研磨パッドを用い溝加工無しで径100mmを均一に加工できることを確認した。
- ⑧ 蛍光粉等向けテルビウム・ユロビウム使用量低減技術開発及び代替材料開発／高速合成・評価法による蛍光ランプ用蛍光体向けTb、Eu低減技術の開発
- ・試料溶融・合成炉を用い蛍光体の組成探索を行い、また可能性のある蛍光体組成を見出した。
 - ・X線構造シミュレータを用い蛍光体構造とX線パターンの検討等の計算手法の検討を行った。
 - ・Cu発光に適切なポーラスシリカの種類、添加組成を検討し、適切な孔径、添加剤を見出した。
 - ・可視光のガラス外部への取出し効率を評価する装置を導入しランプ試料で比較した。
 - ・電磁石型の低磁場タイプ磁石でR、G、Bの混合の蛍光体が種別分離できる可能性を見出した。
- ⑨ Nd-F-B系磁石を代替する新規永久磁石及びイットリウム系複合材料の開発
補正事業として以下の研究開発項目を実施した。
- ⑨-1 Nd-F-B系磁石を代替する新規永久磁石の研究
課題解決に向けた最適な研究体制を構築し、研究開発の基礎検討を行った。
- ⑨-2 超軽量高性能モータ等向けイットリウム系複合材料の開発
課題解決に向けた最適な研究体制を構築し、研究開発の基礎検討を行った。

《13》 サステナブルハイパーコンポジット技術の開発【委託・課題助成】[平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、炭素繊維複合材料の易加工・高強度を実現するための基盤技術として短時間で成形が可能な易加工性中間基材の開発を行う。さらにこの中間基材を用いた高速成形技術の開発、部材同士の接合部の強度を保持する接合技術の開発を行うとともに、リサイクル技術の開発を実施し、自動車等の更なる軽量化を可能とする。これにより、高度な省エネルギー社会を構築するとともに、日本製造業の国際競争力の更なる向上を図ることを目的に、国立大学法人東京大学教授 影山 和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。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「易加工性CFRTP中間基材の開発」

モデル基材を試作し、熱可塑性樹脂(CFRTP)との接着性に優れる樹脂、炭素繊維の表面処理技術、炭素繊維への含浸方法を検討するとともに、界面接着性評価手法を確立する。

研究開発項目②「易加工性CFRTPの成形技術の開発」

研究開発項目①で開発されるCFRTP中間基材を用い、プリフォーム作成技術及びスタンプ成形技術検討を更に進めるとともに、内圧成形技術の予備検討を行う。

研究開発項目③「易加工性CFRTPの接合技術の開発」

研究開発項目①②を通して開発される各種CFRTP部材に対して、CFRTP同士の接合技術、異種接合技術に関して、各種接合方法のスクリーニングを進めるとともに試験片レベルでの接合特性評価法を検討する。

研究開発項目④「易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発」

引き続き現状入手できるCFRTP基材を用いて、リサイクル性(リサイクル後の性能保持率、リサイクル可能回数)を向上させる技術、リペア技術に関する検討を行う。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目⑤「易加工性自動車用モジュール構造部材の開発」

不連続繊維を使った等方性CFRTP中間基材を用いてのモデル部材試作を開始する。具体的には等方性に分散した繊維基材に熱可塑性樹脂を浸透する中間基材作製基本技術開発を着手する。

研究開発項目⑥「易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発」

引き続き一方向性CFRTP中間基材を用いてのモデル部材試作を進める。具体的には中間基材の

製造技術構築に必要な技術課題の抽出を行う。

〔21年度業務実績〕

平成21年度は研究開発の状況変化に伴い、プロジェクト体制を変更するため、プロジェクトリーダーを国立大学法人東京大学大学院工学系研究科教授 高橋 淳氏に交代し、以下の内容を実施した。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「易加工性CFRTP(炭素繊維強化熱可塑性樹脂)中間基材の開発」

熱可塑性樹脂と炭素繊維の接着性と含浸性の両立に関して改良を重ね、不連続繊維系、連続繊維系共に最適なポリプロピレン樹脂改質と炭素繊維表面処理の組み合わせの方向性を見出した。界面接着性評価手法としては、単繊維フラグメンテーション法を確立し、さらに顕微ラマン分光法による *in situ* 界面評価法および3次元X線CT(コンピュータ断層撮影)装置による含浸性評価法の開発に着手した。また、等方性CFRTP中間基材に関しては、繊維ランダム分散技術の改良を行い、中間基材の曲げ強度および等方性について中間目標を達成した。さらに、不連続繊維強化コンポジットの強度及び耐衝撃性が予測可能なシミュレーション手法を確立した。

研究開発項目②「易加工性CFRTPの成形技術の開発」

等方性CFRTP中間基材に関しては、プリフォーム作成技術、スタンピング成形技術の検討を進め、単純形状にて、最終目標である型占有時間60秒での成形を実現し、さらに、繊維長が長い不連続繊維を高濃度で含む不連続繊維強化コンポジットの成形シミュレーションの開発に着手した。

一方向性CFRTP中間基材に関しては、ユニディレクショナル材、織物、ランダム材それぞれのプリフォーム作成技術の検討を進め、さらにそれらのハイブリッド化の開発に着手した。スタンピング成形の検討では基本形状金型を用いて高速化の方向性を明らかにし、内圧成形技術については中空のブレード(組紐)から閉断面構造部材を得る成形方法の基礎的検討を行った。

研究開発項目③「易加工性CFRTPの接合技術の開発」

各種溶着装置を導入し、CFRTPに最適な接合方法をスクリーニングした。特に、一方向性CFRTP中間基材については振動溶着法に注力して検討を行い、接合試験片のラップシユア試験、ハットチャンネル接合品の曲げ試験により接合特性を評価した。

研究開発項目④「易加工性CFRTPのリサイクル技術の開発」

国内外で進められているCFRPリサイクル技術の調査を行い、自動車部材に要されるリサイクル性やその目標物性値を詳細に検討すると共に、系統的な評価試験を実施するための実証試験やその条件を検討し、不連続繊維用CFRTP予備成形機を選定した。また、リペア法に関しては先行的に予備的検討を行い、開発中のCFRTPがリペア後に性能を十分に回復することを確認した。

なお上記委託事業では、開発する部材の適用範囲拡大、実用化時期の早期化を目的に、補正事業として、実用性を見据えた材料試作、プロセス検討、材料特性評価解析を可能とする設備の導入を実施した。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目⑤「易加工性自動車用モジュール構造部材の開発」

等方性分散CF(炭素繊維)シートの製造に必要な「炭素繊維表面改質装置」や高速成形技術検討のための各種設備を導入した。また、試作検討を行い、等方性分散CFシートに熱可塑性樹脂を連続的に含浸する中間基材連続作製プロセスの目処を得た。さらに、この基材を用いて量産設備による成形技術の検討を進めた。

研究開発項目⑥「易加工性自動車一次構造材用閉断面構造部材の開発」

CFRTP中間基材で閉断面を成形後、振動溶着法により一体化することで閉断面部材が作成可能となり、リブを有する閉断面構造と閉断面構造の性能比較及び、他素材(CFRTS(炭素繊維強化熱硬化性樹脂)、GFRTP(ガラス繊維強化熱硬化性樹脂)、GFRTS(ガラス繊維強化熱硬化性樹脂)、金属)との性能比較を開始した。また、テープ状中間基材の製造に最適な炭素繊維の表面改質、樹脂組成を明確化すると共に、委託事業での検討に必要な中間基材を十分に供給するための技術課題を抽出し、検討を継続している。

《14》次世代高信頼性ガスセンサー技術開発〔平成20年度～平成23年度〕

〔21年度計画〕

本プロジェクトは、都市ガス警報器の加速的な普及及びCO中毒事故の未然防止に資するため、メタン及びCOガスを確実に検出でき、超低消費電力でかつ長期間の信頼性が担保できる革新的高信頼性ガスセンサーの技術開発を目的として、九州大学名誉教授 山添 昇氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発項目を実施する。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目①「超低消費電力高信頼性ガスセンサーの開発」

実環境特性変動試験の結果を基に超低消費電力のガスセンサーの開発に着手する。特性変化要因の抽出及びセンサー改良に着手する。

〔21年度業務実績〕

国立大学法人九州大学名誉教授 山添 昇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。

【実用化技術】(助成事業)

研究開発項目①「超低消費電力高信頼性ガスセンサーの開発」

実環境特性変動試験の結果を基に超低消費電力のガスセンサー開発に着手した。超低消費電力のセンサーモジュールを試作し、実環境特性変動試験に投入し実環境特性変動試験の結果を基に、特性変化要因の抽出、センサー改良に着手した。また、実地試験として、現場設置試験先選定をおこない約600件設置し、実環境でのデータ収集を開始した。

《15》半導体機能性材料の高度評価基盤開発 [平成21年度～平成23年度]

[21年度計画]

本プロジェクトは、「半導体集積回路のフロントエンドから配線工程、パッケージ組立工程までの一貫したプロセス検証を行うことによって信頼性のある統合部材を提供できる評価基盤を確立」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①「接合素子を含む材料評価用配線TEGの開発」

材料とプロセス条件が接合素子の初期特性や信頼性に与える影響を定量的に抽出できるように、種々の接合素子のパターン形状、寸法、構造などを調査してTEGマスクを設計する。そのマスクを用いて接合素子を試作し、形状や電気特性の測定を行って、接合素子の機能を検証する。さらに配線工程を付加した場合に材料評価専用TEGとしての機能が発揮できるか検討する。

研究開発項目②「材料による金属汚染、応力影響の評価方法の開発」

300mmシリコンウェーハ上に接合素子を作成し、さらに配線形成を行い、接合素子の初期特性を測定する。その結果に基づいて、製造工程に用いる半導体材料あるいは製造プロセスによる接合素子への影響（金属汚染、応力、電荷蓄積など）が把握できる電気特性の測定方法や解析方法の検討を開始する。また、接合素子の信頼性の試験方法や測定結果の解析方法を調査する。

研究開発項目③「半導体プロセス全体を考慮した材料評価基盤の開発」

対象とするパッケージをワイヤーボンド型とフリップチップ型とし、接合素子とCu/low-k配線を有するウェーハのパッケージ組立工程の基準プロセスを想定し、そのプロセスによる熱、応力、水分などが接合素子や配線素子に及ぼす影響を調査する。調査結果に基づき、半導体トータルプロセスにおける材料評価基盤に対して、接合素子、配線素子、パッケージ組立それぞれの製造プロセスの工程仕様の策定を開始する。

[21年度業務実績]

研究開発項目①「接合素子を含む材料評価用配線TEGの開発」

種々の接合素子のパターン形状、寸法、構造などを調査して材料開発支援ツールとして材料評価用の回路パターン（TEG）マスクを設計し、そのマスクを用いて接合素子を試作した。試作TEGの形状や電気特性の測定を行って、接合素子の機能を検証し、その結果からマスクを改良してTEGを完成した。さらに配線工程を付加した場合に材料評価専用TEGとしての機能が発揮できるか検討した。

研究開発項目②「材料による金属汚染、応力影響の評価方法の開発」

製造工程に用いる半導体材料あるいは製造プロセスによる接合素子への影響（金属汚染、応力、電荷蓄積など）が把握できる電気特性の測定方法や解析方法の検討を開始した。具体的には、TEGを用いて、スラリーによる化学的機械的研磨（CMP）のダメージ、平坦性の評価を配線抵抗やリーク電流を解析することによって評価する方法を見出した。

研究開発項目③「半導体プロセス全体を考慮した材料評価基盤の開発」

基準プロセスによる熱、応力、水分などが接合素子や配線素子に及ぼす影響を調査した。基準プロセスとしてはCu/low-k配線を有するウェーハのパッケージ組立工程を想定した。接合素子を含むTEGウェーハの電気特性の評価の結果、これらの組立工程以降の材料特性と接合素子特性の関係の定量的評価に不都合が無い事がわかった。半導体トータルプロセスにおける材料評価基盤に対して、接合素子、配線素子、パッケージ組立てそれぞれの製造プロセスの工程仕様の策定を開始した。

《16》革新的省エネセラミックス製造技術開発 [平成21年度～平成25年度]

[21年度計画]

本プロジェクトでは従来ファインセラミックス材料では作製が困難であった複雑形状付与や大型化を容易にし、製造プラントの省エネ化と製品の品質向上に貢献し得る革新的省エネセラミックスの製造技術を開発することを目的として、公募により実施者を選定し、プロジェクトリーダーを指名して、以下の研究開発項目を実施する。

【共通基盤技術】（委託事業）

研究開発項目①「ニアネット成形・接合技術の開発」

大型複雑形状のセラミックス部材を、より少ない資源及びエネルギー投入で製造するために必要な以下の技術を開発する。

（1）設計・造形基盤技術

<設計>各種用途に応じ、経済性も考慮した最適なユニット形状、分割位置、接合面の構造に関する設計を検討する。

<成形>ニアネットシェイプ技術に向けて必要な流動性と粒子充填状態を適切に制御したプロセス、それらに必要な基盤研究（粒子と分散剤、結合剤、解膠剤等の添加剤との相互作用等）を検討する。

- <焼成>ユニットの寸法・形状、焼成面の特性等を考慮した焼成条件の検討（サイズ、形状との関係でみた収縮挙動、焼結促進のための添加剤等）を行う。
- <寸法・形状の影響調査>小型試験片を使って得られた結果をベースとして、それらを異形複雑形状品に適用するための成形、焼成条件の検討を行う。

(2) 接合技術

- <設計・基礎検討>接合界面制御に関する指針を示すため、熱力学平衡計算等を基に化学的に安定な接合界面を形成するための条件（材料、温度、雰囲気等）を解析するとともに、分子動力学計算等を用いて接合界面における原子・ナノレベルの物質移動現象を解析する。また接合により導入される歪、熱応力、小型部材の構造や一体化した部材の大きさに起因する応力等について、設計段階での最適化の検討を行う。
- <省エネ型接合技術>反応焼結技術、燃焼合成技術等による接合技術により大面積かつ複雑形状体の均一接合技術の検討を行う。特に、省エネ型接合技術として、部分加熱による高効率な強接合技術を検討する
- <検査評価技術の開発>超音波、X線等を用い、非破壊により大型複雑形状を有する接合部品について高効率複合非破壊検査技術を開発する。

研究開発項目②「ユニットの高機能化技術」

産業ニーズに必要な下記高機能化を実現する。

- <難濡れ、耐酸化耐食性向上>熱力学平衡計算及び分子動力学等の材料計算科学を駆使して、高温下での異相界面に関わる現象を解明する。さらに、熔融アルミニウムや、鋼板中の成分が移着し難く、かつ耐酸化性を向上させた材料を開発する。
- <高温熱反射>高温熱反射材料を開発する。

【実用化技術】[助成事業（助成率：1/2以内）]

研究開発項目③「革新的省エネセラミックスの部材化技術開発」

前記の基盤技術の成果を部材化に適用していくために必要な下記部材化技術の開発を実施する。

(1) 高耐性部材

高耐性部材とは、主に900℃以上の高温腐食温度域で使用され、雰囲気や応力に対して高い耐性が必要な管・円柱状部材であり、具体的用途としては、鋼板の熱処理用搬送ロール、ラジアントチューブ、搬送管、フィルター、プラント用配管等である。本プロジェクトでは実証モデル部材として省エネ効果の大きい、搬送ロールやラジアントチューブ等を想定した部材化に係わる試作と性能試験を行う。

(2) 高温断熱部材

高温断熱部材とは、主に700℃以上の温度域で高い断熱性が要求される部材であって、具体的用途としては、アルミ溶湯用の部材や工業炉の断熱材であり、本プロジェクトでは実証モデル部材として、アルミ溶湯用の断熱槽を想定した部材化に係わる試作と性能試験を行う。

また、開発内容の省エネ・省資源化の効果を明らかにするため、エクセルギー解析による定量化を試みる。

(3) 高比剛性部材

高比剛性部材は、液晶や半導体の製造に使用され、比較的使用温度は低いが、軽量化と変形・撓みの少なさが求められる盤状部材であり、テーブル、ステージ、ガイド、工作用定盤等が具体的な用途である。本プロジェクトでは主にガイドを想定した部材化に係わる試作と性能試験を行う。

【21年度業務実績】

独立行政法人産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門高温部材化プロセス研究グループグループ長 北 英紀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。

開始となる本年度は、プロジェクトを効率的に進められる為のベース作りとして、まず詳細な年間実行計画の策定、調査、基本設計・検討、可能性を見るための基礎試験、及び特殊装置の設計とその導入を重点的に行なった。

【共通基盤技術】(委託事業)

研究開発項目①「ニアネット成形・接合技術の開発」

(1) 設計・造形基盤技術

<設計>適用を想定している各種部材に関するニーズや要求仕様、並びに材料物性を収集し、それらを踏まえて断熱と軽量性を両立させる等の新規な構造に関する基本設計を実施した。また、プロジェクトを推進させる上で必要な設備の仕様並びに設計検討を進め、予定通り導入した。

<成形・焼成>ユニットのニアネットシェイププロセスの検討を実施し、鑄込み成形により、一片が50mm以上の中空ユニットを作製し、焼結後において、組立て・一体化し、250mm程度のモデル部材に組上げ、加工レスでほぼ必要な精度が確保されていることを確認した。

(2) 接合技術

<設計・基礎検討>現行検討されている成形法に適用できる仕様、並びに材料物性を収集し、それらを踏まえて構造に関する基本設計を実施した。

<省エネ型接合技術>省エネ型接合技術として有望と考えられるアーク溶解によりSiとCを接合面で反応させSiC同士を接合する技術、A1-B-C系の固体反応を利用した接合で、中間目標の1.5倍に相当する300MPaの強度を得た。さらにSiCを接合する上で必要な安定界

面を形成するためのプロセス条件を熱力学平衡計算により予測し、接合に用いる材質と接合条件の絞り込みを実施した。

<検査評価技術の開発>大型複雑形状を有する接合部品の内部状態把握のため、非破壊計測装置のスペック、形状等について検討を開始した。

研究開発項目②「ユニットの高機能化技術」

<難濡れ、耐酸化耐食性向上>

ユニット候補材のSi系セラミックス、及び充填候補材のホウ酸アルミニウムの腐食挙動を評価すると共に、熱力学平衡計算により、これら材料の腐食・濡れ機構を検討した。コーティング材とユニット基板間の密着性を向上させるために、セラミックスの予備酸化を実施し、酸化物結合層の形成挙動に及ぼす予備酸化時の炉内雰囲気中の酸素分圧の影響について評価した。

<高温熱反射>

熱反射候補材として導電性を有する複合酸化物等を供試し、Si系セラミックスからなる中空ユニット内面に熱反射モデル材を付与し、ユニットの断熱性に及ぼす熱反射の効果を実験的に明らかにした。一方、鉄とセラミックスの反応性に関しては、 Si_3N_4 、 $SiAlON$ 、及びこれらの第二相成分と鉄鋼含有成分の相反応実験を実施し、いくつかの化合物は実質的に反応しない可能性を確認した。

【実用化技術】[助成事業（助成率：1／2以内）]

研究開発項目③「革新的省エネセラミックスの部材化技術開発」

(1) 高耐性部材

鉄鋼メーカーへのヒアリングを行い、鋼板の熱処理用搬送ロールについて、市場ニーズ、要求仕様、使用条件等を調査し、セラミックスの高靱性化、非破壊での劣化検出に対する要望等、開発に有用な知見を得ることができた。一方、開発においては有限要素法を用いて、送ロールを想定した円筒状部材をモデル化し、各種窒化ケイ素材料を対象として、熱応力計算および形状設計を行った。

(2) 高温断熱部材

ベンチマーキングとして従来断熱槽の断熱材構成等を明らかにするため、相当部材の設計・試作並びに温度分布を把握した。机上評価装置の一部となる中空ユニットを試作し、評価に供し、基礎データを取得するとともに、前記基礎試験結果のパラメータ等を調整し、それをシミュレーション上で再現した。

(3) 高比剛性部材

SiCコンポジット材料へ B_4C 添加を検討した結果、比剛性137MPaを達成した。また、鋳込み成形用素地の開発として、スラリー調合組成の検討を行い、鋳込み成形が可能なスラリーが得られた。開発素材を用いた接合試験を行い、接合が可能であることを確認した。

< 5 > エネルギー分野

- ① 燃料電池・水素エネルギー利用技術 [技術開発／実証] [後掲：新エネルギー・省エネルギー関連業務 < 1 > 燃料電池・水素エネルギー利用技術分野 ①技術開発／実証 参照]
- ② 新エネルギー技術 [技術開発／実証] [後掲：新エネルギー・省エネルギー関連業務 < 2 > 新エネルギー技術分野 ①技術開発／実証 参照]
- ③ 省エネルギー技術 [技術開発／実証] [後掲：新エネルギー・省エネルギー関連業務 < 3 > 省エネルギー技術分野 ①技術開発／実証 参照]
- ④ 環境調和型エネルギー技術 [技術開発／実証] [後掲：新エネルギー・省エネルギー関連業務 < 4 > 環境調和型エネルギー技術分野 ①技術開発／実証 参照]

< 6 > 新製造技術分野

[中期計画]

我が国産業の根幹を成す製造業の強みは、川上（素材、原材料）、川中（材料・部品・装置）、川下（最終製品）の厚い産業集積にあり、それらの連携・融合を通じた擦り合わせ等の製造技術が国際優位性を維持・強化し、経済発展の源泉となっている。

しかし、近年我が国は、急速に少子化・高齢化が進み人口減少社会に突入している。また、中国、韓国等の技術力向上に伴うコスト競争、BRICS諸国の経済発展による資源の大量消費と環境問題等が生じている。このように、我が国を取り巻く情勢・環境は大きく転換してきている。

我が国の産業競争力を強化し、ものづくりナンバーワン国家を目指すためには、これまで以上に高付加価値製品・技術を創出し、省資源、省エネルギー、環境低負荷等を実現する効率的な製造プロセスを確立することが喫緊の課題となっている。

第2期中期目標期間においては、持続可能な成長維持と国際競争力の強化を実現し、ものづくりナンバーワン国家を目指す。このため、環境、省エネルギー等に配慮した分野横断的・共通基盤的な製造技術の整備・強化に向けてユーザーの指向に則した製造技術の高度化及び革新的な新技術の創出に取り組むこととし、以下のような研究開発を推進する。

①新製造技術

[中期計画]

我が国の製造業の強みは高性能電子部品・デバイスの小型化・省エネルギー化技術及び設計、擦り合わせ等の製造プロセスの効率化技術にあり、機構はこれら技術の高度化と新たな産業創成を行ってきた。

しかし、2007年問題を始めとした3つの制約（資源・環境・人口）を克服し、今後も激化する製造分野の国際競争を勝ち抜くためには、我が国の強みである「ものづくり」を更に強くし、持続可能な成長維持を実現させる技術戦略が不可欠である。

このため、第2期中期目標期間においては、マイクロナノ製造技術を用いて様々な機能・用途を持つ高付加価値MEMS（微小電気機械システム）の開発及び我が国のものづくり力を結集してMEMSを含む製造プロセスの更なる省エネルギー化及び環境低負荷化等を推進する。具体的には、第2期中期目標期間中に新しい機能を提供する世界初のMEMSデバイスを4種類以上開発し、製造プロセスの省エネルギー化及び環境低負荷化に貢献する。さらに、第2期中期目標期間中に、新製造分野における人材育成、設計・開発支援等を目的とした知識データベースを2種類以上（総登録データ数1,000件以上）開発するとともに、企業独自の技能・ノウハウを体系化し、後継者に伝授するシステム技術等の開発を行う。

《1》異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト [平成21年度～平成24年度]

[21年度計画]

研究開発項目①「バイオ・有機材料融合プロセス技術の開発」

1) ナノ界面融合プロセス技術

脂質膜及び受容体タンパク質の形成法、評価法の開発、ハイドロゲルの基本構造とその生成法の決定、センサ用モノマーやペプチド・タンパク質の選定と性能評価、微生物配向の固定の界面形成プロセスを開発する。

さらに、有機半導体ナノ構造形成、その他の充填手法の検討、基板への電子線照射によるマーキングと自己組織化を利用した有機半導体多結晶連続膜の形成、ペプチド等バイオ分子を用いた有機半導体の配置する界面形成プロセスを開発する。

2) バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

一細胞レベルで制御された蛍光ゲルビーズの作製、2層カプセル等による3次元ヘテロ組織の組立て、ペプチド等による異種細胞間接合プロセスとMEMS操作と組み合わせで細胞を架橋する3次元ヘテロ組織構築プロセス技術を開発する。

さらに、ナノドットを起点したナノ構造薄膜成長の制御法、ナノミスト等によるナノポア構造制御法、有機半導体薄膜の表面改質手法、局所的な結晶化技術、粒径制御、配向性の制御方法を開発する。

研究開発項目②「3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発」

1) 超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術

中性粒子ビーム、フェムト秒レーザーによるエッチング条件、表面改質条件の最適化と作製された構造物の機械特性を評価し、結晶化技術、粒径制御、配向性の制御方法を明らかにする。

2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術

マルチプローブなどの3次元構造への選択的機能性ナノ構造修飾法及び自己組織化ナノ構造形成法を明らかにし、超臨界流体を用いた3次元ナノ構造への成膜条件を求める。

3) 宇宙適用3次元ナノ構造形成技術

宇宙空間からのマルチバンド観測に必要なフィルタの最適構造を設計し、要素プロセス技術のプロセス条件を導く。

研究開発項目③「マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発」

- 1) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術
局所雰囲気制御下でのプラズマ制御技術、ナノ材料塗布技術、自己組織化技術などを活用した、非真空薄膜堆積プロセスにより、電子デバイスに適用可能なマイクロ・ナノ構造の高品位機能膜を形成するプロセスを開発し、大型基板への展開を図る。
- 2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術
フレキシブルシートデバイスの実現に必須な、機能性繊維状基材の高速連続製造プロセス、同基材への3次元ナノ構造高速連続加工プロセス、及び繊維状基材を製織によって大面積集積化するウィービング技術を開発する。

研究開発項目④「異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備」

異分野融合型次世代デバイス製造技術に関する知識データベースの詳細設計を完了する。
本研究開発事業の研究開発の成果、及び関連研究成果の知識データを収集する。

[21年度業務実績]

技術研究組合BEANS研究所 所長 遊佐 厚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①「バイオ・有機材料融合プロセス技術の開発」

- 1) ナノ界面融合プロセス技術
脂質膜やハイドロゲルなどがデバイス内で長期間安定して機能し、生体計測を続けられる界面の形成プロセス技術を開発した。また4チャンネル同時に電氣的に独立して計測できる脂質二重膜を形成する方法及び電子線照射法を開発した。微生物担体の微細構造化プロセスと、モデル微生物を用いた評価実験系を構築した。
- 2) バイオ・有機高次構造形成プロセス技術
一細胞レベルで制御された3次元ヘテロ組織の構築技術及び異種細胞間接合技術を開発した。また、肝細胞由来の細胞株の組立て技術を開発した。さらに、動物由来の初代肝細胞などを用いて比較となるべきCYP(シトクロム色素)とTP(チミジンホスホリラーゼ)活性のデータ、ナノ構造の高次構造解析方法及び熱・電子物性評価法を検討した。

研究開発項目②「3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発」

- 1) 超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術
被エッチング面の粗さが原子層レベルの超低損傷シリコン3次元ナノ構造をエッチングにより形成し、側壁の傾斜角や等方性・異方性を制御できる条件を抽出した。また、有機半導体薄膜への中性粒子ビーム照射によるナノドット形成法を開発した。
- 2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術
電気泳動によるナノチューブマニピュレーションの動作原理を構築するとともに、空間分解能5ミクロンで、直径100nm~5μmの粒子を配列する技術を開発した。また、超低損傷3次元構造上への感応素子を修飾可能な官能基を選択し、その修飾方法の条件と、サファイア基板上へのドット成長条件を抽出した。
- 3) 宇宙適用3次元ナノ構造形成技術
宇宙空間からのマルチバンド観測に必要なフィルタの最適構造を設計し、要素プロセス技術のプロセス条件を求めた。さらに3次元ナノ構造を形成したフィルタにより宇宙空間において両赤外帯域の波長の光が選択的に検出できることを検証した。

研究開発項目③「マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発」

- 1) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術
局所雰囲気制御下での非真空薄膜堆積プロセスにより、マイクロ・ナノ構造の高品位機能膜形成技術を開発した。また、開放型の大気圧プラズマ装置にて、機能膜形成を検証した。さらに、機能材料塗布としてミストジェット技術を検証した。
- 2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術
機能性繊維状基材の高速連続製造プロセス、3次元ナノ構造高速連続加工プロセス、及び繊維状基材を製織によって大面積集積化するウィービングの各基本技術を開発した。

研究開発項目④「異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備」

データベース・システムの詳細設計を完了した。また、知識データベース・システムにおける知識データの入力及び表示方式、検索方法等に関わる機能について検討した。

研究開発項目⑤「高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」

21年度補正予算により、高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの確立に向けた開発・実証研究を行うため追加公募を行い、委託先を決定した。

②ロボット技術

[中期計画]

我が国のロボット技術は世界トップレベルにあるが、近年我が国において少子高齢化や女性の社会進出の進展に伴い、製造現場での労働者不足、高齢者増加に伴う福祉・介護サービスの拡充、家事等の代替を担うには至っていないのが現状である。

このため、第2期中期目標期間においては、製造現場や家庭環境等の様々な環境における課題を解決するロボット技

術の基盤整備及び実用化推進を行う。具体的には、第2期中期目標期間中に、ロボット開発の効率化・低コスト化につながるロボットモジュールを12種類以上開発する。また、製造現場や家庭環境等での導入を目指した7種類以上の次世代ロボットのプロトタイプの開発等を行う。

《1》戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト [平成18年度～平成22年度]、 中間評価：平成21年度

[21年度計画]

将来の市場ニーズ及び社会的ニーズから導かれる「ミッション」を、必要とされるロボットシステム及び要素技術を開発し活用することにより達成することを目的に、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 平井成興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①「次世代産業用ロボット分野」

(1)「柔軟物も取扱える生産用ロボットシステム」

柔軟物（コネクタ付ケーブル等）を筐体内に取り付ける一連の作業を実現するプロトタイプ・ロボットシステムの開発及び実証として、「FA機器組立ロボットシステムの研究開発」を行う。

(2)「人間・ロボット協調型セル生産組立システム」

作業手順の改善、機種切り替え、生産量の変動に対しての対応能力を有し、かつ、組立作業をロボット技術が安全を確保しつつ物理的・情動的に支援するプロトタイプ・ロボットシステムの開発及び実証として、「先進工業国対応型セル生産組立システムの研究開発」を行う。

研究開発項目②「サービスロボット分野」

(1)「片付け作業用マニピュレーションRTシステム」

多様な形状を有する対象物を識別し、人と同等程度の速度で確実に把持し、周囲環境を認識し、所定の位置に収納する作業を実現するプロトタイプ・ロボットシステムの研究開発及び実証として「乱雑に積層された洗濯物ハンドリングシステムの研究開発」を行う。

(2)「高齢者対応コミュニケーションRTシステム」

RTシステムを用いて高齢者の声を認識し、コミュニケーションを取りながら、情報提供、情報伝達、体調確認、行動把握など的高齢者向けのサービスを実現する。実施者については再公募により決定する。

(3)「ロボット搬送システム」

建物内の指定場所に設置された搬送箱を、ロボットが建物内を自律走行しながら指定された搬送先へ搬送する作業を実現するプロトタイプ・ロボットシステムの研究開発及び実証として「全方向移動自律搬送ロボット開発」を行う。

研究開発項目③「特殊環境用ロボット分野」

(1)「被災建造物内移動RTシステム」

複数の遠隔操縦型ロボットが階段やドアのある建物内でオリエンタリングを行い決められたエリアを人間よりも速く、迅速に移動することを実現するプロトタイプ・ロボットシステムの研究開発及び実証として「閉鎖空間内高速走行探査群ロボットの研究開発」を行う。

(2)「建設系産業廃棄物処理RTシステム」

建物解体時に発生する廃棄物のうち異なる5種類以上の材質を選別判定でき、かつ、建物解体時に発生する廃棄物を素材毎に分離できることを実現するプロトタイプ・ロボットシステムの研究開発及び実証として「次世代マニピュレータによる廃棄物分離・選別システムの研究開発」を行う。

[21年度業務実績]

千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター 副所長 平井 成興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。また、外部有識者による中間評価結果を踏まえ、最終目標までの道程を明確化し、実用化を意識した実証試験の計画に反映した。さらに、新たに設置した推進委員会により、ロボットが提供するサービスの有効性及び導入によるコスト削減効果の優位性等を証明する計画を策定した。

研究開発項目①「次世代産業用ロボット分野」

(1)「柔軟物も取扱える生産用ロボットシステム」

「FA機器組立ロボットシステムの研究開発」において、(a) ケーブルを特徴点の接続関係から識別する計測機能 (b) センサユニット小型化 (c) 立ち上げ、調整時間設定時間を高速化 (d) プログラミング・設定機能の対話的システム (e) 把持ミス等からの自動復旧技術 (f) 低コストな力学センサのそれぞれについて開発を行った。また、中間評価の結果を踏まえ、サービスの有効性を確認するための実態調査を開始した。

(2)「人間・ロボット協調型セル生産組立システム」

「先進工業国対応型セル生産組立システムの研究開発」において、作業支援技術の性能改善・ユーザビリティ強化および協調作業シミュレータの開発を行った。安全管理技術について、第三者機関からの安全認証取得に向けて専門機関へのリスクアセスメント技術相談を実施した。また、中間評価の結果を踏まえ、事業化シナリオの策定のため、マーケティング調査を開始した。

研究開発項目②「サービスロボット分野」

(1)「片付け作業用マニピュレーションRTシステム」

「乱雑に積層された洗濯物ハンドリングシステムの研究開発」において、実用化のため、視覚

センサの認識高速化対応、耐環境性・耐久性向上、および、シーツ、ピロー等の分類を行うシステムの開発を行った。

定型物分類投入システムは表裏反転・客先判別機構の開発および前年度までに開発したシステム搭載仕様をまとめたシステム搭載用たぐり機構を試作した。また、中間評価の結果を踏まえ、海外も含めたサービスの有効性の市場調査を開始した。

(2) 「高齢者対応コミュニケーションRTシステム」

再公募を実施し、実施業者を決定した。

バイタルデータセンシング機器と音声コミュニケーションによる問診対話システムを統合した在宅健康管理システムを開発した。また、住宅において医療ネットワークサービスと連携し、高齢者に在宅のまま健康管理支援サービスを提供するシステムについて、一般高齢者によるモニター試験を開始した。また、推進委員会のアドバイスを踏まえ、より多くの実証用の評価データを得られるようにモニター試験の対象者を増やすこととした。

(3) 「ロボット搬送システム」

「全方向移動自律搬送ロボット開発」において、エレベータと連動した建物内自律移動についての開発を行った。エレベータ連動に伴うリスクの洗い出しおよび安全対策を行い、実証試験を実施中である。また、中間評価の結果を踏まえ、実用化を意識した市場調査を開始した。

研究開発項目③ 「特殊環境用ロボット分野」

(1) 「被災建造物内移動RTシステム」

「閉鎖空間内高速走行探索群ロボット」の開発において、閉鎖空間内での計測・測位技術と複数ロボットを効率的に遠隔・半自律で操縦するためのヒューマンインタフェースについて、防塵、防水、高耐久性を有し、高速移動が可能な情報収集用移動体の開発を行った。また、通信技術について、光ファイバ・アクセスポイントの敷設、設置のためのロボットを開発した。また、サービスの有効性を確認するため、被災地を模擬した試験施設において走破実証試験を実施した。

(2) 「建設系産業廃棄物処理RTシステム」

「次世代マニピュレータによる廃棄物分離・選別システムの開発」において、5種類以上の実際の廃棄物材料を、画像による材質判定で選別可能な廃棄物選別機を一部開発した。また、次世代マニピュレータについては、サービスの有効性や導入によるコスト削減効果の優位性等を証明するため、20年度までに開発したプロトタイプ・ロボットシステムを実際の解体工事現場に持ち込み、実証試験を実施した。建設機器のディーゼル排出規制に対応するとともに多自由度、多腕マニピュレータ、多機能ハンドの仕様再検討と機能を改善した機器を試作した。

《2》次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト [平成20年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

次世代ロボット開発の共通化・標準化の観点から、我が国に蓄積されたロボット用ソフトウェア技術を再活用可能な形でモジュール化開発を行い、開発したモジュールをロボットシステムに組み込むことにより有効性の検証を行うことを目的に、東京大学大学院情報理工学系研究科教授 佐藤 知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。

研究開発項目①-1 「ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発」

RTコンポーネント化された知能モジュール群を統合し、次世代知能ロボットシステムのシミュレーション・動作生成・シナリオ生成・システム設計を行うことのできるロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発を行う。プラットフォームの機能・性能を検証する知能モジュール群及びこれを搭載するリファレンスハードウェアを研究開発し、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの有効性の検証及び改良を行う。

研究開発項目①-2 「ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発」

知能モジュール開発工程において、高品質なソフトウェアを開発するための方針を検討し、開発仕様等記述方式の統一化や、品質試験・蓄積・管理及び相互に利用可能とする体制の設立準備を行う。

研究開発項目② 「作業知能（生産分野）の開発」

生産分野において想定される複雑作業の実現、生産設備立上時間の短縮、人手を介さない長期にわたる作業動作の安定化を実現するため、汎用的な作業知能モジュールの開発及びその検証を行う。

研究開発項目③ 「作業知能（社会・生活支援分野）の開発」

人間が日常生活において指示した作業を遂行する社会サービス産業分野及び生活支援分野で活躍が期待されるロボットに必要な作業知能モジュールの開発及びその検証を行う。

研究開発項目④ 「移動知能（社会サービス産業分野）の開発」

人の往来や障害物が混在し複雑に変化する環境の中で、ロボット自身の位置を認識し、確実に目的地に到達するとともに、障害物や人に衝突することなく移動できる汎用的な移動知能モジュールの開発及びその検証を行う。

