

平成 29 事業年度

事業報告書

平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 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30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	38
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	53
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	62
⑤ 原子力の基礎基盤研究と人材育成	73
⑥ 高速炉の研究開発	88
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	98
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	118
⑨ 法人共通事業	130
6. 事業等のまとめりとごとの予算・決算の概況	131

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、平成 27 年度より研究開発成果の最大化を第一目的とする国立研究開発法人に改称するとともに、第三期中長期目標期間（7 年間）を開始いたしました。

機構は、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等を踏まえて研究開発に取り組み、「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」等について、中長期目標の達成に努力してまいりました。研究開発の実施に当たっては、国立研究開発法人として、自らの研究開発成果の最大化を図ることはもとより、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んでまいりました。

しかしながら、平成 29 年 6 月 6 日、大洗研究開発センター燃料研究棟で汚染・被ばく事故を起こしてしまいました。地元をはじめとする国民の皆様へ、多大なご迷惑をおかけしたことを心よりお詫び申し上げます。これまで、「もんじゅ」の保守管理不備への対応を含め、安全管理体制の再構築や安全文化の醸成など、安全確保と安全性向上に機構を挙げて取り組んでまいりましたが、今回の事故により、それが未だ十分ではなく、安全の取組をさらに強化していかねばならないと痛感しております。事故の背景要因の一つとして、現場の最前線において、自ら問題に気づき関係者と協力して適切に解決していく力、いわゆる「現場力」の低下があると考えております。このため、現在、「現場力」の向上を目指した機構大での活動をすすめているところでございます。これらを通じ、安全に対する意識を高め、ひいては、事故・トラブルも合わせて「ゼロ災害」を目指してまいります。

「もんじゅ」については、平成 29 年 12 月 6 日に廃止措置計画を取りまとめて認可申請を行い、平成 30 年 3 月 28 日に認可をいただきました。今後、機構は、安全かつ着実な廃止措置を実施するため、政府一体の指導・監督の下、国内外の専門家による第三者評価を受けながら、立地地域並びに国民の理解を得つつ、安全確保を最優先に、我が国で最初となるナトリウム冷却高速炉の廃止措置に着実に取り組んでまいります。

平成 30 年度は、第三期中長期目標期間の折り返しとなります。計画に対するそれぞれの進み具合をしっかりと検証するとともに、昨年までにとりまとめた「知的財産ポリシー」、「イノベーション創出戦略」、「国際戦略」、「施設中長期計画」、「人材ポリシー」といった機構経営に関する重要な方向性を踏まえ、全ての事業において、安全確保を大前提としつつ、研究開発成果の最大化を目指して取り組む所存でございます。引き続き皆様のご理解とご指導、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

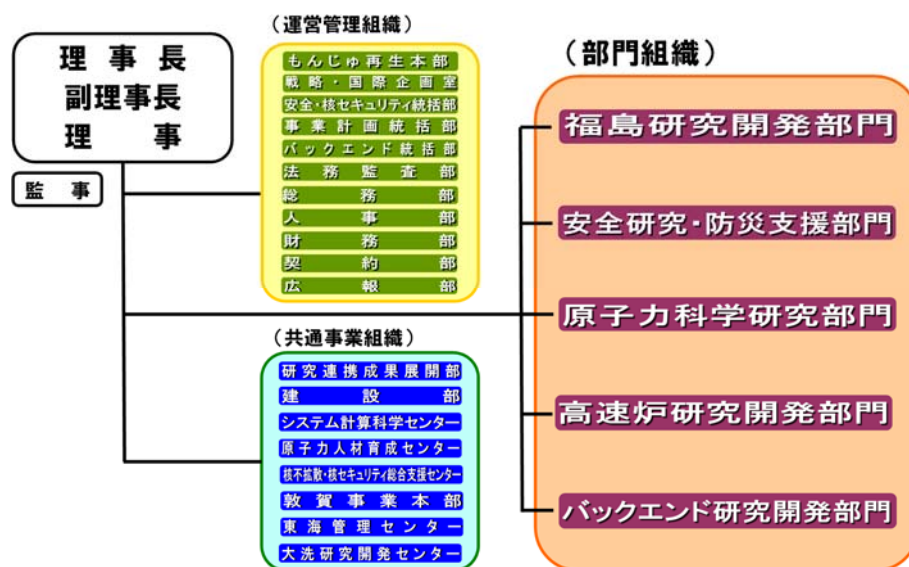
④ 設立根拠法

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 30 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
- ・東海管理センター
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
- ・原子力科学研究所
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
- ・核燃料サイクル工学研究所
〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地33
- ・J-PARCセンター
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
- ・大洗研究開発センター
〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番
- ・敦賀事業本部
〒914-8585 福井県敦賀市木崎65号20番
- ・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

- ・原子炉廃止措置研究開発センター
〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地
- ・幌延深地層研究センター
〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進432番2
- ・東濃地科学センター
〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺959番地31
- ・人形峠環境技術センター
〒708-0698 岡山県苫田郡鏡野町上齋原1550番地
- ・青森研究開発センター
〒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3月31日現在)

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 昭和51年 4月 三菱重工業株式会社 技術

			<p>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31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) 内閣府大臣 官房審議官</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
理事 (常勤)	青砥 紀身	平成27年4月1日～ 平成31年3月31日	昭和59年 3月 東京大学工学部原子工学科 修士課程修了 平成15年 5月 東京大学 (博士) 工学取得 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 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 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 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 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
理事 (常勤)	三浦 幸俊	平成27年4月1日～ 平成31年3月31日	昭和54年 3月 東北大学工学部原子核工学 科卒業 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 昭和62年 4月 東北大学工学博士取得 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 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 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 (常勤)</p>	<p>山本 徳洋</p>	<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 昭和57年 3月 大阪大学大学院原子力工学専 攻修士課程卒業 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 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 平成26年 4月 同機構 核燃料サイクル工学 研究所 副所長 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 平成29年 4月 同機構 理事</p>
<p>理事 (常勤)</p>	<p>伊藤 肇</p>	<p>平成29年4月1日～ 平成31年3月31日</p>	<p>昭和60年 3月 京都大学・院（冶金学）卒業 昭和60年 4月 関西電力株式会社 入社 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 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 平成21年 2月 日本原燃株式会社 出向 再処理工場 部長 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 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 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 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 廃止措置技術センター 所長</p> <p>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</p>
理事 (常勤)	野田 耕一	平成29年4月1日～ 平成31年3月31日	<p>昭和61年 3月 東京大学 工学部 原子力工学科 卒業</p> <p>昭和61年 4月 通商産業省 入省</p> <p>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</p> <p>平成19年 6月 東北経済産業局 地域経済部長</p> <p>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</p> <p>平成23年 1月 産業技術環境局 基準認証政策課長</p> <p>平成23年 3月 (併) 原子力安全・保安院 (9月解除)</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>平成27年 4月 独立行政法人製品評価技術基盤機構 理事</p> <p>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</p>

<p>理事 (常勤)</p>	<p>渡辺 その子</p>	<p>平成29年4月1日～ 平成31年3月31日</p>	<p>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 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 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 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 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 平成29年 4月 同機構 理事</p>
<p>監事 (常勤)</p>	<p>仲川 滋</p>	<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 昭和62年 4月 東日本旅客鉄道株式会社入社 平成 5年 1月 同社安全研究所主任研究員 平成 9年 6月 同社総合技術開発推進部課長（車両開発） 平成11年 4月 同社新津車両製作所計画部長 平成13年 3月 同社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</p>

監 事 (常勤)	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29年度末において3,104人(前期末比29人減少、0.9%減)であり、平均年齢は43.8歳(前期末43.9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30年3月31日退職者は123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	159,568	流動負債	61,559
現金及び預金	116,975	運営費交付金債務	17,644
核物質	8,454	未払金	30,169
その他	34,140	その他	13,745
固定資産	537,330	固定負債	204,211
有形固定資産	472,109	資産見返負債	142,858
建物	94,613	その他	61,353
機械・装置	37,844		
土地	58,207	負債合計	265,770
建設仮勘定	195,811	純資産の部	
その他	85,634	資本金	820,291
無形固定資産	2,286	政府出資金	803,962
特許権	81	民間出資金	16,329
その他	2,205		
投資その他の資産	62,935	資本剰余金	△ 412,575
		資本剰余金	30,771
		損益外減価償却累計額	△ 402,386
		損益外減損損失累計額	△ 40,895
		その他	△ 66
		利益剰余金	23,413
		純資産合計	431,128
資産合計	696,898	負債・純資産合計	696,898

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)	158,920
業務費	138,228
職員等給与費	25,465
法定福利費	5,310
退職金	3,578
減価償却費	13,590
その他	90,285
受託費	15,933
職員等給与費	25
法定福利費	71
退職金	9
減価償却費	259
その他	15,568
一般管理費	4,701
役員給与費	164
職員等給与費	1,477
法定福利費	331
退職金	85
減価償却費	81
その他	2,563
財務費用	18
その他	40
経常収益(B)	161,542
運営費交付金収益	113,528
受託研究収入	15,886
施設費収益	143
補助金等収益	8,944
資産見返負債戻入	13,016
その他	10,025
経常利益	2,622
臨時損益(C)	△ 5,038
法人税、住民税及び事業税(D)	49
前中長期目標期間繰越積立金取崩額(E)	283
当期総損失(B-A+C-D+E)	2,182

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)	25,380
人件費支出	△ 43,420
補助金等収入	12,325
その他収入	161,269
その他支出	△104,798
II 投資活動によるキャッシュ・フロー(B)	△24,718
III 財務活動によるキャッシュ・フロー(C)	△2,478
IV 資金増加額(又は減少額)(D=A+B+C)	△1,816
V 資金期首残高(E)	118,791
VI 資金期末残高(F=E+D)	116,975

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	143,929
損益計算書上の費用 (控除) 自己収入等	△ 26,242
(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	13,765
III 損益外減損損失相当額	36,438
IV 損益外利息費用相当額	5
V 損益外除売却差額相当額	12,771
VI 引当外賞与見積額	12
VII 引当外退職給付増加見積額	△ 3,683
VIII 機会費用	1,165
IX (控除) 法人税等及び国庫納付額	△ 49
X 行政サービス実施コスト	204,352

(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、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29年度の経常費用は、158,920百万円と、前年度比224百万円増(0.1%増)となっている。これは、業務費の役務費が増加したことが主な要因である。

(経常収益)

平成29年度の経常収益は、161,542百万円と、前年度比1,233百万円増(0.8%増)となっている。これは、廃棄物処理処分負担金収益が増加したことが主な要因である。

(当期総損失)

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29年度の当期総損失は2,182百万円となっている。

(資産)

平成29年度末現在の資産合計は、696,898百万円と前年度末比56,597百万円減(8%減)となっている。これは機械・装置の30,202百万円減(44%減)及び装荷核燃料の9,664百万円減(64%減)が主な原因である。

(負債)

平成29年度末現在の負債合計は、265,770百万円と前年度末比559百万円減(0.2%減)となっている。これは資産見返運営費交付金の9,886百万円減(12%減)及び資産見返補助金等の854百万円減(6%減)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29年度の業務活動におけるキャッシュ・フローは、25,380百万円と、前年度比9,480百万円増(60%増)となっている。これは運営費交付金収入が2,643百万円増(2%増)となったことが主な要因である。

(投資活動によるキャッシュ・フロー)

平成29年度の投資活動におけるキャッシュ・フローは、△24,718百万円と、前年度比34,592百万円減(350%減)となっている。これは、有価証券の償還による収入が前年度比26,301百万円減(100%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29年度の財務活動におけるキャッシュ・フローは、△2,478百万円と、前年度比703百万円減(22%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585百万円減(29%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25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
経常費用	177,408	186,394	182,277	158,696	158,920
経常収益	178,939	189,248	182,875	160,309	161,542
当期総利益(△損失)	1,567	2,836	961	427	△2,182
資産	920,065	930,677	948,147	753,495	696,898
負債	341,429	352,862	394,226	266,329	265,770
利益剰余金	23,211	25,898	25,787	25,878	23,413
業務活動によるキャッシュ・フロー	36,376	17,182	32,460	15,897	25,380
投資活動によるキャッシュ・フロー	△30,156	△58,431	△38,737	9,874	△24,718
財務活動によるキャッシュ・フロー	△2,365	△3,321	△2,397	△3,181	△2,478
資金期末残高	152,485	107,916	99,242	118,791	116,975

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 303 百万円の利益と、前年度比 240 百万円の増となっている。

- ・「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」セグメントの事業損益は 29 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 311 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 14 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 611 百万円の利益となっている。
- ・「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 4 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 5 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 20 百万円の損失となっている。

電源利用勘定の事業損益は 471 百万円の利益と、前年度比 927 百万円の増となっている。

- ・「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」セグメントの事業損益は 3 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 10 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 2 百万円の利益となっている。
- ・「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 7 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6百万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489百万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4百万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24百万円の損失となっている。

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		
	H25	H26	H27	H28	H29
一般勘定	△197	626	△646	63	303
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	8	△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	26	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	△168	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	29	△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	5	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	△90	△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
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
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
原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	-	△288	△45	611
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關する研究開発等	-	-	275	80	4
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
法人共通	△6	469	161	253	△20
電源利用勘定	△154	376	△625	△456	471

福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	11	△6	-	-	-
高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発	△ 126	△ 5	-	-	-
高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発	2	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	△ 73	△ 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	△ 262	△ 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	10	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
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
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
原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	-	△166	△29	△7
高速炉の研究開発	-	-	△217	△34	△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	-	-	△956	△1,010	489
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
法人共通	284	743	720	215	△24
埋設処分業務勘定	1,881	1,851	1,869	2,006	1,848
放射性廃棄物の埋設処分	1,881	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
合計	1,530	2,853	598	1613	2,622

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、255,753百万円と、前年度比7,734百万円の減(3%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、100,885百万円となっている。
- ・「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、12,650百万円となっている。
- ・「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、1,418百万円となっている。
- ・「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、93,804百万円となっている。
- ・「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、34,982百万円となっている。
- ・「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、2,405百万円となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、9,609百万円となっている。

電源利用勘定の総資産は、412,845百万円と、前年度比50,690百万円の減(11%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、6,420百万円となっている。
- ・「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、2,870百万円となっている。
- ・「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、1,739百万円となっている。
- ・「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、13,795百万円となっている。

- ・「高速炉の研究開発」セグメントの総資産は、62,396百万円となっている。高速増殖原型炉もんじゅが廃止措置へ移行したことに伴い減損及び関連損失等を認識したことにより総資産が57,740百万円減少となっている。
- ・「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、317,944百万円となっている。投資有価証券が38,440百万円増加となっている。
- ・「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、1,044百万円となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、6,637百万円となっている。投資有価証券が38,440百万円減少となっている。

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		
	H25	H26	H27	H28	H29
一般勘定	425,657	445,136	461,366	263,487	255,753
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	90,940	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	112,260	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	102,764	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	53,213	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	23,450	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	23,814	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

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
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
原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	-	128,465	100,221	93,804
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
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
法人共通	19,216	11,965	10,941	9,213	9,609
電源利用勘定	473,689	462,978	462,318	463,535	412,845
福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	2,665	2,071	-	-	-
高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発	247,528	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	53,145	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	85,216	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	22,951	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	15,438	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
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
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

原子力の基礎基盤研究と人材育成	-	-	14,569	14,402	13,795
高速炉の研究開発	-	-	122,898	119,527	62,396
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
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
法人共通	46,745	48,212	56,096	61,285	6,637
埋設処分業務勘定	20,719	22,564	24,462	26,473	28,301
放射性廃棄物の埋設処分	20,719	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
合 計	920,065	930,677	948,147	753,495	696,898

④ 目的積立金の申請、取崩内容等

平成29年度決算において一般勘定で795百万円の当期総利益が計上されているが、これは、自己収入で資産を取得したため財務決算上の利益と費用の計上期のズレにより発生した利益等によるものである。当該利益は現金を伴うものではないため、目的積立金の申請はできない。

一方、埋設処分業務勘定においては、1,848百万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29年度に発生したため、この費用に相当する額として、283百万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29年度の行政サービス実施コストは204,352百万円と、前年度比114,291百万円増(127%増)となっているが、これは、損益外減損損失相当額が36,197百万円増(15,048%増)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		
	H25	H26	H27	H28	H29
業務費用	155,149	166,152	160,895	139,039	143,929
うち損益計算書上の費用	179,253	187,330	183,568	160,589	170,171
うち自己収入	△24,104	△21,178	△22,673	△21,549	△26,242
損益外減価償却相当額	18,309	19,027	18,007	14,325	13,765
損益外減損損失相当額	2,242	426	5,953	241	36,438
損益外利息費用相当額	12	△29	△8	5	5
損益外除売却差額相当額	△106	△296	749	71	12,771
引当外賞与見積額	△24	76	45	33	12
引当外退職給付増加見積額	△8,531	△5,840	12,269	△64,492	△3,683
機会費用	4,502	3,037	884	888	1,165
(控除) 法人税等及び国庫納付金	△63	△66	△86	△50	△49
行政サービス実施コスト	171,491	182,487	198,707	90,061	204,352

(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

- ・施設管理棟(大熊分析・研究センター) (取得価格 4,161百万円)
- ・安全研究棟(安全研究センター) (取得価格 2,719百万円)
- ・RAM棟(放射化物使用棟)(J-PARCセンター) (取得価格 1,004百万円)
- ・技術実証試験・交流棟建屋(敦賀総合研究開発センター) (取得価格 315百万円)

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
- ・大洗研究開発センター固体廃棄物減容処理施設の整備
- ・原子力施設等の安全対策
- ・東京電力福島第一原子力発電所廃止措置等に向けた研究拠点施設の整備

③ 当事業年度中に処分した主要施設等

- ・国道245号線拡幅事業に伴う土地の売却(東海管理センター)(取得価格 42百万円)

(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 25 年度		平成 26 年度		平成 27 年度		平成 28 年度			平成 29 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	146,835	146,835	144,132	144,132	143,694	143,694	129,386	129,386	132,029	132,029	
施設整備費補助金	2,360	9,299	3,531	9,553	2,336	1,632	2,195	2,899	5,472	3,096	*1
核融合研究開発施設整備費補助金	2,049	4,987	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	2,299	2,219	389	468	-	-	-	-	-	-	
設備整備費補助金	806	8,725	499	806	869	499	-	-	1,643	0	*1
国際核融合実験炉研究開発費補助金	18,420	27,265	18,979	20,846	16,522	16,985	-	-	-	-	
先進的核融合研究開発費補助金	2,080	2,034	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	13	13	-	-	-	-	
特定先端大型研究施設整備費補助金	1,191	1,577	309	1,998	-	-	-	-	-	-	
特定先端大型研究施設運営費等補助金	8,415	8,353	9,757	9,789	9,700	9,781	9,702	9,681	10,237	10,188	
核セキュリティ強化等推進事業費補助金	609	609	591	591	540	442	519	609	503	512	
核変換技術研究開発費補助金	-	-	147	147	267	201	377	334	170	280	*2
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	-	-	
最先端研究開発戦略的強化費補助金	0	993	-	-	-	-	-	-	-	-	
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
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	*2
地域産学官連携科学技術振興事業費補助金	-	-	-	-	-	-	450	0	0	450	*2
科学技術人材育成費補助金	-	-	-	-	-	-	-	-	0	36	*3
その他の補助金	0	120	0	1,562	0	1,320	0	1,374	0	1,006	*4
受託等収入	1,386	21,805	1,386	15,167	1,386	18,545	1,285	15,556	1,285	15,815	*5
その他の収入	1,680	4,922	7,789	9,380	12,651	13,416	2,456	2,814	3,111	3,662	*6
廃棄物処理処分負担金	9,400	9,688	9,400	9,727	9,400	9,754	9,400	9,761	9,400	9,760	
計	197,543	249,442	204,754	230,749	206,086	224,025	156,171	174,661	165,560	177,980	
前年度よりの繰越金（廃棄物処理処分負担金繰越）	30,230	30,688	36,327	36,580	42,371	42,118	47,862	47,855	53,631	53,632	
前年度よりの繰越金（廃棄物処理事業費繰越）	2,887	2,747	242	2,762	2,383	2,437	2,052	2,147	1,773	1,915	
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）	85,000	85,000	83,780	84,982	80,513	80,518	75,390	75,392	65,651	69,377	
前年度よりの繰越金（埋設処分積立金）	18,391	18,767	20,763	20,657	22,546	22,509	24,467	24,381	26,389	26,389	
支出											
一般管理費	14,207	13,915	14,290	13,675	10,431	9,530	4,909	5,004	4,710	4,699	*7
事業費	155,043	141,320	165,645	152,666	142,998	139,625	139,442	130,836	145,923	142,338	
施設整備費補助金経費	2,406	8,504	3,531	9,372	2,336	1,605	2,195	3,075	5,472	3,259	*1
核融合研究開発施設整備費補助金経費	2,049	4,718	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	2,299	2,219	389	468	-	-	-	-	-	-	
設備整備費補助金経費	806	8,636	499	806	869	495	-	-	1,643	0	*1
国際核融合実験炉研究開発費補助金経費	18,420	27,258	24,282	24,690	26,502	28,406	-	-	-	-	
先進的核融合研究開発費補助金経費	2,080	1,988	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	13	13	-	-	-	-	
特定先端大型研究施設整備費補助金経費	1,191	1,577	309	1,995	-	-	-	-	-	-	
特定先端大型研究施設運営費等補助金経費	8,415	8,320	9,757	9,729	9,700	9,766	9,702	9,583	10,237	10,093	
核セキュリティ強化等推進事業費補助金経費	609	531	591	542	540	378	519	546	503	461	
核変換技術研究開発費補助金経費	-	-	147	146	267	201	377	329	170	276	*2
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	-	-	
最先端研究開発戦略的強化費補助金経費	0	1,001	-	-	-	-	-	-	-	-	
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
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	312	*2
地域産学官連携科学技術振興事業費補助金	-	-	-	-	-	-	450	0	0	445	*2
科学技術人材育成費補助金	-	-	-	-	-	-	-	-	0	34	*3
その他の補助金経費	0	116	0	1,348	0	1,331	0	1,379	0	1,006	*4
受託等経費	1,382	17,911	1,382	16,237	1,382	18,959	1,282	15,542	1,282	15,524	*5
計	208,920	238,026	228,667	238,086	203,747	217,782	159,276	168,546	169,893	179,248	
廃棄物処理処分負担金繰越	35,869	36,580	42,118	42,118	48,115	47,855	53,638	53,632	55,771	56,850	*8
廃棄物処理事業費繰越	2,643	2,762	254	2,437	2,111	2,147	1,816	1,915	1,503	1,722	*9
埋設処分積立金繰越	2,839	20,657	22,827	22,509	24,531	24,381	26,184	26,389	28,401	28,329	*10
放射性物質研究拠点施設等整備事業費繰越	83,780	84,982	82,000	80,518	75,394	75,392	65,028	69,377	57,434	57,214	*11

*1 差額の主因は、次年度への繰越等による減です。

*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等の獲得による増です。

*5 差額の主因は、高速炉の国際協力等に関する技術開発等の公募型研究受託事業等の増です。

*6 差額の主因は、事業外収入等の増です。

*7 一般管理費には、固定資産の購入等を含む経費が含まれているため、損益計算書上の一般管理費とは一致していません。

- *8 決算額欄記載金額(廃棄物処理処分負担金の未使用額)は、中長期目標期間における使用計画に基づき、次年度以降に繰り越します。
- *9 決算額欄記載金額は、次年度以降の放射性廃棄物の処理及び貯蔵の経費に使用するため、次年度以降に繰り越します。
- *10 決算額欄記載金額は、次年度以降の埋設処分業務の財源に充当するための積立金として、次年度以降に繰り越します。
- *11 決算額欄記載金額は、次年度以降の放射性物質研究拠点施設等整備事業に使用するため、次年度以降に繰り越します。

(4) 経費削減及び効率化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25.83%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11.19%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29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になるよう、取組結果の「見える化」を推進した。

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29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%				
事業費	132,671	100%	126,247	95%	116,955	88%	117,820	89%				

(注1)一般管理費は公租公課を除く。

(注2)事業費は外部資金によるものを除く。また、平成29年度においては新規・拡充事業、外部資金のうち廃棄物処理処分負担金等で実施した事業費、科学研究費補助金間接経費及び埋設処分業務勘定への繰入は除く。

5. 事業の説明

(1) 財源の内訳

当機構の経常収益は161,542百万円で、その内訳は、運営費交付金収益113,528百万円(経常収益の70%)、補助金等収益8,944百万円(経常収益の6%)、政府受託研究収入14,346百万円(経常収益の9%)、その他民間受託研究収入等24,717百万円(経常収益の15%)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11,710百万円(経常収益の7%)、政府受託研究収入619百万円(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2,482百万円(経常収益の2%)、政府受託研究収入5,869百万円(経常収益の4%)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1,180百万円(経常収益の0.7%)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12%)、補助金等収益7,128百万円(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27,969百万円(経常収益の17%)、政府受託研究収入5,245百万円(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43,062百万円(経常収益の27%)、廃棄物処理処分負担金収益5,941百万円(経常収益の4%)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4,009百万円(経常収益の3%)等
- 8) 法人共通事業では、運営費交付金収益4,567百万円(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

○大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故への対応

平成 29 年 6 月 6 日(火)11:15 頃、燃料研究棟の 108 号室(管理区域)で、作業員 5 名がプルトニウムとウランの入った貯蔵容器をフード(H-1)内で点検していたところ、樹脂製の袋が破裂して汚染・被ばく事故が発生した。作業員の被ばく(内部被ばく)は、1 名が法令に定める線量限度(5 年間につき 100mSv 及び 1 年間につき 50mSv)を超過し、保安規定に定める警戒線量(20mSv/年及び 13mSv/3 ヶ月)を超過した作業員も認められた。施設外への影響はなかった。

平成 29 年 6 月 8 日、理事長の指示により、事故対策本部を強化し、副理事長をヘッドとする特別な体制を構築して、その後の事故対応に当たることとした。特に原因究明、被ばく評価等においては、原子力科学研究所(以下「原科研」という。)、核燃料サイクル工学研究所(以下「核サ研」という。)の専門家も加え、機構全体で取り組む体制とした。

事故発生当日に実施した核サ研での肺モニタの測定結果から、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所(以下「量研放医研」という。)での治療が必要と判断し、作業員を量研放医研に搬送して医療処置を受けさせるとともに、量研放医研の実施する内部被ばくの評価に協力した。また、作業員が着用していた半面マスクの汚染状況調査等により、被ばく経路を推定した。その結果、破裂時等のマスクの密着性の低下によりプルトニウムを摂取したものと推定した。

事故発生後、樹脂製の袋が破裂した貯蔵容器について、過去の記録による貯蔵していた核燃料物質の貯蔵期間や数量等の調査、想定される要因の洗い出しと再現実験等による分析、当該貯蔵容器の観察等を実施し、樹脂製の袋が破裂に至ったメカニズムを解明した。その結果、プルトニウムからの放射線により樹脂が分解されて発生したガスが長期間にわたって蓄積し、樹脂製の袋の内圧が上昇して破裂に至ったものと判断した。

作業員、管理者等へのインタビュー、作業に係る文書・記録類の調査等から、直接的な原因を特定するとともに根本原因分析(RCA)を行い、事故の組織的な要因を抽出した。その結果、18 の組織的な要因が抽出され、その中から 3 つの根本的な要因を特定した。また、外部有識者を交

えた委員会による評価を実施した。

原因究明、直接的な原因分析の結果及び根本的な原因分析に基づく組織的な要因を踏まえ、大洗研究開発センターにおいて是正処置を行った(一部は平成 30 年度も継続)。また、その結果を基に各拠点に水平展開して、機構として再発防止に取り組んだ(一部は平成 30 年度も継続)。主な水平展開事項は以下のとおり。

- ・核燃料物質の管理基準の策定と拠点要領等への反映
- ・身体汚染が発生した場合の措置に係るガイドラインの策定と拠点要領等への反映
- ・緊急時対応設備及び資機材の調査並びに訓練の実施
- ・上級管理者(所長、部長)による課題把握と保安活動改善の徹底

機構は、今回の事故を深く反省するとともに、事故発生の防止に向けた取組が十分にできなかったことを重く捉え、経営層自身による安全確保のための活動への関与及び監視並びに専門性を有する人材の育成・確保を含め、必要な資源を投入した上で、機構全体でより慎重な保安活動を徹底し、安全確保に努める。

○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

安全確保を最優先とする決意の下に方針を定め、これらを踏まえた活動施策、機構活動計画等に基づき安全確保に係る活動を推進した。各拠点においては、品質目標、実施計画等を作成して、有言実行カードの活用や拠点幹部と現場職員との意見交換、安全に関する体感教育など、拠点の弱みに応じた活動に重点化して展開し、活動実績等を理事長に報告(理事長マネジメントレビュー:中期、臨時、年度末の計 3 回)した。その結果を受けて、各拠点の安全確保に関する活動の改善等を図った。

事故・トラブルの発生について、今年度は原子炉等規制法に基づく報告が必要となった事象(法令報告事象)1 件(大洗)、休業災害 8 件が発生した。なお、機構内の中央安全審査・品質保証委員会第四専門部会の原因分析チームにより、平成 29 年 1 月から 12 月を対象に、機構全体に水平展開した機構内の事故・トラブル等事象 23 件、機構内で発生した非火災・発煙事象 8 件、人身災害 15 件について、共通要因等を分析・検討した。

平成 30 年度の方針の検討として、大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故やその他の事故等を受けた活動評価を踏まえ、平成 30 年度の方針を設定した。

理事長と原子力規制委員会との意見交換を公開の場で実施(平成 30 年 3 月)し、理事長から大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故を踏まえた取組も含めて、機構における原子力安全文化の醸成、国内原子力安全への貢献等について説明した。また、原子力安全性の更なる向上と安全文化の醸成に向けた取組を推進して、国民から信頼される組織になれるよう努めることを表明した。

環境基本方針に基づく環境配慮活動として、機構全体で節電を中心とした省エネ、水やコピー用紙の使用量の削減などの省資源活動、分別回収とリサイクル推進などの廃棄物の低減活動等を各拠点等が自らの活動として取り組んだ。平成 29 年度は、総温室効果ガス排出量前年度比約 1 万トン(CO₂換算)減、コピー用紙前年度比約 5.4 トン減、一般廃棄物量前年度比約 24 トン減など、最小限の資源投入と排出の抑制に努めたことを確認した。平成 28 年度の環境配慮活動の

実績をとりまとめ、機構公開ホームページで公表(平成 29 年 9 月)するとともにアニュアルレポート「原子力機構 2017」に掲載した。

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

平成 29 年度は、従来から対象であった 6 事業施設(もんじゅ、ふげん、再処理、加工、廃棄物管理、廃棄物埋設)に加え、保安規定を変更し、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く、要求事項を満たさない不適合が 8 件(6 事業施設で 4 件、試験研究用原子炉施設及び核燃料物質使用施設で 4 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 158 件(6 事業施設で 70 件、試験研究用原子炉施設及び核燃料物質使用施設で 88 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 16 件(6 事業施設で 5 件、試験研究用原子炉施設及び核燃料物質使用施設で 11 件)を検出した。検出された不適合に関しては、是正措置を確認するなどのフォローアップを順次行っており、記録の作成のプロセス(確認のタイミング)が改善されていること等を確認した。

○安全文化醸成に係る取組

平成 29 年度は、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安全に関する体感教育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ているものの、リスクに対する感受性を高める安全体感教育や事例研究等さらに継続した取組が必要と評価している活動も多く、これら活動については引き続き取り組むこととした。役員による安全巡視(計 10 回)及び拠点職員との意見交換を実施し、特に拠点の課題や事故トラブル等に関連した水平展開に関する課題や改善について情報共有と相互理解を図った。

○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、平成 28 年度に引き続き、全職員等を対象に、安全文化に関する意識調査を実施した(平成 29 年 6 月から 7 月にかけて実施、回答率 93%)。機構全体としては平成 26 年度からの傾向は徐々に改善しているが、要素別の平均値として「報告する文化」が最も低く、「トップマネジメントのコミットメント」が最も高かった。これらの改善については、拠点・部署ごとのより詳細な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。

○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ている。大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故に対する根本原因分析で指摘された海外の知見や原子力規制庁面談情報の反映について、水平展開実施要領を改正(平成 29 年 12 月～平成 30 年 2 月)し、水平展開すべき対象情報や情報提供する際の留意点を明確にし、より効果的な水平展開となるよう対応している。

○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

平成 29 年度は、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:22 件、調査・検討指示:4 件、改善指示:4 件)した。このうち、大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故に関連した緊急時対応設備の調査、グリーンハウス設置・身体除染訓練の実施、核燃料物質の取扱い等に関する管理基準の反映及び身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドラインの反映等について、各拠点に対して事故の再発防止対策を水平展開した。

○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(審査会合 21 回、ヒアリングに関しては JRR-3 27 回、HTTR 29 回、NSRR 43 回、STACY 42 回、原科研廃棄物処理場 32 回、「常陽」3 回、大洗研廃棄物管理施設 24 回、地震津波班 14 回)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」(平成 29 年度内 6 回実施)で共有した。特記事項として、平成 29 年度上期は火山影響評価のグレーデッドアプローチに関する原子力規制庁との協議を、また、下期は機構全体のプルトニウム利用計画(STACY 未使用 MOX 燃料を含む。)に関する原子力委員会への説明を行い、平成 30 年 1 月に新規制基準適合審査において機構初となる STACY 及び NSRR の原子炉設置変更許可を取得した。

また、平成 29 年 4 月に改正された核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律への対応として、平成 31 年 1 月までの廃止措置方針の公表及び平成 32 年 4 月の検査制度見直しに向け、機構内における検討を進めた。

○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・保守管理の改善のためのガイドライン(平成 29 年 3 月改訂)」を活用し、日常の点検・保守において劣化兆候の把握等を行ってきた。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も実施した。

施設・設備の安全確保上の優先度を踏まえた対策として、共通的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、着手も含め 155 件の対策を講じた(平成 28 年度:79 件)。平成 29 年度は、当初予算のほか補正予算を確保するとと

もに、期中での追加配賦を実施するなど機動的な資源配分を行い、安全確保へ向けた対策を一層加速させた。

○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、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 / 3 週間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た。

平成 29 年度の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 29 年度の訓練では、原災法関連規則の一部改正 (平成 29 年 10 月 30 日施行) を受け、緊急時対策レベル (EAL) の取り入れや原子力災害時の支援組織 (原子力施設事態即応センター、原子力災害対策支援拠点、原子力緊急事態支援組織等) の活動を組み込んだ訓練を関係役員の参加のもと実施した。

