

平成 24 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1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	7
3. 簡潔に要約された財務諸表	8
(1) 貸借対照表	8
(2) 損益計算書	9
(3) キャッシュ・フロー計算書	10
(4) 行政サービス実施コスト計算書	10
(5) 財務諸表の科目	10
① 貸借対照表	10
② 損益計算書	11
③ キャッシュ・フロー計算書	12
④ 行政サービス実施コスト計算書	12
4. 財務情報	13
(1) 財務諸表の概況	13
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	13
② セグメント事業損益の経年比較・分析	15
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	22
(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	25
5. 事業の説明	26
(1) 財務構造	26
(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	27
① 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	27
② 高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発	39
③ 高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発	52
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	56
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	68
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	80
⑦ 放射性廃棄物の埋設処分	116
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	118
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	122
⑩ 法人共通事業	143

1. 国民の皆様へ

平成23年3月11日に発生した東日本大震災の影響はまことに甚大で、東京電力福島第一原子力発電所においては、未曾有の原子力事故が起こり、2年以上を経過した今もなお、被災地では深刻な状況が続いております。避難を余儀なくされ心労の絶えない毎日を過ごされている方々をはじめとする多くの被災者の方々には、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は、複数の原子炉の炉心が溶融するという過酷事故であり、その結果原子炉建家が水素爆発で破壊され放射性物質が外部に飛散するなど重大かつ深刻な大事故でした。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、東京電力福島第一原子力発電所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、サイト外の環境放射能の測定や除染技術開発、サイト内の廃止措置技術に関する研究開発などを行ってきましたが、今後とも、それらの活動を加速させ、重点事業に位置付けて取り組んでまいります。また、政府は、本年2月「東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議」を設置し廃炉に向けた取り組み体制を刷新するとともに、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の整備を早急に具体化することとし、3月の第1回会合で、機構が中心になって計画を進めるよう指示がなされました。本件の遂行は、技術的に決して容易な課題ではありませんが、機構の有する総合的研究開発能力を駆使し、この付託に応えてまいります。

一方、東日本大震災の発生により、機構施設も、大きな被害を受けましたが、被災した各施設について順次復旧が終了し、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」の緊急安全対策の実施、国際協力も活用した安全設計クライテリアの検討等の高速増殖炉サイクル技術開発、処分事業と安全規制の両面を支える技術基盤を整備するための地層処分研究開発等の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に着手した核融合エネルギー研究開発、レーザー駆動による陽子線発生技術の開発やイオンビーム育種による新品種の作出等の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幅広い研究開発についても、平成24事業年度計画の達成に努力いたしました。他方、「もんじゅ」の保守管理上の不備の発生については、原子力規制委員会からの命令等を深刻に受け止め、経営の最重要課題として改善に取り組み、一日も早い信頼回復に向けて取り組んでおります。

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改めて深く意識し、機構に与えられた国民からの負託に組織の全力を傾注して応えていく所存です。引き続き皆様のご指導とご支援を賜りますよう、宜しくお願い申し上げます。

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) (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
- (x i) 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38年 8月 特殊法人として日本原子力船開発事業団発足
- 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

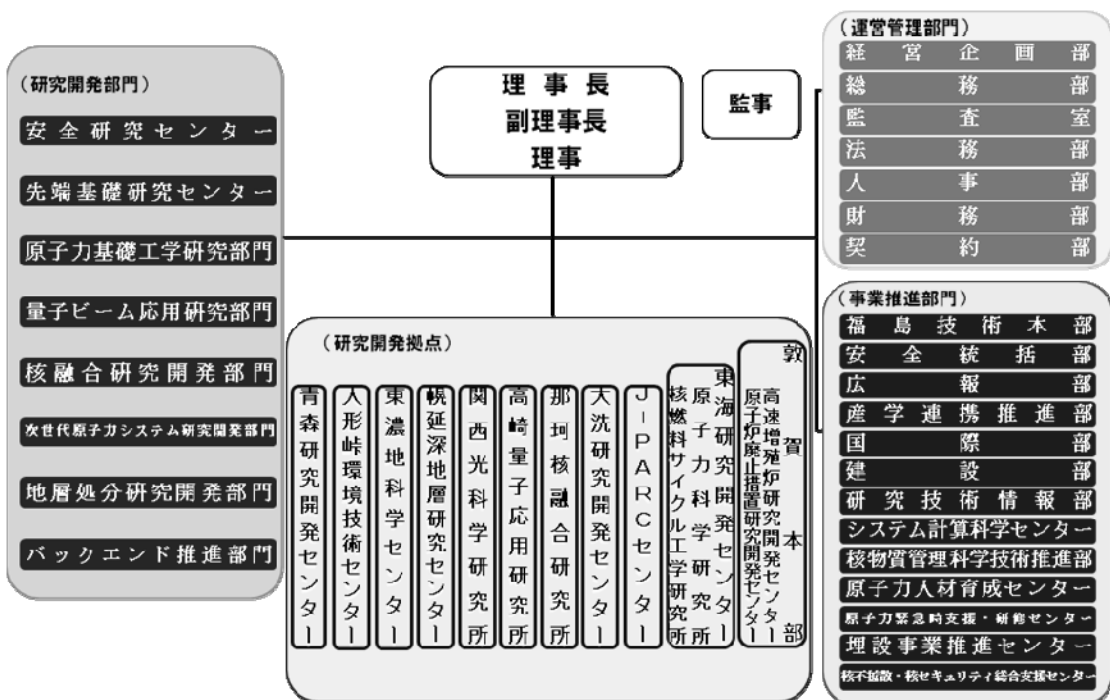
④ 設立根拠法

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

⑥ 組織図(平成25年1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駮字表館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
Bureau de Paris 4/8, rue Sainte-Anne, 75001 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	792,175	85,000	606	876,569
民間出資金	16,419	0	3	16,417
資本金合計	808,594	85,000	609	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25年3月31日現在)

役名	氏名	任期	主要経歴
理事長	鈴木 篤之	平成22年8月17日～ 平成27年3月31日	昭和46年 3月 東京大学大学院工学系研究科 博士課程修了 昭和46年 3月 東京大学工学博士取得 昭和61年 8月 東京大学教授 平成13年 4月 内閣府原子力安全委員会委員 平成18年 4月 内閣府原子力安全委員会委員長 平成22年 6月 財団法人エネルギー総合工学 研究所理事長 平成22年 8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	伊藤 洋一	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	昭和57年 3月 東京大学工学部原子力工学科 卒業 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 平成19年 7月 文部科学省研究振興局 振興企画課長 平成20年 7月 同省大臣官房参事官 平成22年 7月 同省大臣官房審議官 (生涯学習政策局担当) 平成24年 1月 日本原子力研究開発機構理事

理事	上塚 寛	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	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 昭和58年 9月 北海道大学工学博士取得 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 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 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 平成24年 4月 同機構理事
理事	片山 正一郎	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	昭和50年 3月 東京大学大学院工学系研究科 修士課程修了 平成12年 6月 科学技術庁原子力安全局 原子力安全課長 平成14年 8月 原子力安全・保安院審議官 平成17年 1月 文部科学省科学技術・ 学術政策局次長 平成17年 7月 内閣府原子力安全委員会 事務局長 平成19年 8月 日本原子力研究開発機構理事
理事	南波 秀樹	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	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 昭和55年 3月 東京工業大学理学博士取得 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 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 平成22年 4月 同機構量子ビーム応用研究 部門長 平成24年 4月 同機構理事
理事	野村 茂雄	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	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 昭和52年 3月 早稲田大学工学博士取得 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 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 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 平成21年10月 同機構理事

理事	廣井 博	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	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 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 平成15年 4月 同機構敦賀本部業務統括部長 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 平成19年10月 同機構 大洗研究開発センター所長 平成23年10月 同機構理事
理事	横溝 英明	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	昭和51年 3月 東京大学大学院理学系研究科 物理学専門課程修了 昭和51年 3月 東京大学理学博士取得 平成 7年10月 日本原子力研究所関西研究所 大型放射光開発利用研究部 加速器系開発グループリーダー 平成13年 4月 同研究所東海研究所 中性子科学研究センター長 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 原子力科学研究所長 平成19年10月 同機構理事
監事	高山 丈二	平成23年10月1日～ 平成25年9月30日	昭和49年 3月 神戸大学経営学部卒業 平成 4年12月 会計検査院第4局 農林水産検査第2課長 平成16年 4月 同院事務総長官房総括審議官 平成16年12月 同院第3局長 平成19年 7月 同院第5局長 平成20年 7月 国立国会図書館専門調査員 (調査及び立法考査局経済 産業調査室主任) 平成23年10月 日本原子力研究開発機構監事
監事	山根 芳文	平成23年10月1日～ 平成25年9月30日	昭和50年 3月 早稲田大学法学部卒業 平成16年 4月 日本原子力研究所財務部長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 財務部長 平成20年 4月 同機構人事部長 平成21年10月 同機構監事

(5) 常勤職員の状況

常勤職員は平成24年度末において3,892人(前期末比30人減少、0.8%減)であり、平均年齢は44.4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15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	210,886	流動負債	83,192
現金及び預金	148,630	運営費交付金債務	14,516
核物質	8,470	未払金	37,426
その他	53,786	その他	31,251
固定資産	655,337	固定負債	197,579
有形固定資産	625,584	資産見返負債	161,107
建物	132,661	その他	36,472
機械・装置	84,012		
土地	85,151	負債合計	280,771
建設仮勘定	226,732	純資産の部	
その他	97,028	資本金	892,986
無形固定資産	3,122	政府出資金	875,569
特許権	364	民間出資金	16,417
その他	2,758		
投資その他の資産	26,631	資本剰余金	△ 329,302
		資本剰余金	47,079
		損益外減価償却累計額	△ 361,053
		損益外減損損失累計額	△ 15,244
		その他	△ 84
		利益剰余金	21,768
		純資産合計	585,451
資産合計	866,223	負債・純資産合計	866,223

(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)	182,146
業務費	149,435
職員等給与費	29,867
法定福利費	6,555
退職金	6,444
減価償却費	10,767
その他	95,801
受託費	28,344
職員等給与費	172
法定福利費	111
退職金	33
減価償却費	504
その他	27,524
一般管理費	4,138
役員給与費	152
職員等給与費	1,388
法定福利費	299
退職金	273
減価償却費	110
その他	1,916
財務費用	111
その他	118
経常収益(B)	183,772
運営費交付金収益	128,013
受託研究収入	28,214
施設費収益	193
補助金等収益	12,703
資産見返負債戻入	8,567
その他	6,082
経常利益	1,626
臨時損益(C)	△ 1
法人税、住民税及び事業税(D)	62
前中期目標期間繰越積立金取崩額(E)	259
当期総利益(B-A+C+D+E)	1,823

(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)	34,028
人件費支出	△ 55,484
補助金等収入	31,118
自己収入等	185,093
その他収入・支出	△126,698
II 投資活動によるキャッシュ・フロー (B)	△ 33,811
III 財務活動によるキャッシュ・フロー (C)	82,016
IV 資金増加額 (又は減少額) (D=A+B+C)	82,233
V 資金期首残高 (E)	66,397
VI 資金期末残高 (F=E+D)	148,630

(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	156,155
損益計算書上の費用 (控除) 自己収入等	190,621 △ 34,465
(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	19,403
III 損益外減損損失相当額	1,098
IV 損益外利息費用相当額	△1
V 損益外除売却差額相当額	18
VI 引当外賞与見積額	△83
VII 引当外退職給付増加見積額	17,357
VIII 機会費用	3,985
IX (控除) 法人税等及び国庫納付額	△ 62
X 行政サービス実施コスト	197,869

(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使途に従い、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24年度の経常費用は、182,146百万円と、前年度比7,437百万円増(4%増)となっている。これは、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力(株)福島第一原子力発電所事故への対処に関する経費の増加が主な要因である。

(経常収益)

平成24年度の経常収益は、183,772百万円と、前年度比6,403百万円増(3%増)となっている。これは、政府受託研究収入の13,349百万円増(111%増)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24年度の当期総利益は1,823百万円となっている。

(資産)

平成24年度末現在の資産合計は、866,223百万円と前年度末比107,951百万円増(14%増)となっている。これは投資その他の資産の5,970百万円増(29%増)、現金及び預金等流動資産の92,777百万円増(79%増)が主な原因である。

(負債)

平成24年度末現在の負債合計は、280,771百万円と前年度末比38,187百万円増(16%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7,831百万円増(57%増)のほか、資産見返負債の24,968百万円増(18%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24年度の業務活動におけるキャッシュ・フローは、34,028百万円と、前年度比8,459百万円増(33%増)となっている。これは、研究開発活動に伴う支出が12,891百万

円増(12%増)、災害損失の支払額が3,108百万円減(82%増)となったことが主な要因である。

(投資活動によるキャッシュ・フロー)

平成24年度の投資活動におけるキャッシュ・フローは、△33,811百万円と、前年度比12,484百万円減(59%減)となっている。これは、有形固定資産の取得による支出が前年度比10,020百万円増(38%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24年度の財務活動におけるキャッシュ・フローは、82,016百万円と、前年度比84,430百万円増(3497%増)となっている。これは、24年度に福島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20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度
経常費用	178,797	180,517	161,701	174,709	182,146
経常収益	178,572	193,909	163,825	177,370	183,772
当期総利益 (△当期総損失)	△ 282	13,336	3,595	5,275	1,823
資産	759,111	740,730	760,790	758,271	866,223
負債	145,305	152,826	215,746	242,585	280,771
利益剰余金	2,613	15,949	17,606	20,204	21,768
業務活動によるキャッシュ・ フロー	24,376	20,953	70,543	25,570	34,028
投資活動によるキャッシュ・ フロー	△ 16,968	△ 15,612	35,022	△ 21,327	△ 33,811
財務活動によるキャッシュ・ フロー	△ 1,009	△ 945	2,316	△ 2,414	82,016
資金期末残高	26,967	31,364	64,568	66,397	148,630

② セグメント事業損益の経年比較・分析

一般勘定の事業利益は173百万円と、前年度比1,148百万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112百万円となっている。これは、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19百万円と、前年度比17百万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」セグメントの事業利益は47百万円と、前年度比1,150百万円の減となっている。これは、補助金財源で貯蔵品を取得したことにより、338百万円の利益が発生したことが主な要因である。
- ・「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47百万円と、前年度比41百万円の増となっている。これは、リース資産に係る収益化により、3百万円の利益が発生したことが主な要因である。
- ・「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1百万円と、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58百万円と、前年度比7百万円の減となっている。これは、自己財源で取得した資産の減価償却により、13百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「法人共通」セグメントの事業利益は5百万円と、前年度比166百万円の減となっている。これは、リース資産の支払いに係る収益化により、9百万円の利益が発生したことが主な要因である。

電源利用勘定の事業損失は363百万円と、前年度比2,585百万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0百万円となっている。
- ・「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302百万円と、前年度比2,872百万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、297百万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7百万円となっている。
- ・「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71百万円と、前年度比295百万円の減となっている。これは、自己財源の資産を減価償却したことにより、76百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「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225百万円と、前年度比101百万円の減となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの事業損失は3百万円と、前年度比35百万円の減となっている。これは、自己財源の資産を減価償却したことにより、3百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「法人共通」セグメントの事業利益は、231百万円と、前年度比125百万円の減となっている。これは、運用利息分、237百万円の利益が発生したことが主な要因である。

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		
	H20	H21	H22	H23	H24
一般勘定	149	2,285	△178	1,321	173
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
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)	77	540	△28	3	19
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)	70	178	90	1,196	47
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)	△5	129	△44	5	47
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)	2	0	△11	△2	1

国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	△2	△29	△59	△66	△58
法人共通	7	1,466	△124	△172	5
電源利用勘定	△ 374	2,466	△ 1,723	△ 2,948	△363
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
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)	△ 16	△ 447	△ 1,639	△ 3,174	△302
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
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)	△ 1	△ 674	107	225	△71
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)	△359	△672	△10	△326	△225
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	△ 2	△ 6	△ 6	△ 38	△3
法人共通	5	4,264	△141	356	231
埋設処分業務勘定	-	8,641	4,024	4,288	1,817
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
合 計	△225	13,392	2,123	2,661	1,626

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、385,658百万円と、前年度比100,802百万円の増(35%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、90,717百万円と、前年度比88,502百万円の増(3995%増)となっている。これは、現金及び預金の87,908百万円の増加が主な要因となっている。
- ・「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、86,549百万円と、前年度比13,836百万円の増(19%増)となっている。これは、未成受託研究支出金の7,848百万円の増加、建設仮勘定の8,007百万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、102,213百万円と、前年度比240百万円の減(0.2%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」セグメントの総資産は、50,128百万円と、前年度比27百万円の減(0.1%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関わる技術開発」セグメントの総資産は、25,355百万円と、前年度比4,289百万円の減(14%減)となっている。これは、現金及び預金の2,760百万円の減少が主な要因となっている。
- ・「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、21,716百万円と、前年度比2,932百万円の増(16%増)となっている。これは、現金及び預金の2,316百万円の増加が主な要因となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、8,980百万円と、前年度比88百万円の減(1%減)となっている。

電源利用勘定の総資産は、461,694百万円と、前年度比5,306百万円の増(1%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、1,252百万円と、前年度比1,063百万円の増(565%増)となっている。これは、現金及び預金の742百万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、248,665百万円と、前年度比7,524百万円の減(3%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、48,050百万円と、前年度比4,624百万円の増(11%増)となっている。これは、建設仮勘定の4,959百万円の増加が主な要因となっている。
- ・「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、83,067百万円と、前年度比2,634百万円の減(3%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関わる技術開発」セグメントの総資産は、21,645百万円と、前年度比631百万円の増(3%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、18,241百万円と、前年度比311百万円の減(2%減)となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、40,773百万円と、前年度比9,457百万円の増(30%増)となっている。これは、投資有価証券の6,084百万円の増加が主な要因となっている。

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		
	H20	H21	H22	H23	H24
一般勘定	271,384	269,931	275,890	284,856	385,658
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
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)	47,993	52,302	62,540	72,713	86,549
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)	104,130	100,124	94,326	102,453	102,213
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)	53,754	54,119	50,796	50,155	50,128

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)	45,553	43,120	43,073	29,644	25,355
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	13,444	13,304	15,664	18,784	21,716
法人共通	6,511	6,962	9,491	8,892	8,980
電源利用勘定	488,033	462,138	472,117	456,388	461,694
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
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)	429,563	414,145	331,082	256,190	248,665
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
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)	4,805	3,859	46,011	85,702	83,067
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)	26,945	21,614	22,181	21,014	21,645
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	18,888	17,349	19,081	18,552	18,241
法人共通	7,831	5,171	23,959	31,316	40,733
埋設処分業務勘定	-	8,660	12,782	17,027	18,871
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
合計	759,111	740,730	760,790	758,271	866,223

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24年度決算において、一般勘定で350百万円の当期総利益が計上されているが、これは、受託研究等の自己収入により固定資産を取得した場合、収益は計上されるが、費用は後年度の減価償却費として計上されるなど、財務決算上の収益と費用の計上期のズレにより生じたものである。当該利益は現金を伴うものではないため、目的積立金の申請はできない。

また、電源利用勘定においては、旧法人から承継した資産が費用化したこと等により、344百万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、埋設処分業務勘定においては、1,817百万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ないものであり、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24年度発生したため、この費用に相当する額として、それぞれ、214百万円、45百万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24年度の行政サービス実施コストは197,869百万円と、前年度比14,871円減(7%減)となっているが、これは、損益外減価償却相当額の18,438百万円減(49%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		
	H20	H21	H22	H23	H24
業務費用	155,160	159,692	146,656	161,961	156,155
うち損益計算書上の費用	180,214	181,826	162,217	183,674	190,621
うち自己収入	△ 25,053	△ 22,134	△ 15,561	△ 21,713	△ 34,465
損益外減価償却相当額	55,096	47,988	45,175	37,842	19,403
損益外減損損失相当額	452	189	502	239	1,098
損益外利息費用相当額	-	-	75	14	△ 1
損益外除売却差額相当額	-	-	517	263	18
引当外賞与見積額	△ 366	△ 436	△ 99	△ 11	△ 83

引当外退職給付増加見積額	9,882	9,997	△ 8,795	6,292	17,357
機会費用	10,223	10,049	8,430	6,200	3,985
(控除) 法人税等及び国庫納付金	△ 54	△ 54	△ 58	△ 61	△ 62
行政サービス実施コスト	230,394	227,424	192,402	212,740	197,869

(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

- ・安全管理棟(東海研究開発センター)
(取得原価 803百万円)
- ・安全基礎工学試験棟(東海研究開発センター)
(取得原価 196百万円)
- ・新工作工場(東海研究開発センター)
(取得原価 79百万円)

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
- ・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
- ・固体廃棄物減容処理施設の整備
- ・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

- ・事務1棟及び2棟の除却(東海研究開発センター)
(取得価格 60百万円、減価償却累計額 30百万円)

(3) 予算・決算の概況

(単位:百万円)

区分	平成 20 年度		平成 21 年度		平成 22 年度		平成 23 年度		平成 24 年度		
	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	差額理由
収入											
運営費交付金	168,697	168,697	169,111	169,111	167,937	167,937	157,901	157,901	147,501	147,501	
施設整備費補助金	12,827	15,356	10,388	10,001	7,708	6,981	19,665	9,023	23,669	15,652	*1
設備整備費補助金	—	—	—	—	—	—	—	—	8,725	0	*1
国際熱核融合実験炉 研究開発費補助金	4,611	4,285	8,669	6,840	5,248	6,647	5,581	4,936	15,517	16,510	*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	
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
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	*1
核セキュリティ強化等 推進事業費補助金	—	—	—	—	—	—	1,115	870	966	966	
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	*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	*2
その他の補助金	—	—	0	384	0	263	0	163	0	165	*3
受託等収入	1,164	17,509	1,137	19,441	1,141	13,004	1,967	17,084	1,392	26,729	*4
その他の収入	2,554	2,503	2,384	2,906	2,319	5,440	2,141	2,688	2,152	2,747	*5
廃棄物処理処分負担 金	10,000	9,422	10,000	9,458	9,400	9,515	9,400	9,581	9,400	9,639	*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	199,852	217,772	208,153	218,823	197,987	212,328	209,889	214,143	308,511	318,276	
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	
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	
前年度よりの繰越金 (埋設処分積立金)	—	—	—	—	8,741	8,641	12,720	12,722	16,840	16,961	

支出												
一般管理費	18,148	17,312	17,406	16,670	16,032	15,588	15,687	15,295	15,051	13,981	*7	
事業費	158,957	160,717	162,930	172,165	154,523	139,898	144,624	148,441	141,990	136,032	*8	
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	12,827	15,219	10,400	9,917	7,708	6,833	19,696	8,875	21,468	13,313	*1	
東日本大震災復興施設整備費補助金経費	—	—	—	—	—	—	—	—	2,329	2,324	*9	
設備整備費補助金経費	—	—	—	—	—	—	—	—	8,725	0	*1	
国際熱核融合実験炉研究開発費補助金経費	4,611	4,245	8,669	6,685	5,248	6,538	5,581	4,798	15,517	16,402	*2	
東日本大震災復興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	*9	
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	
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	*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	*9	
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	*9	
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	*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	*2	
その他の補助金経費	—	—	0	375	0	250	0	153	0	151	*3	
受託等経費	1,164	17,589	1,137	18,916	1,137	12,221	1,963	20,219	1,389	24,795	*4	
廃棄物処理処分負担金繰越	4,146	3,997	5,038	4,586	—	—	—	—	—	—		
廃棄物処理事業経費繰越	—	—	33	118	—	—	—	—	—	—		
計	199,852	219,078	208,153	230,003	188,882	183,794	200,785	210,295	221,624	221,136		
廃棄物処理処分負担金繰越	—	—	—	—	18,483	19,203	23,479	24,782	29,499	30,688	*10	
廃棄物処理事業経費繰越	—	—	—	—	150	2,917	187	3,016	2,895	2,747	*11	
埋設処分積立金繰越	—	—	—	—	12,814	12,722	16,948	16,961	18,391	18,767	*12	
放射性物質研究拠点施設等整備事業経費繰越	—	—	—	—	—	—	—	—	80,000	85,000	*13	

- *1 差額の主因は、次年度への補助事業の繰越等による減
*2 差額の主因は、前年度よりの補助事業の繰越による増
*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

- *4 差額の主因は、受託事業等の増
- *5 差額の主因は、事業外収入等の増
- *6 差額の主因は、資金運用による増
- *7 差額の主因は、固定資産税等の減
- *8 差額の主因は、経費の削減及び翌年度への繰越等による減
- *9 差額の主因は、経費の節減等による減
- *10 決算欄記載金額は、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。
- *11 決算欄記載金額は、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。
- *12 決算欄記載金額は、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。
- *13 決算欄記載金額は、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 13.0%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 20.1%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23年度に引き続き、平成24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24年11月に中間評価、平成25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、良好事例や留意が必要な項目の抽出等により、取組に対する評価を行った。その結果、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。

- ① 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。
- ② 電子データによる情報共有、両面コピーの徹底等を通じて、機構全体でコピー使用料の削減を図った。

また、年度評価結果を踏まえ、平成 25 年 3 月に、平成 25 年度業務効率化推進計画を策定した。

平成 24 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%				
事業費	154,799	100%	145,859	94%	140,904	91%	123,676	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183,772百万円で、その内訳は、運営費交付金収益128,013百万円(経常収益の70%)、政府受託研究収入25,327百万円(経常収益の14%)、その他民間受託研究収入等30,432百万円(経常収益の16%)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4,980百万円(経常収益の3%)、政府受託研究収入16,649百万円(経常収益の9%)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35,643百万円(経常収益の19%)、政府受託研究収入6,220百万円(経常収益の3%)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4,169百万円(経常収益の2%)、政府受託研究収入792百万円(経常収益の0.4%)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、運営費交付金収益6,534百万円(経常収益の4%)、補助金等収益5,438百万円(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10,331百万円(経常収益の6%)、補助金等収益6,285百万円(経常収益の3%)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25,925百万円(経常収益の14%)、政府受託研究収入1,040百万円(経常収益の1%)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19,791百万円(経常収益の11%)、政府受託研究収入153百万円(経常収益の0.1%)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16,769百万円(経常収益の9%)、政府受託研究収入324百万円(事業収益の0.2%)等
- 10) 法人共通事業では、運営費交付金収益3,895百万円(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み、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、22,547百万円(うち、業務費5,688百万円、受託費16,853百万円)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(4,980百万円)、政府受託研

究収入(16,649百万円)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。

○ 平成 23 年 12 月 21 日に「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研究開発計画について」が、原子力災害対策本部政府・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)において策定され、研究開発計画とこれを推進する体制が示された。この体制の下、個別の研究開発課題の役割分担について、関係省庁や原子力事業者等と調整を行い、役割分担を明確にして実施した。また、関連する会議を通じて、現場の状況と研究開発ニーズを把握するとともに、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。

平成 24 年度補正予算により、資源エネルギー庁から、遠隔操作機器・装置の開発・実証試験施設及び放射性物質の分析・研究施設に係る施設整備費の出資を受け、遠隔操作機器・装置の開発・実証試験施設の建設準備として立地場所に関する候補地の評価を行い、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議に報告した。

平成 25 年 3 月 7 日に研究開発を効率的、効果的に実施するための研究開発運営組織の設立に向けた準備作業を加速するため、原子力事業者やプラントメーカー等とともに設立準備チームを設け、設立に向けた調整・準備等に着手した。また、機構が有する人員・施設を効果的、効率的に活用して研究開発を実施できるよう、平成 24 年 4 月、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)にそれぞれ福島技術開発特別チームを設置し、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組織改編を行った。7 月には、東京電力福島第一原子力発電所敷地内の汚染状況の調査、汚染水、ガレキ試料等の採取、分析、輸送等を的確に実施するために福島技術開発現地対応グループを設置し、現場対応力の向上を図った。さらに、10 月には、廃止措置等に向けた研究開発を行う試験施設を有する一部組織を改組し、原科研及び核サ研にそれぞれ福島技術開発試験部を、大洗研に福島燃料材料試験部を設置し、各拠点において、より効果的な研究開発が展開できる体制を整えた。

○ 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、ここに示された国や地方公共団体等の役割分担における「国は、独立行政法人日本原子力研究開発機構、(中略)をはじめとする様々な研究機関の取組の支援及びこれらの研究機関との連携の確保を行うなど、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・公表を積極的に進めるものとする。」との方針に従い、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。福島県等地方自治体との連携に関しては、福島県との連携協力に関する協定書を平成 24 年 3 月 30 日に締結し、これに基づき、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、福島市に分析所を整備し、平成 24 年 9 月 19 日から運用を開始するとともに、後述のとおり福島県内外の自治体から

の要請に対する技術的助言や専門家派遣を実施した。大学等との連携に関しては、国立大学法人福島大学との連携協力に関する協定を平成 23 年 7 月 20 日に締結し、同大学が進める各種除染に係る活動の支援などを行うとともに、機構の放射線遠隔測定を担当するグループが同大学構内に駐在し、県内外各所の放射線測定を効果的、効率的に行った。このほか、国立高等専門学校機構福島工業高等専門学校と機構は、平成 24 年 3 月 28 日に連携・協力のための協定を締結し、復興支援活動の一環として、機構の専門家が「福島高専地域フォーラム」で講演し、また、機構 OB 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。研究機関との連携に関しては、(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、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。また、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、(独)宇宙航空研究開発機構との共同研究により進めた。さらに、(独)国立環境研究所との間では、焼却による除去物・災害廃棄物の減容方法の開発に関する双方の研究内容の情報交換会を実施した。また、環境中のセシウムの動態を調査するために、セシウムが付着する地衣類の調査を、(独)国立科学博物館との共同研究により実施した。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、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契約を締結し、専門家の交流を進めた。

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開発に着手するとともに、シンチレーションファイバーを用いた 2 次元放射能分布測定システムにおける全体システムの構築を企業と連携して進め、実際の除染現場等において、その性能を確認し、平成 25 年度からの実用化のめどをつけた。また、本技術を利用し、企業による自走式放射線 2 次元分布測定システムの開発も進んでいる。

○ 内閣府と環境省からの要請により、平成 23 年 9 月 28 日、機構内に発足した「除染推進・専門家チーム」が、各市町村に対して、「除染計画」策定協力・技術評価、除染に係る技術指導・支援などを実施した。平成 24 年 2 月 1 日から活動を開始した「直轄地域対応チーム」は、除染特別地域に対して、除染作業の立会・技術指導、住民説明会における支援などを実施した。これにより、両チーム合わせて約 2 千件にのぼる様々な要請に対する協力・支援を実施した。具体的には、環境省等からの要請により、福島県内の除染特別地域 11 市町村及び汚染状況重点調査地域(福島県内 40 市町村、東北ブロック 12 市町村、関東ブロック 49 市町村)における、除染計画策定協力、電話・メール相談、除染作業に関する技術指導、除染講習会の開催支援及び住民を対象とした除染の同意書の取得協力、並びに仮置場に係る現場調査、住民説明会対応支援等を実施した。これまでの要請に対して、除染特別地域では、技術支援・指導(353 件)、モニタリング等(287 件)、除染に関わる住民説明会への参画(54 件)、同意書取得(525 件)等の対応を実施した。一方、汚染状況重点調査地域では、除染計画策定に係る打合(4 件)、技術的な電話・メール相談(207 件)、現場での技術指導(213 件)、除染講習

会の開催支援(25 件)、仮置場設置関係での現地調査・住民説明会への参画(163 件)等の対応を実施した。なお、これらの活動の中では、資機材提供、環境中の放射能の分析・評価等についても要請に応じて実施した。

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、放射線被ばくを心配する住民への対応として、約 2 万 5 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 車を用いて、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、園児や児童など小さな子供に対する放射線の影響への保護者や先生の不安が特に大きいことを踏まえて、福島県内の小中学校・幼稚園・保育所の保護者、先生 4,908 人を対象に、「放射線に関するご質問に答える会」を 51 回開催した。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)に基づく、文部科学省の依頼を受けて、学校等で実施する除染活動への技術的助言等を行うため、専門家派遣を実施した。福島県主催の放射線や除染に関する講習会への講師派遣等の協力活動を実施した。各種展示会や発表会において、福島県における環境回復に係る機構の活動状況や除染に関する研究開発成果について紹介するとともに、機構のホームページにもこれら活動状況等を掲載し、積極的に公開した。

さらに、関係行政機関に対する助言等として、環境省が開催している「災害廃棄物安全評価検討会」において、放射性物質により汚染された災害廃棄物が周辺住民に与える影響の評価等に関する技術情報を提供した。また、国土交通省の依頼を受けて、無人ヘリコプターによる東京電力福島第一原子力発電所周辺の上空の放射線量を測定、空間線量率の分布を解析し、その結果に基づき、同省が、同発電所の上空 1,500m 以上の飛行禁止を解除することができることとなり、一般航空機の定常飛行復帰に貢献した。農水省で取りまとめた「農地土壌の放射性物質除去技術(除染技術)作業の手引き」において、機構の固化剤による表土剥ぎ取りの技術が引用された。

○ 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。なお、福島環境安全センター以外の機構内他部署から、平成 24 年度を通じて延べ 204 名の人員を動員し、福島環境安全センターでの地元自治体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にあたっての支援を行うため、福島環境安全センター以外の機構内他部署から、平成 24 年度を通じて延べ 1173 名の人員を動員した。また、福島環境安全センターを含む機構内全部署の中で、福島県の環境回復に係る研究活動等を実施している研究者間の情報交換を目的として、機構内の関係者一同が集結する情報交換会を実施するとともに、動態研究、吸脱着メカニズム等の特定テーマに基づく定期セミナーを月一回程度開催するなどして、機構内の情報交換による連携強化に努めた。

(i) 廃止措置等に向けた研究開発

○ 政府・東京電力中長期対策会議研究開発推進本部(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)の方針等を踏まえ、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・処分に向けた課題解決として、使用済燃料プールからの燃料取り出し、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の解決を図るために必要とされる技術及び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実施した。

○ 使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る研究開発については、平成25年11月の使用済燃料プールからの燃料取り出しに向け、平成25年度から発電所内の共用プールでの燃料集合体等の長期健全性評価が開始される計画である。機構では、これに先行して基礎試験を行い、海水にさらされた燃料集合体を、長期にわたって健全に保管する場合の燃料集合体部材への腐食影響を評価するため、機構内に保管していた東京電力福島第二原子力発電所及び「ふげん」の使用済燃料のジルカロイ製被覆管等を用いて、耐久性評価に係る基礎試験を実施し、現状の使用済燃料プールの水質であれば、腐食発生の可能性が低いことを示した。この成果は、現状の水処理対策が有効であることを裏付ける基礎データとして活用されている。本研究開発の実施に当たっては、機構内の複数部署から材料関係専門家が結集した体制を構築し、各担当の役割分担を明確にして実施するとともに、東京電力(株)、プラントメーカ等の関係機関を交えた会議において、情報交換を実施し、連携を図った。

○ 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。

(炉内構造物の切断・解体に係る技術開発)

機構が有する各種切断技術(プラズマジェット、プラズマアーク、アブレイシブウォータージェット、レーザー)について、東京電力福島第一原子力発電所の現場への適用性確認に係る試験装置の整備及び模擬試験体を用いた性能確認試験等を実施し、各切断技術の性能比較評価を実施した。

(燃料デブリに関する調査及び特性を把握するための試験)

燃料デブリの取り出しに向けて、圧力容器内の燃料デブリや炉内の損傷・汚染機器の状況を把握するため、複合型光ファイバによる観察とレーザー分光技術による元素組成分析を組み合わせたシステムの開発を目指して、格納容器内の観察を想定した耐放射線性光ファイバの100万Gyまでの照射試験により著しい性能の低下がないこと及びデブリの主な元素組成分析が可能であることを確認するとともに、試作したシステムにより、ファイバスコープによる遠隔観察及びレーザー伝送の機能を確認した。

ミュオンを用いた非破壊検査技術について、高温工学試験研究炉(HTTR)の可視化試験及び解析により、原子炉内の可視化が可能であることを確認し、計測時間短縮と空間分解能向上を両立可能な対策を策定して、技術開発計画を作成した。自己出力型ガンマ線検出器について、照射試験等により特性評価を実施した。

デブリの特性把握を行うため、U及びMOX粉末を用いた模擬デブリの調整/特性評価試験、高温反応に係る基礎データを取得するとともに、取出しツール等の開発に必要な物性リストに基づいて機械特性データを取得した結果、O/M比の増加に伴い、硬さ及び破壊靱性に上昇

傾向が見られた。燃料デブリ処置方法の検討として、スリーマイル島原子力発電所 2 号炉 (TMI-2) の事故事例を参考に全体シナリオ概念を整理するとともに、分析、処理技術に係る各種試験の結果、U/Zr 系模擬デブリにアルカリ融解処理を施すことにより硝酸に可溶性化合物に分解可能であることが確認され、さらに Zr 比率が大きいほど硝酸による溶解速度が低下する傾向が見られた。

(格納容器の健全性評価)

格納容器/原子炉圧力容器用鋼材の人工海水中ガンマ線照射下腐食試験を、線量率 3.5kGy/h 及び 0.2kGy/h で、最長 500 時間まで実施した結果、0.2kGy/h 照射下における鋼材の腐食速度は、非照射条件下と同程度であることを確認した。また、高温環境下における影響を評価するため、200℃までの照射下腐食試験用装置を整備した。さらに、照射済燃料共存下での格納容器鋼の腐食挙動を評価するため、塩水への照射済燃料からの元素浸出挙動を調べる試験を実施し、Mo、Cs 等の核分裂生成物の浸出を確認した。

(燃料デブリの臨界管理に係る検討)

燃料デブリの臨界特性について、燃焼度、構造材の混入割合、水分量などをパラメータとして、系統的に解析するとともに、統合化燃焼計算コードシステム(SWAT)を汎用核計算コードシステム(SRAC)と連動するように改良した。また、未臨界監視技術開発のために、水中における燃料デブリ近傍の中性子及びガンマ線量を計算し、代表的な中性子検出器の応答特性及び遮へい材の効果を確認した。さらに、燃料デブリの臨界特性に係る臨界実験の準備として、定常臨界実験装置(STACY)更新炉のモックアップ試験を行う等により、給排水系設備の詳細設計に必要となる基礎データを蓄積した。

燃料デブリを 1 点で代表する一点炉近似に基づく再臨界挙動解析システム(PORCAS)を整備し、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた研究開発計画において、再臨界時挙動・影響評価を進めている「デブリの臨界管理の技術開発」に活用された。ここでは、注水による燃料デブリ冠水時を想定し、PORCAS を用いた再臨界等の解析が実施された。

(事故進展解析技術の高度化による炉内状況把握に係る研究開発)

経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)ベンチマークプロジェクトに加盟し、東京電力福島第一原子力発電所 1～3 号機に対する解析条件の検討や入力データの作成など、ベンチマーク解析に向けた準備を行うとともに、運営機関として、プロジェクトの管理を行った。炉心溶融事故解析コードシステム(THALES2)を用いて、東京電力福島第一原子力発電所事故に対する事故進展やソースタームに及ぼす炉内注水量、格納容器破損箇所の影響を検討するとともに、炉心溶融落下モデルや国際ベンチマーク解析に向けた改造など、コードの高度化を進めた。

