

平成 25 事業年度

財務諸表添付書類

事業報告書

独立行政法人日本原子力研究開発機構

目次

1. 国民の皆様へ	1
2. 基本情報	2
(1) 法人の概要	2
① 法人の目的(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第四条)	2
② 業務内容(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第十七条)	2
③ 沿革	3
④ 設立根拠法	3
⑤ 主務大臣	3
⑥ 組織図(H25年10月現在)	3
(2) 本社・支社等の住所	4
(3) 資本金の状況	5
(4) 役員の状況	5
(5) 常勤職員の状況	8
3. 簡潔に要約された財務諸表	9
(1) 貸借対照表	9
(2) 損益計算書	10
(3) キャッシュ・フロー計算書	11
(4) 行政サービス実施コスト計算書	11
(5) 財務諸表の科目	11
① 貸借対照表	11
② 損益計算書	12
③ キャッシュ・フロー計算書	13
④ 行政サービス実施コスト計算書	13
4. 財務情報	14
(1) 財務諸表の概況	14
① 経常費用、経常収益、当期総利益、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	14
② セグメント事業損益の経年比較・分析	16
③ セグメント総資産の経年比較・分析	18
④ 目的積立金の申請、取崩内容等	21
⑤ 行政サービス実施コスト計算書の経年比較・分析	21

(2) 施設等投資の状況	22
① 当事業年度中に完成した主要施設等	22
② 当事業年度中において継続中の主要施設等の新設・拡充	22
③ 当事業年度中に処分した主要施設等	23
(3) 予算・決算の概況	23
(4) 経費削減及び効率化目標との関係	24
5. 事業の説明	25
(1) 財務構造	25
(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	26
① 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	26
② 高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発	37
③ 高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発	55
④ 核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発	60
⑤ 量子ビームによる科学技術競争力向上と産業利用に貢献する研究 開発	75
⑥ エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と 核不拡散	88
⑦ 放射性廃棄物の埋設処分	128
⑧ 自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる 技術開発	130
⑨ 国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	132
⑩ 法人共通事業	155

1. 国民の皆様へ

東日本大震災(平成23年3月11日)と、その後の東京電力福島第一原子力発電所事故により、3年以上が経過した今もなお、被災地では深刻な状況が続いており、不便な生活で苦勞している方々をはじめとする多くの被災者の方々に、日本原子力研究開発機構(以下、「機構」という。)の全役職員、心からのお見舞いを申し上げます。

東京電力福島第一原子力発電所事故で大きな影響を受けた環境の回復と、事故炉の廃止措置は国家的課題であり、機構は、国内唯一の原子力の総合的な研究開発機関として、事故からの復旧対策、復興に向けた取組への貢献を最重要業務と位置付けて、様々な課題解決へ向けた取組や、研究開発等を行い成果を上げてまいりました。今後も、これらを重点事業に位置付けて取り組んでまいります。また、喫緊の課題となっている汚染水問題に対しサイト内の地下水流動や港湾への汚染水流出・拡散の評価等を行うとともに、国から付託された放射性物質の分析・研究や遠隔操作機器・装置の開発・実証に必要な研究拠点施設を早急に整備してまいります。

一方、原子力事故発生後の国難というべき局面にあつて、「もんじゅ」の保守管理上の不備や大強度陽子加速器施設での放射性物質の外部漏えいなどの事故や不祥事を機構が起し国民の皆様のご信頼を損ねたことは、誠に痛恨の極みであります。これらの事案は、組織として安全文化の欠如を疑われる重大な問題と受け止め、真摯に反省し早急に改善しなければいけません。このため、機構では、今後果たすべき使命を再定義した改革計画を策定し、平成25年10月より、1年間を集中改革期間と定め改革を開始しました。今後、本計画に掲げた対策を確実に実施し、自分達が自らを新しく作り直すという覚悟をもって、自己変革の痛みを恐れず組織の抜本改革を断行する所存です。特に「もんじゅ」については、原子力規制委員会からの保安措置命令等への取組として、自立的な運営管理体制の確立等を目指し、徹底したもんじゅ改革を進めておりますが、本件を経営の最重要課題とし、一日も早い信頼回復に取り組んでおります。

他方、機構改革を進めつつ、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた「もんじゅ」のシビアアクシデント、耐震等の安全性向上の取組、国際協力も活用した安全設計クライテリアの検討等を行う高速増殖炉サイクル技術開発、処分場の設計及び安全評価に必要なデータベースの整備や深地層環境における調査研究等による地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性の評価等を実施する高レベル放射性廃棄物の処分技術開発、我が国が調達責任を有する ITER 超伝導トロイダル磁場コイルの実機製作等を進める核融合エネルギー研究開発、高性能な水素貯蔵技術や生体に優しい新しいプラスチック材料等を創出する量子ビーム応用研究開発を主要事業として、さらには原子力利用に係る安全研究、核不拡散技術開発、基礎工学研究等の幅広い研究開発についても、平成25事業年度計画の達成に努力いたしました。

機構は、「もんじゅ」をはじめとした全ての事業において、安全が最優先であることを深く意識し、不退転の覚悟で機構改革に取り組む、機構に与えられた国民からの付託に全力を傾注し、原子力の研究開発利用を支える総合的な研究開発機関としての責任を果たす所存です。引き続き皆様のご理解とご指導、ご鞭撻を賜りますよう、宜しく願い申し上げます。

2. 基本情報

(1) 法人の概要

① 法人の目的(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第四条)

機構は、原子力基本法第二条に規定する基本方針に基づき、原子力に関する基礎的研究及び応用の研究並びに核燃料サイクルを確立するための高速増殖炉及びこれに必要な核燃料物質の開発並びに核燃料物質の再処理に関する技術及び高レベル放射性廃棄物の処分等に関する技術の開発を総合的、計画的かつ効率的に行うとともに、これらの成果の普及等を行い、もって人類社会の福祉及び国民生活の水準向上に資する原子力の研究、開発及び利用の促進に寄与することを目的としています。

② 業務内容(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第十七条)

機構は、独立行政法人日本原子力研究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) 原子力に関する基礎的研究
- (ii) 原子力に関する応用の研究
- (iii) 核燃料サイクルを技術的に確立するために必要な業務で次に掲げるもの
 - イ 高速増殖炉の開発(実証炉を建設することにより行うものを除く。)及びこれに必要な研究
 - ロ イに掲げる業務に必要な核燃料物質の開発及びこれに必要な研究
 - ハ 核燃料物質の再処理に関する技術の開発及びこれに必要な研究
 - ニ ハに掲げる業務に伴い発生する高レベル放射性廃棄物の処理及び処分に関する技術の開発及びこれに必要な研究
- (iv) (i)～(iii)に掲げる業務に係る成果の普及、及びその活用の促進
- (v) 放射性廃棄物の処分に関する業務で次に掲げるもの(但し、原子力発電環境整備機構の業務に属するものを除く)
 - イ 機構の業務に伴い発生した放射性廃棄物及び機構以外の者から処分の委託を受けた放射性廃棄物(実用発電用原子炉等から発生したものを除く。)の埋設の方法による最終的な処分
 - ロ 埋設処分を行うための施設の建設及び改良、維持その他の管理並びに埋設処分を終了した後の埋設施設の閉鎖及び閉鎖後の埋設施設が所在した区域の管理
- (vi) 機構の施設及び設備を科学技術に関する研究及び開発並びに原子力の開発及び利用を行う者の利用に供すること
- (vii) 原子力に関する研究者及び技術者の養成、及びその資質の向上
- (viii) 原子力に関する情報の収集、整理、及び提供
- (ix) (i)から(iii)までに掲げる業務として行うもののほか、関係行政機関又は地方公共団体の長が必要と認めて依頼する原子力に関する試験及び研究、調査、分析又は鑑定
- (x) (i)から(ix)の業務に附帯する業務
- (xi) 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律(平成六年法律第七十八号)

第五条第二項に規定する業務

(xii) (i)から(x i)の業務のほか、これらの業務の遂行に支障のない範囲内で、国、地方公共団体その他政令で定める者の委託を受けて、これらの者の核原料物質(原子力基本法第三条第三号に規定する核原料物質をいう。)、核燃料物質又は放射性廃棄物を貯蔵し、又は処理する業務

③ 沿革

- 昭和31年 6月 特殊法人として日本原子力研究所発足
- 昭和31年 8月 特殊法人として原子燃料公社発足
- 昭和42年10月 原子燃料公社を改組し、動力炉・核燃料開発事業団発足
- 昭和60年 3月 日本原子力研究所、日本原子力船研究開発事業団を統合
- 平成10年10月 動力炉・核燃料開発事業団を改組し、核燃料サイクル開発機構発足
- 平成17年10月 日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構を統合し、独立行政法人日本原子力研究開発機構発足

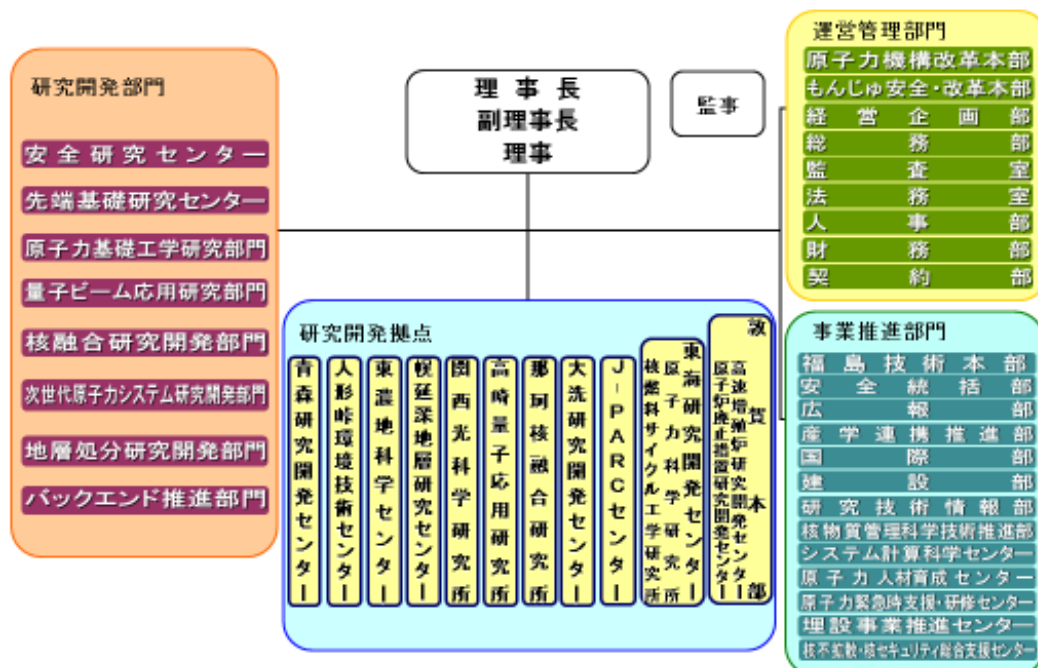
④ 設立根拠法

独立行政法人日本原子力研究開発機構法(平成十六年十二月三日法律第百五十五号)
(以下、「機構法」という。)

⑤ 主務大臣

文部科学大臣、経済産業大臣、原子力規制委員会

⑥ 組織図(平成25年10月現在)



(2) 本社・支社等の住所

【本部】

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

【研究開発拠点等】

- ・福島技術本部
〒100-8577 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
- ・福島技術本部福島環境安全センター
〒960-8031 福島県福島市栄町6番6号
- ・原子力緊急時支援・研修センター
〒311-1206 茨城県ひたちなか市西十三奉行11601番地13
- ・東海研究開発センター
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
- ・原子力科学研究所
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
- ・核燃料サイクル工学研究所
〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地33
- ・J-PARCセンター
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
- ・大洗研究開発センター
〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番
- ・敦賀本部
〒914-8585 福井県敦賀市木崎65号20番
- ・高速増殖炉研究開発センター
〒919-1279 福井県敦賀市白木2丁目1番地
- ・原子炉廃止措置研究開発センター
〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地
- ・那珂核融合研究所
〒311-0193 茨城県那珂市向山801番地1
- ・高崎量子応用研究所
〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町1233番地
- ・関西光科学研究所
〒619-0215 京都府木津川市梅美台8丁目1番地7
- ・幌延深地層研究センター
〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進432番2
- ・東濃地科学センター
〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺959番地31
- ・人形峠環境技術センター
〒708-0698 岡山県苫田郡鏡野町上齋原1550番地
- ・青森研究開発センター
〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字表館2番166

【海外事務所】

- ・ワシントン事務所
1825 K Street, N.W., Suite 508, Washington, D.C. 20006 U.S.A.
- ・パリ事務所
28, Rue de Berri, PARIS, France
- ・ウィーン事務所
Leonard Bernsteinstrasse 8/34/7 A-1220, Wien, Austria

(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	876,569	0	0	876,569
民間出資金	16,417	0	0	16,417
資本金合計	892,986	0	0	892,986

(4) 役員の状況

定数(機構法第十条)

機構に、役員として、その長である理事長及び監事2人を置く。

機構に、役員として、副理事長1人及び理事7人以内を置くことができる。

(平成26年3月31日現在)

役名	氏名	任期	主要経歴
理事長	松浦 祥次郎	平成25年6月3日～ 平成27年3月31日	昭和33年 3月 京都大学工学部応用物理学科卒業 昭和35年 3月 京都大学大学院工学研究科 原子核工学修士課程修了 昭和60年 4月 日本原子力研究所東海研究所 原子炉工学部長 昭和61年 8月 同研究所企画室長 平成元年 9月 同研究所東海研究所副所長 平成 5年 2月 同研究所理事 平成10年11月 同研究所理事長 (同研究所副理事長を経て) 平成12年 4月 内閣府原子力安全委員会委員長 平成24年11月 一般社団法人原子力安全推進協会 代表(非常勤) 平成25年 6月 日本原子力研究開発機構理事長
副理事長	辻倉 米藏	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	昭和43年 3月 京都大学工学部電気工学科卒業 平成12年 1月 京都大学博士(エネルギー科学) 取得 平成15年 6月 関西電力株式会社取締役 原子力事業本部副事業本部長 (原子力発電担当) 平成18年 6月 同社常務執行役員 平成20年 6月 同社顧問 平成20年 6月 電気事業連合会顧問 (原子力技術担当) 平成22年10月 日本原子力研究開発機構副理事長

理事	野村 茂雄	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	<p>昭和52年 3月 早稲田大学大学院理工学研究科 鉄鋼材料学専攻博士課程修了</p> <p>昭和52年 3月 早稲田大学工学博士取得</p> <p>平成 9年10月 動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所核燃料技術開発部長</p> <p>平成17年10月 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所副所長</p> <p>平成19年 1月 同機構東海研究開発センター長 代理 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所長</p> <p>平成21年10月 同機構理事</p>
理事	廣井 博	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	<p>昭和49年 3月 東京大学大学院工学系研究科 原子力工学修士課程修了</p> <p>平成10年10月 核燃料サイクル開発機構 敦賀本部技術企画部次長</p> <p>平成15年 4月 同機構敦賀本部業務統括部長</p> <p>平成17年10月 日本原子力研究開発機構 敦賀本部経営企画部長</p> <p>平成19年10月 同機構 大洗研究開発センター所長</p> <p>平成23年10月 同機構理事</p>
理事	伊藤 洋一	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	<p>昭和57年 3月 東京大学工学部原子力工学科卒業</p> <p>平成 9年 7月 科学技術庁原子力局政策課 原子力調査室長</p> <p>平成19年 7月 文部科学省研究振興局 振興企画課長</p> <p>平成20年 7月 同省大臣官房参事官</p> <p>平成22年 7月 同省大臣官房審議官 (生涯学習政策局担当)</p> <p>平成24年 1月 日本原子力研究開発機構理事</p>
理事	南波 秀樹	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	<p>昭和55年 3月 東京工業大学大学院 理工学研究科博士課程修了</p> <p>昭和55年 3月 東京工業大学理学博士取得</p> <p>平成14年10月 日本原子力研究所高崎研究所 材料開発部長</p> <p>平成17年10月 日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所長 量子ビーム応用研究部門副部門長</p> <p>平成22年 4月 同機構量子ビーム応用研究部門長</p> <p>平成24年 4月 同機構理事</p>

理事	上塚 寛	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	<p>昭和51年 3月 北海道大学大学院工学研究科 修士課程金属工学専攻修了</p> <p>昭和58年 9月 北海道大学工学博士取得</p> <p>平成17年10月 日本原子力研究開発機構 経営企画部上級研究主席 部長</p> <p>平成21年 4月 同機構東海研究開発センター長 代理 東海研究開発センター 原子力科学研究所長</p> <p>平成23年 7月 同機構東海研究開発センター長 代理 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所長</p> <p>平成24年 4月 同機構理事</p>
理事	森山 善範	平成25年10月1日～ 平成26年3月31日	<p>昭和56年 3月 東京大学工学部原子力工学科卒業</p> <p>平成18年 7月 原子力安全・保安院 原子力発電安全審査課長</p> <p>平成21年 7月 同院審議官（原子力安全基盤担当）</p> <p>平成22年 7月 文部科学省大臣官房審議官 （研究開発局担当）</p> <p>平成23年 6月 （併）原子力安全・保安院 原子力災害対策監</p> <p>平成24年 9月 独立行政法人原子力安全基盤機構 総括参事</p> <p>平成25年 7月 日本原子力研究開発機構執行役</p> <p>平成25年10月 同機構理事</p>
理事	山野 智寛	平成25年10月1日～ 平成26年3月31日	<p>昭和59年 3月 東京大学工学部原子力工学科卒業</p> <p>平成14年 6月 欧州連合日本政府代表部参事官</p> <p>平成19年 1月 文部科学省研究開発局 原子力計画課長</p> <p>平成21年 7月 独立行政法人科学技術振興機構 経営企画部長</p> <p>平成22年 7月 文部科学省大臣官房政策課長</p> <p>平成24年 8月 同省大臣官房審議官 （高等教育局担当）</p> <p>平成25年 6月 日本原子力研究開発機構執行役</p> <p>平成25年10月 同機構理事</p>

監 事	仲川 滋	平成25年10月1日～ 平成27年9月30日	昭和51年 3月 東京大学工学部船舶工学科卒業 昭和62年 4月 東日本旅客鉄道株式会社入社 平成 5年 1月 同社安全研究所主任研究員 平成 9年 6月 同社総合技術開発推進部課長 (車両開発) 平成11年 4月 同社新津車両製作所計画部長 平成13年 3月 同社 J R 東日本総合研修センター 次長 平成15年 6月 同社技術企画部次長 (知的財産) 平成18年 6月 東日本トランスポートック株式会社 取締役 平成24年 6月 同社常勤監査役 平成25年10月 日本原子力研究開発機構監事
監 事	小長谷 公一	平成25年10月1日～ 平成27年9月30日	昭和54年 3月 早稲田大学政治経済学部卒業 昭和63年12月 監査法人朝日新和会計社 (現あずさ監査法人) 入所 平成 4年 8月 公認会計士登録 平成15年 6月 同法人社員登用 平成18年 6月 同法人代表社員登用 平成25年10月 日本原子力研究開発機構監事

(5) 常勤職員の状況

常勤職員は平成25年度末において3,831人(前期末比61人減少、1.6%減)であり、平均年齢は44.3歳(前期末44.4歳)となっています。このうち、民間からの出向者は4人です。

3. 簡潔に要約された財務諸表

(1) 貸借対照表(http://www.jaea.go.jp/about_JAEA/financial/)

(単位：百万円)

資産の部	金額	負債の部	金額
流動資産	249,533	流動負債	118,189
現金及び預金	152,485	運営費交付金債務	10,326
核物質	8,477	未払金	44,210
その他	88,571	その他	63,653
固定資産	670,532	固定負債	223,240
有形固定資産	633,282	資産見返負債	180,026
建物	125,958	その他	43,215
機械・装置	98,728		
土地	82,438	負債合計	341,429
建設仮勘定	230,507	純資産の部	金額
その他	95,652	資本金	892,986
無形固定資産	2,969	政府出資金	876,569
特許権	284	民間出資金	16,417
その他	2,685		
投資その他の資産	34,281	資本剰余金	△ 337,562
		資本剰余金	55,735
		損益外減価償却累計額	△ 377,074
		損益外減損損失累計額	△ 16,126
		その他	△ 97
		利益剰余金	23,211
		純資産合計	578,636
資産合計	920,065	負債・純資産合計	920,065

(2) 損益計算書(http://www.jaea.go.jp/about_JAEA/financial/)

(単位:百万円)

	金額
経常費用(A)	177,408
業務費	155,919
職員等給与費	28,596
法定福利費	6,617
退職金	5,846
減価償却費	12,193
その他	102,667
受託費	17,816
職員等給与費	104
法定福利費	160
退職金	55
減価償却費	441
その他	17,056
一般管理費	3,569
役員給与費	152
職員等給与費	1,293
法定福利費	309
退職金	157
減価償却費	71
その他	1,586
財務費用	86
その他	19
経常収益(B)	178,939
運営費交付金収益	128,914
受託研究収入	17,611
施設費収益	192
補助金等収益	15,840
資産見返負債戻入	10,181
その他	6,201
経常利益	1,530
臨時損益(C)	△ 24
法人税、住民税及び事業税(D)	63
前中期目標期間繰越積立金取崩額(E)	124
当期総利益(B-A+C+D+E)	1,567

(3) キャッシュ・フロー計算書(http://www.jaea.go.jp/about_JAEA/financial/)

(単位:百万円)

	金額
I 業務活動によるキャッシュ・フロー(A)	36,376
人件費支出	△ 55,140
補助金等収入	47,961
自己収入等	177,325
その他収入・支出	△133,769
II 投資活動によるキャッシュ・フロー(B)	△ 30,156
III 財務活動によるキャッシュ・フロー(C)	△2,365
IV 資金増加額(又は減少額)(D=A+B+C)	3,855
V 資金期首残高(E)	148,630
VI 資金期末残高(F=E+D)	152,485

(4) 行政サービス実施コスト計算書(http://www.jaea.go.jp/about_JAEA/financial/)

(単位:百万円)

	金額
I 業務費用	155,149
損益計算書上の費用 (控除) 自己収入等	179,253 △ 24,104
(その他の行政サービス実施コスト)	
II 損益外減価償却相当額	18,309
III 損益外減損損失相当額	2,243
IV 損益外利息費用相当額	12
V 損益外除売却差額相当額	△106
VI 引当外賞与見積額	△25
VII 引当外退職給付増加見積額	△8,531
VIII 機会費用	4,502
IX (控除) 法人税等及び国庫納付額	△ 63
X 行政サービス実施コスト	171,491

(5) 財務諸表の科目

① 貸借対照表

現金及び預金	: 現金及び預金
核物質	: 法令等で定める核原料物質及び核燃料物質
建物	: 建物及び附属設備

機械・装置	: 機械及び装置
土地	: 土地
建設仮勘定	: 建設又は製作途中における当該建設又は製作のために支出した金額及び充当した材料
無形固定資産	: 特許権、商標権、ソフトウェア等
投資その他の資産	: 投資有価証券、長期前払費用、敷金、保証金等
未払金	: 機構の通常の業務活動に関連して発生する未払金で発生後短期間に支払われるもの
資産見返負債	: 中期計画の想定範囲内で、運営費交付金により、又は国若しくは地方公共団体からの補助金等により機構があらかじめ特定した用途に従い、償却資産を取得した場合に計上される負債
資本金	: 機構に対する出資を財源とする払込資本
資本剰余金	: 資本金及び利益剰余金以外の資本(固定資産を計上した場合、取得資産の内容等を勘案し、機構の財産的基礎を構成すると認められる場合に計上するもの)
損益外減価償却累計額	: 独立行政法人会計基準第87 特定の償却資産に係る減価の会計処理を行うこととされた償却資産の減価償却累計額
損益外減損損失累計額	: 固定資産の減損に係る独立行政法人会計基準の規定により、独立行政法人が中期計画等で想定した業務運営を行ったにもかかわらず生じた減損額の累計額
利益剰余金	: 機構の業務に関連して発生した剰余金の累計額

② 損益計算書

業務費	: 機構の研究開発業務に要する経費
受託費	: 機構の受託業務に要する経費
一般管理費	: 機構の本部運営管理部門に要する経費
役員給与費	: 機構の役員に要する報酬
職員等給与費	: 機構の職員等に要する給与
法定福利費	: 機構が負担する法定福利費
退職金	: 退職金
減価償却費	: 業務に要する固定資産の取得原価をその耐用年数にわたって費用として配分する経費
財務費用	: ファイナンス・リースに係る利息の支払等の経費
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
受託研究収入	: 受託研究に伴う収入

施設費収益	: 国からの施設費のうち、当期の収益として認識した収益
補助金等収益	: 国・地方公共団体等の補助金等のうち、当期の収益として認識した収益
資産見返負債戻入	: 資産見返負債を減価償却に応じて収益化したもの
臨時損益	: 固定資産の売却損益、災害損失等
法人税、住民税及び事業税	: 法人税、住民税及び事業税の支払額
前中期目標期間繰越積立金	
取崩額	: 機構法第21条第1項に基づき、前中期目標期間から繰り越された積立金の当期の費用発生による取崩額

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: 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等、投資活動および財務活動以外のキャッシュ・フロー(機構の通常の業務の実施に係る資金の状態を表す)

投資活動によるキャッシュ・フロー: 固定資産の取得・売却等によるキャッシュ・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す)

財務活動によるキャッシュ・フロー: 資金の収入・支出、債券の発行・償還及び借入れ・返済による収入・支出等、資金の調達及び返済によるキャッシュ・フロー

④ 行政サービス実施コスト計算書

業務費用 : 機構の損益計算書上の費用から運営費交付金及び国又は地方公共団体からの補助金等に基づく収益以外の収益を控除した額

損益外減価償却相当額 : 独立行政法人会計基準第87 特定の償却資産に係る減価の会計処理を行うこととされた償却資産の減価償却相当額

損益外減損損失相当額 : 固定資産の減損に係る独立行政法人会計基準の規定により、独立行政法人が中期計画等で想定した業務運営を行ったにもかかわらず生じた減損額

引当外賞与見積額 : 独立行政法人会計基準第88 賞与引当金に係る会計処理により、引当金を計上しないこととされた場合の賞与見積額

引当外退職給付増加見積額 : 独立行政法人会計基準第89 退職給付に係る会計処理により、引当金を計上しないこととされた場合の退職給付の増加見積額

機会費用 : 国又は地方公共団体の資産を利用することから生ずる機会費用(国又は地方公共団体の財産の無償又は減額された使用料による賃借取引から生ずる機会費用、政府出資又は地方公共団体出資等から生ずる機会費用、国又は地方公共団体からの無利子又は通常よりも有利な条件による融資取引から生ずる機会費用)

4. 財務情報

(1) 財務諸表の概況

① 経常費用、経常収益、当期総利益、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

(経常費用)

平成25年度の経常費用は、177,408百万円と、前年度比4,738百万円減(3%減)となっている。これは、福島第一原子力発電所事故への対処に関する受託経費の減少及びもんじゅ等の設備機器点検対応による経費の増加等が主な要因である。

(経常収益)

平成25年度の経常収益は、178,939百万円と、前年度比4,833百万円減(3%減)となっている。これは、政府受託研究収入の11,257百万円減(44%減)が主な要因である。

(当期総利益)

上記経常費用及び収益の状況及び臨時利益として運営費交付金収益等、臨時損失として固定資産除却損等を計上した結果、平成25年度の当期総利益は1,567百万円となっている。

(資産)

平成25年度末現在の資産合計は、920,065百万円と前年度末比53,842百万円増(6%増)となっている。これは投資その他の資産の7,650百万円増(29%増)、流動資産の38,648百万円増(18%増)が主な原因である。

(負債)

平成25年度末現在の負債合計は、341,429百万円と前年度末比60,658百万円増(22%増)となっている。これは運営費交付金債務及び預り補助金の24,068百万円増(111%増)のほか、資産見返負債の18,919百万円増(12%増)が主な原因である。

(業務活動によるキャッシュ・フロー)

平成25年度の業務活動におけるキャッシュ・フローは、36,376百万円と、前年度比2,348百万円増(7%増)となっている。これは、研究開発活動に伴う支出が10,535百万

円増(9%増)、災害損失の支払額が4,025百万円減(58%減)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25年度の投資活動におけるキャッシュ・フローは、△30,156百万円と、前年度比3,655百万円増(11%増)となっている。これは、有価証券の償還による収入が前年度比5,888百万円増(72%増)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25年度の財務活動におけるキャッシュ・フローは、△2,365百万円と、前年度比84,381百万円減(103%減)となっている。これは、平成24年度に福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分析等に係る政府出資金収入を受け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)

区分	第1期中期 目標期間	第2期中期目標期間			
	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
経常費用	180,517	161,701	174,709	182,146	177,408
経常収益	193,909	163,825	177,370	183,772	178,939
当期総利益 (△当期総損失)	13,336	3,595	5,275	1,823	1,567
資産	740,730	760,790	758,271	866,223	920,065
負債	152,826	215,746	242,585	280,771	341,429
利益剰余金	15,949	17,606	20,204	21,768	23,211
業務活動によるキャッシュ・ フロー	20,953	70,543	25,570	34,028	36,376
投資活動によるキャッシュ・ フロー	△ 15,612	35,022	△ 21,327	△ 33,811	△30,156
財務活動によるキャッシュ・ フロー	△ 945	2,316	△ 2,414	82,016	△2,365
資金期末残高	31,364	64,568	66,397	148,630	152,485

② セグメント事業損益の経年比較・分析

一般勘定の事業損失は197百万円と、前年度比370百万円の減となっている。

- ・「福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発」セグメントの事業利益は8百万円と、前年度比104百万円の減となっている。これは前年度、自己財源で資産を取得したことにより、118百万円の利益が発生したことが主な要因である
- ・「核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発」セグメントの事業利益は26百万円と、前年度比7百万円の増となっている。
- ・「量子ビームによる科学技術競争力向上と産業利用に貢献する研究開発」セグメントの事業損失は168百万円と、前年度比215百万円の減となっている。これは、補助金財源の貯蔵品の払い出しが主な要因である。
- ・「エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散」セグメントの事業利益は29百万円と、前年度比18百万円の減となっている。
- ・「自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に係る技術開発」セグメントの事業利益は5百万円と、前年度比3百万円の増となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの事業損失は90百万円と、前年度比32百万円の減となっている。
- ・「法人共通」セグメントの事業損失は6百万円と、前年度比11百万円の減となっている。

電源利用勘定の事業損失は154百万円と、前年度比209百万円の増となっている。

- ・「福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発」セグメントの事業利益は11百万円と、前年度比11百万円の増となっている。
- ・「高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発」セグメントの事業損失は126百万円と、前年度比176百万円の減となっている。これは、もんじゅ制御棒の減価償却費分、140百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発」セグメントの事業利益は2百万円と、前年度比5百万円の減となっている。
- ・「エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散」セ

グメントの事業損失は73百万円と、前年度比2百万円の増となっている。

- ・「自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発」セグメントの事業損失は262百万円と、前年度比36百万円の増となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの事業利益は10百万円と、前年度比13百万円の増となっている。
- ・「法人共通」セグメントの事業利益は、284百万円と、前年度比53百万円の増となっている。

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)

区分	第1期 中期目標 期間	第2期中期目標期間			
	H21	H22	H23	H24	H25
一般勘定	2,285	△178	1,321	173	△197
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	-	-	13	112	8
核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発(原子力システム研究開発)	540	△28	3	19	26
量子ビームによる科学技術競争力向上と産業利用に貢献する研究開発(量子ビーム利用研究開発)	178	90	1,196	47	△168
エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散(安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤)	129	△44	5	47	29
自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発(自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分)	0	△11	△2	1	5
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	△29	△59	△66	△58	△90
法人共通	1,466	△124	△172	5	△6

電源利用勘定	2,466	△ 1,723	△ 2,948	△363	△154
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	-	-	2	0	11
高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発(原子力システム研究開発)	△ 447	△ 1,639	△ 3,174	△ 302	△ 126
高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発(原子力システム研究開発)		△ 34	7	7	2
エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散(安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤)	△ 674	107	225	△ 71	△ 73
自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発(自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分)	△ 672	△ 10	△ 326	△ 225	△ 262
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	△ 6	△ 6	△ 38	△ 3	10
法人共通	4,264	△ 141	356	231	284
埋設処分業務勘定	8,641	4,024	4,288	1,817	1,881
放射性廃棄物の埋設処分(自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分)	8,641	4,024	4,288	1,817	1,881
合 計	13,392	2,123	2,661	1,626	1,530

第1期セグメント名を()で示しております。

③ セグメント総資産の経年比較・分析

一般勘定の総資産は、425,657百万円と、前年度比39,999百万円の増(10%増)となっている。

- ・「福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発」セグメントの総資産は、90,940百万円と、前年度比223百万円の増(0.3%増)となっている。
- ・「核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発」セグメントの総資産は、112,260百万円と、前年度比25,711百万円の増(30%増)となっている。これは、前払金の27,564百万円の増加が主な要因となっている。
- ・「量子ビームによる科学技術競争力向上と産業利用に貢献する研究開発」セグメントの総資産は、102,764百万円と、前年度比552百万円の増(1%増)となっている。

- ・「エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散」セグメントの総資産は、53,213百万円と、前年度比3,085百万円の増(6%増)となっている。
- ・「自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発」セグメントの総資産は、23,450百万円と、前年度比1,905百万円の減(8%減)となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの総資産は、23,814百万円と、前年度比2,098百万円の増(10%増)となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、19,216百万円と、前年度比10,236百万円の増(114%増)となっている。これは、現金及び預金の6,084百万円の増加、投資有価証券の1,808百万円の増加が主な要因となっている。

電源利用勘定の総資産は、473,689百万円と、前年度比11,995百万円の増(3%増)となっている。

- ・「福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発」セグメントの総資産は、2,665百万円と、前年度比1,413百万円の増(113%増)となっている。これは、工具・器具・備品の508百万円の増加、建物の143百万円の増加が主な要因となっている。
- ・「高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発」セグメントの総資産は、247,528百万円と、前年度比1,137百万円の減(0.5%減)となっている。
- ・「高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発」セグメントの総資産は、53,145百万円と、前年度比5,095百万円の増(11%増)となっている。
- ・「エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散」セグメントの総資産は、85,216百万円と、前年度比2,149百万円の増(3%増)となっている。
- ・「自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発」セグメントの総資産は、22,951百万円と、前年度比1,305百万円の増(6%増)となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの総資産は、15,438百万円と、前年度比2,802百万円の減(15%減)となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、46,745百万円と、前年度比5,972百万円の増(15%)

増)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)

区分	第1期 中期目標 期間	第2期中期目標期間			
	H21	H22	H23	H24	H25
一般勘定	269,931	275,890	284,856	385,658	425,657
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	-	-	2,215	90,717	90,940
核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発(原子力システム研究開発)	52,302	62,540	72,713	86,549	112,260
量子ビームによる科学技術競争力向上と産業利用に貢献する研究開発(量子ビーム利用研究開発)	100,124	94,326	102,453	102,213	102,764
エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散(安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤)	54,119	50,796	50,155	50,128	53,213
自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発(自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分)	43,120	43,073	29,644	25,355	23,450
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	13,304	15,664	18,784	21,716	23,814
法人共通	6,962	9,491	8,892	8,980	19,216
電源利用勘定	462,138	472,117	456,388	461,694	473,689
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	-	-	188	1,252	2,665
高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発(原子力システム研究開発)	414,145	331,082	256,190	248,665	247,528
高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発(原子力システム研究開発)		29,804	43,426	48,050	53,145
エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散(安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤)	3,859	46,011	85,702	83,067	85,216

自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発(自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分)	21,614	22,181	21,014	21,645	22,951
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	17,349	19,081	18,552	18,241	15,438
法人共通	5,171	23,959	31,316	40,733	46,745
埋設処分業務勘定	8,660	12,782	17,027	18,871	20,719
放射性廃棄物の埋設処分(自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分)	8,660	12,782	17,027	18,871	20,719
合 計	740,730	760,790	758,271	866,223	920,065

第1期セグメント名を()で示しております。

④ 目的積立金の申請、取崩内容等

平成25年度決算において一般勘定では、補助金等を財源として取得した棚卸資産の払い出しによる費用計上あるいは受託資産の減価償却費等により、165百万円の当期総損失が生じたため、目的積立金としての申請はできない。

また電源利用勘定でも、旧法人から承継した資産が費用化したこと等により、149百万円の当期総損失が生じたため、目的積立金としての申請はできない。

一方、埋設処分業務勘定においては、1,881百万円の当期総利益が生じているが、これは、機構法第21条第5項に基づき、翌事業年度以降の埋設処分業務等の財源に充てなければならぬものであり、目的積立金としての申請は必要ない。

前中期目標期間繰越積立金取崩額は、第1期中期目標期間に先行して計上された会計上の利益を、法令の規定に基づき主務大臣から承認を受けて一般勘定2,039百万円、電源利用勘定4,871百万円を第2期中期目標期間に繰り越したが、この利益に見合う費用が平成25年度に発生したため、この費用に相当する額として、それぞれ、91百万円、33百万円を取り崩したものの。

⑤ 行政サービス実施コスト計算書の経年比較・分析

平成25年度の行政サービス実施コストは171,491百万円と、前年度比26,378百万円減(13%減)となっているが、これは、引当外退職給付増加見積額の25,888百万円減(149%減)が主な要因となっている。

表 行政サービス実施コストの経年比較

(単位:百万円)

区分	第1期中期 目標期間	第2期中期目標期間			
	H21	H22	H23	H24	H25
業務費用	159,692	146,656	161,961	156,155	155,149
うち損益計算書上の費用	181,826	162,217	183,674	190,621	179,253
うち自己収入	△ 22,134	△ 15,561	△ 21,713	△34,465	△24,104
損益外減価償却相当額	47,988	45,175	37,842	19,403	18,309
損益外減損損失相当額	189	502	239	1,098	2,242
損益外利息費用相当額	-	75	14	△1	12
損益外除売却差額相当額	-	517	263	18	△106
引当外賞与見積額	△ 436	△ 99	△ 11	△83	△24
引当外退職給付増加見積額	9,997	△ 8,795	6,292	17,357	△8,531
機会費用	10,049	8,430	6,200	3,985	4,502
(控除) 法人税等及び国庫納付金	△ 54	△ 58	△ 61	△ 62	△ 63
行政サービス実施コスト	227,424	192,402	212,740	197,869	171,491

(2) 施設等投資の状況**① 当事業年度中に完成した主要施設等**

- ・調査坑道(幌延深地層研究センター) (取得原価 269百万円)
- ・図書館(東海研究開発センター) (取得原価 263百万円)

② 当事業年度において継続中の主要施設等の新設・拡充

- ・高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発に関連する施設・設備の整備
- ・幌延深地層研究地下施設の整備
- ・BA関連施設の整備
- ・ITER関連施設の整備
- ・J-PARC関連施設の整備
- ・量子ビーム応用研究環境の整備・高度化
- ・大洗研究開発センター固体廃棄物減容処理施設の整備
- ・大洗研究開発センター南受電所の移設・更新

- ・核燃料サイクル工学研究所再処理予備発電機の設置等
- ・原子力施設等の安全対策
- ・東京電力福島第一原子力発電所廃止措置等に向けた研究拠点施設の整備

③ 当事業年度中に処分した主要施設等

- ・核融合用地(土地)の売却(那珂)(取得価格 2,060百万円)
- ・青山寮(土地)の売却(本部)(取得価格 689百万円)
- ・青山寮(建物等)の売却(本部)(取得価格 101百万円、減価償却累計額 33百万円)
- ・夏海クラブ(土地)の売却(大洗)(取得価格 66百万円)
- ・夏海クラブ(建物等)の売却(大洗)(取得価格 79百万円、減価償却累計額 29百万円)
- ・長堀住宅(一部)の除却(東海研究開発センター)(取得価格 297百万円、減価償却累計額 184百万円)

(3) 予算・決算の概況

区分	(単位:百万円)										
	平成21年度		平成22年度		平成23年度		平成24年度		平成25年度		差額理由
	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	
収入											
運営費交付金	169,111	169,111	167,937	167,937	157,901	157,901	147,501	147,501	146,835	146,835	
施設整備費補助金	10,388	10,001	7,708	6,981	19,665	9,023	23,669	15,652	2,360	9,299	* 2
核融合研究開発施設整備費補助金	-	-	-	-	-	-	-	-	2,049	4,987	* 2
防災対策等推進核融合研究開発施設整備費補助金	-	-	-	-	-	-	-	-	2,299	2,219	* 1
設備整備費補助金	-	-	-	-	-	-	8,725	0	806	8,725	* 2
国際熱核融合実験炉研究開発費補助金	8,669	6,840	5,248	6,647	5,581	4,936	15,517	16,510	18,420	27,265	* 2
国際熱核融合実験炉計画関連研究開発費補助金	-	-	-	-	-	-	1,860	1,860	-	-	
先進的核融合研究開発費補助金	-	-	-	-	-	-	-	-	2,080	2,034	* 1
防災対策等推進先進的核融合研究開発費補助金	-	-	-	-	-	-	-	-	13	13	
特定先端大型研究施設整備費補助金	2,540	682	577	446	520	2,047	2,115	40	1,191	1,577	* 2
特定先端大型研究施設運営費等補助金	-	-	1,658	1,340	5,484	5,802	7,941	7,821	8,415	8,353	* 1
核セキュリティ強化等推進事業費補助金	-	-	-	-	1,115	870	966	966	609	609	
原子力災害対策設備整備費等補助金	-	-	-	-	438	438	0	0	-	-	
最先端研究開発戦略的強化費補助金	-	-	2,000	755	3,378	3,372	2,272	2,365	-	993	* 2
原子力災害環境修復技術早期確立事業費補助金	-	-	-	-	2,298	237	0	1,279	-	-	
その他の補助金	0	384	0	263	0	163	0	165	-	120	* 3
受託等収入	1,137	19,441	1,141	13,004	1,967	17,084	1,392	26,729	1,386	21,805	* 4
その他の収入	2,384	2,906	2,319	5,440	2,141	2,688	2,152	2,747	1,680	4,922	* 5
廃棄物処理処分負担金	10,000	9,458	9,400	9,515	9,400	9,581	9,400	9,639	9,400	9,688	* 6
政府出資金	-	-	-	-	-	-	85,000	85,000	-	-	
【前年度からの繰越】埋設処分事業費	3,915	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
【前年度からの繰越】その他の収入	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
計	208,153	218,823	197,987	212,328	209,889	214,143	308,511	318,276	197,543	249,442	
前年度よりの繰越金(廃棄物処理処分負担金繰越)	-	-	13,487	13,635	18,631	19,203	24,051	24,782	30,230	30,688	
前年度よりの繰越金(廃棄物処理事業経費繰越)	-	-	115	118	159	2,917	3,005	3,016	2,887	2,747	
前年度よりの繰越金(放射線物質研究拠点施設等整備事業経費繰越)	-	-	-	-	-	-	-	-	85,000	85,000	
前年度よりの繰越金(埋設処分立金)	-	-	8,741	8,641	12,720	12,722	16,840	16,961	18,391	18,767	
支出											
一般管理費	17,406	16,670	16,032	15,588	15,687	15,295	15,051	13,981	14,207	13,915	* 7, * 8
事業費	162,930	172,165	154,523	139,898	144,624	148,441	141,990	136,032	155,043	141,320	* 9
うち、埋設処分積立金繰越	8,741	8,641	-	-	-	-	-	-	-	-	
施設整備費補助金経費	10,400	9,917	7,708	6,833	19,696	8,875	21,468	13,313	2,406	8,504	* 2
東日本大震災復興施設整備費補助金経費	-	-	-	-	-	-	2,329	2,324	-	-	
核融合研究開発施設整備費補助金経費	-	-	-	-	-	-	-	-	2,049	4,718	* 2
防災対策等推進核融合研究開発施設整備費補助金経費	-	-	-	-	-	-	-	-	2,299	2,219	* 1
設備整備費補助金経費	-	-	-	-	-	-	8,725	0	806	8,636	* 2
国際熱核融合実験炉研究開発費補助金経費	8,669	6,685	5,248	6,538	5,581	4,798	15,517	16,402	18,420	27,265	* 2
国際熱核融合実験炉計画関連研究開発費補助金経費	-	-	-	-	-	-	1,860	1,816	-	-	
先進的核融合研究開発費補助金経費	-	-	-	-	-	-	-	-	2,080	1,988	* 1
防災対策等推進先進的核融合研究開発費補助金経費	-	-	-	-	-	-	-	-	13	13	
特定先端大型研究施設整備費補助金経費	2,540	572	577	446	520	2,047	2,115	40	1,191	1,577	* 2
特定先端大型研究施設運営費等補助金経費	-	-	1,658	1,303	5,484	5,744	7,941	7,793	8,415	8,320	* 1
核セキュリティ強化等推進事業費補助金経費	-	-	-	-	1,115	859	532	485	609	531	* 10
東日本大震災復興核セキュリティ強化等推進事業費補助金経費	-	-	-	-	-	-	434	405	-	-	
原子力災害対策設備整備費等補助金経費	-	-	-	-	438	309	0	0	-	-	
最先端研究開発戦略的強化費補助金経費	-	-	2,000	718	3,378	3,359	2,272	2,341	-	1,001	* 2
原子力災害環境修復技術早期確立事業費補助金経費	-	-	-	-	2,298	196	0	1,258	-	-	
その他の補助金経費	0	375	0	250	0	153	0	151	-	116	* 3
受託等経費	1,137	18,916	1,137	12,221	1,963	20,219	1,389	24,795	1,382	17,911	* 4
廃棄物処理処分負担金繰越	5,038	4,586	-	-	-	-	-	-	-	-	
廃棄物処理事業経費繰越	33	118	-	-	-	-	-	-	-	-	
計	208,153	230,003	188,882	183,794	200,785	210,295	221,624	221,136	208,920	238,026	
廃棄物処理処分負担金繰越	-	-	18,483	19,203	23,479	24,782	29,499	30,688	35,869	36,580	* 11
廃棄物処理事業経費繰越	-	-	150	2,917	187	3,016	2,895	2,747	2,643	2,762	* 12
埋設処分積立金繰越	-	-	12,814	12,722	16,948	16,961	18,391	18,767	2,839	20,657	* 13
放射線物質研究拠点施設等整備事業経費繰越	-	-	-	-	-	-	80,000	85,000	83,780	84,982	* 14

- * 1 差額の主因は、次年度への補助事業の繰越等による減です。
- * 2 差額の主因は、前年度よりの補助事業の繰越による増です。
- * 3 差額の主因は、原子力人材育成等推進事業費補助金等の増です。
- * 4 差額の主因は、受託事業等の増です。

- *5 差額の主因は、不動産売却収入等の事業外収入等の増です
- *6 差額の主因は、資金運用による増です。
- *7 一般管理費には、各研究開発拠点の管理業務を実施するために要する経費が含まれているため、損益計算書上の一般管理費とは一致していません。
- *8 差額の主因は、固定資産税等の減です。
- *9 差額の主因は、事業計画の見直し及び経費節減等による減です。
- *10 差額の主因は、経費削減による減です。
- *11 決算額欄記載金額(廃棄物処理処分負担金の未使用額)は、中期目標期間における使用計画に基づき、次年度以降に繰り越します。
- *12 決算額欄記載金額は、次年度以降の放射性廃棄物の処理及び貯蔵の経費に使用するため、次年度以降に繰り越します。
- *13 決算額欄記載金額は、次年度以降の埋設処分業務の財源に充当するための積立金として、次年度以降に繰り越します。
- *14 決算額欄記載金額は、次年度以降の放射性物質研究拠点施設等整備事業に使用するため、次年度以降に繰り越します。

(4) 経費削減及び効率化目標との関係

独立行政法人会計基準に基づく一般管理費(公租公課を除く。)については、平成 21 年度(2009 年度)に比べ約 13.1%削減した。これは、プロジェクトや研究開発、施設・設備の安全管理に影響を及ぼさないように配慮しつつ、調達時における仕様の合理化、仕様書の機構ホームページへの掲載、最低公告期間等の延長により、競争契約を拡大する等によるものである。その他の事業費(国際原子力人材育成ネットワーク、核セキュリティ、福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発及び外部資金のうち廃棄物処理処分負担金等で実施した事業を除く。)についても効率化を進め、平成 21 年度(2009 年度)に対して約 20.0%削減した。

業務効率化推進計画に則った経費削減並びに事務の効率化及び合理化の取組については、事務に係る業務効率化を総合的に推進するため、平成24年度に引き続き、平成25年度業務効率化推進計画を策定し、活動を推進した。

機構の内部委員会である業務効率化推進委員会では、同計画に基づき、平成25年11月に中間評価、平成26年3月に年度評価を実施して計画の進捗を確認するとともに、良好事例の抽出等により、取組に対する評価を行った。その結果、対外的な説明事案が増えたこと等によりコピー使用料の削減が進まなかったものの、多くの活動項目は達成され、以下のような具体的な成果も上がっていることから、総じて計画どおり進展しているものと評価された。

- ・出張旅費の合理化についての周知徹底、出張の必要性及び出張者人数の確認徹底、TV会議の活用、執行状況のモニタリング等を通じて、機構全体で出張旅費の削減を図った。

平成 25 年度までの一般管理費及び事業費の削減状況は以下のとおりである。

(単位:百万円)

区分	平成 21 年度		当中期目標期間									
	金額	比率	平成 22 年度		平成 23 年度		平成 24 年度		平成 25 年度		平成 26 年度	
			金額	比率	金額	比率	金額	比率	金額	比率	金額	比率
一般管理費	8,761	100%	8,037	92%	7,843	90%	7,625	87%	7,613	87%		
事業費	154,799	100%	145,859	94%	140,904	91%	123,676	80%	123,898	80%		

(注 1) 一般管理費は公租公課を除く。

(注 2) 事業費は外部資金によるものを除く。また、平成 24 年度においては新規・拡充事業、外部資金のうち廃棄物処理処分負担金等で実施した事業費、科学研究費補助金間接経費及び埋設処分業務勘定への繰入は除く。

5. 事業の説明

(1) 財源構造

当機構の経常収益は178,939百万円で、その内訳は、運営費交付金収益128,914百万円(経常収益の72%)、補助金等収益15,840百万円(経常収益の9%)、政府受託研究収入14,070百万円(経常収益の8%)、その他民間受託研究収入等20,115百万円(経常収益の11%)となっている。これを事業別に区分すると、以下のようになる。

- 1) 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発では、運営費交付金収益8,392百万円(経常収益の5%)、政府受託研究収入2,285百万円(経常収益の1%)等
- 2) 高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発では、運営費交付金収益36,320百万円(経常収益の20%)、政府受託研究収入3,575百万円(経常収益の2%)等
- 3) 高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発では、運営費交付金収益4,311百万円(経常収益の2%)等
- 4) 核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発では、補助金等収益6,666百万円(経常収益の4%)、運営費交付金収益5,977百万円(経常収益の3%)等
- 5) 量子ビームによる科学技術競争力向上と産業利用に貢献する研究開発では、運営費交付金収益10,003百万円(経常収益の6%)、補助金等収益6,520百万円(経常収益の4%)等
- 6) エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全確保と核不拡散では、運営費交付金収益24,835百万円(経常収益の14%)、政府受託研究収入6,634百万円(経常収益の4%)等

- 7) 放射性廃棄物の埋設処分では、その他の収益2,029百万円(経常収益の1%)
- 8) 自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理・処分に関わる技術開発では、運営費交付金収益19,176百万円(経常収益の11%)等
- 9) 国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動では、運営費交付金収益16,599百万円(経常収益の9%)、補助金等収益2,061百万円(経常収益の1%)等
- 10) 法人共通事業では、運営費交付金収益3,309百万円(経常収益の2%)等

(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

① 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発

我が国唯一の総合的な原子力研究開発機関として、人的資源や研究施設を最大限活用しながら、東京電力福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた研究開発及び環境汚染への対処に係る研究開発を確実に実施する上で必要な研究開発課題の解決に積極的に取り組む。本取り組みに当たっては、産学官連携、外国の研究機関等との国際協力を進めるとともに、中長期的な研究開発及び関連する活動等を担う人材の育成等を行う。

東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置及び廃棄物の処理・処分にに向けた課題解決に取り組むため、政府・東京電力中長期対策会議(平成 25 年 2 月 8 日、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議に改組)の方針に基づき、関係省庁、研究機関等の関係機関、事業者等との役割分担を明確にし、連携を図りながら確実かつ効果的・効率的に研究開発等の活動を実施する。本活動では、使用済燃料プール燃料取り出し、燃料デブリ取り出し準備及び放射性廃棄物の処理・処分に係る各々の課題解決を図るために必要とされる技術並びに横断的に検討する必要がある遠隔操作技術について基盤的な研究開発を進める。

事故由来放射性物質による環境汚染への対処に係る課題解決に取り組む、復興の取組が加速されるよう貢献するため、各省庁、関係地方公共団体、研究機関等の関係機関、事業者等との役割分担を明確にし、連携しつつ、研究開発等の活動を実施する。本活動では、環境汚染への対処に係る活動の拠点となる福島環境安全センターを活用し、事故由来放射性物質により汚染された廃棄物及び土壌等を分析・評価するための設備等を整備し、その分析を行う。また、除去土壌等の量の抑制のための技術や、事故由来放射性物質により汚染された廃棄物及び土壌の減容化のための技術の開発・評価、高線量地域に設定したモデル地区における除染の実証試験、環境修復の効果を評価する技術や数理的手法の研究を進める。さらに、環境汚染への対処に係る新規技術、材料等の研究開発においては、媒体による放射性物質の吸脱着過程の解明に係る研究を行うとともに、放射性物質の捕集材開発及び環境中での放射性物質の移行評価手法の開発を行う。

本研究開発に要した費用は、13,013百万円(うち、業務費9,257百万円、受託費3,749百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益(8,392百万円)、政府受託研究収入(2,285百万円)等である。これらの費用による本年度の主な実績は、以下に示す通りで

ある。

【廃止措置等に向けた研究開発】

○(関係機関との連携活動)

平成 25 年 6 月 27 日に策定された「東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」で示される原子炉の冷却や燃料デブリ取出しに向けた現場の作業とその実現に向けて必要な研究開発の進捗管理を行う廃炉・汚染水対策チーム会合事務局会議及び、平成 25 年 8 月 1 日に設立された技術研究組合国際廃炉技術研究開発機構(IRID)に構成員として参画し、個別の研究開発課題について、関係省庁や原子力事業者等との調整を行い、燃料デブリの性状把握や放射性廃棄物の処理・処分等、機構の研究ポテンシャルを発揮できる研究開発を実施した。また、東京電力(株)福島第一原子力発電所(1F)における高濃度汚染水の漏えい、大量の地下水の原子炉建屋等への浸入、海岸付近の地下水の汚染や海への流出等、現場の新たな課題と研究開発ニーズを把握するとともに、経済産業省汚染水処理対策委員会において、本委員会の下に設置されたサブグループ「地下水・雨水等の挙動等の把握・可視化」が実施した地下水流動解析モデルの妥当性確認結果を公表するなど、機構における成果を公表し、関係省庁や原子力事業者等と連携・協力して進めた。

IRID の設立にあたっては、原子力事業者及びプラントメーカー等と設立準備チームを設置し、設立に向けた調整・準備等において、組織体制の検討、規約類、事業計画の策定に大きく貢献するとともに、設立後も研究企画、研究推進及び国際協力部門や、汚染水問題への技術提案募集対応に人員を派遣し、事業推進に大きく貢献した。

計量管理のための核燃料物質測定の開発においては、米国エネルギー省との共同研究により、各候補技術の適用性を評価し、候補となる技術をとりまとめた。また、事故進展解析においては、仏国原子力・代替エネルギー庁(CEA)に研究員を派遣し、欧州での実験データの解析を行うとともに、核分裂生成物(FP)等放出・移行挙動評価モデルの改良を進めた。

○(機構内部での連携)

機構がこれまでに蓄積してきた知見と研究ポテンシャルを一体的に活用できるように組織した原子力科学研究所(原科研)、核燃料サイクル工学研究所(核サ研)及び大洗研究開発センター(大洗研)の福島技術開発特別チーム等を中心に廃止措置等に関する研究開発を行うとともに、これらの実施計画の企画、立案及び進捗管理を行う福島技術開発推進会議を毎月 1 回開催し、効果的、効率的なものとした。