○機構内の安全を統括する各部署の機能強化

安全を統括する各部署の機能を定期的に評価し、継続的な改善を図った。

大洗研究開発センターにおいては、燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故を踏まえ、平成 30 年 4 月から、燃料研究棟を管理する部署を独立させるとともに安全管理担当部署を保安管理・品質保証推進と放射線管理の 2 つの部署に分割し、各々の部長が両部署を確実にマネジメントする体制にすることとした。

安全・核セキュリティ統括部の安全統括機能を強化し、新規制基準対応、国際原子力機関 (IAEA) による総合規制評価サービス (IRRS) の結果を踏まえた原子力安全規制の見直し (原子炉等規制法に基づく原子力施設の検査制度見直し、放射線障害防止法に基づく放射線施設の規制強化) に係る対応を確実に実施できるよう、平成 29 年度に体制を強化した。

内部統制強化の観点から理事・部門・拠点における一元的管理の責任と権限の明確化のため、平成 30 年度に組織変更を行い、原子力施設の保安に係る品質保証活動について「管理責任者を理事とする」保安管理組織体制に見直すこととした。

(ii) 核セキュリティ等に関する事項

a) 核セキュリティ

○核物質防護に係る取組

平成 29 年度に 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の結果、規定違反はなかった。なお、指摘の件数も年々減少している (平成 25 年度: 46 件、平成 26 年度: 30 件、平成 27 年度: 22 件、平成 28 年度: 21 件、平成 29 年度: 17 件)。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」の導入に向けた規則改正が行われ、これを確実に実施するため、検討分科会等において本制度の運用 (審査体制、審査方法、判断基準、苦情申出対応、情報管理等) について検討し、審査体制や統一した要領・マニュアル等の整備を確実にを行い、

計画どおり、対象 3 拠点の核物質防護規定の変更許可後、平成 29 年 11 月から実運用を開始し、適切に運用した。

○核セキュリティ文化醸成活動等

平成 29 年度の核セキュリティ文化醸成活動の一環として、「もんじゅ」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、福井県警察が講師となって講演会を開催した(平成 29 年 11 月)。アンケート結果によると、講演会前後で脅威の存在に関する意識割合が 51%から 75%に増加しており、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、立入制限区域への出入許可証の紛失について教育や講演会等を通じてゼロに近づけていくよう継続した啓蒙活動に取り組んでおり、その成果として紛失件数は年々減少している(原子力規制庁への紛失の通報件数:平成 26 年度:19 件、平成 27 年度:9 件、平成 28 年度:4 件、平成 29 年度:5 件)。核セキュリティ文化の定着状況の把握のために、全職員等を対象に電子システムを活用した意識調査を実施した(平成 29 年 6 月)。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、年々確実に増加(平成 26 年度:約 45%、平成 27 年度:約 58%、平成 28 年度:約 82%、平成 29 年度:約 84%)しており、核セキュリティの重要性の認識が着実に浸透してきていることを確認した。

b)保障措置・計量管理

○保障措置・計量管理業務

法令に基づく適正な計量管理・報告の実施(平成 29 年度報告件数:889 件)及び計量管理業務品質維持・向上の継続的实施により法令違反はなかった。国及び IAEA による保障措置査察の実施について、機構施設における全ての実施結果において法令や保障措置協定等へ抵触する事案はなく、保障措置への適切な対応が認められた。日・IAEA 保障措置会合に積極的に参画(平成 29 年度実施会合数:22 回)し、機構施設における保障措置上の課題について、多くの解決及び進展に貢献した。また、保障措置の実施に係る機構の多大な協力に対して日・IAEA 保障措置全体会合(平成 29 年 12 月)において IAEA より謝意が示された。

施設の廃止措置計画及び新規建設施設に係る最新情報を国・IAEA へタイムリーに提供するとともに対象施設における保障措置の実施に係る協議に参画し、適切な保障措置の適用の検討に貢献した。特に、もんじゅ廃止措置計画に基づく使用済燃料池への燃料集合体移動に係る保障措置実施のための新たな手順書構築においては、実施内容の検討に参画し施設への負担軽減も考慮しつつ適切な保障措置の実施に貢献した。機構施設を利用した保障措置検査トレーニングに協力し、国・IAEA の査察官及び公益財団法人核物質管理センター検査員のスキルアップに大きく貢献した。

○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継続のための協議を行った。また、使用済燃料の米国返還についての長期的な計画を策定して米国使用済燃料引受施設との間で調整を行うとともに、海上輸送システムの確立

のための検討を実施し、将来の安定運転確保に貢献した。核物質用輸送容器の設計変更承認申請等許認可対応において原子力規制庁の審査等に適切に対応するとともに、IAEA 核セキュリティ勧告(INFCIRC/225/Rev.5)の国内輸送規則の取入れに向けた輸送セキュリティの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・林業等の復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り、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、15,790 百万円(うち、業務費 14,973 百万円、受託費 811 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(11,710 百万円)、補助金等収益(1,353 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

a) 中長期ロードマップ等への対応状況

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、技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)の構成員として取り組み、「燃料デブリの性状把握」、「固体廃棄物の処理・処分」及び「総合的な炉内状況把握の高度化に関する研究開発」では研究代表を担い、廃炉国際共同研究センター(CLADS)を中核として自ら研究計画を提案するとともに、着実に成果を出した。

○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、模擬デブリを用いた試験等から東京電力福島第一原子力発電所事故で生成された燃料デブリの性状を推定しとりまとめ、燃料デブリ特性リストを更新した。仏国原子力・代替エネルギー庁(CEA)の協力により東京電力福島第一原子力発電所事故における条件を模擬した炉心とコンクリートとの相互反応(MCCI)に係る

大規模な試験を行い、コンクリートの浸食深さや生成物の状態を確認するなど、取り出し時の参考となる知見を得て、燃料デブリ特性リストに新たな知見を反映した。また、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 の特定とその評価方法を明らかにした。加えて、燃料デブリの分析技術開発(元素分析、多核種分析、非破壊分析等)を行い、元素間の干渉の影響、測定精度等の知見を得て分析要領案を作成した。

得られた成果は ERMSAR2017、Actinides2017、HOTLAB2017、ANS2017Mmeeting、日本原子力学会等で報告するとともに、研究成果を反映し情報をアップデートした燃料デブリ特性リストの情報は IRID 内の関連する他の廃炉・汚染水対策事業のプロジェクト(燃料デブリ取り出しや収納保管等)へ迅速に提供した。

○固体廃棄物の処理・処分

事故で発生した廃棄物の分析や解析的手法に基づくインベントリ評価などによる性状把握、処理・処分まで安定に管理するための長期保管方策の検討、処理・廃棄体化技術に関する検討、処分に影響を与える物質の調査により、東京電力福島第一原子力発電所事故で発生した廃棄物の安全な処理・処分技術の開発を実施し、汚染分布を統計的に表現する方法の適用性を見出した。

性状把握に関して、瓦礫類、汚染水及び水処理二次廃棄物の分析を継続し、データの蓄積を進めた。水処理二次廃棄物については、除染装置のスラッジを初めて分析し、放射能とともに粒度分布など固体成分の性質について調査した。これまでに得られたデータを用いてインベントリ評価を進め、汚染分布を統計的に表現する方法の適用性を見出した。保管等に関しては、セシウム吸着塔の保管状況を模擬した実規模試験体による加熱試験を実施し、水分量の変化を推定するとともに、保管・管理方法の改善を検討した。また、処理・廃棄体化技術に関する検討として、事故廃棄物に特徴的な廃棄物に関して情報を整理するとともに、従来、放射性廃棄物の処理において実績のある固化技術(セメント系の固化技術、高温処理技術など)を対象として適用性の評価を行う場合の不足情報などに関する検討を行い、課題を整理した。さらに、処分影響物質について文献調査を行い、放射性核種のバリア材中での移行挙動(特にバリア材に対する収着分配係数)に及ぼす影響を調査した。影響因子の影響及び、影響伝播に関する前述の既存の知見の調査・分析や核種移行パラメータ設定の試行で得られた情報の一元的管理と利用しやすい形態での提供の方法の検討などを実施した。

得られた分析結果は、「廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議」で適時に報告し、公開した。また、中長期ロードマップに示されている 2021 年頃までをめどに示す「処理・処分方策とその安全性に関する技術的な見通し」に向けた検討にこれらの成果が活用された。

○総合的な炉内状況把握の高度化に関する研究開発

東京電力ホールディングス株式会社(東京電力 HD)、エネルギー総合工学研究所、株式会社東芝(東芝)、日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社(日立 GE)、大学等と協力し、これまでに得られた様々な知見及び本事業で新たに獲得した知見(事故時プラントデータの分析、東京電力福島第一原子力発電所周辺サンプルの調査、シビアアクシデント解析、材料科学的な知見等)

の総合的な評価・検討を平成 28 年度に引き続いて継続実施し、平成 28 年度に取りまとめた東京電力福島第一原子力発電所各号機の炉内状況推定図及び核分裂生成物と線量の分布推定図の高度化及び信頼性の向上を進めた。機構は、本事業において、事業全体の運営を担当するとともに、2 号機の炉内状況推定図の取りまとめを主に担当した。さらに、事故時プラントデータの分析、要素過程の詳細解析、材料科学的な検討を分担実施し成果を取りまとめた。現時点で得られる関連知見を全て網羅したものとして初めて提示しており、この炉内状況推定図等に基づいてプロジェクト間での情報交換を進め、廃炉・汚染水対策の関連プロジェクトのニーズに即して最大限の情報を提供することができた。この成果は、関係機関、廃炉・汚染水対策事業の関係プロジェクトから、高く評価された。東京電力福島第一原子力発電所廃炉に向けて重要なマイルストーンである燃料デブリ取り出し初号機の決定や工法の選定に、現時点で提供できるすべての知見を総合的に整理して提供することができた。

b) 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

○燃料デブリ取り出しに向けた研究開発

燃料デブリ取り出しに向けた炉内状況把握に資するための放射性物質の配管等への付着メカニズムに関する知見の取得に関しては、炉外 FP 放出移行再現装置の継続的改良と数値流体力学ベースの解析ツールの構築により、FP 放出移行挙動解析手法を開発し、FP 化学データベースの第一版を公開した。また、ホウ素 (B) について、大部分が炉内に留まる可能性が高いことを示した。さらに、沈着 FP に気相中の B が影響を与えるなど、気相中反応のみならず、固相-気相反応が重要であることを明らかにした。炉内の FP 分布・評価に対して、B の化学的影響に関する知見などから、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。

線量評価手法としては、現在又は、将来の格納容器 (PCV) 内の 3 次元線量率分布予測に反映できるようにし、デブリ取り出し開始時期 (平成 33 年末) における PCV 内線量率分布の予測結果を得た。さらに、プラントモデルの改良を実施し、廃炉工程に沿った線量率分布の変化を予測できるようにした。これらの線量率分布把握手法の開発により、将来のデブリ取り出し工程における高線量・高危険個所の予測をより正確に行うことが可能になることから、一連の線量率分布予測で得られた知見に基づき、内部調査関係者等に対し、調査結果の妥当性や今後のデブリ探査方法に関して多くの提言を行った。

デブリ収納缶を対象とする非破壊測定技術の開発では、非破壊測定シミュレーションの結果に基づき、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)、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。これにより各手法の一長一短が明らかとなり、ロバスト性、長期適用性、核物質質量評価精度の全てを満足させるためには、複数手法を組み合わせた測定システムの開発が必要であることが判明した。そこで、取り出し直後に行なう簡易測定法による収納缶相対ランキング付けと貯蔵施設における複合非破壊測定システムによる詳細測定とを組み合わせた計量管理方策を考案し、東京電力 HD、NDF、IRID 等の一連の検討で得られた知見を提供した。

耐放射線性光ファイバーを活用したレーザー誘起発光分光法(LIBS)による炉内デブリ等の遠隔直接分析法の研究開発では、現場持ち込みを考慮して機器の軽量化、コンパクト化と分析性能の向上を図った可搬型 LIBS 装置を完成させるとともに、高線量率環境でも信号挙動に著しい変化が見られないことを確認した。本装置を日本核燃料株式会社(NFD(大洗))との共同研究に適用し、NFDの研究施設において模擬燃料デブリ試料(ジルコニウム/ウラン酸化物等)の分析を行った結果、ジルコニウム、ウランの同定は無論のこと、定量的にも事前に測定されているデータと矛盾しないことが確認でき、サーベランス分析の信頼性を示すことができた。廃炉現場への適用を目指した NDF、廃炉関連メーカーとの協議では、東京電力 HD、関連メーカーと技術導入を前提に協議を継続し、多関節アーム等により炉内より採取した微小試料について、その構外運搬に向けたサーベランスに適用する方向で協議を開始した。

機構が研究代表として進めている文部科学省廃炉加速化プログラム「先進的光計測技術を駆使した炉内デブリ組成遠隔その場分析法の高度化研究」の活用では、ロングパルスレーザーの活用、マイクロ波支援による増倍効果及びレーザー発振器自体を炉内へ導入する「マイクロチップレーザーLIBS の成立性」について研究を実施した。特にマイクロチップレーザーについては、10kGy/h の高線量率環境下においてもレーザー発振が確認され、超長尺遠隔分析の可能性が示唆された。本研究の推進は、広範囲な人材育成・基礎基盤研究の推進に貢献するものであり、LIBS 関連技術開発について、第 2 回レーザー誘起ブレイクダウン分光に関するアジア国際会議(ASLIBS2017)、第 2 回福島第一廃炉国際フォーラム(NDF 主催)、レーザー学会第 38 回年次大会シンポジウム招待講演、日本原子力学会秋の大会、春の大会でのシリーズ発表並びに春の大会企画セッション等での発表を実施し、炉内その場分析に関する最新の知見を国内外に提供することができた。

日立 GE、株式会社スギノマシンとの 3 機関の共同研究により、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉作業における「炉内構造物及び燃料デブリ等の取り出し工程」に適用可能なレーザー光とウォータージェット(噴射水)の組合せによる除去技術の研究開発を実施した。本技術では、ウォータージェットを断続的に噴射することで除去対象物の熔融と冷却を制御し、熔融物の除去や流水による冷却効果など、レーザー加工と組み合わせる際の特徴を評価し、除去技術としての適用可能性を確認した。また、炉内構造物や燃料デブリ等を想定したレーザー走査による表面からはつり除去加工の実証試験を行い、本技術の高い有用性を確認した。得られた知見を、レーザー学会・電気学会共催の研究会での招待講演、原子力発電プラントの進歩に関する国際会議(ICAPP2017)で発表した。さらに、これまでの成果をプレス発表した。今後、廃炉作業における炉内構造物及び燃料デブリ等の取り出しに係る技術への適用が期待できる。

廃炉基盤研究プラットフォームや NDF 分科会において今後の廃炉作業に必要な基礎基盤研究の議論が行われ、6 つの重要研究開発課題が抽出された。これを受けて、機構では大学等と連携して「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」、「画期的なアプローチによる放射線計測技術」、「廃炉工程で発生する放射性飛散微粒子挙動の解明」の 4 課題について大学や他の研究機関等と協力して研究開発を開始した。「燃料デブリの経年変化プロセス等の解明」においては長期的な廃炉作業中の燃料デブリの経年変化に着目し、取り分け物理的又は化学的な変化について評価検討を進める予定であり、また、「特殊環境下の腐

食現象の解明」では、大学等と連携して高放射線環境下における各種の腐食挙動の解明に関する基礎研究の計画を立案し検討を開始した。「画期的なアプローチによる放射線計測技術」では東京電力 HD や大学等と連携して高線量の東京電力福島第一原子力発電所の環境下における放射線計測技術の開発に着手した。「廃炉工程で発生する放射性飛散微粒子挙動の解明」では補助事業の「燃料デブリ性状把握プロジェクト」の一環として放射性微粒子の挙動解明の検討に着手し、将来的には燃料デブリ特性リストの拡充を図り、デブリ取出し時のダスト対策等へ反映させる予定である。

○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 ICP 質量分析による同位体測定条件の最適化を進めるとともに、ウラン分析用マイクロチップの試作・評価を行った。また、多様な廃棄物・汚染物に含まれる分光データの収集、汚染源としてのアクチノイドの分析を想定した技術開発に着手した。さらに、イオン交換樹脂を用いた前処理法の東京電力福島第一原子力発電所で発生する分析試料への適用性の確認、廃棄物のインベントリ評価に関する基礎データの整備を進めた。廃棄体材料・人工バリア材の高度化の一環として、還元・共沈法による陰イオン形態長寿命放射性核種の回収法及び改良型リン酸ジオポリマーの開発を進めた。また、混合する廃棄物の種類等がセメント固化に与える影響についてデータ取得を継続した。照射効果等の評価技術高度化を目指して、(1) 複雑系放射線分解モデルの構築を目指した定常・パルス照射実験、及び、(2) 決定論的及び確率論的な計算コードを用いた線量等解析並びに、(3) 放射線研究・教育(人材育成)に関する共同・協力研究等の国際展開を進めた。ゼオライトや高性能容器(HIC)炭酸塩スラリー等の水処理材料の保管、ジオポリマー材による安定化における水素発生に関する安全性を様々な条件下で評価するために必要となる物理化学的特性データの取得及び、含水廃棄物の蒸発挙動を解析する 2 次元コードを整備して共同研究を開始した。放射性廃棄物の処分に関して、物量や発熱等の性状に関する特徴を踏まえた処分概念オプションの選定手法の検討を行った。また、低線量ながら多量に発生する廃棄物の処分方策の一つとして考えられる併置型の処分場を対象として、その構成や廃棄物の配置を適切に評価できる核種移行評価モデルの整備と試行を進めた。また、多様な事故廃棄物の特徴として考慮すべき影響要因を考慮した核種移行パラメータ設定に資するため、情報が不足している影響要因に関する基礎データの拡充を進めるとともに、これまでに検討してきたホウ酸や有機物影響、セメント系材料、ゼオライト等と核種の相互作用に関するデータに基づく核種移行パラメータ設定手法に関する検討を実施した。さらに、処分システムの安全性を向上させるため、安全性を支配する核種の化学特性に着目した廃棄体材料・人工バリア材の高度化に着手した。

○事故進展シナリオの解明に向けた研究開発

沸騰水型軽水炉(BWR)特有の炉心物質溶融移行挙動に係るプラズマ加熱試験を新たに 2 試験実施し、酸化燃料の溶融を実現して高温化炉心のガス透過性や燃料崩壊に係るデータを取得した。これにより MAAP-MELCOR のクロスウォーク研究でクローズアップされた BWR 特有の事故進展の不確かさを低減できる見通しを得た。プラントデータを詳細に分析し事故進展の大

略を把握するとともに、これらのユニットに対する多様なモデル (MAAP/MELCOR/SAMPSON/SCDAPSIM) の解析結果を比較分析し、上記の実験的知見を加味することで現実的な事故進展を詳細に予測した。内部調査の結果等から、事故進展やデブリ分布について顕著な差が確認されている 2 号機と 3 号機について、2 号機では炉心燃料の大部分が未熔融状態で下部プレナムに落下したのに対し、3 号機では相当の燃料が熔融状態で下部プレナムに落下し、この熔融状態の差が圧力容器 (RPV) 内デブリの冷却性や RPV 破損モード、デブリのペDESTAL への移行挙動に差を与えている蓋然性が高いことを示すとともに、最終的なデブリ分布やその性状に係る情報を炉内状況推定図に反映した。東京電力福島第一原子力発電所 1 号機については、ベント前の段階での PCV 加圧メカニズムに着目した CFD 解析を行い、MCCI で発生するガス成分のみでは事故時に観測された PCV 圧力上昇を説明できず、原子炉本体を支える基礎 (ペDESTAL) に移行した燃料デブリからの大量の蒸気発生があったと推定されることを示し、このことから逆に MCCI 初期段階から燃料デブリは冷却水によって冷却されていたと推定できることを示した。従来の 1 号機の MCCI 評価では、冷却水なしを想定した解析に基づき、内部調査の結果と整合しない過大なコンクリート浸食を予測する傾向が見られたが、本検討により、燃料デブリの冷却効果を考慮することで内部調査結果との整合性が向上することを示した。制御棒ブレードの破損・熔融の進展状況を把握するため、制御棒ブレード破損試験データを取得した。水蒸気量の違いにより制御棒熔融物の性状が異なるため、熔融物との化学反応や、さらにはペDESTAL でのコンクリート成分との反応に影響を与える可能性が高いことを明らかにした。また、燃料棒/燃料界面での熔融挙動について材料科学的手法を用いて計算し、実際の燃料熔融では、MAAP や SAMPSON 等の SA 解析コードに導入されている燃料熔融モデルの解析結果よりも高い温度で熔融する可能性が高いことを示した。燃料デブリの凝固過程モデルを整備し、燃料デブリ凝固時の主要熔融成分であるウラン、ジルコニウム、鉄の酸化物を含む系での解析により、鉄成分が最終的に凝固する上部に偏析することを示した。また、鉄の一部は金属層を形成するが、酸化鉄の偏析は金属鉄の偏析とも関連付けられることを示した。これらの解析の検証のため、チェコ原子力研究所 (CVR) との共同研究により模擬燃料デブリの凝固試験データを取得した。

○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に投入された遠隔操作ロボットの動作分析や作業経験に基づいて、ロボット等の性能試験を行うための PCV 内部アクセスルートを模擬した試験場について設計、開発を行うとともに、ロボット走行状態のデータを計測するシステムの開発を行った。また、ロボットシミュレータについては、東京電力福島第一原子力発電所環境データを取り込んだロボットシミュレータを用いた操作評価に資するデータロギング機能の開発、及び線量データ生成機能の開発を行った。システムインテグレーションやロボティクスに関わる国内学会の学術講演会での講演や国際会議での成果発表を行うとともに、機構の各種イベントにおいて成果の報告・紹介を行った。建屋内環境状態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を行い、建屋内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を 3 次元的なマッピングが可能であることを確認する等、他の機関に先駆けて建

屋内の環境状態の正確な再現・把握を可能にした。放射線データを逆推定解析手法等を用いて放射線計測データに再構成し放射線分布を可視化する技術として帰還困難区域においてドローンに搭載したコンプトンカメラにより上空から撮影を行い、ホットスポットの可視化を行った。建屋内汚染の 3 次元放射線マッピング技術確立に向けての基礎データを得るため、測定試験を実施した結果、建屋内や敷地内の放射線分布を 3 次元的に可視化するとともに、高線量率エリアにおいてホットスポットや局所的なストリーミングを小型コンプトンカメラで測定できることを実証した。SLAM 計算手法を実装した遠隔システムの開発を行い、3 次元点群データに基づいて作業環境の地図生成が可能であることを確認した。また、複数のカメラ画像から作業環境の立体復元を行う手法の研究開発を開始し、Structure from Motion 計算手法の特性評価をプラント模擬環境内で実施した。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なった結果、 α 粒子がプルトニウムであることを特定するとともに、粒子径が極めて小さいことを初めて確認した。

○成果の発信

廃炉関連の基礎・基盤研究を取り扱う以下の FRC(全 6 回)を福島県内で継続的に開催した。廃炉に関連する種々の分野で時代をリードする研究者の参加を得るとともに、学生、若手研究者が先導的研究者と議論を交わすことにより、人材育成も含めて東京電力福島第一原子力発電所の廃炉研究の進展に貢献した。

- 1) 廃止措置及び廃棄物管理におけるセメント系複合材料に関する研究カンファレンス(参加者 約 100 名[海外 6 名、学生 25 名]、平成 29 年 6 月 20、21 日)
- 2) シビアアクシデント時の燃料・炉心破損に係る、材料科学、熱力学、シビアアクシデント解析とモデリングに係るワークショップ(参加者 約 100 名[海外 21 名、学生 8 名]、平成 29 年 7 月 5、6 日)
- 3) 燃料デブリの性状把握に関する研究と人材育成カンファレンス(参加者 約 50 名[海外 9 名、学生 14 名]、平成 29 年 9 月 5、6 日)
- 4) 福島第一原子力発電所の主要コンポーネントの腐食予測と緩和に関するカンファレンス(参加者 約 100 名[海外 8 名、5 名]、平成 29 年 11 月 27、28 日)
- 5) 原子力施設における遠隔技術に関するカンファレンス(参加者 約 60 名)、平成 29 年 11 月 29、30 日)
- 6) 放射性セシウムの陸域環境や生態系における移行(第 3 回国際セシウムワークショップ)(参加者 約 100 名、平成 30 年 3 月 4 日)

○専門的知見における廃炉戦略の策定の支援

基礎・基盤研究分野における FP 放出・移行時の化学挙動解明や燃料デブリ取出し方策の検討に資する建屋内線量評価結果等の顕著な研究成果を NDF や東京電力 HD に提供し、平成 29 年 8 月 31 日に NDF が取りまとめた「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 2017」の作成に協力する等、廃炉工法検討に貢献した。

CLADS と文部科学省が実施している「廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」の採択機関等による、廃炉に関わる基礎基盤研究分野での幅広い連携を進めるため、基礎・基盤研究の推進協議体となる「廃炉基盤研究プラットフォーム」(事務局:CLADS)の運営会議を開催し、NDF が設置する廃炉研究開発連携会議と連携しつつ、研究開発マップの作成や FRC を開催するなど、機構や大学等が持つシーズを廃炉へ応用していくための仕組み作り及び人材育成に向けた取組を実施し、基礎・基盤研究の領域において東京電力福島第一原子力発電所廃炉研究の進展に貢献した。

第2回福島第一廃炉国際フォーラムにおいて、「福島第一原子力発電所廃炉に向け燃料デブリ特性把握」と題して講演を行った。また、「第3回福島第一原子力発電所の廃炉に関する戦略ワークショップ」において、「CEAにおける大型MCCI試験の知見からの廃炉への提言」と題して報告した。これらの講演により、廃炉戦略の策定を支援した。NDF が設置する研究連携タスクフォースにおいて検討され NDF 廃炉研究開発連携会議において報告された6項目の重要研究開発課題のうち、「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」、「画期的なアプローチによる放射線計測技術」、「廃炉工程で発生する放射性飛散微粒子挙動の解明(α ダスト対策を含む)」の4項目について、機構におけるこれまでの研究実績が評価され、分科会事務局を担うこととなり、研究開発戦略を策定した。また、「放射性物質による汚染機構の原理的解明」、「廃炉工程で発生する放射性物質の環境中動態評価」分科会においては、分科会メンバーとして参画し、研究開発戦略の策定に貢献した。

○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

環境回復に係る取組において開発したプラスチックシンチレーションファイバー (PSF) 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監視へ応用するため、現場での基礎実験を行った結果、排水路におけるモニタリングの効率化に有効であったことから、東京電力福島第一原子力発電所サイト内に平成28年度は5基、平成29年度は2基導入された。平成29年度から、 β γ 弁別測定型への改良を提案し、改良した測定装置の試験機を東京電力福島第一原子力発電所サイト内排水路に1年間設置し、長期的に機器の健全性を証明した。東京電力福島第一原子力発電所における瓦礫の分析結果を、“Radiochemical analysis of rubble collected from around and inside reactor buildings at Units 1 to 4 in Fukushima Daiichi Nuclear Power Station”, 54th Annual Meeting on Hot Laboratories and Remote Handling (HOTLAB 2017)において発表を行った。東京電力福島第一原子力発電所での建屋内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29年4月及び7月に東京電力福島第一原子力発電所3号機タービン建屋内にコンプトンカメラを持ち込み、放射線の3次元分布の測定を実施した。測定結果として、汚染の3次元分布を表示することが可能であり、本技術が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に貢献可能であることを示した。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なった。その結果、 α 粒子がプルトニウム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た。

○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

燃料デブリの発熱・冷却評価のために、解析手法の妥当性確認及び改良を行った。現場の状況に即した冷却評価のため、RPV 下部からペDESTALへの移行挙動を評価することで、下部プレナムでの燃料デブリの堆積状況の評価した。PCV の健全性評価に向け、PCV 内面の水面付近では水面の揺れにより濡れ乾き部が存在し、この濡れ乾き部では水中浸漬に比べて 3～4 倍腐食が進展することを実験により示し、この結果を学会にて発表した。

○現場や行政への成果の反映事例

FP 放出・移行時の化学挙動解明、燃料デブリ取出し方策の検討に資する建屋内線量評価結果等の研究成果、模擬燃料デブリによる実験等に基づき評価した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、廃棄物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顕著な成果を NDF に提供し、平成 29 年 8 月 31 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 2017」の作成に協力する等、廃炉工法検討に貢献した。また、上記提供情報は、平成 29 年 9 月 26 日に公表された「福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」の策定においても多大な貢献をした。

○研究資源の維持・増強

平成 29 年 4 月 23 日に国際共同研究棟の開所式を行い、計画どおり研究開発を開始するとともに東京工業大学との共同研究でも活用を開始した。また東京電力 HD の利用も計画どおり開始された。

(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三機関で平成 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、成果を着実に発信するとともに、避難指示区域の設定等の具体的な被ばく対策検討、被ばく低減のための除染等の対策検討、住民の帰還や帰還後の住民が安全で安心な生活を取り戻すために必要な科学的知見の提供等に貢献した。

○環境動態研究

森林から河川、ダムを通り、河口域に至る放射性セシウムの移行挙動を定量的に評価するとともに、移行を支配する現象の理解を着実に進めた。森林からの放射性セシウムの流出は林床被覆率との相関が強いことから、林床被覆率が森林斜面からのセシウム流出抑制において重要な

要素であること、また、樹液により樹木中を放射性セシウムが移行していること等を明らかにした。河川水系においては、溶存態・懸濁態放射性セシウム濃度が、いずれも半減期より速く減少しているが、懸濁態に比べて溶存態の減少が比較的遅かったこと、ダム湖底泥については、細粒分は耕作地起源のことが多いことや、底泥からの溶出は夏季に近い条件下で多くなることを明らかにした。

包括的評価システムに統合解析支援環境として組み込む、空間線量率や放射性物質濃度に係る将来予測解析を行う各種解析モデルの整備を進めた。放射性セシウムの農林水産物への移行を考慮したコンパートメントモデルについては、淡水魚の汚染源について解析的に検討した。その結果、森林の落葉落枝(リター)からの寄与だけでなく、リターフォールの河川への直接流入の寄与を考慮することで、放射性セシウムの実測の濃度変化傾向を表現できることがわかった。このように汚染源、汚染ルートの特定は農林水産物の濃度変化についての将来予測や対策の検討に役立つと期待される。

これらを踏まえ、適時適切に科学的な裏づけに基づいた情報を提供する包括的評価システムの構築を継続し、環境モニタリングデータベースの更新を進めるとともに、解析モデルの組込等を実施した。機構のホームページ上に Q&A 方式で公開している環境回復に向けた研究開発の成果について、一般の方々を含めた知識・背景情報の異なる利用者層が理解できるよう複数の階層から構成される「環境回復知識ベース(階層 Q&A)」の整備を進めた。具体的には最新の調査研究成果や科学的知見を追加し、用語集、検索機能を追加するとともに出典情報を充実させ複数の階層を設けたリニューアル版を作成し、「根拠情報 Q&A サイト」としてホームページに公開した。

文部科学省の公募事業「発電所隣接サイト外領域における放射性核種の環境動態特性に基づくサイト内放射性核種インベントリ評価に関する研究」では、東京電力福島第一原子力発電所のサイト内における放射性核種の面的分布及びその時間変化を評価するため、環境動態研究で得られた知見や調査手法を応用して、特に発電所近隣サイト外領域における表土・樹木中の放射性物質の分布状況、飛散物の化学形態等の距離依存性、方位依存性及び時間依存性を系統的に評価し、その依存性に基づくサイト内各地点における核種インベントリを評価する手法の開発を進めた。その結果、表土深部方向への各核種の移行状態を解釈するモデルを提案し、実データがモデルを用いて再現できる可能性を確認した。また、土壌中インベントリについては複数化学種の重畳を考慮した移流拡散モデルを整備するとともに、各プルームの汚染源及び無人ヘリ測定結果に基づく大気拡散モデルを構築し、実データを再現できる見通しを得た。これらの成果により、サイト外の核種インベントリの方位及び距離依存性の情報に基づき、サイト内の各地点の核種インベントリ評価に見通しを得ることができた。これにより、サイト内の各地点において、廃炉に向けた過去の作業で発生した、あるいは、将来の作業で発生する様々な固体廃棄物中の核種インベントリの定量的な評価及び、実際の固体廃棄物管理の現場で抜き取り検査等により行われるインベントリ確認の大幅な効率化が期待できる。

環境動態についての研究開発の成果は、*Journal of Environmental Radioactivity* や *Journal of Oceanography* 等の国際学術雑誌に掲載された。また、自治体(13回)や関係機関(6回)に対して研究成果を報告するとともに、自治体及び地元住民の要望を踏まえた溪流魚養

殖や林野火災に係る放射性物質の環境影響把握についての研究成果を創出し、後者に関しては、平成 29 年 12 月 6 日の福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会環境モニタリング評価部会において調査結果を報告する等、各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発信を実施した。

○環境モニタリング・マッピング技術開発

過去に取得した有人ヘリ等を用いた航空機モニタリングのデータとシミュレーション結果を組み合わせることで評価することにより、これまでよくわかっていなかった霧水沈着のメカニズムを解明に寄与する成果を得た。本成果は環境学の著名な国際学会誌である *Science Total environment* に掲載されるとともに、平成 30 年 3 月 7 日にプレス発表を行った。今後、時期の異なった航空機モニタリングデータの解析を進めることにより、事故の更なる実態解明への貢献、また、PM2.5 をはじめとする大気汚染物質の挙動を明らかにしていく等の環境科学分野の発展への貢献も期待できる。

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、避難指示区域を対象に、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マップを作成し、今後の避難指示の解除等の具体的な対策のために必要となる信頼性における情報を原子力規制庁へ提供した。これらの活動が評価され、第 50 回原子力学会 貢献賞「放射性物質環境中分布状況の継続的調査による福島原発事故影響に関する基礎的知見の提供」を受賞した。また、研究成果は、*Journal of Environmental Radioactivity* の特集号“Japanese national projects on large-scale environmental monitoring and mapping in Fukushima Volume 3”として投稿中である。

被ばく線量評価の基礎情報とな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。本成果を発展するため、既に行っている米国ローレンス・バークレー国立研究所(LBNL)との共同研究に加えて、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結び、平成 30 年度以降、本格的に実用研究を開始する。これまでの成果は 2 件の英文論文としてまとめ、投稿した。

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。その成果の一部を計測自動制御学会に「Multiple Model Approach による構造化ロバスト制御器設計法を適用した放射性モニタリング無人固定翼機の飛行制御則設計」として投稿し、計測自動制御学会論文賞武田賞を受賞した。