事故時の熱水力挙動に関し、冷却材中への溶融物落下挙動を評価するための熱水力試験及び解析を行い、BWR に特有な下部プレナム構造の影響に関する知見を取得した。また、熱伝達に及ぼす海水混入の影響に関する基礎データを取得した。さらに、格納容器内空間温

度分布に関する解析を行い、大型格納容器試験装置の設計に反映した。

事故時の燃料溶融に関し、U-Zr-O 三元系状態図の再評価やデブリの化学的挙動への海水影響について、熱力学データベースの整備を進めるとともに、OECD/NEA の国際汎用熱力学データベース整備プロジェクトにも協力した。

燃料デブリや放射化ガレキ中の放射性核種インベントリの評価をめざし、事故直前の炉内核種インベントリと崩壊熱評価、及び非破壊測定シミュレーション用のライブラリセットの拡充を行った。非破壊測定シミュレーション用に整備した中性子・光子・電子輸送断面積ライブラリセットは、放射線輸送計算コード (PHITS) の公式ライブラリとして採用され、今後の東京電力福島第一原子力発電所事故対応、環境放射能、人体影響等の多様な解析に利用することが可能となった。

(燃料デブリの計量管理方策の構築に係る研究開発)

米国エネルギー省 (DOE) との保障措置協力取決めに基づく共同研究を締結し、米国国立研究所の協力の下、チェルノブイリ事故の情報を往訪調査により入手するとともに、TMI-2 の核物質管理に関する情報と合わせて整理した。また、DOE との技術会合を開催し、双方で抽出した東京電力福島第一原子力発電所に適用可能性のある核燃料物質測定技術のリストアップ、技術開発期間・コストや測定精度等の適用性評価項目の検討を実施した。

核物質測定技術について、ガンマ線及び中性子線測定への影響因子ごとの感度解析を実施し、デブリ組成、粒形、空孔率、線源偏在などが測定に与える影響を確認した。また、照射済燃料を用いたガンマ線スペクトル測定等、燃料デブリ中の核物質測定のための基礎試験を実施した。

○ シベリアアクシデントにより生じた放射性廃棄物の処理処分に係る研究開発については、汚染水処理による二次廃棄物の性状把握のため、東京電力福島第一原子力発電所から搬送した試料についての核種分析等を実施するとともに、吸着塔内のセシウム吸着分布等のゼオライトの性状把握試験を実施し、汚染水処理による二次廃棄物 (ゼオライト、スラッジ等) 中のインベントリ評価や長期保管方策、処理処分検討に資するデータを取得した。また、東京電力福島第一原子力発電所から発生する放射性廃棄物等の処理処分における安全性やシナリオの検討を開始した。

汚染水処理に用いたゼオライト、スラッジの長期保管における安全確保のため、保管容器材料の腐食試験等により、耐食寿命の評価に必要な基礎データを取得するとともに、吸着塔内の水素濃度・温度解析やスラッジ貯蔵設備の熱流動解析により、現状の保管方策の妥当性を確認した。

二次廃棄物の廃棄体化技術検討として、既存の廃棄体化技術を調査し、セメント固化、ガラス固化、圧縮成型固化等の 11 種の技術に関し、ゼオライト、スラッジ等への適用性を検討するとともに、基礎試験を行い、十分な強度を有する固化体を作成できることを確認した。

○ 廃止措置等に必要なる遠隔操作技術に係る研究開発については、東京電力福島第一原

子力発電所 1 号機の床及び壁、2・3 号機の床から採取したコンクリートコアサンプル試料や建屋内の床、壁等を模擬した試料の分析試験を実施し、汚染が床表面塗膜近傍に留まっていることなど、汚染性状評価に係る基礎的な知見を取得して、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた研究開発計画における遠隔除染計画立案に貢献した。

○ 経済産業省の委託事業により、以下を実施した。

(ガレキ等の性状把握)

東京電力福島第一原子力発電所の敷地内より、ガレキ及び伐採木を採取し、放射能分析を行い、廃棄物の汚染状況の把握に必要なデータを取得した。

(難測定核種の分析技術の開発)

分析が困難である Zr-93、Mo-93、Pd-107、Sn-126 について、国内外の文献調査により既存の分析フローを整理するとともに、核種分離の操作が煩雑であるものについて、効率的な分析フローにするために改良可能な操作を抽出した。

高線量廃棄物の分析に対応可能なキャピラリー電気泳動法による化学分離・回収システムの開発を行い、コールド試料(ランタノイド)及び Cm-244 を用いた分離試験によりアクチノイド分離用試薬の適用性を確認した。

長寿命核種 Mo-93 の分析法として、レーザー共鳴電離質量分析法の開発を行い、Mo のレーザー共鳴イオン化条件を確認するとともに、高感度デジタル CCD カメラによる金属イオンの検出感度の向上を確認した。

(研究開発基盤整備、計画策定)

汚染水処理による二次廃棄物やガレキなどの廃棄物に関する情報や技術開発成果を、体系的かつ継続的に整理可能なデータベースの概念設計を行った。日本原子力学会に特別専門委員会を設置し、放射性廃棄物の安全な処理処分に向けた技術開発計画を頂くとともに、これを基に研究開発計画案を作成した。

○ 東京電力(株)からの依頼を受け、東京電力福島第一原子力発電所 2 号機原子炉建屋 5 階フロアの汚染状況調査として、機構が開発したガンマカメラを用いた現地事前試験及び本測定を実施し、主たる汚染源が原子炉ウエル上部であり、約 100～10MBq/cm² の範囲であることを示すとともに、別途実施された遠隔操作ロボットによる線量測定結果と対比できる貴重なデータを得た。本測定の完了後、事故により落下した 2 号機ブローアウトパネル部が閉止され、環境への放射性物質の放出量が低減された。

○ 経済産業大臣から研究施設整備の要請を受け、遠隔操作機器・装置の開発・実証試験施設の建設準備として、立地場所に関する候補地の評価を行い、廃炉対策推進会議(議長: 経済産業大臣)に報告した。

○ 平成 25 年 3 月 7 日に研究開発を効率的、効果的に実施するための研究開発運営組織の

設立に向けた準備作業を加速するため、原子力事業者やプラントメーカー等とともに設立準備チームを設け、設立に向けた調整・準備等に着手した。

(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の拠点となる福島環境安全センターの分析に係る機能を集約するために、福島市笹木野に分析所を設置し、設備の整備や人員の配置を行い、汚染された土壌等の分析を開始した。分析所には、ゲルマニウム半導体検出器等による土壌、水、草木等の環境試料中の放射能分析と組成分析等のための設備が整備され、これらを用いて分析・評価を実施する人員を配置し、環境中のセシウムの動態を調査するための試料や文部科学省から依頼された土壌等の環境試料の分析を実施した。また、ホールボディカウンタを用いて、内部被ばく検査に携わる医療関係者への測定及び評価方法に関する研修を実施した。

○(廃棄物の発生量抑制のための除染技術開発)

環境回復に必要な除染、放射性物質の移行抑制、土壌廃棄物の発生量の抑制を目的として、放射性物質を吸着した土壌微粒子の粉塵飛散等を防止するためのポリイオン等について、固化能力向上等の高度化を行った。これにより、土壌の性質に合わせた実用ポリイオンの選定、除染事業者との共同試験等、ポリイオンによる表層土壌処理の実用化が前進した。これまでに実施した除染モデル実証事業等の知見を分かりやすく提供するためのポータルサイトを構築し、試運用を開始した。

セシウムで汚染された森林や農地において、セシウムを特異的に吸収する植物や菌類を利用した除染に向けて、各種試験を実施した。

植物のセシウム吸収能力の解析、及び育種により得られる候補系統の評価のために、セシウム 137 等が放出する高エネルギーガンマ線を低ノイズで画像化でき、子実等の植物器官を画像上で識別可能な精細度(44×44 pixel)を有する植物研究用ガンマカメラを製作した。また、機構が培ってきたイオンビーム育種技術を利用して、農地等の環境回復に適用するためのセシウム高吸収ヒエ(目標:既存品種の2倍以上)、セシウム低吸収イネ(既存品種の1/4以下)、及びセシウム高濃縮菌(濃縮係数1,000程度)作出のためのイオンビーム照射を行い、既存品種よりもセシウム吸収量が多いヒエを30系統獲得する等の一次選抜を進めた。

セシウムが糸状菌の菌糸に濃集することを明らかにし、これを1m²規模の汚染落葉層に添加する試験を行い、セシウムの菌糸中濃度と落ち葉層中濃度の比である濃集度が2以上であることを明らかにした。さらに、福島大学内において回収可能な糸状菌マットの育成予備試験を行い、菌糸の生育を確認した。この結果から、原位置森林での実証に向けた準備が整った。

好塩性で比較的セシウムを吸収しやすく、表土の舞い上がりを抑制するなどのグラウンドカバー効果のある植物(ツルナ)を利用した小規模栽培試験として、現地栽培試験及び補足の水耕試験を実施し、植物による総合的な土壌修復の可能性を評価した。その結果、セシウムに対しては、土壌中濃度の1%程度の吸収にとどまり、十分な除染効果が確認されなかった。一方、ストロンチウムに対しては、10%程度の吸収が確認できた。

(廃棄物の減容化のための除去物処理技術開発)

災害廃棄物の焼却処理では、可燃性災害廃棄物受入処理施設の実態に応じ、また、コンクリートガレキ等の路盤材及び海岸防災林盛土材などへの再利用では、作業工程の実態に応じ、これらの作業に関わる作業員や公衆の被ばく線量を評価するために、シナリオ、パラメータを整備し、安全解析を実施した。下層路盤材としての再利用及び海岸防災林盛土材としての再利用を想定した場合、放射性セシウムの平均濃度として、それぞれ 2,700 Bq/kg、及び 4,100 Bq/kg までであれば、安全が確保できる見通しを示した。解析結果は、再利用に関わるガイドライン整備等のための技術情報として環境省や林野庁へ提供し、環境省通知「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生資材の活用について(平成 24 年 5 月 25 日)」等で活用された。

災害廃棄物の焼却処理時に発生する排気中のセシウムの挙動を把握するために、固定床式焼却炉(炉底に焼却物を置いて、炉側面から空気を供給するタイプ)及びストーカー式焼却炉(焼却物が炉底を移動し、炉底から空気を供給するタイプ)を対象として、焼却炉内のばいじん(炉底灰及び飛灰)とセシウムがどのように振る舞うかをシミュレーションすることができるコードを開発した。このコードを用いて、焼却物が炉底灰と飛灰に移行する過程や、これらの灰にセシウムが沈着する過程に関する基本的な知見を得た。さらに、解析コードへの情報を提供するための小規模試験装置を用いた試験を実施し、高温下におけるセシウム挙動にかかる基礎データ(粒子粒径分布、粒子化学形等)を取得した。

汚染された廃棄物に対するガス化処理法の適用性評価等に資するデータ取得を目的に、模擬廃棄物を用いた処理性能の評価及び処理条件の最適化に係る試験(ガス化温度、水蒸気量等の依存性評価)を開始するとともに、処理試験装置の設計・製作に着手した。

汚染農地の有効活用のために栽培した植物のバイオマス利用後に生成する搾油滓(モデル物質として、ひまわり種子残渣を使用)から、セシウムを 87%抽出できる抽出剤を見出し、抽出したセシウムをグラフト捕集材で捕集できることを確認した。この技術を汚染廃棄物として生成される植物残渣の他、草木類等有機廃棄物を減容可能な処理技術に展開する。

○(高線量地域をモデル地区とした除染の実証試験)

平成 23 年度に実施した内閣府からの受託事業「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務」で得られた技術的知見は、環境省が進める本格除染のための工事共通仕様書に反映された。本受託事業の成果に基づき、100 mSv/y 程度の高線量地域を効果的に除染する技術として、超高压水除染技術の実証試験を実施した。超高压水除染時に適用する水圧、水量、吸引力等のパラメータの最適化と除染に用いる出口ヘッドの開発により、これまでの同方法に比べ高い除染効果を保ったまま作業効率を向上させることができた。この技術は、環境省が定める除染の標準工法とされ、実際の除染にも利用された。

除染対象地域の線量率に応じた除染方法の検討、除染費用の算出、空間線量率の予測等が可能な、除染効果を評価するシステムを開発し、空間線量率をシミュレーションによって数理的、総合的に評価することができ、効率的、効果的な除染の実施が可能となった。

(汚染状況や除染後の効果を把握するための環境モニタリング・マッピングに係る研究開発)

現状の汚染の状況を詳細に把握するために、環境中の放射能・線量測定に係る研究開発を実施した。

文科省から受託した「広域における航空機モニタリングを活用した放射性物質の分布状況調査に係る解析業務」において、西日本・北海道及び80km圏外の航空機モニタリング並びに東日本の航空機モニタリングの解析を実施した。本結果により、日本全域の事故の影響による放射線の分布が明らかになった。本マップは、環境省による除染区域の選定や避難区域解除等に利用されている。

サーベイメータによる地上1m線量率測定及び走行サーベイにより、空間線量率詳細マップを作成し、可搬型ゲルマニウム検出器を用いたin situ(原位置)測定により、セシウム土壌沈着量詳細マップを作成した。作成したマップは、機構主催の検討会において、公開で審議するとともに、配布資料をホームページ上で公開している。なお、作成、公開しているマップの範囲は、空間線量率及び放射性セシウムの沈着量が、東京電力福島第一原子力発電所から80km圏内の測定結果であり、走行サーベイによる空間線量率については、北は岩手県から南は神奈川県までの測定結果である。自立飛行型無人ヘリコプターにLaBr₃シンチレーション検出器を搭載し、ガンマ線スペクトルを測定するなどの改良を加えて、人が進入できない森林や畑などの汚染状況を短時間に測定するとともに、測定によって得られた結果をホームページに公開するなどした。なお、国土交通省の依頼を受けて、無人ヘリコプターによる東京電力福島第一原子力発電所周辺上空の放射線量を測定、空間線量率分布を解析し、その結果に基づき、同省が、東京電力福島第一原子力発電所の上空1,500m以上の飛行禁止を解除することができることとなり、一般航空機の定常飛行復帰に貢献した。さらに、無人ヘリコプターを用いて、6河川の河川敷の放射線量を測定し、河川によるセシウム移動の検討に役立てた。

水域におけるセシウムを測定するために、水底測定用の放射線測定器を試作するとともに、汚染地域での適用試験を実施し、汚染マップが作成できることを確認した。さらに、無人ヘリコプターによる測定では、制御用電波の到達距離、飛行時間等の制限もあり、数kmの飛行域に限られることから、(独)宇宙航空研究開発機構との共同研究により、放射線測定器を積載可能な無人飛行機を試作し、試験飛行を実施することにより、より広範な範囲での放射線モニタリングが可能となるシステムの開発を進めた。

(独)科学技術振興機構の公募事業「シンチレーションファイバーを用いた2次元マッピングシステムの実用化開発」により、広範囲に除染作業を実施したエリアにおける迅速な除染効果の確認に本技術が適用できることを確認した。また、高線量の汚染地域における汚染部位から発生するガンマ線の強度を色彩で可視化する装置を開発し、実際にその装置を用いて除染地域の除染後の状況を把握した。さらに、除染効果を把握するために放射線量率を測定する際、除染範囲外からのガンマ線(含スカイシャイン)が影響を与えるため、この影響を既存の計算コードPHITSを用いて評価した結果、除染範囲が広がるほど除染範囲外からのガンマ線の影響の比率が大きくなる事が確認できた。

文科省からの受託事業「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」における測定結果を、事故直後からの測定結果と合わせたところ、放射性のセシ

ウムによる放射線量が、広域にわたり時間とともに減少していることが分かるとともに、放射性的セシウムの物理的半減期による減衰に加えて、風雨等によりセシウムが移動することが分かった。

○(環境汚染への対処に係る捕集材等の研究開発)

廃棄物の発生量抑制・減容化のための捕集材開発を行った。ガンマ線や電子線照射して既存の高分子素材を機能化する放射線グラフト重合法を用いて、耐久性の高いポリエチレン製のフェルト状生地に、セシウムを捕捉可能な官能基(吸着基)を導入することができた。このセシウム用の捕集材を製造するため、照射からグラフト重合までの一貫した合成プロセスに適した照射装置の仕様と照射条件を決定した。また、グラフト重合法により開発したセシウム用の捕集材を用いて、井戸水等に溶存するセシウムの除去試験を実施し、十分な除去性能が得られることを確認するとともに、この捕集材を充填した水中のセシウム除去用カートリッジの製品化にめどをつけた。

量子ビームを用いたアクチノイドやレアメタルの分離に関する研究実績を基に、セシウム選択性に優れるクラウンエーテルDB20C6の吸着性能を高度化した誘導体、トリベンゾクラウンエーテルなどを開発し、セシウムの吸着効率が約30%向上したことを確認した。

(セシウムの吸脱着過程の解明)

放射性物質の吸脱着過程の解明の一環として、放射光等を用いる構造・電子状態解析、計算シミュレーション等により、バーミキュライトなど粘土鉱物に対するセシウムの吸着状態を分子レベルで把握することができ、さらに、粘土鉱物からの脱離のメカニズムが明らかになり、脱離方法の検討が可能となった。

○(セシウム移動の将来予測など)

東海研究開発センターでは、震災による事故が発生する前から放射性物質等の環境動態に係る研究として、大気・陸域・海洋包括的物質動態予測モデル・システムを開発しており、その成果を、東京電力福島第一原子力発電所事故における放出量推定、大気・海洋の拡散解析等に役立てている。一方、福島環境安全センターを中心として、汚染地域でのセシウム移動に係る研究を実施していることから、この研究を進めるにあたり、前述の事故発生前から蓄積された研究成果を活用すべく、研究情報の交換や役割を分担するなどして同研究を効果的に進めた。

土壌に沈着したセシウムの陸域での将来にわたる移動・分布を予測し、線量評価や移動抑制方策の検討を行うため、河川・支流域を対象とした汚染地域でのデータ収集を開始し、セシウムの移動予測手法の開発に着手した。移動予測手法の開発に当たっては、森林・山地を汚染した放射性セシウムは、土壌粒子や植物等に付着し、森林・山地から河川～ダム・湖沼～河口域という経路における水の流れに乗って移動すると仮定し、セシウムの挙動を調査した。調査の結果、河川において、高水時にセシウムが収着した土壌粒子が移動し、河川敷に堆積することで、局地的に線量率が上昇することなどが分かった。また、移動・分布を予測するための

解析コードの整備を進めるとともに、土壌流亡モデル等についての試解析を実施した。試解析の結果から、時間に対して定性的なセシウムの分布などが算出された。さらに、被ばく線量評価に係るパラメータを検討し、試行的な被ばく計算を実施するなどして、被ばく線量の評価手法の開発に着手した。

環境動態研究の一環として、地衣類(菌類の一種)の文献調査及び福島県等での現地調査を実施し、セシウムの蓄積量に関するデータを取得するとともに、これらの結果と地衣類の種類や生育分布との関係などから、濃度指標となる地衣類の種を選定した。

東海研究開発センターでの成果を活用して、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、福島近海域における初期沈着過程のモデル化を行った。これにより、海洋物質動態モデルによる海底土への放射性核種沈着計算が可能となった。

○ これらの研究開発を進めるにあたり、チェルノブイリ汚染事故等で得られた研究成果や海外研究機関での環境回復に係る研究情報を積極的に活用した。例えば、汚染地域にある家屋の室内の線量を低減するためには、室内や屋根の除染に比べ、家屋近隣の屋外での除染が効果的であることを見出すとともに、チェルノブイリでも有効な除染手段であることを文献情報等に基づいて確認した。その他、除染関連の情報として、チェルノブイリ事故後に発表されたデンマーク・リソ研究所の除染方法に関する報告書など、各国の情報を参考にした。また、河川・河口・沿岸におけるセシウムの動態を解析するため、米国パシフィックノースウェスト国立研究所との共同研究を進めるとともに、チェルノブイリ汚染地域における放射性物質の動態研究を行っている仏国 IRSN(フランス放射線防護原子力安全研究所)、及び過去に重大なセシウム汚染を経験し、環境中の放射性物質の動態に関し知見を有している英国の関係機関との情報交換を行った。

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、44,791百万円(うち、業務費38,121百万円、受託費6,656百万円)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(35,643百万円)、政府受託研究収入(6,220百万円)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

<「もんじゅ」の安全確保のための設備維持>

○ 設備点検については、現場作業の安全強化の行動計画に基づいて、ヒューマンエラーの低減を図りながら安全に進めた。平成 23 年 12 月に発生した後備炉停止棒駆動機構の動作不調については、原因となったブレーキを交換するとともに作動試験を実施し、平成 24 年 7 月 31 日に使用前検査を終了した。

○ 平成 24 年 9 月に判明したナトリウム漏えい検出器に係る点検計画の変更手続きの不備を受けて、他の設備について同様な不備がないか調査した。その結果、電気・計測制御設備について、点検時期の延長(点検実績を踏まえた簡易の技術的評価に基づく延長)又は点検間隔・頻度の変更(点検実績を踏まえた技術的評価(保全の有効性評価)に基づく変更)をするための手続きに不備があったことを確認した。

「もんじゅ」は、性能試験の第一段階である炉心確認試験を終了し、平成 22 年 7 月 23 日から供用前第 2 保全サイクルに対する保全計画に基づく保全活動を開始した。その後、炉内中継装置落下、ディーゼル発電機 C 号機シリンダーライナーひび割れなどのトラブルの発生や平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災の影響により、数次にわたって「もんじゅ」のプラント

工程の大きな変更が行われ、また、供用前第 2 保全サイクルの終了時期も未定となり、これらが保全計画の遂行に影響を及ぼした。

プラント工程の変更等に伴って、点検計画で定めていた点検時期を超えて点検する場合には、点検時期を延長する手続(点検実績を踏まえた保全の有効性評価など)を行うべきところであったが、プラント工程検討時の確認など組織として適切に実施していなかった。その結果、点検時期を超過している機器が多数存在することとなった。

保守管理上の不備が確認されたことから、全ての電気・計測制御設備の健全性評価を行い、プラントの安全性に影響を与えないことを確認するとともに、平成 24 年 11 月 27 日に原子力規制庁に報告し、公表した。

その後、平成 24 年度第 3 回保安検査において保守管理上の不備に係る事実関係が確認され、同年 12 月 12 日に原子力規制委員会から、保全計画に定めた通りの保守点検がなされていないことから、原子炉等規制法に定める保安規定遵守義務違反及び保安措置義務違反に該当すると判断され、原子炉等規制法第 36 条の第 1 項の規定に基づく保安のために必要な措置命令及び同法第 67 条第 1 項の規定に基づく報告の聴取の命令を受けた。

(措置命令)

- イ) 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。
- ロ) 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。

(報告の徴収)

- イ) 今般の保守管理上の不備に係る事実関係の調査結果
- ロ) 今般の保守管理上の不備が発生するに至った原因究明、再発防止対策に関する検討結果
- ハ) 組織的要因(責任の所在を含む)・企業風土の問題等の根本原因分析結果及び当該結果を踏まえた再発防止対策

原子力規制委員会からの命令は、機構の経営上の最重要課題と捉え、本保守管理上の不備に係る不適合の対象となる機器の膨大な数の再調査(電気必修課所掌の電気・計測制御設備における点検すべき機器の特定)を高速増殖炉研究開発センター全体で行うとともに、点検実績を踏まえた技術的評価(保全の有効性評価)に基づく点検間隔・頻度の変更や点検間隔・頻度の変更だけでは不適合が除去できない機器の点検等を実施した。

また、安全統括部に根本原因分析チームを設置して、背景的な組織要因を含む原因究明を行い、再発防止対策を含めて、平成 25 年 1 月 31 日に原子力規制庁へ報告した。

【措置命令 イ) への対応:未点検機器の点検実施】

点検間隔を変更するための手続が適切に行われず未点検となっていた機器については、保全の有効性評価を行うことにより点検間隔を変更して不適合状態を是正するとともに、平成 24 年 11 月末時点で点検期限を超過している未点検機器については点検を実施し、1

月末までに完了した。

また、点検時期を延長する手続きが行われていないため過去に未点検状態になったことがある機器についても、点検時期の延長手続きを行うことにより不適合状態を是正しているが、健全性確認を確実なものとするため計画的に点検を進めた。この中で、低温停止中において機能要求(保安規定の条文で定められた要求条件)のある機器については、点検が実施できるプラント状態になり次第点検を行い、これまでにほぼ点検を完了した。

【措置命令 ロ) への対応: 保全の有効性評価の実施、保全計画の見直し】

保全の有効性評価をせずに点検間隔・頻度を変更してしまった機器について、平成 24 年 12 月末までに有効性を評価した。その結果を踏まえて、点検間隔の変更を行うとともに、漏れなく点検できるように点検計画表に点検実績と次回点検期限を明記するなど、保全計画の見直しを行った。

その他、点検時期を延長する手続きについては、点検時期の延長可能性について点検実績を踏まえた簡易の技術的評価を実施した上で、不適合管理における特別採用(要求事項には適合していないが、条件の付与や期間を限定すれば許容できる場合は適合していると見なす)により行い、不適合管理の仕組みで管理できるように保守管理要領を見直した。

【報告の徴収 イ)、ロ) への対応: 事実関係調査、原因究明、再発防止対策の検討】

高速増殖炉研究開発センターの品質保証室を中心として直接原因調査チームを設置し、関連文書や聞き取り等により事実調査を行うとともに、調査結果を時系列図に整理した。

この時系列図を基に、問題点を抽出・整理するとともに要因分析を行い、点検計画の進捗管理やプラント工程検討時の確認不足、保全の有効性評価への技術的検討が不十分などの直接要因を抽出した。

抽出された直接要因に対して再発防止対策の検討・立案を行い、保全計画の予定・実績・進捗管理の改善(点検計画表の改善)や保全の有効性評価の改善(技術評価の文書整備)などを進めた。

【報告の徴収 ハ) への対応: 根本原因分析及び再発防止対策の検討】

高速増殖炉研究開発センター以外の組織から人選した要因分析の主体となるメンバーと情報収集等を行うため中立的な立場で活動が行える範囲でもんじゅ職員を加えた根本原因分析チームを設置し、組織的要因を含む根本原因の分析を行った。

根本原因分析の結果、プラント工程と保全計画との整合性の確認をセンターとして管理できていなかったなどの保全に係るマネジメントの仕組みや工程管理や技術調整の観点からチェックする機能が不十分であったなどの要因が抽出され、これらの結果を踏まえて、保守管理を徹底するための体制強化など具体的な再発防止対策の検討を進めた。

平成 25 年 1 月末に原子力規制委員会へ提出した報告書に一部誤りがあることが分かったため、平成 25 年 2 月 7 日に原子力規制庁に訂正報告し、公表した。

報告内容に対しては、原子力規制庁による立入検査及び平成 24 年度第 4 回保安検査(3 月 4 日～22 日)において事実関係、機器の点検状況等が確認されるとともに、組織的要因に関する事実認定等の検査が実施された。

その際、電気保守課担当以外の安全機能上の重要度が高い設備について、過去の点検実績を確認したところ、点検間隔の起算日の考え方や設備の休止期間の取扱いが明確でなかったため、機能要求があり、かつ安全上重要な機械保守課担当機器(ディーゼル機関主要部など10個)において、点検期限を超過していたことを確認した。

これらの保守管理上の不備が確認されたため、電気保守課担当以外の原子炉停止時に機能要求がある設備について、プラント保全部以外の課室からも協力を得て、電気・計測制御設備で実施した確認作業と同等の手順で点検実績を確認した。確認に当たっては、その時点で未点検機器がないことが重要であることから、その観点で速やかに確認することとし、直近の点検実績から点検期限を超過している機器がないことを確認した。

電気保守課担当以外でも保守管理上の不備が確認されたことを踏まえた追加の根本原因分析を行い、保全計画の見直し等の再発防止対策に対する影響を評価して反映するとともに、平成25年1月31日に提出した報告書に記載の再発防止対策について、次の対策を実施している。

- ・保全計画の予定・実績・進捗管理の改善
- ・プラント工程制定時の改善
- ・保全の有効性評価の改善
- ・不適合の仕組みによる管理
- ・保全計画・点検計画変更の妥当性確認の改善
- ・新たな点検時期超過機器の発生防止

また、平成24年11月末時点で点検時期を超過して未点検状態となった機器は約1万個あり、これまでに速やかに点検時期を延長する技術評価や点検間隔・頻度の変更のための保全の有効性評価を行った。

この中には超過した時点以降に既に点検が行われた機器が含まれ、11月末時点で点検未了であった4,545個については、プラントの安全性に十分留意しながら、保守管理上の不備の解消に向けて取り組み、点検を進めた。

その結果、平成24年11月末時点で4,545個あった未点検機器が、平成25年3月末時点では2,014個まで減った。ナトリウムループの未点検機器の点検を実施するためには、当該系統のナトリウムを系統からドレン(抜き取る)してプラントの安全を確保して進める必要があり、平成25年度に計画的に点検を実施していくこととしている。

これらの未点検機器については、「もんじゅ」の組織全体で管理しながら対応しており、原子炉停止時に機能要求がある機器については平成25年7月までに、機能要求がない機器については平成26年1月までに点検する。

なお、この間、一部機器についての健全性が維持されていることを確認できない状況にあると判断し、保守管理上の不備による信頼性の低下の可能性を補うため、巡視点検の強化を行うことによって運転管理の面から信頼性向上への取り組みを行った。

○ 平成24年6月より、炉内中継装置の落下に係る根本分析結果を踏まえて、保全技術の向上などを実施するための保全の行動計画を策定し、品質確保を確実にする調達管理の仕組

みの改善(要求事項の明確化や仕様書案の作成等)や設計要求事項審査のための技術能力向上のための教育計画検討、トラブル事例教育などによる職員のトラブル未然防止を図る意識の向上など、日常の保全活動に根ざした改善活動を進めた。

保守管理上の不備を踏まえて、今後は新たに「行動計画」を策定し、その具体的な対策を展開するとともに、中長期的に取り組む対策である保守管理体制の強化、点検実績管理の仕組み強化、教育プログラムの拡充等について、徹底して取り組んでいくこととし、実施計画の検討を進めた。

○ 炉内中継装置の落下トラブルの復旧については、安全確保を最優先に着実に進め、落下原因を踏まえた原子炉機器輸送ケーシング(炉内中継装置を吊り上げるための装置)の改造、新たに製作した炉内中継装置を原子炉容器内に据付けた状態での機能確認を行い、平成24年6月21日に国による使用前検査(機能確認)を受け、燃料交換が正常に行えることを確認した。

その後、後片付け作業における炉内中継装置のナトリウム洗浄後の外観確認や作動確認など全ての作業が終了するとともに、原子力安全・保安院による炉内中継装置落下に伴う設備への影響についての評価並びに炉内中継装置の落下による変形に係る根本原因分析についての評価を取りまとめ、平成24年8月8日に安全協定に基づく異常時終結連絡書の提出をもって、炉内中継装置の落下に係る復旧作業が全て完了した。

<福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策等>

○ 福島第一原子力発電所事故を踏まえ、仮に想定を大きく超えた津波の影響により全交流電源喪失が発生した場合であっても、「もんじゅ」は動力を必要としない冷却材ナトリウムの自然循環により炉心冷却は可能であるが、更なる安全性向上を目指して、炉心の冷却機能を速やかに回復できるように、以下に示す緊急安全対策を実施した。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を図った。

(電源の確保)

- ・電源車からの電源供給を容易にする電源接続盤を設置(H24.5)
- ・非常用ディーゼル発電機の代替空冷電源設備(4,000kVA)を設置(H25.3)

(冷却機能の確保)

- ・原子炉補機冷却海水ポンプ予備電動機を配備(H25.3)
- ・水中ポンプ接続を容易にするため原子炉補機冷却海水系配管を改造(A系 H24.12 , C系 H25.3)

(シビアアクシデント対策)

- ・水素爆発を防止するための排気口を設置(H24.8)

○ 地震・津波に対する耐性の評価、シビアアクシデントの評価、アクシデントマネジメント対策の検討等を含む「もんじゅ」の安全性に関する総合的な評価(いわゆるストレステスト)について

は、軽水炉の一次評価の審査、各種事故調査委員会、技術的知見に係る意見聴取会等での議論や指摘事項に配慮しつつ、軽水炉の二次評価の動向も見ながら、もんじゅの評価を進めた。

外部有識者で構成される「もんじゅ安全性総合評価検討委員会」において、これまでの評価方法等の確認を得てきたが、平成 24 年 12 月 25 日の第 4 回委員会にて、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、及び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することができるとの評価結果が確認され、一連のストレステスト評価作業は終了した。一連の安全性評価の結果と技術成果については、機構の研究開発報告書として取りまとめた。

○ 原子力規制委員会設置に伴い改正された原子炉等規制法及び新規制基準への対応を円滑に進めるため、平成 24 年 12 月に「もんじゅ安全対策タスクフォース」が設置され、機構内の関連組織の専門家と連携しながら、新規制基準骨子案に適合させるために必要な改造設備項目、検討項目や評価項目の整理を進めた。新規制基準（設計基準及びシビアアクシデント基準）は、軽水炉用の基準骨子案が提示（パブリックコメント）されたことから、これに基づき検討を進めている。

設計基準については、設置許可申請書（添付書類八 安全設計方針）の見直し検討を進め、基準に適合させるための設備改造、検討項目を中心に整理した。

シビアアクシデント基準は、過去に整備したシビアアクシデント対策を整理し、さらに必要となる追加対策を FBR の特徴を踏まえつつ、検討している。

○ 東北地方太平洋沖地震を踏まえて開催されている地震・津波に関する意見聴取会へ対応するとともに、津波堆積物の追加調査、原子力施設への津波の影響評価、敷地内破砕帯の追加調査等を着実に進めた。

津波の堆積物調査については、約 1 万年前から現在に至るまでの津波の堆積物調査を行い、各発電所の安全性に影響を与えるような津波の痕跡は認められないとの評価結果を平成 24 年 12 月 18 日に原子力規制委員会に報告した。

津波の影響評価については、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の知見反映方針に係る審議が継続中（旧原子力・安全保安院における審議、原子力規制委員会における地震・津波に関する新規制基準の審議）であるため、新規制基準の審議結果を踏まえて評価を行い、最終結果がまとまった時点で報告することとしている。

敷地内破砕帯の追加調査については、平成 24 年 11 月 13 日より開始し、原子力規制委員会の他サイトにおける有識者会合の視点や議論内容も踏まえて、「もんじゅ」敷地内の各対象地点において、物理探査、剥ぎ取り調査、ボーリング調査、地表踏査を計画的に進めた。

<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>

○ 安全性を評価するための解析技術については、プラント動特性解析コードを用いたアクシデントマネジメントのための解析評価及び炉心解析システムを用いた平成 7 年度及び平成 22

年度の性能試験データの詳細評価を行った。これらの解析の実施を通じて解析技術基盤を維持した。

<燃料製造施設の安全確保のための設備維持>

○ 燃料製造施設については、設備の維持管理作業、核燃料物質の整理作業等を通じて、燃料製造に関する技術基盤の維持を図った。

<もんじゅ研究計画策定に係る対応>

○ 「もんじゅ」及び「もんじゅ」以外の施設で行う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た。計画策定の審議に資するべく、世界の高速増殖炉/高速炉研究開発における「もんじゅ」の位置づけを技術的観点からの整理、「もんじゅ」において開発する技術について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つの観点による分類等の技術的検討を実施した。

作業部会は、平成24年10月から平成25年1月までに計6回開催され、平成24年12月には「中間的な論点のとりまとめ」がまとめられた。その中で「まずは、「もんじゅ」が設計された通りの性能を有しているか確認を行うため、安全確保に万全を期しつつ性能試験実施に向けた準備を行う。」「これらを実施するために必要な試験計画を、現在検討されている重要度・優先度分類の整理を踏まえ、検討・策定を行う。」等の当面の研究の進め方が取りまとめられた。

b) 運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立

○ ナトリウム冷却系内の物質の移行挙動の解析技術については、もんじゅの過去の性能試験時の冷却系の水素計測定データを再評価することによって、解析技術の維持を継続して実施した。

○ 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 (ISI) 装置の保守・修理を行い、同装置を維持・管理した。日本機械学会の高速炉 ISI 方針検討タスクにおいて、冷却材のバウンダリにおける連続漏えい監視を主体とする ISI 方針案の妥当性が検討され、報告書案としてまとめられた。

○ 研究開発に要した経費として公表すべき範囲や内容の見直し

「もんじゅ」の研究開発については、会計検査院の意見表示を受け、以前から公表していた事業費予算額に加え、支出額として、事業費、人件費及び固定資産税の間接費等の明示、並びに今後必要と見込まれる経費として、事業費予算額に加え、予算額の人件費及び固定資産税を平成23年11月14日に、機構ホームページの「もんじゅについてお答えします」に公表した。また、同日関連施設 (RETF) の支出額についても明示した。さらに、平成24年度の経費の公表については、公表すべき範囲や内容の確認を行ったものの、変更を加えるところが確認されなかったことから、引き続き、予算額については平成24年7月13日に、決算額については平成24年10月22日に新たな情報としてホームページに公表した。

(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、平成 23 年度に引き続き、技術基盤の維持や国際標準化への貢献のために必要な研究開発活動に重点化した取組を実施した。

a) ナトリウム(Na)冷却高速増殖炉(MOX燃料)

<安全設計の考え方の再構築>

○ 安全設計クライテリア(SDC)の構築に関しては、日本原子力学会の特別専門委員会での検討を経て、第4世代原子力システム国際フォーラム(GIF)傘下のSDC-タスクフォースにて国際標準となるSDC案を提案、議長国として議論を主導し、合意を得た。

経済産業省(経産省)から受託した事業「発電用新型炉等技術開発」により、SDCの構築に資する安全設計の考え方を、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえシビアアクシデントを考慮に入れて再構築するとともに、それを反映して、炉心損傷防止と格納機能確保のための設計対策を講じ、崩壊熱除去設備強化策を始めSDCに適合する安全対策の施策案(原子炉容器内冷却系の能力増強、補助炉心冷却系の追加、格納容器内の窒素雰囲気化等)を具体化した。それらの設計検討結果と並行して電力共通研究で行った保守・補修性向上施策を整合させたプラント概念を提示した。

<技術基盤の維持>

○ SDC構築に有用で、かつ将来の高速増殖炉の60年寿命を実現するために必要な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するとともに、自然循環冷却などに係るナトリウム試験装置や機器・計測機類の機能維持、及び炉心・燃料安全、冷却材液位確保、冷却系要素技術に係る安全技術の保持を継続し、その過程で得られたデータを将来の安全審査に対応できる設計・評価手法の検証・妥当性評価に資するなど、技術基盤を維持した。

○ 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マイナーアクチニド含有燃料の照射挙動(アメリシウム再分布挙動等)に関するデータを含めた最新知見の整理を実施した。

<更なる国際協力の可能性追求>

○ シビアアクシデント対策試験の試験計画を作成し、米仏2か国の合意を得つつ、更なる国際協力の可能性を追求してGIFの場で提案した。

<表彰>

○ 高速増殖炉で安全上重要となる様々な熱流動現象に対して解析評価手法を構築してきた実績が認められ、日本原子力学会計算科学技術部会から部会業績賞を受賞した。また、大口径配管の流力振動評価について、これまで十分な技術的知見が得られていない未知の領