研究開発項目⑤ 「高速移動知能（公共空間移動支援分野）の開発」

公共空間を高速で移動するロボットが周囲状況を瞬時に認識し、複数の移動ロボット間で情報を共

有し、最適な判断・制御を可能とする汎用的かつロバストな高速移動知能モジュールを開発するとともに、その有効性を検証する。

研究開発項目⑥「移動知能（生活支援分野）の開発」

個人の短距離移動に用いられる従モビリティ（マイクロモビリティ）を構成する姿勢、運動制御、衝突回避等の基本的な知能モジュールに加え、長距離の高速移動を担う主モビリティ（例えば自動車）との融合を可能とする相互通信知能モジュールの開発及びその検証を行う。

研究開発項目⑦「コミュニケーション知能（社会サービス産業分野及び生活支援分野）の開発」

社会サービス産業分野及び生活支援分野において活用されるロボットに、ロバストなコミュニケーション能力を付与するために必要な汎用性を有する知能モジュールの開発及びその検証を行う。

[21年度業務実績]

東京大学大学院情報理工学系研究科教授 佐藤 知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。また、外部有識者による中間評価を実施し、再利用性の高いロボットの基盤技術の集積を目指し、テーマの絞込み、予算の集中を含めグループを再編し推進体制の強化を行った。

研究開発項目①-1「ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発」

専門的知識を有しないユーザーが、RTコンポーネントやRTシステムを効率よく開発・デバッグ（エラー修正）できる機能をRTコンポーネント開発支援機能として実現した。また、RTコンポーネント化された作業知能モジュール、移動知能モジュール、コミュニケーション知能モジュールを含む知能モジュール群について、知能ロボットシステムの運動学・動力学・視野画像のシミュレーション、動作生成、シナリオ生成を統合的に実施できる応用ソフトウェア開発支援機能を開発した。同様にロボットシステム設計支援機能を開発し、プラットフォーム検証用移動知能モジュール群 Open INVENTにおいて有効性を検証した。

研究開発項目①-2「ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発」

知能モジュール開発工程をライフサイクルとして定義し、研究開発項目②～⑦で開発された知能モジュールの第三者動作試験を行う体制を整備した。試験された知能モジュールを一括して蓄積するための再利用WEBを構築し、試行を開始した。また、中間評価の結果を踏まえ、知能モジュールの典型的応用例としてロボットのユースケースを規定し、知能モジュールを組み込んで機能・性能の検証を開始した。

研究開発項目②「作業知能（生産分野）の開発」

生産分野において想定される複雑作業の実現、生産設備立上時間の短縮、人手を介さない長期にわたる作業動作の安定化を実現するため、教示支援に関する知能モジュール群とチョコ停（一時的なトラブルによる停止）対応に関する知能モジュール群、認識に関する知能モジュール群の開発を行い、2種類の産業用ロボットを用いて機能・性能の有効性検証を行った。また、中間評価の結果を踏まえて、ロボットメーカ、ロボットユーザ、大学による垂直統合型の体制で研究開発及び実証試験を集中的に行うため、研究体制及び研究開発項目を2グループ（4機関）から1グループ（4機関）に再編した。

研究開発項目③「作業知能（社会・生活支援分野）の開発」

4つの知能モジュール群（作業計画に関する知能モジュール群、作業対象物追跡・位置管理に関する知能モジュール群、作業対象物認識に関する知能モジュール群、対人作業に関する知能モジュール群）の研究開発を実施し、各知能モジュールを双腕移動型ロボット（SmartPal V）に統合して有効性検証を行うことにより、中間目標を達成できることを確認した。また、中間評価の結果を踏まえて、ニーズの高い実証試験に注力するため、研究体制及び研究開発項目を2グループ（11機関）から1グループ（9機関）に再編した。

研究開発項目④「移動知能（社会サービス産業分野）の開発」

商業施設・交通施設・オフィス等、人間・障害物が混在し、かつ時間的・空間的に変動する環境において、安全かつ適切な速度で移動し、各種サービスを提供するロボットのための移動知能として、移動環境視覚認識、対人移動視覚認識、物体把持視覚認識に関わる基本モジュールをRTコンポーネントとして開発すると共に、移動・作業検証用統合システムの開発と有効性の検証を実施した。また、中間評価の結果を踏まえて、移動知能として再利用性の高い研究テーマに注力するため、研究開発テーマを5テーマから3テーマに絞込んだ。

研究開発項目⑤「高速移動知能（公共空間移動支援分野）の開発」

高速で移動するロボットのための交通状況認知に関する知能モジュール群及び知識共有に関する知能モジュール群、交通支援に関する知能モジュール群において、周辺環境が変化しても所期の仕事を行うことができるロバスト性に優れ、かつ汎用性のあるモジュール型知能化技術を目指して開発を行った。また、路上に自動車を走らせ、開発した知能モジュールの有効性を検証する実験を行った。また、中間評価の結果を踏まえてテーマの絞込みを行った。

研究開発項目⑥「移動知能（生活支援分野）の開発」

人を乗せて、操縦者の指令にしたがって安全かつ自在に移動する機能を実現する汎用的な操縦移動知能モジュール群及び自律的な走行機能を実現する汎用的な自律移動知能モジュール群を開発し、立ち乗り型移動ロボット及び電動車椅子で有効性の検証を行った。また、中間評価の結果を踏まえて、ニーズの高い実証試験に注力するため、研究体制及び研究開発項目を2グループ（9機関）から1グループ（9機関）に再編した。

研究開発項目⑦「コミュニケーション知能（社会サービス産業分野及び生活支援分野）の開発」

周囲環境が変化しても所期の仕事を確実に遂行するために必要なコミュニケーション知能モジュールとして環境・状況・対象認識知能モジュール群、対話支援知能モジュール群、対話制御知能モジュール群及び対話管理等知能モジュール群を開発した。また、開発した知能モジュールを用いて一人の客を対象とした商品説明のタスクを行うロボットシステムを構築し、動作確認を行った。

《3》基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト [平成20年度～平成22年度]

[21年度計画]

本プロジェクトでは、生活環境やロボットで使用される各種要素部品を、RTシステムで利用しやすい共通の接続方式、制御方式のもとで利用可能な形で提供（RTコンポーネント化）するための基盤を開発する。またRTコンポーネント化された各種要素部品を用いることで既存の生活環境を簡単にRTシステム化し、さまざまな生活支援機能を提供することが可能であることを示す。本開発によってRTシステムの開発基盤を充実させることにより、製造分野をはじめとする一部の分野に限られているRT適応分野を拡大することを本プロジェクトの第一の目的とする。さらに、ロボット分野への中小・ベンチャーや異業種を含む多様な企業や研究機関等の新規参入を促進することにより、ロボット産業の裾野拡大を図ることを第二の目的とし、名城大学理工学部機械システム工学科教授 大道 武生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①「基盤通信モジュール及び開発ツールの開発」においては、センサ、モータなどの要素部品をネットワーク接続可能としRTコンポーネント化するための「基盤通信モジュール」、「RT要素部品管理モジュール」及び「開発ツール」といったハードウェア及びソフトウェアのプロトタイプを開発し、評価する。

研究開発項目②「基盤通信モジュールを用いたRT要素部品の開発」においては、「基盤通信モジュール」と組み合わせるための小型ドライバモジュール、小型リニアアクチュエータの量産試作を行う。また、窓サッシのインテリジェント化についての実証機的设计・試作を完了させる。研究開発項目①で開発した「基盤通信モジュール」と市販のセンサを組み合わせ、環境情報計測用センサRT要素部品を開発する。

研究開発項目③「RT要素部品群によるRTシステムの開発・実証」においては、実証RTシステムとして「住宅用インテリジェント空調システム」「インテリジェント・ウィンドウ（窓）システム」のシステム設計仕様を固め、装置の試作を行い、統合ミドルウェアも開発する。さらに、本実証RTシステムに対する安全性の検討手順を構築する。

[21年度業務実績]

名城大学理工学部機械システム工学科教授 大道 武生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①「基盤通信モジュール及び開発ツールの開発」

OMG (Object Management Group ; ソフトウェアの標準策定活動を行っている国際的な非営利のコンソーシアム) のRTC仕様に準拠し、RT要素部品管理モジュール、基盤通信モジュール、ZigBee (無線LANのひとつ) ステーション、ZigBeeセンサモジュールのイーサネットタイプのプロトタイプを開発した。また、これらに組み込むRTミドルウェアとして、通信プロトコルとしてCANを使用した「高速制御用RTC-Lite (miniRTCs)」、ZigBeeを使用した「低速制御用RTC-Lite (microRTCs)」の2タイプの開発及びRTシステムの構築をサポートするツールの仕様検討・設計を行い、上記ハードウェアのプロトタイプ版で動作することを検証した。

研究開発項目②「基盤通信モジュールを用いたRT要素部品の開発」

研究開発小項目①で開発した基盤通信モジュールと組み合わせるための小型ドライバモジュール (4種類)、小型リニアアクチュエータ (2種類) の開発を行い、正しく動作することを検証した。また、窓サッシのRT要素部品化を実現する「インテリジェント・ウィンドウ」(4セット) を作製し、検証用住宅設備に取付け、単体動作試験を行い、正しく動作することを検証した。さらに、環境情報計測用センサRT要素部品 (温度、照度、電力計測用各1) を開発し、データベースに環境情報を収集可能なシステムを構築した。

研究開発項目③「RT要素部品群によるRTシステムの開発・実証」

住宅に設置される様々な設備機器を調査すると共に、21世紀の住宅が備えるべき基本的な機能を想定し、デモンストリオ (5ケース) をまとめ、これらに必要な対象機器を絞り込んだ (16種類)。さらに、可動部品の集中する開口部 (窓や扉) を基軸に据えた設計仕様を策定し、既存建物への普及を考慮したカーテンボックス形態での設置手法 (3種類) を具体的に提示した。さらに、本実証RTシステムに対する安全性の検討手順について、モデル記述にSysML (OMGにより公開されているシステム記述用言語) を採用することを決定した。

《4》生活支援ロボット実用化プロジェクト [平成21年度～平成25年度]

[21年度計画]

生活支援ロボットとして産業化が期待されるロボットを対象に関係者が密接に連携しながら安全に係る試験を行い、安全性等のデータを取得・蓄積・分析し、具体的な安全性検証手法の研究開発を実施することを目的として、基本計画に基づき、プロジェクトリーダーの選定及び公募による実施者の選定を行い、次の研究開発を実施する。

研究開発項目①「生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発」については、生活支援ロボットのリスクアセス

ント手法の具体的計画を定めるとともに、安全性検証方法や判断基準の定量化について検討する。さらに生活支援ロボットのコンセプト段階から製品段階までの安全性基準に関する適合性評価手法に係る研究開発計画及び実証試験計画について検討する。

研究開発項目②「安全技術を導入した移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットの開発」

研究開発項目③「安全技術を導入した移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットの開発」

研究開発項目④「安全技術を導入した人間装着（密着）型生活支援ロボットの開発」

研究開発項目⑤「安全技術を導入した搭乗型生活支援ロボットの開発」

の4つの研究開発項目では、それぞれにおいて、リスクアセスメントの具体的開発計画及び安全試験の計画を策定する。

[21年度業務実績]

プロジェクト立ち上げにあたり広く公募を実施し、生活支援ロボットの事業化を目指す民間企業と安全性検証手法の研究を行う公的機関が研究開発・実証試験を集中的に行い、対人安全性基準及び基準適合性評価手法を確立する研究開発体制を構築し、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 研究部門長 比留川 博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した。

研究開発項目①「生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発」

移動作業型、人間装着型、搭乗型ロボットのリスク要素抽出、リスク低減の手法抽出とその分類を行った。また、移動作業型、人間装着型、搭乗型ロボットの設計コンセプト検証の手法を検討した。

研究開発項目②「安全技術を導入した移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットの開発」

移乗・移動支援ロボットシステムのリスクアセスメントを実施した。リスク低減に必要な安全技術を検討し、次期試験機の基本仕様に反映した。

研究開発項目③「安全技術を導入した移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットの開発」

生活公共空間及びビルの移動作業型ロボットシステムと警備ロボットシステムのリスクアセスメントを実施した。リスク低減に必要な安全技術を検討し、搭載にむけた概念設計を実施した。

研究開発項目④「安全技術を導入した人間装着（密着）型生活支援ロボットの開発」

人間装着型生活支援ロボットスーツのリスクアセスメントを実施した。リスク低減に必要な安全技術を検討した。

研究開発項目⑤「安全技術を導入した搭乗型生活支援ロボットの開発」

搭乗型ロボットのリスクアセスメントを実施した。リスク低減に必要な安全機構（ハードウェア、ソフトウェア）の基本設計を実施した。

< 7 > 各分野の境界分野・融合分野及び知的基盤研究分野

[中期計画]

「第3期科学技術基本計画」においては、異分野間の知的な触発や融合を促す環境を整えることや、新興領域・融合領域へ機動的に対応しイノベーションに適切につなげていくことの重要性が提唱されており、従来の技術区分にとらわれない更なる境界分野・融合分野における取組を進める必要がある。

このため、第2期中期目標期間においては、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、従来の取組を更に強化し、生涯健康や安全・安心等を中心とした社会ニーズや社会的貢献の実現を視野に入れつつ、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の境界分野及び分野を跨ぐ技術の融合領域における研究開発を推進する。

また、社会ニーズを把握・意識しつつ、安全・安心な社会構築に配慮した知的基盤整備のための研究開発を推進する。

《1》安全・安心な社会構築に配慮した知的基盤整備事業

《1》- 1 知的基盤研究開発事業 [平成11年度～]

[21年度計画]

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ため、知的基盤として活用される技術、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実施する。平成21年度は、平成20年度に重点的に整備すべき技術課題を設定した上で採択した4テーマを引き続き実施する。

[21年度業務実績]

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ため、知的基盤として活用される技術、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実施した。平成21年度終了の1テーマは、次世代ガラス材料用熱物性測定システムのモデル機を完成した。①DNAチップを用いた核酸測定のための認証標準物質の開発、②化学物資の分解生成物のデータベース、③脳内金属イオン測定方法の3テーマは、重点的に整備すべき技術課題であり、その進捗を評価して、平成22年度も実施することを決定した。

《2》基盤技術研究促進事業 [平成13年度～]

[21年度計画]

産業投資特別会計から出資を受けて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委託により行う基盤技術研究促進事業について、継続事業1件を実施する。

[21年度業務実績]

財政投融资特別会計（投資勘定）から出資を受けて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委託により行う基盤技術研究促進事業について、継続事業1件を実施した。具体的には先進操縦システム等研究開発において、昨年度の基本設計に引き続き、コックピット・システム技術の開発として、コックピット・レイアウトの策定、操縦装置、表示コンテンツの詳細設計を行った。また、軽量操縦システム技術の開発として、操縦システム・アーキテクチャ/機体内レイアウトの詳細設計を実施した。さらに、操縦システム制御則の開発として最適な操縦性を実現する制御則を構築した。

《3》イノベーション推進事業（次世代戦略技術実用化開発助成事業） [平成19年度～]

[21年度計画]

民間企業独自の研究開発リソースが十分でないよりリスクの高い中期の実用化開発を支援する。具体的には、次世代に向けた技術のブレークスルーを目指す民間企業から広くテーマを公募し、研究開発終了後5年以内で実用化の可能性の高い優れた提案に対し、助成金を交付する。平成21年度においては、平成21年度及び平成22年度に研究を開始するテーマの採択を実施するとともに、継続分12テーマを実施する。また、平成20年度採択のテーマについて延長評価を実施し、延長による開発成果の向上に著しい効果が見込まれる等必要なものについては、1年間の事業延長を認め、事業を実施する。前年度までに終了した10テーマについては、技術的成果、実用化見通し等を評価する事後評価を実施する。なお、事後評価の結果に関しては、第2期中期計画期間中を通して6割以上が「順調」との評価を得ることを目指す。

[21年度業務実績]

平成21年度においては、21年度に研究を開始するテーマの採択を2回実施し、新規58件を採択するとともに、継続分12件の事業を着実に実施した。また、平成20年度採択者のうち延長申請者2件に対し延長評価を実施し2件を採択した。また、機構外部の専門家・有識者を活用し、終了事業者に対して、技術的成果、実用化見通し等を評価項目とした事後評価を実施した結果、83.3%が「順調」との評価を得た。

9. 新エネルギー・省エネルギー関連業務等における技術分野ごとの事業

< 1 > 燃料電池・水素エネルギー利用技術分野

① 技術開発／実証

[中期計画]

燃料電池は、エネルギー効率が高く、CO₂排出抑制に資するなど環境負荷が低いことに加え、エネルギーセキュリティの向上、産業競争力の強化や新規産業の創出等の観点からも重要な技術分野であり、その政策的位置付けはますます重要になっている。第3期科学技術基本計画における戦略重点科学技術の一つとして「先端燃料電池システムと安全な革新的水素貯蔵・輸送技術」が位置付けられ、新国家エネルギー戦略においては運輸エネルギー次世代化として燃料電池自動車に関する技術開発の推進が必要とされている。また、新経済成長戦略においては世界をリードする新産業群創出のための戦略分野の一つとして燃料電池が位置付けられ、さらに、経済成長戦略大綱において、新産業創出の分野として燃料電池及び次世代自動車向け電池が位置付けられるとともに、運輸エネルギーの次世代化のために燃料電池自動車を含む次世代クリーンエネルギー自動車の技術開発と普及促進の必要性が挙げられている。

第2期中期目標期間においては、燃料電池自動車、定置用燃料電池等の早期の実用化・普及に資するため、技術開発、安全・基準・標準化及び導入支援・実証研究等を一体的に推進する。具体的には、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及び固体酸化物形等の燃料電池の研究開発並びに燃料電池自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド車等に資する蓄電池システム等関連技術の研究開発を実施し、効率向上、信頼性・耐久性向上及びコスト低減を図る。第2期中期目標期間中には定置用燃料電池で発電効率32%（HHV、高位発熱量）、耐久性4万時間、自動車用燃料電池で車輛効率50%（LHV、低位発熱量）、耐久性3,000時間の見通しを得られる技術基盤確立等を目標とする。

また、水素エネルギーの本格的利用に向け、水素の製造・輸送・貯蔵及び水素インフラストラクチャ等の研究開発を実施し、効率向上、信頼性・耐久性向上、小型化及びコスト低減等を図る。あわせて、技術開発課題の抽出、安全性・信頼性等の確認、基準・標準の制定・見直し及び社会的認知・受容の推進等のために必要な普及基盤整備及び実証研究・試験等を実施する。また、今後の導入普及状況を踏まえ、その時期に応じた適切な業務を国の方針を踏まえつつ実施する。

《1》 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

固体高分子形燃料電池の高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けて、固体高分子形燃料電池の初期導入段階のための実用化技術開発、本格的導入期のための要素技術開発から本格的普及期のための次世代技術開発までを一体的、総合的に推進するとともに、これらの技術・研究開発における一層のブレークスルーを促すため、産学連携又はシステム、材料・部品等の垂直型連携体制によって燃料電池セル・スタックの反応・劣化メカニズムの解明、計測評価技術及びそれらに基づく基礎的材料研究等の基礎的・共通的研究を推進し、本格的な固体高分子形燃料電池実用化のための要素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。なお、最終目標は以下のとおりである。

(最終目標)

自動車用燃料電池システム

高性能化：車両効率60%程度（LHV）

耐久性：3,000時間

低コスト化：10,000円/kW程度（スタックコスト）

定置用燃料電池システム

高性能化：発電効率40%程度（HHV）

耐久性：4万時間

低コスト化：25万円/kW程度

(研究内容)

研究開発項目①「基礎的・共通の課題に関する技術開発」[委託]

自動車用燃料電池を始めとする固体高分子形燃料電池システム、スタック、セルそれぞれのレベルでの耐久性・経済性・性能の向上に資する基礎的・共通の課題の解決を図る。

また、燃料電池の研究開発に資する解析評価技術等の開発を行う。

(1) 水管理によるセル劣化対策の研究

(2) セル劣化要因の基礎研究とMEA耐久性の解析

(3) 固体高分子形燃料電池セルの劣化メカニズム解析と余寿命評価手法の開発

(4) 物質輸送現象可視化技術

研究開発項目②「要素技術開発」[委託]

格段の経済性・耐久性・効率の向上を可能とする固体高分子形燃料電池の電極、電解質（MEAを含む）、セパレータ、周辺機器、改質器等における高リスクな要素技術の開発を行う。主な事業内容は以下のとおりである。

- (1) 「定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤研究開発」
- (2) 「家庭用燃料電池システムの周辺機器の技術開発」
- (3) 定置用燃料電池改質系触媒の基盤要素技術開発
- (4) 高濃度CO耐性アノード触媒
- (5) 低白金化技術
- (6) 酸化物系非貴金属触媒
- (7) カーボンアロイ触媒

研究開発項目③「実用化技術開発」[共同研究]

定置用燃料電池の市場形成を確実にするため、固体高分子形燃料電池の高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けた燃料電池用セパレータの基礎的生産技術等の実用化技術開発を引き続き行う。カーボン系セパレータについては、基本性能を維持しつつコスト見通しを得るために、成形時間短縮等の検討を実施する。金属系セパレータに関しては、実用想定条件下での耐久性検証と、コスト見通しを得るためのプロセス改良等の検討を実施する。

研究開発項目④「次世代技術開発」[委託]

固体高分子形燃料電池の本格普及期に必要と考えられる要素技術を支える革新的基礎・基盤技術の充実、高性能・低コストの次世代燃料電池のための新規材料の開発等を実施する。平成21年度は30テーマについて推進する。

なお、本事業において産学連携の体制で実施している研究開発テーマ（11件）については、各テーマにプロジェクトリーダーを設置している。

[21年度業務実績]

本事業では、固体高分子形燃料電池の高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けて、初期導入段階のための実用化技術開発、本格的導入期のための要素技術開発、基礎的・共通的課題の解決を図るための技術開発、革新的技術テーマに取り組む次世代技術開発を一体的、総合的に推進した。民間のみで取り組み困難な課題について産業界のニーズや研究開発動向を適切に把握し、基盤技術課題等の研究開発を推進することにより、多くの技術的知見や計測技術を開発し、世界をリードする日本の燃料電池技術レベルの向上に貢献した。また、燃料電池自動車の実用化に向けた研究の進展や世界初の家庭用燃料電池『エネファーム』の商品化など実用化に向けた技術的進展に大いに貢献した。さらに、次世代技術開発などで多くの大学研究者を掘り起こして育成することにより、将来の日本の燃料電池分野の競争力強化に大いに貢献した。研究開発項目毎の成果は以下の通り。

研究開発項目①「基礎的・共通的課題に関する技術開発」

各テーマにおいて研究進捗会議（年4～6回程度）及び全体の運営会議（年1～2回）にて研究進捗状況を把握するとともに、①基礎的・共通的課題の4テーマにおけるそれぞれのPL（プロジェクトリーダー）、および本制度とは別プロジェクトである「劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究（H20-26）」、「燃料電池先端科学研究事業（H20-21）」のPLをメンバーとした「PL会議」を開催し、燃料電池の劣化メカニズムや評価技術等に係るプロジェクト間連携や情報共有を促進した。

また、NEDOシンポジウム「固体高分子形燃料電池の高性能化・高耐久化への展望と今後の技術開発の重点課題」を毎年度開催し、劣化メカニズム解明等の基礎的研究成果を産業界、学術界の研究者等に効果的に発信した。

各テーマの主な研究成果は下記の通り。

- (1) 水管理によるセル劣化対策の研究
セル構成の最適化による運転条件範囲の拡大の指針を示した。また、低温起動における凍結現象の影響を明らかにした。
- (2) セル劣化要因の基礎研究とMEA耐久性の解析
三相界面における白金触媒およびフッ素系電解質の劣化主要因を明確化することにより高耐久性に向けた指針を示した。また、3次元TEM、NMR、ESR（OHラジカル検出）、マイクロ/ナノ電極による解析、電極内局所電位計測、インピーダンス等の解析手法を進展させた。
- (3) 固体高分子形燃料電池内セル劣化メカニズム解析と余寿命評価手法の開発
空気中の微量成分や運転圧力が発電特性に与える影響を明確化し、自動車用MEAの余寿命評価式を提案した。
- (4) 物質輸送現象可視化技術開発
中性子ラジオグラフィ、中性子小角散乱および磁気共鳴法を利用したセル内水分分布の可視化手法を確立した。また、軟X線およびパルス中性子による可視化技術の有効性を示した。

研究開発項目②「要素技術開発」

各テーマにおいて研究進捗会議（年4～6回程度）及び全体の運営会議（年1～2回）にて研究進捗状況を把握すると共に、研究開発成果については、水素・燃料電池業界における世界最大の国際商談展示会であるFC-EXPOや新聞発表等の手段で一般に公開した。

各テーマの主な研究成果は下記の通り。

- (1) 定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤技術開発
高温低加湿条件の運転時にも、目標とした「セル電圧値」と「セル電圧低下率」を同時に達成

できる見通しを得た。また、産官学が連携した「不純物影響度のデータベース化」や「カソード触媒の高温耐久化に向けた検討」の基礎研究が進展し、開発成果の一部は家庭用燃料電池『エネファーム』に採用された。

- (2) 家庭用燃料電池システムの周辺機器の技術開発
周辺機器（ポンプ、ブLOWER、弁等）95万円の内、41万円相当分を11万円までコストダウン可能とした。家庭用燃料電池『エネファーム』で対象機器の7割が開発成果を採用した。
- (3) 定置用燃料電池改質系触媒の基盤要素技術開発
改質触媒、CO変成触媒に関して高活性、高耐久性の卑金属触媒を開発し、各触媒1万円/kWの低コスト化を実現した。CO選択メタン化触媒を検討し、システムの低価格化の可能性を見出した。
- (4) 高濃度CO耐性アノード触媒
高濃度のCOを含んだ燃料ガスを用いても、性能低下の小さいアノード触媒について、4種類のアプローチを、メカニズム解明も含めて行い、開発指針を得た。
- (5) 低白金化技術
白金使用量を飛躍的に低減可能な電極触媒の高活性化技術、高耐久化技術の検討を進め、それらの効果を確認し、指針を得た。
- (6) 酸化物系非貴金属触媒
白金電極触媒の代替と成り得る新規触媒（酸化物非貴金属触媒）について、数種の酸化物触媒のプロセスの改良等による高活性化および自動車運転条件を想定した耐久性検証を進め、実用化への可能性を示した。
- (7) カーボンアロイ触媒
白金電極触媒の代替と成り得る新規触媒（カーボンアロイ触媒）の実験・理論両面からのメカニズム解明、材料・プロセスの改良による高活性化を進め、実用化への可能性を示した。

研究開発項目③「実用化技術開発」

定置用燃料電池の市場形成を確実にするため、燃料電池セパレータの基礎的な部材生産技術等の実用化技術開発を実施した。研究開発成果については、水素・燃料電池業界における世界最大の国際商談展示会であるFC-EXPOや新聞発表等の手段で一般に公開した。

各テーマの主な研究成果は下記の通り。

- (1) 長寿命・超軽量なセパレータの研究開発
チタン/アルミニウム/チタンクラッド材を適用した0.2mm tまで薄肉化した実規模サイズの固体高分子形燃料電池用金属セパレータを開発し、5,000時間以上の連続発電を実証した。
- (2) 固体高分子形燃料電池ステンレス箔セパレータ量産化技術開発
金属セパレータにおいて5,000時間以上の耐久性を有する軽量薄肉セパレータ（厚さ0.2mm以下）を開発すると共に、その量産化技術を確立した。
- (3) 高強度な波板形状セパレータの研究開発
成形時間が15秒/枚以下であるハイサイクル成形材料の開発し、A4サイズ、最薄部0.2mmで断面が波板形状のセパレータ製造のための成形技術・設備の開発を行った。
- (4) カーボン樹脂モールドセパレータの製造技術開発
シートプレス成形における寸法精度目標（目標 $\pm 20\mu\text{m}$ ）を大幅に超える圧力均一化手法を確立した。また、シートスタンプ成形における厚み精度の目標（ $\pm 5\%$ 以内）を達成した。

研究開発項目④「次世代技術開発」

将来の燃料電池自動車の普及期における燃料電池の格段の高効率化・低コスト化・信頼性向上に資する新規電解質膜・白金代替触媒等の先導的・基礎的研究開発、従来の燃料電池の概念にとらわれない高性能燃料電池の研究開発及び燃料電池の研究開発に資する先進的な解析評価技術等基盤的研究等30テーマを実施した。主な研究成果は以下の通り。

- (1) 触媒金属粒子を1nm以下の高分解能で3次元解析できる分析・画像取得技術を開発した。
 - (2) 触媒反応を素過程に分解し、活性発現機構（高性能化）、失活機構（長寿命化）等を解析するQuick-XAFS手法を開発した。
 - (3) グラフェン-金属、グラフェン-窒素の相互作用による電子状態シフトを実験的に証明し、白金代替触媒等の活性発現メカニズム解明に寄与した。
 - (4) 高CO耐性アノード触媒の基盤技術となる可能性のある新規分子篩カーボン担体を開発した。
- なお、5年間で実施した98テーマのうち17テーマ（17%）が「白金代替触媒」や「物質輸送現象可視化」等のコンソ型プロジェクトへ移行した。

《2》固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／劣化機構解析とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料研究 [平成20年度～平成26年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

固体高分子形燃料電池の最も重要な要素である触媒、電解質膜及びMEA（膜・電極接合体）の材料研究を実施して高性能・高信頼性・低コストを同時に実現可能な高性能セルのための基礎的技術を確認し、固体高分子形燃料電池の本格普及に資することを目的に、国立大学法人山梨大学教授 渡辺 政廣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。なお、中間目標（平成21年度末）は以下の通り。

（中間目標）

広温度領域（室温～100℃）での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確認するとともに、材料作製、耐久試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備し、各試験機器の精度を確認する。

（実施内容）

研究開発項目①「劣化機構解析」

各種劣化モードにおける加速試験法を開発するとともに、劣化機構解析結果を新材料開発にフィードバックするために、標準触媒及び市販耐久性向上触媒の活性及び耐久性評価、炭化水素系電解質膜の劣化評価方法の確立及び劣化部位の解析、セル内反応分布解析法の実セルへの適用検討等を行う。

研究開発項目②「高活性・高耐久性の触媒開発」

高活性と高負荷変動耐性を両立させるために、新規カーボンブラック担持白金触媒の製法検討と評価、新規白金合金触媒の開発、新規CO低減触媒の開発等を行う。

研究開発項目③「広温度範囲・低加湿対応の電解質膜開発」

自動車用燃料電池で想定される広温度範囲、低加湿条件に対応するために、新規炭化水素系高分子電解質の分子設計、炭化水素系高分子電解質膜の合成と評価・解析、触媒層用電解質の分子設計の合成等を行う。

研究開発項目④「自動車用MEAの高性能・高信頼化研究」

自動車用燃料電池において想定される作動条件に対応したMEAの高性能・高信頼化のために、既存膜系MEAの限界把握と現状技術の炭化水素系電解質膜・イオンマーを用いたMEA製法の検討と特性評価、電極触媒の有効性を評価する新手法の確立と電極触媒利用率向上指針の検討、実用燃料電池において想定される作動条件での評価法の確立等を行う。

[21年度業務実績]

国立大学法人山梨大学教授 渡辺 政廣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。

また、平成21年度実施した中間評価では、研究開発範囲が広範囲すぎるという指摘を受けたため、平成22年度から開始する新規事業「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発」に大括り化し、改質触媒等は別研究テーマで実施することとした。

研究開発項目①「劣化機構解析」

高耐久性担体に担持した触媒と市販の標準触媒において、電解液中での起動停止サイクルを模擬した燃料電池実用化推進協議会（Fuel Cell Commercialization Conference of Japan：FCCJ）のプロトコルによる評価で、活性面積、酸素還元活性、 H_2O_2 生成率の経時変化の定量的評価法を確立するとともに、市販Pt/GC（Ptを高分散したグラファイト化カーボン）の30倍以上もサイクル寿命が長いPt/GCをナノカプセル法によって合成できた。

研究開発項目②「高活性・高耐久性の触媒開発」

ナノカプセル法電極触媒合成時の金属塩/界面活性剤モル比を変えるのみで、触媒粒径を自在に制御することに初めて成功した。

研究開発項目③「広温度範囲・低加湿対応の電解質材料開発」

スルホン酸化ポリエーテル電解質膜で、低加湿条件で高いプロトン導電率を発現できる構造を提案し、顕著な性能向上効果を発見した。

研究開発項目④「自動車用MEAの高性能・高信頼化研究」

電極触媒の有効性を評価する新しい手法を開発した。この新評価法により作動条件での特性差を指標化できることが分かり、今後の白金等の貴金属触媒使用量低減の重要指針となることを明らかにした。現状実用条件での白金の利用率は約10%程度であり、大幅な改善の余地が残されていることを確認した。

《3》燃料電池先端科学研究事業 [平成20年度～平成21年度]

[21年度計画]

固体高分子形燃料電池の基幹技術である電極触媒、電解質材料、界面での物質移動に関して、革新的な計測評価技術及び解析技術等を開発して、材料、物質移動及び反応メカニズムを根本的に理解し、ひいては、固体高分子形燃料電池の基盤として、現状技術の限界把握と現状打破に向けての開発指針を提供することを目的に、独立行政法人産業技術総合研究所固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター長 長谷川 弘氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を開始する。なお、最終目標は以下の通りである。

（最終目標）

研究開発項目①「コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明」

コストポテンシャル向上と両立した電極触媒の革新的性能向上のため、電極触媒における電気化学

反応の速度論的測定手法を確立するとともに、電極触媒及び担体の構造（電子構造を含む）と触媒活性・耐久性との相関性を定量的に把握する等の反応メカニズムを解明する。

研究開発項目②「コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明」

コストポテンシャル向上と両立した電解質材料の革新的性能向上のため、実作動相当環境下での高次構造を解明する手段を確立するとともに、プロトン伝導、ガス透過及び化学的耐久性との相関を定量的に把握する等の物質移動・反応メカニズムを解明する。

研究開発項目③「セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明」

セル構成要素及び界面における物質移動速度向上を図るため、触媒層、ガス拡散層等の実作動相当環境下での構造解明と、これが物質移動及び熱・電気伝導に及ぼす影響を定量的に把握する等の物質移動メカニズムを解明する。

(研究内容)

研究開発項目①「コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明」

電極触媒における電気化学反応の速度論的測定手法を開発し、また、コストポテンシャル向上と革新的性能向上を目的として、電極触媒及び担体の構造（電子構造を含む）と触媒活性・耐久性との相関性を把握など、電極触媒の反応メカニズム解明のための計測・評価・解析等を行う。

研究開発項目②「コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明」

実作動相当環境下での高次構造を解明する手段を開発するとともに、コストポテンシャル向上と革新的性能向上を目的として、電解質材料におけるプロトン伝導、ガス透過等の物質移動の速度論的・化学的耐久性との相関を把握するなど、電解質材料内の物質移動・反応メカニズム解明のための以下の計測・評価・解析等を行う。

研究開発項目③「セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明」

セル構成要素及び界面における物質移動速度向上を目的として、これらの構成要素及び界面の実作動相当環境下での構造解明と、プロトン及び水関連物質などの物質移動の速度論的・熱・電気伝導へ及ぼす影響を把握するなど、セル構成要素及び界面における物質移動メカニズム解明のための計測・評価・解析等を行う。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター長 長谷川 弘氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を行った。

研究開発項目①「コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明」

- ・分光法を用いた反応メカニズム解析に必須となる要素技術（反応生成物検出、反応トリガリング）を開発し、計測手法の開発に目途を立てた。
- ・計測に必要なモデル触媒／担体として、2.5-10nmの任意サイズの立方体型白金ナノ粒子およびメソポーラス担体等の合成に成功し、電気化学解析を可能とした。
- ・薄膜低白金モデル触媒を用いた解析により、表層白金よりも下地金基板の原子配列が触媒活性を律することを明確にした。

研究開発項目②「コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明」

- ・分解能2nmを達成したe-AFM（電気化学原子力間顕微鏡）とNMR（核磁気共鳴）解析により、電解質膜の水チャネル構造とプロトン易動性の相関を明確にした。
- ・劣化の原因であるガス透過性のメカニズム解明を進めた結果、材料のモルフォロジー（マイクロ構造）と透過性因の関係を見出した。
- ・計測に必要なブロック系モデル電解質ポリマーの最適化を行い、相分離構造の配向制御技術を開発した。

研究開発項目③「セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明」

- ・燃料電池の性能を左右するガス拡散層に関して、高温水蒸気および高温液体水の透過挙動計測技術および熱伝導特性・電気伝導特性の計測技術を開発した。
- ・上記手法を用いて、GDLの材料物性データベースを構築した。

また、新たに開発した上記計測手法を産業界に展開するため、公募を実施し、採択された6社に技術移管した。

《4》定置用燃料電池大規模実証研究事業 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

定置用燃料電池システムを大規模かつ広域的に設置し、一般家庭等の実際の使用状態における実測データ（運転データ、故障データ、効率に関するデータ等）を取得することにより、我が国の定置用燃料電池初期市場創出段階における民間技術レベル及び問題点を把握し、今後の燃料電池技術開発の開発課題を抽出することを目的とする。

平成21年度は大規模かつ広域的に設置した定置用燃料電池システムについて、一般家庭等の実際の使用状態にお

る実測データを取得する。さらに、運転効率、性能等に関するデータ評価分析を行い、民間技術レベル及び技術的問題点を把握し、今後の燃料電池技術開発の開発課題を抽出する。

[21年度業務実績]

定置用燃料電池大規模実証研究事業は平成17年度から開始し、平成20年度までの4年間に累計で3,307台の家庭用燃料電池(PEFC)システムを全国各地の家庭に設置した。これらの燃料電池システムを実際の使用条件下で実証運転することにより実測データを取得するとともに、運転効率や性能等に係る運転データを評価分析することにより、商品化に必要な技術課題を抽出し市場導入の基盤形成を推進した。