福島県の「地域復興実用化開発等促進事業費補助金」に採択された無人観測船の開発研究

については 2 年目として様々な要素技術開発を行った。特に、世界で例のない無人観測船で水底の地形を 3 次元化することに成功し、その成果を取りまとめている。

PSF 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、昨年度導入された東京電力福島第一原子力発電所サイト内への 5 基に加えて今年度 1 基の導入が決定され、設置工事が行われた。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、投稿した。

ゲルマニウム(Ge)半導体検出器を用いた放射能濃度定量については、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、異なる測定品目においても十分な測定パフォーマンスが発揮できることを証明するために、平成 29 年度も福島県及び、日本分析化学会が主催した Ge 半導体検出器を用いた γ 線分析における相互比較試験へ積極的に参加し、自らの分析結果について客観的な評価と技術力の維持向上を図るとともに、環境動態研究等の基礎となる放射能濃度の計測(平成 29 年度:約 5,200 検体)の品質管理に貢献した。

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環境試料の分析には標準添加法を用いることが有効であることが分かった。一方、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、文部科学省のマニュアルに記載されている公定法の凍結乾燥に加温乾燥を組み合わせることで、乾燥工程を約 1/2 に短縮化することができた。また、定量下限値を預託実効線量に換算すると nSv レベルであるため、被ばく線量評価の観点から供試料を減らした迅速分析法の開発に貢献できる見込みを得た

○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)については、内閣府の「除染モデル実証事業」及び環境省の「帰還困難区域における除染モデル実証事業」を実施した 21 ヶ所を対象に「空間線量率減衰の 2 成分モデル」の除染後エリアに対する適用性を評価し、現状の半減期パラメータが問題なく適用できることを確認した。また、これまでの除染シミュレーションを通して、航空機モニタリング、走行サーベイ及び歩行サーベイで測定した空間線量率データを統合した精度と空間分解能の高いマップの「空間線量率の統合マップ」の適用性を確認し、RESET のデータベースへの導入を完了した。これら技術を活用し、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と空間線量率の将来予測や除染が完了した公共施設の除染効果の解析と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。これら成果をより広く利用できるように、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を機構のホームページに掲載する準備を進めた。また、福島県環境創造センター開発部の要請に応じ、当該部要請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するシミュレーションを行い支援した。

環境除染で生じた除去土壌の最終処分量を低減するため、環境省は「再生資材化した除去土壌の安全な利用に係る基本的考え方について」(立案を平成 28 年度支援)を示し、放射性セシウムで汚染した除去土壌を適切に処理し、公共事業の道路盛土材等に再利用することを目指している。これには国民の理解が不可欠であり、再生利用の安全・安心を確認できる情報が重要である。そこで、除去土壌を使用した土木工事における粉塵の拡散状況を、Light Detection And Ranging (LIDAR) 技術でモニタリングできる技術を千葉大学と共同研究し、中間貯蔵・環境安全事業株式会社(JESCO)の平成 29 年度技術実証事業(公募)で実証した。本実証は中間貯蔵施設の土壌貯蔵施設において、LIDAR とダストサンプラーを併用して除去土壌の埋設工事で発生した粉塵とその放射能の拡散状況を把握した。その結果、埋設工事由来の粉塵の拡散は比較的小範囲(数十 m)であること、この空気中放射能濃度は放射性同位元素等の関係法令の空気中濃度限度に比べ 4、5 桁低いことが明らかとなり、周辺住民や作業者が安全・安心を確認できる情報として活用できることが確認できた。本技術は再生利用促進の一助として、また中間貯蔵施設等のモニタリング技術として活用が期待できる。

環境省からの受託事業「平成 29 年度除染効果検証等及び基準等検討業務」では、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できた。

(iii) 研究開発基盤の構築

○櫛葉遠隔技術開発センター

利用促進計画に基づき学会、講演会、各種イベント展示会、施設利用相談会(平成 30 年 3 月 16 日、一般企業等 13 社、24 名)等を通して広く広報活動を行うとともに、新たに産学連携コーディネーターを配置(東京事務所、原科研)し、企業・大学等への利用の働きかけを進め平成 28 年度の施設利用実績 38 件から倍増となる 64 件の利用を獲得した。今後の施設利用拡大につなげる活動にいかすため、これらの利用者の分析((産:50%、官 27%、学 23%)、(東京電力福島第一原子力発電所廃炉関連 47%、福島・国際産業都市関連 13%、教育・人材育成 17%、その他 23%)、アンケート調査)を行ない、施設整備計画の参考とした。

標準試験法については、東京電力福島第一原子力発電所の原子炉建屋内に投入された遠隔操作ロボットの動作分析や作業における経験に基づいて、より実践的なロボット開発に資するロボット性能の標準試験を行うための試験場整備として、格納容器内部アクセスルートを模擬した試験場の設計・開発を行うとともに、ロボットの動作状態のデータを計測するシステム整備を行った。

仮想空間訓練システムについては、東京電力福島第一原子力発電所 2 号機の格納容器内部(事故前)及び原子炉建屋 1F 通路部(事故後)、PCV 貫通部(事故前)等の 3D-CAD データを整備し、仮想空間訓練システムのデータを拡充して本格運用を開始した。

ロボットシミュレータについては、東京電力福島第一原子力発電所の原子炉内環境データを取り込んだロボットシミュレータを用いた操作評価に資するデータロギング機能の開発及び、線量データ生成機能の開発を行った。

人材育成として、文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」における廃炉創造ロボコン及び廃炉実習を支援し、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に貢献した。

福島県内企業廃炉・除染ロボット関連技術展示実演会の開催に協力、廃炉・汚染水対策講演会を開催し、その他地域イベント等の開催に協力し、福島県内地元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の場として貢献した。

○大熊分析・研究センター(放射性分析・研究施設)

東京電力福島第一原子力発電所の隣地で帰還困難区域であるサイトゆえの、東京電力 HD との数多くの取り合い調整を完了させ、施設管理棟について、中長期ロードマップのとおり平成 29 年度中に建設工事を完了し、その運用を開始した(平成 30 年 3 月 15 日)。

低線量試料の分析を担う第 1 棟について、東京電力 HD との数多くの取り合い調整を完了させ、建物建設工事を開始した(平成 29 年 4 月)。また、内装設備整備に係る主な製作契約を締結し、建屋工事と内装設備整備の取り合い調整、全体工程の作成を開始した。

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、建物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締結に必要な手続きを平成 29 年度内に完了した。その前提条件である燃料デブリの分析項目について、東京電力 HD をはじめとする機構外の関係者と検討協議を重ね、取りまとめた。

○廃炉国際共同研究センター国際共同研究棟

平成 29 年 4 月 23 日に国際共同研究棟の開所式を行い、計画どおり研究開発を開始するとともに東京工業大学との共同研究でも活用を開始した。また、東京電力 HD の利用も計画どおり開始された。平成 28 年度に引き続き CLADS と文部科学省が実施している「廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」の採択機関等による廃炉に関わる基礎基盤研究分野での幅広い連携を進めるため、基礎・基盤研究の推進協議体となる「廃炉基盤研究プラットフォーム」の運営会議を開催し、NDF が設置する廃炉研究開発連携会議と連携しつつ、研究開発マップの更新や FRC を開催(全 6 回)するなど、機構や大学等が持つシーズを廃炉へ応用していくための仕組み作り及び人材育成に向けた取組を実施した。

多様な人材を集めるため、クロスアポイントメント制度を活用し、東京大学及び東北大学から研究者を受入れた。また、若手研究者の育成を図るため、自発的に研究を行う能力を有する学生を対象として「CLADS 特別研究生制度」を活用して、学生を受入れ、指導、研修を行った。

○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、平成 29 年度は約 330 件、約 4,300 名の視察・見学者が訪れ、平成 27 年 10 月の一部運用開始から延べ 10,500 人を超えるに至った。国内外のメディアによる取材など、多くの注目を集めているとともに、地元地域の小・中・高生をはじめ県内外の高校や大学からも多数訪れており、人材育成に向けた活動の場として貢献した。さらに、福島県内企業廃炉・除染ロボット関連技術展示実演会及び廃炉・汚染水対策講演会の開催に協力し、その他、地域イベント等の開催に協力し、福島県内地元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の場として貢献した。

廃炉に係る基礎基盤的な研究開発の拠点として国際共同研究棟の運営を開始した。国際共同研究棟では地域復興の推進に貢献するため、広く積極的に視察・見学者を受入れ(視察回数:118回、視察者数:1,181名(うち外国人87名))、丁寧にCLADSの研究開発を説明することにより理解を得ることができた。また、地元である富岡町文化交流センター等において、FRCを6回開催し、廃炉関連の基盤研究に係る国内外の研究者を集め、交流の場を設けることにより地域の活性化に貢献した。

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、8,971百万円(うち、業務費3,082百万円、受託費5,888百万円)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(2,482百万円)、政府受託研究収入(5,869百万円)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への技術的支援及びそのための安全研究

a) 安全研究

科学的合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性に関する確認等に貢献することを目的として、「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針(平成 29 年度以降の安全研究に向けて)」(平成 28 年 7 月 13 日原子力規制委員会)等を踏まえ、多様な原子力施設のシビアアクシデント対応等に必要な安全研究を実施した。

○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として、大型非定常試験装置(LSTF)による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、並びに、平成 28 年度に完成した高压熱流動ループ(HIDRA)及び先行冷却実験等の個別効果を評価するための装置を用いた炉心熱伝達に関する実験を実施した。炉心損傷後の格納容器熱流動に関する研究では、大型格納容器実験装置(CIGMA)等を用いた格納容器過温破損や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。得られた実験結果に基づいて、国産システムコードや数値流体力学(CFD)手法に適用される炉心熱伝達や格納容器冷却等に関する物理モデルの開発や既存モデルの妥当性検討を行い、技術基盤を整備した。国産システムコードに関して、今後の開発のための枠組みを検討した。

燃料の安全に関する研究として、反応度事故(RIA)に関して、RIA 時に発生する多軸応力条件を模擬した被覆管の機械試験等を実施し、被覆管金属部に析出した水素化物の量や配向状態と RIA 時の燃料被覆管破損限界との関係性を評価しモデル化を進めた。通常運転時及び事故時燃料挙動解析コードの改良及び検証並びに RIA 試験データ解析手法の高度化を進めるとともに、現在参加している国際ベンチマークにて他機関の解析結果との比較を行い、その結果をこれらコードの改良等に反映した。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、窒素を含む雰囲気下での燃料被覆管の酸化及び脆化挙動、LOCA 時に膨れ破裂した部分及び二次水素化した部分の曲げ強度等、LOCA 時及び LOCA 後の燃料の安全性評価に資するデータを取得した。高燃焼度改良型燃料の事故時挙動及び破損限界に関するデータを取得するとともに、現行の非常用炉心冷却系性能評価に係る規制基準の改良型燃料への適用の妥当性評価を進めた。ハルデン炉照射試験により、改良合金被覆管の照射成長に及ぼす添加元素、照射温度等の影響を評価した。設計基準を超える条件までを想定した LOCA 時燃料挙動評価試験装置を製作した。

材料劣化・構造健全性に関する研究として、原子炉圧力容器の照射脆化の指標となる関連温度移行量に関する統計解析及び中性子照射材の微細組織分析を実施するとともに、実機相当の板厚を有する大型試験体による加圧熱衝撃(PTS)事象を模擬した破壊試験の準備を進めた。統計解析による関連温度移行量評価についてその予測性の向上を図るとともに、統計解析で得られた知見に基づき微細組織分析を行い、溶質原子クラスタの数密度及び直径の中性子照射量依存性を調べた。また、確率論的健全性評価の実用化に資するため、照射脆化を考慮した PTS 事象時の非延性破壊確率解析に係る標準的解析要領を整備するとともに、解析コード

(PASCAL4)を公開し、プレス発表した。これを踏まえ、安全性向上のための取組等の審査や評価に資する活用事例を整備し、規制の高度化に資する技術的知見を原子力規制庁へ提供するとともに、大気中におけるフェライト鋼疲労亀裂進展速度等の新たな知見を米国機械学会(The American Society of Mechanical Engineers ASME)ワーキンググループへ提供した。さらに、原子炉建屋の健全性評価に資する3次元詳細解析モデルに建屋免震評価モデルを導入し、建屋免震による地震応答低減効果を定量的に確認した。

○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)の挙動についての試験を行い、廃液中の亜硝酸による放出抑制効果や廃液・乾固物への注水に伴う放出促進効果を廃液条件や注水条件等に関連付けて明らかにした。また、施設内で想定される幅広い硝酸蒸気濃度条件の下での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、硝酸蒸気共存下での揮発性Ruの移行・沈着挙動に係る成果を取りまとめた。模擬乾固物の熱伝達率等の物性を測定するとともに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に着手した。火災事故時安全研究については、高性能粒子エアフィルタの目詰まりによる急激な差圧上昇に対する溶媒ミスト負荷の影響を把握するためのデータを取得するとともに差圧上昇メカニズムを明らかにした。グローブボックス(GB)材料の熱分解に伴い放出される有機ガス成分を把握しこれらによる二次燃焼の可能性の検討に着手した。また、有機溶媒及びGB材料火災時の閉じ込め評価に係る仏国放射線防護・原子力安全研究所(IRSN)との特定協力課題シート(Technical Sheet)を締結し情報交換を進めた。臨界事故解析については、沸騰が長時間継続し燃料濃度の変化が無視できないような条件に関する解析手法を開発し、過去の事件事例との比較により良好な結果が得られることを示した。

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、燃料デブリの臨界特性に係るデータを整備した。燃料デブリ臨界特性と炉の状態に基づく中性子増倍率の確率分布の評価及び臨界となる頻度とその影響に基づく臨界リスクの評価に用いる計算機ツールの整備を進めた。IRSNとの臨界安全分野における研究協力の実施取決めにに基づき、職員をIRSNに派遣して実験計画を策定した。

○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

CEAとの国際協力に基づく核分裂生成物(FP)放出挙動に係るVERDON-2及び5実験、大洗研究開発センターの照射燃料試験施設(AGF)及び原科研の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、これらの実験解析をFP挙動解析コードVICTORIA2.0で実施するとともに、シビアアクシデント総合解析コードTHALES2のFP化学計算機能の強化を進めた。経済協力開発機構/原子力機関(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(BSAF)計画フェーズ2において、1,2及び3号機の事故進展及びソースタームをTHALES2/KICHEコードにより評価し同計画の報告書作成に向けて結果を提供した。また、格納容器内事象に係る

THAI3 計画及びヨウ素挙動に係る BIP3 計画において、KICHE コードによるヨウ素挙動解析の結果を報告した。格納容器内容融炉心冷却性の評価手法整備の一環として、スウェーデン王立工科大学 (KTH) 及び筑波大学との情報交換を進め、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を改良・検証し、不確かさを考慮した実機解析に適用した。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を試作し、THALES2 コードを用いた評価を通じて、より複雑なシステムに対応できる見通しを得た。再処理施設のシビアアクシデント評価手法の整備として、高レベル廃液蒸発乾固事故時に放出される Ru 等の放射性物質について、硝酸・水混合蒸気の壁面凝縮に伴う放出抑制効果に関する実験データ及び同実験の熱流動解析結果に基づき凝縮液相への Ru 移行速度と蒸気凝縮速度との相関を定量化し、再処理施設ソースターム解析コード ART/CELVA-1D に導入するモデルを開発した。

シビアアクシデント評価手法の高度化に廃棄物の分析技術を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、選定した試料の分析手法等について整理した。

確率論的事故影響評価コード OSCAAR を用いて、東北電力女川原子力発電所・東通原子力発電所・日本原子力発電東海第二原子力発電所サイト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、国等に情報を提供した。また、重大事故時の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取得するとともに、データ取得が容易なラボ実験値から実家屋値への補正方法を開発し、被ばく評価に用いることが出来るパラメータ値を決定した。さらに、一時退避施設等の避難施設における要配慮者の防護措置について被ばく影響解析手法を開発し、建屋構造、気密化陽圧化措置等の影響について定量的な評価を行い、国等の今後の関連対策に係る技術情報として提供した。緊急時における防災に係る研究として無人航空機を用いた放射性プルームの測定技術開発を進め、ラドンチャンバーでの検出器の性能試験を実施し、無人機搭載のための小型化と核種弁別測定性能を確認した。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の収集・整備を継続した。また、汚泥中セシウム濃度から福島県住民の食物摂取による核種摂取量を逆推定することにより、内部被ばく線量を推定する手法を開発した。

○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

東京電力福島第一原子力発電所敷地内のがれきの限定的な再利用に係る研究では、線量管理下の現存被ばく状況における再利用評価の方法論を構築し、当該敷地内での道路材、コンクリート構造材等への再利用を可能とする目安の濃度を評価した。また、がれき中の濃度確認のための放射能濃度評価手法を開発した。さらに、福島県外の除去土壌の実態を考慮した保管状況に対する被ばく線量並びに今後の除去土壌の処分方策の検討に資するため除去土壌の自治体ごとの個別処分及び集約処分のケースに対する被ばく線量の評価を実施した。

炉内等廃棄物の中深度処分に係る安全評価手法整備の一環として、ベントナイト系人工バリア材の性能評価上重要なカリウムの拡散データを取得するとともに、実際の現象をより適切に再現するための物質移行－変質連成解析コードの改良を行った。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の評価手法の整備の一環として、既往情報に基づき設定した拘束条件(段丘高度、平均侵食速度、埋没谷深度等)における不確かさを考慮して古地形を推定し、さらに現在までの地形の再現評価からパラメータの変動幅を推定する3次元の地形変化評価手法の整備を行った。

地層処分の安全評価手法整備の一環として、地下の岩石に残された熱履歴から周期的なマグマ接近等による処分場への熱水影響を評価する手法の開発を目的として、熱影響指標の候補元素リチウムを添加したモナズ石の合成を試行し、課題を抽出した。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、火山噴出物試料の岩石学的特徴の調査を行い、放射非平衡を用いたマグマ滞留時間推定に適した数種類の鉱物を抽出した。また、アクチノイド元素の岩石・鉱物への収着について、カナダマクマスター大学との協力により、プルトニウムの収着分配係数評価のためのデータを取得した。

廃止措置終了確認に関する研究では、終了確認に必要な被ばく線量評価コードを改良するとともに、バックグラウンドの設定方法に関して、東京電力福島第一原子力発電所フォールアウトと区別するためセシウム-135/セシウム-137分析のための化学分離法を整備した。また、サイト解放検認におけるクリギングによる核種濃度分布の推定法の適用性について検討した。

○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について、レーザーラマン分光により検討を行い、これまでとは波長の異なるレーザーを用いて単一ウラン粒子の分析を行うことで蛍光の影響による測定妨害を回避して化学形の判別が可能であることを確認した。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、低濃縮ウラン溶液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、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。

○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外部事象に関して、コンクリート壁への柔飛翔体の衝突試験結果との比較を踏まえて平成28年度に整備した柔飛翔体の斜め衝突を対象とした応答解析手法を用いて、貫通現象に着目して衝突速度や衝突角度の影響評価を実施した。また、中越沖地震の観測記録との比較により妥当性を確認した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度の高い地盤-建屋相互作用等の影響因子の影響度を確認し、得られた結果を基に建屋地震応答解析に関する標準的解析要領の骨子を策定した。

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。

- ・国内協力として、国立大学法人等との共同研究 15 件及び委託研究 10 件を行った。
- ・研究成果の公表については、発表論文数は 94 報(査読付論文数 75 報)、技術報告書は 7 件、口頭発表数は 108 件であった。
- ・原子炉圧力容器の確率論的構造健全性評価のために開発した解析コードを実用的な解析ツールとして公開し、プレス発表を行った。
- ・研究活動や成果が国際的に高い水準にあることを客観的に示す、国際会合 10 件の講演依頼を含む 13 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 13 件の貢献を行った。
- ・研究業績に対する客観的評価として、学会等から 6 件の表彰を受けた

研究の実施に当たっては、新たに開始した原子力規制庁との 2 件を含む 15 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、仏国等との二国間協力及び多国間協力の枠組みを利用して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、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を 13 名受け入れるとともに、新たに開始した共同研究についても 1 名受け入れ、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な人材育成を支援した。

平成 29 年度から開始した OECD/NEA の国際研究プロジェクト「シビアアクシデント時に発生する水素の混合挙動及び水素緩和策の有効性に関する試験研究 (HYMERES-2)」、IPRESKA 並びに仏国 IRSN との火災ハザード及び再処理施設の火災事故時に発生する放射性物質の閉じ込めに関する個別情報交換の 3 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安全研究セミナーを開催し、シビアアクシデント等に関する情報交換を行った。また、臨界安全研究における実施取り決めに基づき若手研究者の派遣を行った。

平成 27 年度から実施しているカナダマクマスター大学との廃棄物処分に関する共同研究では、同大学より実習生を受け入れて(3 ヶ月間)アクチノイドの鉱物への収着分配係数及び収着モデルに関する研究を行い、終了した。

米国原子力規制委員会(NRC)における研究開発局との「原子力安全研究分野における協力覚書」を平成 29 年 12 月に署名するとともに、OECD/NEA の新規プロジェクト「炉内、格納容器内調査結果の分析と汚染水の採取(ARC-F)」について提案した。

b) 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。

○原子力規制委員会等の技術的課題を解決するための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、「高経年化を考慮した建屋・機器・構造物の耐震安全評価手法の高度化」、「レベル 1 確率論的リスク評価手法高度化」、「内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究」、「東京電力福島第一原子力発電所プラント内核種移行に関する調査」等の 8 件の新規受託を含む、原子力規制委員会からの 28 件の受託事業を原子力基礎工学研究センター、原科研放射線管理部、システム計算科学センター及び福島研究開発部門と連携し実施した。

内閣府からの要請を受け、平成 29 年度から開始した「原子力防災研究事業」及び「原子力災害対応人材育成に関する調査検討・企画運営事業」の 2 件の新規受託を含む、3 件の受託事業を実施した。

○規制行政等へ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、福島県外での除去土壌の保管状況（現状の保管場所・形態・濃度条件）に応じた線量評価結果は環境省の除去土壌処分に係る基準整備のための技術情報として、核燃料施設を対象とした確率論的リスク評価手法に関する研究成果は日本原子力学会標準「核燃料施設に対するリスク評価の実施基準：2018」付属書における技術的参考情報として等の 5 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）」や「中間貯蔵施設における可燃性除染廃棄物等の減容化施設検討会（環境省）」等に専門家を延べ 59 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 227 人回派遣することにより、2 件の国内規格・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, 2017 Edition」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 10 人回、OECD/NEA の上級者委員会へ専門家を 34 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。また、保障措置環境試料の分析技術高度化への期待や IAEA からの依頼分析において 15 年にわたり信頼性の高い分析結果を提供してきたことに対して、IAEA 事務次長より感謝状を受領した（平成 29 年 12 月）。

(ii) 原子力防災等に対する技術的支援

原子力災害時等に、災害対策基本法等で求められる指定公共機関としての役割である人的・技術的支援を確実に果たすことを目的として、危機管理施設として専門家の活動拠点である原子力緊急時支援・研修センターの機能維持を図るとともに、原子力防災に関わる関係行政機関等のニーズや対策の強化への貢献を念頭に業務を実施した。

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(茨城県(平成30年1月)、静岡県(平成30年2月)及び福井県(平成30年2月))に専門家を派遣し、緊急時モニタリング体制整備に貢献した。また、緊急時モニタリング訓練評価委員として訓練実施結果に対して意見具申を行うことにより訓練運営を支援した。

事故影響評価モデルなどの手法を用いた支援として、原子力緊急事態における防護措置である一時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と協力して実施するとともに、防護資機材(放射線測定器等)の選定、活用等について調査・検討し、防護対策の実効性向上に資する情報として取りまとめた(内閣府受託事業)。

東京電力福島第一原子力発電所事故後の空間線量率等の移行状況の経時変化を確認するために、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、北海道電力泊原子力発電所周辺、東京電力柏崎刈羽原子力発電所及び九州電力玄海原子力発電所周辺を対象として、平時におけるバックグラウンドのモニタリング(原子力規制委員会受託事業)を実施するとともに、過年度に実施した航空機モニタリング、バックグラウンドモニタリング等の成果を4件の技術報告書として取りまとめた。さらに、平成29年度原子力総合防災訓練(九州電力玄海発電所での事故を想定)では原子力規制庁及び防衛省と連携し、緊急時航空機モニタリングを防災訓練に初めて実施し、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。

国、地方公共団体及び原子力防災関係機関の防災対応能力の強化のため、地方公共団体職員等の防災関係者を対象に原子力防災等の知識・技能習得を目的とした実習を含む防災研修(計38回、受講者数:1,654名(平成28年度は、計32回、受講者数:1,514名))を実施し、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、概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、記載又は質疑応答時の受講生のコメント(理解が充分でない項目を含む)を踏まえて、適宜テキスト、説明内容を修正した。また、最新の国の方針・知見等を反映したテキスト内容(正確性の向上を含む)を行うとともに、限られた時間内で実習時間(放射線測定関係)を継続して確保することにより受講生の理解増進を図るなどの見直しを適宜行った。さらに、機構職員に対しての研修・訓練としては、原子力緊急時に活動する外部から信頼される原子力防災の専門家の育成を目的に、機構内専門家及び原子力緊急時支援・研修センター職員を対象に、平成29年度も研修・訓練(指名専門家研修、原子力総合防災訓練参加、緊急時通報訓練、軽水炉のOIL(運用上の介入レベル)の適用と導出方法に関する研修等)を実施(計51回、参加者数:延べ859名(平成28年度は、計58回、受講者数:855名))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。

内閣府の新たな原子力防災研修事業の展開に応えるため、原子力緊急時支援・研修センターに専門研修課を新設し、機構以外の機関等が実施する防災業務関係者研修、防災基礎研修、災害対応要員研修及び原子力災害現地対策本部図上演習等に立ち会い、適切な助言等を行うことにより研修の改善に貢献した。また、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人材(官邸、原子力災害対策本部、原子力災害現地対策本部等の活動要員)を対象とし

た研修、図上訓練を5回試行し(参加者数:約160名)、平成30年度からの中核人材育成研修の本格導入に向け我が国独自の研修プログラムを整備するなど、緊急時における原子力災害対策の実効性向上に貢献した。

国際人材育成に関しては、平成29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)に協力し、また、IAEA緊急時対応能力研修センター(CBC)の緊急時モニタリングに関する緊急時対応援助ネットワーク(RANET)ワークショップ(平成29年4月:福島県)の開催に協力するとともに、IAEAのRANETの登録機関として、IAEA主催の国際緊急時対応訓練(ConvEx-2b:平成29年12月、マレーシアからの援助要請)に際しては、原子力規制庁と連携して参加、対応した。

国の原子力総合防災訓練(平成29年9月:九州電力玄海発電所での事故を想定)の企画及び訓練に参画し、官邸(原子力災害対策本部)、原子力規制委員会、自衛隊、地方公共団体及び事業者等の連携した活動に加わり、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(飛行及びデータ解析)を通じて、指定公共機関としての支援活動を実践し、防災訓練の実施に貢献するとともに、評価委員として訓練の継続的な改善を支援した。地方公共団体の原子力防災訓練(平成29年7月:茨城県東海村、平成29年11月:宮城県、平成30年2月:北海道、平成30年2月:静岡県)の企画及び訓練にも参画し、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、実効性のある防災対策の構築に貢献した。また、茨城県からの要請により、複数の手法による汚染検査及び簡易除染の所要時間の比較分析を行い(平成29年8月)、避難退域時検査手順の作成の支援を行った。

日米緊急事態管理ワーキンググループ(平成29年5月)に参加し、航空機モニタリング技術開発の現状及び東京電力福島第一原子力発電所事故後に対応した住民の放射線に関する電話相談の実績を原子力災害時対応の実行性向上に係る知見として提供した。IAEAが開催する原子力防災基準委員会(EPRaSC)(平成29年6月及び11月)及び「原子力緊急事態における公衆とのコミュニケーションに係る技術会合」、OECD/NEAが開催する、国際緊急時対応演習(INEX)及び原子力緊急事態関連事項作業部会(WPNEM)に参加し、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の状況を情報発信した。また、機構内外の原子力防災対応の向上に資するため、国内外の原子力災害時等における原子力防災制度やその運用に関する最新の情報を収集し、得られた情報を機構公開ホームページに掲載することにより発信し、防災関係知識の普及に貢献した。

○原子力災害時等における人的・技術的支援状況

平成29年9月に強行された北朝鮮の地下核実験時には、原子力規制庁からの放射能影響を把握するための協力要請に即座に対応して体制を整備し、世界版緊急時環境線量情報予測システム(WSPEEDI)による大気拡散予測計算を平成29年9月3日から11日まで毎日実施した。解析結果は、国の放射能対策連絡会議の活動において、自衛隊機によるモニタリング飛行航路の判断材料等として活用された。特に、9月3日は国の原子力総合防災訓練対応も実施しており、訓練対応人員の中から急遽大気拡散計算要員を確保して適切に対応を行った。

○我が国の原子力防災体制基盤強化の支援状況

上述の研修、訓練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、防災基本計画の修正(平成 29 年 4 月)、原子力災害対策マニュアルの改訂(平成 29 年 12 月)、地域防災計画(11 道府県)改訂及び県国民保護計画(3 県)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防災体制の強化に向けた取組に貢献した。また、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、茨城県地域防災計画改定委員会原子力災害対策部会、原子力事業者防災訓練報告会、原子力施設等放射能調査機関連絡協議会及び茨城県緊急時放射線モニタリング検討会等)への出席を通じての技術的助言も行った。

○原子力防災分野における国際貢献状況

上述の日米緊急事態管理ワーキンググループ、IAEA の緊急時モニタリングに関するワークショップ及び国際緊急時対応訓練への参加及び協力を通じて、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。

○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

国の緊急時の航空機モニタリング体制整備に貢献するため、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、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・溶融特性評価手法や、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

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、2,777 百万円(うち、業務費 1,778 百万円、受託費 998 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(1,180 百万円)、補助金等収益(309 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

○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

原子炉内 3 次元熱流動挙動評価手法改良のために、大規模解析機能を含む各種機能を解析コードに導入した。これにより、圧力容器内全体の熱流動挙動のうち、重要な二相流挙動や溶融物蓄積挙動の解析が可能となり、実熱流動事象に基づく実熱流動事象を考慮した安全対策機器の妥当性確認や性能評価が可能となった。さらに、年度計画を超えた成果として、熱流動挙動で最も重要となる二相流挙動については、その挙動を詳細に再現することが可能な解析手法を組み込んだシミュレーション・コード TPFIT の開発を完了し、公開に向けての作業に着手した(平成 30 年 3 月)。また、広範囲の複雑な熱流動現象を再現可能な大規模数値シミュレーション・コード JUPITER の開発を完了させ(平成 30 年 3 月プレス発表)、公開に向けての作業に着手するとともに従来のシビアアクシデント解析コードでは得られなかっ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た。

フィルタードベント機器の除染係数評価手法構築のために、ベンチュリースクラバー形状の圧力への影響に関するデータ取得を行い、除染性能において重要となる液流量に関して、圧力との相関を明らかにした。また、ベンチュリースクラバー内でのセシウムエアロゾル移行データ取得の一環として、液滴周囲における直接観察技術を確立し、液滴によるエアロゾル粒子捕集機構を実験的に同定することに成功した。

事故耐性燃料を既存軽水炉へ導入するための技術基盤整備として、事故耐性燃料被覆管候補材の改良ステンレス鋼(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)の高温酸化挙動に関して、照射試験片サイズの影響等の基礎データを継続して取得した。

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向けて、汎用核計算コード MARBLE の新しい燃焼ソルバーの放射化計算への適用性を向上させるため、核データファイルから崩壊定数や核分裂収率に関する反応データを取得する機能を MARBLE に付加する作業を継続した。

○シビアアクシデント時のソースターム評価の不確かさ低減等のためのデータベース構築

平成 29 年度に基本形を構築した化学挙動評価手法の継続的改良を行い、気相中反応のみならず気相・固相間の反応を評価できるようにした。また、FP 化学挙動に係る高精度かつ精緻なデータ取得とその解析により、今まで挙動が不明であった沸騰水型原子炉 (BWR) 制御材のホウ素の多くが炉内高温部に留まること等を明らかにした。さらに、これらのデータを統合することにより、主要なシビアアクシデント解析コードの化学挙動モデル改良に適用可能なセシウム・ヨウ素・ホウ素の気相中における化学データベース ECUME を新たに構築した。これまでのソースターム評価において考慮されていなかった原子炉建屋における FP 沈着による放出抑制効果を確認し、環境への放出量の合理的な評価において原子炉建屋による沈着をモデル化して考慮する必要があることを初めて示した。

○産業界等との意見交換 (6 回) を継続し、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検討するとともに、連携研究課題候補を抽出した。また、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基盤研究を新規に立ち上げ (原子炉等建屋における FP 沈着量の評価手法を構築するための研究)、ないしは加速 (限界熱流束の機構論的評価手法を構築するための研究) した。

○原子力の安全性向上のための研究開発等における成果について、3 件の共同研究及び 2 件の受託研究を実施するとともに 96 件 (うち論文 32 件) の外部発表を行った。

○東京電力福島第一原子力発電所の事故時プラントデータ解析、シビアアクシデント解析コードを用いた事故進展解析、模擬燃料集合体の破損・熔融試験などにより、格納容器や圧力容器の破損状態と燃料デブリの分布の推定評価を主導した。また、燃料デブリの取出し方法の確定に向け、炉内状況調査、燃料デブリ取出し、廃棄物処理などの関連プロジェクトに知見を提供した。

(ii) 核不拡散・核セキュリティに資する活動

a) 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鑑識ライブラリに関する国際机上演習に参加し解析手法を検証した。また、核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ (GICNT) 全体会合 (平成 29 年 6 月 1 日～2 日、東京) のサイドイベントとして、将来の研究開発の方向性を主に技術的観点で議論する国際シンポジウムを 6 月 5 日に開催し、核鑑識技術開発ニーズと今後の展開、地域間協力について議論を行い国内外の関係者と成果を共有するとともに今後の開発課題や国際協力の重要性が確認された。また、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、様々な条件によるシミュレーションによって各候補技術の有利性と課題を整理した。資源エネルギー庁からの受託事業である「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技術開発)」の一部として実施している使用済燃料直接処分に関わる保障措置・核セキュリティ技術開発については、最終年にあたり成果をとりまとめた。核検知・測定技術開発については、核共鳴蛍光非破壊測定