さらに、東京電力福島第一原子力発電所汚染水問題に対して機構全体として組織横断的に対応するため、東京電力福島第一原子力発電所汚染水対策タスクフォースを平成 25 年 10 月に設置し、東京電力福島第一原子力発電所内の地下水流動、港湾への流出、拡散評価等を実施し、陸側遮水壁(凍土壁)、海側遮水壁、地下水バイパス等、汚染水対策の効果の推定結果の妥当性を確認した。

【環境汚染への対処に係る研究開発等】

○(国のトップダウンによる取り組み方針とその法的措置の内容)

平成23年11月11日に「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」に基づく基本方針が閣議決定され、ここに示された方針に従い、機構は、福島県やその周辺の環境の修復に向けた活動を進めた。さらに、平成24年7月13日に「福島復興再生特別措置法」に基づき、「福島復興再生基本方針」が閣議決定され、機構は研究開発に係る諸活動を進めた。

○(関係機関との連携活動)

・福島県

福島県との連携に関しては、既に締結している「福島県との連携協力に関する協定書」に基づき、除染等に係る状況について常日頃から情報交換を行うとともに、環境放射線計測及び環境試料分析に関する連携協力の一環として、福島市内に福島県原子力センターとの同一建家を共同で使用して、それぞれの放射能分析施設において環境試料を分析するとともに定期的な情報交換を行うなど、連携協力を努めた。

・大学、高専

大学との連携に関しては、国内各大学と機構が共同研究する環境回復に係る研究テーマを機構内から公募して、研究テーマを選定後、各種研究を進めた。福島大学(環境放射能研究所)の放射能ゾンデ観測では、空気中の放射能濃度を測定するための評価方法について、機構のノウハウを提供した。連携・協力のための協定を締結している国立高等専門学校機構福島工業高等専門学校(高専)が、復興支援活動の一環として開催した「産学交流の日」における機構の専門家による講演、全国の高専学生を対象とした機構の施設を利用した放射線計測実習、機構退職者が専門家として同高専の教授職を担うなど、各種講習会の実施や人材交流による連携・協力を進めた。

・国内の研究機関

研究機関との連携に関しては、物質・材料の基礎・基盤的研究を長年続けている(独)物質・材料研究機構との間で、セシウムの吸脱着過程の解明研究を連携して進め、粘土鉱物へのセシウム吸着メカニズムの解明及び湿式分級法の最適化を進めた。災害監視など様々な分野で無人飛行機の開発を長年続けている(独)宇宙航空研究開発機構との共同研究により、上空から広い範囲の汚染情報を迅速に把握するための小型無人飛行機による放射線モニタリングシステムの開発を進めた。環境問題に取り組む専門機関である(独)国立環境研究所との間では、定期的な情報交換会を開催するとともに、環境動態に係る研究検討を協力して進めた。その他、セシウムの汚染が植生に及ぼす影響について研究を進めている(独)森林総合研究所や(独)農業・食品産業技術総合研究機構とそれぞれ環境動態に係る共同研究を開始した。セシウム汚染の指標となる地衣類の研究を長年続けている(独)国立科学博物館と共同研究を進め、福島県に生育する地衣類の調査を継続した。

・海外の研究機関

海外の関係機関との協力に関しては、河川・河口・沿岸におけるセシウムの動態を解析するコードの活用・改良のため、環境動態研究の経験と知見を有する米国パシフィックノースウェスト国立研究所と共同研究を継続し、開発したコードを試運用するとともに、専門家の交流を進めた。英国で過去に起きた汚染事故等、福島に類似した環境におけるセシウムの挙動研究を長年進めているスコットランド大学連合環境研究センター(SUERC:Scottish Universities Environmental Research Center)と協定を締結した。さらに、この協定に基づき各国の専門家の参加するセシウムに関する国際ワークショップを開催し福島の環境回復に向けて海外での知見や経験を踏まえ、技術的視点の他に社会的な視点も交えた具体的な解決方法について議論した。

・民間企業

一方、研究開発や技術開発の成果を迅速に除染活動等の現場に反映させるため、研究開発計画の立案段階から民間企業等との連携体制を組み込んで研究開発を進めた。具体的には、(独)科学技術振興機構の先端計測に係る助成制度を活用し、企業と、無人ヘリコプターに搭載するガンマカメラのセンサーについて、経済性の観点も含めた開発を継続し、現地試験を実施した。

○(要請などに応じた支援活動)

環境省、地方公共団体からの要請に応じ、原子力の研究開発経験で培った専門的知見に基づき、除染技術の相談・指導、除染講習会講師、現地調査(測定・評価等)、仮置場住民説明会支援、県の仮置場技術指針作成支援等を実施した。国や自治体の除染に先行して行った除染モデル実証事業における除染エリアに対し、再汚染を生じさせることなく除染効果が維持されていることを継続して確認した。本結果は、環境省により公表された。環境省の実施した森林除染試験の支援を実施し、その成果は、環境省の環境回復検討会の審議を経て、国の森林除染の考え方に反映された。

また、以下の活動により、放射能汚染に対する福島県民の安心と安全に寄与した。

福島県から受託した「ホールボディカウンタ検査による福島県民健康管理調査支援事業」において、放射線による被ばくの不安を抱える住民への対応として、約1万7千人の福島県民を対象に、固定式ホールボディカウンタ(WBC)及び移動式 WBC を用いて、内部被ばく測定検査を実施した。コミュニケーション活動としては、「放射線に関するご質問に答える会」を開催した。また、政府の基本方針であるチルドレン・ファースト(子どもに関する線量低減に優先して取り組む方針)に基づき、小学校の施設等の除染作業現場で除染方法を実践指導した。

○(社会への知識普及活動)

知識普及活動として、RADIEX(Radioactive Decontamination & Radioactive waste Disposal International Exhibition)2013(於東京、平成25年9月開催)等にて機構の環境回復に係る活動について出展展示するとともに、一年間の研究成果のまとめとして、平成25年度研究成果報告会(於福島市、平成25年3月開催)を一般公開で開催した。福島県政記者クラブ勉強会、地元記者クラブを中心に研究成果等についてのプレス発表を研究成果の得られた時点で適

宜実施し、報道各社からの取材等については、取材情報の事前提供を行うなどして積極的に対応した。フィールド調査を行う場合には、実施前に当該地元自治体に説明し、了解を得て、さらに、調査により得られた研究成果を報告することにより機構の研究活動等への理解を得た。福島技術本部のホームページ(日本語、英語)については、より読み易くするなどの観点からコンテンツの充実等を図り、リニューアル公開し引き続き、研究成果、報道発表、その他福島環境回復等に関連する最新情報及び公開資料等をタイムリーに掲載した。

○(機構内部での連携)

課題解決に当たっては、機構の各部門・拠点等の人員の協力を得つつ、必要に応じて各部門・拠点等の施設を利用して効果的・効率的に進めた。具体的には、除染に必要な土木技術に関する知見や放射線管理実務経験を有する福島環境安全センター以外の職員を機構内他部署から招集し彼らの協力のもと、地元住民等とのコミュニケーション活動を進めた。避難住民が、警戒区域等へ一時的に帰宅するために、機構の職員が現地での付き添いを行うなどの支援活動を行った。また、福島環境回復に係る機構の全研究者が一同に福島市に会して情報交換を行う情報交換会を開催した。さらに、外部の専門家も召喚し、月一回程度開催する定期セミナーを実施して、機構内の情報交換による連携強化に努めた。

○(ランドデザインの策定に向けた検討)

東京電力福島第一原子力発電所事故への対処に係る廃止措置及び環境回復に向けた機構の研究開発の取組方針を示すため、福島の実況に対する基本認識、機構が果たす役割、実施すべき取組、将来展開、組織体制等について検討を進めた。

廃止措置に係る研究課題として、中長期ロードマップに記載されているもの(燃料デブリ取出し準備、放射性廃棄物処理・処分等)、先を見越した基盤的な研究テーマとして機構独自で実施しその成果を福島に反映していくもの、東京電力福島第一原子力発電所の現場における喫緊の課題(汚染水処理、汚染水処理水の蓄積等)など、多様な課題に取り組む必要がある。また、モックアップ試験施設、放射性物質分析・研究施設を短期間で整備し有効に活用し廃炉の早期実現に貢献する必要がある。

環境回復研究については、農業・林業対策等を含め自治体等の復興・産業創造計画とも合わせた研究開発ロードマップを策定することが重要であり、中期(3～5年程度)では住民帰還の判断に資する調査研究を、長期(5～10年程度)においては帰還後の安全・安心の確保のための取組を行う必要がある。

上記課題について検討を進め、平成26年度5月末に取りまとめるとともに10月を目途に第3期中期計画を見据えて全体計画をまとめ上げる予定である。

(i) 廃止措置等に向けた研究開発

○(研究拠点施設の整備)

中長期ロードマップの方針等を踏まえ、放射性物質の分析・研究や遠隔操作機器・装置等の開発・実証に必要な研究拠点施設の整備を行った。

放射性物質の分析・研究施設の整備については、資源エネルギー庁の平成 25 年度発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備事業(放射性物質の分析・研究に係る技術調査)を受託し、本施設の概念検討を行った。また、本施設の許認可取得方法についての検討を開始するとともに、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議の指示に基づき、本施設の立地候補地として示された当該原子力発電所の構内及び隣接地の評価を開始した。これと並行して、本施設の設計に反映させるため、機構内のホットラボ施設での経験豊富な技術者を集めて議論を行い、施設の運転に関する知識、経験、失敗談等を整理するとともに、若手も参加してもらい、技術者の育成も実施した。

遠隔操作機器・装置の開発実証試験施設の整備については、立地候補地である檜葉南工業団地の地盤評価を行い、建家及び構造物を確実に支持できる地盤であることを確認した(平成 25 年 5 月 13 日)。なお、この確認結果に基づき、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議において、立地地点が決定された(平成 25 年 5 月 22 日)。さらに、遠隔操作機器の実証試験に具備すべき試験用水槽、障害物等の環境模擬体、モーションキャプチャ、ロボットメンテナンスツール等の仕様をまとめた。平成 25 年 9 月より本施設の建設の一環として、地盤のボーリング調査を開始するとともに、平成 26 年 1 月から本施設の実施設設計を開始した。

施設の運営・利用を検討するため、理事長達の諮問委員会として福島廃炉技術安全研究所施設運営・利用委員会を平成 25 年 9 月に設置し、2 回開催するとともに、同委員会に遠隔操作機器・装置の開発・実証試験施設の整備等について専門家からの意見を反映させるためのモックアップ試験施設専門部会を設置し、3 回開催した。また、機構内の各部門・拠点等との連携を図り、放射性物質の分析・研究施設及び遠隔操作機器・装置の検討及び開発実証試験施設の設計を実施するための担当課を平成 25 年 8 月に設置する等福島廃炉技術安全研究所の体制を整備した。

○(IRID の設立と研究開発)

また、研究開発運営組織である IRID の設立に向け、原子力事業者及びプラントメーカー等との設立準備チームに参画し、調整・準備等において、組織体制の検討、規約類、事業計画の策定に大きく貢献するとともに、平成 25 年 8 月 1 日の設立後も、構成員として、研究企画、研究推進及び国際協力部門や汚染水問題への技術提案募集対応に人員を派遣し、事業推進に大きく貢献した。

さらに、「東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」の平成 25 年度研究開発計画のうち、燃料デブリの性状把握、固体廃棄物の処理処分に係る研究開発、損傷燃料等の処理検討及び炉内状況把握に係る模擬試験等について、IRID を通じて外部資金を獲得し、他の構成員と連携しつつ、燃料デブリを模擬した物質を作製して取出し工具等の設計に必要となる硬さ等のデータの取得や、放射性廃棄物の性状把握、廃棄体化に係る基礎試験等を計画どおり実施した。

IRID を通じた研究開発に加え、東京電力福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等を円滑に進めるための以下の基礎基盤研究等に取り組んだ。

○(使用済燃料プール燃料取り出しに係る研究開発)

使用済燃料プール燃料取り出しに係る研究開発として、東京電力福島第一原子力発電所 4 号機の使用済燃料プールから取り出した未使用燃料集合体から採取した部材の表面検査等を実施し、洗浄後においても海水成分が残留しているなどの結果について、東電に報告した。燃料集合体等の長期健全性評価に係る試験として、ガンマ線照射下での SUS304 及びジルコニウムの異種金属接触部材の希釈海水浸漬腐食試験、機構内施設に保管していた福島第二原子力発電所使用済燃料被覆管を用いた海水浸漬後強度試験、「ふげん」の照射済燃料被覆管の実海水浸漬試験等を実施し、現状の東京電力福島第一原子力発電所 4 号機の使用済燃料プールの水質であれば、腐食発生及び強度低下の可能性が殆ど無いことを確認した。また、海水成分を含む水の放射線分解解析コード検証に必要な実験データを取得し、臭化物イオンが腐食に大きな影響を与えることを確認した。

○(燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発)

燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発を以下のとおり実施した。

・燃料デブリ及び炉内構造物の切断技術

機構が有する各種切断技術(レーザー、プラズマジェット、プラズマアーク及びアブレシブウォータジェット)について、模擬試験体による切断試験を実施し、東京電力福島第一原子力発電所の現場へ適用できる見通しを得るとともに、IRID が実施した燃料デブリ取り出し代替工法についての情報提供依頼公募(原子炉容器の内部調査やデブリ取出し技術等について、現行の研究開発計画に追加すべき研究開発プロジェクトの提案の募集)に応募した。レーザーについては、溶断・破砕適応制御システムの構成・アルゴリズムの構築について特許を出願した。

・燃料デブリの臨界管理

炉内からの燃料デブリの取出し時において米国スリーマイルアイランド原子力発電所事故等でも用いられたホウ素などの可溶性中性子毒物による臨界管理を想定し、東京電力福島第一原子力発電所の燃料デブリ取出しにおいて未臨界を担保するために必要なホウ素濃度の解析を実施した。臨界特性の解析、解析手法の検証に資するため、燃料デブリ模擬体を用いた臨界実験の設備検討を行うとともに、使用済燃料の FP 等の組成測定を実施した。燃料デブリ取出し作業時に未臨界状態であることを確認・監視する手法の高度化に向け、米国ローレンスリバモア国立研究所との情報交換を実施するとともに、燃料デブリ直近に中性子検出器を設置した場合の放射線環境のシミュレーションを行い、遮へいの最適化、検出器の改良の必要性の検討を実施した。

・計量管理のための核燃料物質測定

米国エネルギー省との共同研究により、燃料デブリ中の核燃料物質を測定する技術について、調査・検討を進め、各候補技術の適用性を評価し、ガンマ線計測、中性子線計測による非破壊測定技術について、30の候補技術から7つを主要な技術として抽出した。

また、機構が有する随伴 FP ガンマ線測定法(核物質に随伴する低揮発性 FP(指標

核種)のガンマ線を測定し間接的に核物質量を求める手法)について、指標核種となる Eu, Ce 等の FP の高温反応試験を行い U に対する随伴性の変化を評価し、測定法開発における適用条件検討に資する基礎的知見を取得した。また、燃料デブリ取出し時に用いる収納缶内の燃料デブリの偏在影響評価、漏えいガンマ線の減衰補正について、シミュレーション解析によって評価し、均質に分布した場合と偏在した場合を比較し最大 30% の差が生じること、密度情報と組み合わせる減衰補正できる可能性があることを確認した。

・事故進展解析

事故時に溶融した燃料や被覆管等の炉内構造物が冷却水中を落下する挙動について、落下物の分散挙動や落下速度等に関する実験により可視化画像を取得し、压力容器下部構造物の存在により、落下速度の減衰・広がりが増加することを解明するとともに、開発中の解析手法による画像が実験結果とよく一致することを確認した。また、炉内温度分布に対する海水注入の影響を評価するための実験を実施し、基礎データを取得した。

事故時の燃料損傷・溶融進展評価については、制御棒の溶融挙動に係る試験を実施し、制御棒材の主成分である Fe-B-C 三元系状態図を調べ、既存の熱力学データベースから予想されるよりも約 40°C 低い温度で溶融が開始することを解明した。

压力容器下部ヘッド破損挙動については、溶融プール溶融燃料が下部ヘッド上に堆積した深さをパラメータとする解析を実施するとともに、熱流体解析・構造解析ソフトによる連成解析を行い、実行できることを確認した。高温条件での下部ヘッド鋼材の機械特性試験を実施し、既往データのない温度範囲において解析に必要な材料物性データを拡充した。

燃料から放出された FP の沈着時の化学形評価のため、非放射性試料を用いた加熱試験等の基礎試験及び装置整備を実施し、配管等の低温部に移行し沈着した Cs, Sb 等化合物の沈着量が特定の温度位置でピークを有すること等の基礎的知見を取得した。東京電力福島第一原子力発電所でのソースタームにおける課題として、BWR 制御材が FP の化学挙動に与える影響に着目し、技術計画としてまとめた。これらについては、仏国 CEA に研究員を派遣し、欧州での実験データの解析を行うとともに、FP 等放出・移行挙動評価モデルについて、既存の FP 放出モデルの不確かさを評価するとともに、還元/不活性/酸化雰囲気別の FP 放出率を評価できるよう改良を進めた。

○(放射性廃棄物の処理・処分)

放射性廃棄物の処理・処分について、シビアアクシデントが発生した原子炉施設の廃止措置シナリオの検討に着手するとともに、機構所有の既存 B 型輸送容器を対象に、東京電力福島第一原子力発電所からの高線量試料輸送への適用するために必要な許認可上の課題を整理した。

○(遠隔操作技術)

遠隔操作技術については、炉内レーザーモニタリング・内部観察技術の開発に向け、高耐

放射線性イメージファイバを製作するとともに、試作した可搬型のレーザー誘起ブレイクダウン分光分析装置によりU/Zrの分別が可能であることを確認するなど、各種試験を実施して性能評価を行い、東京電力福島第一原子力発電所へのアクセス方法等の現場ニーズも考慮した上で、各要素技術の仕様とりまとめを完了した。また、原子炉格納容器・圧力容器(PCV/RPV)等内部調査に際し必要となる技術情報として、IRIDが実施した情報提供依頼公募に応募した。

○(廃止措置を加速するために必要なデータの採取等)

廃止措置を加速するために必要なデータの採取等については、原子炉施設・核燃料施設の解体技術開発として、東京電力福島第一原子力発電所と同様にCsやSrで汚染された再処理特別研究棟セル内タンクの解体における配管撤去、残渣回収及び除染作業を通じて、高線量エリアの解体作業での被ばく等に関するデータを収集した。また、UやFPなどで汚染した設備の解体撤去を安全、かつ、効率的に実施するための「作業計画書作成手引き」の原案や、作業計画書を作成する際に参照すべき技術情報の収集の手法、収集情報の整理、計画への反映に係る手順を検討した。

焼却・減容安定化処理技術開発として、塩素成分と長半減期核種を含む廃棄物を扱うことができる核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム廃棄物処理開発施設の第2難燃物焼却設備で、塩素成分を含む腐食性の高い廃棄物の焼却処理に係るデータ取得を開始した。

炉内残留物の取出し・高線量廃棄物処理の技術開発として、遠隔操作が必須となる環境を有する核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の高放射性固体廃棄物貯蔵庫(1HASWS)を用いて、高線量設備機器の遠隔解体実証技術開発に向け、実規模モックアップ試験装置の概念設計及び調査研究を実施した。

原子炉施設解体工法の高度化開発として、原子炉で発生した蒸気をそのままタービンに導いて発電機を回すなどの点でBWRと類似する「ふげん」において、復水器の解体及び除染を通して、切断工法別の切断速度等、工法の確証に必要なデータ収集を開始した。複雑で危険な構造を有する原子炉解体に向け水中解体実証試験装置のシステム設計に着手した。

(ii) 環境汚染への対処に係る研究開発

○(環境汚染への対処に係る活動)

環境汚染への対処に係る研究開発に関しては、専門家や地元の方々などの機構外部の意見を踏まえ、避難地域への帰還にむけた除染に対する社会のニーズを的確にとらえつつ実施した。

環境モニタリングや環境動態研究に必要な環境試料の分析を笹木野分析所等で継続して実施し、約2,700件の分析を実施した。環境中の放射線量を把握するために、原子力規制庁の要請に応じて福島県内の環境モニタリングを継続して実施した。航空機に高感度の大型の放射線検出器を搭載し、地上に蓄積した放射性物質からのガンマ線を広範囲かつ面的に測定する航空機モニタリングについて、原子力規制庁からの委託事業「平成25年度原子力施設等防災対策等委託費(80km圏内における航空機モニタリング)事業、平成25年度放射性物質測定調査委託費(80km圏外における航空機モニタリング)事業」を実施し、結果をとり

まとめるとともに、モニタリングのマップ等として公表した。除染に関する専門知識や経験を有する機構職員が、地方公共団体並びに環境省が実施する除染活動に対し、除染方法の指導助言、除染効果の評価などの技術支援を継続して実施した。除染にともない発生する廃棄物を集積する仮置場設置の技術指導、安全性に関する意見書の作成などの支援を行うとともに、住民説明会にて技術的な説明・助言を実施した。環境省の実施する森林除染試験や再除染モデル調査などに対し、計画策定の段階から機構の職員が専門家として参画し、技術的支援を実施した。その他、福島県民の内部被ばく測定を福島県からの受託により実施し、約 17,000 人を対象に測定を実施し、福島県民の安全と安心に貢献した。さらに、国及び福島県等への協力・支援活動として、福島県民の放射線に関する不要な不安を解消し、正しい理解と知識のために「放射線に答える会」等を継続した。

○(放射線計測技術の開発)

福島県を中心に、セシウムの分布を地上、上空、水中(湖水など)から多岐の視点で観測するための放射線計測技術の開発を以下の通り進め、その結果を公開した。

無人ヘリモニタリング技術について、機体制御・高度保持システム的设计・製作を行い、設計通りの機能を有することを確認した。水底に蓄積した放射性物質の濃度分布を視覚的に把握するシステム開発の一環として、福島県農地管理課から要望のあった農業用ため池底の原位置での放射線の分布を測定する水中でのガンマ線測定手法などの実証試験を行った。実証した方法は、公益法人である水土里ネット福島と技術指導契約を締結し、技術移転を進めた。無人航空機によるモニタリングはシステムの健全性を確認するとともに、避難指示区域内での試験を実施した。福島県下4市(福島市、郡山市、会津若松市、いわき市)の路線バスに搭載した空間線量率測定器を用いて、測定した空間線量率データを、福島市駅前ビルのロビーに設置したモニターに可視化して投影する速報するシステムの運用を平成 25 年 8 月から開始した。また、測定器の搭載台数を 30 台規模に増強して測定したデータを解析、情報発信するための準備を整え、福島県の浜通り北部、中通南部、南会津等に測定範囲を拡大して同年 12 月より実証試験を開始した。可搬型高所ガンマ線分布測定装置開発の一環として、環境省の実施する除染試験において、同装置で除染前後の放射線量の測定が可能であることなどを実証した。超高感度ガンマ線測定手法の開発において、宇宙線(ミュオン)バックグラウンドによる影響の少ない深地下測定にも対応可能な超低バックグラウンドγ線検出器を用いた測定準備を進めた。

○(セシウムに関する環境動態研究)

福島県を中心にセシウムの分布が今後、長期に渡りどのように変化していくのかを予測し、さらに予測結果にしたがって必要な対策を提案していくために、海洋も含めた環境動態研究として以下の調査や解析を進めた。

自治体による除染に向けて環境省が指定した重点調査地域である対象地域の森林・ダム溜池・河川・河口域において、高水流量時前の土壌・水等の環境試料の採取や底土のコア試料の採取、環境条件の測定等の現地調査、それら試料中の放射能濃度測定、粒径・鉍物組

成分析等の室内分析を実施した。また、森林やダム溜池については、それぞれ地形等の違いや放射性セシウムの移動に及ぼす影響解析の結果等に基づく現地調査を実施した。セシウムの移動や被ばく線量を予測評価するための解析ツール等の整備を継続するとともに、河川を対象とした土壌流出を予測する USLE(Universal Soil Loss Equation)等の解析コードによる試解析を実施し、河川敷における放射性セシウムの濃度分布等の現地調査結果との比較を行い、解析ツールの適用性等の確認を進めた。河川や斜面の流路において、セシウムを含む懸濁物質の移動抑制に関する基礎試験を実施した。セシウムの濃度指標候補として選定した地衣類について、セシウム濃度と生育環境の線量率との相関評価等を実施した。

福島近海域における汚染状況の詳細把握と将来予測のため、物質移行予測モデルに河川流出過程を考慮するための改良を行い、海洋調査による海底土中の核種移行過程に関するデータに基づき、海底土の汚染状況の変化を再現した。

○(土壌等におけるセシウムの吸脱着に係る研究)

効果的な除染や除染により発生する廃棄物の減容の具体的方策に資するために、粘土質などの土壌とセシウムとの吸脱着のメカニズムを原子・分子レベルで解析した。福島県の森林内の地表のリター層や、水田、畑等における土壌中でのセシウム吸着粒子について、主に有機-無機物複合体および無機物の 2 つのタイプの粘土質物質に吸着することを明らかにした。粘土鉱物への吸着サイトにおける、セシウムと粘土鉱物との化学結合特性および吸着構造を解明した。

○(除染技術の高度化等)

セシウムにより汚染された土壌などからセシウムを取り除く除染において、除染の効果が高く、廃棄物発生量が少ないなどを目指して、除染技術の高度化を以下の通り進めた。

ポリオンを用いたセシウムの移行・拡散の抑制技術開発の一環として、ラボ試験により、自然環境中での耐性が高いポリオン複合体、凝集作用が高いポリオンの組み合わせなどを検討するとともに、高度化と技術設計法の確立に向けて、ポリオンによる土壌固着・微細粒子凝集・洗浄効果のメカニズム解明研究を実施した。1,500 種を超える糸状菌株についてのセシウム濃集能評価試験を行い、高濃集株を選択した。糸状菌の生育試験により森林における生育能と濃集能を調査した。また、土壌中の鉱物共存下での糸状菌へのセシウム濃集試験を行った結果に基づき、「放射性 Cs 移行抑制剤の開発」を企業と協力して進めた。開発したガンマカメラ技術を用いて、子実登熟期のダイズ、セシウム高吸収ヒエ等におけるセシウム移行を動画像として捉え、移行性の評価を開始した。イオンビーム照射集団からセシウム高吸収ヒエ、セシウム低吸収イネ及びセシウム高濃縮菌の選抜を継続して行い、48 個体の高吸収ヒエ、6 系統の低吸収イネ、33 株のセシウム濃縮菌を選抜し、有望な候補株を選定した。グラフト重合捕集材の量産化検討において、セミバッチ式で、ラボスケールの 5,000 倍規模に相当する 20cm×35m (10m²) の捕集材合成条件を決定した。セシウム捕集基材として、メソポーラスシリカおよびスチレン系高分子を用いた吸着材を開発した。

タブレット端末により除染の費用や効果を除染現場で把握できる除染活動支援システムに

ついて除染モデル実証事業の実測データを用いてシステムの検証を行った。これをもって、除染特別地域 11 市町村での利用に向けて除染活動支援システムの運用を進めた。「除染技術情報ナビ」の Web(ホームページ)公開を平成 25 年 5 月末より開始するとともに、利用者からのコメント及び利用状況の調査に基づき、同 Web 版の改良を行った。

○(除染により発生する廃棄物の減容技術開発等)

除染により発生する廃棄物は、仮置き後、中間貯蔵施設で貯蔵することとなっているが、今後除染により発生するものも考慮すると廃棄物の容量が膨大であり、中間貯蔵施設計画を進める上での課題の一つとなっている。これを解決するために廃棄物の減容技術開発を以下の通り進めた。

焼却による減容化技術開発として、小規模試験装置を使った実験結果及び福島県の一般焼却炉から採取した実灰の表面積や細孔構造測定結果から、セシウム凝集、灰への沈着(付着)モデルの最適化を行い、解析コードを使ったシミュレーション結果と焼却灰、飛灰量、放射能濃度の実データとがよく一致することを確認した。ガス化燃焼処理試験装置(処理能力 1kg/h)を用いた分解処理試験を行い、実機的设计・製作に向けて必要なデータ(処理性能、セシウム移行挙動)を取得した。焼却によらない植物の減容化技術開発の一環として、植物残渣からのセシウム抽出条件を最適化するためバイオマス利用後のひまわり種子残渣からセシウムを抽出できる条件として、室温24時間硫酸アンモニウム水溶液中で浸漬するだけで、80%程度のセシウムの抽出を可能にした。また、抽出液からの捕集法として、リンモリブデン酸型のグラフト捕集材を適応できることを確認した。植物体からのセシウム回収に有利な状態とするために、植物体の液状化試験を実施した。災害廃棄物の処分等に関して、コンクリートくず等の海岸防災林盛土材への再利用、除染土壌の現場埋立や指定廃棄物の管理型最終処分場への埋設を想定したシナリオ、パラメータを整備し、作業員や周辺住民に与える線量を解析した。また、森林除染の有効性に関する感度解析を実施し、効果的な除染範囲の設定に資する技術情報として環境省に提供し、同省はこれらに基づき森林除染の考え方等を公開した。

② 高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発

安全性、経済性、環境適合性、資源利用効率及び核拡散抵抗性に係る性能目標を達成できる高速増殖炉サイクル技術の確立を目指す。このため、平成37年(2025年)頃までの実証炉の実現と平成62年(2050年)頃からの商業ベースでの導入に向け、高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発及び高速増殖炉サイクル実用化研究開発を実施する。

高速増殖原型炉「もんじゅ」は平成35年(2023年)頃を目途に「発電プラントとしての信頼性実証」及び「運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立」という所期の目的を達成することに向け、安全確保を大前提に、性能試験(炉心確認試験、40%出力プラント確認試験及び出力上昇試験(100%出力))を実施し、その後、本格運転を開始することを目指す。性能試験及び本格運転を通じて得られる性能試験データ及び運転・保全に係る技術的知見に基づく研究開発を進め、実証炉に向けた技術移転への準備を行うとともに、所期の目的を達成した以降に高速増殖炉の実用化に向けた研究開発等の場として利活用するための準備を行う。また、

この「もんじゅ」の運転計画に沿った燃料供給を行うとともに、原料調達の準備及び MOX 燃料製造技術向上のための研究開発を進める。なお、停止中の経費や研究成果、停止による高速増殖炉サイクル研究開発への影響といった、これまでの研究開発成果等を国民に分かりやすい形で公表する。

文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、日本電機工業会及び機構の五者で構成される「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」における審議と合意を踏まえ、機構は、高速増殖炉サイクル実用化研究開発を実施する。具体的には、原子力委員会が示している安全性、経済性、環境適合性、資源利用効率及び核拡散抵抗性に係る性能目標を達成できる高速増殖実用炉と実証炉の概念設計及び関連する燃料サイクルを含めた実用化までの研究開発計画を平成 27 年(2015 年)に提示することを目標として研究開発を実施する。

高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発を進めるに当たっては、プロジェクトリーダーのリーダーシップの下、プロジェクト全体を俯瞰して、炉・燃料製造・再処理技術の整合を図りつつ、製造事業者及び電気事業者の意見や考え、外部の専門家による評価の結果、国際的な議論等も踏まえ、社会受容性や国際標準の獲得ができるよう、柔軟かつ戦略的にマネジメントを行う体制を構築し、プロジェクト全体が遅延することなく着実に進むよう進捗管理を行う。また、長期にわたる実証炉及び実用炉の開発の中での円滑な技術移転に向けて、最終ユーザーである電気事業者や製造事業者と協力して研究開発の進捗に応じた適切な体制を構築する。

本研究開発に要した費用は、42,352百万円(うち、業務費38,446百万円、受託費3,894百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益(36,320百万円)、政府受託研究収入(3,575百万円)等である。これらの費用による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発

a) 発電プラントとしての信頼性実証

<保守管理上の不備への対応>

○ 「もんじゅ」の保守管理上の不備について、原子力規制委員会より、原子力機構の保守管理体制及び品質保証体制全体にわたり問題等が確認されたとして、平成 25 年 5 月 29 日に、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(以下「原子炉等規制法」という。)第 36 条第 1 項の規定に基づく保安のために必要な措置命令*1、同法第 37 条第 3 項の規定に基づく保安規定変更命令を受けた。

*1 保安のために必要な措置命令(抜粋)

- ・保守管理体制及び品質保証体制を再構築すること。
- ・平成24年12月12日の命令*2 に対し、貴機構が平成25年1月31日の報告を提出した時点において、措置が完了していないものについて、同命令に従い、引き続き、必要な措置を講ずること。

*2 平成 24 年 12 月 12 日の命令

- ・点検時期を超過している未点検機器について、原子炉施設の安全性への影響に留意しつつ、早急に点検を行うこと。
- ・保安規定に基づく原子炉施設の保全の有効性評価を行い、その結果を踏まえ、点検計画表を含む保全計画の見直しを行うこと。

【未点検機器の点検】

原子炉等規制法第36条に基づく措置命令に対しては、点検計画と点検記録との照合等を第三者チェックの観点から「もんじゅ」、敦賀本部、FBR 安全技術センター、ふげんの職員からなる特別チームを編成し、保守担当課における過去の点検実績の確認を行うことにより未点検機器を特定した。

未点検機器については、進捗を管理しながら点検を進め、機能・性能が維持されていることを確認し、未点検状態にあった機器の点検作業を、平成25年9月25日に全て終了した。

これらの点検結果を取りまとめ、措置命令に対する報告書(その1)として、平成25年9月30日に原子力規制委員会へ報告した。

【保守管理体制の再構築】

今回の保守管理上の不備の要因の一つとして、保守担当者一人当たりの担当機器数が処理能力を上回り、実務実態に見合った要員を十分に確保できていなかったことを踏まえて、以下の通り、電気必修課及び機械必修課を中心に保守管理に従事する要員を増強し、保守管理を確実に実施できるように保守管理体制を強化した。

- ・原子力機構内の他拠点等からの異動により、管理職から一般職まで幅広く人材を「もんじゅ」に投入するとともに、即戦力となり得る原子力プラントでの実務経験者を採用し、プロパー職員を増員した。
- ・原子力発電所の保守管理経験を有する民間企業の技術者を受け入れ、主に電気必修課と機械必修課に配属し、プラント保全部の技術力を増強した。
- ・プラント保全部員の技術力の向上のため、他の原子力発電所での保守業務に熟達した技術者2名をプラント保全部に技術専門職として受け入れ、技術検討のチェックやプラント保全部員の技術指導にあたる体制を構築した。

保全情報を確実に管理し、保守担当者が保全のプロセスを確実に実施するための業務支援ツール「保守管理業務支援システム」を平成25年11月から運用を開始した。本システムは、保有している点検計画の点検間隔/頻度データと入力される点検実績データにより、次回点検期限を自動計算し表示する機能及び次回点検期限が近づいた場合に警告する機能を有し、保守管理業務を円滑かつ効率的に実施できるようになった。

また、トラブル等による工程変更に対して、本来実施すべき点検のために必要な予算が正確に要求されなかったことを踏まえ、保守管理業務支援システムの確実な運用により、予算計画の基礎となる点検計画に基づく点検費用を算出して確実に要求できるように改善するとともに、トラブル等により追加予算が必要な事態となった場合は、経営へ速やかに報告し、プラントの安全性確保のために必要な予算確保を確実にできるようにした。

平成 25 年度予算執行においては、保守管理上の不備による追加点検や敷地内破砕帯追加調査対応等の当初予定になかった予算上の課題が発生したが、経営判断により追加予算措置がなされ、当該年度に実施すべき事項を確実に遂行した。

【品質保証体制の再構築】

保守管理上の不備の直接要因として、プラント工程と点検計画との整合性の確認不足や点検計画の進捗管理や実績確認の不足、点検計画変更時の点検間隔/頻度の妥当性確認に必要な技術評価への対応不足などが明らかとなった。

そのため、再発防止対策として、保守管理のPDCAを確実に廻し、保全計画に基づく点検を確実に実施するため、保守管理業務における計画(P)、実施及び評価(D+C)並びに改善(A)の各段階において、品質マネジメントシステム等に係る改善を実施し、必要なマニュアルの制定・改正を行った。主な取組を以下に示す。

- ・保全計画策定・変更時の検討不足に係わる改善として、プラント保全部において点検間隔/頻度等の妥当性、変更後の実施時期の妥当性、変更による影響等について検討及び審議を確実に行うとともに、発電用原子炉主任技術者、各部長、各室長等の委員で構成する保安管理専門委員会にて、原子炉施設の保安の観点から内容を検討及び審議することとした(マニュアル改正)。
- ・保守管理業務支援システムから当該年度に点検を実施する機器を抽出して、年度計画表及び点検に必要な予算計画を策定するとともに、契約から工事完了までの工事計画を作成して作業進捗管理ができるようにした(新規マニュアル制定)。
- ・プラント工程検討時の確認不足に係る改善として、現地マスター工程(プラント状態、試験及び保守の計画をまとめて定めた単年度の総合的な計画工程)策定時には、保守担当課による事前の確認を行うとともに、現地マスター工程検討会における現地マスター工程と保全計画の整合性確認を行うこととし、予定する点検が実施できるプラント状態となる工程を確実に制定できるようにした(マニュアル改正)。
- ・点検計画の進捗管理の確認不足に係る改善として、点検計画から月ごとに点検期限を迎える項目を抽出して実施すべき点検を明確にし、保全計画作業実績管理表により確実に管理し、未点検機器発生を防止できるようにした(マニュアル制定)。
- ・保全の有効性評価への対応不足に係る改善として、有効性評価の方法の理解不足であったことを踏まえて、電気・計測制御設備の評価例を作成し、保守担当課が容易に評価を行うことができるようにした(マニュアル改正)。

【保全計画の見直し】

「もんじゅ」における保守管理上の不備に対する原因調査、未点検機器の点検等の結果を基に、保全の有効性評価を行い、点検計画を含む保全計画を見直したことにより、保守管理を確実にかつ的確に実施するための点検計画とした。

- ・点検間隔/頻度の考え方を明確にし、点検計画に次回点検期限を明記。
- ・点検間隔/頻度や点検項目、過去の点検実績、次回点検期限を適正化。

- ・低温停止状態で機能が要求されない機器を「特別な保全計画(設備の長期保管計画)」として管理するよう保全計画を見直し。

以上の「もんじゅ」における保守管理体制及び品質保証体制の再構築、原子炉施設の保全の有効性評価と保全計画の見直し等の措置が完了したことを、措置命令に対する結果報告書(その2)に取りまとめ、平成25年11月19日に報告した。

措置命令に対する結果報告書に対しては、平成25年度第3回保安検査(平成25年12月)において、平成24年11月以降の未点検機器の点検状況や保守管理業務支援システム運用状況等の確認が行われた。その際、保全計画改定作業の中で、同システムへの変更点の入力ミス等や計算機によるデータ受け渡し時にミスがあることが確認され、これに対して、原子力規制委員会から保守管理体制及び品質保証体制の再構築が未だ不十分との指摘を受けた。

また、点検方法が保全計画と実際の要領書で一致していない事例(保全計画では外観点検を実施するとなっているところ、実際は高所等の理由から類似機器の代替確認により外観点検済としていた等)に対しては、保安規定違反区分の「監視(影響が軽微な場合)」とされた。

保全計画に入力ミス等が確認されたことから、保全計画の徹底的な改善に向けて、理事長を委員長として設置した「保全計画点検・改善小委員会」において、保全計画の徹底的な確認に向けた指導などを行うとともに、所長を委員長として設置した「もんじゅ保守計画改善検討委員会」において、保全計画確認作業の方針策定と作業計画・要領書の審議、作業の進捗管理等を行いながら、保全計画の確認作業を進めた。

保全計画の確認作業に当たっては、徹底した確認作業を行うための専従チームを編成するとともに、試作業を実施した後に実効性のある作業要領を確定し、敦賀本部やふげん、FBR安全技術センターの協力支援のもとで、平成26年3月より点検計画に係る項目の確認作業を実施している。

○ 原子炉等規制法第37条に基づく保安規定変更命令に対しては、原子力規制庁からの指摘や原子力規制委員会からの命令を踏まえ、新たな保守管理上の不備に係る調査・分析やトップマネジメントのコミットメントに係る調査・分析などを加えて、改めて根本原因分析を拡充して実施(組織的要因の問題の深堀り)した。根本原因分析においては、安全文化の14要素である「トップマネジメントのコミットメント」や「上級管理者の明確な方針と実行」等の全てにおいて組織要因が見いだされ、「高速増殖原型炉もんじゅにおける点検間隔等の変更に係る保守管理上の不備に関する根本原因分析の報告書」として取りまとめた。

根本原因分析及び高速増殖炉研究開発センター他の組織改編の検討結果を踏まえて、保安規定改正案を取りまとめ、平成25年12月26日に保安規定変更を補正申請した。原子力規制庁から根本原因分析報告書に対する要請事項を受けたことから、保安規定変更へ反映するため、根本原因分析の深堀を進めるとともに、再発防止対策の具体化とその実効性などの検討を進めた。

しかし、これらの対応に時間を要することから、先に申請した保安規定変更を取り下げ、高速増殖炉研究開発センターの組織改編に先行して、平成26年3月19日に機構大の組織改

編への対応として安全統括部の組織名称等を変更する補正申請(平成 26 年 4 月 11 日認可)を行った。

<もんじゅ改革への対応>

○ 「もんじゅ」における保守管理上の不備、大強度陽子加速器施設 J-PARC における放射性物質の漏えい事故等を踏まえ、平成 25 年 9 月 26 日に「日本原子力研究開発機構の改革計画」を定め、機構全体に反映すべき安全文化醸成等の改革に係る取組、組織・業務運営の見直し等について取りまとめた。

このような状況で、「もんじゅ」における保守管理上の不備に対する継続的活動を踏まえ、対応事項の着実な実施、改善した仕組みや体制等の実効性の確認、定着状況の検証等を行い、再発防止対策が組織に定着することを目指すため、理事長マネジメントレビューの結果を踏まえた基本計画を、改革計画で取りまとめた対策項目に従って再編成し『「もんじゅ」改革の基本計画』として策定した。

「もんじゅ」改革を着実に推進するため、理事長を本部長とする「もんじゅ安全・改革本部」を設置し、平成 25 年 10 月 1 日に第 1 回「もんじゅ」安全・改革本部会議を開催し、その後は原則「もんじゅ」サイトで毎週開催し、進捗状況の確認などを行うとともに、理事長が直接改革を指揮して進めた。

また、「もんじゅ」改革の実施計画の進捗管理と実効性確認を確実にするため、各課室担当者により「個別実績管理表」を作成し、事務局から各課室担当者への月 1 回のヒアリングを通じて「実施計画」へ実績反映を行いながら進めた。

「もんじゅ」改革の進捗及び定着状況を検証することを目的として、機構外の専門家・有識者から構成される「もんじゅ安全・改革検証委員会」を設置し、平成 25 年 12 月 16 日に第 1 回委員会、平成 26 年 3 月 3 日に第 2 回委員会を開催した。委員会では、「改革の成果を定量的に示し進捗が外部に見えるようにすることが重要」、「問題点を明確にし、より具体的な改革を行っていくことが重要」などの意見を頂いた。頂いた意見に対しては、改革の成果を定量的に示す方法の検討を行っている。また、メーカー・協力会社等との連携強化策などについても、「もんじゅ」改革の実施計画の中で留意しながら進めるなど、改革へ反映して進めている。以下に取り組みについて示す。

○ 「もんじゅ」の安全・安定な運転・保守を可能とする自立的な組織・管理体制を確立するために、以下に示す取組を行った。

・「もんじゅ」組織、支援組織の強化

「もんじゅ」の現場が運転・保守に専念できる体制とするため、運転・保全に直接係わらない業務(渉外や許認可対応等の業務)を支援組織に移すことから、高速増殖炉研究開発センターの組織改編に向けて、「もんじゅ」組織と支援組織の各業務(異常時対応など)に対する役割分担や業務フローなど組織の具体化を検討した。

原子炉等規制法第 37 条に基づく保安規定変更命令に対して、根本原因分析及び高速増殖炉研究開発センター他の組織改編の検討結果を踏まえて、保安規定改正案を取り

まとめ、平成 25 年 12 月 26 日に保安規定変更を補正申請した。

原子力規制庁から根本原因分析報告書に対する要請事項を受けたことから、保安規定変更へ反映するため、根本原因分析の深堀を進めるとともに、再発防止対策の具体化とその実効性などの検討を進めた。

しかし、これらの対応に時間を要することから、先に申請した保安規定変更を取り下げ、高速増殖炉研究開発センターの組織改編に先行して、平成 26 年 3 月 19 日に機構大の組織改編への対応として安全統括部の組織名称等を変更する補正申請(平成 26 年 4 月 11 日認可)を行った。

また、廃棄物の減容・有害度の低減、安全性強化等を目指した高速炉サイクルの研究開発を推進するため、関連組織を大括り化した高速炉研究開発部門を設置した。

・保守管理方法、業務の進め方の見直し

保守管理上の不備に係る保安措置命令への対応において実施した保守管理業務支援システムの構築に加えて、安全な運営管理を着実に実施できるマネジメント能力の改善の一環として、管理職を対象に「マネジメント実践研修」(課題発見プロセスや部下育成、集団討議による意志決定などの演習等)や「リスクマネジメント研修」(リスク管理手法の演習等)を実施した(平成 26 年 2 月)。

また、これまで契約手続等に係る事務的業務が煩雑であったことから、保守担当者が現場に専念するための負担軽減対策として、随意契約基準の見直しや複数年契約・一括契約等について契約部など関連する部署と連携して検討を行い、確実に保守管理を行うことができる仕組み作りを行った。これらの改善は、作業の合理化によるコスト低減にも繋がるものである。

・電力会社の運営管理手法の導入

これまで長期にわたり運転を停止していたため、発電プラント運営に関する経験豊富な要員は十分ではなく、総合的なプラントマネジメントの経験が不足していることを踏まえ、電気事業連合会へ電力会社から技術者の追加の支援要請を行い、指導的な技術者 14 名(所長代理級から課長代理級まで)を平成 25 年 12 月より順次受け入れた。平成 26 年 3 月末まで、各種会議等への参加や日常業務等を通して、電力会社の経験やノウハウを反映できるように助言等を頂きながら、効率的な業務運営のための会議体の見直し検討や実効的な工程調整に係わる検討など、改善に取り組んでいる。

また、先行原子力発電プラントの運営管理手法等を習得するため、平成 26 年 1 月より電力会社の原子力発電所(2 社)へそれぞれ 1 名を派遣した。派遣先では、プラント工程調整等に関する知識・経験の取得や点検・補修に係る「計画・実施・評価」の一連の保守管理業務の実務などを学んでいる。さらに、平成 26 年 4 月以降に 3 名を追加派遣する方向で調整した。

他の原子力発電所における「最新の保全プログラム」に関する知見や情報から「もんじゅ」の保全プログラムへの反映を検討するため、電力会社4社の原子力発電所にて調査を実施した。電力調査結果に基づき、保守管理の有効性評価時期を「保全サイクル」から「年度」へ見直し、「保守管理の有効性評価要領」を改正した。

・メーカー・協力会社との連携強化

保守技術や保守管理に関する技術検討課題、調整事項等について、メーカー4社とともに総力を結集して解決を図るため、メーカーとの連携タスクフォースを設置し、本格運転開始に向けた保全計画の整備作業や設備点検の協力会社への移管などについて検討した。

また、メーカー4社とエンジニアリング会社に対して平成26年度に新たに発注する保全計画の基本データ(系統機能データ・識別図等)の整備作業等を検討した。作業方法のメーカー間での統一などの調整業務はエンジニアリング会社に担当させることとした。

協力会社が機構のパートナーとして役割を果たすため、本格運転に向けた技術力アップ、設備点検のメーカーからの移管への対応、FBR保守技術の集大成の推進等について、協力会社自らが具体策を検討し、保守点検・工事体制の強化や技術力強化などの改革計画を策定した。この中で、機構は移管可能な設備点検についてメーカーとの協議を実施し、協力会社の改革計画へ反映した。

○ 安全文化醸成活動、コンプライアンス活動を再構築し、安全最優先の組織風土を確立する取組として、以下を実施した。

・安全最優先の意識の浸透

平成25年5月から所長による職員との膝詰懇談会を実施(平成25年度は全21回)するとともに、平成25年10月からは理事長による職員との直接対話を実施(平成25年度は全16回)し、活発な議論を行い、経営と現場との互いの意見交換を通じて、コミュニケーションの活性化を図った。

職員から出された意見に対しては、もんじゅ安全・改革本部会議でも議論し、適宜、理事長からの指示に従い、改革活動に反映して進めた。

(反映例)

イ)保守管理上の不備に係る根本原因分析結果が担当者にまで浸透するような活動として、根本原因分析結果の勉強会を全3回実施した。

ロ)「もんじゅ」改革の基本計画を進めるに当たって、実施部署は目的を理解し実施することが重要であり、形骸化した活動とならないよう進捗確認を行うこととした。

ハ)「もんじゅ」改革の実施状況は達成度が見えるまとめ方とし、現場からの反応が捉えられるような工夫を行うこととした。

ニ)もんじゅ安全・改革本部会議に「もんじゅ」関係者は自由に出席し発言できるようにした。

・保守管理体制・品質保証体制の強化

保守管理上の不備に係る保安措置命令への対応において実施した保守管理体制及び品質保証体制強化に加えて、平成25年度より、保守管理活動の定期的な評価と継続的改善及び経営資源の適正配分の継続的改善を確実にするため、保守管理の有効性評価と予算の課題、調整状況等をインプット情報として理事長マネジメントレビューに報告した。

・安全文化醸成活動、コンプライアンス活動の再構築

根本原因分析結果を踏まえ、安全文化醸成活動の改善を図るため、高速増殖炉研究開発センター内に「安全文化醸成改革推進チーム」を設置し、策定した活動計画に基づき改善活動に取り組んだ。

第1回目として、業務改善活動（職員が自らの業務を点検し、課題を整理・認識して改善提案）を展開し、改善提案に対しては、改善実施内容や優先度などを検討し、進捗管理しながら改善活動を進めた（例：出向解除後でも「もんじゅ」に赴いて引継が可能な環境を整え、技術伝承の強化を図るなど）。

第2回目として、コンプライアンス遵守教育を実施するとともに、小集団活動による現行ルールの改善活動を実施した。加えて、法律遵守と安全文化の醸成について、各課室内において、1 グループ 10 名以下としてチームを構成し、安全文化の視点で自分の課を見た時に良い点と悪い点をグループで評価した上で、改善すべき点などを討論した。出された改善案（QMS 文書における作業フローの明確化や運用の見直し等）に対しては、活動計画を検討した。

他の原子力発電所における安全文化醸成に係る調査（安全文化の評価方法と活動への反映の仕組み等）を実施した。これらの調査結果を参考として、安全文化の状態の評価を行うために必要となる「安全文化の劣化評価の視点」及び「安全文化の望まれる姿」の検討を進めている。

コミュニケーションの充実として、各部課室内における部下からの報告等の時間を十分に確保し、意思疎通を充実させた。

安全文化、コンプライアンスの理解を深め、コンプライアンス活動に関する意識をより高めるため、保安規定解説書作成 WG を立ち上げて、保安規定解説書の作成・整備を開始した。

以上のように、安全最優先の組織風土への変革を目指し、精力的に安全確保・安全文化醸成に取り組んだ。

○ 運転保守技術に関する技術的能力の強化、技術継承の強化を図るため、以下の取組を行った。

・「もんじゅ」を運転する意義の浸透、マイプラント意識の定着

次世代原子力システム研究開発部門及びメーカーの設計技術者と「もんじゅ」職員との意見交換会を通じて、「もんじゅ」の設計根拠やデータ取得の意義について意識向上を図るため、「設計技術検討会」を実施した。平成 25 年度は全 3 回実施し、「もんじゅ」の設計の変遷を通して、実証炉設計者の考え方や運転保守側から見た課題等の技術的な議論を行った。

敦賀本部国際協力特別顧問のジャック・ブシャール氏（フランス原子力・代替エネルギー庁長官付顧問）による講演会として、「FBR開発の重要性ともんじゅで得られるデータの国際的価値」を演題として開催し、「もんじゅ」データの意義等について理解を深めた。

もんじゅ研究計画作業部会の報告書を踏まえた「もんじゅ」の政策上の位置付けなどの勉強会を全職員に対して実施し、意見交換を通して、「もんじゅ」の役割や意義、今後の

「もんじゅ」の研究計画について理解を深めた。

・運転・保守技術等に関する教育充実、技術力を認定する制度の確立

保守担当者の技術力を養成する教育・訓練の仕組み(育成計画)を作り、保守担当者毎の保守経験や研修実績等を踏まえ、計画的な教育・訓練を行うため、保守担当者 7 名により試運用として進めた。運用面で改善点が抽出されており、育成計画に反映していく。

また、保守担当者の認定制度については、電力会社における制度の趣旨や認定区分などの状況を調査した。調査結果を踏まえ、「もんじゅ」保守担当者の技術力認定の在り方等について検討を進めており、今後、具体化を図っていく予定である。

・原子力機構やメーカーのシニア技術者による技術指導

技術検討のチェックやプラント保全部員の技術指導のため保守業務に熟達した技術者 2 名を技術専門職として配置し、安全技術検討会などにおいて技術的助言を受けながら、保守管理業務を着実に進めた。

・もんじゅの運転・保守から得られる技術を蓄積し、技術継承を図る

「もんじゅ」の原型炉としての技術成果を集約し、同時に技術継承に資するため、過去の検討資料の収集・整理を行うとともに、次世代原子力システム研究開発部門の高速炉設計技術者と「もんじゅ」職員の間で、「もんじゅ」で取得すべきデータなど「もんじゅ」の技術蓄積について討議した(平成 25 年 12 月 13 日)。

<新規制基準への対応>

○ 新規制基準への対応を円滑に行うために設置した「もんじゅ安全対策タスクフォース」に参画し、「もんじゅ」、次世代原子力システム研究開発部門及び FBR 安全技術センターが連携しながら、軽水炉の新規制基準適合審査の動向を参考にしつつ、高速増殖炉の特徴を踏まえたシビアアクシデント対策(重大な炉心損傷の防止対策、蓄電池の補強など)及び設計基準に対する対策(火災影響評価、内部溢水など)の検討及びその有効性の評価など、解析作業も行いながら、設置変更許可申請に向けた準備を進めた。

原子力規制委員会は、新規制基準の公布・施行に先立ち、研究開発段階炉規則の解釈や技術基準各種ガイド等のパブリックコメントを募集した。これに対し、研究開発段階炉規則の解釈や軽水炉の技術基準を準用できる方法等のコメントを取りまとめ、平成 25 年 5 月 9 日に原子力規制庁へ提出した。しかし、原子力規制委員会は「安全審査を行うまでに、パブリックコメントによる意見も含め検討し基準を見直すこととし、今回は修正を行わない。」との方針を決定し、見直しを先送りした。

このような状況を踏まえ、「もんじゅ」を対象とした安全基準について高速炉に精通した専門家により検討を行う「もんじゅ安全対策ピアレビュー委員会(機構職員と外部有識者で構成)」を設置した。平成 25 年 12 月から 7 回の委員会を開催し、高速炉の特徴を踏まえた事故進展やナトリウム冷却炉に特有な事象の考え方などについて議論を進めた。

<敷地内破砕帯調査対応>

○ 敷地内破砕帯の追加地質調査を平成 24 年 11 月より開始し、破砕帯の性状と活動性など

の確認のため、「もんじゅ」敷地内の各対象地点において、物理探査(地中レーダ探査及び電気探査による地下状況の調査)、剥ぎ取り調査、ボーリング調査、地表踏査(地表に見えている土や岩石の調査)を計画的に実施した。

これらの調査結果を取りまとめ、「敷地内破砕帯には活動的であることを示す痕跡は認められず、また、白木一丹生断層に引きずられて敷地内破砕帯が動くこともない」ことを、平成 25 年 4 月 30 日に原子力規制委員会へ報告した。

