

平成 30 事業年度

事業報告書

平成 30 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目次

1. 国民の皆様へ	1
2. 法人の基本情報	2
(1) 法人の概要	2
① 目的	2
② 業務内容	2
③ 沿革	3
④ 設立根拠法	3
⑤ 主務大臣	3
⑥ 組織図(平成 31 年 3 月現在)	4
(2) 事務所の所在地	4
(3) 資本金の状況	5
(4) 役員の状況	5
(5) 常勤職員の状況	11
3. 財務諸表の要約	12
(1) 要約した財務諸表	12
① 貸借対照表	12
② 損益計算書	13
③ キャッシュ・フロー計算書	14
④ 行政サービス実施コスト計算書	14
(2) 財務諸表の科目の説明	14
① 貸借対照表	14
② 損益計算書	15
③ キャッシュ・フロー計算書	16
④ 行政サービス実施コスト計算書	16
4. 財務情報	17
(1) 財務諸表の概要	17
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	17
② セグメント事業損益の経年比較・分析	19
③ セグメント総資産の経年比較・分析	23
④ 目的積立金の申請、取崩内容等	26
⑤ 行政サービス実施コスト計算書の経年比較・分析	26
(2) 重要な施設等の整備等の状況	28

① 当事業年度中に完成した主要施設等	28
② 当事業年度において継続中の主要施設等の新設・拡充	28
③ 当事業年度中に処分した主要施設等	28
(3) 予算及び決算の概要	29
(4) 経費削減及び効率化に関する目標及びその達成状況	30
① 経費削減及び効率化目標	30
② 経費削減及び効率化目標の達成度合いを測る財務諸表等の科目(費用等)の 経年比較	30
5. 事業の説明	31
(1) 財源の内訳	31
(2) 財務情報及び業務の実績に基づく説明	32
① 安全を最優先とした業務運営に関する目標を達成するためとるべき措置	32
② 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	39
③ 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究	57
④ 原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資す る活動	69
⑤ 原子力の基礎基盤研究と人材育成	80
⑥ 高速炉の研究開発	94
⑦ 核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関す る研究開発等	104
⑧ 産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動	128
⑨ 法人共通事業	139
6. 事業等のまとめりごとの予算・決算の概況	140

1. 国民の皆様へ

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(以下「機構」という。)は、原子力に関する我が国唯一の総合的な研究開発機関として、エネルギー基本計画等の国の原子力政策を踏まえて研究開発に取り組んでおります。機構が重点的に取り組む分野は、中長期計画に従い次のようなものです。

「東京電力福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発」

「原子力の安全性向上」

「原子力基礎基盤研究と人材育成」

「高速炉の研究開発」

「核燃料サイクル及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発」

これらの研究開発の実施に当たっては、安全確保を最優先に、大学、産業界等との積極的な連携と協働を通じ、我が国全体の原子力科学技術分野における研究開発成果の最大化に貢献できるよう取り組み、様々な成果を創出しました。

しかしながら、平成 31 年 1 月 30 日、核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料第二開発室において、管理区域内における汚染が発生しました。地元をはじめとする国民の皆様にご迷惑及びご心配をおかけしましたことを、心よりお詫び申し上げます。今後、安全確保に万全を期しつつ再発防止に全力を尽くし、信頼回復に努めてまいります。

平成 29 年に策定した「施設中長期計画」に基づく自らの施設の廃止措置に関する取り組みとして、東海再処理施設は、平成 30 年 6 月に廃止措置計画の認可を受け、高レベル廃液のガラス固化を進めています。再処理施設の廃止措置は、我が国初となる大型核燃料施設の廃止措置となります。「もんじゅ」については、平成 30 年 8 月、廃止措置の第一段階として、炉内から使用済燃料を取り出す作業に着手しました。また、平成 30 年 12 月には、機構の研究開発施設のバックエンド対策に関する長期的な方針である「バックエンドロードマップ」を策定・公表しました。機構が保有する原子力施設の廃止措置にあたっては、地元自治体及び国民の皆様のご理解を得つつ、安全、着実に取り組んでまいります。

研究用原子炉については、平成 30 年 6 月、原子炉安全性研究炉(NSRR)が運転を再開し、6 回のパルス実験を行いました。NSRR は機構の研究用原子炉では、新規制基準施行後、はじめて運転再開を果たした施設です。その他の研究用原子炉についても、新規制基準への対応を進め、運転再開を目指してまいります。

引き続き皆様のご理解、ご支援を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

以上

2. 法人の基本情報

(1) 法人の概要

① 目的

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。

(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法第四条)

② 業務内容

機構は、国立研究開発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((i)及び(ii)にあつては、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構法第十六条第一号に掲げる業務に属するものを除く。)を行います。

(i) 原子力に関する基礎的研究

(ii) 原子力に関する応用の研究

(iii) 核燃料サイクルを技術的に確立するために必要な業務で次に掲げるもの

イ 高速増殖炉の開発(実証炉を建設することにより行うものを除く。)及びこれに必要な研究

ロ イに掲げる業務に必要な核燃料物質の開発及びこれに必要な研究

ハ 核燃料物質の再処理に関する技術の開発及びこれに必要な研究

ニ ハに掲げる業務に伴い発生する高レベル放射性廃棄物の処理及び処分に関する技術の開発及びこれに必要な研究

(iv) (i)から(iii)まで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)までの業務に附帯する業務
- (xi) 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（平成六年法律第七十八号）第五条第二項に規定する業務
- (xii) (i)から(xi)までの業務のほか、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
- (国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法第十七条)

③ 沿革

- 昭和31年 6月 特殊法人として日本原子力研究所発足
- 昭和31年 8月 特殊法人として原子燃料公社発足
- 昭和42年10月 原子燃料公社を改組し、動力炉・核燃料開発事業団発足
- 昭和60年 3月 日本原子力研究所、日本原子力船研究開発事業団（昭和38年8月設立）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
- 平成27年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構へ改称
- 平成28年 4月 核融合研究開発及び量子ビーム応用研究の一部を国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構に移管

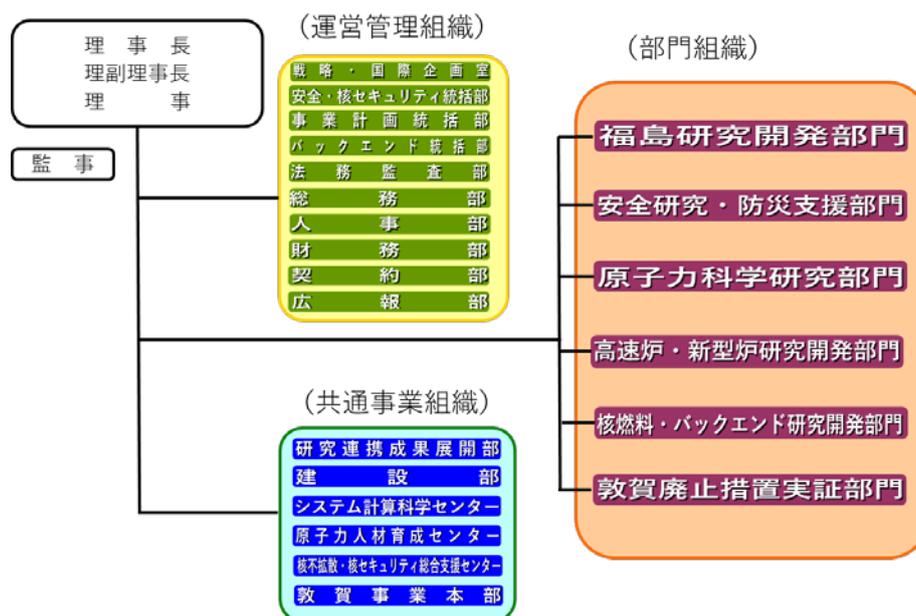
④ 設立根拠法

国立研究開発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、経済産業大臣及び原子力規制委員会

⑥ 組織図(平成 31 年 3 月現在)



(2) 事務所の所在地

【本部】

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1

【研究開発拠点等】

- ・福島研究開発部門 いわき事務所
〒970-8026 福島県いわき市平字大町7番地1
- ・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
- ・原子力科学研究所
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方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大字村松4番地33
- ・J-PARCセンター
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
- ・大洗研究所
〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地
- ・敦賀事業本部
〒914-8585 福井県敦賀市木崎65号20番地
- ・高速増殖原型炉もんじゅ
〒919-1279 福井県敦賀市白木2丁目1番地

- ・新型転換炉原型炉ふげん
〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地
- ・幌延深地層研究センター
〒098-3224 北海道天塩郡幌延町字北進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番地の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
〒035-0022 青森県むつ市大字関根字北関根400番地

【海外事務所】

- ・ワシントン事務所
2120 L Street, N.W., Suite 860, Washington, D.C. 20037, U.S.A.
- ・パリ事務所
28, rue de Berri 75008 Paris, FRANCE
- ・ウィーン事務所
Leonard Bernsteinstrasse 8/2/34/7, 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	803,962	0	0	803,962
民間出資金	16,329	0	0	16,329
資本金合計	820,291	0	0	820,291

(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6人以内を置くことができる。

(平成30年4月1日～平成31年3月31日)

役名	氏名	任期	主要経歴
理事長	児玉 敏雄	平成27年4月1日 ～ 平成31年3月31日	昭和49年 3月 名古屋大学工学部機械工学科卒業 昭和51年 3月 名古屋大学大学院工学研究科機械工学専攻修了

			<p>昭和51年 4月 三菱重工業株式会社 技術本部 高砂研究所</p> <p>平成17年 1月 同社 技術本部 高砂研究所長</p> <p>平成19年 4月 同社 技術本部 副本部長兼広島研究所長</p> <p>平成21年 4月 同社 執行役員 技術本部副本部長</p> <p>平成25年 6月 同社 取締役 常務執行役員 技術統括本部長</p> <p>平成27年 2月 同社 取締役 副社長執行役員 技術統括本部長 (平成27年3月 辞職)</p> <p>平成27年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 理事長</p>
副理事長	田口 康	平成27年8月4日 ～ 平成31年3月30日	<p>昭和60年 3月 名古屋大学工学部原子核工学科卒業</p> <p>平成 8年 4月 外務省在ロシア日本国大使館一等書記官</p> <p>平成12年 6月 科学技術庁原子力局政策課立地地域対策室長</p> <p>平成18年 1月 独立行政法人理化学研究所次世代スーパーコンピュータ開発実施本部 企画調整グループグループディレクター</p> <p>平成19年 9月 文部科学省研究振興局研究環境・産業連携課長</p> <p>平成21年 7月 同省研究開発局原子力計画課長</p> <p>平成22年 4月 同省研究開発局環境エネルギー課長</p> <p>平成24年 4月 同省研究開発局開発企画課長(併)内閣官房内閣参事官</p> <p>平成26年 1月 同省大臣官房政策課長</p> <p>平成27年 1月 同省大臣官房審議官(研究開発局担当)(併)内閣府大</p>

			<p>臣官房審議官</p> <p>平成27年 8月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 副理事長</p>
理事	青砥 紀身	<p>平成27年4月1日 ～ 平成31年3月31日</p>	<p>昭和59年 3月 東京大学工学部原子工学科 修士課程修了</p> <p>平成15年 5月 東京大学(博士)工学取得</p> <p>平成22年 4月 独立行政法人日本原子力研究開発機構 次世代原子力システム研究開発部門長代理</p> <p>平成25年 4月 同機構 次世代原子力システム研究開発部門長</p> <p>平成26年 4月 同機構 敦賀本部 高速増殖炉研究開発センター所長代理</p> <p>平成26年10月 同機構 高速炉研究開発部門 高速増殖原型炉もんじゅ所長</p> <p>平成27年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 理事</p>
理事	三浦 幸俊	<p>平成27年4月1日 ～ 平成31年3月31日</p>	<p>昭和54年 3月 東北大学工学部原子核工学科卒業</p> <p>昭和56年 3月 東北大学大学院工学研究科 原子核工学専攻修士課程修了</p> <p>昭和62年 4月 東北大学工学博士取得</p> <p>平成22年 4月 独立行政法人日本原子力研究開発機構 経営企画部 上級研究主席・部長</p> <p>平成25年10月 同機構 もんじゅ安全・改革本部 もんじゅ安全・改革室長</p> <p>平成27年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 理事</p>
理事	山本 徳洋	<p>平成29年4月1日 ～ 平成31年3月31日</p>	<p>昭和55年 3月 大阪大学工学部原子力工学科卒業</p> <p>昭和57年 3月 大阪大学大学院原子力工学</p>

			<p>専攻修士課程卒業</p> <p>平成17年10月 独立行政法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル技術開発部門 技術主席</p> <p>平成22年 4月 同機構 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 技術開発部長</p> <p>平成26年 4月 同機構 核燃料サイクル工学研究所 副所長</p> <p>平成27年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所長</p> <p>平成29年 4月 同機構 理事</p>
理事	伊藤 肇	平成29年4月1日 ～ 平成31年3月31日	<p>昭和60年 3月 京都大学・院(冶金学)卒業</p> <p>昭和60年 4月 関西電力株式会社 入社</p> <p>平成16年 6月 同社 原子力事業本部 機械技術グループ チーフマネジャー</p> <p>平成19年 6月 関電プラント株式会社 出向 原子力統括部 次長</p> <p>平成21年 2月 日本原燃株式会社 出向 再処理工場 部長</p> <p>平成21年 6月 関電プラント株式会社 出向 原子力統括部 次長</p> <p>平成22年12月 関西電力株式会社 原子力事業本部 原子力発電部門 発電グループ マネジャー</p> <p>平成24年 9月 同社 原子力事業本部 原子力企画部門 シビアアクシデント対策プロジェクト チーム マネジャー</p> <p>平成25年 6月 同社 原子力事業本部 地域共生本部 技術運営グループ チーフマネジャー</p> <p>平成28年 6月 同社 原子力事業本部 原子力発電部門 廃止措置技</p>

			術センター 所長 平成29年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 理事
理事	野田 耕一	平成29年4月1日 ～ 平成31年3月31日	昭和61年 3月 東京大学 工学部 原子力工学科 卒業 昭和61年 4月 通商産業省 入省 平成17年 8月 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課 原子力政策企画官 平成19年 6月 東北経済産業局 地域経済部長 平成21年 7月 経済産業政策局 地域経済産業グループ 立地環境整備課長 平成23年 1月 産業技術環境局 基準認証政策課長 平成23年 3月 (併)原子力安全・保安院 (9月解除) 平成23年11月 (併)資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課 原子力発電所事故収束対応室長 平成24年 8月 同庁 電力・ガス事業部 原子力立地・核燃料サイクル産業課長 平成25年 9月 内閣府 原子力災害対策本部 廃炉・汚染水対策現地事務所長 平成27年 4月 独立行政法人製品評価技術基盤機構 理事 平成29年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 理事
理事	渡辺 その子	平成29年4月1日 ～ 平成30年8月9日	昭和63年 3月 奈良女子大学理学部卒業 平成元年 4月 科学技術庁入庁 平成21年 8月 外務省国際連合教育科学文化機関日本政府代表部公使参事官

			<p>平成23年 7月 独立行政法人理化学研究所 横浜研究所研究推進部長</p> <p>平成25年 4月 科学技術政策研究所第1調査研究グループ総括上席研究官</p> <p>平成26年 7月 文部科学省科学技術・学術政策局研究開発基盤課長</p> <p>平成29年 1月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 事業計画統括部上級技術主席・部長</p> <p>平成29年 4月 同機構 理事</p>
理事	前田 豊	<p>平成30年8月10日 ～ 平成31年3月31日</p>	<p>昭和61年 3月 東北大学理学部化学第二学科卒業</p> <p>平成元年 3月 東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻修士課程修了</p> <p>平成元年 4月 科学技術庁 入庁</p> <p>平成25年 4月 文部科学省科学技術・学術政策局科学技術・学術戦略官(調整・システム改革担当)</p> <p>平成25年 5月 研究振興局基盤研究課長</p> <p>平成25年 7月 研究振興局参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)</p> <p>平成26年 7月 農林水産省生産局農産部農業環境対策課長</p> <p>平成28年 6月 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構総務部長</p> <p>平成30年 8月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 理事</p>
監事	仲川 滋	<p>平成27年10月1日 ～ 平成30年度財務諸表承認日</p>	<p>昭和51年 3月 東京大学工学部船舶工学科卒業</p> <p>昭和62年 4月 東日本旅客鉄道株式会社入社</p> <p>平成 5年 1月 同社安全研究所主任研究員</p> <p>平成 9年 6月 同社総合技術開発推進部課長(車両開発)</p>

			平成11年 4月 同社新津車両製作所計画部長 平成13年 3月 同社JR東日本総合研修センター次長 平成15年 6月 同社技術企画部次長(知的財産) 平成18年 6月 東日本トランスポート株式会社取締役 平成24年 6月 同社常勤監査役 平成25年10月 独立行政法人日本原子力研究開発機構 監事 平成27年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 監事
監事	小長谷 公一	平成27年10月1日 ～ 平成30年度財務諸表承認日	昭和54年 3月 早稲田大学政治経済学部卒業 昭和63年12月 監査法人朝日新和会計社(現あずさ監査法人)入所 平成 4年 8月 公認会計士登録 平成15年 6月 同法人社員登用 平成18年 6月 同法人代表社員登用 平成25年10月 独立行政法人日本原子力研究開発機構 監事 平成27年 4月 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 監事

(5) 常勤職員の状況

常勤職員は平成30年度末において3,090人(前期末比14人減少、0.5%減)であり、平均年齢は43.5歳(前期末43.8歳)となっています。このうち、国等又は民間からの出向者はありません。また、平成31年3月31日退職者は122人です。

3. 財務諸表の要約

(1) 要約した財務諸表

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	173,816	流動負債	64,423
現金及び預金	123,513	運営費交付金債務	13,835
核物質	8,334	未払金	39,061
その他	41,969	その他	11,527
固定資産	521,576	固定負債	207,027
有形固定資産	462,161	資産見返負債	143,662
建物	88,635	その他	63,365
機械・装置	35,042		
土地	57,361	負債合計	271,451
建設仮勘定	180,661	純資産の部	
その他	100,462	資本金	820,291
無形固定資産	2,605	政府出資金	803,962
特許権	72	民間出資金	16,329
その他	2,533		
投資その他の資産	56,810	資本剰余金	△ 421,648
		資本剰余金	28,749
		損益外減価償却累計額	△ 409,470
		損益外減損損失累計額	△ 40,861
		その他	△ 65
		利益剰余金	25,298
		純資産合計	423,941
資産合計	695,391	負債・純資産合計	695,391

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)	173,063
業務費	152,553
職員等給与費	25,387
法定福利費	5,262
退職金	3,542
減価償却費	11,979
その他	106,382
受託費	15,717
職員等給与費	20
法定福利費	39
退職金	3
減価償却費	247
その他	15,407
一般管理費	4,733
役員給与費	168
職員等給与費	1,477
法定福利費	340
退職金	136
減価償却費	87
その他	2,525
財務費用	34
その他	27
経常収益(B)	175,020
運営費交付金収益	127,859
受託研究収入	15,749
施設費収益	444
補助金等収益	10,119
資産見返負債戻入	11,271
その他	9,578
経常利益	1,957
臨時損益(C)	△ 21
法人税、住民税及び事業税(D)	52
前中長期目標期間繰越積立金取崩額(E)	117
当期総利益(B-A+C-D+E)	2,002

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)	18,114
人件費支出	△ 42,927
補助金等収入	15,388
その他収入	156,675
その他支出	△111,023
II 投資活動によるキャッシュ・フロー(B)	△9,006
III 財務活動によるキャッシュ・フロー(C)	△2,570
IV 資金増加額(又は減少額)(D=A+B+C)	6,538
V 資金期首残高(E)	116,975
VI 資金期末残高(F=E+D)	123,513

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	149,174
損益計算書上の費用 (控除) 自己収入等	174,584 △ 25,411
(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	8,314
III 損益外減損損失相当額	3,332
IV 損益外利息費用相当額	4
V 損益外除売却差額相当額	28
VI 引当外賞与見積額	45
VII 引当外退職給付増加見積額	△ 1,004
VIII 機会費用	1,406
IX(控除) 法人税等及び国庫納付額	△ 52
X 行政サービス実施コスト	161,246

(2) 財務諸表の科目の説明

① 貸借対照表

現金及び預金	: 現金及び預金
有価証券	: 有価証券
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
運営費交付金債務	: 運営費交付金受領時に発生する義務をあらわす勘定
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	: 中長期計画の想定範囲内で、運営費交付金により、又は国若しくは地方公共団体からの補助金等により機構があらかじめ特定した用途に従い、償却資産を取得した場合に計上される負債
資本金	: 機構に対する出資を財源とする払込資本
資本剰余金	: 資本金及び利益剰余金以外の資本(固定資産を計上した場合、取得資産の内容等を勘案し、機構の財産的基礎を構成すると認められる場合に計上するもの)
損益外減価償却累計額	: 独立行政法人会計基準第87 特定の償却資産に係る減価の会計処理を行うこととされた償却資産の減価償却累計額
損益外減損損失累計額	: 独立行政法人会計基準第87 特定の償却資産及び非償却資産の減損に係る独立行政法人会計基準の規定により、独立行政法人が中長期計画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等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
前中長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、前中長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 : 独立行政法人会計基準第87 特定の償却資産及び非償却資産の減損に係る独立行政法人会計基準の規定により、独立行政法人が中長期計画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貸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) 財務諸表の概要

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30年度の経常費用は、173,063百万円と、前年度比14,143百万円増(9%増)となっている。これは、業務費の修繕費が増加したことが主な要因である。

(経常収益)

平成30年度の経常収益は、175,020百万円と、前年度比13,478百万円増(8%増)となっている。これは、運営費交付金収益が増加したことが主な要因である。

(当期総利益)

上記経常費用及び収益の状況及び臨時損失として固定資産除却損等、臨時利益として運営費交付金収益等を計上した結果、平成30年度の当期総利益は2,002百万円となっている。

(資産)

平成30年度末現在の資産合計は、695,391百万円と前年度末比1,507百万円減(0.2%減)となっている。これは建物の5,978百万円減(6%減)が主な原因である。

(負債)

平成30年度末現在の負債合計は、271,451百万円と前年度末比5,681百万円増(2%増)となっている。これは未払金の8,891百万円増(29%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30年度の業務活動におけるキャッシュ・フローは、18,114百万円と、前年度比7,266百万円減(29%減)となっている。これは運営費交付金収入が2,464百万円減(2%減)となったことが主な要因である。

(投資活動によるキャッシュ・フロー)

平成30年度の投資活動におけるキャッシュ・フローは、△9,006百万円と、前年度比15,712百万円増(64%増)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12,813百万円減(47%減)となったことが主な要因である。

(財務活動によるキャッシュ・フロー)

平成30年度の財務活動におけるキャッシュ・フローは、△2,570百万円と、前年度比92百万円減(4%減)となっている。これは、リース債務の返済による支出が前年度比88百万円減(6%減)となったことが主な要因である。

表 主要な財務データの経年比較

(単位:百万円)

区分	第2期中期 目標期間	第3期中長期目標期間			
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度
経常費用	186,394	182,277	158,696	158,920	173,063
経常収益	189,248	182,875	160,309	161,542	175,020
当期総利益(△損失)	2,836	961	427	△2,182	2,002
資産	930,677	948,147	753,495	696,898	695,391
負債	352,862	394,226	266,329	265,770	271,451
利益剰余金	25,898	25,787	25,878	23,413	25,298
業務活動によるキャッシュ・フロー	17,182	32,460	15,897	25,380	18,114
投資活動によるキャッシュ・フロー	△58,431	△38,737	9,874	△24,718	△9,006
財務活動によるキャッシュ・フロー	△3,321	△2,397	△3,181	△2,478	△2,570
資金期末残高	107,916	99,242	118,791	116,975	123,513

② セグメント事業損益の経年比較・分析

一般勘定の事業損益は 188 百万円の損失と、前年度比 491 百万円の減となっている。

- ・「東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発」セグメントの事業損益は 14 百万円の利益となっている。
- ・「原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究」セグメントの事業損益は 14 百万円の利益となっている。
- ・「原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動」セグメントの事業損益は 3 百万円の損失となっている。
- ・「原子力の基礎基盤研究と人材育成」セグメントの事業損益は 215 百万円の損失となっている。
- ・「核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等」セグメントの事業損益は 1 百万円の利益となっている。
- ・「産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動」セグメントの事業損益は 0.4 百万円の損失となっている。
- ・「法人共通」セグメントの事業損益は 1 百万円の利益となっている。

電源利用勘定の事業損益は 63 百万円の損失と、前年度比 535 百万円の減となっている。

- ・「東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発」セグメントの事業損益は 4 百万円の損失となっている。
- ・「原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究」セグメントの事業損益は 59 百万円の損失となっている。
- ・「原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動」セグメントの事業損益は 2 百万円の損失となっている。
- ・「原子力の基礎基盤研究と人材育成」セグメントの事業損益は 3 百万円の損失となっている。

- ・「高速炉の研究開発」セグメントの事業損益は1百万円の損失となっている。
- ・「核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等」セグメントの事業損益は6百万円の損失となっている。
- ・「産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動」セグメントの事業損益は3百万円の利益となっている。
- ・「法人共通」セグメントの事業損益は9百万円の利益となっている。

表 事業損益の経年比較(区分経理によるセグメント情報)

(単位:百万円)

区分	第2期中期 目標期間	第3期中長期目標期間			
	H26	H27	H28	H29	H30
一般勘定	626	△646	63	303	△188
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	△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	12	-	-	-	-
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	277	-	-	-	-
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	△33	-	-	-	-
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	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	△96	-	-	-	-
東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発	-	△657	△91	29	14
原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究	-	△103	△53	△311	14
原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動	-	110	△92	△14	△3
原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	△288	△45	611	△215
核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等	-	275	80	4	1
核融合研究開発	-	△64	-	-	-
産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動	-	△80	11	5	△0
法人共通	469	161	253	△20	1
電源利用勘定	376	△625	△456	471	△63

福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	△6	-	-	-	-
高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発	△5	-	-	-	-
高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発	10	-	-	-	-
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	△59	-	-	-	-
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	△315	-	-	-	-
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	8	-	-	-	-
東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発	-	205	38	3	△4
原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究	-	△123	166	10	△59
原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動	-	△288	80	2	△2
原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	△166	△29	△7	△3
高速炉の研究開発	-	△217	△34	△6	△1
核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等	-	△956	△1,010	489	△6
産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動	-	200	△119	4	3
法人共通	743	720	215	△24	9
埋設処分業務勘定	1,851	1,869	2,006	1,848	2,209
放射性廃棄物の埋設処分	1,851	-	-	-	-
核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等	-	1,869	2,006	1,848	2,209
合計	2,853	598	1,613	2,622	1,957

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、259,544百万円と、前年度比3,791百万円の増(1%増)となっている。

- ・「東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発」セグメントの総資産は、102,410百万円となっている。
- ・「原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究」セグメントの総資産は、12,129百万円となっている。
- ・「原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動」セグメントの総資産は、1,146百万円となっている。
- ・「原子力の基礎基盤研究と人材育成」セグメントの総資産は、92,990百万円となっている。
- ・「核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等」セグメントの総資産は、32,468百万円となっている。
- ・「産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動」セグメントの総資産は、1,706百万円となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、16,695百万円となっている。

電源利用勘定の総資産は、405,385百万円と、前年度比7,460百万円の減(2%減)となっている。

- ・「東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発」セグメントの総資産は、5,776百万円となっている。
- ・「原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究」セグメントの総資産は、2,079百万円となっている。
- ・「原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動」セグメントの総資産は、1,185百万円となっている。
- ・「原子力の基礎基盤研究と人材育成」セグメントの総資産は、12,904百万円となっている。

- ・「高速炉の研究開発」セグメントの総資産は、60,424百万円となっている。
- ・「核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等」セグメントの総資産は、313,249百万円となっている。
- ・「産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動」セグメントの総資産は、1,219百万円となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、8,550百万円となっている。

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2期中期 目標期間	第3期中長期目標期間			
	H26	H27	H28	H29	H30
一般勘定	445,136	461,366	263,487	255,753	259,544
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	92,504	-	-	-	-
核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発	146,153	-	-	-	-
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	101,331	-	-	-	-
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	49,341	-	-	-	-
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	22,474	-	-	-	-
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	21,368	-	-	-	-
東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発	-	106,423	108,075	100,885	102,410
原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究	-	9,844	7,958	12,650	12,129

原子力の安全性向上のための研究開発等 及び核不拡散・核セキュリティに資する活 動	-	2,033	874	1,418	1,146
原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	128,465	100,221	93,804	92,990
核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及 び放射性廃棄物の処理処分に関する研究 開発等	-	25,075	34,333	34,982	32,468
核融合研究開発	-	175,186	-	-	-
産学官との連携強化と社会からの信頼の 確保のための活動	-	3,400	2,813	2,405	1,706
法人共通	11,965	10,941	9,213	9,609	16,695
電源利用勘定	462,978	462,318	463,535	412,845	405,385
福島第一原子力発電所事故への対処に係 る研究開発	2,071	-	-	-	-
高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究 開発	239,368	-	-	-	-
高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する 研究開発	53,698	-	-	-	-
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	85,130	-	-	-	-
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	21,676	-	-	-	-
国内外との連携強化と社会からの要請に 対応する活動	12,824	-	-	-	-
東京電力福島第一原子力発電所事故の対 処に係る研究開発	-	7,479	7,146	6,420	5,776
原子力安全規制行政等への技術的支援及 びそのための安全研究	-	2,087	2,281	2,870	2,079
原子力の安全性向上のための研究開発等 及び核不拡散・核セキュリティに資する活 動	-	601	59	1,739	1,185
原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	14,569	14,402	13,795	12,904
高速炉の研究開発	-	122,898	119,527	62,396	60,424

核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等	-	256,990	257,423	317,944	313,249
産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動	-	1,599	1,410	1,044	1,219
法人共通	48,212	56,096	61,285	6,637	8,550
埋設処分業務勘定	22,564	24,462	26,473	28,301	30,463
放射性廃棄物の埋設処分	22,564	-	-	-	-
核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等	-	24,462	26,473	28,301	30,463
合計	930,677	948,147	753,495	696,898	695,391

④ 目的積立金の申請、取崩内容等

埋設処分業務勘定において、2,209百万円の当期総利益が生じているが、これは、機構法第21条第4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。

前中長期目標期間繰越積立金取崩額は、第2期中期目標期間以前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3,442百万円を第3期中長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30年度に発生したため、この費用に相当する額として、117百万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30年度の行政サービス実施コストは161,246百万円と、前年度比43,107百万円減(21%減)となっているが、これは、損益外減損損失相当額が33,106百万円減(91%減)となったこと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2期中期 目標期間	第3期中長期目標期間			
	H26	H27	H28	H29	H30
業務費用	166,152	160,895	139,039	143,929	149,174
うち損益計算書上の費用	187,330	183,568	160,589	170,171	174,584
うち自己収入	△21,178	△22,673	△21,549	△26,242	△25,411
損益外減価償却相当額	19,027	18,007	14,325	13,765	8,314
損益外減損損失相当額	426	5,953	241	36,438	3,332
損益外利息費用相当額	△29	△8	5	5	4
損益外除売却差額相当額	△296	749	71	12,771	28
引当外賞与見積額	76	45	33	12	45
引当外退職給付増加見積額	△5,840	12,269	△64,492	△3,683	△1,004
機会費用	3,037	884	888	1,165	1,406
(控除) 法人税等及び国庫納付金	△66	△86	△50	△49	△52
行政サービス実施コスト	182,487	198,707	90,061	204,352	161,246

(2) 重要な施設等の整備等の状況

① 当事業年度中に完成した主要施設等

- ・瑞浪超深地層研究所坑道（東濃地科学センター）（取得価格 16,230百万円）

② 当事業年度において継続中の主要施設等の新設・拡充

- ・幌延深地層研究計画における地下研究施設の整備
- ・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

- ・なし

(3) 予算及び決算の概要

(単位：百万円)

区分	第2期中期目標期間		第3期中長期目標期間								差額理由	
	平成26年度		平成27年度		平成28年度		平成29年度		平成30年度			
	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算		
収入												
運営費交付金	144,132	144,132	143,694	143,694	129,386	129,386	132,029	132,029	129,565	129,565		
施設整備費補助金	3,531	9,553	2,336	1,632	2,195	2,899	5,472	3,096	6,437	5,339	*1	
核融合研究開発施設整備費補助金	3,689	3,929	3,974	3,046	-	-	-	-	-	-		
防災対策等推進核融合研究開発施設整備費補助金	389	468	-	-	-	-	-	-	-	-		
設備整備費補助金	499	806	869	499	-	-	1,643	0	0	1,482	*2	
国際核融合実験炉研究開発費補助金	18,979	20,846	16,522	16,985	-	-	-	-	-	-		
先進的核融合研究開発費補助金	2,294	2,293	2,754	2,741	-	-	-	-	-	-		
防災対策等推進先進的核融合研究開発費補助金	13	13	13	13	-	-	-	-	-	-		
特定先端大型研究施設整備費補助金	309	1,998	-	-	-	-	-	-	673	0	*1	
特定先端大型研究施設運営費等補助金	9,757	9,789	9,700	9,781	9,702	9,681	10,237	10,188	10,317	10,456		
核セキュリティ強化等推進事業費補助金	591	591	540	442	519	609	503	512	527	523		
核変換技術研究開発費補助金	147	147	267	201	377	334	170	280	170	170		
総合特区推進費補助金	348	348	-	-	-	-	-	-	-	-		
核燃料物質輸送事業費補助金	1,501	0	1,980	1,501	0	1,518	-	-	-	-		
廃炉研究等推進事業費補助金	-	-	-	-	-	-	-	-	-	471	469	
科学技術人材育成費補助金	-	-	-	-	-	-	0	36	36	69	*3	
放射性物質研究拠点施設等運営事業費補助金	-	-	0	457	0	728	1,709	825	1,210	1,184		
地域産学官連携科学技術振興拠点施設整備費補助金	-	-	-	-	400	0	0	320	-	-		
地域産学官連携科学技術振興事業費補助金	-	-	-	-	450	0	0	450	-	-		
その他の補助金	0	1,562	0	1,320	0	1,374	0	1,006	0	1,021	*4	
受託等収入	1,386	15,167	1,386	18,545	1,285	15,556	1,285	15,815	1,285	14,761	*5	
その他の収入	7,789	9,380	12,651	13,416	2,456	2,814	3,111	3,662	2,274	3,819	*6	
廃棄物処理処分負担金	9,400	9,727	9,400	9,754	9,400	9,761	9,400	9,760	9,400	9,761		
計	204,754	230,749	206,086	224,025	156,171	174,661	165,560	177,980	162,364	178,617		
前年度よりの繰越金（廃棄物処理処分負担金繰越）	36,327	36,580	42,371	42,118	47,862	47,855	53,631	53,632	55,772	56,850		
前年度よりの繰越金（廃棄物処理事業費繰越）	242	2,782	2,383	2,437	2,052	2,147	1,773	1,915	1,497	1,722		
前年度よりの繰越金（埋設処分積立金）	20,763	20,657	22,546	22,509	24,467	24,381	26,389	26,389	28,382	28,239		
前年度よりの繰越金（放射性物質研究拠点施設等整備事業費繰越）	83,780	84,982	80,513	80,518	75,390	75,392	65,651	69,377	57,214	57,214		
支出												
一般管理費	14,290	13,675	10,431	9,530	4,909	5,004	4,710	4,699	4,762	4,735		
事業費	165,645	152,666	142,998	139,625	139,442	130,836	145,923	142,338	132,426	140,623		
施設整備費補助金経費	3,531	9,372	2,336	1,805	2,195	3,075	5,472	3,259	6,557	5,416	*1	
核融合研究開発施設整備費補助金経費	3,689	3,799	3,974	3,020	-	-	-	-	-	-		
防災対策等推進核融合研究開発施設整備費補助金経費	389	468	-	-	-	-	-	-	-	-		
設備整備費補助金経費	499	806	869	495	-	-	1,643	0	0	1,479	*2	
国際核融合実験炉研究開発費補助金経費	24,282	24,690	26,502	28,406	-	-	-	-	-	-		
先進的核融合研究開発費補助金経費	2,294	2,257	2,754	2,642	-	-	-	-	-	-		
防災対策等推進先進的核融合研究開発費補助金経費	13	13	13	13	-	-	-	-	-	-		
特定先端大型研究施設整備費補助金経費	309	1,995	-	-	-	-	-	-	673	0	*1	
特定先端大型研究施設運営費等補助金経費	9,757	9,729	9,700	9,766	9,702	9,583	10,237	10,093	10,317	10,353		
核セキュリティ強化等推進事業費補助金経費	591	542	540	378	519	546	503	461	527	494		
核変換技術研究開発費補助金経費	147	146	267	201	377	329	170	276	170	170		
総合特区推進費補助金経費	348	342	-	-	-	-	-	-	-	-		
核燃料物質輸送事業費補助金経費	1,501	0	1,980	1,363	0	1,518	-	-	-	-		
廃炉研究等推進事業費補助金経費	-	-	-	-	-	-	-	-	471	432		
科学技術人材育成費補助金経費	-	-	-	-	-	-	0	34	36	66	*3	
放射性物質研究拠点施設等運営事業費補助金経費	-	-	0	449	0	734	1,709	800	1,210	1,146		
地域産学官連携科学技術振興拠点施設整備費補助金経費	-	-	-	-	400	0	0	312	-	-		
地域産学官連携科学技術振興事業費補助金経費	-	-	-	-	450	0	0	445	-	-		
その他の補助金経費	0	1,348	0	1,331	0	1,379	0	1,006	0	1,021	*4	
受託等経費	1,382	16,237	1,382	18,959	1,282	15,542	1,282	15,524	1,282	14,722	*5	
計	228,667	238,086	203,747	217,782	159,276	168,546	169,893	179,248	158,431	180,657		
廃棄物処理処分負担金繰越	42,118	42,118	48,115	47,855	53,638	53,632	55,771	56,850	58,508	60,190	*7	
廃棄物処理事業費繰越	254	2,437	2,111	2,147	1,816	1,915	1,503	1,722	1,204	1,565	*7	
埋設処分積立金繰越	22,827	22,509	24,531	24,381	26,184	26,389	28,401	28,239	30,646	30,450	*7	
放射性物質研究拠点施設等整備事業費繰越	52,000	80,518	75,394	75,392	65,028	69,377	57,434	57,214	56,440	54,137	*7	

- *1 差額の主因は、次年度への繰越による減です。
- *2 差額の主因は、前年度よりの繰越による増です。
- *3 差額の主因は、卓越研究員事業の増です。
- *4 差額の主因は、廃炉・汚染水対策事業費補助金の増です。
- *5 差額の主因は、受託事業の増です。
- *6 差額の主因は、事業外収入の増です。
- *7 決算額は、次年度以降の経費に充当するための繰越額です。

(4) 経費削減及び効率化に関する目標及びその達成状況

① 経費削減及び効率化目標

一般管理費(公租公課を除く。)については、平成 26 年度(2014 年度) に比べ約 28.98% 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、契約における競争性の確保や出張旅費の削減等への取組を行ったことによるものである。その他の事業費(安全研究の強化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 26 年度(2014 年度)に対して約 12.15%削減した。

事務経費の削減並びに事務の効率化及び合理化の取組については、平成30年度業務改善・効率化推進計画に基づき、機構全体でより活発な活動を推進するとともに、改善実績や改善提案に対する対応状況等については定期的に経営に報告するとともに、対応状況や良好事例(1,361件)等について、「見える化」を図った。

② 経費削減及び効率化目標の達成度合いを測る財務諸表等の科目(費用等)の経年比較

平成 30 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 26 年度		当中長期目標期間									
	金額	比率	平成 27 年度		平成 28 年度		平成 29 年度		平成 30 年度		平成 31 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	15,037	100%	13,662	91%	11,863	79%	11,153	74%	10,680	71%		
事業費	132,671	100%	126,247	95%	116,955	88%	117,820	89%	116,556	88%		

(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き、新規・拡充事業、廃棄物処理処分負担金で実施した経費、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を除く。

5. 事業の説明

(1) 財源の内訳

当機構の経常収益は175,020百万円で、その内訳は、運営費交付金収益127,859百万円（経常収益の73%）、補助金等収益10,119百万円（経常収益の6%）、政府受託研究収入13,668百万円（経常収益の8%）、その他民間受託研究収入等23,374百万円（経常収益の13%）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) 東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発では、運営費交付金収益11,255百万円（経常収益の6%）、政府受託研究収入643百万円（経常収益の0.4%）等
- 2) 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究では、運営費交付金収益3,255百万円（経常収益の2%）、政府受託研究収入5,409百万円（経常収益の3%）等
- 3) 原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動では、運営費交付金収益1,272百万円（経常収益の1%）等
- 4) 原子力の基礎基盤研究と人材育成では、運営費交付金収益18,548百万円（経常収益の11%）、補助金等収益7,647百万円（経常収益の4%）等
- 5) 高速炉の研究開発では、運営費交付金収益31,056百万円（経常収益の18%）、政府受託研究収入5,154百万円（経常収益の3%）等
- 6) 核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等では、運営費交付金収益53,740百万円（経常収益の31%）、廃棄物処理処分負担金収益5,595百万円（経常収益の3%）等
- 7) 産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動では、運営費交付金収益4,117百万円（経常収益の2%）等
- 8) 法人共通事業では、運営費交付金収益4,616百万円（経常収益の3%）等

(2) 財務情報及び業務の実績に基づく説明

① 安全を最優先とした業務運営に関する目標を達成するためとるべき措置

安全確保を業務運営の最優先事項とし、自ら保有する原子力施設が潜在的に危険な物質を取り扱うとの認識に立ち、安全管理に関する基本事項を定めるとともに、自主保安活動を積極的に推進し、廃止措置に移行する「もんじゅ」・東海再処理施設を含む施設及び事業に関わる原子力安全確保を徹底する。

多くの核物質・放射性核種を扱う機関として、核セキュリティに関する国際条約、保障措置協定等の国際約束及び関連国内法を遵守し、原子力施設や核物質等について適切な管理を行う。核セキュリティ関係法令等の遵守に係る活動方針及び核セキュリティ文化醸成に係る活動方針を定め、各拠点において活動するとともに、継続的改善を進める。特に核セキュリティ文化醸成に関しては、職員一人一人の意識と役割についての教育を充実・強化し、定期的に定着状況を把握し必要な対策を講ずる。また、核燃料物質の輸送に係る業務を適切に実施する。

(i)安全確保に関する事項

イ. 原子力安全に係る品質方針等に基づく活動の実施と継続的な改善

再処理施設など15施設の保安規定に基づく保安活動について、原子力安全に係る品質方針に基づき、拠点として取り組む品質目標を定めて活動し、その状況や結果を理事長マネジメントレビューにて確認し、問題や課題への対応に関する改善指示を行い、保安活動の継続的改善を展開した。

前年度末の理事長マネジメントレビューの結果(業務のフォロー、安全情報の共有、WASTEF・再処理施設・燃料研究棟・高速増殖原型炉もんじゅ(以下、「もんじゅ」という。)の保安活動への改善指示を含む)を踏まえて策定した品質目標に加え、複数の拠点で発生した負傷事故を受けた水平展開、保安検査の指摘等への対応などの保安活動を行い、定期(年度中期)理事長マネジメントレビューにおいてそれらの状況を確認し、年度末に向けた評価の充実などの改善を指示した。その後発生した核燃料サイクル工学研究所の核燃料物質使用施設(プルトニウム燃料第二開発室)の管理区域内における汚染(核サ研Pu-2汚染事象)(平成31年1月30日)後に実施した定期(年度末)理事長マネジメントレビューでは、従業員の内部被ばくは防止したもののプルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染が平成29年度に発生した大洗研究開発センター(現大洗研究所)の燃料研究棟における汚染・被ばく事故(大洗燃研棟汚染・被ばく事故)の水平展開後に発生したこと、それらを踏まえて保安規定違反事項になることを確認し、改めてプルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染を教訓として次年度の品質目標を策定するよう管理責任者へ改善を指示するとともに、4つの品質方針のうち4番目の方針を「継続的な改善を推進する」を「継続的な改善を徹底する」に見直すこととなった。

総じて、平成30年度に掲げた品質目標は一部を除いて達成し、未達成事項(大洗燃研棟汚染・被ばく事故に係る根本的な原因に対する再発防止策、ガラス固化技術開発施設の運転停止に至るリスクへの対応など)は関係部署との調整を図り早急な完了を目指して次年度に継続すること、水平展開事項や保安検査指摘事項を計画的に措置し、措置に時間を有する事項は計画を再考して次年度に継続することから、今後も拠点の実施状況を把握して継続的改善とし、管理する

こととした。保安検査の結果では第3四半期まで保安規定違反事項は無かったが、プルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染(1件)が保安規定違反事項となることが確認されたことから、法令報告の原因と対策を踏まえた「安全を最優先とする業務運営」に努めることとした。また、プルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染に係る特別の原子力安全監査の実施を受けて、臨時理事長マネジメントレビューを開催し、監査所見に対する対策を確実に実施することとした。

ロ. 原子力安全監査等による品質マネジメントシステムの確実な運用と継続的な改善

平成30年度の原子力安全監査は、定期監査及び核サ研Pu-2汚染事象を受け、理事長指示による特別監査を実施した。

定期監査については、6事業施設(「もんじゅ」、新型転換炉原型炉ふげん(「ふげん」)、再処理、加工、廃棄物管理及び廃棄物埋設)並びに、平成29年度から所長から理事長トップマネジメントによる原子力安全に係る品質保証活動を行うこととした試験研究用原子炉施設及び核燃料物質使用施設(9保安規定が該当)の原子力安全監査を、監査プログラムに従い計画どおり実施した。監査の結果、法令違反又は保安規定違反に相当するような不適合はなかった。一方、要求事項を満たさない不適合が5件(6事業施設で2件、試験研究用原子炉施設及び核燃料物質使用施設で3件)、改善することによって保安活動がより一層向上するものなどの意見が102件(6事業施設で51件、試験研究用原子炉施設及び核燃料物質使用施設で51件)、さらには他の被監査部門の模範となるパフォーマンスや効果的な改善等の良好事例27件(6事業施設で10件、試験研究用原子炉施設及び核燃料物質使用施設で17件)を検出した。検出された不適合に関しては、是正措置計画を確認するなどのフォローアップを順次行っており、力量の付与に係るプロセスの改善について、再発防止につながる計画を立案し処置を実施すること等を確認した。

特別監査については、核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料技術開発センター及び放射線管理部を対象に、放射線管理に係る記録の管理及び核燃料物質の使用等に係る作業員の力量付与や業務の実施等に着目し実施した。その結果、トラブル対応時の体制構築やコミュニケーションの充実及びPDCAサイクルを確実に回すための保安活動で使用する文書の適切な管理等について、意見7件の監査所見を検出し、今後、現場で改善を実施することとなる。

ハ. 安全文化醸成に係る取組

各拠点の計画や活動評価に応じた活動が実施されているものの、拠点によっては、事故・トラブルが依然として発生していることから、潜在的リスクに対して慎重さが足りないという課題に対し、各拠点の特徴や弱みに着目して、拠点幹部と現場従業員との意見交換やリスクに対する感受性を高める安全教育や安全活動など、重点化した活動計画に基づき安全文化醸成活動を展開した。各拠点では、これらの活動のうち大半は計画どおり実施されたと自己評価したものの、これらの活動については、更なる安全意識の向上やトラブルの未然防止の仕組みとして有効な活動であることから、継続した取組が必要と評価された活動が多く引き続き取り組むこととした。

役員による安全巡視及び拠点幹部や職員との意見交換を実施し、特に事故トラブル等に関連した水平展開や労働災害防止に対する取組について相互理解を図った。その結果、請負作業者

も含めた作業者との円滑なコミュニケーションが重要であることやベテラン層の近道行動等による負傷事象発生が懸念される等の意見があったことから、平成31年度の活動施策「安全声かけ運動や安全体感研修等を行い、初心者、ベテランを問わず全ての従業員が基本に立ち戻って、不安全行為の撲滅を図る」に定め、全拠点に深いコミュニケーションが出来る土壌作りを推奨するとともに、ベテラン層の安全意識向上と危険敢行性の抑制のための安全体感研修の実施を計画している。

また、機構全体として労働災害やヒューマンエラーによる災害の防止を図るため、今年度において作業管理体制の強化について検討し、一部拠点で導入していた「安全主任者等制度」及び「作業責任者等認定制度」を改善し、平成31年度に機構全体に導入することを目指した対応を行った。

ニ. 安全文化に関するモニタリングの実施

機構の安全文化の状態や、その変化を客観的かつ定量的に把握し、課題の抽出と対応策の検討に資するため、全職員等を対象に、一般社団法人原子力安全推進協会(JANSI)による安全文化に関する意識調査を実施した。調査結果は、2019年夏頃に提出される予定であり、調査結果や当該部署の安全確保に係る活動の実態や事故・トラブルの発生等の状況も踏まえ、それぞれの組織の弱みを確認し、より具体的な活動としてそれぞれの活動計画へ反映し継続的に改善していく。また、大洗研究所においては、JANSIのピアレビューによる現場等の安全診断を実施した。次年度提出される結果を踏まえ、大洗研究所において改善を図るとともに、機構大へ水平展開していく。