(NDA)技術実証試験のための装置整備や基礎実験によるデータ取得等を行った。アクティブ中性子非破壊測定技術開発及び先進的プルトニウムモニタリング技術開発については、実証試験により技術の有効性を確認するとともに、事業の最終年度となるため技術ワークショップを開催(平成30年3月12日～15日)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に日米共同で着手するなど原子力の平和利用に必要な不可欠である核不拡散・核セキュリティ分野を支える技術開発に貢献した。

○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)と新たなウラン精製年代測定法(プロトアクチニウム 231/ウラン 235 比)に関わる共同研究(平成28年7月から)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(平成29年3月から)を実施し、それぞれの技術の改良に寄与した。特に、機構が考案したウラン精製年代測定法(in-situ 同位体法)について論文発表を行うとともに、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証試験に関わる共同研究を開始し、標準物質の添加や厳密な濃度管理の要らない迅速な年代測定法を開発し、技術の高度化に貢献した(平成29年11月)。核鑑識に関する国際技術ワーキンググループ(ITWG)が主催する核鑑識ライブラリに関する国際机上演習の第3回演習においてウラン鉱石の異同識別解析を行い、解析手法の有効性を検証した(平成29年6月～12月)。さらに、核鑑識ライブラリについては、多変量解析手法や粒子画像に基づく異同識別解析手法の開発による解析ツールの機能向上に取り組んだ。GICNTの核鑑識ワークショップ(平成30年3月)等の国際会議や、日本原子力学会2017年秋の大会(平成29年9月)、第6回アジア太平洋放射化学シンポジウム(平成29年9月)等国内外の学会で研究成果(5件)の発表を行ったほか、学術誌への投稿(3件)を行った。

○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、核燃料物質と随伴する核分裂生成物のガンマ線測定による定量手法について、開発した燃料デブリのシミュレーションモデルを用いて適用性を確認するとともに他の候補技術との組み合わせによる精度向上策について検討を開始した。国際核燃料サイクル会議 GLOBAL2017(平成29年9月)等において、研究成果(3件)を発表するとともに、熔融燃料等の核物質の計量管理手法の検討について、東京電力 HD、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、技術研究組合 国際廃炉研究開発機構との間で定期的な情報共有の場(勉強会)を4回設け、関係者の知識ベース向上に貢献した。また、これに加え、「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」において「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)が選定され、燃料デブリ用3次元クリギング手法の開発と応用について、計量管理への適用検討を新たに開始した。

○資源エネルギー庁からの受託事業「平成29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技術開発)」の一部として、保障措置及び核セキュリティの適用性を考慮した使用済燃料直接処分施設的设计に資するため、IAEA の地層処分施設

保障措置専門家グループ会合への参加、スウェーデンへの往訪調査等を通じて IAEA 及び各国の保障措置技術開発を含む現況を調査し報告書に反映した。また、廃棄体の同定・識別及び未開封確認への超音波探傷技術の適用可能性について試験体を用いた測定及びシミュレーション解析により確認するとともに、我が国の特徴を考慮した物理的な核セキュリティシステムの種類や配置を検討し、報告書に取りまとめた。本事業の最終年にあたり平成 25 年度から平成 29 年度までの成果をまとめた 5 年報告書を作成した。

○文部科学省から核セキュリティ強化等推進事業費補助金の交付を受け、機構内組織と連携し、核物質の測定及び検知に関する基礎技術の開発等を、IAEA 保障措置部局が平成 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(STR-385、平成 30 年 1 月)などを踏まえ、以下のとおり実施した。研究成果については、第 58 回核物質管理学会(INMM)年次会合(平成 29 年 7 月)や日本原子力学会等国内外の学会での発表(28 件)及び学術誌への投稿(7 件)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 年度に行うべく、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装置整備を進め、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、レーザー方式の違いによる核検知効果の差を確認するため、昨年度実施した連続波レーザーに加えパルスレーザーを用いたガンマ線発生試験を行い、所定のエネルギーのガンマ線発生を確認した。また、ガンマ線散乱現象におけるコヒーレント散乱の影響を調べるため、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。本実験に合わせて、欧州原子核研究機構(CERN)が中心となる GEANT-4 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ツールキット「GEANT-4」に、ガンマ線散乱現象を組み込んで機構が開発したシミュレーション・コード(JAEA-NRF GEANT-4)についての成果を論文として投稿した。開発した光子弾性散乱効果を計算するサブルーチンが世界的に権威のある GEANT-4 のライブラリに組み込まれることが決定した。GEANT-4 は、素粒子・高エネルギー物理、原子力、原子核研究、天体、放射線検出器開発、粒子線治療などにおける粒子シミュレーションに世界的に使われていることから、GEANT-4 を用いた幅広い研究分野での計算の高精度化に寄与することができた。

・アクティブ中性子非破壊測定技術開発

高線量核物質などを非破壊で測定するため、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 技術の開発を欧州委員会共同研究センター(EC/JRC)との共同研究により進めた。低線量試料による要素技術開発を行うため、燃料サイクル安全工学施設(NUCEF)に基礎試験装置を設置し、ダイアウエイ時間差分析法(DDA)と即発ガンマ線分析法(PGA)の基礎実験を実施した。再処理施設の使用済核燃料溶解液に含まれる核分裂性物質の非破壊測定に適用するため、本プロジェクトでは DDA により、通常燃焼度の

軽水炉の使用済燃料の溶解液の分析試料に含まれるプルトニウム 239(Pu-239)10mg の検知を当面の目標としていた。実験の結果、よりはるかに少量である 2mg まで検知でき、精度は高いが分析に時間を要する破壊分析を補完できる極めて実用性のある技術であることを確認した。また、EC/JRC の Geel 研究所(ベルギー)の Puls 中性子施設を使い、中性子共鳴濃度分析法による模擬燃料ピン測定による技術実証実験を行った。同じく EC/JRC の Ispra 研究所(イタリア)では、遅発ガンマ線分析法(DGA)による核分裂核種比の測定技術試験をプルトニウム 239 とウラン 235 の比率を変えて測定を行い、小型装置で核分裂性核種の分析が可能であることを示した。これらの試験を通じて各要素技術の有効性を確認し、平成 30 年度より実施する高線量試料を対象とした測定技術開発に繋げた。

・先進プルトニウムモニタリング技術開発

核分裂生成物(FP)を含み高い放射能を持つプルトニウム溶液を非破壊でかつ継続的に監視及び検認できる技術の開発を DOE との共同研究により進めた。高放射性溶液貯槽が設置されているコンクリートセル内のガンマ線スペクトルと中性子測定の実施及びセル内線量測定結果を反映し最適化したモデルを用いたシミュレーションにより、高い放射能を持つプルトニウム溶液の継続監視及びプルトニウムの定量性について実現可能性を評価し、再処理施設等の効果的な保障措置に寄与できることを確認した。

○機構と DOE 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(平成 29 年 6 月 27 日)し、協力項目の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(平成 29 年度末時点で継続 5 件、終了 1 件)を実施するとともに新規プロジェクト(1 件)を開始した。機構と EC/JRC との協力については、運営会合を開催(平成 29 年 6 月 2 日)し、協力項目のレビューを行い新規プロジェクトの検討等、協力の拡充を行うとともに、新規プロジェクト(1 件)を開始した。

○核拡散抵抗性技術の開発として、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の活動に参加し、革新的原子炉及び燃料サイクル国際プロジェクトとの交流の促進、核物質防護に関するリスク・安全作業部会との共同作業の進め方に関する議論への参画を通じ、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な貢献を行った。また、高温ガス炉を対象とした核拡散抵抗性の解析結果をもとに保障措置システムを検討した。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 DOE と内容の調整を積極的に行い、当初計画よりも約 6 か月早く共同研究を開始することができ、全体会合を 2 回(平成 29 年 10 月及び平成 30 年 2 月)開催した。

b) 政策研究

○核不拡散(保障措置 Safeguards)・核セキュリティ(Security)(以下双方をまとめて「2S」とい

う。)に係る国際動向を踏まえ、2S の強化や推進の観点から、核燃料サイクル施設における計測・監視の技術及び情報を 2S 間で共有すること等の相乗効果や課題を抽出し、ケーススタディの実施(将来施設での 2S 共用機器の適用等)等を含む 3 年間の研究を平成 27 年度から開始した。平成 29 年度は、核セキュリティから核不拡散への相乗効果、相乗効果を得るための障害となる項目の抽出と、それらを回避するための課題克服策の検討を行い、核セキュリティ対策として実施している出入点検装置や侵入検知装置等が核物質の転用防止に効果があること、これを実施するにあたっては、核不拡散と核セキュリティの各々に使用されている計測・監視データの共同利用が有効であるとして、共同利用のための課題及びその解決方策について取りまとめた。また、将来施設での 2S 推進のために、施設的设计段階から 2S の相乗効果を取り込む「2S by design」の検討を実施した結果、2S の相乗効果、施設運転の効率化、コスト削減の可能性を明らかにした。なお、政策研究の実施にあたり、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(平成 29 年 8 月 2 日、12 月 22 日及び平成 30 年 3 月 23 日)開催して、2S の技術的な相乗効果、施設への適用性について専門家と議論を行い、本研究に反映させた。

○国際的な動向を収集し、調査・分析した報告書を 36 件作成するとともに、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、機構ホームページで公開した。日本原子力学会及び日本核物質管理学会等で成果を 13 件、発表・投稿するとともに、米国トランプ政権のエネルギー政策、核不拡散政策等を調査・分析し、関係行政機関等へ情報を提供した。また、経済産業省から平成 29 年度原子力の利用状況等に関する調査(核燃料サイクル技術等調査)を受託し、本件分野を取りまとめの上、調査報告書を提出した。

○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、国際基督教大学及び東海大学への支援を行うなど、2S に係る教育・連携を推進した。また、調査員(非常勤)として外務省、経済産業省において専門家の観点から助言するとともに、日本国際問題研究所で核不拡散・核セキュリティに関する講義を実施した。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、原子力の平和利用と 2S 分野の活動に貢献した。

c) 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、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 2S 強化のため、これら諸国及び国内の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 28 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・リアリティ施設の整備(保障措置訓練システムの開発)等を行った。

○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 29 年度の主な評価、コメント等は以下のとおりである。

- ・平成 29 年 6 月に開催された日米核セキュリティ作業グループ(NSWG)において米国政府より、「ISCN の人材育成は素晴らしい成果を上げており、日米のパートナーシップが最も上手く機能している分野である」との評価を受けた。
- ・平成 29 年 6 月に東京で開催された核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ(GICNT)全体会合の基調講演において、外務省の菌浦副大臣より ISCN の GICNT 作業部会への積極的な参画、米国及び欧州の関係機関との連携による核鑑識技術開発の成果等の紹介があった。
- ・平成 29 年 9 月の IAEA 総会において、日本政府代表演説の中で、上記の GICNT 全体会合への ISCN の貢献について、また、ISCN がホストしたイラン向けの保障措置トレーニングについて紹介があった。
- ・平成 29 年 9 月に実施した世界でも初めての試みとなった包括的共同作業計画(JCPOA)の履行支援であるイラン向け保障措置トレーニングコースは、まず、ISCN のそれまでの実績が評価されてホストする機関として選ばれたこと、原子力規制庁・外務省・経済産業省・核物質管理センター(NMCC)・機構が日本の経験部分の講義を担当してオールジャパン体制で成功裏に実施できたこと、これに対して IAEA から多大な謝意が示されるとともに、イランからも評価され、今後も継続されることが決定したことなど顕著な成果を得た。
- ・平成 29 年 9 月の第 14 回 ASEAN+3(日中韓)のエネルギー関係閣僚会議の声明において、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。
- ・ISCN の活動実績が評価され、模範的な核セキュリティトレーニングセンターとして IAEA からの取材を受け、平成 29 年 11 月の核セキュリティ国際会議でその様子が紹介された。

○平成 29 年度のセミナー、ワークショップについては、アジアを中心とした諸国及び国内に対して、年度当初の計画回数 17 回参加者数 500 人に対し、実施回数・参加者数実績は、核セキュリティコースが 16 回・約 390 人、保障措置・国内計量管理コースが 5 回・約 100 人、国際枠組みコースが 1 回・約 30 人である。

- ・核セキュリティコースでは、アジア諸国等を対象として、基幹となるトレーニングである核物質防護(PP)の地域トレーニング(RTC)に加え、IAEA との協力の下、核セキュリティ体制の構築及び大規模イベント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、海外現地でのセミナーとしては、フィリピンでの ASEAN Center for Energy (ACE)との共催セミナー、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、カザフスタンでの中核的研究拠点(COE)設立及び運営に係るワークショップ支援、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)との共催セミナー、サウジアラビアでの 3S(Safety, Security & Safeguards)セミナーにおけるセキュリティ事案時の緊急時対応等への支援を実施した。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、規制及び治安機関、陸上自衛隊化学学校、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。

- ・保障措置・国内計量管理コースでは、基幹コースである国内計量管理制度に係る地域トレーニングに加え、このフォローアップ研修として、実際の核物質を用いる「非破壊検査(NDA)トレーニング」を EC/JRC(欧州共同研究センター)の Ispra 研究所にて実施した。また、二国間協力として 9 月にイラン向け保障措置トレーニング及びタイでは平成 30 年 1 月に追加議定書と輸出入管理に関するセミナーを実施した。
- ・核不拡散に係る国際枠組みコースでは、平成 30 年 2 月にラオスで原子力の平和利用と核不拡散・核セキュリティに関するセミナーを実施した。

○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。「日米核セキュリティ作業グループ(NSWG)」のゴール 5 である輸送セキュリティにおいても、核セキュリティ分野の人材育成支援事業の観点から米国サンディア国立研究所で開催された輸送セキュリティに係るワークショップに参加し技術的議論に貢献した。
- ・ EC/JRC、韓国及び中国の核不拡散・核セキュリティ関連のトレーニングセンター及び技術支援を行うセンターとしての中核的研究拠点(COE)、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)及びアジア太平洋保障措置ネットワーク(APSN)等と協力し連携を深めた。
- ・ 電力会社等の要望に応じ、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(16 施設、参加者 1,039 名)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。

d) 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 2017 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、定期保守や計画外の機器交換に伴う停止等を除き、ほぼ 100%の運用実績(CTBTO の技術要件は条約発効後で 95%以上)を達成し、かつ高品質な信頼性の高いデータを世界に配信し続け、国際的に高い評価を得続けている。東海公認実験施設は、観測所試料 25 件の分析を実施するとともに、CTBTO の主催する国際技能試験(PTE2017)に参加し分析結果を報告した。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)の暫定運用を行うとともに、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 2 回実施した。さらに、検証技術開発の一環として、CTBTO の全観測所の観測データにおいて、詳細解析が必要な観測所及び観測データを自動通知するシステムを開発した。これにより詳細解析が必要なデータとそれ以外の峻別が容易となり、解析作業の効率を大幅に向上させた。また、これらの成果を報告書にまとめた。一連の NDC の活動を通じて、CTBT 国内運用体制に貢献した。研究成果について

て CTBTO 主催の国際会議及び国内研究会で発表(5 件)を行ったほか、学会誌等への投稿(2 件)を行い、CTBT 検証活動に対する機構の取組を広く発信した。

平成 29 年 9 月 3 日に北朝鮮が実施した 6 回目の核実験に際しては、CTBT 観測所で得られたデータの解析(7 観測所、全 63 データ)に加え大気拡散解析も行い、これらの評価結果を 1 日 2 回、国等へ報告を行うことにより着実に国の評価に貢献した。また、北朝鮮の核実験に関連し、平成 28 年度に引き続き現地査察に資することを目的とするアルゴン 37(Ar-37)(地中のカルシウム 40(Ca-40)が核爆発により放射化され生成)分析用の大気捕集試料を平成 28 年度に引き続き採取し、CTBTO に全面的に協力した。

CTBTO の核実験検知能力強化を目的として日本政府が平成 29 年 2 月に CTBTO に対して行った拠出により実施している CTBTO との放射性希ガス共同観測プロジェクトでは、関係官庁や地元自治体との調整により観測候補地が決定した後、本プロジェクト立ち上げに関して同年 7 月 20 日にプレス発表を行った。円滑なプロジェクト実施のため観測地となる地元自治体(幌延町とむつ市)に丁寧に調整、準備を行った結果、幌延町については町有地を借り受け平成 30 年 1 月 24 日より、むつ市については機構の大湊施設にて同年 3 月 5 日より観測を開始し、プレス発表をそれぞれ行うとともに、各観測装置のプレス公開をそれぞれ同年 1 月 29 日と 3 月 7 日に実施した。

検証技術開発の一環として、CTBTO の全観測所の観測データにおいて、詳細解析が必要な観測所及び観測データを解析者に自動通知するシステムを開発した。これにより詳細解析が必要なデータとそれ以外の峻別が容易となり、解析作業効率が大幅に向上した。

e) 理解増進・国際貢献のための取組

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 29 年度は 12 回、約 600 名/回にメール配信するとともに、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として「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(平成 29 年 9 月 12 日、平成 30 年 3 月 20 日)し、いただいたご意見を 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(平成 29 年 12 月 7 日:166 名参加)。「核不拡散科学技術フォーラム」で出された意見を反映し、国際フォーラムのテーマを「核テロ対策の強化と人材育成～東京 2020 オリンピック・パラリンピックに向けて～」と題し、大規模イベントのセキュリティ対策として公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会 警備局長を招へいの上、東京オリンピックに向けたセキュリティ対策に係る基調講演をお願いしたことで、幅広い分野の方々に興味をもって参加いただけた。警備当局関係者も 26 名の参加を得た。このフォーラムを受け、核テロ発生時の初動体制構築や機構施設内でのウラン測定演習に向けた、警備当局との連携・協力の開始につなげることができた。また、国際フォーラムの結果については ISCN ニュースレターを含め機構公開ホームページに掲載し、本

分野の理解増進に貢献した。また、国際フォーラムの結果について ISCN ニュースレターを含め機構公開ホームページに掲載し、本分野の理解増進に貢献した。その他、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として「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(平成 29 年 9 月 12 日、平成 30 年 3 月 20 日)し、いただいたご意見を ISCN の活動に反映した。

IAEA との協力では人材育成の保障措置分野のセミナー等で IAEA から講師派遣の協力要請を受け対応した。また、セキュリティ分野では、国際コースで IAEA から講師派遣を受ける一方、IAEA が実施する専門家会合(核セキュリティ文化、内部脅威者対応、コンピュータセキュリティ等)に職員を派遣し貢献した。また、核セキュリティ支援センター(NSSC)ネットワーク会議では、ISCN の職員がネットワークの議長を務め協力した。

IAEA との協力では人材育成の保障措置分野のセミナー等で IAEA から講師派遣の協力要請を受け対応した。また、セキュリティ分野では、国際コースで IAEA から講師派遣を受ける一方、IAEA が実施する専門家会合(核セキュリティ文化、内部脅威者対応、コンピュータセキュリティ等)に職員を派遣し貢献した。また、核セキュリティ訓練支援センター(NSSC)ネットワーク会議では、東アジアで初めての年次会合をホストし、50 か国 3 機関から約 70 名の参加者を得た。ISCN の職員が本ネットワークの議長を 2 年間にわたって勤め、会合では議論をリードするとともに、国際貢献を果たした。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 と共催で開催し、約 60 名の参加者を得た。

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 29 年度は ISCN より、IAEA に 2 名、CTBTO に 2 名の職員を引き続き派遣した。

核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアチブ(GICNT)会合(平成 29 年 6 月)において、機構施設の視察訪問を組み込むとともに、核鑑識に係る技術シンポジウムをサイドイベントとして開催し、会合をより充実した内容にすることにより、国の核セキュリティ強化の取組を支援した。あわせて、これらの視察及び技術シンポジウムを通じて、機構の技術開発、人材育成等の取組についての成果の発信を、より効果的・効率的に実施した。

「日本による IAEA 保障措置技術支援(JASPAS)」(22 タスク中 12 タスクを機構が担当、平成 30 年 3 月末現在)について、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」を実施した。また、「地層処分に係る保障措置の IAEA 専門家会合(ASTOR)」の会合をホスト(平成 29 年 4 月 25 日～27 日)し、原子力発電環境整備機構(NUMO)の専門家を招へいし我が国の地層処分政策を紹介するとともに地層処分場に係る保障措置技術のディスカッションをリードし、機構の施設[地層処分基盤研究施設(ENTRY)及び地層処分放射化学研究施設(QUALITY)]視察をカリキュラムに組み込む等、IAEA を支援した。

国際科学技術センター(International Science and Technology Center : ISTC)と DOE が共催で開催した核セキュリティトレーニングの効果をどのように評価するかを議論する国際会議(平成 29 年 8 月 23 日~24 日)に参加し、ISCN での経験を他国の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。平成 29 年 10 月にローマで開催された第 20 回 Edoardo Amaldi 会議(3S を強化するための国際協力に係る会議)において、保障措置の課題に関わるパネルに参加し、ISCN における追加議定書批准促進のための支援枠組みを報告するとともに、今後の保障措置実施における進むべき方向性に係る議論に参加し貢献した。平成 29 年 11 月の IAEA の核物質防護国際会議では、メインパネルに参加して核物質防護の能力構築支援に係る ISCN の経験の報告やブース展示等を実施して国際貢献を果たした。また、外務省からの要請を受け核軍縮検証国際パートナーシップ(IPNDV)(平成 29 年 6 月、11 月、平成 30 年 3 月)に参加し、我が国の核軍縮への取組に技術面で貢献した。

国際フォーラムを 1 回開催し、参加人数は、166 人であった。

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。また、原子力人材の育成と科学技術分野における研究開発成果の創出に資するために、民間や大学等では整備が困難な試験研究炉や放射性物質の取扱施設については、機構において施設の安定的な運転及び性能の維持・強化を図り、国内外の幅広い分野の多数の外部利用者に適切な対価を得て利用に供する。

本研究開発に要した費用は、32,548 百万円(うち、業務費 31,640 百万円、受託費 906 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(7,128 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及び先端原子力科学研究の推進

a) 原子力基礎基盤研究

○核工学・炉工学研究

核変換技術開発等に必要な基盤技術として、マイナーアクチノイド(MA)核種のうち、アメリシウム(Am)-241 及び Am-243 の中性子核データを整備した。また、本整備の一環として放射化法による熱中性子捕獲断面積に関する核データ評価手法を高度化し、過去の測定結果に系統的に適用したところ、従来の不確かさが半減するなどの成果を得た。本成果に関する研究論文「Correction of the thermal neutron capture cross section of Am-241 obtained by the Westcott convention」が平成 29 年度日本原子力学会賞論文賞を受賞した。

産業界からニーズが高い国産の核データ処理コードシステム FRENDY を開発した。これまで、核データ処理コードはソースコードの提供が制限される傾向にある米国の核データ処理コード NJOY に依存していたため、核データ処理コードの国産化が望まれていた。今後、原子炉設計や放射化量評価等での利用が期待される成果である。この成果「純国産次世代核データ処理システム FRENDY の開発」が平成 29 年度日本原子力学会賞特賞・技術賞を受賞した。

雷や雷雲から飛来する高エネルギーガンマ線が光核反応を引き起こし、炭素や窒素の同位体(炭素(C)-13、C-14、窒素(N)-13、N-15、酸素(O)-15)などを生成することを明らかにした(平成 29 年 11 月プレス発表、読売新聞など 8 紙及び Newsweek 等海外メディアにも多数掲載)。本成果は、Nature 誌に掲載されるとともに、英国物理学会(Institute of Physics)の Physics World 誌において、2017 年物理分野のブレイクスルー・トップ 10(Physics World Top Ten Breakthroughs of 2017)の一つに選出された。今後、宇宙観測や素粒子実験の手法をさらに応用し、雷や雷雲を対象にした「高エネルギー大気物理学」とでもいふべき新しい分野が開拓されていくことが期待される。

評価済み核データライブラリ JENDL に関する論文「JENDL-4.0: A New Library for Nuclear Science and Engineering」が、2012 年に Journal of Nuclear Science and Technology(JNST)誌に掲載された論文のうち、掲載から 5 年間で多くの論文に引用されたこと

により、JNST Most Cited Article Award 2017 を受賞した。

○燃料・材料工学研究

原子力施設の経年劣化対策のために、ナノ組織解析等による応力腐食割れ発生挙動への長時間熱時効の影響及び電気化学試験による溶液中のイオン等の腐食への影響に関するデータを取得した。

窒化物燃料に関する基盤研究として、重イオン照射や α 線自己照射損傷等の窒化物燃料内の物理的挙動に関するデータを取得した。また、重イオン照射による原子の弾き出しが起こらない電子励起によっても格子欠陥が生成していることを確認した。今後、照射挙動データの少ない窒化物燃料の照射挙動の基礎データの取得を継続し、燃料ふるまい解析コードに反映することにより、MA 窒化物燃料製造技術への貢献が期待される。

高エネルギー重粒子線が照射されたセラミックスの表面に形成される超微細組織(数ナノメートルの大きさ)を重粒子線の照射角度を変えることにより、クリアに観察できる新しい観察手法を世界に先駆けて開発した。この結果、特定のセラミックスが持つ自己修復能力が示唆される結果を得た(平成 29 年 10 月プレス発表、日刊工業新聞など 4 紙に掲載)。今後、自己修復能力のメカニズムの解明が進めば、宇宙や原子炉等の強い放射線環境におけるセラミックスの利用拡大が期待される成果である。本成果は、Nanotechnology 誌に掲載された。

○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コロイド生成等に関するデータ取得の一環として、4 価ウランコロイドの存在下において 5 価ウランの還元速度が増大し、還元生成物である 4 価ウランのコロイドが成長するといったウランの原子価変化に伴う自己還元触媒反応について、電解析出量を電気化学水晶振動子マイクロバランス(EQCM)で測定することにより解明した。取得した析出量データ及び、ウランの還元反応の時間変化を解析し、より安定に析出した化学種が、高い触媒作用を示すことを明らかにした。

MA 分離メカニズムの解明のため、化学シミュレーション計算手法を溶媒抽出分離法に適用した。これにより、MA 分離性能を計算により再現するとともに、MA の f 軌道 が結合に関与することにより分離されやすくなることを見出した。

長寿命核種であるジルコニウム(Zr)の定量分析のため、平成 28 年度にその選択的分離用に開発したマイクロ陰イオン交換カートリッジを用いて、使用済燃料中に含まれる Zr-93 の定量実証試験を行い、迅速な定量に初めて成功した。

核燃料の被覆材であるジルコニウムが核燃料に混在すると、核燃料中のウランが水中へ溶け出す量が顕著に減少する性質を持つことを実験により明らかにした。このウランの溶出量の減少は、ジルコニウムが溶出反応の原因物質である過酸化水素の分解を促進することに起因することを解明した(平成 29 年 12 月プレス発表、河北新報など 5 紙に掲載)。本成果は、燃料デブリの基礎的な化学特性に関する研究を通じて、今後、安全な燃料デブリの取り出しと保管に貢献することが期待される。本成果は、Journal of Nuclear Materials 誌に掲載された。

○環境・放射線科学研究

環境中に分布した放射性セシウムからの外部被ばく線量を評価する計算解析法を開発した。各年齢群の人体モデルを用いて、外部被ばく線量(実効線量等)の評価に用いるデータを計算し、その結果から個人線量計の測定値(個人線量当量)と実効線量の定量的な関係を解明した。本成果は、東京電力福島第一原子力発電所事故への対応として、国が進める住民の帰還に向けた個人線量の推計で活用されている。また、「環境に分布する放射性セシウムによる公衆の外部被ばく線量推定手法の開発」が平成 29 年度日本原子力学会賞技術賞を受賞(平成 30 年 3 月)した。

粒子・重イオン輸送計算コード(PHITS)を用いた細胞レベルの線量解析を応用し、ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)における治療効果が薬剤濃度の細胞内及び細胞間不均一性に依存することを定量的に解明した。この解析結果に基づき、薬剤濃度の不均一性を指標として治療効果を予測する新たな数理モデルを開発し、動物実験結果の再現に成功した(平成 30 年 2 月プレス発表、電気新聞及び日刊工業新聞に掲載)。本成果は、今後、BNCT のみならず患者個人に合わせた治療計画の提案など放射線治療全般の最適化への活用が期待される。本成果は、*Scientific Reports* 誌に掲載された。

生体への放射線照射により発生する二次電子が及ぼす DNA 分子の損傷プロセスを解明するために、独自に開発した動的モンテカルロシミュレーションコードを用いた解析を行った。放射線照射による突然変異の誘発や発がんの主要な原因となる遺伝子情報の変質に関する新たなプロセスである DNA 損傷の複雑化を促進させる極低エネルギー二次電子の役割を解明した(平成 30 年 2 月プレス発表)。本成果は、今後、放射線により突然変異やがんを誘発する初期要因の解明を目指した研究への貢献が期待される。本成果は、*Physical Chemistry Chemical Physics* 誌に掲載された。

東京電力福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の大気拡散に関する論文「Preliminary Estimation of Release Amounts of ^{131}I and ^{137}Cs Accidentally Discharged from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant into the Atmosphere」と東京電力福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の海洋拡散に関する論文「Preliminary Numerical Experiments on Oceanic Dispersion of ^{131}I and ^{137}Cs Discharged into the Ocean because of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Disaster」が、JNST Most Cited Article Award 2017 を受賞した。また、東海再処理施設から放出された C-14 に関する論文「Atmospheric discharge of ^{14}C from the Tokai reprocessing plant: comprehensive chronology and environmental impact assessment」が、JNST Most Popular Article Award 2017 を受賞した。

○計算科学技術研究

シビアアクシデント時の高温・高圧下、熔融燃料物表面での凝固組織生成メゾスケールモデルを構築し、シミュレーションにより形成された界面凝固組織の機械的特性(体積弾性率、ヤング率)のデータを算出した。本成果は実験や観測では取得困難なシビアアクシデント時の燃料熔融物表面での凝固組織生成ひいては燃料デブリ性状の推定への貢献が期待される。

量子シミュレーションを大規模化・高度化するために必要な基盤技術として、機械学習を応用して量子多体系の物理計算を高速化する手法を開発した(Physical Review B 誌の注目論文 Editors' Suggestion に選出)。本成果によって、高温超伝導体や重元素化合物等、電子集団の複雑な挙動が鍵となる物質の量子シミュレーションの高速化が達成され、それらの物性の機構解明に寄与することが期待できる(平成 30 年 1 月プレス発表、電気新聞掲載)。

エクサスケールの流体解析に向けて、平成 28 年度に開発した省通信型反復行列解法を炉内複雑流体解析コード(JUPITER)へ組み込み、適用性を評価した。その結果、解法の頑健性(数値安定性)が課題となったため、省通信型反復行列解法のアルゴリズムを改良したところ、省通信ステップ数の数値安定限界が一桁向上した。本成果により、省通信型反復行列解法を将来のエクサスケール計算へ適用できる見通しが得られた。

平成 28 年度に開発した In-Situ 可視化システムを最先端メニーコア環境に移植し、メニーコア最適化及びデータ I/O の改良を行い、約 10 万コアまでの良好な高速化性能(強スケーリング)を達成した。エクサスケール計算機のプロトタイプである最先端メニーコア環境で性能を実証したことにより、将来のエクサスケールシミュレーションにおける In-Situ 可視化の有効性を示した。また、In-Situ 可視化システムにおける高度な多変量データ解析機能が評価され、可視化情報学会論文賞を受賞した。

○機構内連携及び産業界や大学との連携強化

廃止措置等に向けた研究開発においては、燃料デブリ臨界安全評価に関して統合化燃焼計算コードシステム SWAT4.0(連続エネルギーモンテカルロコード MVP と核種崩壊生成計算コード ORIGEN2 との組み合わせ)による使用済燃料の同位体組成計算の不確かさが使用済燃料の中性子増倍率に与える影響に関する知見や、格納容器の腐食劣化の予測のための格納容器内気相部や液面付近の湿潤環境の腐食への影響に関する実験結果などを得た。

環境回復に係る研究開発においては、海底土粒子に吸着した Cs の脱着メカニズムを解明し、その反応機構を予測システムに組み込んで高度化を図るための海底土試料の測定、オフサイト土壤中の α 核種の分布状態の予測につながる放射エネルギーデータ取得、森林の地表面に沈着した放射性 Cs の移行に関する観測及び実験等を行った。

b) 先端原子力科学研究

○アクチノイド先端基礎科学

タンデム加速器を活用し、核分裂における原子核のさまざまな“ちぎれ方”を捉え、原子核からの中性子放出と核分裂における原子核の“ちぎれ方”の関係を初めて明らかにした(平成 29 年 11 月プレス発表)。本成果は高いエネルギーにおいてどのように核分裂が起こるのかの理解を深め、放射性物質の毒性を低減するための核変換技術への貢献が期待できる。Physical Review Letters 誌に掲載された。

116 番元素を合成する原子核反応系を用い、その非弾性散乱断面積の測定から原子核の反応障壁分布の測定を行った。118 番以降の未知超重元素合成に向けて役立つデータとなると期待される成果で、Journal of the Physical Society of Japan 誌の Editors' Choice に選出され

た(平成 30 年 1 月)。

中性子過剰の水素同位体にラムダ粒子(ストレンジクォークを含む粒子)を加えた、水素 6 ラムダ(陽子1個、中性子 4 個、ラムダ粒子 1 個から成る原子核)の探索実験を J-PARC で行い、この原子核が従来予想と反して安定に存在しないことを明らかにした。この成果によりストレンジクォークを含む軽い原子核の存在限界が明らかになり、強い相互作用の理解に大きくつながる評価を受けた。Physical Review C 誌の Editors' Suggestion に選出された(平成 29 年 7 月)。

偏極陽子と原子核の衝突反応実験を米国ブルックヘブン国立研究所にて共同で行い、生成される中性子の飛び出す方向に大きな左右非対称性があることを発見した(平成 30 年 1 月プレス発表)。本成果は、通常この高エネルギー領域では無視されている電磁相互作用が大きく関わっていることを示唆する新たな知見であり、Physical Review Letters 誌に掲載された。

処理の難しい陰イオン型放射性核種の処理技術開発として、バライト(BaSO_4)の生成条件を調整することにより、陰イオン型セレン(Se)をバライト内部に高濃度に取り込ませることに成功し、Environmental Science and Technology 誌に掲載された。

○原子力先端材料科学

超伝導体の最表面の電子軌道の秩序状態を、走査トンネル顕微鏡を用いて直接観測することに初めて成功した。物質表面の軌道秩序が普遍的である可能性を示唆する成果であり、今後、未解明の物理現象解明への糸口となることが期待される。本成果は、Science Advances 誌に掲載された(平成 29 年 9 月プレス発表)。