調査報告内容の確認のため、平成 25 年 7 月に原子力規制委員会及び有識者会合による敷地内破砕帯の現地調査が行われた。現地調査では、敷地内破砕帯が活断層であるという意見や議論はなく、破砕帯の評価を行う上で、更なるデータを積み上げるべきとの観点からの意見が出された。

その後、平成 25 年 8 月 26 日の原子力規制委員会による「敷地内破砕帯調査に関する有識者会合」の議論を踏まえて、活動性を評価するためのデータ拡充のため、原子力規制委員会より追加調査計画の策定が指示された。そのため、平成 25 年 10 月 3 日に追加調査計画を提出し、剥ぎ取り範囲を拡張しての調査やデータ取得や海上音波探査や沿岸部の地形調査等を行った。

これらの調査結果は、平成 25 年 11 月 29 日に中間報告として、続いて、平成 26 年 1 月 31 日にそれまでの追加地質調査の状況報告としてを報告した。これらの調査や評価結果をとりまとめ、改めて敷地内破砕帯に活動的であることを示す証拠は認められていないとする最終報告書を平成 26 年 3 月 28 日に原子力規制委員会へ提出した。

調査データの解釈や各種試料の年代測定において、地層処分部門の専門家の参画により、機構の強みを生かした調査ができた。今回の調査・評価手法で破砕帯が活断層でないことが説明できれば、上載地層(破砕帯を覆う地層)のない地域で活断層を評価する一つの実用的な手法となることから、技術的成果としてまとめていく。

<耐震安全性の向上等の更なる安全対策>

○ 耐震裕度向上を目的とした原子炉建物背後斜面の排土工事を平成 25 年 4 月より実施している。これらの工事は、事故未然防止の観点でリスクアセスメントなどを十分に行い、仮橋設置工事や盛土基礎施工、切土工事(土砂運搬)などを当初工程どおりに進めた。工事途中では、作業の障害となる硬岩が出現したが、冬期間の盛土施工休止期間を利用して掘削することにより、工事工程への影響を与えずに予定通り工事を進めた。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた緊急安全対策については、原子炉補機冷却海水系海水ポンプ(非常用ディーゼル発電機等で発生する熱を除去するための設備)が使用不能になった場合、当該海水系配管へ代替の水中ポンプを容易に接続できるようにする配管改造を完了した。また、実施した対策が有効となるように、所要の手順書等を用意するとともに、夜間も含めた電源車と電源盤の接続訓練や代替海水ポンプ(水中ポンプ)の設置訓練等を実施し、実践的な事故対応能力向上に努めた。

○ 「もんじゅ」の安全性に関する総合的な評価(ストレステスト)については、平成 24 年度に得られた技術成果(地震や津波に対してプラントが十分な耐性を有していること、全交流電源喪失及びナトリウム漏えいが起こった場合でも、自然循環により炉心を冷却できること等)を機構の研究開発報告書として取りまとめ、平成 25 年 6 月 21 日に公開した。

<設備の維持管理>

○ 平成 25 年度分の保全計画に基づく設備点検については、平成 25 年 8 月より開始し、原子炉補機冷却海水系海水ポンプの分解点検や 2 次主冷却系循環ポンプ軸封部(軸がポンプ本体を貫通する部分のシール部)の点検、非常用ディーゼル発電機設備の点検などを実施し、平成 26 年 3 月にすべてを完了した。これらの設備点検を通じて、原子炉施設の安全確保と設備健全性を維持した。

○ IAEA の核物質防護に係わる勧告内容や東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた防護強化等を規定するための核物質防護に係る研究開発段階炉規則改正に対応するため、立入制限区域センサ二重化や監視カメラの設置等について対応を進め、施行期限である平成 26 年 3 月末までに完了した。

一方、平成 25 年 7 月に行われた核物質防護検査結果等を踏まえて、原子力規制庁より、立入制限区域の柵等の障壁の高さが一部不十分などの指摘を受けた。そのため、核物質防護規定に適合させるための是正措置を実施し、平成 25 年 8 月末までに完了し、是正措置結果については原子力規制庁による確認を受けた。その後、指摘事項 9 件のうち 4 件は、原子力規制委員会にて核物質防護規定遵守義務違反と判断された。

指摘事項を受けるに至った原因分析結果を踏まえ、再発防止対策として、核物質防護業務実施マニュアルを策定するとともに、適合性のチェック機能の強化などを実施している。

<燃料製造施設の安全確保のための設備の維持管理>

○ 燃料製造施設については、設備の維持管理作業を継続するとともに核燃料物質の整理作業等を通じて技術基盤の維持を図った。

<安全性を評価するための解析技術や解析コード等の維持・管理>

○ 炉心解析システムを用いた性能試験データの詳細評価及びプラント動特性解析コードを用いた新規基準に係る重要事故シーケンスの解析評価のためのモデル構築を行った。また、「もんじゅ」の原子炉及び燃料貯蔵施設を対象としたリスク重要度評価のため、汎用の解析システムを解析モデル構築に適用した。これらによって、解析技術や解析コードの維持を図った。

<もんじゅ研究計画策定に係る対応>

○ 「革新的エネルギー・環境戦略」を踏まえ、「もんじゅ」等の具体的な研究計画を策定するために、「もんじゅ研究計画作業部会」が文部科学省に設置され、平成 24 年 10 月より検討を

開始した。

文部科学省に設置された「もんじゅ研究計画作業部会」における検討に向けて、機構は高速増殖炉開発における技術の重要度及び「もんじゅ」を利用することの優先度の2つの観点により、実施する研究項目を精査し、各項目の技術検討を実施し、まとめるべき成果とその達成時期を提示した。その結果より、高速増殖原型炉としての技術実証、環境負荷低減の有効性確認等に必須な最低限の知見を得ることができる「第5サイクル終了後」(おおむね6年程度)を成果の取りまとめ時期としてまとめられた。

全12回の作業部会での検討結果は、平成25年9月25日に「もんじゅ研究計画案」として取りまとめ、エネルギー基本計画に反映された。

- ・高速増殖炉技術開発の成果の取りまとめを目指した研究開発

性能試験完了後と、初期炉心による燃焼試験が完了する第5サイクル終了後に区切りを設定し、運転・保守経験を通じた技術の確立・継承が行えるよう、高速増殖炉開発の成果取りまとめる。

- ・廃棄物の減容及び有害度の低減を目指した研究開発

「もんじゅ」において燃料照射試験と分析を行いデータの収集を実施する。

- ・高速増殖炉/高速炉の安全技術体系の構築を目指した研究開発

実存するプラントとして、自然循環除熱試験等の「もんじゅ」の運転やアクシデントマネジメントの検討・訓練等を通じた研究開発の場を提供する。

b) 運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立

○ 2次系ナトリウム冷却システム内の水素の移行挙動を把握するため、「もんじゅ」性能試験時のカバーガス中の水素濃度等の実測データを使った調査・分析を行った。また、機器・設備の検査・モニタリング技術については、「もんじゅ」の供用期間中検査装置の動作確認を実施して不具合箇所を摘出し、その補修を行った。これらの作業により当該技術の維持・管理を図った。

(ii) 高速増殖炉サイクル実用化研究開発

○ 政府の原子力政策及びエネルギー政策の見直しの議論の結果を踏まえて対応することから、技術基盤の維持や安全性強化等に係る国際協力の具体化のために必要な研究開発活動に重点化した取組みを実施した。また、「もんじゅ研究計画作業部会」での審議への貢献を通じて、国の「エネルギー基本計画」での議論に反映されることで、平成26年度からは「高速増殖炉/高速炉の安全性強化」及び「廃棄物減容・有害度低減」の2つの体系で研究開発を再開する計画とした。

a) 高速増殖炉技術

<技術基盤の維持>

○ ナトリウム-水反応抑制、自然循環除熱、ナトリウム漏えい検出、熔融炉心物質流出など高速増殖炉にとって要となる研究開発に必要な試験施設の定期検査、及び試験に供する装置、機器、計測機類の機能維持を継続するとともに、将来の材料強度基準を策定するための長時

間クリープ試験等による高温材料データ取得を継続した。また、プラント動特性、自然循環時の熱流動挙動、事故時の炉心物質流出挙動などを対象とした各種安全解析プログラム類を維持管理し、技術基盤の維持を図った。

○ 照射後試験装置、炉外試験装置等の維持管理を実施するとともに、その過程で得られた中空燃料等の照射挙動データや酸化物分散強化型(ODS)フェライト鋼被覆管の機械的特性に関する製造プロセス依存性データの整理等を実施した。

○ 燃料設計に関する技術基盤の維持として再臨界回避集合体構造解析を実施するとともに、燃料物性データ(燃料熱伝導度、融点等の燃料物性)の整理及びその整理結果に基づく挙動評価モデル(ギャップコンダクタンスモデル等)の改良、燃料設計コードの整備等を実施した。

<安全性強化等に係る国際協力の具体化>

○ 経済産業省(経産省)から受託した事業「高速炉等技術開発」により、第4世代のナトリウム冷却高速炉(SFR)が備えるべき安全要件を定める安全設計クライテリア(SDC)について検討を進めるとともに、第4世代原子力システム国際フォーラム(GIF)を活用し、我が国主導の下に平成24年度作成した案がGIFの承認を得た。これを受けて、IAEA等の国際機関及びSFR開発各国の規制側との議論を進めるとともに、SDCを設計に具体的に適用する際の手引きとなる安全設計ガイドライン(SDG)の検討を進め、SDGの検討方針や主要論点をまとめるとともに、系統(炉心、冷却系等)ごとのSDG概要を作成し、原子力学会「第4世代ナトリウム冷却高速炉の安全設計ガイドライン」研究専門委員会での検討に供した。また、SDGの構築に向けてGIFを活用した活動を進め、各国が作成した提案を比較分析し国際標準SDGとして記載すべき事項を抽出・整理した。

○ SFRのシビアアクシデント(SA)対策強化のため、GIFの場を活用して、冷却系機器開発試験施設(AtheNa)を用いたSA時の炉心冷却性能試験の計画を検討し、各国の要求仕様を取り入れて計画概要を定めた。各国の参加範囲を確認するフェーズに入った。

<表彰>

○ SFRの蒸気発生器の伝熱管破損事象に対する解析評価手法の開発成果が認められ、日本機械学会第18回動力エネルギーシンポジウム(平成25年6月開催)において優秀講演賞として表彰された。また、炉心損傷事故における熔融炉心物質の原子炉容器内保持を達成するための実験的知見を取得した成果が、第5回21世紀の共生型原子力システムに関する国際会議(ISSNP2013)(平成25年11月開催)における報告を通じて高く評価され、最優秀論文賞として表彰された。

<冷却系機器開発試験施設(AtheNa)>

○ AtheNa については、ナトリウムを純化、各試験ループに安定的に供給するマザーループを完成するとともに、旧施設内に保管されていたナトリウム約 240トンの AtheNa 新設ダンプタンクへの移送を完了した。

<高速実験炉「常陽」>

○ 「常陽」については、第 15 回施設定期検査の平成 25 年度分を計画どおり実施し、原子力規制庁による立会検査に合格するとともに、年間保守計画に定めた自主検査を計画どおり実施した。燃料交換機能の復旧に向けた干渉物対策については、炉心上部機構(UCS)交換のための新 UCS 及び交換作業に使用する機器類の製作、機能確認試験を実施するとともに、UCS 交換作業準備を開始した。また、計測線付実験装置(MARICO-2)試料部回収装置の製作、機能確認試験を実施した。

b) 燃料製造技術

<技術基盤の維持>

○ 簡素化ペレット法の燃料製造システム(MH(マイクロ波加熱直接脱硝法)脱硝転換造粒設備、小規模 MOX 燃料製造設備、物性分析測定評価装置等)に係る維持管理のための試運転を通して、MH 脱硝転換装置の高度化に利用できるデータや中空ペレットの製造技術に関するデータ等を取得した。

○ 物性試験装置の試験運転を通して、MOX 及び PuO_2 の基礎物性データを取得するなどし、酸素ポテンシャル、熱膨張率及び酸素拡散係数等について酸素含有率(O/M 比)の依存性を明らかにするとともに、燃料の基礎物性データベースを拡充した。

c) 再処理技術

<技術基盤の維持>

○ 湿式再処理技術については、MA 回収工程や抽出工程の要素技術開発で使用する試験設備(MA 分離回収カラム、遠心抽出器試験装置)や分析装置(ICP 発光分析装置、走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型 X 線分光分析装置等)を対象とした機能維持を通して、MA 分離や抽出挙動に関する基礎データを取得した。

<外部資金による技術開発>

○ 経産省から受託した事業「高速炉等技術開発」のうちの「高速炉サイクル移行期の再処理技術開発」について、MOX 燃料処理における遠心抽出システム/パルスカラムの比較評価及び臨界安全を考慮した Pu 溶液用大型貯槽の検討を実施し、報告書を作成した。本検討を通じて、設計根拠をデータベースとして整備した。

また、遠心抽出器のスラッジ耐性を評価するため、抽出器内のスラッジ堆積データを取得するとともに、効率的なスラッジ洗浄方法について検討した。さらに運転領域の評価として、ス

ラッジ堆積条件での相分離性能への影響や Pu 逆抽出性能に与える遠心抽出器の混合時間の影響について評価した。

さらに、コプロセッシング法における U-Pu 抽出試験及びプロセスフローシートの検討を行い、Pu 還元剤としての硝酸ヒドロキシルアミン(HAN)の適用範囲等に係る基礎データを取得・評価した。

d) 高速増殖炉サイクル技術の研究開発を支える技術基盤

○ 湿式再処理技術については、4つの大学との共同研究により、MA分離、抽出、スラッジ関連の基盤データを取得した。

○ 乾式再処理技術については、(財)電力中央研究所と共同研究を進め、熔融塩の密度等の基盤データを取得した。

○ MOX燃料については、(独)産業技術総合研究所及び10の大学との共同研究等により、超高温条件を含む物性・構造に関する解析・評価や実験手法の検討、MH脱硝転換等に関する基盤データの取得や解析・評価を行った。

○ 文部科学省(文科省)から受託した「原子力システム研究開発事業安全基盤技術研究開発」により、ナトリウムの化学的活性度の抑制を目的とするナノ粒子分散ナトリウムの適用化開発を外部機関とも連携して行った。その結果、高速炉の安全性強化の観点から、ナノ粒子分散ナトリウムの実炉への適用効果を評価する上で必要となるライナ腐食およびナトリウム-コンクリート反応抑制効果の実験知見を取得し、格納容器の安全性が確保できる可能性を明らかにした。また、「事故時高温条件での燃料健全性確保のための ODS フェライト鋼燃料被覆管の研究開発」(北海道大学からの再委託)により、事故耐性に優れる超高温用 ODS フェライト鋼の成分設計を行った。さらに、文科省公募の「原子力システム研究開発事業環境負荷低減技術研究開発」における「マイナーアクチニド/希土類分離性能の高い乾式処理プロセスの開発」の一環として、「アクチニド及び希土類を含む熔融塩化物中における合金形成・脱合金化プロセス試験」((財)電力中央研究所からの再委託)を実施し、MA分離の選択性向上に関する基礎データを取得した。

<国際協力の戦略的な推進>

○ 日仏間で協議を進めているASTRID(ナトリウム冷却高速炉プロトタイプ)協力について、政府機関間取決めの締結(経産省、文科省及び仏CEA(仏原子力・代替エネルギー庁)が署名予定)に向けた協議を支援し、実施機関間取決め(機構、三菱重工業㈱、三菱FBRシステムズ㈱及び仏CEA、AREVA(フランス政府出資の原子力産業複合企業))の締結に向けた交渉を主導した。また、設計分野等の5つのワーキンググループを設置して具体的な協力内容の調整を行った。設計については日仏共同で評価を行うジョイントチーム構想を我が国から提案し、その業務内容を含め合意に向けた協議を進めた。

日米民生用原子力協力(CNWG)に関するプロジェクト取決めに署名し、日本で開催された CNWG 会合を文部科学省に協力して成功裏に実施した。

日露高速炉取極の締結に向けて、協力項目の整理を進めてロシアとの協力の可能性を検討した。

日韓協力では、韓国原子力研究所(KAERI)との2機関取決めにナトリウム取扱技術に関する協力項目を追加し、高速炉安全性研究における協力を可能にした。

GIF では、SDC の報告書を政策グループ(PG)会合で承認を得て、その後の SDG 策定に向けた協議を開始したほか、IAEA(国際原子力機関)の革新的原子炉及び燃料サイクル国際プロジェクト(INPRO)との SFR の安全設計に関する議論を主導した。

INPRO 運営委員会、第7回 INPRO ダイアログフォーラム等の会議に出席し、今後の INPRO 活動方針について協議した。

<「もんじゅ研究計画作業部会」審議への貢献>

○ 文科省からの要請により、「もんじゅ研究計画作業部会」において、廃棄物の減容・有害度の低減のための研究開発及び「もんじゅ」等の安全性強化に関する研究開発について情報を提供し、「もんじゅ」及びその関連施設を用いた研究開発の技術的観点からの整理に貢献した。これらの結果は、「もんじゅ」及び関連する研究開発分野を3本柱(①高速増殖炉プラントの技術成立性の確認を含む高速増殖炉技術開発の成果の取りまとめ、②高速増殖炉/高速炉システムを活用した廃棄物の減容・有害度低減等を目指した研究開発、③原子力発電システムとしての高速増殖炉/高速炉の安全技術体系の構築を目指した研究開発)で整理した最終報告書「もんじゅ研究計画」に取りまとめられ、「エネルギー基本計画」の議論に反映された。

(iii) プロジェクトマネジメントの強化

○ 政府の原子力政策及びエネルギー政策の検討状況を踏まえた対応等について、関係五者(経済産業省、文部科学省、電力、メーカー及び機構)の間で継続的に国際協力の体制等の認識の共有を図った。

○ 事務・事業の見直しとして、安全評価機能の強化を図るため、機構内組織の1ユニットを大洗から敦賀に移管し、安全評価に係る業務の計画立案、解析・評価を「もんじゅ」と一体となつて実施できる体制とした。

○ 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(原子炉等規制法)第36条第1項の規定に基づく措置命令への対応においては、点検計画と点検記録との照合等を第三者チェックの観点から「もんじゅ」、敦賀本部、FBR 安全技術センター、ふげんの職員からなる特別チームを編成し、敦賀地区の組織を挙げて取り組み、保守担当課における過去の点検実績の確認を行うことにより未点検機器を特定した。

未点検機器については、進捗を管理しながら点検を進め、機能・性能が維持されていることを確認し、平成25年9月25日に未点検状態にあった機器の点検作業を終了した。

保守管理上の不備における再発防止対策については、「日本原子力研究開発機構の改革計画」の対策項目に従って、『「もんじゅ」改革の基本計画』を策定した。「もんじゅ」改革を着実に推進するため、理事長を本部長とする「もんじゅ安全・改革本部」を設置し、もんじゅ安全・改革本部会議をもんじゅサイトで原則毎週1回開催している。本部会議では、改革の実施状況や課題を確認するとともに、理事長と職員との直接対話で出された意見等も含めて改革に関する議論を行い、本部会議での決定事項はその場で理事長から直接指示し、理事長が直接改革を指揮して進めた。

○ 新規制基準への対応においては、平成25年7月に公布・施行されている新規制基準のうち研究開発段階発電用原子炉に係わる規則等について、「ナトリウム冷却型高速炉固有の事項については、今後の安全審査を行うまでに見直しを行う」とされている。そのため、ナトリウム冷却型高速炉の特徴を踏まえた新規制基準策定に向けて、新規制基準への対応を円滑に行うために設置した組織横断的な「もんじゅ安全対策タスクフォース」に参画し、次世代部門やFBR 安全技術センターと連携しながら検討を行うとともに、外部有識者と機構の高速炉の専門家で構成される「もんじゅ安全対策ピアレビュー委員会」へ確実に対応し、平成26年4月に検討結果を総括する予定である。今後、「もんじゅ」に対する安全確保の考え方安全基準及び適合の考え方について提案する報告書を取りまとめ、原子力規制委員会へ報告する予定である。

敷地内破砕帯調査においては、もんじゅにとってリスクの大きい調査であることから、平成24年度に引き続き地層処分部門の専門家と協力し、調査途中や取りまとめ段階において、約5名の外部機関の専門家の意見を踏まえながら調査を進めた。

以上のように、発生した課題等に対しては、他部署と連携して対応できる体制を構築するとともに、外部委員会等の意見も踏まえながら、一元的に全体管理できるようにしてプロジェクトを推進した。

○ 「もんじゅ」の維持費削減の取組として、引き続き、「予算執行委員会」において、契約請求に対して執行内容および執行の可否を審議し、緊急性や積算の妥当性などを確認して予算を削減するとともに、職員のコスト意識を高めた。また、保守管理上の不備による追加点検や敷地内破砕帯追加調査対応等、当初予定のなかった予算上の課題が発生したが、速やかに経営層まで情報を共有し、経営判断により、もんじゅの運営管理を確実に実施するために必要な予算の追加措置を受け、事業運営を進めることができた。

○ 会計検査院からの指摘「次世代型高速増殖炉に関する革新技術開発に係る契約締結の改善」の対応として、FBR 開発のエンジニアリング集約のため随意契約が不可避の案件について平成25年度も精算特約条項付契約を実施し、年度末までに額の確定を行った。ここでは平成24年度の額の確定を踏まえ、精算手続きのポイントを明らかにして、チェックシートを用いて効率的に作業できるように改善した。

○ 平成23年11月の会計検査委員からの意見表示を受けて、今後の関係機関との協議に備えるべく、経営企画部「RETF利活用検討チーム」(平成24年5月設置、平成25年3月廃止)の検討結果に基づき、引き続き関係部署で、利活用候補を適用した場合の建屋構造の改良方法や利活用後の復元性等に係る技術的及び経済的成立性に関する具体化検討を実施した。

○ 経済産業省受託事業や文部科学省公募事業を活用した外部資金獲得に継続して取り組み、経済産業省受託事業で継続的に外部資金を確保するとともに、文科省公募事業で新たに「ナノ粒子分散ナトリウムによる高速炉の安全性向上技術の開発」(国家課題対応型研究開発推進事業 安全基盤技術研究開発)など、計5件(代表1件、再委託期間:4件)が採択され、研究を開始した。

③ 高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発

高レベル放射性廃棄物処分の実施主体である原子力発電環境整備機構による処分事業と国による安全規制の両面を支える技術基盤を整備していく。このため、機構は、「地層処分研究開発」と「深地層の科学的研究」の2つの領域において、他の研究開発機関と連携して研究開発を進め、その成果を地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える体系化した「知識ベース」として充実させていく。

また、実施主体や安全規制機関との技術交流や人材交流等を進め、円滑な技術移転を図るとともに、研究施設の公開や研究開発成果の発信等を通じて、国や実施主体等が行う地層処分に関する国民との相互理解促進に貢献していく。

本研究開発に要した費用は、5,434百万円(うち、業務費4,636百万円、受託費776百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益(4,311百万円)、政府受託研究収入723百万円)等である。これらの財源による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 高レベル放射性廃棄物等の処分研究開発

○ 中期計画達成に向け、高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発では、処分場の設計と安全評価に必要となるデータベースやモデルの開発といった実用的なツール整備に加え、深地層の研究施設を利用して実際の地質環境条件を考慮した現実的な処分場概念の構築や総合的な安全評価に必要な手法開発を行った。

平成25年度の実績としては、平成24年度までの資源エネルギー庁公募事業(先進的地層処分概念・性能評価技術高度化開発、処分システム化学影響評価高度化開発及び地下坑道施工技術高度化開発)の研究成果や深地層の研究施設における調査研究の成果も活用・統合しつつ、ニアフィールド複合現象(熱的、水理学的、力学的、化学的、物質移動論的過程)に係るデータ取得及びそのモデル化技術高度化や、地層処分放射化学研究施設(クオリティ)等を活用した核種の収着・拡散現象モデルの高度化を行うとともに、有機物・微生物の核種移行への影響を評価するためのモデル化に関する研究計画を、コロイドによる核種移行モデルなどを利用した試解析を基に詳細化した。緩衝材の特性については、塩水環境に着目

した透水特性、膨潤特性、強度特性に関するデータを取得した。オーバーパックについては、温度や地下水組成による炭素鋼の腐食速度への影響に関するデータ等の取得を行った。また、地下水中のコロイドが核種移行へ及ぼす影響を評価する目的で、一般財団法人電力中央研究所(電中研)との共同研究として、アメリシウム(Am)のベントナイトコロイドに対する収着データを取得するための試験、また公益財団法人原子力環境整備・資金管理センター(原環センター)や独立行政法人放射線総合医学研究所との共同研究として、オーバーパックの腐食挙動や人間の生活圏評価に関する共同研究や情報交換をそれぞれ継続した。さらに、核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター、環境技術管理部及び地層処分研究開発部門が共同で、硝酸塩含有廃棄物の地層処分に関する検討に着手した。

使用済燃料の直接処分研究に関しては、使用済燃料の仕様の調査、処分容器や緩衝材、地下施設的设计、安全評価シナリオの構築とモデル・パラメータ設定に関する研究に着手し、直接処分の実現可能性等についての第1次取りまとめに資する成果を創出した。

地質環境の長期変遷を考慮した安全評価手法の構築の一環として、我が国の隆起・侵食に関する概念モデル化、安全評価シナリオの構築や解析モデルの開発を実施し、隆起・侵食に関するプロセスと核種移行に対する多重バリアを構成する地層処分システムの安全機能の関係を定量的に評価した。また、長期的変遷を考慮した生活圏評価モデルの構築方法の検討を進めた。

幌延深地層研究所では、地下水及びコア採取により低アルカリ性コンクリートの吹付施工による地質環境への影響調査を平成21年より継続し、これまでの結果ではコンクリートによる影響は認められていない。また、当該材料による地下水pHの変化に関するモデル化に向けた検討を継続するとともに、低アルカリ性グラウト材料の周辺環境への影響調査の準備として、採水装置の設置及び透水試験に着手した。さらに、同コンクリートによる覆工材料としての施工性確認試験に向け、安全確保の観点から地質環境を精査し、東立坑を実施エリアとして選定した。人工バリア性能確認試験の準備作業として埋め戻し材の転圧締め固めに係る施工試験を行うとともに、試験孔の掘削を完了した。安全評価手法の高度化のための物質移動に関する研究については、原位置トレーサー試験の実施に向け計画の検討を進めた。公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター(原環センター)と共同で進めている地層処分実規模設備整備事業における工学技術に関する研究については、実スケールの緩衝材を用いた実規模定置試験を実施するとともに、新たに無線計測技術の適用性試験やオーバーパック・緩衝材の施工品質に関する共同研究を開始した。

国際協力として、OECD/NEAのデータマネジメントプロジェクトや熱力学データベース開発、地下水流動と物質移動のモデリングに関するスウェーデンのAspoタスクフォースプロジェクト、スイスのグリムゼル原位置試験(コロイドの形成と移行、岩体マトリクス中の放射性核種の拡散、セメントによる長期影響)プロジェクト、ニアフィールドの連成現象モデル化に係るDECOVALEXプロジェクトへの参加を継続するとともに、日米原子力協定に基づくガラスの溶解モデルの開発に着手した。また、韓国原子力研究所との協定に基づく二機関会合を開催し、定例の情報交換に加え、今後の共同研究の可能性のある分野について議論を行った。

○ 研究プロジェクトの重点化の観点から、大きな研究資金を必要とする処分場の工学技術及び性能評価技術については、共同研究や外部資金（「処分システム評価確証技術開発」やTRU廃棄物地層処分研究として実施している「セメント材料影響評価技術高度化開発」等の資源エネルギー庁受託事業など）の成果も活用し、機構の基盤研究開発の合理化を図っている。また、新たに開始した使用済燃料直接処分の研究開発においては、高レベル放射性廃棄物や TRU 廃棄物処分に関する研究開発成果を活用し、使用済燃料に特徴的な課題に重点的に取り組むといった合理化を行っている。なお、幌延深地層研究所における研究坑道の整備等は、PFI(民間資金等活用事業)方式の契約により、建設工程の最適化による総予算の縮減と年度予算の平準化を両立させ合理的に進めている。

○ 原子力発電環境整備機構(NUMO)の専門家と共同で重要テーマに関する共同研究（「概要調査段階における設計・性能評価手法の高度化」）等を進め、これらを通じた技術移転の促進を図った。規制側については、平成 22 年度より開始している原子力規制庁からの受託研究「地層処分の安全審査に向けた評価手法の整備」の一環としてオーバーパックの長期耐食性に関する腐食試験等を継続して進めた。

(ii) 深地層の科学的研究

○ 地層処分事業に必要となる地質環境の調査・評価技術や深地層における工学技術の基盤を整備するため、我が国における地質の分布と特性を踏まえ、岐阜県瑞浪市(結晶質岩)と北海道幌延町(堆積岩)における 2 つの深地層の研究施設計画を進めた。特に、深地層環境の深度(瑞浪:深度 500m、幌延:深度 350m)に向けた坑道掘削時の調査研究を進めつつ、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性を評価し、地層処分事業における地上からの精密調査や安全規制を支える技術基盤の整備を図った。また、平成 25 年度までに整備した研究用の水平坑道において、地下施設での調査研究を進めた。

瑞浪超深地層研究所では、深度 300m の水平坑道における岩盤中の物質移動試験に向け、電中研との共同研究によるボーリング調査の準備を進めた。また、深度 500mの水平坑道の掘削やパイロットボーリングによって、坑道周辺岩盤の地質環境特性(花崗岩の性状や断層・割れ目の分布、地下水の水圧・水質等)を把握するための調査試験を行った。さらに、坑道の掘削が地質環境に与える影響を評価するため、坑道への湧水量や岩盤中の地下水の水圧・水質の変化に関する観測を継続している。これらに基づき、地質環境モデルの評価・更新を継続するとともに、平成 26 年度に予定している深度 500mでの再冠水試験のためのボーリング調査や観測機器の製作等を進めている。あわせて、花崗岩(結晶質岩)における坑道の設計・施工技術等の適用性の確認を継続している。さらに、地下微生物が地球化学環境に与える影響の評価技術開発を目的として、独立行政法人産業技術総合研究所と平成 22 年度に締結した共同研究などを継続等するとともに、今後の再冠水試験などに必要とされる遠隔モニタリング技術の開発を目的とした原環センターとの共同研究や、最近様々な調査に適用されてきた宇宙線を利用した地質構造探査技術の適用性確認を目的とした民間企業との共同研究を新たに開始した。加えて、国際協力として参加しているIAEA国際地下研究施設ネットワーク

の活動の一環として、地下研究施設を活用し放射性廃棄物の地層処分および研究開発についての知識や経験を世界的に共有すること等を目的として実施する IAEA トレーニングコースを平成 25 年 11 月 11～15 日に開催した。

幌延深地層研究所においては、平成 25 年 2 月に地下施設調査坑道内で発生した湧水増加事象を踏まえ、深度 350m 水平坑道における坑道壁面及び地表の水平露頭における地質観察を実施し、堆積岩層中に分布する断層や割れ目の性状を調査した。その結果、層面断層とそれと高角な断層の交差あるいは接触部が、比較的透水性の高い水みちを形成している可能性があることが分かり、モデル化への反映について検討を開始した。また、350m～380m までの換気立坑の掘削に際して追加の湧水抑制対策を実施することとし、地下施設整備完了時期を平成 26 年 6 月末に、一部原位置試験の実施を平成 26 年度上期に、それぞれ延期した。換気立坑における追加の湧水抑制対策に際しては、2 月の湧水対策として実施した技術的難易度の高い事後の湧水抑制対策(ポストグラウト)の知見を踏まえた技術改良を行った。深度 350m 水平坑道では、掘削影響試験の一環として、坑道掘削前の状態を把握するための水圧・水質モニタリングを開始するとともに、透水試験を実施し坑道近傍の岩盤における透水性の変化に関する基礎データを取得した。さらに、異なる坑道断面での掘削影響を把握するため、弾性波トモグラフィや比抵抗トモグラフィにより掘削前の地質構造を調査するとともに、地中変位計や埋設ひずみ計などの設置を進めている。これらに基づき、坑道周辺岩盤の地質環境特性を把握するための調査解析評価技術の構築及び坑道の設計・施工技術の適用性確認に向けた検討を開始した。坑道掘削影響領域を対象とした調査技術開発や地下水年代測定技術の開発を目的とした電中研(地質・地下水環境特性評価)等との共同研究などを継続するとともに、新たにマルチ光計測プローブを用いた掘削影響領域の長期モニタリング技術開発を目的とした民間企業との共同研究を開始した。また、規制に資する研究として、平成 24 年より開始している独立行政法人原子力安全基盤機構との共同研究「モニタリング装置のデータの整理分析と測定の品質管理」を継続して実施した。国際協力として、地下研究施設等で実施される試験に関する情報交換等を目的とした OECD/NEA の CLAY Club 定例会合(平成 25 年 9 月)を幌延深地層研究センター国際交流施設にて開催した。また、DECOVALEX プロジェクトでは、ニアフィールド連成現象の予測評価モデルの検証と確証の対象の一つとして、今後深度 350m 水平坑道で行う人工バリア性能確認試験を取り上げており、その解析の準備作業に必要となる岩盤物性等の地質環境データを同プロジェクト参加機関に提供した。

○ 日本学術会議の提言(高レベル放射性廃棄物の処分について、平成 24 年 9 月 11 日)以降、国民的関心の高まっている地質環境の長期安定性に関する研究については、上載地層法による評価が困難である断層の活動性の評価に適用するため、「もんじゅ」敷地内の破碎帯充填物質を事例にカリウム(K)-アルゴン(Ar)法やフィッシュトラック(FT)法などの放射年代測定に加えて、条線方向、変位量、変位マーカーの切断関係等の総合的なデータによる評価手法の整備を進めた。また、変動シナリオに基づく安全評価に資するため、海溝型巨大地震を含む地震・断層活動や隆起・沈降運動等に伴う地質環境条件の変動幅を予測するため、第四紀地殻変動が活発な宮崎平野を事例に日向灘地震の発生時期とその規模及び平野の隆

起・沈降量の時間変化に関する情報の収集・整備を進めた。これらの成果は、総合資源エネルギー調査会 放射性廃棄物小委員会 放射性廃棄物処分技術ワーキンググループの議論で引用された。

(iii) 知識ベースの構築

○ 上記「1)高レベル放射性廃棄物等の処分研究開発」及び「2)深地層の科学的研究」により蓄積した成果の知識ベース化を継続して行っている。また、機構及び外部機関の専門家が有する知識の表出化及び表出化された知識の利用を支援するために、知識マネジメントシステム及び次世代型サイト特性調査情報統合システム(ISIS)の各ツール専用の利用環境を構築した。これを用いて、これまでに機構で創出、収集・整理してきた関連する情報を登録する準備を行うとともに、処分計画の進展に応じた実施主体や規制関連機関等の利用に供するよう、システムの運用・管理と利用状況に合わせた改良を行っている。

○ 「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づく研究開発課題評価を行うために機構の外部評価委員会として設置している地層処分研究開発・評価委員会や研究開発分野ごとに設置している検討委員会(深地層の研究施設計画検討委員会、地質環境の長期安定性研究検討委員会)において、大学等の専門家や外部有識者に研究開発の計画や実績を報告し、技術的な課題に対する助言を得ながら研究開発を進めた。

○ 資源エネルギー庁が主導する地層処分基盤研究開発調整会議において、機構が中心となり、原子力発電環境整備機構及び規制関連機関の動向やニーズを踏まえて「地層処分基盤研究開発に関する全体計画(平成25年度～平成29年度)」が策定され、外部専門家による評価を経て、平成25年9月に公表された。各機関との間で行っている共同研究や情報交換は、この全体計画に基づく。

○ 国民との相互理解促進のための取組として、とくに深地層の研究施設においては、平成25年度までに整備した研究用の水平坑道を、地下環境の体験・学習を通じて地層処分に関する国民との相互理解を促進する場として活用するとともに、マスメディア(テレビ、新聞)の取材対応に積極的に応じ広く国民への情報発信に努めた。幌延深地層研究所の「ゆめ地創館」についても、資源エネルギー庁の地層処分実規模設備整備事業として共同研究により整備している「地層処分実規模試験施設」と相互に補完しつつ、研究開発成果の積極的な紹介を通じて国民との相互理解促進に活用した。

平成25年度の主な実績として、地層処分基盤研究施設(エントリー)や地層処分放射化学研究施設(クオリティ)における室内での腐食試験や放射性核種を用いた実験研究、システムの長期予測シミュレーションなどの施設見学や取材に対して積極的に応じ、約380名の見学者を受け入れた。また、国内外の専門家の招待講演を実施し、若手研究者の育成を行うとともに国際的な研究者ネットワークの構築を強化した。瑞浪超深地層研究所と幌延深地層研究所では、見学者受入れ(瑞浪:約2,600人、幌延:約7,600人)、公開での報告会・情報交換会

(瑞浪 1 回:約 130 人)、学生・一般向けのセミナー(瑞浪 1 回:約 70 人)、周辺市民への広報誌の配布(瑞浪:12 回:500 部/1 回)やマスメディアを通じた情報発信等を行った。なお、ホームページへのアクセス数は、地層処分研究開発部門:約 113 万件、東濃地科学センター:約 451 万件、幌延深地層研究センター:約 257 万件となった。なお、幌延深地層研究所においては、平成 25 年 2 月の湧水増加事象(メタンガスの濃度上昇による電源遮断、湧水量の一時的な増加)の経緯を踏まえて、情報公開をより一層促進するため規定の見直しを行い、事故等発生時には立地自治体に加え隣接町村へも通報連絡するとともに、報道機関への情報提供範囲の拡大、ホームページでの地下施設整備の管理状況に関わる情報提供として、メタンガス濃度に係る情報を加え充実させている。

○ 機構改革については、平成 26 年 9 月までに行う深地層の研究施設計画に関する成果取りまとめに関する基本方針と成果の骨子について整理し、外部専門家の意見を聴取した。また、担当理事を主査とする作業チーム内で、瑞浪超深地層研究所と幌延深地層研究所で行うべき残された必須の課題案を抽出するとともに、今後の研究計画の策定に必要なポイント(合理化方策、水平坑道展開深度、研究期間等)についても検討した。

④ 核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発

原子力委員会が定めた第三段階核融合研究開発基本計画に基づき、核融合研究開発を総合的に推進し、核融合エネルギーの実用化に貢献する。このため、国際熱核融合実験炉(ITER)計画及び幅広いアプローチ(BA)活動に取り組むとともに、炉心プラズマ及び核融合工学の研究開発を効率的・効果的に進めていく。

ITER計画及びBA活動を、国際的に合意した事業計画に基づき、国内機関及び実施機関として着実に推進し、その責務を果たしていく。また、国際約束履行に不可欠な国内計画(トカマク国内重点化装置計画や増殖ブランケット開発等)を含めた炉心プラズマ及び核融合工学の研究開発を実施し、BA活動と連携してITER計画を支援・補完するとともに、原型炉建設の基盤構築に貢献していく。

これらの研究開発を行うにあたって、原型炉に向けた最先端研究開発は、国際核融合エネルギー研究センターで進めるBA活動を中核に、長期的視点に立脚し推進する。

本研究開発に要した費用は、14,457百万円(うち、業務費13,764百万円、受託費688百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益(5,977百万円)、補助金等収益(6,666百万円)等である。これらの財源による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 国際熱核融合実験炉(ITER)計画及び幅広いアプローチ(BA)活動

○ ITER 機構及び他極における機器調達にスケジュール遅れが発生している状況。スケジュール遅れの影響を最小限に抑えるため、ITER機構及び参加極国内機関との連携強化を目的に設置されたユニーク ITER チーム(UIT)で集中的に調整を行った。プロジェクト運営改善のために 2 月の臨時 ITER 理事会で決定された ITER 機構及び ITER 理事会の行動計画が確実に実行されるよう、UIT での活動等を通して支援を行った。我が国分担機器の製作については、

年度計画を踏まえ、ITER 機構及び参加極国内機関との強い連携を確保するとともに、品質保証体制やリスク管理を充実させ、我が国の調達責任を着実に果たすことに留意した運営を行った。

○ ITER 協定に基づき、ITER 計画における我が国の国内機関として、ITER 機構を支援し、ITER 機構が提示した建設スケジュールに従って機器を調達するための準備作業として、日本分担機器及び関連機器の技術仕様検討等の受託研究(有償タスク)を実施した。日本が分担した 32 件の受託研究については、平成 24 年度までに 19 件、平成 25 年度は 8 件の作業を計画どおり完了し、残り 5 件が計画どおり継続中である。

我が国が調達責任を有するトロイダル磁場(TF)コイル用超伝導導体の調達を継続し、コイル 0.5 個分のジャケッティング(760m 導体 3 本)を完了した。これにより、ITER 機構と合意したスケジュールに基づき、これまでに超伝導導体 31 本(760m 導体 23 本、415m 導体 8 本)を製作し、我が国の調達責任の 95%の導体製作を完了した。また、素線製作に関しては、全ての製作を終了した。さらに、TF コイル用巻線と構造物に関しては、平成 24 年度に契約締結した 1 号機に引き続き 8 機分の契約を締結し、全 9 機の契約締結を完了した。欧州から資金移転を受けて日本が調達する機器である TF コイル構造物 10 機分についても、契約締結を完了した。TF コイル 1 号機に関しては、実規模試作を進めラジアル・プレート製作に着手するとともに、実規模高精度巻線については目標値(±0.01%)を上回る±0.006%の高精度巻線長管理を達成して成功裏に完了させた。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「実規模の TF 導体への巻線で目標値以上の精度を実現したことは、危惧されていた大きな技術課題を克服した画期的成果である。」との意見が得られている。

中心ソレノイド(CS)コイル用超伝導導体の製作に関しては、全 7 モジュールのうち、第 1 モジュール用導体に使用する超伝導素線、撚線の製作を引き続き行い、600m 導体 1 本分及び 900m 導体 3 本分の素線と撚線の製作をそれぞれ完了した。これにより、日本の全調達責任の 8%の素線と撚線製作を完了した。また、巻き線試作用の 80m 超伝導導体と 900m 模擬導体を製作し米国に出荷した。

ダイバータプロトタイプ製作を継続し、プロトタイプ用プラズマ対向ユニット 2 号機の高熱負荷試験を実施して性能評価試験に合格するとともに、支持構造体の製作を完了した。これと並行して、ITER 機構と締結したタスク取決めに基づき、フルタングステンダイバータターゲット開発に向けた小型ダイバータ試験体を 6 体製作し、電子ビームによる繰り返し加熱試験を実施した。タングステン製ターゲット部を想定した熱負荷 20 MW/m²(1,000 サイクル:設計サイクル数の 3 倍強に相当)の条件の下、繰り返し加熱を実施したところ、除熱性能の劣化は観察されなかった。また、タングステンの表面最高温度は再結晶温度 1,300°C を大きく超える温度(最大 2,600°C 程度)まで上昇したが、欧州が製作した小型ダイバータ試験体に見られるような亀裂等の損傷は確認されず、ITER でのフルタングステンダイバータターゲットの実現に大きく貢献する成果を得た。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「フルタングステンダイバータでの熱負荷試験を実施し、ITER 要求を世界に先駆けて実証するとともに高い受熱性能を実現し、フルタングステンダイバータ調達の可能性を示したことは特筆すべきである。」

との意見が得られている。

遠隔保守機器(保守ロボット)に関わる調達取決めに基づいて、遠隔保守機器の構造・機構・制御に関わる詳細設計を継続して進め、保守ロボットに要求される技術要件である耐震強度等製作仕様を明確にし、詳細設計活動の一部である予備設計レビューを完了した。

中性粒子入射加熱装置(NBI)においては、日本が調達する NBI 実機試験施設(NBTF)用電源高電圧部及び高電圧ブッシングの詳細設計及び製作を継続した。ブッシングに関しては、予定している 5 台の大型セラミックリングすべての製作を終了した。その内、4 台については、熱膨張係数の小さなニッケル合金(コバルト)板を接合し、高電圧ブッシングの絶縁部品である「絶縁管」として完成した。さらに、製作した絶縁管を検査する試験設備を那珂核融合研究所内に整備し、各絶縁管の耐電圧及び耐圧力試験を実施した。製作した 2 台の試験を行い、何れの絶縁管も ITER で要求される耐電圧及び耐圧力性能(220kV で 5 時間、240kV で 1 時間、0.9 MPa)を満足することを確認した。なお、ITER 用に開発した世界最大のセラミックリング製作が技術的にも高く評価され、第 68 回(平成 25 年度)日本セラミックス協会賞技術賞を受賞(平成 25 年 11 月)した。また、負イオン加速の長パルス化開発を実施し、ITER モックアップ加速器の負イオン加速時間を昨年度まで 0.4 秒だったところ、30 秒まで 2 桁延長し、負イオンの長パルス加速の見通しをつけた。

マイクロフィッションチェンバー(小型核分裂計数管)の詳細設計を継続し、ITER 真空容器内部に設置する機器の健全性を実証するための熱応力解析等の詳細解析を実施するとともに、同じく真空容器内部に設置する他の計測機器や冷却装置との取り合い調整を進めながら最適な設置位置及び配線ルートを決めた。さらに、ITER での配線ルートを模擬した信号ケーブル(無機絶縁[MI]ケーブル)に熱負荷を与える耐熱性試験を実施した。その結果、ITER で想定される熱サイクルによる熱負荷よりも厳しい条件を MI ケーブルに与えても、信号ケーブルとしての性能に影響がないことを示した。また、ITER では様々な伝播ノイズが計測精度に影響を与えるおそれがあることから、マイクロフィッションチェンバーの信号伝送系に対し、国際基準(国際電気標準会議[IEC])に準拠したノイズ試験を実施した。その結果、伝播ノイズの影響は見られず、マイクロフィッションチェンバーの信号伝送系は伝播ノイズに対して十分な耐性を有していることを確認した。

平成 24 年 4 月に調達取決めを締結したマイクロフィッションチェンバーに続き、その他の計測装置であるポロイダル偏光計、周辺トムソン散乱計測装置、ダイバータ不純物モニター及びダイバータ赤外線サーモグラフィについて、平成 25 年 8 月に ITER 機構との間で調達取決めを締結し、詳細設計に着手した。また、高周波加熱装置の調達取決めを平成 25 年 9 月に締結した。

我が国が調達する計測装置の試験・調整を行うための先進計測開発棟の建設を進め、先進計測開発棟の設計を完了するとともに、建設に係る契約を締結した。

加熱装置の調達準備として、高周波加熱装置(ジャイロトロン)の試験装置を改良し、ITER に準拠した制御系、電源系を有した ITER 用ジャイロトロン模擬システムを完成させ、ITER 用 EC 加熱システムの特性模擬試験を開始した。この新たに開発した制御系は、ジャイロトロンの運転シーケンス制御及び運転データ収集を行うものであり、ITER のプラント制御デザインハン

ドブック(PCDH)に準拠して開発したものである。初期結果として、ITER 準拠の立ち上げシーケンスによる 170GHz の RF 発振を実証した。さらに、高周波加熱装置用水平ポートランチャーの開発では、入射ミラーの熱負荷低減、RFビームの高効率伝送、プラズマ中でのRFビームの集光度の全てを最適化するための設計手法を開発し、入射ミラーの熱負荷を抑え、且つ、効率 99%を維持したままで RF ビームの集光度を飛躍的に改善する設計を確立した。その結果、プラズマ半径に対してビーム半径が従来 50%程度であったところ、20%程度まで RF ビーム(ビーム径:16~20cm)を集光できることとなった。

計測装置の調達準備として、周辺トムソン散乱計測装置において、ITER の高放射線・高熱負荷・高電磁力環境下でも使用可能な新型ビームダンプ(シェブロン型ビームダンプ)の設計検討を進め、試作を行い、周辺トムソン散乱における迷光低減及び高精度計測に見通しを得た。また、ポロイダル偏光計測装置において、偏光計測により電流分布だけではなく電子密度分布及び電子温度分布の同時測定も可能とする新手法の精度向上研究を進めるとともに、従来より 10 倍~100 倍程度高速にプラズマ平衡を計算する新手法(メッシュレス法)の開発を行った。これらは世界初の成果である。

テストブランケットモジュール(TBM)の概念設計検討を継続し、トリチウム回収システム(TEC)および冷却システム(WCS)の概念設計を実施するとともに、TBM 筐体構造解析およびその結果に基づく TBM の遮蔽体の概念設計を実施した。TEC に関しては、トリチウム回収効率が 99%以上という要求性能を満足するシステム構成機器の仕様を検討し、さらに機器配置など ITER 本体施設との設置場所及びユーティリティに関する要求などの条件を明らかにし、ITER 設備側との整合性を確実にするとともに今後の詳細設計の準備を完了した。WCSに関しては、安全上の要求に基づいた冷却系統の設計の確認を行い、特に重要な機器である緊急時の遮断弁の仕様を整理した。

なお、調達活動の遂行に当たっては、国内機関としての品質保証計画書及び

品質保証関連文書に基づいて品質保証活動を実施するとともに、文書管理業務を継続して実施した。また、調達機器の製作については、これまでも産業界との十分な連携の下に開発を進めてきたが、産業界の意見聴取を積極的に実施することにより、更にその連携強化を図って、国内機関として行う調達活動を円滑化した。

ITER 機構及び他極との調整を集中的に行うユニーク ITER チーム(UIT)の活動のため、ITER 機構に職員(管理職級スタッフ)を長期派遣し、ITER 機構と国内機関との共同作業の改善・促進を図った。

ITER 計画に対する我が国の人的貢献の窓口として、日本国内での ITER 機構の職員公募の事務手続を支援し、日本人専門職員について、平成 25 年度は 7 人が退職したが、新たに 4 人が着任し、合計 23 人となった。また、ITER 機構からの業務委託の連絡窓口として 20 件の業務委託に関する募集情報を国内向けに発信し、1 社からの応募書類を ITER 機構に提出した。さらに、ITER 機構に約 12 人月のリエゾンを派遣し、ITER 建設に関する業務を支援するとともに、国内機関として行う調達活動を円滑化した。

人材の派遣に関しては、ITER 計画を主導する人材として、ITER 機構の中心統合・技術部門長及び ITER 機構オフィス長を始めとする枢要ポストに人材を派遣するとともに、ITER に

継続して幅広い人材を派遣するための取組として、ITER 機構職員募集情報の配信、登録制度の運営、募集面接支援等を継続して実施している。また、ITER 理事会議長を派遣するとともに、ITER 理事会の補助機関である科学技術諮問委員会(STAC)、運営諮問委員会(MAC)、テスト・ブランケット・モジュール(TBM)計画委員会、輸出規制作業グループ、さらには会計検査委員会にも専門家を多数派遣して、ITER 計画の推進における主導的な役割を果たしている。

また、ITER 機構の職員募集に関する説明会を国内で計 9 回実施し、ITER 機構職員の公募状況とビデオを用いた面接試験の説明、経験者による指導などを行った。また、各説明会における質疑応答を機構ホームページに掲載し、一般公開した。なお、ITER 機構職員募集の案内や応募事務手続については、機構ホームページに随時日本語で情報を掲載するとともに、一般社団法人日本原子力学会、(社)プラズマ・核融合学会、(社)日本物理学会、核融合エネルギーフォーラム、(社)日本原子力産業協会及び核融合ネットワークを通じて周知したほか、(独)産業技術総合研究所及び(独)理化学研究所の所内ホームページにも掲載した。以上のとおり、機構は、ITER 計画に対する我が国の人的貢献の窓口及び ITER 機構からの業務委託の連絡窓口としての役割を着実に果たした。

○ ITER 調達活動は ITER 協定における知的財産規定に沿って、また、我が国の国益を踏まえて作成した調達取決めに基づき実施している。さらに遠隔保守機器調達における制御ソフトウェアのソースプログラム非開示のように、個別に対応が必要な条項を調達取決めに入れ込み、産業界の知的財産権の保護に十分配慮した上で契約を締結した。

○ 国際協力による ITER 計画全体の円滑な実施に資するためのグッドプラクティスとしては、我が国が他国よりも先行している技術について、知的財産権の保護に十分配慮しつつ、他国と情報をシェアすることにより、他国においても適確な製作がなされるようにサポートしてきた。その具体例としては、大型構造物の溶接の際に対象物の変形を抑えて高精度の溶接ができる技術、高性能を確保するために必要となる超伝導導体製法などが挙げられる。

○ BA 活動については、BA 協定の各プロジェクトの作業計画に基づき、実施機関としての活動を行った。

青森県六ヶ所村の六ヶ所サイトにおける国際核融合エネルギー研究センター(IFERC)に関する活動として、原型炉設計においては、原型炉設計に関する技術調整会合(平成 26 年 2 月)及び個別の設計課題に関するタスク会合(平成 25 年 9 月、10 月)を開催し、ダイバータや遠隔保守などの重要設計課題及び原型炉の安全上の特性分析や過酷事故解析などの安全性に関する課題の検討を日欧共同設計で実施した。

原型炉 R&D に関しては、IFERC 内に所在する原型炉 R&D 棟において、放射性同位元素を含む金属の耐久性(腐食)についての実験を継続した。特に低放射化フェライト鋼(F82H)は、平成 24 年度報告したステンレス鋼と比較してもより大きく不動態化(金属表面に腐食作用に抵抗する酸化被膜が生成されること)が阻害されており、トリチウム水の存在により腐食が促進さ

れることが示唆された。また、原型炉 R&D 棟において、焼結法等により合成したベリリウム金属間化合物(ベリライド)の基本特性評価を継続するとともに、微小球量産化に向けた造粒試験を開始した。具体的には、微小球製造に係る重要な造粒因子を抽出し、これら重要因子が造粒性能に与える影響を調べ、造粒容器直径を 1.5 倍にする等の改良を施した特注の改良型造粒装置によって、試作時に用いた市販の造粒装置に比べて造粒量を4倍に増加することに成功するなど、造粒効率が向上した。なお、ベリライド微小球製造技術の成果が国際的にも高く評価され、ベリリウム国際会議で第一回マリオ・ダルドーネ教授記念賞を受賞した(平成 25 年 9 月)。また、先進的中性子増倍材としてのベリリウム金属間化合物の新合成・造粒技術の開発に関する研究は、学術的にも高く評価され、日本原子力学会核融合工学部会奨励賞を受賞した(平成 25 年 9 月)。

計算機シミュレーションセンター(CSC)に係る活動については、高性能計算機の運用を実施し、公募で採択した課題に関する利用支援を継続した。

また、平成 25 年 11 月に高性能計算機システムの増強等に関する調達取決めを締結し、理論最高性能値で 427 テラ・フロップスの増強システムの搬入及び六ヶ所サイト・計算機室への設置を平成 26 年 1 月に完了して、平成 26 年 2 月よりユーザーへの共用を開始した。平成 26 年 1 月時点での運用開始以来の IFERC-CSC 高性能計算機を利用した成果に基づく公開論文数は約 130 編に上る。

ITER 遠隔実験センターについて欧州と議論を開始し、遠隔実験システムソフト及び実験データ解析ソフト、並びにネットワークやデータ保存等の遠隔実験関連機器の技術要件、開発内容や日欧の調達分担について担当者間で合意した。また、ITER 遠隔実験センターの整備のための調達取決めを締結し、具備すべき要件の概要の作成を開始した。

国際核融合材料照射施設の工学実証・工学設計活動に関しては、液体リチウム試験ループにおいて、IFMIF 運転圧力である高真空条件を含めたリチウム流動試験に関する性能実証試験を実施し、レーザーを用いた非接触での波高計測に成功した。これは、安定した中性子照射場を実現するには、リチウム流れの厚さ変動を一定の要求値に抑えることが重要であり、そのために表面に発生する波の高さを測る方法を確立しようとしたものである。この計測法により着目すべき中心部領域(中央の幅 40mm、高さ 50mm のビーム照射領域)のリチウム流れの平均厚さを 2 次元スキャンで計測した結果、中心部の厚さ 26mm に対して、波による変動が実証目標である±1mm 以下を満足するものであった。また、原型加速器の付帯設備となる圧空設備・冷却水配管設備等の整備を完了した。入射器の据付け・機器調整試験については、入射器の据付に必要な欧州納入図書及び欧州物納品に不備があったことから、据付・調整が遅れ年度内に完了することができなかった。すでに作業は開始しており、平成 26 年 7 月に完了する見込みである。なお、この遅れによる中期計画への影響はない。また、IFMIF の工学設計の日本が担当する部分(リチウム標的設備及び照射後試験設備の全体設計、建屋及びユーティリティの設計等)を完了させ、工学設計報告書「中間 IFMIF 工学設計報告」にまとめた。