域に対して薄肉配管の構造健全性を評価する流力振動評価手法を確立した成果が認められ、日本原子力学会熱流動部会から優秀講演賞として表彰された。

<冷却系機器開発試験施設(AtheNa)>

○ 冷却系機器開発試験施設(AtheNa)については、大型重量機器(蒸気発生器試験体、Na貯蔵タンク等)の搬入等を行うとともに、施設の維持・管理を行った。

<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24年度分を計画通り実施し、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通り実施した。燃料交換機能の復旧に向けた干渉物対策工事では、炉心上部機構(UCS)交換のための設計及び工事の認可を取得するとともに、炉心上部機構交換用機器及び計測線付実験装置(MARICO-2)の回収装置の設計・製作を進めた。

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、燃料製造設備の自動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への追加を実施した。

<表彰>

○ 原料粉末の飛散・滞留を抑制するため、脱硝容器内の原料粉末をそのまま造粒する一元処理を実施できる革新的な造粒装置を考案・開発した成果が高く評価され、文部科学大臣創意工夫功労者賞を受賞した。

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、要素技術開発で使用する試験設備や分析装置等を対象とした安全確保、機能維持のための運転、保守等を通して、使用済燃料溶解液の再析出固形成分(スラッジ)生成に対するプルトニウムの影響や、液流動と抽出挙動といった溶解や分離に係る基礎的データを取得・評価するなど、試験実施・評価能力等の技術基盤の維持を進めた。また、これまでに蓄積した技術開発成果のとりまとめとして、前処理工程設備の開発成果について整理した。

<外部資金による技術開発>

○ 経産省から受託した事業「発電用新型炉等技術開発」により、コプロセッシング法による軽水炉/高速増殖炉共用再処理施設のプラント概念検討として、安全性を考慮したプロセス・機器・配置の検討等を行い報告書を作成した。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、遠心抽出器システムでのスラッジ回収システムの検討と単段型遠心抽出器のスラッジ洗浄方法検討を実施し、スラッジ蓄積による運転性能への影響を把握した。遠心抽出器の地震への耐性評価として、外的振動による影響評価を実施した。

さらに、コプロセッシング法におけるウラン、プルトニウム抽出試験及びプロセスフローシートの検討を行い、ウラン、プルトニウムの分配挙動等に関する基礎データを取得・評価した。

<表彰>

○ 高速増殖炉の再処理プロセスにおける晶析工程への供給液として必要となる高濃度のウラン溶液を工学規模で安定かつ効率的に得るための溶解技術の開発成果が高く評価され、文部科学大臣創意工夫功労者賞を受賞した。

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

○ 金属燃料サイクルについては、一般財団法人電力中央研究所との共同研究で金属電解法についてプルトニウムを用いた陰極性能改良試験等を行った。

○ ナノ粒子分散 Na の適用化開発については、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革新技術創出発展型研究開発(革新的原子炉技術)」により、実機環境を考慮した条件で反応試験を実施し、燃焼及び水反応における反応抑制データ(漏えい火災による周囲構造物や雰囲気には及ぼす熱的影響や腐食進展の緩和、蒸気発生器伝熱管の高温ラプチャー回避、ウェステージ抑制の可能性)を取得した。その結果、実機における反応抑制が顕著であり、適用効果が期待できることが分かった。

<国際協力の戦略的な推進>

○ SDC の国際標準化に向けた取組みとして、GIF の SDC-タスクフォースで SDC の報告書ドラフトを取りまとめ、GIF-IAEA/革新的原子炉及び燃料サイクル国際プロジェクト(INPRO)の安全性ワークショップ(WS)に提示するなど、SDC 構築のための活動を主導した。2012 年 11 月の GIF シンポジウムを成功裏に実施するなど、議長国として主導的活動を実施しつつ、次期 10 年の方針を示すタスクフォースをリードし、議長国を円滑に米国に引き継いだ。

日米仏 3 か国協力は、「ナトリウム冷却高速炉の協力」覚書(2010 年 10 月)の下で作成したワークプランに基づいて活動を実施した。また、シビアアクシデント対策試験の共同実施について協議を進め、GIF において国際協力の提案を行った。

仏、米を中心とした、各二国間協力については、関係者間で協力項目、内容等の検討を進めた。また、GIF の枠組みの中で、ロシアとの協力の可能性を検討した。

戦略的な国際協力の推進を目指して、国際協力枠組みの棲み分け検討、諸外国との協議方針の事前確認、会議結果の事後報告、協力項目の進捗確認等を行うための国際協力連絡会を次世代原子力システム研究開発部門内に設置し、必要に応じて部門外の関係者を交えて議論を行うこととした。

<東京電力福島第一原子力発電所事故に関する技術支援>

○ 硝酸で溶解が困難と言われている破損燃料溶融後堆積物の処理方策に関連し、燃料サイクル研究開発を通じて培われた乾式再処理に係る技術力、知見などを活用して、溶融後堆積物を想定したウラン模擬デブリ及びMOX 模擬デブリの電解還元特性に係るデータを取得し、乾式再処理技術の適用性の検討に供した。

<改正炉規法及び新規制基準対応>

○ 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(平成 24 年 6 月 27 日法律第 47 号)及び新規制基準(平成 25 年 7 月施行予定)に対するもんじゅの適合性確認に備え、高速増殖炉研究開発を通じて培われた事故時のプラント応答過程や炉心崩壊過程などの事象推移評価に係る技術力、知見などを活用して、原型炉評価手法の整備に必要な検証解析、ストレストテスト結果の公開報告書作成、もんじゅ安全対策のためのシビアアクシデント評価などを実施した。

<国の原子力政策検討への協力>

○ 原子力委員会が設置した「原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会」からの要請により、短期と長期の核燃料サイクルのシナリオ評価及び高速増殖炉研究開発計画(案)の検討を行い、これら各種核燃料サイクルオプションの総合評価の判断材料(データ)を提供した。

<「もんじゅ研究計画作業部会」審議への貢献>

○ 文科省が設置した「もんじゅ研究計画作業部会」からの要請により、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、審議に貢献した。

(iii) プロジェクトマネジメントの強化

○ 新大綱策定会議への対応、政府の政策見直し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、原子力機構)の間で継続的に認識の共有を図った。また、東日本大震災後の情勢変化に対応して柔軟に体制を見直しつつ、プロジェクト全体の適切な管理を行った。ただし、「高速増殖炉サイクル研究開発マネジメント委員会」は、政府の政策の見直しの議論の結果を踏まえて開催を検討することとしていたが、平成 24 年度内に国の政策が定まらなかったことから開催を見送ることとした。

○ 事務・事業の見直しを受けて、研究開発に必要な経費を積算段階から精査するため、外部機関の委員を含んで平成 23 年度に設置した「高速増殖炉サイクル技術予算積算検証委員会」の指摘に基づき、客観的な積算単価に見直すことで年間業務委託費を削減し、平成 25 年度概算要求に反映した。

○ 「もんじゅ」の維持費削減の取り組みとして、平成 24 年度において、業務請負契約を見直して減員により年間役務費を削減するとともに、更なる維持費の削減を目指し、契約請求に対して執行内容および執行の可否を審議する「予算執行委員会」での審議対象を拡大し、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、高速増殖炉研究開発センター全体で経費節減キャンペーンを計画し、コピー用紙と旅費の削減目標に対して、実績を毎月チェックして経費削減に対する意識付けに取り組み、高速増殖炉研究開発センター全体で平成 23 年度実績を下回ることができた。なお、コピー用紙の削減のために各会議室にプロジェクターを設置した。

○ 平成 23 年 11 月の会計検査院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、「RETF 利活用方策検討作業部会」(機構内関係部署の代表で構成、平成 24 年 1 月設置)での検討結果に基づき、平成 24 年 5 月に「RETF 利活用検討チーム」を経営企画部に設置し、利活用方策の技術的及び経済的成立性に関する検討を実施した。

○ 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 24 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。その結果、契約の透明性が確保されるとともに、平成 23 年度より適切に精算手続きが実施でき、制度の改善と定着が図られた。

○ 保守管理上の不備対応に当たっては、原子力規制委員会からの措置命令で示された各事項に対する対応を確実に実施するため、外部有識者で構成する「もんじゅ保守管理改善検討委員会」を設置して、機構の取り組みの考え方等について確認いただくとともに、原因究明や再発防止策等の助言を反映しながら検討を進めた。

○ 福島第一原子力発電所事故を踏まえ、緊急安全対策やストレステストの対応について適切かつ円滑に進めるためには、組織横断的に対応していくことが必要であり、平成 23 年 8 月に「もんじゅ安全対策チーム」を設置して、課題の検討、進捗管理等を行いながら着実に進めた。

ストレステスト対応に当たっては、適切かつ客観的な評価とするため、外部有識者で構成する「もんじゅ安全性総合評価検討委員会」を設置し、評価方法などの確認を受けながら進め、平成 24 年 12 月 25 日の第 4 回委員会にて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することができるとの評価結果が確認され、一連のストレ

ステスト評価作業は終了した。

また、原子炉等規制法改正に伴うシビアアクシデント対策規制へのもんじゅの対応を円滑に行うため、平成 24 年 6 月に「もんじゅシビアアクシデント対策検討タスクフォース」を設置して、シビアアクシデント対策規制の基本的考え方、FBR 向け判断基準の整備など、法改正に伴う基準類の検討などを行った。

さらに、原子力規制委員会設置に伴い改正された原子炉等規制法及び新規規制基準への対応を円滑に行うため、「もんじゅ安全対策チーム」と「もんじゅシビアアクシデント対策検討タスクフォース」を統合して、平成 24 年 12 月に新たに「もんじゅ安全対策タスクフォース」を設置し、機構内の関連組織の専門家と連携しながら、新規規制基準骨子案に適合させるために必要な改造すべき設備や改造内容の整理等を進めた。

以上のように、発生した課題等に対しては、柔軟かつ戦略的にマネジメントを行う体制を構築するとともに、外部委員会の意見も踏まえながら対応した。

○ 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、文部科学省公募事業(原子力システム研究開発事業 安全基盤技術研究開発)で新たに「外部ハザードに対する崩壊熱除去機能のマージン評価手法の研究開発」の採択を得た。

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、5,348 百万円(うち、業務費 4,506 百万円、受託費 832 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(4,169 百万円)、政府受託研究収入 792 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) 地層処分研究開発

○ 人工バリアの長期挙動や核種移行に関するモデルの高度化やデータの拡充を進め、オーバーパックや緩衝材の基本特性に関するデータベースを更新するとともに、緩衝材中核種の現象論的収着・拡散モデル及び基本定数に関するデータベースを公開した(平成 24 年 5 月)。また、緩衝材の膨潤圧試験方法の標準化を目指し、従来 of 試験に加え、試料のサイズや縦横比を変えた試験を実施し、データの拡充を行った。

○ 隆起・侵食等による長期変動を考慮した現実的な地層処分システムの性能評価手法を構築するため、地質環境の長期安定性に関する研究成果等を活用し、隆起・侵食による地形変化の概念モデルの検討を進めた。また、資源エネルギー庁(エネ庁)公募事業により開発した熱-水-応力-化学連成モデルについて、大規模大容量解析のための改良を終え、幌延深地層研究所(深度 350m 水平坑道)における人工バリア性能試験の予察解析を実施し、地球化学を含む人工バリア環境を定量的に推定できることを確認した。あわせて、人工バリア性能試験の埋戻材として考えている現地の掘削ズリに粘土を配合した候補材の透水試験や膨潤圧測定を行い仕様を絞り込んだ。さらに、緩衝材流出現象に関するモデル化及び検証試験の計画に関する検討を行った。

幌延深地層研究所では、低アルカリ性コンクリートの吹付け施工による周辺岩盤や地下水への影響観測を継続するとともに、低アルカリ性材料を用いた湧水抑制対策の施工試験や人工バリア性能試験で用いる埋戻材の製作性の確認を目的としてブロック成型試験を行った。また、エネ庁の地層処分実規模設備整備事業に係わる人工バリアの工学技術に関する研究(緩衝材ブロック間の隙間膨潤可視化試験等)を、受託機関である公益財団法人原子力環境整備・資金管理センターとの共同研究として進めた。

○ 上記の機構の研究開発成果に加え、平成 24 年度で終了したエネ庁公募事業(6 件)のとりまとめの成果を活用することで、特にニアフィールド現象について、従来の保守的な取扱いからより現実的・定量的な処分システムの評価に活用可能なツール(地下水組成に対する微生物影響評価コード、ほか)が着実に整備できた。なお、国際協力として、OECD/NEA 熱力学データベースプロジェクトや熱-水-応力-化学連成モデルの開発確証に関する国際共同研究等を進めた。

○ 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(人工バリアの搬送・定置技術やモニタリング技術の開発、湧水抑制対策技術の高度化等)及び性能評価技術(放射線や微生物の影響評価、生物圏における核種挙動評価、先進サイクルに対応した処分概念/性能評価技術の開発等)については、共同研究や外部資金による事業等に対応することで、機構で実施する基盤研究開発の合理化・重点化を図っている。具体的には、平成 19 年度より開始したエネ庁公募事業を平成 24 年度も受託する等により上記の研究開発を実施した。なお、幌延深地層研究所における研究坑道の整備等は、民間活力(PFI)を導入し合理的に進めることにより、研究開発の重点化を図っている。

○ 原子力発電環境整備機構との協力協定に基づき研究者の派遣(現在 3 人、延べ 17 人)を継続するとともに、技術情報の提供や情報交換会等を通じて、概要調査の計画立案や品質管理に関するマニュアルの整備等を支援した。さらに、平成 23 年度から開始した「概要調査段階における設計・性能評価手法の高度化に関する共同研究」について、平成 24 年度は、平成 23 年度の方法論の検討段階からその具体化に取組み、機構と原子力発電環境整備機構との技術的協力が進んだ。

○ 東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた研究開発については、エネ庁公募事業(先進的地層処分概念・性能評価技術高度化開発)において、原子力事故廃棄物の処理・処分に向けた情報収集・整理、重要項目の予察的検討・基礎試験、課題の抽出と課題解決に向けた対策の検討等を実施し、中長期ロードマップにおける処分関係の研究開発計画案の作成に反映した。また、環境汚染への対処に係る研究開発については、セシウムの環境中移動に関する将来予測手法開発への反映に向けて、粘土鉱物や有機物の影響に着目した土壌中のセシウムの移行メカニズムの理解、移行モデルやパラメータ設定に関する調査研究を地層処分研究開発で構築した評価手法を活用しつつ進めるとともに、放射性物質の長期的影響の評価を進めるための基盤整備として、国内外で開発されている放射性物質の分布状況の変化モデルを調査し整理した。

(ii) 深地層の科学研究

○ 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、深地層環境の深度に向けた坑道掘削時の調査研究を進めつつ、地上からの地質環境の調査技術やモデル化手法等の妥当性を評価し、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24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。

国民との相互理解促進のための取組みとして、深地層の研究施設においては、平成23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、新聞等)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、共同研究によりエネ庁の地層処分実規模設備整備事業として整備されている「地層処分実規模試験施設」と一体的に運営し、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24年度の主な実績として、研究施設への見学者受入れ(瑞浪超深地層研究所:2,231人、幌延深地層研究所:1,204人、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):384人)、公開での報告会・情報交換会(3回:約270人)、学生・一般向けのセミナー(5回:約400人)、周辺市民への広報誌の配布(瑞浪超深地層研究所:11回:500部/1回、幌延深地層研究所:2回:400部/1回)、ホームページ(アクセス数 地層処分研究開発部門:約126万件、東濃地科学センター:約502万件、幌延深地層研究センター:約263万件)やマスメディアによる取材等を通じて情報発信等を行った。また、平成19年に開館した幌延深地層研究所の「ゆめ地創館」では63,256人の入場者を得た。なお、幌延深地層研究所の調査坑道内で発生したメタンガス濃度及び湧水量の一時的な増加(平成25年2月)の経緯を踏まえて、安全対策をより強化するとともに、関係自治体や報道機関への通報連絡に関する規定を見直すとともに、ホームページによる情報提供を拡充するなど、情報公開のより一層の改善を図った。

○ 瑞浪超深地層研究所においては、深度 500m の水平坑道の掘削を進めながら、パイロットボーリング調査及び坑道壁面地質観察を実施し、深度 500m における花崗岩体の性状や断層・割れ目の分布、地下水の水圧・水質等の地質環境情報を取得した。深度 300m の水平坑道においては、岩盤の初期応力測定を実施するとともに、一般財団法人電力中央研究所との共同研究として、物質移動研究のためのボーリング調査(トレーサー試験に向けた水理地質構造を把握)を実施した。また、地上及び坑道内から掘削したボーリング孔等を用いた地下水の水圧・水質変化の長期観測及び岩盤変位計測等を継続した。これらの調査試験によって得られたデータに基づき、サイトスケールの地質環境モデルの確認・更新を行いながら、第 1 段階で適用した調査、モデル化、解析手法の妥当性の評価を継続して実施した。あわせて、坑道の設計・施工技術等の適用性の評価を継続して進めた。

これらの調査研究を実施することにより、結晶質岩において地下施設を建設する場合の地質環境条件の変化を評価するための技術を構築するとともに、地上からの精密調査の段階に必要な技術基盤を整備し実施主体や安全規制機関に提供できる見通しを得た。

○ 幌延深地層研究所においては、東立坑(深度 350m まで)、西立坑(深度 280m まで)及び深度 350m 水平坑道(延長約 340m)の掘削を進めながら、坑道壁面の地質観察や岩盤変位計測により堆積岩層の性状などを把握するとともに、既設の地下水観測装置等による地下水の水圧・水質変化の観測を継続した。また、平成 25 年度から深度 350m 水平坑道で行う物質移動試験に向け、溶存ガス下での試験技術の検討や実施場所の調査を行った。これらの調査結果に基づき、地質環境モデルを更新しながら、地質環境の調査技術やモデル化手法及び掘削影響評価技術などの適用性評価を進めた。一方、坑道の設計・覆工技術については、覆工応力に関する解析結果などに基づき、施工管理基準の最適化を図りながらその適用性確認を継続した。湧水抑制対策に関しては、坑道壁面においてグラウト材の浸透した断層や割れ目を直接観察し、地下水移行経路が断層近傍で分岐脈状に発達していることを確認した。加えて、(独)産業技術総合研究所や一般財団法人電力中央研究所との共同研究の成果を活用し、塩水と淡水の境界領域における地下水流動等を把握するための調査技術の体系化を進めた。

これらの調査研究の実施により、これまでに作成した地質環境モデルに基づく地下施設の設計手法の課題を抽出することができ、堆積岩における湧水抑制対策等を含む地下施設の包括的設計手法の確立に見通しが立ちつつある。

○ 諸外国との 2 機関協定等に基づき、瑞浪超深地層研究所については、韓国原子力研究所(KAERI)との情報交換(8 月、12 月)、スイス放射性廃棄物管理共同組合(Nagra)との技術検討会議(3 月)を、幌延深地層研究所については、OECD/NEA の CLAY Club における情報交換(10 月)、フランス放射性廃棄物管理機関(ANDRA)との情報交換及びスイス Mont Terri Project 管理委員会(3 月)を通じて、海外における地層処分研究開発の最新動向に関する情報の収集や過去の研究事例の再整理等を実施し、それらを踏まえた今後の坑道を利用した研究内容の集約化・重点化を行っている。

○ 変動地形が不明瞭な活断層の調査や坑道内等で遭遇した断層の活動性評価に適用するため、断層充填物質の年代測定技術(K-Ar法)の整備を継続して進め、断層運動の際に生成される物質(自生雲母粘土鉱物)の分離技術とその年代測定法を実用化した。さらに、実用化した年代測定技術等をもんじゅ破碎帯調査に活用し、同破碎帯中の粘土鉱物の生成年代を明らかにして破碎帯の活動性を検討するとともに、その成果を原子力規制委員会への報告書に反映した。また、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、東濃地域等を事例に地殻応力・地下水圧のシミュレーションを実施し、実際の地下水観測結果と比較・検討することにより、シミュレーション手法の有効性を確認するなど、東北地方太平洋沖地震を踏まえた新たな課題に対する取り組みを開始し、成果が得られつつある。

(iii) 知識ベースの構築

○ 知識マネジメントシステムを運営しながら聴取した原子力発電環境整備機構(NUMO)や規制関連機関を始めとする関係者や外部専門家の意見に基づき、各種ツールやユーザインターフェースの改良及びホームページ更新に向けての試作画面の作成を行い、これまで蓄積してきた知識に容易にアクセスすることが可能となった。また、エネ庁公募事業の最終年度として、概要調査に必要とされる地質環境調査評価技術に関する知識と、それらの知識を利用しながら地質環境調査評価の作業を支援するシステムを整備した。このシステムを活用することにより、概要調査における様々な作業をマネジメントするとともに、得られた知識を一元管理していくことが可能となった。

○ 「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。

○ エネ庁が主催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、NUMO及び規制関連機関の動向やニーズを踏まえて策定した高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画に基づき、公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター、一般財団法人電力中央研究所、(独)産業技術総合研究所、(独)放射線医学総合研究所等との間で、沿岸域における地質環境調査技術の体系化、オーバーパックの腐食挙動、生物圏評価等に関する共同研究や情報交換を行った。また、平成25年度以降の全体計画の検討を進めた。

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、13,370 百万円 (うち、業務費 13,118 百万円、受託費 248 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 (6,534 百万円)、補助金等収益 (5,438 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

○ 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 29 件の受託研究については、平成 23 年度までに 14 件、平成 24 年度は 4 件の作業を計画通り完了し、残り 11 件が計画通り継続中である。

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 0.25 個分のジャケットティング (760m 導体 1 本、415m 導体 1 本) を完了した。これにより、これまでに超伝導導体 28 本 (760m 導体 20 本、415m 導体 8 本) を製作し、我が国の調達責任の 84% の導体製作を完了した。

TF コイル用巻線と構造物の試作を継続し、ラジアル・プレート (導体を溝に埋め込んだ形で支持するための金属板) 材料の実規模試作を進め、当初予定通り年度内に 5 枚分の材料製作を完了した。

実機 TF コイルの調達に関しては、第 1 号機コイルの調達及び 5 機分の構造物材料の調達に関わる契約を締結し、コイル製作及び材料調達に着手した。さらに、ITER 工程遵守のため、第 2 号機及び第 3 号機コイルの巻線部の契約を締結し、製作に着手した。なお、実機 TF コイルの試作結果に基づいて調達技術仕様を詳細化し、複数企業の参入を促進して競争環境を整え、製作と工程のリスク低減とコスト合理化を実現した。

センターソレノイドコイル用超伝導導体の調達に関しては、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、ジャケット材の製作を開始した。また、国内企業 3 社に

において機械的剛性を高めることにより撚線内の素線の変形を抑制し、高性能が期待できる撚線の撚りピッチが短い構造の導体サンプルを製作し、繰り返し運転を模擬した試験をスイス・ローザンヌ工科大学の試験装置サルタンを用いて行った。その結果、超伝導が維持できる最高温度で評価される超伝導性能が繰り返し運転で低下しないこと、及び従来構造の導体と比較し最高温度が約 0.5K も上回るこれまでのサンプルで最高の性能を有していることを確認した(平成 25 年 2 月 ITER 機構からプレス発表)。特に日本製の導体が最も高い性能を有することを確認したことは、日本の技術力が非常に優れていることを示すものである。この試験結果を受けて、ITER 機構との合意に基づき、現在製作中の第 1 モジュール及び今後調達予定の第 2 モジュール以降の導体について、撚りピッチを短くする変更を行う。なお、ITER 超伝導コイル用ケーブルインコンジット導体(高強度の管の中に超伝導線を収納した構成の超伝導導体)のサルタン試験で発生する性能低下現象をシミュレーションにより再現し、初めてその要因を解明した研究は高く評価され、低温工学・超電導学会優良発表賞を受賞した(平成 24 年 11 月)。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「CS コイル導体の改良により、優れた特性を有する導体の開発に成功した点は特筆に値する。」との意見が得られている。

ダイバータプロトタイプ製作を継続し、当初予定通りプラズマ対向ユニット 2 号機及びステンレス製支持構造体の製作に着手した。また、平成 23 年度製作したプラズマ対向ユニット 1 号機を組み込んだテストアセンブリを完成させ、ロシア・エフレモフ研究所にて 1 回目の高熱負荷試験を実施した。この試験は、ITER ダイバータ調達三極(日本、欧州、ロシア)において初めて実施された公式な高熱負荷試験であり、今回の試験では特にタングステン表面保護材部に対して、熱負荷 $10\text{MW}/\text{m}^2$ を 5,000 サイクル、さらに熱負荷 $20\text{MW}/\text{m}^2$ を 1,000 サイクル(要求寿命の 2 倍以上)の繰り返し加熱を実施し、タングステン接合部に要求される除熱性能を世界に先駆けて実証した。試験後の観察では、タングステン表面に微小な亀裂や結晶粒の粗大化が観察されたが、熔融の発生は見られず、本試験結果に対して、ITER 機構からタングステン接合部の性能が ITER の機能要求を満足したことが公式に認定された。

遠隔保守機器の詳細設計を継続し、調達取決めに基づいて詳細設計活動の一環として構造・機構/計測制御設計、及び信頼性/故障モード影響解析などのシステム設計を進め、予備設計レビューの準備を終了した。

中性粒子入射加熱装置のブッシング(ケースや壁などの取付場所との絶縁を保ちつつ電気を導入する端子)及び電源の調達については、製作の第一段階の契約をメーカーとの間で締結し、5 段で 100 万ボルトの高電圧を絶縁する構造の HV ブッシングの大口径セラミックリング 1 段分が平成 25 年 2 月に納入された。高電圧部電源についても最終設計作業を開始し、その第一段階として、試験用 100 万ボルト電源の最終設計を確定した。なお、ブッシングの開発では、碍子と絶縁ガスを封入した繊維強化プラスチック管で構成される 2 重複合型絶縁ブッシングを新たに開発し、ITER 機構の要求である直流 120 万ボルトを 1 時間にわたって絶縁することに成功した(平成 25 年 3 月 22 日にプレス発表、日刊工業新聞と電気新聞に掲載)。本件で開発した直流 100 万ボルトを超える絶縁変圧器の技術は、今後普及が期待される長距離低損失送電のための 100 万ボルト級直流送電(UHVDC)に不可欠な直流変換器用超高压変圧器

へ応用できる。

マイクロフィッションチェンバー(小型核分裂計数管)については、ITER機構との間で平成23年度に締結した調達取決めに基づき、真空容器内機器の詳細設計のための契約をメーカーと締結し、ITER真空容器内部に設置するMIケーブル(無機物を絶縁材に用いたケーブル)、測定信号を真空容器外に取り出すための真空導入端子などの詳細設計を開始した。

高周波加熱装置(ジャイロトロン)の調達準備として、プラズマ不安定制御のために5kHzでのジャイロトロン出力変調の開発を進めた。ITERではプラズマの圧力上昇に伴い、5kHz程度の電磁流体不安定性の発生が予測されているが、この不安定部に同期して高周波で電流を局所駆動させることにより、不安定性を減衰させることができる。このために、ジャイロトロン内の電子ビーム電流をオンオフ制御させ、発振電力を5kHz変調する方式を新たに開発し、安定な5kHz電力変調を実現させた。このITERジャイロトロンにおける5kHzの高速電力変調は日本のみが成功させている。また、ジャイロトロン制御システムの設計に着手した。さらにITERプラズマに20MWの170GHz帯高周波を入射するための水平ポートランチャー(水平ポート部に設置する電磁波発射筒)の開発では、その同サイズのモックアップ試験装置を試作し、ジャイロトロンを電力源として大電力放射実験を行い、設計の妥当性を示した。

計測機器の調達準備としては、ITERプラズマの周辺部分における電子温度と電子密度を測定する周辺トムソン散乱計測装置について、主要な構成機器であるレーザー装置、集光光学系、ビームダンプの設計検討や真空容器内機器の機械設計検討を実施し、概念設計を完了させた。これに基づき、調達取決め締結に向けた準備を進めた。また、平成23年度開発した世界最高性能の計測用レーザー装置を、韓国国立核融合研究所の超伝導トカマクKSTARに設置し、トカマク環境下での試験を開始した。「燃焼プラズマにおける先進トムソン散乱計測」についての研究成果は、ITERを始めとする燃焼プラズマにおける計測に有用な成果として高く評価され、プラズマ・核融合学会学術奨励賞を受賞した(平成24年11月)。また、光学性能が優れた分光器を考案し、幅広い分野での応用が見込まれるため、特許出願を行った(平成24年4月26日)。ポロイダル偏光計測装置については、真空容器内に設置する回帰反射鏡、ポートプラグ内に設置するプラズマ対向ミラーモジュール、レーザー光学伝送系、偏光検出装置等に関する設計検討及び解析作業を実施し、概念設計を完成させた。これに基づき、調達取決め締結に向けた準備を進めた。また、本ポロイダル偏光計測装置と米国が調達するプラズマと中性粒子ビームの相互作用による発光を測定する動的シュタルク効果(電場の影響で原子や分子のエネルギー準位がずれ、それらが出す光のスペクトル線が分裂する現象)計測装置を組み合わせた場合に総合的に得られるITERプラズマの電流分布計測精度を初めて評価し、第24回IAEA核融合エネルギー会議にて発表した。これらのポロイダル偏光計測に関する研究開発の成果は高く評価され、吉川允二核融合エネルギー奨励賞を受賞した(平成25年3月)。その他、ダイバータ不純物モニター及びダイバータサーモグラフィについて、概念設計を完了し、調達取決め締結に向けた準備を進めた。ダイバータ熱電対については、ITER機構が提案している標準的な計装・制御系の機能分析を行い、熱電対を対象とする機能設計書を作成した。

テストブランケットモジュール(TBM)の概念設計検討に着手し、モジュール筐体の電磁力及

び熱構造解析、TBM に不具合を発生させる代表的事象の影響を評価するための安全解析などを実施した。多大な解析時間を要する電磁力解析に関しては、ITER 機構が提供する機器図面及び水冷却固体増殖テストブランケットの 3 次元 CAD 図から有限要素モデル(解析モデル)を構築した。解析モデルは、トーラス全体の 10° セクター分の構造を対象とし、解析の対象であるテストブランケットのほかに、遮蔽ブランケット、真空容器、ポートなどの主要な ITER 構造物をモデル化した。この解析モデルにより、電磁力解析の予備解析を行い、モデルの妥当性を確認した。熱構造解析では、表面熱負荷、核発熱、冷却材の圧力を負荷した筐体の温度及び応力分布を評価し、定常負荷に対する構造成立性を確認した。安全解析では、水と蒸気の 2 つの流体の熱流動挙動を計算可能な二流体モデルコードである TRAC を用い、冷却材の喪失などの事象が生じた場合のモジュールと冷却システムの過渡応答を解析し、安全上の影響を評価して、予備安全性報告書の改定作業に反映した。

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、さら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 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 24 年度には 5 人が退職したが、新たに 3 人が着任し、合計 26 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 16 件の業務委託に関する募集情報を国内向けに発信し、4 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 11 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 機構長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。さらに、ITER 機構と 7 極の国内機関による共同作業体制により迅速な問題解決と意志決定を図る「ユニーク ITER チーム(UIT)」の設置について、UIT の共同運営案及び実施要領案を ITER 機構に提案し、UIT の体制構築に貢献した。平成 25 年 1 月からは日本から管理職級スタッフを定期的に ITER 機構に派遣して ITER 機構及び他の国内機関と問題解決のための協議・調整を行い、ITER 機構を支援した。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「ユニーク ITER チームを提案し、集中的な議論・迅速な意思決定を可能とする体制を実現したことは、大規模で長期にわたるプロジェクトを効率的に進めるために必須であり、極めて高く評価できる。」との意見が得られている。

また、ITER 機構の職員募集に関する説明会を国内で計 12 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。特に低温工学・超電導学会の展示会で行った説明会では多数の学生等の注目を集め、優良発表賞を受賞した(平成 24 年 11 月)。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、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。

○ 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、とく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 計画の成果が核融合分野以外にも波及しうるように努めた。

○ ITER 調達活動が本格化するのに伴い、核融合研究開発部門における研究プロジェクトについて、優先度を踏まえた上で整理統合を行い重点化し、組織改編を行った。これにより、ITER 調達業務を所掌する技術担当グループを再編し、業務の効率化を図った。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「ITER や BA の建設活動が佳境に入る段階にあつて、これに対応すべく迅速に核融合研究開発部門の体制変更を行ったことは高く評価できる。」との意見が得られている。

○ 上記の通り、調達取決めに基づき産業界と契約を締結することで機器調達を実施している。我が国の国益を踏まえつつ、また ITER 協定における知財規定に沿って、さらに個別に対応が必要な条項を調達取決めに入れ込み、知的財産権の保護に十分配慮した上でこれらの契約を締結した。

○ 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。

青森県六ヶ所村の国際核融合エネルギー研究センター(六ヶ所サイト)に関する活動として、原型炉設計においては、原型炉設計安全性研究の調達取決めを締結し、原型炉設計に関する技術調整会合等を通じてシステムコードや安全性等に関する日欧共同設計作業を実施した。原型炉 R&D に関しては、原型炉 R&D 棟において、放射性同位元素を含むトリチウム水によるステンレス鋼の腐食実験及び SiC/SiC 複合材の高温強度データの取得を開始した。また、低放射化フェライト鋼の 20 トン電気炉溶解を実施して主要元素の組成目標値を達成し、開発課題であるアルミニウムや窒素等の微量成分の制御について、2 次精錬後でアルミニウム 40ppm (目標:150ppm 以下)、窒素 98ppm (目標:100ppm 以下)などの良好な結果を得た。

計算機シミュレーションセンターに係る活動については、高性能計算機(スパコン)の運用を継続し、公募で採択した課題に関する利用を平成 24 年 4 月から開始し、第一サイクル(平成 24 年 4 月 9 日～11 月 14 日)及び第二サイクル(平成 24 年 11 月 15 日～平成 25 年 11 月 14 日)について、日欧のユーザーによる計算機使用を実施するなど、スパコンの本格的運用を開始した。

ITER 遠隔実験センターに関する準備作業会を 9 回開催して全体計画を策定し、BA 運営委員会でその全体計画が承認された。

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、東日本大震災により被災した液体リチウム試験ループの復旧を平成 24 年 7 月に完了させ、性能実証試験を平成 24 年 9 月から開始し、目標の最大流速 20m/s を正圧下で達成した(平成 25 年 2 月プレス発表)。本成果は癌治療などを目的としたホウ素中性子捕捉療法(BNCT)用の照射施設において、液体リチウムを高速で循環させる照射ターゲットへの応用も期待される。本件は、核融合研究開発部門と大洗研究開発センターとの連携協力により、大洗研究開発センターにおける液体金属に係る技術や試験施設を有効活用して実施しているものである。なお、液体金属リチウム高速自由表面流の開発研究は技術的に高く評価され、日本原子力学会技術開発賞を受賞した(平成 25 年 3 月)。また、日本が分担するプロトタイプ加速器用機器の調達を実施し、高周波入力結合器 2 台の製作を完了するとともに、欧州が調達するプロトタイプ加速器入射器の据付け・調整を開始し、ビームが通過する位置を 0.1mm 精度で設計要求値に合わせるために必要な基準参照点の位置決め(ビームライン測量)を実施した。加速器付帯設備として IFMIF/EVEDA 加速器棟に建設したビームダンプ用補助遮蔽壁は、中性子線遮蔽構造体として幅広く利用可能であるため、特許出願を行った(平成 24 年 9 月 6 日)。さらに、IFMIF の工学設計の日本が担当する部分を実施し、設計記述書を完成した。なお、放射線発生装置の使用許可申請ドラフトを完成し所内審議を開始したが、申請先が平成 25 年度から規制庁に移ることになり 12 月以降文部科学省規制室が申請を受理しなくなったので、申請は完了できなかった。

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、ダイバータ、遠隔保守機器、クライオスタット胴部板材等の製作を継続した。超伝導コイルに関しては、最も小型の平衡磁場(EF)コイル EF4 を完成させるとともに、より大型の EF5 及び EF6 のパンケーキの巻線を開始した。なお、最新の製作技術と測定技術を用いることにより、EF4 コイルは当初目標の 1/10 の 0.6mm の公差で完成し、高精度な巻線方式を確立した。また、中心ソレノイドのモデルコイルを完成し、動作試験を実施した。さらに、超伝導ポロイダル磁場コイル用導体の平成 24 年度分 11 本を製作するとともに、サーマルシールド(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装置)の設計が完了し、調達取決めを締結した。真空容器に関しては、40 度セクター 4 体目、5 体目及び 6 体目を完成させた。また、ポート及びポートベローズの製作を継続するとともに、支持脚の製作に着手した。ダイバータに関しては、ダイバータターゲット及びダイバータカセット、CFC タイル、黒鉛タイルの製作を完了した。遠隔保守機器に関しては、遠隔切断装置及び遠隔溶接装置の製作を完了した。また、クライオスタット胴部用ステンレス板材の製造を完了し、平成 24 年 7 月に欧州側へ引き渡した。

欧州分担機器であるクライオスタットベースを平成 25 年 1 月に日立港から那珂核融合研究所に輸送して、平成 25 年 1 月 28 日に JT-60SA の組立作業を開始し、平成 25 年 3 月 25 日にクライオスタットベースの仮固定を終了した。なお、平成 25 年 1 月 28 日の JT-60SA 組立開始について、10 社 13 名の報道関係者が取材に訪れ、JT-60SA の組立開始としてテレビ、新聞等で大きく報道された。

また、平成 25 年 3 月 25 日には JT-60SA の欧州製作機器の初搬入と組立開始を披露する式典を開催し、文部科学副大臣や駐日スペイン大使館公使参事官など国内外から約 100 名の参加者があり、本体室では、ご来賓の方々が見守る中、クライオスタットベースのボルト締結式が行われた。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「100 回を超える PCM(事業調整会議)など、日欧間の議論の体制が確立され、国際協力の下での統合プロジェクトが適正かつ円滑に推進されていることは、国際プロジェクト推進の規範となる成果であり、高く評価できる。」との意見が得られている。

また、JT-60SA の研究計画の検討を継続し、放電シナリオや運転可能なプラズマパラメータ領域、電流分布の制御性等の詳細検討を日欧の研究コミュニティが共同で実施した。これらの検討結果について、欧州物理学会等での 4 件の共同発表、及び第 24 回 IAEA 核融合エネルギー会議での 3 件の共同論文執筆・発表を行なった。

なお、BA 活動においては、調達取決めに基づき産業界と契約を締結することで機器調達を実施しているが、我が国の国益を踏まえつつ、また BA 協定における知財規定に沿って、さらに個別に対応が必要な条項を調達取決めに入れ込み、知的財産権の保護に十分配慮した上でこれらの契約を締結した。

○ 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 回実施したほか、サイエンスカフェなど一般を対象とした地元説明会を 5 回、近隣の教育機関への講義、講演等を 13 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 24 年 11 月、108 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 5 回及びクラスター(各課題に対する個別活動)関連会合 41 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 2012」を社会と核融合クラスターの主催で平成 24 年 11 月に開催し、産業界と学生を中心に 467 名の参加を得て成功裡に終えた。衆参議員秘書 2 名と文部科学事務次官など関連行政府・自治体・大使館から 25 名が出席するとともに、NHK エンタープライズや毎日新聞などプレスから 7 名の記者が取材のため来場し、記事 5 件が 4 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 活動等にかかわる連携協力の役割分担を適切に調整するとともに、関連情報の共有を図り、また、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 活動に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 4 月より、新たに ITER 科学技術検討評価ワーキンググループを発足させ(平成 24 年度に計 9 回の会合を実施)、国内専門家の意見を集約させた戦略的な考え方を迅速かつ効果的に整理できるようにした。また、クラスター関連活動については発表資料を含む会合報告をフォーラムのホームページに掲載し、核融合エネルギー研究開発の現状についての情報発信やその理解増進にも寄与した。