平成21年度は、平成20年度までに設置した燃料電池システムの実測データの取得とデータ評価分析を実施した。平成20年度に設置した燃料電池システムの平均的な機器発電効率は31.5%であり、機器発電効率の低下もほとんどなく燃料電池システムの性能向上が確認された。また、CO₂削減率は28.9%、一次エネルギー削減率は17.1%であり、優れた省エネルギー性と環境安全性が確認され燃料電池導入効果を実証することができた。

大規模実証研究事業により累積発電時間2,531万時間という豊富な運転実績の蓄積と安全性の実証、また、開発課題の抽出とその改善効果によるシステム機器性能及び運転性能の向上、さらにシステム信頼性の向上とコストダウンが進んだ結果、平成21年度には世界に先駆けて燃料電池システムの商品化に結び付けることができた。

《5》固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発 [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

固体酸化物形燃料電池の市場導入期に向けた信頼性・耐久性、運用性及び効率の向上と本格的な普及期におけるコスト競争力を実現するために、耐久性・信頼性向上のための基盤研究及び実用性向上のための技術開発を実施し、早期に固体酸化物形燃料電池を市場に導入するために必要な要素技術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エネルギー技術研究部門 横川 晴美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①「基礎的・共通的課題のための研究開発」

(1) 熱力学的解析による劣化機構の解明、対策立案と効果検証、加速試験方法の確立

2次イオン質量分析法(SIMS)を用いた拡散現象の分析を通じ、熱力学的解析手法により劣化因子を系統的に測定した上で劣化要因の特定と劣化機構の解明を実施し、各因子が劣化に与える影響を定量的に評価するための手法をセルスタック開発機関に提案する。

(2) 化学的解析による劣化機構の解明、対策立案と効果検証、加速試験方法の確立

モデルセルの性能・耐久性試験による実験的評価と超高分解能顕微鏡観察による化学劣化メカニズム分析などの化学的解析を用いて、劣化因子を系統的に測定した上で、各因子が劣化に与える影響を定量的に評価するための手法をセルスタック開発機関に提案する。

(3) 機械的解析による劣化機構の解明、対策立案と効果検証、加速試験方法の確立

アコースティック・エミッション(AE)法やウェーブレット解析などによる運転時のセル変形や応力の発生に関する機械的解析を用いて、機械的劣化損傷の発生による劣化因子を系統的に測定した上で、各因子が劣化に与える影響を定量的に評価するためのセル構造体の機械特性シミュレーション手法をセルスタック開発機関に提案する。

(4) 三相界面についての劣化現象と微細構造変化の相関付け

電気化学的に劣化したセルスタックの三相界面について、低加速電圧FIB-SEM(FIB:集束イオンビーム)、顕微Raman分光装置の局所分析手法により、三相界面近傍における微小領域の構造変化を明確化し、劣化現象と微細構造変化との関係を定性的に評価する。

(5) 耐久性評価手法の確立

(6) 原料・部材の低コスト化及び低コストセルスタック・モジュールの技術開発

各セルスタック開発機関がセルスタックを作製できる原料及び部材の共通仕様候補を選定し、その候補材を用いて試作を継続して実施する。さらに、共通仕様候補材のコスト低減方法を検討する。

研究開発項目②「実用性向上のための技術開発」

(1) 運用性向上のための起動停止技術開発

平成20年度に実施したセルスタックレベルにおける熱サイクル耐性構造設計技術をシステムまで拡張し、熱衝撃緩和構造及び制御シークエンスを検討し、その効果検証のための熱サイクル実証試験を実施する。

(2) 超高効率運転のための高圧運転技術の開発

平成20年度に抽出したセルスタックレベルでの高圧・高差圧運転時の課題を回避または緩衝する制御技術を確認する。すなわち、マイクロガスタービンと組み合わせるための圧力範囲で、起動停止、緊急時の安全停止ができる技術を確認するためのシステム制御技術検討を実施する。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門 横川 晴美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①「基礎的・共通的課題のための研究開発」

(1) 熱力学的解析による劣化機構の解明、対策立案と効果検証、加速試験方法の確立

劣化挙動解析では、スタックメーカーと協力し、耐久試験を行った試料の不純物蓄積濃度、界

面元素移動量などを測定し劣化との相関を明らかにした。また、これまで検出された不純物について、劣化機構の体系化（Cr被毒及びS被毒の例）を行う他、スタック劣化要因の解明と対策の提言を行った。加速劣化試験法については、電極性能の低下と不純物輸送量との関係を解明した。

- (2) 化学的解析による劣化機構の解明、対策立案と効果検証、加速試験方法の確立
硫黄、塩素、リン、ホウ素、シロキサンについて、数十～3,000時間の長時間耐久試験を行い、不純物による化学的劣化（被毒）メカニズムの分析・解明を行った。また、長時間（10,000時間まで）試験後の企業実セルの電子顕微鏡観察（STEM）で、拡散種による化学劣化メカニズムを解明する他、スタックメーカー5社の実セルの被毒耐久性実測試験を開始した。
- (3) 機械的解析による劣化機構の解明、対策立案と効果検証、加速試験方法の確立
円形平板形セルの損傷発生時刻と位置の測定と筒状平板セルの界面剥離の検出条件を決定。また、界面強度評価法を提示し円筒形セルに適用する他、変形と対称性に着目して共通課題を抽出した。
平板形模擬セルによる運転時応力測定装置（Raman分光）の開発、筒状平板形模擬セルによる昇温時・還元時の形状変化の定量化、及び模擬損傷を導入した支持膜セルのアノード酸化状態及び局所応力の測定を実施した。
- (4) 三相界面についての劣化現象と微細構造変化の相関付け
電気化学的な劣化挙動に関するデータ収集を実施した（水蒸気による劣化、炭素析出による劣化、LSM/YSZ界面観察）。低加速電圧FIB-SEM（FIB：集束イオンビーム）による微構造解析の検討を行い、三次元データ（2次元画像）を取得する手法を確立した。2次元SEM画像から燃料極の三次元再構築及び電極を特徴付ける各種データ（各相の体積率、三相界面長さなど）を抽出・定量化する手法に見通しを付け、得られた構造を用いて屈曲度ファクタ等のパラメータの算出を行った。微構造データを用いた電極平均化モデルの1次元解析、微構造を直接に用いた3次元LBM解析を行った。
- (5) 耐久性評価手法の確立
高温円筒横縞形セル・スタックでは、5,000時間の耐久性試験の結果、セルでの電圧低下主要因はカソード過電圧の増大であることが明らかなり、10,000時間の耐久性試験を開始した。
中温円形平板形セルを対象として性能表示式を新たに開発し、10,000時間程度の耐久性試験を開始した。中温筒状平板形セル・スタックを対象に運転温度（800℃、750℃）をパラメータとし、8,000時間の耐久試験を実施し、1,000時間毎の性能評価により電圧低下主要因が内部抵抗のみであることを明らかにした。また、中温筒状横縞形セルの性能評価手法開発に着手した。
- (6) 原料・部材の低コスト化及び低コストセルスタック・モジュールの技術開発
普及時のセルスタックコスト5万円/kW程度の見通しを得るために、金属材料や電解質材料の低減や品質変更を行った部材に関する基本性能の確認試験を行った。各セルスタックの電極材料では、また、2種の燃料極材料（Ni-YSZとNi-セリア系）の内、Ni-セリア系は初期性能が良好であることから、共通化の可能性が示唆された。

研究開発項目②「実用性向上のための技術開発」

- (1) 運用性向上のための起動停止技術開発
SOFCシステムの起動停止に適合する円筒縦縞型セルを用いたスタック構造を開発し、起動停止を模擬した熱サイクル試験によるスタック性能試験を実施した。また、SOFCコジェネレーションシステムの起動停止性能に優れた円形平板型セルを用いた熱衝撃緩和セルスタック構造を開発し、起動停止試験により熱サイクルに対する性能評価を実施した。
- (2) 超高効率運転のための高圧運転技術の開発
SOFCとマイクロガスタービンとを組み合わせるための圧力範囲において、起動停止及び緊急時の安全停止を可能とする等のシステム高圧下での運転を実現するために、セルスタック、モジュール及び複合発電システムの開発を進めシステム技術の確立を図った。セルスタックは、インターコネクタ材への酸素侵入を抑制したセルスタック構造を開発した。
モジュールは、コンパクト化のためにセルスタックを従来の充填密度の約2倍とした密充填構造を開発した。複合発電システムについては、システム信頼性の向上のためにSOFC保護動作機能を開発し制御システムとして実装した。

《6》固体酸化物形燃料電池実証研究 [平成19年度～平成22年度]

[21年度計画]

固体酸化物形燃料電池（SOFC）の実用化の促進を図るために、SOFCシステムの実負荷環境下における実証データの着実な収集及び評価分析を実施し、今後のSOFC技術開発の開発課題を抽出することを目的とする。

平成21年度は0.5～10kW規模の定置用SOFCシステムを多様な実負荷環境に設置し、実環境条件下における実証データの収集・分析を実施する。

[21年度業務実績]

平成21年度までの3年間に累計で132台のSOFCシステムを全国各地に設置した。これらの燃料電池システムを実際の使用条件下で実証運転することにより実測データを取得するとともに、運転効率や性能等に係る運転データを評価分析することにより、最新技術水準及び技術的問題点を把握し、今後の技術開発課題を抽出することにより実用化の促進を図った。

平成21年度は、平成20年度に引き続き1kW級の定置用SOFCシステムを67台設置し、SOFCシステムの実測データの取得とデータ評価分析を実施した。平成20年度に設置した燃料電池システムの平均的な機器発電効率は、電力需要の少ない夜間を含む昼夜連続運転で35.2%であり、実使用条件下での運転に十分適用できるシステムの段階であると評価される。また、平成20年度設置のSOFCシステムは、平成19年度のシステムと比較して耐久性の改善が図られ、機器発電効率の低下を大幅に抑制することができた。さらに、CO₂削減率は34.3%、一次エネルギー削減率は16.2%であり、優れた省エネルギー性と環境安全性が確認され燃料電池導入効果を実証することができた。

《7》水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発 [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

水素供給インフラ市場立上げに向け、水素製造・輸送・貯蔵・充填に関する低コストかつ耐久性に優れた機器及びシステムの実用化検証、要素技術開発、次世代技術開発並びにシナリオ策定等調査研究・フィージビリティスタディを行い、水素エネルギーの導入・普及に必要な一連の機器及びシステムに関する技術を完成させることを目的に、以下の研究開発を開始する。

研究開発項目①「システム技術開発」

70MPa級水素ステーションシステムの建設工事を完了し、耐久性検証のための充填試験を実施する。70MPaFCVへの実充填とFCV用複合容器（トヨタ自動車提供）鋼製複合容器等への充填により、1年間ノーメンテナンスのための耐久性評価・検証を行う。

水素貯蔵合金を搭載したハイブリッドタンクの開発では、選定したアルミライナー材質を適用した容器の性能を把握し、加工方法等を改良する。また、MHカートリッジの熱交換方式を検討し、設計に反映する。また、新規水素貯蔵合金の創製を目指した研究を進展させる。

研究開発項目②「要素技術開発」

平成20年度に実施した要素研究及び確認・検証等の結果を基に、高性能化・軽量化等効率向上を目標とする機器（実験室評価レベル）の基本設計を行う。また、水素貯蔵材料の高性能化に向けた開発研究を進展させる。70MPa級水素ステーション機器技術においては、低コスト・高強度材料、鋼製蓄圧器、バルブ、流量調節弁等の研究開発を実施する。

研究開発項目③「次世代技術開発」

平成20年度に引き続き、光触媒、光電極、固体高分子型水電解による水素製造や水素液化磁気冷凍、パイプラインの信頼性評価技術、新規水素吸蔵合金等、水素エネルギー導入・普及に対し、新規の概念に基づく革新的な技術の開発を継続する。

なお、本事業は対象分野が広く、また、次世代技術開発等では開発テーマも多くテーマ公募型事業の性格も有していることから、プロジェクトリーダーは設置していない。

[21年度業務実績]

研究開発項目①「システム技術開発」

70MPa級水素ステーションシステムの建設工事を完了。70MPaFCVへの実充填とFCV用複合容器、鋼製複合容器等への充填により、1年間ノーメンテナンスのための耐久性評価・検証を開始した（平成22年度まで評価は継続）。

水素貯蔵合金を搭載したハイブリッドタンクの開発では、広口高圧タンク用アルミライナーの材質選定や製造工程開発を実施した。また、MHカートリッジの熱交換方式に関しては3次元計算モデルを用いて検討し、設計に反映した。また、新規水素貯蔵合金の創製を目指した研究においては、中間目標値を超える水素吸蔵量を有する合金を合成できた。

研究開発項目②「要素技術開発」

水素製造機器においては、高性能化・軽量化等効率向上を目標とする機器の基本設計を行った。その中で、模擬改質器試験とシミュレーション計算によって開発目標値である改質効率達成の見込みを得た。また、水素貯蔵材料の高性能化に向けた開発では、材料の複合化により水素放出温度を大幅に低下させることができた。70MPa級水素ステーション機器技術においては、水素用高圧バルブのシール材基礎評価を実施し、材質絞り込みや封止構造設計を完了した。水素用ディスペンサーについては流量計等要素部品開発を完了した。

研究開発項目③「次世代技術開発・フィージビリティスタディ等」

平成20年度に引き続き、水素エネルギー導入・普及に対し、光触媒、光電極、固体高分子型水電解による水素製造や水素液化磁気冷凍、パイプラインの信頼性評価技術及び新規水素吸蔵合金等の新規の概念に基づく革新的な技術の開発を継続した。磁気冷凍技術に関しては粒状磁性体と板状磁性体のハイブリッド構成により水素液化効率を向上できることがわかった。フィージビリティスタディに関しては、水素エネルギーシステムの社会便益性の検討を進め、さらに、IEA/HIA水素実施協定やIEA/AFCIA等に基づく国内外技術開発動向調査を実施した。

《8》水素社会構築共通基盤整備事業 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

燃料電池の大規模な導入・普及や技術レベルの進展に対応した既存規制の見直し等、国際標準の提案、製品性能を単一の物差しで評価する試験・評価手法の確立の3つを燃料電池自動車、定置用燃料電池システム、水素供給インフラ等に共通する燃料電池実用化のためのソフトインフラとして位置付け、産業界との密接な連携の下で、グローバル・マーケットを視野に入れた先取の高度な技術基準、標準化案を国内及び国際標準に提案するためのデータ取得を目的として、以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「燃料電池自動車に係る規制再点検及び標準化のための研究開発」

- (1) 水素・燃料電池自動車の安全性評価
容器強度試験データ及び三次元解析モデルを用いた解析データを取得し、共同容器基準や充填プロトコルを策定する。また、共同容器基準で規定しようとするシリーズ試験を行い、これらの試験手法の妥当性を検討する。
- (2) 燃料電池性能評価法の標準化
異なる材料から作製したMEAについて、各プロトコル案（FCCJ、USFCC等）で高電位保持試験、負荷応答試験、起動停止試験を実施し、従来のMEAで得られた性能低下と比較することで、耐久性に及ぼすプロトコルの違いの影響を調査し、MEA耐久評価法案を作成する。
- (3) 基準・標準化活動
 - (ア) 国内での基準・標準化活動
活動方針の審議、ドラフト作成及びコメント作成を行い、国内基準・標準作りへ反映させる。
 - (イ) 海外での基準・標準化
ISO/TC22/SC21（電気自動車）、ISO/TC197（水素技術）、SAE（米国自動車技術会）、FCTESQA、UN-ECE/WP29/AC3HFCVなど関連する国際標準、国際基準策定活動に参画し本事業の成果を反映させる。

研究開発項目②「定置用燃料電池システム等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発」

- (1) 定置用固体高分子形燃料電池システムの普及拡大に向けた検討
集合住宅設置における安全要件及び設置基準に係るデータ収集の実施と妥当性検証を完了する。
- (2) 定置用燃料電池システムの系統連系時における課題抽出・検証評価
複数台連携時の単独運転検出機能が干渉しにくいと考えられる方式について検証評価を完了する。
- (3) マイクロ燃料電池システム等の安全性・互換性・性能確認試験方法の開発・データ収集・評価
燃料電池の新規利用形態の拡大、使用環境の拡がり等を考慮した高出力特性等の性能特性向上によって必要となる燃料容器等の周辺機器を含めたシステムの安全性・性能評価・互換性の基準の設定・国際標準化（IEC/TC105等への提案）、規制緩和（国連/危険物輸送に関する勧告などへの提案）に資する試験データの取得、試験方法の開発、基準案の作成を行う。
- (4) 国内外の標準化活動
国内標準と国際標準との比較精査を実施し、国際標準へ提案すべき内容の抽出を完了し、国内外の基準及び標準化に関する情報の収集及び国内外の標準化活動を推進する。また、小規模定置用燃料電池の性能試験法標準化に係るデータ収集を完了する。

研究開発項目③「水素インフラ等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発」

- (1) 水素スタンド等に係る基盤整備
70MPa級充填対応水素スタンドのリスク評価、同スタンドディスプレイの安全検証、同スタンド蓄圧器材料の安全性検証を継続して実施する。
- (2) 水素雰囲気下における材料の安全性検証
70MPa級車載容器及び高圧水素供給設備用配管、バルブ、継手用材料等の機械特性及び疲労特性データを継続取得・有効性を評価する。また、非金属材料、液体水素用構造材料、極低温ガス環境下での材料の基礎物性を継続取得する。加えて長期間使用された液体水素関連機器の実材料の材料特性評価を実施し、長期使用材の劣化有無の把握及び安全性の検証を行う。
また、実用材である高強度6,000系合金を中心に疲労特性、疲労き裂進展特性、靱性評価、水素侵入量と水素脆化との相関等安全設計に資するデータを取得する。高圧水素ガスの代替効果が期待できる水蒸気圧による材料劣化の検証及びアルミ材料中の水素挙動の解析を継続実施する。
なお、本事業は対象分野が燃料電池自動車/定置用燃料電池/水素インフラと多岐にわたるため、プロジェクトリーダーを設置する代わりに推進助言委員会を設置し、適切に研究管理等を行っている。

[21年度業務実績]

研究開発項目①「燃料電池自動車に係る規制再点検及び標準化のための研究開発」

- (1) 水素・燃料電池自動車の安全性評価
容器強度試験およびデータ解析等をさらに進め、70MPa容器的基準案策定に貢献、また水素充填コネクタ構造（日本案）の国際標準化に貢献した。
- (2) 燃料電池性能評価法の標準化

各プロトコル案を検証し、評価法の協調・統一化のための基本案を作成した。

(3) 基準・標準化活動

(ア) 国内での基準・標準化活動

各WGにおいて活動方針の審議、ドラフト作成およびコメント作成を行い、国内基準・標準作りへ反映させた。

(イ) 海外での基準・標準化

上記国内活動結果を基にISO/TC22/SC21（電気自動車）、ISO/TC197（水素技術）、SAE（米国自動車技術会）など関連する国際標準、国際基準策定活動に参画し、本研究開発が貢献した国際規格はIS（国際標準）5件、TS（技術仕様書）2件、TR（技術報告書）1件であり、審議中が6件である。

研究開発項目②「定置用燃料電池システム等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発」

(1) 定置用固体高分子形燃料電池システムの普及拡大に向けた検討

定置用固体高分子形燃料電池システム5式を使用して耐久性、設置環境（寒冷仕様）、電磁両立性（EMC）のうちエミッションに関してそれぞれ試験を実施しデータを収集することにより、システムとしての妥当性を検証した。

(2) 定置用燃料電池システムの系統連系時における課題抽出・検証評価

平成18年度に選定した「スリップモード周波数シフト方式」を計6社のPCS（Power Conditioning System）に組み込んだ複数台連携によるシミュレーション解析とPCS実機による実証試験により、下記の結論を得た。

①主回路及び制御方式の異なるPCS単体での検出有効性に問題がないことを確認した。

②選定方式を有する18台を連系した実証試験により、18台までの連系で実運用上問題がないことを確認した。

③選択方式の仕様を明確にして規格化することが望ましい。

また、今後の実用化に向けての課題を抽出した。

(3) マイクロ燃料電池システム等の安全性・互換性・性能確認試験方法の開発・データ収集・評価
メタノール燃料電池発電システムにおける安全性評価試験法として、ローカルエフェクト（LE）の対象ガス成分であるギ酸の計測方法を検討し、米国公定法に採用されているインピージャー吸収法により安定な計測が可能であることを確認した。また、前記手法による基盤データを取得した。

また、メタノール燃料電池発電システムの性能評価試験方法における燃料不純物特性に関する燃料評価試験方法を検討し、エタノール、アセトアルデヒド、酢酸等の低分子有機化合物に関する基盤データを取得・評価した。さらに、メタノール燃料マイクロ燃料電池システム等の国内外燃料品質基準、標準案策定に生かすための基盤データ整備を行った。

(4) 国内外の標準化活動

IEC/TC105（燃料電池技術）において、国内で開発された技術内容の国際標準化を推進した。なお、推進体制は標準化総合委員会とその下に国際標準化委員会および国内WGを設置した体制とした。

研究開発項目③「水素インフラ等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発」

(1) 水素スタンド等に係る基盤整備

70MPa級充てん対応水素スタンドのリスク評価、同スタンドディスプレイの安全検証、同スタンド蓄圧器材料の安全性検証を継続して実施した。特に70MPa充てん対応水素スタンドの規制見直しに向けて保安距離や隔離距離等を検討するため、水素を用いた実験及び数値シミュレーションにより、拡散濃度及び爆風圧、火炎長さ等のデータを取得し解析・評価を行った。これにより、高圧ガス保安法関連法規の例示基準案を作成し、所管官庁に提出した。

(2) 水素雰囲気下における材料の安全性検証

70MPa級車載容器ならびに高圧水素供給設備用配管、バルブ、継手用材料等の機械特性及び疲労特性データを継続取得・有効性を評価しSUS316L材の有効性並びに製造工程管理（偏析等）の重要性を確認した。また、非金属材料、液体水素用構造材料、極低温ガス環境下での材料の基礎物性を継続取得した。加えて君津水素ステーションにて長期間使用された液体水素関連機器の実材料の材料特性評価を実施し、長期使用材の劣化有無の把握および安全性の検証を行った。アルミ材料については、高強度6,000系合金の70MPa対応の例示基準材化を目指して材料作成・評価を行い、疲労特性、疲労き裂進展特性、靱性評価、水素侵入量と水素脆化との相関等のデータを取得した。特に6061HS材についてKHKから例示基準のパブリックコメント聴取まで至った。また水素用材料の高効率スクリーニング法として高圧水素ガスの代替効果が期待できる水蒸気圧による材料劣化の検証ならびにアルミ材料中の水素挙動の解析を継続実施した。

《9》水素先端科学基礎研究事業 [平成18年度～平成24年度]

[21年度計画]

水素社会到来に向け、液化・高圧化した状態における水素物性の解明や液化・高圧化による材料の水素脆化の基本原

理の解明、対策検討等、高度な科学的知見を要する根本的な現象解析を目的に、独立行政法人産業技術総合研究所水素材料先端科学研究センター研究センター長 村上 敬宜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①「高圧水素物性の基礎研究」

定容積式PVT測定装置を開発し、500℃までの高温域の測定精度の確保と、高圧化への課題抽出を行う。磁気式密度計を用いた予備測定を開始し、100MPa、200℃までのバーネット法による測定結果と比較することにより、トレーサビリティの確保とデータの信頼性の向上を目指す。その他、NMRを用いた高分子内の水素の溶解度の測定等を行う。

研究開発項目②「高圧／液化による金属材料等の水素脆化の基本原理の解明と材料強度特性に関する研究」

TEMホルダーを用いた超高压TEMその場観察によって、き裂先端で作動する転位源の種類に及ぼす水素の影響、負荷とともに、き裂先端に形成される転位組織に及ぼす水素の影響を明らかにする。70MPa燃料電池自動車の開発を支援する目的で、オーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金の90MPa水素ガス中の引張特性、疲労き裂進展特性等を評価する。

研究開発項目③「液化・高圧化状態における長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（金属材料）」

ステンレス鋼、低合金鋼、炭素鋼、アルミ合金並びに部品・部材の長時間疲労特性に及ぼす水素の影響評価、高圧水素ガス中で材料内に侵入する水素の測定を継続する。これらの結果をまとめ、水素強度データベース、侵入水素データベースのプロトタイプを作る。また、有明ステーションの実証試験で使用された部品・部材の調査を行う。

研究開発項目④「液化・高圧化状態における長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（高分子材料）」

高圧水素ガスによるゴム材料のマクロに観察されるプリスタ破壊現象とゴム材料の組成や化学構造などのゴム材料のミクロな構造変化との相関を明らかにすることにより高圧水素に対する耐性に優れたゴム材料の設計指針を得る。また、NMR、IRなどの手法を用いたゴム材料中の水素定量、化学劣化の分析手法を確立する。

研究開発項目⑤「高圧水素トライボロジーの研究」

軸受、バルブ、シール等摺動材料について、40MPaまでの高圧水素中での試験方法を確立して、低圧・高圧のデータ蓄積を進め、支配的因子の抽出を行って、水素トライボロジー基礎特性のデータベース（トライボアトラス）を構築する。特にシール材料の研究比重を高める。また、実材料の信頼性評価方法を検討する。

研究開発項目⑥「材料等内の水素拡散、漏洩などの水素挙動シミュレーション研究」

有限要素法によるき裂先端応力場と水素拡散の連成現象に関する解析精度向上と解析時間短縮が可能なソフトを開発する。また、分子動力学法をはじめとする原子シミュレーション技術を用いて、材料中の欠陥周辺に存在する水素の分布状況、転位の運動に及ぼす水素の影響を更に解明する。加えて、研究開発の成果をより実効的に普及・定着させるために、近い将来を担う産業界若手技術者等の人材育成活動を実施し、本技術分野における基礎・基盤技術の底上げを図る。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所水素材料先端科学研究センター研究センター長 村上 敬宜氏をプロジェクトリーダーとし、世界最先端の高圧水素材料研究設備を本格的に稼働させ、以下の研究開発を実施した。

研究開発項目①「高圧水素物性の基礎研究」

圧縮機などの機器や水素ステーションなどの設備を設計する際に不可欠な水素熱物性データの体系的なデータベース構築を目指し、広範囲の水素物性データ測定系の開発、およびそれを用いたデータ取得を実施した。具体的には、NMR（核磁気共鳴装置）による高分子内の水素の溶解度の測定系の構築、100MPa、500℃の範囲の定容積式PVT（水素ガスの圧力-温度-体積の相互関係）測定装置設計、露点計測および音速測定装置の設計を完了した。また従来より温度、圧力範囲を拡大した密度、粘性係数の測定、パラ水素の熱伝導率の濃度依存性を確認した。加えて、水素熱物性データベースのプロトタイプによる公開セミナーを実施、データベースに対する産業界の意見聴取を実施した。

研究開発項目②「高圧／液化による金属材料等の水素脆化の基本原理の解明と材料強度特性に関する研究」

ナノ・メゾレベルにおける強度・変形過程の解明、高圧ガス水素下における疲労き裂発生と伝ば機構の解明に取り組んだ。具体的には、応力印可時のき裂先端の状態の直接観察を可能とするため、透過型電子顕微鏡（TEM）ホルダーを用いた超高压TEMその場観察を実施し、き裂先端に形成される転位組織に及ぼす水素の影響を明らかにした。また、オーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金の90MPa水素ガス中の引張特性、疲労き裂進展特性等を実施し、燃料電池自動車およびインフラの開発、基準策定のためのデータ提供を実施した。さらに、広範な条件における水素による材料劣化を評価するため120MPa疲労試験機を開発、2台を完成させた。

研究開発項目③「液化・高圧化状態における長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（金属材料）」

水素機器への使用が検討されている各種組成、加工形態の金属材料の強度評価を実施した。また、実際に水素機器に使用された材料の健全性及び強度評価のための材料回収を実施した。具体的には、ステンレス鋼、低合金鋼、炭素鋼、アルミ合金並びに部品・部材について、長時間疲労特性に及ぼす

水素の影響評価、高圧水素ガス中で材料内に侵入する水素の測定、水素の影響データ取得を実施した。その上で、これらのデータを基に水素強度データベース、侵入水素データベースのプロトタイプを作成した。また、「燃料電池システム等実証研究」で使用された有明ステーションの部品・部材を回収した。

研究開発項目④「液化・高圧化状態における長期使用及び加工（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（高分子材料）」

高圧水素ガス環境下のゴム材料のマクロなブリスタ破壊現象を目視観察できる系を構築した。また、NMR、IRを用いてゴム材料中の水素の定量、ゴム材料の組成や化学構造など、ゴム材料のミクロな構造や変化の測定を可能とした。これらの開発によりゴム材料のミクロな構造とマクロなブリスタ破壊現象との相関を得た。

研究開発項目⑤「高圧水素トライボロジーの研究」

軸受、バルブ、シール等摺動材料について、40MPaまでの高圧水素中でのトライボロジー評価試験装置を本格稼働させ、これまでの低圧水素環境下に加え高圧水素環境下のデータ蓄積を進めた。また、トライボロジー支配的因子の抽出を試み、水素トライボロジー基礎特性のデータベース（トライボアトラス）を構築中。加えて、バルブシール摺動部材料について、産業界（バルブメカ）からの課題提供を受け、実材料の信頼性評価を開始した。

研究開発項目⑥「材料等内の水素拡散、漏洩などの水素挙動シミュレーション研究」

有限要素法によるき裂先端応力場と水素拡散の連成現象に関する解析精度向上と解析時間短縮が可能なソフトを開発した。また、原子シミュレーション技術を用いて、材料中の欠陥周辺に存在する水素の分布状況、転位の運動に及ぼす水素の影響を推算し、材料チームが提唱している金属材料の水素脆化メカニズム（き裂先端でのすべりの局在化が鋼材の水素脆化の本質であるとする）を支持する結果を得た。

また、これらに加え、研究開発の成果をより実効的に普及・定着させるために、平成20年度に引き続き、産業界等の若手技術者の人材育成活動を継続実施し、本技術分野における基礎・基盤技術の底上げを図った。

《10》水素貯蔵材料先端基盤研究事業 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

高性能かつ先端的水素貯蔵材料開発に必要な水素貯蔵に関する基本原理の解明及び材料の応用技術に必要な基盤研究を幅広い分野で横断的に行い、水素貯蔵材料の基本原理の解明、計算科学等材料研究への応用技術の基礎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エネルギー技術研究部門主幹研究員 秋葉 悦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。なお、中間目標を以下に示す。

(中間目標)

水素貯蔵材料の構造解析、貯蔵原理の基礎解明等を進め、水素貯蔵材料の開発指針作成の方向性を定めることである。

(研究開発内容)

研究開発項目①「金属系水素貯蔵材料の基礎研究」

平成20年度までに構築してきた金属系材料のin situ X線回折、陽電子消滅測定による構造評価手法、TEM、NMR（核磁気共鳴分光法）を用いた構造評価手法の進展を図るとともに、これらの先端的手法を活用して、金属系水素貯蔵材料の構造解析技術を確立する。また、中性子散乱・PDF法（全散乱装置のデータから、PDF「二体分布相関関数：the atomic pair distribution function」を導出し、結晶構造解析を行う手法）を用いた構造解析手法を確立する。これらの研究を通して、金属系水素貯蔵材料の構造解析を高度化し、水素吸蔵・放出反応特性の理解および反応機構の解明への道筋を見出す。

研究開発項目②「非金属系水素貯蔵材料の基礎研究」

平成20年度までに構築してきたナノ複合水素貯蔵材料を合成するための極限反応技術とその場分析技術、透過電子顕微鏡による水素化過程のその場観察技術等を活用して、ナノ複合水素貯蔵材料の種々の吸蔵状態での形態変化、組織変化、構造変化、触媒の化学状態変化等を解析し、反応機構解明のための指針を得る。また、第一原理手法によりナノ複合水素貯蔵材料の動的挙動を解析し、電子状態や構造安定性を解明する。

研究開発項目③「水素と材料の相互作用の実験的解明」

平成20年度までに整備した装置等を利用して、典型的な金属及び合金の水素化物について、主に高輝度放射光を用いた各種測定を行い、水素と材料との相互作用により出現する構造、磁性、電子状態の変化や、水素との反応のダイナミクスの研究を進展させることにより、水素貯蔵材料の開発指針作成の方向性を定めるための基礎知見を獲得する。

研究開発項目④「計算科学による水素貯蔵材料の基盤研究」

平成20年度までに構築してきた計算科学的手法による水素貯蔵材料への適用研究を更に進め、その成果を活用して、種々の水素吸蔵合金について、電子密度分布、電子構造、最安定な水素位置、水素のダイナミクス、水素吸蔵・拡散過程における格子欠陥の影響等を明らかにするとともに、可視化（グラフィカル表示）し、吸蔵特性と安定性の向上に寄与するミクロ構造等に関する指針を得る。ま

た、金属に対する水素貯蔵状態の動力学と結晶構造安定性を解析し、水素貯蔵量増大のための構造的指針を得る。さらに、ミクロ孔金属錯体物質やクラスレートハイドレート等の新規水素吸蔵材料に適用できる第一原理計算を主体とする計算方法を確立し、可視化を通してその有用性を確認する。

研究開発項目⑤「中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究」

J-PARCにおける中性子全散乱装置の運用を開始し、中性子全散乱装置の目標性能（空間分解能0.4%、測定時間0.1時間（J-PARC陽子加速器の出力が1MWの場合））を実証する。また、水素位置情報の精密測定に用いる中性子制御デバイスの仕様を策定する。さらに、中性子全散乱装置における水素貯蔵材料の、最大10MPa水素圧力、-220℃～200℃の試料温度範囲でのin-situ構造解析方法を確立する。

[21年度業務実績]

独立行政法人産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門主幹研究員 秋葉 悦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した。

平成21年度に受けた中間評価では、優良プロジェクトとの評価を得た。しかしながらいくつかの提言を受け、それに応えるために研究体制の再構築と22年度以降実施する新たな課題を設定して、それを実施する委託先の追加公募を実施することとした。外部有識者による推進助言委員会では、事業の推進や公募に関する課題設定について意見を受け、その結果を実施内容や公募要領に反映した。情報発信については、国内外の水素貯蔵材料の研究者による講演会の開催や、本事業と「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発事業」の間で連携している内容について成果報告会を開催をおこなった。なお、本事業は国際連携加速のため平成21年度補正予算を受けた。

研究開発項目① 金属系水素貯蔵材料の基礎研究

21年度の計画内容を実施し、水素貯蔵合金の水素吸蔵・放出過程の結晶構造、バナジウム核NMRSペクトルからの層構造、体心正方構造水素化物中の水素の占有サイトに与えるMoの影響等を解析した。とくに陽電子消滅法を使用することによって、合金の耐久性と格子欠陥の可逆的な挙動に関連がある可能性を見いだした。ロスアラモス国立研究所へ再委託している項目に関しては、in-situ測定用に2種類の耐圧資料ホルダーを作製し、高圧（3～5MPa）での測定に成功した。

研究開発項目② 非金属系水素貯蔵材料の基礎研究

21年度の計画内容を実施し、Mg系ナノ複合水素貯蔵材料のその場光学顕微鏡観察に成功した。また透過電子顕微鏡用の加圧型環境セルの開発を行い、それを使用した観察を実施した。また有機溶媒中での電解チャージ技術を構築し、この技術が安定な水素化物から不安定な水素化物を作製する有効な手段であることを見いだした。

研究開発項目③「水素と材料の相互作用の実験的解明」

放射光その場観察によりアルミニウムと水素の反応図を決定し、高温高圧下で合成されるアルミ水素化物の構造を決定した。昇温脱離システムの排気性能を向上させ水素貯蔵合金試料の表面から脱離する水素ガス等の様々なガスを検知し、昇温脱離ガス分析を行った。

研究開発項目④「計算科学による水素貯蔵材料の基礎研究」

21年度の計画内容を実施し、第一原理計算プログラムによる水素貯蔵能と水素吸着エネルギーを求めた。第一原理STM（Scanning Tunneling Microscope：走査型トンネル顕微鏡）像再現プログラムにより、グラフィット上の水素原子の像を再現し、実験的に見られる星状のSTM像の本来の水素サイトを決定した。

新規カーボン材料の水素貯蔵メカニズムの解析を行い、炭素面の構造により吸着エネルギーが変化することから、構造を制御することによって、カーボン材料の水素貯蔵能を向上させることができると予想した。

研究開発項目⑤「中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究」

中性子全散乱装置の調整を進め、5月28日に初めての回折実験に成功した。水素貯蔵放出装置に経時変化測定用回路を組み込み、経時変化測定を可能とした。TOチョッパーを作製し、高エネルギー中性子の除去を可能とした。フェルミチョッパーを作製することにより、水素のダイナミクス測定が可能となった。

また米国ロスアラモス研究所のThomas Proffen博士と中性子に特化したワークショップを開催し、解析精度向上のための研究協力について討議を行った。

《11》燃料電池システム等実証研究 [平成21年度～平成22年度]

[21年度計画]

燃料電池自動車等に水素を供給する水素インフラ、燃料電池自動車等、水素貯蔵等について、実際の使用状態における実測データを取得し、水素エネルギー社会の実現に向けた水素インフラ、燃料電池自動車等の有用性を検証するとともに、実用化のための課題抽出、さらには燃料電池自動車等の社会受容性向上を図ることを目的に、以下の研究を実施する。

なお、公募により実施先を選定する。

(1) 水素インフラ等実証研究

水素インフラ等の実証データの着実な収集を行う。具体的には、以下の各項目について取りまとめる。

実証データ項目

- ・運転データ（35MPa／70MPa充填における充填回数、充填時間、水素充填量、充填水素性状、プレク

- ール有・無の差異)
- ・トラブルデータ (信頼性・耐久性に係るデータ)
- ・効率・コストデータ (W t Tエネルギー効率、水素供給コスト)
- (2) 燃料電池自動車等実証研究