サテライト・トカマク計画として、日本分担機器の超伝導コイル、真空容器、支持脚、ポート等の製作を継続するとともに、サーマルシールド(熱遮へい)、電源機器用冷却設備の調達を開始した。また、JT-60SA の研究計画の検討を継続し、日欧による詳細検討に基づき研究計

画を改訂した。具体的には以下のとおりである。

超伝導コイルに関しては、平衡磁場コイルの 2 体目 (EF5) 及び 3 体目 (EF6) を完成させるとともに、中心ソレノイドのパンケーキ 4 個を完成させた。コイル製作の際には、平成 24 年度に確立した高精度な巻線方式、また最新の製作技術と測定技術を駆使し、要求値より高い製作精度で EF5 コイル (要求値 6mm に対し製作実績 0.95mm) 及び EF6 コイル (要求値 8mm に対し製作実績 2.3mm) を平成 25 年 12 月に完成した。

真空容器に関しては、平成 24 年度の真空容器 40 度セクター 6 体、合計 240 度分の製作完了に引き続き、平成 25 年 10 月、11 月に 40 度セクター 7 体目と 30 度セクター 1 体目 (8 体目) のインボード部とアウトボード部の現地溶接接続・組立を那珂核融合研究所内の真空容器組立棟で行い、溶接部の非破壊検査 (X 線透過試験、超音波探傷検査) を実施して、40 度セクター 1 体と 30 度セクター 1 体の製作を完了した。これに続いて 30 度セクター 1 体 (9 体目) を平成 26 年 1 月下旬に那珂核融合研究所に搬入し、計 3 体の製作を完了した。以上より、合計 340 度分の製作を予定どおりに完了した。

真空容器のポートに関しては、平成 23 年度の 120 度分 18 体の製作完了に引き続き、残り 240 度分 37 体の製作を継続している。真空容器支持脚に関しては、計 9 脚分の材料を調達し、製作中である。ポートベローズについては、平成 25 年度分 12 体 (全数 55 体、平成 24 年度まで 43 体製作) の製作を完了した。

極低温の超伝導コイルへの室温部からの放射熱や伝導熱を低減する真空容器側と下部ポート用のサーマルシールドについては、平成 26 年 2 月に調達を開始した。また、電源機器用冷却設備に関しては、平成 25 年 9 月に調達を開始した。

JT-60SA の研究計画については、日欧の JT-60SA 研究調整会議 (第 2 回会合平成 25 年 5 月) での検討や研究領域毎の国内・日欧協力の成果を反映し、日欧の研究コミュニティ (日本:核融合エネルギーフォーラム、欧州:EFDA) で平成 23 年 12 月に策定した研究計画 (Ver.3.0) を基に、研究計画の改訂版 (Ver. 3.1) を作成した。ここでは、ITER や原型炉の課題解決に必須な研究項目と実施計画を一層具体化した。特に、ITER や原型炉に向けての重要課題となっているプラズマ崩壊に関する実験、電子加熱が主になるプラズマにおける輸送研究、周辺プラズマの性能、不純物入射によるダイバータ部への熱負荷の評価などの計画を詳細化した。共著者数は 331 名で、日本 150 名 (機構 76 名、国内大学等 15 研究機関の研究者 74 名)、欧州 176 名 (10 カ国、24 研究機関)、プロジェクトチーム 5 名である。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「JT-60SA リサーチプラン活動を、欧州研究者、国内研究者とともに推進してきたことは高く評価できる」との意見が得られている。

なお、BA 活動における機器調達は、BA 協定における知的財産規定に沿って、また、我が国の国益を踏まえて作成した調達取決めに基づき実施している。

○ 調達活動の実施においては、他の産業へ応用可能な技術開発 (例:TF コイルにおける高精度溶接技術) を積極的に行うとともに、特に超伝導技術の波及を促すように (独) 物質材料研究機構との協力について検討するなど、ITER 計画・BA 活動の成果が核融合分野以外にも波及し得るように努めた。

○ 地元を始め国民の理解増進のため、核融合研究開発部門と青森研究開発センターが協力し合い広報活動等を行い、国際核融合エネルギー研究センターの施設公開を 1 回実施(平成 25 年 12 月 5 日)したほか、サイエンスカフェなど一般を対象とした核融合に関する地元説明会を 2 回(平成 25 年 8 月 19 日、12 月 22 日)、近隣の教育機関への核融合に関する講義、公開講座等を 8 回実施し、情報の公開や発信に積極的に取り組んだ。

○ 大学等との連携協力については、広く国内の大学・研究機関の研究者等を委員として設置した「ITER プロジェクト委員会」を開催し、ITER 計画や BA 活動の進捗状況を報告するとともに意見の集約を図った。また、ITER 関連企業説明会を 1 回開催し(平成 26 年 3 月、33 社が参加)、ITER 計画の状況及び機器調達の状況等について報告し、意見交換を行った。さらに、BA 原型炉研究開発の実施に当たっては、核融合エネルギーフォーラムと全国の大学等で構成される核融合ネットワークに設立された合同作業会で共同研究の公募に関する意見を集約するなど、大学・研究機関・産業界の連携協力を強化した。

核融合エネルギーフォーラム活動については、機構と核融合科学研究所とが連携して事務局を担当し、全体会合 1 回、運営会議 2 回、調整委員会 3 回、ITER・BA 技術推進委員会 9 回及びクラスター(各課題に対する個別活動)関連会合 42 回を実施した。また、ITER・BA 活動の本格化を踏まえ、日本の実績と今後の役割について理解促進を図るとともに、国と実施機関、大学、メーカー等が全日本的に協力して積み上げてきた成果を広く社会や国民に発信して日本の貢献を示し、特に、国内産業界の貢献と日本の技術力を強くアピールする目的で「ITER/BA 成果報告会 2013」を核融合エネルギーフォーラムの主催で平成 25 年 11 月に開催し、産業界と学生を中心に約 470 名の参加を得て成功裏に終えた。国会議員 6 名、議員秘書 2 名、文部科学副大臣など関連行政府・自治体・大使館から 33 名が出席するとともに、NHK エンタープライズや日本経済新聞、電気新聞、原子力産業新聞などプレスから 8 名の記者が取材のため来場し、記事 2 件が 2 紙に掲載された。なお、ITER/BA 成果報告会では、ITER 計画や BA 活動の成果が核融合分野以外にも広く波及することを目指して、各社の波及効果の事例を報告してもらい、産業界での情報共有を促した。以上のように核融合エネルギーフォーラム活動等を通じて、大学・研究機関・産業界間で ITER 計画と BA 活動等に関わる連携協力の役割分担を適切に調整するとともに、ITER 計画と BA 活動に関する情報の共有を図った。また、専門クラスター会合を通じて国内核融合研究と学術研究基盤及び産業技術基盤との有機的連結並びに国内専門家の意見や知識の集約、蓄積等を円滑かつ効率的に進め、ITER 計画及び BA 活動の技術課題に対する国内研究者の意見等を適切に取り込みつつ、国内核融合研究と ITER 計画及び BA 活動との成果の相互還流に努めた。

特に ITER 理事会や BA 運営委員会、BA 事業委員会などに関わる案件に対し、ITER・BA 技術推進委員会を通して大学・研究機関・産業界の意見などが反映されるプロセスを確立しているが、平成 24 年度に発足した ITER 科学技術検討評価ワーキンググループ(平成 25 年度に計 4 回の会合を実施)に加えて、「ITER 科学・技術意見交換会」を調整委員会の下に新設し、平成 25 年 9 月にその第 1 回会合を開催して最新の情報を報告するとともに、国内専

専門家による裾野を拡げた議論を背景とした意見の集約を図った。

ITER 計画及び BA 活動を一般社会に広める目的で、核融合研究開発部門長直属スタッフを中核としたアウトリーチ活動促進体制を整備し、一般人や子供にも分かりやすい説明資料(小冊子、DVD 等)を作成した。さらに、ホームページにおいて一般の見学案内を掲載したところ、那珂核融合研究所への見学申し込みが前年に比べて大幅に(約 320 名、約 20%)増加した。また、平成 24 年度に引き続き、那珂核融合研究所主催のサイエンスカフェを那珂市立図書館で開催し、平成 25 年度は平成 24 年度参加者からのリクエストに応じ、個別テーマを設けて実施し(第 2 回:「極低温の世界」、第 3 回:「ロボット技術が切り開く人類の未来」)、大好評が得られた。また、小中学校や高校での出張授業、地域イベントでの展示協力、青森県での地元学生へ向けた講義や研修などに積極的に取り組むとともに、総数約 1,840 名(うち学校関係者が約 500 名)の那珂核融合研究所見学者に対して説明を行った。また、(社)茨城原子力協議会が運営する原子力科学館とのコラボレーションとしてのイベント「太陽のふしぎ・核融合を見よう」(平成 25 年 5 月 3-4 日実施)では、約 600 名の参加者と太陽望遠鏡を用いて太陽のプロミネンスを観測するなど、実体験を通じた広報活動を行った。

(ii) 炉心プラズマ研究開発及び核融合工学研究開発

○ トカマク国内重点化装置計画として、中性粒子ビーム加熱装置用電源、プラズマ着火用高電圧発生回路、統括制御システムの整備、及び電源制御の改造を継続するとともに、トカマク装置の整備、超伝導機器の製作、冷凍機・電源機器建屋の整備を進めた。

中性粒子ビーム加熱装置用電源においては、従来の定格 10 秒、次の加熱までの時間を表す繰り返し率 1/60 から JT-60SA の定格である 100 秒、1/30 へ増強するために、同電源の中核機器であるインバーター回路電源盤 9 台を新規に製作し、既存設備に組み込む作業を完了した。増強後に、加速電源の動作確認試験を行い、500kV、100 秒の無負荷出力性能を確認した。

イタリアのメーカーと契約した日本調達機器であるプラズマ着火用高電圧発生回路に関しては、平成 25 年 7 月と 9 月に 1 台目を用いた型式試験を実施し、定格直流電流 20kA の遮断などの所要の性能が得られることを確認した。今後は型式試験で得られた知見を活かし、バイパススイッチの部品の通電容量の増大などのシステムの改良と残る 1 台の製作を行い、平成 26 年度に那珂核融合研究所に搬入の予定である。

統括制御システムにおいては、高度なプラズマ制御システムの構築に向けたプラットフォームの整備を継続するとともに、リアルタイム制御システムの基本的性能の確認を行った。すなわち、プラズマ実験放電において最も重要である「真空容器内でのプラズマ断面の位置形状の同定」が、目標とする 250 マイクロ秒で計算できる目途が得られた。

超伝導機器の製作としては、4 体目の平衡磁場コイルのパンケーキの巻線、及び中心ソレノイドの製作の準備を実施した。また、コイル製作に必要な超伝導導体の製作を継続した。平衡磁場コイル用の支持構造物用鋼板の製作を開始するとともに、支持構造物の製作設計を開始した。平衡磁場コイルの搬入治具の機械設計を実施し、本体室への平衡磁場コイル搬入作業を行った。平成 26 年 1 月 22 日の平衡磁場コイルの JT-60 本体室搬入の際には、7 社

10名の報道関係者が取材に訪れ、「世界最大級の超伝導コイル搬入」として6社のテレビ、新聞等で大きく報道された。

冷凍機・電源機器建屋の整備に関しては、欧州側との調整に基づきヘリウム圧縮機棟建設と液化機室改造工事の設計を実施し、建設工事契約を締結した。また、JT-60 実験棟増設部3階に電源機器用冷却設備やトロイダル磁場コイル用クエンチ保護回路の機器を設置するための建屋の整備を開始した。

JT-60SA で再使用する電源、加熱、計測、本体等の JT-60 既存設備の点検・維持・保管運転を計画通り実施するとともに、加熱及び計測機器等を JT-60SA 装置に適合させるための開発を行った。

中性粒子ビーム加熱装置においては、長パルス負イオン生成のための制御技術を新たに開発し、JT-60 の定格である $130\text{A}/\text{m}^2$ 、100 秒の負イオンビーム生成に成功した。さらに、JT-60 負イオン源の磁場構造を新たに開発し、JT-60SA に向けた課題の一つであった負イオンビームの空間分布の偏差を要求される性能 ($\pm 10\%$ 以下) に抑制することに成功した。なお、本研究が高く評価され、平成 25 年度吉川允二核融合エネルギー奨励賞を受賞した(平成 25 年 11 月)。また、大面積多孔電極を有する大型イオン源の真空耐電圧特性に関する研究は、学術的にも高く評価され、電気学会優秀論文発表賞を受賞した(平成 25 年 9 月)。

高周波加熱装置では、2 周波数ジャイロトロン長の長パルス化高パワー化が進捗し、両方の周波数で1MW、10 秒間という世界最高性能の出力が得られた。

レーザープラズマ計測装置では、 CO_2 レーザー干渉・偏光計システムの分解能改善を行う手法の開発を行った。回折格子の入射レーザー光の偏光状態によって反射率が異なる性質を利用し、偏光角の拡大を行う手法を考案した。さらに、 CO_2 レーザーを用い、1 段及び2 段階の偏光角拡大光学系で、それぞれ 2.7 倍、7.7 倍の拡大を観測して計算値と一致することを確認した。また、 CO_2 レーザーを用いた密度計測において、 CO_2 レーザー光のパワーを上げることで偏光計測分解能を向上できることを示した(特許申請予定)。

トムソン散乱計測システムに関しては、平成 23 年度より継続して行ってきたダブルパス散乱計測を利用した電子温度計測法について、東京大学(TST-2 装置)と核融合科学研究所(LHD 装置)との共同研究の下、実証実験を行った。その結果、本手法と従来の方法(シングルパス散乱)で計測した電子温度が 0.01keV から 1.5keV までの広い範囲で良い一致を示し、高電子温度条件下でも計測可能であることを実験的に初めて明らかにした。これは、適切な計測波長領域を選択すれば、JT-60SA の電子温度 10keV 以上のプラズマに対しても本手法が利用できることを示唆する。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「ダブルパストムソン散乱による新しい電子温度計測法の開発は想定を超える成果であり、高く評価できる。」との意見が得られている。

○ JT-60 の実験データ解析を更に進めつつ、DIII-D(米)、JET(欧)、KSTAR(韓)等の外国装置への実験参加を更に推進し、プラズマ輸送特性や金属製第一壁の効果等の研究領域で成果を挙げた。また、外部加熱を用いた帰還制御や3次元の磁場構造の揺らぎによるトロイダル回転への影響などの JT-60 等の実験データで得られた知見を取り入れた統合予測コードを

開発した。その統合予測コードを用いて、ITER 燃焼プラズマの運転シナリオ評価等の ITER での燃焼プラズマ制御研究や、JT-60SA の高ベータプラズマ制御性の予測等の JT-60SA へ向け高いプラズマ圧力を目指した定常高ベータ化研究を推進した。それらのうち代表的な成果を以下に記述する。

ITER や原型炉の燃焼プラズマでは電子加熱が主体となるが、電子加熱時のプラズマ温度、密度、回転の時間・空間変化(応答特性)と、それを決定する物理機構の解明を目指し、JT-60 装置における電子サイクロロン加熱時のデータを解析した。その結果、電子加熱により電子温度が上昇すると、その上昇後にイオン温度は減少すること、この減少はイオン温度勾配が急峻である半径位置より内側で起きること等がわかった。理論との比較から、イオン温度の減少は、電子サイクロロン加熱により、電子温度及び「電子温度とイオン温度の比」が増加し、電子系とイオン系の両方の乱流が不安定になったためだと解釈できる。一方、電子密度に関しては、電子加熱前にプラズマの中心にピークした分布をもつ場合に中心密度の減少が起こること、それが電子温度の上昇後に起こることがわかった。プラズマ回転に関しては、電子温度の上昇後に「自発回転」が誘起され、電子温度やイオン温度の変化よりも遅い時定数で変化することがわかった。これらの電子密度の平坦化とプラズマ回転の変化は、上述した電子系乱流によるものであると考えられる。本研究は、プラズマを構成する主要な全ての物理量の時間・空間応答を詳しく調べることで、電子加熱の影響に統一的な理解を与えた世界初の成果である。

また、ITER のプラズマ性能予測として、ペレットによる ELM(周辺局在不安定性モード)制御の最適な条件を明らかにするため、ペレットとプラズマを総合的に解析できる予測コード TOPICS を改良して、JT-60 と ITER プラズマでのシミュレーションを行った。その結果、ペレットがペデスタル(プラズマの周辺部の圧力勾配の高い所)に深く侵入してペデスタル頂上近くで局在化した ELM を誘起すると ELM によるプラズマ蓄積エネルギーの吐出しを大きく低減できることを明らかにした。ITER のペレットはペデスタル頂上に届くように経験的に設計されていたが、今回の結果によりその設計が物理的に妥当であることが示された。本成果は、ELM 制御に適したペレット入射条件を JT-60 と ITER のプラズマで明らかにした結果、ELM 制御のための入射方法に物理的背景を与え、ITER における ELM 制御に指針を示したものであり、開発した予測コード TOPICS を用いれば、ITER における ELM 制御と矛盾のない運転シナリオ構築に、今後大きく貢献できる。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「電子加熱について、実験結果と理論モデルから、温度と密度および回転変化の因果関係を、世界に先駆けて初めて解明した。これは ITER の運転指針となる貴重な成果である。また、ELM 制御に適したペレット入射条件とその物理的裏付けを明らかにした。これも世界初の快挙である。」「JT-60 実験データから最大限の知見を引き出すべく解析が進んでいることは高く評価できる。実験データ解析、統合予測コード整備拡張、統合コードを用いたプラズマ性能予測研究が総合的に進められ、ITER/JT-60SA の設計・実験計画に重要な指針を与えている。」との意見が得られている。

○ 燃焼プラズマ最適化のための理論的指針を取得するため、プラズマ乱流シミュレーション

研究等を実施した。具体的には、ITER の燃焼プラズマで課題となる高エネルギー粒子輸送特性を研究するため、高エネルギー粒子駆動不安定性の非線形安定性解析コードを拡張し、粒子軌道追跡コードと結合した JT-60U のシミュレーション解析を行った。その結果、実験で観測されている中性子放出率を再現することに初めて成功するとともに、高速エネルギー粒子との共鳴により励起されるアルヴェンモードが高エネルギー粒子の閉じ込め性能に影響を与えることを示した。

また、ジャイロ運動論モデルに基づくプラズマ乱流シミュレーションコードの多種イオンモデルへの拡張を継続し、ジャイロ運動論モデルの妥当性を検証するために大規模シミュレーションを行い、JT-60U の閉じ込め改善を伴わない L モードプラズマの実験データの比較を行って乱流輸送特性を明らかにするとともに、イオン及び電子熱輸送に関する実験結果を良く再現することに成功した。

さらに、核融合装置の損傷につながる恐れのあるディスラプション(プラズマが突然崩壊する現象)より発生する逃走電子について磁気面崩壊時の軌道予測手法を高度化するとともに、相対論的電子コードを用いたシミュレーションを行い、ITER プラズマを対象に巨視的不安定性による軌道損失のエネルギー依存性を初めて解明した。巨視的不安定性に伴う磁場の確率性により逃走電子の粒子軌道も乱れるが、エネルギーによっては逆に規則的な軌道が回復することを初めて見出した。これは逃走電子の制御の可能性を示唆するものであり、不純物入射による不安定性励起や外部摂動磁場印加などによる逃走電子緩和の物理機構の構築に貢献する成果であると言える。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「逃走電子のモデル化を進め、巨視的不安定性による軌道損失のエネルギー依存性を世界で初めて明らかにしたことは、非常に大きな成果である。」との意見が得られている。

また、乱流が広範囲のスケール(大きさ)の渦で構成されることに着目するマルチスケール乱流研究として、(独)理化学研究所の京コンピュータにおける超並列化技法の開発により、これまで成しえなかった実質量比における電子スケールまで取り込んだイオン乱流・電子乱流のマルチスケールシミュレーションを世界で初めて実現し、電子熱輸送機構の解明に貢献した。特にイオン乱流の出現により電子乱流が抑制されることを発見した。この研究成果は、高ベータ燃焼プラズマの輸送研究に貢献するのみならず、今後、世界的な潮流になることが期待されるマルチスケール乱流シミュレーション研究のさきがけとなるものである。なお、京コンピュータにおける超並列高速化による研究は国際的にも高く評価され、スーパーコンピュータ分野最大の国際学会である第 13 回スーパーコンピューティング・カンファレンス(SC13)においてベストポスター賞を受賞(平成 25 年 11 月)するとともに、日本シミュレーション学会研究賞及び発表賞をあわせて受賞(平成 25 年 9 月)した。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「京コンピュータにおける超並列高速化により、これまでになく大規模乱流シミュレーションを行い、電子熱輸送機構の解明に貢献する等の優れた成果を上げている。」との意見が得られている。

○ 大学等との相互の連携・協力を推進するため、広く国内の大学・研究機関の研究者等を委員とする炉心プラズマ共同企画委員会並びに JT-60SA 専門部会 及び理論シミュレーショ

ン専門部会を開催した。また、人材育成に貢献するための JT-60 及び JT-60SA を包含した公募型の国内重点化装置共同研究については、平成 24 年度と同数かつ JT-60 が稼働中の最高件数(33 件)に近い 29 件の公募型共同研究を実施した。なお、本共同研究における研究協力者 140 人のうち、その半数以上が助教又は大学院生であり、これらの若い研究者が国内学会のみならず国際学会においても JT-60 に関する多くの成果を発表できたことから、人材育成に大きく貢献することができた。JT-60SA 計画の効率的遂行に必要な設計検討作業に係る公募型委託研究については、JT-60SA 放射線遮蔽設計及び炭素繊維複合材とタングステンの接合に関する 2 件を実施中であり、大学等との連携によって設計検討作業が順調に進展している。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「炉心プラズマ研究開発についての大学等との共同研究は活発に実施され、順調に成果を得ており、極めて高く評価できる。」「国内重点化装置共同研究 29 件を実施し、140 名の外部研究者を受け入れている。その多くが助教および院生であり、次代の担う人材育成に大きく貢献している。また、JT-60SA の研究計画検討についても、大学等から 74 名もの参加者がおり、十分な連携・協力が計られている。」との意見が得られている。

○ 増殖ブランケットの開発では、TBM 試験(モジュール規模のブランケットのプロトタイプを ITER に装着して実施する予定の機能試験)に向けて、実機材料低放射化フェライト鋼(F82H)による実規模筐体モックアップを製作するとともに、低放射化材料の中性子重照射(高い中性子照射量の)試験、リチウム添加型トリチウム増殖材料の微小球焼結条件の最適化試験等を実施した。

F82H による実規模筐体モックアップの製作においては、F82H 材料特性をとりまとめて、原子力発電設備等の規格として広く用いられている ASME(米国機械学会)基準の適用の妥当性を確認するとともに、ASME 圧力容器設計基準に従って F82H 製実規模筐体モックアップを設計し、その製作を完了した。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「低放射化フェライト鋼(F82H)においては、幾つもの溶解材で種々の材料特性のバラツキが極めて小さく、すべからず ASME 圧力容器設計基準と同等の特性を有することが示されたことは、極めて高く評価できる。」との意見が得られている。

低放射化材料の中性子重照射試験については、米国オークリッジ国立研究所 HFIR 炉において、重照射キャプセルに対し 300°C位置で 80dpa(平均はじきだし原子数、それぞれの原子が 80 回はじきだされる)を約 8 年かけて達成し照射を終了した。同一照射場での重照射(80dpa)完了は、世界で唯一の照射実績である。約 3 ヶ月の冷却期間の後、解体、仕分けを行い、平成 26 年 2 月末に照射後試験を開始した。照射後破断挙動の解析として、引張試験絞り評価により破断までの伸び(破断真ひずみ)の解析を行い、照射による破断伸びの低下、および耐照射性改良 F82H での低下の抑制を確認し、F82H の実機材料としての適用可能性を確認することができた。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「F82H の中性子照射試験が順調に進展し、照射による破断の伸びの低下が確認できたことは意義がある。特に耐照射性改良材料の良い試験結果は高く評価できる。」との意見が得られている。

リチウム添加型トリチウム増殖材料の微小球焼結条件の最適化試験に関しては、高温長時

間使用時においても化学的に安定なリチウム添加型トリチウム増殖材料(Li 添加型 Li_2TiO_3)の製造技術開発として、エマルジョン法による微小球製造試験を実施した。エマルジョン法は、セラミックスの基となる液体を粒状にして、焼いて固める手法で、量産化に適した手法である。トリチウム放出特性への影響の観点から結晶粒径は $5\mu\text{m}$ 以下を製造目標としているが、不活性ガスで焼結処理した試作球には結晶粒径が大きくなることが明らかとなり、原因究明の結果、エマルジョン法にて得られたゲル球の焼結時に発生する炭酸ガスとの反応によって結晶粒が成長することがわかり、結晶粒成長を抑制する焼結条件の最適化試験を実施した。焼結性に影響を与える主な焼結パラメータを抽出し、これらの最適化を図った結果、真空中で焼結処理することによって、焼結時に発生する炭酸ガスを効率的に除去できることを明らかにした。その結果、目標とする結晶粒径 $5\mu\text{m}$ 以下の小さな結晶粒が集まった微小球への改良に成功した。トリチウム増殖材及びリチウム同位体技術に関する研究は国際的にも高く評価され、第 11 回核融合炉技術に関する国際会議 (ISFNT-11) において、「Miya-Abdou 核融合技術賞」を受賞した (平成 25 年 9 月)。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「ブランケット・トリチウム増殖材と中性子増倍材の作製において、著しい進展があり、ITER や原型炉のブランケット開発に大きく貢献している。」「TBM 開発と低放射化フェライト鋼開発において、本年度も順調に研究開発が進められ、世界を先導する優れた成果を得ている」「ブランケット・トリチウム増殖材と中性子増倍材の開発は順調に進められており、申し分ない。」との意見が得られている。

さらに、トリチウム増殖材のためのリチウム確保を目的として、電気を必要とせず、電気を発生させながらリチウムを分離できる革新的技術を開発し、核融合燃料製造や電池等の原料となるリチウム資源を海水から回収することに成功した。これはイオン伝導体を用いた新元素分離技術であり、従来の塩湖からの回収技術に比べ、短時間、省スペース、さらに、リチウム分離過程で電気等の外部エネルギー消費を要さない革新的技術である。使用済みリチウムイオン電池から回収されていないリチウムのリサイクルにも適応可能な技術であり、日本国内での貴重なリチウム資源の循環型社会の実現へ大きく前進した (平成 26 年 2 月プレス発表)。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「トリチウム増殖材のための Li 確保を目的として開発された海水からの Li 回収技術は、他の多くの分野にも波及する大きな成果であるが故に反響も大きく、多くのマスメディアによって報道された。」との意見が得られている。

○ 核融合炉工学技術の研究開発では、高周波加熱装置における大電力ミリ波伝送時の伝送効率の向上、粒子入射加熱装置の高効率化、核融合炉システムの研究では安全性を考慮し原型炉ブランケット概念を再構築、トリチウムの閉じ込め等安全取扱い技術、核データ検証実験詳細解析等の高度化研究を行った。

高周波加熱装置に関しては、伝送用導波管のアライメントをレーザーを用い微調整することにより、40mの伝送系終端で 170GHz/137GHz/104GHz の 3 周波数において 90%以上の基本モード成分が保持されることを実証した。

粒子入射加熱装置に関しては、大型負イオン源ビームの長パルス加速電極開発において、長パルス用引き出し系を新たに開発し、MeV 級試験体に組み込み、負イオン加速試験を実施

した結果、長パルス時に問題となる負イオンの直接衝突による電極熱負荷を効果的に低減できること、すなわち、負イオンビームの長パルス加速に要求されるレベル(負イオンビームパワーの5%以下)を実現できることを実証した。この結果は、負イオンビームの100秒を超える長パルス加速の可能性を示すものである。

核融合炉システムに関しては、原型炉用の燃料増殖ブランケット概念の研究において、固体増殖・水冷却方式のブランケット内での冷却配管破断による加圧事象への対応方策を検討した。ディスラプション時の逃走電子によってブランケット第一壁の冷却水路が全周破断し真空容器内LOCA(冷却水喪失事象)が生じたと仮定すると、従来の冷却水路(ポロイダル方向)の場合、ラプチャーディスク(過剰圧力による設備の破損を防止するための金属版形状の安全装置)を開放して凝縮減圧を図っても真空容器内圧力は上昇を続け1秒以内に真空容器が破損するというシミュレーション結果を得た。この問題を解決するため、冷却水路をトロイダル方向に取るよう設計変更した。これにより、全周破断時の総破断面積を 0.8 m^2 から 0.06 m^2 まで低減でき、真空容器内LOCA時においても真空容器の健全性を担保できる見通しを得た。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「炉システム研究では、安全性を考慮した原型炉ブランケット概念の構築を開始したことは極めて高く評価できる。」との意見が得られている。

トリチウムの閉じ込め等安全取扱い技術に関しては、トリチウム挙動のモデル化を目指したデータベース(コンクリート及び表面塗料、セラミック材料へのトリチウムの吸着とその定量的評価)を構築するとともに、信頼性向上に係るトリチウム酸化触媒の高度化を進め、従来の有機系高分子担体ではなく耐熱性の無機担体に疎水性高分子膜をコーティングした新たな疎水性白金触媒を開発した。これは、万一の事故時に商用電源が期待できない場合でも有効な、疎水性白金触媒の室温近傍におけるトリチウム酸化反応活性を劇的に向上させられる新たな触媒製造法を開発したものであり、市販の疎水性白金触媒と比べ、10倍以上の酸化反応活性向上を確認した。室温でも確実な酸化性能を確保できるとともに、触媒量を1/10以下に低減可能であり、大幅な合理化に貢献できる。

核データ検証実験詳細解析に関しては、平成24年度実施した増殖ブランケット候補材チタン酸リチウムに含まれるチタンの核データを検証するベンチマーク実験の追加実験を行うとともに、その詳細解析を行った。その結果、低エネルギー中性子に大きな感度のあるU-235の核分裂率、 $^{197}\text{Au}(n, \gamma)^{198}\text{Au}$ 反応の反応率の実験値に対する計算値の比がJENDL-4.0を用いた計算値と比べJENDL-4.0のアップデートファイルを用いた計算値でかなり改善されることがわかった。JENDL-4.0のアップデートファイルでは共鳴データの表現形式だけがJENDL-4.0から変わっただけであるが、全断面積では大きな差が生じ、その結果、実験値との一致が良くなったと考えられる。ただし、ENDF/B-VII.1を用いた計算値ほど実験値との一致は良くなっていない。ENDF/B-VII.1とJENDL-4.0のアップデートファイルで共鳴領域の全断面積に差が見られるため、JENDLの評価者にTi-48の共鳴データの検討を依頼した。

○ 国際核融合エネルギー研究センターで進めるBA活動と、核融合炉工学研究、理論・シミュレーション研究等との段階的集約について、具体化に向けた検討を継続し、人員配置を見

直す等、原型炉設計・R&D 活動と関連する核融合炉工学研究の効率的・効果的推進を図った。

○ ITER 建設活動及び JT-60SA との連携を考慮して、原型炉段階に移行するために必要な技術・推進体制の確立、知識の集積、人材育成のための検討を行った。平成 25 年度は ITER 建設活動及び幅広いアプローチ(BA)活動が始まって 6 年目であり、ITER 機器の本格的な実機調達が始まり、BA 活動も半ばを過ぎている。特に、青森県六ヶ所村で展開している BA 活動(IFERC 及び IFMIF/EVEDA)は 2017 年 5 月の終了まで後 3 年強を残すのみであり、国内核融合研究コミュニティ、文部科学省、欧州と BA 後の計画について議論を開始した。核融合研究開発部門では、①実験炉 ITER を活用した ITER チームジャパン、②JT-60SA を活用した先進プラズマプラットフォーム、③青森研究開発センターで整備した BA 施設を活用・拡充して実施する核融合フロンティアの 3 つの活動を並行・連携して実施し、核融合基本計画の第 4 段階である核融合原型炉段階に円滑に移行する Post BA 活動のための研究開発計画及びその実施体制を検討している。

⑤ 量子ビームによる科学技術競争力向上と産業利用に貢献する研究開発

中性子、荷電粒子・放射性同位元素(RI)、光量子・放射光等の量子ビームの高品位化(高強度化、微細化、均一度向上等)、利用の高度化を進め、量子ビームの優れた機能を総合的に活用して、様々な科学技術分野における革新的な成果の創出に貢献する量子ビームサイエンス・アンド・テクノロジーの研究開発を推進し、科学技術・学術の発展、新分野の開拓と産業の振興に貢献する。このため、中性子利用の技術開発では、高エネルギー加速器研究機構(KEK)と協力して大強度陽子加速器施設(J-PARC)を利用した先進技術開発を行うとともに、研究炉 JRR-3 及び JRR-4 を利用した研究開発を進める。また、荷電粒子・RI 及び光量子・放射光等を利用した環境・エネルギー分野へ貢献する研究開発や物質・材料の創生に向けた研究開発の他、生命科学・先進医療・バイオ技術分野を切り拓く研究開発を実施する。

なお、J-PARC 中性子線施設に関しては、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」(平成 6 年法律第 78 号。)第 5 条第 2 項に規定する業務(登録施設利用促進機関が行う利用促進業務を除く。)を、国、登録施設利用促進機関及び KEK との綿密な連携を図り実施していく。

本研究開発に要した費用は、20,374 百万円(うち、業務費 19,562 百万円、受託費 798 百万円)でありその財源として計上した収益は、運営費交付金収益(10,003 百万円)、補助金等収益(6,520 百万円)等である。これらの財源による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 多様な量子ビーム施設・設備の整備とビーム技術の研究開発

○ リニアック出力エネルギーを 400MeV に増強した運転に成功し、300kW を物質生命科学実験施設に供給した。更に、次年度の目標に向けて 3GeV シンクロトロンビームロス率を 3 分の 1 に低減することにも成功したため、出力を 550kW 相当にする試験にも成功し、1MW に向けた出力増強を実施した。

中性子ターゲットに気液分離器を設置することにより気泡注入量を 6 倍程度向上させ、陽子ビーム入射により誘起される中性子ターゲット容器の振動速度をこれまでの 30%程度にまで低減し、中性子ターゲットの長寿命化(従来比 1.6 倍)を図った。

3GeV 陽子ビーム輸送施設に八極電磁石 2 台を設置し、入射ビーム形状を平坦にできることを実測により確認した。

中性子を集光し強度を増加させる高性能スーパーミラーを応用した長尺楕円集光ミラーを開発し、集光幅 0.1 mm を達成するとともに、ノイズ成分をこれまでより 2 桁低い 10^{-4} 以下とすることに成功した。

ヘリウム 3 代替中性子検出器の試作と特性評価を行い、目標である分解能 20mm、大面積 64cm 角を達成し、ヘリウム 3 検出器のほぼ半分に相当する検出効率 40%を確認した。

JAEA 設置者ビームラインである、中性子源特性試験装置、中性子核反応測定装置、冷中性子ディスクチョッパー型分光器、工学材料回折装置の 4 台を、円滑に運用してそれぞれのビームラインに特徴的な様々な中性線利用実験に供した。

○ JRR-3 高性能化においては、冷中性子を生成する減速材容器に関して、これまでに蓄積した容器の構造解析、及び耐圧強度試験等の結果を基に、形状、寸法、及び材質の最適化を進め、国が定める技術上の基準を満足する強度を有し、且つ製作が容易な容器を開発した。本開発により、今後増大が予想される中性子を用いた物質科学生命研究及びグリーンイノベーション研究に対応できる冷中性子供給量を確保できた。また、ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) の乳がんへの適用拡大に貢献する照射技術の開発に関しては、平成 24 年度までに専用コリメータ、中性子スペクトル調整用フィルター及び線量評価手法の開発を終え、患部以外の正常組織への付与線量を低減化し患者の過剰な被曝抑制が期待できる照射技術を確立した。平成 25 年度においては、これまでの開発成果を JAEA 報告書にまとめた。

○ 荷電粒子・RI 利用研究に資するための加速器・ビーム技術の開発では、TIARA において、大面積均一イオンビームが照射される範囲である照射野の形状制御のために、八極電磁石に加えてビームラインの各所に配置された 24 個の四重極電磁石の内、照射チェンバー直近の 2 個が最も効果的であることをビーム光学計算及び実験で明らかにした。また、放射線着色フィルムを用いた照射野の強度分布(均一度)の定量的な評価法を開発し、これを用いて長方形照射野、長尺試料の連続照射に有用となるリボン状照射野など、均一照射野の形状を制御する技術を確立した。

○ 高出力テラヘルツ光源開発のための次世代型レーザー技術の開発において、平成 24 年度までに開発したアクティブミラー型チャープパルス増幅器を用いて、繰り返し周波数 1kHz で動作するピコ秒パルスレーザーシステムを開発し、これを用いた利用研究としてテラヘルツ波の発生実験を開始した。また、島津製作所と共同で、レーザー光による光学素子の破壊メカニズムを解明したことにより、結晶化しにくい酸化物質アモルファス膜を光学薄膜として成膜する技術を開発し、高出力のレーザー光に対して優れた光耐性を有するレーザーミラーの製品化に

貢献した(平成 25 年 4 月プレス発表)

J-KAREN レーザーの高度化に向けて、ターゲット照射強度の高強度化を行うべく、集光照射装置および高コントラスト化装置に加え、高出力、高繰り返し化装置、集光性能評価装置等の機器整備を進めた。高輝度短パルス X 線源の開発における、keV 級のコヒーレント X 線発生に向けて、解析式によるプラズマの電子温度の影響の検討を進め、検証実験に着手した。また、ポンププローブ軟 X 線緩衝装置の結像系の改良により、試料表面の空間分解能を向上させ、計測性能の評価を行うとともに、フェムト秒レーザーポンプによる金属アブレーション初期過程の計測への適用を開始した。プラズマによる軟 X 線レーザーの屈折を利用した X 線の蜃気楼を初めて観察し、Nature Communications 誌(IF:10.015)に発表、プレス発表を行った(平成 25 年 6 月)。電子顕微鏡に搭載可能で、Li 分析も可能な高性能 X 線分光器を日本電子、島津製作所、東北大と共同開発した。本成果は、応用物理学会ベストポスター賞を受賞するとともに、その製品化に係るプレス発表を行った(平成 25 年 11 月)。さらに、金属の一種であるナトリウム中を紫外線(波長 115-170 nm)が透過することを、世界で初めて明らかにした。本成果は、基礎科学の観点から、金属の光学的性質に新たな理論的課題を提供するものと期待され、Optics Express 誌(IF:3.546)に掲載され、プレス発表した(平成 25 年 11 月)。

○ 補正予算による施設整備費補助金「量子ビーム応用研究環境の整備・高度化」における「J-KAREN レーザー実験の高度化」を用いて、J-KAREN レーザーを出力 0.8PW、繰り返し 0.1Hz へ高性能化するために必要な、高出力・高繰り返し装置、高コントラスト化装置、集光照射装置、集光性能評価装置等の整備を進めた。これにより、レーザー駆動による 100MeV を超える高エネルギー粒子線発生等に向けた基礎実験を開始する環境が整った。

(ii) 特定先端大型研究施設の共用の促進

○ 「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」(平成 6 年法律第 78 号。以下「共用促進法」という。)で定められた中性子線共用施設の共用を、国、登録機関及び高エネルギー加速器研究機構(KEK)と連携して実施した。共用運転時間は 6 サイクルを計画していたが、ハドロン実験施設の放射能漏えい事故による運転停止の影響で、4 サイクルの運転となったため、予定した利用課題 157 件のうち、116 件が実施できなかった。年度後半は運転を再開し、当初予定した利用課題 149 件をすべて実施することができた。また、平成 25 年度は申請課題が 15%増加した。

また、共用を促進し、J-PARC の国際的な研究拠点に向けた研究環境の強化を図るため、国内外利用者のための実験準備室等を備えた J-PARC 総合研究基盤施設の設計及び建設契約を完了した。

○ 登録施設利用促進機関が、公正な課題選定及び利用者への効率的支援を実施できるようにするため、

- ・KEK と協力して施設情報提供等の支援を行い、連携協力を推進する「実務者連携会議」を実施した。そして、その内容の承認と決定を「連携協力会議」(登録施設利用促進機関責

任者と J-PARC センター長が出席する会議体)により行った。

- ・課題選定に関する支援として、J-PARC センターが実施する物質・生命科学実験施設利用委員会と、登録機関が実施する共用法に関わる課題の選定委員会を同時期(平成 25 年 10 月及び平成 26 年 2 月)に開催し、平成 25 年度後期(平成 26 年 2 月～4 月分)及び平成 26 年度前期分(平成 26 年 4 月～11 月分)の効率的な課題審査に協力した。

○ 中性子線共用施設、中性子線専用施設等の混在する中性子実験環境の放射線安全及び一般安全を確保するため、一元的な管理運営を継続した。

ハドロン実験施設において、放射能漏えい事故を起こした(平成 25 年 5 月)。文部科学大臣の指示により、事故原因究明と再発防止策の評価のための第三者委員会である「事故検証に係る有識者会議」を設置し、その答申として、J-PARC センター長の責任による安全意識確立のための教育・訓練の実施や安全を徹底するための安全担当副センター長の配置、異常事態発生時における注意体制の構築、放射線安全検討会の見直し等の、J-PARC センターによる改善計画が妥当であることを大臣に報告した。これに基づき、組織の改革を行い、前述の改善計画に基づく安全教育等の内容見直しと再教育を実施した。予防規程や運転マニュアルの見直しを行い、原子力規制庁及び文科省、茨城県、東海村等近隣自治体に対策と併せて内容を報告した。

中性子線施設については、機器の構成や性能に問題ないことが確認され、2 月 17 日より利用運転を再開し、年度後半の利用運転を計画通り実施することが出来た。

(iii) 量子ビームを応用した先端的な研究開発

○ 平成 24 年度までに選定した燃料電池膜と触媒電極との接合に使用するバインダーの組成を最適化し、高性能燃料電池セル開発に不可欠な膜・触媒接合体の成型方法を確立した。油脂からバイオディーゼル(BDF)への転換時に副生成物となる遊離脂肪酸を BDF に転換できる触媒である酸型官能基を新たに合成し適用することで、副生成物を低減し、油脂のほぼ 100% を BDF に転換可能なプロセスを構築した。

飲み水の安心の確保に貢献するために、井戸水や沢水などの水源に混入したセシウムを高効率で吸着除去できる捕集材を開発して給水器に組み込み、福島県双葉郡川内村で行ったモニター試験でその有効性を実証し、プレス発表を行った(平成 26 年 3 月)。

水素の貯蔵や輸送のための物質として期待される有機水素化合物の存在を色の変化で検知する白金酸化タングステン(WO_3)薄膜について、光透過特性を解析して検知に適する光波長と WO_3 膜厚を導出し試験を実施した結果、平成 24 年度に行った試験結果に比べ約 5 倍の検知感度が確認できた。

放射線照射により高分子鎖間に新たな結合を形成する放射線橋かけで作製したゲル母材へのポリエチレングリコールジメタクリレート(PEG-DMA)の添加により、線量域 1～10 Gy において、吸光度が線量に対し 0.02 Abs./Gy の傾きで直線的に増加するゲル線量計用材料を開発した(日本医学物理学会の学術優秀研究賞を受賞)。

また、生体適合性と生分解性を併せ持つポリ乳酸を出発物質とし、集束イオンビームを駆

使して、高い細胞接着性を持つプラスチックの開発に成功し、Applied Physics Letters 誌 (IF:3.794) に掲載し、プレス発表を行った(平成 25 年 12 月)。本成果は、その高い生体親和性を活かして、医療マイクロマシンや微小空間での化学反応や生体運動などを制御する機能を持った lab-on-a-chip (ラボチップ)をはじめとする医療用先端デバイス等への応用が期待される。

SiC 半導体デバイスのゲート酸化膜の破壊電界と、入射イオンの物質へのエネルギーの付与しやすさの尺度である線エネルギー付与との相関を調べ、半導体中に発生したイオン誘起電荷により酸化膜中の電界強度が瞬時的に増大して 1 個のイオンの入射でデバイスが破壊されるシングルイベント破壊が発生することを突き止めた。この研究に関連し、筑波大学との共同研究で、ダイヤモンド中の窒素-空孔 (NV) 欠陥を利用して量子コンピュータの実現に不可欠な量子エラー訂正の実証に成功し、Nature 誌 (IF:38.597) に発表した(平成 26 年 1 月プレス発表)。本成果は、次世代の量子中継器等、実用的な固体量子情報デバイス開発や量子コンピュータの実現を促進するものである。

○ ランタノイド、アクチノイド等の抽出分離剤開発のために、対象物のある一定領域内の局所構造情報の相違を可視化できる位置分解 XAFS イメージングシステムを開発し、ランタノイドに対するクロマトカラム(元素分離塔)中での PTA 等ソフトドナー配位子(フェナントロリンアミド型分離剤)の錯形成反応の観察に成功した。また種々の化学反応の観察を目的とした多目的セルを時間分解 XAFS 実験に応用し、アクチノイドイオン錯形成過程での構造および電子状態の測定に成功した。さらに、圧電素子としてセンサーやアクチュエーターに利用される強誘電体 PZT のその場 X 線回折実験に応用するために、試料の温度変化と外部電場印加のタイミングを同期させるシステムを開発した。これによって、温度で決まる、1分子または結晶ユニットセル中の原子(イオン)変位によるプラス電荷とマイナス電荷の重心のずれ(双極子モーメント)の大きさと、電場によって駆動されるほぼ同じ向き・同じ大きさの双極子モーメントが集まった領域(ドメイン)の大きさの時間変化の関係を測定し、強誘電体の性能に重要なドメイン配向のダイナミクスの詳細な評価を可能にした。

リアルタイム顕微 XAFS の開発では集光機構を整備することにより、位置分解能 40nm の実現に成功した。

○ レーザー技術の原子力応用では、これまで開発した耐熱ファイバーブラッググレーティング(FBG)センサーをレーザー肉盛り溶接技術により、SUS 鋼片へ埋め込むことに成功し、550℃の繰り返し昇温試験に合格した。また、レーザー照射による試料表面の発光から元素組成の分析を行う、レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)用の耐水性光学プローブを試作した。

エネルギー回収型リニアック試験機において、平成 24 年度までに開発した光陰極 DC 電子銃に関して、述べ 200 時間に亘る、放電によるトリップのない運転を達成した。

また、国立天文台、東京工業大学との共同で、太陽系初期にのみ存在した放射性同位体ニオブ(Nb)-92 が、超新星爆発のニュートリノで生成されたことを理論的に解明した。本成果

は、The Astrophysical Journal Letters 誌 (IF:6.345) に掲載、プレス発表を行った (平成 25 年 11 月)。

量子制御による同位体分離の研究では、平成 24 年度開発したフェムト秒チタンサファイアレーザーパルス波形制御技術を用いて、窒素分子 ($^{14,14}\text{N}_2$) のカスケード回転励起試験を行い、分子の回転励起状態占有密度分布が高い励起状態へシフトすることを確認した。固体内電子励起ダイナミクスの実時間計測技術に必要な、固体表面からの真空紫外光の反射率測定試験では、最大 13 次光までの高次高調波の発光スペクトルを一括取得ができる光学系に改良した。また、セシウム孤立原子の電子励起ダイナミクス測定においては、実時間計測のための近赤外ポンプ光の広帯域化を行った。高出力テラヘルツ光発生技術開発においては、最適化試験の一環として、ピコ秒パルスレーザーシステムによるテラヘルツ光発生に成功するとともに、テラヘルツ光発生用のデバイスの冷却により、テラヘルツ光変換効率を従来比 2 倍 ($3 \mu\text{J}$) とすることに成功した。

○ J-PARC 物質生命科学実験施設に設置した偏極中性子反射率計の非鏡面反射率測定を含む、制御、解析ソフトウェアの整備を実施した。

反射高速電子回折とレーザーを組み合わせることにより、表面構造・ストレス複合解析手法を開発し、表面エネルギーを最小限に下げよう原子構造の組み替えが起きた Si 再構成構造内のストレス等を実験的に得ることに成功した。この実験結果は、これまで理論計算でのみでしか得られていなかった計算値と極めて良い一致を示した。

中性子小角散乱法におけるコントラスト変調法を、水素を含む多成分系の材料であるゴム材料に応用するために、水素核を偏極させるためのテンポラジカルをドーピングする条件を検討・改良し、水素核スピンの偏極度が 44.5% に向上し、より多くの相を見分けることが可能となった。

高圧下 X 線吸収分光測定を、従来に比べて低エネルギーの Eu 吸収端まで可能とし、新規希土類合金 EuAuSn について圧力 11 万気圧までの Eu 価数測定に成功した。Eu 系は 10 万気圧までの圧力領域で価数転移とそれに伴う新規物性の発現が期待されており、高圧下での価数測定技術の開発はそのような研究を加速する。また、中性子回折との同時測定を目指した高圧下電気抵抗測定法を開発し、価数転移物質 YbInCu₄ について 1.5 万気圧までの電気抵抗測定に成功した。これは高圧力が誘起する機能物性を同一試料環境下で磁性と電気伝導の両面から研究するための第一歩となる。さらに、東北大学との共同研究により、アルミニウムを主原料とする合金を用いて水素吸蔵放出時に母相の金属構造を保持し、繰返しの吸蔵放出が可能な侵入型水素化物を合成することに初めて成功し、APL Materials 誌に発表した (平成 25 年 9 月プレス発表)。本成果は、軽量で安価なアルミニウムを主原料とした、燃料電池自動車のための高性能な水素貯蔵技術を実現に寄与するものと期待される。

極低温高磁場下 X 線回折実験装置を活用し、磁場中秩序構造の観測から、電子分布が八極子や四極子などの多極子秩序を示す Ce_{0.7}La_{0.3}B₆、および特異な電子構造から磁場などによって容易に電荷秩序が誘起されることが指摘されているスクッテルダイト化合物 SmRu₄P₁₂ に適用した。磁場中秩序構造の観測から、前者では内在する四極子相互作用の詳細が、後者ではほぼ無限小の磁場印加により電荷秩序が誘起されること、一連のスクッテルダイト化合

物における多様な秩序構造が共通の電子構造に起源を持つことが明らかになった。

放射光を物質に照射し核共鳴吸収が生じた際に二次的に発生する電子数を測定できる放射光メスbauer吸収分光法の測定システムを開発し、その測定効率を大きく高めることに成功し、Applied Physics Letters 誌に発表した(平成 26 年 2 月プレス発表)。本成果により、X 線だけを検出する従来の装置では測定効率の不足により困難であったレアアース元素等を含む機能材料や微量試料の測定が可能となり、放射光メスbauerの応用範囲が飛躍的に拡大した。利用した応用研究に道が拓かれ、レアアースによる機能性材料の研究等、新しい応用分野の開拓に繋がると期待される。

AuCu₃ 型ウラン化合物等について角度分解光電子分光実験を実施し、それらの物質のバンド構造等を精密に決定して、同じ結晶構造を持つウラン化合物系において配位子元素が変化した場合のウラン 5f 電子状態の変化傾向についての知見を得た。

また、メタ磁性転移を示すウラン化合物に対して、円偏光を利用して元素選択的かつ電子軌道選択的な磁性情報を求める手段である X 線吸収磁気円二色性測定実験 によりを行い、メタ磁性に寄与する複数の磁性元素の磁氣的振る舞いの相違点を明らかにしたを調べた。その結果、メタ磁性転移に伴い、磁性元素であるウランとコバルトの両方の磁気モーメントが急峻に増大する一方、メタ磁性転移磁場以上の磁場では、ウランの磁気モーメントの増加率の方が大きいことを明らかにした。

Mn(磁性元素)の電子状態を世界最高水準の高エネルギー分解能を持つ軟 X 線分光装置(東京大学放射光アウトステーションビームライン BL07LSU)を用いて高精度で決定することにより、GaMnAs のマイクロな強磁性発現メカニズムを明らかにすることに成功し、Physical Review Letters 誌(IF:7.943)に発表した(平成 26 年 2 月プレス発表)。本成果は、スピントロニクス of 主役を担う希薄磁性半導体の物質設計の指針になると考えられる。

入射 X 線のエネルギー分解能を高めて、X 線の縦コヒーレンスを向上させるとともに、試料直前にピンホールを設置し、リラクサー強誘電体 PMN-PT の 500 反射による X 線干渉パターン(スペックル散乱)を観測した。その結果、リラクサー強誘電体の誘電率特性に影響するドメイン構造ゆらぎ(平衡状態での分域構造の時間的変動)に対する感度を、従来に比べて、2.5 倍向上した。

鉄ニクタイト・遷移金属酸化物の高温超伝導機構解明のため、これまでのシミュレーションによって確立した理論模型のパラメータを第一原理的に決定するコードを開発した。

○ X 線発生装置の整備を進め、中性子イメージ増倍装置を用いた撮像試験の効率化を図った。

即発ガンマ線分析装置に内標準分析法を適用し、測定スペクトルから元素分析値を得るためのシステム構築を行った。

中性子回折法によるその場応力測定技術により、コンクリートに埋設した鉄筋の三次元変形測定および溶接継手の熱サイクル下残留応力測定に成功した。

また、パルス中性子集合組織測定用の荷重試験機を開発し、飛行時間法中性子応力測定におけるビームの発散に起因する見かけひずみの問題を解決した。さらに、放射光回折を

利用した時分割内部応力測定システムを完成させ、溶接中の金属組織状態と応力変化の両者を同時時分割計測することに成功した。この溶接時応力その場測定システムの開発で、第 47 回 X 線材料強度シンポジウム最優秀発表賞を受賞したことに加え、この研究に関連して、2 次元検出器による内部ひずみ評価法に係る研究開発で、平成 25 年度日本保全学会論文賞も受賞した。

○ J-PARC への新しい生命科学専用中性子回折装置の設置に向けて、従来困難であった大型分子結晶試料の測定を実現するためのガイド管及び検出器の最適配置を決定した。結晶核の形成制御技術を用いて創薬標的分子 2 種の大型結晶作製(2-4mm³)に成功し、ミュンヘン工科大学研究用原子炉 FRM-II において 2Å を超える高い分解能の中性子回折データ収集にも成功した。

また、好塩性細菌が作る超酸性タンパク質の 1 種であるアルカリフォスファターゼの X 線構造解析を実施し、構造学的特徴と好塩環境における機能発現の関係を明らかにし、その結果を *Acta crystallographica D* 誌 (IF:14.103) に発表した。

複数のタンパク質(筋肉の細いフィラメント、シヌクレイン等)を用いて、溶液試料の中性子散乱スペクトルの解析法を開発し、溶液中での蛋白質系について構造状態とダイナミクスの相関の検出に初めて成功した。この技術をタンパク質の機能発現機構の解明に応用する。

自由エネルギー計算等により、DNA や金属イオンとの結合選択の高いタンパク質分子を設計し、実際に設計した分子の創製を行い、設計の土台となった野生型分子以上の選択性を持つ DNA 結合タンパク質の創製に成功した。また、細菌(*Mycoplasma*)の運動に関わる新規分子の構造と機能推定研究”Structure and function prediction by sequence analysis for gliding proteins of *Mycoplasma mobile*”の重要性や引用回数等が評価され、生物物理学会論文賞を受賞した。

○ 照射細胞の生存率低下を引き起こすバイスタンダー効果誘発の線量依存性に、照射細胞から放出される細胞間情報伝達物質のひとつである一酸化窒素(NO)ラジカルの放出量が関与する可能性を見出すとともに、NO の産生に関わると考えられる誘導型 NO 合成酵素(iNOS)などの遺伝子群の発現強度と経時変化を網羅的に解析する手法を開発した。また、関連研究として、マイクロビーム局部照射を用いた線虫個体の生体機能への放射線影響の解析で日本放射線影響学会第 56 回大会若手優秀発表賞(平成 25 年 10 月)を受賞した。