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、地元である那珂市やひたちなか市、水戸市近辺のタウン情報誌 machico に那珂核融合研究所の紹介を掲載するとともに、新たに見学用リーフレットを作成して配布するなど、積極的な研究施設の見学の需要喚起を図った。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 1,520 名(うち学校関係者が 564 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 1 月実施)では、約 60 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に貢献した。

(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、JT-60 装置の解体を平成 24 年 10 月に完了し、欧州から搬入される機器(クライオスタットベース)の受入れ準備として床面の水平度測定や補正板設置等を平成 24 年 12 月までに行った。解体品総数約 13,000 個、解体総重量約 5,400 トンという JT-60 本体の解体においては、機構関係者及び受注メーカーが、各種会議等で密な情

報共有を図る体制を構築し、高い安全意識を持って作業を行った結果、延べ約4万人日に及ぶ作業を無事故・無災害で実施できた。また、解体においてダイヤモンドワイヤーソーを用いることで遠隔操作により作業員の被ばく量を総量0mSvにできた。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「1)延べ4万人日に及ぶ作業を無事故、無災害で完遂したことは、一見地味ではあるが、いままで経験したことのない作業であり、その複雑さや困難さを鑑みれば、賞賛に値するものであると評価する。2)JT-60解体に際しては、技術的ノウハウを含み、極めて詳細な記録が残され、しかもそれらの情報が一般に提供できる体制が確保されている。ここで得られた技術的経験は、理工学分野および医学分野で利用されている放射線発生装置使用施設の装置更新や廃止の際に大いに参考になり、大きな波及効果を生み出すものである。」との意見が得られている。

JT-60SAで再使用するJT-60既存設備の点検・維持・保管運転を実施するとともに、加熱及び計測機器等をJT-60SA装置に必要な100秒運転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を継続した。特に中性粒子ビーム加熱装置においては、JT-60SAと同一仕様の大容量電源を用いたイオン源試験装置を新たに整備し、100秒間の負イオンビーム生成を実証した。本装置の最大の特長は、30秒までしか運転が出来なかったJT-60用イオン源電源を空冷や抵抗器の強化を図ることで、短期間の改造でJT-60SAに必要な100秒運転を可能としたことである。さらに、JT-60SA負イオン源のもう一つの課題である負イオンビームの高エネルギー化に関しては、イオン源内の電極間の耐電圧を電極面積や電極孔数に対して定式化したことが高く評価され、平成24年度電気学会優秀論文発表賞を受賞した(平成24年9月)。高周波加熱装置においては、高パワー長時間発振の従来最高値60MJを更新(70MJ)するとともに、JT-60SA用2周波数ジャイロトロン製作を完了し、調整運転において2つの周波数での発振を確認した。プラズマ計測装置では、CO₂レーザー干渉・偏光計システム用のレーザーモニター装置の開発(平成24年12月11日に特許出願)やトムソン散乱計測システムの集光光学系の光学設計の改良を行った。なお、核融合施設だけでなく原子力施設に適用できる耐熱性を有するフレキシブルな中性子遮蔽樹脂材の開発は、遮蔽樹脂材の高耐熱化と成形自由度の高いフレキシブル化という相反する課題に挑戦し、その両特性を有する遮蔽樹脂材を実現したことが高く評価され、平成24年度日本原子力学会技術賞を受賞した(平成25年3月)。

DIII-D(米)、KSTAR(韓)、JET(欧)、ASDEX-U(独)等の外国装置への実験参加を始めとする国際研究協力を積極的に展開しつつ、JT-60の実験データや主プラズマ部からダイバータ部までの全領域を同時に扱う統合予測コードを用いて、ITERでの燃焼プラズマ制御研究やJT-60SAに向けた定常高ベータ化(高圧力プラズマの定常維持)研究を推進し、プラズマの安定性への高速イオンの影響、主プラズマ部での熱・粒子の輸送特性、プラズマ周辺部の構造とその動特性、金属製第一壁の効果、第一壁調整手法等の研究領域で成果を挙げた。また、統合予測コードを用いて、ITERにおける運転シナリオ評価、JT-60SAにおけるプラズマ制御性予測、ITERにおけるトロイダル回転分布の制御性等の予測、プラズマ周辺部で発生する不安定性(ELM)によって生じる第一壁への熱パルスや固体水素ペレット入射によって緩和する手法の予測等を行なった。なお、トカマクプラズマにおける運動量とプラズマ半径方向の電

場構造の新古典的応答に関する研究は、プラズマ中での磁場、電場、圧力、回転の全てを自己無撞着に解く手法を世界で初めて完成したことから、学術的にも高く評価され、日本物理学会若手奨励賞を受賞した(平成 25 年 3 月)。

また、JT-60U におけるディスラプション(プラズマが急速に崩壊する不安定性)時のプラズマ電流の振る舞いに関する研究は、プラズマ・核融合学会若手学会発表賞を受賞した(平成 24 年 11 月)。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「水素同位体による熱輸送特性の違いの解明、高速イオンによる間欠的磁気流体不安定性の誘発機構の解明、ITER のトロイダル回転分布の予測等において、高い科学技術的成果をあげている。」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、BA 活動で運用する高性能計算機を有効活用して、プラズマ乱流シミュレーションを JT-60 相当の大型装置を模擬したプラズマへ拡張し、大型装置におけるイオン熱輸送特性がボーム則(プラズマ温度に比例し磁場に反比例する形の拡散にそったパラメータ依存性)に従うことを明らかにした。また、抵抗性壁モード解析コードを開発し、同コードを用いた JT-60SA の解析によりプラズマ回転が存在する場合、アルフヴェン共鳴(プラズマ中に伝わる磁気流体波の一つであるアルフヴェン波と同じ周波数を持つ波の共鳴)による安定化窓の存在を見いだした。これにより回転制御による抵抗性壁モード安定化につながる理論的指針を取得した。さらに、プラズマ乱流シミュレーションコードの燃料イオンやヘリウム灰を含む多種イオンモデルへの拡張とコードの妥当性を検証するベンチマークを行った。相対論的電子軌道追跡コードの改良を進め、ITER のディスラプションを模擬したシミュレーションが可能となった。なお、トカマクプラズマにおける周辺磁気流体安定性に関する研究は、任意方向に回転するプラズマ中の ELM 安定性解析コードを世界で初めて開発し、プラズマ回転による ELM の安定化およびその物理機構を解明したものであり、現在のトカマク型核融合研究の最重要課題の一つの解決に貢献する成果であることが高く評価され、文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞した(平成 24 年 4 月)。

大学等との相互の連携・協力を推進し、JT-60 と JT-60SA を包含した公募型の「国内重点化装置共同研究」31 件を実施することにより、JT-60 の研究資産を有効に活用するとともに、JT-60SA 整備の推進及び人材育成に貢献した。なお、共同研究における研究協力者の半数以上が若手研究者(大学院生、助教等)であり、若手育成にも貢献している。

また、JT-60SA 計画の遂行に必要な設計検討作業のうち、外部機関に委託することが有効と考えられる作業について「公募型委託研究」3 件を実施し、大学等との連携によって設計検討作業が順調に進展し、外部摂動磁場が JT-60SA の閉じ込め磁場配位に与える影響等を明らかにすることができた。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「JT-60 に関する大学との共同研究は、我が国の核融合研究の底上げと若手育成に多大に貢献しており、極めて高く評価できる。」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 試験に向けて、実機材料低放射化フェライト鋼

(F82H)による後壁の実規模モックアップ製作を完了し、強度試験を実施して、製作性の妥当性を確認した。また、低放射化フェライト鋼の照射後疲労試験システムを開発し、照射後疲労寿命データの取得を開始した。

リチウム添加型トリチウム増殖材料に適した新たな造粒法として、トリチウム増殖材料粉末を含む液体をチューブから油の流れのなかに押し出し、粘性を持つゲル球を作り、焼き固めて微小球にするエマルジョン法を適用した微小球試作試験を実施し、トリチウム増殖によるリチウム消費を予め考慮してリチウム/チタン比を従来の2から2.16までリチウムを過剰に添加した微小球の製作に成功した。さらに、製作した微小球に対し、運転を再開した核融合中性子源施設(FNS)にて中性子照射を行い、トリチウム回収試験を実施し、トリチウム放出化学形の温度依存性に係る基礎データを蓄積し、温度とともにトリチウムが水蒸気状ではなく水素分子状で放出される割合が増加する傾向があることを確認した。なお、微小球充填体中のガス流動を特殊な液体流れで模擬し、レーザー発光により流れの可視化に成功するなど、核融合ブランケットにおける増殖材充填体内のガス流動に関する工学的研究は技術的に高く評価され、平成24年6月、日本機械学会の動力・エネルギー技術シンポジウムにて優秀講演表彰を受賞した(平成24年11月)。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「1)ITERにおけるTBM試験は、高性能を達成したリード国の手法が標準化される可能性もあり、日本の実力が問われる重要案件である。日本の固体増殖・水冷却方式による開発は、実規模モックアップの製作を完了するなど、所定の成果を挙げており、高く評価できる。2)我国の核融合工学全体の研究レベルは世界トップにあるが、特にTBMとその要素材料、低放射化フェライトの開発研究において、卓越した結果を得ており、極めて高く評価できる。」との意見が得られている。

また、リチウム回収技術開発の一環として、イオン液体を用いた電気透析法を用いて海水からのリチウム回収にチャレンジした結果、リチウムを効率的に回収できる最適なイオン液体(PP13-TFSI)を選定した。さらに従来のイオン液体を用いたリチウム分離膜の場合は、時間とともに膜からイオン液体が抜け出る現象が観察されたが、イオン液体を循環できるように装置を改造することでリチウム分離膜の耐久性を大幅に向上させることに成功し、リチウム回収率も約4倍と飛躍的に改善した(平成25年1月に日本経済新聞に掲載)。なお、本手法は、産業界からも大きな期待と注目を受けており、自動車用大型リチウムイオン電池の需要増加を想定する電池産業への波及効果が期待される。また、本手法は、リチウムだけではなく、カルシウム等の他の資源の回収にも応用可能である。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「リチウムは電池など多用な需要があることから、これを海水から安価に回収できる技術を確立できれば、多くの分野で大きなインパクトを与えることになる。この観点からここで開発されつつあるイオン流体を用いた回収技術は、極めて波及効果の大きいものであると判断する。」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長パルス・大電力伝送時の伝送効率の向上のための高度化研究を行い、ジャイロトロン出力ビームを高周波伝送システムに高効率で結合させるための結合回路用ミラーの設計技術を開発し、98%以上の高効率で結合させる設計に成功した。

大型負イオン源ビームの長パルス加速電極開発のための高度化研究を行い、長パルス用引き出し電極を開発してその性能を実証するとともに、電極熱負荷低減のために加速電極の電極孔径の縮小が有効であることを明らかにした。

核融合炉設計のためのトリチウム閉じ込めの高度化研究を行い、低放射化フェライト鋼及びコンクリート中のトリチウム水挙動データを取得するとともに、エポキシやウレタンなど表面塗料のトリチウム水浸透防止効果を確認した。また、核融合炉設計のための核データ検証として、増殖ブランケット候補材に含まれるチタンの核データ検証のための積分実験を実施し、日本の核データ JENDL-4.0 を用いた計算結果は実験データを約 35%過大評価することを明らかにし、その原因の検討を開始した。また、核融合炉設計のためのダイバータ概念検討等の高度化研究を行い、ダイバータの熱負荷を低減するための方策として、ダイバータ長の伸張、不純物（ネオン、アルゴン、クリプトン）注入による放射冷却の増大等が有効であることを確認するとともに、先進ダイバータ形成の可能性を検討し、ダイバータ脚を小半径方向に伸張させたダイバータを形成できる可能性があるとの結論が得られた。なお、核融合原型炉の保守時における崩壊熱除去手法に関する研究は、炉内機器における残留熱の詳細な計算に基づき、保守工程における作業の迅速性と簡易性とを相反する要求に応える保守手法を提案したものであり、核融合炉の高稼働率を実現する保守手法の概念確立に繋がる点が高く評価され、プラズマ・核融合学会若手学会発表賞を受賞した（平成 24 年 11 月）。

核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「1) ジャイロトロン、負イオン源、トリチウム挙動等の何れにおいても、世界をリードする重要な結果を得ており、極めて高く評価できる。2) ジャイロトロン、核データの検証等において、大きな科学技術的成果が得られている。3) ジャイロトロンの長パルス化や大電力伝送効率の向上など、ITER 実現の鍵になる基盤技術が着実に進展している。」との意見が得られている。

○ 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、本格化する原型炉 R&D 活動と関連する核融合炉工学研究の効率的・効果的推進を図り、平成 24 年 10 月より、核融合炉構造材料開発グループ、核融合炉システム研究グループ、プラズマ理論シミュレーショングループを六ヶ所 BA プロジェクトユニットに統合した。また、核融合工学研究開発ユニットの構成を変更し、名称をブランケット研究開発ユニットとして、駐在地を青森研究開発センターに変更することとした（平成 25 年 4 月より）。

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

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、19,229百万円(うち、業務費18,598百万円、受託費512百万円)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(10,331百万円)、補助金等収益(6,285百万円)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

○ リニアックエネルギー増強では、21 台の加速空洞の製作完了を含め、全ての機器の製作が終了し、1MW に向けた整備を終了させた。また、加速器の高出力化に向けたビーム試験を実施し、現在のリニアックのエネルギー181MeV を用いて 3GeV シンクロトロン の出力を 200kW から約 540kW まで上昇させる試験に成功した。これは、増強後のリニアックのエネルギー400MeV に換算すると、約 1.5MW に相当し、1MW 化実現に向けた順調な調整が実施できた。

○ 平成 24 年度を通じて、高出力で安定した J-PARC の利用運転を実施することができた。物質・生命科学実験施設には、年度当初から震災前の最大出力と同等の約 200kW ビームを供給し、平成 24 年 11 月以後で約 300kW、平成 25 年 1 月以降では 300kW 以上(1パルス当たりでは約 350kW に相当)のビームを供給することができた。平成 23 年に発生した東日本大震災による被害の復旧に約9か月間費やしたため、当初計画に対して、高出力利用運転開始が遅れたが、平成 24 年度中に当初の予定を超える強度を達成することができた。300kW 以上の出力で J-PARC の 1 パルス当たりの中性子ビーム出力が、世界最高となり、プレス発表を行った(平成 25 年 3 月)。さらに、物質・生命科学実験施設の稼働率(実際の利用運転時間を予定された利用運転時間で割った%の割合)も 90%以上を達成し、世界最高強度でかつ世界最高レベルの安定した加速器駆動中性子実験施設となった。

○ 中性子実験施設では、17 台の中性子実験装置(JAEA ビームライン 4 台、KEK ビームライン 5 台、茨城県ビームライン 2 台、専用ビームライン 1 台、共用ビームライン 5 台)の運用を計画通り実施した。

○ 高性能スーパーミラーを応用した中性子輸送・集光システムの開発では、継続して、中性子ビームの集束点を小さくできる 2 次元高精度収束型キルパトリック・ベイズ・ミラーの設計、製作、特性試験を行い、集光径 0.5mm の良好な集光特性を確認した。ヘリウム代替シンチレータ検出器の要素機器等の高度化では、新型シンチレータ検出器の設計、製作、特性評価を継続して行い、ヘリウム 3 検出器(4 気圧)の 73%の検出効率を得るとともに特許申請を行った。

さらに、マイクロピクセル個別読み出し型検出器の開発では、個別読み出し信号回路及び光信号伝送システムの設計、製作、動作試験を行い、特性を確認した。

○ 中性子ターゲット容器には、夏期のメンテナンス期間にピッチング損傷(陽子ビームが水銀に入射される時に生じる衝撃圧によるターゲット構造体に形成される損傷)を軽減するための気泡注入系を装備し、ターゲット容器の振動速度等の測定を行った結果、微小気泡の注入により、振動速度が少なくとも5分の1以下になるデータを取得し、損傷抑制に有効であることを確認した。中性子ターゲット実機で気泡注入による損傷抑制効果を実証したのは世界で初めての成果であり、プレス発表を行う(平成25年1月)とともに、気泡注入系を実際に運用し、前述の通り、300kW以上の高出力運転を実現した。また、中性子ターゲットの高度化では、分割型容器を完成させるとともに、陽子ビームが入射する部位を2重壁構造に改良した容器の設計・製作を進めた。

○ JRR-3 高性能化においては、高性能減速材容器内の液体水素の挙動を熱流体解析プログラムにより気泡発生が均一となるよう容器の最適化を行いシミュレーションした結果、以前に行った可視化流動試験と同様の結果が得られたことから、当該プログラムが解析手法として有効であることを確認した。また、テーパー型中性子導管では、実験条件も含めた詳細な中性子輸送計算により、冷中性子の強度評価を実施し、1.3倍の利得が得られることを確認した。一方、中性子を用いたがんの治療法であるホウ素中性子捕捉療法(BNCT)では、乳がん用の専用コリメータを全身CTに基づく三次元モデルを用いたシミュレーションにより設計した。この設計を基に被ばく評価を行った結果、これまで使用してきた円形コリメータよりも正常組織への線量を抑制できることを確認した。

○ 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、多重極磁場による数百 MeV 級重イオンの大面積均一ビーム照射場の形成を実現するために、サイクロトロンから引き出されたビームを、数ミクロン厚の金属膜に通過させ、原子核とのクーロン力によりイオンの進行方向を様々に変える多重散乱を用いて、当初不定形であった強度分布を、大面積均一ビームの形成に必要なガウス様分布に変換するビーム調整法を開発した。これを用いて変換した 150MeV Ar-40 ビームを多重極磁場で集束することにより、70mm×40mm の照射野で均一度±10%のビームが得られた。

○ 高出力のテラヘルツ光源開発に要する次世代型レーザーの技術開発として、高出力半導体レーザーを励起源とすることにより、高繰り返し周波数で動作するチャープパルス増幅器を開発し、繰り返し周波数 1kHz のピコ秒パルスの生成に成功した(平成24年度レーザー学会論文賞を受賞)。

粒子線発生技術の高度化に関しては、J-KAREN を用いた実験を実施し、最大 43MeV の陽子線発生に成功した。本成果は、高繰り返し可能なレーザー装置としては、世界最高の陽子線の加速エネルギーを得たことを示し、Optics Letters 誌(IF:3.399)に掲載され、プレス発表を

行った(平成 24 年 7 月)。

コンパクトなレーザー加速器の開発に向けて、クラスターターゲットによるイオン加速メカニズムに関して、クラスターの構成原子が、レーザーにより、瞬時にイオン化し、その際に発生するクーロン反発力により生じる爆発的な膨張(クーロン爆発)による加速に加え、ターゲット後方に形成される電場で追加速されるという、二段加速機構の存在を明らかにした。また、レーザー駆動イオン加速の際に、同時に発生する高エネルギーの電子、ガンマ線の寄与も取り扱うことができる新しい線量評価手法を構築し、米国原子核学会優秀論文賞を受賞した。

レーザー駆動イオン加速制御のために、レーザーで発生した陽子線をプローブとして用いるプロトンバックライト法を利用したリアルタイム電磁場計測システムの設計を行うとともに、レーザービーム集光強度の増大を図るために J-KAREN のレーザービーム波面制御システムの導入と波面計測試験を実施し、正常に波面の計測ができることを確認した。

レーザー光の中心波長及び波長分散の最適化を図り、J-KAREN レーザーにおいて 27 フェムト秒までの短パルス化に成功した。また、短パルス化したレーザー装置を用いて、飛翔鏡法により光子エネルギー 200~400 eV の X 線において従来の 2 倍以上の光子生成数が可能となった。また、レーザーの照射強度を強くしたときに、レーザー電場による電子の加速度運動時の放射減衰効果により、高効率のガンマ線が発生する理論に関する研究成果が、Physical Review Letters 誌(IF:7.37)に掲載され、平成 24 年 4 月にプレス発表を行った。

ポンププローブ軟 X 線干渉装置にタイミング常時モニター装置を実装し、計測の実効的なタイミングジッターとして約 3 ピコ秒を達成し、コヒーレント軟 X 線利用技術の高度化に成功した。これら高度化した装置を、ポンプ光照射後、ピコ秒からナノ秒オーダーの広い時間領域における金属表面の熔融などの構造変化の観測に適用し、金のナノスケール表面構造変化の時間スケールが白金やタングステン等の他の金属に比べて極端に長いことを見いだした。

(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、年間を通して実施した。平成 24 年度の利用運転は、J-PARC 運用開始後の最長である 8 サイクルを実施した。利用申請数は震災後の施設復旧により増加し、過去最高の 526 件となった。

○ 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の協力として、

イ) 登録施設利用促進機関による公正な課題選定が円滑に実施されるよう、KEK と協力して情報提供等の支援を実施し、連携協力を推進する「実務者連携会議」を実施して具体的な連携協力課題や施策を協議した。そして、その内容の承認と決定を四半期毎に開催される、「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。

ロ) 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 24

年 8 月及び平成 25 年 2 月)に開催し、平成 24 年度後期分(平成 24 年 11 月～3 月分)及び平成 25 年度前期分(平成 25 年 4 月～7 月分)の課題審査に協力した。

○ 平成 23 年度に完成した、物質構造解析装置、階層構造解析装置、ダイナミクス解析装置、ナノ構造解析装置に、移管された四次元空間中性子探査装置を加えた 5 本のビームラインを中性子線共用施設として、管理運用を行い、年間 8 サイクルの安定な中性子線の提供を行った。

○ 機構以外の者により設置される中性子線専用施設(茨城県材料構造解析装置と茨城県生命物質構造解析装置の 2 本のビームライン)を利用した研究等を行う者に対する必要な中性子線の提供では、年間 8 サイクルの安定な中性子線の提供を行った。また、安全管理等に関する技術指導等では、利用者の安全教育・安全指導、利用者が持ち込む実験試料(平成 24 年度は約 4,000 件程度)の安全性確認の実施等、登録機関と協力して一元的に実施し、利用者の安全を確保した。

(iii) 量子ビームを応用した先端的な研究開発

a) 環境・エネルギー分野へ貢献する量子ビームの利用

○ 低加湿条件での高い導電性と高温耐久性を併せ持つ燃料電池膜の開発では、疎水性グラフト鎖(スチレン)と導電性グラフト鎖(スチレンスルホン酸)が連結したブロックグラフト鎖を高分子基材膜(エチレン・テトラエチレン共重合体)に導入することで、低加湿条件でも耐久性が高く、導電性が従来膜より 2 倍高い電解質膜を製作でき、基材膜とグラフトモノマーの選定の妥当性が確認できた。

廃油からバイオディーゼルの合成可能な繊維状触媒の開発では、バイオディーゼル触媒活性が低下した繊維状触媒の機能を再生する手法の最適化により、10 回以上の繰り返し使用耐性が得られることを明らかにした。

有機水素化合物検知材料の開発では、酸化タングステンの粉体及び薄膜に対する白金(Pt)の担持量として、粉体では $0.8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、薄膜では $33 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 以上が検知に適していることを突き止め、当該条件で Pt を担持した粉体及び薄膜の有機水素化合物検知材料を試作し、5%の有機水素化合物が検知できることを確認した。

これまでに蓄積した高分子材料等の耐放射線性評価試験に関する論文・技術データ等をまとめた高分子系材料・機器の耐放射線性データベースを整備・公開し、プレス発表により成果の広範な発信・普及を図った(平成 24 年 6 月)。

天然高分子ゲル線量計の開発では、母材であるヒドロキシプロピルセルロースの濃度が低下することにより、ゲルの照射線量に対する感度を高められることがわかった。

耐放射線性炭化ケイ素(SiC)半導体の開発に資するため、イオン誘起シングルイベント耐性評価技術の開発を進め、SiC 金属-半導体接合デバイスのイオンビーム誘起電荷や SiC 金属-酸化膜-半導体デバイスの酸化膜リーク電流により、SiC デバイスのシングルイベント破壊耐性の評価が可能であることを明らかにした。この成果に関連し、第 10 回宇宙用半導体素子放射

線影響国際ワークショップの最優秀発表賞及び最優秀ポスター賞を受賞した(平成 24 年 12 月)。

○ 放射性廃棄物の減容化を目標として、イオンサイズの認識能を有するフェナントロリンアミド(PTA)のアミド側室素に数種の官能基を導入し、最適な構造として OctToIPTA を開発した。また、PTA のフェナントロリン室素は、アクチノイドイオンの 5f 電子に対してのみ応答するとともに、電子状態の違いによりそのイオンサイズを認識するという、分離能の高度化についての重要な知見を得た。また、強力な酸化試薬として様々な分野で必要不可欠となっているセリウム(Ce) (IV) 水溶液について、Ce (IV) の 2 核錯体構造と、水の酸化触媒反応が 2 核錯体中のオキソ基の活性にも由来していることを明らかにした。本成果は、繰り返し使用が可能な高性能燃料電池貴金属触媒の開発に資することが期待されるとともに、人工光合成のメカニズム解明にも貢献した。その結果、Dalton Trans. 誌(IF:3.838)の表紙を飾るとともに、英国化学会の注目研究に選出され、Chemistry World 誌に取り上げられた(平成 24 年 5 月プレス発表)。さらに、使用済燃料の再処理過程の溶媒抽出処理で生じるアクチノイド錯体溶液の相分離現象(第三相)について、ナノグロビュールと呼ばれる直径数十 nm 以下の球状超分子構造を形成することが、その第三相生成の支配的要因となっていることを、中性子と放射光との相補利用によって明らかにし、その生成メカニズムを解明することに世界で初めて成功した。このことは、再処理工程の安定な運転を阻害する要因や臨界事故につながる危険性を排除し、効率的な再処理を実現する上で重要な知見である。位置分解 X 線吸収微細構造解析(XAFS)イメージングシステムにより、白金族元素等を含む模擬ガラス高温融体中で凝集沈殿するルテニウム(Ru)の直接観察に成功した。これにより六ヶ所村プラント・ガラスメルター底部における白金族元素沈殿蓄積についての原因を解明した。

水素貯蔵材料として注目されている、Pt 錯体を担持させたゼオライト鑄型炭素(ゼオライトを鑄型として合成され、特殊な細孔構造を有する炭素材料)の XAFS を実施したことに加え、電気化学反応中の XAFS 測定を可能にし、アニオン伝導型燃料電池の鉄系電極触媒の電子状態と局所構造を明らかにした。この成果は、燃料電池における白金使用量の削減と高効率化の同時実現のための助触媒の役割解明に繋がり、The Journal of Physical Chemistry C 誌(IF: 4.805)に掲載され、平成 24 年 5 月にプレス発表した。また、鉄原子を含む高温超電導体において、電子の分布が結晶の持つ対称性からはずみ、一方向にのみ電子が流れやすくなったネマチック液晶状態と呼ばれる電子の新しい秩序状態に自発的に転移することを発見した。本成果は、現代物性物理学に残された未解決問題の 1 つである高温超伝導の発現機構を解明する鍵となることが期待されている。本成果は、Nature 誌に掲載され、平成 24 年 6 月にプレス発表した。

軽元素材料・金属材料表面の酸化・窒化反応研究において、低消費電力型電子デバイス開発に必須のケイ素(Si)(111)酸化膜形成の初期過程を、光電子分光法を用いてリアルタイムで観察・解析する技術を開発した。

○ レーザーによる保守保全技術として、減肉配管の肉盛り補修技術を開発し、石油化学プラ

ントへの適用を開始した。また、観察用とレーザー導光用の 2 種類の光ファイバを同軸上に束ねた複合型光ファイバを過酷損傷炉心内部の遠隔観察及びレーザー分光に適用するために、新型プローブ開発に着手した。さらに、観測用レーザー光の周波数変調によって温度変化や位置変位量の計測が可能なファイバブラッググレーティングセンサーを原子炉配管へ実装する準備段階として、炭化ケイ素繊維との複合化に成功した。

レーザーコンプトンガンマ線を用いた核種分析法の開発においては、高輝度電子ビーム発生のための光陰極直流電子銃の動作試験を行い、500kV での大電流ビーム発生に成功した(平成 25 年 3 月プレス発表)。本成果は、レーザーコンプトンガンマ線を用いた核種分析法への応用に加え、生体細胞の高分解能イメージング技術、光合成や触媒などの仕組み解明に向けた研究開発に資する次世代 X 線放射光源の実現に繋がるものと期待される。また、レーザーコンプトンガンマ線源の開発、及びその東京電力福島第一原子力発電所事故における溶融燃料の測定への応用に関する取材を受け、平成 25 年 1 月に電気新聞に掲載された。

同位体選択励起に向けて、レーザーパルス波形制御技術を開発し、カスケード励起試験を開始し、テラヘルツ光の発生を確認するとともに、テラヘルツ光発生用新規デバイスを設計・試作した。

光反応制御技術の開発としては、強レーザー場による物質の光反応制御法として、レーザー光のパルス幅・強度を最適化させたパルス列により、回転コヒーレンスを用いた窒素(N_2)分子の同位体選択励起を実現した。また、多光子励起機構の実証試験として、エタノールの多光子励起機構について、2 つの波長(400nm、800nm)による高強度レーザー光を実時間計測することにより、その波長依存性を明らかにした。また、水溶液中の水素結合が溶解イオンによって弱められるイオン効果を、テラヘルツ光を用いた観測によって解明した(平成 24 年度分子科学会優秀講演賞受賞)。

b) 物質・材料の創製に向けた量子ビームの利用

○ 磁気多層膜等の磁性相関等を解明するために、J-PARC に設置した偏極中性子反射率計の装置特性データを取得するとともに、2 次元検出器導入等の高度化を行った。また、磁気単極子が量子力学に従って、運動する「量子スピナイス」系で、低温における常磁性から強磁性状態への相転移が、理論的に予想されていたヒッグス転移として理解できることを偏極中性子散乱実験により検証し、その成果が Nature Communications 誌(IF:7.396)に掲載され、平成 24 年 8 月にプレス発表した。中性子散乱の 3 次元イメージングの開発では、測定体系を構築し、イメージング解析プログラムに読み込むデータの基となる回折パターンを、被測定試料の各ビーム照射位置で取得した。

同位体置換等により、多成分系における成分の解析を行うコントラスト変調法の分子集合体への応用に関しては、軽水/重水によるコントラスト変調の燃料電池膜中性子小角散乱測定を実施し、特定の成分間同士の位置相関を反映した散乱(部分散乱関数)を得る解析を開始した。

J-PARC の中性子と SPring-8 の放射光を相補的に利用し、ランタン 2 水素化物(LaD_2)の高圧分解反応によって、3 水素化物(LaD_3)と 1 水素化物(LaD)とが形成することを発見した。本

成果は、水素と金属の相互作用の解明に資するものであり、さらには高濃度の水素を吸蔵する水素貯蔵合金の開発に繋がるものと期待される。本成果は、Physical Review Letters 誌に掲載され、平成 24 年 5 月にプレス発表した。広い温度範囲・圧力条件で物質中の水素の位置決定や磁性解析に有用な高温高压中性子回折法を開発し、地球内部で水の移動に重要な役割を果たしている含水鉱物の最も単純なモデル物質について、3GPa、500°Cでの測定を行い、その水素位置を決定した。また、京都大学との共同研究で、ペロブスカイト構造を持つ新しい水素化物を合成し、その形成機構を解明した。本成果は、Applied Physics Letters 誌 (IF:3.84)に掲載され、平成 25 年 3 月にプレス発表した。また、大型科研費プロジェクトの下、J-PARC の物質・生命科学実験施設における超高压回折計を完成させた。

共鳴非弾性 X 線散乱法の高分解能化(70meV)を達成し、低エネルギー励起状態の解析から、イリジウム(Ir)酸化物の磁気相互作用を解明した。また、核共鳴散乱分光計の高度化により、10neV 程度の超単色 X 線の生成を達成し、高分子ガラス転移における重合体分子量によるガラス転移の温度依存性の相違が、高分子鎖運動や分子間相互作用変化と関連していることを実験的に示した。

X 線スペckル回折技術の高度化に関しては、高感度な X 線検出器の導入により、リラクサー強誘電体 PZN-PT のナノスケールの組織構造が、時間変化する様子を 1Hz の分解能で測定した。

ウラン化合物とその関連物質について、角度分解光電子分光実験と吸収分光実験を実施し、重い電子状態発現機構に関する知見として、軌道混成の変化傾向や磁気秩序に伴うバンド構造の変化を明らかにした。

放射光実験と数値シミュレーションにより、遷移金属酸化物の高温超伝導機構解明に重要な電子状態を求める手法を開発し、電子相関の強さや局所的磁性状態を明らかにした。

○ 燃料電池中の水分挙動可視化のため、高効率光学系機器、高感度カメラ等を用いて長時間分解能撮像システム(30frame/秒)を開発した。また、垂直多関節ロボットを用いた即発ガンマ線分析装置の自動分析システムを活用し、単位時間あたりの測定試料数を、従来に比べて、約 20%増加できることを確認した。

中性子応力測定の迅速化、及び結晶方位分布関数の導出に関する技術開発として、大面積二次元中性子検出器の開発に着手し、パルス中性子による集合組織測定用試料回転機構を開発した。放射光 X 線回折による高温下応力・ひずみ時分割計測技術を開発し、鉄鋼材料の溶接部における高温負荷中ひずみ変化、溶接後冷却過程における表面応力変化、アルミニウム単結晶の再結晶過程の観測に成功した。

c) 生命科学・先進医療・バイオ技術分野を切り拓く量子ビームの利用

○ タンパク質等の中性子・X 線回折データを同一試料・条件で取得するために、単結晶回折装置に試料冷却装置および除霜装置を設置したことに加え、大型結晶作製技術の開発として、分子表面の人工改変によって結晶核形成の改善を行い、代表的な創薬標的分子 2 種(CK2、JNK1)の大型結晶試料(約 1mm³)の作製に成功した。また、大麻の幻覚成分であるテトラヒドロ

カンナビノイド(THC)の前駆体 THCA を合成する酵素の構造解析に成功し、その立体構造図が米国 J.Molecular Biology 誌(IF:4.001)の表紙に掲載された。好塩性細菌が作る超酸性タンパク質に着目し、タンパク質中にセシウム(Cs)選択性の高い金属イオン結合部位が存在することを立体構造解析から明らかにした。得られた成果は、Cs 吸着タンパク質等の新規機能性材料の創製につながることを期待できる(平成 24 年度理事長表彰受賞)。

2 種類の蛋白質(スタフィロコッカルスクレアーゼ及びアクチン)の中性子散乱測定を実施し、アクチンについては、水和水のダイナミクスと内部ダイナミクスが協奏的であることを明らかにした(平成 24 年度理事長表彰受賞)。また、中性子非弾性散乱実験と分子シミュレーションの組み合わせにより、DNA と水分子との水素結合の解離・生成の速度が速いほど、DNA 構造自体の揺らぎが大きくなることを示し、DNA 分子ダイナミクスが塩基配列により異なることの検出に成功した。

分子動力学計算等を用いて、タンパク質の立体構造を有限のフラグメントで記述することにより、分子会合やアミノ酸置換等による構造変化を定量化する手法を開発した。本成果は、PloS One 誌(IF:4.5)に掲載された。

○ 重イオンの細胞組織への影響を解明するため、集束式重イオンマイクロビームで高速自動照準照射を行うシステムを開発した。また、異細胞種間における重イオン誘発バイスタンダー効果を解析する手法を開発するとともに、炭素イオン照射で誘発されるバイスタンダー効果が、ガンマ線でも同様に誘発されることを発見した。クラスターDNA 損傷(放射線によるイオン化密度が高くなるほど、より密集して生じる DNA の損傷)の修復と突然変異との関連性を明らかにするため、DNA 損傷を修復する能力の有無にかかわらず増殖可能なプラスミド DNA を作製することにより、クラスターDNA 損傷の修復を解析する手法を確立し、クラスターDNA 損傷の種類によってプラスミド DNA の増殖効率が異なることを見出した。

レーザープラズマ軟 X 線顕微鏡装置の開発では、細胞照射用の弱い軟 X 線と撮像用の高輝度軟 X 線との時間差をつけた細胞への照射と、厚さ 5 μ m のスペーサー構造や余分な水を外部に逃がす溝構造を設けるといった窒化シリコン窓の改良により、細胞への安定した X 線照射を実現した(平成 24 年度理事長表彰特賞受賞)。生きている細胞の内部構造を詳細にその場観察できるレーザープラズマ軟 X 線顕微鏡の開発について、平成 24 年度大阪ニュークリアサイエンス協会賞を受賞した(平成 24 年 5 月)。

がんの診断・治療を実現する新規 RI 薬剤送達システム(RI-DDS)の開発では、臭素(Br)-76 を標識したアミノ酸誘導体を設計・合成し、生体内外での安定性を評価した結果、安定性の高い Br-76 標識生理活性物質を得るためには、母体化合物としてフェニルアラニンが適していることを明らかにした。また、D 体アミノ酸の特徴を利用した PET 用新規アミノ酸トレーサ(3-[¹⁸F]Fluoro- α -Methyl-D-Tyrosine)の開発に成功した。この成果について、第 14 回放射線プロセスシンポジウム最優秀賞を受賞した(平成 24 年 6 月)。

○ イオンビームを用いた有用微生物資源の創成を目指したバイオ肥料に適した根粒菌の新品種の作出では、イオンビーム照射により作出したダイズ根粒菌高温耐性変異株とその親株

の全ゲノムDNA塩基配列を比較解析し、高温耐性変異株の突然変異部位を同定した。また、イオンビーム育種技術を用いて、風味のバランスが良く、従来の酵母にはない甘い香りをもつ吟醸酒製造に適した新たな清酒酵母の作出に成功し、プレス発表した(平成24年12月)。この清酒酵母は、希望する県内酒造蔵に頒布され、群馬県オリジナルの新しい吟醸用酵母として、実用化された。シロイヌナズナのGL1遺伝子の外側1千万塩基対の範囲をカバーする多型マーカーを作製することで広域の染色体の欠失を検出できるように実験系を改良し、イオンビーム及びガンマ線によって生じる突然変異スペクトルを解析する技術を開発した。

植物体に投与した複数のRI核種を弁別した同時撮像を目指したRIイメージング技術の開発では、半導体検出器の多層構造を最適化したSi/CdTe半導体コンプトンカメラの構築や、画像再構成プログラムの改良等により、ダイズ植物体中のフッ素(F)-18とマンガン(Mn)-54を非侵襲的に同時撮像することに成功した。また、NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメーターを利用して、追加コストを掛けることなくCs-134と137を個別に定量する簡便な手法を開発し、プレス発表した(平成24年6月)。

○ その他、特筆すべき成果として、水中の放射性セシウム除去用カートリッジの製品化に成功し、プレス発表した(平成24年11月)。

○ 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24年度の成果については、19件のプレス発表に加え、年間の査読付き論文総数は371報、IFの総和は709.6となっている。また、年間の特許登録58件、実施許諾32件であり、特許料の収入もあった。

○ 量子ビーム応用研究部門(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開催し、年度計画・年度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定期的に議論を行った。