核燃料物質であるウラン化合物(URu_2Si_2)が高磁場中でも超伝導状態を保持するという特異的な性質の解明に向けて、その超伝導の電子状態を極低温下において超高精度で測定することに成功した(平成 30 年 1 月プレス発表)。今後より強い磁場まで耐える実用的な超伝導体の探索の指針を与えるものと期待される成果であり、Physical Review Letters 誌に掲載された。

磁気を物質の回転から生み出す方法として新たに音波を用いる手法を開発・実証した。安価な銅を用いて得られた本成果により、磁石や貴金属を必要としない省エネルギー磁気デバイスの実現が期待される成果である(平成 29 年 8 月プレス発表)。Physical Review Letters 誌に掲載され、同時に Editors' Suggestion にも選ばれた。

スピン流の雑音の基礎理論を構築し、スピン流の生成に伴って試料に発生する熱量をスピン流雑音測定から決定する手法を発見した。これによりスピン流の生成メカニズムを精密に調べることが可能となり、スピン流の高効率制御技術と省電力電子技術の発展につながることを期待される成果である(平成 30 年 1 月プレス発表)。Physical Review Letters 誌に掲載された。

セリウム(Ce)と第 15 族元素との化合物の物質群において、軟 X 線を用いて物質が通常物質相(非トポロジカル電子相)からトポロジカル電子相へ転移するトポロジカル相転移の直接観測に成功した。今後この手法により更なる多彩なトポロジカル電子相発見につながることを期待される(平成 30 年 2 月プレス発表)。Physical Review Letters 誌に掲載された。

表面・界面構造の研究では、半導体として用いられるケイ素結晶において、耐放射線デバイスとして期待されるナノ構造生成機構を酸化還元反応を用いて明らかにした。この成果は The 8th International Symposium on Surface Science において、Travel Award を受賞した。また、

金属と二次元材料(二硫化モリブデン)の接触による構造歪みや電子状態変調効果を明らかにし、Small 誌に掲載された。

以上、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、黎明研究制度などを活用した。

c) 中性子利用研究等

○J-PARC の施設性能向上

大電流・長寿命化実験においてイオン源の基礎データの取得を行い、テストスタンドで 70mA 以上の引き出しを達成するとともに、実機の運転で 200 日の長時間の実績を示した。

中性子ターゲットの水銀容器内狭隘流路における損傷低減メカニズムとその効果を定量評価するための損傷実験を行い、狭隘流路での水銀流速を実機同等の 4 m/s とすることにより流れのない場合に比べて損傷量が大きく低減する結果を得た。これは、中性子ターゲットの長寿命化及びメンテナンス作業軽減に資する重要な成果となった。

中性子検出器の検出部の検討を行い、位置精度向上に資する構造としてグリッドで固定する方法を考案し、熱負荷サイクル加速特性試験では位置ずれがほぼ無視できることを確認した。

○中性子及び放射光利用研究

ダイナミクス解析装置 DNA(BL02)及び冷中性子チョッパー分光器 AMATERAS(BL14)を用いて、次世代型太陽電池と期待されている有機・無機ハイブリッド型ペロブスカイト半導体の特徴である高い変換効率が、ペロブスカイト半導体中の有機分子中の電気双極子の独特の運動や、励起エネルギーの低い音響フォノンのみが熱伝導に寄与するためであることを突き止めた。今回の研究成果はペロブスカイト半導体全てに応用できる可能性があり、高機能で安い次世代型の太陽電池を設計する際の基礎になることが期待される。本成果は、Nature Communications 誌に掲載された(平成 29 年 8 月プレス発表)。

冷中性子チョッパー分光器 AMATERAS(BL14)を用いて、中性子で三角格子量子反磁性体の磁気励起の全体像を解明し、通常の磁性体の磁気励起とは全く異なる、フラストレーションと量子効果が織りなす新奇な磁気励起構造を観測するとともに、分数スピン励起などの新しい磁気理論の指針を提示できた。本成果は、Nature Communications 誌に掲載された(平成 29 年 9 月プレス発表)。

特性試験装置 NOBORU(BL10)を用いて、J-PARC 物質・生命科学実験施設(Materials and Life Science Experimental Facility (MLF))で発生した白色の中性子波長を活かし、多重波長によるホログラムを一度に測定できる「白色中性子線ホログラフィー」を開発し、微量な軽元素を含む物質の超精密原子像取得に成功した。本法は、添加元素によって性能を制御する半導体材料、電池材料、磁性材料などの機能解明とともに、新材料開発に大きく貢献することが期待される。本成果は Science Advances 誌に掲載された(平成 29 年 8 月プレス発表)。

特殊環境微小単結晶中性子構造解析装置 SENJU(BL18)を用いて、19 世紀前半に発見されて以来未解決のままであったガラスの基本単位であるオルトケイ酸の結晶構造をはじめて決定した。本成果により、高機能・高性能シリコン材料の開発や革新的なシリカ製造プロセスの開発

が期待されるほか、安定なオルトケイ酸を用いることで植物や動物のシリカ摂取のメカニズム解明に貢献することが期待される。本成果は、Nature Communications 誌に掲載された(平成 29 年 7 月)。

4 次元空間中性子探査装置 4SEASONS (BL01)を用いて、マンガンとバナジウムの複合酸化物における電子スピンのふらつきを測定し、磁性体において熱の伝わり方や磁石の向き、磁石の強さなどをコントロールする場合に重要な指標である電子スピンのふらつきが電子軌道の変化と結びついていることを明らかにした。電子スピンと電子軌道の結びつきを利用した革新的な熱伝導制御や磁気の超高速制御が可能であることが示された。本成果は、Nature Communications 誌に掲載された(平成 29 年 6 月)。

工学材料解析装置 TAKUMI (BL19)を用いて、衝撃吸収特性に優れた構造部材として自動車などに使われる先端鉄鋼「TRIP 鋼」の引っ張り力に対する結晶構造の変化を中性子回折実験で詳しく解明することに成功した。外力の引っ張りによって TRIP 鋼に含まれる「残留オーステナイト」の結晶構造が変化(相変態)して生じる「マルテンサイト」が鉄鋼の強度を高めていることを確認した。この成果により中性子回折が、鉄鋼や自動車の産業における新材料開発の指針となることが初めて示された。本成果は、Scientific Reports 誌に掲載された(平成 30 年 2 月)。

冷中性子チョッパー分光器 AMATERAS (BL14)を用いて、層状結晶化合物セレン化クロム銀(AgCrSe₂)の超イオン伝導体への相転移現象と機能発現のメカニズムを原子レベルで解明することに成功した。層状結晶化合物 AgCrSe₂を 450 K(177 °C)に加熱すると、層状結晶中の銀原子層の構造が乱れて液体のようにふるまう「超イオン伝導体」へ相転移し、この液状化が物質内部での熱伝導を抑制していることを突き止めた。この性質は、熱を効率よく電気に変換する熱電材料として適している。本成果は、中性子散乱実験手法が、エネルギー変換デバイスとして社会に有用な熱電材料の高性能化に新たな道筋を開くものであることも示した。本成果は、Nature Materials 誌に掲載された(平成 30 年 3 月)。

1 MN(約 100 トン)大荷重下中性子応力測定技術を開発し、原子炉冷却配管模擬試験体の実働過程における残留応力持続性評価を行った(文部科学省国家課題対応型研究開発推進事業「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」の事後評価で S 評価獲得(平成 30 年 1 月))。検証された解析システムにより、原子炉溶接部等における応力腐食割れ(SCC)発生リスクが予測可能になるなど、原子力発電プラントの安全性評価の高度化ならびに潜在リスクの低減が期待できる。本成果は、Welding in the World 誌に掲載された(平成 29 年 5 月)。

長距離周期のない磁気構造を持つ物質系の機能性発現機構解明のため、中性子回折データから導出した磁気対相関関数(磁気 PDF)から局所磁気構造を解析する手法を開発し、その妥当性を確認した。本成果は、磁気配列に長距離秩序を持たない磁性体の磁気構造決定を可能とするものであり、Journal of the Physical Society of Japan 誌に掲載された(平成 29 年 11 月)。

透過中性子によるスピン配列の観測に成功した(日刊工業新聞、科学新聞に掲載)。極限環境におけるスピン配列の解析が容易になりスピン配列研究の飛躍的な発展に資する成果であり、Scientific Reports 誌に掲載された(平成 29 年 11 月プレス発表)。

小型中性子源を利用した鉄鋼材料の相分率測定技術を開発し、平成 30 年 2 月に理化学研究所及び東京都立大学と共同でプレス発表を行った(日刊工業新聞、日経産業新聞、日刊鉄鋼

新聞、科学新聞、化学工業日報、電気新聞に掲載)。これにより、実験室レベルでの相分率測定が可能となり、新材料開発や品質検査のための新たな手法として中性子の利用が期待できる。本成果は「鐵と鋼」誌に掲載された(平成 30 年 3 月)。

隠れた秩序転移を示すウラン化合物とトリウム化合物を比較し、ウラン化合物の 5f 電子が遍歴的であることを明らかにした。本成果は、ウラン化合物で未解明であった「隠れた秩序転移」のメカニズム解明に向けて重要な情報であり、Physical Review B 誌に掲載された(平成 29 年 9 月)。

電氣的絶縁体でも帯電せずに測定できる放射光光電子顕微鏡(SR-PEEM)を開発し、粘土鉱物に吸着したセシウム分布及び化学結合状態をナノスケールで観察することに成功した。絶縁体である土壌の解析を可能にした意義は大きく、当該手法のナノ電子デバイス等の絶縁性機能材料への適用が期待される。本成果は、Applied Physics Letters 誌に掲載された(平成 30 年 1 月プレス発表)。

粘土に塩を添加して加熱処理することによりセシウムを除去できることと、その際に風化黒雲母が普通輝石に鉍化することを確認した。汚染土壌の減容化と再資源化を目指した、福島環境回復のための基礎基盤研究として重要な科学技術的意義がある。本成果は、ACS Omega 誌に掲載された(平成 29 年 12 月)。

レーザー加工中の現象の「その場」観察や加工後の材料における材料強度評価を行い、レーザー溶接技術の高度化に貢献した。戦略的イノベーション創造プログラムで、高付加価値設計を実現するレーザーコーティング技術の高度化、実用化のための基礎研究である。本成果は、Applied Physics A 誌に掲載された(平成 30 年 2 月)。

X 線吸収微細構造(XAFS)のイメージング技術による異種元素間相関解析により、ガラス固化体におけるロジウム(III)の化学形が、ルテニウム(Ru)との強い分布相関があることを初めて解明した。この白金族元素の特異的な挙動は、安定なガラス固化体製造過程の実現に貴重な知見である。本成果は、Journal of Molecular Liquids 誌に掲載された(平成 29 年 4 月)。

(ii) 高温ガス炉とこれによる熱利用技術の研究開発

a) 高温ガス炉技術研究開発

HTTR の運転再開に向けた試験研究炉の新規制基準への適合性確認の審査において、これまで実施してきた HTTR の安全性実証試験による高温ガス炉の固有安全性に関する技術的知見を根拠に高温ガス炉の安全上の特長を考慮し、さらにグレーデッドアプローチを適用することにより、重要度分類の見直しを行い、これまで重要度に応じて考慮していた過度の保守性を削除した合理的な設計を可能とした。これにより、新規制基準により要求が 3 倍程度引き上げられた地震(Ss 地震動の最大加速度 973Gal)や新たな要求項目となった竜巻(風速 100m/s)、火山(火山灰の積層厚さ 50 cm)に対しても、補強なしで新規制基準へ適合できる見通しを得た。この結果、耐震補強等の対策に要する時間と費用を不要とし、原子力規制委員会による審査を終了した。

HTTR の炉心温度解析技術の高度化のため、制御棒に設置し、交換時に取り出して保管していた温度モニタ(ガラス管に封入した熔融ワイヤ)を観察し、制御棒最高到達温度が制限値に対して十分な裕度があることを確認した。本成果は、原子力学会誌(IF 未公開)に掲載された(平成 29 年 11 月)。また、コールド試験を実施し、運転員の技術能力の維持向上を図った。

実用高温ガス炉システムの安全基準の整備に向けて、安全要件を達成するために原子炉冷却設備及び格納施設の安全設計において評価すべき設計事項を不備なく定めた。更に、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ついて、原子力機構から提示した HTTR データに基づく安全要件に関する技術的議論を主導し、国際標準原案のドラフトをまとめた。

ポーランド共和国に導入を目指す高温ガス炉として、実用高温ガス炉の安全要件及びユーザー要件に基づくシステム概念を構築した。HTTRに接続する熱利用試験施設として、原子炉への化学プラント接続に係る安全基準の早期確立のために合理的なシステムを提示した。

高温ガス炉燃料について、高出力密度化のための燃料要素を開発するため、従来型の充填率 30%から、被覆燃料粒子の破損率を確認しながら段階的に平成 28 年度は充填率 33%を達成し、平成 29 年度は最終的な目標充填率約 36%の燃料コンパクトを製作し性能を評価し、成立性を確認した。また、被覆燃料粒子の核分裂生成物(FP)保持能力に関して、感度評価及び照射後加熱試験を通じた評価により、事故時 FP 放出挙動及び燃料破損挙動について、開発した解析評価手法の妥当性を確認した。加えて、高燃焼度化燃料の照射済試料の照射後特性データ取得に向けて、PIE 装置等の整備を完了した。

ヘリウムガスタービン軸封システムについて、許容漏洩値目標を満足する機器仕様の策定及びシステム系統構成の構築により基本設計を完了するとともに、性能確認に向けた要素試験計画を策定した。

b) 熱利用技術研究開発

連続水素製造試験装置の反応工程における工学的課題の解決策として、ブンゼン反応器における各成分の物質収支を計算するための数値モデルを構築し、制御パラメータの変動に対する反応器溶液濃度の変化を定量化した。さらに、濃度の変化量の計算結果から、長時間連続運転の障害となるヨウ素(I2)析出を起こすことなく運転可能な制御パラメータの調整範囲を明らかにし、運転操作条件に反映した。

ヨウ化水素(HI)溶液の漏えい対策について、ガラスライニングの破損により HI 溶液が漏えいした温度計鞘管について、フォルトツリー解析により破損の要因分析を行い、それら要因を排除するために品質管理を強化したガラスライニング鞘管の試作体を製作した。試作体に対し膜厚測定等の確認試験を行い、その健全性確認を完了した。さらに、設備へ取り付ける鞘管の製作を完了した。

硫酸分解器のセラミックス(常圧焼結炭化ケイ素(SiC)) 構造試験体について、昨年度までに取得した実機より小型の複数形状試験体の強度データを基に破壊応力を概算し、固定治具設計に反映した。更に、実機サイズのセラミックス構造試験体の完成後、破壊試験により強度データを測定し、昨年度までに取得済みの強度データと併せた評価により体積効果データの取得を完了した。

実用水素製造システムの経済性向上に有効な研究課題として、IS プロセス硫酸分解器の最適化を図るため、現在の設計では一体型の SiC セラミックス製である硫酸分解器の硫酸沸騰部分と分解部分に分離し、分解部分に民間企業開発の耐腐食性が高いとされる新規合金を用いた新

たな硫酸分解器の技術概念を提示した。また、本硫酸分解器の機器コストを試算し、提示した概念が水素製造コストの低減に有効であることを示した。更に、民間企業開発の新規合金について耐食性能を確認するため、高温硫酸分解ガス環境下での腐食試験計画を定め、試験装置を製作した。

ガスタービンへの FP の沈着低減技術開発について、タービン翼材の候補合金を用いた FP 安定同位体の長期拡散試験を実施し、候補合金の主成分である純ニッケル (Ni) 中に FP が固溶する限界濃度と比較して、候補合金中の FP 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、Ni 基に添加した合金元素成分に FP 沈着低減効果があり、本候補合金はタービン翼材として十分な適用性を有することが評価できた。加えて、長期拡散試験片の微細構造観察の結果、粒内化合物に FP (Ag) が選択的に捕捉される傾向を見出し、FP 沈着低減効果のメカニズム解明に資する結果を得た。

c) 人材育成

学生実習生 4 名、夏期実習生 9 名、博士研究員 1 名を受け入れて、プルトニウム燃焼高温ガス炉の燃焼特性評価、水素製造施設からの有毒ガス漏えい時の高温ガス炉への影響評価、耐酸化燃料要素の機械特性の取得・評価、HTTR の燃焼解析モデルの高度化と新しい照射利用の検討、等を実施し、高温ガス炉技術の知識を習得させ、若手研究者の育成に努めた。

JMTR オンサイト研修を通して、海外の若手研究者・技術者 10 名に対して、また、放射線利用技術等国際交流(講師育成)事業や高温ガス炉の設計と安全要件に関するワークショップ (WS) を通して、近隣アジア諸国等の研究者・技術者延べ 65 名に対して、高温ガス炉に関する講義を行い、高温ガス炉の理解促進を図った。

d) 産業界との連携

高温ガス炉産学官協議会(平成 27 年度に設立)の第 5 回会合を開催し(平成 29 年 6 月 12 日)、我が国の高温ガス炉技術開発に係る海外戦略を早急にまとめることを目的に海外戦略検討ワーキンググループ(WG)の設置を決定した。WG 会合を 2 回実施し(平成 29 年 8 月 9 日、平成 29 年 8 月 31 日)、ポーランドへの高温ガス炉導入戦略、ポーランドとの協力内容を決定し、ポーランドの高温ガス炉研究炉及び商用炉の成立性評価(FS)実施に向けて、産業界(原子力メーカー、燃料・黒鉛メーカー、ゼネコン、エンジニアリング会社、商社)が参画する国内体制を構築した。エネルギー省が平成 30 年 1 月に公開した高温ガス炉開発に関する報告書に対して、日本側の協力体制及び平成 30 年度に実施する FS の協力内容を提示した。原子力メーカー、燃料メーカー、黒鉛メーカーと高温ガス炉の実用化に向けた研究協力を継続した。

日・ポーランド外相会談で締結された「2017 年から 2020 年までの日本国政府とポーランド共和国政府との間の戦略的パートナーシップの実施のための行動計画」(平成 29 年 5 月)を受け、ポーランド国立原子力研究センター(NCBI)と高温ガス炉の研究協力に関する覚書を締結し(平成 29 年 5 月)、燃料・材料、安全評価、炉心解析に関する研究実施取決めの締結準備を整えた。また、英国とも高温ガス炉技術に関する研究協力覚書を締結し、新たな二国間協力を開始した。これに加え、既存の米国等との二国間協力、IAEA、第 4 世代原子力システム国際フォーラム

(GIF)における多国間協力を継続して実施し、日本の高温ガス炉技術の国際展開と国際標準化を目指して研究開発を着実に進めた。

(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、安定したビーム供給を第一に考え、150kW から 400kW まで段階的にビームパワーを増強し、利用者へ 8 サイクル(平成 28 年度:7 サイクル)の安定した中性子線の供給を行った。このビームパワー400kW により発生させられるパルス中性子の強度は SNS(Spallation Neutron Source:オークリッジ国立研究所にある核破砕中性子源)とほぼ同等の世界最大強度である。この世界最高水準の性能での運転を維持すべく、常にビーム運転中の各機器の状態を把握し、週に一度設定されたメンテナンス日に適切に各機器の調整や必要に応じて交換を行なうことにより、92%の高い稼働率を達成した(達成目標 90%)。

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して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、高エネルギー加速器研究機構(KEK)設置者 BL にまたがる複数の中性子実験装置を含む最大 3 年間の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 29 年度は、「長期課題」として海外 9 件を含む 24 件の課題応募が有り、国内の大学等からの課題 8 件(電池材料、鉄筋コンクリート材等)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、中性子科学、ミュオン科学等に関する講義と実習を開始した。平成 29 年度は、アジア・オセアニア地域中性子散乱協会主催の第 6 回中性子スクールと第 2 回「中性子・ミュオンスクール」の合同で、平成 29 年 11 月 16 日から 11 月 20 日の 5 日間開催し、13 カ国から 49 名の参加(日本から 9 名、韓国から 10 名、インド、オーストラリア、タイの各国から 5 名、中国とインドネシアから各 4 名、マレーシア 2 名、ネパール、ニュージーランド、ロシア、台湾、ベトナムから各 1 名)があり、平成 28 年度の参加者数 29 名を大幅に上回った。参加者は、中性子科学 9 講義、ミュオン科学 4 講義を受講した後、MLF の 10 台中性子装置と 1 台のミュオン装置に分かれて実地実験を行なった。このスクール等を通じて、J-PARC のアジア・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するとともに、人材育成の国際化を進めた。

中性子科学研究の世界的拠点として、中性子利用環境に定評のある豪州 Australian Nuclear Science and Technology Organisation(ANSTO)との協力により、利用者とともに成果を最大化するための重水素化実験施設の環境の整備を行うとともに、「重水素化によるソフトマター構造機能研究の展開」と題した J-PARC 国際ワークショップを開催した(平成 29 年 10 月 19 日、20 日)。さらに、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ことを目的とした研究交流の促進等を行なった(平成 30 年 1 月 18 日、19 日)。

利用実験課題数の内約 21%は産業界での利用によるもので、これにより産業振興に寄与した(平成 28 年度は 25%)。

利用実験課題数は 414 課題を達成した(達成目標 263 課題)。

査読付論文数は、19 報であった(平成 28 年度 9 報)。特許に関しては、平成 29 年度の出願は無かった(平成 28 年度 0 件)。

平成 25 年に発生したハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故の教訓を風化させることなく、安全な J-PARC を築く決意を新たにするため、毎年、事故発生日(5 月 23 日)前後に、安全文化醸成研修会を開催している。平成 29 年度からは、新たに「安全の日」を制定し、J-PARC として安全に取り組むことを最優先とする日と定めた(平成 29 年度は 5 月 25 日)。この日は、午前安全情報交換会を行い、午後安全文化醸成研修会を開催した。安全情報交換会では、昨年度の良好事例、ヒヤリハット、トラブル事例の紹介や J-PARC で開催している教育訓練の紹介、安全に関するサイエンストーク「放射線計測からわかった『J-PARC ハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故』で起こったこと」を放射線安全セクションより発表した。また、安全文化醸成研修会では「ディズニールゾートで大切にされている SAFETY」の講演が石坂秀己氏(接客向上委員会&Peace 代表)により行われ、記録映像「J-PARC 放射性物質漏えい事故 再編集版」の上映も行った。

J-PARC センターでは、国内外の加速器に関係する方々と連携して、加速器施設全体の安全性向上を目指すことが重要であると考え、ハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故以降、加速器施設安全シンポジウムを毎年開催している。平成 30 年 1 月 25、26 日に開催した第 5 回加速器施設安全シンポジウムへの参加者は 124 名であった(平成 28 年度の参加者は 131 名)。今回は、外国の加速器施設で安全管理に携わる、Mr. Christoph Balle (Head of Safety Training, European Organization for Nuclear Research (CERN), Switzerland)、Mr. Albert Manzlak (Certified Safety Professional, Thomas Jefferson National Accelerator Facility, USA)の 2 名の方を招待し、本シンポジウムとその後のサテライトワークショップ「Satellite Workshop on Safety at Accelerator Facilities」でも講演して頂き、世界有数の加速器施設における安全管理について学んだ。

安全に関しては、ハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故(平成 25 年 5 月 23 日)後に再構築した J-PARC の安全管理体制についての監査を、外部評価委員を招いて平成 29 年 12 月 4 日に実施した。監査項目は、1)安全活動・安全管理体制の有効性、2)異常時・非常時における体制の有効性、3)安全文化醸成活動の有効性で、以下の意見を頂いた。「安全性向上の取組や各施設における安全管理・活動については有効に機能し、異常時・緊急時の運用も工夫されており、安全文化醸成活動自体も幅広く進められていたことを確認した。J-PARC のさらなる大強度化、J-PARC に関わる職員・利用者・請負業者等の質の変化、各種体制構築に関する社会的な要請の変化などを踏まえた上で、今後も各種活動の実効性と効率を考え合わせ、さまざまな工夫を加えて形骸化を防ぎながら続けることが望まれる。」といった意見が付された。

安全な施設運営及び高い稼働率の安定した運転を達成することによって、共用の利用により 123 報の査読付論文が発表され、8 件のプレス発表が行われた。その中で、「高効率な熱電変換を可能にする新しいタイプの大振幅原子振動 - 新規熱電材料の新しい設計指針を提案 - 」(Advanced Materials 誌掲載。),「生体適合性高分子材料の水和状態と分子構造因子の相関を解明 - 医療用高分子材料の革新的性能向上への応用に期待 - 」(Langmuir 誌掲載。Editors' Choice),「高分子のらせん構造を自在にあやつる - 溶媒が支配する右巻き/左巻き構

造形成の仕組みを解明 - 」(Journal of the American Chemical Society 誌掲載等の顕著な研究成果が創出された。

(iv) 原子力人材の育成と供用施設の利用促進

震災後停止している試験研究炉等の施設の速やかな運転再開に向けた業務実績は下記のとおりである。

JRR-3 は、原子力規制委員会による審査会合(6回)及びヒアリング(27回)に対応し、第3回補正申請(平成29年10月27日)及び第4回補正申請(平成30年2月22日)を提出した。これらにより来年度の許可取得の見通しを得た。4施設(JRR-3、HTTR、NSRR、STACY、廃棄物処理場)について試験研究炉等の新規規制基準対応の想定スケジュールを見直し、平成30年1月24日に機構ホームページにて公開した。

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人材の育成、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それぞれ行った。

a) 研究開発人材の確保と育成

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、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科研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3回実施した。参加者は夏期休暇実習生62名(平成27年度63名、平成28年度78名)であった。また、大洗地区の施設見学会を実施した。参加者は夏期休暇実習生の13名(平成28年度22名)であった。実習生へのアンケート調査を実施した結果、好意的な回答を得るなど、今後の人材育成や人材確保に寄与するものと考え、今後も継続することとした。

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92名(平成27年度約30名、平成28年度88名)であった。受講者へのアンケート調査を実施した結果、講義の有効性について、約9割の学生から好評な結果を得た。

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開設した。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。受講総数は、延べ31名(内訳 金沢大9名、福井大15名、茨城大7名)であり、単位認定者数は11名(内訳 茨城大5名、福井大6名)である。講師拠点である茨城大のみ講義ごとのアンケートを実施した結果、各講義とも、茨城大の出席した学生から、興味深い内容との回答を得るなど、好評な結果であった。以上のように幅広い人材を確保する取組を実践し、強化に努めた。

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、平成27年度に、

育成テーマとして、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 Gr を設置し、被育成者の受け入れを開始した。平成 27 年度から引き続き、平成 29 年度もその活動を継続した。移管統合に伴い発足した量子科学技術研究開発機構との連携については、連携協力職員及び共同研究の手続を通じて平成 27 年度から引き続き平成 29 年度も保持しつつ、さらに、大学との共同研究を継続し、人材育成特別 Gr の研究環境の活性化に努めた。

平成 29 年度においては、夏期休暇実習生 32 名、特別研究生 7 名、博士研究員 5 名(平成 28 年度:夏期休暇実習生 25 名、特別研究生 7 名、博士研究員 5 名)を人材育成特別 Gr に被育成者として受け入れた。

人材育成特別 Gr において、連携先の量子科学技術研究開発機構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。

特別研究生終了者からは、「大学での研究のみでは得られなかった様々な知見・技能を得られた。」、「特別研究生として一年間過ごすことで、責任をもって研究活動を推進し、研究成果発表により自分自身のスキルアップにつながった。」等、機構での研究活動が有意義であったとの意見を得ることができ、原子力開発の面白さの体感及び研究者能力の向上に有効であった。

人材育成特別 Gr に受け入れた特別研究員及び博士研究員の進路は、特別研究生では、機構 2 名、民間 3 名、海外研究機関 1 名等となっており、また、博士研究員では、機構 1 名、大学 1 名、海外研究機関 1 名、次年度博士研究員継続 5 名となっている。以上のように、人材育成特別 Gr での被育成者の受け入れは、即戦力の提供という観点から、着実に寄与した。

b) 原子力人材の育成

国内研修では、計画した 21 講座全てを実施し、377 名の参加者を得た(平成 28 年度実績 423 名)。研修受講者にアンケート調査を行った結果、研修の有効性等に関する評価は平均で 92 点以上であり(達成目標 80 点以上)、研修が有効であるとの評価を得た。

随時研修として、原子力規制庁から実験研修(7 名参加)、福島県庁からの原子力専門研修(理論)(延べ 11 名参加)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する客員教員派遣(51 名、(平成 28 年度は 51 名))、及び大学等からの学生受け入れ(372 名、(平成 28 年度は 389 名))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 80 名を受け入れ、58 名の講師を先方に派遣し、アジア諸国の人材育成に貢献した。講師育成研修参加者に研修の有効性等に関するアンケート調査を行い、平均 97 点以上との評価を得た(達成目標 80 点以上)。原子力人材育成ネットワークでは、IAEA マネジメントスクールの開催(参加者 35 名)、国内人材の国際化研修の実施(参加者 16 名)、学生向け施設見学会の開催(参加者 30 名)等を実施し、国内外の人材育成に貢献した。

海外ポスドクを含む学生等の受入数は 381 名(平成 28 年度は 401 名)、研修等受講者数は

1,110名(平成28年度は1,217名)であった。

c) 供用施設の利用促進

機構が保有する供用施設のうち震災の影響等により停止中の JRR-3 及び「常陽」を除いた 6 施設(燃料試験施設、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)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(達成目標:6 施設)。

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 56 件(平成 28 年度 17 件)であった。

利用課題の定期公募は、平成 29 年 5 月及び 11 月の 2 回実施した。成果公開課題の審査に当たっては、透明性及び公平性を確保するため、産業界等外部の専門家を含む施設利用協議会及び専門部会を 10 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 69 件(達成目標:50 件)、利用人数は 845 人日(達成目標:650 人日)、供用施設利用者への安全・保安教育実施件数は 35 件(達成目標:7 件)であった。

採択課題数は 58 件(達成目標 40 課題)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、93%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。その結果、施設供用による発表論文数は 41 報(平成 28 年度は 40 報)であり、特許出願は無かった(平成 28 年度は 1 件)。

産業界等の利用拡大を図るため、研究開発部門・研究開発拠点の研究者・技術者等の協力を得て、機構内外のシンポジウム、学会、展示会、各種イベント等の機会に、供用施設の特徴、利用分野及び利用成果を分かりやすく説明するアウトリーチ活動(延べ 384 回、平成 28 年度 365 回)を実施した。施設利用収入は平成 28 年度実績(14,216 千円)から 72%増加し 24,413 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(利用課題の目的、実施方法及び結果・考察を簡潔にまとめたレポート)に加えて、利用者による論文等の公表状況(書誌情報)の機構ホームページによる公開を引き続き実施した。

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、35,026 百万円(うち、業務費 29,969 百万円、受託費 5,288 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(27,445 百万円)、政府受託研究収入(5,245 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

a) 廃止措置に関する基本的な計画策定

「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針を受け、文部科学大臣からの指示に従い、廃止措置計画の策定に向けた取組を所員と共有し意識の統一を図りながら、「もんじゅ」の廃止措置に関する基本的な計画(以下「基本的な計画」という。)の検討を進めた。基本的な計画については、新たな廃止措置実証部門を創設し、当該部門の長に人員及び予算等の権限を集中すること、概ね 30 年で完了することを目指し、当面の燃料取出しは基本的な計画の策定から約 5 年半での燃料

体取出し作業の終了を目指すこと等、安全かつ着実な廃止措置を実施するための基本計画を定め、平成 29 年 6 月 13 日に文部科学大臣へ提出した。

b) 廃止措置計画認可

廃止措置実証部門の組織体制の検討や、廃止措置計画申請に向けた国や地元との調整などを担う敦賀廃止措置体制準備室を敦賀事業本部に設置(平成 29 年 7 月 21 日)し、当初計画どおりに平成 29 年 8 月末の廃止措置計画認可申請、平成 30 年 3 月末までに認可を得ることを目標とし、必要な検討や計画立案を進めた。

廃止措置計画申請書作成においては、先行している軽水炉や「ふげん」、海外高速炉の廃止措置計画を参考に、30 年の廃止措置計画や燃料取出し目標工程を定めた。この目標工程を安全かつ確実に達成するため、「もんじゅ」の設計情報や過去の燃料取扱経験に加え、「常陽」や海外のナトリウム冷却炉における燃料取扱経験から、工程に影響を及ぼす技術的課題に対する対策を検討し、計画に反映した。また、廃止措置段階への移行に必要なすべての作業項目と実施期限を整理した『「もんじゅ」の廃止措置準備に関する業務計画書』を策定し、マイルストーンを明確にした。さらに、廃止措置基本計画に関する所長と所員との意見交換会や廃止措置準備に向けた業務の説明会を通じて情報共有と意識共有に努め、所員のモチベーションアップを図った。

効率的かつ効果的な業務運営に努め計画立案を進め、約 5 年半で燃料取出しが完了する最適工程案を策定し、廃止措置の全体工程(30 年間)、廃止措置の主な工事内容と安全対策、核燃料物質の管理及び譲渡し等を定めた廃止措置計画申請書案を当初計画した 8 月末までに作成した。

廃止措置計画認可申請については、自治体との「高速増殖原型炉もんじゅの廃止措置等に関する協定書」締結及び「高速増殖原型炉もんじゅ周辺環境の安全確保等に関する協定書」改定が遅れたことから、当初計画から約 3 か月遅れの平成 29 年 12 月 6 日に認可申請を行った。その後、積極的に原子力規制庁との面談や「もんじゅ廃止措置安全監視チーム」会合(11 回)に取り組み、その結果を反映して平成 30 年 2 月 23 日に補正(3 月 19 日に再度補正)を行い、平成 30 年 3 月 28 日に廃止措置計画の認可を取得した。

c) 保安規定変更認可

廃止措置に伴う保安規定変更については、「高速増殖原型炉もんじゅ廃止措置段階における保安規定の認可の審査に関する考え方」に基づき、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」の設置と「もんじゅ」現場体制の見直し、原子炉の運転に関する規定の変更、廃止措置に伴う原子炉の運転停止に関する恒久的な措置、廃止措置の工事管理及び工程管理、火災発生時及び電源機能喪失時等の体制整備の追加等を行った。保安規定変更については平成 30 年 2 月 9 日に認可申請を行い、その後の原子力規制庁との面談等の結果を反映して平成 30 年 3 月 9 日に補正(3 月 19 日に再度補正)を行い、平成 30 年 3 月 28 日に保安規定変更の認可を取得した。