放射線誘発クラスターDNA 損傷を検出する手法を確立し、炭素イオン誘発 DNA 損傷が近接して複数個生じるとを明らかにした。

窒化シリコン窓の溝構造を工夫するとともに、試料ホルダーの改良を行うことで、軟 X 線顕微鏡像の高コントラスト化を実現し、細胞核及び細胞核内構造の観察に成功した。

開発を進めてきた臭素-76(⁷⁶Br)標識アミノ酸診断薬の候補化合物について、大腸がん細胞株に対する結合性を評価した結果、従来、臨床応用されているフッ素-18(¹⁸F)標識アミノ酸診断薬と同様のタンパク質を介して 2 倍以上高く細胞に結合する ⁷⁶Br 標識アミノ酸誘導体(2-⁷⁶Br- α -メチルフェニルアラニン)を見出した。

○ イオンビーム及びガンマ線を照射して得た抗生物質耐性変異株の DNA 塩基配列を調査することで、バイオ肥料に用いるダイズ根粒菌の突然変異スペクトルを解析する技術の開発に成功した(第 18 回国際窒素固定会議若手科学者賞を受賞)。これにより、根粒菌 DNA において様々な量子ビームの変異誘発効果を比較検討できるようになった。

シロイヌナズナの毛状突起の形成に必要な GL1 遺伝子領域を指標とした突然変異スペクトル解析技術を用いて、欠失変異の頻度が、量子ビームの物質へのエネルギーの付与しやすさの尺度である線エネルギー付与に依存すること、並びに最大で数百万塩基対以上の染色体領域が欠失することを明らかにし、植物の変異誘発を染色体レベルで制御する技術を開発した。また、一連のイオンビーム微生物育種法の開発で平成 25 年度理事長表彰研究開発功労賞(平成 25 年 10 月)を受賞した。栽培条件が植物体内の栄養元素や有害元素の移行に及ぼす影響等を解析するため、開発中のコンプトンカメラによってダイズあるいはイネに同時投与したナトリウム-22 とマンガン-54 の移行を観察したところ、両核種を弁別しつつ連続画像化し、イネではマンガンは茎基部に集積するが有害なナトリウムは葉へ移行するという、元素による体内移行性の違いを明らかにすることに成功した。

○ 評価の視点「費用対効果を考え、産業応用の面から成果が出てくることを期待する」に関して、量子ビームの産業応用における特筆すべき成果として、「複合型光ファイバー技術を用いた医療機器システムや産業用配管等の検査・修理機器の研究開発及び製造販売」などを事業内容とする「株式会社 OK ファイバーテクノロジー」が、原子力機構初のベンチャー企業として発足した。

○ 機構の福島技術本部と協力して、福島環境回復(8 件)及び廃止措置に関する研究開発(1 件)を実施した。特に「廃棄物減容化のためのセシウム脱離機構解明」では、土壌に対するセシウムの吸脱着挙動等に関する研究、「グラフト重合捕集材の高度化・量産技術の開発」では、倉敷繊維加工(株)と協力して、セシウム捕集用カートリッジ等に寄与する合成プロセスの開発を推し進めた。

○ 量子ビームによる科学技術の競争力向上及び産業利用に貢献する研究開発に係る平成 25 年度の成果については、11 件(平成 24 年度 19 件)のプレス発表に加え、年間の査読付き論文総数は 385 報(平成 24 年度 371 報)、IF の総和は 657.4(平成 24 年度 709.6)となり、昨年度と同様、過去最高の発表件数となった。また、年間の特許登録 45 件(平成 24 年度 58 件)、実施許諾 35 件(平成 24 年度 32 件)、特許収入の額は約 640 万円(平成 24 年度:750 万円)となっている。

○ 学会・外部機関からの表彰は、「新規鉄酸化物系マルチフェロイック物質の開発」で第 1 回関博雄記念賞を受賞したこと等、17 件に上り、機構内における表彰(理事長表彰)は、7 件を数え、機構内外で計 24 件(平成 24 年度 33 件)の表彰を受けた。

○ 量子ビーム応用研究部門(以下、部門)の運営では、4 地区に分散する部門内の緊密なコミュニケーションを図るため、部門運営会議を定期的に行い、年度計画・実施計画の進捗状況を確認するとともに、部門の運営方針や課題について議論を行った。4 地区間の研究者の相互交流、連携促進を図るために、量子ビーム応用研究部門 部門研究交流会(第 5 回)を開催した。部門研究交流会では、部門関係者約 240 名が参加し、それぞれの成果を口頭、並びにポスターで発表するとともに、今年度から新規に、40 歳以下の若手研究者(87 名)によるショートプレゼンテーションを実施した。このショートプレゼンテーションでは、研究開発に限らず、自由にアピールできる場とし、若手研究者の考え・意見を抽出することを図った。

平成 25 年度の部門における特に優れた研究成果を発表する研究成果報告会(平成 26 年 3 月 18,19 日)を開催した。この研究成果報告会では、研究成果の内容・進捗状況に関して、部門運営側と現場研究者との間で熱のこもった議論がなされ、部門運営側では、研究開発に関して理解を深め、現場研究者側では、研究業務のモチベーションの更なる向上につながるものとなった。

こうした取り組みを通じ、研究現場から、研究開発の方向性等、様々な意見を抽出し、部門の円滑な業務運営に役立てた。

○ 研究計画を着実に実施するために、外部資金獲得に努めた。原子力機構内外の組織と密接に連携して、競争的資金の申請を積極的に進め、科学研究費補助金に加え、光・量子融合連携研究開発プログラム、地域産学官連携科学技術振興事業費補助金、ナノテクノロジープラットフォーム等の大型競争的資金に課題採択された。特に、光・量子連携融合研究開発プログラムにおいては、大学を含む国内研究機関として、最多の 4 件(代表 2 件、協力 2 件)の課題が採択された。これら獲得した競争的資金は、総額で約 9.4 億円(平成 24 年度約 9.8 億円)を超える額となった。

○ 学会・外部機関からの表彰は、「新規鉄酸化物系マルチフェロイック物質の開発」で第 1 回関博雄記念賞を受賞したこと等、17 件に上り、理事長表彰等機構内における表彰は、7 件を数え、数多くの実績を上げた。

○ 日頃の研究活動を通じて、研究者の育成を図った結果、若手研究者を対象とした奨励賞等の外部表彰件数は、7 件(上記と一部重複)に上った。また、外部資金の申請書等の作成について指導を行い、平成 26 年度科研費において、若手研究 A:1 件、若手研究 B:7 件が採択され、量子ビーム応用研究に関する若手研究者の人材育成について着実に実績を上げた。

○ 「第 8 回高崎量子応用研究シンポジウムー高崎量子応用研究所 50 周年を迎えてー」(平成 25 年 10 月)で、大学、公的研究機関、及び民間企業等から約 550 名の参加者を迎え、盛大に開催された。本シンポジウムでは、最新の研究開発成果の紹介、特別セッション「高崎量

子応用研究所 50 年の歩み」等を通じて、量子ビーム利用研究の進展と展望について活発な議論が交わされた

研究開発成果情報の効果的発信については、「核セキュリティと核不拡散のための核物理とガンマ線源に関する国際シンポジウム」(平成 26 年 1 月:核不拡散・核セキュリティ総合支援センターと共催)等、2 件の国際会議を開催した。「核セキュリティと核不拡散のための核物理とガンマ線源に関する国際シンポジウム」では、海外から 11 ヶ国 21 名の研究者が参加し、核分裂可能核種、長半減期核種等の検出のための新しい検出法や量子ビーム源の開発について、熱のこもった討議がなされた。

また、放射光科学シンポジウム(平成 26 年 3 月)を「原子力開発と福島復興のための放射光利用」のタイトルで開催し、「除染とセシウム環境動態研究の現状」等の放射光を利用した福島復興ならびに原子力に関する最先端の研究開発等の講演を通じて、有意義な議論ができた。

第 14 回光量子科学シンポジウム(平成 25 年 11 月)、放射線利用フォーラム 2014 in 高崎(平成 26 年 2 月)等、計 14 件の国内会議を主催・共催し、研究成果の発表・発信に努めるとともに、外部の研究者との議論・交流を積極的に図った。

○ 部門の研究成果を国内外にアピールするため、研究成果ハイライト集・グループ活動報告(Annual Report QuBS 2013)を平成 26 年 3 月に刊行し、国外約 50、国内約 180 の関係機関に発送した。また、機構における中性子に関連する研究成果を取りまとめた英文ハイライト集(Annual Report on Neutron Science and Technology 2013)や、高崎量子応用研究所の 2012 年度の研究成果を取りまとめた JAEA Takasaki Annual Report 2012 も刊行した。

○ また、部門ホームページの更新も適宜行い、最新の情報の掲載に努めるとともに、放射線利用フォーラム等での技術相談、けいはんな情報通信フェア 2013 への出展、等、産業界のニーズを踏まえた技術普及活動を実施し、実用化に向けた共同研究を推進して、成果の技術移転に結び付けた。また、文科省の大学発新産業拠点創出プロジェクト(START プロジェクト)にて「中赤外レーザーを用いた非侵襲血糖値計測器の開発」が採択され、新産業創出案件として期待される。

○ 原子力分野の人材育成については、茨城大学、群馬大学との連携大学院制度に基づく協定等を通じて、客員教授、非常勤講師等として、量子ビーム利用に関する講義を行うとともに、学生(10 名)を受け入れ、研究指導を行った。また、特別研究生、学生実習生等の制度を活用し、大学及び高等専門学校から 24 名の学生を受け入れるとともに、東京大学、京都大学、同志社大学等約 20 の大学に講師を派遣し、将来を担う若手人材の育成に貢献した。

○ 産学官の連携による研究開発の推進では、企業との共同研究、受託研究を実施するとともに、協力研究員(40 名)等を受け入れ、実用化等を目指して、株式会社アースノート、佐賀県果樹試験場、一般財団法人電力中央研究所、倉敷繊維加工株式会社、等数多くの産業

界・公的研究機関等との共同研究、受託研究等を実施した。(独)物質・材料研究機構、及び(独)理化学研究所との「三機関連携研究協力」(平成18年12月協定締結)の枠組みの中で、燃料電池システム用キーマテリアルの研究開発を推進し、燃料電池電解質膜の階層構造解析や非白金系酸素還元触媒の開発を進めるとともに、量子複雑現象の解明研究を推進した。

○ 産学官の研究者による研究機関等が保有する先端研究施設・設備等の利用を、促進するプログラムである先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業(イオン照射研究施設:TIARA、新規6件)やナノテクノロジープラットフォーム(SPring-8:JAEA専用ビームライン、新規45件)等を通じて、外部機関の研究者による原子力機構の量子ビーム施設利用への支援を積極的に実施した。

○ 国際協力の推進では、米国オークリッジ国立研究所で広角粉末回折装置等を用いた中性子散乱実験を実施した。また、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の電子加速器利用、放射線育種プロジェクト等の運営委員として国内外の会合に参加するとともに、国際原子力機関(IAEA)からの要請に基づき、専門家派遣コース「工業利用と環境保全のためのグラフト重合材料の開発」に参画し、タイ(平成26年1月)及びインドネシア(平成26年2月)で講演、並びに技術指導を行うとともに、IAEA/RCAやIAEAの研究調整計画(CRP)に係る会合への参画などを通して、放射線利用に係る国際協力を遂行した。

また、ドイツ重イオン研究所(GSI)等とのイオンビーム照射利用に関する研究協力を進めるとともに、米国エネルギー省(DOE)との海水ウラン捕集技術に関する第4回情報交換会議(平成25年6月)を実施した。韓国原子力研究所、マレーシア原子力庁等との研究交流を図るとともに、「放射線加工処理による高分子材料の有効利用に関する研究協力」についてベトナム原子力委員会との二国間研究調整者会合を平成26年3月に行った。

ローレンス・バークレー国立研究所放射光施設(ALS)とSPring-8を相補的に利用し、プルトニウムの抽出分離技術開発に関する研究協力を推進した。欧州放射光施設(ESRF)とアルゴンヌ立研究所(ANL)で非弾性X線散乱に関する研究協力を実施した。

JRR-3の運転停止中、日米科学技術協力事業「中性子散乱」等の国際協定等の枠組みや個別課題申請を通じて、ミュンヘン工科大学、オーストラリア原子力科学技術機構、等の海外の中性子施設を利用して、積極的に実験を行った。

○ 社会からの信頼に応える理解促進活動の一環として、各種研究会や技術交流会を通して、量子ビーム利用の有効性を一般社会に周知する活動を推し進めた。

高崎市と共催する放射線利用フォーラム2014 in 高崎(平成26年2月)での研究成果の発表や実演・展示、地元企業等との交流会(たかさきテクノ・コミッティ)の開催、平成25年度成果展開事業や産学官連帯フェスタへのポスター展示・説明などへの協力、群馬大学が主催する「群馬ちびっこ大学」への出展(平成25年8月)、播磨高原東中学校生徒を対象に理科の出前授業(平成25年10月、平成26年1月)等、地域関係機関、産業界・教育界との連携活動に協力した。また、東京電力福島第一原子力発電所事故に由来する食品などの放射性汚染

に関して、市民グループや地方公共団体、事業者などの依頼により講演会を実施した。神奈川大学附属中・高等学校科学部活動振興プログラムや高校生を対象とした科学技術振興機構(JST)が主催する「サマーサイエンスキャンプ 2013」において「光と生命科学」等のテーマで光・レーザーに関する講義や実習を行い、理科教育への支援を行った。さらに、SPring-8 一般公開(平成 25 年 4 月 30 日)に参加し、「粘土・鉱物って何だろう? ～SPring-8 で見える層状構造の特徴～」をテーマに展示・体験教室を実施した。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故後の放射線影響に対応したコミュニケーション活動を積極的に行い、その結果、平成 25 年度理事長表彰模範賞(平成 25 年 10 月)を受賞した。

○ 情報の共有と品質管理・安全意識の高揚のため、部門運営会議における各地区の安全管理等に関する情報の共有等により、安全・品質管理への意識の向上に努めた。特に安全管理では、ユニット長、グループリーダーによる定期的パトロール、安全管理マニュアルの適宜更新を行うとともに、拠点・部門連絡調整会議等の定期的開催により、部門-拠点間で密に連携しながらリスク管理に取り組んできた。また、コンプライアンス研修を通じた、研究不正の防止に係る内部規定類の周知徹底等、働きやすい、風通しの良い職場作りの活動を実施した。また、高圧ガス保安講習会(平成 25 年 5 月)、ISO14001 内部監査員スキルアップ研修(平成 25 年 11 月)、化学物質管理者等研修(平成 25 年 12 月)等に積極的に出席し、職員等のコンプライアンス意識の維持・向上を図った。

○ 量子ビーム応用研究部門、原子力科学研究所、研究炉加速器管理部、原子力基礎工学部門、産学連携推進部、原子力人材育成センターの関係者が集い、JRR-3 の今後の運用のあり方を議論する「JRR-3 戦略的運用検討会」を立ち上げた。本検討会においては、JRR-3 において重点化すべきミッションや次期中期計画における運営戦略について討議し、検討内容を報告書として取りまとめ、各組織の長に報告・説明した。

○ 独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針を踏まえ、J-KAREN の高度化を効率的に実施するため、光医療レーザー加速器開発研究グループの業務内容を見直し、レーザー駆動粒子線研究グループと合併し、新規に高出力レーザー研究グループを立ち上げるとともに、人員の再編も併せて行った。

○ 平成 25 年度は、JRR-3 の運転停止、事故による J-PARC の計画外停止にともない、中性子を利用する研究者は、研究開発を進める上で、困難な状況となった。これまでと同様に、オークリッジ国立研究所(日米協力)、KUR(京大)、OPAL(豪)、並びに FRM II(独)等の国内外の中性子施設を効果的に利用することにより、中期計画に係わる研究開発を滞りなく、進捗させることができた。しかし、量子ビーム応用研究部門における中性子に関連する研究分野においては、共同研究数の減少、大型外部資金への申請の停滞等、顕著な影響が出ていることから、研究成果の創出だけでなく、研究者のモチベーションの維持・向上のためにも、早期の再

稼働が必要であり、ユーザーコミュニティである学会・大学等と協力して、関係各署にそのための働きかけを行っている。

⑥ エネルギー利用に係る高度化と共通的科学技術基盤及び安全の確保と核不拡散

エネルギー利用に係る高度化と新たな原子力利用技術を創出するための共通的科学技術基盤の基礎研究の実施並びに原子力における安全と核不拡散への支援活動を実施する。

エネルギー利用の高度化では、軽水炉における燃料の多様化に対応した再処理技術及び高レベル廃液のガラス固化技術の高度化を図るための研究開発や原子力エネルギー利用の多様化の観点から、温室効果ガスを排出しない熱源として水素製造等における熱需要に応えることができるように、高温ガス炉高性能化技術及び水の熱分解による革新的水素製造技術の研究開発を行う。

新たな原子力利用技術の創出に関する基礎研究の実施では、加速器利用や核燃料サイクル等からのニーズに対応した核データライブラリJENDLの拡張、軽水炉・高速炉や核融合炉の材料に関する研究、マイナーアクチノイド(MA)含有燃料技術の基盤を形成するための研究、先端計算機システムを使用した種々の解析技術の開発、高レベル放射性廃棄物の処分に係る負担軽減を目指した分離変換技術に関する原子力発電システム全体としての環境適合性・核拡散抵抗性・経済性等の観点からの研究の他、我が国の科学技術の競争力向上に資するために原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓としての先端材料の基礎科学や重元素領域における原子核科学と物性科学及び放射場と物質の相互作用に関する基礎科学に関する研究開発を進める。

原子力における安全では、重点安全研究計画(第2期)(平成21年8月3日原子力安全委員会決定)等に沿って安全研究や必要な措置を行い、中立的な立場から指針類や安全基準の整備等に貢献するとともに、災害対策基本法、武力攻撃事態対処法に基づく指定公共機関として、関係行政機関や地方公共団体の要請に応じて、原子力災害時等における人的・技術的支援を行っていく。

原子力における核不拡散では、関係行政機関の要請に基づく政策的研究や保障措置、核物質防護、核セキュリティに係る検討・支援や技術開発を実施する。また、原子力事業者として、将来の保障措置や核拡散抵抗性向上に資する基盤技術開発を行っていく。さらに、包括的核実験禁止条約(CTBT)に係る検証技術開発を継続するとともに、国際監視観測所及び公認実験施設の着実な運用及び核実験監視のための国内データセンターの運用を実施する他、国際原子力機関(IAEA)への協力等を行い、国際的な核不拡散体制の強化に貢献していく。

本事業に要した費用は、37,374百万円(うち、業務費30,006百万円、受託費7,349百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益(24,835百万円)、政府受託研究収入(6,634百万円)等である。これらの財源による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 核燃料物質の再処理に関する技術開発

○ 東北地方太平洋沖地震及び東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた以下の安

全強化のための取り組みを完了し、プルトニウム溶液及び高放射性廃液の固化・安定化を実施するための準備を整えた。

- 津波に対する安全強化として、プルトニウム転換技術開発施設(PCDF)、高放射性廃液貯蔵場(HAW)、分離精製工場(MP)、ガラス固化技術開発施設(TVF)、中間開閉所及び第二中間開閉所の浸水防止対策工事を完了した。また移動式発電機2台を追加配備し、緊急時の電源供給にかかる信頼性向上を図った。
- 地震後、約2年間にわたり実施してきた東海再処理施設の健全性に係る詳細な点検・評価を完了し、平成25年9月に原子力規制委員会へ最終報告を実施した。

○ 上記取り組みを踏まえ、東海再処理施設内に保有するプルトニウム溶液及び高放射性廃液の固化・安定化に必要な施設について、潜在的な危険の原因を低減させる観点から、再処理運転とは切り離れた新規制基準の運用を原子力規制委員会に申し出て、原子力規制庁による5ヶ月に及ぶ実態調査を経て当面5年間について運転が認められた。

○ 原子力規制委員会への説明と並行し、立地自治体、周辺自治体への説明を適宜実施した。原子力規制委員会において当面5年間の運転が認められた後、安全協定に基づく立入調査等を通して固化・安定化関連施設や全電源喪失時の安全対策等についてご確認いただき、固化・安定化処理にかかる立地自治体、周辺自治体の了解を得た。

○ ガラス固化技術の高度化を目指し、ガラス物性や炉の構造材に白金族元素が及ぼす影響を科学的に把握するための基礎的な挙動にかかる知見を得た。

- 電極の侵食に対する電流密度の影響を確認する試験を実施し、侵食速度測定や表面分析により白金族元素が堆積した場合に想定される高電流密度領域では侵食速度が著しく増大すること、またこの時の界面におけるCr₂O₃層の挙動を明らかにした。
- 熔融炉中の温度や通電状態が白金族元素(ルテニウム酸化物)の状態に与える影響を確認する試験を実施し、通電による温度上昇で金属化が進むこと、ルテニウム酸化物の粒子成長速度の温度依存性を明らかにした。
- Spring-8等の放射光施設を活用し、模擬か焼層及び模擬ガラス中における白金族元素の化学形態測定及び高温状態におけるその場測定を行い、熔融炉ガラス中の酸化還元状態を推定するためのデータを取得した。

○ 機構の改革計画に基づき、再処理技術開発の今後の計画及び東海再処理施設の今後の在り方に関し検討を開始した。

(ii) 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発

○ HTTR については、地震応答解析等を用いた施設の健全性に関する総合評価について規制当局への説明を完了した。また、規制当局から要求されたHTTR原子炉建家の補修を完了するとともに、HTTR施設の整備・保守を行い、停止中においても毎年必要となる機能維持

に係る施設定期検査を3回受検し合格した。

小型高温ガス炉の設計については、核拡散抵抗性の観点から長期間にわたり問題となるPu-239を、効率よく削減できるプルトニウム燃焼高温ガス炉の検討を開始した。使用済燃料を直接処分した場合の地下水へのFP浸出率を、ガラス固化体として地層処分する場合の1/100以下に低減できる不活性母材型燃料(PuO₂-YSZ被覆燃料粒子)を活用したプルトニウム燃焼高温ガス炉の予備的な全炉心燃焼解析を行い、Pu-239を95%削減できることを示した。

高温ガス炉水素製造システムの安全設計方針の原案の評価については、国内の有識者から構成される日本原子力学会「高温ガス炉の安全設計方針」研究専門委員会において評価を受け、安全設計で要求する安全性、設計拡張状態に対する考え方、事故時の放射性物質閉じ込めに係る物理的障壁の考え方、深層防護の考え方など、安全設計の基本的な考え方について了解された。

○ ISプロセスの構成機器の健全性を検証するため、これまでに蓄積してきた各種材料の耐食性、機器製作の知見を基に、金属、セラミックスなどの実用装置材料を用いた機器による連続水素製造試験装置の整備を完了した。

また、ISプロセスにおける水素製造効率40%を可能とするプロセスデータの充足として、ヨウ化水素分解工程の濃縮エネルギー低減に重要なヨウ化水素濃縮膜について、ヨウ化水素濃縮特性に及ぼす溶液組成の影響に関する試験を行い、ヨウ化水素濃度が高くなるに従い、濃縮エネルギーが上昇する相関を明らかにするデータを取得した。

○ 水素利用について、将来のエンドユーザー獲得に向け、(社)日本鉄鋼協会の炭素循環製鉄研究会に参加し、産学と連携して、高温ガス炉をエネルギー供給源として高炉から排出されるCO₂をCOへ変換して再利用する炭素循環製鉄の実用化に向けたシステムの検討・評価を行い、CO₂排出削減効果などを明らかにしてシステム概念をまとめた。

○ ISプロセスに関する研究開発として、産学と連携して(独)科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発(ALCA)研究領域エネルギーキャリアの研究開発を受託した。本研究開発において、高温ガス炉に比べ低温(約650℃)の太陽熱にISプロセスを適用させるため、原子力機構は膜分離を適用した要素技術開発を平成30年度まで実施する計画である。平成25年度はブンゼン反応用のイオン交換膜、ヨウ化水素分解用の水素透過膜、耐食被覆の性能評価に関わる試験設備を整備した。

○ 高温ガス炉とこれによる水素製造技術に関する研究が、原子力で熱需要に応えるという原子力ビジョンの一つを達成するための基盤技術として、今後の原子力・エネルギー政策の見直しの中においても、これまで通りの位置づけが得られるように、産業界等と連携しながら研究を進めている。また、(社)日本鉄鋼協会の炭素循環製鉄研究会における活動のように、将来のマーケットと成り得る産業界との共同研究を行うことにより、水素製造と高温ガス炉開発のお

互いの必要十分条件を明らかにする研究活動を進めている。

○ 日本の高温ガス炉技術を国際標準とするために以下の国際協力を推進した。

- ・経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)の国際協力として実施している LOFC(Loss of forced cooling)プロジェクトについて、全交流電源喪失を模擬した全ての炉心冷却能力を喪失させた試験を実施するため、震災により停止している HTTR 試験の早期再開を要請されるとともに、プロジェクト期間を2年間延長することが決定された。
- ・カザフスタンでの高温ガス炉の建設に向け、国際科学技術センター(ISTC)におけるレギュラープロジェクト(支援国政府による資金拠出)の枠組で進めている高燃焼度化対応燃料の照射試験について、カザフスタン核物理研究所(INP)が所有する WWR-K 炉を用いて目標とする燃焼度の約7割までの照射を終えた。また、炉心構成材に用いる耐酸化黒鉛の開発を行うため、ISTC におけるパートナープロジェクト(参加機関による資金的貢献)の契約を締結し(平成 25 年 8 月)、キャプセルの製作を完了するとともに、INP における試験の準備を進めた。さらに、国立カザフスタン大学(カザフ大)との間で耐酸化黒鉛材料の特性を確認するための基礎試験のための装置をカザフ大にて整備し、試験計画を定めた。
- ・インドネシアにおける高温ガス炉建設に向け、インドネシア原子力庁の技術的協力の要請を受け、今後行い得る協力について、枠組みの整備及び技術協力の内容について協議を開始した。
- ・国際原子力機関(IAEA)の高温ガス炉の安全性についての新しい協力研究計画(CRP)の準備に関するコンサルタント会議において、最新の知見に基づき高温ガス炉の優れた安全性を再確認し、国際標準の高温ガス炉安全設計の要件に反映させる CRP の最終目標、研究内容等をまとめ、CRP の設立に向けた準備を完了した。

○ JST の原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ公募事業において、「新機能水素吸蔵材料による無電力型爆発防止システムの開発研究(総括代表:北海道大)」のうち、分離膜開発及び水素捕集シミュレーションについて再委託を受け、高崎量子応用研究所と協力して吸蔵材料と水分との発熱反応による温度上昇を抑制するための分離膜の水素透過試験、及び水素捕集装置解析モデルの作成とその機能確認のための実験ボックス内での水素補修挙動に関する予備解析を実施し、システムの安全性向上と装置概念の構築に貢献した。(平成 24～26 年、受託総額 約 12 百万)。また、JST の復興促進プログラム(マッチング促進(企業のニーズと大学等の技術シーズのマッチング))「大口径シリコン引上装置用大型等方性高温ガス炉の開発」において、等方性黒鉛内部の気孔分布解析及びシミュレーションを行い、材料特性予測評価式を提案する等により、黒鉛の製造プロセスへフィードバックした。(平成 24～26 年、受託総額 約 20 百万)

○ 平成 25 年度(平成 25 年 4 月 1 日～12 月 31 日)は、査読付論文を 22 件(平成 24 年度は 34 件)公開した。また、特許については、1 件(平成 24 年度は 4 件)の出願をするとともに、1 件(平成 24 年度は 4 件)の登録を完了し、知財化を図った。

○ 外部有識者から成る高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会により、今後の研究開発の在り方について事前評価を受けた。その結果、原子力エネルギーにより熱需要に応えるという目標は重要であり、高温ガス炉とこれによる水素製造技術を我が国が持つことが必要である。そのため、HTTR を用いた研究開発を継続すべきであるとの評価結果が示されると共に、研究開発の意義及び進め方について適切と評価された。また、原子力水素製造 (HTTR-IS) 試験計画については、水素社会への我が国の対応状況に即し、第 3 期中期計画中に HTTR-IS 試験を実施することを含め、速やかな取り組みが必要であるとの評価結果が示された。

(iii) 原子力基礎工学研究

○ 原子力基礎工学研究では、核工学・炉工学研究を始めとする 7 つの分野において、原子力研究開発の科学技術基盤を維持・強化し、新たな原子力利用技術を創出するとの方針の下に、産業界等のニーズを踏まえつつ、共通的科学技術の基盤となるデータベースや計算コード等の技術体系の整備と、その基盤に立脚した新たな原子力利用技術の創出を進めた。

○ 原子力研究開発の基盤形成においては、年度計画に基づいた研究開発を着実に実施した。研究成果については学会及び学術誌への発表を促すとともに、優れた成果については学協会賞等への推薦を行った。第 46 回日本原子力学会賞特賞・技術賞を始め 15 件(平成 24 年度:4 件)の学会賞等を受賞し、学協会から高い評価を得る基盤的成果を創出した。「長寿命放射性廃棄物の核変換処理に向けた新型燃料の研究」により、平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞に内定する(平成 26 年 4 月受賞予定)とともに、若手研究者を対象とした受賞も 5 件(平成 24 年度:6 件)あり、次代を担う優れた基礎基盤研究者を育成している。特に、「ゼオライトを用いた放射性汚染水処理における水の放射性分解と水素発生の研究」などの東京電力福島第一原子力発電所事故への対応に関する成果において 4 件受賞した。

○ さらに、基礎研究は研究者の自由な発想が重要との認識の下、プロジェクト研究との違いも意識しつつ、研究者のモチベーション向上や将来の原子力研究を牽引できる若手研究者の育成に組織的に取り組んだ。原子力基礎工学研究部門では、海外の重要な実験研究にタイムリーに参加して経験を積めるよう独自の海外派遣を実施するとともに、若手研究者に対し積極的な国際会議での発表等を奨励した(40 歳以下の海外出張件数:平成 24 年度 38 件、平成 25 年度 41 件)。また、東北大学との包括協定締結(平成 26 年 3 月 28 日)による福島基盤研究の強化と研究人材育成など、国内外の大学や研究機関等とのネットワーク形成に努め、研究交流の活性化を図っている。

○ 文部科学省の「群分離・核変換技術評価作業部会」に臨むに当たり、この分野における機構全体としての研究開発の進め方を作業部会に対して示すために、原子力基礎工学研究部

門が中心となり、機構横断的に既存施設の有効利用と新規施設の戦略的な整備等含む今後の研究開発のロードマップについて検討するタスクフォースを設けた。この検討結果に基づき同作業部会に今後の研究開発のロードマップを提示した結果、同作業部会において「概念開発段階から原理実証段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、工学規模の次のステージに移行することが適当である。」等との評価を受けた。並行して、この分野の研究開発の推進にあたり、研究を主体的に進める研究部門(原子力基礎工学研究部門)と研究施設の管理・運転を担当する研究拠点(原子力科学研究所)との間で意見交換会を開催し、さらに、燃料サイクル安全工学研究施設のバックエンド研究施設(NUCEF/BECKY)を中心としたホットラボの利用計画との整合性確保や、原子炉施設として整備を計画する核変換物理実験施設の新規制基準対応などの課題についてタスクフォースを設けて検討して、緊密な連携を図った。

○ 原子力基礎工学研究推進の中核を担う原子力基礎工学研究部門では、東京電力福島第一原子力発電所事故以降の研究の方向性として、①福島基盤技術、②軽水炉基盤技術及び③バックエンド基盤技術の開発を優先度の高い研究開発項目とすることで出口を明確化し、機構内の他部署における課題解決への協力、国や産業界との共同研究や受託研究等を通して連携を強化した。

○ 福島基盤技術に関する研究では、基礎基盤研究者が東京電力福島第一原子力発電所事故に関する問題解決のために、本来業務の延長または福島技術開発関連部署に兼務者(41名)として支援に当たった。特に、平成23年5月から2年以上にわたる茨城県北部の褐色森林土の落葉広葉樹林における連続観測から、落葉層にあった放射性セシウムの大部分は土壌表層(0cm から 5cm)に移行したが、土壌中を移動する割合はごく僅かであることを明らかにした。今後、福島県山間部の約7割を占める褐色森林土における放射性セシウムの移動の実態解明、将来予測につながる事が期待される成果である(平成25年10月プレス発表)。本成果は、NHK、読売新聞、毎日新聞、朝日新聞、共同通信等を通じて報道された。また、本研究に従事した1名を福島環境安全センターに異動させた。さらに、環境汚染核種のガンマ線に対する家屋による遮蔽効果について、福島県内の建物調査結果に基づき、日常生活で滞在する住宅、学校、病院等の建物の特徴を考慮したモデルを用いて、PHITSを用いた建物の遮蔽効果を評価した(平成26年3月プレス発表)。評価結果を取りまとめ、日本の住宅、学校、病院等の建物の特徴を反映した線量低減効果データを整備した。本成果は、住民帰還へ向けた被ばく線量レベルの予測、被ばく低減対策等への活用が期待される成果である。本成果は、NHK福島、福島民報、福島民友、電気新聞、朝日新聞、日経産業新聞、読売新聞、日刊工業新聞、原子力産業新聞を通じて報道された。

また、WSPEEDI-IIの計算結果とモニタリングデータを用いた放射性物質の大気放出量推定に関連する筆頭著者論文が、世界気象機関(WMO)の東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染評価等に利用された。さらに、事故時の原子炉内の放射性物質の推定量、大気及び海洋に放出された放射性物質の放出量のデータとして、学術誌等で公表された8編の筆頭著者論文(平成25年度公表論文1報を含む)のデータが、国連科学委員会

(UNSCEAR)による東京電力福島第一原子力発電所事故の環境影響及び被ばく線量の評価に利用された。大気中に放出された放射性物質の大気放出量の推定データと推定結果に基づく大気拡散シミュレーションによる放射性物質の濃度分布推定結果は、測定データがない地点の放射性物質の濃度、それに基づく被ばく線量評価に活用された。特に、WSPEEDI-IIの計算結果とモニタリングデータを用いた放射性物質の大気放出量推定に関連する筆頭著者論文3報は、平成25年度における被引用論文件数は115件(平成26年3月末時点での総被引用論文件数は191件)と国内外の様々な研究に活用された。

○ 軽水炉基盤技術に関する研究については、民間・産業界からの研究者が機構内において機構職員と同等の身分を有し、必要なインフラ、施設・装置を利用して共同で研究開発を行うことが可能な原子力エネルギー基盤連携センターの仕組みを活用し、東京電力福島第一原子力発電所事故以降の軽水炉の安全対策強化のための水素安全対策高度化及び過酷事故(SA)時の燃料破損・溶融過程解析手法高度化に関する資源エネルギー庁の公募研究を進めた。

○ バックエンド基盤技術に関する研究については、人形峠環境技術センターにおけるバックエンド対策への協力や日本原子力発電(株)との原子炉廃止措置に伴う放射性生成物評価法の整備に関する協力を進めた。人形峠環境技術センターにおけるバックエンド対策への協力においては、高速中性子直接問いかげ法(FNDI法:特許技術)に基づいたウラン量非破壊測定装置を、人形峠環境技術センター内に設置し、特性試験を実施した。その結果、原子力施設の解体物など金属系内容物を詰めたドラム缶内に偏在しているウラン(10gU程度以上)を短時間(10分以内)かつ実用的な精度(目標精度(±50%)以下である±20%程度)で測定できることを実証した。FNDI法では、従来技術における課題であった金属系内容物自身によるガンマ線や中性子線の吸収される量が増えることによる測定精度の低下を解決している。また、人形峠環境技術センターにおいて、遠心機解体撤去に伴って発生する除染廃液からのウラン除去について、エマルションフロー法(特許技術)による溶媒抽出装置を用いたホット試験を行い、高いウラン除去性能(廃液中のウランの92%を選択的に回収)を有することを確認した。これらは、機構におけるバックエンド対策に有用な成果であるとともに、今後、民間事業者における活用が期待できる成果である。

○ 機構内の関係部署からの要請に応じて、材料試験炉(JMTR)などで発見された配管からの廃液漏えいトラブル、J-PARCハドロン実験施設からの放射性物質の放出事故や「もんじゅ」周辺破砕帯内の地質学的調査に対して協力し、国などへの報告資料作成等に貢献した。

○ 産業界との共同研究10件(平成24年度:17件)、大学等との共同研究44件(平成24年度:22件)及び産業界からの受託研究10件(平成24年度:14件)を実施し、産学官との連携を促進した。

また、文部科学省、経済産業省原子力安全・保安院(保安院)、経済産業省資源エネルギー

一庁等の国からの受託事業 25 件(平成 24 年度:31 件)を実施し、国の施策に貢献した。

○ 原子力基礎工学研究部門内の研究員には「我が国における原子力の中央研究所としての役割を果たす」という意識付けを行い、基礎基盤的成果の社会への反映に努めさせた。特に、原子力基礎工学研究分野において開発しているプログラム等の機構外での利用を拡大するために、講習会の開催や要望に応じた迅速なプログラム提供開始等によりユーザーの拡大に取り組んだ。汎用的な粒子・重イオン輸送計算コード PHITS については、12 回(平成 24 年度:9 回)の講習会の開催するなどによりユーザーの拡大に努めた結果、平成 25 年度における「コンピュータプログラム等管理規程」に基づく機構外へのプログラムの提供件数は 311 件(平成 24 年度:247 件)となった。また、PHITS を含めた原子力基礎工学研究において開発されたプログラム等の機構外への提供件数は 431 件(平成 24 年度:375 件)と、機構全体(486 件(平成 24 年度:414 件))の約 9 割を占めた。

○ さらに、原子力基礎工学研究部門では、研究開発・技術開発人材の他組織への供給源となることを目指し、人事部と連携し、新入職員を基礎的知見と技術の両方を有する人材として育成し、他部門又は拠点に送り出す取組を行っている。平成 25 年度においては、2 名の新入職員を受け入れるとともに、平成 23 年度に受け入れた 1 名を平成 26 年度から核不拡散・核セキュリティ総合支援センターへ送り出すこととした。

○ 機構改革の組織再編計画を踏まえ、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた基礎研究を強化するための体制、人員等に関して原子力科学研究所と連携して検討し、平成 26 年度から福島基盤技術ユニットを設置することを決定した。

○ 研究の進捗に対応して、再処理残滓・ガラス基礎化学研究グループを廃止、材料モデル評価研究グループを照射材料工学研究グループへ統合および分析化学研究グループを設置するとともに、人員配置の見直しなどの整理統合を実施した(平成 25 年 4 月 1 日実施)。また、文部科学省の「群分離・核変換技術評価作業部会」において、「概念開発段階から原理実証段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、工学規模の次のステージに移行することが適当である。」との評価を受け、ユニット新設等の組織再編を含む研究の重点化について検討し、分離変換技術の研究開発を加速するべく分離変換技術開発ユニットを新設することを決定した。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故等を受けた社会のニーズに対応して、自らが設定した原子力基礎工学研究の方向性をより明確に第 3 期中期計画へ反映させるため、群分離・核変換技術評価作業部会における評価結果及び機構改革の組織再編計画への対応を含めて、研究グループの廃止及び新設、分離変換技術開発ユニットと福島基盤技術ユニットの新設、人員の再配置等を検討し、第 3 期中期目標期間開始 1 年前の平成 26 年度から、より一層効果的効率的に第 3 期中期目標期間における研究を推進していくための体制を決定した。

○ 査読付き論文総数は 205 報(平成 24 年度:207 報)であり、Physical Review Letters(IF: 7.943)、Crystal Growth and Design(IF: 4.689)などのインパクトファクター(IF)が 3.0 を超える学術誌への掲載論文数は 28 報(主著:17 報、共著:11 報)であった。

○ 特許出願数は 6 件(国内 5 件、海外 1 件)であり、平成 25 年度末の実施許諾契約数は 9 件、契約対象特許は 19 件であった。

a) 核工学・炉工学研究

○ 評価済核データライブラリ JENDL のエネルギー範囲の拡張に対応した軽核及びアクチノイド核種の核データ評価を、核反応計算コード CCONE を用いて実施した。また、JENDL-4.0 の利用経験情報の収集を継続し、中性子スペクトル、分離共鳴パラメータの共分散(共鳴パラメータの誤差)等について核データライブラリ内における整合性等の問題が報告された 12 核種についてアップデートファイル(JENDL-4.0U)を公開した。CCONE に関する成果については、日本原子力学会英文誌 Journal of Nuclear Science and Technology (JNST)に掲載された「Development of a Comprehensive Code for Nuclear Data Evaluation, CCONE, and Validation Using Neutron-Induced Cross Sections for Uranium Isotopes」が JNST Most Cited Article Award 2013 に選出された(平成 26 年 3 月)。

大強度陽子加速器施設(J-PARC)に設置した中性子核反応測定装置(ANNRI)を用いて、アメリシウム(Am)-241、安定パラジウム(Pd)及びスズ(Sn)同位体の中性子捕獲断面積データを取得した。これにより、大強度パルス中性子ビームの利点を生かし中性子捕獲断面積を精度よく導出できること、及び安定核種の中性子共鳴ピークの同定を高い信頼性で実施できることを示した。

マイナーアクチノイド(MA)核種の反応率比等に関する実験データを含む FCA 臨界実験について解析を実施し、系統的に変化させた中性子スペクトル場に対する臨界性に係る実験データについて、容易に解析計算との比較が可能な体系にモデル化(ベンチマーク化)し、炉物理実験データベースを拡充した。

○ 沸騰二相流非定常熱流束分布データを使って熱応力評価に必要な構造体内熱流束に関する予測性能を評価した。これにより、沸騰伝熱面内熱流束分布を二相流解析コード ACE-3D によって予測できることを確認した。温度分布予測と合わせて構造体の熱ひずみが明らかになり、これを基に熱応力の予測が可能になることがわかった。

○ JENDL-4.0U を反映した連続エネルギーモンテカルロコード用 Ace 形式中性子・光子・電子断面積ライブラリセット、中性子・光子輸送計算用の MATXS 形式断面積ライブラリー等のライブラリーについて「コンピュータプログラム等管理規程」に基づき機構外への提供を行った。

原子力基礎工学研究部門の公開ホームページを通じ外部提供を行っている除染効果評価システム CDE については、CDE の使い方の問い合わせ等の運用上の対応を実施し、フォロ

ーアップに努めた。公開以降の外部提供件数は、592 件(H24 年度末提供件数:549 件)となった。

○ ベータ崩壊に対するテンソル力(核子間に働く力)の影響に関する研究「Impact of Tensor Force on β Decay of Magic and Semimagic Nuclei」が米国物理学会誌 Physical Review Letters に掲載された。この成果により、第 8 回日本物理学会若手奨励賞(第 15 回核理論新人論文賞)を受賞した(平成 26 年 3 月)。

核構造に関する成果については、米国物理学会誌 Physical Review に掲載された論文「Evidence for rigid triaxial deformation at low energy in ^{76}Ge 」が Editors' Suggestion(編集者推薦論文)に選出されるとともに、米国物理学会の学術誌(Physical Review Letters 等)に掲載された論文の中から物理学上で最も重要な発展に貢献した論文を選出して紹介している Physics 誌の Synopsis(編集者による論文要約)においてハイライト記事としてで紹介された(平成 25 年 4 月)。

○ 高速中性子直接問いかけ法(FNDI 法:特許技術)に基づいたウラン量非破壊測定装置を、人形峠環境技術センター内に設置し、特性試験を実施した。その結果、原子力施設の解体物など金属系内容物を詰めたドラム缶内に偏在しているウランを短時間で測定できることを実証した。FNDI 法は、核燃料物質(ウラン、プルトニウム)に極短時間のパルス幅で少量の中性子を照射し、核燃料物質から放出される僅かな量の核分裂中性子を計測する技術である。FNDI 法により、僅かなウラン量(10gU 程度以上)でも、ウランの化学形態やドラム缶での偏在に関わりなく、従来技術より短時間(10 分以内)かつ実用的な精度(目標精度($\pm 50\%$)以下である $\pm 20\%$ 程度)でドラム缶中に混在しているウランの総量を計測できる。また、FNDI 法では、従来技術における課題であった金属系内容物自身によるガンマ線や中性子線の吸収される量が増えることによる測定精度の低下を解決している。今後、解体物などに含まれる核燃料物質の計量管理、また将来的に IAEA 保障措置査察にも貢献することが期待できる成果である。

b) 照射材料科学研究

○ 軽水炉材料の応力腐食割れ挙動や高照射量領域での力学的特性変化の評価のため、材料試験炉(JMTR)において照射済みの試験片を用いて局所変形挙動データの取得及びマイクロ組織観察を実施し、高照射速度の場合照射欠陥の密度が高くなり、それに伴い降伏応力が大きくなる等の変形挙動に及ぼす照射速度の影響を明らかにした。

再処理機器用ステンレス鋼の腐食特性解明のため、平成 24 年度に取得した不純物の局所分布状態と腐食速度変化の相関データに基づき、不純物分布の影響を受けて粒界腐食が優先的に進展する挙動を計算予測するモデルを作成し、腐食進展予測法を提示した。

○ 材料中の水素による格子欠陥成長の影響に関する成果「Enhanced lattice defect formation associated with hydrogen and hydrogen embrittlement under elastic stress of a tempered martensitic steel」により、日本鉄鋼協会 2013 年度澤村論文賞を受賞した(平成 26

年3月)。

東京電力福島第一原子力発電所の使用済燃料プールにおける対策に関する成果「ラジオリシス反応解析に基づいた福島第一原発使用済み燃料プールへのヒドラジン注入効果の提示」により、第46回日本原子力学会賞技術賞を受賞した(平成26年3月)。

○ 「もんじゅ」からの要請に応じて、電子顕微鏡を用いた材料のマイクロ組織観察技術に基づいた「もんじゅ」周辺破砕帯内の岩石試料観察を行い、地質学的調査(粘土鉱物の形状や組成分析)に協力し、原子力規制委員会への報告書作成に貢献した。

材料試験炉(JMTR)及び核燃料サイクル研究所で見出された配管からの廃液漏えいトラブルの原因究明に対して、腐食科学的知見に基づいて速やかに腐食原因の究明に協力し、国などへの報告資料作成に貢献した。

c) アクチノイド・放射化学研究

○ 先進燃料や破損燃料の挙動評価の基盤として、これまでに取得したマイナーアクチノイド含有窒化物の諸物性データを整理し、データベースとして報告書(JAEA-Data)にとりまとめ、ADS燃料製造や燃料設計に適用する物性評価式を整備した。本成果等に基づいた物性データが、経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)熱力学データベースプロジェクト(TAF-ID)における国際汎用熱力学データベースの一部に採用され、OECD/NEAウェブサイトに掲載された。

湿式分離プロセスに関するデータ拡充として、ネプツニウム(Np)の加熱硝酸溶液中における原子価変化の硝酸濃度依存性のデータの取得を継続し、その結果を総合的に評価した。硝酸濃度をパラメータとしてデータ取得範囲を拡充し、吸光光度法による定量を行う際に必要となるNp(VI)のモル吸光係数の硝酸濃度依存性を表す経験式を導出した。さらに、Np(V)からNp(VI)への酸化反応速度定数を求め、Npの価数の経時変化について酸化反応速度定数を用いた予測値と実験値が良く一致する成果を得た。

平成24年度までに開発した難分析長寿命核種Np-237の分離・分析法を照射履歴の明確な使用済燃料試料に適用した。得られた使用済燃料試料中のNp-237生成量の実測値を燃焼・崩壊計算コードORIGEN2による計算値と比較した結果、有意な差はなかった。これにより分析法の有効性を検証した。

エマルションフロー法による有価物回収のための新技術については、スケールアップのための要素技術として開発したエマルションフロー大面積発生技術の改良を行うとともに、開発した要素技術を既存のエマルションフロー装置に結合した。

○ 保障措置環境試料に含まれる個々のプルトニウム粒子の性状を調べるとともに、X線分析により構成元素及び不純物元素の粒子内での分布状態を明らかにし、プルトニウム粒子の起源推定に必要な情報を取得した。

○ アクチノイドの化学分析に関する成果について、「時間分解蛍光分光法によるアクチノイド

およびランタノイドの溶液化学に関する研究」により、2013 年日本放射化学会賞(学会賞)を受賞し、国際会議 APSORC13 で受賞講演をおこなった(平成 25 年 9 月)。また、「アクチノイド(U, Np, Pu)イオンの電気分析化学的研究」により、日本ポーラログラフ学会 2013 年志方メダルを受賞した(平成 25 年 11 月)。

固体吸着材-水系の放射線分解に関する成果「ゼオライトを用いた放射性汚染水処理における水の放射性分解と水素発生の研究」により、第 46 回日本原子力学会賞奨励賞を受賞した(平成 26 年 3 月)。

水試料中放射性セシウムの簡便な定量手法に関する成果「セシウム吸着ディスクと GM サーベイメータを用いた水試料中の放射性セシウム濃度のモニタリング法」により、平成 24 年日本放射線安全管理学会賞技術賞を受賞した(平成 25 年 9 月)。

「長寿命放射性廃棄物の核変換処理に向けた新型燃料の研究」により平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞に内定した(平成 26 年 4 月受賞)。

○ エマルションフロー法による除染廃液中のウランを簡便・低コストかつ迅速・高効率に回収できる新たな溶媒抽出装置を開発した。人形峠環境技術センターにおいて、施設設備の解体撤去に伴う除染によって発生するウランを含んだ除染廃液の処理試験を行った結果、除染廃液中のウランを排出基準値のウラン濃度以下まで迅速に除去できること、除染廃液に含まれる浮遊物(固形物)を装置内の浮遊物トラップに集めて同時除去すること、及び廃液中のウランの 92%を選択的に回収できることを確認した。また、同じ装置を 3 段つなげれば、99.9%のウランを回収可能である。本装置の特徴は、カラム分離法と同様な簡便さで(送液するだけで)、イオン交換樹脂などを用いる従来法よりも格段に迅速(10 倍以上)かつ低コスト(5 分の 1 以下)で、ウランを選択的に高抽出率(92%)で回収でき、高性能(高い抽出分離能と処理速度)と低コストとを両立させている点にある。今後、国内のウラン廃液の処理に広く役立つと期待できる成果である。また、この技術は、原子力分野以外にも、工場からの排水の浄化や廃液からのレアメタルの回収などに利用できる新技術として、様々な産業分野で注目を集めている。

d) 環境科学研究

○ 大気・陸域・海洋での放射性物質の環境移行過程について、包括的物質動態予測モデル・システムを用いた解析を青森の再処理施設周辺地域や福島周辺地域に適用して得られた知見に基づき、モデル計算手法の改良を実施した。これにより、大気拡散モデルによる放出量推定等の機能拡張に必要となる効率的な大規模計算を可能とした。

また、上記モデル・システムの検証のため、青森地区や福島周辺地域での加速器質量分析装置等を使用した炭素(C)-14、放射性セシウムなどのデータ取得を継続するとともに、取得したデータを解析した。これにより森林土壌に沈着した放射性セシウムの動的挙動を解明し、長期的な物質動態予測で考慮すべき環境要因と移行過程を明らかにした。この成果は、平成 23 年 5 月から 2 年以上にわたる茨城県北部の褐色森林土の落葉広葉樹林における連続観測から、落葉層にあった放射性セシウムの大部分は土壌表層に移行したが、土壌中を移動する割合はごく僅かであることを明らかにした。今後、福島県山間部の約 7 割を占める褐色森林土

における放射性セシウムの移動の実態解明、将来予測につながるものが期待される成果である(平成 25 年 10 月プレス発表)。本成果は、NHK、読売新聞、毎日新聞、朝日新聞、共同通信等を通じて報道された。

○ 大気・海洋モデルによる東京電力福島第一原子力発電所からの放射性物質の放出量推定に関する成果「Source term estimation of atmospheric release due to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident by atmospheric and oceanic dispersion simulations」により、2013 年度日本原子力学会保健物理・環境科学部会表彰論文賞を受賞した(平成 25 年 9 月)。

○ 世界版 SPEEDI (WSPEEDI) により、J-PARC ハドロン実験施設からの放射性物質の放出による周辺環境への影響評価を実施し、国などへの報告資料作成に貢献した。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故での放射性物質の大気放出量推定に関連する筆頭著者論文等が世界気象機関(WMO)の東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染評価および国連科学委員会 (UNSCEAR) による東京電力福島第一原子力発電所事故の環境影響及び被ばく線量の評価に利用された。

e) 放射線防護研究

○ 線量評価に係わるシミュレーション技術の拡充のため、光核反応や軽核の核構造を考慮した核反応モデル、脱励起モデル等を開発した。これらの開発したモデルを、最新版の粒子・重イオン輸送計算コード PHITS に組み込み、外部提供を開始した。PHITS に関する成果については、「粒子・重イオン輸送計算コード PHITS」により第 46 回日本原子力学会賞特賞・技術賞を、「重核に対する破砕片生成反応断面積の正確な予測のための実験的・理論的研究」により第 46 回日本原子力学会賞奨励賞を受賞した(平成 26 年 3 月)。

国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007 年基本勧告に基づき、年齢別の精密人体モデルを用いて、汚染環境に存在する核種による外部被ばく線量を解析した。これにより、土壌、空気および水中で広範囲に分布する放射性核種に起因する外部被ばく線量評価に用いるデータベースの基礎となる線量換算係数を整備した。「核医学及び放射線防護線量評価用世界標準データベースの開発」により、平成 25 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰(科学技術賞・開発部門)を受賞した(平成 25 年 4 月)。

DNA 損傷生成・修復モデルと染色体の動態モデルの改良と解析を進め、DNA 損傷、染色体異常、細胞死等の解析に適用可能な放射線応答過程の基本モデルを作成した。

○ 中性子測定器の校正精度を向上させるため、単色中性子校正場中に混在する光子と中性子の線量当量の比について、中性子発生源からの距離による変化を計算と平成 24 年度に実施した実測を組み合わせて評価した。その結果、中性子発生ターゲット周辺で生成される光子(線量率が中性子と同様に距離の逆自乗則に従う)と中性子が照射室の壁床等にあつ

て発生する光子(線量率が距離にあまり依存しない)の2種類が存在するため、校正位置によって線量当量比が大きく変化することが明らかとなった。今回の評価結果を用いて、任意の距離における混在光子の寄与割合が評価できるようになった。

○ 環境汚染核種のガンマ線に対する家屋による遮蔽効果について、福島県内の建物調査結果に基づき、日常生活で滞在する住宅、学校、病院等の建物の特徴を考慮したモデルを用いて、PHITSにより建物の遮蔽効果を評価した(平成26年3月プレス発表)。5種類の在来工法の木造家屋の比較では、建築面積が大きいほど線量低減係数が低くなり、家屋直下の地面に放射性セシウムが存在しないことが線量低減効果の主因であることを明らかにした。また、評価結果を取りまとめ、日本の住宅、学校、病院等の建物の特徴を反映した線量低減効果データを整備した。今後、住民帰還へ向けた被ばく線量レベルの予測、被ばく低減対策等への活用が期待される成果である。本成果は、NHK 福島、福島民報、福島民友、電気新聞、朝日新聞、日経産業新聞、読売新聞、日刊工業新聞、原子力産業新聞を通じて報道された。また、本成果については、報告書(JAEA-Research)として取りまとめ、平成26年3月に刊行した。

○ PHITS については、日本国内で12回、講習会を開催するなどにより、ユーザーの拡大に努めた結果、平成25年度のPHITSの新規登録国内ユーザー数は332名となり、平成22年からの総計で国内ユーザー数が1,000名を超えた(1,171名)。また、平成24年度に外部提供を開始した大学の講義等での利用を目的とした「教育版」(PHITS-Edu)については、平成25年度において10件の利用申請があった。

国外におけるPHITSの需要の高まりから、平成25年6月10日から13日まで、原子力開発に必要な核データや原子力コードの提供等を行う経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)データバンクにおいて、日本国産コードとしては初めての講習会が開催された。

○ ICRPから公開された「宇宙空間における宇宙飛行士の被ばく評価(ICRP Publ. 123)」に、PHITSコードによる線量換算係数等の評価で寄与した。この寄与に対し、国際放射線防護委員会(ICRP)年次大会のAward Ceremonyにおいて、ICRP Publication 123 (ICRP123) “Assessment of Radiation Exposure of Astronauts in Space”の作成への貢献を称えた記念の楯が授与された(平成25年10月)。

f) 計算科学技術研究

○ 開発した弾塑性解析機能の妥当性を評価するために、機構内実験施設を対象とし、東北地方太平洋沖地震時の地震波を入力とした解析の結果と地震観測データや既存計算結果を比較し、機能の確認と検証を実施した。その結果、構造物の振動特性(減衰、固有振動数等)を推定する上で重要な卓越振動数(構造物の地震応答において振幅が極大となる振動数)の再現や壁のひび割れ箇所同定の同定ができていることを確認した。