研究者の相互交流、連携促進を図るために、研究交流会を開催した。研究交流会では、部門の研究者、ほぼ全員が参加し、それぞれの成果発表を行うとともに、平成24年度から新規に、部門長を中心とする部門運営側と4地区の現場の研究者が一堂に会し、部門の現状と課題について意見交換を行うパネルディスカッションを企画・実施した。また、平成24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を開催した。この研究成果報告会を通じて、これら研究成果の内容・進捗状況を部門運営側が把握しただけでなく、現場の研究者のモチベーションをさらに高めることにも寄与した。

また、部門長が全てのグループリーダー(GL)から、個別に研究の進捗状況、課題等について直接報告・相談を受ける部門長GLヒアリングを実施し、部門運営側と現場の研究者との意見交換を積極的に図った。

こうした取組を通じ、研究現場から様々な意見を抽出し、部門の円滑な業務運営に役立った。

○ 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。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、核セキュリティ関連補助金、最先端・次世代研究開発支援プログラム等により多くの資金を獲得した。

○ 研究開発成果情報の効果的発信については、上記の査読付き論文、学会等での発表とともに、QuBS 国際会議「国際結晶学連合高圧コミュニケーションワークショップ 2012『高圧下の結晶学の進歩』」(平成 24 年 9 月)等、5 件の国際会議、並びに第 7 回高崎量子応用研究シンポジウム(平成 24 年 11 月)、第 13 回光量子科学シンポジウム(平成 24 年 11 月)、放射線利用フォーラム 2013 in 高崎(平成 25 年 1 月)、放射光科学シンポジウム(平成 25 年 3 月)等、7 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、外部の研究者との活発な議論・交流を図った。

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 2012)を平成 25 年 2 月に刊行し、国内外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 2012)や、高崎量子応用研究所で実施された研究開発の成果を取りまとめた JAEA Takasaki Annual Report も刊行した。

また、部門ホームページの更新も適宜行い、最新の情報発信に努めるとともに、技術相談等、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。

○ 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、学生を受け入れ、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、協力研究員等を受け入れ、実用化等を目指して、倉敷繊維加工株式会社、サッポロビール株式会社や沖縄県農業研究センター等、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、燃料電池自動車向けに開発中のグラフト型電解質膜の階層構造を明らかにするとともに、量子複雑現象の解明研究を推進し、磁性に関する研究で着実に成果を挙げた。

○ 先端研究施設共用促進事業を通じて、JRR-3 の新規課題申請システム(RING)の構築等を行うとともに、イオン照射研究施設(TIARA)等においては、イオンビーム育種を始めとする外部機関への量子ビーム利用支援(新規 10 件、継続 9 件)を実施した。また、ナノテクプラットフォーム

ホーム事業により、SPring-8の機構専用ビームラインにおいて、外部研究機関の量子ビーム利用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)の放射線育種プロジェクト及びバイオ肥料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・アジア原子力地域協力協定(IAEA/RCA)や同・調整研究プロジェクト(IAEA/CRP)に係る会合に参画し、放射線利用に係る国際協力を遂行した。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3回情報交換会議(平成24年8月)、韓国原子力研究所(KAERI)との情報交換会合(平成24年5月)等を実施し、また、中国科学院、及びマレーシア原子力庁との研究交流を図るとともに、ベトナム原子力委員会との二国間研究調整者会合を行った。さらに、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、及び欧州放射光施設(ESRF)で非弾性散乱に関する研究協力を実施した。その他、JRR-3の運転停止の中、国際協定等の枠組みや個別課題申請を通じて、フランスのラウエ・ランジェヴァン研究所、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において実験を行った。

○ 社会からの信頼に応える理解促進活動の一環として、中性子産業利用推進協議会、放射線利用フォーラム、サイエンスカフェの講演、等に積極的に参画し、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。また、食品照射に関する体験実験を一般市民と共同で実施するとともに、公開討論会や学会等で積極的に発表を行うことで新しい形の食品照射のコミュニケーション活動を展開し、日本原子力学会関東・甲越支部賞を受賞した(平成24年4月)。

○ 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情報共有等により、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拠点側と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等により研究不正の防止や、働きやすい、風通しの良い職場作りの活動を実施した。

○ 独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針を踏まえ、平成25年度に実施するJ-KARENの高度化を効果的に取り組む体制を整えるため、量子ビーム応用研究部門の該当するグループの再編成を検討・計画した。

○ JRR-3の運転停止にともない、J-PARC、KUR(京大)、HANARO(韓国)、OPAL(豪)、並びにHFR(仏)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、共同研究件数の減少、及び外部資金の獲得金額の減少等に顕著な影響が出始めており、このまま長期停止が継続した場合、深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。

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、マイナーアクチニド(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も貢献するとともに、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、33,470百万円(うち、業務費30,728百万円、受託費2,707百万円)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(25,925百万円)、政府受託研究収入(1,040百万円)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

○ TVFの炉内点検で確認された炉内構造物の侵食に対する温度、電流、及び熔融ガラスの流動の影響を評価するための材料試験を実施した。

また、白金族元素高濃度堆積物の形成に対する通電及び温度の影響を評価するための基礎試験及び解析コード検証のため傾斜面の流動試験を実施した。

○ 再処理施設の地震後の健全性確認及び点検・復旧・整備等を継続して実施した。尚、ふげん MOX 使用済燃料を用いた再処理試験及び燃焼度の高い軽水炉ウラン使用済燃料の再処理試験については、機構内外の情勢を踏まえ、当面、中断している。

○ 核燃料物質の再処理に関する技術開発については、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の状況を踏まえて技術開発項目の優先度を考慮し、ガラス固化技術に関する研究を重点的に実施した。

(ii) 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発

○ HTTR の再稼働のため、規制当局の要請に基づき、地震観測データの詳細な検証及び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を実施し、報告書を平成 24 年 9 月 7 日に規制当局へ提出した。総合評価で実施した施設点検では、建家・構築物の健全性に影響を及ぼすおそれがある幅 1mm を超えるひび割れは確認されず、機器設備についても健全であると判断した。地震応答解析では、原子炉建家、排気塔、機器配管系等の耐震健全性が確保されていることを確認した。また、規制当局から HTTR 再稼働の条件として求められた、震災により発生したことが否定できない幅 1mm 未満のひび割れについての補修を進め、全体の 7 割の補修を終えた。

小型高温ガス炉の概念設計に関しては、完全に受動的な炉容器冷却設備を設計すること、利用する核熱を増大させることを目的として、HTTR の 2 倍の熱を 1 次系から 2 次系に熱交換することができる中間熱交換器等の設計を完了した。また、1 次系配管破断事故等の小型高温ガス炉にとって最も厳しくなる事故の安全評価を実施し、燃料温度が通常運転時の温度を超えない状態に保たれるため放射性物質の大規模な放出がないこと、空気侵入により、炉心の燃料ブロックを支える黒鉛製の円柱構造物(サポートポスト)が酸化されても必要直径より十分に大きいため、炉心が損壊するおそれがないこと等を示し、最も厳しい事故時にも原子炉の安全性が担保できることを示した。これらを設計検討書としてまとめ、概念設計を完了した。

高温ガス炉水素製造システムの安全設計方針の原案作成については、原子炉施設に水素製造施設を接続するに当たり必要となる事項は、可燃性ガスの火災・爆発に対する原子炉施設の安全性確保、有毒ガス侵入に対する原子炉施設の安全性確保であることを明らかにし、HTTR の安全設計方針に追加した。また、水素製造施設に原子炉等規制法でなく高圧ガス保安法を適応し、一般産業施設としての設計・製作と建設を可能とする条件として、水素製造施設に放射性物質が移行しないこと、水素製造施設の状態によらず原子炉の通常運転が継続可能であることを明示した。その後、HTTR に熱化学水素製造法である IS プロセスを接続した

HTTR-IS 施設を対象として、これらの設計方針の成立性を確認した。

作成した原案を学術的な視点から技術的かつ公平に評価を受けることを目的とした外部委員会の設立に向けた活動を主導した。これを受けて、日本原子力学会が「高温ガス炉の安全設計方針」研究専門委員会を立ち上げ、平成 25 年度より 2 年間で安全設計方針の評価を行うこととなった。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、中長期的安全研究として、安全設備・機器が作動しなくとも、自然界の法則により発生する物理現象のみによって、燃料被覆材の放射性物質の閉じ込め機能を阻害するすべての現象を抑制でき、環境及び公衆に大きな影響を与えることのない本質的に安全な高温ガス炉の基本概念を提案した。

○ IS プロセスの構成機器の健全性を検証するため、ヨウ化水素分解器について、高温ヨウ化水素分解環境(400°C 以上)に耐える装置材料として、これまでに蓄積してきた各種材料の耐食性の知見と実用性の観点から、既存工業材料である Ni 基耐食合金を選定するとともに、反応器型式として、ヨウ化水素分解反応の反応熱が小さいことを考慮して伝熱管が不要で簡素な断熱型を採用して、ヨウ化水素分解器の設計・製作を完了した。

また、ブンゼン反応系機器について、ヨウ化水素溶液を循環させつつ室温～約 100°C の昇降温を行う実環境を模擬した熱サイクル試験を行い、耐食フッ素樹脂被覆の剥離の有無等についてデータを取得し、健全性を確認した。

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不純物(微量硫酸)の影響に関するデータを取得し、ヨウ化水素濃縮器の陽極側は微量硫酸の影響を受けないことを明らかにした。この結果、微量硫酸を除去するためのエネルギーを低減するための知見を得ることができた。また、IS プロセス連続水素製造試験施設整備のための補正予算を獲得し、施設の整備に着手した。

小型高温ガス炉の早期実用化が可能な熱利用システムの問題を明らかにするため、海水淡水化等への蒸気供給機能を有する蒸気及びヘリウムガスタービン発電システムについて、熱物質収支、発電効率等の評価を行い、約 80%の総合熱利用率が見込めることを示して、検討書としてまとめた。

○ 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酸ガス循環製鉄システムの検討を行うとともに、CO₂排出削減量、高温ガス炉 1 基(熱出力 600MW)当たりの製鉄量(日産約 2 万トン)等について評価を行い、炭素循環製鉄の実用化に向けた研究開発に貢献した。

○ 人員削減を図りつつ組織を改組し、安全設計グループを設け、東京電力福島第一原子力発電所事故後の安全性に関する関心の高まりを受けた安全性研究、また、高温ガス炉水素製造システムの安全設計方針の原案策定に対応した。

○ IS プロセスに関する研究開発として、産業界と連絡を取り、化学製品製造企業により構成される公益社団法人新化学技術推進協会(JACI)の研究会に参加し、機構の研究成果を紹介するとともに、建設費評価結果に基づく技術開発課題の選定、実用化に向けた技術開発計画の策定等に協力した。その結果、産業界によるISプロセスの技術開発プロジェクトが国の計画として選定され、平成25年度からプロジェクトが開始される。

○ 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発については、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基盤技術としての既存の原子力政策における位置づけを、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得られるよう、産業界等と連携しながら研究を進めている。

○ 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、HTTRを用いた強制冷却喪失時の革新的安全研究として平成22年12月に実施した原子炉出力9MWからの1次冷却材流量喪失試験における試験データ、試験の解析に必要な原子炉構造の材料、寸法、物性値等に関する情報をまとめて米国、ドイツ、フランス、韓国、チェコ等の参加国に提供した。また、第2回運営委員会が大洗研究開発センターにおいて開催された。委員会では、海外の研究機関により行われたHTTRにおける試験データ解析の結果から、高温ガス炉は、炉心熔融に至らない原子炉を設計できるとの共通認識が得られた。また、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試験の早期再開が要請されるとともに、プロジェクト期間を1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、技術支援の環境を整備するため、安全研究に関するカザフスタン原子力技術安全センターとの取決め(平成24年6月)等の締結、第4回日本カザフスタン経済官民合同協議会(平成25年2月)におけるカザフスタン国立原子力センターとの産業創生に関する覚書の調印など、日本の高温ガス炉技術の国際標準化に貢献するとともに、カザフスタン国内関係各所への情報の周知を図った。
- ・ 国際原子力機関(IAEA)の高温ガス炉技術検討グループ(TWGGCR)において、IAEAとして高温ガス炉の安全性についての技術的統一見解をまとめ、世界に情報を発信するための研究協力計画を実施する準備を完了した。

○ 独立行政法人科学技術振興機構(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、分離膜開発について再委託を受け(平成24~26年)、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膜試験を実施してシステムの安全性向上に貢献した。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故への支援対応として、滞留水処理用のセシウム吸着塔内の水素拡散に関する解析結果検証のため、吸着塔を模擬した試験装置を設計・製作し、動作確認を完了した。また、炉内燃料デブリの分散状況を把握するため、宇宙線ミュオン受光システムとファイバースコープ撮影像とを用いた 3 次元図面化システムを提案し、画像データの取得を完了した。

○ 査読付論文数が平成 23 年度より増加した(H23:23 報→H24:33 報、うち IF4 以上の論文 2 報を含む)。また、特許について、核熱利用装置等 4 件を登録、熱交換装置等 4 件を出願し、知財化を図った。

○ 外部の有識者からなる「高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会」による中間評価を実施し(平成 25 年 1 月)、結果のとりまとめが行われている。

(iii) 原子力基礎工学研究

○ 原子力基礎工学研究では、核工学・炉工学研究をはじめとする 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もとに、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。その結果、これまで国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007 年基本勧告(放射線防護に関わる基準、法令等の基礎となる国際指針を提供するもの)取り入れ等に資するため、3 冊の ICRP Publication、米国核医学会データベースに放射性核種データ、線量換算係数等の世界標準となるデータを整備・提供してきた成果が我が国の科学技術分野における顕著な功績と認められ、「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」として、文部科学大臣表彰科学技術賞の受賞が内定した(平成 25 年 4 月受賞)。また、第 45 回日本原子力学会賞論文賞をはじめ 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。若手研究者を対象とした受賞も 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。

○ 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、英語能力試験を実施するとともに、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した。また、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。

○ 新たな原子力利用技術の創出と産学官との連携では、主たる応用先を原子力エネルギー分野としつつも、広い科学技術分野への波及をも意識することを方針として掲げ、原子力エネルギー基盤連携センターの仕組みを活用した連携を推進した。

その他、産業界との共同研究 17 件、大学等との共同研究 22 件、産業界からの受託研究 14 件を実施し、連携を促進した。

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庁等の国からの受託事業 31 件を実施し、国の施策に貢献した。

○ 査読付き論文総数は 207 報、そのインパクトファクター(IF)総数は 319.4 であり、IF が 2.0 を超える論文数は 73 報であった

○ 特許出願数は 15 件(国内 12 件、海外 3 件)であり、平成 24 年度末の実施許諾契約数は 3 件、契約対象特許 15 件であった。

○ 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原子力基礎工学研究の方向性として、①福島基盤技術、②安全基盤技術、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、機構内の関連部署との継続的協議、国や産業界との共同研究や受託研究等を通じて連携を強化した。福島基盤技術では、基礎基盤研究者を福島技術開発関連部署に本務・兼務合わせて 34 名を異動させ支援にあたるとともに、環境動態研究等をさらに推進し、平成 24 年度は 10 報の論文を発表するとともに、29 件の取材対応等で成果の公表に努めた。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は高い注目を集め、関連する筆頭著者論文 3 報の平成 24 年度における被引用論文件数は 49 件(平成 25 年 3 月末時点での総被引用論文件数は 76 件)と、国内外の様々な研究や世界保健機関(WHO)の線量評価に関する報告書における日本国外の被ばく線量評価に利用された。また、安全基盤技術については、経済産業省資源エネルギー庁の「平成 24 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業」において 2 件の事業を受託し、軽水炉を意識した安全基盤研究に踏み出した。バックエンド基盤技術については、バックエンド推進部門と連携して電力会社等のニーズの発掘を進めた。

○ 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的な役割を果たす」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、出張講習会 8 回を含め 9 回の講習会の開催、要望を受け大学の講義等での利用を目的とした「教育版」(PHITS-Edu)の外部提供を開始するなどによりユーザーの拡大に努めた結果、平成 24 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247件となった。また、東京電力福島第一原子力発電所事故以降要請の高かった世界版SPEEDI(WSPEEDI)のプログラム提供を迅速に開始した。PHITS、WSPEEDI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375件と平成23年度の提供件数から53件増加し、機構全体(414件)の約9割を占めた。また、機構で開発したPHITS及びボクセルファントム(微小な直方体の集合体で人体構造を表現したモデル)を活用し、公立大学法人大分県立看護科学大学との共同研究により、CT撮影における被ばく線量を評価するWebシステムWAZA-ARIを開発し、平成24年12月21日より(独)放射線医学総合研究所において試験運用を開始した。

○ 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めざし、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、他部門あるいは拠点に送り出す取組みを行っている。

○ 「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機構の外部評価委員会として設置している原子力基礎工学研究・評価委員会を平成24年12月13日に開催し、原子力基礎工学研究として行った平成20年9月から平成24年9月までの研究内容について中間評価を受けた。この評価対象期間中に、機構の中期目標期間が第1期(平成17年10月1日～平成22年3月31日)から第2期(平成22年4月1日～平成27年3月31日)に移行したことを勘案し、評価も第1期期間及び第2期期間に分けて行った。その結果、現在実施中の第2期中期目標期間については「いずれの分野においても、東北地方太平洋沖地震による被災にもかかわらず、中期計画の達成に向けて多くの学会賞を受賞するなど高い成果を挙げつつ、研究開発を着実に実施している。」との高い評価(S評価)を得た。

○ 東京電力福島第一原子力発電所の事故の復旧、周辺環境の修復等、国民全般のニーズを意識し、放射性物質の大気放出量推定や汚染土壌の除染法開発などの研究開発を重点化しつつ、研究業務の効率化等により予算を削減した。

a) 核工学・炉工学研究

○ 評価済核データライブラリJENDLに関しては、崩壊及び核分裂収率データを改訂するとともに、JENDLのエネルギー範囲の拡張に対応した核データ評価を実施した。改訂した崩壊及び核分裂収率データをデータベース化し、それぞれ、JENDL/FPD-2011及びJENDL/FPY-2011としてWeb上で公開した(平成24年7月)。本データベースには、従来格納されていなかった誤差データが付加されており、これを用いた崩壊熱計算の精度評価が可能となった。これらのデータベースは原子炉安全基盤の強化に資する共通基盤データとしての活用が期待される。

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)を用いた捕獲断面積測定技術を開発するために、被災したANNRIを復旧し、中性子の飛行時間と捕獲

反応で発生する γ 線エネルギーの 2 次元測定データを取得した。平成 23 年度に開発した 2 次元データ解析手法等と組み合わせることにより、MA 核種の共鳴領域(鋭い共鳴現象によるピークが現れる中性子エネルギー領域)における捕獲断面積測定技術を確立した。この技術を用いて、高速増殖炉や加速器駆動炉などの革新的原子力システムの炉心パラメータや核燃料サイクル諸量の評価で重要なマイナーアクチノイド(MA)核種の内、キュリウム(Cm)-244、Cm-246 及びネプツニウム(Np)-237 の捕獲断面積を導出した。

MA 核種等の核データ評価に資する FCA(高速炉臨界実験装置)臨界実験データを、JENDL-4.0、米国の ENDF/B-VII.1 及び欧州の JEFF-3.1.2 等を始めとする最新の核データライブラリを用いて解析し、炉物理実験データベースとして整備した。系統的に変化する中性子スペクトル場の臨界実験データを解析することにより、MA 核種の核データ評価に効果的な炉物理実験データベースとなった。

ピンセル体系の燃焼依存感度解析機能を開発し、核設計コード MARBLE に実装した。これにより、燃料の燃焼に伴う炉心核特性変化や核燃料サイクルの各プロセスにおけるイベントリやソースターム等の評価に不可欠な核種生成量の解析における核データ起因誤差の評価が可能となった。

○ 沸騰二相流非定常温度分布データを使って熱応力評価に必要な構造体内温度分布の予測性能を評価した。この結果、沸騰伝熱面内の非定常温度分布を二相流解析コード ACE-3D によって予測できることが確認できた。

○ 機構と(独)原子力安全基盤機構(JNES)との間で締結された「安全解析コードの相互利用に関する協定」に基づき、ピンセル体系の燃焼依存感度解析機能を実装した MARBLE1.1 を JNES に提供した。これにより、軽水炉燃料の安全解析における燃焼燃料の核種組成の不確かさ評価に最新核データに含まれる共分散(誤差)データを用いた感度解析手法を導入することに寄与した。

最新核データに基づく炉内三次元崩壊熱総和計算により米国原子力学会標準及び日本原子力学会推奨の簡易崩壊熱評価式の妥当性を検証した。また、粒子・重イオン輸送計算コード PHITS 用ライブラリを JENDL-4.0 に基づいて作成して公開した。これらは我が国の標準的コードシステムの拡充につながる成果である。

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、利用者アンケート結果に基づき改修やチュートリアル整備等を実施し、フォローアップに努めた。

○ ANNRI に関しては、大強度パルス中性子ビームを適用するとともに解析技術を開発することにより、放射能が強く測定が困難だったキュリウム(Cm)-244 の捕獲断面積を 1-300eV の範囲で測定することに、加速器を用いる同種装置では世界で初めて成功した。本研究成果は、原子力学会英文論文誌に掲載され、第 45 回原子力学会賞論文賞を受賞した(平成 25 年 3 月)。また、(独)科学技術振興機構(JST)による公募事業である原子力基礎基盤戦略研究イニ

チアタイプの若手原子力研究プログラム「沸騰機構解明のための伝熱面温度／熱流束同時計測技術の開発研究」(平成 22～23 年度)の事後評価で S 評価を獲得し、若手表彰を受賞した(平成 25 年 2 月)。さらに、文部科学省の「核セキュリティ強化等推進事業費補助金」で技術開発中である非破壊検査用中性子検出器開発の成果について、核物質管理学会日本支部優秀論文賞を受賞した(平成 24 年 10 月)。

b) 照射材料科学研究

○ 軽水炉材料の腐食特性や高照射量領域での力学的特性変化の評価のため、過酸化水素注入下の電気化学的腐食試験データを取得した。これにより過酸化水素の高温での拡散係数や腐食反応抵抗値を導出し、腐食速度への影響評価につなげた。また、軽水炉運転温度(～300℃)で長時間保持した材料(低温熱時効材)を用いた応力腐食割れ発生試験を実施するとともに、計算材料科学的手法によりステンレス鋼粒界(結晶の境界)近傍の腐食特性に及ぼす不純物元素の影響を評価した。これにより、低温熱時効による特定の元素の粒界への析出が応力腐食割れの一因であることを明らかにした。

再処理機器用ステンレス鋼の腐食特性解明のため、不純物元素であるリンの局所偏析量と局所腐食速度の相関データを取得し、不純物(リン)の局所的な分布が存在し、これが腐食特性に影響することを明らかにした。これは、アトムプローブ解析(金属中の原子の三次元分布解析)を腐食分野に応用してリンの三次元分布と腐食進展との関係を示した国内で初めての成果である。

○ 計算材料科学的手法によるマグネシウム(Mg)合金の変形特性への添加元素の影響評価に関して Journal of Physics: Condensed Matter に掲載された論文が、英国物理学会(IOP)の論文のうち学術的価値が高い論文として IOP select に選出された(平成 25 年 1 月)。本論文は、Mg 合金のすべり変形特性への添加元素の影響を、古典転位論に第一原理的計算を組み合わせることで固溶軟化機構を解明したものである。

○ 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対応し、腐食原因の究明に貢献した。

c) アクチノイド・放射化学研究

○ 湿式分離プロセスに関するデータ拡充として、加熱硝酸溶液中のネプツニウム(Np)及びプルトニウム(Pu)の原子価変化の硝酸濃度依存性データの取得を継続し、その結果を総合的に評価した。これにより、再処理工場の溶解槽及び濃縮缶における Np の挙動について、酸化反応速度定数等の基礎化学的データを整備した。

高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価で重要な難分析長寿命核種 Np-237 の迅速分離を可能とする固相抽出カートリッジを用いた簡便な分離・分析法を開発し、さらにその効率化を目的として、Np-237 の回収率補正に用いる Np-239 をアメリシウム(Am)-243 標準から迅速に繰り返し分離する方法を開発した。

エマルションフロー法(新規な液液抽出法)を基盤とした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、微細液滴を発生させるヘッド構造の改良など、エマルションフローの大面积発生技術を開発した。これにより、スケールアップの可能性が高まった。

○ 関係行政機関からの要請に対応するための保障措置の技術開発として、単一 MOX 粒子に含まれる Pu と Am の比を、化学分離後に誘導結合プラズマ質量分析法を用いて測定する方法を開発した。Pu 富化度(1%、5%、10%、20%、50%)が異なり精製時期が既知の MOX 粒子に本法を適用し、富化度 10%以上では精製時期が推定できることが確認できた。

○ 過酷事故時の核燃料溶融挙動の基盤データとして、プルトニウム(Pu)-ジルコニウム(Zr)系混合酸化物の熱物性データを取得し、熱力学データベースを拡充した。これにより Pu-Zr 系混合酸化物の高温での生成相予測精度が向上した。

MA を含む先進燃料データベースについては、設立準備の主要メンバーとして、国内外の研究機関との協力体制を築き、経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)の国際熱力学データベースプロジェクト(TAF-ID)の立ち上げに貢献した(平成 25 年 3 月開始)。

高速増殖炉金属燃料製造技術の開発について第 45 回日本原子力学会賞技術賞を受賞した(平成 25 年 3 月)。

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県や福島県の原子力施設周辺地域に適用してモデル・システムの改良・高度化を実施した。これにより海洋拡散モデルの時間空間的な適用範囲を拡張し、北太平洋域の広域長期間予測を可能にした。また、上記予測モデル・システムの検証のため、青森県や福島県の原子力施設周辺地域での加速器質量分析装置を使用したデータ取得を継続し、森林生態系から河川への有機物及び放射性核種の流出を評価するためのデータを取得した。これにより、森林表土における放射性セシウムの保持に対する微生物の影響を明らかにした。

○ 環境省からの受託事業「平成 24 年度東日本大震災に伴う洋上漂流物に係る緊急海洋表層環境モニタリング調査業務」で行った東日本大震災により外洋へ流出した漂流物の移動予測シミュレーション結果について、環境省からプレス発表された(平成 24 年 11 月 9 日、平成 25 年 3 月 15 日)。また、環境省からの受託事業「大気拡散シミュレーションによる時系列大気中放射性物質濃度マップの整備」において、東京電力福島第一原子力発電所事故の初期段階における内部被ばく線量を評価するために、線量推計に必要となる大気中放射性物質濃度の時空間分布データベースを大気拡散シミュレーションにより構築した。さらに、北朝鮮の核実験(平成 25 年 2 月 12 日)に対応して、緊急時環境線量情報予測システム世界版第 2 版(WSPPEEDI-II)による地下核実験場からの放射性物質の放出を仮定した拡散予測を実施し、

予測情報を文部科学省および防衛省へ原子力緊急時支援・研修センターを通じて提供することで国の行うモニタリング計画策定に貢献した。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故当初から行ってきた環境動態研究で成果を挙げた。平成 24 年度は 10 報の論文を発表するとともに、29 件の取材対応等で成果の公表に努めた。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は高い注目を集め、関連する筆頭著者論文 3 報の平成 24 年度における被引用論文件数は 49 件(平成 25 年 3 月末時点での総被引用論文件数は 76 件)と、国内外の様々な研究や世界保健機関(WHO)の線量評価に関する報告書における日本国外の被ばく線量評価に利用されるなど、国際機関の事故評価にも貢献した。また、海洋汚染のシミュレーション研究が第 45 回日本原子力学会賞論文賞を受賞した(平成 25 年 3 月)。さらに、Nature Publishing Group 発行の Scientific Reports に掲載された論文「Retention of potentially mobile radiocesium in forest surface soils affected by the Fukushima nuclear accident (福島原子力発電所事故の影響を受けた森林表土における潜在的に移動しやすい放射性セシウムの保持)」が、ネイチャーアジア・パシフィックの Web サイトで注目論文として紹介された。

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、中性子やフラグメント(核破砕反応で生じる残留核)の生成を精度良く評価可能な核反応モデルを粒子・重イオン輸送計算コード PHITS に組み込み、これまで再現できなかった実験データとよく一致することを確認し、加速器施設等における遮へい計算や放射性物質の生成量の予測等における精度を向上させた。この最新版コードを PHITS2.52 として外部提供を開始した(平成 24 年 12 月)。

原子力施設等からの放射性物質の放出に起因して土壌や大気中等の汚染環境下に存在する核種に対し、国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007 年基本勧告に基づく線量係数を評価するため、汚染環境中の放射線場の解析手法を確立した。これにより、土壌、空気及び水中に分布する核種からの放出放射線の輸送を考慮した外部被ばく線量計算が可能となった。

染色体構造を対象とし、線量・DNA 損傷・修復効率・動的挙動の各側面から放射線応答過程のモデル化に着手し、細胞核内損傷分布や、染色体の凝集状態による染色体切断端の離散距離への影響を明らかにした。

○ 平成 23 年度開発した中性子・光子分離測定手法を用いて得られた NaI(Tl) 検出器の波高分布から、単色中性子校正場中に混在する光子のエネルギースペクトルを導出する方法を確立した。これにより、エネルギースペクトル中に 5MeV 以上の高エネルギー光子が混在することがわかった。

○ PHITS の普及を図るとともに人材育成にも活用するため、要望を受け大学の講義等での利用を目的とした「教育版」を作成し、機構外への提供を開始した。平成 25 年 3 月末現在で、PHITS の国内の平成 24 年度の新規ユーザー数は 305 名(国内総計 839 名)となった。

○ PHITS 及び平均的な日本人の成人男女、小児(4才児)の体格特性を持つボクセルファントム(微小な直方体の集合体で人体構造を表現したモデル)を活用し、公立大学法人大分県立看護科学大学との共同研究(文部科学省科学研究費補助金平成20年度-22年度)により、東海大学医学部付属病院や新別府病院などの診療放射線技師の協力の下、CT撮影における被ばく線量を評価するWebシステムWAZA-ARIを開発し、平成24年12月21日より(独)放射線医学総合研究所において試験運用を開始した。本システムは、撮影条件に応じた線量情報を迅速に提供することを可能とし、事前の線量予測による最適な撮影条件の設定、患者の被ばく線量管理への活用が期待される(平成24年12月プレス発表)。

○ これまでICRPの2007年基本勧告(放射線防護に関わる基準、法令等の基礎となる国際指針を提供するもの)取り入れ等に資するため、3冊のICRP Publication、米国核医学会データベースに放射性核種データ、線量換算係数等の世界標準となるデータを整備・提供してきたが、一連のデータベース整備を完了した。日本の研究者のデータが大半を占める一連のデータベースがICRPから複数出版されたことは初めてのことであり、これら「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」に対して、文部科学大臣表彰科学技術賞の受賞が内定した(平成25年4月受賞)。開発したデータベースは、近年の放射線利用拡大に伴う高エネルギー放射線や新たな核種に対する防護のための線量評価等を可能とするものであり、今後、各国の放射線防護関連法令等に2007年基本勧告が取り入れられる際の施設設計、安全評価、被ばく評価に関わる基準値、指針、マニュアル等の作成に広く利用される。

我が国における遮へい計算に広く利用されている「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル2007」にICRPの2007年基本勧告を取り入れるため、世界標準の放射性核種データ集ICRP Publication 107を反映させた遮へい計算定数を整備するなどし、マニュアルに記載されている全データの7割程度の更新に協力した。更新されたデータは、「放射線施設の遮蔽計算実務(放射線)データ集2012」として公益財団法人原子力安全技術センターより出版された(平成24年8月)。

f) 計算科学技術研究

○ 原子力施設全体の弾塑性解析を効率的に実施可能とするため、施設全体の挙動を概要解析し、塑性化が予測される部分領域を詳細に解析するシミュレーション技術を開発した。機構内施設(高温工学試験研究炉圧力容器)を対象として試解析を実施し、5千万自由度規模の弾塑性解析が数日で計算可能であることを確認した。これにより、原子力施設全体(1億自由度規模)において新基準地震動を用いた挙動解析を可能とするという目標に向けて課題となっていた計算時間の短縮について技術的な見通しを得た。

また、複雑な三次元構造を持つ機器や建屋の挙動を効率的に解析するために、構造物内部の物理量(応力等)分布を透過的に可視化する技術を開発し、先端計算機システムを活用した処理の高速化により、本技術を用いた解析を対話的に実施可能とした。

本研究に関連して文部科学省から受託した「原子力施設等の大型プラントの次世代耐震シミュレーションに関する研究開発」に対し、神戸新聞より取材を受けた結果、1面トップに掲載さ

れる(平成 24 年 10 月 4 日)など高い関心を集めた。

○ 原子炉構造材料に対しては、材料中の転位(線状の結晶欠陥)が空孔や格子間原子(中性子の照射によって弾き出された原子)などを吸収する速度を高精度に評価するため、転位近傍での応力影響を考慮した点欠陥運動のモンテカルロコードを開発し、鉄の結晶中及びモリブデンの結晶中において、格子間原子が転位に吸収されるまでの時間を評価した。その結果、応力の影響によって格子間原子の拡散方向が変化するものの、転位に吸収される速度への影響は小さいことを確認した。すなわち、応力の影響による格子間原子の拡散方向の変化は劣化の進展速度に影響しないとの知見を得た。

アクチノイド化合物については、二酸化プルトニウムにおいて、高温域(1,400K~2,000K)における酸素の激しい運動を再現可能とする第一原理分子動力学計算を行い、熱物性への影響を評価した。その結果、高温域では酸素の振動挙動が激しくなり、比熱の上昇が予見されることがわかった。なお、平成 24 年 6 月には、本研究に関連する成果(京都大学、東京大学、韓国アジア太平洋理論物理学研究センターとの共著論文)が英国科学雑誌「Nature Physics 電子版(IF=18.97)」に掲載された。

機能材料については、材料における表面及び界面構造と機能の関係を評価するため、表面・界面の電子状態を熱伝導率評価に反映するコードを開発し、特異な界面電子状態を有する超伝導体や窒化物絶縁体燃料の熱伝導率を評価することに成功した。この計算コードは、超伝導などの新奇材料の機能予測や機能材料素子の設計に向けて有用なツールとなり得る。本研究に関連する成果は、国際会議の招待講演(3 件)を依頼されたほか、平成 25 年 1 月には鉄系超伝導体に関する成果(兵庫県立大学、公益財団法人高輝度光科学研究センターとの共著論文)が英国物理学会の注目論文(IOP Select)に選出され、鉄系超伝導体のマイクロ波応答解析に関する成果(東京大学との共著論文)が日本物理学会の「2012 Highly Cited Article」(2011 年に刊行した英論文で 2012 年の被引用数が Top10)となる(平成 25 年 5 月受賞)など高い評価を得た。

○ 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、ゼオライトのセシウム吸着メカニズム等を解析した。その結果、ゼオライトの分子構造のどの位置にどのようにセシウムが吸着するかなどの知見を得たほか、吸着効率を更に向上させるためにどのような改良が必要かを明らかにした。

g) 分離変換技術の研究開発

○ 分離変換技術を導入した核燃料サイクルの性能評価に資するため、核燃料サイクル中の各プロセスにおける核分裂性物質インベントリを基に核拡散抵抗性の評価を行った。これにより高速炉及び加速器駆動システム(ADS)による核変換システムが核燃料サイクル中に導入された際の、Pu を初めとする核分裂性物質の核兵器への転用の困難さの程度を明らかにした。

○ 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 分離については、連続抽出分離試験等により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取得した。これにより DGA(ジグリコールアミド)系抽出剤と DTPA(ジエチレントリアミン五酢酸)の組み合わせによる MA/ランタノイド(Ln)相互分離の可能性を示し、平成 25 年度に予定している微量の Am 等を含む模擬廃液を使用した連続抽出試験の条件を確定した。また、ストロンチウム(Sr)-セシウム(Cs)分離については、カラム吸着分離試験等により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取得した。これにより、大環状化合物のクラウン化合物を内包させたマイクロカプセル CSD-GAALG による Sr 吸着特性を明らかにするとともに、モリブドリン酸アンモニウムをシリカゲルに保持させた AMP-SG 吸着剤によって実廃液から Cs を選択的に吸着可能であることを示した。

加速器駆動システム(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、長時間流動腐食試験に向けた試験条件を整理した。また、J-PARC リニアックの運転実績データを基にして ADS 用加速器の信頼度を評価するとともに、その信頼度評価結果を踏まえて ADS 許容ビームトリップ頻度を満たすための方策としてビームラインの複数化等の方策を検討し提案した。

○ MA 装荷が可能な核変換研究のための臨界実験装置の検討に資するために、既存の臨界実験における精度を基に、核変換システムの核特性評価の信頼性向上に必要な実験精度を定量的に評価した。これにより、製造が困難な MA 燃料に要求される製作精度や取扱が困難な MA 燃料を遠隔操作する機器に要求される位置決め精度等の仕様を検討する際の目標値を得ることができた。

(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。なかでも、機構が研究を牽引する「スピン起電力」の分野においては、めざましい進展があった。スピン起電力は、磁気・電気エネルギーの高効率直接変換を実現する新原理であり、当該分野に省エネルギーを超えた創エネルギーの概念をもたらすものとして大きな注目を集めている。その要素技術として、強磁性体中の磁気渦運動や磁壁運動に伴って生じるスピン起電力の実時間測定を行い、理論予測を検証した成果としてそれぞれ Nature Comm.(京都大学と共同)、Phys. Rev. Lett.誌((独)物質・材料研究機構と共同)に発表した。一方理論面からは、強磁性体中の磁壁運動が軟磁性材料では僅かな磁場ノイズでも大きな乱れを引き起こし、スピン起電力の出力も乱雑な信号となるが、硬磁性材

料を用いると安定して大きな出力信号を取り出せることを提示した (Appl. Phys. Lett. 誌 平成 24 年 4 月プレス発表)。さらに微細加工した強磁性体の形状を工夫することでスピン起電力の交流発振 (Appl. Phys. Lett. 誌 平成 25 年 1 月プレス発表: 電気新聞、日本経済新聞掲載) の開発にめどをつける重要な成果を得た。これら一連の研究はスピン流に基づく新しいパワーエレクトロニクス「パワースピントロニクス」の先駆けとして発表直後から大きな反響を呼び、米国物理学協会 (The American Institute of Physics) のニュースハイライトに選定され、特別に解説記事が掲載された。

一方、スピン流制御に関する研究では、磁気波 (スピン波) を起源とするスピン流を用いて、物質中での熱エネルギー移動に関する新しい基本原理を提案し、これを実験的に検証した。これは磁性体中に吸収されたマイクロ波エネルギーがスピン波によって試料中を運ばれ、試料端でこれが熱エネルギーに変換されるという新規な現象である。この発見は、深刻化する電子デバイスの発熱問題を解決する可能性を秘めており、Nature Materials 誌への掲載 (東北大学・東邦大学と共同) が決定している。

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、スピン流注入端子である強磁性体とグラフェンの積層構造に起因するスピン特性を調べた。その結果、磁性金属とグラフェンの界面では、ともに数原子層の距離でスピンの向きが変化することを見いだした。これは、原子層スケールの界面を利用してグラフェン中の電子スピンの向きを効率よく制御できることを示唆するもので、グラフェンスピントロニクスデバイスの新たな動作原理として注目される成果である。