以上のとおり、国内初の原子炉に燃料体がある状態からの廃止措置に向け、高速炉に特有な安全確保に必要な施設を特定し、高速炉に対する技術基準への適合維持義務、新規制基準を考慮した安全評価及び大規模損壊等へ適切に対応するとともに、申請書案作成や国の審査対応を当初計画より短期間で実施し、目標を達成した。廃止措置の実施に向けて、具体的には以下の事項を実施した。

○燃料取出計画の策定

基本的な計画の策定から約 5 年半での炉内燃料の取出し終了に向けて、工程に影響を及ぼす技術的課題を摘出及び整理するとともに、課題解決策をもとに工程案を複数検討し、予算・工程・規制等の観点から実現する見通しのある「燃料取出し計画」の最適案を選定した。

取出した燃料体の代わりに装荷する模擬体(燃料体の形と重量を模擬したもの)の調達については、過去に調達した実燃料用の部材を活用してプルトニウム燃料技術開発センターで製作するとともに、メーカーで並行して製作することで工期短縮と費用軽減を図り、燃料取出し工程に影響を与えない合理的な計画とした。

取出した燃料体は缶詰缶に封入して燃料池に貯蔵する設計であったが、「常陽」の使用済燃料に対する試験結果及び缶詰缶を使用しない貯蔵に対する影響評価結果を踏まえ、原則として缶詰缶は使用しないこととした。これにより、廃棄物低減、新たな缶詰缶製造のための費用削減、燃料取出し工程の裕度拡大に貢献した。

現在の「もんじゅ」は崩壊熱が放散熱よりも低く、除熱機能が不要であることを踏まえ、ナトリウム漏えい・燃焼リスク低減及び燃料取出し工程の遅延リスクの低減のため、平成 30 年度に 2 次系ナトリウムの全てを抜取る計画とし、設計検討を実施した。2 次系ナトリウムの抜取りにより、維持費低減に大きく貢献した。

過去の燃料取扱い経験及びトラブル事例の分析結果を踏まえて、燃料交換及び使用済燃料の処理(付着しているナトリウムの除去等)工程や処理体数制限の見直しを行い、全炉心燃料を取出す最適な工程を策定した。

○燃料取扱設備点検等の燃料取出しへ向けた準備

平成 30 年 7 月から計画している炉外燃料貯蔵槽から燃料体を取り出して燃料池に移送する作業に必要な設備の点検を実施し、平成 30 年 3 月末までに予定していた項目を完了した。設備点検に当たっては、3H 作業に係る作業要領書の多角的レビュー、リスクアセスメントや安全措施(系統隔離)のダブルチェック等を着実かつ継続的に実施し、無事故・無災害を達成した。

安全かつ確実な燃料取出作業に向けて、運転と保守を一体化した燃料取扱体制の構築を進めた。「操作チーム」は、燃料取扱設備の保守経験者に加え、プラント全般の操作技量を有する発電課員から選抜し、実機による操作訓練等を通じて技術力向上を図った。「設備チーム」は、燃料取扱設備の知識を有する保守担当者及び設計メーカーで構成することとし、要員の調整を進めた。

炉心からの燃料取出しに向けて、回転プラグを旋回できる状態(炉心から燃料体を取り出すことができる状態)とするとともに、運転停止の恒久的な措置を実施し、廃止措置を進める上で必須で

ある一つの作業を完了した。

燃料取出しに必要な模擬体の製作に着手した。また、模擬体の部分装荷(一部を取り出した燃料と置き換えない)の検討を進め、耐震評価結果より、燃料取出しに支障がない等の評価結果を得た。この部分装荷により燃料取出し作業が減るため、工程裕度の拡大、コスト低減、さらに新たな廃棄物発生の低減が期待できる。

平成 30 年度に実施予定の原子炉からの燃料体取出し時に使用する原子炉容器上部にある回転プラグ点検(エラストマシール交換)に向けた準備を進めるとともに、約 20 年ぶりの原子炉上部での大型機器の分解であることを踏まえ、設備の教育やエラストマシール交換作業のモックアップ訓練等により作業習熟を図った。

○国内外の英知を結集できる廃止措置体制の整備

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。この組織変更について保安規定へ反映し、本部組織と現場組織との間に業務ラインを構築し、実証本部は「もんじゅ」のカウンターパートとの間で、本部方針が現場の計画・作業に適切に反映されていることの確認、必要な改善を実施するなど一体的な運営が期待できる体制を整備した(平成 30 年 4 月 1 日発足)。

廃止措置に係る英仏海外炉(スーパーフェニックス(SPX)、フェニックス、PFR 等)の情報調査を行い、燃料取出しやナトリウム機器解体、ナトリウム処理・処分に係る貴重な情報を取得した。これらの調査を通じて得られた情報は廃止措置計画に反映した。

CEA との間で「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」に合意した。今後は、「もんじゅ」-「フェニックス」間での駐在員の派遣・交換や仏国の技術者の招へいを通じて、フェニックスの廃止措置で培ってきた知見を「もんじゅ」廃止措置へ有効活用するとともに、人材育成に資する。

SPX から技術者を招へいし、「SPX-もんじゅ廃止措置協力会議」を開催した(平成 30 年 3 月 26~30 日)。SPX における燃料取出し作業経験及び「もんじゅ」燃料取り出し計画について議論するとともに、今後の協力についても協議した。

今後も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、安全かつ低コストでの廃止措置完了が期待できる。

○廃止措置に係る安全性評価

我が国では初となるナトリウム冷却高速炉の廃止措置に関し、自然事象に対する重要な設備の頑健性評価、大規模損壊が発生した場合における対応体制の検討などを含む新規制基準を考慮した安全評価が求められた。現状のプラント状態と現有施設の性能を最大限に考慮し、限られた対策を施すことで「もんじゅ」の安全性を確保できることを示す等、顕著な成果をあげた。

○廃止措置段階における保全計画の策定

高速炉では燃料取出しが廃止措置に含まれることから、「もんじゅ」において性能維持が必要となる施設は軽水炉と異なることを考慮して、保全対象範囲及び保全重要度の策定を行い、保全対象範囲を明確化した。また、安全機能の重要度分類がクラス3以下の機器の保全内容根拠書を整備し、平成 30 年度の廃止措置段階の保全計画施行(定期事業者検査)に向けて着実に進めた。

○「もんじゅ」施設の維持管理

原子炉施設の安全確保を最優先とし、燃料取扱設備の復旧点検と並行して、保全計画に基づく点検や設備更新(使用前検査)、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、平成 29 年度に実施すべき点検等を完了した。現場作業の危険・有害度に応じたリスクアセスメント等を通じて「安全」に対する感受性を高めるとともに、ヒューマンエラー等に対しては必要な対策を講じるなど現場の安全を確保し、人的災害や法令報告対象の事故・トラブルの発生はなく、適切に設備を維持管理した。設備点検においては、ディーゼル発電機の不具合(冷却器伝熱管の熱交換率低下)等による設備点検工程への影響や制御棒と制御棒駆動機構を機械的に切り離す作業に伴うナトリウム冷却系の全ループ充填等に対して、工程及び作業を確実に調整し、燃料取出し工程への影響緩和を適切に実施した。

○情報発信

出前・対話型説明会の「さいくるミーティング」において、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、廃止措置の実施体制等について、地域の方々、約 400 人に対して説明した。また、「もんじゅ」立地地域の方々に「もんじゅ」廃止措置に係る取組等について理解をより深めていただく目的で、「もんじゅフォーラム(文部科学省主催)」として説明会を開催し、「もんじゅ」廃止措置に係る経緯や今後のスケジュール、安全対策の取組等について説明した(2/28 敦賀、3/4 福井、3/6 美浜、延べ 300 人強が参加)。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。

(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

a) 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、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、機構のナトリウム試験装置を用いた崩壊熱除去に係るプラント過渡熱流動ナトリウム試験(PLANDTL-2)の共同実施に向けて共同実施協定書の合意に至り、資金協力も得ながら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 や経済協力開発機構/原子力機関(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。

「もんじゅ」成果のとりまとめとして、設計等に関する枢要な技術評価項目に対する補足説明資料、運転・保守に関する技術情報の収集、補足説明資料の整備を実施した。設計・試運転、運転及び保守に係る技術成果を次期炉設計者が活用しやすい技術項目の観点から体系的データベースとして取りまとめる等の優れた成果を得た。

「常陽」については、第 15 回定期検査を継続した。また、平成 29 年 4 月 25 日の審査保留の原子力規制委員会の判断及び 5 月 22 日の原子力規制庁資料の提示を受け、早期に補正申請ができるよう、補正申請・運転再開計画案をとりまとめ、着実に運転再開に向けた取組を進めている。

「常陽」を用いた照射試験の計画については、仏国との協議の下、100MW 熱出力での ASTRID 協力に関する「常陽」照射試験計画を立案した。

平成 29 年 3 月 15 日に原子力規制委員会より、プルトニウム燃料第三開発室の使用施設としての安全上重要な施設の特定に係る再評価結果を提出するよう指示を受け、4 月 14 日に報告書を原子力規制委員会に提出(10 月 5 日一部修正)し、安全上重要な施設に該当する施設が無い旨の評価結果について 10 月 11 日の原子力規制委員会の場です承を得た。また、報告書に基づく安全性向上対策を行うための使用変更許可申請を行い、12 月 28 日に許可を取得した。

ASTRID 協力では、実施機関間の取決めに基づき、CEA と合意した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、9 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国側に提示した。また、我が国の技術を ASTRID に採用すること、及び共同開発範囲を拡大することを目標として、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した。その結果、上位レベルでの設計要求の共通化に大筋合意し、仕様統一の可能性のある範囲を明らかにする等の成果を得た。今後、これらの成果を基に機器仕様を共通化する検討を進められる段階に至った。

設計協力に関しては、協力当初の「共通技術に関する設計の分担」から、機器・系統性能の共同評価を踏まえた仕様・技術の共通化から協力範囲の拡大と、ASTRID 協力の深化・拡大へとつながっている。これらの設計協力を通じてメーカーを含む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、ASTRID 協力の日本での価値と仏国での日本の協力の重要性を大きく高めた。これらにより、日仏共通技術の開発を目指した当初の ASTRID 協力の目標に対し、着実に成果を挙げた。

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 26 項目について日仏で分担して R&D を継続実施し、実施/中止の判断ポイントを設けているタスクに関しては判断に向けた準備を進め、計画どおりの成果を得た。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、共同試験の計画検討、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。特に、「常陽」を用いた燃料照射試験計画では日仏双方が実施の重要性を認め、照射試験機器の製作検討など次の段階に協力を継続する判断になったこと、AtheNa 施設を用いた大型のナトリウム試験計画の検討では、仏国側から多くの試験要望が出され実施の具体化検討を進めている。仏国側の我が国での R&D 協力に対する期待は高く、今後

更に進展させることが見込める。

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ナトリウム試験装置 (AtheNa-RV) について概念検討を進め、要求項目を整理した。崩壊熱除去時の炉心部での熱流動現象に着目するプラント過渡熱流動ナトリウム試験 (PLANDTL-2) では、熱流動解析手法整備及び崩壊熱除去特性把握に係る試験を年度計画どおり着実に実施した。水流動試験装置 (PHEASANT) については、解析手法整備及び浸漬型 DHX 稼働時の速度場計測を年度計画に従い着実に実施し、低温流体の炉内流動挙動を明らかにした。

特に PLANDTL を用いた試験については CEA から高い関心が寄せられ費用分担を含む共同実施協定書に合意し、締結に向けた手続きを開始した。費用分担を含む国際協働による試験の進展は、国の高速炉開発方針に沿うもので研究開発の効率化はもとより、崩壊熱除去評価技術の国際標準化、ナトリウム試験技術高度化及び人材育成に貢献する顕著な成果である。

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。黒鉛減速パルス出力炉 (IGR) を用いた炉内試験に向けて事前の炉外試験を実施し、制御棒案内管を通じた熔融燃料の流出・移行に関わる基礎的な知見を取得し、炉内試験の実施準備を完了した。特に、入口プレナム部への燃料再配置と冷却挙動に関しては、炉外試験を実施してデータを取得するとともに、炉内試験体の寸法仕様を定め、模擬試験体への投入エネルギーをあらかじめ定めるための照射試験を実施した。これまでの EAGLE 試験データに基づいた検証を進め、安全性評価手法の信頼性を向上させた。

熔融燃料の流出・移行後の挙動に関しては、MELT 試験施設にて、これまで困難だった加熱・熔融したスティールを 1,700°C 以上で保持し所定のタイミングでナトリウム中へ注入する試験に成功し、熔融スティールがナトリウム中で急速に微粒化する現象の高速度撮影データを世界で初めて取得した。事故後の冷却性確保に極めて有効な熔融炉心物質の急速な微粒化現象が実験事実として確認されたことにより、炉心損傷事故時の炉心物質の炉容器内保持 (IVR) 特性の解明に大きな前進がもたらされた。

Na 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は、Na ミストが着火源となることを試験により明らかにした。その後続く水素・酸素の可燃性混合気の着火及び水素火炎の形成までの一連の現象推移について試験データを取得する等、所期の目的を達成した。

Na 工学研究施設等を活用した遠隔保守技術開発として、超音波によりナトリウム中のルースパーツの概略位置を推定できることを確認した。試作した回収機構部により、模擬ルースパーツを回収可能であることを確認した。これにより、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した。それらの試験結果に基づき同鋼のクリープ破断式の改訂を日本機械学会の委員会に提示した。この成果は 60 年の長寿命プラントの構造設計の信頼性を向上させるものである。また、シビアアクシデント時の熔融燃料の保持と冷却の評価に必要な 316FR 鋼の超高温時間クリープ試験データを拡充した。

薄肉容器に対する座屈試験を実施し、せん断座屈と軸圧縮座屈の相互作用が顕著となる負荷

条件における座屈評価法の適用性見通しを得る等、着実に業務を進めた。座屈評価法等の高度化に取組、構造物試験による検証を経て、高温構造設計基準案に反映した。これらは、学協会での審議を経て規格化される見通しである。

革新技术を支える基盤技術として、機構論に基づく高速炉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技術調査を行ってプラットフォームプロトタイプを試作を進め、設計と要素モジュール整備を実施した。また、国際協力(日米 CNWG、ASTRID、日米仏 MOU 協力)を積極的に活用し、各種解析モジュールの妥当性確認解析(V&V)を進め、成果の外部発信(国際会議共同発表(FR17)、共同報告書)を行うとともに、プラント過渡・Na 燃焼(日米 CNWG 協力)、Na-水反応(ASTRID 協力)及び温度成層化(日米仏 MOU 協力)に関する試験データの拡充並びにベンチマーク解析を通じた知見・ノウハウの導入を行うなど、研究開発成果の最大化につながる優れた成果を得た。これにより、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開発とより広範な検証の実施が可能となった。さらに、高速炉の安全性強化に係る基盤技術整備として、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コードの系統的な検証及びV&Vを実施するとともに、実施手順の具体化検討を進めた。

研究開発成果等の情報発信として、公開情報誌 AFRC News 第5号「最近の研究開発のトピックス」を12月に発刊。また、日本における高速炉開発の必要性への理解促進及び新人等の人材確保の観点から、公開ホームページの全面的な更新を行った(平成29年4月)。

情報発信として、IAEA 主催による高速炉システムに関する国際会議(FR17)がロシアのエカテリンブルクで開かれた(平成29年6月26日～29日)。各国の開発が進展している中で、機構からは18件を発表し、研究開発の進捗をアピールした。また、本会議において国際諮問委員会の議長を担うとともに、閉会に際して Technical Session Summary を報告した。

国際協力において、上述のように2国間協力及び多国間協力の枠組みを活用するとともに、各国及び各国際機関の高速炉の研究開発状況や政策動向等について継続的に調査を行った。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、GIF の政策グループ副議長、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。

b) 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

将来の我が国の高速炉実用化開発に適切に反映するため、高速炉サイクルの導入シナリオと研究開発戦略などを検討するとともに、今後の開発の進め方について関係機関とその方向性を共有した。また、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。「戦略ロードマップ」の策定の検討の主体として、平成29年3月に立ち上がった「戦略ワーキンググループ」では有識者から意見を収集するだけでなく、機構からの発表も実施し、約1年間、継続的かつ積極的に貢献した。

GIF、IAEA等の国際会議を活用し各国の高速炉開発状況等を調査するとともにプレナリー講演などで日本の開発方針の浸透を図った。OECD/NEAの国際協力プロジェクトである NI2050

に共同議長等として参画し、NI2050 の今後として、主要な国際会議におけるパネルなどを活用した研究プログラムのアピールを提案した。日本の試験施設利用を含む研究提案として採用されている自然循環除熱とその試験研究の重要性が再確認された。国際協力戦略として、基盤的な技術開発は 2 国間協力及び日米仏 3 か国協力等の多国間協力を活用し、日本の成果だけでなく協力国の成果を得て効率的な開発を図った。

大学、研究機関との連携では、16 件の共同研究を平成 29 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 (IAEA 主催による高速炉システムに関する国際会議 (FR17) 等) 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 196 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 (82 件)、上記のように大きな成果を得た。

c) 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。それらをベースとして、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 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国、仏国、露国の規制関係者、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レビューが総括された。印度/中国/露国/韓国等も本アプローチ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を得るなど、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 (FR17:2017 年ロシア開催) 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 2 コマだけ用意されたパネル討論に採用された。SDC を国際標準とする上で重要な機会を自ら得た。

また、原子炉施設を構成する主要設備である炉心、冷却系及び格納系を対象に、系統別ガイドライン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。GIF の SDC タスクフォースにこれを諮り、ガイドラインとしての文書化を進めるなど議論をリードした。その結果として、今年度までに各国の提案を入れたドラフトを完成させた。

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性向上にも波及効果がある。なお、本件では、JSFR (ナトリウム冷却高速炉) 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し、国内有識者及び各国の協力を得て進めることができ、成果の

最大化につなげている。

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、日本機械学会 (JSME) における規格体系の整備に計画的に貢献した。同時に、国際標準化のために、成果のエッセンスを米国機械学会 (ASME) の規格へ反映した。これらに関して以下の結果を得た。

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すべての議論が終了し 2017 年版としての発刊承認が得られた (発刊は 2018 年春頃の見込み)。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、JSME 発電用設備規格委員会で軽水炉等へ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。

さらに、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 (平成 29 年 5 月)。本事例規格は、上記の信頼性評価を活用しナトリウム冷却炉に適合した供用期間中検査を可能にする点にポイントがある。本事例規格は、ASME 規格で事実上唯一の液体金属炉に関する維持規格となり、目視確認に代わる健全性評価手法を確立する等、その方法論の一般性から、ASME の新型炉の維持規格を所掌するワーキンググループにおいて今後他炉型へ展開を図る意向が示され、国際的な評価を得た。JSME での活動と合わせ、我が国の高速炉の保全の考え方に反映が期待できる顕著な成果である。

本成果は、「世界標準となる高速炉用維持規格を開発～運転中の高速炉の性能維持や検査が合理的に～」と題して平成 30 年 1 月にプレスリリースを行い、電気新聞、科学新聞及び福井新聞に記事掲載された。

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・安定化处理を確実に進める。

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、54,532 百万円（うち、業務費 52,765 百万円、受託費 1,723 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(43,062 百万円)、廃棄物処理処分負担金収益(5,941 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

a) 再処理技術開発

○ガラス固化技術の高度化に係る研究開発

ガラス溶融炉の長期安定運転を達成するためには、溶融炉底部への白金族元素堆積によるガラス流下性低下への対策が必要であり、機構においては、白金族元素対策として、溶融炉の炉底形状を四角錐から円錐へ変更した新型溶融炉(3号溶融炉)の設計を進めているところである。また、日本原燃株式会社においては、同様の目的で、炉底部の形状を四角錐から円錐へ変更する等の改良を加えた新型溶融炉の開発を行っており、実機への導入に向けた検討を行っている。

白金族元素の挙動解明に係る取組として、溶融炉の炉底形状(四角錐、円錐)やレンガ片落下時の流下ノズル閉塞防止対策として設置しているストレーナの形状が炉内ガラスの流動や抜き出し性に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、これらを模擬した透明アクリル模型及び溶融ガラスの粘度を模擬したシリコンオイルを用いて、流下時流動の可視化試験及び同試験の条件を模擬した数値解析による定量的な評価を実施した。

可視化試験の結果、四角錐炉底では、谷部に滞留した高粘性オイルが最後に流下される様子が確認され、現行の2号炉溶融炉の作動試験の最終バッチで確認されていた流下ガラス中の白金族含有率上昇が、白金族堆積物の傾斜面を下る流動によるものであることが分かった。円錐炉底では、軸対称な炉底形状を反映して残留分布も円環状となり、ストレーナ脚部の非軸対称な配置が溶融槽の流動へ影響を与えないことを確認した。

数値解析の結果、流下中にストレーナの中央孔やスリットを上層の流体が貫通することで生じる流速場の変化が解明された。これに基づき、炉底部に堆積した白金族元素を効果的に排出可能なストレーナ形状を決定するためのパラメータを設定し、ストレーナ中央孔や外縁の角部の丸みを大きくすることで下層の高粘性オイルの抜出性が向上することを定量的に確認した。また、流路抵抗は四角錐炉底よりも円錐炉底の方が小さく、3号溶融炉では、流下速度を2号溶融炉と同程度に制御可能であり、ノズル閉塞のリスクを上げる要因となるスリット幅の拡幅が不要であると確認できた。

平成28年度までに検討した新型溶融炉(3号溶融炉)の基本構造に基づき、3号溶融炉及び周辺機器の詳細設計を実施し計画どおり終了した。

アクリル模型を用いた試験では、白金族元素の抜出性と密接に関連する炉底部(四角錐及び円錐形状)の流動挙動を明らかにした。この知見は、新型溶融炉(3号溶融炉)の製作や安定運転に向けた貴重な知見であるとともに、日本原燃株式会社の新型溶融炉の導入検討や安定運転にも資する成果であり、産業界のニーズに適合するものである。

このほか、平成28年度に日本原燃株式会社から受託した「改良型ガラス溶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の化学状態や局所構造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)に導入する新型溶融炉に必要な基盤的な技術情報を提供するなど、核燃料サイクル事業に対する技術支援に貢献した。

○使用済 MOX 燃料等の再処理に向けた基盤技術開発

ウラン・プルトニウムの共抽出技術であるコプロセッシング法の開発については、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】」(平成 21 年 7 月)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、次の事項を実施し、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(平成 30 年 3 月)。

コプロセッシング法の共除染工程に対して遠心抽出器システムを用いたウラン抽出試験を実施し、本システムが良好なウラン抽出性能を有することを確認するとともに、製品ウラン/プルトニウムに含まれる不純物の観点で重要となるテクネチウムの除染係数(DF)を大幅(東海再処理施設の実績 DF=0.7~2.5 に対し、DF=800 程度)に向上させる洗浄液の酸濃度や流量を最適化したフローシート案をシミュレーション計算を通じて作成した。

異なる構造の遠心抽出器(通常型と還流型)を用いて、コプロセッシング法の分配部で求められる広範囲の有機相/水相比(O/A 比)条件(O/A 比=1~30)の抽出性能確認試験を実施した。通常型遠心抽出器では高い O/A 比において抽出性能が低下(理論上(シミュレーション計算上)の性能が得られない。)するのに対し、還流型遠心抽出器では、コプロセッシング法の特徴である高い O/A 比条件においても各段のウラン濃度の抽出プロファイルが理論上の傾向と一致する(ほぼ 100%の抽出効率が得られる)ことを確認し、良好な抽出性能を維持できる見通しを得た。

高性能清澄システム開発(遠心清澄機の改良+フィルタ清澄装置の適用性の検討)では、昨年度の成果に基づき遠心清澄機の装置構造を具体化し、装置内部の三次元的な流動解析により、より実機に近い環境での詳細な流動データ(流速、向き、スラッジ粒子の移行等)を評価し、スラッジ捕集効率は 80%程となることを確認した。また、スラッジ種としてモリブデン酸ジルコニウムを用いたフィルタろ過試験により、フィルタ清澄装置について小粒径(平均粒径約 1 μ m)のスラッジをほぼ 100%捕集できる見通しを得た。さらに、この捕集性能はスラッジの性状と密接に関連するため、高レベル放射性物質研究施設(CPF)において常陽照射済燃料の溶解時に発生する実スラッジの表面観察や化学分析を行い、その粒子形状、粒径、化学組成を明らかにした。

将来の MOX 燃料の再処理施設の概念検討として、現状技術に基づき MA 回収建屋の追設に係る設計検討及び経済性評価を実施し、溶媒抽出法と抽出クロマトグラフィの 2 種類の MA 回収技術に対して、共に同程度の建屋規模(分離建屋の建屋容積の約 1.7 倍)の建屋追設が必要となること、及び再処理施設全体の建屋等の建設費と運転操業費(40 年)の合計が約 3 割増になることが示された。これらにより、今後の合理化に向けての開発ターゲットや MA リサイクルによる影響などについて貴重な知見を得た。

以上の成果は、MOX 燃料の再処理施設の特徴であるプルトニウム取扱量、スラッジ発生量、ガラス固化体発生量の増加に係る課題解決に必要な知見であり、我が国における使用済 MOX 燃料の再処理施設の実用化に向けて大きく貢献した。また、上記の成果については、7 件の外部発表(論文 1 報、口頭発表 6 件(国際会議 2 件を含む。))を行った。

b) MOX 燃料製造技術開発

○現行プロセスの高度化、乾式リサイクル技術の開発

粒度調整を可能とする粉碎機として選定された衝突板式ジェットミルによる試験を実施し、分級

部の形状を調整することで粉碎粉の粒径を調整できることを確認し、昨年度の粉碎試験で確認した分級部の運転条件の調整と合わせて目標粒径範囲(約 2 μ m~300 μ m)におおむね調整できる見通しを得た。これにより、現行プロセスにおける密度制御技術の高度化及び乾式リサイクル技術開発の基盤データを取得した。

○簡素化ペレット法に係る要素技術の開発

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 粉末の転動造粒粉を用いた成型試験を実施し、得られた成型体の焼結密度が目標密度を満足することを確認した。また、昨年度確認した保管期間の経過に伴う転動造粒粉の崩れの影響として、保管の長期化によって転動造粒粉が崩れて流動性が低下し、成型ダイスに粉末が十分に充填されず、連続して成型体を得ることが困難になることがわかるなど、転動造粒粉の経時変化によるペレットの成形性への影響を確認し、MOX 燃料製造のプロセス検討における有効な知見を得た。

○燃料製造設備の信頼性・保守性の向上

放射線環境下にある Pu-3 の燃料製造設備について、装置の故障データを収集し、部品ごとに故障の発生頻度を整理するとともに、将来の高次化プルトニウム等を使用した場合の高線量化に対応した設備の概念検討として、センサ等の故障頻度の高い部品を有する装置について有効な対策の検討を進めた。

上記の成果は、核燃料物質の有効かつ合理的な使用、燃料製造の生産性・経済性の向上、信頼性・保守性の高い燃料製造設備の設計につながる成果であり、高速炉用 MOX 燃料製造技術の実用化に向けて貢献した。

c) 東海再処理施設

○東海再処理施設の廃止措置計画認可申請及び審査対応

東海再処理施設の廃止措置に向け、原子力規制委員会に対し東海再処理施設の廃止措置計画の認可申請を行った(平成 29 年 6 月 30 日)。その後、同計画に対する原子力規制庁からのコメント等を踏まえて記載内容の適正化を行い、それらを反映した廃止措置計画認可申請書の補正を提出した(平成 30 年 2 月 28 日)。引き続き早期の認可取得に向け審査対応を進める。

東海再処理施設の廃止措置計画の認可申請に先立ち、国内外の廃止措置の有識者から廃止措置の経験に基づく助言・提言を得た。また、これらの助言・提言については、廃止措置計画認可申請書に反映した。

再処理施設の廃止措置技術体系の確立に向けた取組として、仏国のシェルブールで開催された経済協力開発機構原子力機関(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)」の技術諮問グループ(TAG)会合に参加(平成 29 年 10 月)し、東海再処理施設の廃止措置計画の概要等について報告するとともに、仏国の再処理施設 UP1 及び UP2-400 等の廃止措置に係る情報を収集した。

○東海再処理施設の新規制基準を踏まえた安全性向上対策

再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則(以下「再処理維持基準規則」)を踏まえた安全対策を平成 33 年度までに実施するため、前年度までに実施した概念設計等の結果を踏まえ、地震、津波、外部衝撃、内部火災・溢水等の安全対策に係る基本設計等を実施した。その結果、当初の計画どおり、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を特定するとともに、それらの箇所に対する安全対策を立案できた。

高放射性廃液を保有する施設を優先に新規制基準を踏まえた施設の安全強化を図るため、高放射性廃液貯蔵場における高レベル放射性廃液の崩壊熱の除去機能、水素掃気機能、閉じ込め機能に対し、電源喪失時の対策として動力分電盤から安全系負荷へ給電用の予備ケーブルを配備するなど電源系統の強化を図った。

○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

平成 29 年 1 月 30 日に開始した 17-1 キャンペーンにおいて、ガラス固化体を保管ピットに収納するための搬送セルクレーンクラッチ部より微かな異音を確認したことから、安全を最優先にガラス固化処理を一旦中断し、迅速な原因究明及び復旧作業を行い、最小限の停止期間でガラス固化処理を再開した。その後、平成 29 年 6 月 4 日までの処理を通してガラス固化体 46 本を製造(平成 29 年度製造分は 34 本)し、高放射性廃液の貯蔵に係るリスク低減を着実に進めた。この間、軽微な機器故障等は発生したが、法令に基づき報告を必要とする事故・トラブルは無かった。

17-1 キャンペーンにおいては、熔融炉底部への白金族元素堆積による電極損傷を未然に防止するため、主電極間抵抗値に加え、炉底低温運転状態への移行時間及び補助電極間抵抗値に基づき白金族元素の堆積状況を総合的に判断する運転管理を行った。この運転管理により、機器故障等に伴う保持運転状態(主電極間を通電した状態で炉底低温状態を維持しながら、ガラス原料(カートリッジ及び廃液)を供給停止した運転状態)の長期化と白金族元素の堆積との相関に係るノウハウを得た。これらの知見は、ガラス熔融炉の長期安定運転に関わるものであり、今後の商用再処理事業におけるガラス固化運転へのノウハウ蓄積に貢献可能な新たな知見としてタイムリーな情報提供を行った。

17-1 キャンペーン終了後、設備の状況を踏まえ、ガラス固化処理計画全体の見直しを速やかに実施した。設備の更新・整備に先行着手するなど作業順序を組み換え工程の最適化を行うことにより、当初のガラス固化処理終了時期(平成 40 年度)を変更することなくリスク低減に係る取組を終了する計画を策定するとともに、見直し後の計画に従い、高経年化対策として両腕型マニプレータ(BSM)制御部の更新及び固化セルクレーン制御部の更新(平成 30 年 2 月完了)等を実施した。

今後は、ガラス固化処理を計画どおり、進めるため、計画外停止等のリスク対策の拡充と新型熔融炉の早期導入等を進める。

○ガラス固化技術開発施設(TVF)におけるガラス固化体保管能力増強に係る設計

ガラス固化技術開発施設(TVF)のガラス固化体保管能力は 420 本であるが、早ければ平成 33 年度中に保管能力の上限に達する見通しであるため、ガラス固化体保管能力を 630 本に変更すべく、ガラス固化体保管能力増強に係る設計検討として、耐震、遮へい、冷却(崩壊熱除去)に係る安全評価を実施し、いずれも安全上問題ないことを確認した。

○低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の整備

低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)は施設のコールド試験及び設備改良や処理設備の整備を経て、平成 33 年度より運転を開始する計画であり、平成 29 年度は計画どおり以下の対応を進めた。

LWTF のコールド試験として、ろ過・吸着設備等の通水作動試験及びセル内遠隔機器の操作・保守要領の確認試験を計画どおり実施し、ポンプ等の機器の健全性を確認するとともに操作・保守要領に基づく設備のメンテナンス操作が問題なく行えることを確認した。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。

実規模セメント混練試験を継続実施し、炭酸塩模擬廃液(硝酸根分解率 90・95・100%に相当)から作製した長期材齢(半年・1 年間養生)セメント固化体の物性評価(一軸圧縮強度、結晶構造解析)を行い、長期安定性について確認した。

焼却設備の改良に向けて、材料変更を伴う更新箇所に対し、製造方法、設置スペース、既設系統・取合い影響及び工事方法の検討結果を取りまとめ、工事仕様・工事物量を確定するための詳細設計を実施した。

セメント固化設備・硝酸根分解設備の設置に向けて、硝酸根分解設備用のオフガス処理設備の系統設計、機器設計及び配置設計により槽類換気設備の仕様を具体化し、各々の機器・配管等の詳細設計を進めた。

実規模セメント混練試験に関し日本原子力学会秋の大会にて外部発表(1 件)を行った。

○高放射性固体廃棄物の遠隔取出しに関する基本設計の検討

平成 28 年度までに実施した概念検討結果を踏まえ、ハル貯蔵庫、予備貯蔵庫及び汚染機器類貯蔵庫から廃棄物を取り出すための遠隔取出し装置の基本設計を計画どおり実施し、平成 30 年度に予定している装置製作設計に対するインプットデータを整理するとともに、製作設計段階で検討すべき技術的課題として貯蔵庫内での対象物までの距離測定手法の確立などを抽出した。

高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)を覆う形で設置する取出し建家及び HASWS から取り出した廃棄物を廃棄体化処理するまでの期間に貯蔵する貯蔵施設(HWTF-1)の建設に向け、ハル貯蔵庫及び予備貯蔵庫への新規開口部設置方法の検討、上家の解体方法(解体手順及び解体廃棄物量の調査を含む)、装置据付床の構造及び施工方法の具体化、プロセス構成の検討、内装機器の配置検討などの概念設計を計画どおり実施し、平成 30 年度に実施する取出し建家基本設計において解決すべき技術的課題として、取出し建家では廃棄物取出し装置据付部の設計を実施すること、HWTF-1 では地盤条件を設定するための調査を実施することなどを抽出した。

HASWS に貯蔵しているハル缶等は、ハル貯蔵庫天井部に廃棄物姿勢調整装置や廃棄物吊

上げ・移動装置等を設置して取り出す計画であり、施設全体の強度を確認するため、廃棄物重量及びハル貯蔵庫プール水重量を踏まえて貯蔵庫躯体の強度評価を三次元有限要素法(FEM)解析により実施し、強度に問題はないことを確認した。

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前年度までに製作したモックアップ水槽の溶接及び給排水配管の製作・取付けを行うとともに、据付床及び昇降床の製作設計を計画どおり実施した。

○リサイクル機器試験施設(RETf)の利活用方策

自民党行政改革推進本部からの指摘や平成27年11月の政府行政事業レビューのコメント(リサイクル機器試験施設(RETf)の改造は時期尚早で予算計上は見送る)を踏まえ、引き続き利活用検討を実施した。

