

独立行政法人日本原子力研究開発機構  
第2期中期目標期間業務実績報告書

(平成22年4月1日～平成27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

独立行政法人日本原子力研究開発機構の概要	1
第2期中期目標期間業務実績	
日本原子力研究開発機構の改革	18
I. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する	
目標を達成するためとるべき措置	27
1. 安全を最優先とした業務運営管理体制の構築	27
(1) 安全確保及び核物質等の適切な管理の徹底に関する事項	27
(2) 内部統制・ガバナンスの強化	46
2. 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発	51
(1) 廃止措置等に向けた研究開発	57
(2) 環境汚染への対処に係る研究開発	61
3. エネルギーの安定供給と地球温暖化対策への貢献を目指した	
原子力システムの大型プロジェクト研究開発	65
(1) 高速増殖炉/高速炉サイクル技術に関する研究開発	65
1) 高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発	65
2) 高速増殖炉/高速炉サイクル技術の研究開発	76
3) プロジェクトマネジメントの強化	85
(2) 高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発等	91
1) 高レベル放射性廃棄物等の処分研究開発	92
2) 深地層の科学的研究	94
3) 知識ベースの構築	96
(3) 核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発	98
1) 国際熱核融合実験炉（ITER）計画及び幅広いアプローチ	
（BA）活動	98
2) 炉心プラズマ研究開発及び核融合工学研究開発	104
4. 量子ビームによる科学技術の競争力向上と産業利用に貢献する	
研究開発	109
(1) 多様な量子ビーム施設・設備の整備とビーム技術の研究	
開発	110
(2) 量子ビームを応用した先端的な研究開発	115
5. エネルギー利用に係る技術の高度化と共通的科学技術基盤の	
形成	134

(1) 核燃料物質の再処理に関する技術開発.....	134
(2) 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発.....	137
(3) 原子力基礎工学研究.....	144
(4) 先端原子力科学研究.....	165
6. 原子力の研究、開発及び利用の安全の確保と核不拡散に関する 政策に貢献するための活動.....	171
(1) 安全研究とその成果の活用による原子力安全規制行政に 対する技術的支援.....	171
(2) 原子力防災等に対する技術的支援.....	191
(3) 核不拡散政策に関する支援活動.....	199
(4) 原子力安全規制等に対する技術的支援の業務の実効性、 中立性及び透明性の確保.....	210
7. 自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に 係る技術開発.....	211
(1) 廃止措置技術開発.....	211
(2) 放射性廃棄物処理処分・確認等技術開発.....	214
8. 放射性廃棄物の埋設処分.....	218
9. 産学官との連携の強化と社会からの要請に対応するための 活動.....	220
(1) 研究開発成果の普及とその活用の促進.....	220
(2) 民間事業者の核燃料サイクル事業への支援.....	224
(3) 施設・設備の供用の促進.....	227
(4) 特定先端大型研究施設の共用の促進.....	230
(5) 原子力分野の人材育成.....	232
(6) 原子力に関する情報の収集、分析及び提供.....	234
(7) 産学官の連携による研究開発の推進.....	237
(8) 国際協力の推進.....	241
(9) 立地地域の産業界等との技術協力.....	245
(10) 社会や立地地域の信頼の確保に向けた取組.....	247
II. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置.....	250
1. 効率的、効果的なマネジメント体制の確立.....	250
(1) 柔軟かつ効率的な組織運営.....	250
(2) 人材・知識マネジメントの強化.....	257
(3) 研究組織間の連携による融合相乗効果の発揮.....	259
2. 業務の合理化・効率化.....	261
(1) 経費の合理化・効率化.....	261
(2) 人件費の合理化・効率化.....	264
(3) 契約の適正化.....	266

(4) 自己収入の確保 .....	271
(5) 情報技術の活用等 .....	273
3. 評価による業務の効率的推進 .....	276
III. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画 .....	278
1. 予算 .....	284
2. 収支計画 .....	287
3. 資金計画 .....	291
IV. 短期借入金の限度額 .....	295
V. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときはその 計画 .....	296
VI. 剰余金の使途 .....	297
VII. その他の業務運営に関する事項 .....	298
1. 施設及び設備に関する計画 .....	298
2. 放射性廃棄物の処理及び処分並びに原子力施設の廃止措置に 関する計画 .....	301
3. 国際約束の誠実な履行に関する事項 .....	312
4. 人事に関する計画 .....	314
5. 中期目標の期間を超える債務負担 .....	318