ホ. 現場レベルでの仕組みの継続的な改善

現場の安全向上のため、安全に関する水平展開実施要領に基づき、迅速な対応が要求される情報については速報的な情報の周知として速やかに拠点へ情報提供し、改善等の対応が必要なものについては改善指示等の必要な水平展開を実施した。また、水平展開の実施方法として、より実効的な活動となるよう、①水平展開の指示内容の明確化②水平展開検討方法の充実③段階的な水平展開の実施の改善を実施した。これらの改善点について、「安全に関する水平展開実施要領」に明確に定め運用した。

ヘ. 事故・トラブルの再発防止に向けた実効的な水平展開の実施

安全に関する水平展開実施要領に基づき、事故・故障等の未然防止を図るため、機構内外の事故・トラブル等の原因と再発防止対策について、各拠点に水平展開(情報提供;2件、自主的改善;3件、調査・検討指示;11件、改善指示;5件)した。

特に、各拠点で負傷事故が相次いだことから、緊急現場点検として作業環境や現場の安全対策、リスクアセスメントについて確認し、対策が不十分な場合は必要な処置を行うよう水平展開した。

また、平成29年度の役員による安全巡視及び拠点職員との意見交換の結果抽出された水平展開に対する課題を踏まえ、水平展開実施要領を改訂し改善を図った。

これら事故・トラブルの再発防止に対する水平展開の有効性については、プルトニウム燃料第

二開発室の管理区域内における汚染の発生を踏まえ、以下の課題が抽出され、その対策を図っているところである。

- ・水平展開の目的・意図も含め、主として文書による各拠点への指示を行ってきたが、その趣旨が十分に伝わらず、各拠点での現場担当レベルまでの理解を得ることができなかった。
- ・実施結果の確認について、具体的な手順等への反映結果や実作業に適用した場合の確認報告までは求めない等、徹底した取組がなされなかった。また、安全・核セキュリティ統括部、各拠点の保安管理部門及び各階層の管理者の役割分担や責任を明確にしていなかった。
- ・水平展開のフォローアップでは、要領類の改定状況について、主に書類等で確認を行ったが、実施記録の確認(プロセスの確認)が主体となっていた。また、実務で用いる要領書類の内容の確認については、各拠点での代表例の確認に留まっており、水平展開が適切にできていないことを確実に抽出する確認プロセスにはなっていなかった。また、実際の現場作業に適用した場合の対応状況については、現場へ赴いてまでの確認はしておらず、水平展開が各現場に即した実効的なものとなっているかどうかの確認にはなっていなかった。
- ・大洗燃研棟汚染・被ばく事故の水平展開のフォローアップについて、安全・核セキュリティ統括部の関係者で計画し、対応しており、安全・核セキュリティ統括部以外の多角的な視点が欠けていた。

ト. 新規制基準対応の円滑な実施

試験研究炉等の新規制基準適合確認に係る審査説明対応を行い、各施設の審査状況を機構内「試験研究炉新基準対応協議会」等で共有した。

NSRRが6月に新規制基準適合後に機構初となる原子炉運転を行ったほか、大洗研廃棄物管理施設が8月に設置許可を取得、10月に原科研廃棄物処理場の設置変更許可を取得、11月にJRR-3の設置変更許可を取得した。

チ. 施設の高経年化対策の推進

各拠点において、一般的な設備・機器等に対する「点検・保守管理のガイドライン」を活用し、日常の点検・保守において劣化兆候の把握等を継続的に行っている。また、機構内の設備の専門家が各拠点を訪問し、高経年化設備の保守管理状況確認及び点検・保守担当者との意見交換等の活動を実施するとともに、同意見交換会での意見をもとに、上記ガイドラインの計測制御設備に係る点検・保守のポイントに追記をして充実化を図った。

施設・設備の安全確保上の優先度を踏まえた対策として、共通の評価指標を用いた評価結果を考慮して案件を選定し、計画的に対策を進めた。具体的には、非常用電源設備、受変電設備、核物質防護監視システム等、故障した場合の影響が大きな案件を中心に、148件の対策を講じた。平成30年度は、平成29年度と同様に当初予算のほか補正予算や期中での追加予算措置を実施するなどにより、安全確保へ向けた対策を一層加速させた。

耐震化対応については、耐震診断結果に基づき優先度を定め、耐震改修設計約70棟を実施し、耐震改修工事に着手した。耐震診断の結果、保有水平耐力が基準値を下回った施設(基準値未達施設)に対する耐震改修を終えるまでの対応として進めてきた安全配慮措置については、

計画した対象施設(約400棟)全ての地震時対応マニュアル整備等の対応を完了し、大規模地震発生時のリスク軽減化を促進した。また、原子力施設の耐震化については、予算、許認可スケジュールに基づき実施しており、平成30年度にJRR-3(9棟)などの耐震改修設計を実施し、NSRR等の耐震改修工事を開始するなど試験研究炉の運転再開を推進した。

上記の取組の結果、高経年化を要因とする事故トラブルの件数は、平成28年度14件、平成29年度5件、平成30年度2件と減少させることができた。

リ. 事故・トラブル時の緊急時対応設備の維持管理

緊急時対応設備の維持管理として、以下の対応を実施し健全性を確認した。

- TV会議システム、一斉同報FAX(F-net)及び緊急時一斉呼出システム(EMC)について、定期的に健全性を確認するとともに更新・改良を実施した。
- 統合原子力防災ネットワーク(TV会議システム、IP-電話、IP-FAX及び書画装置)について、1回/月の頻度で原子力規制庁緊急時対応センター(ERC)と通信試験を実施するとともに、本部において24時間対応の当直勤務を継続している。
- 平成29年度に改正された原子力災害対策特別措置法(原災法)に基づく防災訓練を計画的に実施した。平成30年度の訓練では、昨年度の訓練の反省を踏まえ、ERCへの迅速かつ分かりやすい情報提供を重点項目とし、関係役員の参加のもと計画的に訓練を実施した。主な結果は以下のとおりである。
- 原災法に基づく訓練においては、ERCを含む機構内外への情報提供(事象進展予測等)、原災法に関する通報(第10条に基づく特定事象の発生に係る通報)等、必要な情報発信が実施できることを確認した。特に、新たに書画装置を導入し視覚情報(機構内で整備した説明用シート、図面、グラフ等)を示しながら機構内の情報共有を行った結果、現地の対応状況が迅速かつ正確に機構内で共有され、ERCへの適切な情報提供につながった。
- 「もんじゅ」の総合防災訓練(平成31年2月19日)及び「ふげん」の総合防災訓練(平成31年3月5日)においては、平成30年4月1日の組織体制の見直しを踏まえ、敦賀廃止措置実証本部に機構対策本部を設置した訓練を実施し、原子力施設事態即応センターの機能を含む機構対策本部機能が十分機能することを確認した。

大洗燃研棟汚染・被ばく事故を踏まえ、室内空気汚染の発生を想定したグリーンハウス設置・身体除染訓練を実施し、汚染発生から作業員の除染までの一連の対応ができることを確認した。しかし、平成31年1月30日に発生した核サ研Pu-2汚染事象の対応において、準備に時間を要するなどの問題が生じたため、今後、通常作業において想定しうる過酷な条件で訓練を実施し、汚染発生時に確実に対応できるよう、機構内に展開していく。

関係機関への通報基準や公表基準については事故・トラブル等の対応や訓練を通じて確認しており、必要に応じて拠点の基準の見直しを実施することで、迅速かつ分かりやすい情報発信を実施している。

ヌ. 機構内の安全を統括する各部署の機能強化

原子力施設の保安活動の内部統制強化として拠点担当理事を配し、所長が行う保安業務の統括に対する統理と品質保証業務の責任者との立場で保安に関わる体制にて、安全を最優先とした業務運営を展開した。拠点担当理事と所長とのコミュニケーションには指示書と報告書というツールを用い、理事長には拠点担当理事からマネジメントレビューへのインプット情報報告書にて保安活動状況を報告し、理事長のレビューを受けて継続的改善に取り組んだ。

また、試験研究用原子炉施設、核燃料物質使用施設の保安規定に基づき、拠点担当理事に対する管理責任者教育を実施し、保安活動への着眼点等の認識や理解の促進に努めた。

理事長マネジメントレビューのインプット情報に関し、拠点担当部署と記載内容を協議し調整するとともに、拠点担当理事に報告方法を説明して、理事長マネジメントレビューにおける効率的で効果的な運営の改善に取り組んだ。レビューでは拠点担当理事が経営的視点による総括を報告するようになったが、保安活動の評価と改善の充実、レビューする要点の明確化など継続して取り組む必要事項が確認されたため、今後も理事長マネジメントレビューの運営改善に取り組んでいくこととした。

(ii)核セキュリティ等に関する事項

イ. 核セキュリティ(核セキュリティ・保障措置課)

a) 核物質防護に係る取組

前年度指摘事項及び重点検査項目への確実な対応及び検査での指導事項の迅速な共有を重点的に取り組んだ結果、平成30年度に機構内の6拠点に対して実施された核物質防護規定遵守状況検査において違反はなかった。一方、指摘(文書)の件数は、機構全体で19件(昨年度:+2件)と例年並みであったが、口頭での指摘(感想)は、機構全体で99件(昨年度:-40件)と大幅に低減することができ、施設に対する核セキュリティリスクを低減させることができた。しかしながら、今年度の指摘内容は、出入管理、鍵管理等、基本的な事項が多かったため、次年度は、ルールの趣旨を理解し、適切にルールに反映、実行するといった改善に取り組む。

機構の施設においては、警備監視や防護設備の維持管理を徹底し、法令等の遵守活動の展開及び防護措置の維持に努めた結果、妨害破壊行為や不法侵入、核物質防護情報漏えいといった重い核セキュリティ事案が発生することは無く、機構内外への安全・安心を提供するとともに、機構業務の円滑な推進に貢献した。

国際原子力機関(IAEA)の最新の核セキュリティ勧告(INFCIRC/225/Rev.5)に基づき、原子力施設における内部脅威対策として「個人の信頼性確認制度」は、平成29年11月1日より再処理、「もんじゅ」、「ふげん」にて運用を開始した。機構大で統一した要領の下、適切かつ確実に運用するとともに、運用から1年間のみなし期間終了までに、これらの施設の全対象者について審査を完了した。その結果、妨害破壊行為のおそれがある者は1人もいないことが確認でき、機構の妨害破壊行為等リスクを確実に大幅に低減することに貢献した。期中、妨害破壊行為のおそれの兆候がより把握できるよう、機構大でさらなる改善を図り、より実効的な制度の運用につなげた。また、試験研究炉、使用施設に対しては平成31年12月頃の運用開始が見込まれている。これに先立ち、既存施設で得られた知見を新規対象施設への導入に活用すべく、検討分科会等の場を通して関係者への展開や準備を計画的に実施し、基本要領及び検査機器の調達まで完了し、確実な導

入に向け計画的に準備を進めている。なお、個人の信頼性確認制度導入における機構の取組は、国際核物質防護諮問サービス(IPPAS)フォローアップ会合においてIAEAから、また核物質防護検査期間中、検査官から高い評価を受けた(指摘等はゼロ)他、運用してきた要領は原子力規制庁の要請で、他の事業者への模範とされる等、日本における内部脅威対策の確実な推進に大きく貢献した。

b) 核セキュリティ文化醸成活動

原子力科学研究所及び敦賀事業本部において、安全・核セキュリティ統括部、核不拡散・核セキュリティ総合支援センター、茨城県・福井県警察を講師とする核セキュリティに係る講演会を開催した。アンケート結果によると、講演会前後で脅威の存在及び一人ひとりの役割の認識に対する意識割合が増加しており、講演会の実施は、核セキュリティに係る意識の向上に有効であったと評価した。

また、理事による巡視及び関係者との意見交換会を大洗研で実施した。理事からは、東京オリンピック等、大規模イベントを控え、核セキュリティに対する取組姿勢の確認や課題の共有が図られる等、経営層によるガバナンス及び防護措置の維持の観点から有意義であったと評価した。

核セキュリティ文化の定着状況を把握するために、全役職員を対象に電子システムを活用した意識調査及び核セキュリティ教育を実施した。その結果、「核セキュリティ対策がとても重要と思う者の割合」は、年々増加(平成27年度:約58%、平成28年度:約82%、平成29年度:約84%、平成30年度:約87%)してきており、核セキュリティの重要性の認識が着実に定着してきていることを確認した。

ロ. 保障措置・計量管理(核セキュリティ・保障措置課)

原子力規制庁及び国際原子力機関(IAEA)による統合保障措置実施へ適切に対応したことにより、機構施設における保障措置が滞りなく実施され、法令や保障措置協定等に抵触する事案はなかった。また原子炉等規制法等関係法令及び計量管理規定を遵守した適正な計量管理報告等の実施により、法令違反はなかった。

保障措置・計量管理業務を適切に実施するため、保障措置委員会を1回開催し、保障措置・計量管理の実施計画及び実施結果について議論し、総括者レベルでの業務の適切な遂行を図った。また総括者レベルに対する保障措置・計量管理の重要性に係る教育を実施し、意識向上を図った。計量管理責任者会議は4回開催し、機構における保障措置案件に係る情報共有や水平展開及び計量管理業務実施状況調査の実施計画及び実施結果について議論し、各拠点担当者レベルでの業務の適切な遂行を図った。担当レベルには、保障措置・計量管理の業務水準及び業務品質の維持向上を目的とする教育基本計画に基づく教育を実施した。また、施設固有の保障措置課題等について議論する日・IAEA保障措置会合に積極的に参画し、廃止措置や新規建設を含む施設の状況に係る情報提供を確実に行うと共に、保障措置の実施に係る各種検討課題に対する対応の協議を着実に進め、多くの課題解決につなげる等、IAEAによる保障措置の適切な実施に貢献した。特に、機構施設において査察官に対するトレーニング実施、IAEAが新たに導入する国レベル保障措置に基づく濃縮施設の保障措置実施手順書の作成に施設者の知見を基

に協力したほか、再処理(廃止措置)に係る保障措置専門家として設計情報質問書に係る専門家会合へ参画し、国・IAEAによる規制の推進に大きく貢献した。一方、機構施設の一部において国・IAEAへの連絡の遅延など適切ではない保障措置対応が発生したが、発生原因に応じた再発防止対策及び改善措置を講じた結果、保障措置実施結果に問題は生じなかった。

外部からの、プルトニウムの保有量や、「ふげん」の使用済み燃料保有量等に係る情報請求について適宜対応したほか、機構の分離プルトニウムの管理状況について公開ホームページに掲載した。

ハ. 核物質の輸送

試験研究炉用燃料の安定確保に向けて米国エネルギー省(DOE)との間で低濃縮ウラン供給に係る基本契約を締結し、燃料の受給計画等の調整を行った。また、試験研究炉使用済燃料の米国返還に向けて米国DOE等との間で搬出計画等の調整を行い、将来の安定運転及び廃止措置の計画的遂行に貢献した。核物質輸送容器の設計変更承認申請及び容器承認申請等許認可対応において原子力規制庁の審査に適切に対応するとともに、国内輸送規則改正及び輸送セキュリティ強化に関する原子力規制庁及び国土交通省の動向等について機構内の情報共有及び措置方策の検討を行い、核物質輸送業務の適切な遂行に貢献した。

② 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発

東京電力福島第一原子力発電所事故により、同発電所の廃炉、汚染水対策、環境回復等、世界にも前例のない困難な課題が山積しており、これらの解決のための研究開発の重要性は極めて高い。このため、機構が有する人的資源や研究施設を最大限活用しながら、エネルギー基本計画等の国の方針や社会のニーズ等を踏まえ、機構でなければ実施することができないものに重点化を図る。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福島再生・復興に向けた環境汚染への対処に係る研究開発を確実に実施するとともに、国の方針を踏まえつつ研究資源を集中的に投入するなど、研究開発基盤を強化する。また、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、政府の定める「東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」(平成 25 年 6 月原子力災害対策本部・東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議)に示される研究開発を工程に沿って実施する。また、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)が策定する戦略プラン等の方針等を踏まえつつ、燃料デブリの取り出し、放射性廃棄物の処理処分、事故進展シナリオの解明及び遠隔操作技術等に係る基礎基盤的な研究開発を廃止措置等に向けた中長期ロードマップの工程と整合性を取りつつ、着実に進める。これらの研究開発で得られた成果により廃止措置等の実用化技術を支えるとともに、廃止措置等の工程を進捗させ得る代替技術等の提案につなげることにより、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等の安全かつ確実な実施に貢献する。また、事故進展シナリオの解明等で得られた成果を国内外に積極的に発信することにより、原子力施設の安全性向上にも貢献する。さらに、専門的知見や技術情報の提

供等により、NDF 等における廃炉戦略の策定、研究開発の企画・推進等を支援する。

「福島復興再生基本方針」(平成 24 年 7 月閣議決定)に基づく取組を的確に推進するための「環境創造センター中長期取組方針」(福島県環境創造センター運営戦略会議)や同方針で策定される3~4年毎の段階的な方針等に基づき、住民が安全で安心な生活を取り戻すために必要な環境回復に係る研究開発を確実に実施する。環境モニタリング・マッピング技術開発については、目標期間半ばまでに、生活圏のモニタリング、個人線量評価技術の提供を行うとともに、未除染の森林、河川、沿岸海域等の線量評価手法を確立する。また、環境動態研究については、セシウム挙動評価等を実施し、自治体や産業界等に対し、目標期間半ばまでに農業・林業等の再興に資する技術提供を行い、その後は外部専門家による評価も踏まえ調査の継続を判断する。これらを踏まえた包括的評価システムの構築を進め、科学的裏付けに基づいた情報を適時適切に提供することにより、合理的な安全対策の策定、農業・林業等の再生、避難指示解除及び帰還に関する各自治体の計画立案等に貢献する。また、セシウムの移行メカニズムの解明等を行うとともに、その成果を活かした合理的な減容方法及び再利用方策の検討・提案を適時行うことによって、除去土壌等の管理に係る負担低減に貢献する。本活動は、福島県及び国立研究開発法人国立環境研究所との3機関で緊密な連携・協力を行いながら、福島県環境創造センターを活動拠点として、計画策定段階から民間・自治体への技術移転等を想定して取り組むなど、成果の着実な現場への実装により、住民の帰還に貢献する。

東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等のより安全かつ確実な実施に向けた研究開発の加速に貢献するため、廃止措置等に向けた中長期ロードマップで示された目指すべき運用開始時期を念頭において、遠隔操作機器・装置の開発実証施設並びに放射性物質の分析・研究に必要な研究開発拠点の整備に取り組む。遠隔操作機器・装置の開発実証施設では、廃止措置推進のための施設利用の高度化に資する標準試験法の開発・整備、遠隔操作機器の操縦技術の向上等を図る仮想空間訓練システムの開発・整備、ロボットの開発・改造に活用するロボットシミュレータの開発等を進める。一方、放射性物質の分析・研究施設は、認可手続を経て建設工事を行い、平成 29 年度内の運用開始を念頭に整備し、廃止措置に伴って発生する放射性廃棄物の処理処分等のための放射性物質、燃料デブリ等に係る分析・研究に必要な機器について、技術開発を行いながら整備する。「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等研究開発の加速プラン」(平成 26 年 6 月文部科学省)を着実に進めるため、東京電力福島第一原子力発電所の周辺に廃炉国際共同研究センター(CLADS)国際共同研究棟を整備し、遠隔操作機器・装置の開発実証施設及び放射性物質の分析・研究施設の活用も含めて、国内外の英知を結集し、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期的な課題の研究開発を実施するとともに、国内外の研究機関や大学、産業界等の人材が交流するネットワークを形成することで、産学官による研究開発と人材育成を一体的に進める。

本研究開発に要した費用は、15,952 百万円(うち、業務費 15,128 百万円、受託費 821 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(11,255 百万円)、補助金等収益(1,951 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、以下に示すとおりである。

(i) 廃止措置等に向けた研究開発

イ. 中長期ロードマップ等への対応状況

国の廃止措置等に向けた中長期ロードマップに基づいて策定された NDF の「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2018(戦略プラン 2018)」の研究開発を合理的に進めるために、東京電力福島第一原子力発電所現場との緊密な対話により現場ニーズに即した課題を抽出するとともに東京電力 HD、技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)等の廃炉関係者との意見交換を実施することで、廃炉の研究ニーズの全体を俯瞰できる「基礎・基盤研究の全体マップ」を整備した。これにより、現在のみならず将来必要な研究課題を NDF や関係機関に提示した。これまでに東京電力福島第一原子力発電所廃炉研究全体を俯瞰できる仕組みがなく、全体を俯瞰できる「基礎・基盤研究の全体マップ」を初めて提示したことから、従来のシーズ指向の研究提案に加えて、ニーズ指向の研究提案を研究者に促し、従来は認識されなかったニーズの発掘にも繋がり、廃棄物処理・処分の観点から見た燃料デブリ取り出しへの課題、廃炉環境変化に伴う中長期的なデブリや構造材の変性、耐放射線性に関する機能向上等の新しい課題が発見され、東京電力福島第一原子力発電所廃炉研究の効率的な推進に大きく寄与する顕著な成果をあげた。

国の中長期ロードマップに基づく廃炉・汚染水対策事業において、IRID の構成員として取り組み、中長期ロードマップにおける「燃料デブリの性状把握・分析技術の開発」及び「固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発」では研究代表を担い、CLADS を中核として自ら研究計画を廃炉・汚染水対策事業に提案するとともに、以下の顕著な成果を挙げた。

東京電力福島第一原子力発電所現場との定期的な技術情報提供や意見交換の実施は、プルトニウム燃料第二開発室でのグローブボックス解体視察を通じたホット解体現場での課題解明への協力、HIC 溜水挙動のメカニズム解明などを通じたエンジニアリング規模の HIC 容器での化学メカニズム解明に向けた知見の提供等、安全性向上に重要な貢献を果たしている。

①燃料デブリの性状把握

廃炉作業に必要な燃料デブリに関する情報を提供するために、燃料デブリの表面線量率を計算するツールを作成し、燃料デブリの表面線量率を試算した。また、既存の施設でグローブボックス解体作業時の放射性飛散微粒子のデータ採取・評価を行うことにより、燃料デブリ取り出し作業において発生する放射性飛散微粒子についての知見を得るとともに、気中、水中及び気液界面における微粒子の輸送・移行挙動等の特性データを試験により採取した。さらに、東京電力福島第一原子力発電所各号機の格納容器(PCV)内部調査時の付着物について表面観察や元素・核種分析を行い、これまでの炉内状況に関する推定と矛盾しないことを確認した。また、これらの成果を用いて燃料デブリの性状を推定し、「燃料デブリ特性リスト」に新たな知見を反映した。

燃料デブリの乾燥処理時の核分裂生成物(FP)挙動の評価の一環として、中揮発性 FP の放出挙動について取得した加熱による重量変化データをもとに放出開始温度及び放出速度の評価を行った。その結果、乾燥処理時の条件によっては、現状想定している乾燥温度においても中揮発性 FP の放出の可能性を見出した。また、燃料デブリの分析技術開発については、新型の ICP-MS を用いて、適切な反応性ガスを導入することにより同重体の影響を抑制する手法を開発し、その測定対象核種、測定条件等を明確にした。これにより、従来、負担となっていた測

定前の化学処理を大きく合理化し、分析作業時間の大幅(1/3以下)な短縮に繋がる成果を得た。

これらの燃料デブリの性状把握の知見は、廃炉作業の中で最もキーとなる「燃料デブリ取り出し作業」を左右する不可欠な知見である。特に、アップデートされた「燃料デブリの特性リスト」の情報は、廃炉・汚染水対策事業のプロジェクト、NDF、東京電力HD、IRID等における燃料デブリ取り出し工法の検討、取り出し工具の選定、収納保管の設計等の検討に反映され、廃炉に対して多大な貢献をしている。また、これらの情報により炉内にある燃料デブリ状況を推定することは、東京電力HDにおける炉内容調査の計画立案、予備的エンジニアリングの検討等に不可欠な情報として反映されている。

従って、これらの成果は、廃炉プロジェクト(燃料デブリ取り出しプロジェクトや収納保管プロジェクト等)への迅速に提供により、取り出し工法検討、工具の選定、収納缶等の設計基礎情報として多大な貢献をしている顕著な成果である。

また、これらの研究成果については、ERMSAR2019、HOTLAB2018、FRCWM2018、日本原子力学会等の国内外の専門家会合でも報告し、専門家からの高い注目を得ている。

②放射性廃棄物の処理処分

放射性廃棄物の処理処分の研究開発に資する基礎的な情報として、分析試料を東京電力福島第一原子力発電所から機構の施設に輸送し、放射能を中心に分析を継続した。分析データは国の廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議で報告、公開するとともに、研究者・技術者が閲覧できるよう機構のウェブサイトでも公開した。水処理二次廃棄物の一部に関して、東京電力HDが安全対策の措置を必要としていたところ、上記の分析データを適時に提供し、保管管理等の方法の検討に貢献した。放射性廃棄物の処分方法の検討のために分析データに基づいた核種の汚染挙動の把握、分析データの統計処理方法の検討を進め、分析が困難な長半減期核種を含む放射エネルギーの解析的な推定方法を開発した。廃棄物の保管に関して、多核種除去設備からのスラリー(汚染水に薬剤添加することにより形成される沈殿物)が保管容器から溢れる事象について検討し、直接的な原因である水位上昇の再現に成功し、スラリー内の気泡発生に伴う水位上昇メカニズムを推定し、東京電力HDに情報提供した。この成果は、東京電力HDにより、原子力規制庁特定原子力施設放射性廃棄物規制検討会に報告され、たまり水の対策検討へ適時に反映された。一方で、セシウム吸着塔に関しては、塔内の残水蒸発に伴う容器の塩分腐食が発生するリスクの増大が懸念されていたが、実規模での試験を実施して得た水の挙動に関するデータにより、腐食リスクが低減される可能性を示した。これによって、セシウム吸着塔の安全性の確保に大きく貢献、合わせて安全管理体制の簡素化にも貢献した。

ロ. 中長期的な廃炉現場のニーズを踏まえた基礎基盤的な研究開発

①燃料デブリ取り出しに向けた研究開発

放射性物質の配管等への付着メカニズムに関して、セシウムの比較的低温領域での付着においては高温領域と異なる化学反応が生じることを明らかにした。特に、温度・雰囲気履歴によってはセシウム等の付着位置や固着性等に大きな影響を与える可能性を示し、燃料デブリ取り出し工法の検討に貢献する知見を得た。

燃料デブリへのアクセス方式(上からのアクセス、横からのアクセス)を考慮して、号機ごとのPCV 内部の線量率分布の予測解析を行い、燃料デブリ取り出し時点の線量分布を評価した。得られた成果を、燃料取り出し機器の設計や作業員の被爆対策の基礎知見としてNDF及び東京電力HDに提示した。また、この成果は本分野の著名学術誌に掲載された。

燃料デブリの取り出しに向けた各測定技術の東京電力福島第一原子力発電所での試験検討については、レーザー誘起ブレイクダウン発光分光(LIBS)等による遠隔組成分析において、「不均一多成分模擬燃料デブリ中のZr/U比が定性評価可能なこと」、「SEM/EDS等の分析結果と矛盾しないこと」、「10kGy/hの高放射線率環境下で計測可能であること」、「採取試料の分析で共鳴吸収分光との組合せにより主たる同位体計測も可能となること」を東京電力HDに提示した。これらにより、2号機の燃料デブリ等少量採取時の現場における中間セル内のサーベイランス技術の一つとして活用する見通しが得られた。本技術の導入に向けて東京電力HDと具体的に協議を進めた。本技術により原子炉内における燃料デブリ等の識別が可能となり、確実なサンプル採取に寄与し、現場作業の大幅な効率化と負荷の軽減に繋がることが期待される。

燃料デブリ収納缶を対象とする非破壊測定技術の開発では、パッシブ中性子法(自発核分裂中性子同時計数法)、パッシブガンマ法(随伴FP γ 線測定法)、アクティブ中性子法(高速中性子直接問いかけ法)及びアクティブガンマ法(NIGS法)の4手法について、核物質質量評価の観点から個別性能を取りまとめた。また、これらの複数手法を組み合わせた測定システム概念を構築した。さらに、燃料デブリ取り出し現場での計量管理方策を東京電力HD、NDF、IRID等に提案し、これらの企業等とともに現場への適用に向けた検討を実施した。

②放射性廃棄物の処理処分に向けた研究開発

分析・測定技術の高度化開発として、レーザーアブレーション(LA)-ICP質量分析法による同位体測定条件の最適化を進め、従来法と同等の精度でパラジウム-107を迅速かつ簡便に定量することに成功した。また、マイクロチップ分析に適した流路の形状を見出した。

廃棄物の処理に関して、以下の成果を挙げた。

- ・固化技術を選定する手法の検討では、技術調査を進めつつ検討の進め方を取りまとめた。
- ・安定化が困難である陰イオンとなる核種の固化に関して、廃棄物からテクネチウム(VII)を効果的に回収できる条件を見出した。また、セレン(IV,VI)及びヨウ素(V)を水相から効率的に回収する方法を開発した。
- ・ジオポリマーによる固化体から発生する水素に関して、含水率・形状と水素放出量との相関を示す数学的なモデルを初めて提示した。
- ・セメント固化による固化体の性状推測技術に関して、技術データを取得し、種々の物性推定のモデル構築の基礎データとして蓄積した。

廃棄物の処分に関して、新たな処分概念に対する廃棄物処分の安全評価に向けて、評価技術の整備を進めた。処分安全に影響を与える廃棄物中の有害物質について、人工バリアへの核種収着挙動への影響の関連性等を整理した。処分安全に影響するガスの発生に関して、金属材料の腐食に伴うガス発生速度データを取得し、処分システムの安全評価に資する基礎データとして蓄積した。

③事故進展シナリオの解明に向けた研究開発

事故進展挙動解析に係わる要素研究の知見や東京電力福島第一原子力発電所現場データの知見等を加味した炉内状況推定図の高精度化を進めた。

廃止措置等に向けた中長期ロードマップの次の重要マイルストーンである燃料デブリ取り出し方針の確定、及び燃料デブリの取り出し開始に向けて実施される廃炉プロジェクトのシステム設計に向けて、内部調査が困難な圧力容器内状況に係わる推定図の改良・高度化を進めるとともに、事故進展研究の分科会を立ち上げ、廃炉の現場ニーズを適切に反映した研究を継続した。最新の内部観測やで取得されたサンプル分析の結果及び事故時プラントデータの解析により、特に、2, 3 号機について、原子炉圧力容器の下部プレナムと原子炉格納容器のペデスタルにおける燃料デブリ堆積状態について改定・高度化された基盤データベース「炉内状況推定図」「FP・線量分布図」については、平成 30 年度理事長表彰 特賞 研究開発功績賞を受賞した。

事故進展シナリオの解明では、炉心物質移動挙動に焦点をあてて、東京電力福島第一原子力発電所 1～3 号機のプラントデータを詳細に分析するとともに、2 号機、3 号機を対象として SCDAPSIM コード、MELCOR コードによる事故進展解析を引き続き実施した。これらにより、号機ごとに予想される燃料エンタルピーの差(1 号機>3 号機>2 号機)に基づく破損傾向の予測と、内部調査から得られている実際の破損状況の関係の理解を深め、上述のように、2, 3 号機の下部プレナムとペデスタルについて評価精度を向上させた炉内状況推定図を、廃炉工程システム設計の重要知見として国及び東京電力 HD、NDF 等廃炉関係者に提供した。東京電力福島第一原子力発電所炉内状況把握の評価結果を取りまとめ、欧州 NUGENIA-SARNET レビュー会合などで公開した。その特性評価に基づき、東京電力福島第一原子力発電所 2 号機 PCV ペデスタルで観測された燃料デブリの特性を予測し、NDF での燃料デブリ分析計画の策定に知見を提供した。

燃料集合体規模での燃料破損・溶融解析コードの改良においては、制御棒溶融や燃料溶融過程及び燃料デブリ凝固過程などの要素現象モデルを整備した。また、国内外でも類を見ない制御棒ブレード破損試験装置とレーザー加熱装置を整備し、1F2 号機の事故環境を模擬した水蒸気枯渇条件下で制御棒破損時の溶融や下部への物質移行に関する試験データを取得した。この試験データに基づきモデルの妥当性を確認した。これまでの典型的な事故条件である水蒸気潤沢供給条件との違いとして、原子炉圧力容器下部プレナム部での不完全な成層化と相分離と固液混合物のペデスタルへの移行を示唆する重要知見をとりまとめ、東京電力福島第一原子力発電所廃炉を進める東京電力 HD、NDF 等へ提供した。これらの成果の一部は、核燃料分野の著名学術誌 Journal of Nuclear Materials に掲載された。また、当該装置に関わる知見は、欧州で原子力安全研究を担当する研究機関が連携して進めている、欧州の安全研究目標に応じた過酷事故研究試験設備の整備に係る研究プロジェクト: Severe Accident Facilities for Europe Safety Targets (SAFEST) に対し、欧州域外の研究機関として初めて原子力機構が参加するために、原子力機構側が提供する知見となった。この知見を提供することで、SAFEST との研究協力が実現し、SAFEST で取得された試験データや SAFEST で運用されている試験装置の仕様などの情報を入手することができた。併せて、原子力機構の研究力の高さを国際的に示した。これらの知見は、

東京電力福島第一原子力発電所各号機の RPV 内での燃料デブリの存在状態の予測に知見を提供した。

燃料デブリの発熱・冷却評価解析手法については、JUPITER コードを基に開発中の解析手法の妥当性を評価するため、平成 29 年度に実施したペDESTAL 内に燃料デブリが堆積した状態を模擬した試験の解析を行い、模擬ペDESTAL 内に燃料デブリ等により形成される速度場及び温度場が定量的に一致することを確認し、手法の妥当性を確認した。

経済協力開発機構 / 原子力機構 (OECD/NEA) において、機構が OECD/NEA の Thermodynamic Characterization of Fuel Debris and Fission Products based on Scenario Analysis of Severe Accident Progression at Fukushima-Daiichi Nuclear Power Station (TCOFF) プロジェクトの議長及び技術アドバイザーとなり、TCOFF プロジェクトにおける意見交換において、機構の様々な研究成果を周知した。この活動が国際的なシビアアクシデント解析コードを開発している研究機関から、燃料破損・溶融モデルやデータベースに関する情報交換の問合せに繋がった。また、機構職員が第一著者となり国際共同で執筆し、国際共同著作 Advance in Nuclear Fuel Chemistry に掲載されたことや、燃料分野で最も著名な学術誌 Journal of Nuclear Materials で平成 30 年から開始された核燃料研究の様々な分野での最近の進捗に係るレビュー論文企画の第一号として、機構職員が選ばれた。

④遠隔操作技術開発

東京電力福島第一原子力発電所の原子炉建屋内の放射線環境を認識するためのセンシングデバイス及び収集データの処理手法に関する研究開発では、あらゆる方向からの散乱線により測定が困難な建屋内及び排気塔周辺で放射線イメージャー (小型コンプトンカメラ) を用いて複数の線源分布のマッピングに成功した。

遠隔機器による放射線分布を可視化する技術開発に関しては、これまでのコンプトンカメラによる 2 次元分布では、直観的に空間的位置情報が把握しにくかったことから、複数個所でのコンプトンカメラによる 2 次元分布の測定結果と、3 次元測域センサー (3D-LiDAR) 等のセンサーで取得した情報により自己位置推定と地図作成を同時に行う SLAM 技術による 3 次元空間認識結果とを組み合わせることにより、放射線源分布の 3 次元的な配置を認識できるようにした。この結果、これまでの 2 次元分布では実空間での放射線源分布が把握しにくかった状況が改善され、より広い空間でも放射線源分布が 3 次元的に把握できるようになり、作業者が容易にかつ直感的に線源分布を認識できるようになった。福島県イノベーション・コースト構想事業の最終年度の成果として、帰還困難区域において、この開発したコンプトンカメラをドローンに搭載し、上空から地表面に沈着した放射線の分布状況の可視化試験を行い、広いエリアの放射性物質の分布マップの短時間での作成に成功した。また、地表の地形データと放射線イメージを重ね合わせ、3 次元的に放射性物質の分布を可視化する手法の特許を出願した。

平成 30 年 3 月に東京電力 HD の陸上ロボット (パックボット) に小型コンプトンカメラ及び位置認識装置 (LiDAR、光学カメラ) を搭載して 1 号機原子炉建屋で測定試験を実施した。この測定試験の結果及び建屋内や敷地内の放射線分布を 3 次元的に可視化することに成功し、高線量率エリアでの汚染源分布の可視化技術の確立に向けた技術が大きく進展した。この成果については平

成 30 年 8 月にプレス発表を行い、新聞・TV 等の多数のメディアに取り上げられた。また、本成果については学会発表、論文発表、依頼講演等を行う。さらに、東京電力 HD や関係企業からの測定依頼や実用化に向けての相談や検討依頼を受けた。高線量率エリアにおいて汚染源分布の可視化技術の確立に向けて大きく進展した。

東京電力福島第一原子力発電所建屋内で検出されている α 粒子の測定研究に着手し、東京電力 HD が東京電力福島第一原子力発電所原子炉建屋内で採取したスミヤ試料の α 粒子の 2 次元分布、エネルギースペクトルの測定を行った。測定の結果、粒子が Pu であることを特定するとともに、粒子径が核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム燃料施設で測定されているものより極めて小さいことを初めて確認し、この α 粒子は燃料製造過程と異なる生成要因によるものと考えられる結果を得た。本成果は Scientific Reports 誌に論文が掲載されるとともにプレス発表を行った。また、高線量率環境の現場で使用できる α ダストモニタの開発に成功し Radiation Measurements 誌に論文が掲載された。

遠隔操作技術の開発及び操作者の操縦技術向上に貢献する原子力災害対応遠隔操作機器のための標準的な試験方法(標準試験法)については、より実践的なロボット開発に資する試験環境を整備するために、東京電力福島第一原子力発電所の PCV 内部調査時のロボットの作業経験に基づき、PCV 内へのアクセスから水中環境での一連の作業を想定した試験場を設計した。また、ロボットによる地図生成機能を評価するためのセンサーデータベースを作成する基盤技術について開発を行った。これまでの成果をまとめることで、移動ロボットの走破性能試験法や PCV 内アクセスロボットの走破性能試験法について立案を行った。

ロボットシミュレータについては、実機ロボットの動作特性をシミュレータ上のロボットモデルに反映させるため、モデル調整手法について研究開発を行った。この手法をロボットシミュレータに反映することにより、実機ロボットにより近いモデルを用いた遠隔操作シミュレーションを実現した。また、開発したロボットシミュレータを檜葉遠隔技術開発センターで行われている遠隔機器の操作訓練や同センターで開催した講習会等に開発したロボットシミュレータを利用・活用した。

ハ. 東京電力福島第一原子力発電所廃止措置等の安全かつ確実な実施の貢献状況

東京電力福島第一原子力発電所の原子炉建屋内の高線量環境下における放射線分布測定技術開発の一環として、平成 30 年 3 月に東京電力福島第一原子力発電所 1 号機の原子炉建屋内にバックボットにコンプトンカメラ及び位置認識装置(LiDAR、光学カメラ)を搭載して測定試験を実施し、原子炉建屋内や敷地内の放射線分布を 3 次元的に可視化できることを確認し、本技術が東京電力福島第一原子力発電所廃止措置等の作業計画策定などに活用でき、安全かつ確実な実施に貢献できることを実証した。

東京電力 HD が東京電力福島第一原子力発電所原子炉建屋内で採取したスミヤ試料について、 α 粒子の 2 次元分布及びエネルギースペクトルを測定し、付着していた粒子がプルトニウムであることを特定することができ、高線量率環境で使用可能な α ダストモニタの開発に成功した。本成果は作業員の放射線防護の最適化に向けて大きく貢献する顕著な成果である。

ニ. 事故解明研究等の成果による原子力施設の安全性向上への貢献

NDF が摘出した東京電力福島第一原子力発電所廃炉の重要研究開発課題のうち、安全性に関する課題として、燃料デブリの経年変化プロセス等の解明、特殊環境下の腐食現象の解明、及び廃炉工程で発生する放射性飛散微粒子挙動の解明の 3 課題について研究に着手し、燃料デブリ取り出し作業性等の安全性向上に対する基盤研究体制の構築に貢献した。

燃料デブリの経年変化プロセス等の解明については、分科会の研究開発戦略に基づき、周期的温度変動による破碎挙動評価や混合物としての燃料デブリ評価手法の検討に着手し、燃料デブリの経年変化プロセス等に関する知識の集積を図った。

特殊環境下の腐食現象の解明については、 γ 線照射下腐食試験環境の整備やラジオリシスデータセットの整備を進めるとともに、腐食挙動に及ぼす γ 線照射の影響があることを定量的に示し構造材等の健全性評価に必要な特殊環境下の腐食現象に関する知識集積を図ると共に、EUROCORR2018 等で成果を発表した。

廃炉工程で発生する放射性飛散微粒子挙動については、平成 30 年度から東京大学への委託研究として水中・気液界面における放射性微粒子挙動に関する試験に着手するとともに、仏国原子力・代替エネルギー庁(CEA)及び放射線防護・原子力安全研究所(IRSN)との燃料デブリ切断時のダスト発生挙動について情報交換を進め、研究協力の具体化を図った。これにより燃料デブリ取り出し時の被ばく評価に重要な放射性飛散微粒子挙動に関する知識の集積を図った。

ホ. 現場や行政への成果の反映事例

燃料デブリの性状の推定結果及び、廃棄物の性状に関する知見、廃棄体特性の評価に必要な情報及び試験データ、処分区分を検討する上での重要な核種の調査結果等の東京電力福島第一原子力発電所廃炉計画の検討に不可欠となる大型 MCCI 試験で得られた知見や水処理二次廃棄物の分析データ等の顕著な成果を NDF に提供し、平成 30 年 10 月 2 日に NDF より公表された「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2018」の作成に協力する等、廃炉工法検討に貢献した。

へ. 研究資源の維持・増強

CLADS 国際共同研究棟においては、放射性微粒子の性状把握のための研究設備として、フィールドエミッション型走査型電子顕微鏡、オートラジオグラフィシステム、顕微ラマンシステム及び二次イオン質量分析装置等を整備し、放射性微粒子の研究に必要な環境を整備した。これにより、国内外の研究機関から脚光を浴びるようになり、英国ブリストル大学との国際協力が進む等、複数の研究機関との共同研究につながった。また、事故進展解析の関連設備として、BWR 体系を模擬した水蒸気環境の制御が可能な制御棒等損傷試験装置など、これまでにない画期的な性能を有する試験設備群(制御棒ブレード破損試験装置(LEISAN)、水蒸気雰囲気での高温加熱試験装置(LAHF))を CLADS 多目的試験棟に整備し、フィンランド、ドイツ、スウェーデンなどの国内外機関との間で施設共同利用に向けた情報交換を進めた。

東京電力福島第一原子力発電所廃炉の基礎基盤研究における国内外の英知を結集するため、国際カンファレンス FRC を富岡「学びの森」、CLADS 国際共同研究棟、等で開催し、廃炉関係者や各研究分野の専門家を招集して専門的な議論を深めた。毎回の FRC の講演・討論のテーマに

については、上記の各廃炉研究分野の重要な研究課題から抽出し、議論を通じて基礎基盤研究の加速化に貢献した。

FRCの一部は一般公開し、廃炉に関する情報を広く発信した。また、FRCは第一線の研究者との貴重な議論の場であり、若手研究者の参加を奨励し、積極的に機構の研究成果の発信することで、人材育成の実践及び研究者間のネットワーク構築やグローバル化に適した人材の輩出に貢献した。

研究開発と人材育成との一体的な取組としては、平成30年度から「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」を開始し、廃炉の課題解決に資する大学関係者や若手研究者等の関連する人材育成を推進した。

東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリのサンプル分析に向けて、機構内の会議体である1F廃炉対策タスクフォースの役割に燃料デブリの取扱いや分析等に関する事項を追加するとともに、1F廃炉対策タスクフォースの下に作業部会を設置した。作業部会等において、詳細な調査・検討を実施した上で、関係理事、拠点長等を構成員として1F廃炉対策タスクフォースの会合を開催し、機構内の既存施設の分析能力等を整理するとともに、燃料デブリの分析に係る実施体制等を具体化し、分析計画策定に大きく寄与した。

(ii) 環境回復に係る研究開発

国の定めた復興の基本方針を踏まえ、福島県、国立環境研究所及び機構の3機関で平成27年2月に取りまとめた「環境創造センターの中長期取組方針」及び運営戦略会議の決定に従い、「環境動態研究」、「環境モニタリング・マッピングの技術開発」及び「除染・減容技術の高度化技術開発」を実施した。以下に記すとおり、得られた成果は、国際誌論文や学会発表、自治体や関係機関への個別報告、データ・知見・解析結果を統合した一般向け情報提供サイト等、ユーザーに応じて様々な形で広く発信・提供した。それらの成果は実際に、自治体広報誌における帰還後の安全安心感醸成のための自治体広報誌を通じた住民への情報提供、避難指示区域の一部解除に向けた施策の判断根拠として活用された。

イ. 環境動態研究

環境動態研究では、地表に沈着した放射性セシウムの7割が分布する未除染の森林から、放射性セシウムが移動することで引き起こされる生活への影響に関する地域の様々な懸念に、科学的根拠をもって答えることを目指した。そのため、特徴の異なる福島県浜通りの8河川水系を対象として、水源となる森林から河口域まで、現地調査で得られた様々な環境中の放射性セシウム濃度データの経時変化と室内実験・分析データを組み合わせて、放射性セシウムの移行を支配する現象を理解するとともに、それらを表現する数理モデルを構築して、移動・堆積挙動予測解析を実施し、水系全体における放射性セシウムの移動・堆積挙動を定量的に評価した。特に、平成30年度は、森林生態系や河川生態系で高い放射性セシウム濃度が観測されることが、避難指示解除となった自治体や住民の方々の大きな懸念となっていることから、生態系への移行を支配する溶存態セシウムの挙動に重点を置いて、調査研究を進めた。

河川水中のより低濃度までの放射性セシウム濃度分析を進めたことで、森林から河川水系への

溶存態溶出は、地下水が湧水点から森林表土を流出する過程で起こっていること、河川水系の溶存態濃度は飲料水レベルと比較して十分低いレベルを維持しつつ、物理減衰より速い速度で減少していることを明らかにした。この調査結果は、地域住民の生活への影響に関する不安に科学的根拠をもって答える情報として地域へ提供されており、地域の安全・安心感醸成に貢献する特に顕著な成果である。

河川水中の低い溶存態濃度レベル(1Bq/L未満)であっても、ヤマメ等一部の淡水魚は100 Bq/kgを超える高い濃度を示している現状について、天然ヤマメと養殖ヤマメの移行挙動比較調査において濃度が高い餌を摂取している可能性が高いことを明らかにした。また、淡水魚中の放射性セシウム濃度について、森林生態系内での放射性セシウムの移行挙動及び森林生態系から河川生態系への環境コンポーネント移動を考慮し、モデルによる解析結果と実測値を比較したところ、森林リターからの溶出だけでなく、直接河川水系に流入する落葉が淡水魚中の放射性セシウム濃度に影響している可能性が示唆された。これは、環境動態研究で開発された河川水系全体を俯瞰したモデルを活用することで、初めて明らかになったものであり、地域の産業復興に必要な科学的根拠に基づく情報として地域へ提供されており、特に顕著な成果である。

森林内の放射性セシウムの循環に関して、森林表土における溶存態の起源としては落葉等のリターの分解が疑われたが、室内実験の結果や樹木内の放射性セシウム分布からは、根による吸収が限定的である可能性を明らかにし、森林生態系での放射性セシウムの移行に関する重要な知見を得た。

環境動態研究の成果に基づき、東京電力福島第一原子力発電所事故後における環境中の放射性セシウムに関する情報をまとめた新情報サイト「福島総合環境情報サイト」を開設した。このサイトは、昨年度までに整備した環境モニタリングデータベース、根拠情報 Q&A サイトに、新たに解析ツールによる空間線量率や放射性セシウム濃度の将来予測などの数値解析結果を取りまとめた解析事例サイトを加えたものである。これにより、閲覧者が知りたい情報を、シミュレーション結果、根拠となる科学的知見、実測データの経時変化等、分かりやすく提示することで、多角的に理解を深めていけるような、これまでにないマルチな情報提供環境を構築し、生活への影響に関する様々な懸念に科学的根拠をもって答えることができる環境が整備できた。

これらの研究開発成果は、国際学術雑誌への論文掲載、国内外の学会発表、自治体や関係機関に対する年 1～2 回の成果報告等、対象者に合わせた様々な形で、情報提供されている。

また、継続的に研究成果を各自治体に提供し、自治体の復興計画策定や地域住民の安全・安心に直結する情報として活用いただいた。特に、浪江町においては自治体及び地元住民の要望を踏まえた農林水産物への放射性セシウムの移行推定や降雨規模に応じた頭首工における放射性セシウム濃度の解析など、農業管理に資する研究成果を創出し、平成 31 年 2 月 12 日に浪江町に中間結果を報告する等、地域の安全・安心の醸成に大きく貢献した。

既に避難指示が解除されている南相馬市では、河川敷の空間線量率分布が物理減衰より早く減少していることや、登山道が整備されている山域の空間線量率分布調査の結果(線量率が十分低減しており、局所的に高い場所は極めて限られること)など、自治体に提供した生活圏として利用される場所の放射性セシウムの環境動態調査結果の成果が広報誌に掲載された。このように、環境動態研究の成果は、帰還後の安全・安心感醸成のための情報として地域に提供されており、

地域の安全や安心感醸成に貢献する科学的根拠に基づく情報提供の顕著な成果である。

さらに、復興の進展に併せて自治体や国等の関係機関に環境動態研究の成果を取りまとめて提供されており、避難指示解除の判断根拠や、農林水産業の復興計画策定のための基盤情報に寄与していることが、その評価手法の新規性・独創性ととも高く評価され、「福島復興のための環境中の放射性セシウム動態評価手法の開発」として、平成 31 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰(科学技術賞)の受賞が決定した。