燃料電池自動車等の実証データの着実な収集を行う。具体的には、以下の各項目について取りまとめる。

実証データ項目

 - ・走行データ (フリート走行、自由走行における単位時間毎の走行距離、水素消費量、寒冷地走行データ)
 - ・車載水素タンク充填データ (3.5 MP a /プレクール有・無の7.0 MP a 充填時の温度、圧力)

評価分析及び課題項目

 - ・最適充填圧力、最適充填方法及びプレクール充填に関する評価と課題 ((1) 水素インフラ等実証研究と共通)
 - ・燃料電池自動車の燃費優位性に関する評価と課題
 - ・7.0 MP a 水素貯蔵タンク搭載燃料電池自動車等の安全性、法規等見直しに関する評価と課題
- (3) 広報・調査

本実証研究事業により得られた実測データ等は、プロジェクト実施期間中にデータを体系的に整理し、幅広く社会に提供する。広報活動は、影響力のあるステークホルダーを広報対象として重視した活動を実施すること等により、燃料電池自動車、水素インフラ等の認知・理解度向上を図る。調査活動は、国際協力、基準・標準化において本邦がイニチアチブを取れる提案、働き掛けにつなげる。

[2] 1 年度業務実績

- (1) 水素インフラ等実証研究

首都圏をはじめ中部地区、関西地区の水素ステーション12箇所(協賛ステーション1箇所を含む)を運用すると共に、日光、北九州、九州大学の3箇所の水素ステーションを協賛ステーションとして加え、燃料電池自動車等に水素を供給した。

水素ステーションの実測データの取得については、

 - ・燃料電池自動車等への水素充填実績を着実に積み上げ、ステーション別、7.0 MP a 充填の実績を評価するとともに、充填プロトコル試験を実施し、その妥当性を確認した。
 - ・不具合データを取得し、その原因を調査して対策を講じるとともに、不具合事例解析を実施した。
 - ・協賛ステーションを除く11箇所の水素ステーションのエネルギー効率を測定し、定格/部分負荷、3.5 MP a /7.0 MP a 充填の効率比較を実施した。

また、水素インフラ等の実用化に向けた評価分析及び課題については、

 - ・普及初期の水素ステーションを選定し、その標準仕様を検討、提示した。
 - ・現状/将来の水素ステーションコスト及び水素コストを分析した。
 - ・水素インフラに関する規制見直しの重点項目を検討、提示した。
 - ・7.0 MP a フル充填圧力(8.7.5 MP a)に対する課題、ステーション仕様を検討した。
 - ・充填技術の主要課題(充填時間短縮、通信充填、プレクール性能、誤発進防止対策)を検討した。
 - ・燃料電池自動車・水素インフラ普及開始に向けて技術実証すべき課題を分類し、それぞれの主要技術課題を整理した。
- (2) 燃料電池自動車等実証研究

燃料電池自動車等の実測データの取得については、

 - ・台上燃費測定において、燃料電池自動車の最新登録車両が、初期登録車両に比べ、燃費、車両効率が大幅に向上していることを確認した。
 - ・公道走行燃費測定においても、最新登録車両が、一般道路、高速道路ともに燃費が着実に向上していることを実証した。
 - ・第三者フリート試験において、着実に乗用車、バスのフリート走行、水素充填実績を積み上げるとともに、ドライバーとバス乗客のアンケートを実施し、その結果を分析した。

また、燃料電池自動車等の実用化に向けた評価分析及び課題については、

 - ・燃料電池自動車の技術課題(航続距離、車両効率、低温始動性、水素充填時間、耐久性、車両価格)解決の進捗状況をまとめた。
 - ・燃料電池自動車の位置付け(特性、棲み分け)を他の車種との比較においてまとめた。
- (3) 広報・調査

実証研究の成果、燃料電池自動車・水素インフラ等の普及促進のための広報・教育活動及び燃料電池自動車、水素供給インフラ等に関わる国内外の政策・技術・実証試験動向調査を実施した。広報活動は、その目的を理解促進(燃料電池自動車、水素インフラの普及が次世代型のエネルギー利用社会の構築に必要なこと及びそのためのステップとして本実証研究が必要なこと等)に置き、影響力のあるステークホルダー等を広報対象として重視する活動計画を立案し、説明用コンテンツを作成した。また、教育活動として、水素ステーション・J H F C パークの見学会、移動式水素ステーションを用いた地方自治体との連携による出張教室等を開催した。さらに、東京から九州間の長距離走行実証等のイベントを実施するとともに、今後の効果的なイベント開催につなげるためにイベント実績を評価・分析した。調査活動は、燃料電池自動車、水素インフラ等に関わる国内外の政策・技術・実証試験動向調査を行うとともに、海外の実証試験及び関連する国際機関との情報交換に努め、国際協力・連携の働き掛けを行った。

《12》次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

多様なエネルギーでかつ低環境負荷で走行することができる燃料電池自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車等の早期実用化に資するために、高性能かつ低コストな二次電池及びその周辺機器の開発を行うことを目的に、以下の研究開発を実施する。

なお、次世代技術開発に関しては、技術シーズを広く取り入れるため追加公募を行う。また、中間目標は以下の通り。(中間目標)

広温度領域(室温～100℃)での高精度な電極触媒の劣化解析試験法及び高温低加湿下での炭化水素系電解質膜の劣化加速試験法を確立するとともに、材料作製、耐久試験及び解析を一体的に実施し得るクリーンな研究開発環境を整備し、各試験機器の精度を確認する。

(実施内容)

研究開発項目①「要素技術開発」

平成20年度に引き続き、次世代クリーンエネルギー自動車に用いられる高性能リチウムイオン電池の開発、正極、負極材料及び電解質材料等の開発及び二次電池の周辺機器等の開発を行う。

1) 電池開発

高性能リチウムイオン電池の実用化を目指すための電池開発、モジュール開発を行う。

2) 電池構成材料開発及び電池反応技術の開発

高性能なリチウムイオン電池の構成材料の開発、基本原理の解明などを行う。

3) 周辺機器開発

格段の高性能化(高効率化・軽量化・コンパクト化)に資する電池制御やモータ等の周辺機器の技術開発を行う。特に、省・脱レアアースを実現する車両駆動用モータ、及びその制御技術に重点を置く事とし、テーマごとに設定している中間目標を達成するための技術開発と評価試験を実施するとともに、平成23年度最終目標として下記の性能を見通すことができる車両駆動用モータ、制御技術を開発する。

研究開発項目②「次世代技術開発」

平成20年度に引き続き、空気電池、硫黄電池などに代表される次世代の革新的な二次電池の構成とそのための構成材料及び電池反応制御技術等を開発する。平成20年度の技術評価で引き続き研究を継続することになったテーマは、新規に開発した材料、プロセスによる動作検証を実施する。追加公募により採択した1年目、2年目のテーマはそれぞれ、材料探索評価、材料性能評価を実施する。

研究開発項目③「基盤技術開発」

平成20年度のリチウムイオン電池の劣化要因、安全性要因の検討、実規模単電池の試験等に引き続き、要素技術開発委託先から提供される試作電池を用いたリチウムイオン電池の加速寿命試験法の開発、劣化要因の解明、リチウムイオン電池の性能向上要因の抽出及び電池性能評価標準試験法、安全性評価標準試験法の検討、策定等を行う。また、車載用リチウムイオン電池やその充電等に係わる国際標準化の活動、及びリチウムイオン電池の輸送に関する国際規制等の検討と適正化に関する活動を引き続き行う。

なお、本事業は蓄電池や周辺機器の構成要素等について各研究機関単体で研究開発を行うことを基本としており、テーマ公募型事業の性格が強いことから、プロジェクトリーダーは設置していない。

[21年度業務実績]

平成21年度に実施した中間評価では、この分野での国際的な競争力を確保するために本プロジェクトは非常に重要であり、多くの成果が中間目標をクリアしているとの評価を受けた。しかし、コスト低減や安全性の検討はまだ不十分であり産業として十分成立できるよう我が国独自の技術として早急に確立するよう意見をを受けた。それらの内容は22年度以降の実施計画等に反映させた。

研究開発項目①「要素技術開発」

1) 電池開発

Ni、Mn、CO、ポリアニオンなどの混合電極材料の最適化を図ることで、セル性能向上化開発を行い、115～141Wh/kgのエネルギー密度を有する単電池を開発するとともに、モジュール化開発のためのセル構成、熱設計等を行った。

2) 電池構成材料開発および電池反応技術の開発

正極材料については、フッ化鉄ペロブスカイト系など、250Ah/kg以上の容量を示す有望な材料を見いだした。負極材料については、Si系やマクロ多孔グラファイト材料等について研究が進められており、600Ah/kg程度の容量を示す有望な材料も見いだされた。電解質については、5V級の電位窓が期待できる機能性イオン液体や長期サイクルが可能なFTAアニオンを用いたイオン液体等を見いだした。

3) 周辺機器開発

レアアースレスのモータ開発では、瞬時の最大トルク値において産業用PMモータ相当の出力密度が得られる見通しが得られた。

研究開発項目②「次世代技術開発」

平成20年度に引き続き追加公募を行い、正極材料を中心に新たに研究開発テーマ10件を採択し

た。

リチウム負極の劣化抑制技術の確立、耐電圧5V級の新規有機電解液、マグネシウム蓄電池用新規正極材料の開発など世界トップレベルの成果が得られており、500Wh/kg以上のエネルギー密度の実現に向けて着実に進展した。

研究開発項目③「基盤技術開発」

要素技術開発委託先から提供される試作電池を用いたリチウムイオン電池の加速寿命試験法の開発、劣化要因の解明、リチウムイオン電池の性能向上要因の抽出並びに電池性能評価標準試験法、安全性評価標準試験法の検討及び策定等を行った。

また、国際標準化の活動、国際規制等の検討と適正化に関する活動を引き続き行った結果、ISOにドイツから提出された電池パック/システム試験案に日本の意向が反映され、また輸送規制に関する自動車用リチウムイオン電池に対する試験内容の適正化が承認されるなど、我が国の意向が随所で認められた。

《13》革新型蓄電池先端科学基礎研究事業 [平成21年度～平成27年度]

[21年度計画]

電池の基礎的な反応メカニズムを解明することで、既存の蓄電池の更なる安全性等の信頼性向上及びガソリン車並の走行性能を有する本格的電気自動車用の蓄電池（革新型蓄電池）の実現に向けた基礎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。

なお、公募により実施先を選定する。

研究開発項目①「高度解析技術の開発」

1) その場測定法の開発

蓄電池系での電気化学下での各種反応解析が可能な、その場測定法を開発する。

2) 高度分析手法の開発

世界最高レベルの量子ビーム施設等を用い、必要に応じて装置を開発するなどして、蓄電池の開発に特化した世界最先端の分析・解析手法を開発する。

3) 計算科学等による測定データ解析手法の開発：

分析装置からの取得データについて計算科学等を利用することで高度解析を実施する。

研究開発項目②「電池反応メカニズムの解明」

開発した高度解析技術をモデル化した蓄電池等に適宜活用するなどして、リチウムイオン電池等の反応メカニズムの本質的な解明と、信頼性の向上を目指す。さらに得られた技術・知見を革新型蓄電池の開発に資するべく検討を開始する。

研究開発項目③「革新型蓄電池の基礎研究」

蓄電池の性能の飛躍的な向上に加え、コスト、安全性等についても実用化が見込める革新型蓄電池について、基礎研究を開始する。

[21年度業務実績]

基本計画に基づいて公募を行い、1件を採択した。京都大学特任教授の小久見善八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①「高度解析技術開発」

1) その場測定法の開発

高輝度X線等の量子ビーム技術や核スピン等をプローブに用いた高分解能測定手法や解析技術の開発に向けて、本プロジェクトで測定対象とする蓄電池及び材料の計測・解析を可能とする機器の設計・製作・導入・立ち上げを行った。

2) 高度分析手法の開発

既存の装置・ビームライン等を用いた測定手法等の検討、測定用の機器の基本設計等を行った。

一例としてXAFS測定手法の適用により、PLD法を用いて作成したモデル薄膜電極に対して10nm以下の深さ分解能を達成した。

3) 計算科学等による測定データ解析手法の開発

種々の高度解析技術の結果と、得られた測定結果の物理的な意味を定量的に解釈するため、第一原理計算に基づいた理論解析結果と実験結果を合わせて考察を試みたところ電子分光結果の定量的な議論が可能となった。

研究開発項目②「電池反応メカニズムの解明」

リチウムイオン電池の反応について、反応過程とその速度論的把握のための解析技術の開発に向けて、本プロジェクトで測定対象とする電極材料の計測・解析を可能とする機器の設計・製作・導入・立ち上げを行うとともに、モデル電極の作製法の検討、その電極特性を調べるための電気化学測定系等の構築を行った。一例として、電極反応測定用試料としてのMn系酸化物薄膜の薄膜作製法を確立した。また、FT-IR分光分析装置やSPM装置を立ち上げ、測定系を設計した。

研究開発項目③「革新型電池の基礎研究」

蓄電池及び材料の合成や計測・解析を可能とする機器の設計・製作・導入・立ち上げを行うとともに、実験系の確立と反応メカニズム等の解析手法の開発を行った。

< 2 > 新エネルギー技術分野

[中期計画]

新エネルギーは、これまで主として経済性の面での制約があることから普及が難しいとされてきたが、近年、技術革新や導入支援策等により、経済性の制約は大幅に緩和されており、太陽光発電に代表されるように世界的に見てもその導入が飛躍的に増大しているところである。また、世界全体で環境・エネルギー問題への関心が高まる中、新エネルギー等の導入拡大、エネルギー効率の飛躍的向上及びエネルギー源の多様化に資する新エネルギー技術の重要性は、これまで以上に高まっている。このため、短期及び中長期の対策を視野に入れ、アイデア発掘を含めた新エネルギー技術開発・実証及び導入普及業務等を推進する。

①技術開発／実証

[中期計画]

技術開発／実証については、以下の分野を中心として実施する。

・太陽光

技術開発に関し、ヨーロッパ、特にドイツにおける太陽光発電産業の急速な伸びがあり、累積導入量ではドイツが日本を抜いて1位となった。また、半導体産業の成長に加え、太陽電池需要の大幅な伸びにより、世界的なシリコン材料不足が顕在化した。

第2期中期目標期間においては、シリコン需給がますます不透明な状況となるものと予想されるため、太陽光発電の継続的な普及拡大のためには、非シリコン、省シリコン型の太陽電池の重要性は更に高まるものと考えられる。これを踏まえ、非シリコン、省シリコン型の太陽電池で6～16%のモジュール変換効率等を目指し、これら太陽電池の低コスト化・高効率化等の太陽光発電システムに係る研究開発を推進し、将来、太陽光発電が我が国のエネルギー源の一翼を担うよう、その普及拡大を図る。

実証に関し、2010年度における導入目標達成に資するため、太陽光、太陽熱の利用設備について、更なる普及に向けた機器の性能向上・コスト低減がいよいよ求められてくる。

第2期中期目標期間においては、更なる普及の推進対策として、太陽光及太陽熱フィールドテスト事業について、コスト低減を促す仕組みを設け、今後の利用の着実な普及を目指す。また、得られた成果や知見が効果的に広く国民に情報提供できるよう、普及啓発活動を推進する。

・風力発電

2010年度における導入目標達成に向け、風力発電技術や系統連系技術が重要となっている。

第2期中期目標期間においても、風力発電導入に係る技術開発等を実施するとともに、新たに風力発電に対する我が国特有の課題克服や洋上風力発電導入に向けた技術開発等に着手する。

・バイオマス

技術開発に関し、平成19年1月の米国ブッシュ大統領の年頭演説における今後10年でガソリン消費量を20%削減するとの発表により、バイオエタノールを積極的に導入する方針を明確にしたことを受け、それらの燃料開発や資源確保の動きが世界的に加速されるといった大きな変化があった。かねてより、機構において実施してきた液体燃料化技術では、機構の研究開発成果により廃木材からの商用エタノール製造プラント（米国、3万k1/年）が世界に先駆けて実用化される見込みであるが、こうした環境変化を踏まえ、食料事情と競合せず国内賦存量の豊富な木質等のセルロース系バイオマス（農業残さ含む）由来の液体燃料製造技術について、更なる低コスト化を実現する研究開発に重点化する方針を機構として明確にしたところである。

第2期中期目標期間においては、2010年以降に普及が期待される革新的な技術の実用化ニーズの高まりが見込まれる。そこで、機構の重点化の方針に基づき、セルロース系バイオマス（農業残さを含む）由来の液体燃料製造技術の2015年～2030年での導入拡大に向け、第2期中期目標期間中に35%のエネルギー回収率を目指す研究開発等を実施する。

実証に関し、京都議定書目標達成計画においてバイオマスの熱利用を中心とした挑戦的な導入目標が設定されたことを踏まえ、多種多様なバイオマスからのガス化、発酵、直接燃焼等に係る技術実証、運用研究等を経て、食品工場や製材所等での地産地消型モデルを中心としたバイオマスの導入を促進し、2010年の導入目標の達成を確実にすることが必要である。

第2期中期目標期間においては、2010年の導入目標の達成に向け、上記の運用研究事業等に取り組む。さらに、2010年以降、2015年～2030年における導入拡大に向け、国内賦存量の豊富な木質等のセルロース系バイオマス（農業残さ含む）からの液体燃料製造技術に係る研究開発成果の技術実証、運用研究等に着手する。

・系統連系技術

風力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギーは、地球温暖化防止に資する貴重なエネルギー源であるが、自然の影響を受けやすく出力が不安定な電源である。

このため、第2期中期目標期間においては、このような不安定な電源の導入に不可欠な系統連系技術の実証研究等を実施する。また、系統連系円滑化のための蓄電システム技術開発について、2010年でコスト4万円/kWh、寿命10年の蓄電システムの実現等を目指すとともに、これまでの実証研究等の成果を受けて、今後の導入普及やコスト低減に資する技術開発など系統連系技術の普及導入に資する実践的な研究開発段階に移行する。

・超電導技術

リットリウム系高温超電導線材については、高性能線材、低コスト線材ともに臨界電流値300A、線材長500

mを達成するなど実用化レベルに達するとともに、将来の超電導機器開発に向けた線材としての課題である超電導特有の交流損失低減の目処も得られている。

第2期中期目標期間においては、実用レベルに達したイットリウム系線材の更なる性能向上を図り、同時に、同線材を使用した次世代の高機能電力機器（275kV・3kAケーブル及び66kV・5kAケーブル、66kV/6kV 2MVA級変圧器、2MJ級SME S要素コイル及び2MVA/1MJ級SME S等）の実用化を見通した重要な技術等を開発し、その効果を信頼性等を含めて確認する。

《1》新エネルギー技術研究開発【委託・課題助成】[平成19年度～平成26年度]

[21年度計画]

本研究開発では、2010年度の目標を押さえつつ、2010年度以降の更なる二酸化炭素等の温室効果ガス排出量削減に向けて制定されたエネルギーイノベーションプログラム基本計画等の各分野における中期の技術目標を達成するために、新素材の開発、新技術の開発、開発技術の拡大、性能の向上及びコストの削減を図り、2005年3月総合資源エネルギー調査会需給部会の2030年のエネルギー需給展望（答申）にある2030年度目標値の達成に資することを目的とし、以下の研究開発を実施する。

①新エネルギーベンチャー技術革新事業

基本計画に基づき、採択したフェーズ1（FS/調査）事業（14件）のうち、ステージゲート評価により継続が認められたテーマについてフェーズ2（研究開発）に着手する。また、平成20年度にフェーズ2（研究開発）として実施している6テーマのうち、ステージゲート評価により継続が認められたテーマについて研究を継続する。

平成21年度も基本計画に基づき、公募により委託先を選定し、フェーズ1（FS/調査）を実施する。また、採択者等へのハンズオン支援を実施する。

②バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発

(1) バイオマスエネルギー等先導技術研究開発

平成18年度採択テーマ及び平成19年度採択テーマのうち継続を決定したテーマ、平成20年度採択テーマ、加速的先導技術として実施することとしたテーマについて研究開発を行う。代表事例として、加速的先導技術開発である「セルロースエタノール高効率製造のための環境調和型プロセス開発」では、水熱処理を行ったソフトセルロースに対して麹菌由来の高効率酵素で部分糖化を行い、オリゴ糖分解酵素を表面に提示したアーミング酵母によりエタノール発酵を行う新規なプロセスを構築する技術を開発する。また、中長期的先導技術開発である「セルロース系バイオマスの膜利用糖化プロセスに関する研究開発」では、有機膜をプロセス各所で使用することにより、酵素回収による酵素コストの低減可能な連続糖化リアクターや糖化液の濃縮と発酵阻害物質の除去を同時に行う濃縮・精製プロセスの研究開発を行う。

平成20年度採択テーマについては、平成21年度末に開催する技術委員会において、研究開発の加速・継続等を判断する。

また、2015～2030年頃の実用化を目指した中長期的先導技術について公募を行う。なお、本公募においては、従来の幅広いエネルギー転換・利用技術に加えて、バイオ燃料製造に寄与する遺伝子組み換え技術を含むエネルギー植物の品種改良技術についても公募を行う。

(2) バイオマスエネルギー等転換要素技術開発

平成20年度に採択したテーマについて引き続き研究開発を実施する。代表事例として、「エネルギー用森林木質バイオマス搬出のための高速連続圧縮機構の研究開発」では、林地残材の効率的かつ低コストな搬出によるバイオマス原料費の低減を図り、林地残材の圧縮形成装置の開発を行う。また、「自己熱再生方式による革新的バイオマス乾燥技術の研究開発」では、バイオマス原料の乾燥エネルギー低減によるシステム全体のエネルギー回収率向上を図り、従来回収不可能だった蒸発水分からの潜熱回収を可能とする画期的な乾燥システムの開発を行う。

2015年頃の実用化を目指すセルロース系原料からのエタノール製造時に重要な要素技術に関して公募を行う。

③太陽光発電システム未来技術研究開発

太陽光発電の経済性、適用性、利便性等の抜本的な改善と太陽光発電の普及拡大に資することを目的に、豊田工業大学大学院工学研究科教授 山口 真史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。

平成19年度と平成20年度の間テーマ評価を踏まえて絞り込んだ平成18年度採択テーマ18件及び平成19年度に採択した1件の合計19件について研究開発を行う。

(1) CIS系薄膜太陽電池

光吸収層のバンドギャップ拡大及び高品質化や、それらに適したバッファ層・透明導電膜の開発等により高効率化を図り、10cm角のサブモジュールで変換効率18%を目指す。また、軽量基板上での製膜法を工夫したサブモジュールでは、4cm角のサブモジュールにおいて、変換効率17%を目指す。

(2) 薄膜シリコン太陽電池

高電圧型では、多接合太陽電池における単位セル高品質化技術と高性能デバイス構造、モジュール化技術により、最終目標である10cm角ミニモジュール安定化効率16%以上達成を目指す。また、高電流型では、面積1cm²の3接合セルで安定化効率15%以上達成、かつ面積1cm²微結晶SiGe単接合セルで短絡電流35mA/cm²達成を目指す。

(3) 色素増感太陽電池

高効率化、素子面積拡大、耐久性向上という3つの大きな課題に対するセル・モジュール構造の研究開発等を

継続して行う。

(4) 次世代超薄型シリコン太陽電池

結晶シリコン太陽電池の低コスト化を目的とし、多結晶シリコン基板の厚みを $100\mu\text{m}$ とした高効率太陽電池の開発を行い、特に平成21年度は、最終年度のため、超薄型高効率太陽電池開発のモジュール化開発を行い、超薄型基板のモジュール化の要素技術の開発及び問題点と課題の抽出を行う。

(5) 有機薄膜太陽電池

平成21年度も高効率化、耐久性向上を目標とし、デバイス構造の開発、各部材の材料開発等を継続して行う。特に、大きな課題である耐久性について、劣化要因の検討、封止技術の開発等の研究開発を推進する。

(6) 次世代技術の探索

従来の概念にとらわれない新しい材料・構造・製造方法等により、大幅な低コスト化・高性能化・長寿命化が実現可能と期待される新しい発想の太陽光発電システムに関する探索的研究開発を実施する。具体的にはメカノケミカルプロセス法で作製した薄膜太陽電池の要素技術開発等を行う。

④太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

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ことを目的に、国立大学法人東京工業大学統合研究院ソリューション研究機構特任教授 黒川 浩助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) 新型太陽電池評価技術の開発

「太陽電池評価技術の研究開発」では、太陽電池セル評価技術として、平成20年度に開発した屋内性能評価技術を発展させ、各種新型太陽電池セルに特有のスペクトル依存性を反映したSTC（標準試験条件）及びSTC以外の条件における屋内性能評価技術を開発する。

「発電量評価技術の研究開発」では、平成20年度にアレイに適用し、検証改良した発電量定格の評価技術を応用して、太陽光発電システムの年間発電量等の算出及びIEC61853規格検討案に対応した発電量定格技術の開発を行い、実運転データにより検証する。

(2) PV環境技術の開発

「高リサイクル性新型モジュール構造の開発」においては、平成19年度に、そして「太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」については、平成20年度に、テーマとしての最終目標を達成して研究を終了した。

(3) 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等

標準化支援事業「太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の標準化支援事業」においては、JIS素案3件（以下参照）

- 1) 太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法改正
- 2) 現地試験指針
- 3) モジュール互換性

IEC改正2件（以下参照）

- 1) 太陽光発電システムの電磁両立性
- 2) モジュール・アレイの互換性標準

を提案する予定。

「包括的太陽電池評価技術の標準化支援事業」においては、

JIS素案1件（以下参照）

- 1) 地上設置の薄膜太陽電池（PV）モジュール設計適格性確認及び形式認証のための要求事項

IEC改正1件（以下参照）

- 1) PVモジュールの性能テストとエネルギー評価

を提案する予定。

IEA-PVPS（国際エネルギー機関 太陽光発電システム研究協力実施協定）においては、新たに発足したタスク12（PVの環境・健康・安全に関する啓蒙活動）に参画する。太陽光の安全や環境に及ぼす問題に取り組む本タスクは、将来の太陽光発電の普及促進に不可欠のテーマであり、各国との協力により様々なステークホルダーや他のエネルギー政策決定者にその知識と理解を広めることは重要なプログラムである。なお専門家会議で確定している下記タスク（以下参照）の日本の責務は継続実施して国際貢献・国際協力に努める。

- 1) IEA-PVPSタスク1 : 太陽光発電システムに関する情報交換と普及
- 2) IEA-PVPSタスク8 : 大規模太陽光発電に関する可能性の研究
- 3) IEA-PVPSタスク9 : 開発途上国のための太陽光発電サービス
- 4) IEA-PVPSタスク10 : 都市規模での系統連系PVの応用

「太陽光発電技術開発動向等の調査」においては、海外における最先端の太陽光発電技術研究開発及びシステム技術開発動向調査、海外諸国の研究開発プログラムに関する動向調査、及び技術開発動向の比較・分析を行う。特に平成21年度は、日本のこれまでの技術開発動向の集約及び今後の方向性を検討するとともに具体的なプロジェクトの進め方を探る。

⑦革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）

平成20年度に採択した、3グループ（34機関）の実施体制にて引き続き研究開発を継続する。各グループの主たる研究開発の概要は以下のとおり。

(1) ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発

国立大学法人東京大学先端科学技術研究センター情報デバイス分野教授 中野 義昭氏をグループリーダーとして以下の研究開発を実施する。

平成21年度は、「エピタキシャル成長技術」においては、平成20年度に引き続き、逆エピ3接合構造の最適化の検討を行い、開放電圧 V_{oc} 向上による変換効率向上をねらう。また1000倍集光下での大電流($>15A/cm^2$)に適応した、トンネルピーク電流密度 $150A/cm^2$ 以上の低抵抗トンネル層の成長検討を開始する。また、「量子ドット超格子型セル技術」においては、平成20年度に引き続き、量子ドット超格子成長条件の最適化を進め、平成21年度は特に、ドットのサイズ揺らぎ10%以下の形成技術の開発を進める。

(2) 高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発

独立行政法人産業技術総合研究所太陽光発電研究センターセンター長 近藤 道雄氏をグループリーダーとして以下の研究開発を実施する。

平成21年度は、「酸化ワイドギャップ」においては光吸収層用ワイドバンドギャップ高品質酸化物材料の開発の要素技術を進める。そのために、銅酸化物のバンドギャップ並びに光吸収係数などの光学的性質と製膜条件との相関を解析し、バンドギャップ制御技術の開発を目指す。同様に、「高度光閉じ込め技術」においてはプラズモン効果を利用した透明導電膜の開発を進める。そのために、プラズモン活用型透明導電層の垂直、散乱光透過、反射及び吸収スペクトルを測定し、作製条件と光学特性との相関を精査し、プラズモンモデルによる理論的解釈を実施する。

また、国際シンポジウムを開催し、引き続き国内研究者情報交流を進める。

(3) 低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発

国立大学法人東京工業大学大学院理工学研究科電子物理工学専攻教授 小長井 誠氏をグループリーダーとして以下の研究開発を実施する。

平成21年度は、シリコン系2接合セルの集光特性解析と最適化、フルスペクトル太陽電池のデバイス構成・要素セル理論設計の継続、オプティカルカップリング構造形成技術の開発、新材料として、カルコパイライト系のナローギャップ材料、ワイドギャップ材料、ワイド/ナローギャップ材料などの開発を継続、さらに金属ナノ粒子薄膜をコーティングした太陽電池の試作やグラフェン透明導電膜の製膜法調査を行う。

⑧ 単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究

財団法人電気安全環境研究所研究部調査役 大坂 進氏をプロジェクトリーダーとして、下記の研究開発を実施する。

(1) 複数台連系を対象とした単独運転検出装置の試験方法研究のための試験設備の構築

平成20年度までに構築した試験設備について、複数台連系時の単独運転検出機能試験、不要動作試験等、試験目的に応じて実験回路やデータ分析方法の最適化を行う。

(2) 複数台連系を対象とした単独運転検出装置の認証に資する試験方法の開発

(ア) 複数台連系時の単独運転検出機能試験方法の確立

平成20年度に策定した単独運転検出機能試験方法案等について、委員会・分科会での審議結果を踏まえて、試験回路、PCS試験台数、発電・負荷平衡条件、試験回数などの諸条件を決定するために必要な実験条件等を検討するとともに、実験の実施等により得られたデータの分析等を実施し、単独運転検出機能試験方法を決定する。

(イ) 複数台連系時の不要動作試験方法の確立

平成20年度に行った電力システムの周波数低下や瞬時電圧低下等に関する調査の結果について、委員会・分科会での追加検討や審議を受け、ネットワーク管理者の要求事項の整理・確定を行う。また、供試体PCSの不要動作に関する性能確認試験等を行い、供試体PCSの詳細性能を把握する。以上の結果を踏まえて、不要動作試験方法を決定する。

(3) 有識者、電力システム管理者などによる試験方法についての審議

平成20年度に引き続き「太陽光発電システムの複数台連系試験技術研究委員会」、「複数台連系時単独運転検出装置の非干渉・高速化等機能試験課題対応分科会」及び「太陽光発電普及拡大への系統運用課題対応分科会」で、上記(1)及び(2)で開発・検討された試験設備や試験方法について、その妥当性及び開発結果を審議し、最終的に開発した試験方法について委員会における合意を得る。

⑨ 洋上風力発電等技術研究開発

わが国特有の海上風特性や気象・海象条件を把握して、これらの自然条件に適合した風況観測手法や洋上風力発電システムの設計指針、風力発電機等の技術開発、施工方法及び環境影響評価手法の確立に資する。平成20年度に実証試験海域候補において、海底地形・地質調査、社会的制約課題等を詳細に調査し、実現可能性について検討した結果を基に、平成21年度より、洋上にタワーを設置し、洋上における風況、気象、海象等、洋上風力発電システム等の構築に必要なデータを把握するとともに環境影響評価に関する調査を開始する。また洋上風力発電を含むその他海洋エネルギーに係わる調査・研究を実施する。

⑩ 次世代風力発電技術研究開発

(1) 基礎・応用技術研究開発

我が国の風条件に適合する風特性モデルの開発とそれを応用した技術開発を行うことを目的として、独立行政法人産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門ターボマシングループ研究員 小垣 哲也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。

(ア) 複雑地形における風特性の精査

IEC61400-1 (Ed. 3)内の風車クラス1・乱流カテゴリーAを越える複雑地形において高所(50m以上)の風特性計測を高精度かつ信頼性の高い計測手法で計測し、複雑地形における厳しい風特性を詳細に調査・解析する。

(イ) 複雑地形CFDシミュレーション及び風洞実験技術の高度化

風洞内の乱流境界層を制御し、実地形における乱流場状態に近い状態を模擬する技術の確立を行う。

(ウ) 複雑地形風特性モデルの開発・検証

実計測、風洞実験、CFDシミュレーション解析結果を統合することによって、普遍的な複雑地形風特性モデルを開発する。

(エ) リモートセンシング技術の精度・信頼性調査

現状のリモートセンシング技術を適用した場合に想定される問題点を明確化し、日本における風力発電分野に求められるリモートセンシング技術の仕様を明らかにする。

(オ) IEA Wind実施協定への参画・成果発信

IEA風力国内委員会を設置し、IEA Wind実施協定の参画を支援するとともに、IEA風力実施協定活動への情報発信を行う。

(2) 自然環境対応技術等

(ア) 落雷保護対策

平成21年度は、以下の業務を実施する。

i) 全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測

・落雷電流計測地点（5ヶ所）、落雷様相観測地点（3ヶ所）に計測装置・観測装置を設置し、雷データを収集・整理するとともに、引き続き20年度で設置した落雷電流計測装置（14ヶ所）、落雷様相観測装置（3ヶ所）からのデータを収集・整理する。
・得られた落雷電流計測データと標定データとの相関の検討を行う。

ii) 落雷被害詳細調査

・平成20年度で実施したアンケート調査の情報を整理するとともに、引き続き平成21年度もアンケート調査及び必要に応じて現地ヒアリング調査（現地被害状況調査を含む）を行う。
・アンケート調査及び現地ヒアリング調査で得られた情報の収集・整理を行う。

iii) 落雷保護対策の検討

・既存の落雷保護対策の情報収集及び整理・検討を行う。

iv) 全体取りまとめ

・「落雷保護対策検討委員会」の運営を行う。
・実施内容・調査結果等に関する審議・検討を行う。

(イ) 故障・事故対策調査

基本計画に基づき、公募により委託先を選定する。

i) 調査の方向付けや故障事故情報に関する審議を行うため、「風力発電故障・事故対策調査委員会」を設置し、運営を行う。

ii) 故障・事故データの収集分析、データベースの作成、故障・事故対策事例集の作成、技術開発課題等の抽出を行う。

⑩ 太陽光発電システム実用化促進技術開発【課題助成】

2020年の目標発電コスト14円/kWh及び太陽光発電システムの大幅な効率向上の実現に向け、諸外国の市場進出も活発化している中で、我が国の太陽光発電に係る技術開発力の優位性を維持し厚みのある産業構造を形成するため、これまで取り組んできた技術研究開発の技術的蓄積を有効活用すべく、実用化が期待できる分野に絞り込み、2015年に向けて市場競争力を備えた本格生産・商用化を目指した民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

「薄膜シリコンフィルム基板太陽電池の開発」においては、フィルム基板への微結晶シリコン膜の高速製膜（製膜速度：2.5nm/s以上）技術、及び大面積フィルム（1m幅）上への製膜技術を開発する。

「マルチワイヤーソー方式による超薄型ウェーハ製造技術の産業技術開発」においては、面積15cm角相当の素材を板厚約100μm、切代約150μmで切断し得るスライス技術を開発し、歩留まり90%以上を目標とする。

「薄膜型太陽電池の大面積・安定製膜技術の検証による生産性向上」においては、プラズマCVD装置の同一面積当たり電源数低減による低コスト化技術の開発及び製作した小規模試験設備による製膜試験を実施する。

「CIS系薄膜太陽電池の高効率化のためのプロセス最適化技術開発」においては、CIS系薄膜太陽電池に係るセレン化法の高度化と高効率化のためのプロセス最適化として、大面積化要素技術の全てを含んだ30cm×30cmサイズ基板での作製プロセス高度化と最適化及び特性低下の無いモジュール技術開発を進め、集積構造のモジュールで変換効率16%達成を目標とする。

[21年度業務実績]

① 新エネルギーベンチャー技術革新事業

本事業は、再生可能エネルギー関連技術について、技術課題設定型によるテーマ公募型事業として実施した。具体的には、平成20年度内にフェーズ1（FS/調査研究）として採択しステージゲート評価によりフェーズ2（研究開発）として実施することを認められた4テーマについて本格研究に着手し、年度末にはステージゲート評価により継続するテーマを3件に絞り込むとともに、21年度フェーズ2（研究開発）継続分テーマ3件についても着実に実施した。また、(1) 太陽光発電、(2) バイオマス、(3) 燃料電池・蓄電池、(4) 風力発電その他未利用エネルギーの4つの技術分野において、最新の技術開発動向等を踏まえ、技術課題を設定した上でフェーズ1の公募を実施し、申請のあった115件について、厳正に審査して19件を採択し、事業を実施した。

さらに、技術開発の成果を事業化に結びつけるために必要な個別事業者に対して、技術開発マネジメント、知的財産等に関するハンズオン支援を実施した。

② バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発

(1) バイオマスエネルギー等先導技術研究開発

平成18年度採択テーマ及び平成19年度採択テーマのうち継続を決定したテーマ、平成20年度採択テーマ、加速的先導技術として実施することとしたテーマについて研究開発を行った。

代表事例として、加速的先導技術開発である「セルロースエタノール高効率製造のための環境調和型プロセス開発」では、水熱処理を行ったソフトセルロースに対して麹菌由来の高効率酵素で部分糖化を行い、オリゴ糖分解酵素を表層に提示したアーミング酵母によりエタノール発酵を行う新規なプロセスを構築する技術を開発した。特に21年度には、前処理条件の最適化、アーミング酵母を用いた併行複発酵による酵素剤の低減、エタノール回収工程での省エネ効果、システムフローを作成した上でのエネルギーバランスの評価といった成果が得られた。