また、耐震解析結果等のスーパーコンピュータ上の大量データを効率的に分析するため、

平成 23 年度(2011 年度)及び平成 24 年度(2012 年度)に開発したデータ可視化技術をネットワークで接続された遠隔地間で利用できるように統合し、利用者の手元で対話的に可視化できるシステムを構築した。このシステムは、既存ツールと比較して 20 倍を超える高速化を実現しており、スーパーコンピュータ上の大規模データを研究者が手元で解析する際の作業効率化に役立つことから、今後、機構内外への利用促進を図る予定である。

なお、計算科学技術研究の推進に当たっては、機構内外との連携を活用しつつ人材の育成にも努めており、具体的には、先端的な計算技術を指導した若手研究者らが計算科学分野における世界最大級の国際会議 SC13 の最優秀ポスター賞(平成 25 年 11 月)、第 8 回(2014 年)日本物理学会若手奨励賞(平成 26 年 3 月)等を受賞した。

○ 原子炉構造材料については、鉄鋼材料の粒界脆化につながる不純物の拡散偏析を予測するため、従来のシミュレーション技術に、新たに高温時の熱拡散偏析を担う空孔ドラック効果(結晶中で原子がない部分すなわち空孔の運動に引きずられて結晶格子位置にある不純物の原子が動く効果)を取り入れたシミュレーション技術を開発した。これにより熱拡散の効果を計算可能となったことから、軽水炉材料における粒界偏析シミュレーションの精度の向上とともに、高速炉や核融合炉といった高い運転温度の炉材料における粒界偏析シミュレーションの精度向上が期待される。

アクチノイド化合物については、ウラン、ネプツニウム、アメリシウムの各二酸化化合物の熱物性値を第一原理計算から求める技術を開発し、観測値と 10%以内の範囲内で比熱を予測できることを確認した。二酸化プルトニウムについては平成 24 年度に実施済みであり、今回の成果によって核燃料を構成する主な酸化物の比熱算出が可能となった。

機能材料については、超伝導特性を活かした新機能の提案に向けて、界面にて特性が変動する超伝導状態を解析するため、その変動を評価可能とする理論を構築するとともに本理論に基づく計算技術を開発した。これにより、たとえば放射線等が界面超伝導状態に与える影響を解析することで、放射線検出器の高性能化が期待できる。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故後の環境汚染への対処に係る研究開発に向けて必要となる基礎的知見を取得するため、これまで培った第一原理計算手法を活用して、セシウムと土壌粘土鉱物中酸素の化学結合形態において共有結合性が生じる(予想されていた化学結合形態であるイオン結合よりも強固に結合する)場合があることを確認した。

福島県及び京都大学と協力して「福島県空間線量率測定情報発信システム」を開発し、路線バスによる福島県内のモニタリングデータ等を広く一般に提供することを目的に、福島駅前のビルでのモニタリングデータのリアルタイム表示及び機構 Web サイトでのデータ解析結果の公開を開始した(平成 25 年 8 月)。また、このシステム及び原子力規制庁からの委託事業「平成 25 年度東京電力福島第一原子力発電所事故による環境モニタリング等データベースの構築」において得られたデータ管理の知見を基に、IAEA が主導する国際協力研究事業(食糧・農業に影響を及ぼす原子力災害への対策)に「食糧・農業モニタリングデータの収集、管理及び提供のためのソフトウェアプラットフォームの研究開発」を提案し、採択された。

g) 分離変換技術の研究開発

○ 高速炉及び加速器駆動システム(ADS)を用いた複数の核変換導入シナリオに対して、サイクル中の重金属インベントリの再評価結果を基に、経済性・環境負荷・核不拡散の評価指標の相互比較を行った結果、各指標において高速炉を用いたシナリオが優れているが、シナリオ間の差は小さいことがわかった。

○ 高レベル放射性廃液処理におけるプロセスフローシート構築のため、MA 回収について、DGA(ジグリコールアミド)抽出剤による連続抽出分離試験等により、Am トレーサーを含む模擬廃液から Am を検出限界以下まで除去した。MA/ランタノイド(Ln)分離について、新規抽出剤 TPDN についてプロセス構築に適した液性である pH1 での分離性能を確認した。DGA 抽出剤に関する成果については、日本原子力学会英文誌 JNST に掲載された「Extraction of various metal ions from nitric acid to n-dodecanen by diglycolamide (DGA) compounds」が JNST Most Cited Article Award 2013 に選出された(平成 26 年 3 月)。ストロンチウム(Sr)-セシウム(Cs)分離について、カラム吸着分離試験等を実施してデータを取得するとともに、最適分離条件を求めるための各種の元素の分離挙動データを文献から調査した。

ADS の成立性確証に資するために、酸素濃度制御下での鉛ビスマス流動腐食試験を実施し、ADS 構造材候補の鉛ビスマスに対する腐食に関するデータを取得した。

○ MA 装荷が可能な核変換研究のための臨界実験装置検討については、平成 24 年度に評価した必要な実験精度を得るための課題として、MA 燃料製造時の重量・組成等の精度、及び MA 燃料装荷時の位置決め精度を抽出した。この結果を踏まえ、MA 燃料を遠隔操作で装荷する装置の試験準備を開始した。

国際協力により ADS 開発を進めるために、ベルギー-MYRRHA 計画への具体的な参画方策の検討を開始した。

(iv) 先端原子力科学研究

○ 将来の原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を進め、新原理・新現象の発見、新物質の創製および新技術の創出を目指した先端原子力科学研究を行う。このため、先端材料の基礎科学、重元素領域における原子核科学と物性科学および放射場と物質との相互作用に関する基礎科学の各分野における重要課題に対する基礎研究を実施した。以下に、各研究分野の実績を示す。

先端材料基礎科学分野では、電子の持つスピンと軌道の結びつきから生まれる物性の理論的・実験的研究を精力的に実施した。磁気波(スピン波)を用いて熱エネルギーを任意の方向に移動させる基本原理を考案し、東北大他との共同研究でこれを実証した。本成果は、新しい熱エネルギー輸送法として次世代電子情報やマイクロ波デバイスの省エネルギー技術につながるもので、Nature Materials 誌に掲載された。また、銅やアルミニウムのような身近で安価な金属に音波を注入してスピン流を生み出す新原理を見出した。この成果はレアメタルフ

リーの磁気デバイス開発につながる発見で、Physical Review B 誌に掲載された。マイアミ大学との共同研究では、金属の表面に働く特殊な磁場の効果を利用し、ナノスケールの極薄磁石の磁気の向きを、垂直にそろえる新しい原理を発見した。ナノスケールの極薄磁石の実現への可能性を切り開くもので、磁気メモリーの高密度化などへの応用が期待できる。成果は Scientific Reports 誌に掲載された。以上の成果はそれぞれプレス発表を行った。

また、分子スピントロニクス材料として優れた特性の発現が期待されるグラフェンに着目した研究を実施し、素子構造において磁性金属と接合したグラフェン中の電子スピン状態を検出することに初めて成功するとともに、接合界面の近くでは、電子スピンの面に対して垂直方向に配列しやすいなど、特異な電子スピン配列を有することを見出した。これらの成果は、グラフェンへの高効率でのスピン注入につながる知見であり、それぞれ、Carbon 誌、Journal of Materials Chemistry C 誌に掲載され、プレス発表を行った。

超重元素基礎科学における原子核科学の分野では、平成 22 年度に見いだした陽子過剰核水銀 (Hg-180) の新規な核分裂現象 (従来の核分裂質量収率曲線とは異なる様相を示す現象) に端を発した研究を、英独仏露等との国際協力で継続し、新たにイリジウム領域 (原子番号 77: Ir-193) でも同様な核分裂現象を見出した。中性子数殻構造に起因すると考えられ、さらなる研究を継続する。また J-PARC センターと協力して J-PARC 施設における核変換実験装置の検討を進めた。超重元素の化学挙動に関しては、独自に開発した電解カラム法を用いてシングルアトムレベルでの 101 番元素メンデレビウム (Md-255: 半減期 27 分) の還元電位を決定した。酸化還元電位やイオン化エネルギーなどアクチノイド原子の価電子状態を反映する化学量は、アクチノイド元素の統一的理解にきわめて重要な情報を与える。成果は Inorganic Chemistry 誌に掲載された。また、原子力エネルギー基盤連携センターに協力し、加速器中性子を用いた医療用 ^{99m}Tc など有用 RI の合成に関する実験の検討を行い、将来の有用性について提言した。報告論文は日本物理学会英文誌に掲載され、注目論文に選定された。

超重元素基礎科学における固体物理の分野では、特異な物性現象を示すアクチノイド化合物に着目し、その解明に向けた研究を行った。ウラン化合物 URu_2Si_2 において、極低温で現れる電子状態のひずみを原子レベルで精密に測定することに成功した。これにより磁場をかけない場合でも原子レベルの非常に弱い磁気が存在することを見出した。また、ウラン系強磁性超伝導体において、新しいタイプの磁性現象 (温度とともに変化する磁化率 (磁石になりやすい性質) が従来の傾向と著しく異なる現象) を発見した。これらの成果は固体物理における相転移現象の研究に新たな展開をもたらすと同時に、核燃料物性を含む材料科学の進展にも資するものであり、成果はそれぞれ Physical Review Letters 誌ならびに Physical Review B 誌 (注目論文に選定) に掲載された。一方、J-PARC からのミュオンビームを活用したミュオンスピン緩和法 (ミュオンをプローブとして物質中の局所場の物性や相転移などの情報を得る手法) により、セラミックコンデンサ材料に混入した微量の水素不純物が絶縁劣化を引き起こすメカニズムを明らかにした。セラミックコンデンサの性能向上に資する知見で、Applied Physics Letters 誌に掲載され、プレス発表を行った。

放射場基礎科学分野のハドロン物理の研究においては、J-PARC から得られる中間子ビームを用いた中性子過剰ハイパー核 ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ の探索実験の解析を終了し、 ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ の生成確率の上限

値を得た。この成果は、 Λ 粒子による核子結合などを調べる情報を与え、Physics Letters B 誌に掲載された。また K 中間子原子核の探索実験では、その存在を示唆する解析結果を得ており、担当した大学院生(特別研究生)が平成 26 年 2 月に開催された国際ストレンジネス核物理スクール(International School for Strangeness Physics)にて、若手奨励賞を受賞した。

バイオ反応場における重元素の特異な挙動に関する研究では、希土類元素と微生物との反応によるリン酸塩ナノ粒子生成について調べた。その結果、重希土類元素が微生物との反応によってリン酸塩ナノ粒子を生成することがわかった。これは環境中での放射性核種の移行挙動に及ぼす微生物の効果を解明するための貴重な情報である。一方、ナノ粒子化に関与する生体分子を明らかにするため、リポソームを用いた希土類及びモリブデン酸のナノ粒子生成実験を開始した。また幌延の地下 450m で採取した地下水中のウランが数 10nm サイズのシリカコロイドに補足されていることを明らかにした。ウランの地下水中的での挙動解明につながる成果で、Water Research 誌に掲載された。

放射線による生体分子の損傷研究では、放射線によって損傷を受けた DNA が細胞中の被ばくしていない正常な染色体にも影響を与えることを発見した。低線量被ばくの人体への影響評価にも資する成果で、Mutation Research 誌に掲載された。

格子欠陥や物質表面の電子状態の研究手段として用いられる陽電子消滅法において、陽電子のスピン偏極性を向上させることは、スピン物性の新たな研究ツールとして期待されている。平成 25 年度は、これまで進めてきた世界最高のスピン偏極率(45%)を持つ陽電子ビームの開発結果について取りまとめ、プレス発表を行った。また、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所および東京大学物性研究所との共同研究で、反射高速陽電子回折法を用いて、シリコンの原子 1 層からなる“シリセン”が、凹凸のある構造(バックリング構造)であることを初めて実験的に検証した。高強度の陽電子ビームによる回折が表面構造解析の極めて強力なツールであることを実証した成果であり、Physical Review B 誌に掲載され、プレス発表を行った。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染に関連して、公益社団法人日本分析化学会が放射能分析用認証標準物質(土壌、玄米、牛肉)の作製を進めている。超重元素研究グループが有する γ 線スペクトロメトリーの高度な知見を活かし、平成 25 年度はこれまでの土壌、玄米に加え、新たに牛肉、大豆、しいたけの標準物質の作製に貢献した。また、福島環境解析に関して、バイオアクチノイド化学研究グループが行った土壌中のセシウムの化学状態に関する論文が、Journal of Nuclear Science and Technology 誌の最多ダウンロード論文賞(Most Popular Article Award)を獲得した。

以上の研究成果により、9 件のプレス発表を行ったほか、253 報の査読付論文(平成 24 年度 167 報)を発表した。中期計画達成に向けて予想を上回る成果がでており、実りの時期を迎えている。また 70 件の国際会議等における招待講演を行った。前川禎通センター長が、「磁気伝導現象に関する先導的研究とスピントロニクス基礎理論の構築」の功績によって、スペイン・サラゴサ大学から名誉博士号を授与された。さらに安岡弘志元センター長(研究嘱託)が「核磁気共鳴法によるアクチノイド化合物の微視的物性の研究」という業績で平成 25 年度科

学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞を受賞した(平成 25 年 4 月 8 日)。

○ 1) 世界最先端の先導的基礎研究の実施、2) 国際的研究拠点の形成、3) 新学問領域の開拓とそのための人材育成、をセンタービジョンとして掲げ、以下の取組を実施した。

イ) 研究者の活力維持及び研究環境の活性化を目的として、また人材育成の一環として、研究員全員とのセンター長個別面談による業績審査を実施し、最も優れた業績を挙げた研究員にセンター長賞を授与するセンター内表彰(副賞－国際会議への参加助成)を行った。

ロ) 原子力分野における新学問領域の開拓及び国際的競争力の向上のために、斬新なアイデアを機構外から募集する「黎明研究制度」については、黎明研究評価委員会の審査を経て、国内外からの応募総数 15 件のなかから海外からの課題 6 件を含む合計 7 件(内平成 24 年度からの継続 5 件)を採択し、共同研究として実施した。各テーマともに順調に進んでいるが、なかでもフランスナント大学 SUBATECH(Laboratoire de Physique Subatomique et des Technologies Associées)と開始した固液界面における放射性核種の挙動に関する研究は、第 3 期中期計画での新たな研究テーマとして発展させる計画である。

ハ) 国際的研究拠点としての機能を強化するため、黎明研究の国際公募に加え、外国人を含むセンター長アドバイザーの招聘、機構内外の研究者を講師とする「基礎科学セミナー」への積極的な外国人招聘に取り組んだ。また、黎明研究課題を含めた研究成果を発表・討論する先端基礎研究センター主催の国際ワークショップを東海村にて 3 回(平成 25 年 7 月及び平成 26 年 3 月)、福島(平成 25 年 11 月)、高山(平成 25 年 9 月)、中国・北京(平成 26 年 3 月)、フランス・グルノーブル(平成 26 年 2 月)にて開催した(合計約 430 人参加)。一方、J-PARC での将来の重イオン加速による得られる新たな核物理研究を目指したワークショップを東海(平成 26 年 2 月)にて、若手核物理研究者養成を目的とした国際スクールを東海及び仙台(平成 26 年 2 月)にて開催した。その結果、平成 25 年度は約 100 名の外国人研究者を招き、国際的競争力を高める闊達な研究交流を図ることができた。

さらに、個別の国際協力についても、核物理に関する日米科学技術協力、欧州超ウラン元素研究所及びフランス原子力・代替エネルギー庁とのウラン・超ウラン金属間化合物研究に関する協力研究を継続した。

ニ) 原子力分野の人材育成に貢献するため、特別研究生や学生実習生等として 17 名の学生を受け入れるとともに、茨城大学との「総合原子科学プログラム」に 5 名の講師を派遣した。また東北大学、茨城大学及び筑波大学との連携大学院へ 4 名、首都大学東京、茨城工専、東京農工大学、和歌山大学、東京大学等へ 7 名の非常勤講師を派遣した。センターでの人材育成の成果として、平成 25 年度に任期を迎えた任期付研究員 4 名、博士研究員 4 名及び特別研究生 8 名は、機構職員や大学等のアカデミックポジションに採用されるなど、センターにおける研究キャリアが活かされている。また、優秀な人材の確保を目指す観点から人事部と協力し、平成 26 年度採用の博士研究員を対象に、「先端原子

力科学」という広い分野での募集を行った。この枠の採用者に対しては、将来の機構での活躍を幅広い分野で期待できる人材に育てるべく、機構内の多様な職場を意識させるため、採用期間中に他部門等の見学やインターンシップの経験などを与える予定である。アウトリーチ活動として、「宇宙の錬金術～3次元核図表で見る原子核の世界～」と題して高等学校での科学授業や文部科学省主催のサイエンスカフェ等での講演依頼(計10回)に積極的に貢献した。3次元核図表については、英国物理学出版局の Physics Education 誌に報告したところ、動画作成への招待を受けた。

ホ) 研究者のモチベーション向上や研究成果のアピールを目的として、招待講演等での国際会議参加を奨励した。その結果多数の招待講演実施につながった。

へ) 広い視野での研究活動を意識させるため国内外の外部講師による「基礎科学セミナー」を精力的に開催するとともに(38回開催)、全員参加のセンターコロキウム(合同討論会)を毎月開催するなど、海外を始めとする研究者との研究交流を日常的に実施した。その結果、平成25年度の共同研究は新規8件(海外4件を含む)、継続21件(海外4件を含む)の契約を締結し、ステークホルダーにも意識した研究活動を展開した。

ト) 研究の実施に当たっては積極的に外部資金の獲得を目指した。文部科学省及び(独)日本学術振興会の科学研究費補助金は13件が新規採択され継続課題を含め37件を獲得した。また科学研究費補助金分担者として分担金を受け入れて16件の課題を実施している。このほか、(独)科学技術振興機構、東京工業大学、北海道大学等から10件の外部資金を得ている。

(v) 原子力の研究、開発及び利用の安全の確保と核不拡散に関する政策に貢献するための活動

a) 安全研究とその成果の活用による原子力安全規制行政に対する技術的支援

○ 原子力安全委員会が定めた「原子力の重点安全研究計画(第2期)(平成21年8月原子力安全委員会決定)」及び原子力規制委員会が定めた「原子力規制委員会における安全研究について」(平成25年9月原子力規制委員会決定)を踏まえて、シビアアクシデント及び緊急時対策、核燃料サイクル施設の安全評価、軽水炉利用の高度化、経年化した軽水炉の供用、各段階において発生する放射性廃棄物の処分実施等、多様な原子力施設の安全性の確認及び立証に必要な幅広い安全評価に関する研究を着実に実施した。特に、東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて重要性が増したシビアアクシデントや緊急時への対策などに関する研究について、その優先度を踏まえて重点的に実施した。

原子炉施設のシビアアクシデントに関しては、東京電力福島第一原子力発電所事故(3号機)の解析を実施し、格納容器ベントに伴い高揮発性ヨウ素が圧力抑制室水相から格納容器外に移行することを示した。また、ソースタームに係わる不確かさ解析手法の基本的な枠組みを構築して東京電力福島第一原子力発電所事故(2号機)の解析に適用し、代表的な核分裂生成物についてのソースタームの不確かさ分布や重要度の高い物理モデルを推定した。実効性の高い緊急時の防災活動に有用な情報を提供するための基盤として、環境モニタリングの結果を用いた判断指標である運用上の介入レベルの解析手法の整備を進めるとともに、地形

情報を考慮した OSCAAR コードと東京電力福島第一原子力発電所事故時の測定データを組合せてヨウ素 131 の化学形を推定し、事故初期の甲状腺被ばく評価結果の高度化に貢献した。また、福島県内に居住する住民の被ばく線量を生活習慣の違いを反映して予測評価するために、住民の生活習慣を職業別に調査して生活行動時間の分布形を特定するとともに、外部被ばく線量と屋外滞在時間の関係を明らかにした。

核燃料サイクル施設に関しては、新規規制基準において重大事故とされる、再処理施設における頻度は極めて低い影響の大きい高レベル廃液の沸騰・乾固事故に対して、その影響の定量的評価に資する放射性物質の物理化学挙動データ等を取得し、放射性物質移行挙動に関する産官協力によるマッチングファンド研究(JNES 及び日本原燃(株)との共同研究)を完遂した。

軽水炉利用の高度化に関しては、新型燃料などの安全評価に必要な事故時の燃料挙動に関する研究として、事故模擬実験により反応度事故(RIA)時の被覆管破損挙動や冷却材喪失事故(LOCA)時の被覆管破裂挙動及び酸化挙動に関するデータ及び知見を取得した。また、通常時及び RIA 時燃料挙動解析コード(FEMAXI 及び RANNS)に関して FP ガス移動及び放出に関する改良モデルを導入するとともに、コード検証のためのデータベース整備を進めた。さらに、軽水炉利用の高度化に対応した熱水力安全評価に関する研究では、重大事故防止策に係る ROSA/LSTF 実験を実施するとともに、事故時の格納容器内熱水力挙動に関する基礎実験装置並びに関連する数値計算手法の整備を開始した。また、模擬炉心実験等を行うための高圧ループ及び大型格納容器実験装置の整備を開始した。

軽水炉の長期供用に関しては、原子炉圧力容器等の構造健全性評価手法に関し、国内軽水炉で照射された圧力容器材料の照射脆化に関するマイクロ組織分析や健全性評価へ確率論的手法を導入するための指針案の検討を行うとともに、JMTR での照射試験に必要な照射キャプセルの製作等を進めた。地震による過大な荷重を受ける構造・材料不連続部におけるき裂進展評価法の適用部位を拡張した。「ふげん」実機材料を使用した高経年化に関わる調査を完了した。

放射性廃棄物に関しては、バリア材料の変質機構解明実験、廃止措置安全評価コードの機能拡張を進めるとともに、地層処分の確率論的安全評価手法及び核種移行データベースの整備を進めた。

原子力規制委員会が進める「核燃料施設等の新規規制基準」、「特定原子力施設の汚染水対策」、「福島第一原子力発電所の事故分析」等の検討会に専門家を派遣(137 人・日)し、機構が実施した分析結果の提示等を含めた技術的支援を行った。

研究の実施に当たっては、原子力規制庁及び原子力安全基盤機構(JNES)に対して、安全研究センターと経営企画部が連携して研究計画策定に関する提案や研究評価に関する報告等を密接に行って効率的な研究推進体制の構築に努めた。また、原子力規制委員会が定めた「原子力規制委員会における安全研究について」(平成 25 年 9 月原子力規制委員会決定)に対応して、現行の研究計画との比較検討を行い、見直しの必要性がないことを確認するとともに、新たに重要な安全研究分野に設定された破損燃料に対する臨界評価に関する研究等については、新たな規制研究を提案して原子力規制庁からの受託研究を開始するなど外

部資金の獲得に努め、平成 25 年度は燃料等安全高度化対策事業など事業 13 件、約 27 億円(平成 24 年度は 11 件、約 29 億円)を受託した。

人材や実施体制については、新たに設置した規制情報分析室において、多様な専門性を有する中堅研究者により体系的に事故・故障情報等の分析を行い、専門性に加えて安全論理や実プラント状況や課題を正しく把握した上で原子力安全に貢献出来る人材の育成に努めた。また、若手研究員主導による成果報告会により成果の共有・発信に努めるとともに JNES における確率論的リスク評価ワークショップに若手研究員を派遣して知識を習得させることにより、人材育成の強化に努めた。さらに、リスク評価研究ユニットを新設し、シビアアクシデントや緊急時への対策に関する研究体制を充実させるとともに、熱水力実験設備の整備を開始するなど安全研究基盤の底上げを図った。これら安全研究の実施に当たっては、国立大学法人(京大、福井大等)や産業界(電力中央研究所、原子力安全システム研究所等)との連携を図り、平成 24 年度(10 件)を上回る 11 件の共同研究を実施した。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故によって発生した災害廃棄物の処分及び再利用に関する評価、並びに天地返し、森林除染による線量低減効果の評価について、これまでの安全研究の成果を活用して実施するため、環境省、原子力規制庁等に専門家を継続的に派遣(総計 103 人日)し、安全な措置や環境修復を支援した。これらの評価結果は環境省発信文書「除染関係ガイドライン(第 2 版)(平成 25 年 5 月)及び(平成 25 年 12 月追補)」、林野庁発信文書「海岸防災林の盛土材として災害廃棄物由来の再生資材を活用した場合の放射性物質の影響評価及びこれを踏まえた当該再生資材の取扱いについて(平成 25 年 7 月 1 日)」、環境省環境回復検討会での審議(平成 25 年 8 月 27 日、平成 25 年 12 月 26 日)等で活用された。

○ 安全研究センターが平成 25 年度に実施した研究については、外部評価委員により構成される安全研究・評価委員会において平成 26 年 3 月 5 日に年度評価が実施された。年度計画に沿って、着実に優れた成果を挙げており、また東京電力福島第一原子力発電所事故や新規制基準に対応した新たなニーズへの対応等、適切な目標と高い技術力で実施されており、また関係行政機関への技術的支援にも大きな貢献をしているとの評価を得た。一方、人員及び資金の減少や大型装置の活用等については、今後も十分に配慮して効率的・効果的に研究が進められるようにとの意見があった。また、同委員会では、原子力規制庁からの受託事業について、原子力規制庁からの要請に応じて平成 25 年度の成果の評価も行われ、有用な成果が得られているとの評価を得た。

○ 多次元二相流の測定に関する研究に対して平成 25 年度日本原子力学会論文賞、モンモリロナイトのアルカリ溶解挙動の研究に対して平成 25 年度日本原子力学会バックエンド部会奨励賞を受賞した。また、公表した査読付き論文の総数は 39 報であり、付与されているインパクトファクター(IF)の合計は 23.566 となっている。

i リスク評価・管理技術に関する研究

○ シビアアクシデント時ソースターム解析コード THALES2(機構で開発)の格納容器内ヨウ素挙動(I_2 の吸着)モデルを改造するとともに、シビアアクシデント対策モデル(水素濃度の低減)の組込等を進め、同コードの高度化を図った。THALES2コードと液相内ヨウ素化学解析コード KICHE(機構で開発)の連携解析手法を用いて、東京電力福島第一原子力発電所の事故のように炉心損傷後に格納容器ベントを実施した場合のソースターム解析を気液界面積の増大等を加味して行った。その結果、格納容器内の液相(サプレッションチャンバー)に留まっていたヨウ素の化学反応と気液物質移行により公衆の被ばくを評価する上で重要な気体状ヨウ素(I_2 及び有機ヨウ素)が環境中に放出され得ることを明示した。また、OECD/NEAのBSAF(福島第一原子力発電所事故ベンチマーク解析)計画における解析を着実に実施するとともに、リスク評価上重要なソースタームに係わる不確かさ解析手法の基本的な枠組みを構築した。本手法を東京電力福島第一原子力発電所の事故解析に適用し、代表的な核分裂生成物についてソースタームの不確かさ分布を推定するとともに、不確かさに大きな影響を及ぼし得る物理モデルを同定した。

再処理施設の高レベル濃縮廃液貯槽沸騰・乾固事象時におけるルテニウム放出モデルを、マッチングファンド研究の実験や関連実験(CEAの実験)の結果により検証し妥当性を確認するとともに、放射性物質移行挙動解析コードART(機構で開発)に導入した。貯槽から蒸発した硝酸蒸気の低温壁面における凝縮に伴うルテニウムの凝縮液相への移行に係わる簡易モデルを改良し、シビアアクシデント総合解析コードMELCOR及びARTコードを用いた試解析を通じて実機体系に適用できることを確認した。また、分子動力的な手法により、貯槽から放出されるルテニウムの化学形が移行経路中の水相(液膜や液滴)に取り込まれやすいニトロシルルテニウムである可能性が高いことを理論的に推定した。

東京電力福島第一原子力発電所事故時の環境モニタリングデータと地形情報を考慮したOSCAARコードによる大気拡散計算との比較によりI-131の化学形(元素状、粒子状、有機ヨウ素)を推定し、事故初期の甲状腺被ばく線量評価手法の高度化を図るとともに、同コードの晩発性がんモデルを2011年のEPA(米国環境保護庁)モデルに更新した。また、防護対策の最適化に資するため、東京電力福島第一原子力発電所事故による公衆の線量再構築の一環として、事故時のCs-137の地表面核種濃度の実測値と環境影響評価を組み合わせる実効的な沈着速度を評価することで、これまで保守的な点推定値として用いられてきた同パラメータの不確かさの幅を示し、より現実的な線量評価に資するデータを提供した。さらに、環境モニタリングの結果を直接判断に結び付けるための運用上の介入レベル(OIL)に係る解析手法を整備し、IAEAの考え方を基に東京電力福島第一原子力発電所事故条件下におけるOILを評価したところ、IAEAによる勧告値は東京電力福島第一原子力発電所事故時においても保守的な判断を可能とするレベルとなっており、その妥当性を確認した。

福島県内に居住する住民の被ばく線量を生活習慣の違いを反映して予測評価するために、住民の生活習慣を職業別に調査して生活行動時間の分布形を特定するとともに、外部被ばく線量と屋外滞在時間の関係を明らかにして論文等として公開した。この結果を利用して生活習慣の変動性を考慮した予測評価手法の開発を進めた。また、再浮遊核種の呼吸摂取によ

る内部被ばく経路を考慮したモデルを作成して評価を実施し、平成26年2月17日～21日に開催された「福島第一原子力発電所事故後の放射線防護に関する国際専門家会合：信頼と理解の醸成」に係るIAEAの国際専門家会議において報告した。さらに、東京電力福島第一原子力発電所から80km圏内の走行サーベイ等の測定データに基づき、放射性Csの土地利用種別の環境半減期、移行モデル及び分布状況に係る予測モデル等を開発した。

ii 軽水炉の高度利用に対応した新型燃料の安全性に関する研究

○ 未照射燃料を用いたNSRRパルス照射実験により反応度事故(RIA)時の被覆管表面温度挙動に関する過渡データ等を取得した。RIA時の被覆管への負荷を模擬した機械特性試験により被覆管の破損時ひずみ量等のデータを取得し、製造時結晶組織、水素化物析出形態、並びに周及び軸方向応力が同時に作用する条件(応力の二軸性)等がRIA時の被覆管破損挙動に及ぼす影響に関する知見を取得した。冷却材喪失事故(LOCA)模擬試験により、LOCA時の被覆管膨れ及び破裂挙動の評価に必要な被覆管変形量等のデータ、及びLOCA時の被覆管の水蒸気中酸化挙動に及ぼす窒素の影響の評価に必要な酸化速度等のデータや酸化の加速メカニズムに関する知見を取得した。

通常時及びRIA時燃料挙動解析コード(それぞれFEMAXI及びRANNS(両コードとも機構で開発))内のFPガス移動及び放出モデルを改良し、燃料ペレットからのFPガス放出に関し、結晶粒界において原子状態で保持されているFPガスの濃度が結晶粒内でのFPガス移行に及ぼす抑制効果を考慮した評価を行った。また、上記燃料挙動解析コードを検証するためのデータベースの整備を計画に沿って進めた。

原子力規制庁から受託した「燃料等安全高度化対策事業」において、欧州から輸送した高燃焼度改良型燃料を対象としたRIA模擬試験及びLOCA模擬実験並びに改良被覆管合金の照射に伴う伸び(照射成長)を調べる試験を実施し、RIA時及びLOCA時の燃料破損/破断限界等、改良型燃料が装荷された発電炉の事故時安全性に係る規制判断に必要な技術的根拠となるデータの取得等を計画通り進めるとともに、RIA時燃料挙動解析コード等を用いた実験解析を実施してRIA模擬試験時の燃料破損の有無に関する予測の妥当性を示した。

iii 軽水炉の高度利用及び新型の軽水炉等に関する熱水力安全研究

○ ROSA/LSTF装置を用いて、電源喪失事故時の炉心損傷防止対策に関する実験を行い、蓄圧注入系からの窒素ガス流入に関する実験データを得るとともに、最適評価手法及び不確かさ評価手法の整備の一環として、炉心出口部や蒸気発生器伝熱管入口部での気液対向流制限などを燃料被覆管最高温度に影響を与える重要な評価パラメータとして絞り込んだ。また、施設管理部門が原子力プラントメーカーから受託した蒸気発生器を用いたアクシデントマネジメント策の高度化に関する4回の実験の実施を支援した。

3次元二相流や熱伝達評価手法の高度化に資するため、炉心伝熱に強く影響する噴霧液膜流中の液滴径分布を、レーザー回折法を用いて計測する実験を実施しスパーサー等の流路中の障害物の影響を検討した。実験により、障害物の挿入により液滴径が平均で20%程度減少することや減少の程度が気相や液相の流量に依存すること等、今後のモデル開発に有

用な知見を取得できた。また、二相流の詳細計測手法の整備の一環として当研究グループが開発中の触針式プローブを用いて大口径垂直配管中のボイド率分布を計測する実験を実施し、本手法の有効性を確認した。

シビアアクシデント時の格納容器熱水力及びソースターム挙動に関する研究計画を新たに策定するとともに、粒子画像流速測定法(PIV)等の光学計測手法の整備に着手した。また、事故時の格納容器における不凝縮ガス存在下での壁面凝縮熱伝達、密度の異なる気体が安定に鉛直方向に層状に分離・蓄積した状態である密度成層の噴流による浸食、エアロゾルを含む気相が液相を通過する際のプールのスクラビングによる除染効果等を検討するための実験装置を整備した。さらに、CFD コードを用いて解析を実施し、浮力の影響を受けた乱流のモデル化に係る課題等を抽出した。

事故時熱水力挙動を解析するための国産コードの開発支援等を目的とする原子力規制庁からの受託研究として、炉心熱伝達やスケール効果に関する実験を効率的に行うための汎用高圧熱流動ループ、並びに、シビアアクシデント時の格納容器の熱水力挙動及び安全対策の効果を検討するための大型格納容器実験装置の整備を開始した。

iv 材料劣化・高経年化対策技術に関する研究

○ 原子力規制庁から受託した「高経年化技術評価高度化事業」により、原子炉圧力容器の加圧熱衝撃時の健全性評価法について、確率論的評価法の標準化のための指針案の検討等を継続するとともに、熱水力・構造解析手法の整備を進め、冷却水の温度等が荷重条件に及ぼす影響や現行評価法の保守性を定量的に把握するなど、構造健全性高度評価手法の整備を進めた。

構造不連続部に適用可能な確率論的評価法の整備について、溶接残留応力解析や重合メッシュ法を用いて複雑形状部の初期き裂の位置や方向に応じたき裂進展挙動の検討に着手した。原子炉圧力容器及び配管に対するPFM解析コード PASCAL3 及び PASCAL-SP について最新の脆化予測法などを反映するなどの機能改良を行った。ニッケル基合金溶接部に対するPFM解析コード PASCAL-NP を用いて実機における一次冷却水中の環境下における応力腐食割れの発生及び進展に係る事例解析を実施し、検査データとの比較により解析コードの妥当性及び実用性を明確にした。

JNES から受託した「高経年化を考慮した機器・構造物の耐震安全評価手法の高度化」において、過大な地震荷重に対応したき裂進展評価手法の整備に関して、中央切欠付き平板試験片を用いたき裂進展試験によりニッケル基合金溶接金属に対するき裂進展速度データを取得し、これまで提案したき裂進展評価式が適用できることを確認した。また、弾塑性破壊力学パラメータであるJ積分簡易算出式を原子炉配管に対するPFM解析コード PASCAL-SP に導入した。

外的事象による機器類の耐震余裕評価に必要なデータとして、大洗地区を対象とした入力地震動の整備を完了した。また、接合部モデルを用いた解析結果と実験結果を比較し、その再現のために調整すべき解析パラメータを抽出した。

原子炉圧力容器の中性子照射脆化について、共通試験片を用いた破壊靱性評価法の国

際比較試験に参加してデータ提供のみならず試験手法の提案を行うとともに、国内の軽水炉で中性子照射された材料について、3次元アトムプローブによる微視組織分析により、中性子照射により生成する溶質原子クラスターの体積率と関連温度移行量の比例関係を確認した。

原子力規制庁から受託した「軽水炉燃材料詳細健全性調査」において、照射キャプセルの製作、照射後試験に必要な装置の整備等を行った。また、原子炉压力容器鋼に関して、き裂伝播停止靱性等の確認試験に着手するとともに、照射されたステンレス鋼について、局所変形組織と酸化被膜の性状に関するデータを取得した。

原子力規制庁から受託した「原子力発電施設等安全調査」において、試験炉を用いた水質評価試験に必要な装置類を整備するとともに、水の放射線分解解析コードで沸騰の影響を考慮できるよう化学種の気液移行プログラムを作成した。

JNES から受託した「福井県における高経年化調査」において、「ふげん」実機材のデータ等により熱時効脆化予測式における活性化エネルギー値を最適化した。また、配管の応力腐食割れ(SCC)の発生が、SUS304 から SUS316LNG への材料取替え、水素注入等による環境改善対策、及び水冷溶接や誘導加熱(IHSI)による応力改善対策により、約 10 万時間にわたり十分に抑制されたことを確認し、平成 18 年度からの「ふげん」実機材料を使用した高経年化調査を完了した。

v 核燃料サイクル施設の安全評価に関する研究

○ 再処理施設のリスク評価上重要な高レベル廃液の沸騰・乾固事故時における放射性物質放出移行挙動研究では、金属硝酸塩の熱分解に伴う重量減少と吸発熱量を同時に測定することが可能な示差熱-熱重量分析装置とNO_x計を組み合わせることで、沸騰・乾固時の放射性物質の放出・移行挙動に影響を与えるNO_xガス発生データを模擬廃液乾固物の脱硝熱分解反応と関連づけて取得した。ビーカースケールのコールド基礎試験では、想定される昇温条件を模擬して模擬廃液を400℃まで加熱し、揮発性の観点から公衆への影響評価上重要な元素であるRu及びその他の模擬放射性物質の沸騰・乾固時の放出割合を測定した。その結果、Ruの積算の放出割合は約9%であり、この放出割合は、模擬廃液の加熱速度が小さいほど大きくなる傾向があることを確認した。実施形状を参考に製作した工学規模装置を用いたコールド工学試験では、Ru等模擬放射性物質の気相中での移行・沈着データを高さ方向等の空間的因子をパラメータとして取得した。また、同伴するガス(硝酸蒸気等)組成や温度を一定に制御した条件の下でRuの移行・沈着データを取得した。これらの試験により、硝酸蒸気が共存する場合には、Ruは壁面への沈着及び粒子状化学種の生成を経ずに気相中を移行することが示唆される結果を得た。実廃液を用いたホット試験結果を含むデータ全体を取りまとめ、沸騰・乾固時の放射性物質あるいは模擬放射性物質の放出割合データを整理するとともに放出挙動を分析した。その結果、本研究の条件の範囲内では、廃液の沸騰乾固に伴ってRuは他の難揮発性核種よりも約3桁大きい放出割合を示すこと、その積算放出量は、廃液中のRuの初期濃度に依存せずほぼ一定であること等を確認した。これまでの研究成果を最終報告書としてまとめ、マッチングファンド研究(JNES及び日本原燃(株)との共同研究)を完遂した。

新型燃料等に対応した臨界安全評価手法の整備に関する研究では、原子炉のシビアアクシデントで生じる破損燃料について、その取出し・保管・輸送等に係る臨界管理手法について検討した。破損燃料に含まれるジルコニウム、鉄、コンクリートの構造材の反応度価値を算出し、破損燃料の臨界量を評価した。それぞれの構造材のクレジット、つまり臨界量を大きくする効果を臨界管理に取り入れる際に必要となる構造材組成の測定要件を検討した。これらの結果から、ジルコニウムとコンクリートは臨界量への影響が小さく、鉄のみがクレジットを期待できること、またこのクレジットの導入には破損燃料中の鉄含有量を測定する技術が必要となることを確認した。また、再処理施設の燃料棒を剪断・溶解する剪断槽や福島の燃料デブリのように、溶液中に核分裂性物質の破片が分散しているような非均質体系と均質な溶液体系での臨界事故解析、特に沸騰時の解析を行うため、両体系に共通な事象と相違のある事象を抽出し、それぞれの特徴を踏まえた熱計算モデルを整備した。

JNES から受託した「商用再処理施設における機器の腐食に関する試験研究」では、減圧条件で運転するステンレス鋼製の高レベル廃液濃縮缶の腐食メカニズム及び腐食支配因子の影響を明らかにするため、実機を想定した条件下で模擬デポジット(金属塩の沈着物)を試作デポジットの化学種組成及び物性を測定するとともに減圧下浸漬腐食試験を開始した。同じく JNES から受託した「商用再処理施設における機器の環境割れ(水素脆化のような腐食効果の原因となる要因が存在する環境下での割れ)に関する試験研究」では、プルトニウム濃縮缶の応力腐食割れに関する技術的知見を取得するため、高濃度プルトニウム溶液中でのジルコニウムの電気化学特性データを取得・評価するための電気化学試験装置をホットラボ内に設置し性能確認を行い、過去の文献とほぼ同条件において試験を実施し、同様の分極曲線が得られることを確認した。また、ジルコニウム／タンタル／ステンレス鋼異材接合継手の水素脆化割れに関する技術的知見を取得するため、今年度は、まず、ガンマ線照射による放射線分解水素発生環境下での硝酸溶液中のジルコニウムの水素脆化評価試験や水素吸収量定量試験等を開始した。

原子力規制庁から受託した「臨界解析コードの信頼性向上に向けた調査」では、臨界解析コード MVP を用いた破損燃料臨界評価の信頼性向上に資するため、通常施設における臨界管理手法の再確認、破損燃料の臨界管理の実例調査等、及び破損燃料臨界解析精度の実験的確認方法の検討を実施した。TMI-2 事故で生じた破損燃料は従来の臨界管理の考え方に沿って未臨界が担保(冷却水中の中性子毒物濃度の維持)されたが、福島第一事故については担保されておらず、高精度の臨界評価が必要となることを確認した。

vi 放射性廃棄物に関する安全評価研究

○ バリア材料の変質に関わる構成元素の拡散挙動と固定化機構に関する実験として、金属や粘土を対象とした変質実験や拡散実験を実施し、変質機構に関連する元素の拡散挙動や固定化機構についての知見を蓄積した。具体的には、処分システムにおける重要なバリア材である緩衝材(ベントナイト)中におけるCs、Np、Am、Coの拡散実験を行い、特にCsについて、吸着されたCsは固定されていないこと、Csの拡散は吸着したCsの密度差によって生じる表面拡散メカニズムに支配されていることを明らかにした。また、使用済燃料被覆管(ハル)から

の核種溶出を支配する母材(ジルカロイ)の腐食メカニズムについて、表面が腐食したジルカロイと重水による水素発生反応における同位体効果(DH と H₂ の比:DH/H₂)を利用して水の分解が起こる場所を同定する手法を開発するとともに、腐食メカニズム解明に向けてDH/H₂データを蓄積し、表面腐食層を拡散した水が金属ジルカロイ表面で分解する可能性を示唆する結果を得た(原子力規制庁からの受託事業「地層処分の安全審査に向けた評価手法等の整備」として実施)。

廃止措置に関わる被ばく線量評価コードについては、原子炉、核燃料取扱施設、再処理施設等多様な原子力施設の廃止措置段階に応じた安全評価コードシステム DecAssess の整備を進め、解体対象機器等の形状から切断線を最適化する機能を拡張することなどにより、平常時の放射線作業従事者の外部及び内部被ばく線量評価を可能とした。また、濃度分布評価コードについては、サイト解放に係る残存放射能評価のため放射能分布推定コード ESRAD の整備を進め、標本データが無い地点における平均濃度の推定方法、誤差を考慮した必要標本数の算出方法等に関する機能を拡張した。

原子力規制庁からの受託事業「地層処分の安全審査に向けた評価手法等の整備」として、時間スケールに応じた核種移行評価手法及び廃棄体・人工バリア性能評価手法の整備を進めた。具体的には、安全評価シナリオの設定手法について、これまで整備してきた工学技術の信頼性、人工バリア材の長期変遷、地質・気候関連事象に関するシナリオの設定方法を取りまとめた。人工バリア性能に関するモデルの開発については、規制判断の指標整備に向けてこれまでに開発したガラス固化体の溶解、放射化金属の腐食、オーバーパックの腐食及び緩衝材の劣化のモデルについて、実際の処分場環境で想定される温度、地下水化学環境下(水素イオン濃度、酸化還元環境、塩分濃度)での実験等を行い、各モデルを長期評価へ適用することの妥当性を確認した。安全評価に必要な核種移行データ(分配係数、拡散係数、溶解度)については、Cs、Se、Np を対象として、データベース及び理論的モデルを活用した分配係数、拡散係数の設定の考え方を取りまとめた。さらに、実験データによる分配係数等設定の妥当性を確認するスキームを整備し、Th と Pu を対象に設定した分配係数の妥当性について実験データを用いて検証した。また、溶解度の不確かさ解析を実施し、不確かさを低減するための課題として、緩衝材間隙水の物理化学特性の解明、間隙水の Eh や炭酸濃度の評価手法の開発および活量補正手法の確立を抽出した。さらに、仮想的な堆積岩地域を処分サイトとして、隆起・侵食、地下水組成、人工バリア設計等の状態を設定したうえで、シナリオ、モデル、データをリンケージさせた総合的な感度解析を実施し、長期的な評価において重要となる環境要件や緩衝材の物性や厚さ等人工バリア設計要件を抽出した。

原子力規制庁からの受託事業「実環境下でのキャニスタの腐食試験等」として、コンクリートキャスク方式による使用済燃料の乾式貯蔵の導入を想定した基準整備や安全審査における妥当性判断のための技術情報の整備に平成 25 年 12 月 16 日から着手した。平成 25 年度は、ステンレス鋼の SCC に関する既往の研究成果や知見を調査し、局部腐食(孔食、隙間腐食、SCC)発生のための環境条件、海洋性大気中で塩化物を付着させたステンレス鋼の腐食環境条件、海塩粒子の落下と付着のメカニズム等に関する情報を整理した。また、ステンレス鋼の腐食進展を促進させる要因として、内部からの γ 線による海水成分起源の反応性ラジカルの

生成、キャスクと炭素鋼ライナの直接接触、コンクリート溶出成分等を新たに抽出するとともに、SCC を誘発する限界塩分濃度を確認するための試験及びガンマ線の影響を解明するための試験の具体的計画を提案した。

vii 関係行政機関等への協力

○ 安全基準類の策定に資するため、国や学協会等が活用できるように、前記 1)～6)の成果を査読付き論文(39 報)、査読無し国際会議等論文(2 報)、技術報告書(12 報)、受託報告書(16 報)等としてまとめるとともに、基準類審議等の場に委員等として参加して支援を行った。具体的には、原子力規制委員会における検討チーム等(発電用軽水型原子炉の新安全基準、発電用原子炉施設の新安全規制の制度整備、核燃料施設等の新規制基準、設計・建設規格及び材料規格の技術評価、東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会、汚染水対策検討ワーキンググループ)において、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた原子力施設における新安全基準、新規制制度の整備についての具体的な対応方針に関する検討等に参画した。また、環境省における検討会等(指定廃棄物処分等有識者会議、中間貯蔵施設安全対策検討会、除去土壌の処分に関する意見交換、中間貯蔵施設への除去土壌等の輸送に係る検討会)において、除去土壌の輸送中及び積み卸し中の安全対策などの検討等に参画し、技術的な意見を述べるなど、指定廃棄物処分や中間貯蔵の事業推進に貢献した(国の委員会等への参加は延べ 137 人回)。ソースターム等のシビアアクシデント研究成果や東京電力福島第一原子力発電所の汚染水漏えい対策等の規制支援内容について、取材(23 件)に応じて技術的知見の発信に努めた。さらに、国際協力研究として、フランス放射線防護原子力安全研究所や韓国原子力研究所等との 6 件の国際協力を進めた。また、規制庁の依頼を受けて IAEA の東京電力福島第一原子力発電所事故に関する包括的報告書ワーキンググループに 3 名参加し、緊急事態への備えと対応等及び事故後の復旧に関する報告書の作成を支援した。加えて、OECD/NEA の原子力施設安全委員会等に委員として 7 名を参加させるなど、様々な分野における国際活動に貢献した。

一般社団法人日本原子力学会標準委員会、日本機械学会発電用設備規格委員会原子力専門委員会を始めとして、学協会における民間規格等の策定に関わる多数の委員会に委員として参加し、研究成果の情報を提供するなど貢献した。また、日本原子力学会における安全部会等に中核メンバーとして参加し、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を反映した将来の研究ニーズ等の方針の検討に参加するとともに、産学官が連携して作成している熱水力安全評価の技術戦略ロードマップや燃料高度化に対するロードマップの改訂を支援した。

○ 原子力施設等の事故・故障原因情報に関して、2013 年に IAEA-OECD/NEA の IRS や INES に報告された事故・故障の事例約 100 件について情報の分析を行い、その結果を関係機関に提供するとともに、原子力規制委員会の技術検討会合に出席し、個々の海外事例からの教訓等をわが国の規制に反映することの必要性等について議論を行った。なお、INES 情報については、情報を和訳して JNES における公開データベースへの入力情報として提供した。

東京電力福島第一原子力発電所事故に起因する汚染物への対応として、放射性 Cs で汚染した指定廃棄物の管理型最終処分場への埋立処分に関する安全評価手法の提示、コンクリートくず等の海岸防災林盛土材への再利用に着目した作業員や公衆の被ばく線量の解析、森林除染による空間線量率の低減効果と除染範囲についての感度解析等を実施した。これらの成果は、環境省発信文書「除染関係ガイドライン(第2版)(平成25年5月)及び(平成25年12月追補)」、林野庁発信文書「海岸防災林の盛土材として災害廃棄物由来の再生資材を活用した場合の放射性物質の影響評価及びこれを踏まえた当該再生資材の取扱いについて(平成25年7月1日)」、環境省環境回復検討会での審議(平成25年8月27日、平成25年12月26日)で活用されるとともに、環境省への情報提供「10万Bq/kg以下の指定廃棄物運搬時の事故に係る線量評価について(平成25年9月24日)」、「屋根に遮へい材を補強した場合の遮へい効果(平成25年10月1日)」、「管理型最終処分場への指定廃棄物の埋立処分に関わる線量評価(地すべり)について(平成25年11月6日)」等、及び環境省の「集積型天地返し試験施工」への技術的支援を通じて国の環境回復活動の検討に貢献した。

東京電力福島第一原子力発電所敷地内で平成25年4月に発生した地下貯水槽からの汚染水漏えい、及び平成25年6月に発生した護岸付近での高濃度放射性核種の検出に関して、放射性廃棄物の浅地中処分の安全評価のために整備したコード(GSA-GCL)、分配係数や拡散係数等の核種移行パラメータ及び低レベル放射性廃棄物の埋設濃度上限値の解析等で蓄積した知識や経験を活用して、汚染水の漏えい個所の推定、核種移行挙動の解析を実施した。これらの成果は、原子力規制委員会特定原子力施設監視・評価検討会「地下貯水槽から漏えいした汚染水に含まれる放射性核種の移行評価(平成25年4月19日)」等に提示し、原子力規制委員会における汚染水対策の有効性の判断等を支援した。

東京電力福島第一原子力発電所事故に対応し、環境省、原子力規制庁等に協力するため専門家を(総計103人日)派遣し、事故の影響を把握して適切な対応を検討するために森林除染に関するシミュレーション解析等の分析、評価等を継続的に支援した。

b) 原子力防災等に対する技術的支援

○ 国及び地方公共団体等への指定公共機関としての技術的支援

東京電力福島第一原子力発電所事故を契機とした国の原子力安全行政、原子力防災体制の抜本的な見直し及び検討に対して作成したJAEAレポート(JAEA-Review2011-049「福島支援活動を踏まえた原子力防災にかかる課題と提言」)に基づき、専門家として国及び地方公共団体等が行う防災基本計画の修正、地域防災計画の修正等について住民防護の視点に立った緊急時モニタリング、広域避難計画等の対応環境整備に関する技術的な支援及び関係機関等の検討会等に参画し専門家として提言、助言を行った。また、新たな原子力防災対応体制における指定公共機関としての確実かつ実効的な対応体制等の構築に取り組んだ。これらの対応により国及び地方公共団体等が行う新たな原子力防災対応の基盤強化に貢献した。具体的には以下のとおりである。

- ・ 国(原子力規制庁等)からの要請・依頼を受け、防災基本計画の修正(平成26年1月)、原子力災害対策指針の改正(平成25年6月5日、平成25年9月5日)、原子力災害対

策マニュアルの改定(平成 25 年 9 月 2 日)、緊急時モニタリングセンター及びスクリーニングの技術的事項の検討などの場に参画し、原子力防災の専門家として原子力防災基盤の強化に向け、福島支援活動の経験を踏まえた実動を意識した助言を行った。

- ・ 特に指定公共機関としての役割を確実かつ実効的に果たすため、原子力災害対策マニュアルの改定に対し、原子力災害時に国に派遣する専門家リストの明確化(理事長があらかじめ指名している指名専門家)、国の統合原子力防災ネットワークでのTV会議システムの運用、情報収集事態(原子力規制委員会が新たに定めた初動対応)からの連絡体制の整備などを図った。
- ・ 原子力規制庁等が広域避難等についての具体的検討及び調整を行う場として全国をブロック化して設置した地域防災計画等の充実支援のためのワーキングチームに参画し、原子力防災の専門家として住民防護の視点に立った提言を行った。
- ・ 原子力災害対策における重点区域の拡大に伴う地方公共団体の地域防災計画の修正、住民の広域避難計画の策定などに関しては、原子力施設立地道府県以外を含めた広範囲(北海道、青森県、宮城県、福島県、茨城県、福井県、栃木県、富山県、高知県等)にわたる地方公共団体からの支援要請があり、原子力防災の専門家として地方公共団体としての原子力防災対応に必要な助言を行った。
- ・ 特に国内で最も多い約 96 万人を対象とする茨城県の広域避難計画の策定への支援要請に積極的に協力(検討会等 17 回)し、避難先・避難所の開設運営、スクリーニングの実施方法、効率的な避難方法等について技術的な助言を行った。
- ・ 地方公共団体において開催された会議等(福島県原子力防災会議、茨城県地域防災計画改定委員会原子力災害対策検討部会、島根県原子力防災会議、青森県環境放射線等監視評価会議、放射能調査機関連絡協議会等)に参画し、原子力防災の専門家として緊急時モニタリングの在り方等の提言を行った。
- ・ 消防庁消防・救助技術の高度化等検討会、東京消防庁特殊災害支援アドバイザー情報連絡会、原子力安全推進協会防災訓練検討委員会、日本電気協会の原子力規格委員会運転・保守分科会緊急時対策指針検討会、原子力規制庁の被ばく医療体制実効性向上調査等専門家ワーキングチーム、茨城県緊急被ばく医療マニュアル検討会等において原子力防災の専門家としてそれぞれの機関に求められる放射線災害時の対応等に関する提言を行った。
- ・ 東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う国民の保護に関する基本指針の変更に基づく機構国民保護業務計画の変更(緊急時環境モニタリング活動の支援等に関わるより具体的対応の追記等、平成 25 年 5 月)を行った。また、内閣官房、青森県及び弘前市が主催する青森県国民保護共同実動訓練(平成 25 年 11 月)について原子力防災の専門家として実動訓練の対応経験等に基づく助言を行った。
- ・ 原子力災害時等に指定公共機関としての責務を果たせるよう複合災害の経験、教訓を反映し、支援活動の拠点である支援棟の正圧化工事に向けた実施設計、通信機器の整備・拡充(衛星通信設備の補強等)、緊急時対応設備の経年化対策など危機管理施設・設備の機能強化、維持管理を実施した。