ロ. 環境モニタリング・マッピング技術開発

内閣府原子力被災者生活支援チーム及び原子力規制庁監視情報課から、当初計画になかった令和 2 年 3 月の常磐線全線開通のための 3 町(富岡町、大熊町及び双葉町)の帰還困難区域の避難指示の一部先行解除に向けた対象区域内の JR 駅周辺地区におけるモニタリングへの協力を要請に即応してモニタリング手法を考案し、平成 30 年 8 月から現地での調査を実施した。同調査では、無人ヘリによる対象領域の線量率分布と、モデル行動パターン毎の内部被ばく及び外部被ばくの評価を行った。調査結果を 11 月に内閣府に報告し、その報告内容を基に内閣府が原子力規制委員会に放射線防護対策として報告されたことから、復興再生拠点の政策的なスケジュール決定に大きく貢献し、極めて短期間で国の要請に応えた極めて顕著な成果である。

事故から 7 年経過し、過去に取得した車両サーベイ及び有人ヘリや無人ヘリを用いた航空機モニタリングのデータをまとめ空間線量率の環境半減期を評価した。本成果は環境放射線の専門誌「Journal of Environmental Radioactivity」の特集号「Japanese national projects on large-scale environmental monitoring and mapping in Fukushima Volume 3」に 3 本の論文として掲載された。

原子力規制庁からの受託事業「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布データの集約」では、東京電力福島第一原子力発電所から 80km 圏内全域における市街地や農地などの様々な環境の汚染状況を詳細に調査し、事故以降、継続的に実施してきた測定の結果との比較解析により、地域的及び経時的な空間線量率等の変化傾向を明らかにした。特に、平成 29 年度から、福島研究開発部門が行っている同事業で得られた地上における空間線量率の分布と航空機モニタリングにより得られた空間線量率分布について、ベイズ統計手法を利用して統合した 80km 圏内のマップを作成した。

無人観測船を用いた海底のモニタリングについては、福島イノベーションコースト構想の一環としての福島県の「地域復興実用化開発等促進事業費補助金」(平成 28 年度から)に採択された無人観測船の開発研究の最終年度として、海洋研究開発機構(JAMSTEC)の所有する無人船を改造し、様々な要素技術を開発し、機能を実証することで次世代の無人観測船を完成させた。この無人観測船は、放射線の測定をはじめ水温や電導度の計測及び海底土サンプルの採取が同時にできる新たに開発したシステムを搭載し、これまで困難であった多目的の測定、試料採取を可能にした。特に、音響測定システムを搭載することで世界でも例を見ない無人船による海底測量を実現できた。さらに、船体の小型化によって狭い水路へのアクセスも可能とした。これらは、福島県浜通り地区の企業 5 社の持つ技術を最大限に活用し、組織の枠を超えてアイデアを結集した成果である。今後、開発した無人船について令和元年度内の事業化が予定されており、開発した技術の製品化と福島の産業復興に大きく寄与する成果を創出した(令和元年 5 月 24 日にプレ

ス発表)。また、平成 27 年から実施している無人観測船を用いた海底のモニタリング手法開発についてとりまとめ、成果は「海洋理工学会誌」の論文として掲載された。無人観測船を用いた海底のモニタリングについては平成 31 年度以降の原子力規制庁の受託事業として提案し、採用される見込みである。

無人機を用いた線量率分布測定技術及び可視化技術の開発として、医療用放射線可視化技術で用いられている逆問題解析手法を環境放射線モニタリングへ適用し測定結果を高精度化するアルゴリズムの開発を行った。また、本成果を発展させるため、放射線のシミュレーション技術に新たな知見を持つ名古屋大学と共同研究を進めた。これらの成果の一部は「Progress in Nuclear Science and Technology」及び「Radiation Protection Dosimetry」に掲載された。また、作成したプログラムについて特許を申請した。本研究開発により、飛行体を用いた線量分布評価の高精度化が図られ、精度の高い被ばく線量評価のための基礎情報の提供が可能となる顕著な成果を創出した。

原子力規制庁からの受託事業「平成 28 年度原子力施設等防災対策等委託費(放射性プルーム測定技術確立等)」では、宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同で開発した無人飛行機を用いて、事故時の放射性プルームの測定技術を確立するための技術開発を行った。本事業は平成 28-30 年度の計画で実施し、30 年度は最終年度として検出器の完成及びフライトプラン作成アルゴリズムとのマッチングを実施した。

プラスチック・シンチレーション・ファイバーを用いた水底・水中の放射性セシウムの分布測定技術について、東京電力福島第一原子力発電所サイト内の排水路における放射性物質のモニタリングへ応用するため、「 β γ 測定型」への改良装置の現場での長期耐久性実験を実施した。その結果、東京電力 HD の将来適用技術として、従来の「 γ 測定型」から「 β γ 測定型」へ変更することが選択され、令和 2 年 4 月の運用開始を目指し、調整を開始しており、研究成果の現場への実装につながる顕著な成果を創出した。また、農業用ため池底の分布マップ作成技術については、引き続き水土里ネットに技術移転を進めるとともに、スペクトロメータによる放射性セシウムの鉛直分布推定手法を開発し、成果を水土里ネットと共有するとともに英文論文にまとめ分析化学の雑誌である Analytical chemistry に掲載され、平成 30 年 10 月 31 日にプレス発表を行った。

福島県からの受託事業「平成 30 年度ホールボディカウンター(WBC)検査による福島県県民健康調査支援業務」では、福島第一原子力発電所の事故に伴う福島県民の被ばく線量の調査として、WBC により約 1,500 名の内部被ばく検査を行うとともに、その結果の解析評価を実施した。また、これまでに福島県が実施した WBC 検査について、検査データ、住民からの問合せ対応結果などをレビューして取りまとめ、福島県県民健康調査検討委員会で報告し、福島県の要請に的確に応えた。

ゲルマニウム(Ge)半導体検出器を用いた放射能濃度測定については、平成 27 年に ISO/IEC17025 国際標準規格(試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項)に基づく品質管理体系を整備済みであるが、平成 30 年度は 3 件(IAEA、福島県、セイコーEG&G 主催)の Ge 半導体検出器を用いた γ 線分析の技能試験に参加し、自らの分析結果について客観的な評価を得て、技術力の維持向上を図った。また、環境動態研究等の基礎となる環境試料中の放射

能濃度について、品質管理体系下(平成 27 年に取得した ISO/IEC17025 国際標準規格(試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項))で約 5,100 検体の測定を実施した。

オンライン固相抽出/ICP-MS を用いた放射性ストロンチウム(Sr-90)の迅速分析法の環境試料への適用に向けた検討については、共存元素濃度がより高い魚介類試料の分析条件下で、0.35 Bq/L(740 Bq/kg・生)の検出下限値を確認し、この結果を国際学会で発表し、プロシーディングとして取りまとめた。また、海産生物中の有機結合型トリチウム(OBT)の迅速分析手法の開発では、凍結乾燥・加温乾燥及び迅速燃焼法を組み合わせた手法により、工程をさらに短縮することができた。また、OBT 測定の国際比較試験に参加し、本法による分析で妥当な値が得られていることを確認した。OBT 測定に関しては、福島県を通じて IAEA との情報交換を行うなど、国際的にも高い評価を得ている。

大気浮遊物質の三次元的な分布を考慮しつつ大気浮遊放射性セシウム濃度及びその分布を簡便に把握するための手法として、コケバッグを用いた観測手法開発を進め、ダストサンプリングとの比較測定を開始した。また、大気浮遊物質の三次元的な分布を把握するための LIDAR システムの構築を進めた。

環境試料中の放射性核種を γ 線スペクトロメトリーによって迅速に測定するための試料前処理法に機構が実施した技術ノウハウが採用されるとともに、委員や外部専門家として参画するなど、平成 31 年 3 月の原子力規制委員会における「緊急時における γ 線スペクトロメトリーのための試料前処理法」の改訂に貢献し、機構の技術開発の成果が国の指針に反映される顕著な成果を創出した。

ハ. 除染等で発生する廃棄物の再利用・減容技術の開発

除染による線量低減の効果や線量の将来予測解析のために開発したシステム(RESET)を活用し、自治体の要請に応じて、復興拠点と想定される地区の詳細な除染シミュレーションや空間線量率の将来予測や、除染が完了した公共施設の空間線量率の将来予測を実施し、結果について情報提供を行った。特に、大熊町へ報告した解析結果は、大熊町の除染検証委員会で紹介され、2019 年 4 月の避難指示解除(大河原地区及び中屋敷地区)の判断に活用され、自治体の施策策定に貢献する顕著な成果を創出した。また、現在までに実施した帰還困難区域の除染シミュレーションや将来の線量予測評価結果などを「福島環境総合情報サイト」の解析事例サイトに組み込み、機構のホームページで公開した(平成 31 年 3 月)。また、福島県環境創造センター研究部の要請に応じ、除染完了地区の除染効果の維持状況と今後の空間線量率変化の予測評価に関して、現地でのモニタリング調査支援やシミュレーションを行い、予測評価の技術的な支援を実施した。

除去土壌等の再利用・減容技術に係る研究開発において、セシウムの土壌吸着機構の解明に係る研究を継続して実施し、セシウムと土壌の結合状態をナノスケールで評価する手法を開発し、粘土鉱物の示すセシウム吸着機構を解明した。また、これらの知見を基に放射性セシウムの脱離及び処理に関する新しい方法(結晶構造を破壊してイオン交換で回収する環境負荷の低い方法)の開発に着手し、これらの結果の一部は、学会誌 Journal of Environmental Radioactivity 及びプレスを通じて発表した。

環境省からの受託事業「平成 30 年度除染効果検証等及び基準等検討業務」では、仮置場の原状回復措置に係る検討の中でモニタリング方法に関しての現地調査・評価等の技術的な支援を実施し、環境省の原状回復マニュアル整備に貢献した。また、帰還困難区域内の除染エリアを対象とした空間線量率の追跡調査のデータを積み上げ、空間線量率の平均値が継続して低下傾向であることを確認し、報告書に取りまとめて環境省へ報告した。

ニ. 福島県環境創造センターでの連携した取組

平成 30 年度で環境創造センターの中長期取組方針で定められたフェーズ 1 が終了することを受け、これまでの成果等の取りまとめを行うとともに、平成 31 年度から始まるフェーズ 2 に向けた中長期取組方針の改定及び調査研究計画の策定に対応した。本対応の結果、中長期取組方針の改定及びフェーズ 2 の調査研究計画は、平成 31 年 2 月の運営戦略会議において承認され、中期的な環境創造センターの活動方針決定に大きく貢献した。

環境創造シンポジウム、環境教育フォーラム、環境創造センター 2 周年記念イベントなどにおいて研究成果の発表や、地域の中学校での「放射線の質問に答える会」の実施など、環境創造センターの 3 機関で連携した取組を通じた成果の積極的な情報発信を行い、地域の安全・安心感の醸成に大きく貢献した。

(iii) 研究開発基盤の構築

イ. 檜葉遠隔技術開発センター

施設利用拡大に向け、新規利用者・リピーター利用者の獲得のため施設の広報活動として、学会、講演会、各種イベント・展示会への出展、施設利用相談会の開催、産学連携コーディネーターを活用した企業・大学等へ利用の働きかけを進める等、広く利用促進活動を展開した。平成 30 年度の施設利用実績は平成 29 年度の実績と同じ 64 件の利用を獲得した。

福島県浜通り地域の新たな産業基盤の構築を目指す「福島県イノベーション・コースト構想」における地域復興実用化開発等促進事業において、株式会社 IHI が採択した「災害救援物資輸送ダクトド・ファン UAV の実用化開発」の屋内実証試験に平成 29 年度に引き続いて施設が活用された。本実証試験により開発された UAV は、翌年度より、南相馬市に整備された福島ロボットテストフィールドで実証試験を開始しており、両施設間の相互利用によるネットワークの形成が進展することにより、福島県浜通り地域の産業基盤の構築に貢献した。

東京電力福島第一原子力発電所のデータ整備として、2 号機の原子炉建屋内の 3D-CAD データ・VR データの製作、2 号機のデータを補完する 5 号機ペDESTAL の点群データの計測・3D-CAD データの製作を行い、廃炉作業の検討に資するデータを整備した。整備したデータを、IRID による原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発プロジェクトにデータを提供し、試験計画の立案に活用された。

檜葉遠隔技術開発センターの施設利用拡大及び東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置に係る研究開発の推進のため、東京電力 HD と新たに東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に係る技術情報の取扱いに関する取決め書を締結し、東京電力福島第一原子力発電所の施設データ(3D-CAD、VR データ)を関連する企業・研究機関等に貸与できる体制を整えた。

標準試験法については、格納容器内アクセスから水中環境での一連の作業を想定した試験場の設計・製作を行った。また、標準試験法の開発の一つとして、ロボットによる地図生成機能の試験法に係る試験用データの作成技術の開発を行った。これまでの成果を取りまとめることで、移動ロボットの走破性能試験法や格納容器内アクセスロボットの走破性能試験法について立案を行った。

ロボットシミュレータについては、実機ロボットの動作特性をシミュレータ上のロボットモデルに反映させるため、モデルチューニング手法について研究開発を行った。実機ロボットにより近いモデルを用いた遠隔操作シミュレーションを実現した。また、このロボットシミュレータを楢葉遠隔技術開発センターで実施している原子力災害対応機器の操作訓練や講習会等で利活用した。

長期にわたる東京電力福島第一原子力発電所の廃炉を担う次世代の人材育成及びグローバルな視点から原子力関連企業とバックエンド事業を理解する実践的人材育成に向け、人材育成の取組等を支援した。

福島県内企業・大学 廃炉・災害対応ロボット関連技術 展示実演会の開催に協力、その他、地域イベントへの出展等、福島県内企業の東京電力福島第一原子力発電所の廃炉技術へのマッチングにより、産業復興・地域活性化に貢献するとともに、地域住民の廃炉作業への理解醸成に貢献した。

ロ. 大熊分析・研究センター(放射性物質分析・研究施設)

東京電力福島第一原子力発電所の隣接地に平成 29 年度から運用を開始した施設管理棟を第 1 棟及び第 2 棟の施設整備の拠点として、東京電力福島第一原子力発電所サイト内での取り扱い条件等について、東京電力 HD の東京電力福島第一原子力発電所関係者と密に協議する場とするとともに、建設現場での緊急時の際は東京電力 HD と確実に連携し迅速な対応や情報発信を行った。施設管理棟内のワークショップに設置している模擬鉄セルについては、今後の運轉要領書検討作成等に利用するためセル内外の改造を進めた。また、分析マニュアル作成や訓練を行うため、ワークショップ内に分析装置を整備した。平成 30 年 11 月 26 日には、OECD/NEA のレガシー廃棄物や事故廃棄物等の特性評価に着目したプロジェクトの第 1 回専門家会合(5 カ国からの専門家と複数の国際機関・国内省庁等が参加)を施設管理棟で開催した。本会合では、大熊分析・研究センターの視察も行われた。

低中線量放射性廃棄物等の試料の分析を担う第 1 棟は、建屋建設担当と内装設備整備メーカーを含め調整を実施し、作成した第 1 棟建設のマスタースケジュールに基づき、建屋躯体工事、内装設備設計及び製作をスケジュールどおりに進めた。

燃料デブリ等の高線量試料の分析を担う第 2 棟については、建屋の詳細設計を継続するとともに、内装設備詳細設計の契約を締結し、詳細設計の予備検討を進めた。そして、予算管理の観点からホールドポイントを設けて建設費評価を実施し、目標額達成の見通しを確認した上で、詳細設計を開始した。また、第 2 棟建設予定地ではボーリングによる地盤調査を開始した。

帰還困難区域(東京電力福島第一原子力発電所隣接地)に立地する施設管理棟には、約 40 名の従業員が駐在するとともに、約 30 名が避難指示区域解除後の富岡町に居住し、町の復興に貢献した。

機構における分析技術者の中長期ニーズに基づく人材育成計画を作成するため、福島研究開発部門、原子力科学研究部門及び核燃料・バックエンド研究開発部門の3部門連携による「放射性廃棄物分析検討委員会」を設置した。さらに、大熊分析・研究センターにおける分析技術を担う予定の新入職員4名、キャリア採用職員1名、2年目の職員4名、4年目の職員1名について、原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所及び大洗研究所の3か所にて、放射性物質を扱う分析技術取得のためのOJTを実施し、分析人材の技能育成に努めた。

東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリのサンプル分析に向けて、1F 廃炉対策タスクフォースの役割に燃料デブリの取扱いや分析等に関する事項を追加するとともに、1F 廃炉対策タスクフォースの下に作業部会を設置し、機構内の既存施設の分析能力等を明らかにするとともに、燃料デブリの分析に係る実施体制等を具体化し、分析計画策定に大きく寄与した。

ハ. CLADS 国際共同研究棟

放射性微粒子の性状把握のための研究設備として、フィールドエミッション型走査型電子顕微鏡、オートラジオグラフィシステム、顕微ラマンシステム及び二次イオン質量分析装置等を整備し、放射性微粒子の研究に必要な装置を充実させた。これにより、国内外の研究機関から脚光を浴びるようになり、英国ブリストル大学との国際協力が進むなど、複数の研究機関と共同研究につながった。また、事故進展解析の関連設備としては、BWR 体系を模擬した水蒸気環境の制御が可能な制御棒等損傷試験装置など、従来にない画期的な性能を有する試験設備群(制御棒ブレード破損試験装置(LEISAN)、水蒸気雰囲気での高温加熱試験装置(LAHF))をCLADS 多目的試験棟に整備し、フィンランド、ドイツ、スウェーデンなどの国内外機関との間で施設共同利用に向けた情報交換を進めた。

NDF の「戦略プラン 2018」の研究開発を合理的に進めるために東京電力福島第一原子力発電所廃炉の研究ニーズ全体を俯瞰できる「基礎・基盤研究の全体マップ」を整備したことにより、現在だけでなく将来も見据えて必要と考えられる重要な研究課題をNDF や関係機関に提示した。これまでに東京電力福島第一原子力発電所廃炉研究全体を俯瞰できる仕組みがなかったが、本マップを「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」の募集にも今後利用することで、東京電力福島第一原子力発電所廃炉のニーズと研究のシーズのマッチングを効率的に推進し、従来のシーズ指向の研究提案に加えて、ニーズ指向の研究提案を研究者に促すこととなり、また、従来は認識されなかった隠れたニーズの発掘にも繋がり、廃棄物側から見た燃料デブリ取り出しへの課題、廃炉環境変化に伴う中長期的な燃料デブリや構造材の変性、耐放射線性に関する機能向上等の新しい課題が発見され、本マップの整備により東京電力福島第一原子力発電所廃炉研究の効率的な推進に大きく寄与する顕著な成果が得られた。

NDF の「廃炉研究開発連携会議」と連携しつつ、機構や大学等が持つシーズを、廃炉へ応用し、研究開発と人材育成を一体的に推進していくための仕組みを継続して構築し、「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」の進め方や研究基盤マップ等の議論を行い、基礎基盤研究の進め方について有効な知見を得た。

文部科学省が平成 27 年度から実施してきた「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」は、平成 30 年度より機構を対象とした補助事業に移管された。平成 30 年度は、共通基盤

型原子力研究プログラム、課題解決型廃炉研究プログラム、国際協力型廃炉研究プログラムの事業を開始した。これらの新たなプログラムの実施により、廃炉の基礎基盤研究の進展や中長期的な人材育成が大きく加速された。

廃炉の基礎基盤研究における国内外の英知を結集するため、FRC を富岡「学びの森」、CLADS 国際共同研究棟、等で開催し、各研究分野の専門家による議論を通じて基礎基盤研究の加速化に貢献した。平成 30 年度は合計 5 回開催し、合計約 610 名に参加いただいた。また、FRC は専門家の情報交流の場のみならず、第一線の研究者との貴重な議論の場であり、若手研究者の参加を奨励し、積極的に研究成果の発信することで、人材育成の実践及び研究者間のネットワーク構築やグローバル化に適した人材の輩出に貢献した。

国際機関との連携としては、OECD/NEA の TCOFF、PreADES、RWMC 等の国際プロジェクトの会議や IAEA の CRP 会合等の海外専門家による各種会議を開催し、廃炉に関する国際的な英知の結集に貢献した。

二. 地域再生への波及効果

櫛葉遠隔技術開発センターについて、視察見学者数ともに過去最多となり、また平成 27 年 10 月の一部運用開始から延べ 15,570 人を数えるに至った。国内外のメディアによる取材も約 10 件と引き続き多くの注目を集めているとともに、地元地域の小・中学生、高校生の来訪をはじめ、県内外の高校や大学からも多数視察に訪れており、福島イノベーション・コースト構想への貢献を含む人材育成に向けた活動の場として貢献した。福島イノベーション・コースト構想に係る事業の施設利用も行われ、人材育成・事業発展の両面から福島イノベーション・コースト構想の実現に貢献した。さらに、福島県内企業・大学 廃炉・災害対応ロボット関連技術 展示実演会の開催への協力、その他、地域イベント等の開催に協力し、福島県内企業の東京電力福島第一原子力発電所の廃炉技術へのマッチングにより、産業復興・地域活性化に貢献するとともに、地域住民の廃炉作業への理解醸成に貢献した。

CLADS 国際共同研究棟は平成 29 年 4 月に運用を開始し、平成 30 年度は約 120 件、約 1,000 名の視察・見学者が訪れた。視察者には、地元自治体、東京電力 HD・政府・廃炉関係者、大学や高等専門学校生、国内外の専門家等が含まれ、地元への廃炉の理解の促進、廃炉研究に関する情報発信、学生や研究者等の人材育成に貢献した。

平成 30 年 10 月には、富岡町のえびす講市に併せて国際共同研究棟の施設公開を実施し、50 名を超える見学者が訪れ、地元との共生にも貢献した。

平成 31 年 3 月現在では、国際共同研究棟の研究従事者等も 30 人を超え、地元地域の活性化、富岡町の復興にも貢献するとともに、廃炉研究に関する情報の発信拠点としても貢献した。

国内外の英知の結集の観点から、FRC を毎年開催し、平成 30 年度には計 5 回実施し、合計 610 名の参加を得た。これらの会議は専門家の情報交流の場のみならず、廃炉に関する情報発信の場としても貢献した。

大熊分析・研究センター施設管理棟と第 1 棟建設現場には、約 70 件、約 500 名の視察・見学者が訪れた。視察された方には地元自治体や大学、高等専門学校生が含まれ、地元への理解や人材育成に向けた活動に貢献した。

国際共同研究棟及び大熊分析・研究センター施設管理棟に駐在する職員の多くは富岡町等近隣に居住し、地域復興に貢献した。

③ 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究

原子力安全規制行政及び原子力防災等への技術的支援に係る業務を行うための組織を原子力施設の管理組織から区分するとともに、研究資源の継続的な維持・増強に努め、同組織の技術的能力を向上させる。また、機構内に設置した外部有識者から成る規制支援審議会において、当該業務の実効性、中立性及び透明性を確保するための方策の妥当性やその実施状況について審議を受け、同審議会の意見を尊重して業務を実施する。

原子力安全規制行政への技術的支援のため、「原子力規制委員会における安全研究について」等で示された研究分野や時期等に沿って、同委員会からの技術的課題の提示又は要請等を受けて、原子力安全の確保に関する事項(国際約束に基づく保障措置の実施のための規制その他の原子力の平和利用の確保のための規制に関する事項も含む。)について、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓や最新の技術的知見を踏まえた安全研究を行うとともに、科学的合理的な規制基準類の整備及び原子力施設の安全性に関する確認等に貢献する。また、同委員会の要請を受け、原子力施設等の事故・故障の原因の究明等、安全の確保に貢献する。

原子力防災等に対する技術的支援については、災害対策基本法(昭和三十六年法律第二百二十三号)、武力攻撃事態等における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律(平成十五年法律第七十九号)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・技術的支援を行う。東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を活かした人材育成プログラムや訓練、アンケート等による効果の検証を通し、機構内専門家のみならず、原子力規制委員会及び原子力施設立地道府県以外を含めた国内全域にわたる原子力防災関係要員の人材育成を支援する。また、原子力防災対応における指定公共機関としての活動について、原子力規制委員会、地方公共団体等との連携の在り方をより具体的に整理し、訓練等を通して原子力防災対応の実効性を高め、我が国の原子力防災体制の基盤強化を支援する。原子力防災等に関する調査・研究及び情報発信を行うことにより原子力防災対応体制の向上に資する。また、海外で発生した原子力災害に対する国際的な専門家活動支援の枠組みへの参画及びアジア諸国の原子力防災対応への技術的支援を通じて、原子力防災分野における国際貢献を果たす。

本事業に要した費用は、8,985 百万円(うち、業務費 3,573 百万円、受託費 5,409 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(3,255 百万円)、政府受託研究収入(5,409 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、以下に示すとおりである。

(i) 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究

イ. 安全研究

a) 原子炉施設における事故時等熱水力・燃料挙動評価と材料劣化・構造健全性評価

炉心損傷前の原子炉熱流動に関する研究では、PWR 総合効果試験装置である LSTF を用いて蒸気発生器伝熱管複数本破断時のアクシデントマネジメント策を検討するためのシステム効果

実験を実施した。また、沸騰遷移後の炉心熱伝達の機構論的なモデル開発のために、それぞれの目的に応じて整備した HIDRA の 4×4 バンドル試験部、高圧単管試験装置及び先行冷却可視化実験装置を用いた個別効果試験を実施した。炉心損傷後の格納容器熱水力に関する研究では、CIGMA 装置等を用いて高温噴流や自然循環による格納容器過温破損や自然対流誘起の成層浸食による水素リスクに関する実験及び格納容器内のエアロゾル移行に関する個別効果実験を継続した。これらの実験結果に基づいて、国産システム解析コードや数値流体力学(CFD)手法に必要な炉心熱伝達や格納容器冷却、水素挙動、プールスクラビングによるエアロゾル除去等に関する物理モデルの開発や既存モデルの妥当性の確認により、評価手法を高度化した。また、実験技術として、高精度液膜計測や 3 次元ボイド率計測等の先進的な二相流計測技術の開発を実施した。これらの成果は、欧州安全研究情報ネットワーク(NUGENIA)の枠組みで実施されるプールスクラビングに関する IPRESKA 計画や経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)の格納容器水素移行挙動に関する HYMERES2 計画、CFD 解析の原子力安全問題への適用に関する CFD4NRS 計画で活用され、今後ベンチマーク解析を通して解析結果を提示する予定である。エアロゾル研究に関しては、世界最先端の研究を行っている仏国放射線防護・原子力安全研究所(IRSN)との研究協力の実施取決めを締結した。エアロゾル除染係数の粒子数濃度に対する依存性を初めてまとめた成果は日本機械学会動力エネルギーシステム部門の平成 30 年度優秀講演表彰を受け、またシビアアクシデント時の格納容器内水素挙動の一連の研究をまとめた成果は平成 30 年度日本機械学会奨励賞を受賞するなど、国内の学会において研究成果が高く評価された。原子力規制庁が開発する国産システム解析コード AMAGI について、国内の専門家が参画する技術検討会議を開催し、今後の開発方針の検討を行った。

燃料の安全に関する研究として、反応度事故(RIA)に関して、未照射燃料被覆管を対象に機械特性試験を実施し、RIA 時を模擬した応力条件下の被覆管破損限界に及ぼす材料及び水素化物析出形態の影響に関するデータ・知見を取得した。また、平成 30 年 6 月に運転を再開した NSRR により高燃焼度改良型燃料の RIA 模擬試験を実施し、高燃焼度添加物入り BWR 燃料や高燃焼度 PWR-MOX 燃料の破損限界、破損メカニズム等に関するデータ及び知見を取得した。通常運転時及び事故時燃料挙動解析コードの改良等については、核分裂生成物(FP)ガス放出モデルの改良、コード検証用照射試験データベース拡充、体系的な検証解析を実施した。通常運転時の燃料挙動解析コード FEMAXI については、モデル改良及び検証を進めその総合性能を評価して最新バージョン FEMAXI-8 及び検証レポートを公開するとともに、プレス発表を行った。この FEMAXI-8 コードは、諸外国で標準的に使用されている米国 FRAPCON コードと同等以上の規模で検証したものであり、同コードと同等の予測性能を示すことを確認した。また、事故時燃料挙動解析コード RANNS については、現在参加している OECD/NEA の国際ベンチマークにて他機関の解析結果と比較し、RIA 条件を対象とした不確実さ解析に関して米国 FRAPTRAN コード等と同等の性能を有することを示した。冷却材喪失事故(LOCA)に関連して、LOCA 急冷時の被覆管破断確率、LOCA 時に起こる水素吸収(二次水素化)の LOCA 後被覆管曲げ強度に及ぼす影響など、LOCA 時及び LOCA 後の燃料の安全性評価上必要なデータを取得するとともに、これまでに取得した高燃焼度改良型燃料被覆管の LOCA 時挙動に関するデータに基づき、現行の非常用炉心冷却系性能評価に係る規制基準を改良型燃料に適用することの妥当性を確認し

た。また、LOCA 時を模擬した温度変化条件下で高燃焼度燃料ペレット単体の加熱試験を実施し、LOCA 時に燃料ペレットの細片化が生じる温度しきい値等を評価するとともに、LOCA 時に細片化した燃料ペレットの燃料棒内外移行挙動評価などに使用する LOCA 模擬試験装置の設置準備を進めた。LOCA 急冷時の被覆管破断確率に関する研究成果は平成 30 年度日本原子力学会核燃料部会の部会賞(奨励賞)を受賞した。OECD/NEA では RIA 時及び LOCA 時燃料挙動に係る最新知見レポート(SOAR)の作成を進めており、これまで取得した RIA 及び LOCA 時燃料挙動研究成果を同レポートへ反映するとともにその作成に協力した。設計基準事故を超える条件下での燃料挙動評価に関して、NSRR にて燃料溶融進展挙動実験を実施し、実験中の燃料温度、燃料棒形状変化、破損状態等に係る情報を取得した。ハルデン炉照射試験及び付随する試験片検査により、改良合金被覆管の照射成長に及ぼす添加元素、照射温度等の影響に関するデータを取得した。

材料劣化・構造健全性に関する研究として、原子炉压力容器の照射脆化の指標となる関連温度移行量について最新のベイズ統計手法による解析を実施し、国内の脆化予測法におけるマージンが概ね保守的に設定されていること等を確認するとともに、得られた知見を国内脆化予測法の改定について審議している日本溶接協会の脆化予測法検討小委員会において報告した。高照量領域まで中性子照射された原子炉压力容器鋼の微細組織分析を東北大学金属材料研究所と連携して実施し、化学組成と溶質原子クラスター形態の相関、不純物粒界偏析の照射量依存性等に係るデータを取得した。また、実機相当の板厚を有する大型試験体による加圧熱衝撃事象を模擬した破壊試験に着手した。確率論的健全性評価の実用化に資するため、国内 PWR 型軽水炉の原子炉压力容器(RPV)を対象とした確率論的破壊力学(PFM)解析コード PASCAL4 及び破損確率評価に資する技術的根拠等を取りまとめた標準的解析要領について、対象部位を BWR 型軽水炉 RPV に拡充するとともに、定量評価事例の整備を通じて、規制等における PFM 解析手法の有用性を示した。一次系配管を対象とした PFM 解析コード PASCAL-SP について、溶接残留応力や非破壊検査による亀裂検出確率等の評価モデルの高度化を図るとともに、その定量的影響を確認する評価事例を整備した。成果の一部を技術的知見としてまとめ、原子力規制委員会の維持規格の技術評価に関する検討チーム第 8 回会合で「原子炉压力容器溶接継手の供用期間中検査への確率論的破壊力学評価の適用事例及び感度解析」として報告し、同技術評価書に本件が反映された。また、高温工学試験研究炉(HTTR)に設置されている地盤や原子炉建屋等の応答特性を得るための地震観測システムを整備し、原子炉建屋等の地震時健全性評価手法の妥当性を確認するための研究を開始した。

b) 再処理施設等シビアアクシデント時の核分裂生成物挙動評価と東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界管理

再処理施設におけるシビアアクシデント評価に資するため、高レベル濃縮廃液蒸発乾固時の揮発性ルテニウム(Ru)の挙動について、廃液中の亜硝酸による放出抑制効果を確認するとともに放出抑制に必要な濃度を明らかにした。また、施設内で想定される希薄な硝酸蒸気濃度条件下での Ru 化合物の状態変化に係るデータを取得するとともに反応機構を考察した。高温状態の乾固物への注水試験を実施し、水溶性を有する放射性元素の放出が促進される可能性を明ら

かにした。また、平成 29 年度に取得した模擬乾固物の熱伝達率等の物性を用い、昇温に伴う乾固物内の温度分布を評価するための計算モデルの作成を進めた。火災事故時安全研究については、グローブボックス構成材料の燃焼に伴う重量減少速度、発熱速度、煤煙化率等のデータ及び煤煙負荷による目詰まりにより引き起こされる高性能粒子エアフィルタの差圧上昇データを取得した。さらに、グローブボックス構成材の熱分解時に発生する有機ガス成分の定性・定量分析を行い熱分解ガスの放出速度及び平均分子量を評価するとともに、これらによる二次燃焼の可能性の検討を進めた。最先端の火災研究を行っている IRSN との特定協力課題に基づいて火災時の閉じ込め評価に係る情報交換を行った。また、IRSN との蒸発乾固事故研究等に関する情報交換のためのワークショップを開催した。臨界事故解析については、沸騰による高出力が長時間継続する場合の継続時間を初期条件から推定する解析手法を開発した。

東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリのリスク評価に基づく臨界管理に資するため、炉心溶融において燃焼度の異なる集合体が混合する様々なパターンを想定した臨界特性を解析した。この結果、燃焼 1 年未満の集合体に残留していた可燃性毒物ガドリニウム-155,157 とウラン-235 の比で臨界特性が特徴付けられ、この比は、燃料デブリの分性項目として有力な候補になることを見出した。また、平成 29 年度の STACY 更新に係る原子炉設置変更の許可を受けて、実験に用いる炉心の詳細設計と炉心に装荷する中性子検出器の仕様を検討した。

c) シビアアクシデント時のソースターム及び環境影響評価

大洗研究所の照射燃料試験施設 (AGF) 及び原子力科学研究所の FP 移行挙動再現装置を用いた実験により、制御材 (ホウ素) が FP の移行挙動に及ぼす化学的影響に着目したデータを取得した。このデータを用いた解析を化学平衡論に基づく米国の FP 挙動解析コード VICTORIA2.0 で実施した。また、反応速度論も考慮した解析を行うために化学組成評価コード CHEMKEq の開発を進めるとともに、FP 高温化学の反応速度データを取得するための実験装置の整備を開始した。これらの成果をシビアアクシデント (SA) 総合解析コード THALES2 に反映し、米国の SA 総合解析コードでは考慮されていない原子炉冷却系内の FP 化学計算機能を強化した。OECD/NEA の東京電力福島第一原子力発電所事故ベンチマーク解析計画フェーズ 2 の最終報告書に、THALES2/KICHE コードを用いた 1、2 及び 3 号機の事故進展におけるヨウ素挙動等に関する解析結果を提供した。平成 31 年 1 月から機構主導で開始した OECD/NEA の国際研究プロジェクト「福島第一原子力発電所の原子炉建屋及び格納容器内情報の分析 (ARC-F)」において、東京電力福島第一原子力発電所の試料採取及び分析の方針検討に有効な知見として原子炉注水量や FP 漏えい箇所に関する感度解析結果を提示した。また、格納容器内溶融炉心冷却性の評価手法の整備のため、スウェーデン王立工科大学 (KTH) 及び筑波大学との協力による溶融炉心冷却性に関するデータ取得、溶融炉心／冷却材相互作用解析コード JASMINE の溶融炉心水中落下時挙動モデルの改良・検証を進め、不確かさを考慮した統計的手法に同コードを適用することで溶融炉心冷却の成功確率と格納容器事前注水量の関係を初めて定量的に評価した。プラント状態や時間に依存する安全設備の応答を考慮した動的な確率論的リスク評価ツールの開発を進め、THALES2 及び確率論的リスク評価用 AproS コードを用い、原子炉注水設備の事故時応答を考慮して炉心損傷頻度を計算する手法を構築した。再処理施設の SA 評価手法の整備として、高

レベル廃液蒸発乾固事故時の Ru 移行挙動に影響を及ぼす NOx 等の化学挙動を計算する SCHERN コードを開発し、熱流動解析と連携して各化学種の濃度変化を解析する手法を整備するとともに、実機相当条件での試解析により手法の有効性を確認した。

SA 評価手法の高度化に廃棄物管理に係る分析技術等貢献させる一環として、東京電力福島第一原子力発電所で採取された固相試料や水試料に係る公開情報を調査し、事故当時における核種移行に関する情報が得られる可能性のある試料を選定するとともに、ヨウ素移行経路推定のための技術として汚染水中の I-129 の化学形態の定量手法を整備した。

確率論的事故影響評価コード OSCAAR とレベル 2PRA コード THALES2 との連携機能を構築し、統合的不確かさ解析のための基盤を整備した。また、関西電力美浜発電所 3 号機と中部電力浜岡発電所 4 号機において想定される事故シナリオに対する事故影響解析を実施し、主要な被ばく経路・核種の分析と必要な防護対策の実施範囲等に関する知見を取りまとめ、国・自治体等に情報を提供した。緊急時における防災業務関係者の被ばく評価モデルを開発し、東京電力福島第一原子力発電所事故時の防災業務関係者を対象とした検証を行い、当該評価モデルの妥当性を確認した。屋内退避による被ばく影響の低減効果を評価するために、日本家屋を対象に自然換気率、核種の建屋への浸透率・沈着速度等のパラメータの変動幅をラボ実験及び実家屋実験により整備し、家屋内に侵入したヨウ素の沈着率は、暴露時間と家屋内の床材等の構成部材によって変化することを明らかにした。緊急時に要配慮者等が避難する一時退避施設等の防護措置に関する被ばく影響評価手法を改良し、建屋構造、気密化・陽圧化措置等の影響について技術資料として取りまとめを行い、国・自治体等に対し情報提供を行った。無人航空機を用いた放射性プルームの測定技術開発では、無人機搭載用小型測定装置の機能検証を進め、放射性プルーム検出のための無人機用飛行プログラムを開発した。現存被ばく状況下での住民の線量評価・管理に関する研究では、福島県住民の長期的かつ広範囲にわたる個人線量データを取りまとめ、IAEA 主催の共同研究プログラム(放射線影響評価に関するモデリングとデータに関するプログラム II:MODARIA II)において成果を報告した。また、現存被ばく状況下における住民の被ばく線量評価モデルの開発では、汚染地域の生活で被ばくの可能性がある複数経路についての線量評価モデルを開発し、沈着核種からの外部被ばく線量や経口摂取による内部被ばく線量を実測データ・先行研究事例等と比較してモデルの妥当性を確認した。

d) 東京電力福島第一原子力発電所を含む放射性廃棄物管理

炉内等廃棄物処分の安全評価手法整備として、中深度処分のセメント系人工バリアからベントナイト系人工バリアへの物質移行を評価するために解析コード MC-BUFFER の機能拡張を行うとともに、バリア材の変質に寄与するカリウム等のイオン種の拡散データを取得した。また、日本大学と協力し、セメント系人工バリアの長期性能評価に向けた課題を整理するとともに、セメント硬化体中の核種移行特性に関するデータの取得に着手した。また、廃棄物埋設地における隆起・侵食、海水準変動による地形変化が地下水流動に与える影響を評価するため、海域での堆積状況の調査に基づいて地形変化評価コードを改良した。

中深度処分の漏えいモニタリング施設設計に関して、東濃地科学センターと協力し、モニタリングやメンテナンス方法については既往技術が適用可能であることを確認した。加えて、観測孔の

閉塞確認方法に関する室内模擬試験を実施し、原位置試験に向けた手順等を整理した。

地層処分の安全評価手法として火山活動評価のためのマグマ滞留時間の推定手法の整備では、代表的な噴出物試料において同一マグマ起源と考えられる斜長石、角閃石、輝石のウラン・トリウム微量分析を実施した。

廃止措置終了確認に関する研究では、敷地内の核種濃度の代表点測定に加え、事前サーベイによる計数率分布を補足的情報として利用する外生ドリフトクリギングを放射能分布推定プログラム ESRAD に導入し、敷地内の核種濃度分布の推定精度を向上させた。東京電力福島第一原子力発電所事故に伴うフォールアウトの汚染識別のための分析法の開発では、高汚染領域において、セシウム-135/セシウム-137 により起源推定が可能であることを示した。

ポリ塩化ビフェニル含有安定器及びアスベスト廃棄物に関して、当該廃棄物の熔融処理、再利用及び処分の実態を踏まえた被ばく線量評価を行い、主要核種のクリアランスレベルを算出した。

e) 保障措置

保障措置環境試料中の微小ウラン酸化物粒子の化学状態の違いを区別する方法として、レーザーラマン分光法についての検討を行い、レーザーラマン分光分析における低出力レーザーの照射や高感度検出器を導入することで、これまで分析報告例のない極微小のウラン粒子の化学状態分析に成功した。また、濃縮ウラン粒子の精製時期決定法の開発を目的とし、高濃縮ウラン粒子を用いた基礎検討を行い、誘導結合プラズマ質量分析の測定条件を最適化することで、複数個の粒子が含まれる試料に対して正確な精製時期が決定できることを確認した。IAEA のネットワーク分析所の一員として、これらの分析技術を IAEA に提供するとともに保障措置環境試料の分析に適用することで、IAEA 保障措置の強化に寄与した。また、高感度かつ高分解能な大型二次イオン質量分析装置 (LG-SIMS) を導入するとともに、それを利用した保障措置環境試料中の微小ウラン粒子の分析技術を開発した。さらに、LG-SIMS を用いた当該分析技術について、IAEA による分析能力認証試験に合格した。

f) 外部事象に関する技術的基盤の強化

原子力施設に脅威をもたらす可能性のある飛翔体衝突に関しては、異なる剛性を有する飛翔体を対象に、原子力施設の外壁を想定した板構造に対する局部損傷に係る衝突影響評価手法を整備し、既往文献の試験結果を用いてその妥当性を確認した。また、妥当性が確認された解析手法を用いて、板構造の局部損傷評価に資するため、飛翔体の先端形状や衝突角度等の影響パラメータと貫入量との関係に係るデータを解析により取得した。さらに、鉄筋コンクリート板への衝突実験に係る数値シミュレーション解析に関する OECD/NEA の国際ベンチマーク IRIS に参画し、飛翔体衝突時の建屋における衝撃波伝播評価及び建屋内包機器への影響評価に資する試験データを取得するとともに、試験結果の再現解析を通じて、建屋及び建屋内包機器の振動応答解析手法の妥当性を確認した。地震事象に関しては、平成 29 年度に整備した世界最高水準の建屋 3 次元詳細解析モデルを用いて、建屋地震応答解析結果への影響の大きい因子の影響度を確認し、その結果を踏まえて建屋耐震評価やフラジリティ評価に資する標準的解析要領案を策定した。また、地震荷重を考慮した配管のフラジリティ評価について、経年劣化による亀裂や減

肉等の有無にかかわらず適用可能な破壊評価法を提案し、経年配管のフラジリティ評価に活用した。その結果は今後長期間供用された原子力発電所の地震 PRA 評価における活用が期待される。これらの成果は外部事象に関する評価手法の整備及び評価技術の強化につながった。成果の一部は、原子力規制庁で整備が進められているガイドライン案に反映される見込みである。外部発表については、国際会議 ASME 2018 Pressure Vessels & Piping Conference で最優秀論文賞を受賞した。

g) 科学的合理的な規制基準類の整備等

これらの安全研究の実施を通して、原子力安全規制行政への技術的支援に必要な基盤を確保・維持した。また、得られた成果を査読付論文等で積極的に発信することによって、科学的合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性確認等へ貢献し、これらをもって原子力の安全性向上及び原子力に対する信頼性の向上に寄与した。

h) 国際協力研究・人材育成等

研究の実施に当たっては、平成 29 年度より開始した原子力規制庁との 2 件を含む 16 件の国内共同研究を行うとともに、OECD/NEA の国際研究プロジェクト、フランス等との二国間協力及び多国間協力の枠組みを利用して 55 件の国際協力を推進した。機構の被規制部門のホット施設等を管理する職員が原子力規制庁からの受託事業等の規制支援活動に従事する際には、「受託事業実施に当たってのルール」に従って安全研究センター兼務となるなど、当該業務の中立性及び透明性を確保した。また、原子力規制庁からの外来研究員 8 名(平成 29 年度は 13 名)を受け入れるとともに、原子力規制庁との共同研究についても 1 名を受け入れ、飛翔体衝突、確率論的構造健全性評価や燃料安全性等の研究業務を通して、新たな規制判断に必要となる人材育成に貢献した。さらに、次年度からの原子力規制庁研究職員の人材育成等を目的とする共同研究の実施、原子力規制庁及び原子力機構からの相互の人員派遣、研究の総合力強化のための大学等を含む人材交流・人材育成を明記した協定を原子力規制委員会と平成 31 年 3 月 29 日に締結した。

i) 国際水準に照らした安全研究成果の創出状況

通常運転時の燃料挙動を計算可能な国内唯一の公開コードである FEMAXI について、燃料特有の物理過程に関する知見を取り込んだ新しい物理モデルの導入やアルゴリズムの改良により計算の安定性及び解析性能を大きく改善し、世界的に標準とされている米国コードを上回る規模で検証を行い、同コードと同等の予測性能を有することを確認した上で、検証レポートと併せて最新バージョン FEMAXI-8 として公開し、プレス発表を行った。原子炉格納容器内の水素移行挙動に関して、OECD/NEA の HYMERES プロジェクト(平成 29 年度前期終了)の成果及び CEA との共同研究により取得したデータに基づき噴流による密度成層浸食に関する予測モデルを構築するとともに、機構で実施した密度成層挙動可視化実験結果が後継の HYMERES-2 プロジェクトにおける実験条件の策定に活用された。CEA との国際共同実験、AGF を用いた実験等のデータに基づき、原子炉冷却系内の雰囲気条件やホウ素の有無による影響を考慮できる FP 化学挙動モデル

を構築し、これを SA 総合解析コード THALES2 に導入し、代表的な事故シナリオに対するソースターム評価に適用した。スウェーデン王立工科大学 (KTH) との国際協力で取得した溶融物水中落下実験のデータを活用し、溶融炉心／冷却材相互作用解析コード JASMINE のモデルを改良し、注水量(水位)に対する冷却成功確率を算出した。これらの成果は新規制基準に対応した炉心損傷後の水素リスク対策、シビアアクシデント時のソースターム評価の高度化、溶融炉心／コンクリート相互作用 (MCCI) 防止対策に必要な要素技術を開発したものである。また、原子炉压力容器の確率論的破壊力学による構造健全性評価の実用化に関して、米国原子力規制委員会 (NRC) と協力して実施した PASCAL4 のベンチマーク解析結果も根拠として引用されている日本電気協会電気技術指針「確率論的破壊力学に基づく原子炉压力容器の破損頻度の算出要領 (JEAG 4640)」が発刊された。さらに、再処理施設における重大事故として、高レベル廃液の蒸発乾固事象に対するガス状 Ru の移行挙動に係る新たな知見を得るとともに、LG-SIMS による保障措置環境試料中の高感度かつ高分解能な微小ウラン粒子分析法について、IAEA による分析能力認証試験に合格し、今後の試料に対する同装置による分析が認証された。

公表した査読付き論文数 83 報のうち 81 報が、Annals of Nuclear Energy、Risk Analysis、Environment International 等の英文誌に掲載された論文であるとともに、国際会合において 5 件の招待講演を行った。また、機器・配管における複数亀裂の合体評価に関する成果は、ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section XI, Code Case N-877: RULES FOR FLAW INTERACTION FOR SUBSURFACE FLAWS IN OPERATING PRESSURIZED VESSELS へ反映された。平成 30 年度から開始した機構が運営機関である OECD/NEA の ARC-F プロジェクト(平成 31 年 1 月 24 日プレス発表、科学新聞に掲載)、「過去の臨界事故解析サブグループ (WPNC/SG-4)」、IAEA 関連の「廃止措置終了に関する国際プロジェクト (COMDEC)」等の 7 件の新規案件を含む 55 件の国際協力を推進し、国際水準に照らした研究成果の創出を図った。IRSN とは、IRSN、原子力規制庁及び機構の三者によるワークショップを開催し、原子力施設の火災に関する情報交換を行った。また、平成 31 年度の若手研究者の IRSN 派遣に向けて、新たに熱水力安全研究分野の実施取決めを平成 30 年 8 月に締結した。

j) 国内外への成果の発信状況

国内協力として、京都大学をはじめとした国立大学法人等との共同研究 16 件及び委託研究 11 件を行った。

研究成果の公表については、発表論文数は 97 報、技術報告書は 8 件、口頭発表数は 108 件であった。

原子炉運転中の燃料挙動を計算する軽水炉燃料コード FEMAXI-8 を公開し、プレス発表を行った。

LG-SIMS による保障措置環境試料中の高感度かつ高分解能な微小ウラン粒子分析法について、IAEA による分析能力認証試験に合格し、プレス発表を行った。

研究活動や成果が対外的に高い水準にあることを客観的に示す、国際会合 5 件の講演依頼を含む 15 件の招待講演を行うとともに、国際会議の組織委員、運営委員等で 18 件の貢献を行った。