○プルトニウム溶液の貯蔵量

平成28年度に引き続き、分離精製工場のプルトニウム製品貯槽にはヒール分として残った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

○抽出クロマトグラフィ法及び溶媒抽出法による分離技術の開発

高速炉と加速器駆動システム(ADS)の両分野で共通の研究課題であるMA分離技術に関して、次世代高速炉研究開発センター燃料サイクル技術開発部と原子力基礎工学研究センターが連携して研究開発の実施状況及び成果に係る検討会を定期的に開催した。また、国際協力においても、CNWG 協力、日仏フレームワーク協定の枠組みの中で、両センターが協調して協力項目の具体化を図った。

<抽出クロマトグラフィ法による分離技術開発>

抽出クロマトグラフィ法に適用するMA吸着材の造粒試験により十分な粒子強度を保有しつつ粒子径及び細孔径を制御可能な条件を明らかにした。

MA分離フローシート(昨年度実績MA回収率90%)の更なるMA回収性能の向上を目的に、n-オクチル(フェニル)-N,N'-ジイソブチルカルバモイルメチルホスフィンオキシド(CMPO)及びジ-2-エチルヘキシルリン酸(HDEHP)含浸吸着材を用いた2段階のMA分離フローシートを改良した。1段目で軽希土元素の分離を可能にする改良後のフローシートを対象に、CPF等での吸着溶離試験を実施し、1段目で溶離液の最適化(水からDTPAに変更)して軽希土類元素の分離性能を高めることにより、MA回収率96%以上を達成可能であることの技術的な見通しを得た。

<溶媒抽出法による分離技術開発>

溶媒抽出法によるMA分離プロセス開発では、MAと希土類元素(RE)の一括回収プロセス、

及び MA と RE の相互分離プロセスの 2 段階分離から成る MA 分離プロセスについて、実廃液試験で得た試料の詳細分析を実施し、結果をとりまとめた。各プロセスでは、テトラドデシルジグリコールアミド (TDdDGA) 及びヘキサオクチルニトリロ三酢酸トリアミド (HONTA) を抽出剤として用いた。一括回収プロセスでは、アメリシウム (Am) は 98.2%、キュリウム (Cm) は 99.9% 以上の回収率で分離回収され、つづく相互分離プロセスでは、MA 溶液からランタン (La) 99.9% 以上、ネオジウム (Nd) 83.5%、ユウロピウム (Eu) 96.7% の除去率で RE を分離除去できた。各元素の抽出装置内での移行挙動は、シミュレーション解析による予測とよく一致し、今後分離条件を最適化していくことで更なる MA 回収率向上、RE 混入率低減が可能との見通しを得た。特に、MA と RE の相互分離プロセスについては、ドデカン希釈剤として使用し、他に試薬添加のない非常に実用的なプロセスによる MA/RE 相互分離を世界で初めて実証した。SELECT プロセスと名付けた本プロセスにより、実廃液からの MA 分離を実証したことから、今後のグラムスケールでの MA 回収試験に十分な見通しを得た。

抽出分離工程における放射線分解の影響を評価するため、前記 HONTA を対象とした放射線化学研究を進めた。ガンマ線照射を行い、有機溶媒中の HONTA 分子の減少と劣化生成物の増加の傾向を把握し分解メカニズムを推定した。さらに照射済の有機溶媒を用いて希土類元素の抽出試験を行った結果、線量に依存して分配比が単調に低下する性質が明らかとなり、影響は想定範囲内であることがわかった。本研究から HONTA はその分離特性及び、分解生成物が分離プロセスに与える影響は小さくかつ予測可能である知見を得たことから実用プロセスへの適用に非常に有望と判断した。

○MA 含有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 (Zr,Dy)N 模擬燃料ペレットのヤング率のデータを取得した。また、これまでに得られた熱特性やスウェリング挙動等に関するデータ及び解析モデルを窒化物燃料ふるまい解析コードへ反映することで機構論的物性モデルの試計算が可能となった。これによりペレット中心温度、被覆管応力等の燃焼度依存性の傾向について知見を得た。燃料製造後のヘリウム (He) 蓄積の影響に関して、Cm を含有した窒化物燃料ペレットを作成し、室温保管中の α 線自己照射損傷による結晶格子とペレット寸法の経時変化の相関データを取得した。

照射試験用の MA 窒化物燃料ピンの製作を目指し、セル内遠隔機器 (燃料ピン検査機器) の基本設計を実施した。

MA 含有酸化物燃料について、これまで取得した格子定数、熱膨張率、音速、酸素ポテンシャル、熱伝導率など 10 種類以上の測定した基礎物性について、グリューナイズン定数や欠陥生成エネルギーなどを評価することによって、各基礎物性間に物理的な機構論的関連性を持たせた統合モデルを作成し、任意の組成、温度等の条件での様々な基礎物性の評価を可能とした。機構論的なモデルとしたことにより、高プルトニウム含有、MA 含有、低酸素対金属 (O/M) 比などに対する実験データのほとんどない領域についても外挿性、信頼性を向上させることができた。

日米協力により、幅広い MOX 燃料の基礎特性の取得、評価を進め、MA 含有燃料の物性データベースに反映した。MOX 燃料と同じ蛍石構造を有する酸化セリウム (CeO₂) の基礎特性を共

同で評価し、MOX のデータとの比較・評価を通して MA 含有 MOX 燃料の基礎特性の体系化を進めた。また、三次元照射挙動解析コードのための挙動モデル開発として燃料組成、O/M 比、温度による蒸気圧や酸素ポテンシャル変化を用いて組織変化や再分布等の挙動を再現するメカニズムに沿ったモデルを作成し、解析機能の向上を可能とした。

○MA 含有燃料の遠隔簡素化製造設備の開発

燃料ペレット製造設備の保守性を向上させるための新しい焼結技術の開発として、模擬物質の CeO₂ を用いた焼結試験により、マイクロ波焼結技術の MOX 燃料ペレット製造への適用性を評価するための焼結性に関する基礎データを得た。これにより、マイクロ波加熱は、物質内部で発熱が起こるため、従来の外部加熱方式に比べ短時間、低温焼結が可能であることを確認し、遠隔燃料ペレット製造設備としての成立性に関する評価を進めた。

燃料製造時の被ばく対策等に課題がある燃料ピン加工・検査設備について、鉄セルの中に設置した設備概念を検討し、過年度の成果と合わせて、高速炉及び ADS 燃料に適用可能な遠隔製造設備・機器概念を具体化した。

b) 高速炉を用いた核変換技術の研究開発

○均質 MA サイクル MOX 燃料の照射挙動データの取得及び「常陽」を用いた MA 含有 MOX 燃料の照射試験

照射済燃料の X 線 CT₂ 次元画像を 3 次元解析するための技術の開発の一環として、X 線 CT データから燃料の組織変化に対応した密度変化を評価できることを確認するとともに、中心空孔等の形成の自動検出技術を開発した。

照射試験用 MA 含有 MOX 燃料のセル内製造設備の機能確認を実施するとともに、CeO₂ に希土類元素 (Dy, Ho, Nd) を微量添加したグリーンペレットの収縮率及び到達密度を調べ、焼結性に及ぼす添加元素の影響を明らかにし、多元系 MA 含有燃料の製造に向けた基礎データを得た。これにより、MA 含有 MOX 燃料の常陽照射試験に向けて遠隔燃料製造の準備を進めた。

MA 含有 MOX 燃料の「常陽」での照射試験に向けて、MA 含有による燃料物性への影響を評価するとともに、MA が蒸気圧に及ぼす影響を燃料設計コードに反映し、MA 含有の影響を考慮した照射条件、燃料仕様条件等の検討を進めた。

○長寿命炉心材料開発

ODS 鋼被覆管、PNC-FMS ラップ管の材料強度基準(案)策定に向けて、長期間を要する炉外でのクリープ破断試験を実施し、9Cr-ODS 鋼被覆管(従来法製造材)では次期高速炉で想定される使用時間(約 7.5 万時間)を超える 7.8 万時間のクリープ破断強度データを取得し、長時間側で従来材(PNC316)を大きく上回る強度を有することを実証した。また、完全プレアロイ法(改良手法)で製造した 9Cr、11Cr-ODS 鋼被覆管については、最大約 1.2 万時間までのデータを取得し、暫定的に定めた設計クリープ破断応力強さをを超える良好な強度特性を確認した。さらに、ODS 鋼被覆管及び PNC-FMS ラップ管(溶接部を含む)の炉外での熱時効試験を継続(最大 4.5 万時間超)するとともに、3 万時間後の強度データを取得した。これにより、ODS 鋼及び PNC-

FMS について、材料強度基準(案)の策定に向けた高温・長時間データの取得を着実に進めることができた。また、ODS 鋼については、被覆管として重要な優れた内圧クリープ破断強度が確認され、長寿命被覆管への適用について見通しを得た。

○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

高次プルトニウムの炉物理実験解析を実施し、過年度の「もんじゅ」や「常陽」における MA 実験解析結果と併せて検証・妥当性確認及び不確かさ評価(V&V/UQ)の方法論を用いることで高速炉の核設計精度を大幅に改善(JENDL-4.0 ベース炉定数の不確かさ約 9%に対し、約 2%まで低減)した。

プルトニウム・MA 燃焼炉心の設計研究、遠い将来の高速炉フェーズアウトを対象としたリサイクル特性評価により、プルトニウム・MA の組成をほぼ一定に保ちながら、最後の 1 基分になるまでインベントリを減少させる原理が可能であることを確認し、高速炉サイクルがプルトニウムの増殖からプルトニウム・MA 燃焼まで自己完結することを示す成果を得た。

高速炉の可能性追求として、米国 ANL や電力中央研究所と協力して金属燃料炉心の研究を進め、電力中央研究所の公募研究においては、MOX 燃料炉心に金属燃料 MA ターゲットを非均質装荷する MA 燃焼の概念を提案した。

c) 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)に関しては、鉛ビスマスモックアップループを改修し、陽子ビームによる入熱をヒータで模擬し、熱交換器で除熱する運転に成功した。これにより TEF-T の鉛ビスマスループに求められる基本機能を実証でき、実験施設の建設にむけた進捗が得られた。

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を継続した。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)の要求である出力、出力安定性、取り出し時間の 3 条件を満たすビーム取り出しが可能であることを実証し、施設の実現にむけた進捗が得られた。

国際協力の一環として、国内外の外部評価委員による核変換実験テクニカルアドバイザリー委員会(T-TAC、平成 30 年 2 月)を開催し、核変換実験施設建設に向けた研究開発の進捗状況について評価を受け、「進捗は順調である」、「英語版の TEF-T 技術設計書が必要である」、「取り纏められた TEF-P の安全設計書は重要である」等と評価された。

TEF-P の建設に向け、施設安全検討上の重要事項である耐震クラスの検討を進めた。炉心の冷却機能・停止機能の喪失を想定した場合の温度解析の結果、炉心温度は炉心構成物質の融点以下であった。また、閉じ込め機能の喪失を考慮した場合の周辺公衆の放射線被ばく線量は 5 mSv 以下であった。以上の結果から、本施設は耐震 B クラスと判断した。また、施設の設置許可申請に向けて安全上重要な施設・設備に対する安全要求事項を整理し、事故事象に対する解析等を実施して、技術設計書(JAEA-Technology 2017-033「J-PARC 核変換物理実験施設(TEF-P)安全設計書」(平成 30 年 2 月))としてとりまとめた。研究施設の設計の具体化が進み、

施設建設着手に向け計画どおり設計検討を進捗させた。

ADS 概念検討のための未臨界度測定技術開発については、京都大学臨界実験装置を用いて新たな未臨界度測定実験データを取得するとともに、取得した実験データから未臨界度を評価するための新たな手法を考案した。従来は測定位置によって測定値が異なっていたが、本手法により一意に未臨界度が測定可能であることを示した。

国際協力として、米国の実験装置 COMET を使用した日米共同の核データ検証用炉物理実験を継続し、ADS の冷却材として用いる鉛ビスマス中の鉛の中性子非弾性散乱断面積を検証するための実験データを取得した。

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 シンクロトン加速器を用いて、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に着手し、アルミニウムについての断面積データを誤差 約 3.6% (既存データの誤差は概ね 5～10%) 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鉛ビスマス槽を整備し飽和酸素濃度条件で鉛ビスマス (Pb-Bi) 中引張試験を実施した。また、腐食特性評価のため Pb-Bi 流動下・応力付与下での材料浸漬試験を実施した。

大学との共同研究として、Pb-Bi 中の腐食特性検討に使用する信頼性、耐久性の高い酸素センサを開発するため、測定精度を確保できる構造の検討を進め、試作評価を行った。

MA 核変換用燃料の乾式処理研究に関して、これまでに得られた小規模試験の結果及び使用済 MA 燃料の発熱評価に関する知見を基にして、コールド工学機器試験のための熔融塩電解装置及び電解回収物窒化装置の仕様を検討し結果を取りまとめた。

(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

a) 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 (必須の課題) 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。

○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分析・評価を実施し、得られた成果を関連学会 (応用地質学会) で発表するとともに、資源エネルギー庁の受託研究「処分システム評価確証技術開発」に反映した。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・評価することを目的として、室内での長期浸出試験を開始した。

「物質移動モデル化技術の開発」については、電力中央研究所との共同研究において、深度

500m 研究アクセス南坑道での原位置トレーサー試験及び高粘性流体試験、深度 300m ボーリング横孔での新規ボーリング孔における岩石試料の採取及び、水理試験を実施した。その結果、これまでに開発してきた調査手法を用いることにより、花崗岩中での物質移動特性を評価するための試験データが取得できることを確認した。また、深度 500m の冠水坑道の周囲に掘削したボーリング孔と冠水坑道内の地下水を対象として、放射性物質と同様の化学的挙動を示す希土類元素の分析を行ったところ、時間とともに濃度が低下していたことから、坑道を閉鎖することにより内部では放射性物質が移動し難い環境が形成されることが分かったことから、その結果を論文として取りまとめるとともに、プレス発表を行った(平成 29 年 7 月)。この成果は、坑道閉鎖後の物質の閉じ込め能力を実際の坑道を用いて示した世界初の事例であり、地層処分の安全性を評価する上で重要な知見の一つと考えられる。

「坑道埋め戻し技術の開発」については、坑道の一部を閉鎖し、冠水させることに伴う地下水の水圧・水質の変化及び岩盤変位を観測する再冠水試験を継続するとともに、地下水の一部排水、冠水を繰り返した後、全排水を行った。その結果、排水に伴う水圧低下が排水停止後、短期間で回復することや、冠水坑道内の地下水が酸化状態から還元状態に変化することを確認し、坑道周辺の水圧・水質変化を同時に把握した世界でも貴重なデータを取得することにより、埋め戻しによる地質環境の回復に関する重要な知見が得られた。これらの得られたデータは、岩盤中の地下水流動等に関する連成解析手法の検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寄与した。また、研究坑道の一部を利用した埋め戻し試験の設計検討を継続し、国内外での同様な研究事例の調査から地層処分事業で想定されるような埋め戻し材料の透水性を実際の地質環境において吹き付け工法で達成することを目標として、深度 500m 研究坑道内での試験候補位置を決定し、その領域の地質環境等の条件の整理とそれに基づく具体的な試験方法の検討等を行った。さらに、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確認するための光ファイバー接続用機器を検討し、製作を行った。

また、地上からの調査研究段階で構築した地質環境モデルの検証に必要な地質環境データの取得を継続した。その結果、研究坑道周辺の水圧には低下傾向が認められるものの、坑道壁面から十数 m 離れた位置では、研究坑道近傍よりも高い水圧を保持し続けていることを確認した。地下水の水質については、深度 500m 研究アクセス北坑道における水質の長期観測の結果、連続性の高い割れ目を含む観測区間において、坑道への定常的な湧水により水質が大きく変化していることを確認し、水質を長期モニタリングすることにより、物質の移動経路になりやすい割れ目とそれらが少ない領域を区分できることが明らかとなった。

東京大学との共同研究として実施した深度 300m 研究アクセス坑道から採取した地下水中の微生物の生態調査では、花崗岩深部でマグマ由来のメタンに依存した微生物生態系が存在することが分かり、放射性物質の移動を抑制する地下水水質が形成されていることも示されたことから、成果を論文に取りまとめ、プレス発表を行った(平成 29 年 9 月)。これは光合成生物が誕生した 35 億年以前の太古の地球でも、花崗岩が生物活動を育む場であった可能性を示す等、生命発

生の場に関する新たな知見であり、地質環境データの取得が地層処分のみならず学術研究の分野にも大きく貢献した。

○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進めた。

人工バリア性能確認試験については、熱・水・応力・化学連成モデルの検証データとなる温度・圧力・水質等に関するデータの取得を継続した。また、原位置での施工に際して実施した低アルカリ性セメントを用いたプラグコンクリートの配合について、これまでの成果を研究開発報告書として取りまとめた。

オーバーパック腐食試験については、腐食モニタリングデータの取得を継続し、緩衝材の再冠水過程における腐食挙動の経時変化に関するデータを拡充した。また、平成 30 年度の評価・取りまとめに向けた試験設備の解体調査に関する計画の検討に着手した。

物質移行試験については、岩盤中の割れ目帯を対象とした試験として、試験区間を選定するための透水試験を実施するなど試験に向けた準備を継続した。また、岩盤中の単一割れ目を対象とした試験では、試験後の割れ目内での物質の移行挙動を把握するため、試料を採取し、分析を実施中である。健岩部における試験では、地下水の塩分濃度の違いによる影響を確認するための試験を行った。また、地層層理面の方向の違いや透水性の違いに着目した岩盤中における物質の拡散及び、収着挙動の評価を行うためのトレーサー試験を実施中である。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、得られた物質移行特性に関する知見を日本原子力学会 2017 年秋の大会にて報告した。

「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 (Prefabricated Engineered Barrier System Module: PEM) に対する搬送定置・回収技術の実証を行うために、平成 29 年度は要素試験として深度 350m の試験坑道において搬送定置試験装置の適用性について確認するとともに、既設坑道への力学的影響に関する調査を実施した。また、次年度からの実証試験に向け、試験坑道へ模擬 PEM を設置した。

「地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証」として、立案した水圧擾乱試験計画に基づき、新たに掘削したボーリング孔において断層部を対象とした水圧擾乱試験を実施し、水理力学モデルによる事前予測と整合するデータを取得することができた。今後の成果取りまとめに向け、開発した水理力学モデルの妥当性を追認する論文を取りまとめ、処分事業における水理学的観点からの候補母岩領域の選定や変動シナリオにおける場の状態設定の基盤となる情報の整備を進めた。

また、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の地質環境データの取得や、低アルカリ性材料の周辺岩盤への影響観測を継続した。地下水の水圧

や水質などの地質環境データについては、データ集(3件)として取りまとめるとともに、低アルカリ性材料の周辺岩盤への影響調査におけるこれまでの分析結果を日本原子力学会 2017 年秋の大会にて報告した。これらの成果は、地層処分システムの長期挙動評価や長期モニタリング手法の構築などにおける技術基盤となるものである。

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、地下施設周辺の断層分布について、3次元レーザースキャナを適用して立坑の壁面観察データの解析を行い、地上からの調査研究段階における予測結果の検証に資する情報を整理した。本研究は、坑道壁面の効率的な地質観察手法を提案するものであり、トンネル等の土木分野に展開が可能であることから、資源・素材学会平成 29 年度表彰第 43 回奨励賞(平成 30 年 3 月)を受賞した。また、地下深くに大規模な坑道等を建設する際の湧水対策上重要となる火山灰層起源の粘土質せん断帯の検出・分布推定において、鉱物中の流体包有物の観察・分析が有効であることが分かったことから、成果を論文にまとめ、国際学術誌「Engineering Geology」に投稿するとともに、プレス発表を行った(平成 29 年 10 月)。さらに、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。その結果は、第 14 回国際ガス地球化学会議にて報告し、優秀ポスター賞を受賞した(平成 29 年 9 月)。

幌延深地層研究センターで実施した原位置試験や地質観察の結果に基づき、坑道掘削による坑道周辺の透水性等が変化する掘削損傷領域の形成範囲を水理・力学連成解析により評価するとともに、これらが原位置での観察結果と整合していることを確認した。この成果については、平成 29 年度資源・素材関係学協会合同秋季大会にて報告した(平成 29 年 9 月)。また、地下施設的设计上重要となる初期地圧の設定評価手法の開発結果を第 45 回岩盤力学に関するシンポジウムにて報告した(平成 30 年 1 月)。さらに、地下施設周辺の岩盤に作用する応力状態を推定するための手法の開発や、レーザーによって坑道内のメタンガス濃度を 3 次元的に可視化するためのシステム開発により、メタンガス濃度の高い場所と断層との関係が明らかになるなど、地下施設設計や建設工事、坑道内の安全管理に関する信頼性向上のための技術基盤を整備した。同技術は、坑道掘削時の坑道の 3 次元形状や岩盤の割れ目などの地質情報の取得の際に、メタンガス濃度の情報を合わせて取得することができ、ガス湧出量の多い箇所を特定することで、工事の安全管理の向上とともに坑道掘削時の地質環境調査技術の高度化につながるものである。本成果は ITA-AITES World Tunnel Congress 2017(WTC2017)において報告を行った(平成 29 年 6 月)。

さらに、国が進める人工バリア等の健全性評価や無線計測技術の適用性の確認、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。

b) 地質環境の長期安定性に関する研究

地質環境統合モデルの高度化の一環として、これまで個別に作成されてきた地形・地質モデル、水理モデル、地球化学モデル、地表環境モデルを統合した 3 次元地質環境長期変動モデ

ルを構築するとともに、3次元コンピュータ・グラフィックスによるアニメーション技術を用いてその時間変化を可視化し、専門的知見が簡単に理解可能なツールを作成した。また、地形・地質モデルの作成に必要な技術の一つとして、蛍光 X 線による碎屑物の元素マッピング及び鉱物の高速定量分析や電子スピン共鳴測定を組み合わせた後背地解析技術を構築し、山地の隆起開始時期や形成過程の推定に対する有効性を示した。これらの成果は、地層処分の安全評価に必要となる時間スケールに応じた地質環境変動の予測技術の基盤となるものであり、地質学会等の関連学会で発表するとともに、学術論文として公表した。

断層に関して、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した。その結果、断層の活動性評価に有効な手法の一つとして、活断層と地質断層とで異なる傾向を示す化学的指標(すべり面における酸化マンガン(MnO)の増加や酸化鉄(FeO)の減少等)を特定した。この成果については学会発表や論文投稿を進めた。

地質環境の長期安定性に関する研究の成果に基づき、これまで支援を継続してきた高速増殖原型炉「もんじゅ」敷地内破碎帯調査について、上載地層法が適用できない断層の調査を通じて得られた成果を学術論文等により発表した。この成果は、上載地層法が適用できない断層の活動性の調査・評価に対して一つの指針を与える事例であり、地層処分の分野のみならず原子力発電所の再稼働に向けた安全審査に寄与することが期待される。

地下水化学性状の変遷の推定に有効であると期待される炭酸塩鉱物の局所領域分析技術について、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微量元素分析技術の整備や炭酸塩標準試料の選定を通じて、ウラン-鉛法年代測定技術を構築・最適化するとともに、年代既知試料の測定によって当該技術の有効性を示した。当該成果は、国内では初の事例であり、地層処分の分野のみならず多方面の学術領域への波及や相乗効果による更なる発展が期待できることから、関連分野の研究者・技術者を交えた研究集会(炭酸塩鉱物の局所領域年代測定に関するワークショップ)を開催し(平成 29 年 12 月)、当該技術の普及を促進した。また、希ガス質量分析装置や加速器質量分析装置を用いた He 法及び ^{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、 ^{36}Cl 年代測定の実現に向け、同位体分別技術の開発を行い、海外特許の出願を行った。

c) 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・施工技術や安全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工学技術の整備に必要となる沿岸海底下の環境条件における工学材料の特性等のデータを拡充した。また、室内試験と原位置試験により緩衝材中の pH やオーバーパック腐食挙動を評価する原位置計測技術の適用性の確認を継続し、人工バリア挙動のモニタリング技術の高度化に反映した。

モデル化技術等の検証と適用性の確認等として、まず、人工バリアの再冠水挙動を解析する連成解析コードについて、幌延深地層研究センターの地下施設における人工バリア性能確認試験で取得されている各種データ(温度、圧力等)と解析値との比較による適用性の確認を進めた。

また、ニアフィールドにおける硝酸イオンの化学的変遷挙動評価モデルの適用性の確認や人工バリア材の長期変質挙動評価に関する検討を行い、その成果を国内・国際学会(5件)で報告した。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、岩石マトリクス及び割れ目中の核種移行モデルを構築するとともに、原位置条件への適用性を提示した。また、幌延深地層研究センターの地下施設を活用した有機物・微生物等の核種移行への影響についてのデータ取得と、実際の深部地質環境に適用可能なモデル開発を進め、実際の深部地質環境に適用可能な影響評価手法として提示した。それらの成果を論文(2件)と国内・国際学会(4件)で報告した。

処分システムの安全評価手法の適用性確認として、NUMOとの共同研究を通じて、最新の核種移行パラメータ設定手法を構築し、その成果を論文(1件)で報告するとともに、NUMOの包括的技術報告書の検討に資することができた。また、沿岸部の特徴を考慮した安全評価に向けて、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、緩衝材中の間隙構造の不均質性や核種の収着・拡散メカニズム、ガラスやオーバーパックの共存による核種移行への影響メカニズムを解明し、それらを反映した核種移行モデルを提示した。その成果を論文(3件)と国内・国際学会(8件)で報告した。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評価するための手法の開発を継続した。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、その成果を共同研究報告書に取りまとめた。

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、収着データベースの更新(約4,250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18件のデータを追加した。その成果を技術資料(2件)に取りまとめた。

d) 使用済燃料の直接処分研究開発

地質環境や使用済燃料の特性の多様性を考慮に入れた処分施設的设计検討として、処分容器、緩衝材、地下施設及び搬送・定置設備の設計事例の蓄積や関連情報の整備を進め、系統的な整理を行った。また、使用済燃料直接処分時の臨界安全の評価技術の検討を進め、日本原子力学会(2件)で報告するとともに、より詳細な臨界安全評価とするための要素技術の整備に反映した。さらに、設計に関する多種多様な情報の長期にわたる管理・継承・利用を支援するシステムの検討を進め、土木学会全国大会(2件)で報告するとともに、本システムの試作と試運用に反映した。

地質環境や使用済燃料の特性の多様性を考慮に入れた閉じ込め性能に関する評価検討として、使用済燃料からの核種溶出挙動について、瞬時放出挙動に関する解析的検討及び燃料マトリクスの長期溶解速度の炭酸濃度依存性に関する試験的検討を進め、これまでに設定した瞬時

放出及び長期溶解に関するパラメータ値を支持する結果を得た。これらの成果は日本原子力学会(1件)で報告し、瞬時放出及び長期溶解に関するパラメータの現段階での設定案として提示した。また、使用済燃料の地層処分の安全確保において効果が見込まれる長寿命の処分容器の設計に資するため、銅やチタンの腐食挙動に関する理解を進め、放射線分解によって生成する酸化性化学種による腐食の促進について材料による違い等を確認した。これらの成果は腐食防食学会(2件)と日本鉄鋼協会シンポジウム(1件)で報告するとともに、処分容器の腐食挙動の理解と評価手法の高度化に反映させた。また、先進的な材料開発として、金属ガラスの基本的な物理化学特性や溶射コーティングに関するデータ取得を進め、処分容器材料としての見通しと課題の整理等に反映させた。さらに、緩衝材に関しては、安全評価における支配核種である ^{14}C の閉じ込めに着目してベントナイト中における有機形態の ^{14}C の移行挙動を検討し、実効拡散係数を取得した。

上記の研究開発により、直接処分に関する技術的基盤の整備を進めた。

(iv) 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

原子力施設の廃止措置、施設の運転や廃止措置に伴って発生する廃棄物の処理処分については、効率的に実施するため、コスト低減について、バックエンド対策研究開発・評価委員会における有識者の意見(先行事例として、英国原子力廃止措置機関(NDA)の方式などを参考に今後とも検討を継続すること。)を踏まえつつ、機構における原子力施設の廃止措置費用に関して、コスト削減検討で必要となる費用項目等を把握するため、施設の種類ごとの解体費用及び、解体工程ごとの費用などの調査を進めた。

a) 原子力施設の廃止措置

○廃止措置、クリアランスの進捗状況

【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、グローブボックスに設置してある粉末混合・乾式造粒設備の解体・撤去を継続し、また、グローブボックス(焙焼還元設備及び移送トンネル(一部))の解体・撤去を進めるための使用変更許可を取得し(平成29年12月)、解体工事に着手した。さらに次期解体・撤去予定グローブボックス(廃液処理設備)についても計画的に許認可手続きを進め、使用変更許可を取得した。

【原子炉廃止措置研究開発センター】

新型転換炉「ふげん」において、原子炉建屋内重水系・ヘリウム系機器等のトリチウム除去を実施し、廃止措置計画第1段階における主要業務である重水系・ヘリウム系の汚染の除去を完遂した。タービン系の大型機器であるA復水器及び湿分分離器、Aディーゼル発電機室換気系・消音器解体等の解体・撤去作業を継続し、復水器解体撤去を完了させるなど、平成29年度に計画した解体・撤去を無事故・無災害で完了し、解体撤去工事を促進した。

解体去工事で発生する解体撤去物のうちタービン建屋から発生するクリアランス対象の金属約1,100トンについて、放射能濃度の測定及び評価方法の補正申請に対して、規制当局から技術

的なコメントを受けたことからその対応に時間を要した。しかしながら、平成 45 年度の廃止措置完了へ影響を及ぼさないよう、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全て解決し、平成 30 年 3 月に補正申請ができ、平成 30 年度中の認可及び運用開始の見込みを得た。

使用済燃料の処理及び輸送に関して、平成 29 年度に完了させるとしていた使用済燃料の搬出計画に対して、廃止措置計画の変更が必須である状況において、再処理する際の安全評価、輸送容器の安全解析等を実施し、海外再処理の技術的な課題を解決した。

【原子力科学研究所】

- ・ ホットラボでは、ウランマグノックス用鉛セルの解体で発生した遮へい用鋼材等の線量測定及び除染作業を実施するとともに、残り 4 基の鉛セルの解体方法について検討を進めた。
- ・ 液体処理場では、廃液貯槽周辺の架台等の解体物を撤去した。
- ・ 再処理特別研究棟では、廃液貯槽 LV-1 の解体工事のために設置した仮設の排気設備の解体撤去を行った。
- ・ JRR-4 及び TRACY では、廃止措置計画の認可を取得するとともに(平成 29 年 6 月)、原子炉施設保安規定の変更認可を取得した(JRR-4:平成 29 年 11 月、TRACY:平成 30 年 2 月)。また、JRR-4 については、原子炉の制御棒駆動装置を撤去し機能停止措置を行った(平成 29 年 12 月)。
- ・ TCA については、廃止措置計画の認可申請に向けた準備として、申請書の作成を進めるとともに、燃料の搬出等について検討を行った。

【大洗研究開発センター】

- ・ JMTR については、廃止措置計画認可申請に向けて基本工程を策定するとともに、放射化汚染物・二次汚染物の事故時における一般公衆の被ばく評価を行った。
- ・ 重水臨界実験装置(DCA)については、原子炉本体等の解体撤去を継続しており、平成 29 年度は重水ストレージタンク(A)の解体作業に着手した。
- ・ 旧廃棄物処理建家については、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。

【人形峠環境技術センター】

- ・ 濃縮工学施設の廃止措置として、除染済み部品の放射能濃度測定を実施し、第 5 回目の放射能濃度確認申請を実施した(平成 30 年 3 月、第 5 回:4 トン、累積:46 トン)。また、遠心機処理期間短縮に関する検討を実施した。設備の解体として、大型汚染機器(塔槽類 22 基)及び大型冷凍機(1 基)の解体、ドラム缶収納を実施した。
- ・ ウラン濃縮原型プラントの廃止措置として、廃止措置計画認可申請に向けた準備を進めた。
- ・ 製錬転換施設の廃止措置の継続として、平成 29 年度も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、床ドレンピットの除染を進めた。

b) 放射性廃棄物の処理処分

○廃棄体化施設等の整備状況、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の進捗状況

原科研放射性廃棄物処理場では、発生施設における廃棄物の滞貨を防止するために、年間処理計画等に基づき、廃棄物の集荷、処理及び保管廃棄施設への保管廃棄を実施した。

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 難燃物焼却設備においては、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 264 本の減容化を実施した。

原科研放射性廃棄物処理場の新規規制基準への対応は、原子炉設置変更許可の取得に向けて、ヒアリング及び審査会合を受審し、補正申請を実施した(第 2 回:平成 29 年 5 月、第 3 回:平成 29 年 10 月)。また、適合性確認に向けた設工認申請を順次実施し、ヒアリングに対応した。

原科研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 880 本の廃棄物を処理し、約 160 本分の減容化を実施した。

固体廃棄物減容処理施設(OWTF)建設については、平成 29 年度も建設工事及び内装設備工事を継続し、建屋を竣工させた(内装設備工事を含めた全体の進捗率:約 76%)。また、新規規制基準施行に伴う第 1 回～第 6 回の設工認の変更認可を申請した(平成 30 年 2 月 28 日)。

廃棄体製作に係る品質保証体制の構築に向けて、廃棄体技術基準等検討作業会において、大洗研究開発センターの固化体製作マニュアルについて原子力規制庁「廃棄物に関する運用要領」の要求事項に照らして見直しを進めるとともに、放射能濃度評価の合理化検討として、サンプリング数の数学的原理とプロセスに関する文献調査を実施し、サンプリング数を最小化するための考え方をまとめた。

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、システムへのデータ入力方法の改良に向けた計画を作成した。

埋設事業に係る工程の検討では、第 5 期中長期計画に至るまでの埋設事業に係る工程を作成し、平成 29 年 12 月 18 日に開催された文部科学省の研究施設等廃棄物作業部会に示すとともに、この工程に基づく資金計画を策定し、埋設事業の実施計画を変更し認可を受けた(平成 30 年 3 月)。

輸送及び処理に関する技術的事項の調整として、機構外については日本アイソトープ協会及び原子力バックエンド推進センターと廃棄体受入基準、廃棄体化処理方法及び規制制度の整備に向けた対応について情報交換を行った。また、機構内については原科研と連携し、複数の試験研究炉廃棄物に共通的なスケールリングファクター法等による放射能評価手法を日本原子力学会秋の大会で公表した。