# 独立行政法人日本原子力研究開発機構の概要

## 1. 業務内容

### (1) 目的(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第四条)

独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下「機構」という。)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する。

### (2) 業務の範囲(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第十七条)

機構は、第四条の目的を達成するため、次の業務を行う。

- 一 原子力に関する基礎的研究を行うこと。
  - 二 原子力に関する応用の研究を行うこと。
  - 三 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を行うこと。
    - 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
  - 四 前三号に掲げる業務に係る成果を普及し、及びその活用を促進すること。
  - 五 放射性廃棄物の処分に関する業務で次に掲げるもの(特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律(平成十二年法律第百十七号)第五十六条第一項及び第二項に規定する原子力発電環境整備機構の業務に属するものを除く。)を行うこと。
    - イ 機構の業務に伴い発生した放射性廃棄物(附則第二条第一項及び第三条第一項の規定により機構が承継した放射性廃棄物(以下「承継放射性廃棄物」という。)を含む。)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(核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和三十二年法律第百六十六号)第四十三条の四第一項に規定する実用発電用原子炉をいう。第二十八条第一項第四号ロにおいて同じ。))及びその附属施設並びに原子力発電と密接な関連を有する施設で政令で定めるもの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(以下「埋設処分」という。))
    - ロ 埋設処分を行うための施設(以下「埋設施設」という。)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
  - 六 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。
  - 七 原子力に関する研究者及び技術者を養成し、及びその資質の向上を図ること。
  - 八 原子力に関する情報を収集し、整理し、及び提供すること。
  - 九 第一号から第三号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した場合に、原子力に関する試験及び研究、調査、分析又は鑑定を行うこと。
  - 十 前各号の業務に附帯する業務を行うこと。
- 2 機構は、前項の業務のほか、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を行う。
- 3 機構は、前二項の業務のほか、前二項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、又は処理する業務を行うことができる。

## 2. 事務所等の所在地

### (1) 本部

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49 TEL : 029-282-1122

### (2) 研究開発拠点等

#### 福島研究開発部門

〒100-8577 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 TEL : 03-3592-2111

#### 福島研究開発部門福島環境安全センター

〒960-8031 福島県福島市栄町6番6号 TEL : 024-524-1060

#### 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 TEL : 029-265-5111

#### 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 TEL : 029-282-5100

#### 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 TEL : 029-282-5100

#### 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 TEL : 029-282-1111

#### 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 TEL : 029-282-5100

#### 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 TEL : 029-267-4141

#### 敦賀事業本部

〒914-8585 福井県敦賀市木崎65号20番 TEL : 0770-23-3021

#### 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 TEL : 0770-39-1031

#### 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 TEL : 0770-26-1221

#### 那珂核融合研究所

〒311-0193 茨城県那珂市向山801番地1 TEL : 029-270-7213

#### 高崎量子応用研究所

〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町1233番地 TEL : 027-346-9232

#### 関西光科学研究所

〒619-0215 京都府木津川市梅美台8丁目1番地7 TEL : 0774-71-3000

#### 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 TEL : 01632-5-2022

#### 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 TEL : 0572-53-0211

#### 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 TEL : 0868-44-2211

#### 青森研究開発センター

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字表館2番166 TEL : 0175-71-6500

### (3) 海外事務所

#### ワシントン事務所

1825 K Street, N.W., Suite 508, Washington, D.C. 20006 U.S.A.

TEL : +1-202-338-3770

パリ事務所  
28, rue de Berri, 75008 Paris, France

TEL : +33-1-4260-3101

ウィーン事務所  
Leonard Bernsteinstrasse 8/34/7 A-1220, Wien, Austria

TEL : +43-1-955-4012

### 3. 資本金の状況

独立行政法人日本原子力研究開発機構の資本金は、平成26年度末現在で889,331百万円となっている。

(資本金内訳)

(単位：千円)