研究業績の発信に対する客観的評価として、学会等から 5 件の表彰を受けた：

ロ. 関係行政機関等への協力

規制基準類の策定等に関し、原子力規制委員会や学協会等に対して最新の知見を提供するとともに、原子力規制委員会や環境省における基準類整備のための検討会等における審議への参加を通して技術的支援を行った。また、原子力規制委員会の技術情報検討会に参加し、個々の海外事例からの教訓等と我が国の規制に反映することの必要性等について議論を行った。

a) 原子力規制委員会の技術的課題の提示又は要請等を受けた安全研究の実施状況

規制行政機関が必要とする研究ニーズを的確に捉え、平成 30 年度から開始した「緊急時モニタリングセンターに係る訓練の高度化業務」の 1 件の新規受託を含む、原子力規制委員会等からの 24 件の受託事業を原子力基礎工学研究センター、原子力科学研究所、システム計算科学センター、大洗研究所及び東濃地科学センターと連携し実施した。

b) 改良した安全評価手法の規制への活用等の技術的な貢献状況

受託事業で得られた実験データや解析コード等の安全研究成果は、成果報告書として原子力規制委員会、内閣府等へ報告した。例えば、PASCAL4による原子炉压力容器溶接継手に対する非破壊試験に関する評価結果は原子力規制委員会における維持規格の技術評価のための技術情報として報告し、技術評価書に活用される見込みである。また、避難指示解除に向けた被ばく線量評価結果は内閣府における特定復興再生拠点の避難指示解除に向けた検討のための技術情報として、確率論的破壊力学に基づく原子炉压力容器の破損頻度の評価結果は日本電気協会「電気技術指針「確率論的破壊力学に基づく原子炉压力容器の破損頻度の算出要領(JEAG 4640)」における亀裂評価点の根拠として、放射線防護の最適化における単位集団線量の貨幣評価値に関する研究内容は「レベル 3PRA の実施基準:2018」附属書における技術的参考情報としてなど、10 件の基準整備等でそれぞれ活用された。

国の規制基準類整備のための「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム(原子力規制委員会)」、「維持規格の技術評価に関する検討チーム会合(原子力規制委員会)」、「除去土壌等の再生利用に係る放射線影響に関する安全性評価検討ワーキンググループ(環境省)」等に専門家を延べ 48 人回派遣するとともに、学協会における規格基準等の検討会に専門家を延べ 164 人回派遣することにより、6 件の規格・基準・標準等の整備のため、機構が実施した研究成果や分析結果の提示等を含めた技術的支援を行った。特に、ASME の規格基準に関するワーキンググループへの派遣では、「Boiler & Pressure Vessel Code, Section XI, RULES FOR INSERVICE INSPECTION OF NUCLEAR POWER PLANT COMPONENTS, Code Case N-877」の整備に貢献するなど、研究成果の国際標準化に取り組んだ。

IAEA の専門家会合へ 9 人回、OECD/NEA の上級者委員会へ専門家を 32 人回派遣するなど、国際機関の活動に対する人的・技術的貢献を行った。

(ii) 原子力防災等に対する技術的支援

イ. 原子力防災に係る人材育成と基盤強化の支援

地方公共団体職員等の原子力防災関係者を対象として、原子力災害対応等の知識・技能習得を目的とした実習を含む研修プログラムを整備し研修を実施した結果、原子力防災関係者の緊急時対応力の向上に寄与した。研修後のアンケート調査結果を分析し、おおむね受講生の理解を得られていることを確認するとともに、アンケート回答や質疑応答時の受講生のコメントを踏まえて、適宜テキスト及び説明内容を改善した。また、最新の国の方針・知見等を反映したテキスト内容の修正・追加等を行うとともに、限られた時間内で実習時間を確保することにより、受講生の理解増進を図った。

上記研修に加えて、原子力施設の緊急事態に際して意思決定業務に従事する中核要員、住民避難等で指揮を執る要員を対象とした研修、図上演習を実施又は試行し、急速に事態が進展する場合や情報が限られている場合の判断能力を育成するなど、緊急時における原子力災害対応の実効性向上に貢献した。東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて開発した我が国独自の研修プログラムは、研修を通しての意見交換、研修後のアンケート調査、専門家への意見聴取などの結果を踏まえて、カリキュラム、テキスト及び説明内容を適宜改善するとともに、次年度に向けた研修課題を明確化した。

機構職員に対しての研修・訓練として、原子力緊急時に活動する専門家の育成を目的に、機構内専門家及び原子力緊急時支援・研修センター職員を対象に、平成 29 年度に引き続き研修・訓練を実施し、緊急時モニタリングセンターや避難退域時検査場での対応を含む緊急時対応力の向上及び危機管理体制の維持を図った。

国の原子力総合防災訓練の企画及び訓練に参画し、訓練時には官邸、原子力規制委員会、自衛隊、地方公共団体及び事業者等の活動に係るコントローラーとして支援するとともに、緊急時モニタリングセンター、避難退域時検査及び航空機モニタリングへ専門家と資機材を派遣して、指定公共機関としての支援活動を実践した。

地方公共団体等の原子力防災訓練の企画及び訓練に参画し、緊急時モニタリングセンターの活動の在り方、広域的な住民避難、避難退域時検査の運営方法への助言や立地地域の特性を踏まえた活動の流れを検証する等、実効性のある原子力防災対応体制の構築に貢献した。

我が国の原子力防災体制の構築を支援するため、緊急時モニタリングセンター要員の対応能力の向上を目的とした訓練に専門家を派遣し、緊急時モニタリング体制の整備に貢献した。また、緊急時モニタリング訓練評価委員の立場からも専門家を派遣して、訓練の内容、運営、効果等について意見具申を行うことにより、訓練の改善に貢献した。

ゲートモニターを用いる車両を対象とした避難退域時検査の所要時間の検証試験を実施し、その結果をもって茨城県避難計画の作成を支援するとともに、検査に係る条件や所要時間は道府県向けの避難退域時検査研修において活用された。

上記の国等が実施する原子力防災訓練や原子力防災体制の整備への支援を効果的に実施するため、平成 30 年度 4 月に原子力防災支援グループを新設するとともに、原子力防災支援グループ、基礎研修グループ及び専門研修グループを統括する防災支援研修ディビジョンを新設して体制を大幅に強化し、国等が推進する原子力防災に係る人材育成や原子力防災体制の基盤強化への支援をより拡大させた。

ロ. 原子力防災に関する調査・研究

原子力災害時等の防護措置の実効性向上を図るため、原子力緊急事態における防護措置である要配慮者等の屋内退避に係る外部及び内部被ばく低減効果についての解析的検討を安全研究センター及び建設部と協力して実施し、屋内退避施設の技術基準に係る情報を国へ提供した。当該成果は、国が原子力発電所周辺で整備を進めている放射線防護対策を施した屋内退避施設の有効性を裏付ける技術的根拠として活用されるとともに、地方公共団体向けの「放射線防護施設の運用及び維持管理マニュアル(案)」として取りまとめた。また、原子力災害時に必要となる防護資機材の選定、活用等についてのマニュアル整備に向けた調査・検討を継続して行い、防護資機材に求める標準的な性能や運用上の留意事項等を取りまとめて国へ提供した。

放射線モニタリングに関する調査・研究として、東京電力福島第一原子力発電所事故後の空間線量率の分布状況の経時変化を調査するために、原子力規制委員会からの受託事業として、当該原子力発電所 80km 圏内外の航空機モニタリングを継続した。また、原子力発電所緊急時における航空機モニタリングの実働を可能とするため、平成 30 年度は中国電力島根原子力発電所周辺、中部電力浜岡原子力発電所を対象として、平時におけるバックグラウンド空間線量率のモニタリングを実施するとともに、平成 30 年度原子力総合防災訓練及び北海道原子力防災訓練では原子力規制庁、防衛省と連携して緊急時航空機モニタリング訓練を実施し、国が推進する緊急時の航空機モニタリングの実施体制の整備に貢献した。また、平成 29 年度まで機構の福島研究開発部門で実施していた東京電力福島第一原子力発電所事故後の空間線量率及び放射性物質の土壌沈着量の分布状況の調査を平成 30 年度は原子力緊急時支援・研修センターで実施し、異なる手法による空間線量率モニタリング結果の統合化、モニタリング地点の最適化などモニタリングの実行性向上に資する技術情報を国へ提供した。これらの結果は、平成 31 年度の当該調査における定点モニタリングポイントの 6,500 地点から 5,000 地点への削減根拠として活用された。

上記の調査・研究の実施に当たっては、平成 30 年 4 月にモニタリング技術開発グループを新設するとともに、原子力防災に関する調査・研究を実施する 3 グループを統括する防災研究開発ディビジョンを新設して調査・研究体制を大幅に強化したうえで、部門内外との協力や兼務者の活用を含む柔軟な人員配置を行い、国からのニーズに円滑かつ効果的に対応した。

原子力防災に係る調査・研究成果の最大化を図るため、内閣府、原子力規制庁との連絡会を開催し、国のニーズの把握に努めるとともに、ニーズに合致した成果や情報をタイムリーに発信、提供できるよう努めた。

国際的な活動としては、IAEA が主催する原子力及び放射線緊急事態における公衆とのコミュニケーションに関する国際シンポジウムに参加し、東京電力福島第一原子力発電所事故の際に機構が行った放射線に関する電話相談の実績等についての情報を提供した。IAEA が開催する原子力防災基準委員会(EPRc)及び OECD/NEA が開催する原子力緊急事態関連事項作業部会(WPNEM)に専門家を派遣し、原子力防災に係る安全指針文書の策定に貢献するとともに、日本の原子力防災の最新状況を提供した。二国間協力として、フランス放射線防護原子力安全研究所(IRSN)と新たに原子力防災分野における協力関係を構築していくことを目指し、相互の研

研究者の定常的な情報交換の場として環境放射線モニタリングに関する第 1 回ワークショップを開催した。また、韓国原子力研究所(KAERI)と放射線防護及び環境モニタリング技術の開発のための実施取決めを新たに締結し、環境モニタリングに係る計測試験を福島県において実施するなどの協力を開始した。

ハ. 国際的な緊急時対応に向けた活動

国際的な緊急時対応と人材育成に関しては、平成 30 年度も引き続き IAEA アジア原子力安全ネットワーク(ANSN)の防災・緊急時対応専門部会(EPRTG)の活動に協力するとともに、IAEA の緊急時対応援助ネットワーク(RANET)の登録機関として、IAEA 主催の国際緊急時対応訓練に際しては、原子力規制庁と連携して、放射性物質の大気拡散計算や放射線モニタリングに係る支援内容の調整や対応プロセス等について確認した。

また、IAEA 緊急時対応能力研修センターの緊急時モニタリングに関する RANET ワークショップの開催に協力するとともに、IAEA 原子力発電基盤整備に関する訓練コース等の研修に講師を派遣した。

ニ. 原子力災害時等における人的・技術的支援状況

原子力災害等の事態発生は無かったが、震度 5 弱以上の地震発生時には、原子力災害対策マニュアル等における自然災害発生時の情報収集事態(原子力施設所在市町村で震度 5 弱以上の地震)に準じて、情報収集の強化などに対応した。

ホ. 我が国の原子力防災体制基盤強化の支援状況

機構内専門家を対象とした研修、訓練、国内全域にわたる原子力防災関係要員を対象とした研修、訓練並びに国、地方公共団体等の原子力防災訓練及び緊急時モニタリングセンター活動訓練を実施した。さらに、内閣府受託事業として、中核要員等を対象とした研修、図上演習を実施、試行し、原子力防災に対する体制や対策の強化に貢献した。

研修、訓練、調査・研究等を通じた我が国の原子力防災体制基盤強化への支援に加え、原子力災害対策マニュアルの改訂、地域防災計画の改訂、緊急時対応の修正及び基本指針・国民保護計画、国民保護計画実施要領の改訂に対して技術的助言等を行い、国及び地方公共団体の原子力防災体制の強化に向けた取組みに貢献した。

原子力防災に関する協議会等(道府県原子力防災担当者会議、茨城県東海地区環境放射線監視委員会、原子力施設等放射能調査機関連絡協議会等)へ継続的に出席し、技術的助言を行った。

ヘ. 原子力防災分野における国際貢献状況

上述の IAEA、OECD/NEA での活動や CBC の RANET ワークショップ、ConvEx 訓練への協力を通じて、国際的な原子力防災の体制整備や実効性向上に貢献した。また、緊急時モニタリング等に関する KAERI、IRSN との二国間協力を推進させた。

バラカ原子力発電所の稼働を控えるアラブ首長国連邦のカリファ大学と原子力国際協力センタ

一とのワークショップに原子力防災の専門家として参加し、日本の原子力災害対策の枠組み及び原子力緊急時支援・研修センターの緊急時支援のための施設・設備、体制、支援方法等、原子力防災体制の強化に資する情報を提供した。また、中国国家原子力緊急対応技術支援センター、UAE 人材育成コンサルタント企業(OPIC Consulting & Training 社等)及びサウジアラビア原子力・再生エネルギー開発機関の視察団を受け入れ、各国の原子力防災体制の整備や強化に資する情報を提供した。

ト. 原子力災害への支援体制を維持・向上させるための取組状況

国が推進する原子力災害対策に係る多様なニーズに対応するため、原子力緊急時支援・研修センターと安全研究センターとの部門内連携及び福島研究開発部門、システム計算科学センター、建設部、放射線管理部との部門間連携を推進した。

国、地方公共団体等が実施する原子力防災訓練への参加を通じた OJT、機構内専門家及び原子力緊急時支援・研修センター職員を対象とした研修、訓練等を実施し、機構の指定公共機関としての支援体制の維持、緊急時対応力の向上を継続して図った。

原子力災害時等に指定公共機関としての責務が果たせるよう、24 時間体制で原子力規制庁等からの緊急時での支援要請に備えるとともに、防災用情報通信システム及び非常用発電設備等の緊急時対応設備の経年化対策など危機管理施設・設備の保守点検を行い、機能を維持した。

④ 原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動

東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、原子力の利用においては、いかなる事情よりも安全性を最優先する必要があることが再認識され、世界最高水準の安全性を不断に追求していくことが重要である。産業界や大学等と連携して、原子力の安全性向上に貢献する研究開発を行うとともに、非核兵器国として国際的な核不拡散・核セキュリティに資する活動を行い、課題やニーズに的確に対応した成果を創出し、原子力の平和利用を支える。

軽水炉等の安全性向上に資する燃材料及び機器、並びに原子力施設のより安全な廃止措置技術の開発に必要となる基盤的な研究開発を進める。具体的には、事故耐性燃料用被覆管候補材料の酸化・熔融特性評価手法や、使用済燃料・構造材料等の核種組成・放射化量をはじめとする特性評価手法等を開発する。さらに、開発した技術の適用性検証を進め、原子力事業者の軽水炉等及び自らが開発する原子力システムの安全性向上に資する。また、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における事故進展シナリオの解明等を進めるとともに、得られた成果を国内外に積極的に発信することにより、原子力施設の安全性向上にも貢献する。

IAEA 等の国際機関や各国の核不拡散・核セキュリティ分野で活用される技術の開発及び我が国の核物質の管理と利用に係る透明性確保に資する活動を行う。また、アジアを中心とした諸国に対して、核不拡散・核セキュリティ分野での能力構築に貢献する人材育成支援事業を継続し、国際的な COE(中核的研究拠点)となることで、国内外の原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティの強化に取り組む。なお、これらの具体的活動に際しては国内外の情勢を踏まえ、柔軟に対応していく。

本事業に要した費用は、2,615 百万円(うち、業務費 1,897 百万円、受託費 718 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(1,272 百万円)、補助金等収益(346 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、以下に示すとおりである。

(i)原子力の安全性向上のための研究開発等

イ. 軽水炉の安全性向上や原子力施設の長期的な信頼性向上

シビアアクシデント時のソースターム評価の不確かさを低減するために、過酷事故時の原子炉内外の核分裂生成物沈着挙動モデル化に向けて、核分裂生成物(Fission Product:FP)放出移行実験装置(TeRRa)と化学反応解析ツール(CHASER)を継続的に改良し、セシウムの炉内移行時の化学反応によるガス状ヨウ素生成の可能性や BWR 制御材ホウ素移行時の高温領域での構造材との化学反応等、ソースターム評価手法改善に必要であるがこれまでに知見が無い新規な化学挙動データを取得した。また年度を超えた成果として、再処理施設事故時のソースタームに大きな影響を及ぼすにも関わらずこれまでに知見が無いルテニウムの化学挙動データを新たに取得し、FP 化学挙動データベース(ECUME)のデータセット及びモデルを拡充した。さらに、より現実的な条件でのソースターム評価を可能とするため、ECUME におけるセシウムの鋼材への化学吸着モデルをシビアアクシデント解析コード(SAMPSON)に実装した。

フィルターベント機器の除染性能評価手法の構築に資するために、ベンチュリースクラバー内可視化試験によりフィルタードベント機器の除染性能評価手法の検証や物理モデル構築に必要な液滴周囲におけるエアロゾル粒子挙動に関するデータを取得した。年度を超えた成果として、これらデータと解析結果の比較により、エアロゾル捕集のメカニズムを明らかにし、FP 捕集の評価手法(TPFIT ver.1)を完成・公開した。

事故耐性燃料を既存軽水炉へ導入するための技術基盤の整備に資するために、事故耐性燃料被覆管候補材である改良ステンレス鋼(FeCrAl-ODS 鋼:フェライト鉄クロムアルミニウム保護層による酸化物分散強化鋼)について、高温酸化挙動に及ぼす冷却材流量依存性データを取得し、現在の試験装置で実施可能な試験条件範囲では冷却材流量による有意な差はないことを確認した。今後は、新たな試験設備の整備を含めて、実機模擬環境での試験実施の可否、必要性について検討する。

廃止措置における原子炉構造材料の放射化量評価手法の高度化に資するために、構造材料放射化計算用データ及びコードシステム整備を継続し、JENDL4.0 ベースライブラリを適用したORIGEN2 コード用放射化断面積等のデータ形式をコードシステムで利用できるよう変換した。

事故時の燃料集合体挙動評価のためのデータ取得と解析コード改良のため、炉内における燃料溶融挙動に影響を与える化学反応を評価する解析モデルを多成分詳細解析コード(JUPITER)へ組み込みを行った(日本原子力学会熱流動部会優秀講演賞を受賞)。年度計画を超えて、既往実験データ等との比較により JUPITER のメインフレームの検証を行い、平成 30 年 5 月に公開した。また、原子炉格納容器下部への溶融物蓄積挙動と組成分布に関するデータを取得し臨界評価を実施した。

事故時の原子炉内3次元熱流動挙動予測のために、4×4 模擬燃料集合体試験装置にて取得したボイド率分布データのデータ整理、誤差評価手法の検討を行ってデータベースを新たに構築

した。年度を超えた成果として、上記データベースを用いて、原子炉内3次元熱流動挙動評価のために開発されている二相流詳細解析コード TPFIT のメインフレームの検証を行い、平成 30 年 5 月に公開した。

ロ. 研究成果の機構内外への活用の試みとその事例

産業界等との意見交換において、軽水炉の安全性向上や機器・材料の性能向上に関する重要な研究課題についてヒアリングし、意見交換で聴取した研究開発ニーズに基づき、連携研究となり得る課題に関して以下の基盤研究を新規に立ち上げ、あるいは加速した。

原子炉内二相流評価技術を燃料設計に適用するために、二相流詳細解析コード(TPFIT)の適用性評価、課題抽出に係る民間企業との共同研究を開始した。原子炉内二相流挙動に対する試解析を実施し、原子炉圧力条件における解析が実施できることを確認した。

事業者によるソースターム評価手法改善に役立てるため、エネルギー総合工学研究所と、FP 化学挙動データベース ECUME の実装によるシビアアクシデント解析コード(SAMPSON)の改良・高度化のための共同研究を開始した。

これまで大規模実験の結果により評価されていた限界熱流束について、機構論的評価手法を構築するための研究を効果的に加速させるために、「原子炉における機構論的限界熱流束評価技術」研究専門委員会を日本原子力学会内に発足させ、既存評価手法についての課題調査や、機構論的評価手法構築のためのロードマップ検討を開始した。

電事連・JEMA・民間研究機関・JAEA という体制で、SA に関する情報共有の場(SAプラットフォーム)を立ち上げ、軽水炉に関する知識基盤整備の観点から、軽水炉全般(発電の仕組み等から SA 事象・対応まで)に及ぶ体系的な技術資料「SAアーカイブズ」のドラフト版を作成した。その過程でその中で浮かび上がった技術課題についても抽出に着手した。

(ii) 核不拡散・核セキュリティに資する活動

イ. 技術開発

国内外の動向を踏まえ、核鑑識では、技術の高度化に継続して取り組むとともに、核・放射線テロ発生後の核鑑識技術開発に着手した。また、核テロ防止・事象発生時の対応について、警察関係者と意見交換を行い、核鑑識に関わる技術開発や事象発生時の対応手順、警察からのニーズなどを共有した。福島熔融燃料の保障措置・計量管理の技術開発については、熔融燃料等の核燃料物質非破壊測定に必要な燃焼度推定方法に関するワークショップを米国と開催し、双方の知見と課題を共有するとともに課題解決に向けた検討を行った。また、国内関係機関との勉強会を設け知識ベース向上に貢献した。核検知・測定技術開発については、核共鳴蛍光(NRF)非破壊測定(NDA)技術開発で NRF 測定に影響を与える光子弾性散乱についてシミュレーションツールキット「GEANT-4」に対応したコードを作成した結果、平成 30 年 12 月にリリースされた GEANT-4(Ver.10.5)にそのコードが組み込まれた。アクティブ中性子非破壊測定技術開発では、平成 29 度まで進めてきた中性子を利用したアクティブ測定法の技術開発の成果を基に、高い放射能を持つ試料中の核物質等の測定を目指し、4 年間の開発プロジェクトに着手した。さらに、核セキュリティ事象における核・放射性物質の魅力度評価研究を日米共同で進めるなど、原子力の平和利用

に必要不可欠な核不拡散・核セキュリティ分野を支える技術開発を米国、欧州の関係研究機関等との協力のもと実施した。主な成果は以下のとおりである。

a) 核鑑識技術開発

IAEA が核セキュリティ体制の重要な構成要素と位置付けている核鑑識に係る技術開発について、米国エネルギー省(DOE)とウラン精製年代測定法(プロトアクチニウム 231(Pa-231)/ウラン 235(U-235)比)に関わる共同研究及び核鑑識画像データの解析手法開発に関わる共同研究を継続し、それぞれの技術の改良を行った。また、機構が考案した標準物質の添加や厳密な濃度管理の要らないウラン精製年代測定法(in-situ 同位体法)について、欧州委員会共同研究センター(EC/JRC)との共同試料分析による確認試験においてその有効性を確認し、より短時間で分析を行う技術の高度化に大きく貢献した。新たに核・放射線テロ発生後の核鑑識技術開発に着手し、複数の検出器を組み合わせたハンディタイプの検出器の検討などを実施した。核鑑識に関する国際技術ワーキンググループ(ITWG)が主催する第 6 回国際共同試料分析演習に参加し、分析結果等について適時に定められた項目の報告を行い核鑑識事案への対応能力が検証された。特に年度計画を超える成果として、核テロ防止・事象発生時の対応について、警察関係者と意見交換を行い、核鑑識に関わる技術開発や事象発生時の対応手順、警察からのニーズなどを共有し、連携を深めた。これを受けて機構の対応について機構内関係者との議論をスタートさせた。このように、東京オリンピック・パラリンピックを控え、大規模イベントにおける核テロ対策の強化が求められている中で前年度より開始した警察当局との連携協力を着実に推し進めている。核鑑識に関する技術開発については日本原子力学会で研究成果の発表を行ったほか、核鑑識技術を紹介する情報発信を行った。

b) 東京電力福島第一原子力発電所の熔融燃料等の計量管理技術開発

東京電力福島第一原子力発電所の熔融燃料等の核燃料物質の定量を目的として、複数の技術を組み合わせた統合型システムの検討を行うとともに、熔融燃料等の核燃料物質非破壊測定に必要な燃焼度推定方法について、米国 DOE 及び国立研究所とワークショップを開催し、双方の知見と課題を共有し課題解決に向けた検討を行った。熔融燃料等の計量管理手法の検討では、東京電力 HD、NDF に、原子力機構が検討した計量管理手法を紹介するとともに、両法人に IRID を加えて情報共有の場(勉強会)を原子力機構が主導して 2 回設け、関係者の知識ベース向上に貢献した。また、文部科学省「平成 29 年度 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 廃炉加速化プログラム」に選定された「可搬型加速器 X 線源・中性子源によるその場燃料デブリ元素分析及び地球統計学手法を用いた迅速な燃料デブリ性状分布の推定手法の開発」(研究代表は東京大学)において、サンプリング結果による核物質分布推定に加えて相関を持つ周辺の放射能等から確からしさを向上させる外生ドリフト機能等を追加した燃料デブリ用 3 次元クリギングシステムの拡張を行い、計量管理への適用検討の基盤を整備した。本研究の成果について日本原子力学会 2019 年春の年会で発表した。

c) 使用済燃料直接処分に関わる保障措置・核セキュリティ対策

経済産業省資源エネルギー庁からの受託事業「平成 30 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(直接処分等代替処分高度化開発)」の一環として、使用済燃料の直接処分に特有な課題である保障措置・核セキュリティ対策についての検討を実施した。IAEA が主催した保障措置シンポジウムへの参加、フィンランドへの往訪調査等を通じた IAEA 及び各国の使用済燃料の直接処分に関する保障措置、核セキュリティの現況調査、長期的に管理すべき保障措置・核セキュリティ・保障措置に関する記録の種類整理、処分容器内のプルトニウム量など核物質のインベントリ変化の影響を評価するためのインベントリデータの整備を行うとともに、最近の脅威の動向やその対策、最新の核セキュリティ技術の開発状況を調査し、処分施設への適用性について検討し報告書に取りまとめ、経済産業省資源エネルギー庁に提出した。

d) 核物質の測定・検知技術開発

機構内組織と連携し、IAEA 保障措置局が平成 25 年 1 月に発表した長期研究開発計画(STR-375)やその後の改訂版などを踏まえ、以下のとおり核物質の測定及び検知に関する基礎技術の開発等を実施した。研究成果については、第 59 回核物質管理学会(INMM)年次会合や日本原子力学会等国内外の学会での発表及び学術誌への投稿を行った。

○核共鳴蛍光非破壊測定(NDA)技術実証試験

核共鳴蛍光(NRF)による核物質探知技術及び使用済燃料内核物質等の高精度 NDA 装置開発に寄与する技術の実証試験を平成 31 年度に行うため、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構及び兵庫県立大学との共同研究により、兵庫県立大学の電子線蓄積リング加速器施設「ニュースバル」にて、レーザー・コンプトン散乱(LCS)ガンマ線を発生させるためのレーザーシステムの準備、LCS ガンマ線発生試験、NRF ガンマ線検出のための装置整備など、計画どおり準備を進めた。また、ガンマ線光弾性散乱の NRF 測定に対する影響を調べるため、米国 Duke 大学のガンマ線源施設(High Intensity Gamma-ray Source:HIGS)でのベンチマーク実験を継続して実施した。本実験に併せて、欧州原子核研究機構(CERN)を中心とする開発グループが開発した粒子や放射線と物質の相互作用を模擬するためのシミュレーションツールキット「GEANT-4」に対応したガンマ線散乱現象を計算するコードを作成した結果、GEANT-4 共同研究グループから高い評価を受け、平成 30 年 12 月にリリースされた GEANT-4(Ver.10.5)ライブラリにそのコードが正式に組み込まれた。さらに、光の偏光を組み入れたコードに発展させ、その成果について Physical Review B 論文投稿した。

○アクティブ中性子非破壊測定技術開発

EC/JRC と協力し種々の対象物に共通して適用が期待できる外部中性子源を用いた 4 つのアクティブ中性子 NDA 技術の開発を進めた。これまで実施してきた低線量試料による要素技術開発成果を基に平成 30 年度から 4 年計画で、高線量核物質などを測定するための技術開発に着手した。単体の DT 中性子源(重水素と三重水素の核融合反応による中性子発生源)でダイアウエイ時間差分析法(DDA)、即発ガンマ線分析法(PGA)、中性子共鳴濃度分析法(NRTA)を行うこ

とができる統合装置の開発を燃料サイクル安全工学施設(NUCEF)で開始し、DDA、PGA の基礎設計を行った。PGA 実験においては検出器への中性子到達を 100 分の 1 に抑制できることをシミュレーションで確認した。また、遅発ガンマ線分析法(DGA)による核分裂核種比の測定技術開発では、EC/JRC の Ispra 研究所(イタリア)に機構が開発した装置を持ち込み、試験を実施している。平成 30 年度は、バックグラウンドを低減するための装置改造を行い、Cf 線源を用いて遅発ガンマ線を観測できることを確認し、小型装置の実現可能性を示した。

さらに、Geel 研究所のタンデム加速器で生成される中性子を用いた中性子減速試験を行うためのシミュレーション計算を進め、実施計画の詳細検討を進めた。また、コンパクトな NRTA 装置で高精度測定を行うため、極短パルスが発生できるレーザー駆動中性子源を用いた技術開発を開始し、機構の放射線標準施設、大阪大学レーザー研究所、及び京都大学原子力科学研究所において、中性子検出器の性能試験を行い、基礎データを得た。

e) 海外機関との研究協力

機構と DOE との核不拡散・核セキュリティ分野での協力に関し、常設調整会合を開催し、協力項目の確認及びレビューや廃止措置施設に対する保障措置技術開発など今後の協力を視野に入れた議論を行い、協力関係を強化した。また、核不拡散・核セキュリティ技術の高度化、同分野の人材育成等に関する共同研究を実施するとともに新規プロジェクトの締結手続を行った。本協力が 30 周年を迎えたことを記念し、これまでの活動をまとめたリーフレットを作成するとともに、ワーキングレベルの記念イベントとしてパネルディスカッションを行い今後の協力の方向性を議論した。機構と EC/JRC との協力については、運営会合を開催し、協力項目のレビューを行い将来プロジェクト項目の検討等、協力の拡充に向けた議論を行うとともに、新規プロジェクトに着手した。

f) 核物質魅力度評価研究及び核拡散抵抗性評価手法に関する国際的な貢献

DOE と共同で実施している核セキュリティに係る核物質を含む放射性物質の魅力度(その物質がどの程度テロ行為に使われやすいかという指標)評価に関する研究について、技術会合を 4 回開催し、評価手法の検討や評価指標の分析等を行った。核拡散抵抗性技術に関し、第 4 世代原子力システム国際フォーラムの核拡散抵抗性及び核物質防護評価手法作業部会(GIF PR&PP WG)の活動に参加し、中国でのセミナーでの講演や GIF PR&PP 白書作成への参画を通じ、新型炉設計への核不拡散・核セキュリティの取り込み方策に関して国際的に貢献した。また、高温ガス炉を対象とした核拡散抵抗性研究成果について IAEA 主催の保障措置シンポジウム、日本核物質管理学会年会で発表した。

ロ. 政策研究

核不拡散(保障措置)、核セキュリティ(2S:Safeguards, Security)及び原子力の平和利用に係る国内外の動向に係る情報を収集し、これらの情報からリスク等を分析し、研究を実施すべき要素を抽出した。昨今の状況を踏まえた要素として、核不拡散条約の遵守、米露におけるプルトニウムの不可逆的な処理処分、米朝首脳会談、核不拡散上機微な施設の廃止措置、及びこれらに係る保障措置等が挙げられた。これらの要素を網羅し、また関係行政機関からの要請に基づき、「非核

化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究」を開始した。

平成 30 年度は、機構が有する技術的知見に基づき、過去に核兵器開発、非核化を実施した又は非核化に向けた取組を実施している等の国の事例を調査し、非核化達成のための要因分析を行った。原子力の平和利用の観点から、核兵器の解体、無能力化、廃止措置及びそれらの検証に係る技術的プロセスの検討等の研究計画を策定した。また、非核化達成のための事例調査に関して、南アフリカ、リビアを対象として、核兵器開発又は取得の動機、非核化決定時の内外情勢、核開発の進捗度、制裁等の効果、国際的枠組み等、非核化の方法、非核化の検証方法・検証者、非核化の動機、非核化の対価(インセンティブ)等の報告書を取りまとめた。なお、これら政策研究の実施に当たり、外部有識者から構成される核不拡散政策研究委員会を 3 回開催して、事例調査結果、非核化の達成要因の分析結果等について議論を行い、本研究に反映した。

2S に係る国際的な動向を収集し、調査・分析した成果を ISCN ニュースレターで 50 件報告するとともに、世界の原子力発電計画とそれを担保する二国間原子力協力協定の動向、北朝鮮の核問題等を取りまとめた「核不拡散動向」を 3 回改訂し、機構のホームページで公開した。これまでの政策研究の成果として、日本原子力学会及び日本核物質管理学会での発表し専門家との議論を行った。加えて、日本核物質管理学会時報、エネルギーレビュー誌に投稿するなど、専門家等との議論や情報提供を実施した。また、関係行政機関からの要請に基づき、情報を分析するとともに、その結果を提供した。

東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻へ客員教員の派遣を継続するとともに、同研究科原子力専攻(専門職大学院)、東京工業大学大学院原子核工学専攻などへの講師派遣を通じて、2S に係る教育・連携を推進した。また、外務省、経済産業省の調査員(非常勤)として専門家の観点から助言を行った。以上の通り、核不拡散政策研究、情報収集及び分析結果の提供、大学での人材育成並びに関係する学会、大学及び関係省庁との連携を通じて、2S 及び原子力の平和利用の分野の活動に貢献した。

ハ. 能力構築支援

我が国の原子力平和利用における知見・経験を活かし、核不拡散・核セキュリティ強化のため、アジア諸国を中心とした原子力新興国等及び国内における人材育成に貢献することを目的とし、以下の活動を実施した。これらの活動の実施のため、平成 29 年度に引き続き、核物質防護実習フィールド(侵入場所を特定できる侵入検知システムの導入)及びバーチャルリアリティ(VR)施設の整備(保障措置訓練システムの開発)等を行った。

平成 30 年度のセミナー及びワークショップについては、年度当初の計画・目標に対し、回数は年度計画を上回り、参加者数についても急遽先方都合で次年度に変更となったもの等があったものの、当初目標の 8 割を超えることができた。

核セキュリティコースでは、主にアジア諸国を対象として、基幹となるトレーニングである核物質防護のトレーニング(PP RTC)に加え、IAEA との協力の下、改正核物質防護条約の批准促進に係るワークショップ及び放射性物質のセキュリティに関するトレーニングコースを実施した。また、海外で開催したトレーニングとしては、インドネシアでの核物質防護性能評価トレーニングの支援及びカザフスタンの中核的トレーニングセンター(COE)に対する講師育成支援を行った。また、

新しく核鑑識に係るトレーニングコースを開発し、平成 31 年 1 月 28 日～31 日に実施した。国内向けのコースでは、世界核セキュリティ協会(WINS)との共催ワークショップの開催、国内関係政府機関・国内電気事業者及びセキュリティ関連組織等を対象としたトレーニング等を行った。さらに、トレーニングの効果を評価するための手法について、各国の取組や良好事例を共有するためのワークショップをカザフスタンの国際科学技術センター(ISTC)及び DOE と共同で開催し、ISCN の知見を参加者と共有した。

保障措置・国内計量管理コースでは、主にアジア諸国を対象として、基幹コースである国内計量管理制度に係るトレーニングに加え、このフォローアップとして、実際の核物質を用いた「非破壊検査(NDA)トレーニング」を EC/JRC の Ispra 研究所で実施した。また、少量議定書(SQP)国の保障措置に関する IAEA トレーニングを新たにホストした。本コースのアジア開催はこれが初めてとなる。

国内外の会議での口頭発表を 6 件及び誌上発表を 2 件で合計 8 件行い、バーチャルリアリティ(VR)技術の保障措置トレーニングへの適用、核物質計量管理とセキュリティのシナジー等の発表を行った。

○国内外の協力連携では、以下の活動を行った。

DOE とは、プロジェクトアレンジメントの下、保障措置、核セキュリティの両分野の人材育成支援事業において積極的な相互協力を継続した。PP RTC には DOE より講師 1 名が派遣され、ISCN の新任講師に対して DOE の熟練講師からのアドバイスがあった。

EC/JRC、韓国及び中国の中核的トレーニングセンター(COE:Center of Excellence)と協力し連携を深めた。また、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)のメンバー国を対象とした追加議定書の実施状況に係る良好事例の調査を主導し、調査結果の取りまとめと分析を行った。さらに、アジア太平洋保障措置ネットワーク(APSN)を通じて、アジア太平洋地域の全ての少量議定書締結国の人材育成に係るニーズ調査を主導し、その調査結果の取りまとめと分析を行った。

インドネシアとの核セキュリティ人材育成協力に関するレビュー会合を開催し、平成 26 年度に始まった協力の成果を評価し、今後の協力の改善策や新たな協力内容について議論し、双方で合意した。

電力会社等の要望に応じ、安全・核セキュリティ統括部(安核部)と協力し、核セキュリティ文化啓発についての講演会及び意見交換会を実施した。

機構内での講演会や核物質防護講座等を実施し、核不拡散・核セキュリティに関する機構内人材育成に寄与した。

ISCN の活動については、日米両政府、その他の連携組織(ASEAN 等)からの個別の感謝等を始め、IAEA 総会等で様々な言及がなされた。平成 30 年度の主な評価、コメント等は以下のとおり。

長年の国内計量管理制度(SSAC)コースの実績と経験が IAEA により評価され、平成 30 年 6 月に少量議定書(SQP)締結国の保障措置に関する国際トレーニングコースを開催した。このコースは、IAEA から日本国政府にする協力要請を受けて我が国で初めて開催したコースであり、19 か国から 24 名が参加した。講義と演習に加え、JRR-1 施設内にて ISCN が開発したシナリオに基

- づき補完的アクセスの模擬演習を行い、その実践的な内容に対して、参加者・IAEA 両者から好評を得た。IAEA 側からの強い要請に基づき、平成 31 年度も継続して実施することを決定した。
- ・イランへの保障措置に係るトレーニングコースは、IAEA 及びイランからの強い要請を受け、平成 29 年度に引き続き、平成 30 年 7 月に第 2 回目を実施。イラン原子力機関(AEOI)等より 24 名が参加した。この協力により、「イランの核問題に関する包括的共同作業計画(JCPOA)」の履行に向けて、イランとのコミュニケーションが円滑化したことから、IAEA から評価を受けた。
 - ・平成 30 年 8 月に東京で開催された日米核セキュリティ作業グループ(NSWG)の日米協力の一環として、米国政府代表団が ISCN のトレーニング施設(核物質防護実習フィールド及び VR)を訪問した。米側からトレーニング施設が大変充実していること、またこれら施設のトレーニングでの活用方法が効果的であるとの高い評価を得た。
 - ・平成 30 年 9 月に開催された IAEA 総会の日本政府代表演説の中で、日本の取組として、IAEA と ISCN との協力の下、国際的な核セキュリティ強化のため人材育成プロジェクトを通じて貢献していくとの言及があった。また本総会のサイドイベントとして開催された日米協力に関するイベントにおいて、リサ・ゴードン=ハガティ米 DOE/NNSA 長官より、ISCN と DOE/NNSA との人材育成協力は世界の核セキュリティ強化のための良好事例として非常に重要であるとの評価を受けた。
 - ・平成 30 年 10 月の第 15 回 ASEAN+3(日中韓)のエネルギー関係閣僚会議の共同声明において、ISCN の ASEAN 諸国に対する核不拡散・核セキュリティに係る継続的な支援について謝意が示された。
 - ・平成 30 年 11 月～12 月に開催した SSAC に係る国際トレーニングは、平成 8 年度以降毎年度 1 回 IAEA と共催しているコースである。平成 30 年度は国内外から多数の応募があり、23 か国からこれまでで最多となる 30 名が参加した。また、平成 30 度はより機構の強みを活かした特長あるコースとして拡充すべく以下の取組を行い、いずれも IAEA から高い評価を得た。
 - ・VR を用いた使用済燃料の検認に係るシナリオを ISCN が独自に開発し、今回初めてコース中に本シナリオに基づく演習を行った。
 - ・実際に IAEA の検認活動において用いられる非破壊測定(NDA)装置を調達し、その技術的特徴や適切な使用法を自ら参加者にデモンストレーションする能力を構築した。

二. 包括的核実験禁止条約(CTBT)に係る国際検証体制への貢献

CTBT 国際監視制度施設(高崎、沖縄、東海)の安定的な暫定運用を継続し、CTBT 機関準備委員会(CTBTO)に 2018 年の運用実績報告書を提出し承認された。北朝鮮核実験に備え、非常に重要な役割を果たしている高崎・沖縄両観測所は、定期保守や機器故障に伴う計画外の停止等を除き、ほぼ 100%の運用実績を達成し、高品質かつ信頼性の高いデータを締約国世界に配信し、国際的に高い評価を得続けている。東海公認実験施設では、観測所試料 29 件の分析を実施し観測所ネットワークの品質維持のための支援を行うとともに、CTBTO の主催する国際技能試験(PTE2018)に参加し分析結果を報告した。また、CTBTO による公認実験施設サーベイランス評価訪問での品質システムやマニュアル類の改善指摘事項に対応し、その結果を平成 30 年 12 月に CTBTO に報告した。これらの活動により、CTBT 国際検証体制へ大きく貢献した。

CTBT 国内運用体制に参画し国内データセンター (NDC) の暫定運用を行い希ガス観測データ及び粒子観測データの解析評価を継続するとともに、CTBT 国内運用体制の検証能力と実効性の向上を目的とする統合運用試験を3回実施した。また、検証技術開発の一環として、CTBTO の発行する解析結果レポートのフォーマット変更に伴い発生したデータベース自動登録機能及び検索機能の障害に対処し、データベースの機能を正常化した。これら NDC 暫定運用での成果を報告書にまとめた。一連の NDC の活動を通じて、CTBT 国内運用体制の高度化に貢献した。研究成果について CTBTO/モンゴル主催の東アジア地域 NDC 開発ワークショップ及び日本地球惑星科学連合 2018 年大会 CTBT セッションで発表を行い、CTBT 検証活動に対する機構の取組を広く発信した。

核実験後に CTBTO により実施される現地査察(OSI)に資するため、アルゴン 37 (Ar-37) 分析用の大気捕集試料を平成 30 年 9 月まで高崎観測所にて採取するとともに、そこで得られた知見を基に開発された新サンプリング装置の高崎観測所における試験運転に協力し、CTBTO の OSI に係る技術開発や Ar-37 バックグラウンド観測に貢献した。

核実験検知能力強化を目的として平成 29 年 2 月に日本政府が CTBTO に対して行った拠出を活用した CTBTO との放射性希ガス共同観測プロジェクトについては、幌延町では平成 29 年度に観測装置を町有地に設置し平成 30 年度も観測を継続中である。むつ市では観測装置を機構大湊施設に設置し同年 3 月 5 日より観測を開始したものの、観測機器の老朽化による不具合が多発し平成 30 年度は観測が数回中断している。本共同観測プロジェクトの成果として、CTBTO 主催の第 7 回人工的な放射性同位体の生成において示される指標に関するワークショップで希ガス観測結果について発表を行った。また、これらの実績による機構の国際的な評価を背景に、人形峠環境技術センターでも米国パシフィックノースウェスト国立研究所(PNNL)と希ガス共同観測を実施することが決定した。

ホ. 理解増進・国際貢献のための取組

理解増進・国際貢献に係る取組を進め、以下の成果が得られた。国際フォーラムでは参加者の高い満足を得るとともに、IAEA 総会のサブイベント形式で各国要人を対象としたフォーラムを開催し、ISCN の活動・成果を発信した。核不拡散・核セキュリティに関する社会的な関心が高まる中で報道機関から取材等にも積極的に対応し、社会に対する情報提供、理解促進を行った。国際的な議論の場に参画し、ISCN の知識・経験等を広く共有することで、国内外の核不拡散・核セキュリティ強化に顕著に貢献した。

核不拡散・核セキュリティ分野の動向やそれらに対する分析、ISCN の活動等を掲載した ISCN ニュースレターを平成 30 年度は 12 回、約 600 名/回にメール配信するとともに、ウェブサイトにも公開した。

専門的及び幅広い視点からの経営的知見や国内外の関連した機関や研究所との連携・協力を得ることを目的とした外部委員会である「核不拡散科学技術フォーラム」(理事長の諮問委員会)を2回開催し、頂いた意見を ISCN の活動に反映した。

「原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム」を開催した。米朝首脳会談後の北朝鮮情勢、JCPOA 下でのイランの核問題等を踏まえ、「国際的な核不拡散の強化と課

題「～IAEA の役割と貢献～」と題し、国際的な核不拡散を取り巻くタイムリーなテーマについて内外の専門家の出席を得て政策的かつ技術的な議論を行い、参加者の理解を深めることができた。参加者のアンケートでは8割が満足と回答している。また、国際フォーラムの詳細な結果について ISCN ニュースレターを含めホームページに公開し、理解増進に貢献した。

米朝首脳会談後の北朝鮮情勢、核テロに対する社会的な意識が高まる中で、報道機関からの問い合わせに逐次対応するとともに、核不拡散・核セキュリティに関する特集等の取材要請に適時的確に対応し、社会一般への核不拡散・セキュリティの理解増進を図った。

機構と DOE/NNSA との核不拡散分野の協力が 30 周年を迎えたことを記念し、DOE との協力の経過・成果について分かり易く取りまとめたリーフレットを作成するとともに、平成 30 年 9 月の IAEA 総会において NNSA 長官、在ウィーン国際機関日本政府代表部大使の登壇を得て記念フォーラムを開催し、この協力の成果が IAEA 及び国際的な核不拡散・核セキュリティの強化に大きく貢献していることを、IAEA 関係や各国の原子力関係者にアピールした。このイベント向けに取りまとめたリーフレットについては、知識マネジメントの一環とし機構 JAEA 及び国内関係者にも広く共有するため、日本語版としても作成した。

平成 30 年 7 月、米国ワシントン DC における核不拡散・核セキュリティ人材育成支援に係るワークショップを米国 DOE と共催し、米政府機関、原子力産業界、駐米関係機関等から約 40 名の参加者を得た。

IAEA 保障措置シンポジウム、FNCA 大臣級レセプション等の会場において ISCN のブース展示などを実施し情報を発信した。

IAEA との協力ではセキュリティ分野の人材育成で、IAEA トレーニングへの講師派遣の協力要請(核セキュリティのための NMAC、内部脅威対策)を受け、ISCN の職員を派遣した。また、IAEA が実施する専門家会合(内部脅威対策、大規模イベント時の核セキュリティ)に職員を派遣し貢献した。

核不拡散分野の国際機関に対する人的貢献を目的として、平成 30 年度は、IAEA に 3 名、CTBTO に 1 名の ISCN 職員を派遣した。さらに、計画的な派遣を実現するための将来計画を作成した。

「日本による IAEA 保障措置技術支援(JASPAS)」について、JNC-1(核燃料サイクル工学研究所)にサイトにおける IAEA 査察官の検認活動のいっそうの効率化のため「JNC-1 トレーニング」を平成 30 年 11 月に実施した。また日本以外では提供できない再処理の実施設を利用した「再処理施設向け査察官トレーニング」を平成 31 年 1 月に実施し、IAEA の保障措置活動に貢献した。

ASEAN+3 エネルギー上級職員会合(平成30年7月26日、シンガポール)に参加し、ISCNが実施しているアジア諸国向けの核不拡散・核セキュリティ人材育成支援事業について報告を行い、ISCNが蓄積してきた良好事例を他の国と共有化することで、アジアにおける本分野の協力促進に貢献した。IAEA放射性物質のセキュリティに関する国際会議では、国際協力に関するパネルに参加し、ISCNにおける放射性物質のセキュリティに関わる人材育成支援の経験及び本分野の国際協力に関わる良好事例について発表してISCNの経験を他国の中核的トレーニングセンター(COE)や専門家と共有するとともに、議論に参加して貢献を果たした。また、国連安保理テロ対策委員会、国連テロ対策室、国際刑事警察機構(INTERPOL)及び日本政府が主催した国連安保理

決議2341 重要インフラへのテロ攻撃防護に関わる地域ワークショップに参加し、ISCNにおける核セキュリティ人材育成支援及び良好事例について共有し、会議での議論に貢献した。欧州連合化学・生物・放射性物質・核・爆発物 中核的トレーニングセンター(EU CBRNE COE)とラオス政府による、同国のCBRNEテロ対策に係る行動計画に関するワークショップ(平成31年2月27日～3月1日、ビエンチャン)に参加し、核セキュリティ分野におけるISCNの人材育成支援の経験について発表を行い、ラオスの核セキュリティ強化について議論を行い、ラオスとの次年度以降の2国間協力に道筋をつけた。

⑤ 原子力の基礎基盤研究と人材育成

原子力の研究、開発及び利用の推進に当たり、これらを分野横断的に支える原子力基礎基盤研究の推進や原子力分野の人材育成を行うため、我が国の原子力研究開発利用に係る共通の科学技術基盤の形成を目的に、科学技術の競争力向上と新たな原子力利用技術の創出及び産業利用に貢献する基礎基盤研究を実施する。得られた成果は学術論文公刊やプレス発表等により公開を行い、我が国全体の科学技術・学術の発展に結び付けるとともに、技術移転を通して産業振興に寄与する。また、我が国の原子力基盤の維持・向上に資するための人材育成の取組を強化する。これらの研究開発等を円滑に進めるため、基盤施設を利用者のニーズも踏まえて計画的かつ適切に維持・管理するとともに、新規制基準への適合性確認が必要な施設については、これに適切に対応する。