廃棄体の特性等を踏まえた具体的な埋設方法及び施設・設備の検討では、トレンチ処分対象の金属廃棄物の具体的な埋設方法として、容器に廃棄物を収納した後に容器の空隙に砂充填する方法の基礎試験を行い、砂充填のための振動パラメータや廃棄物の収納方法の条件を取りまとめた。

環境調査手法等、許可申請のための検討では、地下水流動調査から埋設施設の設置場所を選定する方法の検討に着手した。

c) 廃止措置・放射性廃棄物の処理処分に係る技術開発

有害物質を含む放射性廃棄物等の固定化技術開発として、有害物質の処理技術の調査を継続し、セメント系固型化材料を中心とした安定化処理の妥当性を確認するとともに、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の検討を進めた。

原子炉解体準備に向けて実施する原子炉構造材からの試料採取については、平成 28 年度に実施した簡易モックアップを通して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、改良した試料採取装置を用いて、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、原子炉建屋の炉心下部から原子炉構造材試料採取装置を挿入する前に実施する圧力管の閉栓(シールプラグ)を取り外すための装置を原子炉下部に設置し、試料採取技術の実証に着手した。本技術は、複雑かつ狭隘な構造である「ふげん」の原子炉にアクセスし試料採取するものであり、狭隘かつ高線量環境下の遠隔試料採取技術として活用が期待できる。

原子炉水中解体に向けた切断技術開発の一環として、簡易モックアップにより、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、遠隔制御技術や位置決め技術等を実証した。なお、本技術は、廃止措置時の遠隔、安全、高速かつ二次廃棄物の少ない切断技術ニーズにも合致した先駆的な技術開発成果であり、商用原子炉を含めた今後の活用に期待できる。

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技術を可能とするため、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。その結果、かさ密度 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 程度の複雑形状の金属に対して、測定時間 3600 秒でドラム缶当たり 0.5g (約 0.06Bq/g) のウランを相対誤差 $\pm 30\%$ 以内で測定可能であることやドラム缶中のウランの偏在状態を分類・確認可能であることを確認した。本測定技術は、国内のウラン取扱事業者の金属解体物等のうち、半分以上を占めると予想される複雑形状物のクリアランス測定に活用が期待できる。

環境研究については、自然環境中の放射能濃度分布、地下水や河川によるウラン等の物質が運ばれる仕組み等の解明を行うための調査解析手法の研究として、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実施した。

ウラン廃棄物工学研究として、ウラン濃縮原型プラント遠心機の実用的処理方法の一つである金属の合理的除染技術開発として酸除染時の二次廃棄物低減を目的とした洗浄水の開発のため、基礎試験を実施し、有効性を確認した。

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 4 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、4,600 百万円(うち、業務費 4,277 百万円、受託費 319 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(4,009 百万円)、政府受託研究収入(99 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。

(1) イノベーション創出に向けた取組

平成 28 年度に制定した「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、以下の業務実績を上げた。

○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:135 件(平成 28 年度 133 件)
- ・ 企業等産業界:56 件(平成 28 年度 38 件)
- ・ 企業を含む複数機関:45 件(平成 28 年度 44 件)

科学技術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 8 拠点で開催した。

機構の特許等を利用し企業との実用化共同研究開発を行う成果展開事業として、東京電力福島第一原子力発電所事故対応(福島対応)1 件、一般対応 2 件について、実用化共同研究開発を実施した。

機構が開発した高感度ガス分析装置と関連特許を利活用し、社会的ニーズに応じた技術相談・協力を 5 件、アスリートの運動機能ガス測定と装置の小型化開発に関する収入型共同研究を 2 件実施するとともに特許を 1 件共同出願した。また、実施許諾企業が進めるガス分析装置開発の設計支援及び岡山県津山市が進めるフレーバーリリースと味覚マッピングの研究における農産物の香り測定・分析技術の開発を支援した結果、実施許諾収入(280 千円)と外部資金(1,200 千円)の合計 1,480 千円(平成 28 年度 2,192 千円)の自己収入を得た。さらに、分析・科学機器専門展示会(JASIS2017)(平成 29 年 9 月)において、高感度ガス分析装置による呼気の測定・分析の実演を行い、大学や産業界へ高度な原子力技術を紹介した。

機構の有する大型基盤施設を産学官の連携を強める「共創の場」として活用していくことを念頭に、施設利用料金の見直しを進めるとともに「施設供用プラットフォーム構想」の検討に着手して、先行機関の情報収集を行った。

○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

平成 28 年度に制定した「知的財産ポリシー」に基づき、特許に係る審査請求可否及び権利維持放棄に関する基準を改正し、実用化見込みの客観的な具体性等を基に判断する旨を明確化した。また、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 6 拠点で開催した。

特許等知財の電子申請による発明者の負担軽減と、研究開発成果の合理的な管理と発信に供するため、知的財産管理システムを刷新し、運用を開始した(平成 29 年 10 月)。

平成 28 年度の保有特許 397 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 142 件のうち 65 件の放棄(46%)を決定した。平成 29 年度の新規出願を 31 件実施し、保有特許数は 349 件となった。

平成 28 年 10 月に刊行した技術シーズ集(第 2 版)の見直しを図り、第 3 版には新規追加 23 件、継続 101 件を含む 124 件の技術を収録(初版の収録件数は 92 件、第 2 版は 115 件)し、機構公開ホームページより公表した。技術シーズ集サイトの機構内外からのアクセス数は年間 21 万回(平成 28 年度 11 万回)であった。

科学技術振興機構(JST)の JST フェア、日本原子力学会等の技術展示会における供用施設の紹介、機構保有技術及び福島アーカイブ等情報発信活動の説明及び以下の活動を実施(20

回)した。

- ・ 実機や模型を用いた、より効果的な説明。
- ・ 展示会の来訪者の職種に応じたテーマ選定。
- ・ 発明者自身による発表・説明。
- ・ 平成 29 年度の技術相談件数は 73 件、このうち、展示会場での技術相談 55 件。共同研究につながる可能性のある 28 件については研究者を紹介した。

機構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。

- ・ 株式会社三菱東京 UFJ 銀行、株式会社めぶきファイナンシャルグループ、株式会社筑波銀行主催の技術商談会への参加。
- ・ 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に参加による国等の制度の情報を収集。
- ・ 株式会社日本総合研究所、株式会社三井住友銀行(SMBC)等との機構保有の有望な知財等に係る意見交換の実施及び技術サロン等への展開方策の検討

JST 新技術説明会(平成 30 年 1 月)において機構保有知財を紹介した結果、民間企業から、熱中症センサへの機構の計測技術の活用について照会を受けた。

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)として機構内外に周知している。最新情報を提供するため、平成 29 年 6 月～7 月に新規開発や既存コード等の改良等に関する現状調査を実施し、PRODAS の情報を更新した。また、日本原子力学会秋の大会(平成 29 年 9 月)において PRODAS の紹介を行った。

○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 106 件(平成 28 年度 152 件)を刊行、その全文を機構公開ホームページより国内外に発信した。うち 4 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公開ホームページに掲載し、オープンサイエンス化の推進を図った。

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 29 年度版を刊行し関連機関や大学等に配付するとともに、その全文を機構公開ホームページより国内外に発信した。成果普及情報誌サイトの機構内外からのアクセス数は 265 万回(平成 28 年度 287 万回)であった。

機構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 2,884 件(平成 28 年度 2,829 件)及び研究開発報告書類の全文を取りまとめ、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累積で 101,369 件となった。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)及び国立国会図書館の「NDL サーチ」とのデータ連携を継続した。また、研究開発成果情報の海外への発信チャンネル拡充を図るため、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 とのデータ連携を新たに開始した(平成 29 年 4 月)。

機構が保有する特許等知財の情報は別のデータベース(特許・実用新案閲覧システム)から発信していたが、これを JOPSS と統合することにより、機構の研究開発成果を一体的に検索・閲覧可能なシステムを構築した。JOPSS は、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も発信することで、産業界への「橋渡し」ツールとして活用されている。

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の改良により、JOPSS の機構内外からのアクセス数は年間 4,646 万回(平成 28 年度 4,334 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・整理し機構内で情報共有するとともに、論文等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新たな取組に着手した。

○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 1,250 件(平成 28 年度 1,675 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 18,692 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(累積収録件数 1,214,325 件)。OPAC へのアクセス数は 339,347 回(平成 28 年度 278,311 回)であった。国立国会図書館の科学技術情報収集部署と定期的な会合を催すとともに、同館が実施する文献複写や図書貸借等のサービスを積極的に活用することで、原子力に関する学術情報の効率的な収集と効果的な提供を行った。また、国立研究開発法人物質・材料研究機構等 10 機関の実務者と学術情報の収集・整理・提供について定期的に意見交換を行い、海外学術誌の購読方法や学術情報提供サービスの実施方法について情報共有を行った。

平成 29 年度の全拠点図書館の利用実績は、来館閲覧者 9,386 人(平成 28 年度 9,096 人)、貸出 4,994 件(平成 28 年度 5,947 件)、文献複写 608 件(平成 28 年度 936 件)及び電子ジャーナル利用件数(論文ダウンロード数)157,753 件(平成 28 年度 198,285 件)であった。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 17 件の文献複写依頼に対応した(平成 28 年度 44 件)。

国立大学法人茨城大学図書館と図書館相互利用を促進するために協議を進め、図書館相互利用協力の覚書を締結した(平成 30 年 3 月)。

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クションを環境放射能除染学会、日本原子力学会等の場で 10 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、以下に挙げる関連情報の収集・整理・提供を行った。

- ・ 東京電力福島第一発電所事故に関わる研究開発を支援するため、同事故に関する文献情報等(外部発表論文 754 件(平成 28 年度 614 件)、研究開発報告書類 119 件(平成 28 年度 107 件)及び口頭発表 2,111 件(平成 28 年度 1,840 件))の収集・整理・提供を継続実施した。
- ・ 事故関連の情報の保存と利用を図る目的から、「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)」に、インターネット情報等 30,117 件(内訳は、東京電力 HD 15,186 件、機

構 107 件、原子力規制委員会 4,070 件、経済産業省 602 件、環境省 2,776 件、国際廃炉研究機構 103 件、厚生労働省 2,078 件、林野庁 496 件、森林総合研究所 42 件、水産庁 207 件、文部科学省 792 件、内閣府 252 件、農林水産省 238 件、原子力安全基盤機構 27 件、原子力安全委員会 1,154 件、首相官邸 361 件及び口頭発表情報 1626 件)を新たに収録し(累積収録件数 138,638 件)、散逸・消失が危惧される事故関連の情報の保存とその利用を図る取組を継続した。環境放射能除染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からの要請を受け、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連携・協力に関する覚書を締結した(平成 29 年 11 月)。

IAEA/国際原子力情報システム(INIS)計画について、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 5,586 件(平成 28 年度 6,065 件)の技術情報を収集し、IAEA に提供した。日本の提供件数は加盟国全体(131 カ国)の 5.5% を占め、国別入力件数では第 2 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、122,016 件(平成 28 年度 130,506 件)であった。

(ii) 民間の原子力事業者の核燃料サイクル事業への支援

○機構技術者による人的支援及び要員の受入れによる技術研修並びに受託業務の実施

日本原燃株式会社の協力関係に従い、以下のとおり機構技術者の人的支援及び要員の受入れによる技術研修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、六ヶ所再処理工場の試運転支援として技術者 2 名を出向派遣した(平成 29 年 6 月末で 1 名出向解除)。このほか、日本原燃株式会社の技術者 2 名を平成 28 年度から平成 29 年度上期まで継続して受け入れ、再処理工程における分析技術に係る共同研究を実施した。
- ・ガラス固化技術に係る民間事業者支援として、日本原燃株式会社が開催する技術検討会議等に機構のガラス固化技術開発施設(TVF)の開発・運転・保守等により得られた知見・経験を有する技術者が参画し、ガラス固化施設(K 施設)への新型熔融炉導入の技術的判断に必要なデータ取得について、計画立案、運転データ解析・評価等の技術的提案を実施してきている。平成 29 年度は、平成 28 年度に日本原燃株式会社から受託した「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」を継続実施し、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や局所構造及びガラス構造を解析評価し、新型熔融炉導入の技術的判断に必要な基盤的な技術情報を提供し、核燃料サイクル事業に対する技術支援に貢献した。
- ・出向者を介した支援を補完するため日本原燃株式会社に対して情報交換会議の設置を提案し、この会議体を通してガラス固化に係る新規制基準による安全対策、高経年化等を考慮した設備保全、トラブル対応、R&D 実施状況等について情報共有を図った(平成 29 年度はテレ

ビ会議を含めて計 8 回開催)。

- ・日本原燃株式会社が計画しているグローブボックスパネル交換による分析装置の更新にあたり、事前に実施するパネル開放のモックアップ試験における技術指導を受託し、パネル開放時の安全対策等に関し提案や技術指導を実施した。
- ・MOX 燃料加工事業関連では、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 29 年 2 月にプロジェクト検討会(技術協力協定に基づき設置した会議体)を開催した。双方提案により調整の上合意された計画に従い、平成 29 年度の受託研究等の要請を受け、次の受託研究を通して技術協力を進めている。
- ・日本原燃株式会社の業務委託予定会社の技術者 2 名を平成 28 年 10 月から平成 29 年 9 月にかけてプルトニウム転換技術開発施設へ受け入れ、施設運転を通じたプルトニウム安全取扱いに係る技術研修を実施した。
- ・日本原燃株式会社が計画している六ヶ所 MOX 燃料加工施設は、海外の燃料製造プロセス(MIMAS 法)を採用している一方で、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)を予定している。そこで、日本原燃株式会社より、MH-MOX の MIMAS 法への適合性を確認する試験等を通して運転条件設定に必要とな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」を継続して受託し実施している。平成 29 年度は、六ヶ所 MOX 燃料加工施設に導入する計画であ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受託した。
- ・MOX 原料及び製品ペレット等、核燃料物質中のプルトニウム含有率を高精度で分析することは計量管理・保障措置の観点から大変重要である。六ヶ所 MOX 燃料加工施設の運転時には、分析に用いるプルトニウム標準試料(LSD スパイク)が国内で不足することから、日本原燃株式会社は自社で LSD スパイクを調製する計画である。そこで、日本原燃株式会社より、分析業務を停滞させることなく円滑に六ヶ所 MOX 燃料加工施設を操業させるために、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」を継続して受託し実施した。また、日本原燃株式会社の技術者 2 名をプルトニウム燃料技術開発センターに受け入れ、平成 29 年 5 月から平成 30 年 3 月にかけて LSD スパイク調製技術の習得を目的とした研究を実施した。

○平成 29 年度日本原燃株式会社からの受託業務

「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」や「LSD スパイク量産技術確証試験」等、計 8 件の受託業務を実施した。

○電源開発株式会社からの要請に応じて、以下のとおり MOX 燃料検査員研修を実施した。

- ・電源開発株式会社の技術者 5 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、平成 29 年 10 月 31 日及び 11 月 1 日の 2 日間にかけて検査員研修を実施した。
- ・本研修は、電源開発株式会社より技術研修に関する問合せを受け、平成 18 年度に基本的な

研修内容について合意し、平成 19 年度に初回の研修を受託し、それ以後、震災により中断があったが平成 27 年度より毎年度実施申込みを受けており、平成 29 年度研修が 6 回目となった。(実施実績:平成 19,20,22,27,28,29 年度)

(iii) 国際協力の推進

平成 29 年 3 月に策定した「国際戦略」に示された方針に基づき、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、関係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により多様な国際協力を推進した。特に、「国際戦略」に基づく新たな取組として、海外事務所主催のイベントをワシントン、パリ、ウィーンでそれぞれ開催した。また、輸出管理を確実に実施するとともに、全役職員に対する教育を強化した。主な取組とその成果は以下のとおり。

○多様な国際協力の実施

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共同研究契約や協力取決め、研究者派遣・受入取決め等を 85 件(平成 28 年度 81 件)締結・改正した。これにより諸外国の英知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 29 年 5 月にポーランド原子力研究センター(NSBJ)、URENCO(本社・英国)それぞれとの間で高温ガス炉に関する協力覚書に、同年 9 月に ROSATOM(露国)との間でマイナーアクチノイドの核変換に関する協力覚書に、同年 12 月には米国原子力規制委員会(NRC)との間で原子力安全研究に関する協力覚書に、それぞれ署名した。

CEA や米国エネルギー省(DOE)等との機関間会合等にあたり、関係各部門との連携により、対処方針の取りまとめの調整等を実施し、会合での協力の拡大、深化の議論に貢献した。

広報部とも協力し、大洗研究開発センターの燃料研究棟事故に関するプレス発表等の英訳を作成し、海外の関係機関への説明、機構公開ホームページへの掲載を通じてタイムリーかつ正確な情報提供に努めた。外国人研究者等の受入環境の整備の取組として、平成 28 年度に引き続き外国人研究者向けポータルサイト等の充実を図り、機構内へのお知らせ等の掲載を進めたほか、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などを行った。平成 29 年 12 月には、平成 28 年度に引き続き、外国人研究者等の受入環境の整備に係る各拠点の担当者を集め、情報交換会を開催した。外国人招聘者・受入れ者の総数は 422 名(平成 28 年度 373 名)となった。

国際機関への協力では、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 14 名の職員を長期派遣(平成 28 年度 17 名)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 228 名の専門家を派遣し(平成 28 年度 264 名)、委員会の運営、国際協力の実施、査察等の評価、国際基準の作成等に貢献した。

平成 28 年度に引き続き、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旨と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た。

各海外事務所では、「国際戦略」(平成 29 年 3 月制定)に基づく海外事務所の機能強化の一環として、海外事務所主催イベントを平成 29 年度から新たに開催した。具体的には、平成 29 年 6 月にワシントン事務所が日米原子力研究開発協力シンポジウムを、平成 29 年 10 月にはウィーン事務所が高温ガス炉に関するセミナーを、平成 30 年 2 月にパリ事務所が日仏原子力研究開発協力ワークショップを開催した。これらのイベントには、機構側からの働きかけにより当該国の関係機関のヘッドを含むキーパーソンのほか、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が得られたことにより、当該国における機構のプレゼンスや人的ネットワークの拡大に大きく資するものとなった。また、現地での関係者からの聞き取りや会合への出席、現地のマスメディアやコンサルタントなどを通じて、機構の業務に関連する情報の収集・調査・分析に努め、逐次、機構内にメール等で情報を配信したほか、月報の発行、各研究開発部門からの調査依頼等への対応を行い、当該情報を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、海外事務所等を通じて得た情報を基に、米国新政権の原子力政策等、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、経営層に報告した。

○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 137 件)を的確に実施することなどにより、違反リスクの低減に努め(違反件数 0 件)、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 29 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 7 件(技術の提供 3 件及び貨物の輸出 4 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 29 年 4 月及び 9 月に機構組織の改正等に伴う輸出管理規程の変更届を経済産業省に対して行った。改訂した輸出管理規程等については機構内に適切に周知した。さらに、平成 29 年 7 月には自己管理チェックリストを経済産業省へ提出し、機構の輸出管理が的確に実施されたことを示す受理票が交付された。平成 29 年 11 月に特別一般包括役務取引許可の更新を行った。

政省令等の改正等の情報を収集し、機構内に周知するとともにイントラに掲載した。また、輸出管理規程に基づく内部監査計画を策定し、監査対象とした該非判定案件について関連書類の確認を実施した。この結果、関連の書類が適切に保管・管理されていることが確認できた。さらに、平成 28 年度より開始した輸出管理 e-ラーニングを平成 29 年度は全管理職員に対し実施し(受講率 100%)、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。

(iv) 社会や立地地域の信頼の確保に向けた取組

年度計画を遂行するにあたり、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 29 年度においては特に、大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故に際して迅速かつ積極的な情報発信を行うことにより、透明性を確保し、地元住民の方々をはじめとする国民の不安の解消、風評被害の防止に努めた。

また、研究開発に関しては、国民の関心の高い東京電力株式会社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、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。

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、その開始前から周知するとともに、進捗状況についても頻繁に発信を行うことにより、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。

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を開催し、助言を受けた。

具体的な事業取組とその成果は以下のとおり。

a) 積極的な情報の提供・公開と透明性の確保

○ 報道機関に対する積極的な情報発信

- ・ 大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故に際し、当初は 2 万 2 千ベクレルの公表などにより国内最大の内部被ばくと報道され、計測方法や管理方法の不具合から初動対応に不備がある等、機構のマイナス面を批判する記事が見られたが、その後、事故対応組織体制が整備されるとともに、機構ホームページのトップページから直結した特設ページを設けて情報が得られる場所の一元化を図るなど、プレス発表やホームページへの情報掲載を適宜かつ積極的に行った。
- ・ 研究開発成果 38 件に限らず、機構の安全確保に対する取組状況や施設における事故・故障の情報など他に 83 件を発表するとともに、主要な施設の運転状況などは「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、特に報道機関の関心が集まった「もんじゅ存廃問題」、「福島除染の進捗」、「東海再処理施設の廃止措置」等を始め、報道機関の具体的なニーズに応じた取材対応を 64 回(全拠点合計 156 回)実施するなど、各報道機関の機構事業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、その時々々の情勢等から報道機関のニーズに沿った内容を企画・検討のうえ、記者勉強会・見学会を 8 回実施した。
- ・ 報道発表技術の向上と、正確かつ効果的に意図を伝えるメディアトレーニングを平成 28 年度に引き続き全拠点で開催し、約 71 名が参加した。
- ・ 機構の成果等について、より多くの報道機関の関心を惹くために、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(平成 30 年 1 月)して研究者への周知・教育を実施した。また、発表時には報道機関への丁寧な個別説明を継続して実施した。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 38 件中、30 件が新聞等のメディアで取り上げられ、そのうち、最多案件は「小型ガンマカメラを用いた放射性物質の 3 次元可視化技術」で、全国、地方合わせて 11 の新聞等に掲載された。
- ・ 誤報道に対する対抗措置として、記事解説の機構ホームページへの掲載や抗議文を当該メデ

アに発信する等して、機構のスタンスや誤報の箇所及び事実関係を詳細に公表した結果、機構の主張したことに理解を示す記事や事実関係について検証する記事が出されるなど、一定の効果と反響があった。

- ・ 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 2 月 2 日から日刊工業新聞金曜日紙面に寄稿記事連載を開始し、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。

○ 機構公開ホームページ、ソーシャル・ネットワーキング・サービス(SNS)、広報誌を通じた情報発信

- ・ 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。特に、アインスタイニウムを用いた実験に関してはその準備段階からの進捗状況をこまめに発信し、認知の拡大に努めるとともに、記事に誘導するための工夫としてハッシュタグ「#」の活用、写真の多用化及び読みやすいコメント記載等、フォロワー数の増加を心掛けた。年間の総発信回数は 351 回、フォロワー数は年度当初から 600 名以上増加した。
- ・ 大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故に際し、機構公開ホームページ上に本件に関する情報を一元的に纏めた特設ページを設けるとともに、機構トップページの目に付く位置に同ページへのリンクを設置した。特設ページにおいては、本件に係る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・規制庁への報告資料等についても掲載し、タイムリーに国民への情報提供を行った。
- ・ 研究開発に関する情報発信では、アインスタイニウムを用いた実験に関する特設ホームページを実験開始前の段階で設置し、実験に至る経緯や実験装置の仕組み、期待される成果やその意義とともに、放射性元素を取り扱う上での安全確保策等について紹介を行った。
- ・ 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」2 本を制作した。平成 29 年度は重元素科学研究にスポットを当て、理化学研究所における 113 番元素ニホニウムの合成に際しての機構による理論計算を通じた貢献や、アインスタイニウムを用いた実験について紹介した。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た電子版広報誌「graph JAEA」を発行し、本誌においてもアインスタイニウムを用いた実験をテーマに、原子力研究開発のサイエンスとしての面白さを紹介した。

○ 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、知識として頂くための広報誌「未来へげんき」(年 4 回発行)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 29 年度においては「未来へげんき」の発行ごとに「見る」「計る」「探る」といったテーマを設けるとともに、掲載記事の選定に際しては、国民の関心のより高い分野を中心とし、原子力事故の際における海洋汚染を予測するシステムの開発やレーザーを用いた福島第一原子力発電所における燃料デブリ等の取り出し技術、有人ヘリコプターによる上空からの放射線モニタリングの

取組等を掲載し、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わかりやすく紹介した。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」、「元素について解説するシリーズを続けてほしい」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 2017」(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頂くべく、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、産学官連携活動である「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」の整備状況等について紹介した。

○ 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(11 件)に対しては、情報公開法の定めにも適切に対応した。
- ・ 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 1 回、同委員会検討部会を 2 回開催し、機構の開示請求対応のレビューを一般社会からの視点を踏まえて実施した。また、開示請求対応に限らず、大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故にかかる広報対応や、研究成果の広報活動における新たな取組についてなどを報告し、これらの議事録や資料などを機構公開ホームページよりタイムリーに公開した。

b) 広聴・広報及び対話活動の実施による理解促進

○ 社会や立地地域からの信頼を確保するための取組

- ・ 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 155 回開催した。また、機構の事業内容を直接知っていただくべく、施設公開や見学者の受入れを 1,172 回開催した。さらに成果普及及び放射線に関する知識の普及、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 693 回開催した。この内訳として、研究開発成果報告会・事業状況報告会を 33 回、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。また、外部機関・団体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 74 回のブース出展を行った。これらの活動においては、見学者やブース訪問者に対するアンケート調査を積極的に実施し、活動内容への評価や理解度を求めるとともに、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、イメージとしては「先進的」「将来性がある」と捉える傾向が見られた。一方、「危険」「親しみにくい」とのネガティブなものがこれに続いていることから、今後、その原因分析を行っていく予定である。
- ・ 直接対話活動の例として、大洗地区においては大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故について地元住民の方々に向けた説明会を開催し、事故原因や再発防止策等について説明するとともに、御意見・御質問を頂戴した。また、敦賀地区においては「もんじゅ」の廃止措置に向けた取組状況について文部科学省が主催する意見交換会に協力するとともに、機構独自の活動としても地元団体等に対し個別の説明会を開催した。

- ・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、施設を見学された方々に対し、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、89%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62%が「安全」「多少安全」と認識していることが把握できた。
- ・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(外部機関が主催するものを含む)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29年度においては特に、若手研究者・技術者による取組に焦点を当て、機構報告会では報告者として2名が登壇し、また、情報発信力のある著名人の登用及び立地地域の物産展示の実施、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。これらにおいても参加者に対してアンケート調査を実施し、理解度等について把握した。例として機構報告会(437名参加)では、「よく理解できた」「理解できた」との回答が63%、福島研究開発部門成果報告会では同回答が95%を占め、良好な結果が得られた。
- ・機構による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32回開催した。これについても受講者へのアンケート調査を実施し(回答率89%)、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29年度は各拠点のミッションに合わせた体系的な取組を行うこととして検討を開始した。しかし、平成29年6月に大洗研究開発センターの燃料研究棟における作業員の汚染・被ばく事故が発生したため、本件を中心に緊急時対応におけるクライシスコミュニケーション及び平時のリスクコミュニケーションについて優先的に検討した。その結果、外部に対する働きかけのみならず機構内部においても広報・リスクコミュニケーションのための土壌及び人材を育てる必要があることが判明し、平成30年度以降はこれらについて各拠点への展開を行っていく。

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、4,698百万円(うち、一般管理費4,698百万円)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4,567百万円等である。

6. 事業等のまとめりの予算・決算の概況

セグメント合計					(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			(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			(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			
	区分	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	予算額①	決算額②	差額①-②	予算額①	決算額②	差額①-②
収入														
運営費交付金	132,029	132,029	0		13,566	13,566	0	3,737	3,737	0	1,541	1,541	0	
国庫補助金	19,734	15,707	4,027 * 1		2,295	825	1,471	21	0	21	512	512	0	
その他の補助金	0	1,006	△ 1,006 * 2		0	989	△ 989	0	0	0	0	0	0	
受託等収入	1,285	15,815	△ 14,530 * 3		83	821	△ 738	434	5,988	△ 5,554	82	1,009	△ 927	
その他の収入	3,111	3,662	△ 551 * 4		114	290	△ 176	101	20	81	47	11	36	
廃棄物処理処分負担金	9,400	9,760	△ 360		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
計	165,560	177,980	△ 12,421		16,059	16,491	△ 432	4,292	9,745	△ 5,452	2,182	3,072	△ 890	
前年度よりの繰越金(廃棄物処理処分負担金繰越)	53,631	53,632	△ 1		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)	1,773	1,915	△ 142		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)	28,389	28,389	△ 0		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)	65,651	69,377	△ 3,726		65,651	69,377	△ 3,726	0	0	0	0	0	0	
合計	313,003	329,292	△ 16,290		81,710	85,868	△ 4,158	4,292	9,745	△ 5,452	2,182	3,072	△ 890	
支出														
一般管理費	4,710	4,699	11 * 5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
うち、人件費(管理系)	2,364	2,327	37		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
うち、物件費	2,220	2,252	△ 32		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
うち、公租公課	126	120	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
事業費	144,167	142,338	1,829		21,897	25,136	△ 3,239	3,838	3,633	205	1,588	1,240	348	
うち、人件費(事業系)	37,244	36,918	326		4,812	4,707	105	1,693	1,580	113	840	748	91	
うち、物件費	103,940	102,336	1,603		14,277	17,517	△ 3,240	2,145	2,053	92	749	491	257	
うち、埋設処分業務経費	175	172	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
うち、東日本大震災復興業務経費	2,808	2,911	△ 103		2,808	2,911	△ 103	0	0	0	0	0	0	
国庫補助金経費	19,734	15,681	4,053 * 1		2,295	800	1,496	21	0	21	512	461	51	
その他の補助金経費	0	1,006	△ 1,006 * 2		0	989	△ 989	0	0	0	0	0	0	
受託等経費	1,282	15,524	△ 14,242 * 3		83	821	△ 738	434	5,930	△ 5,496	82	1,001	△ 919	
計	169,893	179,248	△ 9,354		24,275	27,745	△ 3,470	4,292	9,563	△ 5,270	2,182	2,702	△ 519	
廃棄物処理処分負担金繰越	55,771	56,850	△ 1,079 * 6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
廃棄物処理事業経費繰越	1,503	1,722	△ 219 * 7		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
埋設処分積立金繰越	28,401	28,239	162 * 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	57,434	57,214	220 * 9		57,434	57,214	220	0	0	0	0	0	0	
合計	313,003	323,272	△ 10,270		81,710	84,958	△ 3,248	4,292	9,563	△ 5,270	2,182	2,702	△ 519	

- * 1 差額の主因は、次年度への繰越等による減です。
- * 2 差額の主因は、廃炉・汚水対策事業費補助金等の獲得による増です。
- * 3 差額の主因は、高速炉の国際協力等に関する技術開発等の公募型研究受託事業等の増です。
- * 4 差額の主因は、事業外収入等の増です。
- * 5 一般管理費には、固定資産の購入等を含む経費が含まれているため、損益計算書上の一般管理費とは一致しておりません。
- * 6 決算額欄記載金額(廃棄物処理処分負担金の未使用額)は、中長期目標期間における使用計画に基づき、次年度以降に繰り越します。
- * 7 決算額欄記載金額は、次年度以降の放射性廃棄物の処理及び貯蔵の経費に使用するため、次年度以降に繰り越します。
- * 8 決算額欄記載金額は、次年度以降の埋設処分業務の財源に充当するための積立金として、次年度以降に繰り越します。
- * 9 決算額欄記載金額は、次年度以降の放射性物質研究拠点施設等整備事業に使用するため、次年度以降に繰り越します。

(単位:百万円)

セグメント合計	(4) 原子力の基礎基盤研究 と人材育成			(5) 高速炉の研究開発			(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			(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			(8) 法人共通		
	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②	予算額 ①	決算額 ②	差額 ①-②
収入															
運営費交付金	21,385	21,385	0	33,085	33,085	0	49,941	49,941	0	4,146	4,146	0	4,627	4,627	0
国庫補助金	12,424	10,224	2,200	0	0	0	4,478	3,377	1,101	4	770	△ 766	0	0	0
その他の補助金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	△ 17	0	0	0
受託等収入	121	751	△ 630	407	5,280	△ 4,873	135	1,687	△ 1,552	23	280	△ 257	0	0	0
その他の収入	408	1,087	△ 679	50	62	△ 12	2,182	2,041	141	126	64	62	83	87	△ 4
廃棄物処理処分負担金	0	0	0	0	0	0	9,400	9,760	△ 360	0	0	0	0	0	0
計	34,338	33,447	891	33,542	38,427	△ 4,886	66,136	66,906	△ 670	4,300	5,277	△ 978	4,710	4,714	△ 4
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	53,631	53,632	△ 1	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	1,773	1,915	△ 142	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	26,389	26,389	△ 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)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	34,338	33,447	891	33,542	38,427	△ 4,886	147,929	148,741	△ 813	4,300	5,277	△ 978	4,710	4,714	△ 4
支出															
一般管理費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,710	4,699	11
うち、人件費(管理系)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,364	2,327	37
うち、物件費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,220	2,252	△ 32
うち、公租公課	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	120	6
事業費	21,793	22,712	△ 919	33,135	29,472	3,662	57,644	55,923	1,720	4,272	4,222	50	0	0	0
うち、人件費(事業系)	9,175	9,202	△ 27	5,690	5,866	△ 177	13,150	13,160	△ 10	1,865	1,654	231	0	0	0
うち、物件費	12,619	13,510	△ 891	27,445	23,606	3,839	44,318	42,591	1,727	2,387	2,568	△ 181	0	0	0
うち、埋設処分業務経費	0	0	0	0	0	0	175	172	3	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
国庫補助金経費	12,424	10,294	2,130	0	0	0	4,478	3,369	1,109	4	757	△ 753	0	0	0
その他の補助金経費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	△ 17	0	0	0
受託等経費	121	763	△ 642	407	5,280	△ 4,873	132	1,492	△ 1,360	23	236	△ 213	0	0	0
計	34,338	33,769	569	33,542	34,753	△ 1,211	62,254	60,785	1,469	4,300	5,233	△ 934	4,710	4,699	11
廃棄物処理処分負担金繰越	0	0	0	0	0	0	55,771	56,850	△ 1,079	0	0	0	0	0	0
廃棄物処理事業経費繰越	0	0	0	0	0	0	1,503	1,722	△ 219	0	0	0	0	0	0
埋設処分積立金繰越	0	0	0	0	0	0	28,401	28,239	162	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	34,338	33,769	569	33,542	34,753	△ 1,211	147,929	147,596	333	4,300	5,233	△ 934	4,710	4,699	11

以上