○ 原子力防災関係者の人材育成への支援

原子力災害対応に当たる人材の育成が重要であるとの認識の下、国、地方公共団体及び防災関係機関が行う教育・研修の計画及び実施に積極的に協力するとともに、東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う支援活動の経験を踏まえた新たな放射線防護研修を開設するなど、原子力防災関係者の原子力災害対応能力の向上及び新たな原子力防災対応体制の基盤強化につながる人材育成に貢献した(総受講者数約 1,670 名)。また、緊急時に、より確実かつ適切な人的・技術的支援活動が行えるよう、機構内専門家の教育、訓練を行った(総受講者数約 630 名)。具体的には以下のとおりである。

- ・ 原子力規制庁の内部研修として関係省庁職員(原子力防災専門官、原子力保安検査官)を対象にした研修において「原子力防災対策」等の講師を担当し、規制当局の人材育成に貢献した(計 8 回、約 50 名)。
- ・ 地方公共団体及び関係機関(警察、消防、自衛隊)等からの要請、依頼に応じ、それらの職員を対象にそれぞれの機関に求められる放射線災害時の対応等を考慮して、研修・訓練を実施した。なお、実施にあたっては、サーベイメータ取扱い、放射線防護衣着脱等の実技を取り入れるなど、現場活動のための実効ある内容を企画するとともに、東京電力福島第一原子力発電所事故を契機として見直しが進められている新たな国の原子力防災体制について、従前の原子力防災対応体制との変更点やその考え方についての理解促進に取り組んだ。研修・訓練を実施した機関等は以下のとおりである。

中部管区警察局(4/15、約 10 名)、京都府綾部市職員、教職員(6/19、約 20 名)、茨城県警察本部(7/11、約 20 名)、茨城県消防学校(7/29・11/28、約 190 名)、茨城県教職員(8/8・9・20・21、約 140 名)、陸上自衛隊補給統制本部(9/3、約 10 名)、陸上自衛隊施設学校(9/4・9/6、約 30 名)、福井県敦賀市立看護専門学校生他(9/30、37 名)、茨城キリスト教大学看護学部(11/12・11/19・11/26、約 90 名)、東京大学専門職大学院(11/28・12/6、約 10 名)、ひたちなか・東海広域消防本部(11/29、約 20 名)、滋賀県原子力防災室(12/9、約 10 名)、茨城県内保健所(2/4、約 30 名)、愛媛県南予地方局(2/6、約 70 名)、栃木県消防学校(2/18、約 20 名)、滋賀県長浜市赤十字病院(3/13、約 60 名)、福井県鯖江市・敦賀市・小浜市・越前市(3/25・3/26・3/29、約 230 名)、他(計 34 回、約 1,170 名)

- ・ 原子力災害対策における重点区域の拡大に伴い、地方公共団体等の原子力防災関係者を対象に、新たに、東京電力福島第一原子力発電所の事故対応等の経験、知見を踏まえた「防災業務関係者のための放射線防護研修」を企画し、実施した。参加を促すため、茨城県、福井県及び近隣の消防本部等への企画の説明や公開ホームページへの掲載等により、積極的に案内した。これにより原子力施設立地道府県以外を含めた広範囲から多くの参加(11/14・12/17・12/18・1/16・2/20、計 5 回、約 440 名)が得られた。
- ・ 原子力災害時の専門家の役割についての理解を得るため、視察・見学者(原子力防災関係者(原子力防災専門官、地方公共団体、病院、消防、警察、教員、電力等:計 68 件、約 1,020 名)及び海外研修生等(計 8 件、約 110 名))に対して、指定公共機関として有する支援機能(支援体制、緊急時対応設備等)及び東京電力福島第一原子力発電所事故の対

応実績を解りやすく説明した。

- ・ 外部から信頼される原子力防災の専門家の育成を目的に、機構内専門家及び支援・研修センター内職員を対象にして、東京電力福島第一原子力発電所事故の対応実績を踏まえた研修等(指名専門家の研修(平成25年6月)、原子力防災訓練への参加、定期的な通報訓練、緊急時における特殊車両運転手の放射線防護研修、放射性物質拡散予測システム(WSPEDI-Ⅱ)計算演習の定期的な実施による計算実施要員の確保等(計42回、約530名)を行った。これらにより指定公共機関に求められる対応、実際の活動方法及び国等の原子力災害対策の見直しの現状等について理解を深めるとともに、緊急時対応力の向上、危機管理体制の維持・向上を図った。さらに、支援・研修センター内職員相互で、海外のモニタリング体制、訓練強化方策等、日頃の業務の成果等を紹介・情報交換等を実施するセミナーを適宜開催(計4回、約90名)し、新しい防災対応スキルの向上に努めた。

○ 国、地方公共団体が行う原子力防災訓練への技術的支援

国、地方公共団体が企画実施する原子力防災訓練に協力するとともに、原子力防災の専門家として緊急時モニタリング活動等についてそれぞれの地域の特性を踏まえた防災対応基盤の強化につながる提言、助言を行い、原子力災害対応能力の向上及び地方公共団体としての地域住民の安全確保のための取組に貢献した。また、原子力災害時等に指定公共機関としての役割を確実かつ実効的に果たすため、関係機関との連携強化を図った。具体的には以下のとおりである。

- ・ 原子力規制委員会が新たに定めた原子力災害対策指針等による原子力防災対応体制を検証するための国による原子力総合防災訓練(鹿児島県、10/11・12)に連絡体制・通信機能等の事前確認、プレ訓練(9月)等の段階から参画し、官邸(原子力災害対策本部)、原子力規制委員会、地方公共団体、事業者等の連携した活動に加わるとともに、緊急時モニタリングセンターの在り方等について助言を行った。また、現地の緊急時モニタリングセンターや避難所(スクリーニング対応等)への専門家の派遣及び特殊車両(体表面測定車、ホールボディーカウンタ車)の派遣などを行い、実動機関としての支援活動を実践した。
- ・ 地方公共団体の原子力防災訓練(北海道(10/8)、愛媛県(10/22)、島根県(11/5・10)、鳥取県(11/10)、滋賀県(11/10)、石川県(11/16)、富山県(11/16)、佐賀県(11/30)、静岡県(2/13)に企画段階から深く係わり、緊急時モニタリングセンターの活動の在り方、広域的な住民避難、スクリーニングの運営方法等への助言、訓練参加を通じて新たな活動の流れを検証・評価するなど、地方公共団体が行う原子力防災基盤の強化の取組を支援するとともに、自らの現地活動体制の構築、特殊車両(体表面測定車、ホールボディーカウンタ車)の派遣など、関係機関との連携強化を図った。
- ・ 特に、原子力防護対策の重点区域の拡大に伴い、栃木県が初めて実施する原子力防災訓練(6/24)では、企画段階からこれまでの経験及び知見を活かした助勢を行い、実訓練等では新たな広域避難活動に参加する原子力防災関係者の教育、住民への説明等を行

った。

○ 原子力防災等に関する調査・研究、情報発信

原子力災害対策(武力攻撃事態等含む)の技術支援組織としての役割を果たす調査研究を行うとともに、定期的な情報発信による新たな原子力防災体制の理解促進に努め、国及び地方公共団体が行う原子力防災対策の強化、向上に貢献した。具体的には以下のとおりである。

- ・ 原子力災害対策等の緊急時対応能力の維持・向上に資するため、米国及び仏国の緊急時モニタリングに係る実施体制の調査を行った。米国エネルギー省の緊急時モニタリングの支援体制等の調査結果は原子力規制庁の要請により提供し、同庁が実施している外国の緊急時モニタリングに係る調査事業に協力した。
- ・ オフサイトの原子力災害対策活動に係る訓練・評価の方法等について文献調査を継続し、米国国土安全保障省等の教育・訓練システムから得た階層ごとに求められる能力・教育事項等に係る知見を基に、自らも訓練を企画・実施し防災機能の維持、向上を図った。
- ・ 原子力災害時の住民避難の手段として自家用車を使用する場合の事前対策等について、米国や国内の最新の避難の判断や実施方法に係る取組状況を調査するとともに、鳥取県で行われた鉄道を利用した避難訓練の現地調査等を実施し、茨城県が行っている広域避難計画の検討において調査結果に基づき効率的な避難方法等について専門的な助言を行った。
- ・ 上述した緊急時モニタリングに係る実施体制の調査、訓練・評価方法等に関する調査をはじめ、平成 25 年度内に公開された米国の「防護対策指針マニュアル」の改訂版ドラフトの分析結果、米国及び仏国で行われている安定ヨウ素剤の事前配布制度の調査結果の概要、平成 25 年度原子力総合防災訓練の参加状況等を取りまとめ、原子力防災関係者向けの情報として定期的(月 1 回程度)に機構の公開ホームページに掲載した。また、国の原子力災害対策指針について、オフサイトにおける原子力防災関係者への理解促進を図るため、機構内外の研修等にも利用できる JAEA レポート(JAEA-Review2013-15「我が国の新たな原子力災害対策の基本的な考え方について-原子力防災実務関係者のための解説」)を公開(平成 25 年 8 月)した。

○ 国際貢献

国際原子力機関(IAEA)の進める緊急時対応援助ネットワーク(RANET)の下で実施された訓練に参加するとともに、アジア原子力安全ネットワーク(ANSN)の原子力防災に係る活動を通じて、アジア地域の原子力災害対応基盤整備に貢献した。具体的には以下のとおりである。

- ・ IAEA の緊急時対応援助ネットワーク(RANET)への登録機関として、IAEA 主催の国際緊急時対応訓練(ConvEx-2b(スロベニアの KRSKO 発電所における全交流電源喪失を想定,平成 25 年 6 月)及び ConvEx-3(モロッコにおける同時多発ダーティボムテロ(放射性物質を含んだ爆発物が爆発し多数の死傷者が発生)を想定,平成 25 年 11 月))に参加した。こ

れら訓練では、シナリオを事前に知らされずに原子力規制庁からの要請を受信、機構内関係者と連絡・調整の上、援助可能事項(線量予測と大気拡散予測、放射性廃棄物の取扱いに関する技術的助言等)を検討し、2時間以内に回答を行った。

- IAEA アジア原子力安全ネットワーク(ANSN)防災・緊急時対応専門部会のコーディネータとして、東京電力福島第一原子力発電所事故後の日本の原子力防災訓練に関するワークショップ(平成25年10月、札幌)をIAEA/ANSNとの共催で実施した。また、ANSNの防災・緊急時対応専門部会の年会、放射線緊急時対応及び防災における最適化に関するワークショップをベトナムで開催(平成25年6月)するなど、これまでの経験及び知見を活かし、原子力災害対策における放射線防護の方法を紹介する等アジア諸国への技術的支援活動を行った。
- 核燃料サイクル工学研究所(環境監視課)と連携して韓国原子力研究所(KAERI)との間で緊急時対応及び緊急時モニタリングに関する情報交換(平成25年10月)を行い、韓国での緊急時モニタリング体制、防護措置の決定基準等の情報を得た。

○ その他

国からの要請を受け、平成24年4月27日から平成25年3月までの11か月間、夜間・休日を含めた北朝鮮による地下核実験の実施に備えた体制の構築、維持及び基礎工学研究部門の協力を得て実際に対応した放射性物質拡散予測システム(WSPEDI-II)を用いた北朝鮮地下核実験(平成25年2月12日)における放射性物質の拡散予測の実績・経験について、知識の伝承ができるようJAEAレポート(JAEA-Technology2013-030「北朝鮮による地下核実験に備えた放射性物質の拡散予測体制の構築と実対応」)として取りまとめ、公開(平成25年11月)した。

c) 核不拡散政策に関する支援活動

i 核不拡散政策研究

○ 核不拡散に係る国際動向や日本の原子力政策を踏まえ、バックエンドに係る核不拡散・核セキュリティ上の課題について検討を開始した。平成25年度は、原子力委員会原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会で検討された核燃料サイクル政策の選択肢(平成24年6月)の一つである使用済燃料の直接処分における核不拡散・核セキュリティ上の課題について、使用済燃料の直接処分を実施する国、核燃料サイクルを実施する国等の観点で、現在検討が進んでいるフィンランド、スウェーデン、米国、独国、仏国等の諸外国及び日本における状況調査、及び諸外国・国際原子力機関(IAEA)における核不拡散・核セキュリティ対応について文献調査を行った。さらに、使用済燃料の直接処分における同対応については、フィンランド、IAEAへの往訪調査を実施した。以上の調査を通じ、処分場閉鎖後における長期的な観点で、核不拡散・核セキュリティの継続的な対応及び安全上検討されている回収可能性・可逆性についての制度面での課題を整理し、また処分場における制度的施策に加えて使用済燃料の放射線、発熱が低減する長期的な観点からの技術的な対応の考え方について検討した。

○ 平成 24 年度までに実施してきた日米原子力協力協定に係る日米政府等の対応をとりまとめた研究成果を JAEA-Review として機構 WEB サイトにて公開するとともに、日本原子力学会の春の年会(平成 26 年 3 月)にて報告した。

○ 核不拡散に関する最新の動向を踏まえ、機構の核不拡散に関するデータベースを 6 回更新するとともに、核不拡散政策研究委員会を 3 回開催(平成 25 年 8 月、11 月、平成 26 年 3 月)し、同委員会の場を通じて資料提供を行うなど関係行政機関との情報共有に努めた。この他、中部電力(株)から「核不拡散等に関する技術調査研究」を受託し、国際的な核不拡散の動向、特に米国と韓国、台湾及びベトナムとの原子力協力協定の動向について、調査報告を行った。

○ 東京大学大学院工学研究科原子力国際専攻の国際保障学講座において、核不拡散に係る若手の研究指導を行うため、同専攻との連携協力協定に基づく客員教員派遣(1 名)を継続した。大学等と連携した中長期的な核不拡散・核セキュリティ教育への貢献では、東京大学大学院工学系研究科原子力専攻との協力で大学連携型核安全セキュリティコースを開催し、また、特別講義等で東京工業大学、国際基督教大学(ICU)等に協力した。

○ 経済産業省からの要請により、原子力供給国グループ(NSG)の技術専門家全体会合(平成 25 年 4 月)に参加し、我が国代表である経済産業省の担当者を技術面で支援した。

ii 技術開発

○ 核拡散抵抗性技術の開発として、革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト(INPRO)や第 4 世代原子力システム国際フォーラム(GIF)の場での活動(全体会合:平成 25 年 10 月、電話会議:毎月)に参加し、核拡散抵抗性の概念及び評価手法等についての検討を継続した。特に前者では、IAEA が主導する核拡散抵抗性評価手法(PROSA)の見直し作業を PROSA 会合議長として推進した(平成 25 年 4 月、10 月)。また、アジア太平洋地域における核不拡散に関する透明性向上のため、専門家間で必要な情報共有を行う枠組みの設計について、米国サンディア国立研究所や韓国核不拡散核物質管理院(KINAC)等と検討を継続した。平成 25 年 7 月に第 54 回核物質管理学会年次大会の特別セッションにてこれまでの研究成果を発表するなど、取りまとめを実施するとともに、今後の展開について、アジア太平洋保障措置ネットワーク(APSN)第 4 回年次会合(平成 25 年 11 月)にて本情報共有の実試用について APSN の下で実施することを提案し合意を得た。

○ 機構-DOE の核不拡散協力に関する年次技術調整会合(PCG 会合)を平成 26 年 3 月に開催し、保障措置・計量管理、核セキュリティ等の高度化に向けた共同研究のレビュー(17 件、内終了 5 件)、新規プロジェクトへの署名(1 件)、新たな協力テーマ案(8 件)の検討を行うことにより、核不拡散・核セキュリティ分野での DOE との協力を拡充した。また、本活動を通じた長年

にわたる核不拡散分野における米国との協力関係が確立されたことが評価され、理事長表彰(安全功労賞)を受賞した。

○ 核物質防護に関するリスク評価検討を実施し、成果を核物質管理学会(平成 25 年 7 月)、日本原子力学会(平成 25 年 9 月)で発表した。

○ 東京電力福島第一原子力発電所の溶融燃料等の核燃料物質の定量を目的として、核燃料物質と随伴する核分裂生成物のガンマ線測定による手法について、シミュレーション解析によるガンマ線の自己遮へい補正方法の検討などを行い成立性の確認を継続した。また、これまでに実施した東京電力福島第一原子力発電所事故時の炉心燃料インベントリ計算結果を用いた燃料デブリから漏えいするガンマ線の感度解析などの評価結果について、日本原子力学会英文論文誌に投稿し、Vol. 51, Issue 1 に掲載された。

○ 資源エネルギー庁からの受託事業「平成 25 年度地層処分技術調査等事業(使用済燃料直接処分技術開発)」について、保障措置及び核セキュリティの適用性を考慮した施設設計に資するため、使用済燃料直接処分施設に適用される保障措置・核セキュリティ技術開発に着手し、IAEA、先行国(フィンランド、スウェーデン)等の技術検討状況について調査するとともに、要件及び技術課題を整理した。

○ 核物質の測定及び検知に関する技術開発等を以下のイ)～ロ)のとおり実施した。

イ)レーザー・コンプトン散乱(LCS)非破壊測定(NDA)技術開発では、核物質探知及び使用済燃料、溶融燃料内核物質の高精度 NDA 開発のための LCS ガンマ線発生技術実証設備の整備を進めエネルギー回収リアクトルの調整運転を開始し、また、電子ビームと衝突散乱させるレーザーを発生させる高出力レーザー発振装置開発(関西光科学研究所)を進めた。並行して、核共鳴蛍光現象利用測定法の実証を米国 Duke 大学で実施するとともに、核共鳴蛍光反応シミュレーションコード開発(日米共同研究)を終了した(平成 25 年 12 月末)。「核セキュリティと核不拡散のための核物理とガンマ線源」国際シンポジウムを東海村にて開催した(平成 26 年 1 月、出席者約 60 名)。核セキュリティ等の専門家、本分野に貢献する可能性がある核物理、加速器、レーザーの基礎科学等、日米欧から異分野の研究者・技術者の初の会議であり、参加者からも本会議の開催は大変有意義なものと評価され、次回は二年後に米国で開催予定である。

ロ)溶融燃料中核物質測定(中性子共鳴濃度分析)技術開発では、粒子状溶融燃料中の核物質高精度 NDA の基礎技術である、中性子共鳴濃度分析法に関し、欧州委員会/共同研究センター(EC/JRC)標準物質測定研究所(IRMM)との共同研究を進めた。また、D-T 中性子源(小型パルス中性子源)を使う中性子共鳴濃度分析装置原型装置の中性子減速・輸送系の性能確認を京都大学原子炉実験所の電子ライナック施設を利用して実施する準備を進めた。なお、平成 25 年 5 月の欧州保障措置研究開発機構(European Safeguards Research & Development Association)第 35 回年次大会(ESARDA35)(ベル

ギー・ブルージュ)において、IRMM との中性子共鳴濃度分析法開発に関する共同研究の成果を、熔融燃料中の核物質測定に関する特別セッションで IRMM と共同で発表した。

ハ) He-3 代替中性子検出器開発(実証 NDA 装置の開発・実証)では、実証 NDA 装置用セラミックシンチレータ検出器(実証 NDA 装置用 40 式)のうち未調達の 20 式)の発注・製作を行い、検出器全数の単体性能確認及び実証 NDA 装置全体の組上げ・性能確認を実施した。

ニ) 使用済燃料中 Pu-NDA 実証試験(機構/米国エネルギー省/国家核安全保障庁(USDOE/NNSA)との共同研究)では、ロスアラモス国立研究所開発の Pu-NDA 装置を原子炉廃止措置センターの「ふげん新燃料受入装置」に据付け、実使用済燃料集合体(MOX7 体、ウラン 1 体)の測定を日米共同で実施した(平成 25 年 6 月後半)。終了後、Pu-NDA 装置は取り外し、米国へ返送し(平成 25 年 11 月)、予定通り共同研究を終了した。

○ 核物質等の不法取引や核テロ行為の際に、押収又は採取されることが想定される核物質の起源等を特定するための核鑑識技術開発に係る米国ロスアラモス国立研究所(LANL)等との研究協力を継続し、共同研究の成果を核鑑識技術開発に反映させた。また、同位体比測定、ウラン年代測定、不純物分析、透過型電子顕微鏡(TEM)を利用した粒子形状分析の技術を開発するとともに、国内核鑑識ライブラリの整備を実施し、基本的な核鑑識分析技術を確立した。

核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ(GICNT)実施・評価グループ(IG)会合(平成 25 年 5 月)、IAEA の核鑑識に係る技術会合(平成 25 年 6 月)等、国際会議に出席し、機構の取組みを紹介するとともに、最新の情報を収集し、機構の技術開発に反映した。また、核鑑識国際技術作業部会(ITWG)主催の国際的机上演習(平成 25 年 4 月)へ参加し主催者から優れた解析であることが評価された。

iii 包括的核実験禁止条約(CTBT)・非核化支援

○ CTBTO からの受託事業「CTBT 放射性核種観測所運用」及び「東海公認実験施設の認証後運用」により、CTBT 国際監視制度施設(茨城県東海村、沖縄県恩納村、群馬県高崎市)を暫定運用し、国際データセンターを通じて世界にデータ発信するとともに、CTBTO に運用実績を報告し承認を得た。高崎観測所では希ガス観測所としての認証取得のため観測装置を更新するとともに、更新作業中は可搬型希ガス観測装置を設置して代替観測を行うことにより、希ガス観測データを欠損することなく発信した。また、東海公認実験施設は、CTBTO によるサーベイランス評価を受け合格し、公認実験施設技術基準の維持が確認された。さらに、CTBTO が毎年主催する公認実験施設の分析能力を評価する国際比較試験に参加した。なお、平成 24 年の同試験の評価結果として、これまで同様、最高ランク(A)の評価を得た。公益財団法人日本国際問題研究所(国問研)からの受託事業「CTBT 国内運用体制の確立・運用(放射性核種データの評価)」では、統合運用試験の実施(3回)等、国内データセンター(NDC)

の暫定運用を実施し、CTBT 国内運用体制に参画、貢献した。

○ 核実験監視プログラムに関しては、CTBT 国際監視ネットワークを構成する観測所(粒子 66 か所、希ガス 20 か所)から送付される放射性核種データの解析・評価を実施した。また、統合運用試験等で明らかとなったデータ解析処理の問題点を改良するとともに、高度化の一環として大気輸送モデルによる平成 25 年 2 月の北朝鮮核実験での放射性キセノン放出量と放出時期に関して評価を実施し、その成果を国際会議で発表した。北朝鮮の核実験由来と考えられる放射性キセノンを平成 25 年 4 月に高崎観測所で検出した際には、放出源や核爆発日時 の推定解析を実施し、CTBT 国内運用体制の事務局である国問研軍縮・不拡散促進センターへ随時報告を行い、CTBT 国内運用体制に基づく政府の評価に貢献した。

○ ロシア解体核兵器からの余剰兵器級プルトニウム処分への協力については、米露の解体プルトニウム処分に関する最近の動向を調査した。また、機構改革に基づき今後の本事業の進め方について検討し、機構が支援してきたバイパック燃料オプションについて支援ニーズが無くなったと判断されることから、本事業については平成 26 年度にこれまで実施してきた共同研究の成果及び信頼性実証試験の試験結果の取りまとめ、をもって廃止することを決定した。

iv 理解増進・国際貢献

○ 最新の核不拡散に係る事項について分析し解説したメールマガジン「核不拡散ニュース」を機構、電力会社等の原子力関係者約 450 名に宛てて 10 回発信するなど、インターネットを利用した情報発信を継続した。また、「機構内外における核不拡散関連の業務や研究に資する観点から、機構 WEB サイトへの掲載情報の拡充を図り、核不拡散関連の条約等、重要文書をアーカイブ化し掲載した。

国問研、東京大学の共催により平成 25 年 12 月に開催した「原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム」において、核燃料サイクル政策の選択肢に対して、核不拡散、核セキュリティ確保の観点からの課題と対応方策について議論し、国内外の理解増進に努めた。また、発表資料及び議論をまとめた報告書については機構 WEB サイト等を通じて公開し国内外の関係者との情報共有を図った。

○ 我が国の原子力平和利用における知見・経験を活かし、アジア諸国を中心とした原子力新興国等における核不拡散・核セキュリティ強化及び人材育成に貢献することを目的とし、IAEA、米国等と協力・連携しつつ(以下イ)～ハ)の活動を実施した。これら活動実施のため、引き続き、核物質防護実習フィールド及びバーチャル・リアリティ施設の整備を行った。

なお、これまでの実績は、21 世紀の原子力エネルギーに関する国際閣僚会議(菅原副大臣スピーチ;平成 25 年 6 月)、閣僚級の IAEA 核セキュリティ国際会議(鈴木副大臣スピーチ;平成 25 年 7 月)、IAEA 総会(山本大臣スピーチ;平成 25 年 9 月)、日・ASEAN 首脳会議(議長声明;平成 25 年 10 月)、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)大臣級会合(山本大臣声明;平成 25 年 12 月)、ハーグ核セキュリティサミット(安倍総理ステートメント;平成 26 年 3 月)において、その活動について言及されており、また、日米の「民生用原子力協力に関する委員会

(平成 25 年 11 月)」では、米国の代表から「核不拡散・核セキュリティ総合支援センターはとても有効なプラットフォームとして機能している」との評価を得ている。

イ) トレーニング、教育による人材育成等を通じたキャパシティ・ビルディング強化のため、トレーニング、セミナー、ワークショップ (WS) 等を通じて、幅広い層を対象とした事業を IAEA、米国、欧州委員会などと連携して取り組み、国際的な人材育成に貢献した。

核セキュリティコースに関しては、国内コース(原子力事業者、規制当局等の政府関係者等を対象)として、核セキュリティ・トレーニング、世界核セキュリティ協会(WINS)と共催で、演じられた寸劇の後にそれに基づき議論等を行う劇場型 WS 等を開催した(9 回、参加者約 170 名)。また、国際コース(アジア諸国等を対象)では、リトアニアでの WS、核物質防護に関する地域トレーニング等を開催した(4 回、同約 80 名)。

保障措置・国内計量管理コース(アジア諸国等を対象)に関しては、国内計量管理制度に係る国際トレーニング及びヨルダンでの保障措置に関する WS を開催し、また、IAEA 保障措置技術支援(JASPAS)としての IAEA 査察官等トレーニング等を実施した(4 回、同約 60 名)。

核不拡散に係る国際的枠組みコースとして、ベトナム、リトアニア、ウクライナ、サウジアラビアで往訪セミナー・会議を開催した(4 回、同約 180 名)。

ロ) 国際協力・連携では、以下の活動を行った。

核セキュリティサミットに向けた貢献として、G8 グローバル・パートナーシップの WG、核セキュリティガバナンス専門家グループ(NSGEG) やアジア太平洋安全保障会議(CSCAP) に参加する等、核セキュリティ強化に向けた提言作成に貢献した。またサミット開催時(平成 26 年 3 月)にはサイドイベント(Nuclear knowledge Summit、Nuclear Industry Summit 等)に参加した。

IAEA に対しては、閣僚級の IAEA 核セキュリティ国際会議(平成 25 年 6 月)に貢献した。核セキュリティ分野の人材育成支援協力に関し、実施取決めを締結した。また、Nuclear Security Support Center(NSSC) ネットワークワーキンググループ会合(平成 25 年 8 月)、内部脅威に関する会合(平成 25 年 4 月等)、核セキュリティ人材育成に関する実施指針作成会合(平成 25 年 8 月等)等に参加した。

米国 DOE/NNSA 及び SNL、LANL 他とは、DOE と核不拡散(保障措置)の人材育成支援の協力に関し Project Arrangement を締結した。また、DOE/NNSA と共催にてワシントンで「日米の核不拡散・核セキュリティにおける協力」についての WS を開催した。

EC/JRC とは、研究協力の拡大に向けたコーディネータ会合を平成 25 年 5 月に開催し、相互の講師派遣、核測定、核鑑識技術開発等の 4 件の協力を推進した。

韓国及び中国 Center of Excellence (COE) とは、IAEA が呼びかけた日中韓 COE 協力会議へともに参加した(平成 25 年 7 月)。また、上記 IAEA 核セキュリティ国際会議のサイドイベントとして、「アジアの核セキュリティ支援センター：ハーモナイゼーション」と題するミニ WS を開催し、日中韓 3 か国のセンターの協力等を議論した(約 160 名参加)。KINAC の COE(INSA)の開所式・国際シンポジウムに参加した(平成 26 年 3 月)。

FNCA 及びアジア太平洋保障措置ネットワーク(APSIN)等については、FNCA 大臣級会合

で山本大臣から「FNCA 各国における核セキュリティ文化を醸成する取組を、ISCN を通じて支援する」等の声明が発表され、良好事例の FNCA ホームページへの掲載等の具体的な提案をプロジェクト会合で検討した(平成 25 年 12 月)。また、APSN 会合に参加し(平成 25 年 11 月)、当センターの活動等を報告した。

ハ) 大学等と連携した中長期的な核セキュリティ教育への貢献では、東京大学、東京工業大学等と本分野の人材育成等に関する連携を推進した。

○ JASPAS(日本による IAEA 保障措置技術支援)の実施について、機構が所掌するタスク(11 件)を実施するとともに、新規に IAEA から提案のあったタスクに関する機構内のとりまとめ、原子力規制庁との調整を行った。また、使用済燃料直接処分に適用する保障措置に関するタスクを機構が実施機関となり新たに受託した。

○ 高速炉臨界実験装置(FCA)から、高濃縮ウラン(HEU)及び分離プルトニウムを全量撤去し処分することを表明したことは、世界的な核セキュリティの継続的な向上を先導するものであり、日本政府がその指導力を国際社会に示すことに貢献した。

d) 原子力安全規制等に対する技術的支援の業務の実効性、中立性及び透明性の確保

○ 原子力安全規制、原子力防災等及び核不拡散に関する技術的支援に係る業務に係わる組織を安全研究・防災支援部門として独立させることとした。また、その業務の実効性、中立性及び透明性を確保するため、外部有識者からなる規制支援審議会を設置し、第 1 回審議会を平成 26 年 2 月 25 日に開催した。この審議会では、関連する業務について紹介し、実効性、中立性及び透明性に関して、次回以降は具体的なテーマを取り上げて議論するなど、今後の進め方について議論を行った。

⑦ 放射性廃棄物の埋設処分

機構法に規定する「埋設処分業務の実施に関する計画」に基づき、機構を含め、全国各地の研究機関、大学、民間企業、医療機関等で発生する多種多様な低レベル放射性廃棄物を埋設処分する事業(以下、「埋設事業」という。)を実施する。

埋設事業では、埋設施設の概念設計を行い、その結果に基づき埋設事業の総費用の精査等を行い、埋設事業全体の収支計画及び資金計画を策定する。また、概念設計の結果得られる施設仕様等に基づいて様々な立地条件下における安全性や経済性を評価し、その結果等に基づいて立地基準や立地手順を策定する。これらの策定に併せ、輸送・処理に関する計画調整や理解増進に向けた活動等に関し、発生者を含めた関係者の協力を得つつ実施していく。さらに、これらの結果を基に、埋設施設の立地の選定、機構以外の廃棄物に係る受託契約の準備など本格的な埋設事業の実施に向けた業務を進めていく。

埋設事業に要した費用は、244百万円(うち、業務費244百万円)であり、その財源として計上した収益は、その他の収益(2,029百万円)である。これらの財源による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

○ 立地基準及び立地手順の技術的事項について審議・検討を進めてきた「埋設施設設置に関する技術専門委員会」において、機構が策定する立地基準及び立地手順に資するために現状考え得る種々の方策案と留意事項として審議結果を取りまとめた。一方、東京電力福島第一原子力発電所の事故以降の原子力施設、特に放射性廃棄物の処分場の新規立地に対する社会的受容性が厳しい状況や安全規制制度の状況等を鑑みると、立地基準及び手順を策定してから立地活動を開始するまでの期間にこれらの社会的状況を考慮した活動についての検討が必要となった。このため、基準及び手順を策定し実施計画を変更して公開するとの平成 25 年度の年度計画は見送り、ロードマップも含めて検討を行うこととした。

○ 地域共生活動の経験を有する電力事業者、自治体、住民、産業団体の有識者との意見交換によって得られた地域の持続的発展に関する示唆を、地域の産業振興、生活環境の高度化、自然環境との調和、安心・信頼の醸成の幅広い視点から文献調査も加味し整理した。その結果、機構の担うべき役割、地域の持続的な活性化に向けた仕組み等として、産学連携制度、研究施設の共用制度等を活用し、地域の“まちづくり”や地域産業の高度化・再生のための支援を行うことの重要性、さらに地域における利害関係者からなる恒久的な組織の立ち上げの必要性を抽出した。これらの結果を踏まえ、今後も機構の研究開発機関としての特徴を活かした地域の活性化等につながるための方策について検討を進める。

○ 公益社団法人日本アイソトープ協会、公益財団法人原子力バックエンド推進センター及び機構の三者間の研究施設等廃棄物連絡協議会の下に設置した廃棄体検討ワーキンググループにおいて廃棄体受入基準等の検討を進めた。平成 25 年度は、環境影響物質への対応として、廃棄物処理法の溶出基準がある物質は溶出基準に準拠し、溶出基準が定められていない物質は地下水流速等の環境条件に応じて総量規制を原則とする方針を策定した。

機構内の対応としては、各拠点の実務担当者間で廃棄体技術基準等検討作業会において、拠点毎の廃棄体の技術基準への適合状況、廃棄体製作の準備状況を調査した。その結果、放射能測定や過去に固型化した廃棄体の均質性の確認等への対応が必要であることが明らかになった。

さらに、機構以外の原子炉等規制法関係の廃棄物発生者を許可区分及び廃棄物発生起源毎のグループを設置し、原子炉、ホットラボ、ウラン使用施設、燃料加工事業の 4 つのグループそれぞれの会合において、廃棄物に関する記録・評価された情報の収集・整理を開始した。

○ 埋設事業では、原子炉等規制法、放射線障害防止、医療法等の多重規制を受ける廃棄体や、その一部には廃棄物処理法等で規定される環境影響物質を含む廃棄体を対象としている。これら法令又は事業許可の異なる施設から発生する廃棄体を、同一の埋設施設(コンクリートピット及びトレンチ)に埋設する場合の許認可申請における重要核種について、概念設計の結果に基づき法令等の異なる施設毎のケーススタディを実施し、予備的に重要核種を選

定し合理的と考えられる評価方法の検討を進めた。環境影響物質については、平成 24 年度に昨年実施した硝酸塩及びホウ素に加えフッ素を対象として、河川水等での濃度が環境基準を満足するよう浅地中埋設処分施設全体及び廃棄体 1 本当たりの許容含有量を評価、計算した。

また、埋設施設の基本設計に備え、コンクリートピットに係る最新の技術的知見等の調査・収集を行い、開口部面積及び容量に規定されないコンクリートピット埋設施設の導入などによる合理化を図る具体的検討を行い、概略費用の積算を実施した。

○ 実施計画では、埋設処分を行う量の見込み(廃棄体量)について「中期目標の期間の開始時期に合わせて定期的に調査を実施し、見直しを行う」としていることから、各廃棄物発生者へのアンケート調査により廃棄体量の調査を実施し、廃棄体量(200ℓドラム缶換算)を約 53 万本から約 56 万本に更新した。この結果に併せて事業計画の変更等を踏まえ処分費用を見直し、これらを実施計画に反映して文部科学省及び経済産業省へ実施計画の変更認可申請を行い、平成 26 年 3 月 25 日に変更認可を得た。

⑧ 自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わる技術開発

自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分について、原子力施設の設置者及び放射性廃棄物の発生者としての責任において安全確保を大前提に、計画的かつ効率的に進めていくため、合理的な廃止措置や放射性廃棄物の処理処分に必要な技術開発を実施していく。

本技術開発では、廃止措置エンジニアリングシステムを本格運用し、各拠点での廃止措置計画立案に適用するとともに、廃止措置に係る各種データを収集し、大型炉の原子炉周辺設備の評価モデルを平成 26 年度(2014 年度)までに整備するとともに、クリアランスレベル検認評価システムを本格運用し、各拠点におけるクリアランスの実務作業に適用していく。また、廃棄物の処理処分に向け、放射性廃棄物等に関するデータ等の収集を行い、廃棄物管理システムの整備を進めていく。

本技術開発に要した費用は、22,286百万円(うち、業務費20,077百万円、受託費166百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益(19,176百万円)、政府受託研究収入(97百万円)等である。これらの財源による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 廃止措置技術開発

○ 廃止措置エンジニアリングシステムの開発では、開発中の評価システム(解体対象施設の物量データ等を入力することにより、過去の類似解体実績からコストなどを推計)が、多様な施設・設備条件に対応できるようにするため、原子炉廃止措置研究開発センター(ふげん)の A、B 復水器とその周辺機器の解体・撤去実績データを収集・解析し、原子炉周辺設備の廃止措置評価モデル作成を継続した。人形峠環境技術センターの製錬転換施設給排気設備の解体作業計画、人形峠濃縮工学施設の OP-1/UF6 操作室等の廃止措置作業に係るコスト算出を行い、事前評価し、事業計画立案に貢献した。

○ クリアランスレベル検認評価システムは、対象物がクリアランスレベル以下であることを示すため、組成比や平均放射能濃度の変動幅を考慮したシミュレーションなどを行い、評価結果を申請書類等にまとめるためのものである。今年度は、機微情報や申請書類のフォーマットなどを考慮しながら、クリアランス検認評価システムの実用化を目指した改良を行うとともに、JRR-3 コンクリート、人形峠のウラン廃棄物のクリアランス対象物データの記録及び管理を継続した。また、ふげんや大洗研究開発センターの重水臨界実験装置(DCA)から発生する金属廃棄物のクリアランス測定、クリアランス可否の判定にシステムの適用を継続した。

○ ふげんにおける原子炉本体解体技術開発では、複雑で狭隘な構造を有する原子炉を水中遠隔で解体を実証するモックアップ装置のうち水中タンクの製作設計を行うとともに、建屋への設計条件を整理した。また、原子炉の解体準備として、水中遠隔解体装置システムの概念設計の実施及び選定したレーザー切断工法の切断条件、構造材の放射能レベル及び炉内へのアクセス等を考慮した原子炉解体手順を作成した。

○ プルトニウム燃料第二開発室のロボットアームを用いたグローブボックス遠隔解体技術開発については、ロボットアームが有する位置決めの高精度を実証するため、固定パネルのボルト取外しが可能であることを確認した。これにより遠隔解体時でも緻密な作業をロボットに代替できる可能性を確認した。

二次廃棄物発生量低減化の技術開発として、解体廃棄物をビニルバッグ等で重梱包することなく、容器に直接収納できるシステムのホット試験を実施し、廃棄物収納容器の気密境界(パッキン部)の汚染レベル、除染性に係るデータを取得した。

(ii) 放射性廃棄物処理処分・確認等技術開発

○ 機構の廃棄物情報を発生から処分まで一元的に管理するための廃棄物管理システム開発については、人形峠、ふげんの廃棄物管理システムの整備を完了し、試運用を開始した。

○ 高線量廃棄物を対象とした放射能評価技術開発については、キャピラリー電気泳動法及びレーザー共鳴電離質量分析法を用いた分析技術開発を継続した。

キャピラリー電気泳動法については、分析対象のアクチノイドのうち分離検出ができていなかったアメリシウム(Am)とキュリウム(Cm)について、分離用試薬と第 2 試薬を組み合わせることで相互分離できることを見出し、国内特許出願を行った。

レーザー共鳴電離質量分析法については、分析条件最適化のためのデータ取得を継続し、カルシウム(Ca)同位体測定ができることを確認した。また、ジルコニウム(Zr)-93 やスズ(Sn)-126 の検出条件の検討に向けて、共鳴イオン化波長を決定した。

○ 機構で発生した廃棄物の放射能評価方法の構築については、JPDR 施設の解体に伴って発生し、原子力科学研究所内に保管・管理されている放射性廃棄物(JPDR 保管廃棄物)に対

して、新たに放射能データ(14 核種、24 データ)を収集した。これまでに収集した放射能データと合わせ、15 核種、360 データの整理・解析を行い、統計的手法を用いる放射能評価方法(スケーリングファクタ法、平均放射能濃度法)の適用性を検討し、評価対象核種である16核種中15核種については、適用できる評価方法の見通しを得た。

○ ウラン廃棄物である澱物等の処理については、澱物等の処理に係るウラン回収試験として、澱物に含まれるフッ素、ホウ素、鉛等の有害物の除去試験を実施し、基本プロセス(塩酸溶解→過酸化ウラン沈澱→ろ液の微量ウラン回収→処理残渣セメント化)における有害物の挙動を把握するとともに、一部の有害物について除去できることを確認した。また、固化特性の確認試験では、これまでに実施してきたフッ素以外の有害物の溶出特性を評価するため、澱物を用いて水による単体溶出試験を実施した結果、リンのように排水基準を超えるような澱物が確認されたが、セメント固化を模擬した溶出試験では排水基準以下を担保できる可能性があることを確認した。さらに、処理処分方策設定に資するために、海外の廃棄物の処理事例等の調査を実施した。

○ 余裕深度処分の被ばく線量評価については、「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方(平成 22 年、原子力安全委員会決定)」に示された安全評価シナリオのうち、基本地下水シナリオにおける支配核種に対し、機構廃棄物由来の硝酸塩の移行解析結果から低拡散層等のバリアの性能劣化の程度を設定するとともに、整備した評価ツールを用いて現実的な核種移行解析を実施した。この解析結果から、硝酸塩によって個々のバリア性能の劣化(核種移行パラメータ)が直接的に被ばく線量に影響を与えることに加え、生活圏のパラメータである希釈水量も被ばく線量に影響を与えることを確認した。

○ TRU 廃棄物の地層処分研究開発については、TRU 廃棄物地層処分の評価基盤技術の拡充、適用性確認に向け、資源エネルギー庁の競争的な外部資金^{*1}を獲得し、研究開発を実施した。セメント系材料の変質、セメント由来のアルカリ性溶液と緩衝材・岩石との反応、及び処分施設の長期力学挙動に係る個別評価モデル・データベースの整備を行い、これらの個別評価モデルを活用した複合現象影響評価システムを構築した。さらに、硝酸イオンの化学的変遷挙動モデルの確証試験装置の検討や硝酸塩とアスファルトとの発熱反応に関する検討を実施した。

なお、セメント由来のアルカリ性溶液の緩衝材との反応に関わる研究開発については、平成 25 年 9 月に日本粘土学会論文賞を受賞した。

^{*1}平成 25 年度地層処分技術調査等事業(セメント材料影響評価技術高度化開発及び処分システム評価確証技術開発のうち、多様な廃棄物の共処分におけるニアフィールドの影響評価技術の開発)

⑨ 国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動

機構外部と積極的に関わることにより、社会へ貢献していく。このため、研究開発成果を広く

普及し活用促進を図るための情報等の積極的な発信、民間事業の推進に必要な技術支援、機構保有の施設・設備の有効利用のための供用の促進、産官学のニーズに対応した効果的な原子力人材育成及び連携しての研究開発、国際競争力の向上や発展途上国への貢献及び効果的・効率的な研究開発の推進等の観点からの国際協力の積極的な推進及び立地地域の企業・大学・関係機関との連携協力をそれぞれ進めるとともに、社会や立地地域と機構との信頼関係を一層深めるための情報公開・公表の徹底や、社会や立地地域との共生を目指した広聴・広報・会話活動を行っていく。

本活動に要した費用は、20,345百万円(うち、業務費19,938百万円、受託費396百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益(16,599百万円)、政府受託研究収入(341百万円)等である。これらの財源による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 研究開発成果の普及とその活用の促進

○ 研究開発成果を広く普及し、その活用促進を図るにあたって、査読付き論文の公開や研究開発成果報告書類を積極的に刊行するとともに、機構ウェブサイトや各種広報媒体を活用した情報発信の強化に努めた。また、機構の研究・技術者を大学等に講師として派遣するなど、直接対話による研究開発成果の普及にも継続して取り組んだ。

特に社会的に関心の高い地層処分の研究については、施設を積極的に公開するなど相互理解の促進につとめた。

○ 平成 25 年度に取りまとめ、公開した研究開発成果は、学術誌への査読付き論文約 1,360 編(平成 24 年度約 1,270 編)、研究開発報告書類約 210 件(同約 200 件)であった。成果発信を促進するため、部門別・拠点別の研究開発成果発表状況を月 2 回の頻度で取りまとめ、研究開発成果発表実績速報として機構内に周知した。最新の研究開発成果を判りやすく解説した成果普及情報誌「原子力機構の研究開発成果」を編集・刊行(英文版は CD-ROM 版として刊行)した。成果普及情報誌は、平成 24 年度に引き続き東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る機構の研究開発成果を特集として取り上げ(全体ページ数の約 1/4)、国内外の大学、研究機関等に配布(和文版約 1,300 箇所、英文版約 750 箇所)するとともに、全文を機構ホームページに公開した。

○ 研究開発報告書類の全文、職員等が学術誌等に発表した論文の全文リンク識別子(DOI)を研究開発成果データベースに追加登録し、機構ホームページから発信した。学術誌投稿論文については、著者最終原稿(全文)の保存・公開制度(機関レポジトリ)を開始した。職員等が国際会議等において口頭発表した成果情報約 2 万 3 千件の国内外への公開を新たに開始した。これら機構の成果の利用促進に資するため、研究開発成果データベースの Web API 化(他機関の Web サイトと情報を共有するための機能またはデータ構造)改良を行うとともに、国立情報学研究所など外部機関とのデータ連携を開始した。この結果、機構ホームページに公開する研究開発報告書類・成果普及情報誌ダウンロード数のアクセス数が約 4,680 万回(平

成 24 年度約 1,534 万回)、研究開発成果データベースのアクセス数が約 2,709 万回(平成 24 年度約 590 万回)と大きく増加した。

○ インターネットによる、より効果的な研究開発成果の発信に向けて、専門家による機構ウェブサイトの分析及び評価結果に基づき、誘導力、集客力、情報力(更新性)の改善を図り、4 月にウェブサイトのメインサイトを全面リニューアルした。

具体的には、誘導力を向上させるナビゲーションツールの配置や、集客力を高める画像やアイコンを活用した重要情報の表示など、機構が発信する情報に訪問者が速やかにアクセスできるための見直しを行った。その結果、アクセス数が飛躍的に増加し、研究開発成果を効果的に普及するための改善が図られた。

また、情報力を向上させるウェブサイトのコンテンツの充実を図った。具体的には、研究・技術者自らが、短時間で研究開発過程をわかりやすく紹介する動画チャンネル「Project JAEA」を 15 本公開するとともに、写真や画像を使って視覚的に研究開発成果を PR する電子版広報誌「graph JAEA」を 2 回発行した。特に深地層研究の現状を紹介した動画については、社会からの関心が高く視聴数が多いことがわかり、効果的な成果普及につながった。

加えて、福島における環境回復に向けた取り組みや廃炉推進に向けた研究開発を分かりやすくまとめた「Topics 福島」をホームページで公開(日本語:24 回、英語:23 回)し、国内外に対する情報発信の充実を図った。

なお、これらのウェブサイトの分析及び評価結果を各拠点・研究開発部門等に展開し、ホームページによる研究開発成果の発信意識を高め、各拠点・部門のホームページのリニューアルにつながった。

○ 直接対話による研究開発成果の普及に向けて、原子力分野以外も含めた理工系の大学院生等を対象に第一線の研究者・技術者を「大学公開特別講座」に講師として 29 回派遣し、延べ約 740 名が受講した。従来から関心の高い基礎研究や量子ビームに加えて、福島における研究テーマの要望が多かった。また、今年度からはさらなる普及に向けて、文系学部からの要望にも応じて実施した。

外部出展においては、費用対効果を考慮し、広報部、産学連携推進部及び研究技術情報部が連携しながら「イノベーション・ジャパン」(東京)、「RADIEX2013」(東京)、「エコプロダクツ」(東京)に出展し、幅広い分野における機構の研究開発成果の普及を行った。

また、「第 8 回原子力機構報告会」(東京)を始めとして、「第 9 回東海フォーラム」、「第 8 回高崎量子応用研究シンポジウム」、「第 14 回光量子科学研究シンポジウム」、「幌延フォーラム 2013」など、1 年間の研究開発成果の総括として各種報告会を開催し、合計 48 回で延べ約 3,700 名が参加するなど研究開発成果の積極的な普及に取り組んだ。

特に「第 8 回原子力機構報告会」では、福島における環境回復に向けた取り組みや廃炉推進に向けた研究開発の他、最近のトピックスとして、「スピントロニクス原子力への応用」(先端基礎)及び「世界標準被ばく線量評価データベースの開発」(原子力基礎工)といった原子力科学研究分野の報告も行った。また、報告会の内容をより広く、多くの方々に発信するた

め、報告会のライブ中継を機構ウェブサイトにて公開するとともに、今年度からは新たにスマートフォンでのアクセスも可能にした。このため、前年度よりも約3倍以上の視聴者のアクセスを得た。また、開催と同時に、動画も含めた全ての報告資料及び報告内容の速記録を機構ホームページにて公開した。回収されたアンケートでは、先端的な研究開発成果に対する関心が高く、学生にも聞かせてあげてほしいなどの意見があった。

○ 地層処分研究について国民全体としての理解促進に向けた取組として、H24 年度に見学者へのアンケート内容を瑞浪と幌延で整合を図り、その結果を見学時の説明に反映して良好な成果を得た。H25 年度では、戦略的な検討に資するため、非専門家の関心がどこにあるかを把握するため、アンケート結果(約2,560件)の分析を行い、その結果、地層処分に対する不安として「想定外のことが起こる可能性」や「長期間(数万年)の管理」などが、また技術的な課題として「地震、火山等の地殻変動」や「数万年先の予測」などが抽出され、研究開発成果を見せるという観点から、今後焦点をあてるべき視点を明確にするとともに、これら非専門家の不安に応えることができるよう、東海での安全評価研究と適宜組合せて成果を示していく必要性が明らかとなった。東濃地科学センター(東濃)及び幌延深地層研究センター(幌延)においては、深地層での体験を通じた理解促進の取組として、深地層の研究施設の定期施設見学会(東濃 12 回、幌延 7 回)を開催するとともに、建設工事に支障のない範囲で可能な限り、自治体、地層処分関連の各機関、電力会社等の主要なステークホルダーの見学希望を受け入れ、地層処分の仕組みや研究開発の状況を説明するとともに、地層処分に関する質問などに相手に応じて分かりやすく対応した。東濃・幌延の見学会において、約 3,970 人(前年度:約 3,430 人)の見学者を受け入れ、そのうち約 2,400 人(前年度:約 2,460 人)が研究坑道に入坑した。その結果、2 つの深地層の研究施設における累計見学者数は、約 99,990 人(東濃約 29,120 人、幌延約 70,870 人)に達した。年間の見学者総数は、約 10,250 人(東濃約 2,640 人、幌延約 7,610 人)となり、平成 24 年度(約 9,120 人)に比べ約 12%増加した。なお、東海核燃料サイクル工学研究所の地層処分基盤研究施設(エントリー)/地層処分放射化学研究施設(クオリティ)の累計見学者数は約 380 人であった。

深地層の科学的研究の体験学習として、サマー・サイエンスキャンプ 2013 を開催し(平成 25 年 8 月、参加者数:東濃 10 名、幌延 10 名)、施設見学や実習を通して、深地層の科学的研究を紹介した。また、大学及びスーパーサイエンスハイスクール等の校外教育の受入れ(東濃 16 校、幌延 7 校)や地域の教育機関(スーパーサイエンスハイスクール含む)への講師の派遣(東濃 1 校、東海 1 校)及び実習生等の受入れ(東濃 3 名、幌延 4 名)を行い、科学教育の支援や当該分野の研究者育成に協力した。

地層処分の安全確保の仕組みや地層処分技術の信頼性向上に向けた研究開発の現状を国民に広く知ってもらうため、ウェブサイトを活用して、報告書、データベース等の研究成果を公開するとともに、地層処分に関する国内外の情報を提供した。研究成果情報については、研究開発課題ごとに報告書、投稿論文・雑誌、学会等での報告等の一覧をリスト化している。また、国内外の地層処分に関わる最新の科学技術的テーマについての情報交換や共同研究等の研究者との一層のネットワーク強化を目的として機構内で開催しているコロキウム講演

資料を広く活用できるようウェブサイトで公開している。東濃及び幌延では、深地層の研究施設での研究成果、工事状況及び環境測定結果をウェブサイト上で逐次公開し、事業の透明性の確保に努めた。その結果、平成 25 年度においては、約 821 万件(地層処分研究開発部門約 113 万件、東濃約 451 万件、幌延約 257 万件)のアクセスを得た。また、今後の高レベル放射性廃棄物最終処分について一般市民と廃棄物関係者が直接議論し現実的解決策を模索することを目的としたイベント「TIME to SOLVE Vol.3:高レベル放射性廃棄物最終処分―日本におけるコンセンサスの過程」(12 月 22 日開催、定員 60 名)に関係者側として参加した。

深地層の研究施設計画に対する地域の方々の信頼確保及び安心感醸成に向けた取組として、関連自治体、地域の方々等を対象とした事業説明会の開催(東濃 27 回、幌延 13 回)及び研究所の現状、研究成果等を説明した広報資料の配布(東濃約 500 部/月)を行った。東濃では、深度 500m 水平坑道の掘削終了に伴い、関係自治体や報道機関(7 社 12 名の参加)に対して当該箇所の施設公開を行い、積極的な情報発信を行った。これらの活動の継続により、研究施設に対する地域の理解が深まり、研究開発業務が円滑に推進できている。また、平成 24 年度に引き続き、岐阜県先端科学技術体験センター(サイエンスワールド)との共催で、小学生を対象とした地下水の水質検査分析、岩石観察等を実施し、共催行事についても定着化してきている。

理解促進活動の実効性評価及び国民との相互理解の手段として、見学者にアンケートを実施しており、アンケートの集計結果や寄せられた意見に基づき、見学時の説明方法・資料の改善等を行っている。その結果、東濃では、約 80%の方々から分かりやすいとの評価を得ている。

幌延の施設見学後のアンケート結果でも、高レベル放射性廃棄物の地層処分及び深地層の研究施設で実施している調査・研究について、ともに 88%と多くの方々から理解を示す回答を得た。

深地層の研究施設等の見学及びアンケートによる見学者の感想や要望の把握は、地層処分に対する疑問や不安を具体化し、国民の不安を払拭するための科学的な解決策を見いだす上で極めて有効であることから、これらの活動は、地層処分の安全性等に係る国民との相互理解の促進を図る上で重要な役割を果たしているといえる。

○ 機構の研究開発から生まれる知的財産の産業界での利用促進のため、知的財産の管理に係る実務について、研究開発部門及び研究開発拠点の担当者及び研究者・技術者等に対して教育及び研修を 5 回実施することにより(新入職員研修 1 回、原子力技術研修講座 1 回、知財セミナー 3 回)、知財創出・活用意識啓発を図った。同教育・研修では約 80 名の受講者に対し、知財創出・活用の意義や特許と論文・技術報告の違い、機構内特許手続、機構特許の活用による製品化例等を説明した。

特許出願に当たっては、茨城地区の発明者からの特許相談に随時対応するとともに、他地区の発明者とは TV 会議等を通じて特許相談を受ける体制で対応した。そして、延べ 56 回発明者と面談を行い、特許電子図書館(IPDL)等を利用した公知例調査結果を発明者に提供するなどにより、特許防衛(不正使用等)及びコストベネフィットを一層意識して、機構の判断基準

に基づき特許性に加えて産業界の実施可能性やその費用対効果を勘案しつつ、特許発明の実施許諾可能性を重点に出願に値するかどうかやさらに質の高い特許となるよう、発明者と協議を重ねた。外国出願の可否、審査請求の可否及び知的財産保有の必要性(権利の維持・放棄)についても、実施の可能性やその市場規模、また、長期プロジェクトに係る特許では基本特許に準じた発明か等を勘案し、年 2 回の「知的財産審査会」で案件毎に優先順位を付けて審査し、効率的な管理を行った。その結果、平成 25 年度は、国内外での出願 70 件、審査請求 47 件、権利化 110 件、放棄・満了 393 件により、保有特許は 815 件となった。