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) の新規な非対称核分裂現象に端を発した研究を、黎明研究制度に基づいて英独仏露、スイス、スロバキア、イスラエル、カナダ、ベルギーとの国際協力で継続した。平成 24 年度は、新たにポロニウム (Po-194) などと同様の現象を見だし、核図表上での非対称核分裂マップの開拓を行った。また、この実験の過程でアスタチン (At) のイオン化エネルギーを世界で初めて決定した。天然に存在する元素で、アスタチンは唯一イオン化エネルギーが測定されていない元素である。イオン化エネルギーは化学的性質を調べる上で最も基本的な量であるが、アスタチンには安定同位体が存在しないため、いまだ決定されていなかった。本成果は Nature Comm. 誌に掲載予定である。

一方、超重元素合成のための新たな重イオン核融合反応機構を探るために、タンデム加速器を用いて 112 番元素の合成反応である $^{238}\text{U} + ^{48}\text{Ca}$ 反応において核融合断面積を詳細に測定した。その結果、従来の想定よりも低いエネルギー領域で核融合反応が生じることを見だし、中性子過剰な超重核の新たな合成方法を提案した。

超重元素の化学挙動に関しては、アクチノイド系列の最後の元素である 103 番元素ローレンシウム (Lr) で予想される特異な化学的性質に着目し、そのイオン化エネルギーの精密測定を目指している。このために、タンデム加速器に付設したオンライン同位体分離器の表面電離型イオン源を改良し、イオン化効率を高める工夫を行った。これにより Lr の高効率イオン化と質量分離に世界で初めて成功した。一方、黎明研究制度によるドイツ・Johannes Gutenberg 大

(マインツ大)との共同実験において、106番元素シーボルギウム(Sg)の新規化合物である $\text{Sg}(\text{CO})_6$ の合成に成功し、その化合物が揮発性をもつことを初めて明らかにした。

重元素基礎科学における物性科学の分野では、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ている。ウラン化合物超伝導体 URu_2Si_2 は、「隠れた秩序」と呼ばれる正体不明の相転移を有する化合物として世界的にも注目されている物質である。平成22年度には、低温において格子が4回対称性を保ったまま、電子系が僅かに歪み2回対称性になることを明らかにした。平成24年度は、この結果を踏まえ、結晶に一軸応力を加えて格子を2回対称に歪ませたところ、これまで低温でのみ観測されていた電子状態がより高温でも発現することを見いだした。この成果を *Phys. Rev. B* 誌(平成25年3月)に掲載するとともに「ウラン化合物超伝導体において格子を歪ませることにより低温の電子状態を高温で出現させることに成功」としてプレス発表を行った。温度、圧力と言ったこれまで一般的であったパラメータとは異なる結晶の歪みで相転移を制御できることを実証した成果で、アクチノイド化合物の多様な物性研究において新しい視点を与えたと言える。これは、黎明研究制度を基に、フランス原子力・代替エネルギー庁グルノーブル研究所との共同研究で得られた成果である。

またウラン化合物 UPt_3 において、自発的に回転対称性を破った超伝導状態が実現していることを実験的に明らかにした。アクチノイド化合物における超伝導はニオブ(Nb)など古くから知られている超伝導物質とは著しく異なる特徴を示すが、その理解に大きく貢献すると期待される。この成果を「ウラン化合物で自発的に回転対称性を破った超伝導を検出」としてプレス発表し、論文が *Phys. Rev. Lett.* 誌(平成24年4月)に掲載された。さらにこの UPt_3 では、磁場による超伝導破壊の際に電子比熱が異常に高まることや、結晶構造及び電子状態に起因する大きな異方性が存在することを明らかにした。これらは電子のスピン自由度及び強いスピン軌道相互作用を介した効果として解釈され、強相関電子系超伝導の重要な特徴として認識された(*J. Phys. Soc. Jpn.* 誌の注目論文に採択)。

放射場基礎科学分野では、ハドロン物理の研究において、平成23年度末に J-PARC で実施したペンタクォーク(クォーク4個と反クォーク1個によって構成されるとされる重粒子)探索実験の結果を詳細に解析し、その存在については否定的とする結論を取りまとめ、論文発表した(*Phys. Rev. Lett.* 誌)。10年前の発見報告に端を発したペンタクォークは、クォーク3個から成る核子ではない、全く新しい核子として注目を浴びていたがその真偽についても大きな議論を引き起こしていた。今回の成果は長年続いたこの議論に現時点では終止符を打つものである。K中間子原子核探索と中性子過剰ハイパー核探索の二つの実験を J-PARC で実施した。前者は、K-中間子と2つの陽子の束縛状態である K-pp 束縛状態を有する原子核を探索するもの、また後者は Λ 粒子が「糊」のように多くの核子を結びつけることで形成される非常に重い水素の同位体 ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ (陽子1つと中性子4つ、 Λ 粒子1つからなる)を見いだそうとするものである。

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、アクチノイド元素と水溶液中のナノ粒子との反応を調べるため、幌延深地層研究センターにおいて地下500mの地下水

中のウラン(U)の化学状態を解析した。その結果、U はシリカナノ粒子と結合した無機コロイドとして存在することを明らかにした。本成果は、不溶性のウランが地下水中を移動するメカニズムや地球化学的な鉱床形成メカニズムの理解に有益であるとともに、地層処分の安全評価においても重要な知見である。この成果を Water Research 誌に発表した。

放射線による生体分子の損傷研究では、付与する励起エネルギーの特定の領域で、DNA の損傷が増大する新しいメカニズムを見いだした。DNA の構成原子である窒素や酸素のイオン化レベルを僅かに超えたエネルギーの X 線を照射すると、原子の束縛をからうじて脱出した電子は再び最外殻の軌道に捕獲され不対電子を構成するため、原子の化学反応性が大きく高まり、これによって DNA の損傷が増大する。この現象を SPring-8 のビームラインに設置した電子常磁性共鳴(EPR)装置でとらえ、Phys. Rev. Lett. 誌(平成 24 年 11 月)に発表するとともに、「特定エネルギーで生じる新しい DNA 損傷機構を発見」としてプレス発表した。

格子欠陥や高分子自由体積の研究手段として用いられる陽電子消滅法において、陽電子のスピンの偏極性(放出される陽電子のスピンの特定の方向に偏っている状態)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 24 年度は、高スピン偏極率が期待できる陽電子線源 ^{68}Ge - ^{68}Ga をサイクロトロン照射により製造し、世界最高のスピン偏極率(45%)を持つ陽電子ビームの開発に成功した。本装置を用いて電圧印加下での白金表面のポジトロニウム消滅を観測したところ、電流誘起スピン蓄積効果と考えられる現象を捉えることができた。

東京電力福島第一原子力発電所事故に関連して、超重元素研究グループが保有する γ 線スペクトロメトリーに関する高度な知見を応用し、公益社団法人日本分析化学会の放射能分析用認証標準物質(土壌、玄米、牛肉)の開発に協力した。特に Cs-134 の計測量に当たっての注意点、即ち Cs-134 から同時に放出される 2 本の γ 線を計測器が同時に捉えて別な 1 本の γ 線とカウントしてしまう計測漏れについては、研究会において広く注意を喚起し、国内で同様の分析を実施しているコミュニティーのレベル向上に貢献した。また、放射性セシウムによる土壌汚染に関する研究として、従来考えられていたイライトなどの粒の細かい粘土鉱物だけでなく、カオリナイトやバーネサイトなどの粒度の比較的大きな鉱物にも強く吸着することを見だし「放射性セシウムの特殊な吸着挙動を解明」としてプレス発表を行った(平成 25 年 3 月)。

以上の研究成果により、11 件のプレス発表を行ったほか、Science(IF:32.5)に 1 報、Nature 系雑誌(Nature Materials, IF:32.8 など)に 2 報、Nature Communication 誌(IF:7.4)に 3 報、Physical Review Letters 誌(IF:7.4)に 14 報といった世界的に著名な論文誌への発表を含め、167 報の査読付論文(平成 23 年度 125 報)を発表し、8 報の論文が注目論文に選定された。また 76 件の国際会議等における招待講演を行った。また、先端基礎研究センターの前川禎通センター長が国際純正・応用物理学連合の磁気学賞と Neel メダルを受賞し、センターの高い研究水準が認められた。

○ 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、以下の取り組みを実施した。

イ) 平成 24 年 4 月に、「先端原子力科学研究」として、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づき、ノーベル賞受賞者：パリ大学フェルト教授他 4 名の外国人研究者を含む評価委員会から、中間評価を受けた。センターの運営、及び各研究グループの活動に対して全て適切との評価を得た。特に革新的な研究が着実に進捗している、高い国際的認知度を得ている、黎明研究制度の改革を通して国際研究協力にうまく機能している、といった点が高く評価された。

ロ) 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。

ハ) 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 18 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 23 年度からの継続 2 件)を採択し共同研究として実施した。研究開発に関する実績の項で示したように、本制度を基に極めて顕著な成果を得ることができた。

ニ) 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 2 回(平成 25 年 2 月及び 3 月)、東京(平成 25 年 2 月)、和光市(平成 25 年 3 月)、米国・ワシントン DC(平成 24 年 8 月)、英国・バーミンガム(平成 25 年 2 月)、フランス・パリ(平成 25 年 3 月)にて各 1 回開催した(合計約 300 人参加)。一方、東海村及び仙台市(東北大)にて若手核物理研究者養成を目的とした国際スクール(平成 25 年 2 月)を開催(約 70 人参加)した。その結果、平成 24 年度は約 60 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。

ホ) 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 26 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 6 名の講師を派遣した。また東北大、茨城大学及び筑波大学との連携大学院へ 4 名、東京工業大学、広島大学、東京農工大学、和歌山大学等へ 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 24 年度に任期を迎える任期付研究員 2 名、博士研究員 4 名及び特別研究生 5 名は全員、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。

ヘ) 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、各研究員に国際的

に評価の高い専門誌への投稿を促し、また招待講演での国際会議参加を奨励した。その結果、高IF雑誌への論文掲載、多数の招待講演実施につながった。

ト) 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(36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24年度の産学との共同研究は新規10件(海外5件を含む)、継続22件(海外2件を含む)の契約を締結し、ステークホルダーも意識した研究活動を展開した。

チ) 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15件が新規採択され継続課題を含め40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18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8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

○ 軽水炉の長期供用に関しては、安全上重要だが交換できないため供用期間に大きな影響を与える原子炉圧力容器について、供用期間中の中性子照射脆化による破壊靱性低下を、監視試験片により精度よく評価するための微小試験片技術の適用性に関する検討を進めた。さらに、破壊確率を評価することにより安全裕度を定量的に推定する技術である確率論的破壊力学解析手法の整備として、標準的入力データやその活用方法に関する検討を行った。

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研究として、被覆管の4点曲げ試験によるLOCA後の燃料健全性評価や燃料照射試験結果に基づいて燃料挙動解析コードの改良及び検証等を実施した。また、軽水炉利用の高度化に対応した熱水力安全評価に必要な最適評価手法の整備の研究では、大型非定常試験装置(LSTF)を利用して機構が主催する経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)ROSAプロジェクト(平成17年度開始、15か国19機関参加)第二期計画において、規制上の課題である事故時の炉心冷却に関する実験を成功裏に実施して安全解析コードの性能検証に有用なデータベースを構築し、同計画を完遂するとともに、最終報告書を作成した。

核燃料サイクル施設に関しては、再処理施設の高レベル濃縮廃液貯槽の沸騰・乾固事故時における放射性物質放出移行挙動研究として、揮発性で化学的挙動が複雑なルテニウム化学種の熱分解速度等に係る基礎的なコードのデータや実廃液を使用した実廃液・乾固物の昇温過程における放射性物質の放出率及び粒子径データを取得して物理化学挙動を解明するなど、マッチングファンド研究(規制組織と推進組織の共同研究)を継続した。

放射性廃棄物に関しては、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等の整備」として、地質・気候関連事象に関するシナリオの設定、これまでに整備した人工バリア性能評価モデルの検証等を実施したほか、人工バリア及び天然バリア中の核種移行評価手法の整備、代表核種の分配係数の設定手法等の検討を行うとともに、評価パラメ

一タの重要度分析を進め、ガラス固化体の溶解速度等を重要パラメータとして抽出した。また、多様な原子力施設の廃止措置に必要な研究を継続し、整備した放射能分布推定コードについて米国トロージャン発電所の敷地解放時の残存放射能データ等を基に試適用を進め、放射能分布、平均濃度等を解析した。

東京電力福島第一原子力発電所事故後、大きく見直しが進められている安全基準等に関する原子力規制委員会の検討等を支援するため、検討チーム等へ専門家を委員として 83 人回参加させ、原子力規制委員会の新安全基準骨子の策定及び防災指針の改訂等に対する技術的な意見を述べるとともに、解析結果を提示するなどの貢献を行った。

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るとともに、新たな規制研究を提案するなど外部資金の獲得に努め、平成 24 年度は燃料等安全高度化対策事業など事業 11 件を受託した。

これまで述べたように、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)」等に沿って、経年化した軽水炉の供用、軽水炉利用の高度化、核燃料サイクル施設の安全評価、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。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故の収束や安全な措置を支援するため、環境省、原子力規制庁、政府・東電中長期対策会議等に専門家を継続的に派遣(総計 279 人日)し、これまでの安全研究の成果を活用した評価や、新たに開発した手法による防護措置に関わる被ばく評価や放射性汚染物の再利用に関する評価等、状況の推移に応じて必要となった研究を重点的に実施することにより、その成果を適時提供した。主な実施項目を以下に挙げる。

原子力規制委員会の原子力災害事前対策等に関する検討チームで、原子力災害対策指針の改定に向けて、機構が開発した OSCAAR コードによる解析を基に、適切な複合的防護措置により効果的な被ばく低減が期待できることを報告し、原子力規制委員会が平成 24 年 10 月に策定した原子力災害対策指針の改訂案を平成 25 年 1 月末にまとめる際のベースを提供した。

○ 安全研究センターが平成 22 年度から平成 24 年度上期までに実施した研究については、理事長からの諮問に応じて、外部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 25 年 1 月 8 日に中間評価が実施され、3 月 26 日に答申を受けた。中期計画に対して、当初計画を上回る成果を上げており、また ROSA プロジェクトの完遂や東京電力福島第一原子力発電所事故への対応等、一部のテーマについては特に優れた成果が得られているとの評価を得た。一方、人員及び資金の減少や震災の影響などについては、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 24 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て、今後の計画において参考とされるよう評価結果は原子力規制庁に提出された。

○ 「クリアランスレベル評価手法の開発と福島第一原子力発電所事故に起因する汚染物対策への応用」に対して、平成 24 年度日本原子力研究開発機構理事長表彰研究開発功績賞を受賞した。また、公表した査読付き論文の総数は 42 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 16.206 となっている。

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、より重要性が顕在化したシビアアクシデント評価及び防災のための研究を重点化して実施した。具体的には、シビアアクシデント総合解析コード THALES2 等を用いた東京電力福島第一原子力発電所の事故進展解析によるソースタームに大きな影響を及ぼす因子の把握、環境影響評価解析コード OSCAAR を改良して東京電力福島第一原子力発電所周辺を対象とした試解析の実施、放射性物質の継続的摂取による内部被ばくを評価する DSYS-Chronic コードの開発を行うとともに、防災指針の改訂や実効性の高い防護措置の確立に資するため、モニタリングデータや地域住民の個人線量等を分析して住民の避難パターン等と被ばく線量の関係の評価などを実施した。

○ 放射性廃棄物の安全評価に関する研究に関連し、年度当初の計画に加えて東京電力福島第一原子力発電所事故に起因する放射性汚染物への対応を行った。具体的には、これまでに開発したクリアランスレベル評価コード PASCLR、安全評価データベース等を駆使して、放射性 Cs で汚染された災害廃棄物等の受入焼却処理施設の実態に応じた被ばく線量の解析、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、除染表土の現場保管や現場埋立に関わる被ばく線量の評価、森林除染の線量率低減効果等を実施し、安全確保の目安となる放射性 Cs 濃度等の解析結果を環境省や林野庁に情報提供することにより、環境省からの発信文書等に活用されるなど、国や地方自治体の環境修復活動の検討に貢献した。

i リスク評価・管理技術に関する研究

○ リスク評価手法の高度化について、レベル 2 確率論的安全評価(PSA)及びレベル 3PSA に用いる解析コードの整備を行った。レベル 2PSA に関しては、シビアアクシデント総合解析コード THALES2 等を用いて公開情報に基づいた東京電力福島第一原子力発電所の事故進展解析を行い、ソースタームに大きな影響を及ぼす因子を把握するとともに、OECD/NEA が主催する東京電力福島第一原子力発電所事故のベンチマーク解析(BSAF)計画の解析に着手した。併せて、THALES2 コードの高度化に向けて、解析の効率化に係わる改造や国際協力(OECD/NEAの THAI2 計画)により入手したデータ等の分析に基づいて水素燃焼モデルを整備した。

レベル 3PSA に関しては、地形を考慮できる大気流動・物質輸送解析コード RAMS/HYPACT の結果を取り込めるよう環境影響評価解析コード OSCAAR を改良した。東京

電力福島第一原子力発電所事故を対象とした試解析を実施し、ヨウ素 131 の土壌沈着分布傾向を概ね再現する結果を得た。放射性物質の急性摂取に対する内部被ばく解析コード DSYS を基に、継続的摂取による内部被ばくを評価する DSYS-Chronic コードを開発し、国際放射線防護委員会(ICRP)による評価値等との比較により妥当性を確認した。また、ICRP の最新の核データを用いた内部被ばく線量評価用比実効エネルギー計算プログラムを開発し、ヨウ素 131 に対する甲状腺の比実効エネルギーを従前の文献値と比較してプログラムの妥当性を確認した。

核燃料施設の事故影響評価手法については、再処理施設の高レベル濃縮廃液貯槽沸騰・乾固事象における硝酸溶液の温度上昇等に伴う高揮発性ルテニウム(8 価)の放出に関するモデルを構築し、実験データとの比較に基づいてこれらのモデルの有効性を評価するとともに、放射性物質移行挙動解析コード ART に導入した。

原子力防災に関しては、防護対策の指標等に係わる検討の一環として、モニタリングデータや地域住民の個人線量、生活習慣等を調査・分析し、住民の避難パターンや生活習慣が被ばく線量に大きな影響を与えることを明らかにした。また、これまでに得られた空間線量率データ等を用いて環境中における放射性セシウム分布の変化傾向を調査するとともに、その結果の分析等を通じて、東京電力福島第一原子力発電所の 80km 圏内における放射性セシウム分布予測モデルの骨格(環境半減期を用いたコンパートメントモデル)を構築した(文部科学省からの受託「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」)。

○ 原子力事故・故障の分析では、IAEA-OECD/NEA の事象報告システム(IRS)に報告された事例及び国際原子力事象評価尺度(INES)に報告された事例 107 件について内容分析を行った。これらの分析結果については関係機関に配布し、知見や教訓の共有を図った。また、東京電力福島第一原子力発電所の事故について、事故の進展と原因に着目して、政府、国会、民間の各事故調査委員会が出した報告書、東京電力(株)の事故調査報告書、原子力安全・保安院の技術的知見に関する報告書をレビューし、それぞれの調査結果における見解の相違等について分析・整理するとともに、これらの報告書において十分な議論がなされていない非常時の運転手順書作成の適切性や弁の設計におけるフェイルセーフ適用等に対する考え方に係わる課題を明らかにした。

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

○ 反応度事故(RIA)時の被覆管破損をより忠実に再現するため、水素を吸収させた外面予き裂入り被覆管(高燃焼度模擬被覆管)と RIA 時の被覆管への負荷を模擬した機械試験を組合せた試験手法を開発し、水素化物の濃度及び析出状態が被覆管破損に及ぼす影響を定量化するために必要となる基礎データ等を取得した。冷却材喪失事故(LOCA)時及び LOCA 後の燃料健全性評価のため、LOCA 条件を経験した未照射被覆管に対する 4 点曲げ試験を実施して酸化量と曲げ強度の関係についてデータを取得し、LOCA 後の燃料被覆管の地震時破断限界等に関する知見を得た。また、LOCA 模擬実験等により、LOCA 時の燃料破断限界

に影響を及ぼす被覆管の特定の温度・時間条件で酸化速度が急増する現象(ブレイクアウェイ酸化)の発生及び高温水蒸気中酸化速度に対して影響を及ぼす要因を新たに見出した。

通常時及び RIA 時燃料挙動解析コードについては、ペレット FP ガス放出及びペレット結晶粒界分離に関するモデルの改良を進めるとともに放出ガスのプレナムへの移動抵抗をモデル化し、研究炉における燃料照射試験結果に基づく検証を通して、最大燃料エンタルピー到達から1秒程度経過して現れるプレナム内圧ピーク等の RIA 時の燃料棒内圧変化に関する再現性を向上させた。LOCA 時燃料挙動解析コードについては、既存のコードの調査を行い現在の計算機環境への移植や主要な解析モデルの比較検討を開始した。

原子力規制庁から受託した「燃料等安全高度化対策事業」により、欧州から輸送した高燃焼度改良型燃料を対象とした RIA 模擬試験準備及び LOCA 模擬実験並びに改良被覆管合金の照射成長試験を実施し、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事故時の破損／破断限界データ等の取得を計画通りに進め、改良合金被覆管の LOCA 急冷時の破断限界に関するデータを拡充した。

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」により、材料試験炉 JMTR にて整備した異常過渡時の試験を実施するための照射装置等を適切に維持管理した。

施設再稼働の遅れのため NSRR を用いたパルス照射実験及び JMTR による照射試験を平成 24 年度は実施できなかったものの、今後炉外での被覆管機械特性試験や燃料挙動解析コードを用いた評価等と照射試験とを組み合わせることでより効率的に進めるため、試験中断等による中期計画達成への影響はない。

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

○ システム効果実験については、軽水炉における熱水力安全上の課題解決を目指した OECD/NEA ROSA プロジェクトの第二期計画(ROSA-2)を継続・終了した。PWR を模擬する大型非定常試験装置(LSTF)を用いて、規制上の課題である事故時の炉心冷却ならびに 3 次元二相流に着目した中破断 LOCA に関する模擬実験を計画通り 1 回行うとともに、最適評価手法の改善点の指摘などを含む最終報告書を作成した。さらに、蒸気発生器の減圧による炉心冷却の促進を考慮した LSTF による 3 回の中・小破断 LOCA 模擬実験の実施を支援し、燃料棒の最高被覆管温度の予測に必要なデータを得た。

最適評価(BE)手法の整備については、LSTF を用いた中・小破断 LOCA 実験等の解析を行い、ROSA-2 プロジェクト参加各国とともに燃料棒の最高被覆管温度に影響を与えるパラメータの効果等を分析して、炉心冷却予測の改善点を明確にした。また、不確かさ評価手法の開発を継続し、中破断 LOCA を対象にした感度解析によって、炉心や配管などコンポーネント毎に事故現象や入力パラメータの重要度ランク表の作成を進めた。

3 次元熱流動解析手法の整備については、軽水炉の LOCA において最も重要な境界条件となる破断流の高精度な予測のため、二相臨界流について壁の影響を考慮した減圧沸騰モデルを改良し、実験との比較を通じて管の半径方向のボイド率分布を模擬する 3 次元二相臨界流モデルの整備を進めた。また LSTF 炉心内の過熱蒸気流に関する 3 次元数値流体力学(CFD)解析を行い、アクシデントマネジメント策の実施判断に重要な指標となる炉心出口温度

(CET)に過熱蒸気の3次元流動が与える影響を評価して、炉内構造物への熱伝達や3次元混合がCETに強い影響を与えることを見出した。

3次元二相流や炉心熱伝達の詳細モデル化に係る個別効果実験として、予定した液滴挙動実験に関し、実験装置の液滴可視化試験部及び液膜流分離機構部分を改良して実験上の課題を克服するとともに、液滴粒径分布の予備計測を実施し、精度良くデータ計測が出来ることを確認した。

iv 材料劣化・高経年化対策技術に関する研究

○ 原子炉圧力容器の放射線による材料劣化として最も重要な照射脆化に関して、使用済の監視試験片から採取可能な微小試験片を用いて破壊靱性試験を行い、試験片寸法効果及び破壊靱性値の負荷速度依存性に関するデータを取得した。

○ 高経年化に対応した構造健全性高度評価のため、構造材料不連続部に存在するき裂について、溶接残留応力分布を考慮して、重合メッシュ法によるき裂進展解析方法を改良して応力腐食割れ進展解析に着手した。JNES から受託した「高経年を考慮した機器・構造物の耐震安全評価手法の高度化(地震荷重下における配管のき裂進展評価手法の高度化)」により、き裂を有する配管に過大な地震荷重が負荷された場合のき裂進展評価手法を高精度化するため、過大荷重によるき裂先端の鈍化を考慮できるようにき裂進展速度の定式化を行った。また、様々な配管及びき裂形状に対する弾塑性破壊力学パラメータの算出式を整備し、き裂を有する配管の地震時の裕度評価をできるようにした。

原子炉圧力容器や配管の破壊確率を評価するための確率論的破壊力学解析技術に関しては、解析コードであるPASCALシリーズで最新の知見に基づく応力拡大係数算出機能の追加等を行うとともに、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(原子炉圧力容器の健全性評価方法の高度化)」により、現行の炉心領域部に対する健全性評価方法の技術的根拠についての再確認、炉心領域部以外の健全性評価方法に関する技術的課題の整理、及び確率論的解析技術の健全性評価への導入に向けた調査を行い、確率論的評価における標準的入力データやその活用方法に関する検討を行った。また、耐震余裕評価のための構造解析手法の整備に着手し、3次元仮想振動台への機器・建屋間の接合部モデル導入による大規模地震時の機器応答の精度向上等への適用性の検討を進めた。

○ 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」により、JMTRで照射環境下応力腐食割れ試験を実施するために必要な技術である、荷重付加機構及び腐食環境センサーの炉外での動作試験を継続し、繰り返しの動作における再現性を確認した。また、照射キャプセルの製作、照射中のキャプセルに高温高圧水を供給する水環境調整設備の整備等を行った。照射による機械的性質等の変化を評価する上で必要な未照射材の破壊靱性値、微視組織等に関するデータを取得した。

○ JNES から受託した「福井県における高経年化調査研究」により、原子炉廃止措置研究開

発センターと連携し、「ふげん」実機材等を使用して、2 相ステンレス鋳鋼の長期間熱時効(275℃、約 25 年間)による脆化データの取得を継続し、ナノ・メゾスケールにおける先駆的な組織形成解析シミュレーション法の一つであるフェーズフィールド法による凝固組織形成と脆化の主因とされるスピノーダル分解反応のシミュレーション結果と併せて脆化メカニズムに関わる検討を行った。また、「ふげん」実機材を用いた応力腐食割れの発生状況の調査については、応力腐食割れ対策材である SUS316L の 27 溶接個所を調査し、残留応力が高い状況下での長期運転後も、対策材では応力腐食割れが発生していないことを確認した。さらに、「ふげん」ホットラボの 3 次元アトムプローブを使用して、照射脆化研究に必要な溶質原子が集積した微小なクラスターの測定条件等の整備をほぼ終えた。

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廃液沸騰事故時における放射性物質放出移行挙動研究では、コールド基礎実験により模擬廃液・乾固物の昇温過程における模擬放射性物質の気相への放出率や気相中での揮発性ルテニウム化学種の熱分解速度等のデータの取得を継続した。また、模擬放射性物質の気相中での移行挙動に対する雰囲気温度や流れ条件等の影響を観察するための工学規模の試験装置を製作し、気相中での模擬放射性物質の移行挙動データの取得を開始した。さらに、実廃液を使用したホット実験を 2 回実施して実廃液・乾固物の昇温過程における放射性物質の放出率及び粒子径データ等を取得するとともにコールド基礎実験結果との比較検討を行い、放射性物質の放出挙動がほぼ一致することを確認した。

東京電力福島第一原子力発電所の事故後の燃料組成推測値と仮想的な条件で、粉体系解析用の一点炉動特性コード AGNES-P により臨界事故解析を行い、燃料デブリの粒子が大きいほど、核分裂数が小さくなることを確認した。安全研究センターと原科研福島技術開発特別チームが連携して廃炉推進対策会議の「デブリの臨界管理技術の開発」プロジェクトに参画し、東京電力福島第一原子力発電所における燃料デブリの状況、取出しシナリオを調査した。これに基づき、保管・輸送をも対象として、臨界安全評価・管理に必要な担保要件等の検討を続けている。

再処理施設機器材料の経年変化評価手法に関しては、商用再処理施設の機器特有の劣化事象に関する技術データを収集し技術評価マニュアルの整備に資するため、腐食に関するデポジット形成の影響等を把握することを目的とした腐食試験研究を開始した。評価対象とする劣化事象のメカニズムの把握・整理と試験計画の策定を行うとともに、減圧下腐食試験装置や電気化学データ取得試験装置の整備を進めた。

vi 放射性廃棄物に関する安全評価研究

○ 時間スケールや処分環境を考慮した安全評価シナリオの設定手法、人工バリア機能に関するモデルの整備に関しては、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」として実施した。具体的には、時間スケールや処分環境を考慮した安全評価シナリオの設定手法の整備については、工学技術の信頼性、人工バリア材の長期変遷、地質・気候関連事象を考慮したシナリオの設定方法を検討した。工学技術の信頼性につ

いては、処分場の建設・操業・閉鎖の各段階で地震発生時の処分場閉鎖後の熱－水理－応力－化学 (THMC) 及び安全機能に与える影響を整理したうえで、シナリオとして整備した。人工バリア材の長期変遷については、長期安全性に関係する可能性のある処分システムの特性 (Feature)、事象 (Event) や過程・経過 (Process) (これらを総称して FEP) を安全機能に与える影響の連鎖として再整理するとともに、海外の事例を調査し、ガラス固化体を包み込み保護する金属容器 (オーバーパック) の早期破損や緩衝材の機能喪失を対象としたリスク論的な評価方法として取りまとめた。地質・気候関連事象について、FEP に基づく安全機能との関係を整理するとともに、定量的評価のためのモデル構造を構築し、地形・地質構造変化が水理パラメータへ及ぼす影響等に関する不確実性解析を試行して影響の範囲や期間を例示した。

人工バリア機能に関するモデルの整備については、ガラス固化体の溶解モデルについて、鉄、Mg イオン共存下ではケイ酸塩鉱物を生成することによりガラスの溶解が促進すること及び Ca イオン共存下では保護膜的な変質層の生成により溶解が抑制される可能性を確認し、長期溶解速度の設定にあたってはガラスと接触する地下水組成を考慮する必要性を示した。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) の腐食速度モデルについて、原子炉の分野で実績のある 300°C 付近の経験則モデルを処分環境温度へ適用することの妥当性を確認するため、80～180°C におけるジルカロイの腐食速度を測定し、処分環境における腐食速度モデルの改良を進めた。オーバーパックの早期破損につながる局部腐食や応力腐食割れといった腐食形態を判定するモデルを開発するとともに、処分環境で想定される温度、地下水環境下で炭素鋼の腐食試験を進め、判定モデル検証のためのデータを蓄積した。緩衝材の性能評価のため整備してきたモデル、コードの適用範囲を試験により検討し、透水係数評価モデルについては適用範囲を超える評価条件があることを確認した。また、仏国放射線防護原子力安全研究所 (IRSN) の地下研究施設で観測したセメント－粘土界面での変質現象を解析し、コード導入モデルを検証した。

○ 総合的な安全解析を実施するため、人工バリア及び天然バリア中の核種移行評価手法の整備として、各評価モデルの入出力のリンケージを図り、隆起・侵食、塩淡水境界等がサイト内地下水流速、移行経路、バリア材の劣化へ及ぼす感度解析等を可能にした。また、pH やイオン濃度等水質条件の組合せに応じた分配係数の拡充と収着モデルの構築を進め、これらに基づき Cs、Se の分配係数の設定の考え方を整理した。さらに、以上の検討結果をベースに、我が国で想定される処分環境を踏まえたシナリオを対象として、人工バリア評価モデルの選定、評価パラメータの変動範囲等を設定した総合的な安全解析を試行し、ガラス固化体の溶解速度等を重要な評価パラメータとして抽出した。

○ 原子力施設の解体撤去等に関わる作業員や公衆の被ばく線量評価手法の整備については、廃止措置に関わる作業員及び公衆の被ばく線量を評価するためのコード整備として、原子炉、核燃料取扱い施設、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、平常時および事故時の公衆被ばく線量評価を可能とした。また、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 を

整備し、原子力機構内廃止措置データおよび米国トロージャン発電所の敷地解放時の残存放射能データ等を参照して実サイトへ試適用を進め、放射能分布、平均濃度等を解析した。

vii 関係行政機関等への協力

○ i～vi の成果を査読付き論文(42 報)、査読無し国際会議等論文(6 報)、技術報告書(10 報)、受託報告書等としてまとめ、国や学協会等が活用できる形で提供するとともに、検討の場に委員等として参加して支援を行った。具体的には、規制に対して専門家の意見を集約する原子力安全・保安院の意見聴取会(発電用原子力施設の安全性に関する総合的評価、発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方、高経年化技術評価、燃料、福島第一原子力発電所における信頼性向上対策に係る実施計画、福島第一原子力発電所における中期的な安全確保及び信頼性向上、オフサイトセンターの在り方)に委員として貢献した。また、原子力規制委員会における検討チーム(発電用軽水型原子炉の新安全基準、原子力災害事前対策等、発電用原子炉施設の新安全規制の制度整備)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、防災指針の改定、新規制度の整備についての具体的な対応方針に関する検討に参画し、技術的な意見を述べるとともに、解析結果を提示するなど基準や指針の改正に貢献した(国の委員会等への参加は延べ 83 人回)。さらに、国際協力研究として、OECD/NEA における ROSA-2 プロジェクトを主催して実験を成功裏に完遂するとともに、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 7 件の国際協力を進めた。加えて、OECD/NEA の原子力施設安全委員会等に委員として 10 名を参加させ、様々な分野における国際活動に貢献した。

○ 平成 24 年度に OECD/NEA-IAEA の事象報告システム(IRS)及び国際原子力事象評価尺度(INES)に報告された事故・故障の事例 107 件の情報を収集及び分析し、原子力規制庁、JNES、電力会社といった関係機関に配布するとともに、東京電力福島第一原子力発電所事故に関する報告書をレビューして議論が十分ではない手順書の適切性や設計の考え方に係る課題を明らかにするなど、原子力の安全規制や施設の安全性向上の検討に有用な情報を提供した。

○ 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、産官学が協働する熱水力の技術戦略ロードマップ作成や、日本原子力学会における燃料高度化に対するロードマップの改訂、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 で汚染した災害廃棄物等の受入焼却処理施設の実態に応じた被ばく線量の解析、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、除染

表土の現場保管や現場埋立に関わる被ばく線量の評価、森林除染の線量率低減効果等を実施した。これらの成果は、環境省発信文書「薪ストーブ等の使用に伴い発生する灰の被ばく評価について(平成24年4月6日)」、環境省通知「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生資材の活用について(平成24年5月25日)」、環境省災害廃棄物評価検討委員会での報告「指定廃棄物最終処分場に係る線量評価について(平成25年3月4日)」で活用されるとともに、環境省への提供情報「除染作業で削剥した表土等の天地返し、現場保管に関する遮蔽効果、線量解析(平成24年6月19日、平成24年10月17日)」及び「森林除染による線量率の低減効果についての解析(平成25年1月11日)」、林野庁への提供情報「コンクリートくず等の海岸防災林盛土材への再利用に係る線量評価について(平成24年7月26日)」等として、国や地方自治体の環境修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事故に対応し、環境省、原子力規制庁、政府・東電中長期対策会議等に協力するため専門家を279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の分析、評価等を継続的に支援した。また、福島県での一時帰宅等の対応のため、研究員等を45人日派遣した。さらに、IAEAやOECD/NEA等に対して、東京電力福島第一原子力発電所事故の状況等に関する情報を適宜提供した。

b) 原子力防災等に対する技術的支援

○ 国による原子力防災体制の抜本的見直しに対し、指定公共機関としてこれまでに培った経験及び、東京電力福島第一原子力発電所事故に対して初動時から対応したことを通した教訓等を活かし、国レベルでの防災対応基盤の強化に向け、専門家として技術的な支援を行い貢献した。また、原子力緊急時支援・研修センター(以下「支援・研修センター」という)を維持・運営し、福島県住民等のための支援活動並びに、国との連携を図った指定公共機関としての自らの対応能力強化への取組を以下のとおり実施した。

- ・ 国の原子力防災体制の見直し、検討(オフサイトセンターの在り方、緊急時モニタリング体制の在り方等)に対して、原子力防災の専門家の立場での助言や提言、意見交換等を種々の会合等の場、機会をとおして行い、国の原子力安全規制行政に貢献した。
- ・ 総務省消防庁「消防・救助技術の高度化等検討会」等に参画(平成24年7月、10月、11月、12月、平成25年1月、2月、計6回)し、原子力防災の専門家の立場での助言や提言を行った。
- ・ 北朝鮮による「人工衛星」と称するミサイル発射に係る対応として、官邸危機管理センター(内閣官房)より機構等に対し、緊急情報ネットワークシステム(エム・ネット(Em-Net))を通じた情報配信(平成24年4月13日7時40分頃及び同年12月12日9時49分頃)が行われた。ミサイルの一部が我が国領域内に落下し、武力攻撃原子力災害等の認定が行われたときは、機構の国民保護業務計画に従い対応をとることを踏まえ、機構内関係者への連絡や情報収集など確実に対処した。なお、いずれの事案についても武力攻撃原子力災害等の対象外であった。
- ・ 東京電力福島第一原子力発電所事故発生後の平成23年3月17日より、機構は文科

省からの要請を受け、「健康相談ホットライン」を支援・研修センターに設置し、電話による住民等からの問合せに約1年半の長期にわたって対応した(平成23年3月17日～平成24年9月18日、機構対応者数延べ5,618人、相談件数34,581件)。原子力災害においては、放射線(能)が人体に与える影響に対する不安をどのように払拭するかは重要な地域住民の方々への支援活動であり、原子力の専門家として住民の立場に立って説明を行うことにより安心を得ることができ、また、国としての防災活動の信頼確保に貢献した。

- ・ 指定公共機関として求められる防災基本計画に基づく原子力災害対応情報の収集、専門家の派遣、防災資機材の提供等の役割を果たすため、非常用発電設備、通信インフラ設備等の定期点検、日常点検を確実にを行い、危機管理施設としての機能維持を適切に実施した。また、東京電力福島第一原子力発電所事故対応の教訓等を踏まえ、緊急時対応のための支援棟正圧化の検討、敷地内への井戸の設置、電話相談システムの更新(拡張)、通信機器の拡充など、危機管理施設としての機能強化を計画的に実施した。なお、放射線測定器、放射線防護具等に加え、非常食及び供食体制の確保等についても実施した。
- ・ 防災基本計画の修正(平成24年9月中央防災会議決定)及び原子力災害対策指針の制定を踏まえ、災害対策基本法第39条第1項に基づき指定公共機関としての機構防災業務計画(平成17年10月)の修正を平成25年3月8日に行い、同日、文部科学大臣及び経済産業大臣に提出し、内閣総理大臣に報告した。また、3月18日に関係都道府県知事への通知及び機構ホームページに公開した。更に、国の国民の保護に係る基本指針の変更等の動向に注視し、機構国民保護業務計画の変更に向けた作業を継続して進めている。

○ 国及び地方公共団体等の防災関係者等を対象とした防災研修等について、原子力防災の専門家として積極的に協力・支援し、地方公共団体等が自ら活動できる対応能力の強化に貢献した。また、機構内専門家の研修等を企画実施するなど、原子力防災関係者の人材育成に向けた取組みを以下のとおり実施した。