中長期的先導技術開発である「セルロース系バイオマスの膜利用糖化プロセスに関する研究開発」では、有機膜をプロセス各所で使用することにより、酵素回収にて酵素コストの低減可能な連続糖化リアクターや糖化液の濃縮と発酵阻害物質の除去を同時に行う濃縮・精製プロセスの研究開発を行った。特に21年度には、連続糖化リアクターの開発において、実際にバイオマスを用いた際に問題となる固形分残渣の分離と糖化酵素の吸着損失に着目して基本仕様を見直すことで実用的なリアクター基本設計を完了した。

糖化液の濃縮・精製プロセスの開発では、有機膜の利用により発酵阻害物質の除去が可能であることを見出し、実際のバイオマスを原料に用いて発酵効率を向上させる基本技術を確立した。

平成20年度採択テーマについては、平成21年度末に開催した技術委員会において、研究開発の加速・継続等を判断し、3件の継続を決定した。

また、2015～2030年頃の実用化を目指した中長期的先導技術について公募を行い、従来の幅広いエネルギー転換・利用技術6件に加えて、バイオ燃料製造に寄与する遺伝子組み換え技術を含むエネルギー植物の品種改良技術9件を採択し、実用化を目指した技術開発を開始した。

また21年度より「一貫プロセス開発」「基盤研究」「利用技術開発」「規格」「総合評価」の5テーマ9チームによる連携促進を図るべく、各テーマ代表研究者による定期的なBio Fuel Challenge 委員会を設置しワークショップを開催した。

(2) バイオマスエネルギー等転換要素技術開発

平成20年度に採択したテーマについて引き続き研究開発を実施した。

代表的なテーマとして、「エネルギー用森林木質バイオマス搬出のための高速連続圧縮機構の研究開発」では、林地残材の効率的かつ低コストな搬出によるバイオマス原料費の低減を図り、林地残材の圧縮形成装置の開発を行った。特に21年度には小型モデルを使用した駆動実験を行い、数値モデルから求めたパラメータの検証を行った。これらの結果を基に圧縮形成装置の設計を行い、実寸大の試作機を完成させた。

また、「自己熱再生方式による革新的バイオマス乾燥技術の研究開発」では、バイオマス原料の乾燥エネルギー低減によるシステム全体のエネルギー回収率向上を図り、従来回収不可能だった蒸発水分からの潜熱回収を可能とする画期的な乾燥システムの開発を行った。特に21年度には、試験プラントを用い、プロセス構築と実プラント設計データを取得した。また、バイオマス種別毎の乾燥条件を確立した。

なお、20年度に採択したテーマ3件について事業の進捗を鑑み、1件については22年度まで延長することとした。

さらに、2015年頃の実用化を目指すセルロース系原料からのエタノール製造時に重要な要素技術に関して公募を行い、4件を採択し技術開発を開始した。

③太陽光発電システム未来技術研究開発

豊田工業大学 大学院工学研究科教授 山口 真史氏をプロジェクトリーダーとし、中間テーマ評価（平成19、20年度に実施）により見直した19件について研究開発を継続実施した。また、太陽電池の種類ごとに進捗報告会を設け、プロジェクトリーダー及び実施者間での情報交換等により進捗状況の把握、研究方針のチェックと指導を行った。本プロジェクトは本年が最終年度であるため、12月に前倒し事後評価を実施し、低コスト化に係る技術課題等についてロードマップ（PV2030+）に基づきコスト目標を設定して事業を推進すること等を後継プロジェクトへ反映することとした。研究開発ごとの主たる実施内容を以下に示す。

(1) CIS系薄膜太陽電池

CIS系薄膜太陽電池の高効率化技術及び軽量基板上への太陽電池の形成技術の開発を目的として2件のテーマについて継続して研究開発を行った。この中で、「CIGS太陽電池の高性能化技術の研究開発」において、高効率化では、各プロセス最適化、透明導電膜の性能向上により10cm角サブモジュールで16.8%（世界最高値）を達成。また軽量基板ではNa導入法を開発、他の技術と併用し、10cm角サブモジュールで15.2%（世界最高値）を達成した。

(2) 薄膜シリコン太陽電池

薄膜シリコン太陽電池の生産性向上技術又は高効率化技術の開発を目的として、2件のテーマについて継続して研究開発を行った。「高電圧型高効率薄膜シリコン太陽電池の研究開発」においては、超屈折率中間層によりトップ層の感度を中間層無しで29%、従来中間層で21%、ミドル層感度を13%、ボトム層感度を27%それぞれ向上させ、短絡電流を10%、開放電圧を11.6%向上させた。また「高電流型高効率薄膜シリコン太陽電池の研究開発」においては、トップセルの安定化効率10%達成の目処を付け、ミドルセルの開放電圧で目標の560mVを達成した。三接合太陽電池の変換効率11.6%を実証し、13%達成までの技術的な目処を付けた。

(3) 色素増感太陽電池

色素増感太陽電池の高効率化技術、耐久性向上技術、モジュール化技術の開発を目的として5件のテーマについて継続して研究開発を行った。この中で、「高効率・集積型色素増感太陽電池モジュールの研究開発」において、新しいパッシベーション技術を確立し、セル変換効率11.5%（5mm角）を達成。「高耐久性色素増感太陽電池モジュールの研究開発」において、サブモジュール（20cm角）で効率8.1%を達成した。

(4) 次世代超薄型シリコン太陽電池

次世代超薄型シリコン太陽電池の高効率化技術及び関連プロセス技術の開発を目的として4件のテーマについて継続して研究開発を行った。平成21年度は、高効率化技術開発の最終年度であり、最終目標の厚み100 μ m、15cm角の多結晶シリコン太陽電池において、変換効率18%を達成した。

(5) 有機薄膜太陽電池

有機薄膜太陽電池の高効率化技術及び耐久性向上技術の開発を目的として2件のテーマについて継続して研究開発を行った。この中では、「タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究開発」において、新規ポリマー材料の開発により高分子系タンデムセル(7mm²)で変換効率6.23%が得られた。

(6) 次世代技術の探索

太陽光発電システムの大幅な低コスト化・高性能化・長寿命化が実現可能と考えられる次世代技術の探索を目的として5件のテーマについて継続して研究開発を行った。この中で、「省資源・低環境負荷型太陽光発電システムの開発」では、薄膜Siヘサブミクロン粒子からなるフォトニック構造を作成するプロセスを開発したほか、CIGS太陽電池では、Mo使用量を従来の1/2以下かつIn使用量を従来の1/3以下で変換効率15%を達成した。

④太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

国立大学法人東京工業大学 統合研究院 ソリューション研究機構 特任教授 黒川 浩助氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を推進した。また、本プロジェクトは本年が最終年度であるため、12月に前倒し事後評価を実施し、信頼性評価技術として過去のフィールドデータ等を用いた寿命データ解析、太陽光発電システムの屋外曝露試験データの取得・分析評価による劣化要因抽出等を行うこと等を後継プロジェクトへ反映することとした。

(1) 新型太陽電池評価技術の開発

効率的な開発が出来るよう2テーマに集約して研究開発を実施した。

「太陽電池評価技術の研究開発」では、平成20年度に基本設計と性能評価を行った性能評価装置を用いて研究を実施し、多接合、化合物半導体、超高効率結晶Si等、各種新型太陽電池セルに特有の温度特性・照度特性等を反映した屋内性能評価技術を開発した。また、ソーラシミュレータ法での一次基準セルモジュール評価方法を開発し、第三者認証された。さらに複合加速試験の加速係数を算出した。

「発電量評価技術の研究開発」では、平成20年度に開発した発電量定格の評価技術を、太陽電池モジュールの複合体であるアレイに適用し、ラウンドロビンにて検証した。また、日射量の分光感度特性を4地点で収集した。

(2) 太陽光発電技術開発動向等の調査

標準化調査研究事業「太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の標準化に関する調査研究」においては、以下のJIS素案5件を作成、提出した。

- 1) パワーコンディショナ単独運転防止試験方法。
- 2) 太陽光発電システムの電磁両立性
- 3) モジュール・アレイの安全適格性確認試験法
- 4) モジュール・アレイの安全適格性確認設計法
- 5) 太陽光発電システムの用語

また、JIS素案3件(「太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法改正」、「現地試験指針」、「モジュール互換性」)及びIEC改正案2件(「太陽光発電システムの電磁両立性」、「モジュール・アレイの互換性標準」)の検討を進めた。

「包括的太陽電池評価技術に関する標準化」においては、JIS及びIECに関して以下の提案等を行った。

1) 新型太陽電池評価方法の標準化

IEC60904(地上設置の薄膜太陽電池(PV)モジュール設計適格性確認及び形式認証のための要求事項)にあわせたJIS改訂案全10件中、3件をJISに改訂した。

2) 長期信頼性の評価技術標準化

IEC61730に関する提案を行った。

IECへはIEC61853(PVモジュールの性能テストとエネルギー評価)を提出した。審議推進を図りPART-1がCDVになった。

IEA-PVPS(国際エネルギー機関 太陽光発電システム研究協力実施協定)においては、各タスク毎(以下参照)に専門家会議に参加し、成果創出に向け日本の責務の実行及び参加国との情報交換を行った。また、ワークショップ等を開催し、太陽光発電の普及に向けた国際貢献に寄与した。

- タスク1 太陽光発電システムに関する情報交換と普及
- タスク8 大規模太陽光発電に関する可能性調査研究
- タスク9 開発途上国のための太陽光発電サービス
- タスク10 都市規模での系統連系PVの応用
- タスク11 太陽光発電ハイブリッド・ミニグリッド

またタスク12(PVの健康・安全・環境)への参加を開始した。

「太陽光発電技術開発動向等の調査」においては、世界の最新の太陽光発電研究開発及び技術開発・実証の取り組みについて、動向を調査した。平成21年5月のIEEE PVSC-34)、9月のEUPVSEC-24、11月PV-SECの3つの国際会議より、優れていると考えられる研究開発について、i) 新概念、ii) 結晶シリコン(原料を含む)、iii) 薄膜シリコン、iv) 化合物薄膜、v) 集光・宇宙用、vi) コンポーネント、vii) 地上用太陽光発電システム、に分けて概要をまとめた。また、欧米だけでなくアジアなどの新興国の技術動向を調査分析した。

⑦革新的太陽光発電技術研究開発(革新型太陽電池国際研究拠点整備事業)

平成20年度に採択した、3グループ（34機関）の実施体制にて引き続き研究開発を実施した。各グループの主たる研究開発の概要は以下のとおり。

(1) ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発

(1) ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発

国立大学法人東京大学 先端科学技術研究センター 情報デバイス分野教授 中野 義昭氏をグループリーダーとして以下の研究開発を実施した。

平成21年度は、「エピタキシャル成長技術」においては、平成20年度に引き続き、逆エピ3接合構造の最適化の検討を行い、開放電圧 V_{oc} 向上による変換効率向上を図り、非集光時変換効率で35.8%を確認した。また1000倍集光に必要な $15A/cm^2$ を上回る $56A/cm^2$ のトンネルピーク電流密度と $4m\Omega \cdot cm^2$ の低抵抗を実現して、集光時変換効率42.1%（230sun）を確認した。

「量子ドット超格子型セル技術」においては、平成20年度に引き続き、量子ドット超格子成長条件の最適化を進め、平成21年度は膜厚20nmのGaAs歪み補償中間層を用い、50層までの多重積層InAs量子ドットを導入した太陽電池の作製技術を開発した。10層積層時の量子ドット太陽電池の変換効率16.1%を確認した。また、50層積層量子ドット太陽電池の短絡電流密度として $26.4mA/cm^2$ を確認した。

(2) 高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発

独立行政法人産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター センター長 近藤 道雄氏をグループリーダーとして以下の研究開発を実施した。

平成21年度は、化合物系4接合太陽電池のトップ層の開発として、「酸化ワイドギャップ」においては光吸収層用ワイドバンドギャップ高品質酸化物材料の要素技術の開発を進めた。そのために、銅酸化物のバンドギャップならびに光吸収係数などの光学的性質と製膜条件との相関を解析し、銅酸化物の高品質化に電気化学的ヘテロエピタキシャル成長が有効であることが明らかとなった。同様に、高度光利用技術の開発として「高度光閉じ込め技術」においてはプラズモン効果を利用した透明導電膜の開発を進め、表面プラズモン構造を導電層に導入することにより、波長800nmにおいて約20%の光感度向上が確認され、AM1.5太陽光下では、約9%の光電流増大が達成された。

また、平成21年度は、国際シンポジウムを開催し、ヘルムホルツ・ベルリン研究所などの海外研究機関からの招聘研究員と国内研究者情報交流を実施した。

(3) 低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発

国立大学法人東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻 教授 小長井 誠氏をグループリーダーとして以下の研究開発を実施した。

平成21年度は、シリコン系2接合セルの集光特性解析と最適化、フルスペクトル太陽電池のデバイス構成・要素セル理論設計の継続、オプティカルカップリング構造形成技術の開発を行い、従来と比較して5%透過率が高く高いホール移動度を有する透明導電膜を作製する事に成功した。新材料として、カルコパイライト系のナローギャップ材料、ワイドギャップ材料、ワイド/ナローギャップ材料などの開発を継続して行った。カルコパイライト系新規ワイドギャップ材料にて、変換効率8.5%、 J_{sc} は $21.7mA/cm^2$ という高い値が得られた。さらに金属ナノ粒子薄膜をコーティングした太陽電池の試作やグラフェン透明導電膜の製膜法調査・検討を行い、化学的剥離によって世界最大サイズのグラフェンシート（ $200\mu m$ ）の作製に成功した。

(4) 革新的太陽電池評価技術の研究開発

H21年度補正予算事業として実施した。H21年度は、公募採択、事業の実施体制を整備した。また、集光型太陽電池を屋外に日米双方に設置することとし設置場所を決定した。

⑧単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究

(1) 複数台連系を対象とした単独運転検出装置の試験方法研究のための試験設備の構築

平成20年度までに構築した試験設備について、複数台連系時の単独運転検出機能試験、不要動作試験等、試験目的に応じた実験回路やデータ分析方法の最適化を行った。

(2) 複数台連系を対象とした単独運転検出装置の認証に資する試験方法の開発

(ア) 複数台連系時の単独運転検出機能試験方法の確立

単独運転防止に関する試験条件・評価方法等の検討を行い、実験の実施等により得られたデータの分析結果から、PCS接続台数を10台、試験回数を15回、及びPCSの合計出力4kWに対し再生負荷を1台の割合で接続する試験方法を考案し、「単独運転検出装置の複数台連系時試験方法（単独運転防止）」を作成した。

(イ) 複数台連系時の不要動作試験方法の確立

「太陽光発電普及拡大への系統運用課題対応分科会」にて系統電圧・周波数に関する系統擾乱のエミッションレベル・PCSイミュニティーレベルの現状調査結果及びPCSの開発限界性能等の検討や審議を実施し、FRT (fault ride through) 要件を「周波数変化耐量」及び「瞬時電圧低下耐量」の2要件に決定した。その2要件について、それぞれの試験方法を考案し、「単独運転検出装置の複数台連系時試験方法（FRT試験）」を作成した。

(3) 有識者、電力系統管理者などによる試験方法についての審議

「太陽光発電システムの複数台連系試験技術研究委員会」を3回、「複数台連系時単独運転検出装置の非干渉・高速化等機能試験課題対応分科会」を6回、「太陽光発電普及拡大への系統運用課題対応分科会」を5回開催して、上記(1)及び(2)で開発・検討された試験設備や試験方法について、その妥当性及び開発結果を審議し、最終的に開発した試験方法について合意を得た。

⑨洋上風力発電等技術研究開発

基本計画に基づき委託先の公募を行い、3件の洋上風況観測システム実証研究の委託先を採択した。その後、国立

大学法人東京大学大学院 工学研究科 教授 石原孟氏をプロジェクトリーダーとし、その下で連携を取りつつ、以下の研究開発を実施した。

平成21年度は選定した実証研究海域2カ所において、事前調査及び詳細な海域調査を行い、風況観測装置の仕様及び概略設計を行った。

また海洋エネルギーに係る調査研究については、基本計画に基づき委託先の公募を行い、5件の海洋エネルギー先導研究の委託先を採択し、我が国の海域特性を踏まえた海洋エネルギー利用に係わる調査研究を実施した。

⑩次世代風力発電技術研究開発

(1) 基礎・応用技術研究開発

(ア) 複雑地形における風特性の精査

実際の複雑地形風計測地点として、平成20年度末、鹿児島県いちき串木野の複雑地形サイトを選定し、約60mの計測マスト2本を設置した。平成21年度は、これらの計測マストにIEC61400-1(Ed.1)において規定されている信頼性の高いキャリブレーション手法で校正されたカップ式風速計を加え、高精度かつ信頼性の高い計測手法で計測を行い、複雑地形における厳しい風特性を詳細に調査・解析を実施した。

(イ) 複雑地形CFDシミュレーション及び風洞実験技術の高度化

実際の複雑地形風計測地点の10mメッシュ標高データに基づく複雑地形流れのシミュレーションを実施した。また、同じ地形データを用いた風洞実験模型を製作し、制御された条件での乱流境界層を流入させた風洞実験も併せて実施した。

(ウ) 複雑地形風特性モデルの開発・検証

NEDOの風力FTデータ及び日本型風力発電ガイドラインデータを詳細に解析し、日本の代表的な風力発電候補地域の厳しい乱流強度特性を明らかにした。この厳しい乱流特性を反映するため、2段階の修正レベルを想定した複雑地形風特性モデルの素案を開発した。また、風車後流モデルの検証のため、風洞実験を実施し、流入風の乱流強度が大きくなるに従い、風車後流と後流外との混合が促進され、短い下流方向距離で風速が回復し、また乱流強度分布の均一化が進むことを確認した。

(エ) リモートセンシング技術の精度・信頼性調査

平成22年度実施予定の実計測を前倒して実施し、予備的計測として高知県大月町のサイトを選定し、SODAR(Sonic Detection And Ranging:音波を用いて上空の風速を観測するリモートセンシング装置)の信頼性評価のため、SODARとカップ式風速計との風速差を解析した。その結果、複雑地形上を流れる気流の歪みによる誤差の影響が、風速差の主要な要因である可能性が高いことがわかった。

(オ) IEAWind実施協定への参画・成果発信

IEA風力国内委員会を設置し、研究開発の国内取りまとめ体制と国際発信の体制を整備した。特に、複雑地形風特性モデル開発、リモートセンシング技術の調査・検討、IEAWindの各種Taskミーティングの途中経過を報告した。

(2) 自然環境対応技術等

(ア) 落雷保護対策

i) 全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測

- ・落雷電流計測地点(11ヶ所)、落雷様相観測地点(9ヶ所)に計測装置・観測装置を設置し、雷データを収集・整理するとともに、引き続き平成20年度に設置した落雷電流計測装置(14ヶ所)、落雷様相観測装置(3ヶ所)からのデータを収集・整理した。なお、落雷電流計測地点及び落雷様相観測地点については、平成22年度設置予定の各々6ヶ所を前倒して計測装置・観測装置を設置した。
- ・得られた落雷電流計測データと標定データとの相関の検討を行った。

ii) 落雷被害詳細調査

- ・平成20年度で実施したアンケート調査(対象262サイト、回答101サイト)の情報を整理するとともに、引き続き平成21年度もアンケート調査及び必要に応じて現地ヒアリング調査(現地被害状況調査を含む)を行った。
- ・アンケート調査(対象265サイト、回答133サイト)及び現地ヒアリング調査(のべ13サイト)で得られた情報の収集・整理を行った。
- ・海外の風車メーカー、事業者、研究機関等に対し、風車の落雷被害についての現地ヒアリング調査を実施し、日本国内における被害実態との比較整理を行った。調査対象は、国際規格IEC/TR61400-24(風車の雷保護)や、その他の文献に記載されている風車の落雷被害のデータや落雷の発生頻度、落雷性状を勘案して欧米を中心に選定した。

iii) 落雷保護対策の検討

- ・平成20年度に引き続き、既存の落雷保護対策の情報収集及び整理・検討を行った。

iv) 全体取りまとめ

- ・平成20年度に引き続き、「落雷保護対策検討委員会」の運営を行い、実施内容・調査結果等に関する審議を受け、方向性を検討した。

(イ) 故障・事故対策調査

基本計画に基づき、公募により委託先を決定した。

i) 調査の方向付けや故障事故情報に関する審議を行うため、「風力発電故障・事故対策調査委員会」を設置し、運営を行った。

ii) 故障・事故データの収集分析、データベースの作成、故障・事故対策事例集の作成、技術開発課題等の抽出を行った。なお、データベースについては、限定した一部事業者に対し公開し、運用を開始した。

(ウ) 風車音低減対策

平成21年補正予算事業として、公募により委託先を決定した。

i) 外部有識者からなる「風車音低減対策検討委員会」を設置し、運営を行った。

ii) 文献調査やメーカー等関係者からのヒアリングを行うとともに、風車から発生する騒音レベルや周波数測定の実施した。

⑩太陽光発電システム実用化促進技術開発

平成20年に採択した4件について研究開発を継続実施した。半期ごとに進捗報告会を設け、プロジェクト推進部と実施者との間での情報交換等により進捗状況の把握と指導を行った。本プロジェクトは本年が最終年度となり、書面による事後評価を実施した。研究開発テーマごとの主たる実施内容を以下に示す。

「薄膜シリコンフィルム基板太陽電池の開発」においては、フィルム基板上への微結晶シリコン膜の製膜速度2.7nm/sで効率分布8.8%、0.9m幅領域で膜厚分布9.9%を得て、いずれも目標を達成した。

「マルチワイヤーソー方式による超薄型ウェーハ製造技術の産業技術開発」においては、面積15cm角相当の素材をダイヤモンドワイヤー方式で切断し、ウェーハ板厚約97μm、カーフロス約120μmを得て目標を達成したものの、歩留りは82~88%（目標90%以上）で目標未達であった。

「薄膜型太陽電池の大面积・安定製膜技術の検証による生産性向上」においては、回路シミュレーションによる位相変調法制御で反射電力を抑制する技術を確立し、設計・製作した大面积要素試験装置にて反射電力5%以下を確認した。また微結晶シリコン膜の製膜速度2.6nm/sで膜厚分布14.5%を得て目標を達成した。

「CIS系薄膜太陽電池の高効率化のためのプロセス最適化技術開発」においては、大面积化要素技術の全てを含んだ30cm×30cmサイズ基板サブモジュールで変換効率16.03%を得て目標を達成した。

《2》バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業 [平成14年度～平成21年度]

[21年度計画]

社会環境の変化の中でバイオマスの利活用は注目を集め始めてきたが、まだ廃棄物として発生したバイオマスの処理を目的とした位置付けが中心であり、バイオマスをより効果的にエネルギー化し、バイオマスエネルギーを石油代替エネルギーとして利用していくための枠組みを実証試験などを通して構築していく必要がある。

このため、平成16年度から平成17年度までに採択した13件の設備の実証試験データの収集・解析・評価を通して、バイオマスのエネルギー利用等に関する課題を明らかにしていく。

[21年度業務実績]

平成16年度採択の3件（雪氷）、平成17年度採択（最終採択年度）の10件、合計13件の実証試験を実施し、運転データ、運用データ、経済性データ等を収集し、解析・評価を実施した。

平成20年度及び平成21年度上期までに終了した9事業について、普及促進に資する成果の情報開示として成果報告書をHPに掲載した。併せて平成22年2月に開催した成果報告会では、口頭発表やポスター等で事業内容の広報と実際の運用結果に関する情報交換を行った。成果報告会は実証系2事業（バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業、地域バイオマス熱利用フィールドテスト）の合同開催で、発表者を除く一般参加者は300名であった。

《3》バイオマスエネルギー地域システム化実験事業 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

最終年度である平成21年度は、平成20年度に引き続き7件の個別テーマについて各システムの課題に係わる対応を図りながら、収集・運搬からエネルギー変換、エネルギー利用に至るまでのシステム上の物流データ、経済的データ及び運転と技術データの分析を文献などの最新情報調査結果も含めて実施する。また、個別事業のシステム継続による実用化、他地域への普及を図るため、トータルシステム全体の評価・整理を行うとともに、意見交換会や報告会などの情報発信を実施しバイオマスの地産地消・地域循環型社会の実現に資するための検討を行う。

[21年度業務実績]

平成20年度に引き続き7件の個別テーマについて、各システムの課題に係わる対応を図り、収集・運搬からエネルギー変換、エネルギー利用に至るまでのシステム上の物流データ、経済的データを整理し、フォーラムの開催を通じて各事業者間のデータ共有化、討論を行うことにより、定着化、普及への課題を検討した。意見交換、報告会などの情報発信としてのフォーラムを4回実施した。特に、7月には一般聴講者への公開のもと、有識者によるパネルディスカッションを実施し、地産地消・地域循環型社会の実現へ向けた討論、検討を行った。

個別テーマごとの事業成果の概要は以下のとおりである。

①山口県全域を対象とした「総合的複合型森林バイオマスエネルギー地産地消社会システムの構築」実証・試験事業

森林バイオマス専用収集運搬機械を活用した間伐材・林地残材の搬出とデータ集積を行うことにより収集運搬コストを明らかにし、収集運搬コストが年度目標値を上回る見込みを得た。その他システムにおいても経済性の評価を行った。

②草本系バイオマスのエネルギー利活用システム実験事業

収集運搬、ガス化システム、エネルギー利用設備のコストを明らかにし、経済性の評価を行った。

③「ウェルネスタウン最上」木質バイオマスエネルギー地域冷暖房システム実験事業

GISを利用した森林資源の収穫から、木質ボイラシステム、熱利用設備までのコスト把握を行い、事業定着後の経済性シミュレーションを行った。

④高知県仁淀川流域エネルギー自給システムの構築

全システムのコスト分析を行い、特に、収集システムについては、経済的に成り立つことを確認した。チップ化設備の改善により、コスト削減の可能性を得た。

⑤食品廃棄物エタノール化リサイクルシステム実験事業

継続的に収集運搬システム、エタノール製造プラントのコストデータを把握するとともに、実用化モデルの試算を実施した。

⑥先進型高効率乾式メタン発酵システム実験事業

収集～ガス化発電までのコストデータを継続的に収集するとともに、原料の分析を行い、実用化プラントのコストシミュレーションを実施した。

⑦真庭市木質バイオマス活用地域エネルギー循環システム実験事業

システム全体のコスト分析を行うとともに、集積基地を利用することにより、物流の効率化、コストダウンを実施した。

これら7地域の各地域条件に応じた上流から下流までの地産地消・地域循環型エネルギー利用システムにおける技術データ及び経済データの蓄積、分析を行ったことにより、今後の他地域への普及を先導する先行事例となるシステムを構築することができた。

《4》E3地域流通スタンダードモデル創成事業 [平成19年度～平成23年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

本実証研究は、既存のバイオマス資源と輸送用燃料流通システム等に即した地産地消型の社会モデルの構築・検証及びE3使用実績を一般に広く周知させることによる本格的なE3導入・普及の促進を行うことを目的として、実証エリア内で発生するバイオマス原料から製造されたエタノールにより、E3流通の実証を行う。平成21年度は、平成20年度に引き続いて実証運転を継続し、種々の実証データの取得・分析を行う。

研究開発項目①「E3製造に関する実証研究」では、E3製造設備の運転性能、安全性能、品質安定性に関する実証データの取得・分析を行い、E3製造設備の設備性能及び運用を総合的に確認する。

研究開発項目②「E3輸送に関する実証研究」では、E3輸送時の品質安定性（水分混入リスク評価等）に関する実証データの取得・分析を行い、E3輸送の運用を総合的に確認する。

研究開発項目③「サービスステーションにおける実証研究」では、E3の品質安定性（水分混入リスク評価等）、E3供給及び品質管理に関する実証データの取得・分析を行い、給油設備とサービスステーションの運用を総合的に確認する。

研究開発項目④「社会システムモデルの検討」では、研究開発項目①～③の実証データを元に、本モデルの地産地消・地域循環型のE3製造、輸送、供給における経済性の評価検討を行うとともに、E3普及のためのハンドブックを作成する。

[21年度業務実績]

平成21年度は、平成20年度に引き続いて実証運転を継続し、種々の実証データの取得・分析を行った。また、21年度末に中間評価を行い、概ね順調との評価を得た。

研究開発項目①「E3製造に関する実証研究」では、E3製造設備の、運転性能、安全性能、品質安定性に関する実証データの取得・分析を行った。その結果、製造されるE3の品質は安定しており製造設備性能に問題のないことが確認された。また、製造設備の運用面においても特に問題のないことが確認された。

研究開発項目②「E3輸送に関する実証研究」では、E3輸送時の品質安定性（水分混入リスク評価等）に関する実証データの取得・分析を行った。その結果、輸送時の品質は安定しており、水分混入リスクは低く問題のないことが確認された。

研究開発項目③「サービスステーションにおける実証研究」では、サービスステーションにおけるE3の品質安定性（水分混入リスク評価等）、E3供給及び品質管理に関する実証データの取得・分析を行った。その結果、サービスステーションにおけるE3の品質は安定しており、品質管理面において問題のないことが確認された。また、サービスステーションの運用面においても特に問題のないことが確認された。

研究開発項目④「社会システムモデルの検討」では、研究開発項目①～③の実証データを元に、本モデルの地産地消・地域循環型のE3製造、輸送、供給における経済性の評価検討を開始した。また、E3普及のためのハンドブックの基本構成を確定した。なお、ハンドブックについてはE10に係る内容も盛り込むことを考慮して作成は来年度に実施することとした。

《5》セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業 [平成21年度～平成25年度]

[21年度計画]

食料と競合しない草本系又は木質系バイオマス原料からのバイオエタノール生産について、大規模安定供給が可能な植物栽培からエタノール製造プロセスまでの一貫生産システムを開発し、更には我が国におけるバイオ燃料の持続可能な導入のあり方についても検討すること目的として、公募により委託先を決定し、以下の研究開発を実施する。

(1) バイオエタノール一貫生産システムに関する研究開発

多収量草本系植物（エリアンサス、ミスカンサス、ソルガム、ススキ、ネピアグラス、スイッチグラス等）及び早生樹（ヤナギ、ポプラ、ユーカリ、アカシア等）のセルロース系目的生産バイオマスについて、実用化段階において食料生産に適さない土地で栽培することを前提に、植物種選定、栽培地検討を行い、大量栽培に着手する。また、前処理～糖化～発酵～濃縮～脱水～廃液処理に至るエタノール製造プロセスの設計を行う。

(2) バイオ燃料の持続可能性に関する検討

バイオ燃料の持続可能性について、国内外の動向を総合的に調査、解析、整理する。

[21年度業務実績]

公募により委託先を決定し、以下の研究開発を実施した。

(1) バイオエタノール一貫生産システムに関する研究開発

平成21年度は、公募により2テーマを採択し、研究開発を実施した。

a) 早生樹からのメカノケミカルパルピング前処理によるエタノール一貫生産システムの開発

パルプ材用樹種を中心に生長量、糖化性等について調査を行い、エタノール生産適性早生樹を選定し、育苗及び国内試験圃場（一部海外も含む）の地拵を実施すると共に、植栽方法の検討、収穫技術の調査も行った。また、エタノール製造プロセスについて、パイロットプラントの基本設計を行った。

b) セルロース系目的生産バイオマスの栽培から低環境負荷前処理技術に基づくエタノール製造プロセスまでの低コスト一貫生産システムの開発

多収量草本系植物を中心に年間を通じて原料バイオマスを供給可能とする周年供給システムについて、気候帯毎に植物種の選定を行い、国内試験圃場（一部海外も含む）における植付け及び収穫試験を実施し、栽培・収穫に係る原単位データの取得を行った。また、エタノール製造プロセスについて、ラボ試験によりプロセス設計に必要なデータを取得し、パイロットプラントの基本設計を行った。

(2) バイオ燃料の持続可能性に関する研究

平成21年度は、公募により委託先を決定し、現在及びこの数年の間に、日本国内において導入可能な各種輸送用液体バイオ燃料の温室効果ガス削減効果を定量的に評価するために、生産地、原料の生産、原料の貯蔵・輸送、バイオ燃料の製造方法、バイオ燃料の輸送・貯蔵を個別に定量的に評価し、日本において当該バイオ燃料を利用した際の温室効果ガス排出量（標準的定量値）を算出した。なお、この数値はMETIの「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会」報告書において報告された。

《6》大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証研究 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

MW級の大規模太陽光発電出力を平滑化することにより、電力系統の品質に悪影響を及ぼさないシステム等を開発し、その有効性を実証することを目的として、北海道電力株式会社総合研究所太陽光発電プロジェクト推進室長 三輪 修也氏をプロジェクトリーダーとし、また、株式会社NTTファシリティーズエネルギー事業本部技術部担当部長 田中 良氏をサブ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) 稚内サイトにおける大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証研究

PVを約1,000kW増設し最終形態の約5,000kW大規模PVシステムを構築する。PVの導入については、平成20年度までに構築した大規模PVシステムの実績により、経済性・効率性など今後の大規模PVシステム導入拡大を視野に入れた機種選定を行う。また、平成20年度までに構築した大規模PVシステムにより、各種モジュール・PCSなどの特性比較を継続して行い、電力貯蔵装置については経済性を加味した運転手法による実証試験を行う。

平成20年度までに構築した大規模PVシステム（PVシステム：4,000kW、NAS電池：1,500kW、気象観測装置等）を活用して、引き続き実証研究を進める。また、日射量予測システムにより得られるデータ精度を更に高めると同時に、出力平滑化・各種計画運転の最適アルゴリズム確立を目指して、実用性・経済性を加味したシミュレーションによる検討を深める。

(2) 北杜サイトにおける大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証研究

開発した大容量PCSを採用した約1,200kWシステムの増設を完了するとともに、特別高圧系統に連系し、総容量約1,800kWシステムとして運用を開始する。系統安定化技術について、実運用における大容量PCSの動作確認並びに電圧変動及び高調波の解析を実施する。PV特性比較について、年間を通じた各種システムの詳細な解析を実施するとともに、各種システムの大規模システムへの適性、発電特性からPCS効率の指標を検討する。また、発電実績、輸送及び廃棄情報等を反映したLCA評価を実施する。さらに、開発した架台の環境性及び施工性を評価する。

なお、シミュレーション手法の開発については、平成20年度に作成した稚内サイトと北杜サイトとの作業分担項目に基づき検討した基本的シミュレーションモデルの制度検証及びパラメータ調整を実施するとともに、詳細仕様を検討する。また、導入時の指針となる手引き書作成については、平成20年度に更に小項目に細分化した項目ごとに、稚内サイトと北杜サイトの実証研究実施者で連携をとり、作成した項目についての更新を行うとともに、作成を進める。

[21年度業務実績]

北海道電力株式会社総合研究所太陽光発電プロジェクト推進室長 齋藤 裕氏をプロジェクトリーダーとし（前PLは定年退職のため交代）、株式会社NTTファシリティーズエネルギー事業本部技術部担当部長 田中 良氏をサブ

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。

(1) 稚内サイトにおける大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証研究

前年度に引き続き約4,000kWのPVシステムを運用し、評価用データを収集するとともに、新たにPVシステム1,020kW(累計5,020kW)の設備構築を行った。今年度構築した固定・可動架台には、過年度の実績等を考慮して年間発電量増加および鋼材の減少を考慮した設計を実施した。また、新規開発したPCS1,000kWは、経済性・効率面から当初想定レベルの効果を確認した。

各種PVモジュールの特性評価で、発電特性・経済性・環境面の項目で評価を行い、稚内に於いては結晶系が優位である等の評価が得られた。

また、平成20年度までに構築した大規模PVシステムから、下記の結果を得ることができた。

出力平準化(制御)技術の開発については、日射量予測(日予測)精度の向上を図ると共に日射量予測に付帯情報(信頼度予測)を付加することにより、発電計画の精度向上に寄与することを確認した。更に、計画運転変更時に活用する時間予測のデータについても精度の向上を図った。

系統安定化対策技術において、実機を用いた検討では蓄電池必要容量をパラメーター分析し、制御手法別に必要容量(kW, kWh)を算出した。また、シミュレーションによる検討では、周波数調整制御を考慮した運転手法の検討を行った。

(2) 北杜サイトにおける大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証研究

前年度に引き続き600kWのPVシステムを運用し、評価用データを収集するとともに、1,240kWのシステム増設を実施し、計画通り総容量1,840kWのPVシステムの構築を完了した。また、大規模PVシステムとしては国内初となる66kVの特別高圧系統への連系変更を実施し、本格運用を開始した。

系統安定化技術について、開発した電圧変動抑制技術、瞬低対策技術、高調波抑制技術を具備した大容量PCSの運用を開始するとともに、実運用上での基本動作を確認した。

PV特性比較について、各種システム・モジュールの発電特性、利得損失要因、照度特性、及び環境貢献度の違い等を確認した。また、更なるPVモジュールの評価とPVシステムの故障検出手法の検討を行うため、3種類の先進的PVモジュールを含む合計40kWのシステム増設を実施し、特性評価・システム評価を開始した。

《7》風力発電系統連系対策助成事業 [平成19年度～平成24年度]

[21年度計画]

風力発電の普及拡大時に懸念される出力変動を制御する蓄電池等電力貯蔵設備、制御システムの技術開発に資するため、風力発電所に蓄電池等電力貯蔵設備を併設する事業者(地方公共団体等を含む)に対し、事業費の一部に対する助成を行い、そこから得られる風力発電出力、風況データ、気象データ等の実測データを取得し、分析・検討を行う。

平成21年度は、平成20年度に竣工した1件の実測データを収集するとともに、平成20年度に新規採択した3件の蓄電池等電力貯蔵設備1.9万kW相当(風力発電設備容量5.0万kW)の導入を開始する。

[21年度業務実績]

平成21年度は、平成20年度に完成した1件(平成19年度採択案件:出力一定制御方式・34,000kW(NAS電池))のデータ収集を行い、解析を開始した。平成21年度に完成した1件(平成20年度採択案件:出力変動緩和制御方式・4,500kW(鉛電池))については、データ取得を開始した。平成20年度から事業を継続している2件(出力変動緩和制御方式:10,000kW(NAS電池)・4,500kW(鉛電池))については、計画通り着実に事業が進捗した。