知的財産の創出・活用を促進するための取組として、各拠点等の特許創出や技術移転などに関する情報交換を行うため、産学連携推進部は「成果利用促進会議」を福島技術本部、東濃地科学センター、大洗研究開発センター、原子力基礎工学研究部門、及び量子ビーム応用研究部門、との間で計 6 回行い、各組織の特許発明の分析結果に基づく実施許諾可能性がある分野への意識付け等を図った。また、広くて強い特許群を形成してその利活用に資するため、各研究開発部門等から創出された特許発明のポートフォリオ分析を行い、当該技術分野での独占状態や競合出願人の状況等を把握して関係部署とその情報を共有するようにした。その中で、福島技術本部で創出された特許発明 11 件を分析した結果、実際に放射線測定機器製造企業に実施許諾して製品化されている空間線量率測定とマッピングを同時に行える特許「ガンマプロッターH」など、放射線マッピング等の技術分野で特許ポートフォリオを形成し得る特徴ある特許群の存在を確認し、当該組織に対して「成果利用促進会議」において、このような分野のさらなる活用促進を求めた。さらに、特許不正使用等に関して機構内発明者からの積極的な情報提供を呼びかけた。

実施許諾に至っていない知的財産についても実施許諾等につながるよう、機構ホームページ「特許・実用新案検索システム」に出願公開後の国内発明等を約 1,000 件(共有発明等を含む)掲載するとともに、(独)科学技術振興機構ホームページ「J-STORE」、及び(独)工業所有権情報・研修館ホームページ「開放特許情報データベース」に出願公開後の国内発明等をそれぞれ約 400 件及び約 650 件掲載している。

知的財産の活用については、平成 25 年度は新たな実施許諾等契約として、東京電力福島第一原子力発電所事故対応として開発されたセラミックコーティング技術を利用した放射能汚染土壌除染装置等、11 件を締結し、実施料収入を得た。

○ 知財の特許等収入を増やす努力については、海外との共同研究や技術指導などで収入を増加する工夫として、国際協力における実施取り決め等において、取得した特許に係る無償実施権の対象となる研究開発の範囲を明確に制限し、「非商業目的の」や「本協定の〇〇条に定められた範囲の」の文言を追加するなど、商業利用にかかる実施(商品開発等)が無償とならないよう、更新時期を迎えた取決めの相手方と交渉を行い、26 年度上期には合意を得るよう進めている。今後も順次改訂を進めるとともに、新規の取決め締結時においても、無償実施権の範囲に留意する。特許の申請と維持について費用対効果を考えた整理として、知的財産審査会において出願、維持等の判断基準を見直し、出願や審査請求では 10 年以内に産業利用される可能性が高いもの、また、権利維持では既に実施許諾されているものか具体

的な実施許諾の計画のあるものを優先することとし、厳選した特許発明の管理を行った。

○ 知財収入の減少に関する、原子力基礎工学研究等からの研究成果を生かすことができるような研究開発の出口戦略の再考については、燃料電池用電解質膜の開発など知財収入増加につながる可能性のある研究課題を当該研究部門等が主体的に峻別するとともに、産業ニーズ(用途やコスト競争力等)を一層明確にし、知財の権利化維持も実用化や収益性を考慮し適切に見直して研究開発を進めることとした。具体的には、抽出分離技術「エマルションフロー法」については、環境中に存在する極微量放射性核種の簡便かつ迅速濃縮技術を一般産業分野に普及させるための出口戦略として、産業ニーズを把握するために原子力関連以外の民間企業とも講演会、セミナー、展示会での技術説明を通して積極的に交流し、本技術の強みを生かせる金属リサイクルや水処理分野の企業と連携して NEDO の公募事業といった外部資金を獲得する取組みを行うとともに、特許ポートフォリオ分析を通して出願した国内外の関連特許 10 件(うち国内特許 1 件が権利化)の実施許諾契約を新規に締結するなど、積極的に今後の収入増加を図ることとした。

(ii) 民間事業者の核燃料サイクル事業への支援

○ 日本原燃(株)の要請に応じて、以下の通り機構技術者の人的支援及び要員の受入れによる技術研修を実施した。

- ・ 再処理事業については、六ヶ所再処理工場のアクティブ試験における施設・設備の運転・保守の指導のため、技術者 17 名を外向派遣した。またガラス固化技術に精通した技術者 7 名を適宜出張派遣し、各種試験評価・遠隔操作技術等への支援を実施した。また、同社の技術者研修要請に対して、核燃料サイクル工学研究所の東海再処理施設(TRP)に 3 名を受け入れ、再処理工程における分析に係る技術研修を実施した。
- ・ MOX 燃料加工事業については、施設の建設・運転に向けて機構の知見・ノウハウを反映するため、技術者 1 名を外向派遣した。また、同社の技術者研修要請に対して、核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム燃料開発施設に 8 名を受け入れ、プルトニウム安全取扱に係る技術研修を実施した。

○ 日本原燃(株)等からの受託試験等についての平成 25 年度の実績は、再処理関連 5 件、MOX 燃料加工関連 5 件、ウラン濃縮関連 1 件であった。

高レベル廃液のガラス固化技術についての主な内容は、以下のとおりである。

- ・ 六ヶ所ガラス固化施設(K 施設)試運転への現地支援を継続するとともにガラス固化技術開発施設での新型ガラス溶融炉実規模モックアップ試験(K2MOC 試験)への現地支援を実施した。
- ・ 核燃料サイクル工学研究所の工学試験棟及び原子力科学研究所等の各試験施設においてガラス固化体及びか焼層にかかる「ガラスの物性等の基礎試験(白金族含有ガラスの物性評価等、模擬不溶解残渣に係る評価)」の試験・評価を継続して実施し、平成 26 年 3 月に報告書を提出した。

上記の他、MOX 燃料加工事業についての主な内容は、以下のとおりである。

- MOX 燃料粉末調整試験の一環として、機構施設を用い MOX ペレットの焼結条件等に関する各種試験を継続して行い、MOX プラントの運転条件に関する知見を同社に提供した。
- プルトニウム及びウランの計量管理・保障措置分析のために必要となる分析用標準物質 (LSD スパイク: Large Size Dried スパイク) を量産するための技術確証について、新規試験設備の調整運転及び分析に用いるプルトニウム標準物質の精製を行った。

(iii) 施設・設備の供用の促進

○ 機構が保有する供用施設を、震災の影響等により停止中の JRR-3、JRR-4、JMTR 及び常陽の各試験研究用原子炉を除いて、大学、公的研究機関及び民間企業による利用に供した。

平成 25 年度の利用課題は約 490 件であり、中期計画目標 (3,360 件/5 年) に対応する年度計画目標 (670 件程度/年) の約 74% にとどまったが、停止中の上記 4 施設以外の施設については、年度を通じておおむね順調に稼働し、予定されていた利用課題の 90% 以上が実施されて、利用者のニーズに応えることができた。

○ JRR-3 は、早期の運転再開に向けて、原子力規制委員会が平成 25 年 12 月に制定した新規規制基準への適合性を論証するため、地震、津波のほか、外部事象影響 (火山、竜巻、火災、航空機落下等) の評価を行いつつ、原子炉設置変更許可申請書に記載する安全設計方針、耐震設計方針などの検討を行い、原子炉設置変更許可申請の準備を進めた。

学術界・産業界の利用者層の維持・拡大を図るため、JRR-3 ホームページのほか、学会、展示会、各種イベント等の機会に、原子炉による中性子利用の特徴、利点、利用例等を紹介するアウトリーチ活動を行った。また、代替施設の利用ニーズに対しては、JRR-3 ユーザーズオフィス等を窓口として積極的に対応し、相談を受けた案件の利用目的及び代替可能性を考慮して、機構の他の供用施設 (高崎地区の放射線施設等)、民間の加速器中性子源施設、大学施設の紹介 (計 8 件) を行った。更に、国内量子ビーム利用施設の利用窓口担当者のネットワーク構築を図る取組として、平成 25 年 12 月の日本中性子科学会第 13 回年会では、JRR-3 ユーザーズオフィスと CROSS 東海が主導し、他の量子ビーム利用施設 (J-PARC、京都大学研究炉、SPring-8、理研の小型中性子源システム (RANS)、高エネルギー加速器研究機構の放射光科学研究施設フォトンファクトリー) との連携の下に「中性子産業利用相談デスク」を開設する等の取組を行った。

なお、JRR-4 については、機構改革計画において廃止措置計画を策定する施設となったことから、利用者には今後の運転計画がないことを機構ホームページで周知した。

○ 利用課題の定期公募は、平成 25 年 5 月及び 11 月の 2 回実施した。成果公開課題の審査に当たっては、透明性及び公平性を確保するため、産業界等外部の専門家を含む施設利用協議会専門部会を開催し、課題の採否、利用時間の配分等を審議した。

○ 供用施設の利用者に対しては、安全教育や装置・機器の運転操作、実験データ解析等の補助を行って安全・円滑な利用を支援するとともに、技術指導研究員の配置、施設の特徴や利用方法を分かりやすく説明するホームページの開設、オンラインによる利用申込みなど、施設の状況に応じた利便性向上のための取組を進めた。

機構は、全ての原子力施設を対象として、安全管理体制の確認、緊急時に実施すべき事項や手順の確認等を内容とする安全管理体制等の総点検(平成25年6月14日～7月6日)を行い、安全管理体制等に問題のないことを確認した。供用施設においては、通報連絡手順等が利用者を含めて周知されていること、また、利用者に対して、事故・故障等発生時の通報、避難等についての教育・訓練を実施する仕組みや要領が整備されており、これらに基づき必要な教育・訓練がなされていること、自主的な取組として、利用者に緊急時の連絡先等を記載したカードを携行させていることを確認した。

○ 産業界等の利用拡大を図るため、研究開発部門・研究開発拠点の研究者・技術者等の協力を得て、機構内外のシンポジウム、学会、展示会、各種イベント等の機会に、供用施設の特徴、利用分野及び利用成果を分かりやすく説明するアウトリーチ活動(延べ92回、平成24年度50回)を実施した。また、供用施設を利用して得られた成果のプレス発表は、「アルミニウムを主原料とする新しい水素貯蔵合金の合成に成功」(SPring-8の利用成果、平成25年9月19日発表)など計5回行われ、利用成果の普及と施設の有用性のアピールにつながった。平成25年度における民間企業による供用施設の利用は合計約230件であり、平成24年度実績(190件)を20%以上上回った。

利用成果の社会への還元を促進するための取組として、従来から行っていた施設供用実施報告書(利用課題の目的、実施方法、結果・考察を簡潔にまとめたレポート)の公開に加えて、新たに、利用者による論文等の公表状況(書誌情報)のホームページによる公開を開始した。

利用ニーズの多様化に対応するため、施設の状況に応じて、新たな装置・機器(複合型微細組織解析装置(JMTR 照射後試験施設)、ナノ秒用レーザー照射装置(光量子科学研究施設)等)を供用対象に加えるとともに、既存の装置・機器の機能追加(高エネルギーγ線校正場の追加(放射線標準施設)、ベリリウム同位体の測定機能の追加(ペレット年代測定装置)等)を適宜行った。また、従来の供用施設以外の施設・設備についても、利用の目的、内容に適した利用方法によって外部利用に供した。

○ JMTRについては、原子力規制委員会による施設の耐震健全性評価報告書(平成24年9月に規制当局に提出)の確認のうち、HTTR と共通の「地震観測データの検証結果」について、大洗地区の地震動が正しく観測・記録されていたことの確認を受けたが、試験研究炉を対象とする新規基準の施行(平成25年12月)により、再稼働には当該基準への適合確認が必要となったため、その検討を開始した。照射利用申込みについては、随時受け付けるとともに、JMTR運営・利用委員会を開催(計2回)し、平成25年度以降の照射利用計画を策定した。さ

らに、文部科学省の最先端研究基盤事業の補助対象事業に選定され、軽水炉の安全研究等を加速するため、BWR 及び PWR の高温高压水の軽水炉環境(圧力、温度、水質)を高精度で模擬することが可能な軽水炉実機水環境模擬照射装置等の整備を完了した。平成 25 年度の施設定期検査等を実施し、JMTR 及び付随する照射設備等の維持管理を行った。

○ JMTR及び付随する照射設備等を活用した核医学検査薬の国産化に係る技術開発が「つくば国際戦略総合特区」のプロジェクトとして採択された(平成25年10月)。今後、産学官連携の枠組みの構築を進めつつ、モリブデン(Mo)－99製造技術開発等を開始し、将来的な利用拡大につなげる。

(iv) 原子力分野の人材育成

○ 国内研修では、原子力人材育成センターにおいて機構外の技術者等向けの研修として、原子炉工学、RI・放射線利用、国家試験受験準備 並びに第 1 種・第 3 種放射線取扱主任者資格取得のための法定講習を計画通り開催した。

また、人事部の技術研修所では職員対象の各種技術研修を開催した。

これらの研修においては、研修効果を評価する観点から、各回の研修受講者に対して研修内容の有効性を確認するためのアンケートを実施しており、外部向けでは 91%、職員向けでは 99%の受講者から有効の評価を得た。

また、外部からのニーズに応え、原子力安全基盤機構からの要請による研修(2回)及び原子力規制庁からの要請による研修(1回)を実施した。

これらの年度計画以外の研修を含めた研修の受講者総数は、約 1,170 名(外部受講者約 320 名、機構内受講者約 850 名)であった。

さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故対応として、資源エネルギー庁からの要請による放射線測定要員育成研修(3回:約 70 名)、放射線管理要員育成研修(3回:約 40 名)及び福島県からの要請による除染業務講習会(13回:約 1,660 名)等を開催して、各方面の人材育成に貢献した。

なお、国家資格試験合格への貢献は、人材育成業務に期待される成果・効果についての客観的かつ具体的な指標の一つとなるものであり、原子炉主任技術者および核燃料取扱主任者の国家試験合格者の中に占めている、原子力人材育成センターの国内研修等の受講者割合は 8～9 割であり、機構の人材育成業務の成果・効果が発現しているものと考えられる。

また、研修受講料金については、実験用消耗品費、教材印刷費、施設使用関連、光熱水費等で構成されており、受講者は実費用を負担するものであり、且つ、料金は 3 年毎に適宜見直しを実施しており、その妥当性・合理性は適正なものと考えられる。

○ 大学等との連携協力については、大学連携ネットワーク活動を推進するとともに、各大学等との協定や依頼等に基づき、講師派遣や学生受入等を実施した。

原子力教育大学連携ネットワークに係る協力については、6 大学と機構による協定に基づき、連携・協力推進協議会を 2 回開催し、承認された活動計画のもと、前期及び後期の 2 科目

について、遠隔教育システムによる共通講座を実施するとともに、集中講座として、岡山大学にて「環境と人間活動」1科目、福井大学にて「原子力の安全性と地域共生」1科目を実施した。共通講座では約210名(24年度約180名)の学生が受講し、集中講座では約50名(24年度約40名)の学生が受講した。さらに、核燃料サイクル工学研究所において、核燃料サイクル関連の実習を行い約15名(24年度約15名)の学生が参加した。

連携大学院方式による協力については、20の大学院及び3つの大学・高等専門学校との協定等に基づき、客員教授、同准教授等を約60名(24年度約60名)派遣するとともに、学生約20名(学生研究生:24年度約20名)を受入れた。

なお、平成25年度は九州大学と教育研究に係る協定を新たに締結し、連携大学院の協力の強化拡大に努めた。

東京大学大学院原子力専攻(専門職大学院)及び原子力国際専攻への協力については、客員教授、同准教授、非常勤講師及び実験・実習講師の計約100名(24年度約130名)の派遣を行い、専門職大学院の学生約20名(学生研究生:24年度約10名)を受入れた。特に実験・実習については、約8割を機構が担当しており、原子力科学研究所や核燃料サイクル工学研究所、原子力人材育成センター等において実施した。

上述の学生受入の他、機構内で研究を自主的に実施する学生を特別研究生として約30名(24年度約40名)を受入れ、また、学生実習生として約140名(24年度約130名)、さらに機構での就業経験が出来る夏期休暇実習生約170名(24年度約130名)を機構内各部門、各拠点等の協力の下に受入れ、研究現場での実習や論文指導等を行うなど、学生の育成に貢献した。

なお、大学との連携については、教育機関とは異なる機構の特長を活かした人材育成を推進していくことが重要であり、機構の学生受入制度の中で行う実習は、研究現場の管理区域で放射性物質を取り扱う等実践的であることから、大学等からの評価も高い。夏期実習生の受入人数も増加しており、今後とも大学側のニーズを十分に把握しながら着実に取組んでいく。

○ 国際研修では、文部科学省からの受託事業(放射線利用技術等国際交流(講師育成))として、インドネシア、タイ、ベトナム、バングラデシュ、カザフスタン、マレーシア、フィリピン及びモンゴルの8か国から第一線級の技術者約40名(24年度約30名)を講師候補生として受入れ、原子炉工学、環境放射能モニタリング等5コースの講師育成研修を行った。なお、研修では東京電力福島第一原子力発電所事故の状況に関する講義を含め、受入対象国のニーズに対応した講義を行うとともに、福島県での放射線測定実習等も行い、好評を得ることができた。

また、受入れた研修生のフォローアップとして、我が国から専門家を7か国に派遣し、現地研修コースの技術支援及び講師の自立化支援を実施した(現地研修受講生総数約310名:24年度約340名)。

さらに、原子力技術セミナーとして原子炉プラント安全コース(約10名:24年度約10名)、原子力行政コース(約10名:24年度約10名)、原子力施設の立地コース(約10名:24年度約10名)及び放射線基礎教育コース(約20名:24年度約20名)を開催した。

これら講師育成事業における研修でのアンケートでは、全ての研修生から有効かつ応用性が高いとの回答が得られたほか、現地派遣研修では、受講生に対する研修実施前後の理解度試験結果の比較から大幅な理解度の向上を確認した。

なお、海外人材の研修については、国の考え方にに基づき、関係各国の新規導入計画の進捗度合等に応じて、対象国別の受入人数に重み付けを行う等、適宜対応を図ってきているところであり、今後とも関係機関と情報交換を行いながら着実に進めていく。

原子力委員会が主催するアジア原子力協力フォーラム(FNCA)においては、原子力人材育成センターが、人材養成プロジェクトの日本側のプロジェクトリーダーを務め、アジア諸国原子力人材育成ニーズと既存の原子力人材育成プログラムとのマッチングを行うアジア原子力教育訓練プログラム(ANTEP)活動の推進に貢献した。

また、IAEA のアジア原子力教育ネットワーク(ANENT)関連会合に出席し、IAEA の原子力人材育成関連活動に協力した。さらに、フランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA)の国家原子力科学技術研究院(INSTN)との人材育成に関する協力に基づき、修士学生を受入れるとともに、加盟している欧州原子力教育ネットワーク(ENEN)の関連会合に出席し、情報交換等を行った。

○ 産官学協同で設立された「原子力人材育成ネットワーク(参加機関 70 機関)」においては、日本原子力産業協会とともに事務局として活動し、運営委員会、企画ワーキンググループ、テーマ別の分科会等の会合、ネットワーク活動報告会等を開催するとともに、原子力人材育成関係機関の情報を集約して構築したデータベースをホームページ上で公開するなど、ネットワーク活動の推進と参加機関の情報共有に貢献した。

また、国際的な原子力人材育成に係るネットワーク活動推進の一環として、原子力人材育成国際会議をベトナムで開催し、効果的、効率的な原子力人材育成の手法等について意見交換を行い、関係各国の連携強化を図った。

さらに、東京大学、日本原子力産業協会とともに、東京ならびに東海村で開催した IAEA 原子力エネルギーマネジメントスクールの運営に、ネットワーク事務局として全面協力し、我が国の若手人材の国際化及び新規原子力導入国等の人材育成に貢献(12 か国約 30 名)するとともに、IAEA 技術研修員の受入窓口として、IAEA をはじめ、大学等の国内受入機関、研修員候補者との間の調整に尽力した。

資源エネルギー庁からの受託により、我が国の若手原子力人材の国際化を図る国際人材養成コースを開催し、産業界、研究機関等からの約 20 名の若手研究者・技術者の人材養成に貢献した。

東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した我が国において、今後必要となる人材像については、原子力安全、防災、危機管理、放射線等の専門的知見を有する人材の確保、ならびに指導員クラスの現場技術者の確保等が課題であるとの方向性が原子力人材育成ネットワークにおいて示された。これを受けて、機構は、前述の放射線管理要員や除染業務要員の育成に取り組んだ。

学生の原子力離れへの対応としては、原子力専攻以外の理工系学生に原子力の研究現

場等を見てもらい、関心を高めてもらうことを目的とした原子力関連施設見学会を、原子力人材育成ネットワーク参加機関と連携して、9月と2月に2回開催(参加者約40名)し、好評を得た。機構への学生受入や大学公開特別講座への講師派遣等とともに、これらの取組を継続的に実施していくことが、若い世代に原子力の魅力を感じ取ってもらうことに繋がると考えている。

上記のように、機構は、我が国の原子力人材育成に係る中核的機関として原子力人材育成ネットワークにおけるハブ機能を果たすとともに、国内外の関係機関との一層の連携協力体制の構築に向けた活動に取り組むなど、リーダーシップを発揮している。

(v) 原子力に関する情報の収集、分析及び提供

○ 国内外の原子力に関する学術情報の提供に当たり、購読希望調査等を通じて利用者の意見を集約・反映した図書資料購入計画及び海外学術雑誌購入計画を作成した。これらに基づき専門図書、海外学術雑誌、電子ジャーナル、欧米の研究開発機関やIAEAが刊行する原子力レポート等を収集・整理し、閲覧、貸出及び文献複写による情報提供を行った。建屋老朽化対策改修工事のため中央図書館を約半年間閉館したが、原子力科学研究所内に図書館臨時窓口を設置してサービスを継続し、利便性の維持に努めた。平成25年度の全拠点図書館の利用実績は、来館閲覧者約14,040人、貸出約9,540件、文献複写約2,310件、電子ジャーナル論文ダウンロード約232,780件であった。機構図書館が所蔵していない学術情報については、国立情報学研究所の大学図書館間文献複写相互利用システム及び国立国会図書館の文献貸借サービス等外部図書館との連携により迅速に利用者に提供した。

○ 機構図書館所蔵資料の目録情報発信システム(OPAC)に、新たに収集した図書資料等約2,150件を入力するとともに、原子力レポート約10,070件を遡及入力し機構内外に公開した。これら機構OPACデータ(約117万件)は国立国会図書館に提供され、同館が運用する「NDL Search」及び「東日本大震災アーカイブ(ひなぎく)」から横断検索が可能である。特に「ひなぎく」においては、収録コンテンツの40%以上を機構図書館OPACデータが占めており、同事業の進展に大いに貢献している。

○ IAEA国際原子力情報システム(INIS)計画については、国内で刊行された学術雑誌、レポート、会議資料等から、原子力分野に関する文献情報約5,060件を収集・採択し、英文による書誌情報、抄録作成、索引語付与等の編集を行いIAEAに送付した。日本の送付件数はINIS全体(加盟国128カ国)の3.9%を占め、国別でみた入力数が第3位(第1位フランス、第2位ドイツ)となった。INISデータベースの国内利用促進を図るため、原子力に関係する学会、大学及び民間企業において計4回のINIS利用説明会を実施した(参加者延べ約120名)。INISデータベースの日本語検索機能拡充のため、INISシソーラス(検索用キーワード辞書)の日本語翻訳を継続実施し、IAEAに送付しデータベースへの実装に貢献した。これにより、INISデータベースの日本語によるキーワード検索が可能となり検索利用の利便性向上が図られた。IAEAが運用するINISデータベースの日本からのアクセス数は約72,520回(平成24年度約40,740回)となり、平成24年度と比べ約1.8倍増加した。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故に関わる研究開発を支援するため、同事故に関する文献情報等の収集整理を継続実施し、ポータルサイト「3.11 原子力事故参考文献情報」として機構ホームページに公開した。平成 25 年度は機構の研究開発成果情報(外部発表論文約 110 件、研究開発報告書類約 20 件、口頭発表約 730 件)、インターネットリンク情報約 1,700 件、国内外の公的機関が公表した事故調査報告書約 10 件を新たにサイトに掲載した。そのアクセス数は約 199,350 回(平成 24 年度約 271,170 回)であった。

事故関連情報のアーカイブ化に向けた取り組みとして、新たに政府機関、東京電力等がインターネットから公開する福島関連情報及び日本原子力学会等で発表された福島関連研究成果の収集・整理を開始した。インターネット情報は、国立国会図書館が事業として運営する「インターネット資料収集保存事業(WARP)」を活用し、WARP が保存する情報の中から福島関連情報を抽出し、データタイトル、機関名等の書誌情報(メタデータ)を作成した。これら新規に追加したインターネット情報(約 36,000 件)及び学会発表情報(約 1,300 件)のメタデータはIAEAの定める原子力事故主題分類(タクソミー)により体系的に整理した(平成 26 年度に公開予定)。

○ 学術情報の整理、発信に係る知見を活かし、原子力に関する研究開発を支援する活動の展開として、「3.11 原子力事故参考文献情報」サイト等の情報発信システムにおいて、研究開発に関する情報を体系的に整理、保存、発信するとともに、学会、大学等において「INIS 利用説明会」を開催し、産学官における研究開発の支援活動を継続した。

○ 検索エンジンとの整合を図るなど社会のニーズに対応した学術情報の発信を図るため、機構の研究開発成果及び図書館所蔵資料 OPAC の Web API 化(他機関の Web サイトと情報を共有するための機能またはデータ構造)を実施し、国立国会図書館等外部機関とのデータ連携を進めた。東京電力福島第一原子力発電所事故関連情報の検索システムについても外部機関との連携を前提として Web API 化を行った。

○ 関係行政機関等の要請に基づく原子力研究開発等に関する情報の収集・分析・提供については、文科省原子力科学技術委員会もんじゅ研究計画作業部会や群分離・核変換技術評価作業部会において各分野の研究開発動向を戦略的に分析して委員会向け資料を作成するとともに、原子力規制庁からの委託を受けて安全研究(軽水炉の高度利用に対応した新型燃料の安全性に関する研究、放射性廃棄物に関する安全評価研究等)を実施するなどにより、要請に応えた。

○ 社会のニーズを踏まえた取組の一例として、文部科学省からの委託を受け、関係省庁、自治体が独自に公開している放射性セシウム汚染に関する環境モニタリングデータを一元的に集約し、ナショナルデータベースとして管理、相互比較可能な形式として公開し、平成 25 年 11 月 18 日の利用画面大幅更新以降だけでも約 120 件の調査結果の公開・更新を行った。

(vi) 産学官の連携による研究開発の推進

○ 原子力エネルギー基盤連携センターに設置した既存の8特別グループによる研究活動を継続した。特に、加速器中性子利用 RI 生成技術開発特別グループにおいては、加速器による(原子炉を用いない)医学診断用ラジオアイソトープ(RI)の生成技術の確立に向けて、41MeV 重陽子を炭素標的に照射して発生した加速器中性子をモリブデン(Mo)-100 及びニオブ(Nb)-93 試料と反応させて Mo-99 等を生成する実験を、高崎量子応用研究所のサイクロトロンを利用して世界で初めて成功した。重陽子により得られる加速器中性子を利用する新 RI 生成法に関する論文「Generation of the Radioisotopes with Accelerator Neutrons by Deuterons」が Journal of the Physical Society of Japan 誌 6 月号の Papers of Editors' Choice (注目論文)に選出され、注目記事として紹介された。

○ レーザー及び放射光利用技術について、ビジネスフェア(平成 25 年 7 月 19 日)や SPring-8 施設公開(平成 25 年 4 月 27 日)及び関西光科学研究所施設公開(平成 25 年 10 月 27 日)において施設供用制度及びその成果の紹介を行った。さらに、実験利用設備に係る新規利用者の開拓や最新の利用成果の普及を目的とした設備利用講習会(平成 25 年 8 月 23 日 大阪)及びセミナー(平成 25 年 8 月 23 日 大阪、平成 26 年 3 月 12 日 姫路)を開催し、地元等産業界への利用の働きかけを行い、装置利用による問題解決・分野横断的解題の開拓の糸口を施設側、利用者の双方が得る機会を提供した。それぞれ企業からは 5 から 6 社の参加があった。

○ 民間 2 社からの放射光施設利用に関する問い合わせについて、予備実験の必要性等のコメントや共同研究の提案を行うなどの対応をした。

○ 大学等との連携に関しては、各大学等との共同研究、先行基礎工学研究協力制度、連携重点研究制度及び大学との連携協力協定に基づき推進した。

先行基礎研究協力制度は、核燃料サイクル技術に関する基礎・基盤的な研究分野において、機構が取り組むプロジェクト研究に先行する具体的な課題を示し、それらを解決する手法、アイデア等を公募し、共同研究等により機構の研究者と大学研究者とが協力して、本格的に機構の事業に取り入れられる可能性が高い芽出し研究を行うものである。第 2 期中期目標期間中の新規採択課題数は計 22 件(平成 22 年度:9 件、平成 23 年度:6 件、平成 24 年度:6 件、平成 25 年度:1 件)となっており、平成 25 年度に終了する 4 件の課題についての最終評価を、外部委員が半数を占める委員会により行った。なお、本制度は、平成 25 年 9 月に策定した機構の改革計画において、「一定の成果を上げ、初期の目的を達したので、複数年度契約を行っている課題の終了時点(平成 27 年度末)で廃止する。」こととなったため、平成 26 年度からの新規課題の募集は行わないこととした。

連携重点研究制度は、先進原子力科学技術に関する研究を対象とし、機構と大学が中核となり、民間企業等の参加を募って有機的な連携ネットワークを構築し、保有する人的資源、

研究施設等を効果的に活用するとともに、機構の基礎基盤研究を大学等の協力を得て補完するものとして、共同研究を実施するものである。第 2 期中期目標期間中の新規採択課題数は計 15 件(平成 22 年度:2 件、平成 23 年度:6 件、平成 24 年度:5 件、平成 25 年度:2 件)となっている。平成 25 年 8 月に開催した連携重点研究討論会では、「原子力利用再開に向けて、今、何が必要なのか」とのテーマで討議を行った。

各大学等における総合的な研究資源と機構における幅広い分野にまたがる研究開発活動を結び付けて、効果的・効率的な研究開発を実施するため、大学等との包括的連携協力協定を締結している。平成26年3月、相互の研究開発及び人材育成の充実等を図るため、新たに東北大学と包括的連携協定を、鳥取大学と個別の研究協力協定を締結した。

○ 機構の特許等を利用し企業との実用化共同研究開発を行う成果展開事業として、震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故対応の 4 件と一般対応の 1 件の合計 5 件を実施し、きのこ栽培用放射性 Cs 移行抑制剤等の 3 件が製品化された。この結果、第 2 期中期目標期間中の製品化は、実施課題 13 件に対して合計 8 件となった。

民間事業者の核燃料サイクル分野への技術移転及び技術協力への対応として、日本原燃株式会社と平成 12 年に締結した「ウラン濃縮施設の建設、運転及び技術開発に関する技術協力協定」について、協定で定めた期限(平成 26 年 3 月末)を迎えるにあたり、協定終了後におけるウラン濃縮機微技術情報の管理等に関する覚書を締結した。また、技術情報提供等を実施した。

機構研究員による「複合型光ファイバー技術を用いた医療機器システムや産業用配管等の検査・修理機器の研究開発及び製造販売」などを事業内容とするベンチャー企業を機構として認定し、当該ベンチャー企業への支援を進めた。

真空工学をもとに産業界において期待されている技術の特許化とその特許を積極的に活用する実用化協力では、主な活動として畜産分野で茨城県および検査機関と協力して茨城県産肉(牛・豚)のブランド化に向けた香り測定を進め、ガスによる熟成管理手法の開発に取り組んだ。また、創薬分野では製造医薬品の錠剤からの特定ガスを検出することによる品質管理手法を確立した。東京電力福島第一原子力発電所事故対応については、茨城県が進めた「木質バイオマス利用を推進するための調査事業」において伐採木処理に真空技術を利用したアルミ溶湯除染技術が採用され、実証試験を行った。また、放射線測定においては車載型測定器の技術を応用し中間貯蔵における高バックグラウンド環境下での土壌並びに水の迅速放射線計測システムに関する共同研究に着手した。なお、これらの協力についてはすべて外部収入で賄い、平成 25 年度は共同研究、技術指導、特許及び特定寄附を合わせて約 4,000 千円(第 2 期中期目標期間中の合計 約 20,980 千円)を得た。

○ 共同研究等研究協力の研究課題の設定に、大学、産業界等の意見及びニーズを反映して、効果的・効率的な研究開発を実施するため、平成 25 年度に各大学、研究開発型独立行政法人等との間に約 280 件の共同研究契約を締結し、相互の研究能力、施設・設備を補完し合って、効果的な研究開発の進展に資した。産業界等との連携に関しては、平成 25 年度に各企

業との間に約 50 件、企業を含む複数機関との間に約 80 件(成果展開事業による共同研究 5 件を含む)を締結し、機構の研究開発力と産業界の技術力を相補的、総合的に活用することで産業界のニーズに効果的に対応した。

○ 産学官交流技術移転フォーラム、環境放射能除染学会など 20 回の技術展示会等において、震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故対応に係る成果展開事業の紹介、放射線グラフト重合法を利用した製品等の展示等を行い、ブース来場者への説明を行うとともに、成果展開事業への応募に関する相談に対応し、そのうち 2 件が平成 26 年度成果展開事業への応募に至った。また、グラフト重合利用、放射性廃棄物・除染等に関する 10 件の技術相談対応し、機構内の専門技術者の紹介等を行った。

○ 産業界等からの要請に対応して、原子力エネルギー基盤連携センターに設置した材料溶解挙動評価特別グループ、水素安全技術高度化特別グループにおいて、軽水炉安全対策高度化技術に関する資源エネルギー庁の公募研究を活用して燃料破損・熔融過程解析及び水素安全対策高度化に資する機器や計算コード開発を連携して実施した。

(vii) 国際協力の推進

○ 国際協力は、我が国の国際競争力向上等の観点から、原子力研究開発における国際的な中核拠点(COE)を目指し、研究開発の効率的な推進及びアジア諸国の人材育成・技術支援を目的としている。従来の主要国との協力、ITER 等の多国間協力を進めるとともに、国の方針に基づきアジアを中心とする国々の原子力利用ニーズに応じた支援を行っている。

国際協力により研究開発を適切かつ効率的に推進するため、国際協力審査委員会を 2 回開催し、研究開発部門、拠点等のニーズに加えて、機構の方針、機構内の組織間における協力の整合性、当該国や当該機関との協力の妥当性等、国際協力の進め方に関する検討、審議を行った。平成 25 年度は、国際協力取決め、覚書、研究者派遣・受入取決め等約 140 件(平成 24 年度約 130 件)の締結・改正・延長を行った。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故関連の国際協力として、スコットランド大学連合環境センターとの環境中放射性核種動態評価と放射線モニタリング分野における取決めの締結、米国パシフィックノースウェスト国立研究所との環境汚染の評価及び浄化に係る共同研究の新たなタスク 2 件を追加する契約の締結、米国カリフォルニア大学バークレー校との地層処分及び燃料サイクルに関する研究契約の改正(東京電力福島第一原子力発電所の破損燃料の地層処分における臨界安全性に関する研究)などを行い、協力を推進した。また、フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)との燃料デブリの評価等に関する新たな協力等についての具体的な交渉も進めている。

その他の二国間協力では、文部科学省或いは経済産業省と米国エネルギー省(DOE)との間に締結された日米原子力協定或いは日米科学技術協定傘下の包括取決めに基づき、その実施機関としての指定を受けて、高速炉、軽水炉、核セキュリティなどの分野で新たな

プロジェクト取決めを締結して協力を推進した。フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)とは、包括協定に基づき、高速炉、燃料サイクル、廃止措置及び廃棄物管理等の分野での協力を継続した。これに加えて、各研究分野での共同研究契約等により幅広い協力を推進した。アジア諸国との協力では、タイ原子力技術研究所との包括的な研究協力取決めを延長するとともに、新たに安全研究を協力分野に加えた。インドネシア原子力庁との協力では、ラジオアイソトープ研究開発に関する新たな共同研究を開始し、更に韓国原子力研究所との包括協力取決めの延長も行い、協力を推進した。

多国間協力では、ITER 計画において、日本は EU と共に中核的な役割を果たしており、ITER 協定及び BA(より広範な取組) 協定に基づき締結した調達取決め(新規締結件数:ITER 2 件、BA 7 件)に従って機器製作等を実施するなど、ITER の国内機関、BA の実施機関としての活動を進めた。ITER の調達活動に関連して、インド、韓国など他国の国内機関と協力した取組も行った。更に、ITER 機構の職員としてカダラッシュに駐在する日本人の支援を実施するなど、ITER 計画の進展に貢献した。また、日本を含む 12 か国と EU で進めている新型炉開発協力のための第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)では、ナトリウム冷却高速炉(SFR)や超高温ガス炉(VHTR)に関する協力を継続した。また、多国間協力の推進に当たっては、関係府省と綿密な連絡・調整を行って進めている。

○ 国際拠点としての環境整備については、外国人上級研究者も委員として参画した国際拠点化推進委員会において、機構の国際化、国際拠点化のための検討を行った。また、外国人研究者に必要な資料等の英語表示、宿舍の改善、研究拠点間の情報交換を推進した。なお、平成 25 年度の外国人招聘者・駐在者等の総数は約 430 名(平成 24 年度約 380 名)で、前年度比で約 12%増加した。

○ 国際機関への支援では、IAEA、OECD/NEA、ITER 等へ職員を長期派遣するとともに、国際機関の諮問委員会、専門家会合等へ専門家を派遣した。国際機関等への職員の長期派遣者数は、平成 25 年度末時点で IAEA に 7 名、OECD/NEA に 4 名、ITER 機構に 8 名、包括的核実験禁止条約準備事務局(CTBTO)へ 2 名の総計 21 名(平成 24 年度末 17 名)である。また、国際機関の諮問委員会、専門家会合等への専門家の派遣者数は、各機関から機構の特定の専門家を指定した参加依頼によるものも含め、平成 25 年度 IAEA へ約 160 名、OECD/NEA へ約 60 名、OECD/IEA へ約 10 名、ITER(及び BA)へ約 160 名、CTBTO へ約 10 名の総計約 400 名であり、これらの国際機関の運営、国際協力の実施、査察等の評価、国際基準の作成等に貢献した。

○ アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の各種委員会、プロジェクトに専門家が参加している。また、アジア諸国との人材育成・技術支援等に係る協力については、各国の原子力技術基盤の向上とともに、日本の原子力技術の国際展開にも寄与することを目指した。カザフスタンでは高温ガス炉の導入計画の支援として、カザフスタン国立原子力センター等との協力を継続するとともに、国際科学技術センター(ISTC)の枠組みの下で、カザフスタンの WWR-K 炉を

用いた高燃焼度化被覆粒子燃料の照射試験を継続した。

○ 国際人材育成では、文部科学省の放射線利用技術等国際交流(講師育成)事業の一環として、アジア諸国 8 か国から原子力技術者約 40 名を受入れ、将来各国において指導教官となる人材を育成する講師育成研修を開催した。また、原子力専門家約 50 名をアジア 8 か国に派遣し、現地で研修を行うフォローアップ研修を開催した。更に、アジア 9 か国より原子力関係者や技術者約 50 名を日本に受入れ、原子力技術セミナーを開催した。

なお、福井県のエネルギー研究開発拠点化計画に関連して、県の機関、地元大学等と協力し、若狭湾エネルギー研究センターと連携したナトリウム保守研修教育や廃炉措置業務研修生の受入れなど、国際的な人材育成に取り組んだ。

○ 日本の状況を踏まえた戦略的取組の一環として、東京電力福島第一原子力発電所事故関連の国際協力を積極的に推進した。

○ 国際機関への職員の派遣については、国際協力を推進する観点から、国際機関等のニーズを考慮するとともに、派遣される職員の能力や適性も考慮しながら、適任者を選出し継続的に派遣している。更に、職員の持つ能力をより実践的に発揮させるとともに、国際的人材の養成を図る観点から、平成 25 年 4 月より IAEA 技術協力局にポストを設け、事務職 1 名を新たに派遣した。なお、国際機関への長期派遣者は 21 名で、対前年度 4 名増加した。

安全保障貿易管理については、技術の提供に適用できる特別一般包括役務取引許可(取得済)に加え、貨物の輸出に適用できる包括許可を取得し、一層の効率化を図った。

(viii) 立地地域の産業界等との技術協力

○ 福井県が進めるエネルギー研究開発拠点化計画への協力については、平成 24 年 11 月のエネルギー研究開発拠点化推進会議において作成された「推進方針(平成 25 年度)」に基づき、以下の活動を実施した。

- ・平成 23 年 4 月に設置された「福井県国際原子力人材育成センター」への協力については、事業運営委員会委員として参画した他、研修事業等の実施に協力した。また、「広報・理解活動(PA)コース」や「原子力発電安全基盤コース」について、技術者の派遣や施設見学への協力を実施した。
- ・国際原子力情報・研修センターにおいては、機構職員に対する研修を実施しつつ、「福井県国際原子力人材育成センター」等との連携の下、アジアからの研修生を対象とした「原子力プラント安全コース(平成 25 年 10 月～11 月に実施し、9 か国から 10 名が参加)」、「原子力行政コース(平成 25 年 11 月～12 月に実施し、9 か国から 10 名が参加)」を実施した。中等・初等教育に対し、原子力・エネルギー教育への協力として、理科教育支援の出前事業やハイブリッドカート等を利用した地域行事への参加などを継続して実施した。これらは、地元の教育機関から好評を得ている。
- ・国際会議については、敦賀市において 3 件のワークショップ・講演会(4 月:「もんじゅ」を

活用した国際共同研究に関する国際ワークショップ;10月:「フランスの歴史・文化と原子力利用」講演会;平成26年2月:「市民の視線から見たフランスにおける高レベル放射線廃棄物の処理・処分の歴史と現況」講演会)を開催した。また、外国人研究者の受入機能を強化するために設置したリエゾンオフィスの活動を継続し、福井大学との連携のもと2名の外国人研究者等を受け入れた。

さらに、大学・高等教育に対しては、地元の大学を中心とした研修の受入や県内におけるスーパーサイエンスハイスクール活動への支援・協力を実施した。

- ・「ナトリウム工学研究施設(旧仮称:プラント実環境研究施設)」については、建物の建設工事を開始、内装設備(試験研究設備)の製作を実施した。
- ・「プラント技術産学共同開発センター(仮称)の整備」については、敦賀市駅周辺開発整備計画の変更を踏まえ、関係機関と調整を図りながら、整備場所等の検討を実施した。
- ・「プラント技術産学共同開発センター(仮称)」の一機能として整備する産業連携技術開発プラザ(仮称)においては、原子力機構が有する技術課題を地域企業と共同して解決する「技術課題解決促進事業」について、第29回オープンセミナー(5/30,31)を利用し課題11テーマの公募を行い、結果、県内企業15社の企業を採択して実施した。
- ・原子力機構が保有している特許や技術成果を活用し、成果展開事業(震災対応含む)(福井市2件、財)若狭湾エネルギー研究センターの支援事業(敦賀市1件、鯖江市1件)を実施した。また、実用化、製品化に向けた特許共同出願(鯖江市2件、若狭町1件)の手続きを積極的に進めている。
- ・プラント技術産学共同開発センター(仮称)の一機能であるレーザー共同研究所においては、レーザー技術の原子力施設への適用研究、産業応用研究等を機構内外組織との研究協力を含めて継続し、「複合型光ファイバー」の産業利用の一環として医療機器の開発に関する7件の共同研究を含めて23件の共同研究等を実施した。
- ・広域連携大学拠点の形成への協力については、福井大学附属国際原子力工学研究所との連携を進め、同研究所等に12名の客員教授等を派遣するとともに、原子力施設の廃止措置に係る研究や放射線照射効果に関する研究、また、レーザー技術を応用した研究等の共同研究9件を実施した。

○ 幌延深地層研究センターにおける地域の研究機関との研究協力としては、公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所との研究協力(研究交流会:平成25年7月、平成26年1月)並びに北海道大学等との情報交換会(平成25年11月)、電力中央研究所等の共同研究に係る委員会(平成26年1月)など、地域の大学や研究機関との研究協力・支援を実施した。

地域支援としては、「ゆめ地創館」を第二会場として開催された北海道経済産業局及び幌延町主催の「おもしろ科学館2013inほろのべ」(平成25年9月7日~8日、入場者数:約1,100人)に合わせて、親子バスツアーによる機構の地下施設見学会等を実施した。

○ 東濃地科学センターにおける地域の研究機関との研究協力については、東濃地震科学

研究所との研究協力会議を平成25年6月に開催し、瑞浪超深地層研究所の研究坑道等における観測計画の調整を行うとともに、研究坑道内に設置した傾斜計等による地震時の岩盤状態の変化等の観測を支援した。また、岐阜大学とは、平成25年6月に研究協力協議会を開催し、情報交換及び研究協力について検討した。検討結果を踏まえ、平成26年1月に機構職員3名を講師として岐阜大学へ派遣し、「地層処分の社会的受容の要因は何か？－社会心理学的視点から－」、「地下深部の地下水循環と化学環境」及び「加速器質量分析の原理」という3つのテーマで、高レベル放射性廃棄物の地層処分の社会的受容性、深部地質環境の特性及び年代測定技術開発に関する集中講義を実施した。

立地地域の産業界への技術協力については、平成26年1及び2月に岐阜県多治見市主催のビジネスフェア(「き」業展:地域の110の企業・団体が参加)にブースを出展し、機構所有の知的財産等の紹介を行った(入場者数:約4,400人、ブース来訪者数:約700人)。

地域行事への参加・協力については、土岐商工会議所主催「TOKI-陶器祭り」(平成25年4月、ブース来訪者数:約1,300人)、岐阜県先端科学技術体験センター主催「サイエンスフェア2013」(平成25年7月、ブース来訪者数:約1,100人)、瑞浪商工会議所主催「瑞浪美濃源氏七夕まつり」(平成25年8月、ブース来訪者数:約600人)、中部経済産業局及び瑞浪市主催「おもしろ科学館2013 in みずなみ」(平成25年11月、ブース来訪者数:約950人)にブースを出展し、運営に協力した。

このような自治体、産業界等のイベントへの参加・協力活動は、情報発信の機会も含め、地域との連帯感の醸成につながるものであり、積極的な参加に努めている。

○ 東海村国際化事務連絡会に協力し、3回会議に参加し、J-PARC利用者の外国人に生活環境改善のニーズを問うアンケートを1回実施した。東海村環境協会に協力し、地元小学校にて、J-PARCの外国人利用者による海外文化紹介を実施した。

J-PARC主催のJ-PARCセミナーとして、海外の著名研究者の講演を開催した。また、一般の参加も可能な形で、英語によるキックオフセミナーを16回開催し、最前線の研究から地元生活密着情報まで、様々な内容の情報交流の場を継続して持っている。

○ 福島大学、福島工業高等専門学校が実施する講義、実習、講演等について、専門家として講師を派遣するとともに、特に実習については機構の施設や設備の活用を図りつつ人材育成の協力などを実施した。

(ix) 社会や立地地域の信頼の確保に向けた取組

a) 情報公開・公表の徹底等

○ 平成25年度における情報公開法に基づく開示請求の受付件数は約20件(24年度:約60件)であり、処理の進行管理を厳格に行い、取下げとなった一部の事案及び対応中の事案を除き、全て期限内に開示決定を行うなど遅滞なく適切に情報公開請求に対応した。また、インフォメーションコーナーを活用し、公共工事の入札・契約情報などの適切な情報提供に努めた。

さらに、国民の理解が得られるよう、機構の情報公開制度が適切かつ円滑に運用されたかどうかを検証するため、外部有識者で構成する情報公開委員会(同検討部会含む)を計2回開催し、今後の留意点などを伺った。

また、情報公開窓口担当者を対象とした窓口対応研修(約10名受講)の実施や、情報公開対応に効果的な具体的情報などをまとめた事例集を作成し周知することで、職員ひとり一人に情報公開制度に対する自覚を高める取り組みと、スキルアップを図った。

報道機関を通じた情報発信は、国民的理解と社会からの信頼を得るために効果的であり、研究成果発表約30件(24年度約40件)をはじめ、機構の安全確保に対する取組状況、施設における事故・故障の情報などに加え、主要な施設の運転状況などを「原子力機構週報」としてほぼ毎週作成し、各研究開発拠点が関係する報道機関への説明を行った。また機構ウェブサイトにおいても内容を掲載し、情報発信に努めた。

さらに、原子力は引き続き国民の社会的関心事であり、報道機関からの取材要請も、平成24年度は約180件、平成25年度は約170件とほぼ同じ水準で推移している。福島事故以前(平成22年度30件)に比べれば、依然として多い状態にある。加えて電話などによる多数の問合せがあり、関係部門の協力を得て、機微情報等には十分留意しつつも、理解を得られるような正確で迅速な情報発信に努めた。

一方、取材などの報道機関側からのアプローチを待つだけではなく、機構から積極的、能動的に情報(研究成果など)発信を行い、平成25年度には、科学論説懇談会等を2回(24年度:1件)、記者勉強会・見学会を約20回(24年度:9件)実施した。

これらの報道対応を行うにあたっては、機構の対応者、及び職員ひとり一人のスキルアップも重要であるため、より適切かつ効果的に情報発信を行うための発表技術向上訓練を継続的に行い、平成25年度は約10回、延べ約80名(24年度:約10回、約80名)が受講した。

なお、以上の対応に当たっては、核物質防護に関する情報、他の研究開発機関等の研究や発明の内容などについて、機構内の所掌組織にその都度確認を取り、誤って情報を公表することがないように、適切な取扱いに留意して行った。

b) 広聴・広報・対話活動の実施

○ 社会や立地地域との共生を目指し、「一人ひとりが広報パーソン」という自覚の下、職員が一丸となった「草の根活動」を基本に、広聴・広報・対話活動を継続して行った。

なお、これら活動の実施にあたっては、常に受け手の目線で考えること、常にコスト意識をもつことに留意しつつ取り組んだ。

○ 具体的には、情報の一方的な発信とならないように、対話による相手の立場を踏まえた双方向コミュニケーションによる広聴・広報を基本とし、約120回の対話活動を延べ約3,500名の方々と行い、立地地域の方々の考えや意見を踏まえた相互理解の促進に努めた。特に、敦賀本部では、地道に立地地域の方々に対する「さいくるミーティング」を始めとする対話活動を県内各地で行った。

また、機構の事業内容を広く知っていただくために、施設公開や施設見学会を開催し、立

地地域の方々を中心に約 270 回で延べ約 13,000 名の参加者を得た。見学会で行ったアンケート結果では、実際に研究施設を見て体験することで、機構の事業内容に対する理解が深まったなどの回答が多く、その効果が確認できた。

研究者及び技術者自らが対話を行うアウトリーチ活動については、約 720 回(延べ約 32,000 名)実施し、自治体や教育機関などとの連携強化と信頼確保に努めた。具体的には、立地地域の小中学生、高校生などを対象とした講演会、出張授業、実験教室などの開催(約 490 回、延べ約 22,000 名)や、東海研究開発センター(那珂核融合研究所含む)、大洗研究開発センター、敦賀本部、関西光科学研究所、幌延深地層研究開発センター及び東濃地科学センターにおけるサイエンスキャンプ(6 拠点、計約 80 名参加)の受入れ、核融合や核図表などをテーマとしたサイエンスカフェの開催、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)における実験の場の提供や講師の派遣など幅広い取組を継続して行った。

研究者・技術者が、放射線や原子力の疑問に答える「原子力・放射線に関する説明会」については、立地地域以外からの依頼にも、各研究開発拠点などと連携して柔軟に対応し、広く国民との対話や相互理解の促進に取り組んだ(約15回、約630 名)。また、福島技術本部が中心となり、福島県内の小中学校・幼稚園・保育所の保護者、先生方等を対象に「放射線に関するご質問に答える会」を開催した(約10回、約1,460 名)。なお、これらの活動で得られたニーズや経験を活かして、より国民の理解を得るため、さらに他の地域での説明など水平展開に供するため、説明資料の改善を図るとともに、質問回答事例とあわせて、説明資料を機構ウェブサイトにも掲載した。これらの活動の他、関係機関と連携して、全国の高等学校を中心に放射線の基礎知識の習得を目的とした放射線セミナーを開催した(約40回、約2,220名)

また、「青少年のための科学の祭典」(東京)、「サイエンスアゴラ」(東京)及び「SSH 生徒研究発表会」(横浜)に出展し、若年層に科学の面白さを体験してもらいながら科学技術への理解増進を図るとともに、福島での取組など機構の事業紹介を行った。海外においても、IAEA 総会において、関係機関と協力して JAPAN ブースを設置し、福島における環境回復に向けた取り組みや廃炉推進に向けた研究開発について紹介する等、積極的な対話による相互理解活動に努めた。

○ 機構ウェブサイトによる情報の発信については、社会のニーズをよりの確に把握し、タイムリー、かつ、わかりやすく提供することを基本に、平成 24 年度に実施した専門家による分析及び評価結果に基づき、メインサイトの全面リニューアルを行った。さらに研究開発成果を幅広くかつ身近に知っていただくために、情報発信力、集客力を向上させる取り組みとして、機構ウェブサイトのコンテンツの充実化を図った。具体的には、ひとり一人が広報パーソンという意識を持ち、研究者、技術者が自らの研究内容を、わかりやすく自らの言葉で紹介する、動画チャンネル「Project JAEA」を作成した。「Project JAEA」では、福島での取り組みや核セキュリティ、地層処分、核変換など、国民の関心の高い研究開発成果を 5 分程度のビデオにまとめ、15 本を公開している。これらの視聴数の分析結果を踏まえ、幅広い研究テーマを題材とし、今後も更なる集客力の向上につながるコンテンツの充実を図っていく。

また、写真や画像中心の電子版広報誌「graph JAEA」を創刊し、福島での取り組みや機構

で働く女性研究者を特集して紹介するなど、機構職員の顔が見える工夫を行った。以上の取り組みによりアクセス数が前年度に比べて飛躍的に増加した。

なお、リニューアル後の Web アンケート結果では、特に「一般の方」や「子どもたち・先生方へ」向けのコンテンツの充実を図ることによりアクセス数の更なる増加が見込まれることが分かったため、今後も効果的な改善を継続する。

一方、外部向け広報誌「未来へげんき」を4回発行し、福島での取り組みや地層処分などの社会的に関心の高い研究開発成果や機構改革への取り組みの他、さまざまな対話活動で得られた放射線に関する質問や疑問に対して、丁寧でわかりやすい解説を掲載し、国民の理解増進に努めた。広報誌は一般の方々を始め自治体やマスコミ、関係機関などに配布し、幅広い情報展開を行っている。広報誌の読者アンケートの結果では、約8割の方から福島における環境回復に向けた取り組みや廃炉推進に向けた研究開発など、機構の事業内容に関する理解が進んだとの回答を得ており、その効果が確認できた。

前年度に科学技術への興味喚起と理解促進の目的で制作した、放射線に関する歴史や科学的な解説などをまとめたDVDを外部展示で上映するほか、自治体や関係機関に配布したところ、多くの方々から高い関心が寄せられたため、今後は機構ウェブサイトでの公開を行い、更なる展開を図っていく。

また、放射線利用による研究開発分野を、一般の方に身近に感じていただくため、イラストを活用してわかりやすく、日常的に身の回りで活用されている放射線を紹介するリーフレット「広がる放射線の利用」を製作し、外部展示等において幅広く配布を行った。

○ 平成24年度に整理合理化の観点から見直しを行った展示施設については、残る3つの施設(むつ科学技術館(むつ)、大洗わくわく科学館(大洗)、きつづ光科学館ふおとん(木津川))の合理的な運営を継続するとともに、大洗わくわく科学館及びきつづ光科学館ふおとんについて、機構改革計画に基づき、他法人への移管等に向けた検討を行った。

○ これらの活動の実施にあたっては、外部有識者からなる広報企画委員会を組織し、助言や意見をいただきながら取り組んだ。

⑩ 法人共通事業

本事業は、人件費(役職員給与、任期制職員給与等)、一般管理費(管理施設維持管理費、土地建物借料、公租公課等)など組織運営に必要となるものである。

本事業に要した費用は、3,581百万円(うち、一般管理費3,569百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営費交付金収益3,309百万円等である。