- ・ 原子力規制庁(経済産業省原子力安全・保安院)の内部研修及び人材育成センターが行う関係省庁職員を対象にした「防災専門官基礎研修」及び「原子力保安検査官基礎研修」での講義(平成24年4月、5月、6月、10月、平成25年2月、計7回)を行うとともに、関係省庁職員と原子力防災対策に関する意見・情報交換等を行い連携強化を図った。
- ・ 原子力防災実務に係る地方公共団体の行政職員、消防・警察・自衛隊等の防災関係機関から要請を受け「放射線に関する知識」、「それぞれの機関に求められる放射線災害時の対応」等を中心とした研修を以下のとおり企画実施した。企画に関しては、サーバイメータ取扱訓練、放射線防護衣脱着訓練等の実技を取り入れるなど、実効性ある研修を継続するとともに、我が国の原子力防災体制について大きな変更がなされている状況を踏まえ、従前の原子力防災対応・体制との変更点及びその考え方についての理解のための研修に取り組んだ。

福井県高浜町(平成 25 年 2 月 113 名)、山梨県甲府市(平成 25 年 2 月 70 名)、新潟県五泉市(平成 25 年 3 月 125 名)、愛媛県(平成 24 年 12 月 51 名)、新潟県新発田消防本部(平成 24 年 9 月 102 名)、茨城県消防学校(平成 24 年 6 月 104 名)、栃木県消防学校(平成 25 年 2 月 25 名)、陸上自衛隊化学学校(平成 24 年 8 月 4 名)、福井県警察本部(平成 24 年 7 月 20 名)、警視庁(平成 25 年 2 月 4 名)、他(総受講者数 1,356 名)

- ・ 機構内専門家及び支援・研修センター内職員の人材育成として、東京電力福島第一原子力発電所事故対応実績を踏まえた研修(323 名)を行い、「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た。また、定期的な通報連絡・初期対応訓練(計 22 回、141 名)を行い、危機意識の維持向上に努めた。

更に、支援・研修センター内職員相互で日頃の業務の紹介や原子力防災関連の法令、計画、指針等の改定状況、改定内容等についての情報交換等を実施するセミナーを定期的で開催(計 8 回)し、新しい防災対応へのスキルの向上を図った。また、若手職員に外部機関を対象にした研修の実施に際し、企画や資料作成、講師等の経験を通して、緊急時対応力の向上、育成を図った。WSPEEDI-II を支援・研修センターとして確実に運用できるようにするため、複数の計算実施担当を養成する目的で勉強会を定期的実施(計 7 回)した。勉強会の成果は北朝鮮による核実験実施に際して、国への速やかな報告対応に繋がった。

○ 地方公共団体等への技術支援活動として、地域防災計画見直しに係る検討の場に専門家として深く関与するとともに、地方公共団体等が企画実施する原子力防災訓練等に協力し、地方公共団体としての原子力災害対応能力向上に貢献した。

- ・ 国の原子力災害対策の制度枠組みの見直しを受けた地域防災計画等の立案検討に係る支援として、青森県、宮城県、福島県、茨城県、山梨県及び島根県における地域防災計画見直し検討の場に参画するなど、地方公共団体としての原子力防災対応について必要な提言等を行った。
- ・ 地方公共団体において開催された会議等(放射能調査機関連絡協議会、青森県防災会議及び同原子力部会、青森県環境放射線等監視評価会議、福島県防災会議及び同原子力部会、茨城県議会防災環境商工委員会等)に参画し、原子力防災の専門家の立場での助言や提言を行った。
- ・ 地方公共団体等の原子力防災訓練実施への支援として、北海道、静岡県、石川県、島根県の原子力防災訓練に企画段階から参画して適切な助言を行うとともに、訓練参加を通じて新たな活動の流れを検証・評価した。また、自らの現地活動体制構築とスクリーニング運営方法等への助言、体表面測定車等の派遣を行った。更に、これまでの発電事業者から受託した事業者訓練の企画、運営及び評価実績を基に、日本原燃(株)に対して訓練に関する講習会の実施、図上訓練の企画、運営についての指導及び訓練評価を行った。

○ 我が国の原子力災害対策、武力攻撃事態等及び緊急対処事態対応に係る早期対応力向上に資するため、地方公共団体等地域の原子力防災関係者の教育や研修等に供する情報の収集、調査研究を実施した。平成 24 年度は、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓や原子力災害対策指針関連の検討動向を踏まえ、原子力防災の実務に係る国の関係省庁及び地方公共団体の防災担当職員や緊急モニタリング等のあたる関係機関の職員等が新たな原子力防災対策を理解し、実効的な運用体制を構築するために役立つことを目的として、緊急時モニタリングの強化方策や避難における自家用車の使用、防護対策の基本的な考え方等の調査を行い、調査結果を研究開発報告書(JAEA-Review2013-015 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—)としてとりまとめた。また、原子力防災又は放射線緊急事態に係る国内外の最新情報、基準、防災計画等の情報を入手・評価し、原子力防災関係者へのホットな参考情報として発信するために公開ホームページに掲載した。

○ 原子力防災に係る国際協力については、IAEA の国際緊急援助ネットワーク(RANET)に関して、IAEA 主催の国際訓練に初めて参加し、支援活動に係る必要な情報の流れなどの課題を明確にした。また、支援要請国への専門家派遣を伴う支援については、機構内での了承を踏まえ、関係機関とともに文科省・外務省と検討を進めた。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(EPRTG)に係るプロジェクトのリーダーとして活動を束ね、「原子力防災・緊急時対応における被ばく評価に関するワークショップ(5 月、インドネシア)」の開催、また、「ANSN 年会(10 月、フィリピン)」において同専門部会の今年度活動及び次年度活動計画を報告し承認を得る等の活動を行った。韓国原子力研究所(KAERI)を訪問し、東京電力福島第一原子力発電所事故に係る緊急時対応経験及びモニタリング活動について情報交換した。

○ 例年実施している施設の一般公開は、平成 23 年度に引続き上期は福島支援活動を優先したため限定的な対応となったが、下期は研修や訓練に併せ施設の見学を実施し、国の原子力災害対策の見直しの状況やセンターの防災活動への理解促進に取り組んだ(見学者数: 775 人)。

○ 北朝鮮による地下核実験実施に関しては、平成 24 年 4 月 27 日に文部科学省(以下「文科省」という)から緊急時環境線量情報予測システム世界版(WSPEDI-II)を用いた放射性物質の拡散予測計算結果を文科省及び防衛省に送付する依頼を受けた。主な依頼の内容は文科省の要請を受けてから 2 時間以内に拡散予測計算結果を送付することであった。このため、平成 24 年 4 月からは原子力基礎工学研究部門の協力を得て、支援・研修センターにおいて計算結果を夜間、休日を含め 2 時間以内に文科省及び防衛省へ送付できるよう適切な体制を構築し、継続維持した。実対応は、平成 25 年 2 月 12 日 11 時 57 分に核実験が行われ、文科省からの要請後 7 分、核実験の開始後 37 分には計算結果の送付ができた。その後、2

月 22 日までの 11 日間に毎日 96 ケースの WSPEEDI-II による拡散予測結果を送付し、合計約 1,000 ケースの計算結果を送付した。送付した計算結果の全ては速やかに文科省のホームページ上にて公開された。これらの対応は、我が国の北朝鮮による地下核実験実施に対する放射能対策に万全を尽くすための一環を支援できたとともに、国民の不安解消の一助となった。

c) 核不拡散政策に関する支援活動

i 核不拡散政策研究

○ 過去の米国の政策が日本の核燃料サイクル計画に与えてきた影響の分析を基に、現行協定改定時と現在における米国の核不拡散政策、政府、産業界における日米の原子力協力関係等について比較分析を実施した。また、その分析結果を踏まえ、現行協定が期限を迎える 2018 年時点での協定の取扱いについて検討を行い、取り得る 3 つのオプション(自動延長、一定期間の延長、改定)における課題を整理し、その対応策等の考え方について検討した。

さらに、新たな論点として、平成 24 年 9 月に発表された「革新的エネルギー・環境戦略」の策定に至る我が国のエネルギー政策、原子力政策の見直しの動向を調査し、核不拡散・核セキュリティの観点から分析を実施した。使用済燃料に係る方策として原子力委員会等で検討された、全量直接処分、全量再処理、直接処分と再処理の併存という、核燃料サイクル政策の選択肢に関して、プルトニウム利用に係る包括的事前同意の継続確保にどのような影響があるかを検討し、現行協定の枠組みの中で対応可能との結論を得た。

○ 原子力供給国及び受領国間の新たな二国間原子力協力協定に共通的に盛り込まれるべき原子力資機材の管轄外移転や濃縮、再処理に対する規制等の要素について検討を行い、受領国における原子力利用の進展度、核不拡散の国際枠組みへの参画度に応じて、協定の関連規定で要求すべきレベルを定めていくことが実効的な核不拡散確保につながることを明らかにした。

○ 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更新するとともに、核不拡散政策研究委員会を開催し(平成 24 年 7 月、11 月、平成 25 年 1 月)、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、特に米韓原子力協力協定の動向や、米国内の核不拡散専門家の日本の原子力政策に対する見方が、今後の日本の原子力政策や核燃料サイクル事業に与える影響に関する分析を行った。

○ 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、東京大学大学院工学系研究科原子力国際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。さらに、文部科学省公募事業「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」に基づく「国際核燃料サイクルシステムの構築と持続的運営に関する研究」に連携機関として参加し、平等性、核不拡

散性、持続性、実現可能性の 4 つを兼ね備えた核燃料サイクルの多国間枠組みを提案した。また、その研究成果を国際会議(Global2012)や一般社団法人日本原子力学会の春の年会、秋の大会の機会を捉え、国内外に発信した。

○ 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(DMTE)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

○ 核拡散抵抗性評価手法の技術開発として、核物質管理科学技術推進部と次世代原子力システム研究開発部門が連携し、日米核セキュリティ作業部会(NSWG)の下で、核拡散抵抗性評価の指標の 1 つである物質魅力度(核兵器への転用のしやすさ)を核セキュリティの観点から、様々な形態の核物質について評価するとともに、その結果を踏まえ、潜在的な脅威の低減化策を抽出・分類した。核拡散抵抗性・保障措置適用性について、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:10 月、電話会議:毎月)に継続して参加し、コンセンサスの醸成に向けて検討を継続した。核不拡散技術開発として透明性向上技術開発に関する共同研究を米国サンディア国立研究所(SNL)と実施し、平成 24 年 12 月には、情報共有枠組み構築に係る透明性ワークショップを、SNL、韓国核不拡散核物質管理院(KINAC)等と韓国で共催した。

○ 機構-米国エネルギー省(DOE)の核不拡散協力取決めに基づく年次技術調整会合(PCG 会合)を平成 25 年 2 月に開催し、保障措置・計量管理等の高度化に向けた共同研究のレビュー(26 件)、新規プロジェクトの承認(7 件)、終了(10 件)、新たな協力テーマの検討(4 件)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。PCG 会合に合わせて DOE との本分野における協力開始後 25 周年を記念した特別セッションを開催し、DOE ポネマン副長官名による、機構のこれまでの協力への評価、感謝のメッセージを含む記念メダル・楯を受領した。その他、欧州原子力共同体(EURATOM)と研究協力の拡大に向けた協議を実施した。

○ 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た。また、同位体比測定、ウラン年代測定及び不純物分析等の核鑑識技術開発を進めるとともに、核鑑識国内ライブラリの開発に着手した。また、粒子分析技術開発のための透過型電子顕微鏡を整備した。

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(IAG)会合、IAEA の核鑑識に係る技術会合等、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。

○ 核物質防護については、警備員配置の最適化評価に係る DOE/SNL との研究協力にお

いて、評価に使用したシミュレーションファイルの機構施設への適用の見通しが得られたことから、当該評価プログラムの操作トレーニングを米国側と実施した。

○ 核物質の測定及び検知に関する技術開発を以下のとおり実施した。

イ) 使用済燃料中 Pu-NDA (非破壊分析) 実証試験 (DOE との共同研究) では、モックアップ NDA 装置とダミー燃料を使用した測定のリハーサルを行い、実際の測定が支障なくできることを確認した。また、LANL での Pu-NDA 装置の製作に立ち合い、取合い確認・測定試験計画案の詳細検討を実施した。

ロ) レーザー・コンプトン散乱 NDA 技術開発では、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) のコンパクト ERL (エネルギー回収型リニアック) 装置をベースに、基礎実証試験装置の整備を進めるとともに、レーザー蓄積装置に入射させる高出力レーザーの開発を進めた。また、東京電力福島第一原子力発電所事故で発生した熔融核燃料中の核物質の NDA の候補技術としての基礎実証のため、積分透過吸収法による模擬実証実験を米国デューク大学にて実施した。

ハ) He-3 代替中性子検出器開発に関しては、試作した改良型セラミックシンチレータで平成 23 年度を上回る性能を確認した。また、その結果を反映させた実証 NDA 装置用セラミックシンチレータ検出器の製作及び実証 NDA 装置の製作を進めた。さらに、この NDA 装置を用いて再処理技術開発センターで実施する、実 MOX 粉末容器の測定実証試験作業計画を作成した。それらの成果及び計画を基に、IAEA に対し日本政府の IAEA 支援プログラムのテーマとして提案を行い、IAEA からはその方向で準備したいとの反応を得た。

ニ) 熔融燃料中核物質測定技術の開発では、粒子状熔融燃料中の核物質測定 NDA 技術の開発を平成 24 年度より開始した。これは、パルス中性子源を利用し、TOF (Time of Flight; 飛行時間測定) 法により計数した透過中性子エネルギー分布から核物質の各同位体量を定量する技術であり、そのデモ装置の設計・検討作業を進めた。また本技術開発に関し、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) との間で、当該測定法の精度評価等を行う共同研究を開始した。

○ 福島技術開発特別チームと連携して、東京電力福島第一原子力発電所の炉内損傷燃料等内の核物質の保障措置・計量管理に適用可能な「随伴 FP ガンマ線測定による核物質量の非破壊測定法」の開発を進めた。本手法開発に必要な要素技術として、インベントリ計算を用いたソースタームの感度解析を行い、測定対象核種である低揮発性 FP (Ce, Eu 等) と核物質重量比への影響評価を実施した。また、収納缶内の遮蔽補正手法の適用性を検討するため、模擬収納缶に格納した使用済燃料片等を用いた遮へいに関する基礎試験を実施した。

これらの検討・評価については、国際会議等で発表した。また、今後、実施する予定の本測定手法適用性の検討、評価のために東京工業大学と共同研究を行う計画の検討を行った。さらに、第 1 回 JAEA/DOE の東京電力福島第一原子力発電所熔融燃料に関する保障措置技術開発会合では、今後の協力項目等の議論に積極的に貢献した。

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。公益財団法人日本国際問題研究所からの受託事業「CTBT 国内運用体制の確立・運用(放射性核種データの評価)」として、データベースへのデータ蓄積、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、データベースの改良により観測所データ量の増加に対応するとともに、CTBT 国際検証システムの一つである国際監視ネットワーク(粒子 62 か所、希ガス 18 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。統合運用試験で明らかとなった粒子スペクトル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放出源推定解析手法の新しい大気輸送モデルの適用可能性について評価を実施した。また、CTBTO が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、2011 年の同試験の評価結果として、最高ランク(A)の評価を得た。さらに、平成 25 年 2 月の北朝鮮による 3 回目の核実験では、国際的に最も注目を集めた高崎放射性核種観測所等の観測データを世界に向けて発信した。また、東アジアを中心とする CTBT 放射性核種監視施設から収集したデータを独自の技術により解析・評価し、数週間にわたり、CTBT 国内運用体制の事務局である公益財団法人日本国際問題研究所軍縮・不拡散促進センターへの報告を適時に行うとともに、CTBT 国際検証体制や監視技術等に関する外部からの取材に積極的に応じた。

○ 機構/公益財団法人日本分析センター(JCAC)/DOE/CTBTO による希ガス共同観測プロジェクトとして、機構青森研究開発センターむつ事務所大湊施設内に設置した可搬型希ガス観測装置により、平成 24 年 4 月から 10 月の半年間共同観測を実施し、むつ地域固有の希ガスバックグラウンド挙動を明らかにした。さらに、CTBTO と共催で「国際希ガス実験(INGE)ワークショップ」を 11 月に水戸市で開催し、核実験の国際的な監視体制に果たす希ガスの検知の役割に関する国際的議論の促進に貢献した。

○ 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、将来、協力が可能になる事態に備えて米露両国の解体プルトニウム処分に関する政策動向を調査した。

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」を機構内外の関係者約 500 名に宛てて 18 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、平成 24 年度から海外向けの「JAEA Nuclear Non-proliferation Policy Letter」の配信を開始し、本分野のシンクタンクとしての機構の活動の国際的アピールに努めた。

平成 24 年 12 月に公益財団法人日本国際問題研究所、東京大学の共催により開催した「原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム」において、核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ上のリスクやリスクを低減する方策の一つとしてのアジアにおける多国間枠組みの可能性を議論し、バックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の重要性について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ウェブ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。

また、米国ワシントン DC において、DOE、NTI(核脅威イニシアチブ)と連携して、核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)の活動状況の報告、国際協力の進め方等に関する公開のセミナーを開催した(米国政府関係者、議会関係者、原子力事業者、シンクタンク、マスコミ等 65 名が参加)。

さらに、国民に対する機構の核不拡散、核セキュリティ活動の広報に資するため、プレス発表(3 回)、取材対応(6 回)を行うとともに、ホームページ(日本語、英語)を通じた情報発信を行い、また、PR 用のビデオ(日本語、英語)を制作した。

○ 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、人材育成に貢献することを目的とし、IAEA、米国等と協力・連携しつつ以下の事業を実施した。また、これら事業実施のため、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、外務省の「日本の軍縮・核不拡散外交(第六版)」(2013 年 4 月発行)において、2012 年に開催された第 2 回ソウル核セキュリティサミットにおける「ISCN を通じ、人材の受け入れや研修を拡充する」との日本政府声明などについて紹介されている。

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・ビルディング機能の強化のため、国内外に対し、核セキュリティ、保障措置・国内計量管理制度、核不拡散に係る国際枠組みの 3 つのコースを提供し、人的ネットワークの構築に寄与した。本事業を実施するにあたり、6 月から 9 月にかけてモンゴル、ヨルダン、リトアニア、マレーシアにおいてニーズ調査を行なった。

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、その他を対象)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)と共催の劇場型ワークショップ等を開催した(5 回、参加者 145 名)。また、国際コース(アジア諸国等を対象)では、カザフスタンでの核セキュリティセミナー、核物質防護に関する地域トレーニング等を開催した(5 回、同 121 名)。

保障措置・国内計量管理制度コース(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、ベトナムでの追加議定書(AP)申告のワークショップを開催し、また、IAEA 査察官等トレーニング(Digital Cherenkov Viewing Device による使用済燃料の検認、及び再処理関連施設での保障措置)等を実施した(5 回、同 121 名)。

核不拡散に係る国際枠組みコースとして、ベトナム、ヨルダン、トルコ等で往訪セミナー・会議を開催した(4 回、同 226 名)。ベトナムについては、日越原子力協力の進展、ISCN がこれまで積極的に協力を進めてきた AP の批准、原子力機構とベトナム放射線・原子力

安全規制庁との二国間協力開始5周年を記念して、ベトナム科学技術省/産業・貿易省/ベトナム電力、文部科学省/原子力機構/国際原子力開発株と共催で、「原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際会議」を開催した。ベトナムが2012年9月にAPを批准したことは、機構のベトナムに対するこれまでの支援の成果と考えられ、ベトナム側からこれまでの協力への謝意と今後の協力強化の要請が表明された。

また、ベトナム、ヨルダンでのセミナー等は、現地の複数の新聞やテレビで報道される等関心を集めた。トルコからは、同国規制当局者の人材育成を実施してほしい(旅費等はトルコ負担)との要望がある等、ISCNの支援・協力に強い期待が寄せられた。

ロ) 国際協力・連携では以下の事業を行った。

米国 DOE/ NNSA(国家核安全保障局)及び SNL、LANL とは、核セキュリティ分野における人材育成、技術開発等の協力・連携を積極的に推進した。その結果、日米政府間の第4回 NSWG 会合(1月)及び DOE との PCG 会合(2月)で、機構の本分野の活動が高く評価された。また、PCG 会合では新たな協力項目に合意した。IAEA との連携協力では、トレーニング、セミナー、ワークショップ等で緊密な連携協力を進めている。また、IAEA 主催の核セキュリティ等に関する各種会議に参加するとともに、IAEA 主催の各国の核セキュリティ支援センター及び COE(Center of Excellence)間の国際ネットワーク会議に参加し、IAEA による支援センター間のネットワーク構築に貢献した。

EC/JRC とは、トレーニング、セミナーなどの情報交換や相互の講師派遣、核測定・検知技術、核鑑識技術等の協力を推進した。

アジア諸国との間では、韓国及び中国の COE との間で3カ国の連携協力について情報共有を進めた他、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)及びアジア太平洋保障措置ネットワーク(APSN)等においては、核セキュリティ・保障措置分野での情報共有、ワークショップの開催等により連携を一層強化した。また、WINS とは上記ワークショップの共催により、核セキュリティに関するベストプラクティス共有などの協力連携を進めた。さらに、アセアン・エネルギー・センター(ACE)と共催の核セキュリティ・ワークショップ開催について、日本政府と協議した。

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2回開催した。

また、特別講義等で東工大、国際基督教大学(ICU)等に協力した。

○ IAEA の CRP 会合に参画し、3年間進めてきた当該プロジェクトの最終報告書の確認作業を行った。

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、303百万円（うち、業務費303百万円）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。

○ 埋設施設設置に関する技術専門委員会において、委員に客観的で実効性のある立地選定のための基準及び手順の審議・検討を行っていただくため、事務局として多様な立地事例を詳細に調査し適宜提供、審議の論点を整理し、検討のための資料作成を行うなど効果的な委員会運営を行った。

平成 24 年度は計 3 回の委員会を開催し、7 月の第 4 回委員会までで、年度当初に審議・検討の前提としていた迅速かつ合理的な立地選定を重視した立地基準及び立地手順に係る技術的事項についての審議・検討がほぼ終了した。

一方、夏以降の原子力を取り巻く一段と厳しい社会情勢などを踏まえ、第 4 回委員会終了後、委員会と事務局で取り纏めに係る検討を行った結果、十分な地域とのコミュニケーションを図ることにより、一層地域社会の理解と協力が得られるような方式による追加検討も必要との判断に至り、第 5 回委員会以降上記方式を具体化する検討を引き続き進めた。この際、地域参加による合意形成の事例について国外の放射性廃棄物関連施設、国内の公共事業や廃棄物関連施設などの多様な事例を調査した。

○ 機構の研究開発機関としての特徴を活かした共生策を検討するために、地域企業との産学連携といった視点での事例調査を行った。調査の対象は、全国の地域イノベーションの事例と機構の技術を活用した地域連携事例それぞれ 3 件とした。地域共生策の実現に向け、機構の担うべき役割、地域の持続的活性化に向けた仕組み等について検討するための題材を収集するため、技術を提供する側、受ける側の課題と成功要件を調査し取りまとめた。

○ 機構以外の発生者からの廃棄体を埋設処分するためには、埋設施設の許認可申請段階、埋設施設の操業に係る年度計画作成段階、発生者からの廃棄体受入段階の各段階において、廃棄体の数量、性状、放射能インベントリ等の情報を発生者から収集するとともに、埋設処分に係る事項について発生者との合意を得る必要がある。埋設処分の円滑な実施のため、受託契約は各段階において契約を締結する 3 段階方式を採用することと前年度までに決定した。今年度は、受託契約の制度整備に向けて、機構の類似事例を参考に、受託規程、契約規程、料金通達等から成る埋設処分受託規程類の体系について検討を重ね、これらに記載すべき事項・内容について整理し、案としてとりまとめた。

○ RI 廃棄物の受託業務を実施している公益社団法人日本アイトープ協会及び民間事業者等の研究施設等廃棄物の取りまとめを担う公益財団法人原子力バックエンド推進センター並びに機構の三者により、役職員を委員とする研究施設等廃棄物連絡協議会において、従来から意見・情報交換等を行ってきた。研究施設等廃棄物の埋設処分及び処理、輸送の円滑な実現のためには廃棄体製作や廃棄体確認手法、埋設事業の許可申請等に係る情報交換や技術的課題を検討するとともに、これらの技術情報等を三者の関連業務に適切にフィードバックする必要がある。このため平成 24 年度は、研究施設等廃棄物連絡協議会の下に三者の実務担当者による廃棄体検討ワーキンググループを新たに設置した。これにより、研究施設等廃棄物の埋設処分及び処理、輸送に係る課題の検討等を、三者の実務担当者により継続して行うための体制ができた。

平成 24 年度は廃棄体検討ワーキンググループ(準備会:7 月 24 日、第 1 回:8 月 21 日、第 2 回:12 月 21 日開催)において、各者から放射能インベントリについて現在整理されている情報の提供を受けるとともに、環境影響物質について情報の収集方法と対応について検討を開始した。

○ 機構が埋設を計画している廃棄体については、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律及び医療法等の多重規制を受け、その一部には廃棄物の処理及び清掃に関する法律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の評価について、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合理的と考えられる評価方法の検討を進めた。また、一部の環境影響物質(硝酸塩及びホウ素)について、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、その成果の一部を成果報告書に取りまとめた。また、埋設施設の基本設計に備え、国内の先行施設や海外の類似施設の技術的知見等の調査・収集を行い、その成果を概念設計の結果に反映させ、ピット、トレンチ、受入検査施設の各設備の簡素化等の合理化を図る検討に着手した。

○ 埋設施設の技術的知見を活かして、東京電力福島第一原子力発電所事故に伴い発生する大量の除去土壌等を対象とした中間貯蔵施設の施設構造及び安全性に係る環境省等での検討に参画した。また、平成 23 年度に内閣府の受託で実施した除染ガイドライン事業の報告書の取り纏めを行うとともに、その成果の一部を原子力学会で口頭発表を行った。本成果は、環境省が提示している除染のガイドラインに適用された。

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、22,684百万円(うち、業務費20,448百万円、受託費164百万円)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(19,791百万円)、政府受託研究収入(153百万円)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については、「ふげん」の実績データを分析し、タービン系機器等の撤去に係る評価モデルの作成を進めるとともに、作成した評価モデルを用いて、「ふげん」の A 系復水器等の解体作業の解体手順を検討し、解体作業の階層構造を作成し、解体作業に係る人工数の事前評価を行い、その結果を「ふげん」に報告し A 系復水器等の解体計画の立案に役立てた。また、評価モデル作成の基礎データとして人形峠環境技術センター製錬転換施設等の解体実績データを収集・分析した。

なお、廃止措置エンジニアリングシステムを用いて韓国原子力研究所とロータリーキルンを対象として管理データを比較するベンチマーク試験を進め、その結果を Analysis of dismantling activities of rotary kiln for benchmark tests と題して、平成 24 年 6 月に米国シカゴで開催された米国原子力学会(ANS)主催の DD&R(Decommissioning, Decontamination and Reutilization)2012 国際会議において発表した。

○ クリアランスレベル検認評価システムについては、JRR-3 コンクリートのクリアランス測定にシステムの適用を継続するとともに、「ふげん」、DCA の解体物(金属)の事前の評価等にシステムを適用した。また、「ふげん」のクリアランス測定への本格運用に備えシステムの改良を進めた。

○ 「ふげん」における原子炉本体解体技術開発については、原子炉本体解体に係るモックアップ試験のために、モックアップ試験用装置及び試験建屋の検討を行うとともに、モックアップ試験までに実施すべき事項について検討を行っている。

また、原子炉本体の切断工法については、平成 23 年度に部材の厚みなどを考慮し、アブレイシブウォータージェット切断、プラズマアーク切断及びレーザー切断の 3 工法を選定しており、工期短縮及び二次廃棄物発生量の低減の観点から技術開発要素があるレーザー切断工法について、狭隘で稠密な「ふげん」の炉内に適用できる小型ヘッドの試作及び切断試験を行った。この結果、レーザー切断工法の優位性が確認できたことから、レーザー切断工法を基幹工法として確定することとした。

○ 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、平成 23 年度まで実施してきた油圧式ロボットアームに比べ位置決め精度が高い電気式ロボットによる試験を実施している。

また、二次廃棄物発生量低減化の技術開発としてダイレクトインドラムシステムについては、解体用グリーンハウスとの取合いに係るコールド試験を実施し、1 月からホット試験を開始した。

(ii) 放射性廃棄物処理処分・確認等技術開発

○ 廃棄物管理システム開発については、大洗研究開発センターへ拡張したシステムについて、次年度以降の実運用に向けて拡張したシステムの確認、及び今後の改修の必要性の判断を行う目的で、実際の廃棄物データの入力による試験運用を行うとともに、人形峠環境技術センター向けにシステムの拡張を開始した。

○ 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法開発を継続して実施した。まず、キャピラリー電気泳動法については、Pu 及び Cm の電気泳動データを取得し、それぞれの分析に適用可能な分離用試薬を選定するとともに、埼玉大学との共同研究において開発したキャピラリー電気泳動法による分離濃縮技術を応用した分離用試薬の精製法について特許出願を行った。レーザー共鳴電離質量分析法については、固体試料を直接、質量分析装置に導入するため平成 23 年度に整備を行った試料導入部を設置し、長半減期核種分析のため、共鳴波長とイオン化量に関するデータ取得を継続した。

○ 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、これまでに収集・整理された放射能データ(7 核種、262 データ)の解析を行い、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 4 核種については、適用できる評価方法の見通しを得た。

また、JPDR 保管廃棄物の分析を進め、新たに放射能データ(6 核種、35 データ)を収集・整理するとともに、これらの核種に対する放射能評価方法の検討に着手した。アスファルト固化体については、放射能データ(3 核種、36 データ)の収集を継続した。

○ 廃棄体化処理技術の開発については、焼却灰のセメント固化試験として、混練物の流動性を上げるための減水剤の適用性試験、及び固化体の膨張を抑制するための膨張抑制剤の適用性試験を実施し、ポリカルボン酸系の減水剤が焼却灰の流動性向上に効果があること、混練水に亜硝酸リチウムを添加することによって固化体の膨張を抑制できることなどを確認した。また、放射線分解による固化体からの水素ガスの発生量を評価するため、 γ 線照射線量率等をパラメータとした照射試験を実施した。また、脱硝技術開発については、再処理低レベル廃液中の硝酸塩濃度を低減する設備の設計等に資するため、高性能触媒の開発や脱硝

条件の検討を進めてきた。平成 23 年度までに予定した開発を終了し、平成 24 年度はこれまでの成果を取りまとめ、脱硝実施部署への技術移転を完了した。

○ TWTF 不燃物処理設備概念設計に向けて、梱包廃棄物の開梱作業の合理化等を図る目的で高周波誘導加熱方式の試験装置を用いて、梱包材の異なる種々の模擬廃棄物のか焼試験を行い、処理条件とか焼性との関係に関するデータを取得するとともに技術評価を実施した。

○ 澱物等の処理プロセスの設定検討として、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→処理残渣セメント固化)の基礎情報に関する試験を実施した。固化特性の確認試験では、特定の成分を含んだ廃棄物のセメント固化において、固化体が膨張・分離する可能性があり、特定成分を含む廃棄物のセメント固化は避ける必要があることが確認できた。また、有害物であるフッ素を含む澱物等のフッ素溶出量によっては、廃棄体として処分できなくなる可能性がある。そのため、模擬中和澱物(フッ化カルシウム)を使用した溶出試験を実施した結果、フッ素の溶出を抑制できる可能性があることが確認できた。その他、回収したウランの不純物量、微量ウラン回収樹脂の吸着挙動及び熱分解挙動を把握し、プロセスの成立性、マテリアルバランスの検討に必要な追加データを取得した。

○ 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、整備した評価ツールを用いて、機構廃棄物由来の硝酸塩によるバリア性能劣化を考慮した感度解析を実施した。この解析結果から、硝酸塩によってベントナイト層等のバリアが影響を受けた時に、被ばく線量の変動に有意に作用するパラメータを特定するとともに、変動の度合いを確認した。

○ 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(平成 24 年度地層処分技術調査等事業(TRU 廃棄物処分技術:セメント材料影響評価技術高度化開発)及び平成 24 年度地層処分技術調査等事業(TRU 廃棄物処分技術:硝酸塩処理・処分技術高度化開発))を獲得し、セメント系材料の変質やセメント由来のアルカリ性溶液と岩石・鉱物との反応に係る個別評価モデル・データベースの検討を実施するとともに、硝酸塩影響を含めた核種移行解析システムを構築して、硝酸塩が核種移行挙動に及ぼす影響を評価した。なお、MOX 燃料由来の TRU 廃棄物の地層処分における熱影響評価に関する論文が平成 24 年度日本原子力学会賞論文賞を受賞した。

○ 自らの廃棄物を処理処分するのに必要な技術開発に関して、東京電力福島第一原子力発電所から発生した滞留水及び処理水に対してこれまで開発してきた簡易迅速法を適用し、放射能データ取得を実施するとともに、滞留水処理により発生する廃棄物の固化試験を実施

した。加えて、がれきや伐採木の試料前処理法等の検討を行い、機構内外の分析者への技術指導を実施するなど、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置への貢献を継続した。

○ 施設の廃止措置及び廃棄物の処理処分に係るコストのうち、それぞれ大きなウェイトを占める事項は、廃止措置：解体費（設備費、人工数）、二次廃棄物発生量、廃棄物処理処分：処理費用と処分廃棄体量のバランス、放射能濃度確認と認識している。これら事項に該当する個別技術、マネジメント手法について、効率的なものを提案することが、原子力施設の廃止措置や放射性廃棄物の処理処分の合理化、コスト削減につながるものであるとの認識のもと、上記の研究開発課題を抽出し、優先的かつ集中的に実施しているところである。

これまでに、澱物の処理プロセスの検討により、従来計画していた固化方法から廃棄体量を約60%削減できることを確認するなど、コスト削減に係る指標の評価も、開発の進捗に併せて実施している。

○ 平成 23 年度に、廃棄物対策の現状などを踏まえ取り組むべき課題とその対策について策定した「原子力施設の廃止措置、放射性廃棄物の処理処分にに関する中長期計画」に基づく、各拠点における進捗についてフォロー、調整を行っている。また外部情勢等によらず、バックエンド対策を着実に推進可能とするため、現状課題の整理及び要因分析を行うとともに、取り組むべき課題の優先順位、役割分担等を明確化し、具体的なアクションプランの検討を開始した。

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、18,320百万円（うち、業務費17,928百万円、受託費372百万円）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(16,769百万円)、政府受託研究収入(324百万円) 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

○ 平成 24 年度に取りまとめ、公開した研究開発成果は、学術雑誌への査読付き論文 1,276 編、研究開発報告書類 201 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、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「未来を拓く原子力」を編集・刊行(英文版は CD-ROM 版として刊行)した。平成 24 年度版は、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とりあげ(全体の 1/4)、国内外の関連機関等に配布するとともに、その全文をウェブサイトより発信した。なお、平成 24 年度のウェブ版アクセス数は 113 万回(平成 23 年度 99 万回)であった。

研究開発報告書類、外部発表論文等の情報(標題、要旨、論文全文へのハイパーリンク等)を研究開発成果データベースへ追加登録するとともに、ウェブサイトを通じて国内外に発信し、国内外から年間 152 万回(平成 23 年度 121 万回)のアクセスを得た。

○ 学術誌に発表した論文数、引用数等について、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science を使った分析について調査・検討を行った。

○ 専門家による分析・評価を行い、その結果を踏まえた機構ウェブサイトについてメインサイトのリニューアル作業を進め、従来から取り組んでいるツイッター、メールマガジン及び i モードページに加え、携帯端末(スマートフォンなど)やタブレット端末にも対応させるなど、より幅広い層に対する情報発信をするための改善を図った。

また、研究開発成果を分かり易く解説する動画コンテンツを制作するための実施体制や手順を整備するとともに、研究開発成果の中から動画コンテンツを 9 本制作し、掲載情報の充実を図るなどの利用者の視点に立った改善を図った(平成 25 年度に機構ホームページにて順次公開)。

加えて、国内のみならず、世界的に関心の高い福島における環境回復のための取組をわ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:20 回、英語:19 回)し、国内外に対する情報発信の充実を図った。

○ 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 19 回派遣し、延べ 640 名が受講した。

また、「第 7 回原子力機構報告会」(東京)を始めとして、「第 8 回東海フォーラム」、「第 7 回高崎量子応用研究シンポジウム」、「第 13 回光量子科学研究シンポジウム」、「幌延フォーラム 2012」などの各種成果報告会について、合計 90 回で延べ約 8,000 名に参加いただき、研究開発成果の積極的な普及に取り組んだ。

特に「第 7 回原子力機構報告会」では、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、環境回復に向けた取組と研究開発機関としての知見、技術をいかし、今後に貢献が期待される研究開発の見通しについて報告した。回収されたアンケートでは、次回以降も今回のようなプログラム編成が望ましく、平成 25 年度以降も、東京電力福島第一原子力発電所事故への取組を中心とした機構の活動を報告して欲しいとの要望が多く、また、自由記述においても、機構の研究開発に対する多くの期待が寄せられ、環境回復への関心の高さが示された。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、初の試みとしてインターネットによるライ

ブ中継を行った(アクセス数:414回、平均視聴時間:約40分)。また、開催と同時に、動画も含めた全ての報告資料を機構ホームページにて公開した。

○ 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て地層処分に関する国民との相互理解を促進するため、深地層の研究施設の定期施設見学会(東濃12回、幌延6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易く対応した。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、37,967人(東濃26,489人、幌延11,478人)に達した。しかし、年間の見学者総数は、平成23年度の約8割の3,435人(東濃2,231人、幌延1,204人)に留まった。今後、ホームページ等を活用し見学者を増やす取組を行う。

また、幌延の「ゆめ地創館」には6,892人が訪れ、平成19年6月のオープン以来の累計入場者数が6万3千人に達した。平成24年度から、事業の透明性確保に主眼を置いた施設としての運営を図っている。

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2012を開催し(平成24年8月、参加者数:東濃10名、幌延8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10校、幌延6校)や地域の教育機関への講師の派遣(東濃1校)、実習生等の受入れ(東濃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。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24年度においては、891万件(地層処分研究開発部門126万件、東濃502万件、幌延263万件)のアクセスを得た。

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みとして、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22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、幌延約500部/2回)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、新たに、岐阜県先端技術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分析、岩石観察等を実施した。

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。平成24年度においては、見学者の関心の高かった研究坑道における湧水量、トンネル工事等の主な湧水事例との比較に関する説明を追加した。

施設見学による地層処分に関する理解度について、東濃のアンケート結果では、地層処分を知らなかった方の場合、地下施設の見学後に 74%の方が地層処分は必要と感じ、51%の方から地層処分について安心したとの回答を得た。また、既に地層処分を知っていた方も、必要との回答が見学前の 65%から 76%へ向上し、安心したとの回答も見学前の 35%から 53%へ向上した。

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、各々 81%、87%と多くの方々から理解を示す回答を得た。

平成 24 年度は、地層処分研究開発等に対する国民からのニーズ等を把握し、拠点における理解促進活動等をより一層効果的に実施するため、地層処分研究開発部門、東濃及び幌延が連携し、見学者に対するアンケート項目の見直しを行い、地層処分の安全性について不安に感じること及び地層処分の研究を行う上での課題をより具体的に理解頂くための質問を追加した。また、東濃及び幌延に共通の質問を設けることにより、幅広く意見を集約することができ、かつ、それぞれの研究施設における見学者のデータの比較が容易にできるものとした。