また、平成21年度に1件の事業者を採択し、12,000kWのNAS電池出力一定制御方式の助成事業を新たに開始した。

《8》系統連系円滑化蓄電システム技術開発 [平成18年度～平成22年度]

[21年度計画]

風力、太陽光等新エネルギーの出力変動に伴う電力系統への悪影響を回避することを可能とし、新エネルギー導入目標の達成を加速することを目的に、国立大学法人京都大学大学院工学研究科教授 小久見 善八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) 実用化技術開発

実証試験用の蓄電システムを作製するとともに、蓄電セル及びモジュールの量産化技術を開発する。

(2) 要素技術開発

低コストで長寿命な蓄電池仕様を決定し、性能検証用の蓄電モジュールを作製する。

(3) 次世代技術開発

新規低コスト材料及び製造方法開発のため、電解質、正極及び負極について小型実用セルにおける可能性を検証する。

(4) 共通基盤研究

本プロジェクトで開発するモジュール及びシステムに適用可能な各種評価方法を開発する。

[21年度業務実績]

国立大学法人京都大学大学院工学研究科教授 小久見 善八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) 実用化技術開発

太陽光発電用のリチウム二次電池について、太陽光発電データを収集し系統連系円滑化を行うためのデータ解析

を行った。この解析結果を用いて、メガソーラに設置することを想定した系統連系円滑化蓄電システムの仕様を検討した。また風力発電用のリチウム二次電池については、100kWh蓄電システムの設計製作を開始し、実証試験での試験内容や遠隔監視方法を検討した。一方、量産化技術に関して、セル製造プロセスコストの低減のために、負極の水系塗工（極板製造）を実生産に適用した。さらに新型ニッケル水素電池については、電極、セル、モジュールの組み立て技術の効率化、自動化を検討し、製造システムへ適用した。

(2) 要素技術開発

リチウム二次電池の電池長寿命化、コストダウン化、安全化の各技術を開発し、新材料、新構成部材によるセルを実用レベルで製作して、実証試験用セルの仕様を確定した。さらにこのセルを用いてリチウム二次電池モジュールを製作し、性能評価した。また電気二重層キャパシタに関しては、新型キャパシタを開発して、キャパシタ・二次電池による組電池を用いた3kWhの蓄電システムを試作した。また新型ニッケル水素電池に関しては、要素技術を改良したセルを開発し、これを使用した実用機モジュールを製作した。

(3) 次世代技術開発

全固体高分子型のリチウムイオン電池、高電位負極、正極用磷酸マンガンリチウム球状ナノ構造体粒子、低障壁イオン伝導固体高分子電解質、高イオン伝導ネットワークチャンネル電解質、炭素微小球体負極、XIII、XIV族元素による安定化高容量正極に関して、2030年時点での目標であるシステムコスト1.5万円/kWh、寿命20年の実現を目指した研究開発を実施し、目標を見通せる結果を得た。なお本研究開発項目は、平成21年度をもって計画通り終了した。

(4) 共通基盤研究

コスト評価については、国内外の政策、技術開発動向を調査し、蓄電システムの導入量を推計して、コスト評価手法を改良した。また、安全性評価については、安全性評価試験設備について調査し、その実現可能性や設定すべき詳細条件について検討した。また、寿命評価手法については、加速劣化で取得した試験データ等に基づき評価手法を改良した。また、性能評価については、新エネルギーのデータ収集・分析を進めつつ、詳細試験パターンの原案を作成した。これらにより4つの評価項目について、モジュール・システムレベルの評価手法の案を完成した。

《9》高温超電導ケーブル実証プロジェクト [平成19年度～平成24年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

平成21年度はケーブルシステムの事前検証を行うことをメインとし、プロジェクトリーダーを東京電力株式会社技術開発研究所長 原 築志氏に交代し、以下の研究開発を実施する。

(1) 高温超電導ケーブルの総合的な信頼性研究

高温超電導ケーブルを社会の重要なインフラである電力供給システムに適用するためには、高温超電導ケーブル単体のさらなる低損失化や低コスト化を図るだけでなく、線路建設、運用、保守を含めたトータルシステムとしての総合的な信頼性を確立することが要求される。そのため、実系統に連系した実負荷での実証試験は不可欠であり、高温超電導ケーブルシステムの安全性や信頼性の知見を得るための総合的な信頼性研究を実施する。

(ア) 高温超電導ケーブルの重要要素技術の検証

重要要素技術が、実系統連系に適用し得る次の性能、機能を有することを模擬システムにて検証する。

- 1) 交流損失：1W/m/1相（3心一括型高温超電導ケーブル（66kV、2kA）、150mmφ管路収容）
- 2) 短絡電流：31.5kA-2秒の短絡電流
- 3) 中間接続部の導体接続損失：2kA通電相当で1μΩ/相以下

(イ) トータルシステム等の開発

1) 高温超電導ケーブルシステムの線路建設、運転監視、運用・保守等を検討し、トータルシステム構築要領を作成する。

(ウ) 送電システム運転技術の開発

1) 高温超電導ケーブルの運転技術が、既存送電システムの運転技術と整合するための課題を整理する。

(エ) 実系統における総合的な信頼性の実証

1) 実系統連系試験サイトを決定するとともに、実系統連系試験基本計画書を作成する。

(2) 超電導ケーブルの適用技術標準化の研究

超電導ケーブルは、エネルギーの高効率な輸送だけでなく、系統安定化にも大きな効果が期待される。その早期の市場導入や実用化を円滑に進めるためには、冷却設備における規制緩和や運転管理などを考慮した既存電力ネットワークとの整合を取るための適用技術を標準化することが必要である。

(ア) 超電導ケーブルの適用技術の評価項目や冷却設備の法規制のあり方の概要を取りまとめるとともに、超電導送電システムの国際規格化を進めるための標準化項目を作成する。

[21年度業務実績]

プロジェクトリーダーを東京電力株式会社技術開発研究所長 原 築志氏に交代し、以下の研究開発を実施した。なお、プロジェクト中間評価を行い、全般的に計画・達成状況において良い評価を得た。特にこれまで我が国の高温超電導ケーブル開発プロジェクトでは開発されたことのない中間接続部の開発を行っている点は高く評価された。

(1) 高温超電導ケーブルの総合的な信頼性研究

(ア) 高温超電導ケーブルの重要要素技術の検証

1) φ150mm管路に適用可能な、三心一括型高温超電導ケーブルを開発した。また、短尺（2m）ケーブル

にて、交流損失 0.8 W/m/ph @ 2 kA を達成した。

2) 短尺ケーブルにて、 31.5 kA 2秒の短絡電流でもケーブルにダメージがないことを確認した。

3) 中間接続部の導体接続モデルを作成し、抵抗が $1\ \mu\Omega$ /相以下であることを確認した。

尚、 30 m ケーブルと端末、ジョイント、冷却システムとを組み合わせて、検証試験を実施し、ケーブルシステムとしての所定の性能を確認した。

(イ) トータルシステム等の開発

- ・現地実証システムを実システムに接続する際に必要な遮断器等を選定し、構築するための要領を作成した。
- ・運転監視するための要領をまとめた。
- ・実証用ケーブルに必要な冷却システムの構成について検討し、冷凍機6台、ポンプ2台からなるシステムを設計した。

(ウ) 送電システム運転技術の開発

- ・高温超電導ケーブルの運転技術が、既存送電システムの運転技術と整合するか、平常時と異常時に分けて、それぞれの課題を整理した。
- ・平常時の運転について、超電導ケーブルを冷却する液体窒素の運転範囲について検討した。温度 $65\sim 77\text{ K}$ 、圧力 $0.2\sim 0.5\text{ MPa}$ 、流量 40 L/min で運転することとした。
- ・温度、圧力については、運転に関する課題を抽出し、それを解決する手法を検討した。
- ・温度制御については、ON/OFF運転を基本とし、基本動作の確認を 30 m ケーブル用冷却システムにて行い、運転データを収集した。
- ・圧力制御については、自然加圧、ヒータ加圧、ガス加圧を検討し、ヒータ加圧については、 30 m ケーブル用冷却システムにて検証し、基本動作の確認を行うことができた。
- ・異常時については、異常が起こる故障モードについて整理し、それぞれの故障が起こった場合の影響についてまとめ、課題を抽出した。

(エ) 実システムにおける総合的な信頼性の実証

- ・実システム連系試験のための基本計画を立案し、現地レイアウト、工事スケジュール等を作成した。
 - ・実証ケーブルに使用する線材約 110 km の製造を行った。
- また、平成21年度補正予算により以下を実施した。
- ・実システム連系試験を行う東京電力株式会社 旭変電所内での必要建屋について設計した。
 - ・実証用冷却システムに必要な、冷凍機、ポンプ、リザーバタンクなどの製造を行った。

(2) 超電導ケーブルの適用技術標準化の研究

- ・実証用ケーブルの適用する法・制度について確認した。法的には電気事業法に従うとし、技術的に高圧ガス保安法にも準拠させる。
- ・超電導ケーブル試験法に関する国際標準化を目指し、関係する機関（日本IEC TC20/TC90のアドホック委員会、日本CIGRE B1）と協議した。CIGRE B1のWGに参加することを決めた。WGへ提案するために、 30 m ケーブル試験項目、内容についてとりまとめた。

《10》 イットリウム系超電導電力機器技術開発 [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

(1) SME Sの開発研究

- ・高強度集合導体コイル試作、静的及び動的フープ応力に対する評価
- ・ $20\sim 40\text{ K}$ での絶縁性能データ採取、及びヒートパイプ冷却コイルの試作・評価
- ・ 2 GJ 級SME Sコイル基本システムの最適化及びクエンチ保護システムの検討開始
- ・磁場中高電流化のための組織制御技術開発継続
- ・極低コスト化のための高速製造技術及び接続・補修技術開発の継続

(2) 電力ケーブルの開発研究

- ・大電流・低交流損失ケーブルの損失中間目標値達成、三心ケーブル試作、大容量接続の端末試作
- ・高電圧・低誘電損失ケーブルの導体試作・評価、絶縁材料・絶縁構造の長期特性試験開始、接続部の設計開始
- ・低損失化のための特性均一化及び細線加工技術の課題抽出
- ・極低コスト化のための高速製造技術及び接続・補修技術開発の継続

(3) 電力用変圧器の開発研究

- ・ 2 kA 級巻線モデルの試作開始、低損失巻線モデルの評価継続、短絡巻線モデルの検証開始
- ・限流機能用小型巻線モデルの試作・評価継続
- ・ターボ圧縮機的设计・試作継続、小型タービン及び冷凍システムの高効率化検討
- ・低損失化のための特性均一化及び細線加工技術の課題抽出
- ・極低コスト化のための高速製造技術及び接続・補修技術開発の継続

(4) 超電導電力機器の適用技術標準化の研究

- ・超電導線関連技術標準化の平成21年度版通則素案作成
- ・超電導電力ケーブル関連技術標準化の平成21年度版試験方法素案作成
- ・超電導機器別特質国内規制緩和案作成

[21年度業務実績]

(1) SME Sの開発研究

- ・小口径コイルによる600MPa級フープ応力試験、イットリウム系集合導体による定格2kA級実規模コイルでの基礎検証試験を開始した。
 - ・電気絶縁2kV以上、冷却能力3W/m²の伝導冷却性能の検討、コイル・冷凍機間の熱交換損失を最小化する冷却システムの基本設計を実施した。
 - ・2GJ級SME Sコイル基本システムの最適化、クエンチ保護システムの検討を開始した。
 - ・磁場中特性向上技術開発において、超電導膜の厚膜化により5.5m長線材でI_c=26A/cm幅(77K, 3T)を達成した。(I_c:臨界電流)
 - ・極低コスト化のための高速製造技術開発を実施した(厚膜高速化を図りI_c=435A/cm幅(77K, 0T)を有する5.0m長線材を1.5m/hで作製)。
- (2) 電力ケーブルの開発研究
- ・大電流・低交流損失ケーブルの交流損失低減化技術(0.7W/m-相@3kA)、モデル導体の曲げ特性評価、5kA級電流リード試作・評価を行った。
 - ・高電圧絶縁・低誘電損失ケーブルの電気絶縁材料を選定し、ケーブル絶縁設計、終端接続部設計・試作、交流損失低減化技術(0.3W/m@3kA)の開発を行った。
 - ・MOD法線材の均一化技術開発(塗布プロセスでの幅方向膜厚分布発生機構の解明と改善方法考案)およびスリッター法による切断技術の開発を行った。(MOD法:有機酸塩原料を溶媒に溶解し、塗布焼成することで成膜する手法)
 - ・極低コスト化のための高速製造技術開発を実施した(PLD法長8.0m線材において3.0m/hで325A/cm幅を実現)。(PLD法:ターゲットにレーザーを照射して膜を形成する手法)
- (3) 電力用変圧器の開発研究
- ・低損失巻線モデルの検討、多層巻線モデル、短絡電流モデルの設計・試作を行った。
 - ・改良した小型膨張タービンの性能試験、小型ターボ式圧縮機の構造解析、熱交換器形状の小型化・効率化検討、冷却システムの設計検討を行った。
 - ・4巻線構造限流機能モデルの試作及び過大電流に対する限流性能特性試験、及び同試験結果に基づく数100kVA限流機能付加変圧器の設計検討を行った。
 - ・PLD及びMOD線材における特性均一化の技術開発、スクライピング加工技術の長尺化を行った。
 - ・極低コスト化のための高速製造技術開発を実施した(線材の高速製造が可能となる中間層の見直しを確認)。
- (4) 超電導電力機器の適用技術標準化の研究
- ・超電導線関連技術標準化の平成21年度版規格素案作成、国際合意の醸成を行った。
 - ・超電導電力ケーブル関連技術標準化の平成21年度版規格素案作成、国際合意の醸成を行った。
 - ・超電導機器別調査を実施した(技術動向調査、標準化ニーズ調査、環境側面・安全側面調査)。

《11》新エネルギー技術フィールドテスト事業 [平成19年度～平成25年度]

[21年度計画]

新エネルギー分野における太陽光発電、太陽熱利用、風力発電及びバイオマス熱利用技術の2010年度における我が国の導入目標達成に資するため、以下の研究開発を実施する。

(1) 太陽光発電新技術等フィールドテスト事業

平成21年度は平成20年度既契約分について設置を行い、また平成20年度以前に設置した1,643件の実証運転データを収集するとともに、太陽光発電設備システムを導入する事業者へ有用となる資料及び情報を提供するために、フィールドテストで取得したデータの集約、分析及び評価を実施する。平成21年度新規公募は行わない。

(2) 太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業

平成21年度は平成20年度既契約分について設置を行い、また平成20年度以前に設置した66件の実証運転データ等を収集するとともに、太陽熱利用システムを導入する事業者への有用となる資料及び情報を提供するために、共同研究先又は研究助成先から得られたデータの集約、分析・評価を実施する。平成21年度新規公募は行わない。

(3) 風力発電フィールドテスト事業(高所風況精査)

平成21年度は平成20年度に設置した10件(26地点)の観測データを継続して収集・解析し、風力発電導入に有用な情報として公表する。平成21年度新規公募は行わない。

(4) 地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業

平成21年度は、バイオマス熱利用について目に見えるモデル事例を作り出す、又は新規技術の有効性と信頼性を評価することを目的に平成19年度及び平成20年度に採択した11事業の実証研究を行い、得られた実証試験データをバイオマス熱利用システムを導入する事業者へ有用となる資料及び情報として提供するために、データの集約、分析及び評価を実施する。

[21年度業務実績]

(1) 太陽光発電新技術等フィールドテスト事業

平成21年度は平成20年度既契約分について設置を行い、また平成20年度以前に設置した1,707件(確定値)の実証運転データを収集するとともに、太陽光発電設備システムを導入する事業者へ有用となる資料及び情報を提供するために、フィールドテストで取得したデータの集約、分析及び評価を実施した。

(2) 太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業

平成21年度は平成20年度既契約分について設置を行い、また平成20年度以前に設置した63件（確定値）の実証運転データ等を収集するとともに、太陽熱利用システムを導入する事業者への有用となる資料及び情報を提供するために、共同研究先又は研究助成先から得られたデータの集約、分析・評価を実施した。

(3) 風力発電フィールドテスト事業（高所風況精査）

平成20年度事業が終了し、10件（26地点）の観測データを収集・解析した。

(4) 地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業

平成20年度までに契約した10件の実証運転試験を行った（採択11事業のうち1件については契約後に辞退）。実証運転を通して原料供給装置や前処理方法などの課題を明かとし、エネルギー需要に応じた安定運転が可能となるようにシステムに改善を加えた。また、木質原料の原料組成（含水率など）の変化や、そのエネルギー効率に及ぼす影響など、バイオマス熱利用システムを導入する事業者へ有用となる参考データを積み上げることができた。

《12》 太陽光発電システム等高度化系統連系安定化技術国際共同実証開発事業 [後掲：＜国際関連分野＞《1》参照]

《13》 太陽光発電システム等国際共同実証開発事業 [後掲：＜国際関連分野＞《2》参照]

《14》 米国ニューメキシコ州における日米スマートグリッド実証 [平成21年度～平成25年度]

基本計画に基づき、公募により委託先を選定し、事前調査を実施した。

具体的には、部分採択した企業の役割分担の明確化、及びシステムを構築する機器を相互接合するためのインターフェース部分の企業間の調整等を実施した。また、米国ニューメキシコ州実証サイトでの現地システム構築に係る現地調査、調整を実施した。その結果、本実証研究の基本計画を満足するためのシステム構築が可能となった。

②導入普及業務

[中期計画]

第2期中期目標期間においては、地球温暖化対策の追加・強化が図られる見通しであることを踏まえ、以下に留意しつつ実施する。

- ・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、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。
- ・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等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。
- ・新エネルギー等の加速的な導入促進のため、先進的な新エネルギー等導入事業を行う者に対し支援を行い、事業者レベルでの新エネルギー等の導入拡大を促す。
- ・新エネルギー等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。
- ・新エネルギーの導入に係る債務保証業務については、制度の安定運用を図りつつ、新エネルギーの導入目標達成に向けて適切な実施に努めるとともに、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の融資業務等の見直し（平成18年12月18日）」を踏まえ、当該制度の在り方及び機構で業務を実施する必要性について、第2期中期目標期間終了時に改めて検討し、結論を得る。

[21年度計画]

2010年における我が国の長期エネルギー需給見通し及び京都議定書目標達成計画の実現に向けて、新エネルギー等の加速的な導入促進を図るため、技術開発、フィールドテスト業務、実証業務と併せて導入普及業務を実施する。その際、予算の規模や性格、導入事業者を取り巻く情勢、外部要因等を考慮しつつ、各事業を効率的に実施する。また、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等に関する普及啓発活動、ビジョン策定活動、技術指導活動への支援を行う。

具体的には以下の事業を平成21年度に実施する。

《1》 地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業 [平成10年度～平成22年度]

[21年度計画]

地域レベルでの新エネルギー等及び省エネルギーの導入普及に向けた取組の円滑化を図るため、地方公共団体が当該地域においてそれらの導入普及を図るために必要となるビジョンの策定事業及びフィージビリティスタディ調査事業への支援を行う。

[21年度業務実績]

地方公共団体等が行う新エネルギー及び省エネルギーに係るビジョン策定等に必要調査事業129件に対してその事業費の一部を補助し、地方公共団体等が行う新エネルギー・省エネルギーの計画策定等に対する支援を行った。

新エネルギー：93件（内訳：地域エネルギービジョン策定調査41件、重点テーマに係る詳細ビジョン策定調査40件、事業化フィージビリティスタディ調査12件）

省エネルギー：27件（内訳：地域エネルギービジョン策定調査14件、重点テーマに係る詳細ビジョン策定調査10件、事業化フィージビリティスタディ調査3件）

新エネルギー・省エネルギー一体型：9件（内訳：地域エネルギービジョン策定調査7件、重点テーマに係る詳細ビジョン策定調査1件、事業化フィージビリティスタディ調査1件）

《2》新エネルギー等非営利活動促進事業 [平成15年度～平成22年度]

[21年度計画]

地域草の根レベルでの新エネルギー等及び省エネルギーの導入普及を図るため非営利民間団体等が行う新エネルギー等及び省エネルギーの導入普及に資する普及啓発事業への支援を行う。

[21年度業務実績]

非営利民間団体等が行う新エネルギー及び省エネルギーに係るセミナーや講演会、普及啓発イベントの開催、展示会への出展等の普及啓発事業27件に対してその事業費の一部を補助し、草の根レベルでの新エネルギー等の普及啓発活動に対する支援を行った。（新エネルギー：15件、省エネルギー：7件、新エネルギー・省エネルギー一体型：5件）

《3》省エネルギー・新エネルギー対策導入促進事業（新エネルギー対策導入指導事業） [平成16年度～平成21年度]

[21年度計画]

新エネルギー等の加速的な導入促進を図るため、地方公共団体等との密接な連携の下、セミナー・シンポジウムの開催、専門家派遣等を通じて新エネルギー等の導入のための情報提供や普及啓発を行うとともに、新エネルギー等に関する導入マニュアル、広報用メディアソフト等の作成を行う。

また、地方自治体等による、地域特性を考慮した地産地消型の新エネルギー等の導入の優れた取組として「新エネ百選」に選定された地域に対してセミナー等の支援策を実施する。

[21年度業務実績]

「新エネ百選」に選定された地域に対する支援セミナーを含め全国で84回のセミナー・シンポジウムの開催や専門家派遣を行うとともに、「新エネ百選」選定事業集、「新エネ百選」個別事例紹介リーフレット、新エネルギーマップ2009等を作成し、セミナー・シンポジウム等での配布やホームページへの掲載を行うなど、新エネルギー等に係る情報提供や普及啓発を行った。

《4》新エネルギー利用等債務保証制度 [平成9年度～平成24年度]

[21年度計画]

新エネルギーの導入促進を図るため、新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法第8条の主務大臣の認定を受けた利用計画を実施する事業者がその資金を金融機関から借り入れる場合に、その債務の一部について保証を行い、資金調達の円滑化を図る。

また、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の融資業務等の見直しについて（平成18年12月18日 経済産業省）」を踏まえ、当該制度の在り方及び当機構で債務保証業務を実施する必要性について検討する。

[21年度業務実績]

平成21年度においては、新規債務保証案件の採択はなかった。

一方、既債務保証案件のうち2件については、保証先事業者の経営状況悪化等による債務不履行により、貸出先金融機関に対して保証債務の履行を行った。今後、本求償債権の回収に関して求償先事業者と協議を行っていく。

《5》地熱開発促進調査 [昭和55年度～平成22年度]

[21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に、地熱開発促進調査を実施する。平成21年度においては、中小規模（1万kW未満）地熱開発を対象とした2～3年目の調査地点を中心に資源調査、環境調査及びそれら調査結果の総合評価を行う。また、調査終了地点について、速やかに発電所建設につながるよう適宜フォローアップを行う。

[21年度業務実績]

平成21年度は中小規模（1万kW未満）地熱発電開発を対象とし、3年目の1地域（池田湖東部地域）において資源調査、環境調査及びそれら調査結果の総合評価を実施した。

調査の結果、初期噴気による資源確認はできており、当初目標出力の地熱資源量の確認には至らなかったものの、事業者にて事業化実現に向けた検討を継続している。

また、平成13年度に大規模開発の有望地域として抽出した地域（地熱資源量 約95万kW）について、資源調査レビュー及び現況分析を行い、平成22年度以降の調査候補地点の絞り込みを行うなど、調査終了地点のフォローアップを行った。

《6》地熱発電開発事業 [平成11年度～平成22年度]

[21年度計画]

地熱発電は環境負荷の小さい純国産エネルギーとしてその開発促進が重要とされている一方、開発から運転までのリードタイムが長く、多額の投資が必要である。そのため、地熱発電所の建設を目的とした調査井の掘削、あるいは地熱発電施設の設置等（バイナリーサイクル発電施設設置は除く。）を行う地熱発電事業者に対する支援を行い、地熱発電開発の促進を図る。

[21年度業務実績]

地熱発電に係る調査井掘削事業1件（調査地点の透水性・温度状況の把握）及び坑井掘削等の地熱発電施設設置事業12件（発電出力13, 150kW 相当の回復及び増加）に対してその事業費の一部を補助し、地熱発電開発に対する支援を行った。

《7》中小水力発電開発事業 [平成11年度～平成22年度]

[21年度計画]

水力発電は環境負荷の小さい純国産エネルギーとしてその開発促進が重要とされている一方、開発地点の小規模化・奥地化に伴い初期投資が大きく、初期の発電単価が他の電源と比較して割高となる傾向にあるため、中小水力開発（1kW超3万kW以下）を行う事業者へ支援を行い、中小水力発電開発の促進を図る。

[21年度業務実績]

1kW 超え3万kW 以下の水力発電開発事業15件（発電出力112, 300kW）に対してその事業費の一部を補助し、中小水力発電開発に対する支援を行った。

<3>省エネルギー技術分野

[中期計画]

中国、インドを始めとするアジア諸国の高度経済成長を背景に、今後も世界のエネルギー需要の増加傾向が継続すると予想されている。一方で、エネルギー供給の中心地域である中東地域は政治的に不安定さが増す等の状況の下、世界のエネルギー需給構造は変化しつつあり、原油価格は過去最高水準で推移している。

また、「世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減する」という長期目標を我が国が世界に提案したほか、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書統合報告書が発表される等、所謂「ポスト京都」に向けて、温室効果ガスの排出量削減に向けた議論が活発化している。こうした中、我が国の省エネルギー技術は大きな期待を集めている。

一方、我が国においては、京都議定書（平成17年2月発効）の目標達成計画を策定したものの、平成17年度における我が国のエネルギー起源二酸化炭素排出量は基準年比13.6%増という状況にある。

こうした背景の下、機構の省エネルギーに関する取組としては、温室効果ガス排出量の大幅削減に貢献する革新技術の開発と、京都議定書目標達成計画のクリアという短期的目標への貢献の両立が求められるようになった。

①技術開発／実証

[中期計画]

技術開発／実証では、「新・国家エネルギー戦略」を受けて策定された「省エネルギー技術戦略」で示されたシナリオや技術ロードマップに沿って、実現性が高く、波及効果も含め省エネルギー効果が大きいテーマを重点課題に設定して開発を行う。

第2期中期目標期間においては、上記に加え、「Cool Earth 50」で提言された「世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減する」という目標に資する革新的技術の発掘と推進にも取り組む。具体的には、第2期中期目標期間中に発光効率40lm/Wを目指す有機EL照明技術の開発等を推進する。

加えて、情報量の爆発的増加に伴いエネルギー消費量の大幅増が予想されるIT分野における省エネルギー技術の開発や、交通流改善により自動車のエネルギー消費率削減を図るためのITS（Intelligent Transport Systems）技術の開発等を行う。

《1》エネルギー使用合理化技術戦略的開発 [平成15年度～平成22年度]

[21年度計画]

「新・国家エネルギー戦略」（2006年5月）で示された2030年までに更に30%以上のエネルギー消費効率の改善を図るという目標を達成するため、「省エネルギー技術戦略」に記載された技術を重点分野として明示した上で、大学、民間企業等に対して幅広く研究テーマの公募を行い、革新的な省エネルギー技術の先導研究から実用化開発、実

証研究までを産業、民生（家庭・業務）、運輸の各部門横断的に戦略的に行うことを目的とするものである。

平成21年度は、継続分41件のテーマを実施する。なお、継続テーマの実施体制変更に伴う実施者の公募を必要に応じて行う。新たなテーマの公募は行わない。

[21年度業務実績]

平成21年度は、継続の41テーマ（先導研究フェーズ27テーマ、実用化開発フェーズ9テーマ、実証研究フェーズ2テーマ、事前調査3テーマ）を実施した。また、外部有識者等による技術委員会を研究開発実施場所で開催するなど、円滑な事業の推進に努めた。

本事業では、実施期間を3年計画としているテーマについて、2年目に外部有識者による中間評価を行っており、平成21年度は、対象の15テーマ（先導研究フェーズ12テーマ、実用化開発フェーズ3テーマ）について中間評価を行った。その結果、先導研究フェーズは合格率100%（※1）、実用化開発フェーズは合格率100%（※2）となり、各テーマの進捗が順調と評価された。

また、平成21年度は、終了後に行う外部有識者による事後評価を、平成20年度終了の39テーマ（先導研究フェーズ：19テーマ、実用化開発フェーズ：13テーマ、実証研究フェーズ：2テーマ、事前調査：5テーマ）について行った。その結果、先導研究フェーズは合格率68.4%（※3）、実用化開発フェーズは合格率85%（※4）、実証研究フェーズは合格率100%（※5）、事前調査は合格率60%（※6）と評価された。

（※1）優良9テーマ、合格3テーマ、合格ライン未達0テーマ

（※2）優良3テーマ、合格0テーマ、合格ライン未達0テーマ

（※3）優良8テーマ、合格5テーマ、合格ライン未達6テーマ

（※4）優良10テーマ、合格1テーマ、合格ライン未達2テーマ

（※5）優良2テーマ、合格0テーマ、合格ライン未達0テーマ

（※6）優良1テーマ、合格2テーマ、合格ライン未達2テーマ

《2》省エネルギー革新技术開発事業 [平成21年度～平成25年度]

[21年度計画]

2008年3月、経済産業省が、世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比べて2050年までに半減するという長期目標を実現するために「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」を策定したことを受け、「エネルギー使用合理化技術戦略的開発」を見直し、実用化までにより多くの時間を要するものの大幅な省エネルギー効果が見込まれる技術の開発についても対象にする制度として新たに立ち上げることにした。

本制度は、エネルギーイノベーションプログラムの一環として実施し、大幅な省エネルギー効果を発揮する革新的な技術の開発により「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」に貢献することを目的とし、挑戦研究フェーズ、先導研究フェーズ及び事前研究を委託事業として研究開発を実施する。また、実用化開発フェーズ、実証研究フェーズを助成事業として民間企業等が実施する実用化開発を支援する。

平成21年度においては平成21年1月29日に公募を開始した。また、平成22年度新規採択に係る公募を年度内に実施する。

[21年度業務実績]

平成21年度は2度の公募を行い、民生分野で大きな省エネルギー効果が期待される超断熱真空ガラスの研究開発など、一次公募34テーマ（応募総数114件、倍率3.4倍）、二次公募16テーマ（応募総数85テーマ、倍率5.3倍）の計50テーマ（※）を採択した。

事業の実施に際しては、外部有識者等による技術委員会をNEDO内に限らず、実際の研究開発実施場所でも開催し、研究開発状況を確認した上で、課題や今後の計画についてアドバイスや議論を行うなど、円滑な事業の推進に努めた。

また、平成22年度新規採択に係る公募を平成22年3月15日から開始した。

（※）挑戦研究フェーズ6テーマ、先導研究フェーズ14テーマ、実用化開発フェーズ13テーマ、実証研究フェーズ1テーマ、事前研究16テーマ

《3》グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーンITプロジェクト）[平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

中期（2013年以降のポスト京都議定書）・長期（2030年）・超長期（2050年）までを視野に置き、データセンタの消費電力量を30%以上削減可能なエネルギー利用の最適化を実現するデータセンタに関する基盤技術確立と、ネットワーク部分の年間消費電力量を30%以上削減する革新的な省エネルギー化を可能とするネットワーク・ルータに関する要素技術の確立を目的に、産業技術総合研究所研究コーディネーター 松井 俊浩氏プロジェクトリーダーとし、平成21年度は以下の研究開発を実施する。

なお、研究開発項目①（1）（ア）、（ウ）及び（3）は新たに実施者を公募して実施する。

研究開発項目①「エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発」

（1）サーバの最適構成とクラウド・コンピューティング環境における進化するアーキテクチャーの開発

（ア）将来の進化を想定した低消費電力アーキテクチャーの開発

（イ）ストレージシステム向け省電力技術の開発

（ウ）クラウド・コンピューティング技術の開発

（2）最適抜熱方式の検討とシステム構成の開発

(3) データセンタの電源システムと最適直流通化技術の開発

(4) データセンタのモデル設計と総合評価

研究開発項目②「革新的省エネルギーネットワーク・ルータ技術の研究開発」

(1) IT社会を遠望した、情報の流れと情報量の調査研究

(2) 情報のダイナミックフロー測定と分析ツール及び省エネルギー型ルータ技術の開発

(3) 社会インフラとしてのネットワークのモデル設計と総合評価

[21年度業務実績]

平成21年度は、産業技術総合研究所研究コーディネータ 松井 俊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した。また、研究開発項目①の(1)(ア)、(1)(ウ)及び(3)については新たに実施者を公募採択した。

研究開発項目①「エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発」

(1) サーバの最適構成とクラウド・コンピューティング環境における進化するアーキテクチャーの開発

(ア) 将来の進化を想定した低消費電力アーキテクチャーの開発

・筐体内高密度・大容量接続による冷却消費電力削減に必要な光導波路や光コネクタ部など部品配置や筐体構造の最適化について設計指針を明確化した。

(イ) ストレージシステム向け省電力技術の開発

・設計・開発した逐次化書き込み方式や冗長性除去方式によって、アクセス性能を低下させずにストレージ容量が削減できる事を実証した。

(ウ) クラウド・コンピューティング技術の開発

・データ蓄積・配置・管理に関する理論モデルや検証プログラム、更に分散システムのプラットフォームテスト環境を開発した。

(2) 最適抜熱方式の検討とシステム構成の開発

・ヒートパイプスプレッドなど冷却構造の最適化や直接液冷技術による伝熱促進の改良により、実際に100WクラスのモデルCPUに適用できる抜熱システム技術を確認した。

・沸騰冷却性能や接触伝熱性能の高い技術を開発し、サーバ単体の冷却電力80%以上の削減を達成した。モデル計算での空冷データセンタの冷却電力20%以上削減を検証した。

(3) データセンタの電源システムと最適直流通化技術の開発

・500、2000kW直流電源システムのモデル構成を導出し、更にデジタル制御を用いた高速並列運転制御方式について設計を行い、電源の高効率運転による省電力化を達成するアダプティブマネジメント電源システム方式を策定した。

(4) データセンタのモデル設計と総合評価

・プロジェクト内の他開発技術や成果情報を収集・統合し、データセンタの省エネルギー化のロジックや省エネ指標の策定及び評価方法を開発した。

研究開発項目②「革新的省エネルギーネットワーク・ルータ技術の研究開発」

(1) IT社会を遠望した情報の流れと情報量の調査研究

・従来のパケット交換網と光バス網など新しいルーティング方式を組み合わせる方式のモデル評価を行い、2030年までの変動予測に基づく国内消費電力が、現行のパケット交換網に比べ約2/3に削減できる可能性を確認した。

(2) 情報のダイナミックフロー測定と分析ツール及び省エネルギー型ルータ技術の開発

・トラフィック観測や最適性能予測技術に必要な転送性能に関する判定精度技術を開発し、データ流量適応型ルータ制御技術及びソフトウェアの試作を行った。

(3) 社会インフラとしてのネットワークのモデル設計と総合評価

・トラフィックの変動特性に応じたパス制御基本方式の検討を行い、またカットスルールーティング・ノードシステムの基本機能評価の検討により、省電力効果の有効性について検証した。

《4》エネルギーITS推進事業 [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

自動運転、隊列走行の要素技術確立と、国際的に信頼されるITS (Intelligent Transport Systems) によるCO₂削減効果評価方法の確立を目的に、名城大学工学部教授 津川 定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①「協調走行(自動運転)に向けた研究開発」

(1) 全体企画、実証実験及び評価

平成20年度に購入した車両を改造し、自動運転実験車と隊列走行実験車のプロトタイプを製作するとともに、プロトタイプ実験車を用いて、自動運転・隊列走行のための各要素技術の機能・性能試験を開始する。

(2) 自律走行技術、周辺協調走行技術の開発

平成20年度に引き続き、以下の開発項目を実施する。

(ア) 自律走行技術の開発

(イ) 走行環境認識技術の開発

(ウ) 位置認識技術の開発

- (エ) 車車間通信技術の開発
- (オ) 自動運転・隊列走行技術の開発
- (カ) 省エネ運転制御技術の開発

研究開発項目②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」

平成20年度に引き続き、以下の研究開発を実施する。

- (1) ハイブリッドシミュレーション技術開発
- (2) プローブによるCO₂モニタリング技術の開発
- (3) 車両メカニズム・走行状態を考慮したCO₂排出量推計モデル
- (4) 交通データ基盤の構築
- (5) CO₂排出量推計技術の検証
- (6) 国際連携による効果評価手法の相互認証

[21年度業務実績]

平成21年度は、名城大学工学部教授 津川 定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した。

研究開発項目①「協調走行（自動運転）に向けた研究開発」

- (1) 全体企画、実証実験及び評価

平成20年度に引き続き、自動運転・隊列走行に関するワークショップ及び海外技術調査を実施した。

また、平成20年度に購入した車両を改造し、自動運転実験車と隊列走行実験車のプロトタイプを製作すると共に、プロトタイプ実験車を用いて、自動運転・隊列走行のための各要素技術の機能・性能試験を開始した。

- (2) 自律走行技術、周辺協調走行技術の開発

- (ア) 自律走行技術の開発

プロトタイプ実験車の車両運動モデルと自律走行制御モデルの詳細設計を行った。

また、安全性・信頼性に関する基準原案作成、フェイルセーフ車両制御コントロール装置の製作・評価、操舵角度検出装置の設計、自動ブレーキ制御装置の設計、及び車輪速度センサのインタフェース装置の設計・製作を行った。

- (イ) 走行環境認識技術の開発

パッシブ方式センサ利用認識技術について、道路情報を利用した統合型認識アルゴリズムを開発すると共に、ステレオ画像による歩行者認識アルゴリズムの詳細設計、投光式高速ビジョンセンサの自動運転・隊列走行用センサとしてのアルゴリズム改良と白線認識性能調査を行った。