我が国の原子力利用を支える科学的知見や技術を創出する原子力基礎基盤研究、並びに原子力科学の発展につながる可能性を秘めた挑戦的かつ独創的な先端原子力科学研究を実施する。また、課題やニーズに的確に対応した研究開発成果を産業界や大学と連携して生み出すとともにその成果活用に取り組む。

高温ガス炉とこれによる熱利用技術の研究開発については、エネルギー基本計画を受けて、発電、水素製造など多様な産業利用が見込まれ、高い安全性を有する高温ガス炉の実用化に資する研究開発を通じて、原子力利用の更なる多様化・高度化に貢献するため、目標や開発期間を明らかにし、国の方針を踏まえ高温ガス炉の安全性の確証、固有の技術の確立、並びに熱利用系の接続に関する技術の確立に資する研究開発や国際協力を優先的に実施する。

J-PARC に設置された中性子線施設に関して、世界最強のパルスビームを、年間を通じて 90%以上の高い稼働率で供給運転することを目指す。具体的には、目標期間半ばまでにビーム出力 1MW 相当で安定な利用運転を実現する。さらに、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 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、国や関係する地方自治体、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する。

原子力人材の育成と供用施設の利用促進について、機構が有する原子力の基礎基盤を最大限に活かし、我が国の原子力分野における課題解決能力の高い研究者・技術者の研究開発現場での育成、国内産業界、大学、官庁等のニーズに対応した人材の研修による育成、国内外で活躍できる人材の育成、及び関係行政機関からの要請等に基づいた原子力人材の育成を行う。

本研究開発に要した費用は、32,213 百万円(うち、業務費 31,652 百万円、受託費 554 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(18,548 百万円)、補助金等収益(7,647 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) 原子力を支える基礎基盤研究、先端原子力科学研究及び中性子利用研究等の推進

イ. 原子力基礎基盤研究

a) 核工学・炉工学研究

核変換技術開発に必要な基盤データとして、窒素-15 及びビスマス-209 の中性子核データを整備した。

核燃料物質等に用いる非破壊測定装置の実用化に向け、チェレンコフ検出器を用いることで低コスト化したアクティブ中性子測定用の検出器バンクを開発し、その性能データを取得した。

汎用炉心解析コード MARBLE に燃焼度依存断面積を使った燃焼計算機能を実装し一点炉燃焼計算コード(ORIGEN2)との整合性を確認した。

重陽子による核変換技術の開発に資するため、重陽子による核破碎反応による核種の生成量を高精度で予測する計算手法を開発した。従来コード CCONE による計算結果と比較し、長寿命核分裂生成物(LLFP)の重陽子核反応によって生じる幅広い核種について、生成断面積の予測精度を大幅に改善した。今後、LLFP 核変換システムの定量的評価の検討や、重陽子加速器施設の放射化量評価精度向上等への貢献が期待される。Physical Review C 誌に掲載された(平成30年10月プレス発表、日刊工業新聞など4誌に掲載)。

核特性計算コードの国産化に向け、国内外の原子炉等の設計・評価技術でニーズの高いモンテカルロ法による全炉心詳細解析コード MVP 第3版を公開するとともに、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)のデータバンクへコード登録し、国内外での利用を可能とした。また、純国産次世代核データ処理システム FRENDY について、国内外での利用に向けて準備を進め、FRENDY 第1版のマニュアルを公刊するとともに、オープンソースコードとして公開した。

b) 燃料・材料工学研究

原子力施設の経年劣化対策のため、長時間熱時効鋼材の応力腐食割れ発生挙動データを取得し、ナノ組織解析により長時間熱時効による材料の組織変化と応力腐食割れ発生感受性(応力腐食割れの発生のしやすさ)の関係を明らかにするとともに、放射線環境下での放射線分解データを取得した。

窒化物燃料に関する基盤研究として、タンデム加速器で核分裂片を模擬した重イオンを模擬燃料に照射し、照射量と格子歪みの関係を明らかにするとともに、九州大学との共同研究として燃料母材である窒化ジルコニウムに高温で電子線照射した際のその場観察に着手し、照射量依存性に関するデータを取得した。また、重イオンや電子線照射による欠陥生成の観察データを拡充し、燃料ふるまい解析コードに反映した。

強度や延性等の金属の基本特性を決める合金元素近傍の電子状態に基づくシミュレーションにより、材料の「割れにくさ」を評価し、機能向上をもたらす合金元素を探索する計算手法を開発した。軽量であるが割れやすい特徴を持つマグネシウムに着目し、本手法を用いてジルコニウム等の合金元素が割れにくさを向上できることをシミュレーションにより評価するとともに、実験結果と

も良い相関を示すことを明らかにした。今後、電子状態から特性を予測することにより、合金開発に必要な時間やコストを大きく削減できるとともに、希少元素を用いない低コストの合金開発への応用が期待される。本成果は、Acta Materialia 誌に掲載された。

c) 原子力化学研究

放射性物質の環境中移行挙動解析のための環境水中でのコロイド生成反応研究として、ウラン及びネプツニウム還元で生成する析出物がアモルファス状の水酸化物から結晶性の高い酸化物へ状態変化することを、析出物の電気抵抗変化により裏付けた。

化学シミュレーション手法による新規溶媒抽出分離試薬の設計に関しては、マイナーアクチノイドであるアメリシウム(Am)とキュリウム(Cm)の分離メカニズム解明に向けて、Am/Cm 分離選択性の起源が配位結合における共有結合性の違いにあることを密度汎関数計算により明らかにした。本成果は Inorganic Chemistry 誌に掲載された。

長寿命核種の定量分析前処理法を効率化するために、長寿命放射性核種であるパラジウム(Pd)-107 の分析における前処理沈澱分離の反応機構について、レーザー照射による多光子過程が効果的に Pd 粒子を凝集させることを、広域 X 線吸収微細構造(EXAFS)を用いた Pd 凝集体の化学状態分析により明らかにした。本成果は Journal of Physical Chemistry C 誌に掲載された。また、レーザーアブレーション ICP-MS による、固体試料中の難測定長寿命核種 Pd-107 分析法を開発し、迅速に信頼性の高い定量に成功した。本成果は Analytical and Bioanalytical Chemistry 誌に掲載され、Paper in forefront に選定された。

d) 環境・放射線科学研究

環境中核種分布・移行評価技術高度化として、高分解能大気拡散モデルについて、風洞実験で用いる重合法を応用し、代表的な気象条件に対する拡散計算結果のデータベースから様々な気象条件の拡散結果を迅速に取得可能な計算効率化手法を開発しコードを整備した。また、大気放出・拡散過程の再構築手法の開発において、拡散計算結果と測定値の統計解析により放出源推定を行う手法を開発した。開発した放出源推定手法は、環境省受託研究において東京電力福島第一原子力発電所事故による放射性物質の放出源情報と拡散計算の最適化に活用し、解析結果を他の分担研究機関に提供した。

放射線の人体等への影響評価の高精度化に向け、粒子・重イオン輸送計算コード(PHITS)において、陽子や各種イオンの誘発反応の空間分布計算機能の開発、イオン飛跡構造解析コードの計算アルゴリズムの改良を行い、陽子及び炭素イオン(4 価、5 価)の輸送計算機能を実装した。

事故時の迅速な防護対策立案のための技術開発として、東京電力福島第一原子力発電所での測定試験により光子スペクトルデータを取得し、核種同定システムの実環境での測定性能を実証した。

海洋での試験測定によりセシウム(Cs)-137 に対する水中核種連続測定システムの測定性能を実証し、標準的手法と同等な精度で、迅速、簡便、連続的に測定可能な手法を確立した。

電子機器の誤作動を引き起こす原因の一つとして可能性が指摘されている宇宙線ミュオンの影響について、J-PARC 物質・生命科学実験施設(MLF)内のミュオン実験装置 MUSE において、半

導体デバイスに対する正および負ミュオン照射試験を行い正ミュオンに比べて負ミュオンの方がメモリ情報のビット反転の発生確率が高くなることを実験的に初めて明らかにした。令和元年度以降、さらに試験データを蓄積し、シミュレーション手法の精度を高めたソフトウェア発生率の評価技術を確認し、その技術を次世代半導体デバイスの設計などに応用することで、自動運転や IoT 分野の安心・安全な半導体技術の創出に貢献することが期待される。本成果は IEEE Transaction on Nuclear Science 誌に掲載された。

シンチレーション検出器で放射線が光に変換される際に一部のエネルギーが失われる過程を解明し、これまで理論的な関係が不確定であった陽子線・重粒子線に対する検出器出力(発光量)の予測を可能にした。開発した数理モデルにより、標準線源が整備されていない放射線も正確に検出信号を予測可能とした。今後、加速器、宇宙、医療現場など多様な環境におけるシンチレーション検出器を用いた正確な放射線計測や新しい測定器の開発への貢献が期待できる。本成果は Plos One 誌に掲載された。

e) 計算科学技術研究

シビアアクシデント時の溶融燃料表面を対象とし、燃料・被覆管溶融体(固液混合流体)のメソスケールモデル解析を行い、その流動特性データを取得することに成功した。本成果により、マクロレベルのシビアアクシデント解析の精度向上に向け、メゾやマイクロレベルでの解析が決定的な役割を果たすことが示された。

エクサスケールの流体解析実現に向けて、①演算加速装置向けの流体計算モデルとして、適合細分化格子に基づく格子ボルツマン法を用いた GPU 向け多階層流体計算コードを構築し、従来比 10 倍以上の性能向上を達成した。本成果により原子力施設の汚染物質拡散解析等、複雑形状の多階層流体解析に対する実時間解析への見通しが得られた。②演算加速装置向けの省通信型反復行列解法として、平成 29 年度に構築した省通信型クリロフ部分空間法の改良アルゴリズムに基づく GPU 版ソルバを構築し、従来比約 4 倍の性能向上を達成した。③新たな省通信型マルチグリッド法を構築し、Oakforest-PACS 全系を用いて 900 億格子の超大規模問題における有効性を確認した。本成果により、炉心全系の過酷事故解析に必要な 1000 億格子規模のエクサスケール流体解析の実現に向けた見通しが得られた。

In-Situ 可視化システムを適合細分化格子と非構造格子に拡張し、多階層流体解析の In-Situ 可視化を実現した。さらに、多変量可視化の中核的処理を担う数式処理アルゴリズムを改良し、処理性能を一桁程度向上させた。本成果により演算加速されたシミュレーションに対応する In-Situ 可視化も実現可能との見通しが得られた。

計算科学技術を機構内外のニーズに適用する一環として、①米国の研究機関・大学との国際共同研究の下、放射性物質の粘土鉱物への吸着を分子モデリングで評価し最も強く吸着する原子構造を同定することに成功した。この知見に基づき、代表的なセシウム除去手法(粘土鉱物の構造自体を破壊する方法、焼成によるセシウム脱離法等)の土壌減容化に向けた有効性を比較評価した。本成果は Journal of Environmental Radioactivity 誌に掲載された。②福島研究開発部門と連携し、市街地や森林等での被ばく量の詳細な推定を可能にする計算システムを開発した。開発システムは衛星画像等から構造物、地形、樹木等をモデル化し、空間線量率の三次元分布

を計算可能であり、除染効果の推定や除染計画の策定に際し、詳細な知見提供が可能である。

ロ. 先端原子力科学研究

a) アクチノイド先端基礎科学

タンデム加速器を用い、100 番元素フェルミウム、101 番元素メンデレビウムのイオン化エネルギー測定を世界で初めて成功した。この成果により平成 27 年度にタンデム加速器で初測定した 103 番元素を含め、未測定だったアクチノイド元素のイオン化ポテンシャルを全て確定させた。Journal of the American Chemical Society 誌に掲載された。

殻構造に関する研究として、アインスタイニウム実験ではアインスタイニウムの微量性、高線量性への対応のため、アインスタイニウム標的の健全性とデータ収集系の高速度処理システムの実証を行い、本実験に十分耐えることを確認した。ヘリウムビームによる原子核融合反応を用いて核分裂収率測定実験を実施し、データ収集を行った。

KEK の Belle 実験において Ω^* と呼ばれる素粒子の、励起状態の質量と崩壊幅を世界で初めて測定した。量子色力学におけるストレンジクォークと呼ばれる構成粒子の性質の解明に貢献すると期待される。Physical Review Letters(PRL)誌に掲載され、Editors' Suggestion に選定された。

KEK の Belle 実験とアメリカの Barbar 実験共同で、クォークの混合を表す小林・益川行列の混合度を測定し、その不定性を解消する結果を得た。量子色力学における対称性の破れの解明に繋がることが期待される。Physical Review D 誌及び PRL 誌に掲載され、それぞれ Editors' Suggestion に選定された。

K 中間子と二つの陽子から成る原子核を J-PARC で合成し、クォークと反クォークが共存する中間子束縛原子核の生成に世界で初めて成功した。量子色力学における核子の質量の起源の基本的理解への貢献が期待される。Physics Letters B 誌に掲載された。

J-PARC 実験で新種かつ世界で 2 例目となる二重ラムダ核を発見し、初例の「長良イベント(Nagara event 2001 年)」に続き「美濃イベント(Mino event)」と命名された。中性子星内部の構造の解明に繋がると期待される成果であり、Progress of Theoretical and Experimental Physics 誌に掲載された。

環境中でのアクチノイド元素や放射性物質の挙動研究では、東京電力福島第一原子力発電所の港湾における高濃度のストロンチウム(Sr)対策として、海水と同じ高塩濃度条件では、沈殿法によるバライト(硫酸バリウム)生成時に Sr がバライト構造中に効率よく取り込まれることで塩水中から Sr を除去できることを発見した。Journal of Hazardous Materials 誌に掲載された。

日本学術振興会の特別研究員事業の審査において、審査を担当した 2 名が平成 29 年度審査会専門委員(書面担当)表彰を受けた。

J-PARC やタンデム加速器で行われている実験研究と理論研究の連携を強化するために、理論物理研究ネットワーク(Theoretical Physics Institute(TPI))を拡大した分野融合の理論研究グループの新設を提案し、先端基礎研究・評価委員会により了承された。その提言に沿って、先端理論物理研究グループを平成 31 年度に設置するための準備を行った。

b) 原子力先端材料科学分野

ウラン系材料の物性研究では、ウラン化合物 UGe_2 を用いて1万気圧以上の高圧力下でのウラン強磁性超伝導体の超伝導出現に成功し、超伝導と強磁性ゆらぎが協調関係にあることを世界で初めて発見した。本成果は PRL 誌に掲載された。

試料を高速回転させることにより磁石が磁気を持つ元となる電子の回転運動(スピン及び軌道角運動量)を観測する汎用性の高い測定装置を開発した。これを用いてフェリ磁性体で、今まで測定することができなかった角運動量補償温度の観測に成功した。回転運動の消失による高速磁気デバイスの材料探索に道を拓いた。Applied Physics Letters 誌に掲載され、Editor's Pick に選定された。

磁石の中の磁壁の運動(伝播)を電圧で高速に制御することに成功し、磁気メモリデバイスの高速化及び省エネルギー化に道を開く成果が得られ、PRL 誌に掲載された。

J-PARC のミュオン施設の世界最高計数速度の負ミュオンビームを用いて、水素が物質内に作る微小磁場とそのゆらぎの観測を世界で初めて成功した。固体内の水素の運動を検出できるようになり、高性能な水素貯蔵材料の開発への貢献が期待される。本成果は PRL 誌に掲載され、Editors' Suggestion に選定された。

従来の理解とは異なる高エネルギー領域において鉄リン系超伝導体における反強磁性磁気ゆらぎを世界で初めて発見し、鉄系超伝導体の機構の解明及び新しい超伝導体の探索へ道を開いた。Scientific Reports 誌に掲載された。

グラフェンの放射率のスイッチングのその場顕微イメージングの開発を行い、平成 30 年度コミカミノルタ画像科学奨励賞を受賞した。

先端原子力科学研究の国際協力を強力に推進するために、黎明研究制度により国内外の研究者による共同研究環境を提供し上記の成果を創出した。

ハ. 中性子利用研究等

J-PARC の施設性能向上及び中性子実験装置を有効に活用した高性能機能性材料等の先導的応用研究では、以下の主な成果が得られた。

水銀の速い流れによって損傷を抑制する技術の最適化のため、中性子ターゲット容器の陽子ビーム入射部に狭隘流路を形成し、狭隘流路に開口部を有するモデルを用いて流動実験を行った。開口面積が少ない場合は狭隘流路の流れに影響を与えず損傷低減効果が維持されつつ、開口部から流入する気泡による圧力波低減の相乗効果が期待できることがわかった。この結果は、高出力運転に対するターゲット容器の寿命を評価するための重要な知見となった。

中性子検出器の研究開発では、反射シンチレーション光の収量を改善するため、グリッド素子の表面にコーティング処理を施す手法を検討し、相対反射率が約 90%へと増加することを確認した。

特殊環境微小単結晶中性子構造解析装置 SENJU(BL18)を用いて、アパタイト型酸化物イオン伝導体を示す高いイオン伝導度の要因を原子レベルで初めて明らかにした。この材料は、固体酸化物形燃料電池やセンサーなどへの応用が可能であり、今後エネルギー・環境問題の解決への貢献が期待される。本成果は、英国王立化学会が発行する材料化学の国際誌 Journal of Materials Chemistry. A 誌に掲載された(平成 30 年 4 月プレス発表)。

中性子小角・広角散乱装置 TAIKAN (BL15)を用いて、物質中の微小な磁気渦が生成・消滅する過程を、100分の1秒単位の時間分解能で観測することに成功した。本成果は、J-PARCが開発した大強度パルス中性子を用いたストロボスコピック法を用いて初めて可能となった成果である。次世代の情報記憶媒体への応用が期待される磁気スキルミオンの基本的性質を理解する上で重要である。さらに今回新たに確立した観測手法は、さまざまな機能性材料においてごく短時間のみ現れる現象を研究する手段として利用することが可能である。本成果は、Physical Review B誌に掲載された。

全固体の超伝導検出器を開発し、コンパクトな中性子高速イメージングシステムを完成した。この成果は、大阪府立大学と J-PARC センター等が協力して開発したもので、今後、この超伝導中性子検出器システムが高分解能の中性子による透過像の撮像に利用されることが期待される。本成果は、Physical Review Applied 誌に掲載された。

超高压中性子回折計 PLANET (BL11)を用いて、約半世紀前から未解明であった地球深部に存在する含水鉱物の高压相における水素結合の対称化を観測した。本現象は、約半世紀前の理論による予言以来、その存在を証明するための様々な先行研究は間接的な手法に止まっており、直接的な証拠はまだ得られていなかった。今回大強度のパルス中性子を用いた回折実験によって初めて、18万気圧での水素結合の対称化により弾性波速度が上昇することを明らかにし、これが地震波伝搬において重要な役割を果たしていることを示した。本成果は、Scientific Reports 誌に掲載された。

冷中性子チョッパー分光器 AMATERAS (BL14)を用いて、低温で磁石としての性質を示さないことで知られるコバルト酸化物 LaCoO_3 の Co を Sc で化学置換した新たな物質 $\text{LaCo}_{1-y}\text{Sc}_y\text{O}_3$ において、元の LaCoO_3 とは磁気・電気・熱的性質の全く異なる絶縁状態が現れることを発見した。また、X線回折・中性子分光実験の結果、この絶縁状態の発現機構が、これまでに例のない電子スピンの総和が異なる2種類の原子状態の量子力学的な重ね合わせにより現れることを突き止めた。この成果は、励起子絶縁と呼ばれる歴史的に観測例の少ない量子力学的な凝縮状態の糸口をつかんだものとして、将来的な新規量子コンピュータ素子への発展が期待される。本成果は、ドイツの国際科学論文誌 Advanced Quantum Technologies 誌に掲載され、実験データが同誌の表紙に掲載された。

冷中性子チョッパー分光器 AMATERAS (BL14)等を用いて、従来の固体熱量効果材料の約10倍にも及ぶ巨大な圧力熱量効果を有し、次世代の冷却技術としての応用が期待されている柔粘性結晶について、加圧と減圧により原子や分子が自由に回転運動する状態と結晶格子の振動状態との間で相転移し、これによってエントロピーが大きく変化し巨大な熱量圧力効果が生じるという機能発現メカニズムを解明した。本成果は、従来の気体冷媒技術が抱える地球温暖化や消費電力等の問題を解決するための新しい冷媒技術開発において大きなインパクトを与えるものであり、Nature 誌に掲載された。

a) 中性子利用技術の高度化と利用研究

空間反転対称性を持たない立方晶化合物 EuPtSi に対して、希土類化合物において初めて磁気スキルミオン相の実現を示唆する結果を得た。本成果は Journal of the Physical Society of Japan

誌に掲載され、Editor's choice に選定されたほか、平成 30 年 12 月の Top Download を記録した。

中性子小角散乱法と広域 X 線吸収微細構造法を用いて使用済核燃料や高レベル廃液処理の際に問題となる第三相の形成メカニズムの解明に成功した。本成果を報告した論文が ACS Central Science 誌に掲載され、Journal Highlight に選出された。

数万気圧環境下での中性子 3 次元偏極解析に世界で初めて成功し、デラフォライト酸化物 CuFeO_2 が圧力によって強誘電性が現れマルチフェロイクス材料に変化することを明らかにした。本研究では、機構が独自に開発した対向アンビルセルを、偏極実験に影響を与えないように完全非磁性化しており、今後この技術が、圧力が誘起する新奇物性のメカニズム解明に大きく貢献するものと期待される。本成果は Nature Communications 誌に掲載された。

柔軟性を有する薄膜フィルムの微細加工技術および蛍光評価技術を集約させることにより、皮膚に貼るだけで汗成分のその場分析を可能にするデバイスの開発に成功した。本成果は Lab on a Chip 誌に掲載され、同誌の Back Cover に掲載された。本デバイスの実用化に向け、国立研究開発法人(理研、物材機構)、大学(岐阜大)及び企業 2 社(秘密保持契約締結)との連携協力を開始した。

中性子回折法と中性子イメージング技術の相補利用により、鉄筋腐食に伴う付着劣化と、腐食ひび割れの補修による付着力回復の効果を明らかにした。また、熔融亜鉛鉄筋を使った鉄筋コンクリートの曲げ付着挙動の評価を行い、普通鉄筋の曲げ付着挙動とほとんど変わらないことを明らかにした。本成果は、鉄筋コンクリート造の長期利活用のための施工技術開発に資する成果である。

中性子回折法による集合組織測定技術の開発と高度化を進め、飛行時間法による高分解能集合組織測定技術および応力テンソル解析手法を確立するとともに、小型中性子源による中性子回折集合組織測定に成功した。また、中性子回折法により、鉄鋼材料の熱時効中の相変態及びひずみのその場測定を実施し、共析変態に起因して発生した内部応力を定量的に評価することに成功した。本成果は、高強度かつ高延性な鉄鋼材料など、高性能な鋼材開発に資する成果である。

中性子イメージング技術開発について、高空間分解能・高検出効率を両立した蛍光板の開発を進めており、 ^{10}B 濃縮のホウ酸水を含浸させて、発光特性の評価を行い、その充填率と検出効率の関係を明らかにし、実用化に必要な項目を整理した。

b) アクチノイド基礎科学研究等

マイナーアクチノイドの相互分離に有効なベンゾイミダゾール化合物の誘導体を新規に合成するとともに、これが特定のランタノイドと選択的に錯形成することを明らかにした。本成果は、レアアースの精錬リサイクル技術開発への応用が期待される。Separation Science and Technology 誌に掲載された。

放射光施設 SPring-8 の軟 X 線ビームライン BL23SU において、これまで不可能であると考えられていたウラン 4d-5f 共鳴光電子分光が可能であることを実証し、異なる電子軌道からの寄与が重なり合う価電子帯スペクトルからウラン 5f 電子の寄与だけを抽出する新しい方法を実用的なものとして提示した。本成果は Physical Review B 誌に掲載された。

遷移金属元素を含むウラン化合物 UCoAl に対して、軟 X 線磁気円二色性の実験を行い、元素別に磁化秩序過程を観測し、ウランとコバルトとの異なる磁氣的振舞を明らかにすることにより、磁性ウラン化合物におけるメタ磁性現象のメカニズムの理解の鍵となる知見を得た。本成果は Physical Review B 誌に掲載された。

平成 29 年度に実施したアインスタイニウムに対する高感度 X 線吸収微細構造 (XAFS) の実験結果のデータ解析を進めるとともに、超ウラン元素のアクチノイド収縮に関する理論計算との比較を行い、アインスタイニウムのイオン半径が系統的アクチノイド収縮からずれることを明らかにした。

高温処理により汚染鉱物からセシウムを除去し、熔融塩電解法により鉱物を育成、再資源化を可能とする新しい汚染土壌減容化方法の概念を構築した。磁鉄鉱など有用鉱物の効率的な生成には、構成元素である鉄の価数を制御することが極めて重要であることを明らかにした。

原子力関連施設における水素爆発防止のための水素再結合触媒反応について、パラジウム、ロジウム、白金等の貴金属ナノ粒子の触媒反応中の電子状態を放射光で観察することにより、一酸化炭素の被毒メカニズムを明らかにした。

放射光 XAFS 解析により、ガラス固化体中におけるガラスに固溶する成分分布、電子状態及び局所構造を解明し、組成最適化の方向性を明らかにした。本成果は、放射性廃棄物低減のために、ガラス固化体中における放射性元素の高充填化に対して極めて重要な成果である。

異種金属をレーザーコーティングする過程を放射光により 1 ミリ秒でその場観察し、レーザーコーティング照射条件の施工前予測システムの開発に貢献した。本成果は Applied Physics A 誌に掲載された。

c) 科学的や出口を意識した社会的ニーズの高い研究開発、機構内、国内外の大学、研究機関、産業界等との連携、国の公募事業への参画

J-PARC センターでは、海外の研究機関との連携の一つとして、スウェーデンに建設中の中性子実験施設 (European Spallation Source, ESS) との技術及び研究の協力を進めた。ESS ワークショップを開催し、これに合わせて、駐日スウェーデン大使が J-PARC センターを訪問し、大使からは両機関の協力の発展が両国と人類の未来への貢献につながることに大きな期待が寄せられた。また、米国オークリッジ国立研究所の Spallation Neutron Source (SNS) との研究交流も積極的に行った。高強度核破碎中性子源に関する協力会合を開催し、高強度化の鍵となる中性子ターゲット容器の損傷抑制技術等の取組について議論を行った。また、サイエンスプロモーションボードを開催し、職員に対しサイエンスマインドを喚起するとともに、広く社会ニーズにつながるイノベーションの創出をユーザーと共に目指し、先導的研究に貢献させる取組を行った。

国内外の大学、研究機関、産業界等との連携を密にし、国内共同研究に加え、日米民生用原子力研究開発ワーキンググループにおける MA 分離剤の分子設計にかかる共同研究、廃炉加速化研究プログラム日英原子力共同研究等を欧米の大学・研究機関と実施した。こうした連携協力を軸に、NEDO 大型プロジェクト、文部科学省の光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP) 等、イノベーション創出を目指す国の公募事業に積極的に参画した。

(ii) 高温ガス炉とこれによる熱利用技術の研究開発

イ. 高温ガス炉技術研究開発

新規制基準への適合性の確認のための審査について、地震動、津波及び火山等に関して原子力規制庁からのコメントを設置許可申請に反映し、地震・津波班の審査を終了した。設計基準を超える事故においては、二重管破断事故に停止機能喪失、冷却機能喪失、閉じ込め機能喪失のそれぞれを重畳した事象を想定しても燃料溶融しないこと及び黒鉛ブロックの不燃性を示し、大規模な追加の対策が不要である見通しを得た。さらに、施設定期検査、非常用発電機設備ガスタービンエンジンのオーバーホールなどの業務を維持費削減に努めつつ的確に完遂した。

国際協力による実用高温ガス炉の安全基準の整備として、IAEA の協力研究計画(CRP)における安全要件の国際標準の検討において技術的議論を主導し、機構が提案した HTTR データに基づく安全要件が IAEA エネルギー局案として採用された。また、HTTR から炉心を高性能化した蒸気供給用高温ガス炉システムを設計し、国際標準案として策定した安全要件に基づく安全評価により、安全要件の適用性を確認した。

カザフスタンの国際科学技術センター(ISTC)プロジェクトを指導して取得した 100GWd/t 照射燃料データにより、燃料コンパクトの照射寸法収縮率変化曲線等の照射性能を評価し、高燃焼度化燃料要素の成立性を確認した。

軸封システムの性能確認を目的とした要素試験装置の検討において、動的シミュレーション解析を活用する提案によりシステム制御性に関する要素試験項目を削減し、要素試験装置の構成を合理化した。また、試験条件を決定し、ヘリウムガスタービン軸封システムの要素試験装置の設計を完了した。

プルトニウムを燃料とする高温ガス炉システムの研究開発において、セキュリティ強化型安全燃料の製造技術のうち、プルトニウムの模擬物質を用いたイットリア安定化ジルコニア燃料核固化技術及び炭化ジルコニウム被覆技術を確立し、東京大学と連名でプレス発表を行った。

ロ. 熱利用技術研究開発

IS プロセスによる連続水素製造試験について、連続水素製造試験装置の漏えい対策及び閉塞対策を完了した。また、世界で初めて実用工業材料を用いて製作した IS プロセス水素製造試験装置により、従来の 31 時間を大きく上回る 150 時間の連続運転を達成し、ヨウ素の析出防止対策、ヨウ化水素溶液漏えい対策及び運転手順の有効性を確認した。これに加えて、流路閉塞を引き起こす固体析出物(硫黄)の発生防止対策の有効性を確認した。実用工業材料で製作した IS プロセス連続水素製造試験装置は 50 時間が 1 サイクルであり、150 時間の長期運転に成功したことで、工業材料製機器の実用化に見通しをつけ、高温ガス炉へ接続する実用 IS プロセスの完成に向けて大きく前進した。平成 31 年 1 月に本成果のプレス発表を行った。

曲げ試験から取得した材料特性データを基に材料中のき裂分布パラメータを決定し、き裂サイズと破壊強度の関係式(破壊力学)及びき裂分布と破壊強度の関係式(破壊確率論)と組み合わせることで、有効体積をパラメータとしたセラミックス構造体の下限強度推定式を作成した。破壊試験結果における下限強度と強度推定式を比較して式の妥当性を確認し、強度評価法の作成を完了した。

IS プロセスの硫酸分解器について、民間で開発された新規耐食合金を導入して経済性を向上させた概念設計を完了した。

ガスタービンへの核分裂生成物(FP)の沈着低減技術について、タービン翼材の候補合金を用いたFP 安定同位体(Ag)の長期拡散試験を実施し、多結晶性候補合金の粒界内に高濃度のAg析出を検出した。一方、単結晶性候補合金中のAg 拡散濃度は極めて低水準であることが分かった。この結果から、単結晶性候補合金が十分な適用性を有すると評価し、タービン翼材として選定した。

ハ. 人材育成

夏期休暇実習生 12 名、博士研究員 1 名を受け入れて、高温ガス炉燃料からの核分裂生成物放出割合評価、HTTR 炉心冷却喪失試験に向けた炉容器冷却設備の温度解析モデルの構築、高温ガス炉の燃焼を通じた核特性、炉内熱流動挙動、及び燃料温度挙動の解明、高温ガス炉用ガスタービンプレード材(Ni 基合金)における拡散 Ag の元素分析データ解析、等を実施し、高温ガス炉技術の知識を習得させるなど、若手研究者の育成に努めた。

新規規制基準への適合性確認における原子力規制委員会への審査への対応作業を通して、熟練職員から 6 級以下の若手技術者への技術伝承を図った。また、JMTR 照射試験炉シミュレーターや京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)による実験等を通して運転員の技術能力の維持・向上を図った。

ニ. 産業界との連携

実用高温ガス炉のコスト低減に向け、東芝エネルギーシステムズとの間で原子力エネルギー基盤連携センターに新たな特別グループを設置した。また、高温ガス炉ユーザーの獲得に向け、電力業界との意見交換を開始した。

産学官が連携し、高温ガス炉の将来的な実用化像やそれに向けた研究開発課題等を議論する高温ガス炉産学官協議会の第 6 回会合を開催し、ポーランド国立原子力研究センター(NCBJ) ブロフナ国際協力課長よりポーランド高温ガス炉開発計画について現状報告を受け、今後の協力の進め方等について議論した。

NCBJ との技術打合せを 4 回開催し、設計の実施分担案の協議、材料及び核設計の分野における研究協力を進めた。また、ポーランド国内の研究者等の人材育成のため、ポーランドにおいて高温ガス炉セミナーを開催し、プレス発表を行った。

英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)を訪問して英国における高温ガス炉開発の現状を調査するとともに、URENCO 社に加えて Penultimate Power UK 社との協議を開始し、英国との協力を強化した。

二国間協力として、米国及びカザフスタンとの研究協力、韓国との情報交換会合等を、多国間協力として、IAEA-CRP、GIF 超高温ガス炉システム、EU の GEMINI+における協議を継続した。

(iii) 特定先端大型研究施設の共用の促進

1MW 出力運転の定常化に向けてターゲット容器の改良を進めるとともに、平成 29 年度を超え

るビームパワー500kW 以上により発生する大強度の安定した中性子線の利用者への供給を、計画どおり8サイクル行った。平成30年度の中性子線供給量は、平成29年度に150kWから400kWまで段階的に増強して行った8サイクルの運転に比べて大幅に増加した。このビームパワー500kW 以上により発生するパルス中性子の強度は世界最大強度である。この世界最高水準の性能を発揮すべく、常にビーム運転中の各機器の状態を把握し、毎週適切に各機器の調整や交換等を行うことにより、達成目標90%を超える93%の高い稼働率を達成した。さらに、1MW相当の運転を実施し施設性能の確認を行うことにより、ターゲット容器等の改良を継続して行った。

利用実験課題数に関する達成目標263課題を大幅に超える、442課題を実施した。この結果、共用施設利用による平成30年の査読付論文数は183報であり、平成30年度のプレス発表数は10件であった。

J-PARC 研究棟を有効に活用することにより、機器の開発・調製や研究交流の場を提供し効率的に実験が行えるように利用者の支援を行った。さらに、利用者が長期的戦略を立案でき、優れた研究成果を創出できるように、共用ビームライン(BL)、機構設置者BL、KEK設置者BLにまたがる複数の中性子実験装置を含む申請が可能で、最大3年間にまたがるビームタイムを申請できる「長期課題」の公募を平成28年度から開始した。平成30年度は、9件の採択を行なった。

J-PARC センターでは、平成28年度から日本中性子科学会等と協力して「中性子・ミュオンスクール」をスタートさせ、中性子・ミュオン科学の基礎とその応用に関する講義とMLFでの実習を実施した。このスクール等を通じて、アジア・オセアニア地域における中性子科学研究の拠点化を推進し、人材育成の国際化を進めた。

建設中の欧州中性子施設ESSにJ-PARCで培われた技術を活かすため、平成30年11月にESS J-PARC ワークショップを開催し、研究交流を進めた。産業振興への寄与として、利用実験課題数のうち約20%は産業界での利用によるものであった。

特許出願に関しては、平成30年度の登録は4件であった。

査読付き論文数は、34報であった。

物質・生命科学実験施設で使用した中性子標的容器をRAM棟へ輸送するための準備作業を開始し、輸送作業並びにRAM棟の地下ピットへの保管作業を完了した。

J-PARC センターでは、ハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故以降、国内のみならず海外の加速器に関係する研究者や技術者等と連携し、加速器施設全体の安全性向上を目的として、加速器施設安全シンポジウムを毎年開催している。

(vi) 原子力人材の育成と共用施設の利用促進

JRR-3については、原子力規制委員会による審査会合及びヒアリングに対応し、補正申請を提出し、平成30年11月7日に設置変更許可を取得した。原子炉安全性研究炉(NSRR)は、新規規制基準対応に係る設置変更許可を平成30年1月31日に取得し、同年6月28日に運転を再開した。これにより年度計画を達成した。さらに、運転再開から9月までの運転期間に照射実験6回を行った。この照射試験の実施により、事故条件下での燃料の破損限界や燃料被覆管の脆化等に係るデータ取得を進め、安全研究センターが実施する安全研究の遂行に貢献した。定常臨界実験装置(STACY)は、更新のための整備として、平成29年度に着手した旧STACYの解体撤去

工事を進め、平成 30 年 12 月 21 日に完了した。また、新規制基準対応のための実験棟の耐震改修工事について、平成 30 年 7 月 5 日付けで設工認の認可を取得し、工事をを行い、平成 30 年 12 月 20 日に完了した。放射性廃棄物処理場については、原子力規制委員会による審査会合及びヒアリングに対応し、補正申請を提出し、平成 30 年 10 月 17 日に原子炉設置変更許可を取得した。

各種研修を通じて、我が国の原子力の基盤強化に貢献し得る研究開発人材の育成、国内産業界、大学、官庁等のニーズに対応した原子力人材の育成、国内外で活躍できる人材の育成をそれぞれ行った。

イ. 研究開発人材の確保と育成

研究開発人材の確保と育成に向け、特別研究生、夏期休暇実習生等の制度により、従来から学生の受入れを行っている。原子力機構全体としては、夏期休暇実習生 211 名、特別研究生 35 名と、大幅に受入れ数を増やした。これは、特別研究生採用拡大のために、受入れに必要な予算を拡充したことや夏期休暇実習生においては、テーマ数拡大を図ってきた結果である。このように、積極的な学生の受入れの拡大を図り、幅広い人材の確保に向けた取組や研究開発現場を活用した研究開発人材の育成に向けた取組の充実を図った。

原子力科学研究部門、人事部、原子力人材育成センター及び広報部で構成する人材育成タスクフォースによる活動を継続し、幅広い人材の確保、研究開発現場での研究開発人材の育成等を目指して、以下の活動を実施した。機構の研究活動紹介、若手・中堅職員による懇談及び原子力科学研究所施設見学からなる機構紹介懇談会を夏期休暇実習生に対し実施した。幅広い人材を確保する取組については、大学連携ネットワーク(JNEN)の活動を活用して、機構の研究活動を紹介する講義を実施した。JNEN 活動に参加している各大学からの受講者は 43 名であった。機構の研究活動を紹介する講義に関して、原子力を支える基礎基盤研究を中心とした 7 講義の専門講座を単位認定科目として茨城大学に継続して開講した。あわせて、福井大学の講義科目「量子エネルギー応用論」(全 15 講義)の前半 7 講義に組み込んで実施することとなった。また、金沢大学が聴講を希望したため、合わせて 3 大学で実施した。各講義の担当講師には、原子力科学研究部門の第一線の研究者を配し、講義資料の準備から講義実施まで担当した。

機構の特徴ある施設や研究活動の場を活用した人材育成に着手するため、放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発等に資する基礎基盤研究を 5 課題設定し、各課題に対して人材育成特別グループを設置し、夏期休暇実習生、特別研究生、博士研究員等の被育成者の受入れを継続した。夏期休暇実習生 26 名、特別研究生 14 名、博士研究員 7 名を人材育成特別グループに受入れた。

人材育成特別グループにおいて、連携先の QST や大学からの参加者、特別研究生や博士研究員を交えて、研究交流会を開催するなどの育成プログラムを実施し、研究開発環境の活性化と人材育成の機能強化に努めた。

ロ. 原子力人材の育成

国内研修では、計画した 20 講座全てを実施し、311 名の参加者を得た。

随時研修として、原子力規制庁から実験研修、福島県庁からの原子力専門研修を受託し、実施した。

大学等との連携協力では、遠隔教育システム等を活用した連携教育カリキュラム等を実施するとともに、東京大学大学院原子力専攻、連携協定締結大学等に対して 53 名の客員教員の派遣、及び 436 名の大学等からの学生受入れを実施した。

文部科学省からの受託事業として、アジア諸国を対象とした講師育成研修を行い海外からの研修生を 82 名受け入れ、59 名の講師をアジア諸国に派遣し、アジア地域の人材育成に貢献した。海外ポストドクターを含む学生等の受入数は 449 名、研修等受講者数は 1,482 名であった。

材料試験炉 JMTR で蓄積された照射技術について、国内外の若手研究者・技術者を対象としたオンサイト研修を平成 13 年度から毎年度実施することで自らの技術伝承に取り組むとともに、JRR-3 や海外炉を用いた照射試験に向けた準備や、計測機器やつくば特区事業に基づく RI 製造等に係る基礎基盤研究を通じて、技術継承を促進した。

ハ. 供用施設の利用促進

機構が保有する供用施設のうち 7 施設(タンデム加速器、放射線標準施設、放射光科学研究施設、ペレトロン年代測定装置、タンデトロン施設、モックアップ施設、ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点施設)について、大学、公的研究機関及び民間企業による利用に供した。

供用施設の利用者に対しては、安全教育や装置・機器の運転操作、実験データ解析等の補助を行って安全・円滑な利用を支援するとともに、技術指導を行う研究員の配置、施設の特徴や利用方法を分かりやすく説明するホームページの開設、オンラインによる利用申込みなど、施設の状況に応じた利便性向上のための取組を進めた。利用希望者からの相談への対応件数は 137 件であった。

利用課題の定期公募は、2 回実施した。成果公開課題の審査に当たっては、透明性及び公平性を確保するため、産業界等外部の専門家を含む施設利用協議会及び専門部会を年7回開催し、課題の採否、利用時間の配分等を審議した。

利用件数は 131 件、利用人数は 2,522 人日、供用施設利用者への安全・保安教育実施件数は 152 件であった。

採択課題数は 117 件であった。採択課題数の達成目標の値は、採択された課題については、年度を通じておおむね順調に稼働し、97%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。産業界等の利用拡大を図るため、研究開発部門・研究開発拠点の研究者・技術者等の協力を得て、機構内外のシンポジウム、学会、展示会、各種イベント等の機会に、供用施設の特徴、利用分野及び利用成果を分かりやすく説明するアウトリーチ活動を実施した。施設利用収入は 19,765 千円であった。利用成果の社会への還元を促進するための取組として、施設供用実施報告書に加えて、利用者による論文等の公表状況の機構ホームページによる公開を引き続き実施した。利用ニーズの多様化に対応するため、既存の装置・機器の性能向上を適宜行った。

供用施設の利活用を通じて、原子力分野以外も含めたイノベーション創出を支援するため、「施設供用の基本方針」案を検討した。

⑥ 高速炉の研究開発

エネルギー基本計画、「高速炉開発の方針」(平成 28 年 12 月原子力関係閣僚会議決定。)等においては、高速炉は従来のウラン資源の有効利用のみならず、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や核不拡散関連技術向上等の新たな役割を期待されている。このため、安全最優先で、国際協力を進めつつ、高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発を実施し、今後の我が国のエネルギー政策の策定と実現に貢献する。また、「もんじゅ」については、「「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針」(平成 28 年 12 月原子力関係閣僚会議決定。)に基づき、安全かつ着実な廃止措置の実施に向け以下の取組を行う。

- ・廃止措置に関する基本的な計画について、平成 29 年 4 月を目途に策定し、国内外の英知を結集できるよう、廃止措置における体制を整備するとともに、その後速やかに廃止措置計画を申請する。

- ・廃止措置に関する基本的な計画の策定から約 5 年半で燃料の炉心から燃料池(水プール)までの取り出し作業を、安全確保の下、終了することを目指し、必要な取組を進める。

- ・今後の取組を進めるにあたっては、安全確保を第一とし、地元をはじめとした国民の理解が得られるよう取り組む。

高速炉の実証技術の確立に向けて、「もんじゅ」の研究開発で得られる機器・システム設計技術等の成果や、燃料・材料の照射場としての高速実験炉「常陽」(以下「常陽」という。)等を活用しながら、実証段階にある仏国 ASTRID 炉等の国際プロジェクトへの参画を通じ、高速炉の研究開発を行う。「常陽」については、新規制基準への適合性確認を受けて運転を再開し、破損耐性に優れた燃料被覆管材料の照射データ等、燃料性能向上のためのデータを取得する。「仏国次世代炉計画及びナトリウム高速炉の協力に関する実施取決め」(平成 26 年 8 月締結)に従い、ASTRID 炉の基本設計を日仏共同で行う。

シビアアクシデントの防止と影響緩和について、冷却系機器開発試験施設(AtheNa)等の既存施設の整備を進め、目標期間半ばから試験を実施し、シビアアクシデント時の除熱システムの確立や炉心損傷時の挙動分析に必要なデータを取得する。また、その試験データに基づく安全評価手法を構築する。米国と民生用原子力エネルギーに関する研究開発プロジェクトを進める。また、資源の有効利用や高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、技術的、経済的及び社会的なリスクを考慮して、安全で効率的な高速炉研究開発の成果の最大化につなげるため、米国、英国、仏国、第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム等への対外的な働きかけの進め方を含む高速炉研究開発の国際的な戦略を早期に立案する。このため、高速炉研究開発の国際動向を踏まえるため、世界各国における高速炉研究開発に関する政策動向や研究開発の進捗状況等について、適時調査を行い、実態を把握する。また、実証プロセスへの円滑な移行や効果的・効率的な資源配分を実現できるよう、機構内部の人材等の資源の活用とともに、機構も含めた我が国全体として高速炉技術・人材を維持・発展する取組を進める。

本研究開発に要した費用は、37,433 百万円(うち、業務費 32,253 百万円、受託費 5,177 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(31,056 百万円)、政府受託研究収入(5,154 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)「もんじゅ」廃止措置に向けた取組

敦賀地区に廃止措置実証に特化した「敦賀廃止措置実証部門」及び敦賀廃止措置実証部門長の統括を補佐するヘッドクォータ機能を充実させるための「敦賀廃止措置実証本部」を設置するとともに、この組織体制を踏まえた「もんじゅ」の現場体制を見直した。実証本部は、基本戦略や計画の立案、重要技術課題の検討を行う等、現場をサポートし、「もんじゅ」は現場に専念する体制で廃止措置を推進した。この新体制において、これまで機構が培ってきた技術、経験に電力会社やメーカーの技術力を融合させることで、保安活動を着実に行いつつ、廃止措置を計画的かつ効率的に進めた。

イ. 燃料体の処理作業

2022年度の燃料体取出し作業の完了に向けて、これまで使用済燃料を処理した実績(経験)が平成20,21年に処理した2体のみであること、平成22年以降設備は休止状態であることを踏まえ、以下の燃料体の処理作業に向けた準備を十分に実施し万全を期した。

安全かつ確実な燃料取出し作業に向けて、運転(操作チーム)と保守(設備チーム)を一体化した燃料取扱体制を構築し、操作員に対して、必要な机上教育に加え、燃料体の処理に向けた訓練として、操作補助盤を用いた確認や警報が発報した場合を想定したトラブル収束に向けた図上訓練、敦賀廃止措置実証本部を含めた現場組織と対外対応組織と連携した訓練を実施し、対応力の向上を図った。

使用済燃料取扱試験など燃料体の処理に関する一連の自動化運転の確認を行う総合機能試験を実施し、模擬燃料体及び使用済制御棒を用いた燃料体の処理操作の模擬訓練を実施することにより、実機操作盤による操作の習熟度及び班内連携の向上を図った。

燃料体の処理作業における安全上重要な事象と長期的な停止に至る可能性がある事象に対して、各リスクに対する防止対策、復旧方策を検討して手順書等に反映した。特に、長期的な燃料処理作業停止に至る事象のリスク評価では、洗浄廃液による強アルカリ化のため定期的な脱炭酸運転が必要であることが抽出され、それを回避するため、作業前に炭酸化抑制の対策を実施し、燃料体処理数の制限を行うことなく作業を進めることができた。

不具合等に備えて、原因と対策検討の迅速な支援のため敦賀廃止措置実証本部の要員2名の「もんじゅ」への常駐、メーカーの保守等に関する責任者や設計者等の現場常駐等、現場体制を強化した。

上記の準備を実施した上で、燃料体の処理作業を平成30年8月から開始した。燃料体の処理作業においては、燃料出入機本体Aグリッパにナトリウム化合物が付着することにより燃料体を掴む爪の開閉トルクが大きく上昇する事象等が発生し度々作業が中断した。作業停止に至る事象に対しては実証本部、「もんじゅ」、メーカーが連携して速やかに事象の分析を行うとともに運用手順の改善や対策を講じ、作業停止期間を最小限に止めて作業を進めた。

燃料体の処理作業は1体/日で処理作業を実施していたが、次年度以降の燃料取出し作業の効率的な実施に向けて、作業の習熟度が上がった後半に燃料体の連続処理作業(2体/日処理)

を計6日試行した。不具合なく安全に処理できることが確認でき、2019年度以降の連続処理作業の見通しを得た。

以上のように事前準備と適切なマネジメントにより、事故・トラブルなく安全に86体を処理した(廃止措置計画では100体)。この間、事故事象/長期的な停止に至る可能性がある事象は発生しなかったことから、作業前に実施したリスクアセスメントは一定の効果が認められた。

燃料体の処理作業を通じて、燃料出入機本体Aグリッパの運用方法(グリッパ洗浄のトルク管理等)の改善が図られるなど、不具合への対応に係る技術的知見を取得できた。また、燃料体の処理の運用・手順のブラッシュアップや燃料体連続処理の試行により、令和4年度の燃料体取出し作業完了に向け、より確実な見通しを得た。

燃料体の処理作業において、重要事象以外の事象が多く発生した影響によって86体処理に留まったことを踏まえ、今後の燃料体取出し作業の安全かつ着実な実施に資するため、課題となる事象の多発や経験不足等のリスクに着目したリスクアセスメントを深化させる取組を開始した。