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出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。

○ 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 8 回実施(平成 23 年度 7 回)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 6 回)、知財創出・活用意識啓発を図った。同教育・研修では約 160 名(平成 23 年度約 150 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、特許相談会を東海地区で毎月開催(合計 12 回)するとともに、他地区の発明者とは TV 会議等を通じて随時、特許相談を受け付ける体制を整えた。そして、延べ 80 件(平成 23 年度 65 件)について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し、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、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、発明者と出願に値するかなどの協議をしてさらに質の高い特許となるようにした。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 24 年度は、国内外での出願 123 件(平成 22 年度 126 件、平成 23 年度 117 件)、審査請求 98 件(平成 22 年度 87 件、平成 23 年度 81 件)、放棄・満了 172 件(平成 22 年度 79 件、平成 23 年度 249 件)、権利化 148 件(平成 22 年度 180 件、平成 23 年度 170 件)により、保有特許は 1,081 件(平成 22 年度 1,184 件、平成 23 年度 1,105 件)となった。

なお、論文数と特許出願数のバランスの観点から、平成 24 年度査読付論文 1,276 編の特許性(新規性、進歩性、産業利用可能性の 3 要件を満たし、かつ、物、方法、物を生産する方法のいずれかに該当する発明)を調査した。約 30%(371 編)が特許出願の可能性が有るものの、残りは実験やシミュレーション等から得られた知見等を述べた基礎的研究成果で権利化に馴染まないものと判断した。ただし、実際に特許出願できる件数は、現実的な実用性や製作性、競争力等の理由から、その 3 分の 1 程度に絞られることが機構の研究開発分野において経験上及び統計的に把握されている。実際、平成 22 年度及び平成 23 年度の論文数と出願数のバランスを見ると、各年度とも、論文数に対する出願数は、おおよそ 10%(平成 22 年度論文数 1,129 編、同出願数 126 件、平成 23 年度論文数 1,181 編、同出願数 117 件)であった。

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、「成果利用促進会議」を人形峠環境技術センター、核燃料サイクル工学研究所の再処理技術開発センター、原子炉廃止措置研究開発センター、青森研究開発センター及び福島技術本部等との間で計 9 回(平成 23 年度 10 回)行った。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、各拠点等が保有する特許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するとともに関係部署とその情報を共有するようにした。その中で、再処理技術開発センターの保有特許 40 件を分析した結果、ガラス固化処理技術で比較的強い特許ポートフォリオを構築していることを確認し、「ガラス液面検出」に係る特許を原子力関連企業に新たに実施許諾することにより活用促進を図った。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 600 件掲載している。

知的財産の活用については、新たな実施許諾等契約件数として年間 10 件以上を目標としており、平成 24 年度は新たに 22 件を締結した(平成 22 年度新規 10 件、平成 23 年度 11 件)。このうち 7 件が福島対応への活用が期待され、特に、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」を放射線測定機器製造企業に実施許諾して製品化した。

(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。

- ・ 濃縮事業については、新型遠心機のカスケード試験結果解析及び高品質化研究の指導のため、技術者 2 名を出向派遣した。
- ・ 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 25 名を出向派遣した。またガラス固化技術に精通した技術者(試験時 3 名常駐、その他適宜出張対応)を派遣し、各種試験評価・遠隔操作技術

等への支援を実施した。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・運転に向け機構の知見・ノウハウを反映するため、技術者6名を出向派遣した。また、同社技術者研修要請に応じて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。

○ 高レベル廃液のガラス固化技術については、日本原燃(株)からの要請に応じ以下の協力をを行った。

- ・ 核燃料サイクル工学研究所のモックアップ試験施設(MTF)における KMOC(確証改良溶融炉)試験への協力、六ヶ所ガラス固化施設試運転への現地支援を継続した。
- ・ 核燃料サイクル工学研究所の工学試験棟(ETF)及び原子力科学研究所の各試験施設においてガラス固化体及び仮焼層にかかる「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)」、「解体廃棄物の払い出しに関するコンサルティング」等の試験・評価を実施した。

○ 上記の他、日本原燃(株)からの要請に応じ以下の MOX 燃料加工事業に係る協力をを行った。

- ・ 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。
- ・ Pu 及び U の計量・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、新規試験設備の搬入・据付及び分析に用いる Pu 標準物質の精製を行った。

○ 日本原燃(株)からの受託試験等についての平成24年度の実績は、濃縮関連2件、再処理関連8件、MOX 燃料加工関連5件であった。

(iii) 施設・設備の供用の促進

○ 機構の保有する供用施設について、震災の影響等により供用ができなかった JRR-3、JRR-4、JMTR 及び常陽の各原子炉施設を除き、料金表に基づく対価を得て、大学、公的研究機関及び民間企業による利用に供した。

震災後停止中の JRR-3 は、平成24年11月、施設の健全性評価結果を原子力規制委員会に報告し、その確認を待って運転再開を目指したが、平成24年度中の運転再開の見通しが得られなかった。一方、上記の4つの原子炉施設以外の施設は、年間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。平成24年度分の利用課題は529件(目標670件程度)であった。

○ 利用課題の定期公募は、平成 24 年 5 月及び 11 月の 2 回実施した。成果公開の利用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、課題の採否及び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、安全教育や装置の運転等の役務提供、実験データ解析等の技術指導を行って円滑な利用を支援するとともに、新たに JRR-3 供用実験装置の利用手続をオンラインで行えるシステムを構築して課題募集に使用するなど、施設の状況に応じた利便性向上のための取組を進めた。また、海外からの利用者向けに、供用施設の概要、利用手続等の英文情報を新たにホームページに掲載し利便性の向上を図った。

○ 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、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 50 回(平成 23 年度 29 回))を実施した。また、供用施設を利用して得られた研究開発成果についてのプレス発表は計 10 件行われ、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。民間企業による供用施設の利用件数は合計 188 件であり、平成 23 年度の実績(174 件)を上回った。

新規の供用施設の検討に資するため、平成 23 年度までに行った利用者アンケートに加えて、主要施設の供用の可能性・課題を把握するための機構内調査を進めた。

○ JMTR について、東日本大震災で被災した施設の補修を完了するとともに、東北地方太平洋沖地震により観測された地震動の一部が設計時に想定した最大加速度を上回ったことから規制当局(文部科学省)の指示により、設備の詳細点検及び地震影響評価を実施した。その結果を平成 24 年 9 月に規制当局(文部科学省原子力規制室)に提出し、再稼働の準備を進めたが、規制当局(原子力規制庁)による地震影響評価の確認が完了せず、平成 24 年度に再稼働することはできなかった。照射利用申し込みについては、随時受け付けるとともに、JMTR 運営・利用委員会を開催し、平成 25 年度以降の照射利用計画を策定した。また、JMTR 運営・利用委員会の下に「照射利用ニーズ調査分科会」を設け、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた照射利用ニーズ拡大の検討を実施した。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た軽水炉実機水環境模擬照射装置等の最先端照射設備整備を継続した。平成 24 年度の施設定期自主検査を実施し、JMTR の維持管理を行った。

○ JMTR における民間事業者の利用ニーズに対応した照射利用拡大の一環として、核医学診断用モリブデン(Mo)-99 の国産化技術開発に必要な三酸化モリブデン(MoO₃)ペレットの高密度製造技術の開発に成功し、Mo-99 の安定供給実現に目処を付けた。今後は、JMTR 付設の照射設備を用いて実証試験を進める。(平成 24 年 9 月プレス発表(掲載紙):読売新聞、朝日新聞他)。

(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(2回)、RI・放射線利用(3回)、国家試験受験準備(8回)並びに第1種及び第3種放射線取扱主任者資格取得のための法定講習(14回)を開催した。当初計画した研修のうち、原子炉工学研修(1回)については、実習施設(研究炉)の状況等を踏まえ中止とした。

一方、人事部では機構職員向けの技術研修を実施した。

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全体が有効であったか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92%、機構内職員向けでは98%の受講者から「有効であった」との評価を得た。また、機構外からのニーズに応えるため、(独)原子力安全基盤機構からの依頼に基づく随時研修(1回)を実施した。これら年度計画外の研修を含めた全ての研修の総受講者数は、1,303名(外部受講者525名、機構内受講者778名)であった。なお、受講者の定員充足率は9割以上であり、また、国家試験(原子炉主任技術者・核燃料取扱主任者)合格者の中で、機構における国内研修等の受講者は8割以上を占めている。

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基づく放射線管理のための要員育成研修(2回:51名)及び福島県からの要請に基づく除染業務講習会(15回:約4,400名)等を実施した。

なお、平成25年度研修計画を策定するにあたっては、東京電力福島第一原子力発電所事故対応としての依頼研修を引き続き継続できるよう準備を行った。

国内研修について、平成22年度からホームページ上で受講申し込みができるようシステム化を行い、その後も適宜改善を図る取組を継続しており、業務の効率化および利便性の向上に資している。また、妥当性、合理性にも留意すべく、コストを踏まえた積算により、研修受講料金を3年毎に適宜見直している。

○ 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協力依頼等に基づき、講師派遣や学生の受入れ等を行い、連携協力を実施した。

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下、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186名の学生が受講し、集中講座については46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実施した。

連携大学院方式による協力については、19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61名派遣するとともに、学生19名(学生研究生)を受入れた。

東京大学大学院原子力専攻(専門職大学院)・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139名の派遣を行い、専門職大学院の学生

14名(学生研究生)を受入れた。特に実験・実習については、約9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。

また、文部科学省の機関横断型公募事業である「国際原子力人材育成大学連合ネットの構築とモデル事業の実施事業」における原子力道場(全国TVセミナー)開催、「大学連携型核安全セキュリティ・グローバルプロフェSSIONALコース」の実習への支援等を実施した。

上述の学生の受入れの他、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、38名を受入れ、また、学生実習生として137名、さらに夏期限定で機構内での就業経験が出来る夏期休暇実習生132名を機構内各部門、各拠点等の協力の下に受入れ、研究、教育指導や実験・実習等を実施した。

○ 国際研修では、文部科学省からの受託事業「国際原子力安全交流対策(講師育成)事業」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か国から研修生(計30名)を受入れ、5回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として、地震発生から全電源喪失、そして事故に至った経緯、得られた教訓とその対策案などについて講義し、また、環境放射能モニタリングの研修では福島県で放射線測定実習も行い、研修生から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モンゴル以外の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(現地研修コースの受講生総数344名)。また、原子力技術安全セミナーとして原子炉プラント安全コース(受講生総数:9か国から10名)、原子力行政コース(受講生総数:8か国から9名)、原子力施設の立地コース(受講生総数:6か国から7名)及び平成24年度より新たに放射線基礎と被ばく医療コース(受講生総数:8か国から16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。

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、「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。

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。また、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、3名のINSTN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)事務局との相互訪問等を通じ、情報交換、学生派遣等の協力を進めた。

さらに、東京大学、一般社団法人日本原子力産業協会とともにIAEAの原子力エネルギーマネジメントスクールのアジアで初の開催(14か国39名参加)に協力した。

○ 国内の原子力人材育成関係機関及び機構内の関係部署との連携協力を進め、文部科学省の機関横断型公募事業「原子力人材育成ネットワークの構築、整備及び運営」においては、国内外の関係機関への訪問調査・情報収集等を実施し、原子力人材育成に係る連携協力関係を築いた上で、原子力人材育成データベースを構築した。

○ 産官学協同で設立された「原子力人材育成ネットワーク」においては、一般社団法人日本原子力産業協会とともに事務局として活動し、ネットワーク運営委員会、企画ワーキンググループなどの会合を開催するとともに、ネットワーク活動報告会を開催し、ネットワーク参加機関の情報共有に貢献した。さらに、原子力委員会において二度にわたりネットワークの活動報告を実施した。

なお、原子力を志望する学生の減少への対応として、機構の学生受入制度の旅費支給の適用範囲を拡大し、機構での実習等に参加し易くする為の改善を図り、また、理工系学生に原子力の研究現場等を見て、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として企画した。

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、マレーシア原子力庁(MNA)の協力により原子力人材育成国際会議をクアラルンプール郊外のプトラジャヤ市において開催し、新規導入計画国、欧米諸国、国際機関からの参加者による原子力の安全人材やコミュニケーション人材等の育成についての議論を行い、相互理解、情報共有等、国際ネットワークの構築に向けた活動として成果を上げた。

なお、この会議において我が国の大学の留学制度を紹介し、関係各国に対して学生や研究者等の来日を強く呼びかけるとともに、原子力人材育成ネットワークのホームページに各大学の留学案内を掲載して、大学の人材の確保に向けて尽力した。

さらに、国内の原子力人材の国際化を図る為のコースを新たに開催するとともに、ネットワーク事務局においてIAEA技術研修員の受入窓口としての業務を開始し、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連絡調整を行った。

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間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。耐震補強工事のため中央図書館(東海研究開発センター)を3.5か月間閉館したが、平成24年度的全拠点図書館の利用実績(括弧内は平成23年度)は、来館閲覧者数14,324人(15,642人)、貸出14,956件(13,725件)、文献複写3,210件(2,756件)、電子ジャーナル論文ダウンロード186,481件(187,027件)であった。国立情報学研究所の大学図書館間文献複写相互利用シ

システムへの参加や国立国会図書館との文献貸借など外部図書館と連携し、機構で所蔵していない文献を迅速に入手し利用者へ提供した。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1,848件(平成23年度2,077件)を入力するとともに、原子力レポート24,342件(同21,499件)を遡及入力し公開した。文献複写サービスを継続するとともに、OPACの検索結果から直接ウェブ上で依頼申請できるようシステムを更新し、サービスの効率化を図った。

平成25年3月、国立国会図書館と総務省が開発・公開し、東日本大震災に係る記録として関連する音声・動画、写真、ウェブ情報等を包括的に検索できる「東日本大震災アーカイブ(ひなぎく)」において、機構図書館OPACが横断検索可能となるよう国立国会図書館と連携を図った。

○ 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安全、環境、放射線医学等の分野に関する文献情報5,194件(平成23年度5,193件)を収集・採択し、英文による書誌情報、抄録の作成、索引語付与等の編集を行いIAEAに送付した。日本からの送付件数はINIS全体(加盟国128カ国)の4.0%を占め、国別でみた入力数が第1位(第2位米国、第3位ドイツ)となった。また、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7回のINIS利用説明会を実施した。なお、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40,742回(平成23年度36,535回)となり、平成23年度と比べ11.5%増加した。

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)及び検索マニュアル等の日本語翻訳を継続実施し、IAEAに送付してデータベースへの実装に貢献した。

○ 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の収集整理を継続実施し、「3.11 原子力事故参考文献情報」サイトとしてホームページから発信した。現在、同サイトには機構及び国内外の研究成果情報(15,969件)、インターネットリンク情報(1,315件)、国内外の公的機関(22機関)が公表した事故調査報告書(55件)等を収録しており、そのアクセス数は271,175回(平成23年度227,665回)であった。

○ 原子力の開発利用動向、エネルギー・環境問題に関する情報等の原子力研究開発及び利用戦略に関わる情報については、国内外のマスコミ、関係機関等から継続的に収集し、整理、分析を行った後、機構公開ホームページへの掲載を通じて幅広く情報発信を行った。報告件数は8件(EU、イギリス、ドイツ、ポーランドなどの原子力政策を含むエネルギー政策動向、ウラン資源に関するレッドブック2011の概要、海外ウラン濃縮企業動向など)で、当該情報へのアクセス数は平成21年度が約21万件、平成22年度が約32万件、平成23年度が約56万件、平成24年度が約52万件であり、海外の原子力政策情報の普及に貢献した。また、これらの情報は行政機関等(内閣官房、文部科学省、東京都等)からの個別の要請に応じて、必要な場合には個々のニーズに応じた分析を加えた上で迅速かつ的確に情報提供もしくは

個別説明を行った。

(vi) 産学官の連携による研究開発の推進

○ 産業界との連携のプラットフォーム機能として、原子力エネルギー基盤連携センターに設置した既存の7特別グループによる研究活動を継続した。平成24年度は、東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、鉄鋼製造プロセスにおいて確立された熔融鉄と酸化物に対する反応と熱流動の連成解析シミュレーション技術を活用して、過酷事故時の炉心熔融・溶け落ち・デブリ凝固モデルの精度向上を目的とした材料熔融挙動評価特別グループを新たに設置した。また、産学官が一体となって、原子炉のみならず廃止措置、廃棄物管理における水素安全評価・対策に適切に対応するための基盤技術の高度化を図ることを目的とした水素安全技術高度化特別グループを新設した。当初目標を達成した放射線作用下界面現象研究特別グループを廃止した。加速器 RI 特別グループにおいて医療用 RI 製造事業化の検討を開始した。

○ レーザー及び放射光利用技術について、ビジネスフェアや施設公開、設備利用講習会・セミナーにおいて、施設供用制度並びにその成果を紹介することにより、地元等産業界への利用促進を働きかけた。

○ 大学等との連携に関しては、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並びに各大学等との共同研究に基づき推進した。

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21件(平成22年度:9件、平成23年度:6件、平成24年度:6件)となっており、平成24年度は、3年計画の2年目に当たる4件の課題については中間評価を、終了する10件の課題については最終評価を、外部委員が半数を占める委員会により行った。なお、本制度により実施された研究課題に関連して、本中期目標期間中に、外部資金8件が獲得された。平成24年度は、高速炉燃料の取扱設備における高ガンマ線バックグラウンド下での高速中性子精密測定技術の開発、放射性廃棄物中における長寿命核種の高感度迅速分析法の開発の成果について、大学関係者を過半数とする研究協力委員会において高い評価を得た。

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13件(平成22年度:2件、平成23年度:6件、平成24年度:5件)となっている。平成24年8月に開催した連携重点研究討論会では、「連携重点研究は福島への復旧にどう貢献できるか」

とのテーマで討議を行い、平成 23 年度に採択した福島支援課題 2 件の成果報告等がなされた。なお、本制度により実施された研究課題に関連して、本中期目標期間中に、外部資金 7 件が獲得された。

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。これらの協定に基づく、連携協議会等を福井大学、岡山大学、群馬大学、福島大学、福島高専及び核融合科学研究所と開催した。これらにより得た大学の関係者の意見を反映し、大学の機構の研究への参加や研究協力を拡大し、人材育成、共同研究等の推進に資した。

相互の研究開発及び人材育成の充実等を図るため、平成 24 年 10 月、新たに長岡技術科学大学と包括的連携協定を締結した。

○ 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 3 件(「分散洗浄技術を活用した放射能汚染土壌除染装置の開発」、「光学式手法を取り入れた水素ガス検知装置の実用化開発」、「放射線汚染状況の遠隔監視システムの開発」)と一般対応の 1 件(「ポリ乳酸製洋食器具の開発」)の合計 4 件を実施し、水素ガス検知装置を除く 3 件について製品化を行った。この結果、第 2 期中期目標期間中の製品化は、実施課題 9 件に対して合計 5 件となった。

また、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、民間事業者と締結している技術協力協定に基づく運営会議設置の覚書を締結するとともに、技術情報の提供を実施した。なお、「成果展開事業の活動状況」(平成 24 年 4 月／産経新聞)及び「放射線汚染状況の遠隔監視システム」(平成 24 年 12 月／毎日新聞)の 2 件の記事掲載があった。

機構の真空技術、高感度質量分析などに関する特許を利活用し、企業からの要請に応じて全て相手方負担により実用化開発を行う活動では、平成 24 年度、共同研究収入、技術指導収入、特許収入・特定寄附による外部収入を得た。主な実用化開発活動として、従来からの自動車分野などに加えて、新たに畜産分野で茨城県産肉(牛・豚)のブランド化に向けた香り測定や創薬分野で製造医薬品の品質管理手法の確立など新分野への展開も進めた。

福島対応については、実用化開発チームの技術指導により、各企業等による①放射線の高感度・高感度・現場測定を可能とし、かつ機動性を備えた車載型放射線測定器の実用化、②乾式減容化廃棄物処理のための真空技術を利用したアルミ溶湯除染技術の実用化検証をそれぞれ成功に導いた。特に②は、茨城県が進めている伐採木の焼却時の除染技術に採用され、「木質バイオマス利用を推進するための調査事業」として茨城県が国の競争的資金(復興調整費)を獲得する上での決め手となる最重要技術となった。

○ 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、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 24 年度に各大学、研究開発型独立行政法人等との間に 335 件(平成 23 年度:303 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。産業界とは平成 24 年度に各企業との間に 81 件、企業を含む複数機関との間に 103 件(成果展開事業による共同研究 4 件を含む)(平成 23 年度:企業 50 件、複数機関 87 件)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。

○ 産学官連携推進会議、環境放射能除染学会など 14 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、その他開発製品(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、放射性廃棄物、除染等に関する技術相談を行った。

○ 専門分野の技術相談については、関係部署間で連携をとり放射線照射分野に係る技術アドバイス等、積極的な対応を行った。これらの活動の結果、1 件の技術相談が平成 25 年度成果展開事業への応募につながった。

○ 関係行政機関、民間事業者等からの要請に対応して、デブリ生成機構を考慮した金属等の熔融模擬及び水素発生・挙動制御といった軽水炉安全対策高度化技術に関する研究協力を、経済産業省資源エネルギー庁の「平成 24 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業」からの受託事業として実施した。

(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新興国の原子力発電導入への支援を強化している。また、国際情勢の変化に的確に対応すべく、平成 24 年度は米国及びフランスにおける大統領選挙や、東京電力福島第一原子力発電所事故を受けた各国における原子力・エネルギー政策動向等について重点的に調査を行った。

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 24 年度は、国際協力取決め、覚書、研究者派遣・受入契約等 133 件の締結・改正・延長を行った。

○ 二国間協力では、米国エネルギー省(DOE)との包括取決め及び核不拡散・保障措置取決め等に基づき協力を継続するとともに、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、東京で開催された総合コーディネーター会議において、協力の現状及び今後の計画を

議論し、高速炉に係る更なる協力や、東京電力福島第一原子力発電所事故関連協力などについて推進した。その他、ドイツの重イオン研究所との大強度陽子加速器分野に関する協力取決め、カールスルーエ工科大学との協力取決めの締結、スウェーデンのスタズビックグループとの協力取決め等の延長を行い、欧米諸国、中国、韓国と、次世代原子力システム、核融合、量子ビーム応用、先端基礎等幅広い分野での協力を推進した。また、カザフスタン原子力技術安全センターとの高温ガス炉の安全研究協力取決めと国立カザフスタン大学との研究協力取決めの新規締結、カザフスタン国立原子力センターとの設計研究協力にかかる合意、インドネシア原子力庁とのラジオアイソトープ研究開発協力の更新など、アジア諸国への協力枠組みを強化した。

多国間協力では、ITER 計画において日本は EU とともに中核的な役割を果たしており、ITER 及び BA の機器製作に関する調達取決め等(新規締結件数:ITER10 件、BA41 件)に基づき、ITER の国内機関、BA の実施機関としての活動を進めるとともに、カダラッシュ駐在者の支援を実施するなど、ITER 計画の進展に寄与した。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)に関する共同研究を進展させた。なお、GIF では機構職員が議長を務めるなど、協力の推進のための主導的な役割を果たしている。多国間協力では多くの主要な委員会、ワーキンググループ等において機構職員が議長、副議長として主導的な役割を果たしている。また、多国間協力の推進に当たっては、機構内関係部署及び関係府省と綿密な連絡・調整を行って進めている。

特に、東京電力福島第一原子力発電所事故関連では、英国国立原子力研究所との放射性廃棄物管理技術分野における高放射線場の革新的受動放射線モニタリングに関する協力取決め、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かかる共同研究の新たなタスク 3 件を追加する契約、東京電力福島第一原子力発電所事故の解析等を目的とした経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)プロジェクト協定等を締結し、国際協力を推進した。

○ 国際拠点としての環境整備については、J-PARC 等、外国人研究者の受入れが増大しているため、国際拠点化推進委員会を設置し、外国人上級研究者も委員として参画して機構の国際化、国際拠点化のための検討を行っている。資料・表示の英語化、宿舎・備品の改善、J-PARC や青森研究開発センター等で実施されている諸施策の水平展開を図っている。さらに、東日本大震災を受けて、災害時の外国人研究者への対応、支援が円滑に行えるよう関係部署との連絡体制を整備するなど、外国人研究者への支援、外国人研究者受入環境整備を進めている。約 3 年間に及ぶ国際拠点化推進委員会の活動を報告書として取りまとめた。また、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、電力会社等と協力しつつ国際拠点化に取り組んでいる。平成 24 年度の外国人招聘者・駐在者等の総数は 369 人で、前年度とほぼ同数であった。

○ 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 24 年度末時点で IAEA に 5 名、OECD/NEA に 3 名、ITER 機構に 7 名、包括的核実験禁止条約準備事務局(CTBTO)へ 1 名、世界原子力発電事業者協会(WANO)に 1 名の総計 17 名である。国際機関事務局に対しては、機構と文部科学省、外務省等が連携して有力ポストへの長期派遣を行っている。また、平成 24 年度における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、IAEA へ 189 名、OECD/NEA へ 79 名、OECD/IEA へ 3 名、ITER(及び BA)へ 184 名、CTBTO へ 2 名の総計 457 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。委員会等には、各機関から機構の特定の専門家を指定した参加依頼も多い。IAEA における原子力安全、原子力、核科学の分野の事務局長諮問委員会、OECD/NEA の科学技術委員会(NSC)、放射性廃棄物管理委員会(RWMC)等のハイレベルな委員会に代表委員を出すなど、機構は専門家集団として国際的にも高い評価を得ている。また、IAEA 総会における展示などの情報発信を行った。

○ 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ている。カザフスタンでは原子力発電(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との設計研究協力やカザフスタン原子力技術安全センターとの安全研究協力について合意した。また、文部科学省の原子力研究交流制度に基づいて、ベトナム、タイ、マレーシア、フィリピン、中国のアジア諸国から 6 名の研究者を受入れるとともに、機構の研究員 2 名をベトナム、スリランカに派遣した。IAEA 研修員としてベトナムから 1 名受入れた。機構の実施する国際人材育成では、アジアの原子力発電の導入計画の進展に伴うアジア諸国からの要望に応えるため、受入対象国をモンゴル、ラオスにも拡大している。人材育成協力の進め方については、文部科学省からの受託事業である国際原子力安全交流対策(講師育成)事業における専門部会等での外部有識者の意見を踏まえつつ、機構内のアジア人材育成合同会議等で原子力人材育成センター、機構内の関係する研究開発部門、拠点、その他関係部署において情報を共有し、方針及び内容の整合性を図っている。

(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 23 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 24 年度)」に基づき、以下の活動を実施した。

イ) 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、職員 2 名の派遣や事業運営委員会委員としての参画を行った。

ロ) 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24年10月～11月に実施して9か国から10名が参加)、原子力行政コース(平成24年11月～21月に実施して8か国から9名が参加)を実施した。また、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。

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。

ハ) FBRプラント工学研究センターの「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、東京電力福島第一原子力発電所事故を受けた原子力政策の議論や平成23年11月の提言型政策仕分けの状況等を踏まえて計画を一旦中断していたが、平成24年9月の革新的エネルギー・環境政策の決定において、『「もんじゅ」については、国際的な協力の下で、高速増殖炉開発の成果の取りまとめ、廃棄物の減容及び有害度の低減等を目指した研究を行う』との政策が示されたことから、建屋の建設工事の契約を締結するとともに試験設備の製作を再開した。平成25年度に建屋建設を行い、平成26年度に運用開始となる予定である。

ニ) 「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、敦賀市が進める敦賀市駅周辺開発整備計画と歩調を合わせて関係機関との調整を行っていたが、平成25年2月25日に敦賀市の整備計画の変更が明らかとなった。このため、平成24年度に当該センターの概念設計内容を大幅に変更することが必要となり、整備に向けた関係機関との調整を実施した。平成25年度は、敦賀市の整備計画の変更を踏まえ、プラント技術産学共同開発センター(仮称)の整備計画についても見直しを行う。

ホ) 「プラント技術産学共同開発センター(仮称)」の一部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、機構が抱える技術課題を福井県内の企業と共同で解決を図る制度「技術課題解決促進事業」を運用した。平成24年度においては、平成24年5月に開催した第26回オープンセミナーを利用して以下の課題7テーマについて福井県内の企業を公募した結果、12社からの応募があり、うち9社を採択して実施した。

- ・ 狭隘部対応型把持装置の設計・試作(ふげん) 2社
- ・ 汚染拡大防止用養生シートの接着(溶着)方法の調査・試験(ふげん) 2社
- ・ 高機能繊維を用いた紐編み型光ファイバセンサーの試作と耐性試験の実施(レーザー共同研究所) 1社
- ・ 伝熱管内壁肉盛り溶接用レーザートーチの試作(レーザー共同研究所) 1社、他3件3社

また、福井県の企業との成果展開事業については、実施件数が限られた平成24年度においても2件(うち1件は、東日本震災対応)を実施し、特に、福井市の企業と共同開発した「気象観測一体型放射線測定装置」については、福島県内に10台(試作機3台は、汚染状況重点調査区域(南相馬市)、製品7台は、除染特別地域(飯舘村、浪江町、川俣町、富岡町、大熊町、川内村))設置しており、除染モデル実証事業のフォローモニタリング及び福島長期環境動態研究等に活用されている。

さらに、地域企業から受けた技術相談について、(財)若狭湾エネルギー研究センターの平成 24 年度嶺南地域新産業創出モデル事業補助金(敦賀市 1 社)及び平成 24 年度ふくい未来技術創造ネットワーク推進事業(FS)(福井市 1 社、鯖江市 1 社、越前市 1 社)等への応募や研究開発について技術支援を実施した。

これらの背景には、「原子力機構と地域産業界の橋渡し役」としてのビジネスコーディネータの配置による企業訪問(平成 24 年度は 223 件)、技術相談(同 26 件)、技術交流会の開催(同 4 回)、各種フェアへの出展(同 10 回)、オープンセミナーの開催(同 3 回)等の実施を通じて地域企業との信頼関係を築いてきたことがある。

同じくプラント技術産学共同開発センター(仮称)に移転する計画の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」の産業利用の一環として医療機器の開発に関する 11 件の共同研究を含めて 25 件の共同研究等を実施した。

へ) 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 13 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 15 件を実施した。

ト) 国際会議の誘致については、敦賀市において 4 件の国際会議を開催(4 月:IAEA 主催「もんじゅの炉上部プレナム温度成層化に係るベンチマーク解析」最終調整会議;6 月:「ナトリウム冷却高速炉のシビアアクシデントの発生防止と影響緩和に関する国際ワークショップ;11 月:「第 4 回液体ナトリウム技術に関する国際セミナー;2 月:GIF GACID Project Managing Board(PMB)会議)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下 3 名の外国人研究者等を受け入れた。

○ 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 3 月)及び北海道大学との間での物質移行試験や人工バリアとセメント材料との相互作用等に関する研究(研究報告会:平成 25 年 3 月)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 2012in ほろのべ」(平成 24 年 9 月 1 日~2 日、入場者数:約 900 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 24 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 24 年 6 月に覚書に基づき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。その結果、平成 24 年 9 月に機構職員 3 名を講師として岐阜大学へ派遣し、「温暖湿潤気候地域における衛星リモートセン

シングによる地下水状態の把握」、「ウラン鉱床の存在状況から見た日本列島の地質環境」、「山地がどのように形成されてきたかを探る」という3つのテーマで、地質環境特性や地質環境の長期安定性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25年1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600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24年4月、ブース来訪者数:約1,200人)、中部学院大学主催「かがく・さんすうアカデミー」(平成24年7月、ブース来訪者数:約600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2012」(平成24年7月、ブース来訪者数:約600人)、瑞浪商工会議所主催「瑞浪美濃源氏七夕まつり」(平成24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2012inみずなみ」(平成24年8月、ブース来訪者数:約1,000人)、のほか、平成24年度は新たに土岐商工会議所主催「第6回ふれあいフェスティバル」(平成24年11月、ブース来訪者:約150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、情報発信の機会を増やし、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。

○ 5月に立ち上がった東海村国際化事務連絡会に協力し、5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2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主催で一般にも開放したJ-PARCコロキウム(合同討論会)として、海外の著名研究者の講演を2度開催した。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約20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。

○ 福井県が進めるエネルギー研究開発拠点化計画への協力として、平成24年度福井県における高経年化調査研究を推進し、ホットラボ(高経年化分析室)を活用した原子炉施設高経年化研究を実施し、2相ステンレス鋳鋼の熱時効脆化の発生状況や、ふげんのSCC対策技術の有効性が確認されるなど、計画通りの成果を得た。また、福井大学附属国際原子力工学研究所等への客員教授等の派遣を実施した。

(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

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故後急増した情報公開法に基づく開示請求受付事案数が、平成23年度における総受付事案数29件(同事案に係る請求文書件数・枚数177件・27,607枚)と比較して、平成24年度は総受付件数が58件(同事案に係る請求文書件数・枚数が103件・63,442枚)とさらに倍加したが、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を除き、全て開示決定を行い、遅滞のない情報公開に努めた。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。

一方、機構の情報公開制度を適切かつ円滑に運用するため、外部有識者などの第三者から成る情報公開委員会(同検討部会含む)を計3回開催し、その意見を業務の改善に役立てるとともに、情報公開窓口担当者を対象とした窓口対応研修(13名受講)や、新たに組織単位の管理職を対象に、その適切な判断に資するため、具体的な事例情報などを素材に用いた研修(28名受講)を実施し、制度への理解度の向上を図った。

また、研究成果発表41件を始め、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配布及び機構ウェブサイトにおいて掲載することで情報提供に努めた。

さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故を契機として、原子力は従前にも増して社会的関心事となっており、報道機関からの取材への対応は、平成23年度は228件、平成24年度は186件と漸減傾向ではあるものの、東京電力福島第一原子力発電所事故以前(平成22年度30件)に比べ、依然として多い状態にある。これらの取材対応に加え多数の問い合わせなどに対しては、常に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、機構からの能動的な情報(研究成果など)発信にも努め、平成24年度は科学担当の論説委員懇談会を1回、記者勉強会を9回実施した。

また、機構として、報道機関などを通じて、より適切かつ効果的に情報発信を行うため、説明技術の基本を身につける研修を役職員対象に継続的に行い、平成24年度は11回、延べ78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。

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、82回の対話活動を延べ5,691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179回で延べ約15,000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。

機構ウェブサイトについては、専門家による分析・評価を行い、その結果を踏まえたメインサイトのリニューアル作業を進めた。具体的には、社会のニーズに合った情報をより広く提供し、

より多くの方々が求める情報に速やかにアクセスできるためのナビゲート機能の改善や、画像・アイコンの工夫などによる誘導性などの向上を図った。また、関係機関のホームページの情報を適時収集するシステムを導入し、機構ウェブサイトから、最新の主要な原子力関連情報の閲覧が可能となるよう、情報力をより一層高める改良を行い、ウェブサイトを活用した情報発信力の強化に努めた。さらに、従来から取り組んでいるツイッター、メールマガジン及びiモードページに加え、携帯端末(スマートフォンなど)やタブレット端末にも対応させることにより、より幅広い層のニーズに応えられるものとしている。

一方、広報誌などによる広報活動においては、東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、除染活動や放射性核種の環境中移動調査・研究などの福島における環境回復に向けた機構の取組や、放射線に関する情報などの国民の関心の高い話題を中心に紹介することとし、専門家を対象とした広報誌「JAEA ニュース」を3回、専門家以外の方を対象とした広報誌「未来へげんき」を4回発行し、一般の方々や立地地域の関係者を始め、関係機関や自治体、及びマスコミや原子力産業界などに配布した。読者アンケートの結果では、約8割の方から除染活動や放射性核種の環境中移動調査・研究などの福島における環境回復に向けた機構の取組や放射線に関する理解が進んだとの回答を得、その効果が確認できた。

さらに、次代を担う世代を中心とした科学技術への興味喚起と理解促進の観点からの取組として、主に小中学生を対象と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を制作した。

今後、学校関係者に試用いただく一方、展示会や出張授業などの機会において試用し、その効果を確認していく予定である。

また、研究者、技術者自らが対話を行うアウトリーチ活動については、639回(延べ約30,000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も努めた。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(418回、延べ19,043名)や、東海研究開発センター、那珂核融合研究所、関西光科学研究所及び青森研究開発センターにおけるサイエンスカフェの開催、サイエンスキャンプ(7拠点、計77名参加)の受入れ、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行った。

国民の科学技術全般に対する理解促進を図るため、「青少年のための科学の祭典」(東京)、「エコプロダクツ2012」(東京)、「科学技術フェスタ2012」(京都)など、国内において10回出展し、環境モニタリングなどの福島での環境回復に向けた取組などの機構の事業紹介や放射線の飛跡を見る霧箱などの展示を行った。また、海外でも2回出展し、IAEA総会では一般社団法人日本原子力産業界協会、(独)放射線医学総合研究所と協力してJAPANブースを設置し、世界的に大きな関心を集めている、除染モデル実証事業などの福島における環境回復に向けた機構の取組のほかに震災後のJ-PARCの状況、JMTRや機構における原子力人材育成事業などを紹介した。

○ 展示施設(9施設)については、平成23年度に引き続いて、整理合理化の観点から廃止も含めた抜本的な見直しの検討を行い、必要性の厳格な精査を行った。その結果を「見直し方

針」として取りまとめ、8月末に公表した。本見直し方針では、既に平成23年度で展示施設としての運営を停止した「テクノ交流館リコッティ(東海)」、「アトムワールド(東海)」、「アクアトム(敦賀)」、「エムシースクエア(敦賀)」、「人形峠展示館(岡山)」の5施設に加え、「ゆめ地創館(幌延)」についても、立地地域との約束に基づく事業説明及び情報公開の場として用いることとし、展示施設としての運営を停止することとした。また、残る3施設についても、運営の合理化努力は継続することとした。

なお、展示施設全てを合わせると、これまで年間約40万人の入館者数があったものの、6施設の運営を停止することで、約30万人の入館者減となったが、出張授業などのアウトリーチ活動やサイエンスカフェの開催など、研究者・技術者が自ら出向いて行う活動、ハード(展示施設)に依存しない活動に重点を移すことによって、これまでと同様に直接対話の機会を多く設け、科学技術への興味の喚起や機構の事業への理解促進に努めた。

○ 機構の研究者・技術者による「原子力・放射線に関する説明会」の開催(93件、7,491名)については、全体の約8割が茨城県などの立地地域からの依頼に基づく一方で、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。説明会では、中心テーマの放射線の基礎知識や人体へ影響を及ぼす仕組みに加え、新たに福島における機構の取組状況など、それぞれ相手方の要望に応じ機構の専門家が丁寧に説明を行うとともに、その後の質問のための時間を長く設定し、可能な限り全ての質問に答えることで参加者との相互理解に努めた。なお、説明会において行ったアンケートの結果では、不安の解消に役立ったなどの肯定的な回答が約8割であり、説明会が効果的であったことが確認できた。

さらに、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、先生方を対象に「放射線に関するご質問に答える会」を開催した(51回、4,908名)。

以上の取組におけるアンケートや質疑内容については、イントラに掲載することで機構内での情報共有を図り、次に開催する際の内容の充実と継続的な見直しに繋げた。

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、4,139百万円(うち、一般管理費4,138百万円)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3,895百万円等である。