アクティブ方式センサ利用認識技術について、白線認識装置の原理機の製作・評価を行うと共に、車間距離検出アルゴリズムの詳細設計と実車走行評価を行った。

センサフュージョン技術について、道路・立体物検出基本アルゴリズムとスキャンレーザレンジファインダからのデータを用いた道路・立体物検出フュージョンアルゴリズムの開発、道路・立体物検出データと3D道路地図データを利用したマップマッチングアルゴリズムと障害物認識アルゴリズムの開発を行った。

また、白線画像認識装置の道路情報を用いたソフト改良と、総合走行環境認識装置の開発を行った。

- (ウ) 位置認識技術の開発

平成20年度に策定した位置認識技術の仕様について、見直しを行った。

また、リアルタイム自己位置標定装置と走行データ生成装置の開発、自車位置推定基本アルゴリズムの検証・問題点整理、実験コースの目標走行路軌跡関数ソフトの設計、自車位置標定アルゴリズムと目標走行路軌跡生成アルゴリズムを実装した位置認識装置の設計・製作を行った。

- (エ) 車車間通信技術の開発

車車間通信装置の制御ソフトの設計と、車両制御システム仕様に基づいた通信基本プロトコルの設計を行った。

- (オ) 自動運転・隊列走行技術の開発

隊列走行システムの詳細設計を行うと共に、隊列走行制御モデルの詳細モデル設計、隊列走行シミュレータのレーンチェンジ・合流等の機能追加、隊列形成システムの車両制御コンピュータ用ソフトウェアの設計、レーンチェンジ目標走行軌跡生成アルゴリズムの性能検証及びシステム故障時対応アルゴリズムのシステム故障推定のための要件整理・基本仕様策定を行った。

また、自動運転システムの各制御ブロックの詳細設計を行うと共に、自動運転制御モデルの詳細モデル設計、自動運転シミュレータの障害物回避等の機能追加、自動運転衝突防止用目標操舵・目標速度生成アルゴリズムの基本制御アルゴリズムの設計、ドライバモデルの基本設計及び自動運転車-非自動運転車の交差点走行アルゴリズムの基本アルゴリズムの開発を行った。

- (カ) 省エネ運転制御技術の開発

隊列走行の省エネ効果予測について、実車での隊列走行時の燃費計測を行った。

また、運転者のエコドライブ運転行動解析の追加解析実験とドライバモデルベース省エネ運

転制御アルゴリズムの基本ドライバモデルの設計、省エネ運転速度制御モデルの基本制御アルゴリズムの設計及び交差点走行制御の基本アルゴリズムの設計を行った。

研究開発項目②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」

- (1) ハイブリッドシミュレーション技術開発
ハイブリッド交通流シミュレーションフレームワーク理論の構築を行った。また、広域シミュレーションモデルの開発に着手した。
- (2) プローブによるCO₂モニタリング技術の開発
平成20年度に引き続き、インフラセンサデータとの融合技術の開発を行うと共に、CO₂排出量推計を実現する技術の開発と高速道路や主要幹線道路についての推計を行った。また、プローブデータのみからCO₂排出量推計に必要な交通量の情報を推定する技術の検討を行った。
- (3) 車両メカニズム・走行状態を考慮したCO₂排出量推計モデル
ハイブリッド車等についてのCO₂排出量モデルの検討を行った。また、マイクロ交通流シミュレーションの仕様検討、シミュレーション結果を用いたCO₂排出量推計を行った。
- (4) 交通データ基盤の構築
交通関連の多様なデータを収集すると共に、XMLを用いたデータウェアハウスの構築を開始した。
- (5) CO₂排出量推計技術の検証
平成20年度に引き続き、交通流シミュレーション、プローブによるCO₂モニタリング技術、CO₂排出量モデルについて、それぞれの検証方法や検証用データの検討を行った。また、検証の試行と課題抽出を行った。
- (6) 国際連携による効果評価手法の相互認証
欧州だけでなく北米の研究者も含めた国際共同研究体を組織し、国際的な議論を行った。また、交通流シミュレーション、CO₂モニタリング技術による交通状態の出力仕様及びCO₂排出量推計モデルによるCO₂排出量の出力仕様を検討し、入力データと検証用データについて、出力仕様を満足させるためのデータの量と質に関する整理を行った。

《5》革新的ガラス溶融プロセス技術開発 [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

ガラス産業において最もエネルギーを消費するガラス原料溶解工程全般にわたる革新的省エネルギー技術を確立することを目的に、独立行政法人物質・材料研究機構ナノ物質ラボ長 井上 悟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①「インフライトメルティング技術開発」

- (1) ハイブリッド加熱試験装置における多相アーク電極の冷却システムを改良し電極消費量を低減するとともに、プラズマ及びハイブリッド加熱によるガラス化率、成分揮発量への影響を調査する。また、溶融粒子計測装置を購入し完成させる。
- (2) 製作した直接観察炉によりガラス融液内に発生する気泡の動的変化を定量的に抽出するとともに、気泡内部ガスを分析する装置を製作しインフライトメルティング試料に関する解析を開始する。
- (3) インフライトメルティング実験装置にメルト採取装置を組み込み溶融体としてのガラスの品質評価を行う。
- (4) 試験炉の試験結果及びモデル実験等の結果を反映し、燃焼室形状の適正化及びカレットを溶融可能とするための試験炉の改造、一週間程度の連続運転等を行い、最適条件を探索する。
- (5) 試験炉へ供する造粒体の製造及び得られたガラスの評価を実施する。
- (6) ガラス融液とカレット融液との混合攪拌モデルを構築しシミュレーション評価を可能にする。
- (7) 溶融炉におけるガラス接液部の耐火物浸食を予測するモデルを作成し、炉形状と温度分布の適正化及び溶融炉の耐用年数予測を可能にする。

研究開発項目②「ガラスカレット（再生材）高効率加熱技術開発」

- (1) カレット予熱装置を製作し、最適な運転条件とカレット粒径を探索する。
- (2) カレット供給装置を作製し、インフライトメルティング法によるカレット粒子溶融のための最適粒径を検討する。

研究開発項目③「ガラス原料融液とカレット融液との高速混合技術開発」

- (1) 攪拌装置を1 t / d 溶融試験炉に設置し、攪拌実験を実施する。
- (2) 攪拌装置の運転条件とガラス均質度及び気泡に与える影響を評価し、均質度改善に効果的な攪拌装置と運転条件を探索する。
- (3) 泡と脈理の画像解析により泡の大きさ分布及び脈理の長さ分布の評価方法を検討する。

[21年度業務実績]

平成21年度は、独立行政法人物質・材料研究機構ナノ物質ラボ長 井上 悟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①「気中溶解（インフライトメルティング）技術開発」

- (1) ハイブリッド加熱試験装置の酸素炎の周囲にプラズマアークを形成する多相アーク発生方法を

- 検討し、比較的安定なアークを得る電極配置や位相順序等について知見を得るとともに、多相アーク電極の冷却システム及び電源システムを改良し、電極消費量を低減した。プラズマ及びハイブリッド加熱によるガラス化率、成分揮発量への影響を調査した。また、熔融粒子計測装置を購入し、必要なレンズ使用の適正化を行い、ハイブリッド加熱試験装置の組み立てを完了した。
- (2) ガラス融液内に発生する気泡の動的変化を定量的に抽出した。また、インフライトメルティングによるガラス化率、成分揮発量への影響の調査等を開始した。
 - (3) インフライトメルティング実験装置にメルト採取装置を組み込み、溶融体としてのガラスの品質評価を実施した。
 - (4) 1 t / d 熔融試験炉の試験結果及びモデル実験等の結果を基に、燃焼室形状の適正化及びカレットを溶融可能とするための試験炉の改造を行い、36時間の連続運転を実施した。熔融試験炉に使用する炉材の異種適用試験と評価を開始し、最適条件の探索に着手した。
 - (5) ホウ酸残存率向上のためのガラス原料造粒体の製造条件を検討及び製造を行った。また、得られたガラス原料造粒体を溶融したガラスの評価を実施した。
 - (6) ガラス融液とカレット融液との混合攪拌モデルを構築した。
 - (7) 熔融炉におけるガラス接液部の耐火物侵食を予測するモデルを作成し、炉形状と温度分布の適正化及び熔融炉の耐用年数予測に着手した。

研究開発項目②「ガラスカレット（再生材）高効率加熱技術開発」

カレット予熱装置とカレット供給装置を作製し、インフライトメルティング法によるカレット粒子溶融のための最適粒径の検討を開始した。カレット予熱に適するロータリー式加熱炉を平成20年度に作製した1 t / d 熔融試験炉に設置した。

研究開発項目③「ガラス原料融液とカレット融液との高速混合技術開発」

- (1) 攪拌装置を1 t / d 熔融試験炉に設置し、攪拌実験に着手した。
- (2) 攪拌装置の運転条件とガラス均質度及び気泡に与える影響を評価し、均質度改善に効果的な攪拌装置と運転条件の探索を開始した。
- (3) シュリーレン像による泡と脈理の画像解析により、泡の大きさ分布及び脈理の相関確率分布の評価方法を検討した。

《6》資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス要素技術開発【課題助成】[平成21年度～平成23年度]

[21年度計画]

鉄鋼業における資源対応力強化と革新的省エネルギー技術を確立するため、民間企業等が実施する以下の実用化開発を支援する。平成21年度は、実施者の公募を行い、実施体制を構築する。

研究開発項目①「革新的塊成物の組成・構造条件の探索」

革新的塊成物の最適成型技術を確立するため、以下の技術開発を行う。

- (1) 実験室規模小型成型試験
- (2) 連続成型設備（30 t / d）の開発
- (3) 塊成物強度向上のためのバインダー探索

研究開発項目②「革新的塊成物の製造プロセスの開発」

目標とする品質を持った革新的塊成物を連続的かつ安定に製造するための製造技術を確立するため、以下の技術開発を行う。

- (1) 実験室規模炉乾留試験
- (2) 30 t / d 規模パイロット型乾留炉の設計
- (3) 30 t / d 規模パイロット型乾留炉の建設と実証

研究開発項目③「革新的塊成物による高炉操業プロセスの開発」

革新的塊成物の高炉内挙動を再現する高炉シミュレータを構築し、モデル計算によって革新的塊成物の高炉操業に及ぼす影響と効果を確認し、最適高炉操業技術を開発するため、以下の技術開発を行う。

- (1) 高炉内反応効率改善のための炉内配置の適正化
- (2) 高炉内反応平衡制御のための操業条件の適正化

[21年度業務実績]

平成21年度は、実施者の公募を行い、以下の実用化開発を支援した。

研究開発項目①「革新的塊成物の組成・構造条件の探索」

- (1) 実験室規模小型成型試験機を用いて、均一化が困難な密度の異なる石炭・鉍石についてバインダーの添加量、攪拌温度、攪拌速度（攪拌機の回転数）などの適正成型条件を探索し、最適な条件設定の目処を得た。また、塊成物同士の融着を防止するための条件探索を行い良好な条件を得た。
- (2) 革新的塊成物のパイロット規模連続成型設備の開発に着手した。
- (3) 冷間成型性及び乾留後強度の向上と低品位炭使用量を増加させるための新規バインダーの探索を実施し、バインダー種や配合量による塊成物の強度への影響等の調査を開始した。

研究開発項目②「革新的塊成物の製造プロセスの開発」

- (1) 実験室規模小型乾留試験炉を用いて、パイロット規模（30 t/d）の堅型連続乾留を実現するための炉内温度最適条件（温度、温度勾配）を検討し、温度勾配を変えて最適な乾留試験範囲の探索を行った。
- (2) パイロット規模（30 t/d）堅型乾留炉の設計を実施した。
- (3) パイロット規模（30 t/d）堅型乾留炉の建設を開始した。

研究開発項目③「革新的塊成物による高炉操業プロセスの開発」

- (1) 炉内配置の適正範囲を求めるため高炉内高さ（層厚）方向、円周（層内）方向について均一混合する装入技術の開発を高炉装入シミュレーターを用いて実験し、最適範囲の目処を得た。
- (2) 熱保存帯温度を低下させる原料混合条件の検討を開始し、熱保存帯温度低下効果を取り入れた新塊成物の反応モデルを開発した。このモデルを高炉トータルモデルに統合し革新的塊成物を使用した高炉操業シミュレーションを可能とする環境の構築に着手した。

《7》次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業【課題助成】

[平成21年度～平成22年度]

[21年度計画]

2008年3月に策定された「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」において、家庭、オフィスビル等の直流化など抜本的な省エネルギー技術についても検討を行う必要があるとされており、長期的視野からも電力供給の直流化は、重要な研究課題である。

そこで、将来住宅内における低電圧の直流配線が普及し、既存の交流配線と併用される時代に備え、その第一ステップとして直流システムの技術開発を行い、省エネルギー効果を実証するため、民間企業等が実施する以下の研究開発項目における実用化開発を支援・実施する。平成21年度は実施者の公募を行い、実施体制を構築する。

研究開発項目①「住宅内交流・直流併用システムの実証」（助成）

- (1) 低電圧（48V以下）直流配線の実住宅での設置
- (2) 安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討
- (3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討

研究開発項目②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」（助成）

直流配線、交流配線等ネットワークの融合の検討及び直流通続機器の統括制御の可能性の検討を行う。

研究開発項目③「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」（委託）

有識者の衆智を集め、研究開発項目①、②の中間報告等も活用し、住宅内配線の将来あるべき姿に関して調査・検討を行い、20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す。

[21年度業務実績]

平成21年度は、実施者の公募を行い、以下の実用化開発を支援・実施した。

研究開発項目①「住宅内交流・直流併用システムの実証」（助成）

- (1) 低電圧（48V以下）直流配線の実住宅での試作・設置を行った。
- (2) 直流漏電検知方式の選定及び機能回路試作を行った。
- (3) 太陽電池出力の協調制御可能な機能モデル、双方向AC-DCコンバータの機能評価モデルの試作を行った。

研究開発項目②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」（助成）

通信機能、データ処理機能、及び表示機能を備えた表示器の試作及び省エネルギー制御アルゴリズムの試作を行った。

また、直流配線に繋がる全ての機器で、高速通信を実現するための方式、交流配線、無線通信ネットワークとの融合について、通信方式の検討と効果の定量的確認を行った。

研究開発項目③「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」（委託）

有識者の衆智を集め、研究開発項目①、②の中間報告等も活用し、住宅内配線の将来あるべき姿に関して、業界へのヒアリング調査と海外調査を行ない、将来の省エネルギーの可能性について調査した。

《8》次世代建築物制御技術標準化実証事業 [平成21年度補正]

[21年度業務実績]

ビル内における設備・技術を統合、管理し、省エネルギー化の普及を図るため、中小ビルにも導入可能なビルエネルギー管理システムインターフェース標準化の技術開発及び実証研究について、公募により採択した8件を支援した。主な支援内容は以下の通りである。

- ・異なる設備メーカー間の相互接続環境を実現し、制御システムのインターフェースや通信データ仕様を標準化するための実証研究
- ・建築物全体の管理システムと制御対象機器とがデータ交換する標準化モデルを作成し、接続性と信頼性等を確立するための実証研究
- ・ネットワークを経由し、セキュリティが確保された遠隔での計測・制御に関する実証研究

《9》次世代省エネルギー等建築システム実証事業 [平成21年度補正]

[21年度業務実績]

2030年までにビルにおける年間のCO₂排出量を概ねゼロとするゼロ・エミッション・ビルの実用的概念の確立と普及を図るため、自然エネルギーの活用技術や省エネルギー設備技術などの省CO₂を実現する複数の技術等を新たに組み合わせた実証研究について、公募により採択した8件の技術開発及び実証の設計を支援した。

②導入普及業務

[中期計画]

我が国は、地球温暖化問題に関して、平成17年2月の京都議定書発効を受け同年4月に京都議定書目標達成計画を策定し、これまで温室効果ガス排出削減に取り組んでおり、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ことが必要である。

第2期中期目標期間においては、2010年における国の長期エネルギー需給見通し及び京都議定書目標達成計画の実現に向けた短期対策として、以下に留意しつつ実施する。

- ・全体として我が国のエネルギー使用の合理化が推進されるような案件選定・採択を行う。
- ・産業部門においては、産業間連携等により更なる省エネルギーが推進されるよう、また、エネルギー消費の伸びが著しい民生・運輸部門においては、実効性のある省エネルギー施策が推進されるよう導入普及事業を適切に実施する。特に民生部門については、省エネルギー推進対策として、住宅・建築物に省エネルギー性の高い高効率エネルギーシステムの導入促進を図るとともに、性能、費用対効果等の情報を取得し公表することにより、住宅・建築物に対する省エネルギー意識の高揚を図る。
- ・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に係る普及啓発活動、ビジョン策定活動への支援を行う。

[21年度計画]

2010年における我が国の長期エネルギー需給見通し及び京都議定書目標達成計画の実現に向けて、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。その際、以下に留意しつつ、予算の規模や性格、導入事業者を取り巻く情勢、外部要因等を考慮しつつ、各事業を効率的に実施する。

- ・全体として我が国のエネルギー使用の合理化が推進されるような案件選定・採択を行う。
- ・産業部門においては、産業間連携等により更なる省エネルギーが推進されるよう、また、エネルギー消費の伸びが著しい民生・運輸部門においては、実効性のある省エネルギー施策が推進されるよう導入普及事業を適切に実施する。特に民生部門については、省エネルギー推進対策として、住宅・建築物に対し、省エネルギー性の高い高効率エネルギーシステムの導入促進やその性能、費用対効果等の情報の取得・公表を図ることにより、住宅・建築物に対する省エネルギー意識の高揚を図る。
- ・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に係る普及啓発活動、ビジョン策定活動への支援を行う。
具体的には以下の事業を平成21年度に実施する。

《1》エネルギー使用合理化事業者支援事業 [平成10年度～平成24年度]

[21年度計画]

事業者の更なる省エネルギーを進めるための取組を強力に支援し、支援プロジェクトの内容を広く普及することにより、一層の省エネルギーの取組を促進し、エネルギー使用の合理化を総合的に推進する。特に、複数企業連携事業、大規模省エネルギー設備の導入事業、高性能工業炉の導入事業、運輸関連事業等について更に取組を強化していく。

[21年度業務実績]

公募（2次公募を含む）を実施し、重点取り組みについては、大規模省エネルギー事業で2件、高性能工業炉の導入事業で4件、運輸関連事業等で181件の採択を行った。全体では、産業部門で79件、民生部門で45件、運輸部門等で181件の計305件に対してその事業費の一部を補助し、事業者による省エネルギーの取り組みに対する支援を行った。新規採択に係る想定省エネルギー効果は約26.7万k1（原油換算）である。

《2》住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業 [平成11年度～（BEMS：平成14年度～）～平成22年度]

[21年度計画]

建築物への省エネルギー性の高い高効率エネルギーシステムの導入に対して支援を行うとともに、その性能、費用対効果等の情報を取得しそれを公表することにより、建築物に対する省エネルギー意識を高揚させる。住宅についても導入された省エネルギー性の高い高効率エネルギーシステムの性能、費用対効果等の情報を取得しそれを公表することにより、住宅に対する省エネルギー意識を高揚させる。併せて、機器のエネルギー需要を管理するBEMS（ビル・エネルギー・マネジメント・システム）の導入に対して支援を行い、機器の最適な制御や運転管理によって業務用ビル等におけるエネルギーの効率的な利用を図り、省エネルギーの普及促進を図る。

[21年度業務実績]

建築主等が行う建築物への高効率エネルギーシステムの導入事業23件に対して事業費の一部を補助し、建築物への省エネルギー設備の導入に対する支援を行った。(想定省エネルギー効果合計：2,249k1(原油換算))

また、建築主等が行う建築物へのBEMSの導入事業18件に対して事業費の一部を補助し、建築物の運用段階における省エネルギー対策の支援を行った。(想定省エネルギー効果：1,404k1(原油換算))

併せて、過年度の補助事業者(住宅：4,074件、建築物：87件、BEMS：209件)から取得した高効率エネルギーシステム等に関する情報を調査・分析し、その性能や費用対効果等の結果を成果発表会やホームページで広く一般に公表することにより、住宅・建築物に対する省エネルギー意識の高揚を図った。

《3》温室効果ガス排出削減支援事業 [平成15年度～平成24年度]

[21年度計画]

中小企業等の温室効果ガス削減対策を進めるため、中小企業等における省エネルギー設備導入プロジェクトを支援することにより、事業者の一層の省エネルギーへの取組を促すとともに、中小企業等の温室効果ガス排出削減の認証・取引制度整備に寄与することを目的とする。

[21年度業務実績]

中小企業者による「国内クレジット制度」への参加を促すべく、波及効果の高い省エネルギー設備導入プロジェクトを公募、72件の応募があり26件を採択した(内4件取下げ)。採択者によるCO₂排出削減量は6,462t/年が見込まれ、「国内クレジット制度」の排出削減方法論の拡大・拡充に寄与し、排出削減認証・取引制度整備に貢献した。

《4》エネルギー供給事業者主導型総合省エネルギー連携推進事業 [平成17年度～平成21年度]

[21年度計画]

エネルギー供給事業者が、消費者にエネルギーを供給している事業者にしか持ち得ない専門知識やエネルギー使用状況に関する情報の蓄積等を活用しつつ、地域特性に精通している地方公共団体等と連携して策定した省エネルギー連携導入計画により実施される省エネ設備の導入事業について支援を行い、省エネルギーの普及促進を図る。

[21年度業務実績]

エネルギー供給事業者と地方公共団体との連携の下で実施される建築物への省エネルギー設備の導入事業1件に対してその事業費の一部を補助し、地域における省エネルギーの効果的な推進に対する支援を行った。(想定省エネルギー効果：1,007k1(原油換算))

《5》地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業 [再掲：<新エネルギー技術分野>《1》参照]

《6》新エネルギー等非営利活動促進事業 [再掲：<新エネルギー技術分野>《2》参照]

<4>環境調和型エネルギー技術分野

①技術開発/実証

[中期計画]

我が国は、化石エネルギー利用の技術分野において、過去の貴重な経験を生かし、NO_x/SO_x/煤塵等、地域の環境問題への対応に関する世界トップクラスの技術を有している。また、化石エネルギーの大部分を輸入に依存していることから、産業分野においてエネルギー原単位を低減するための省エネルギー技術についても、世界最先端の水準にある。このような状況の中、我が国の産業競争力の更なる向上を図るため、石炭等の化石エネルギーの利用効率をより一層高めることも重要である。一方、近年アジア地域を中心とした経済の伸長により、世界のエネルギー需要が着実に増加すると予想されており、また、CO₂等の地球温暖化ガスの排出量の抑制は、地球環境問題への対応のために、益々その重要性を増している。さらに、水銀等の微量金属の排出規制強化も重要な課題として取り上げられようとしている。このような状況の下、我が国の環境調和型エネルギー技術開発は、地域の環境問題への対応や地球規模の環境問題への対応のみならず、化石エネルギーの安定供給対策も視野に入れた包括的かつ戦略的な技術開発を進めていく必要がある。

第2期中期目標期間においては、地域の環境問題への更なる対応、CO₂問題等地球規模の環境問題への対応及び化石エネルギー資源の安定供給への対応を推進するために、発電分野におけるCO₂のゼロエミッション化を目指し、石炭ガス化プロセスからCO₂を分離・回収するための技術開発、我が国におけるCCS(Carbon dioxide Capture and Storage)の実施可能性調査、製鉄プロセスから排出されるCO₂を大幅に低減

するための革新的な技術開発及び石炭利用に係る微量成分の環境への影響を低減するための技術開発等を実施する。また、石炭ガス化プロセスからのCO₂分離・回収技術開発については、CO₂を99%以上の純度で分離・回収する技術等を確立する。

《1》高効率天然ガスハイドレート製造利用システム技術実証研究 [平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

地方都市の中小規模需要や簡易ガス事業者に対する新たな天然ガスの供給手段を提供するため、ガスハイドレート化技術を利用した天然ガス供給システムを確立することを目的に、平成21年度は三井造船株式会社天然ガスハイドレートプロジェクト室主管 内田 和男氏をプロジェクトリーダーとし、以下の開発を行う。

研究開発項目①「多成分系の混合ガスハイドレート製造技術開発」

柳井発電所に建設したエタン・プロパン等を含んだ多成分混合ガスである天然ガスを用いてガスとほぼ同一成分比率となるNGH製造設備の実証運転を実施する。

研究開発項目②「未利用冷熱利用によるNGH生成熱除去技術開発」

LNG未利用冷熱を利用して連続生成するため、柳井発電所に建設したLNG冷熱利用システムの実証運転を実施する。

研究開発項目③「NGH配送・利用システムの開発」

製作済みの車載型NGH輸送・貯蔵・再ガス化容器について実証運転を実施する。

[21年度業務実績]

平成21年度は三井造船株式会社天然ガスハイドレートプロジェクト室長 内田 和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した。

研究開発項目①「多成分系の混合ガスハイドレート製造技術開発」

エタン・プロパン等を含んだ多成分混合ガスである天然ガスを用いて、ガスとほぼ同一成分比率となるNGH（天然ガスハイドレート）製造設備建設・立ち上げ試験運転を完了、引き続きNGH生成能力試験、ペレット成型試験を実施し、5トン/日のNGH生成及び成型を確認し、製造システムの基本性能を実証した。

研究開発項目②「未利用冷熱利用によるNGH生成熱除去技術開発」

LNG未利用冷熱を利用して連続生成するため、LNG冷熱により凝縮・過冷却する中間冷媒を用いたLNG冷熱利用システムを完成し、実証試験により冷熱利用を実証するとともに、既存LNG基地における発電設備への外乱/影響のないことを確認した。

研究開発項目③「NGH配送・利用システムの開発」

車載型NGH輸送・貯蔵・再ガス化容器を製作し、中小規模需要家設備及び小規模需要家設備への配送によりペレットの輸送時安定性を実証した。また、中小規模需要家設備ではガスエンジンへのガス供給、ガス組成分析を実施し、安定ガス供給を実証した。これらによりNGHの配送・利用を実証した。

最終年度である平成21年度は、上記各研究開発項目の実証を実施し、基本計画の目標である「NGH製造設備（5～10t/日）を開発し、長期間連続運転が可能であることを実証する。」を達成した。

研究期間中には21件の特許を出願したほか、バンクーバーで開催された「The 6th International Conference of Gas Hydrate」での外部発表をはじめ、国内外を問わず研究内容及び成果について積極的な普及活動を行った。また、平成20年度7月に開催された日本伝熱学会では、第21回日本伝熱学会技術賞を受賞した。

《2》クリーン・コール・テクノロジー推進事業 [平成4年度～]

[21年度計画]

石炭利用に伴い発生するCO₂、SO_x、NO_x等による地球環境問題への対応、並びにエネルギー需給の安定化等への対応を図るため以下の項目を実施する。

事業項目①「CCT開発等先導調査及びその他CCT推進事業」においては、石炭ガス化技術を活用したコプロダクション技術の開発など、CCT開発関連の先導調査を実施するとともに、その他CCT推進事業として、国内外の関係者を集めた「CCTワークショップ（仮称）」を開催し、CCT開発における普及可能性及び技術開発の動向、CCT導入に向けた取組等についての認識を高める。

事業項目②「IEAの各種協定に基づく技術情報交換の実施」においては、IEA/CCC（Clean Coal Centre）では、クリーン・コール・テクノロジーに関する技術調査を行っており、引き続きこれに参画し、技術情報交換・各種技術情報収集を行う。

[21年度業務実績]

事業項目①「CCT開発等先導調査及びその他CCT推進事業」

CCT開発における動向調査として、「CO₂排出量削減に向けた石炭の低炭素化利用に関する調査」、「産炭国における低品位炭高度利用に向けた適応技術及び利用モデルに関する調査」、「CO₂排出量削減のための産業用石炭ボイラの利用状況把握及び効率改善手法の検討」を実施した。なお、CCTワークショップについては、経済産業省が主催するCCT国際協力研究会のワークショップに参加し、今後のゼロ

エミッション石炭火力の実現に向けた課題を確認した。

事業項目②「IEAの各種協定に基づく技術情報交換の実施」

IEAのクリーンコールテクノロジーに関する各種協定に基づき技術情報交換を実施し、国内関係者へ情報提供を行った。

《3》多目的石炭ガス製造技術開発（EAGLE）[平成10年度～平成21年度]

[21年度計画]

平成18年度まで実施していたSTEP1における「石炭ガス化技術の開発」及び「ガス精製技術の開発」の成果を踏まえ、STEP2では新たな開発課題として、「石炭ガス化への高灰融点炭までの適用炭種拡大」、「石炭ガス化プロセスからのCO₂分離回収技術の確立」を目的に、電源開発(株)技術開発センター若松研究所長 後藤 秀樹氏をプロジェクトリーダーとし、平成21年度は以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「パイロット試験設備による運転研究」においては、高灰融点炭を用いた試験（2炭種）によりガス化特性、運用特性等の検証を行う。また、CO₂分離回収試験において回収CO₂純度の確認、CO₂吸収液再生方式の比較、吸収液の種類を変えた試験等を実施し、機器特性及び運用性を評価するとともに、CO₂分離回収に要するエネルギー原単位を把握する。微量物質挙動調査については、微量物質のプラントにおける系内挙動及び物質収支を確認する。また、調査結果全般について取り纏め、環境アセスメントのための基礎データ並びに機器信頼性向上のための設計に資するデータを取得する。

研究開発項目②「総括管理、研究成果の取りまとめ」においては、パイロット試験設備の保守・メンテナンスを着実に実施する。また、同設備による運転研究の進捗管理及び試験成果の取りまとめを実施する。

[21年度業務実績]

平成19年度まで実施したSTEP1では、石炭処理量150t/d規模のパイロット試験設備を建設、試験を実施し、当初目標の各種石炭ガス化効率、1,000時間以上の長期連続運転等を達成し、試験設備の高いガス化性能を確認することができた。平成20年度からのSTEP2では、下述のとおり社会情勢変化に応じた新たな研究開発に取り組み、平成21年度に開発目標を達成し、研究開発を終了した。

研究開発の終了にあたり実施した前倒し事後評価においても、事業として所期の目標を達成しており、その意義は大きいという評価を得た。また今後の早期実用化を期待する意見に対しては、後継プロジェクトの基本計画等に反映させた。

平成21年度は、引き続き電源開発(株)技術開発センター若松研究所長 後藤 秀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した。

研究開発項目①「パイロット試験設備による運転研究」

高灰融点炭を用いた試験（3炭種）によりガス化特性、運用特性等の検証を行い、STEP1に比べ、灰融点の高い炭種まで適用が可能であることを確認し、本ガス化技術の優位性を高めることができた。また、CO₂分離回収試験を実施し、石炭生成ガスからのCO₂分離回収技術として化学吸収法の適用を確認し、機器特性及び運用性を評価するとともに、CO₂分離回収に要するエネルギー原単位を把握し、石炭ガス化ガスに適用可能なCOシフト温度制御方法やCOシフト蒸気の低減量を見極めた。更に、回収CO₂純度に見合った吸収液再生方法を確認した。また、石炭中の微量物質挙動調査については、微量物質の系内挙動及び物質収支を確認するとともに、実用化に向けた機器の信頼性向上や環境対策に有用な環境負荷状況の把握、規制物質の処理技術や腐食物質に対応できる材料選定に資するデータを取得した。

これらの調査結果について取り纏め、環境アセスメントのための基礎データ及び機器信頼性向上のための設計に資するデータを取得した。

研究開発項目②「総括管理、研究成果の取りまとめ」

パイロット試験設備の保守・メンテナンスを着実に実施し、設備の運転に係るノウハウを取得した。なお、これらの運転に係るデータ等は、後継プロジェクト等の運営に活用していくこととしている。

《4》無触媒石炭乾留ガス改質技術開発 [平成18年度～平成21年度]

[21年度計画]

コークス炉から発生するタール分を含む高温の石炭乾留ガスを、その顕熱を有効利用して改質し、メタノールやDME（ジメチルエーテル）などの液体クリーン燃料に工業的に転換できる合成用ガスを製造することにより、環境負荷低減及びエネルギーの有効利用を図ることを目的（改質前のガス中の水素と一酸化炭素量に対して、改質したガス中の水素と一酸化炭素量が2倍以上かつ、その条件下において冷ガス効率78%以上の達成を目標）とし、三井鉱山株式会社（現：日本コークス工業株式会社）R&Dセンター所長 齊藤 義明氏をプロジェクトリーダーとし、技術開発を実施する。

研究開発項目①「実用化試験Ⅰ（実ガス試験）」はH20年度で終了。

研究開発項目②「実用化試験Ⅱ（システム試験）」においては、実際に稼働中のコークス炉3門から発生する石炭乾留ガス（高温COG）の各門毎の1/数10容量程度（数10m³N/h）を使用するパイロット試験のために、装置の製作・設置、試験、試験結果の解析等を実施する。

研究開発項目③「事業性評価」においては、実用化試験Ⅱの試験結果を踏まえて、18～20年度に実施した省エネルギー効果及びCO₂削減効果についての検討結果の見直しを実施する。また、18～20年度に実施した経済性評価

及び本技術の導入可能性調査結果を踏まえて候補として抽出した国内外の複数のモデルサイトを絞り込み選定する。

研究開発項目④「実用化試験結果のまとめと実証機計画策定」においては、実用化試験Ⅰ及びⅡで得られた試験結果を反映して、本技術を既設及び新設コークス炉へ適用するための具体的な実証機のシステム及び機器配管構成を立案する。

[21年度業務実績]

平成21年度期中より、齋藤氏に代わり、日本コークス工業株式会社 R&Dセンター所長代理 松岡 正洋氏をプロジェクトリーダーとし、技術開発を実施した。

研究開発項目①「実用化試験Ⅰ（実ガス試験）」は、H20年度で終了済み。

研究開発項目②「実用化試験Ⅱ（システム試験）」

実際に稼働中のコークス炉3門から発生する石炭乾留ガス（高温COG）の各門毎の1/数10容量程度（数10m³N/h）を使用する装置の製作・設置を行った後、パイロット試験を行い、その結果を解析・検討を行い、高温COG中の有効ガス（CO+H₂）の量が、改質後に2倍以上となることを確認した。また、タールを含む高温COGの改質反応メカニズムを明らかにするための数値解析を行い、改質炉内の反応をシミュレートした。

研究開発項目③「事業性評価」

②の成果を踏まえて省エネルギー効果及びCO₂削減効果について検討し、生産物の製造原単位を算定することで、従来技術との経済性比較を行った。モデルサイトに関しては、2カ所の候補地（国内1カ所、海外1カ所）についてFSを行った。

研究開発項目④「実用化試験結果のまとめと実証機計画策定」

①及び②の成果を反映し、本技術を既設及び新設コークス炉へ適用するための具体的な実証機のシステム及び機器配管構成を明らかにし、実証機の仕様に関する目処を立てた。

《5》戦略的炭ガス化・燃焼技術開発（STEP CCT） [平成19年度～平成24年度、中間評価：平成21年度]

[21年度計画]

炭ガス化及び炭燃焼技術分野において、基礎的な技術開発を加速・推進するとともに、本格的なプロジェクト研究につながる技術シーズを発掘することを目的に、鹿児島大学工学部教授 大木 章氏及び北海道大学エネルギー変換マテリアル研究センター（現：九州大学先端物質化学研究所先端素子材料部門）教授 林 潤一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。また、平成21年度に中間評価を実施する。

研究開発項目①「炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発」においては以下の項目を実施する。

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

炭燃焼プロセスにおいて、微量成分の高精度分析手法の標準化を目的とした分析技術の課題の整理を実施し、微量成分の分析データを加えてデータベースの拡充を図り、規格化に資するデータを蓄積する。

(2) 高度除去技術

炭火力発電設備の煙突出口濃度3μg-Hg/kWhを目標値とする高度微量成分除去技術を開発するため、各種調査を踏まえて、大型燃焼炉や排煙処理試験装置等における除去方式の選定や操作条件などの検討を行う。

研究開発項目②「次世代高効率炭ガス化技術開発」においては、低温水蒸気ガス化や触媒ガス化（ガス化温度900℃以下）などの新たなガス化プロセスに向けての研究開発を実施する。

[21年度業務実績]

鹿児島大学工学部教授 大木 章氏及び北海道大学エネルギー変換マテリアル研究センター（現：九州大学先端物質化学研究所先端素子材料部門）教授 林 潤一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した。

研究開発項目①「炭利用プロセスにおける微量成分の環境への影響低減手法の開発」

(1) 微量成分の高精度分析手法の標準化に資するデータ蓄積

新たに開発した分析手法により、炭試料中の微量成分分析を行い、97炭種のデータを蓄積した。また、本手法についてISO化に向けた提案を行い、本手法を記載したガイダンスが発行されるに至った。また、ガス状ホウ素の測定方法について、国内での標準化（JIS化）を行うため、標準化に必要な分析者間の測定誤差等のデータを拡充し、JIS原案を作成するとともに、専門家で構成する委員会を立ち上げた。

(2) 高度除去技術

大型燃焼・排煙処理装置において、カナダ炭及び中国炭での実ガス試験を行い、脱硝触媒部における水銀酸化特性等を明らかにした。また、同装置を酸素燃焼システムに改造し、酸素燃焼時における脱硝触媒部での水銀酸化特性、集塵部及び脱硫装置部における水銀除去特性を明らかにした。

研究開発項目②「次世代高効率炭ガス化技術開発」

熱分解炉分離型循環流動層により、熱分解炉とガス化炉を分離した効果を定量的に把握し、スケールアップに必要なデータを蓄積した。また、大型循環流動層コールドモデルの試作を開始した。

平成21年度に行った中間評価において、実用化イメージを更に明確にすべしとの指摘があった

め、研究開発項目②について、より実用化を見据えた検討を行う実施体制の見直しに着手した。

《6》革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

石炭火力から発生するCO₂の分離・回収・貯留を含めたゼロエミッション型の石炭ガス化発電技術の実施可能性を検討することを目的に、九州大学特任教授 持田 勲氏をプロジェクトリーダー、独立行政法人産業技術総合研究所 主幹研究員 赤井 誠氏をサブプロジェクトリーダーとし、以下の事業を実施する。