ロ. 「もんじゅ」施設の設備点検等の保守管理

燃料体の原子炉容器からの取出しに向けて、燃料交換装置等を点検するとともに、約20年ぶりの原子炉上部での大型機器の分解点検である「しゃへいプラグ点検(エラストマシール交換)」についてはモックアップ訓練等による作業習熟を図り、無事故・無災害で実施した。

2次系ナトリウム一時保管用タンクの設置において、施工途中で一部設計の見直しや不具合が発生したが、プロジェクト管理上の様々な改善を図ることで計画どおりに実施し、安全かつ確実に2次系の全てのナトリウム抜き取りを完了した。これにより、ナトリウム漏えい・燃焼リスク低減が図られるとともに、維持費低減に大きく貢献する。

保守管理不備の保安規定違反事項等に関して、原子力規制委員会にて「全ての保守管理不備違反事項等の再発防止対策が完了していることを確認した」との評価を得た。これにより、約6年間に及ぶ「もんじゅ」保守管理不備の対応を完了し、「もんじゅ」廃止措置を安全かつ着実に進めるための基盤を構築することができた。

原子炉施設の安全確保を最優先とし、燃料交換設備の復旧点検と並行して、「もんじゅ」で初めて実施する施設定期検査に向けて事前準備を十分に行い、第1回定期設備点検を確実に実施するとともに当該検査へ適切に対応した。また、大規模損壊対応である可搬型消火設備機材配備やナトレックス消火剤配備、保全計画に基づく点検や設備更新、設備の不具合への対応などを適切な工程管理の下で着実に実施した。

ハ. 燃料取出し後の廃止措置計画策定に向けた取組

使用済燃料及びナトリウムの処理処分に関して、以下の調査・検討結果をとりまとめ、平成30年12月26日に地元自治体へ報告した。

ナトリウム処理・処分方法の一つとして、海外機関のナトリウム引取の可能性確認を進め、ナトリウムの処理処分に係る技術課題等について取りまとめた。

使用済燃料の搬出先候補の調査として、再処理施設の対象とする使用済燃料の種類、施設の操業計画、「もんじゅ」燃料の適用可能性等の調査を進め、使用済燃料の処理処分に係る技術課

題等について取りまとめた。

解体計画の具体化に向け、ナトリウム機器等の解体計画の検討に着手し、メーカー協議会と社内検討会を通じて検討を行った。検討結果をまとめるとともに、次年度の検討事項を確認し、2019年度末の解体計画書の策定に向けて着実に進めた。

放射化汚染の分布評価のための解析コードの計算体系及びライブラリの整備を進めるとともに、放射性廃棄物の物量評価手法の検討として、金属、コンクリートについて図面などを基に、対象機器ごとに重量データ等を収集するための事前検討を進めた。

ニ. 海外との技術協力の推進

仏国原子力・代替エネルギー庁(CEA)との「ナトリウム冷却高速炉の廃止措置協力活動における人員派遣取決め」に基づき、平成31年1月に職員1人を仏国高速原型炉フェニックスへ派遣した。また、英国原子力廃止措置機関(NDA)との廃止措置分野の協力取決めについて「もんじゅ」に係る協力まで拡大する改定を行った。この結果、継続して廃止措置作業経験のある海外機関からも積極的に情報収集し、技術的課題の効率的な検討に資することができ、第2段階以降の廃止措置計画策定に貢献するとともに、安全性や効率性の高い廃止措置の実現への貢献が期待できる。

日英ワークショップやロシア-JAEAテクニカルワークショップを開催し、「もんじゅ」廃止措置計画に反映するための海外先行炉の知見を得た。

ホ. 情報発信

廃止措置全体工程、燃料の保管状況や取出し作業スケジュール、実施状況等について、自治会や各種団体等も含めた地域の方々約1,800人に対して説明し、これらの活動を通じて「もんじゅ」廃止措置について理解促進に努めた。

燃料体取出し作業に関し、工程変更や不具合を含む進捗状況について、迅速かつ正確な情報発信を行った。

(ii) 高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案

イ. 高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発

高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発については、日仏ASTRID協力、日米民生用原子力研究開発WG(CNWG)協力等の二国間協力及びGIF等の多国間協力の枠組みを活用し、設計やR&Dの各国分担による開発資源の合理化等、効率的な研究開発を実施した。

ASTRID協力では、機構が有するナトリウム試験技術への高い評価を背景に、プラント過渡熱流動ナトリウム試験装置(PLANDTL-2)を用いた共同試験の実施に向けた合意(平成30年5月に契約締結)に至り、仏国の資金協力を得て、日仏共通の課題である崩壊熱除去システムの信頼性向上に係る技術開発を進める枠組みができるなど研究協力を大きく進展できた。

GIFでは、安全設計クライテリアの国際標準化に向けてIAEAやOECD/NEAの各国規制機関の会合の場で安全設計ガイドラインについて議論するとともに、規制機関からのコメントを日本主導でガイドラインに反映するなど多国間協力でしかできない活動を行うことで、効率的に研究開発を

実施できた。

「常陽」については、第 15 回定期検査を継続するとともに、施設保全計画に基づく補機系冷却水配管の腐食調査及び付属空調の屋外ダクトの更新を確実に進めた。また、次年度実施予定の第2使用済燃料貯蔵建家の冷却塔更新の設工認を平成 30 年 12 月 26 日に申請し、平成 31 年 3 月 20 日に認可された。新規制基準対応については、熱出力と設備の整合性や多量の放射性物質等を放出する事故への対策等を見直した補正書を提出し、同年 11 月 20 日の審査会合から安全審査が再開された。

100MW 熱出力での「常陽」運転再開後の照射試験計画の検討を進めた。また、その一環として、仏国との協議の下、ASTRID 協力において、「常陽」が提供できる照射試験条件(案)を提示した。

プルトニウム燃料技術開発センターにおいては、新規制基準対応の一環として、蓋付容器に収納されていない状態のプルトニウム量を制限するため、粉末搬送容器の蓋の製作及び取付けを実施している。また、グローブボックスの耐震補強、グローブボックス内温度の監視強化に係る警報設備の更新、グローブボックス窓板の火災対策に向けた難燃シートの適用性評価、地盤及び建物の耐震評価を実施した。

「もんじゅ」成果の取りまとめとして、機構OBの協力も得て開発の背景や考え方に関する知見を最大限収集し、後世に残すべき技術成果情報を知識ベースとして集約するとともに、若手技術者や理工系学生等の高速炉開発の将来を担う次世代への技術継承を主目的とした公開報告書を完成させた。

ASTRID 協力では、実施機関間の取決めに基づき、仏国の原子力・代替エネルギー庁(CEA)と合意してタスクシートに定めた開発協力を進めた。

設計分野の協力では、10 項目の設計タスクについて、機器・系統設計の詳細化、機器・系統の性能(安全性、伝熱流動挙動、構造健全性、耐震性、製作性等)を日仏共同で評価し、タスクシートに定めた要求に見合う成果を仏側に提示し、我が国の技術が ASTRID 協役に大きく貢献するものであると仏側より高い評価を得た。また、日仏の設計仕様・技術を共通化するための検討と日仏協議を実施することにより、共同開発範囲を拡大することができた。その結果、高燃焼度を達成可能な炉心燃料、耐震性強化型の原子炉構造、蒸気発生器を採用した動力変換系等について我が国技術との共通化を図った。これらの設計協力を通じてメーカを含む我が国の高速炉開発技術の維持が図られるとともに、日仏共同での設計・評価は我が国の知見の拡大に貢献した。さらに、独自に ASTRID 協力で得られた成果を活用して、日本の立地条件に適合可能な耐震強化型のタンク型炉の設計概念を構築する等、我が国における高速炉実証技術の確立に資する顕著な成果を挙げることができた。また、その成果に基づき、世界標準プラントを意図した共通仕様炉概念を日仏間で合意した。これらの成果は、2020 年以降の日仏間協力協議に必要となる R&D 計画の立案に貢献するものである。

R&D 分野の協力では、日仏共通の研究開発課題として選定された 24 項目について日仏で分担して R&D を継続実施し、「常陽」の活用に向けた仏側の照射条件を策定するとともに、炉内中性子計装/水素計等について仏側の進んだ知見を取得する等の成果を上げることができた。R&D 分野の協力を通じて、ベンチマーク解析、情報/データ交換、ナトリウム試験の共同実施、シビアアクシデントのシナリオ検討などを実施し、日仏相互に有益な知見が得られた。

シビアアクシデントの防止と影響緩和として検討している多様な崩壊熱除去システムの評価に必要な試験装置を構成するための AtheNa 試験施設の整備について概念検討を進め、試験条件の設定等を踏まえて、事故時熱流動挙動を模擬可能な模擬炉心部構成を含めた試験体概念を取りまとめた。

シビアアクシデント時の過酷な状況を模擬した崩壊熱除去時における炉心部での熱流動現象に着目する水流動試験装置 (PHEASANT) については、炉内での冷却材挙動の解明に資するため光学計測手法を工夫し、ナトリウム試験では得られない広い範囲での流速分布データを取得するとともに、複数の崩壊熱除去システム稼働時の熱流動解析手法の整備を進めた。

崩壊熱除去時の熱流動解析手法の整備を進めるとともに、原子炉容器を模擬したプラント過渡熱流動ナトリウム試験 (PLANDTL-2) では、崩壊熱除去特性に係る試験を仏国との国際共同試験として実施した。PLANDTL-2 では、小規模集合体規模から全炉心規模に拡大した新しい試験体系に対応できるよう試験装置の改造を行った結果、崩壊熱除去の信頼性向上に係る共通の課題を有する仏国 CEA から全炉心規模での信頼性の高いナトリウム試験データの取得が可能な試験施設として高い関心が寄せられ、費用分担による共同試験の実施に合意し、第 1 回の試験を実施した。これにより、崩壊熱除去特性の炉心周方向依存性など世界的に貴重な全炉心規模での信頼性の高いナトリウム試験データを取得することができた。また、試験結果に基づき、安定な崩壊熱除去が可能な崩壊熱除去システム (浸漬型 DHX) 概念の成立性を示すことができた。さらに、試験データとの比較により、熱流動解析手法の妥当性を確認することができた。今後、実規模での大型試験による技術実証を、本件のような工学規模での試験データを根拠として妥当性確認を行った信頼性の高い解析手法 (数値シミュレーション) に置き換えていくことで、開発コストを大幅に低減することが期待できる。

炉心損傷事故の終息を評価する上で重要な、再臨界を防止した後の損傷炉心物質の原子炉容器内再配置挙動及び安定冷却に関する試験研究 (カザフスタン共和国での EAGLE-3 試験) を実施した。EAGLE-3 は次の 3 つのテーマすなわち、(1) 損傷炉心物質の制御棒案内管を通じた流下、(2) 入口プレナムへの再配置・冷却性、(3) 炉心残留燃料の冷却性から構成される。(1) に関しては黒鉛減速パルス出力炉 (IGR) を用いた炉内試験を実施し、これまでの炉外試験結果と合わせて制御棒案内管が損傷炉心物質の再配置経路として機能する要件を抽出した。(2) に関しては、炉外試験を実施してデータを取得し、機構の MELT 施設での可視化基礎試験を通じて得られた燃料再配置形態に係る知見のナトリウム条件への拡張性を確認した。(3) に関しては、主要な要素現象を抽出して試験装置の仕様及び試験条件を定め、試験準備に着手した。

機構の MELT 施設にて、1700°C 以上の加熱溶融したスティールをナトリウム中へ注入する試験を昨年度に引き続いて実施し、ナトリウム中に浸入したスティールが急速に微粒化する過程を X 線透過による高速度カメラにより観察して試験的知見を拡充した。EAGLE-3 及び MELT 試験の成果は、炉心事故時に再配置される損傷炉心物質が効率的に冷却される粒子状に堆積することを示しており、炉心損傷事故時の炉心物質の炉容器内保持 (IVR) 成立性評価に関わる重要な知見を提供した。

これまでに得られた知見に基づき「常陽」の新規制基準に対応可能な安全評価手法の整備・検証を実施するとともに、「常陽」の炉心損傷の起因となる事象の発生から損傷炉心物質の再配置・

冷却までを評価できることを確認し、補正申請に反映した。

ナトリウム工学研究施設を活用した安全研究として、ナトリウムとコンクリートとの反応等で発生する水素が徐々に消費されることが期待される水素誘導拡散燃焼に関し、水素・酸素の可燃性混合気がナトリウムミストにより着火し水素火炎形成に至る推移を発光輝度の解析により明らかにした。また、パラメータを拡張した試験を実施し、ナトリウム濃度の違いによる水素火炎形成への影響や水素の燃焼効率等の燃焼特性に関する試験データを取得する等、所期の目的を達成した。

高速炉用の構造・材料に関して、改良 9Cr-1Mo 鋼、316FR 鋼の母材及び溶接部の高温、長時間データの取得試験等を継続するとともに、日米 CNWG の枠組みで長時間構造健全性に係る時効効果などの R&D 知見を得た。これらの試験結果に基づき 60 年設計に適用可能なクリープ特性式を開発し、日本機械学会 (JSME) 規格化に向け発電用設備規格委員会の審議に付し付し可決された(今後、設計・建設規格の基準値への反映が期待される。)。本件は、経済性等の開発目標の達成に不可欠な 60 年設計の技術的根拠の整備に資するものであり、また、今後のイノベーション活動全体を支える研究開発基盤の必須項目として重要なものである。また、シビアアクシデント時のバウンダリ構造等の評価に必要な超高温材料試験データを拡充し材料特性式を整備した。

配管の限界耐力試験結果等を踏まえ、JSME 事例規格として提案した弾塑性解析に基づくひずみベースの強度評価法について、最終段階の審議及び公衆審査までを終え、令和元年度に発刊予定である。原子炉容器を縮小体系で模擬した小型薄肉容器に対して繰返し荷重を伴う座屈試験を実施し、せん断方向の荷重と軸方向の荷重が複合して作用する効果が顕著となる条件下で生じる座屈現象に対する繰返し荷重の効果を把握した。その試験データと解析により繰返し荷重の効果を加味した座屈評価手法の妥当性を検証する等、着実に業務を進めた。さらに、これまで検証と高度化を進めてきた本座屈評価手法を、JSME 規格化に向け同学会の設計基準作業会の審議に付した。

革新技術を支える基盤技術として、機構論に基づいて、高速炉の熱流動関連課題を効率的かつ効果的に評価するためのマルチフィジックス/マルチレベルプラントシミュレーションシステムの開発整備を継続して進めた。具体的には、プラットフォームの試作と 1 次元動特性解析コードと 3 次元熱流動解析コードのカップリング手法の構築を進めるとともに、信頼性確保のための検証と妥当性確認(V&V)実施手順の具体化を進め、プラントシミュレーションシステムを構成する個々の解析モジュールの系統的な V&V を実施した。また、国際協力(日米 CNWG、ASTRID、日米仏 MOU 協力)を積極的に活用し、プラント過渡・ナトリウム燃焼(日米 CNWG 協力)、ナトリウム-水反応(ASTRID 協力)及び温度成層化(日米仏 MOU 協力)に関する海外で有する試験データを取得し、妥当性確認データの拡充並びにベンチマーク解析を通じた知見・ノウハウの獲得を継続的に進め、研究開発成果の最大化を図った。さらに成果の外部発信(国際会議共同発表(NUTHOS-12、NTHAS-11)等)も行った。日米 CNWG 協力においては、国際的キーパーソン育成としてサンディア国立研究所に研究員を派遣し、人的及び研究的なつながりを深化させた。

ナトリウム工学研究施設等を活用したプラント保全技術開発として、高温環境に対応した非破壊検査用センサに関する基礎的な試験を行い、欠陥検出性の予測に用いるシミュレーションコードの高度化に反映した。また、機器・配管内の残留ナトリウム量の把握や、ナトリウムの安定化に関する要素試験等を行い、基礎的な知見を得た。これにより、所期の目的を達成した。

国際協力において、議長就任と議長団結成により GIF を国際的にリードする体制を整えるとともに、高速炉分野運営委員会の議長、同安全分野の副議長を継続し、国際交渉力のある人材の確保・育成を図った。国際協力でのベンチマークデータの交換による検証データの拡張など効果的・効率的な資源活用を行った。

情報発信として、機構職員の GIF 議長就任に伴うプレス発表を行い、新聞掲載された。

ロ. 研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案と政策立案等への貢献

平成 28 年 12 月に原子力関係閣僚会議で決定された「高速炉開発の方針」に基づき、今後 10 年間程度の開発作業を特定する「戦略ロードマップ」の策定への協力に、引き続き貢献した。第 10 回戦略 WG において、現時点で我が国が保有している高速炉サイクル技術の技術的成熟度(TRL)を議論した。機構は、「高速炉サイクル開発計画検討アドホックチーム」等を中心に、自らが保有する技術的知見をベースとして、戦略 WG の議論用資料の作成に貢献した。第 14 回戦略 WG において、青砥理事・新型炉部門長より、「高速炉研究開発における原子力機構の役割について」と題して発表を行った。そこでは、開発環境の変化や原子力イノベーションを考慮した今後の高速炉開発について、機構の考え方を表明した。その結果、平成 30 年 12 月 21 日に策定された「戦略ロードマップ」においては、機構の役割として、研究基盤の維持及び設計手法や安全基準等における我が国の技術の国際標準化に取り組むものとされたところである。

GIF、IAEA 等の国際会議を活用し各国の高速炉開発状況等の調査を継続して実施し、併せて関連省庁との情報共有を図った。OECD/NEA の国際協力プロジェクトである NI2050 や GIF の場において、今後原子力エネルギーが目指すべき活動として、日本の試験施設利用を含む研究提案(自然循環除熱試験研究など)や再生可能エネルギーとの共存性に関わる議論をリードした。

機構が策定した「国際戦略」との関連では、高速炉研究開発における具体的な展開として、以下の 3 つの狙いを持って国際協力等を進めた。

- ・海外研究機関等のリソースの活用による研究開発の効率的推進、成果の最大化原子力利用に伴う共通課題に対する国際貢献を通じた、我が国のプレゼンスの増大や、その成果による我が国への波及効果
- ・研究開発成果の国際展開による国際原子力コミュニティや我が国産業界への寄与
- ・「戦略ロードマップ」との関連では、機構として立案した国際協力活用戦略案が「戦略ロードマップ」策定の議論において活用された。

大学、研究機関等との連携では、25 件の共同研究を平成 30 年度に実施し、熱流動、安全、構造材料等の各分野で高速炉開発に係る基盤研究の発展、人材育成を図った。また、原子力工学国際会議(ICONE)など国際会議の開催に技術プログラム委員会委員として参画するとともに、国際会議でのキーノート講演や積極的な論文発表を図った(外部発表 182 件)。GIF を含む国際協力に係る会議に、議長や委員の立場等で積極的に参加した。

「もんじゅ」の職員等を対象として、ナトリウム取扱技術研修、保守技術研修及びシミュレータ研修を計画どおり実施し、人材育成と作業員の力量認定に貢献した。

ナトリウム工学研究施設等を活用して、大学等との共同研究の実施や学生実習生の受け入れを行い、ナトリウム取扱技術等の研究開発における産学連携及び人材育成に貢献した。

ハ. 高速炉安全設計基準の国際標準化の主導

次世代ナトリウム冷却高速炉が具現化すべきシビアアクシデント対策を含む安全設計要件を政府や学識経験者等の関係者と協議を進めながら具体化した。それらをベースに前項で示した国際戦略に基づき、GIF の安全設計クライテリア (SDC) 検討タスクフォースにおいて日本が議長として原案を提示するなどの主導性を発揮して SDC を具体的な設計に展開するための安全アプローチ SDG (安全設計ガイドライン) を構築し、GIF 政策グループの承認を経て IAEA 及び OECD/NEA のレビューに供した。GIF と IAEA 合同のワークショップで米、仏、露、及び英の規制関係者並びに IAEA の基準関係者等からのフィードバックを得た。また、OECD/NEA に設置された新型炉安全検討グループ (GSAR) と IAEA のそれぞれにおいて、具体論として日本が原案を提示した世界で初となる設計体系の安全アプローチについて議論を進め、「IAEA-GIF 高速炉の安全性に関わる技術会合」において国際機関・各国規制機関及び高速炉開発機関合同で、安全アプローチ SDG はメンバー国の高速炉安全設計の適切なレファレンスとなるとしてレビューが総括された。印、中、露、韓国等も本 SDG の活用を表明する等、安全設計要件の国際標準化に見通しが得られ、特に優れた成果を創出した。

本活動は GIF により有効性が高いと評価され、鉛炉・ガス冷却高速炉など他の炉システムでも SDC の策定が推奨されて実際の活動が開始されるとともに、GIF リスク安全ワーキンググループの活動を通じて技術的議論を主導した。さらに、高速炉の最大の国際会議である高速炉システムに関する国際会議に SDC のパネル討論を提案した結果、IAEA による評価を受けて FR17 全体で 2 コマだけ用意されたパネル討論の 1 コマとして採用され、会議において活発な議論が行われるなど、多国間の共通理解を促進することができた。

また、原子炉施設を構成する主要設備である炉心並びに冷却系及び格納系を対象に、系統別 SDG の原案を機構が作成し、国内の学識経験者のフィードバックを得た。系統別 SDG は、安全アプローチ SDG を更に発展させた系統レベルでの留意事項を具体化させるものであり、GIF の SDC タスクフォースにこれを諮り、文書化を進めるなど議論をリードした。その結果として、平成 29 年度末までに各国の提案を入れた系統別 SDG のドラフトを完成させ、平成 30 年度に GIF 内の承認プロセスへ進展させるとともに、IAEA 高速炉安全性会合の場で高速炉開発に関わる各国機関・規制側との議論に附すことができた。令和元年度中に系統別 SDG が GIF にて承認される見込みであり、次世代原子炉では初となる国際標準の安全設計基準が体系的に整備されることとなり、世界中のナトリウム冷却高速炉の安全性確保に資することが見込まれる。

以上のように高速炉の安全設計基準では、GIF、OECD/NEA、IAEA の場を活用し我が国の主導により安全設計ガイドライン (SDG) の構築と国際標準化を進めることができた。その成果は世界のナトリウム炉の開発だけでなく、鉛炉・ガス冷却高速炉など他の炉システムの安全設計クライテリア (SDC) 構築へと発展した。なお、本件では、先進ループ型ナトリウム冷却高速炉 (JSFR) での設計知見を活用して実効性のあるガイドラインの文案を策定するとともに、タンク型ナトリウム冷却高速炉に対しても SDC/SDG との整合性確認を進めることで系統別 SDG の一般性を再確認した。これらの活動は、国内有識者及び各国の協力を得て進めることができおり、成果の最大化につながっている。

本成果は、「高速炉の複数系統連携による安全システム設計方針を開発、GIF 国際標準化へ～次世代ナトリウム冷却炉の高い安全性の実現に向けて世界をリード～」と題して平成 30 年 3 月にプレスリリースを行い、電気新聞及び日刊工業新聞に記事掲載された。

高速炉の特徴を生かした設計や維持を規制体系に適合する形で実現することを目的とし、JSME における規格体系の整備に計画的に貢献した。同時に、国際標準化を狙いとして成果のエッセンスを構造分野における実質的な国際標準規格である米国機械学会 (ASME) の規格に反映する活動を実施した。これらに関して以下の結果を得た。

60 年設計に適用可能な最大 50 万時間まで適用可能なクリープ特性式を開発し、JSME 規格化に向け発電用設備規格委員会の審議に付し可決された(今後、設計・建設規格の基準値への反映が期待される。)。本件は、経済性等の開発目標の達成に不可欠な 60 年設計の技術的根拠の整備に資するものであり、また、今後のイノベーション活動全体を支える研究開発基盤の必須項目として重要なものである。また、シビアアクシデント時のバウンダリ構造等の評価に必要な超高温材料試験データを拡充し材料特性式を整備した。

JSME において、軽水炉規格や JIS の改訂内容等を反映した設計・建設規格第 II 編高速炉規格 2018 年追補の発刊承認を得た。また、新たに策定する高速炉維持規格及び同規格で定める供用期間中検査要求の根拠整備に資するために策定する高速炉用破断前漏えい評価ガイドラインについて、技術的な審査の最終段階である発電用設備規格委員会での審議対応を進めた。また、配管の限界耐力試験結果等を踏まえ提案した、事例規格「弾塑性応答解析に基づく耐震 S クラス配管の耐震設計に関する代替規定(案)」について、最終段階の審議及び公衆審査までを終え、2019 年の発刊見込みを得た。本件は、高速炉の薄肉配管の地震時破損モードが疲労亀裂進展であることを示したものであるが、同時に軽水炉にも適用可能な合理的評価手法を提案したものである。本成果により、高速炉の設計合理化はもとより、軽水炉を含む原子力プラント全体の技術レベル向上に貢献した。

JSME において、既存規格の高度化(高速炉設計・建設規格及び溶接規格)及び新たな規格の策定(高速炉維持規格、破断前漏えい評価ガイドライン、機器の信頼性評価ガイドライン)を主体的に進め、それぞれ成案を分科会へ上程した。このうち、先行した信頼性ガイドラインについて公衆審査を含む全ての議論が終了し平成 29 年版としての発刊承認が得られた。これは従来にはないリスク情報の活用を構造設計や維持へ展開可能にする信頼性評価手法であり、確率論的リスク評価(PRA)手法における手順を逆方向に利用し、プラントレベルの安全目標値(炉心損傷頻度等)から機器レベルの構造信頼性に関する目標値の導出を可能とする画期的な手法として新たに開発することに成功したものである。JSME 発電用設備規格委員会で軽水炉等への本手法の適用を強く期待する意見も出されるなど、設計規格や維持規格の合理化につながる重要な成果である。

ASME においては、昨年度、JSME で策定中の高速炉維持規格の骨子を ASME の維持規格の議論に反映し、事例規格として ASME Code Case N-875 として発刊された。更に本事例規格の内、プラントレベルの安全目標値(炉心損傷確率等)から機器レベルの構造信頼性に関する目標値を導出する手法等の主要部分について、ASME で主に新型炉を対象として開発が進められている既存炉・革新炉共通維持規格への反映に取り組み、実現した(2019 年発刊予定)。本事例規格は、リスク情報を全面的に活用した新しい維持規格として ASME においても非常に注目されて

おり、その最重要課題の一つである機器レベルの構造信頼性に関する目標値の導出手法に、JAEA の提案が反映されたことは顕著な成果である。

⑦ 核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等

エネルギー基本計画に示されているとおり、我が国は、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進を基本方針としており、この方針を支える技術の研究開発が必要である。また、原子力利用に伴い確実に発生する放射性廃棄物の処理処分については、将来世代に負担を先送りしないよう、廃棄物を発生させた現世代の責任において、その対策を確実に進めるための技術が必要である。このため、使用済燃料の再処理及び燃料製造に関する技術開発並びに放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発を実施する。また、高レベル放射性廃棄物処分技術等に関する研究開発を実施するほか、原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分を計画的に遂行するとともに関連する技術開発に取り組む。これらの研究開発等を円滑に進めるため、新規制基準へ適切に対応する。

再処理技術の高度化や軽水炉 MOX 燃料等の再処理に向けた基盤技術の開発に取り組むとともに、これらの成果を活用して技術支援を行うことで、核燃料サイクル事業に貢献する。また、高速炉用 MOX 燃料の製造プロセスや高速炉用 MOX 燃料の再処理を念頭に置いた基盤技術の開発を実施し、信頼性及び生産性の向上に向けた設計の最適化を図る上で必要な基盤データ（分離特性、燃料物性等）を拡充する。東海再処理施設については、使用済燃料のせん断や溶解等を行う一部の施設の使用を取りやめ、その廃止措置に向けた準備として、廃止までの工程・時期、廃止後の使用済燃料再処理技術の研究開発体系の再整理、施設の当面の利活用、その後の廃止措置計画等について明確化し、廃止措置計画の策定等を計画的に進める。また、貯蔵中の使用済燃料や廃棄物を安全に管理するために新規制基準対応に取り組むとともに、潜在的な危険の低減を進めるためにプルトニウム溶液や高レベル放射性廃液の固化・安定化処理を確実に進める。

高速炉や加速器を用いた核変換など、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度の低減に大きなインパクトをもたらす可能性のある技術の研究開発を、国際的なネットワークを活用しつつ推進する。研究開発の実施に当たり、外部委員会による評価を受け、進捗や方向性の妥当性を確認しつつ研究開発を行う。また、長期間にわたる広範囲な科学技術分野の横断的な連携が必要であること、加速器を用いた核変換技術については概念検討段階から原理実証段階に移行する過程にあることから、機構内の基礎基盤研究と工学技術開発の連携を強化し、国内外の幅広い分野の産学官の研究者と連携を行う。

高レベル放射性廃棄物の地層処分の実現に必要な基盤的な研究開発を着実に進めるとともに、実施主体が行う地質環境調査、処分システムの設計・安全評価、国による安全規制上の施策等のための技術基盤を整備し、提供する。さらに、これらの取組を通じ、実施主体との人材交流等を進め、円滑な技術移転を進める。加えて、代替処分オプションとしての使用済燃料直接処分の調査研究を継続する。研究開発の実施に当たっては、最新の科学的知見を踏まえることとし、実施主

体、国内外の研究開発機関、大学等との技術協力や共同研究等を通じて、最先端の技術や知見を取得・提供し、我が国における地層処分に関する技術力の強化・人材育成に貢献する。また、深地層の研究施設の見学、ウェブサイトの活用による研究開発成果に関する情報の公開を通じ、地層処分に関する国民との相互理解促進に努める。

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で、安全確保を大前提に、原子力施設の廃止措置、並びに施設の運転及び廃止措置に伴って発生する廃棄物の処理処分を、外部評価を経たコスト低減の目標を定めた上で、クリアランスを活用しながら、計画的かつ効率的に実施する。実施に当たっては、国内外関係機関とも連携しながら、技術の高度化、コストの低減を進めるとともに、人材育成の一環として知識や技術の継承を進める。

本研究開発に要した費用は、66,626 百万円(うち、業務費 63,676 百万円、受託費 2,913 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(53,740 百万円)、廃棄物処理処分負担金収益(5,595 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) 使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発

イ) 再処理技術開発

a) ガラス固化技術の高度化に係る研究開発

ガラス熔融炉の安定運転を達成するためには、熔融炉底部への白金族元素の堆積によるガラス流下性の低下への対策が必要であり、熔融炉の炉底形状を四角錐から円錐へ変更する新型熔融炉(3号熔融炉)の設計を進めた。

新型熔融炉に関する基本設計及び詳細設計の結果、炉の外形寸法及び上部に設置する機器の配置について、現行の2号熔融炉と異なる設計となったことから、施工設計の期間を1年から2年に変更し、平成30年度は施工設計として、耐震評価及び遠隔操作性検証を行い、新型熔融炉の構造を確定した。また、施工設計期間の変更について、平成30年11月に廃止措置計画の変更申請を行った。ただし、新型熔融炉の設置時期に変更はない。

耐震評価については、平成29年度の詳細設計で作成した新型熔融炉本体及び取合配管の構造に対して、新規制基準に対応した床応答スペクトルを用いて、「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)」に基づく評価を行い、耐震性能を満足することを確認した。

遠隔操作性検証については、新型熔融炉及び新型熔融炉への更新作業や更新後の運転保守を行う ITV カメラ、両腕型マニプレータ等の既設の遠隔操作設備・機器の寸法形状を3次元 CAD にインプットし、作成した3次元モデルにより、遠隔操作性について検証した。その結果、新型熔融炉本体と取合い機器の着脱等を遠隔操作設備・機器を用いて、安全かつ確実に実施できることを確認した。

また、新型熔融炉の設計に関して、外部発表を行い、積極的な成果の発信に努めた。

さらに、日本原燃株式会社から平成28年度から平成30年度に受託した「改良型ガラス熔融炉モックアップ試験フェーズⅢへの支援」として、モックアップ試験(K2MOC 試験、KMOC 試験)において採取した流下ガラス試料の XAFS 分析等により模擬廃液に含まれている白金族元素の分布、化学状態及びガラス構造の解析評価を実施し、日本原燃株式会社がガラス固化施設(K施設)

に新規導入する溶融炉に必要となる基盤的な技術情報を提供した。これらの情報は、今後の商用再処理事業におけるガラス固化運転の安定運転に係るノウハウの蓄積に貢献するものであり、産業界のニーズにも適合した。

上記のとおり、溶融炉の安定運転に影響を及ぼす白金族元素の炉内への堆積対策を講じた新型溶融炉の施工設計を着実に進め、東海再処理施設の高放射性廃液の早期のガラス固化処理の実現に向けた優れた成果が得られた。また、日本原燃株式会社からの受託業務を通じて基盤的な技術情報を提供することで、日本原燃株式会社のニーズにも適合しており、核燃料サイクル事業への技術支援に貢献した。

b) 使用済 MOX 燃料等の再処理に向けた基盤技術開発

高速増殖炉サイクル実証プロセス研究会が原子力委員会に提出した「核燃料サイクル分野の今後の展開について【技術的論点整理】」において検討の必要性が指摘されている共抽出フローシート及び将来の施設概念について、以下の事項を実施し、その成果を経済産業省委託事業の報告書として提出した。

ウラン・プルトニウム共回収プロセス(コプロセッシング法)に係る抽出器試験に関しては、これまでの試験結果を基に改良した遠心抽出器システムを用いて共除染フローシートに基づくウラン抽出試験を実施し、遠心抽出器システムによるフローシートの成立性を確認した。また、コプロセッシング法特有の高い有機相流量/水相流量(O/A)比条件での抽出処理に対応するため、抽出試験時のウラン抽出プロファイルの傾向は、抽出計算コード MIXSET-X による理論値と合致することを確認し、コプロセッシング法の共除染フローシートを対象に、遠心抽出器システムが理想的な抽出平衡挙動を示すことを明らかにした。また、流路構造の異なる二種類の遠心抽出器(通常型、水相還流型)を対象に適用性の評価を実施した。高 O/A 比条件では遠心抽出器の処理能力を最大限に発揮するため、抽出器内の O/A 比を見かけ上 1 に近い形で処理可能な水相還流型がより適していると考えられた。一方、通常型は処理量の増加が期待できることから、両タイプについて O/A 比条件の変化に伴うウランの抽出/逆抽出性能への影響を評価し、両タイプともに広範囲の O/A 比条件において十分な抽出逆抽出性能を有することを確認した。この結果、通常型の遠心抽出器も水相還流型と同等の性能が期待できることから、処理量の増加が期待できる通常型遠心抽出器もコプロセッシング法のフローシートに対応可能であることを確認した。

清澄性能の検討に向けたスラッジ物性データの取得として、燃料溶解液中の実スラッジの XRD 測定を試みた結果、組成分析で検出された FP に由来する成分は確認できなかったことから、主にアモルファス状で存在することが示唆され、スラッジの生成メカニズムの把握にあたって重要な知見が得られた。

遠心清澄機の性能検討として、スラッジ捕集性能(目標 99%)に与える処理条件(ボウル回転数、処理流量、スラッジ性状、液性)の影響を評価した結果、清澄性能の評価にあたってスラッジ粒径は考慮すべき重要因子であることを実験的に確認した。その他、ボウル回転数、処理流量、液性の影響についても検討した。

軽水炉・高速炉 MOX 燃料の再処理に伴いスラッジ発生量が増大することから、工程内でのスラッジ蓄積による閉塞、伝熱不良、第三相形成等のリスクを低減するためには清澄性能の向上が

重要となる。この観点から、保守が比較的容易で大量処理が可能な遠心清澄機と微粒子の分離に適したフィルタから構成される改良型清澄システムの適用による再処理プラントへの影響評価として、MOX 燃料の再処理施設に対し、改良型の清澄システムを導入した場合の概念検討を行い、遠心清澄機の性能確保と配置の見直しを行うことで、フィルタ及び周辺機器(保守含む。)を追加しても建屋規模を変更せずに関連設備が収容可能であり、導入コストは主要設備費合計の 1%程度となる知見を得た。

「もんじゅ」新ブランケット燃料を利用した試験計画の検討として、再処理に関する一連のウラン工学試験を行うための機器配置案を検討した。

以上の成果は、年度計画を達成するものであるとともに、MOX 燃料の再処理施設の特徴である Pu 取扱量、スラッジ発生量の増加に係る課題解決に必要な知見の成果創出であり、将来的な再処理技術の確立に向け、我が国における使用済 MOX 燃料の再処理施設概念の構築に向けて大きく貢献した。また、上記の成果については、4 件の外部発表を行った。

ロ. MOX 燃料製造技術開発

a) 現行の MOX 燃料製造プロセスの高度化、乾式リサイクル技術の開発

現行の MOX 燃料製造プロセスの更なる生産性・経済性の向上、廃棄物処理・処分の負担軽減及び Pu の有効利用を図ることを目的とした乾式リサイクル技術の開発の一環として、規格外ペレット等を粉砕・粒度調整し、原料として再使用を可能とする粉砕機の最適化を図るべく、密度の異なる模擬粉末を粉砕・粒度調整するコールド試験を行った。同試験の結果及びこれまでのコールド試験の結果から、粉末密度に依存することなく、粉砕粉の粒度調整が可能であることを確認した。これにより、現行のペレット製造プロセスの高度化のための枢要技術の一つである、乾式リサイクル技術の確立に資する基盤データを取得した。

b) 簡素化ペレット法に係る要素技術の開発

現行のペレット製造プロセスの更なる生産性・経済性の向上を実現する簡素化ペレット法の確立に不可欠な要素技術である、MOX の転動造粒粉を用いたペレット成型技術開発において、同 MOX 転動造粒粉がペレット成型されるまでの保管期間の経過に伴う転動造粒粉の崩れによるペレットの成形性への影響を確認するため、転動造粒粉の崩れを模擬した酸化ウラン粉末による成型試験を実施した。同試験の結果から、転動造粒粉の崩れにより発生する微粉の増加に起因する成型金型への粉末の充填性及び得られる成型ペレットの収率の低下傾向を確認した。これにより、転動造粒粉の経時変化を考慮した MOX 燃料製造プロセスの検討に係る有効な知見を得た。

c) 燃料製造設備の信頼性・保守性の向上

将来の高次化 Pu 等の利用に伴う高線量環境において高い信頼性及び保守性を有する燃料製造設備の設計に資するため、放射線環境下にあるプルトニウム燃料第三開発室の燃料製造設備について、装置の故障データの収集、及び部品ごとの故障発生頻度の整理を継続した。また、設備更新を計画しているプルトニウム燃料第三開発室の秤量・均一化混合設備について、これまでに得られた故障データに基づき、故障した際の復旧対応に時間を要する装置の信頼性・保守

性を向上する対策を検討した。

d) 「もんじゅ」新ブランケット燃料(66 体)の活用を含めた試験に向けた検討

「もんじゅ」新ブランケット燃料(66 体)を用いた再処理工学試験(解体、溶解、抽出等)に係る設備の配置検討を進めた。

ハ. 東海再処理施設

a) 東海再処理施設の廃止措置計画に係る認可手続

東海再処理施設の廃止措置に向け、認可申請を行った東海再処理施設の廃止措置計画について、規制当局からの審査コメントに対して、措置方策を検討したうえで反映し、補正を行った。その後、原子力規制委員会による審議を経て、平成 30 年 6 月 13 日に、大型核燃料サイクル施設としては国内初となる東海再処理施設の廃止措置計画の認可を受領した。また、茨城県及び東海村より、東海再処理施設の廃止措置計画への同意を平成 30 年 10 月 4 日に得た。

原子力規制委員会の東海再処理施設等安全監視チーム会合については、平成 30 年度は 7 回開催され、東海再処理施設の廃止措置の進捗状況等について報告するとともに、第 31 回原子力施設デコミッションング技術講座での講演やプレス取材等で積極的な成果発信に努めた。

さらに、東海再処理施設の廃止措置を合理的に進めるため、OECD/NEA「原子力施設廃止措置プロジェクトに関する科学技術情報交換協力計画(CPD)」技術諮問グループ(TAG)会合へ参加し、廃止措置の計画や現況について報告し、意見を受けるとともに、協定等による仏国原子力・代替エネルギー庁(CEA)、英国原子力廃止措置機構(NDA)等との情報交換を通じて、最新の技術情報を収集した。また、技術検討会議を開催し、仏国の廃止措置の経験を有する有識者から助言・提言を受けるなど、海外の先行事例と比較しつつ、着実かつ計画的に取り組んだ。

b) 工程洗浄に向けた準備等

工程洗浄については、回収したせん断粉末を溶解し、保有している高放射性廃液と混ぜてガラス固化処理を行うこと、精製したウラン溶液は UO_3 粉末とすること、精製したプルトニウム溶液は MOX 粉末とすることを前提に、安全性を含め技術的な観点から工程洗浄の方法を検討した。

平成 30 年度に予定していた工程内に残存する核燃料物質を集約するために実施する工程洗浄については、東海再処理施設等安全監視チームを通じて規制当局からコメントを出されたプルトニウム溶液の取扱い等についての検討を継続しており、詳細な方法・時期を定めるための廃止措置計画の変更認可申請は、申請時期も併せて検討している。令和 2 年度からの工程洗浄の実施に向けて、平成 30 年度は安全対策及び設備の点検・整備を計画どおり実施しており、上記の検討項目について関係機関との調整を進め、計画どおりの進捗への回復に努めた。

東海再処理施設に貯蔵されている使用済燃料の搬出については、平成 30 年 10 月 25 日に海外事業者と使用済燃料の搬出に向けた詳細工程の検討等を行うための準備契約を締結した。具体的な搬出先は次の契約までに決定することとしており、使用済燃料の搬出計画の達成に向けて着実に進めた。

c) 新規制基準を踏まえた安全性向上対策

安全対策の検討に用いる基準地震動、基準津波、設計竜巻及び火山事象、並びに平成 29 年度までに整理した安全対策の実施範囲及び実施内容について、平成 30 年 11 月と平成 31 年 3 月にそれぞれ廃止措置計画の変更認可申請を行った。

地震、津波、外部衝撃、内部火災・溢水等の安全対策については、平成 29 年度までに実施した基本設計等の結果を踏まえた詳細評価及び詳細設計を実施するとともに、地震やその他外部事象に対する建家・構造物の補強、重要施設の系統分離等の安全対策が必要な箇所について現地での詳細調査を行い、既存設備との干渉、対策施工時の保安確保に係る課題等を抽出し、安全対策の具体化を図った。

d) 施設全体の安全対策に係る詳細設計

事故対処設備の保管場所について、現有する貯水槽等の活用に加え、現在の事故対処設備の保管場所の地盤補強等により設計の合理化を図った。

また、可搬型事故対処設備の拡充による安全対策について、アクセスルートが損傷した際の資機材の運搬手段等をより確実なものとするため、不整地運搬車、マルチリフト機能付き 5 トントラック、中型送水ポンプ等、放水銃・泡消火設備等の配備を計画どおりに実施した。

e) ガラス固化技術開発施設(TVF)における高放射性廃液のガラス固化処理

ガラス固化処理に向けた施設整備として、両腕型マニプレータの更新及び溶融炉等の整備作業を実施した。本作業においては、作業の遅延は 12.5 年計画を着実に進めるリスクと捉え、調達・作業・設備の 3 つに分類し、遅延リスクの洗い出しとリスク対策を講じた。

両腕型マニプレータの制御系更新においては、メーカーから制御系パラメータ調整等の技術伝承を受けて作業員の力量向上を図るとともに、旋回台更新作業等を通じて実機を用いた熟練者の指導により若手職員のスキルアップに継続的に取り組んだ。

残留ガラス除去作業の確実な実施のため、遠隔装置の作動確認を兼ねたコールドモックアップ訓練により手順の確認や作業員の習熟度向上を図るとともに、定期的な部品交換及び消耗品(耐放射性 ITV カメラ、先端工具)の計画的な確保に取り組んだ。また、残留ガラス除去作業終了の判断目安を定め、消耗品を計画的に交換することで、本作業を本質的に改善することにより、年度当初に予定していた約 6 か月の作業期間に対して約 3.5 か月で、約 28kg の残留ガラスの除去をトラブルなく計画的に完了した。溶融炉の安定運転を長期的に確保するには、溶融炉内残留ガラスの定期的な除去によるリニューアルが効果的であり、2 回目となる本業務を通じて、溶融炉内の残留ガラスの分布、はつり除去の難易箇所、残留ガラス量の評価、使用工具の寿命等の新たな知見を得た。また、前回作業の約 24 か月より大幅に短い期間でのリニューアルを実証したことから、定常的なリニューアル作業を組み込んだ溶融炉の長期安定運転の技術的な見通しを得た。

TVF におけるガラス固化体保管能力については、420 本から 630 本に増強するため、耐震、遮蔽、冷却(崩壊熱除去)に関する安全対策の詳細設計の結果を取りまとめ、地元の了解を得た上で、計画どおりに平成 30 年 11 月に廃止措置計画の変更認可申請を実施した。

f) 低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の整備

コールド試験として、焼却設備のフィルタ類の保守試験を実施し、二次燃焼器等に装荷しているセラミックスフィルタについて、操作・保守要領に基づくメンテナンス操作が確実にできることを確認した。また、これらの試験を通し運転員の技能維持・向上を図った。

焼却設備の改良について、腐食が生じている機器・配管類の更新を目的として、令和元年度の廃止措置計画の変更認可申請に向けた準備を進めており、平成 30 年度は機器・配管類の構造設計及び耐震設計等の施工設計を計画どおり実施した。

コールド試験として、セル内の遠隔操作機器の操作・保守要領の確認試験を実施し、セル内のマスタースレーブマニプレータについて、操作・保守要領に基づくメンテナンス操作が確実にできることを確認した。また、これらの試験を通し運転員の技能維持・向上を図った。

低放射性液体廃棄物の処理工程への硝酸根分解設備やセメント固化設備の設置について、平成 31 年 3 月に廃止措置計画の変更認可申請を行った。

実規模セメント混練試験を継続実施し、炭酸塩模擬廃液から運転時に想定される水セメント比を設定して作製した長期材齢セメント固化体の物性評価を行い、長期安定性について確認した。

セメント固化設備・硝酸根分解設備の設置に向けて、セメント固化設備における炭酸塩廃液用のセメント材を供給する系統の機器及び配管設計と、硝酸根分解設備の機器、配管、計装、電気設計等を行い、詳細設計を完了した。

g) 高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)における廃棄物の貯蔵管理の改善

高放射性廃棄物の取出しに向け、取出し建家の建設検討・設計及び取出し装置の設計・モックアップ設備整備等に係る以下の対応を実施した。

取出し建家に関しては、取出し装置の設計結果を反映した装置据付床、プロセス設備及び付帯設備、既存設備との取合いの設計等を実施し、建家建設に必要な設計情報及び技術的課題の抽出を行った。HWTF-1 に関しては、建設候補地に隣接する既存施設等との間隔を確保するため、プロセス設備の合理化検討を行い建家規模の縮小化を検討した。また、建設候補地の地盤調査を行い、土壌掘削工事に要する期間を評価し、建設スケジュールを精査した。

廃棄物取出し装置の機能確認及び実証試験を行うためのモックアップ設備として、装置据付床等の製作を行い、水槽部への据付作業を完了し、水中での視認性確認や模擬ハル缶を用いた取出し方法等に関する試験を行うためのモックアップ設備の運用が可能となった。

廃棄物の遠隔取出し装置に係る製作設計として、廃棄物姿勢調整装置の製作について詳細設計を実施し、装置構成要素の製作設計を行った。貯蔵庫内の廃棄物までの距離測定手法の確立については、レーザーや超音波等による計測手法及び測定機器の調査・選定を実施した。

プール水の浄化については、浮遊物の回収を目的としたプール水の浄化装置の設置を検討した。吸着材にゼオライトを採用した貯蔵庫内投入方式の浄化装置の適用性を確認し、装置構成等を検討する詳細設計を実施した。

高放射性固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵している廃棄物を安全かつ早期に取り出すことを目的に、英国国立原子力研究所(NNL)と協力協定を締結し、英国で実用化されている技術(水中移動式の小型ロボット、ソナー等による水中可視化システム)を採用するための検討を実施するとともに、

ワークショップを開催し、検討結果を討論し、報告書として取りまとめた。ワークショップでの結果については、プレス発表を行い積極的な情報発信に努めた。本技術情報を反映することで、取出し作業の効率化、工程短縮による経費削減及びリスクの早期低減の効果が期待される成果を挙げた。

h) リサイクル機器試験施設 (RETF) の利活用方策

高速炉戦略ロードマップ策定に向けた議論及びその結果を踏まえ、引き続き利活用検討を実施した。また、利活用方策について文部科学省の合意を得るための対応を継続した。

i) プルトニウム溶液の貯蔵量

分離精製工場のプルトニウム製品貯槽には、平成 28 年度からヒール分として残っている希釈したプルトニウム溶液(約 3kgPu)が保有されており、今後、廃止措置の取組の中で処理する予定である。

(ii) 放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発

イ. MA の分離変換のための共通基盤技術の研究開発

a) 抽出クロマトグラフィ及び溶媒抽出法による分離技術の開発

○抽出クロマトグラフィによる分離技術開発

MA 回収率の向上を主な狙いとして改良したフローシートをもとに、実廃液を用いたホット試験で吸着溶離特性を確認した結果、MA 回収率 > 96%、除染性能(軽希土類元素の除染係数 (DF) > 10, 重希土類元素の DF > 400) が得られることを実証した。

カラム内の圧力損失の低下を目的とした吸着材の大径化を実現するとともに、ポリマー被覆方法の改良により、吸着容量が向上することを確認した。過年度成果を含め、吸着材の安定したガラス化、高性能化が可能である見通しを得た。

米国との協力では、若手研究者をアルゴンヌ国立研究所 (ANL) に派遣し、MA 分離フローシート研究に参画させた。また、仏国 CEA との協力では、MA 分離フローシート研究やシミュレーションコードを用いたベンチマーク試験を対象とした近々の協力内容に合意した。

○溶媒抽出法による分離技術開発

溶媒抽出法による MA 分離のための SELECT (Solvent Extraction from Liquid-waste using Extractants of CHON-type for Transmutation) プロセスについて、これまでに実施した小規模実廃液試験の結果をまとめ、国際学術誌 Solvent Extraction and Ion Exchange 誌に論文発表した。小規模実廃液試験の成果をもとに、グラムスケールの MA フィードストック試料回収に向けて、MA 分離プロセスのスケールアップと長時間処理性能の実証を目的とした実廃液試験を開始した。平成 30 年度は約 3 リットルの実廃液を使用し、ミキサセトラ型抽出器を用いて当初の想定を上回る長時間の分離試験を実施した。ホットセルでの分離試験はこれまで約 10~14 時間であったが、平成 30 年度は残留 U・Pu 除去プロセスは 25 時間 (4 日間) 及び MA・希土類元素 (RE) 一括抽出プロセスは 43.5 時間 (7 日間) の安定した抽出運転を達成した。抽出溶媒はリサイクル使用した。試

験により有機相・水相以外の第三相や析出物といった抽出分離を阻害する現象が生じないことが確認でき、溶媒抽出プロセスの安定性を確認できたことから実用化への見通しを得るとともに、REを含む MA 溶液を得た。MA 回収率等の分離性能評価のための試料分析の準備を進めた。以上により今後の MA 試料回収の見通しを得た。

抽出分離工程における抽出溶媒の放射線分解の影響を評価するため、ヘキサオクチルニトリロ三酢酸トリアミド(HONTA)を対象とした放射線化学研究を進めた。電子線加速器を利用したパルスラジオリシス実験を行い、有機溶媒中の HONTA 分子の分解メカニズムを推定した。さらに、米国アイダホ国立研究所(INL)に研究者を派遣し、溶媒抽出工程内の条件を模擬したガンマ線照射実験を開始した。

b) MA 含有燃料の基礎物性データの取得

○MA 含有燃料(MA 窒化物燃料)の基礎物性データの取得

MA 窒化物燃料の性能・ふるまいの理解に必要な特性データ取得として、MA を希土類元素ジスプロシウム(Dy)で模擬した (Dy,Zr)N 模擬燃料ペレットのヤング率データを燃料ふるまい解析コードに反映するとともに、(U,Pu,Zr)N 燃料の熱クリープデータを暫定的に反映した。これらのデータを反映したことにより、燃焼度に対する燃料ペレット中心温度、被覆管温度、被覆管周方向応力等を解析可能とした。これをもとに、燃料-被覆管ギャップをパラメータとした試計算を行い、高燃焼度における被覆管の健全性に及ぼす熱クリープ速度の感度解析を行った。

窒化物燃料の安全性に関して、融点(分解温度)データを取得するため、先進的な手法であるレーザー照射局所溶融による無容器法の機器整備を実施した。

○MA 含有酸化物燃料の基礎物性データの取得

熱物性に及ぼす Np の影響を調べ、高温において酸素ポテンシャルを高くする傾向を確認した。長期保管中の自己照射により He が蓄積した燃料ペレットの加熱試験を行い、He の放出及びボアの形成による 2-3%TD の密度低下を確認した。MOX 燃料の高温比熱測定や相互拡散係数の測定を行い、測定データを評価した。これらの試験は継続実施し、データベースとして引き続き拡充する計画である。

機構論的物性統合モデルを多元系((Ce,Th,U,Np,Pu,Am)O_{2-x}系)に拡張し、熱伝導率等の組成依存性を評価した。

c) MA 含有燃料の遠隔簡素化製造設備の開発

ペレット製造に係る基礎試験として、硝酸ウラニル水溶液のマイクロ波加熱脱硝試験を実施した。加熱速度を速くするほど粒径が小さくなる傾向を確認した。また、MA 含有燃料の模擬ペレットである酸化セリウム(CeO₂)ペレットについて、原料粉末の粒径をパラメータとしたマイクロ波焼結試験を実施し、1,200°Cの焼結条件で密度 95%TD 以上を達成した。さらに、3D 造形プロセスにより、密度の高い CeO₂の造形に成功した。

遠隔簡素化製造設備について、原料粉末受入工程等の概念設計を行うとともに、高速炉用燃料を想定して施設内の設備配置の合理化を行い、MA 燃料製造建屋の床面積を 1 割程度削減で

きる見込みを得ることで、経済性の高い MA 燃料製造施設概念の構築に貢献した。

d) 日米協力

日米で所有する装置を用いて酸化物燃料の高温基礎特性を測定した。

CaF₂の測定(比熱、格子定数、熱膨張率)を行い、フレンケル欠陥生成とブレディック転移による比熱の上昇を確認した。今後、分子動力学及び第一原理計算により、実験データの検証を行い、アクチノド酸化物の評価に展開する計画である。

三次元解析コード BISON-MOX の開発、PIE 技術開発等の共同研究を実施した。

CeO₂の基礎特性について、米国側と共同執筆により論文を 1 報発表した。

ロ. 高速炉を用いた核変換技術の研究開発

a) 均質 MA サイクル MOX 燃料の照射挙動解析技術開発及び MA 含有 MOX 燃料の「常陽」での照射試験に向けた燃料設計手法の検討

MOX 燃料集合体の CT 撮像結果から各断面における燃料ペレットの径方向組織変化をパターン化し、照射燃料ペレットの組織変化を 3 次元的に評価する技術として、人工知能を用いた解析技術の開発を進めた。

大洗研究所の照射燃料試験施設(AGF)における照射試験用 MA 含有 MOX 燃料の製造設備について、原料粉混合、ペレット成型、焼結に関する機能確認を実施し、良好に動作することを確認した。

「常陽」照射試験用試験燃料製造に向けて、多元系 MOX 燃料の焼結特性に関する基礎データとして、CeO₂の焼結特性に及ぼす酸素ポテンシャルの影響評価及びマイクロ波加熱脱硝(MH)粉末の取扱いや焼結特性を把握するための基礎試験を開始した。

「常陽」での照射試験に向けた燃料設計手法の検討として、MA 含有 MOX 燃料の保管期間中の自己照射による熱伝導度への影響を評価・定式化するとともに、燃料温度への影響を評価した。

Pu、Am の径方向再分布挙動を再現するモデル開発を進め、取得済みの MA 含有 MOX 燃料の照射挙動データを用いて妥当性を検証する等、燃料設計コードの整備を行った。

b) 長寿命炉心材料開発

長寿命炉心材料の材料強度基準(案)策定に向けて、9Cr、11Cr-ODS 鋼被覆管の長時間クリープ試験(最大 8 万時間超)や PNC-FMS ラップ管等の高温熱時効試験を継続実施した。ODS 鋼被覆管については、高速炉の実用化段階で想定される燃料の炉内滞在時間約 7.5 万時間(平均燃焼度 15 万 MWd/t 相当)を十分に超える最大 8 万時間超のクリープ破断強度データを取得・拡充し、暫定的に定めた材料基準強度の妥当性を確認した。さらに、破断時間 4 万時間超の 9Cr-ODS 鋼被覆管のナノ組織解析を進め、9Cr-ODS 鋼被覆管が有する世界最高レベルの長時間でのクリープ破断強度特性について、ODS 鋼の主要な強化因子である酸化物粒子が高温・長時間環境下でも安定していることを確認し、強化メカニズムの観点から証明した。

「常陽」再稼働後の効率的な照射データ取得に向けて、ミニチュア破壊靱性試験、リングクリープ試験用の試験片及び治具の寸法形状の最適化検討を行い、試験を開始した。微小ディスクか

ら引張特性を評価可能なシェアパンチ試験技術を導入するための計画検討を進めた。

昨年度までに据付・試運転を完了した大型アトライター（ODS 鋼の原料を機械的に合金・粉末化する攪拌型粉砕機）の操作性向上のための改造を実施するとともに、同大型アトライターを用いて試作した 1 次試作材の強度特性及び均質性評価を実施した。

c) 放射性廃棄物の減容化・有害度低減に適した高速増殖炉／高速炉の検討

大型炉心の径方向出力分布の解析手法、標準燃焼解析手法、低ボイド反応度炉心の Na ボイド反応度解析手法の検討等、炉心設計手法の高度化・信頼性向上を着実に進めるとともに、国際協力による MA 実験データの拡充を目指し、日露 MA 協力における交換実験データの選定や研究計画の策定を行った。

Pu・MA 燃焼炉心の炉心配置の最適化と設計精度評価を実施した。過年度までに整備した高次 Pu・MA の実験データを反映した統合炉定数による改善効果や、反応度係数改善方策（SiC 構造材の導入等）による影響を把握した。また、副概念による可能性追求では、高 MA 含有の金属燃料を用いた高性能 MA 核変換炉心の検討を行った。

ハ. 加速器駆動システム(ADS)を用いた核変換技術の研究開発

J-PARC 核変換実験施設の建設に向け、必要な要素技術開発、施設の検討や安全評価等に取り組んだ。ADS ターゲット試験施設(TEF-T)の鉛ビスマスループを模擬したモックアップループを用い、陽子ビーム入射を模擬した状態で 500 時間に及ぶ長期連続運転に成功した。これにより TEF-T に求められる鉛ビスマスループの運転能力が実証され、実験施設の建設に向けた主要な技術課題解決の見通しを得た。

平成 29 年度に出版した TEF-T 技術設計書(JAEA-Technology 2017-003)について、施設設計及び関連する技術開発の進捗を反映して改訂し、英訳した英語版の技術設計書として完成させた。本技術設計書を平成 31 年 2 月開催の T-TAC に提示し、設計書として必要十分な内容であるとの評価を得た。また、施設整備に必要な経費の積算は現実的である、さらに技術課題解決の見通しは得られているとの評価を得た。以上により、TEF-T の施設設計を完成させ、技術的観点からの建設着手の準備を整えた。

大強度陽子ビームから微小出力の陽子ビームを取り出すためのレーザー荷電変換技術の開発について、加速器を利用した実陽子ビームによる試験において、核変換物理実験施設(TEF-P)の要求を満たす連続陽子ビームの取出しに成功した。平成 28 年度の短パルスでの取出し成功と合わせて、施設の成立性に係るキーとなる技術を実証し、開発を完結させた。

ADS 概念検討のための未臨界度測定技術開発については、前年度までに考案した測定位置の影響を低減させる新たな測定手法の適用性を検証した。実用条件に近い陽子ビーム加速器を用いた体系においても、本手法により一意に未臨界度が精度良く測定可能であることを検証した。

計算科学技術を活用した ADS 概念設計を実施するために、ADS の炉内構造物のうち、最も発熱密度が大きく冷却材の流れが複雑なビーム窓周辺に対して、大規模非定常流解析を実施し、今後の設計上の課題となりうる局所的な流れの減速や二次流れが発生する可能性を見いだした。

ADS 設計における核破砕生成物量評価に用いる核データ及び計算コードの検証のため、J-

PARC の 3GeV 陽子シンクロトロン加速器を用いて、ADS 開発で重要な 0.4～3.0GeV のエネルギー範囲における陽子入射に伴う核種生成断面積測定を進め、ベリリウム及び炭素についての断面積データを誤差約 6% (既存データの誤差は概ね 10%) の高精度で取得した。

ターゲット窓候補材の選定検討に資するため、強度特性データ取得を目的に、各種強度試験機に鉛ビスマス(Pb-Bi)槽を順次整備するとともに、酸素濃度一定条件下にて、Pb-Bi 中引張試験及び疲労試験を実施した。また、高精度に酸素濃度を制御した鉛ビスマス中で腐食挙動データを取得した。

MA 核変換用燃料の乾式処理研究において、コールド模擬物質を用いた熔融塩電解試験で液体 Cd 電極上部に固体析出物が発生することを確認した。液体 Cd 陰極に、上部固体析出物を液体 Cd 相へ押し込む機構を付加することとした。

(iii) 高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発

イ. 深地層の研究施設計画

岐阜県瑞浪市及び北海道幌延町における深地層の研究施設計画については、「機構改革の基本的方向」を踏まえて設定した重点課題に取り組み、研究坑道を利用して地質環境を調査・評価する技術や深地層における工学技術の信頼性を確認することにより、実施主体による精密調査、国による安全審査基本指針の策定等に必要な技術基盤の整備を着実に進めた。

a) 超深地層研究所計画

深度 500m までの坑道を利用して以下を実施するとともに、地下坑道における工学的対策技術の開発及び物質移動モデル化技術の開発として得られた成果の取りまとめに着手した。

「地下坑道における工学的対策技術の開発」については、セメントの地質環境への影響試験として、グラウト材(セメント材料)を含む既存の岩石試料を用いた室内通水試験について、昨年度よりも長期間実施して相互作用を把握するとともに、グラウト材と岩盤との相互作用メカニズムの変遷に係る概念モデルを更新した。本成果は関連学会で発表するとともに、資源エネルギー庁からの受託事業「ニアフィールドシステム評価確証技術開発」にも反映した。また、深度 500m 研究アクセス南坑道の掘削工事で試験的に使用した低アルカリ性瞬結吹付けコンクリートについて、同コンクリートが周辺の地下水や岩盤に及ぼす影響を把握・評価する目的で室内試験(長期浸出試験)を継続した。

「物質移動モデル化技術の開発」では、資源エネルギー庁から電力中央研究所と共同受託した「岩盤中地下水流動評価技術高度化開発」において、深度 300m ボーリング横孔に新規にボーリング孔を掘削し、既存調査技術の適用性について検討した結果、割れ目密度が高い岩盤においても岩盤内の水みちを検出できることを確認した。さらに、深度 500m 研究アクセス北坑道において、岩盤の透水不均質性を評価することを目的とした新規のボーリング孔を掘削した。また、マグマ溜りから結晶質岩(花崗岩)へと至る形成に関する冷却過程のうち、特に領域ごとの温度時間履歴を復元した。冷却によって発達する花崗岩中の割れ目は、地下水や物質の移動経路となるが、その割れ目分布と岩体内の領域ごとの温度時間履歴の間に関連があることを見出し、論文として取りまとめ、プレス発表を行った。

本成果は、領域ごとの温度時間履歴の解明は、結晶質岩内の割れ目分布を評価する際に新たな指標となることを提示しており、地層処分の安全性を評価する上で重要な知見となるのみならず、花崗岩の形成プロセスに関する地球科学的な新知見をもたらす地質学的に意義のある発見である。

「坑道埋め戻し技術の開発」に係る再冠水試験として、坑道の冠水及び排水に伴う地下水の水圧・水質の変化及び岩盤変位の観測を継続した。その結果、坑道周辺岩盤内の主要な水みちの連続性は坑道の冠水及び排水前後で大きな変化が無いこと、坑道建設によって岩盤内に形成された不飽和領域は坑道の閉鎖によって再飽和することが明らかになった。また、ボーリングピットに施工した埋め戻し材を冠水後に採取して分析した結果、埋め戻し材は地下水によって飽和状態にあるとともに、その透水性は冠水坑道周辺岩盤の平均的な透水性よりも低いことから、冠水によって埋め戻し材が影響を受けていないことが明らかになった。これらは、地質環境の回復過程の把握や評価に関する重要な知見であり、深地層の研究施設における原位置試験でしか得られない貴重な成果である。また、得られた成果は、亀裂性岩盤の連成解析手法の確証プロジェクトである国際共同研究(DECOWALEX:international cooperative for the DEVELOPMENT of COUPLED models and VALIDATION against EXPERIMENTS in nuclear waste isolation)における解析用データセットとして提供し、国外の地層処分技術に関する研究開発の進展にも寄与した。地上からのモニタリングの実施に向けた検討として、研究坑道内に設置されたモニタリング装置で取得したデータを地上でモニターするための光ファイバーやその接続用機器、採水管の設置等のシステムの整備を進めた。

地上からの調査段階で構築した地質環境モデルの検証も含めて、坑内外のボーリング孔において地下水の水圧及び水質といった地質環境データの取得を継続した。その結果、坑道掘削に伴って湧昇した深部に分布する塩化物イオン濃度が高い地下水と、浅部に分布する塩化物イオン濃度の低い地下水の混合する割合が変化している可能性があることを確認した。これにより、坑道掘削の段階だけでなく、維持管理段階においても地下水の揚水に伴って坑道周辺の地下水の流れが変化する可能性があることが示唆された。

b) 幌延深地層研究センター

深度 350m 水平坑道を利用して以下を実施した。

「実際の地質環境における人工バリアの適用性確認」として、人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験及び物質移行試験を以下のとおり進めるとともに、得られた成果の取りまとめに着手した。

人工バリア性能確認試験については、設計手法の適用性を確認するとともに、処分孔掘削技術の開発、製作・施工技術や品質管理方法といった工学的実現性の例示等を行った。これにより、わが国で初めて実際の地下環境における実規模の人工バリアの設計、製作・施工、品質管理手法の一連の適用性を確認することができた。また、熱-水-応力-化学連成現象に関する試験をとおして、熱-水-応力連成解析ツールの力学モデルを拡張し、緩衝材の膨潤変形による熱、水理及び力学特性の密度依存性を考慮できるようモデルの高度化を行い、一連の技術に関する基盤情報を整備した。

オーバーパック腐食試験については、約 3 年間の試験を終了し試験体の解体調査を行い、試験後の模擬オーバーパックの観察、腐食量測定等を実施し、実際の地下環境におけるオーバーパックの腐食挙動評価手法の保守性及び妥当性を確認した。これらの成果は、オーバーパック設計における腐食しるの設定や腐食量評価の保守性、妥当性を示すデータとしての活用が期待される。なお、深部地下環境における炭素鋼の腐食モニタリングの成果を、国内学術誌「材料と環境」に取りまとめた。

物質移行試験については、割れ目帯を対象とした試験として、単孔式、孔間式のトレーサー試験を実施し、試験結果の評価に着手した。また、単一割れ目を対象とした試験では、昨年度採取したコアサンプル中のトレーサー濃度分析結果を踏まえた、トレーサーの移行経路分布に基づき、割れ目帯中の物質移行挙動を評価するためのモデル化／解析手法の検討を行った。なお、割れ目試料に収着したトレーサー濃度と割れ目分布との関係性を評価することで、実際のトレーサーの移行経路が推定可能であることを確認した。健岩部における試験では、割れ目の有無や塩分濃度条件の違いに着目したトレーサー試験を行うとともに、オーバーコアリングによるサンプリングを行った。また、過年度に取得したコアサンプル中のトレーサー濃度分析を行い、先行して Cs の拡散の塩濃度依存性について評価を行った結果、既存の室内試験で得られている結果と概ね整合することを確認した。なお、これまでの成果を踏まえ、溶存ガス環境下での適切なトレーサー試験条件の設定方法やその有効性について論文として取りまとめるとともに、泥岩中の割れ目や岩石マトリクスを対象としたトレーサー試験と物質移行モデルによる解析を行い、物質移行特性に関する知見を得た。

「処分概念オプションの実証」として、原子力発電環境整備促進・資金管理センターとの共同研究により、新たな処分概念として、品質管理が容易であり、滴水や高湿度による定置時における緩衝材ブロックの膨潤などの問題が生じにくい利点がある PEM 方式(地上で廃棄体を人工バリアと一体化したモジュール(Prefabricated Engineered Barrier System Module の略))に対する搬送定置・回収技術の実証試験を進めており、ガラス固化体を対象とした PEM による搬送定置・回収技術の実際の地下環境での実証試験は世界初である。平成 30 年度は試験坑道に横置き定置された模擬 PEM と底盤との狭隙部の隙間をベントナイトペレットにて充填する試験や、ベントナイトとケイ砂の混合材料を用いた吹付け施工による坑道の埋め戻し試験を実施し、これら施工方法の適用性を確認した。また、既設坑道への力学的影響に関する調査を継続実施した。

「地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証」として、昨年度までに実施した断層部を対象とした水圧擾乱試験結果をもとに、水理力学モデルによる断層の透水性の評価を試み、岩盤の力学特性と透水性との関係を整理する新たな指標の有効性を示した。この成果は、国際学術誌「Water Resources Research」に取りまとめるとともに、プレス発表を行い、幅広く積極的に情報発信した。また、本成果は、地層処分の候補地選定において、地上からの調査計画の立案や調査を効果的・効率的に行う上で有効な亀裂・水理モデルの開発に貢献するのみならず、資源探査や二酸化炭素の地中貯留などの分野において地層の閉じ込め／貯留性能を評価する際にも役立つことができ、地下の亀裂が関係する様々な分野に幅広く貢献することが期待される。

坑道掘削後の水圧、水質及び岩盤の長期的な変化や回復過程に関するデータ等基盤情報として必要な地質環境特性データの取得や、低アルカリ性材料の周辺岩盤への影響観測を継続し

た。掘削影響領域における地下水の酸化還元状態への影響については、掘削後 5 年程度の観測結果や水質の熱力学計算結果等をもとに考察し、掘削に伴う酸化還元状態への影響範囲や程度は小さく、この要因として遊離ガスによる大気侵入抑制の可能性が示唆された。この成果は、国内学会にて報告した。また、幌延の深部地下水を対象とした水質連続モニタリング結果を基に、地下水の酸化還元電位測定値の不確実性を評価し、その成果を国内学術誌「地下水学会誌」に取りまとめた(平成 30 年 11 月受理)。さらに、掘削影響領域における岩盤の透水性の経時変化を把握するために実施した坑道掘削前・掘削中・掘削後における透水試験結果及び間隙水圧観測結果を技術資料として取りまとめた(平成 31 年 2 月)。

地質環境の調査技術やモデル化手法の妥当性評価の一環として、ボーリング調査時におけるメタンや二酸化炭素などの地下水に含まれるガスの調査手法について、微生物活動による影響を抑制するための改良を行い、メタンの起源を推定する上で重要な炭素同位体組成を調査するための手法の信頼性向上を図った。この成果は、国際学術誌「Geofluids」に取りまとめた。本成果は、今後、実施主体が候補地で行う地上からの調査における地下水調査で留意すべき点として役立つと期待される。また、長期的な地質環境の変遷に伴う地下水の pH の変動幅について、温度・圧力の変化に伴う地下水からの二酸化炭素の脱ガス影響をもとに評価する手法を構築した。さらに、地下深部での物質移動に影響を与えるコロイド特性について、動的光散乱法による低擾乱条件でのコロイド調査手法を適用し、コロイドのサイズ分布や量を評価するとともに、コロイド粒子間に相互に作用するエネルギーの理論計算に基づくコロイドの安定性評価も予察的に行った。この成果は、Geological Society, London が発行する特別号「Multiple Roles of Clays in Radioactive Waste Confinement」に取りまとめた。本成果は、堆積岩中の海水系地下水におけるコロイドによる物質移行を評価する上での基礎データとして、今後、地層処分研究における核種移行モデルの開発での利用も期待される。

坑道掘削による掘削影響領域の透水係数の予測手法として、ダクティリティインデックス(DI)を用いた検討を行い、掘削影響領域の透水係数の予測に DI が適用できる可能性を世界で初めて示した。この成果は、国際誌 Rock Mechanical and Rock Engineering に取りまとめた。また、人工バリア性能確認試験孔周辺の掘削影響領域の経時変化について、弾性波トモグラフィ調査及び透水試験結果を基に検討を行い、試験孔や坑道を埋め戻して注水した後の掘削影響領域の経時的な回復挙動などを世界で初めて確認した。この成果は、国際学会 SEGJ International symposium で報告した。地下施設的设计上重要となる初期地圧に関して、坑道で計測した内空変位計測結果に基づいて推定する手法を開発した。さらに、幌延深地層研究センターの深度 380m 以深にみられるような低強度・高地圧地山における支保設計として、二重支保の適用性について数値解析的に検討した。

国が進める閉鎖技術確証試験や人工バリア等の健全性評価、さらには搬送定置・回収技術の高度化に関わる事業等に協力し、研究資源の効率化を図りつつ、我が国の研究開発成果の最大化に貢献した。

ロ. 地質環境の長期安定性に関する研究

上載地層法(年代既知の地層の変位状況等による評価手法)の適用が困難な断層の活動性を

調査・評価するための手法等の開発として、土岐地球年代学研究所が保有する分析装置等を用いた断層岩の構造地質学、鉱物学、地球化学的解析等を継続するとともに、機械学習による分類手法の開発や、断層破碎帯中の石英粒子表面から時間経過とともに成長する石英水和層に着目した評価手法の開発に着手した。また、活断層地形が不明瞭なせん断帯について、測地学的アプローチ、地球物理学的アプローチ、地形学的アプローチ及び構造地質学的アプローチを組み合わせることで活構造の認定を行う手法の適用性を確認するため、せん断ひずみ速度の大きな領域として知られている南九州せん断帯を事例対象として測地データの取得・地表踏査を実施した。その結果、せん断帯中のリニアメントの密集部を中心に破碎帯が分布していることを確認できたことから、測地データの取得・破碎帯試料採取などを継続して両者の関係性について検討を進めていく。

深部流体の移動経路の解明に関する検討として、地震波データを利用した三次元波線追跡やS波スプリッティング解析による検討を開始した。

地震及び断層活動による水理学的影響に関する検討として、地震・断層活動に伴う二次的影響についての国内外の事例のレビューを行うとともに、松代群発地震(長野県)の震源域を事例として地磁気地電流(MT)法探査を実施し、地下の低比抵抗体の分布と地震活動に伴って生じた長期湧水の関連について検討を進めた。

山地の形成過程の解明に有効な岩石由来の堆積物の供給源推定のための新たな手法として、電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)を用いた鉱物の自動判別・集計を行う手法の開発に国内で初めて成功し、それらの成果を取りまとめ、プレス発表を行った。

本成果は今後の応用研究により、山地の形成における堆積物の供給源を推定する国内初の手法を開発したものであり、地層処分における地質環境の長期安定性評価技術の高度化だけでなく、山地の形成過程の解明に係る地球科学分野の研究の発展にも貢献が期待できるものである。

内陸部から沿岸部にかけて広く適用可能な隆起・侵食速度の評価手法を整備するため、フィッシュン・トラック(FT)年代や光ルミネセンス(OSL)熱年代を用いた侵食速度評価及び鉱物の化学組成から岩石が生成された温度や圧力の解明と、ウラン-鉛(U-Pb)法年代測定を用いた侵食評価の手法開発に着手した。

レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置を用いた U-Pb 法年代測定による炭酸塩鉱物の微小領域の年代測定手法を開発し、その成果を論文として取りまとめ、プレス発表を行った。地層中の炭酸塩鉱物は、過去の地下水環境の変遷を知る手がかりとして重要な情報が保存されている“地下水の化石”とも呼べる鉱物であり、炭酸塩鉱物中の沈殿層ごとの成分や年代を知るためには、マイクロメートルサイズの微小領域を測ることができる局所分析技術の開発が求められていた。

本成果は、炭酸塩鉱物の微小領域の年代を測定した国内初の事例であり、この技術を用いて地層中の炭酸塩鉱物の生成年代を得ることで、過去の地下水の水質や水みちの変遷の解明が進み、今後の応用研究により、地層処分の候補地選定に係わる地質環境の長期安定性の評価技術の高度化や古環境の復元に係る科学的研究の発展に貢献できるものである。

また、希ガス質量分析装置を用いた He 法年代測定技術及び加速器質量分析装置を用いた ^{129}I 法年代測定技術については、試料前処理や測定条件の最適化を進めた。さらに加速器質量

分析装置による測定技術の高度化として、より長期(100 万年程度)の地質環境の年代測定が可能となる ^{36}Cl 年代測定の実現に向けた同位体分別技術の開発に係る海外特許の出願手続を進めた。

ハ. 高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発

処分システム的设计・施工技術や長期挙動評価のためのデータの取得として、沿岸部の特徴を考慮した環境条件における緩衝材の基本特性やオーバーパックの腐食挙動等のデータを拡充し、沿岸部を想定した人工バリア設計等に資する知見が得られた。沿岸部を想定した条件でのオーバーパックの腐食挙動評価に関する成果を国内で発信した。また、原位置試験を活用して、緩衝材中の環境変遷を伴う系でのオーバーパック腐食挙動に関するデータを取得するとともに、環境条件の変動幅や不確実性等を考慮した広範な環境条件での腐食試験を実施し、酸性条件、高炭酸濃度条件等での腐食データを拡充した。これにより過渡状態や長期的な環境条件の変遷に対応した、より高度なオーバーパック腐食挙動評価手法の構築に資する知見が得られた。原位置試験を活用して得られた腐食データについては、計測手法とともに学会誌の解説記事としてまとめ、発信した。

ニアフィールド(人工バリアとその設置などにより影響を受けると考えられる人工バリア近傍の岩盤とを合わせた領域)の熱的、水理的、力学的、化学的な場の変遷や構成材料の相互作用を評価するモデルの高度化と適用性の確認等として、従来のモデルでは考慮されていなかった不飽和土の力学構成則の導入など、ニアフィールドの力学挙動を過渡期から長期まで連続して解析する技術を構築し、より精緻な評価が可能となった。また、海外での原位置試験(FEBEX 試験)データを活用した再現解析等を実施し、温度や相対湿度等の実測値を概ね説明できることを確認し、モデルの妥当性を示した。

処分施設の支保や TRU 廃棄物の充填材等に使用されるセメント系材料の変質挙動を評価する手法構築の一環として、セメント水和物であるカルシウムシリケート水和物ゲル(C-S-H)について、温度範囲 25~90°Cに適用可能な溶解度モデルを開発し、その成果を国際学会で発信した。

ニアフィールドにおける個別現象を評価するモデルの統合化を進める研究開発として、化学、力学、水理等の複数分野のプロセスを複合的に考慮する必要のある現象、かつ安全機能や核種移行挙動に与える影響が大きい複合現象を抽出するとともに、これらを対象とした評価システムを構築するために必要な機能等の整備を進める開発アプローチを提示した。また、そのアプローチに沿って、統合化に優先的に取り組むべきニアフィールドの状態変遷として緩衝材の長期変遷挙動を選定し、その状態変遷パターン具体化とプロトタイプ化に向けた解析ツールの整備を進めた。さらに、上記の複合現象評価システムによるニアフィールド環境変遷の評価結果を反映して核種移行解析を行うためのモデルの要件等の抽出を行った。

さらに、幌延深地層研究センター及び海外の地下研究施設における原位置トレーサー試験との連携により、岩石マトリクス部及び割れ目中の核種移行モデルを高度化するとともに、原位置条件へのモデルの適用性や課題を提示した。また、幌延深地層研究センターの深地層研究施設を活用したコロイド・有機物・微生物の核種移行への影響について、原位置での試験データ取得と実際の深部地質環境に適用可能なモデルの改良を進めた。

処分システムの安全評価手法の適用性確認として、まず、多様な環境条件を想定し、NUMO との共同研究を通じて、核種移行データの拡充とモデルの高度化を進めるとともに、それらを反映した核種移行パラメータ設定手法の改良を行い、NUMO による包括的技術報告書の作成に貢献した。

本成果をまとめた収着パラメータ設定に関する論文は、日本原子力学会バックエンド部会の論文賞を受賞し、技術の継承や共有を目的とする NUMO と JAEA 共同研究が高い水準にあることが示された。

また、沿岸部の特徴を考慮した安全評価に向けて、性能評価上重要となる情報及び地質環境調査等との連携の留意点の整理、地下水環境の時間変遷のモデル評価、収着挙動の理解とモデル化及びコロイド・有機物・微生物の影響調査・分析を継続し、モデル・パラメータの整備を進め、現段階の技術レベルと課題を取りまとめた。

ニアフィールド長期挙動及び核種移行に係るモデル先端化に向けた研究開発として、先端的分析・計算科学技術を適用してニアフィールドの長期環境変遷が緩衝材中の間隙構造の不均質性や核種の収着・拡散特性等に及ぼす影響を評価するための現象理解と、それらを反映した核種移行モデルの開発を進めた。

また、沿岸域に処分場を建設した際に想定される、海水系地下水条件での人工バリア材等の長期挙動及び材料間の相互作用による変質・劣化などのニアフィールド複合現象を対象とした連成解析モデルを構築して試解析を行い、その成果を取りまとめた。

さらに、NUMO との共同研究を通して、国内外の最新の知見に基づくニアフィールド長期挙動や核種移行挙動に関する個別の評価技術を高度化した。

ニアフィールド長期挙動及び核種移行に係るデータベースの先端化に向けた研究開発として、データベースの整備・拡充を進め、熱力学データベースの更新(約 300 件のデータ拡充)を進めたほか、工学技術に関するデータベースに 39 件のデータを追加した。

性能評価における場の特徴や変遷の総合的な考慮に向けて、表層環境を共通の対象として含む表層環境の長期変遷評価、地下から地表への核種移行評価、生活圏評価について、それら研究要素間で前提条件や評価内容の共有を効果的に行うための枠組みを設定した。また、隆起・侵食に起因する表層環境の時間・空間的変遷を地形変化に基づき定量的に評価する手法を試作した。

ニ. 使用済燃料の直接処分研究開発

使用済燃料と高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)との違いや使用済燃料の特徴を考慮し、代替オプションとしての使用済燃料の直接処分の検討に必要な知見や技術の整備を着実に進めた。

処分容器の挙動評価として、長寿命化が期待できる純銅の予察的な腐食試験を実施し、純銅の処分容器への適用性や寿命を評価するうえで留意すべき硫化物による腐食への影響やベントナイト共存下での応力腐食割れ挙動等に関して、環境条件の違いによる腐食形態の違い等を概略的に把握した。純銅以外の候補材料については、炭素鋼の耐食性向上の可能性が期待される元素を添加した合金を作成して腐食試験を実施し、Ni の添加による腐食抑制の可能性等の見

通しを得た。また、臨界安全性評価手法の構築に向けて、使用済燃料や容器等の配置・形状等の状態変遷による臨界安全性への影響等に関する諸外国での取り組み状況について文献調査するとともに、臨界安全性に影響を及ぼす可能性のある状態変遷の抽出・整理及びそれらの影響を定量的に検討していくための解析上のパラメータの抽出・整理を行った。さらに、処分場周辺の岩盤において核分裂性物質の濃集による臨界の可能性について解析評価を行い、使用済燃料を直接処分する場合においてその可能性は低いことが示された。

使用済燃料の埋設後の挙動評価として、炭酸共存下における使用済燃料の溶解速度の評価のため、ペレット状の二酸化ウランの溶解速度を測定した。得られた溶解速度は全炭酸濃度の増加とともに高くなることがわかった。また、使用済燃料からの核種放出挙動に関する文献調査を実施し、使用済燃料ペレットの中心部と周辺部で一部の核種の放出挙動が異なることが確認されるとともに、リム領域と呼ばれる高燃焼度領域が核種放出挙動に寄与する可能性が示唆された。さらに、緩衝材の挙動評価として、処分容器の候補材料である銅が腐食した際に緩衝材が受ける影響を調べるための試験を実施し、銅の腐食が確認された一方で緩衝材の変質を示す結果は確認されなかった。二酸化ウランの溶解速度の試験結果は、第4回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス(NDEC-4)で発表した。

直接処分システムの成立性の多角的な確認に向けて、システムの成立性を効果的に検討していくために着目すべき因子の抽出・整理とそれらの組み合わせの分析のための手法・手順の構築に着手し、一部試作等を通じて課題の抽出・整理を行った。

その他の代替処分オプションについての調査として、超深孔処分において想定され得る主な移行経路や移行プロセスの候補、それらに影響を与える因子(地質環境条件や設計条件など)の候補を抽出・整理するとともに、シナリオ分析や核種移行感度解析などによる分析に着手し、それら因子により特徴付けられる移行経路、移行プロセスへの影響の種類や影響の程度等の概略的な知見を得た。

ホ. 研究開発の進捗状況の確認と情報発信

研究開発の進捗を反映し、機構公開ホームページにてウェブサイト上で公開している収着データベース、工学技術に関するデータベースの更新を行なった。また、研究開発報告書の刊行等に合わせ、機構公開ホームページに展開している CoolRep に掲載している、深地層の研究施設計画等で得られたデータ一覧、特許情報一覧等を更新した。

国民との相互理解の促進の活動については、東濃地科学センター、幌延深地層研究センターの2つの深地層の研究施設を積極的に活用し、定期施設見学会の開催、関係自治体や報道機関への施設公開などを進めるとともに、NUMOが主催する一般の方々を対象とした見学会に協力した。これらの両研究施設等への来訪者には、広聴活動の一環として、アンケート調査による地層処分に対する理解度や疑問・不安などの評価・分析を実施し、その結果を理解促進活動へフィードバックした。平成30年度は、瑞浪超深地層研究所及び幌延深地層研究所の地下坑道における火災により、地下坑道の見学を一次中断したため、見学者数が前年度と比較して減少することとなった。再発防止を徹底し、令和元年度は中断することなく見学者を受け入れることができるよう

に努める。

平成 30 年 8 月 22 日に北海道札幌市において「幌延深地層研究計画 札幌報告会 2018」を、平成 30 年 11 月 29 日に岐阜県瑞浪市において「平成 30 年度 東濃地科学センター 地層科学研究 情報・意見交換会」を、一般の方々、専門家や報道関係者等を対象にそれぞれ開催し、研究開発の成果や状況及び今後の研究開発の方向性を紹介し、情報・意見の交換を行った。

東濃地科学センターにおいては、深地層の研究施設における研究活動に対する理解醸成活動の一環として、地元の方々を対象に、地下を対象とした身近な話題について科学的な情報を提供し、意見交換を行う「サイエンスカフェ」を 6 回開催した。また、深地層の研究施設に関する研究開発成果のうち、日本における地層処分安全性を議論する上で重要と考えられる研究成果 4 件についてプレス発表を行うなど、深地層の研究施設のプレゼンスを高める活動に積極的に取り組んだ。

経済産業省が、子どもたちが夏休みに広く社会を知る体験活動の機会とし、併せて経済産業省の業務に対する理解を深めてもらうことを目的に開催したイベント「経済産業省子どもデー」に NUMO と共同出展し、機構からは幌延深地層研究センター及び東濃地科学センターにおける研究開発の概要を紹介した。

資源エネルギー庁・NUMO 共催で全国にて開催された意見交換会「科学的特性マップに関する意見交換会」のうち、5 月から 8 月の 20 か所へ研究者・技術者を延べ 20 名派遣し、一般の方々や専門家、報道関係者等の参加者と意見交換を行った。

(vi) 原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分の計画的遂行と技術開発

本中長期期間中の法令改正によって作成・公表が義務付けられた各原子力施設の廃止措置実施方針を作成し、公開した。本業務では、原子力施設の廃止措置費用を簡易に見積もる評価コード(DECOST コード)を用いて、コスト低減検討のもととなる原子力機構のすべての原子力施設の廃止措置費用(解体費、解体廃棄物処理処分費)を見積り、その結果を、廃止措置実施方針のみならず、バックエンドロードマップにも反映した。さらに、DECOST コードについては、利用マニュアルを作成し、平成 30 年 12 月に公表した。本コードは、原子力機構以外の原子力事業者における廃止措置実施方針のための原子力施設の解体費用の見積りにも利用されており、外部の原子力事業者にも大きく貢献した。

イ. 原子力施設の廃止措置

a) 廃止措置、クリアランスの進捗状況

プルトニウム燃料第二開発室において、グローブボックスに設置してある粉末混合・乾式造粒設備の分解・撤去を継続するとともに、研削設備の分解・撤去に着手した。また、グローブボックスの解体工事を継続した。さらに、次期解体・撤去予定グローブボックスについても計画的に許認可手続を進め、使用変更許可を取得した。

「ふげん」施設の廃止措置に関して、廃止措置計画の第 2 段階における主要業務である原子炉周辺設備の解体に着手した。平成 30 年度は、原子炉建屋内で発生する解体撤去物の保管及び廃棄体処理を行う予定のタービン建屋に解体撤去物を搬出するルートを確保するため、原子

炉建屋地下 1 階の空気再循環系調温ユニット及びシールリーク検出装置・セクターバルブ等の解体撤去を完了した。

原子炉建屋とタービン建屋の地下 1 階の壁に貫通口(原子炉建屋からタービン建屋への搬出ルート)を設置するための準備作業として、平成 30 年度に建屋の強度評価を実施しており、令和元年度にその評価結果を踏まえた貫通工事を実施する予定である。

タービン建屋における解体撤去工事で発生するクリアランス対象の金属約 1,100 トンに係る放射能濃度の測定及び評価方法等の認可申請(補正)に対して、評価対象核種選定の妥当性や放射能濃度測定に係る保守性等に係る技術的課題をすべて解決し、補正申請を行い、平成 30 年 8 月 31 日の認可を受けて、平成 30 年 12 月 10 日より運用を開始した。なお、認可申請に当たり開発した放射能濃度測定に係る保守性等の評価方法について、特許申請を行う予定である。

廃止措置に移行して約 10 年が経過したことから、設備の状況(経年劣化)や廃止措置の進捗を踏まえ、設備の維持管理方法の適切化等を図り、冷却水の漏えいリスク低減や設備維持管理費の低減等を行うため、廃止措置計画変更認可申請を行った。

使用済燃料の処理や輸送に係る対応について、輸送期間短縮のためのキャスク数の追加に伴う輸送シナリオの調整等をステークホルダーと連携して進め、これを具体的な搬出計画として取りまとめるとともに、海外事業者と使用済燃料の搬出に向けた準備を進めるための契約を締結した。これにより、令和 15 年度の廃止措置完了の実現に向けて大きく前進した。

ホットラボでは、ウランマグノックス用鉛セル 12 基のうち、残り 4 基の鉛セル及びセル系排気設備の解体方法の検討を継続し、解体の準備を進めた。

液体処理場では、屋外に設置してある廃液貯槽 5 基のうち、1 基を撤去し、処理のために解体分別保管棟へ搬送した。

再処理特別研究棟では、廃液貯槽の解体工事のために使用した仮設液体設備の解体撤去を行った。

JRR-4 では、未使用燃料の搬出時期を延長するため廃止措置計画の変更申請を行った。

TRACY(過渡臨界実験装置)では、原子炉の機能停止措置及び系統隔離措置を行った。

TCA(軽水臨界実験装置)では、廃止措置計画の認可申請に向けた準備を進めた。

材料試験炉(JMTR)では、廃止措置計画認可申請書の機構内審査を平成 31 年 3 月に終了した。

重水臨界実験装置(DCA)では、原子炉本体等の解体撤去を継続しており、平成年度は重水ストレージタンク(A)の解体作業を終了するとともに、重水ストレージタンク(B)の解体作業に着手した。

旧廃棄物処理建家では、DCA 燃料の保管場所として再利用するための検討を継続した。

濃縮工学施設では、設備の解体として、OP-1UF6 操作室及びブレンディング室から解体撤去した大型汚染機器の解体、ドラム缶収納を実施した。放射性廃棄物でない廃棄物として搬出可能な解体物(8 トン以上)の対応を実施した。また、クリアランス確認として除染済み部品の放射能濃度測定を実施し、第 6 回目の放射能濃度確認申請を実施した。また、電離イオン測定装置単独による「放射能濃度の測定及び評価の方法」の認可を平成 31 年 1 月に受けた。

ウラン濃縮原型プラントでは、平成 30 年 9 月に「加工の事業に係る廃止措置計画認可申請書」

を規制委員会へ申請し、原子力規制庁の審査会合及び現地調査に対応した。

製錬転換施設では、前年度に引き続き不要薬品等の処置計画に従って廃液処理、分別・保管管理等を行った。また、床ドレンピットも引き続き除染を進めた。排気第 3 系統ダクト部(非管理区域)の閉止措置・撤去を行うため、足場設営等の作業準備を実施した。

鉾山施設の閉山措置に係る坑水の発生源対策として、人形峠の水理・水文等の調査を実施し、坑水の流路を特定するとともに、高濃度のラジウムやウランを含む坑水を処理するためのシステムの検討等を実施した。

ウラン濃縮施設の廃止措置に向けた六フッ化ウラン対策として、「ウラン濃縮原料として海外の濃縮事業者への払出(濃縮原料ケース)」及び「人形峠センターに再転換施設を設置(安定化ケース)」する 2 ケースについて、成立性と経済的合理性の観点から検討を進め、平成 30 年度に中間とりまとめを行った。中間取りまとめの結果、濃縮原料ケースに対して安定化ケースのコストは約 3 倍となった。また、濃縮原料ケースでは、六フッ化ウランの所有権が濃縮事業者に移転するのに対し、安定化ケースでは、安定化後のウランを機構の資産として保管し続ける必要があるとの結論を得た。

ロ. 放射性廃棄物の処理処分

a) 低レベル放射性廃棄物の保管管理、減容及び安定化に係る処理

原子力科学研究所放射性廃棄物処理場では、年間処理計画、発生施設からの要請に基づき、廃棄物の集荷、保管廃棄施設への直接保管廃棄を計画的に実施しつつ、減容及び安定化処理を以下のとおり実施した。これにより、発生元での廃棄物の滞貨を防止しつつ、保管廃棄施設の逼迫回避に努め、研究開発活動の遂行に貢献した。

第2廃棄物処理棟での高線量固体廃棄物の処理及び第3廃棄物処理棟等での低濃度液体廃棄物の処理を計画的に実施した。

核燃料サイクル工学研究所プルトニウム廃棄物処理開発施設の第 2 難燃物焼却設備では、プルトニウム系難燃物及び可燃物の焼却実証試験を継続し、200L ドラム缶換算で 132 本の減容処理を実施した。焼却実証試験で得られた設備の保守技術に関する知見を α 系統合焼却炉の詳細設計に反映した。また、使用済排気フィルタの切断減容処理を行い、200L ドラム缶換算で 3 本の減容処理を実施した。

人形峠環境技術センター焼却設備では、可燃物の焼却を継続し、200L ドラム缶換算で 301 本の減容処理を実施した。

青森研究開発センターでは、保管管理している放射性廃棄物について、ドラム缶の健全性を確保するため、ドラム缶の内部点検を平成 30 年 7 月より開始した。腐食を確認したドラム缶については、インナー容器を設置した健全なドラム缶に容器を更新した。

原子力科学研究所放射性廃棄物処理場では、新規制基準対応として原子力規制委員会による審査会合及びヒアリングに対応し、補正申請を提出し、平成 30 年 10 月 17 日に原子炉設置変更許可を取得した。また、設計及び工事方法の認可申請については、工事期間等を考慮し、分割して申請することとしており、このうちの 6 回の申請を行い、排水貯留ポンドのライニング施工に関しては、平成 30 年 12 月 17 日に認可を取得し、工事を進めた。

高減容処理施設では、大型廃棄物の解体分別を含めた前処理及び高圧圧縮により、200Lドラム缶換算で約 1,400 本分の廃棄物を処理し、約 300 本分の減容処理を実施した。

b) 廃棄体化施設等の整備

○大洗研究所固体廃棄物減容処理施設(OWTF)は、第3期中長期計画内での建設完了を約3年前倒し、平成30年度末までに建設工事及び内装設備工事を完了し、施設設備を竣工した。運転準備として、保安規定の作成、遠隔操作試験計画の作成、設備・機器運転要領及び保守点検要領の作成等を実施した。また、新規制基準に基づく事業変更許可を取得した。

○核燃料サイクル工学研究所α系統合焼却炉では、新規制基準を踏まえ、耐震評価、電源系統及び予備電源の多重化等を考慮した設計、製作据付工事に関する設計を行うとともに、続いて実施する建屋の詳細設計のための設計条件を整理した。

c) 廃棄体製作に向けた対応

廃棄体製作に係る品質保証体制の構築では、「ふげん」施設のトレンチ処分対象廃棄物についてマニュアルを作成し、品質保証体制の中で運用を開始した。大洗研究所については、作業員教育、力量認定の追加等の廃棄物管理マニュアルの見直しを進めた。また、関電美浜発電所を訪問し、廃棄体製作に関する品質保証の状況に関する調査を実施した。

放射能濃度評価の合理化検討として、これまで検討を進めてきた放射能濃度評価に必要な分析サンプル数を最小化する統計的な方法について、サンプル数を計算するアルゴリズム等の妥当性を検証するため、海外での汚染評価に関する公開データを利用し、現実的な分析サンプル数が計算されることを確認した。

廃棄物管理システムについては、全拠点から受け取った保管廃棄物データを着実に蓄積するとともに、システムを改良してデータ蓄積作業の合理化を進めた。

d) 埋設事業に向けた対応

国と一体となって立地活動に係る検討を進めるため、「埋設処分業務の実施に関する計画」に記載している立地基準への適合性を評価する具体的な評価方法について、基準項目毎に検討を行った。

廃棄体中の含有放射能の評価手法の検討として、モデル研究炉について、放射化計算に基づく放射能濃度評価結果と実分析による放射能濃度測定結果との比較検討を行い、放射化計算に基づく評価手法の妥当性を示し、成果を報告書にとりまとめた。また、この結果に基づき、国内の研究炉設置者と意見交換を行い、研究炉廃棄物の放射能評価手法マニュアル整備に必要な項目及び内容を確認した。

環境評価手法については、事業用地の選定後に、事業用地の中から埋設施設の設置に最適な位置を決定するために必要な環境調査項目、手順を検討した。

廃棄体の受入れ基準について、廃棄物発生者の廃棄体化処理の推進に資するため、廃棄体の耐埋設荷重や空隙率等の基準について検討し、結果を取りまとめた。また、本結果を機構内外の主要な発生者に説明して理解を得ることができたことから、年度計画を上回る成果となった。放