研究開発項目①「発電からCCSまでのトータルシステムのフィージビリティ・スタディー」においては、以下を実施する。

- (1) 石炭ガス化発電とCO₂分離・回収システムの概念設計：CO₂発生源である石炭ガス化発電とそれにCO₂分離・回収設備を付加したシステムの実証規模設備と商用規模設備の概念設計を行う。
- (2) CO₂輸送システムの概念設計：CO₂船舶輸送の概念設計、CO₂パイプライン輸送の概念設計、CO₂の貯蔵基地等の概念設計、輸送システム全体の概念設計等に係わる、検討課題の抽出、要素技術等の検討を行い、概念設計を開始する。
- (3) CO₂の貯留システムの概念設計と貯留ポテンシャル評価：平成20年度に選定した貯留候補と考えられるサイトについて、貯留ポテンシャル調査を行い、貯留の可能性の調査を行い、貯留システムの概念設計や貯留システムの経済性評価等の検討を行う。
- (4) 全体システム評価：CO₂発生源と貯留地を連関させて系統的な検討を行い、それらの結果に基づき、経済性評価やエネルギー需給への影響を評価するため、1)、2)の検討を行う。
 - 1) 経済性評価モデルの構築と評価のためのデータベースの整備とモデル構築準備。
 - 2) 我が国のエネルギー需給構造に及ぼす影響を分析するためのモデル構築準備。

研究開発項目②「革新的ガス化技術開発の基盤研究事業」においては、以下を実施する。

- (1) テーマ設定型基盤研究事業：石炭ガス化システムから回収したCO₂を酸化剤の一部として用いることにより、石炭ガス化システムの効率を大幅に向上することのできるCO₂回収型次世代IGCCシステムの実用基盤技術の本格的な試験を行うため、酸素-CO₂ガス化技術の開発では、設備の改造を完了させ、基本ガス化反応の解析・評価を行うとともに、CO₂ガス化反応機構の解明を促進する。また、高CO条件での乾式ガス精製の最適化では、実験による性能評価等を行う。
- (2) テーマ提案公募型基盤研究事業：石炭ガス化発電用高水素濃度対応低NO_x技術開発については、実用化を考慮し、マルチバーナの中圧条件での低NO_x化試験を行えるようにする。また燃料試験設備の製作・改造を終了し、燃焼試験による性能確認を行う。

[21年度業務実績]

九州大学特任教授 持田 勲氏をプロジェクトリーダー、独立行政法人産業技術総合研究所 主幹研究員 赤井 誠氏をサブプロジェクトリーダーとし、以下の事業を実施した。

研究開発項目①「発電からCCSまでのトータルシステムのフィージビリティ・スタディー」

- (1) 石炭ガス化発電とCO₂分離・回収システムの概念設計
発生源である実証規模設備と商用規模設備の概念設計を行った。CO₂分離・回収システムは、排出ガスの運転条件（温度、圧力、流量）により、プロセスの組み合わせが大きく変わってくるため、海外事例調査、経済性等を検討し、対象とすべきプロセスの組み合わせを決定した。
- (2) CO₂輸送システムの概念設計
CO₂輸送システムの概念設計を行い、実証機規模設備、商用規模設備の輸送コストの概算を試算した。輸送コストには、CO₂輸送専用船舶、CO₂輸送用パイプライン、CO₂の貯蔵基地等を建設した場合の輸送システム全体を反映させた。あわせて、輸送システムにおける検討課題の抽出と要素技術検討を行った。
- (3) CO₂の貯留システムの概念設計と貯留ポテンシャル評価
20年度に選定した貯留候補と考えられるサイトについて、経済性も含めた国内での貯留の可能性の調査及び評価を行い、貯留システムの概念設計を行った。
- (4) 全体システム評価
検討テーマが多く委託先が多岐にわたり、事業全体としての意志統一が難しいため、各WGの代表委託先によるゼロエミッション幹事会を新規に組織した。これにより、定期的に委託先相互の情報共有を行い、CO₂発生源と輸送システム、貯留候補地を有機的に繋げ、バランスのとれたようマネジメントできるようになった。全体システム評価につながる経済性評価やエネルギー需給への影響評価用モデル構築準備として、排出源の運転・設備のデータ収集、貯留層に係る地図情報データ等の収集を行った。

研究開発項目②「革新的ガス化技術開発の基盤研究事業」

- (1) テーマ設定型基盤研究事業
酸素-CO₂ガス化技術の開発では、CO₂供給装置を設置した小型ガス化炉設備の改造を完了させ、基本ガス化反応の解析・評価を行うとともに、CO₂ガス化反応機構の解明を行った。

また、高CO₂条件下での乾式ガス精製の最適化の実験により、性能評価等を実施した。
(2) テーマ提案公募型基盤研究事業

マルチクラスターバーナ形式低NO_xバーナ燃焼器の燃焼特性の現象解明を行うとともに、中圧条件下での要素試験を実施し、マルチクラスターバーナの概念設計・詳細設計を実施した。また、水素・窒素・メタン供給設備による幅広い燃料組成での燃焼試験を行い、高水素濃度での燃焼性能を検証した。

《7》環境調和型製鉄プロセス技術開発 [平成20年度～平成24年度]

[21年度計画]

CO₂発生量を大幅に削減する、環境に調和した革新的な製鉄プロセス技術の確立を目的に、新日本製鐵（株）執行役員 三輪 隆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①「鉄鉱石還元への水素活用技術の開発」においては、レースウエイ炉を用いて、水素多量吹き込み時の実験を行い、反応・伝熱の影響調査のため予備実験を行う。

研究開発項目②「水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発」においては、コークス製造大型試験向に粘結材サンプルを2トン製造する。

研究開発項目③「CO₂分離・回収技術の開発」においては、ベンチプラントにてRITEが開発する新吸収液を主として実ガスによるCO₂分離回収の基本特性評価試験に入る。また、プロセス評価プラント（30t/日）試験の工事を終え、試運転準備に入る。物理吸着についてPSA試験を行い吸着材の選定を行うとともに高炉生ガスに対する耐性試験も行う。

研究開発項目④「未利用顕熱回収技術の開発」においては、スラグを連続的に凝固させる水冷ロール間接冷却ラボ装置を設計・製作する。製鋼スラグの熱伝導率について本格的な測定実験を実施する。水-アンモニア混合媒体を含む低沸点媒体の文献調査と探索及び検討結果を用いて作動媒体最適濃度の検討する。

研究開発項目⑤「製鉄プロセス全体の評価」においては、引き続き製鉄プロセス全体の評価・検討を行う。

[21年度業務実績]

新日本製鐵（株）執行役員 三輪 隆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①「鉄鉱石還元への水素活用技術の開発」

レースウエイ炉他での予備実験により水素還元による原料コークス削減10%の可能性の見通しを得た。

研究開発項目②「水素活用鉄鉱石還元用コークス製造技術開発」

コークス製造大型試験向に粘結材サンプルを2トン製造した。

研究開発項目③「CO₂分離・回収技術の開発」

化学吸収法は、ベンチプラントにて新吸収液による実ガスを用いたCO₂分離・回収の基本特性を評価した。また、プロセス評価プラント（30t/日）の建設を完了し、試運転を開始した。物理吸着法は吸収材を選定し、実ガスの模擬ガスにより吸着・分離性能及び短期的なガス不純物に対する耐性を評価した。

研究開発項目④「未利用顕熱回収技術の開発」

スラグを連続的に凝固させるロール成形ラボ試験装置を製作し、スラグ凝固試験を行い、熱伝導率測定を開始した。水-アンモニア混合媒体他の低沸点媒体の文献調査と濃度変更テストを行い、作動媒体中のアンモニア濃度の最適範囲の検討を行った。

研究開発項目⑤「製鉄プロセス全体の評価」

各研究項目の進捗状況を確認、製鉄プロセス全体の評価を行い、平成22年度以降の開発方針に反映させた。

< 5 > 国際関連分野

[中期計画]

近年におけるアジア諸国の経済発展はめざましく、とりわけBRICsの一角を担う中国、インドの経済成長に伴うエネルギー需要の伸びは著しい。また、中東情勢や経済動向等により、原油価格の不安定性が増大している状況にある。さらに、京都議定書の発効により、エネルギー・環境分野における国内外での対応策が喫緊の課題となっている。かかる状況等を踏まえ、第1期中期目標期間においては、我が国のエネルギー安全保障の確保及び環境対策を講じること等を目的とした海外実証業務等（共同研究を含む。）について、実用性、経済性等を重視した事業運営を行ってきた。

第2期中期目標期間中においては、アジア諸国の更なる経済発展が見込まれるところ、これに伴う技術レベルの向上、法制度、エネルギー関連の諸制度等が整いつつある国も見受けられ、エネルギー・環境分野等における事業のニーズも多様化している。一方、テロ行為、政情不安などにより、治安の悪化を招いている国も散見されるなど事業を推進する上で相手国の情勢をより一層慎重に見極めていくことが必要となっている。以上を踏まえ、第2期中期目標期間においては、企画競争・公募を徹底するとともに、より効果的・効率的に事業を推進すべく、以下の点について拡充を図り、もって我が国のエネルギー安全保障の確保、環境対策の推進等に寄与する。また、エネルギー関連施設の立地条件、技術進歩による設備能力向上、政府予算の状況その他適当な条件を加味した上で、第1期中期目標期間と同水準以上の件数のエネルギー使用合理化技術等の実証事業の実施等を目指す。

- ・実施対象国と対象技術の選定に関し政府の政策上の優先度を踏まえ、普及可能性と波及効果の発揮に注力
- ・対象分野・技術の拡大（商業ビル等民生分野向けの技術、新エネルギー技術（太陽光発電、バイオマス等）を始めとする代エネ技術、環境調和型エネルギー技術（CCT、石炭資源の有効利用技術等）、従来のエネルギー多消費産業（鉄鋼、セメント、電力等）に加え、エネルギー消費の高い裾野産業（中小企業）向けの技術等）
- ・我が国の省エネ技術、環境調和型エネルギー技術等の普及等を加速化させるため、実施対象国の国土面積、地域性、地理的要因等の国情を踏まえた適切な事業運営の推進、及び普及促進を図る事業の拡充

《1》太陽光発電システム等高度化系統連系安定化技術国際共同実証開発事業 [平成17年～平成21年]

[21年度計画]

海外での比較的緩い電力品質制約を利用し、太陽光発電等の自然変動電源比率を50%前後まで高めた、瞬時電圧低下補償システム及びマイクログリッドシステムの実証を目的として、財団法人電力中央研究所上席研究員兼東北大学客員教授田中和幸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太陽光発電を可能な限り活用する電力供給システム実証研究（PV+CB（Circuit Breaker：電流遮断器）：インドネシア）
電圧・周波数・高調波等電力品質に関する最終目標を達成し、公開可能なシミュレーションモデルを構築して、本事業を終了する。
- ②太陽光発電を可能な限り活用する電力供給システム実証研究（PV+BESS（Battery Energy Storage System：蓄電池システム）：マレーシア）
システムの輸送・据付工事及び運転調整を実施し、PVと併用可能な高性能瞬時電圧低下対策システムの開発、大容量新型蓄電池による負荷平準化運転の検証及びシミュレーション解析等を行う。
- ③マイクログリッド（高品質電力供給）高度化系統連系安定化システム実証研究（PV+補償装置：中国・浙江省）
マイクログリッド安定化、自然変動電源を可能な限り活用する電力供給方法に関し、平成20年度試験結果をシミュレーション解析評価するとともに、平成21年度分実証試験により電力品質を検証する。

[21年度業務実績]

- ①太陽光発電を可能な限り活用する電力供給システム実証研究（PV+CB（Circuit Breaker：電流遮断器）：インドネシア）
電圧・周波数・高調波等電力品質に関する最終目標を達成し、公開可能なシミュレーションモデルを構築した。実証運転中、系統側事故停電時に想定外の電圧歪み発生によるバッテリー・インバータ過電流事象、及びバッテリー残量の推定に積算誤差の影響による均等充電未達事象が発生したため、事業期間を延長し原因究明を行い、これらの事象を解消して技術ワークショップを開催し、事業を終了した。
- ②太陽光発電を可能な限り活用する電力供給システム実証研究（PV+BESS（Battery Energy Storage System：蓄電池システム）：マレーシア）
システム竣工後、PVと併用可能な高性能瞬時電圧低下対策システムの実証試験、大容量新型蓄電池による負荷平準化運転の検証、及びシミュレーション解析を実施し、事業を終了した。PVインバータ間の通信異常は接地抵抗の改善で、多頻度の自立運転への移行事象は高速スイッチのノイズ対策で解決した。
- ③マイクログリッド（高品質電力供給）高度化系統連系安定化システム実証研究（PV+補償装置：中国・浙江省）
マイクログリッド安定化、自然変動電源を可能な限り活用する電力供給方法に関し、前年度試験結果をシミュレーション解析評価し、本年度実証試験により目標電力品質の達成を実証した。実証運転中、電力負荷の三相不平衡によるシステム停止事象や現地調達ディーゼル発電機の過敏応答によるシステム不安定事象が発生したため、事業期間を延長し、三相不平衡の原因特定及び制御定数適正化を行い、これらの事象を解消して事業を終了した。
以上により、全電源に対する太陽光発電の容量割合を50%程度まで高めたシステムの有効性を世界に先駆けて実証した。

《2》太陽光発電システム等国際共同実証開発事業 [平成4年度～平成22年度]

[21年度計画]

太陽光発電システム等の導入が進んだ場合を想定し、アジア地域の途上国と協力して、大容量型太陽光発電システムの構築又は新たな電力供給・制御機器を活用したシステムの構築等の新たな技術的課題を解決すること等を実施することにより、太陽光発電システム等の再生可能エネルギーの供給安定化や一層の普及を図ることを目的として、平成21年度は以下の事業を実施する。

- 1)「PV+キャパシタ+統合制御」（中国・青海省）
キャパシタによる出力変動補償、統合制御技術及び電力系統と協調のとれたインバータ制御システムの実証を行う。
- 2)「PV+小水力+キャパシタ」（ラオス）
土木工事、発電所建築工事、配電線工事等を雨期・乾期の適切な時期に行うとともに、作製された機器の輸送、据え付け及び試験運転を実施する。
- 3)「設計支援ツール開発事業」
任意の太陽光発電ハイブリッドシステム等の計画及び実際の利用者ニーズに適切できるように、改良・検証・評

価等を行い設計支援ツールの最適化を図る。

4) 「能力向上支援事業」

研修拠点であるタイ国ナレスアン大学において基礎設計技術・ハイブリット発電技術の習得、検査・点検・維持管理教育、マスタートレーナー研修を実施する。

[21年度業務実績]

平成21年度に実施した事業は以下のとおり。

1) 「大容量PV+キャパシタ+統合制御」(中国)

電気二重層キャパシタによる出力変動補償、直流側接続設備の統合制御、インバータ制御システム等の実証試験を行った。

2) 「PV+小水力+キャパシタ」(ラオス)

土木工事、発電設備、配電線工事を順次行い、運転に向けPVパネルを中心とした各機器を据え付けた。

3) 「設計支援ツール開発事業」

平成21年度に終了した事業の結果及び研修事業における意見等を反映し、設計支援ツールver. 1.0を完成した。また、気象データベースの機能も、設計支援ツールにて使用できるようにした。

4) 「能力向上支援事業」

研修拠点であるタイ国ナレスアン大学内にある再生可能エネルギー研究所(SERT)において2回にわたって研修を実施した。また、受講者を日本へ招へいし日本における系統連系の実地研修を行った。さらに、最終的な研修として受講者が母国の技術者に対する指導を行うマスタートレーナー研修を行った。

《3》国際エネルギー使用合理化等対策事業 [平成5年度～平成24年度]

[21年度計画]

1) 国際エネルギー消費効率化等協力基礎事業

関係国(アジア・太平洋地域を中心とした開発途上国等)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、省エネルギー診断を含む専門家派遣、招へい研修等を実施する。

2) 国際エネルギー消費効率化等モデル事業

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、我が国において既に確立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等を、当該技術の普及が遅れている関係国の産業分野や民生分野等に適用するモデル事業として当該技術の有効性を実証し、普及を図る。平成21年度においては、FSの結果が良好であるプロジェクトを順次モデル事業として実施し、また新たな案件発掘を行う。

3) 国際エネルギー消費効率化等技術普及事業

相手国(国際エネルギー消費効率化等モデル事業を実施した関係国)における対象技術の普及を加速化するため、事業終了直後の案件のみならず、必要に応じて数年前に終了した案件も対象として、省エネルギー診断も含む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へい研修)による啓発、技術指導等を行う。

[21年度業務実績]

1) 国際エネルギー消費効率化等協力基礎事業

インド等におけるESCO事業に関する調査を行い、あわせてセミナーを開催してインドにおけるESCO事業の啓発普及を行った。事業形成に資するため、ベトナム国ハノイ地域での廃棄物発電事業、インドでの繊維産業における省エネルギーに関する基礎調査を行った。また、タイ、インドネシア、モンゴルなど各国のエネルギー事情等について、海外事務所が現地政府関係機関より情報収集するなどして調査し、モデル事業実施のための基礎データを取得した。

2) 国際エネルギー消費効率化等モデル事業

①新規提案公募・テーマ設定公募

平成21年度は、優れた実証事業案件をより多く発掘するため、提案公募により広く公募を募った。これにより提案のあった14件について、相手国内での普及性の観点等から審査を行い、以下の6件を採択してFSを実施した。

○省エネ案件

- ・民生(ビル)省エネモデル事業(タイ)
- ・環境対応型高効率アーク炉モデル事業(タイ)
- ・低温排熱回収有効利用モデル事業(タイ)
- ・新交通情報システムモデル事業(中国)

○代エネ・新エネ案件

- ・セメント工場におけるバイオマス及び廃棄物の有効利用モデル事業(インドネシア)
- ・製糖工場におけるモラセス・バガスエタノール製造モデル事業(インドネシア)

タイの民生ビル、アーク炉の事業については年度内に事業化を決定した。

また、政府間合意等に基づき「都市廃棄物高効率エネルギー回収モデル事業(中国)」「都市ビルへの高効率ヒートポンプ技術適用モデル事業(中国)」の2件の課題設定公募を行い、FSを実施した。

②新規基本協定書(MOU)締結案件及び事業化決定

既に事業化が決定していた以下4件の事業についてMOUを締結し、設計等を開始した。

- ・民生用水和物スラリ蓄熱空調システムモデル事業（タイ）
- ・熱電併給所高効率ガスタービンコジェネレーションモデル事業（ウズベキスタン）
- ・コークス炉自動燃焼制御モデル事業（中国）
- ・焼結クーラー排熱回収設備モデル事業（インド）

また、テーマを設定してFSを実施していた「下水処理場における汚泥等混焼発電モデル事業（中国）」についても事業化を決定した。

③継続事業の進捗状況

継続事業のうち、「アルミニウム工業における高性能工業炉モデル事業（タイ）」は竣工し、良好な実証運転結果を得た。21年度中に終了予定であった、「コークス乾式消火設備モデル事業（インド）」「ディーゼル発電設備燃料転換モデル事業（インド）」「民生（ビル）省エネモデル事業（中国）」については工事の遅れなどから、平成22年度まで事業を延長することとした。「セメント工場におけるバイオマス及び廃棄物の有効利用モデル事業（マレーシア）」「セメント排熱回収発電設備モデル事業（インドネシア）」「流動層式石炭調湿設備モデル事業（中国）」は国内での設計・機器作成などが順調に進捗した。

3) 国際エネルギー消費効率化等技術普及事業

平成20年度に事業終了した「省エネ・節水型繊維染色加工モデル事業（インドネシア）」について、CPである工業省繊維局と共催で、モデル事業サイトでのデータ管理能力等育成、他工場での省エネ診断等に関する技術セミナーを実施し、今後の技術普及について政府担当部局の協力体制の強化の確認が得られたことに加え、サイト企業におけるメンテナンス・管理能力の向上に繋がった。また、インドにおけるこれまでの事業の取り組みを紹介した英語のビデオを作成し、インドにおけるフォーラムで流したほか、HPを通じて視聴できるようにし、NEDO事業の成果を広く衆知した。

《4》 京都メカニズム開発推進事業 [平成10年～平成21年]

[21年度計画]

CDM/JIによる技術移転の拡大と地球規模の温暖化対策への貢献を目指し、CDM/JI事業の発掘調査、CDM/JIのホスト国に対する体制整備等の支援等、京都メカニズムを円滑に推進するための事業を展開し、京都メカニズムの裾野を拡大するとともに、我が国の京都議定書目標達成に必要なクレジットの確保に貢献する。

[21年度業務実績]

CDM/JIのホスト国に対する体制整備等の支援を行うキャパシティビルディング事業では、平成21年2月にタイで開催したセミナーで発掘した9案件のフォローアップ（CDM案件形成支援）を実施した。その結果、7案件については今後CDM事業として展開できる可能性が得られた。

CDM/JI事業として案件成立の可能性を調査するフィジビリティスタディ（FS）では、「物流・交通部門CDMプロジェクト実現可能性調査」及び「JI推進調査」を公募し、前者は提案3件から2件、後者は提案6件から3件を採択、物流・交通部門での新規方法論の開発及びJI事業等としての推進が今後期待できる委託調査を実施した。

《5》 国際石炭利用対策事業 [平成5年度～]

[21年度計画]

我が国における石炭資源の安定的かつ適切な供給の確保及びアジア地域の環境負荷の低減に資するため、関係国（アジア・太平洋地域を中心とした開発途上国等）において、我が国の有する優れたクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の基礎調査、実施可能性調査、実証、普及等を目的に、平成21年度は以下の事業を実施する。

事業項目①「クリーン・コール・テクノロジー実証普及事業」

平成19、20年度にモデル事業化した2件のモデル事業については引き続きモデル事業として事業を実施するほか、また実施中のFSについては中間評価を行い、モデル事業化を行うものについて、基本協定書の締結等に係る相手国との交渉を含む所要の業務を実施する。

また、CCT実証普及事業として、新たにFSを公募し、新規事業の実施可能性等を検討する。

さらに、これまで実施した事業のフォローアップ等を行う。

事業項目②「クリーン・コール・テクノロジー移転事業」

これまでのモデル事業の成果、相手国ニーズを踏まえて、相手国におけるCCTの普及を支援するため、フォローアップセミナー等を実施する。

事業項目③「国際協力推進事業」

今後のCCT協力推進のため、各種調査等を実施する。

上記事業については、公募によって実施者を選定し実施する。

[21年度業務実績]

事業項目①「クリーン・コール・テクノロジー実証普及事業」

平成19年度にモデル事業化した「CMM/VAM有効利用発電システム実証普及事業（中国）」、「高効率簡易選炭システム実証普及事業（インド）」については引き続き事業を実施した。

平成20年度までにFSを実施済の「山元小規模熱電所における低品位炭利用高効率発電パブリック流動層燃焼技術導入（中国）」、「表面改質法による石炭灰（FA）脱炭改良技術のセメント産業への適用に係る実証普及事業（インド）」については、中間評価を行い、モデル事業に移行しないこととした。

また、平成21年度に新たにFSを公募し、「炭鉱メタンガス（CMM）の濃縮と有効利用に関する実証普及事業（中国）」、「触媒燃焼を用いた未利用希薄メタンガス処理システム実証普及事業（中国）」、「低品位炭活用山元発電実証普及事業（インドネシア）」、「排煙脱硫装置実証普及事業（インド）」の4件について採択し、実施可能性等を検討した。

さらに、これまで実施した事業のフォローアップとして企業ヒアリングを行った。

事業項目②「クリーン・コール・テクノロジー移転事業」

これまでのモデル事業の成果、相手国ニーズを踏まえて、相手国におけるCCTの普及を支援するため、インド及びインドネシアにおいてセミナー等を実施した。

事業項目③「国際協力推進事業」

今後のCCT協力推進のため、インドネシアにおけるコークス需給等調査を実施した。

上記事業については、公募によって実施者を選定し実施した。

《6》研究協力事業〔平成5年度～〕

〔21年度計画〕

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、研究開発能力を生かしつつ、発展途上国の研究機関と共同で調査・研究等を実施する。

〔21年度業務実績〕

電力供給が安定していないインドにおいて、マイクログリッド・スマートグリッド導入による工業団地への安定電力供給システム構築に係る事業、パームが主要産業であるマレーシアにおいて、オイルパーム古木樹液の搾汁残渣から効率的かつ低コストでエタノールを製造するための総合的技術開発など、途上国の実情やニーズに合致した新規事業を8件、昨年度からの継続事業7件の合計15件の事業を8カ国で実施し、途上国の自立的な課題解決能力向上に寄与した。

< 6 > 石炭資源開発分野

〔中期計画〕

我が国は世界最大の石炭輸入国であり、近年の一次エネルギー供給に占める石炭の割合は約2割である。また、原油と一般炭の熱量当たりの価格差は数年前の約3倍から5倍程度に拡大しており、石炭の割安感が顕在化している。過去5年間の世界の一次エネルギー消費の伸び率は約2割であるが、石炭需要については、約3割の増加となっている。特に、中国、インドを中心としたアジアの伸びが顕著であり、2010年には全世界の石炭需要の5割以上がアジアに集中することから、今後、アジアを中心として石炭需要がますます拡大し、需給のタイト化が見込まれている。

このため、第2期中期目標期間中においては、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う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引き続き実施する。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に必要な地質構造調査事業については、将来の日本への石炭供給の可能性を多面的に評価しつつ、地域の選定を行い、各年度の調査結果を十分に評価した上で、世界の石炭需給構造の変化に対応するように、次年度又は次段階の事業内容を検討する。
 - ・我が国民間企業の探鉱等の調査に対する支援事業については、期待される炭量、炭質、周辺インフラ状況、炭鉱権益の取得可能性等を評価し、案件の選定を行う。この際、有望な事業については、集中してリソースを分配する等の配慮を行い、成果の最大化を目指すものとする。
 - ・炭鉱技術の移転事業については、石炭関連業務でこれまで蓄積してきた知見やネットワークを活用し、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効果的な移転を行う。このことにより、産炭国との関係強化を図りつつ産炭国の石炭供給能力の拡大に資する。
- これらの事業を通じ、採掘により次第に減耗していく石炭の安定供給確保を図るため、第2期中期目標期間中に、新たに石炭埋蔵量を110百万トン確認すべく努力する。

《1》海外地質構造調査〔昭和57年度～〕

〔21年度計画〕

日本モンゴル石炭共同探査については、年次計画を調印後、モンゴル鉱物資源エネルギー省と共同し、引き続きフェーズ2として、石炭開発有望地域として選定されたフート地域を対象に、地表踏査、試錐調査、物理探査、石炭分析及び総合地質解析等を実施する。また、総合地質解析結果に基づき、フート地域の予備的採掘計画を立案する。

また、石炭の賦存が期待される有望地域について新規に調査を開始する。具体的には、マレーシア国サラワク州トゥトー地域等や、ベトナム国クアンニン及びハイゾン省のファーライ・ドンジョウ地域について相手国政府機関とのMOU締結交渉を進め、合意後調査を開始する。その他の海外産炭国や地域についても、必要に応じ、事前調査やMOU締結に向けた交渉等を行う。

また、海外の民間企業との共同探査の可能性について検討するとともに、過去の調査終了案件のフォローアップ調査等を実施する。

[21年度業務実績]

日本モンゴル石炭共同探査については、年次計画を調印後、モンゴル鉱物資源エネルギー省と共同し、引き続きフェーズ2として、石炭開発有望地域として選定されたフート地域を対象に、地表踏査、試錐調査、物理探査、石炭分析及び総合地質解析等を実施した。また、総合地質解析結果に基づき、フート地域の予備的採掘計画を立案した。

また、石炭の賦存が期待される以下の有望地域について、新規に調査を開始するとともに、事前調査を実施した。

- ①ベトナムクアンニン及びハイズオン省のファーライ・ドンチョウ地域について相手国政府機関とMOUを締結し、調査を開始した。
- ②ボツワナ共和国で事前調査を実施した。
- ③インドネシア・中央カリマンタン州で事前調査を実施した。

なお、マレーシア国の案件については、相手国政府機関とのMOU締結交渉が進まないことから、今後の調査実施を取り止めた。

また、海外の民間企業との共同探査の可能性について検討するため、豪州において情報収集を実施した。

過去の調査終了案件のフォローアップ調査等の一環として、インドネシア石炭資源解析調査で得られた成果（資源評価システム、種々のデータ）を日本国内で公開するための環境整備を目的としたフォローアップ事業を開始した。

《2》海外炭開発可能性調査 [昭和52年度～]

[21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、物理探査等の調査に対する補助金交付を、補助対象地域のポテンシャルを踏まえつつ4件を目安に実施する。

また、民間企業による探査活動を促進させるため、平成20年度に検討した補助制度の見直しに基づき適確に事業を推進するとともに、民間企業から意見を聴取しニーズ把握を行う。それに基づき、必要に応じた更なる制度見直しとともに、経済産業省に政策提案を行うなどの調整を実施する。

[21年度業務実績]

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、物理探査等の調査に対する補助金交付を、補助対象地域のポテンシャルを踏まえつつ以下の4件について、交付した。

- ①モザンビーク テテ州レブボー地区において、試錐調査を中心とした地質調査を実施し、原料炭としての炭質及び炭量の詳細なデータを把握した。
- ②オーストラリアQLD州ニューレントン地区において、地震探査を中心とした地質調査を実施し、地質モデル評価を行い、今後の試錐調査を行うためのデータを取得した。
- ③オーストラリアQLD州オーナビューウェスト地区において、試錐調査を中心とした地質調査を実施し、炭量の詳細なデータを把握する予定であったが、天候等の影響により作業が遅延したため、平成22年6月末まで調査を実施する予定である。
- ④インドネシア バンクール州シーリング地区において、試錐調査を中心とした地質調査を実施し、坑内掘による開発計画を立案する予定であったが、天候等の影響により作業が遅延したため、平成22年5月末まで調査を実施する予定である。

また、民間企業による探査活動を促進させるため、民間企業から意見を聴取しニーズを把握するとともに、これらの情報を整理し経済産業省に報告した。

《3》海外炭開発高度化等調査 [平成6年度～]

[21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し、特に石炭需要の伸びが大きいアジア太平洋地域の石炭需給の我が国への石炭の安定供給確保への影響を検討するため、民間企業だけでは石炭資源関連の情報収集が困難又は情報不完全な国・地域についての情報収集を必要に応じて相手国政府機関と共同で行い、国内民間企業等に提供する。

具体的な調査内容については、民間企業等のニーズを踏まえて選定し、海外産炭国におけるインフラ整備、開発計画等の石炭需給の見通しや、新たな石炭供給ソース発掘のためのアジア・太平洋地域以外の地域における調査を行う。また、調査結果については、海外産炭国における石炭需給や炭鉱開発等に関わる包括的な問題解決に資するように、必要に応じ、相手国に提供する。

さらに、アジア・太平洋域内における石炭開発・石炭需給動向に関する包括的な問題解決及び共通認識に資するため、セミナー等を活用した情報収集又は情報交換を実施し、その情報を国内民間企業等へ提供する。

[21年度業務実績]

1) アジア太平洋石炭セミナー

平成21年10月大韓民国・インチョン市で開催された第16回アジア太平洋石炭セミナー（APEC加盟国等11ヶ国の政策立案者等が参加）において、各国の石炭政策及び需給見通し、発電技術を含むCCCT技術や石炭を取り巻く上流から下流に至る政策面、技術面、経済性に至る様々な重要課題について、発表及び討議がなされた情報を収集するとともに、情報交換を実施した。さらに、本セミナーで収集したデータに基づき石炭需給予測をまとめ、その

成果を国内民間企業等に提供した。

2) 海外炭開発高度化調査

以下の5件を実施し、その成果を国内民間企業等に提供した。

①「世界の石炭事情調査ー2009年度ー」

世界の主要石炭生産国の石炭埋蔵量、石炭生産量、輸送インフラ、鉱業法等の他、石炭主要輸入国における石炭需給動向等について各種石炭関連情報を網羅的に調査し、地域別国別にまとめた。

②「世界の主要石炭サプライヤーの概要と石炭生産動向及び寡占化による影響調査」

世界の主要石炭サプライヤーの概要と動向、主要産炭国における炭鉱権益確保状況を調査し、世界の石炭供給勢力を明確にすると共に石炭メジャーや大手石炭サプライヤーによる世界戦略や寡占化による影響を調査した。

③「豪州クイーンズランド州及びニューサウスウェールズ州における石炭開発動向とインフラ整備状況の調査」

豪州クイーンズランド州及びニューサウスウェールズ州における最新の炭鉱開発状況、インフラの整備状況等を調査するとともに、今後の輸出ポテンシャルについて検討した。

④「南東部アフリカ諸国における石炭資源の開発状況と石炭輸出ポテンシャルの調査」

南東部アフリカ諸国における石炭政策、石炭需給動向、炭鉱開発状況、投資環境及びインフラ整備状況等について調査・分析し、今後の我が国への輸出ポテンシャルについて検討した。

⑤「コロンビア及びベネズエラの石炭輸出ポテンシャルの調査」

コロンビア及びベネズエラにおける石炭政策、石炭需給動向、炭鉱開発状況、投資環境及びインフラ整備状況等について調査・分析し、今後の我が国への輸出ポテンシャルについて検討した。

《4》産炭国石炭産業高度化事業（炭鉱技術移転事業）〔平成19年度～平成22度〕

〔21年度計画〕

アジア地域での石炭産業は坑内掘への移行や採掘箇所への深部化・奥部化の進行が見込まれる。このような状況下、我が国の炭鉱技術を活用した技術移転を進め、アジア地域の石炭需給安定と我が国への石炭安定供給確保を図る。

中国、ベトナム、インドネシア等の海外産炭国の炭鉱に対し、我が国の優れた坑内掘炭鉱技術の移転を進め、普及することにより、生産量・生産能率の向上及び保安対策による事故死亡率の低減を図り、もって我が国への石炭の安定的かつ低廉な供給の確保に資する。

具体的には、中国、ベトナム、インドネシア等の炭鉱技術者等を研修生として受け入れ、炭鉱現場等を活用した受入研修（国内受入研修）を実施する。また、日本人技術者等を指導員として中国、ベトナム、インドネシア等に派遣し、各国の炭鉱に即した研修（海外派遣研修）を実施することにより、我が国の優れた炭鉱技術の海外移転を行う。

また、研修事業（国内受入研修・海外派遣研修）に寄与するために、ワークショップ等を開催するとともに、専門家・学識経験者等を海外産炭国に派遣し、技術動向調査を実施する（国際交流事業）。

〔21年度業務実績〕

中国、ベトナム、インドネシア等の炭鉱技術者等225名を研修生として受け入れ、炭鉱現場等を活用した受入研修（国内受入研修）を実施した。また、日本人技術者等を指導員として中国、ベトナム、インドネシア等に派遣し、各国の炭鉱に即した研修（海外派遣研修）を実施することにより、我が国の優れた炭鉱技術の海外移転をおこなった。

また、研修事業（国内受入研修・海外派遣研修）に寄与するために、インドネシアにてワークショップを開催するとともに、専門家・学識経験者を海外産炭国に派遣し、技術動向調査を実施した（国際交流事業）。

<7>技術開発等で得られた知見の活用等

〔中期計画〕

新エネルギー・省エネルギー技術開発・実証及び導入普及業務等を戦略的に推進する。この際、「安定供給の確保」、「環境への適合」及びこれらを充分配慮した上での「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ことを念頭に置き、新たに開発した新エネルギー・省エネルギー技術を円滑かつ着実に市場に普及させていくため、技術開発、経済性等の評価・普及啓発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フィードバックするなど三位一体で推進する。なお、得られた研究開発の成果については、必要に応じて知的基盤の整備や国際標準化を図る。

〔21年度計画〕

新エネルギー・省エネルギー技術開発・実証及び導入普及業務等を戦略的に推進する。この際、技術開発、経済性等の評価・普及啓発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フィードバックするなど三位一体で推進する。なお、得られた研究開発の成果については、必要に応じて知的基盤の整備や国際標準化を図る。

〔21年度業務実績〕

平成21年度は、技術開発の推進と共に、国内外で燃料電池、太陽光発電、太陽熱利用、風力発電、バイオマス、超電導、住宅システム技術等におけるフィールドテストや実証事業を実施し、また、新エネルギー・省エネルギーの設備導入に対する補助事業やセミナー開催、ビジョン策定等の導入普及事業を三位一体で推進し、技術開発等で得られた知見の活用を図った。

具体例としては、燃料電池分野において、燃料電池自動車・水素インフラの早期普及を目指し、それらに係る技術開発、実証研究、基準・標準化事業を一体的に推進した。また、省エネルギー技術分野において技術開発・実証・導入普

及を一体的に推進したものとして、高性能工業炉の技術開発成果（30%の省エネルギー、大幅なNO_x低減）をフィールドテスト事業で実証し、実証データを広く公開するとともに、平成13年度以降「エネルギー使用合理化事業者支援事業」にて導入普及を図り、平成21年度には国内8件（平成13年度以降累計144件）の採択につながった。また、技術開発成果の海外への普及事例としては、省エネルギー技術分野の「エネルギー使用合理化技術戦略的開発」にて開発した水和物スラリー蓄熱空調システムの技術を、タイの国営電力会社ピルへ導入した。

なお、燃料電池・水素エネルギー利用技術分野、新エネルギー技術分野において、燃料電池、水素インフラ、蓄電池、太陽光発電、風力発電、超電導技術の国際標準化に向けた提案等の活動をおこなった。

その他、以下についても取り組みを実施した。

- ・太陽電池市場を取り巻く国際情勢の急激な変化に対応するべく、2004年に策定した太陽光発電の技術開発戦略「ロードマップ（PV2030）」の見直しを当初の予定より1年早めて行い、改めて「太陽光発電ロードマップ（PV2030+）」として公開した。

- ・世界規模で市場が見込まれるスマートグリッドを核としたスマートコミュニティ関連市場に日本企業が積極的に参画出来るよう、また、官民連携によるスマートコミュニティの実現に向けた共通の課題に取り組むための実務母体として「スマートコミュニティ・アライアンス」を設立し、352社の参加を得た。