射能濃度については、一般的な環境条件下での基準線量相当濃度の試算を進めた。

ハ. 廃止措置・放射性廃棄物の処理処分に係る技術開発

a) 有害物質を含む放射性廃棄物等の固定化技術等

有害物質を含む放射性廃棄物等の固定化技術開発では、有害物質の処理技術の調査において、各技術ともにマテリアルバランスの情報や処理体の溶出率のデータなど、条件が異なる多数のデータ取得の必要性が前年度に抽出された。平成 30 年度は、この課題を解決するため、文献値だけでは補えない基礎データを合理的に取得するための方策に関する調査を重点的に行った結果、固化後の溶出率に関するデータについては、個別の実験による取得以外に、熱力学的な計算手法の適用の可能性があることを明らかにし、これを用いることで検討に必要なデータを効率良く収集し、以後の技術開発を加速できる見通しを得た。一方で、熱力学的な計算手法で必要とされる熱力学データの有無を確認する必要性も課題として抽出した。

原子力施設から発生する多様な放射性廃液に係る処理を安全かつ効率的に実施するため、同様の課題を有する大学等と共同で進める研究開発を「STRAD プロジェクト」と称し、その取組を核燃料サイクル工学研究所高レベル放射性物質研究施設において本格化した。また、その成果を報告した国際会議 HOTLAB2018 において最優秀発表賞を受賞した。

b) 試料採取技術、レーザー切断技術等

原子炉構造材からの試料採取技術については、簡易モックアップにより得られた知見や抽出した課題を踏まえ、試料採取装置の一部を改造するとともに、再度、簡易モックアップによる機能確認及び習熟訓練を実施し、炉内試料採取が可能であることを確認した。これらの成果を踏まえ、原子炉下部から炉内試料採取を行うため、原子炉建屋地下 2 階から高さ 18m に位置する原子炉下部にアクセスするために設置した足場に原子炉建屋に試料採取装置を移設するとともに、圧力管から 1 試料を採取し、本技術の適用性を実機にて実証した。本技術は、複雑かつ狭隘な構造である「ふげん」施設の原子炉に遠隔にてアクセスし、試料を採取するものであり、東京電力福島第一原子力発電所における燃料デブリ取出し等、狭隘かつ高線量環境下での遠隔試料採取技術としての活用が期待できる。

原子炉水中解体に向けた切断技術開発の一環として、これまで国内外の原子炉施設の廃止措置への適用実績のないレーザー切断技術について、炉内試料採取作業の簡易モックアップに合わせて炉心タンク模擬材を対象としたレーザー穿孔試験を実施し、実機に適用できる見通しを得たことから、遠隔制御技術や位置決め技術等の実証に着手した。なお、炉内試料採取技術及びレーザー切断技術について、東京電力ホールディングスと情報交換及び「ふげん」施設での現場確認を実施している。

平成 29 年度に「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」として整備した高さ約 10.5m、外径約 4.5m の水中タンクや水中遠隔ロボット等を活用し、「ふげん」施設原子炉遠隔解体モックアップ試験に着手した。実機解体時の水深を模擬した水中レーザー切断試験を実施し、切断時に発生する粉じんデータ取得等を行った。今後は、遠隔制御性や位置決め監視技術も含め、予め制定した切断方法や解体手順等を検証していく予定である。本技術は、廃止措置時の切断技

術ニーズである遠隔、安全、高速かつ二次廃棄物の低減に合致した先駆的な開発成果であり、商用原子炉を含めた今後の活用に期待できる。

c) ウラン廃棄物のクリアランス測定技術

ウラン廃棄物のクリアランス測定技術開発については、複雑形状金属の非破壊測定を可能とするため、バックグラウンド影響を低減し、線源偏在を補正する「等価法」を活用したパッシブγ測定試験装置の適用性試験を進めた。平成30年度は、廃棄物の代表的形状について、単純形状と複雑形状に分類してドラム缶への規則的な配置及び無作為配置を調査した。配管等の単純形状廃棄物を規則的に配置し、様々な線源位置を設定してシミュレーション及び測定試験を実施し、等価モデル法の適用範囲を確認した。本成果は、等価モデル法による測定手法の汎用化に寄与するものであり、ウラン加工メーカーでのクリアランス測定技術の利用を促した。

環境研究は、埋設実証試験場所の候補地選定に向けたフィールド調査(ボーリング調査による地質データの取得等)や環境影響調査(人形峠周辺の地下水流動の把握等)を実施した。浅地中のウランの挙動を解明するうえで重要となる地質環境情報の整理などのツール整備(予察的解析含む)を行い、センター周辺の浅地中地下水の流動状況の調査解析の準備を進めた。さらに、モニタリング計画に係る検討を開始した。

ウラン廃棄物工学研究は、六フッ化ウラン(UF₆)を使用した施設から発生した炭素鋼を対象に、クリアランスレベル(1Bq/g)、及び管理区域持出し基準(0.04Bq/cm²)以下かつ二次廃棄物量を最小とすることができるよう、酸性機能水を用いた除染技術の基礎研究を実施した。本技術開発では、酸性機能水を多用することで除染時間が短く、かつ二次廃棄物量を大幅に低減できる見通しを得ている。本技術による原子力施設の解体撤去で発生する多量の放射性金属廃棄物のクリアランス化により、放射性廃棄物の低減、資源の有効利用という大きな経済的効果が期待できる。

⑧ 産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動

国立研究開発法人として機構が業務を実施するに当たっては、研究成果の最大化を図り、その成果を広く国民・社会に還元するとともに、イノベーション創出につなげることが求められている。このため、エネルギー基本計画や第5期科学技術基本計画等を踏まえ、イノベーション創出等に向けた産学官との連携強化、民間の原子力事業者への核燃料サイクル技術支援、国際的な協力・貢献等の取組により社会への成果の還元を図るとともに、広報・アウトリーチ活動の強化により社会からの理解増進と信頼確保に取り組む。

イノベーション創出に向けた取組については、イノベーション等創出戦略を策定し、機構の各事業において展開する。また、産業界、大学等と緊密な連携を図る観点から、共同研究等による研究協力を推進し、研究開発成果を創出、原子力に関する基本技術や産業界等が活用する可能性の高い技術を中心に精選して知的財産の権利化を進める。また、機構が保有する学術論文、知的財産、研究施設等の情報や、機構が開発・整備した解析コード、データベース等を体系的に整理し、一体的かつ外部の者が利用しやすい形で提供する。さらに、国内外の原子力科学技術に関する学術情報を幅広く収集・整理・提供し、産業界、大学等における研究開発活動を支援等

する。

民間の原子力事業者の核燃料サイクル事業への支援について、核燃料サイクル技術については、既に移転された技術を含め、民間の原子力事業者からの要請に応じて、機構の資源を活用し、情報の提供や技術者の派遣による人的支援及び要員の受入れによる養成訓練を継続するとともに、機構が所有する試験施設等を活用した試験、問題解決等に積極的に取り組み、民間事業の推進に必要な技術支援を行う。

国際協力の推進については、東京電力福島第一原子力発電所事故対応をはじめとする各研究開発分野において、諸外国の英知の活用による研究開発成果の最大化を図るとともに、我が国の原子力技術や経験等を国内のみならず世界で活用していくため、各研究開発分野の特徴を踏まえた国際戦略を策定し、国際協力と機構の国際化を積極的に推進する。また、関係行政機関の要請に基づき、国際機関の委員会に専門家を派遣すること等により、国際的な基準作り等に参加し、国際的な貢献を果たす。

社会や立地地域の信頼の確保に向けた取組については、機構の研究成果、事故・トラブル等について、積極的に情報の提供・公開を行い、事業の透明性を確保する。また、研究開発成果の社会還元や、社会とのリスクコミュニケーションの観点を考慮しつつ、丁寧な広聴・広報・対話活動により、機構に対する社会や立地地域からの理解と信頼を得る。さらに、機構は、学協会等の外部機関と連携し、原子力が有する課題を、学際的な観点から整理・発信していく。

本活動に要した費用は、4,519 百万円（うち、業務費 4,387 百万円、受託費 126 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（4,117 百万円）、政府受託研究収入（100 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) イノベーション創出に向けた取組

平成 28 年度に策定した「イノベーション創出戦略」及び「知的財産ポリシー」に基づき、「大学及び産業界等との研究協力、連携協力の推進」、「知的財産の効率的な管理、研究開発成果の大学及び産業界等への利用機会拡充」、「機構の研究開発成果の取りまとめ、国内外への発信」及び「原子力に関する学術情報の収集・整理・提供、東京電力福島第一原子力発電所事故に係る研究開発支援の取組」の各事業を推進し、以下の実績を挙げた。

イ. 大学及び産業界等との研究協力、連携協力の推進

大学及び産業界等の意見やニーズを反映し、共同研究等研究協力の研究課題の設定を行うとともに、各部門等と連携しその契約業務を的確に遂行した。大学及び産業界等との共同研究契約の締結実績は以下のとおり。

- ・各大学、国立研究開発法人: 155 件
- ・企業等産業界: 44 件
- ・企業を含む複数機関: 46 件

科学研究費補助金等の競争的資金獲得に係る支援を組織的に進める方策として、関係部署が連携した説明会を 7 拠点で開催し、積極的な課題申請に向けた意識の向上を図った。また、科研費等応募支援チームが申請課題の技術的な内容を確認し、課題採択率の向上を図った。

機構の特許等を利用し実用化に向けた企業との共同研究を行う成果展開事業として、東京電力福島第一原子力発電所事故対応 1 件、その他 2 件について、実用化共同研究開発を実施した。

機構が保有する高感度ガス分析装置技術の実用化に係る平成 30 年度の活動では、「アスリートの運動機能ガス測定」と「アルミニウム溶湯中に含有するガス成分測定」に係る 2 件の共同研究を実施し 1,400 千円の収入を得た。このうち、後者では再生アルミニウムの処理方法に関する新たな技術を平成 30 年 10 月に国内共同出願する成果を挙げた。

幕張で開催された分析・科学機器専門展示会 (JASIS2018) において、この高感度ガス分析装置技術を用いた呼気の測定・分析の実演を行い、国内外企業 80 社に技術概要を紹介し、情報発信及び提携先の拡充を図った。機構の供用施設を「共創の場」として活用していくことを念頭に、外部ユーザーの研究環境充実化を目指し、新たに各種分析機器等の利用提供を加えた JRR-3 をモデルとする「施設供用プラットフォーム構想」の検討を開始した。

ロ. 知的財産の効率的な管理、研究開発成果の大学及び産業界等への利用機会拡充

機構の「知的財産ポリシー」に基づき、知的財産ポリシー及び機構における知的財産の取扱いの基本的な考え方を周知するため、知的財産説明会を 2 拠点で開催した。

保有特許等 349 件について、産業界等における利活用の観点から精選を行い、権利維持放棄の審査対象となった特許 134 件のうち 36 件の放棄を決定した。平成 30 年度に 27 件の特許を新規に出願し、保有特許数は 328 件となった。また、知的財産の権利維持放棄に係る審査の際に外部からの視点を取り入れるため、試行的に保有特許等の適用分野に関する技術分析等について、外部専門機関による評価を実施した。

平成 29 年 9 月に刊行した技術シーズ集 (第 3 版) の見直しを図り、第 4 版には新規追加 14 件、継続 111 件を含む 125 件の技術を収録して平成 30 年 10 月に刊行し、各種技術展示会等において配布するとともに、機構ホームページで公表した。

科学技術振興機構 (JST) のイノベーション・ジャパン等の技術展示会において、機構の供用施設や保有技術の紹介、福島アーカイブ等情報発信活動の説明及び機構成果展開事業の説明等を計 19 回実施した。

機構の保有技術の橋渡しチャンネルの拡大に向けて、以下の取組を実施した。

- ・マッチング企業のリンカーズ株式会社を通じた企業ニーズの情報収集を実施。
- ・大学知財群活用プラットフォーム参加を通じた国等の関連制度の情報の収集。
- ・事業開発コンソーシアム「Incubation & Innovation Initiative (略称:III、トリプルアイ)」への新規協賛加盟。

金融機関や上記のマッチング企業やコンソーシアムとの連携を活用し、産業分野へ応用可能な機構の技術をどのように社会還元し実用化していくかを外部有識者と公開協議する「JAEA 技術サロン」を初めて開催し、異分野・異種融合を促進した。また、ピッチイベント「未来 2019」主催団体 (上記の新規協賛加盟したトリプルアイ) と交渉・協議することにより、同イベントで「JAEA 技術サロン優秀者ピッチ」特別セッション枠を獲得し、機構外との接触の機会を増大させた。その結果、今まで取引のなかった民間企業からも技術相談が寄せられるようになり、共同研究への発展を視

野に順次新たな「橋渡し」を開始するに至った。

機構が開発した解析コードやデータベース等を体系的に整理・構築し、Web で検索可能なシステム(PRODAS)の情報を更新した。

ハ. 機構の研究開発成果の取りまとめ、国内外への発信

機構の研究開発成果を取りまとめ、研究開発報告書類 101 件を刊行し、その全文を機構ホームページを通じ国内外に発信した。うち 16 件の研究開発報告書類については、印刷物に付録 CD-ROM として収録されている研究データを機械可読形式で機構ホームページに公開し、オープンサイエンスの推進を図った。

機構の学術論文等の成果を分かりやすく紹介する成果普及情報誌(和文版「原子力機構の研究開発成果」/英文版「JAEA R&D Review」)の平成 30 年度版を刊行し関連機関や大学等に配付するとともに、その全文を機構ホームページを通じて国内外に発信した。成果普及情報誌サイトの機構内外からのアクセス数は 290 万回となった。

職員等が学術雑誌や国際会議等の場で発表した成果の標題・抄録等の書誌情報 2,918 件、研究開発報告書類の全文、論文の被引用回数やプレスリリース記事、成果普及情報誌トピックスと関連付けた情報及び特許情報を取りまとめ、研究開発成果検索・閲覧システム(JOPSS)を通じて国内外に発信した。

- ・JOPSS が収録する研究開発成果情報は平成 30 年度までの累積で 104,576 件となった。また、機構の研究開発成果のより広範な普及・展開を図るため、国立情報学研究所の学術機関リポジトリポータル(JAIRO)、国立国会図書館の「NDL サーチ」及び米国 Online Computer Library Center, Inc.(OCLC)が運営する海外成果情報ポータルサイト「OAIster」とのデータ連携を継続した。
- ・これら研究開発成果情報の一体的な発信、外部機関とのデータ連携、検索機能等利便性向上により、JOPSS の機構内外からのアクセス数は年間 5,527 万回となった。
- ・機構の論文等発表状況を毎月部署別に集計・整理し機構内での情報共有を継続した。また、研究開発報告書類、論文投稿及び口頭発表情報の書誌情報を分析し機構の成果・技術の変遷や拡がりを見える化」する取組について、米国科学振興協会(AAAS)2019 年次大会のワークショップで報告し、国際的な成果普及の発信に努めた。

ニ. 原子力に関する学術情報の収集・整理・提供、東京電力福島第一原子力発電所事故に係る研究開発支援の取組

原子力に関する図書資料等 1,540 件を収集・整理するとともに、日本の原子力開発の草創期より収集した海外原子力レポートの目録情報 16,664 件の遡及入力を行い、機構図書館所蔵資料目録情報発信システム(OPAC)を通じて国内外に発信した(平成 30 年度までの累積収録件数 1,226,573 件)。OPAC へのアクセス数は 399,061 回であった。また、国立国会図書館や他の国立研究開発法人の担当部署と定期的な会合を催し、図書館の相互連携や学術情報の収集・整理・提供等について意見交換を行った。

国際原子力機関(IAEA)からの要請により実施する海外原子力機関への文献複写事業(国際

原子力図書館ネットワーク(INLN))に協力し、ブラジル等からの 40 件の文献複写依頼に対応した。

機構図書館の利用方法、IAEA/INIS データベースの利用方法等に係る説明会及びデモンストラーションを、環境放射能除染学会、日本原子力学会等において 4 回実施した。

東京電力福島第一原子力発電所事故に係る研究開発支援の取組として、「福島原子力発電所事故関連情報アーカイブ(福島アーカイブ)」を運営し、以下の関連情報の収集・整理・提供を行った。

- ・東京電力福島第一原子力発電所事故に関する外部発表論文 855 件、研究開発報告書類 123 件及び口頭発表 2,353 件の収集・整理・提供を継続した。
- ・インターネット情報等 20,611 件を新たに収録し、散逸・消失が危惧される事故関連へのアクセスと利用を図る取組を継続した。日本原子力学会等展示会においてパネル等で福島アーカイブの説明を行い、周知活動を実施した。
- ・ハーバード大学ライシャワー日本研究所との連携・協力に関する覚書(平成 29 年 11 月締結)に基づき、平成 30 年度から同研究所が運用する「日本災害 DIGITAL アーカイブ」と機構の福島アーカイブとのデータ連携を開始した。

IAEA/国際原子力情報システム(INIS)の国内実施機関として、機構の研究開発成果及び国内で公表された東京電力福島第一原子力発電所事故に係る情報を中心に 4,715 件の技術情報を収集し、IAEA に提供した。日本からの情報提供件数は加盟国全体(131 カ国)の 4.4%を占め、国別入力件数では第 3 位であった。IAEA/INIS データベースへの日本からのアクセス数は、137,535 件であった。また、平成 30 年度から日本語文献の標題、抄録及び雑誌名を日本語で提供する取組を開始した。

(ii) 民間の原子力事業者の核燃料サイクル事業への支援

イ. 機構の技術者による人的支援及び民間の原子力事業者の要員の受入れによる技術研修並びに受託業務の実施

日本原燃株式会社との協力関係に従い、以下のとおり機構の技術者の人的支援及び事業者の要員の受入れによる技術研修並びに受託試験業務を実施した。

- ・再処理事業については、日本原燃株式会社との技術協力協定に基づき、六ヶ所再処理施設の試運転支援として技術者 1 名を出向派遣した。
- ・平成 28 年度に日本原燃株式会社から受託した「改良型(新型)ガラス熔融炉モックアップ試験フェーズⅢへの支援」を継続実施し、現行炉の実規模モックアップ試験(K2MOC 試験、KMOC 試験)において採取した流下ガラスを対象に、放射光 XAFS 測定及びラマン分光測定等による廃液成分の化学状態及び局所構造及びガラス構造を解析評価し、新型ガラス熔融炉導入の技術的判断に必要となる基盤的な技術情報として提供することにより、核燃料サイクル事業に対する技術支援を行った。
- ・平成 29 年度に続き、日本原燃株式会社からの受託業務として、六ヶ所再処理施設で実施する確率論的リスク評価の精度向上を支援するため、東海再処理施設で蓄積された機器の運転・保守データを活用して、機器の故障率データを評価・提供した。

- ・ 日本原燃株式会社との「環境保全技術に関する技術協力協定」(平成 17 年 3 月締結)に基づき、東海再処理施設の廃止措置を通じた技術協力等について、技術検討会議を開催し、関係者間での情報共有を図った。その後、技術検討会議の下に設置した廃棄物処理 WG を開催し、東海再処理施設の廃止措置に係る工程洗浄や遠隔操作によるせん断粉末の回収作業等についての情報提供を行うとともに、日本原燃株式会社のニーズを踏まえた技術情報の整理について意見交換を実施し、日本原燃株式会社の進める再処理事業への支援を行った。
- ・ MOX 燃料加工事業関連については、日本原燃株式会社との「MOX 燃料加工施設の建設・運転等に関する技術協力協定」(平成 12 年度締結)に基づき平成 30 年 2 月に開催されたプロジェクト検討会において双方提案により調整の上合意された計画に従い、以下の受託研究等を実施し、技術協力を進めた。
 - 日本原燃株式会社の技術者 4 名について、施設運転を通じたプルトニウム安全取扱技術等に係る研修を実施した。
 - 日本原燃株式会社が計画している六ヶ所 MOX 燃料加工施設では、海外の粉末混合工程 (MIMAS 法)を採用し、一方で、原料粉末には機構が開発したマイクロ波加熱直接脱硝 MOX 粉末(MH-MOX)の採用を予定している。このため、MH-MOX の MIMAS 法への適合性に係るデータの取得を目的として、平成 20 年度より「MOX 燃料加工技術の高度化研究」を継続して受託し、試験を実施している。平成 30 年度は、六ヶ所 MOX 燃料加工施設への導入が計画されている連続焼結設備の焼結温度プロファイルを模擬した小規模試験を実施し、ペレット品質の評価に係るデータを取得・提供した。また、核燃料物質中のプルトニウム含有率を分析するために用いるプルトニウム標準試料(LSD スパイク)について、機構が有する LSD スパイク調製技術を用いた「LSD スパイク量産技術確証試験」を継続して受託している。平成 30 年度は、LSD スパイクの経時変化を確認する試験を実施し、LSD スパイク品質の経時変化に係るデータを取得した。
 - 日本原燃株式会社の六ヶ所 MOX 燃料加工施設の分析済液処理工程では、分析済液からウラン・プルトニウムスラリを取り除いた分析済液処理液の全 α 放射能濃度分析の際、中和処理により発生する硝酸ナトリウム(塩)が分析値に影響を与えることが懸念されている。そこで、受託業務として分析済液処理液の全 α 放射能濃度分析に関して共存する塩の影響を除去する分析前処理法を確立するための確認試験を実施し、脱塩に係るデータを取得・提供した。

電源開発株式会社の技術者 6 名に対して、軽水炉 MOX 燃料加工施設での燃料検査に必要な知識習得を目的に、検査員研修を実施した。

(iii) 国際協力の推進

平成 29 年 3 月に策定した「国際戦略」に基づき、機構が実施する国際協力を俯瞰的・分野横断的に把握し、海外機関との協力取決めの締結、海外機関との会議等の開催、職員の国際機関等への派遣、海外からの研究者の受入れなどを通じ多様な国際協力を推進した。「国際戦略」に基づく取組として、ワシントン、パリでそれぞれ海外事務所主催のイベントを開催した。また、輸出

管理を確実に実施するとともに、全役職員に対する輸出管理に関する教育を実施した。主な取組とその成果は以下のとおりである。

イ. 多様な国際協力の実施

機構の国際協力委員会において、主な国際協力案件について検討及び審議を行い、二国間及び多国間での協力取決めや共同研究契約、研究者派遣・受入取決め等 92 件を締結・改正した。これにより諸外国の知見の活用による研究開発成果の最大化や我が国の原子力技術等の世界での活用に資する多様な国際協力を推進した。特に、新たな協力として、平成 30 年 5 月、米国エネルギー省(DOE)との間の金属燃料高速炉の事故解析等に関するプロジェクト取決め、平成 30 年 9 月、ロシア国営公社ロスアトム(ROSATOM)との間のマイナーアクチノイドの核変換に関する協力覚書(平成 29 年 9 月)に基づくサイエンス・アンド・イノベーションズ社との実施取決め及び英国原子力廃止措置機関(NDA)との間の放射性廃棄物管理及び廃止措置分野における協力を拡大する取決め、平成 31 年 2 月に、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)の枠組みにおける原子力教育・スキル・技術に関する共同プロジェクト取決めにそれぞれ署名した。

仏国原子力・代替エネルギー庁(CEA)や米国エネルギー省(DOE)との機関間会合等に当たり、関係各部門等との連携により、対処方針の取りまとめ等の調整を行い、DOE との間の金属燃料高速炉に関する協力、CEA との間の原子力科学、福島廃炉分野での協力の開始等、会合等を通じた海外機関との協力の拡大、深化に貢献した。

外国人研究者等の受入環境の整備に向け、外国人研究者向けポータルサイトを通じた機構全体の動向に関する情報提供を継続したほか、メーリングリストを更新し、地域における生活情報のメール配信等を行った。外国人招聘者・受入者の総数は 501 名となった。

国際機関への協力に関して、国際原子力機関(IAEA)、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)、包括的核実験禁止条約機関(CTBTO)準備委員会、国際科学技術センター(ISTC)等に計 17 名の職員を長期派遣するとともに、これら国際機関の諮問委員会、専門家会合等に計 254 名の専門家を派遣し、委員会の運営、国際協力の実施、国際基準の作成等に貢献した。また、国際機関への機構職員の応募の促進に資する取組として、候補者リストの作成を開始した。

アジア諸国等への協力に関して、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の各種委員会、プロジェクトへの専門家の参加等を通じ、各国の原子力技術基盤の向上を支援するとともに、日本の原子力技術の国際展開にも寄与することを目指したアジア諸国への人材育成・技術支援等に係る協力を進め、文部科学省原子力研究交流制度における研修生を 3 名受け入れた。

「国際戦略」に基づく海外事務所の機能強化の一環として、それぞれの海外事務所において、現地の協力相手機関の協力の下、平成 29 年度に引き続きシンポジウム、ワークショップ等のイベントを開催した。具体的には、平成 30 年 6 月にワシントン事務所が日米原子力研究開発シンポジウムを、平成 31 年 2 月にパリ事務所が JAEA-CEA 研究施設廃止措置ワークショップ(ワシントン、パリとも約 70 名参加)を開催した。これらのイベントには OECD/NEA 事務局長、CEA 副長官等、当該国の関係機関の幹部を含むキーパーソン等、それぞれの国における原子力コミュニティを構成する主要なメンバーの参加を得ることにより、当該国における機構のプレゼンスの拡大や今後

の協力を大きく資するものとなった。特に、パリにおける研究施設廃止措置ワークショップには、平成 29 年度のワークショップに参加した機関に加え、欧州委員会/共同研究センター(EC/JRC)、英国、イタリアの機関が参加し、欧州の廃止措置関連機関との間の人的ネットワークの強化につながることができた。また、現地での関係者からの聞き取りや会合への出席を行うとともに、メディアやコンサルタント等を通じて、機構の業務に関連する情報の収集・調査・分析に努めた。得られた情報については、逐次、機構内にメール等で配信したほか、月報の発行、各研究開発部門等からの調査依頼等への対応を行い、国際共同研究等の国際協力を推進する上での基礎情報として有効に活用した。さらに、海外事務所や海外関係機関との会合等を通じて得た情報を基に、米国・仏国・英国の原子力政策等、機構の業務に影響を与え得る課題について分析を実施し、機構の経営層に共有した。

平成 30 年 8 月に OECD/NEA の共催で、科学・工学に関する国際メンタリングワークショップ (Joshikai-II) を開催し(女子中高生約 50 名が参加)、将来、原子力を含む理系に進む可能性のある女子中高生の裾野の拡大に寄与した。

ロ. 輸出管理の確実な実施

国際協力活動の活性化に伴い、リスク管理として重要性を持つ輸出管理については、該非判定(計 135 件)を的確に実施すること等により、違反リスクの低減に努め(違反件数 0 件)、各部門等における国際協力活動の円滑な実施に貢献した。また、包括許可の運用により、平成 30 年度において、本来それぞれ 1~2 か月の手続期間を必要とする 3 件の個別許可の申請手続が不要となり、効率的な輸出管理の推進に資することができた。

平成 30 年 4 月に機構組織の再編等に伴う輸出管理規程の変更届を経済産業省に提出した。12 月に経済産業省による立入検査が実施され、概ね良好に管理されていると評価された。

輸出管理に関する政省令の改正等の情報を収集し、イントラネットへの掲載等により機構内に周知し、輸出管理の一層の浸透及び不適切な情報流出等のリスク低減に努めた。

(vi) 社会や立地地域の信頼の確保に向けた取組

国立研究開発法人として透明性・正確性・客観性の確保を大前提としつつ、社会の信頼を得る、研究開発成果を社会に還元するといった「アウトカム」をより重視し、国民との相互理解促進のために相応しい内容であるかどうかの確認を行い、広聴・広報・対話活動を行った。

平成 30 年度の研究開発に関して、原子炉安全性研究炉(「NSRR」)の運転再開をはじめとする試験研究炉の取組状況及び国民の関心の高い東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた原子力安全研究をはじめとした、同発電所の廃止措置や福島環境回復に向けた取組についてわかりやすく情報を発信した。また、「もんじゅ」をはじめとする廃止措置施設の状況についても、機構ホームページ等を通じ、積極かつ継続的に情報発信した。さらに、原子力科学研究分野における 99 番元素アインスタイニウムを用いた実験について、その開始前から情報発信するとともに、進捗状況についても頻繁に発信を行い、原子力研究開発が有するサイエンスとしての魅力を紹介した。

また、核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染

に際して、大洗研究開発センター(現大洗研究所)の燃料研究棟における汚染・被ばく事故(大洗燃料研究棟汚染・被ばく事故)対応時の反省を踏まえ、迅速かつ正確、積極的な情報発信を行うことにより、透明性の確保、不安の解消に努めた。

さらに、「広報に関する基本方針」を定め、機構ホームページ等を通じ情報発信した。

これらの活動について、外部有識者による広報企画委員会や情報公開委員会を開催し、助言を受けた。

イ. 積極的な情報の提供・公開と透明性の確保

a)報道機関に対する積極的な情報発信

研究開発成果に加え、機構の安全確保に対する取組状況や施設における事故・故障の情報等を発表するとともに、主要な施設の運転状況等は「原子力機構週報」としてほぼ毎週発表し、各研究開発拠点が関係する報道機関への説明も行った。また、報道機関の関心が特に高い「もんじゅ」、「東海再処理施設」の廃止措置、「福島環境回復の進捗」及び「バックエンドロードマップ」をはじめ、報道機関の具体的なニーズに応じ、各拠点(部門)と連携して取材対応を行い、報道機関の機構事業への正確な理解に資するよう能動的な情報の発信に努めた。さらに、その時々的情勢を踏まえ報道機関のニーズに沿った内容を企画・検討の上、記者勉強会・見学会を実施した。

報道発表技術の向上と正確かつ効果的に情報を伝えるメディアトレーニングを全拠点で開催した。

機構の成果等について、より多くの報道機関の関心を持たせるために難解になりがちな内容をできるだけ平易にするなど、案件ごとに内容を吟味するとともに、「研究成果のプレス文の作り方」(マニュアル)を整備して研究者への周知・教育を実施、加えて報道機関に対し、より理解してもらえるよう研究成果のプレス発表ポイントとして簡潔にまとめた資料も必要に応じて作成することにした。さらに「研究発表のためのスキルアップ講座」を開催し、プレス文の基本構成やタイトル・成果のポイント等の考え方に係る講座及び演習並びに研究者が作成したプレス文原案の解説をすることで研究成果の記事化率の向上に寄与した。なお、発表した案件の報道状況をモニタリングしたところ、研究開発成果では発表 33 件中、31 件が新聞等のメディアに取り上げられ(記事化率:約 94%)た。

事実関係を誤認した報道があった場合への対応として、当該メディアへの確実な連絡対応や記事解説の機構ホームページへの掲載・発信する等をして、機構のスタンス、該当する箇所及び事実関係を詳細に公表した。

機構に対する認知度向上や機構事業に対する理解促進を図るため、平成 30 年度末まで毎週金曜日に日刊工業新聞の紙面に寄稿記事の連載を行い機構が取り組む事業やイノベーション創出に向けた魅力ある研究拠点、研究開発テーマ等について紹介した。

b)機構ホームページ、ソーシャル・ネットワーキング・サービス(SNS)を通じた情報発信

SNS の機構アカウントにおいて、プレス発表内容やホームページ新規掲載事項、地域共生のための取組等を分かりやすく発信した。より多くの方に機構の記事を読んでもいただくための工夫として、研究成果や実験の様子に関する動画の活用、機構報告会でのプログラム紹介・準備状況

や国際メンタリングワークショップ Joshikai－IIでの研究者紹介や機構報告会でのプログラム紹介・準備状況に加え、研究内容や研究者から来場者へのメッセージをこまめに発信する等、認知の拡大に努めた。

核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染に際し、プレス発表とともに、現場施設の概要や環境放射線モニタリング情報、原子力規制委員会への報告資料等についても機構ホームページ上に掲載し、タイムリーに国民への情報提供を行った。

研究者や技術者が自らの研究開発の意義や成果を発信する短編動画「Project JAEA」を制作した。平成 30 年度は 6 月に運転を再開した「NSRR」を活用した安全研究について紹介した。写真や画像を中心に、より気軽に読んでいただくことを目的として人物や装置に焦点を当てた電子版広報誌「graph JAEA」を発行した。本誌においては J-PARC での活動をテーマに原子力にあまり馴染みのない層を対象とした。

c) 広報誌を通じた情報発信

機構における最新の研究開発成果及び事業状況を国民に発信し、知識として広く知っていただくための広報誌「未来へげんき」について、立地地域だけでなく首都圏におけるイベント出展等においても積極的に配布した。

平成 30 年度においては「未来へげんき」の発行ごとに「捉える」「まもる」「つかむ」といったテーマを設けるとともに、国民の関心のより高い分野を意識して、掲載記事の選定を行った。具体的には、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置において、作業員の安全を守るための作業環境改善ツールとして開発した放射性物質を可視化できる小型軽量のカメラや発生する放射性物質や燃料デブリの分析を行う施設、がん細胞をピンポイントで破壊できる最先端の放射線がん治療等を掲載し、また、99 番元素アインスタイニウムを用いた実験についても分かりやすく紹介した。さらに、発行前の取材情報等を動画やイメージ図なども SNS で随時発信した。これらについて、読者アンケートにより「現場の声や雰囲気が伝わってきてとても興味深い」、「今後も廃止措置の状況を伝えてほしい」等の反響が得られた。

機構の事業内容、研究開発状況等について透明性を高めるため、これらの活動を総合的に報告する媒体として、アニュアルレポート「原子力機構 2018」(日本語版、英語版新規)を発行した。各研究開発拠点においても、自らの事業の進捗状況や安全対策等について立地地域の方々に認知いただくため、広報誌等を積極的に発行した。特に、敦賀地区においては、広報誌「つるがの四季」及び「敦賀事業本部からのお知らせ」を発行し、「もんじゅ」の廃止措置に向けた計画内容や取組状況についてタイムリーに発信するとともに、産学官連携活動「ふくいスマートデコミッション技術実証拠点」の整備状況等について紹介した。

d) 情報公開制度運用の客観性・透明性の確保に向けた取組

開示請求に対して、情報公開法の定めにとつて適切に対応した。

弁護士や大学教授等の外部有識者による情報公開委員会を開催し、機構の情報公開法施行状況を外部専門家の視点を踏まえてレビューしていただいた。また、当該委員会の下部機関である検討部会を 2 回開催し、個別請求事案への対応について、専門家による客観的な視点から確

認、検討及び助言いただいた。それらを機構の情報公開制度運用に反映した。平成 30 年度においても開示請求者から不服申立てはなく、開示・不開示の決定も情報公開法に定められた期限内に行うことができた。また、情報公開委員会は公開で行い、さらに当該委員会及び検討部会の議事概要は機構のホームページで公開し、透明性の確保に努めた。

ロ. 広聴・広報及び対話活動の実施による理解促進

研究拠点の所在する立地地域を中心に、事業計画や成果等に関する直接対話活動を 200 回開催した。また、立地地域の住民に機構の事業内容を直接知っていただくため、施設公開や見学者の受入れを 1,260 回開催した。外部機関等が主催するイベントにも積極的に参加し、都市部を中心に 62 回のブース出展を行った。これらの活動において、見学者やブース訪問者に対するアンケート調査を実施し、機構の活動内容への評価や理解をいただくとともに、機構の認知度や印象に関する調査を行い、その結果、約半数が「事業内容は知らないが、名前は聞いたことがあった」と回答であった。「先進的」「将来性がある」との積極的な意見が見られる一方、「危険」「親しみにくい」との否定的な意見があった。

成果普及及び放射線に関する知識の普及並びに理数科教育支援として、研究者の顔が見えるアウトリーチ活動を 673 回開催した。内訳としては、研究開発成果報告会・事業状況報告会を 25 回開催するとともに、立地地域を中心に小中学生、高校生などを対象とした出張授業、実験教室等の学校教育支援や、外部講演及びサイエンスカフェを 586 回実施した。

東濃地科学センターの瑞浪超深地層研究所及び幌延深地層研究センターでは、施設の見学者に対し、高レベル放射性廃棄物処分の必要性や地層処分の安全性に対する認識等を問うアンケートを実施した。この結果、83%が高レベル放射性廃棄物処분을「必要」「多少必要」と捉えており、地層処分の安全性については 52%が「安全」「多少安全」と認識していることが把握できた。これらのアンケート結果については、広報活動(広報資料、展示物、展示手法等含む)、研究成果情報発信、渉外業務等の対応への参考として、関係者に共有した。

機構報告会や拠点主催報告会、研究テーマごとのシンポジウムなどの成果報告会については、自治体関係者や地元住民、産業界、大学等の参加を得た。平成 30 年度においては、若手研究者・技術者による取組に焦点を当て、機構報告会ではブース展示等において若手研究者による説明を行った。また、機構業務におけるタイムリーなテーマ選定、情報発信力のある著名人の国内外から登用及び立地地域の物産展示を実施した。福島研究開発部門成果報告会では「廃炉・環境回復に挑む若手研究者の意気込み」をテーマに 6 名が登壇した。これらのイベントにおいても参加者に対してアンケート調査を実施し、参加者の理解度等の把握に努めた。例えば、機構報告会では、各個別テーマについて、「よく理解できた」「理解できた」との回答が 83%、福島研究開発部門成果報告会では同回答が 80%を占め、良好な結果が得られた。

機構の研究開発成果の普及を目的に、原子力分野以外も含めた理工系の大学(院)生、高等専門学校生等を対象に第一線の研究者・技術者を講師として派遣する「大学等への公開特別講座」を 26 回開催した。受講者へのアンケート調査を実施し、講師へのフィードバックを行った。

平成 28 年度に実施した各拠点におけるリスクコミュニケーション要素を持つ活動の把握調査結果に基づき、平成 30 年度は東濃地科学センター、人形峠環境技術センター、敦賀事業本部の 3

拠点でフォロー調査を実施し、各拠点における緊急時広報体制について状況や課題を共有した。同調査において、平成 28 年度に明らかとなった各拠点の現状を踏まえて行った広報およびリスクコミュニケーション活動が、地域との関係を踏まえて独自の創意工夫に基づき継続して行われていることが確認できた。

平成 31 年 1 月に発生した核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム燃料第二開発室の管理区域内における汚染に伴う広報、地域対応状況を調査し、平成 29 年の大洗燃料研究棟汚染・被ばく事故後の広報、地域対応状況を比較した。大洗燃料研究棟汚染・被ばく事故から得られた教訓がどのように反映されたか等について、検証を進めた。今後も引き続き検証を行う。

⑨ 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、4,735 百万円(うち、一般管理費 4,733 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 4,616 百万円等である。

6. 事業等のまとめりの予算・決算の概況

区分	合計				東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発				原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究				原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動			
	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考
収入																
運営費交付金	129,565	129,565	0		12,530	12,530	0		3,688	3,688	0		1,414	1,414	0	
施設整備費補助金	6,437	5,339	1,098 *1		0	257	△ 257 *2		0	0	0		0	3	△ 3 *2	
設備整備費補助金	0	1,482	△ 1,482 *2		0	329	△ 329 *2		0	21	△ 21 *2		0	6	△ 6 *2	
特定先端大型研究施設整備費補助金	673	0	673 *1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
特定先端大型研究施設運営費等補助金	10,317	10,456	△ 139		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
核セキュリティ強化等推進事業費補助金	527	523	4		0	0	0		0	0	0		527	523	4	
核変換技術研究開発費補助金	170	170	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
廃炉研究等推進事業費補助金	471	469	2		471	469	2		0	0	0		0	0	0	
科学技術人材育成費補助金	36	69	△ 33 *3		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
放射性物質研究拠点施設等運営事業費補助金	1,210	1,184	25		1,210	1,184	25		0	0	0		0	0	0	
その他の補助金	0	1,021	△ 1,021 *4		0	1,011	△ 1,011 *4		0	0	0		0	0	0	
受託等収入	1,285	14,761	△ 13,476 *5		81	821	△ 740 *5		425	4,912	△ 4,487 *5		71	734	△ 664 *5	
その他の収入	2,274	3,819	△ 1,545 *6		111	352	△ 241 *6		113	53	60 *9		45	12	32 *9	
廃棄物処理処分負担金	9,400	9,761	△ 361		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
計	162,364	178,617	△ 16,253		14,403	16,954	△ 2,551		4,226	8,674	△ 4,448		2,056	2,692	△ 636	
前年度よりの繰越金(廃棄物処理処分負担金繰越)	55,772	56,850	△ 1,078		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
前年度よりの繰越金(廃棄物処理事業経費繰越)	1,497	1,722	△ 225		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
前年度よりの繰越金(埋設処分積立金)	28,382	28,239	143		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
前年度よりの繰越金(放射性物質研究拠点施設等整備事業経費繰越)	57,214	57,214	0		57,214	57,214	0		0	0	0		0	0	0	
合計	305,229	322,642	△ 17,413		71,617	74,168	△ 2,551		4,226	8,674	△ 4,448		2,056	2,692	△ 636	
支出																
一般管理費	4,762	4,735	26		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
(公租公課を除く一般管理費)	4,643	4,614	29		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
うち、人件費(管理系)	2,357	2,410	△ 53		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
うち、物件費	2,286	2,204	82		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
うち、公租公課	119	122	△ 3		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
事業費	132,426	140,623	△ 8,197		13,416	15,892	△ 2,477		3,801	3,606	195		1,459	1,336	123	
うち、人件費(事業系)	37,195	37,012	183		4,555	4,623	△ 68		1,900	1,780	120		772	697	76	
うち、物件費	92,607	100,838	△ 8,230		6,360	8,584	△ 2,224 *2		1,901	1,826	75		686	639	47	
うち、埋設処分業務経費	124	88	36 *7		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
うち、東日本大震災復興業務経費	2,500	2,685	△ 185		2,500	2,685	△ 185		0	0	0		0	0	0	
施設整備費補助金経費	6,557	5,416	1,142 *1		0	198	△ 198 *2		0	0	0		0	3	△ 3 *2	
設備整備費補助金経費	0	1,479	△ 1,479 *2		0	360	△ 360 *2		0	16	△ 16 *2		0	7	△ 7 *2	
特定先端大型研究施設整備費補助金経費	673	0	673 *1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
特定先端大型研究施設運営費等補助金経費	10,317	10,353	△ 36		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
核セキュリティ強化等推進事業費補助金経費	527	494	33		0	0	0		0	0	0		527	494	33	
核変換技術研究開発費補助金経費	170	170	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
廃炉研究等推進事業費補助金経費	471	432	39		471	432	39		0	0	0		0	0	0	
科学技術人材育成費補助金経費	36	66	△ 30 *3		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
放射性物質研究拠点施設等運営費補助金経費	1,210	1,146	64		1,210	1,146	64		0	0	0		0	0	0	
その他の補助金経費	0	1,021	△ 1,021 *4		0	1,011	△ 1,011 *4		0	0	0		0	0	0	
受託等経費	1,282	14,722	△ 13,440 *5		81	820	△ 739 *5		425	4,928	△ 4,503 *5		71	727	△ 656 *5	
計	158,431	180,657	△ 22,226		15,177	19,859	△ 4,682		4,226	8,550	△ 4,324		2,056	2,566	△ 510	
廃棄物処理処分負担金繰越	58,508	60,190	△ 1,682 *8		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
廃棄物処理事業経費繰越	1,204	1,565	△ 361 *8		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
埋設処分積立金繰越	30,646	30,450	196 *8		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
放射性物質研究拠点施設等整備事業経費繰越	56,440	54,137	2,303 *8		56,440	54,137	2,303 *8		0	0	0		0	0	0	
合計	305,229	327,000	△ 21,771		71,617	73,996	△ 2,379		4,226	8,550	△ 4,324		2,056	2,566	△ 510	

- *1 差額の主因は、次年度への繰越による減です。
- *2 差額の主因は、前年度よりの繰越による増です。
- *3 差額の主因は、卓越研究員事業の増です。
- *4 差額の主因は、廃炉・汚染水対策事業費補助金の増です。
- *5 差額の主因は、受託事業の増です。
- *6 差額の主因は、事業外収入の増です。
- *7 差額の主因は、経費の節減による減です。
- *8 決算額は、次年度以降の経費に充当するための繰越額です。
- *9 差額の主因は、事業外収入の減です。
- *10 差額の主因は、事業収入の増です。
- *11 差額の主因は、地域産学官連携科学技術振興事業費補助金の増です。
- *12 差額の主因は、人員数の減です。

(単位:百万円)

区分	原子力の基礎基盤研究と人材育成				高速炉の研究開発				核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等				産学官との連携強化と社会からの信頼の確保のための活動				法人共通				
	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	備考	
収入																					
運営費交付金	20,775	20,775	0		28,757	28,757	0		52,401	52,401	0		4,321	4,321	0		4,679	4,679	0		
施設整備費補助金	2,911	1,269	1,642 * 1		0	0	0		3,526	3,810	△ 284		0	0	0		0	0	0		
設備整備費補助金	0	918	△ 918 * 2		0	0	0		0	204	△ 204 * 2		0	4	△ 4 * 2		0	0	0		
特定先端大型研究施設整備費補助金	673	0	673 * 1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
特定先端大型研究施設運営費等補助金	10,317	10,456	△ 139		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
核セキユリア-強化等推進事業費補助金	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
核変換技術研究開発費補助金	0	0	0		0	0	0		170	170	0		0	0	0		0	0	0		
廃炉研究等推進事業費補助金	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
科学技術人材育成費補助金	36	69	△ 33 * 3		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
放射性物質研究拠点施設等運営事業費補助金	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
その他の補助金	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	10	△ 10 * 11		0	0	0		
受託等収入	101	511	△ 410 * 5		445	5,247	△ 4,802 * 5		148	2,272	△ 2,124 * 5		16	263	△ 246 * 5		0	0	0		
その他の収入	407	778	△ 372 * 6		56	57	△ 1		1,335	2,165	△ 830 * 10		125	42	83 * 9		83	359	△ 276 * 6		
廃棄物処理処分負担金	0	0	0		0	0	0		9,400	9,761	△ 361		0	0	0		0	0	0		
計	35,219	34,775	444		30,257	35,061	△ 4,804		66,980	70,783	△ 3,803		4,461	4,640	△ 179		4,762	5,038	△ 276		
前年度よりの繰越金(廃棄物処理処分負担金繰越)	0	0	0		0	0	0		55,772	56,850	△ 1,078		0	0	0		0	0	0		
前年度よりの繰越金(廃棄物処理事業経費繰越)	0	0	0		0	0	0		1,497	1,722	△ 225		0	0	0		0	0	0		
前年度よりの繰越金(埋設処分積立金)	0	0	0		0	0	0		28,382	28,239	143		0	0	0		0	0	0		
前年度よりの繰越金(放射性物質研究拠点施設等整備事業経費繰越)	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
合計	35,219	34,775	444		30,257	35,061	△ 4,804		152,631	157,594	△ 4,963		4,461	4,640	△ 179		4,762	5,038	△ 276		
支出																					
一般管理費	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		4,762	4,735	26		
(公称公課を除く一般管理費)	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		4,643	4,614	29		
うち、人件費(管理系)	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		2,357	2,410	△ 53		
うち、物件費	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		2,286	2,204	82		
うち、公租公課	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		119	122	△ 3		
事業費	21,181	22,634	△ 1,452		29,812	34,086	△ 4,274		58,312	58,698	△ 387		4,446	4,370	76		0	0	0		
うち、人件費(事業系)	9,139	9,349	△ 210		5,642	5,669	△ 27		13,235	13,176	59		1,951	1,718	233 * 12		0	0	0		
うち、物件費	12,042	13,285	△ 1,242 * 2		24,170	28,417	△ 4,247 * 2		44,953	45,435	△ 482		2,494	2,652	△ 157		0	0	0		
うち、埋設処分業務経費	0	0	0		0	0	0		124	88	36 * 7		0	0	0		0	0	0		
うち、東日本大震災復興業務経費	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
施設整備費補助金経費	2,911	1,272	1,638 * 1		0	0	0		3,646	3,943	△ 296		0	0	0		0	0	0		
設備整備費補助金経費	0	889	△ 889 * 2		0	0	0		0	204	△ 204 * 2		0	4	△ 4 * 2		0	0	0		
特定先端大型研究施設整備費補助金経費	673	0	673 * 1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
特定先端大型研究施設運営費等補助金経費	10,317	10,353	△ 36		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
核セキユリア-強化等推進事業費補助金経費	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
核変換技術研究開発費補助金経費	0	0	0		0	0	0		170	170	0		0	0	0		0	0	0		
廃炉研究等推進事業費補助金経費	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
科学技術人材育成費補助金経費	36	66	△ 30 * 3		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
放射性物質研究拠点施設等運営事業費補助金経費	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
その他の補助金経費	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	10	△ 10 * 11		0	0	0		
受託等経費	101	510	△ 409 * 5		445	5,232	△ 4,787 * 5		144	2,266	△ 2,121 * 5		16	240	△ 224 * 5		0	0	0		
計	35,219	35,725	△ 505		30,257	39,319	△ 9,062		62,273	65,281	△ 3,008		4,461	4,623	△ 162		4,762	4,735	26		
廃棄物処理処分負担金繰越	0	0	0		0	0	0		58,598	60,190	△ 1,592 * 8		0	0	0		0	0	0		
廃棄物処理事業経費繰越	0	0	0		0	0	0		1,204	1,565	△ 361 * 8		0	0	0		0	0	0		
埋設処分積立金繰越	0	0	0		0	0	0		30,646	30,450	196 * 8		0	0	0		0	0	0		
放射性物質研究拠点施設等整備事業経費繰越	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
合計	35,219	35,725	△ 505		30,257	39,319	△ 9,062		152,631	157,487	△ 4,856		4,461	4,623	△ 162		4,762	4,735	26		

以上