	平成26年度末	備考
政府出資金	872,913,874	
民間出資金	16,416,744	
計	889,330,618	

\* 単位未満切り捨て

### 4. 役員状況

定数(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第十条)

機構に、役員として、その長である理事長及び監事二人を置く。機構に、役員として、副理事長一人及び理事七人以内を置くことができる。

(平成22年4月1日～平成27年3月31日)

役名	氏名	任期	主要経歴
理事長	松浦 祥次郎	平成25年6月3日～ 平成27年3月31日	昭和33年 3月 京都大学工学部応用物理学学科卒業 昭和35年 3月 京都大学大学院工学研究科原子核工学修士課程修了 昭和60年 4月 日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部長 昭和61年 8月 同研究所企画室長 平成元年 9月 同研究所東海研究所副所長 平成 5年 2月 同研究所理事 平成10年11月 同研究所理事長 (同研究所副理事長を経て) 平成12年 4月 内閣府原子力安全委員会委員長 平成24年11月 一般社団法人原子力安全推進協会代表(非常勤) 平成25年 6月 日本原子力研究開発機構理事長



役名	氏名	任期	主要経歴
(理事長)	岡崎 俊雄	平成19年1月1日～ 平成22年3月31日  平成22年4月1日～ 平成22年8月16日  (副理事長在任期間 平成17年10月1日～ 平成18年12月31日)	昭和41年 3月 大阪大学工学部原子力工学科 卒業 平成 9年 1月 科学技術庁科学審議官 平成10年 6月 同庁科学技術事務次官 平成12年 7月 日本原子力研究所副理事長 平成16年 1月 同研究所理事長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 副理事長 平成19年 1月 同機構理事長
(理事長)	鈴木 篤之	平成22年8月17日～ 平成25年5月16日	昭和46年 3月 東京大学大学院工学系研究科 博士課程修了 昭和46年 3月 東京大学工学博士取得 昭和61年 8月 東京大学教授 平成13年 4月 内閣府原子力安全委員会委員 平成18年 4月 内閣府原子力安全委員会委員長 平成22年 6月 財団法人エネルギー総合工学 研究所理事長 平成22年 8月 日本原子力研究開発機構理事長
副理事長	齋藤 伸三	平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和41年 3月 東京大学大学院工学系 原子力課程修士課程修了 昭和56年 6月 東京大学工学博士取得 平成 4年 4月 日本原子力研究所大洗研究所 高温工学試験研究炉開発部長 平成 5年 4月 同研究所企画室長 平成 9年 2月 同研究所理事・東海研究所所長 平成14年 8月 同研究所理事長 (同研究所副理事長を経て) 平成16年 1月 内閣府原子力委員会委員長代理 平成19年 2月 財団法人放射線利用振興協会 顧問(非常勤) 平成25年10月 日本原子力研究開発機構 敦賀本部高速増殖炉研究開発 センター所長 平成26年 4月 同機構副理事長
(副理事長)	早瀬 佑一	平成19年1月1日～ 平成19年9月30日  平成19年10月1日～ 平成21年9月30日  平成21年10月1日～ 平成22年3月31日  平成22年4月1日～ 平成22年9月30日	昭和43年 3月 東京大学工学部原子力工学科 卒業 昭和43年 4月 東京電力株式会社入社 平成10年 6月 同社福島第二原子力発電所長 平成15年 6月 同社常務取締役(企画部・広報 部担当) 平成18年 6月 同社取締役副社長(環境部・ 建設部・品質・安全監査部) 平成19年 1月 日本原子力研究開発機構 副理事長
(副理事長)	辻倉 米藏	平成22年10月1日～ 平成24年3月31日	昭和43年 3月 京都大学工学部電気工学科卒業 平成12年 1月 京都大学博士(エネルギー科学) 取得 平成15年 6月 関西電力株式会社取締役

役名	氏名	任期	主要経歴
		平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	原子力事業本部副事業本部長 (原子力発電担当) 平成18年 6月 同社常務執行役員 平成20年 6月 同社顧問 平成20年 6月 電気事業連合会顧問 (原子力技術担当) 平成22年10月 日本原子力研究開発機構 副理事長
理事	野村 茂雄	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日 平成22年4月1日～ 平成24年3月31日 平成24年4月1日～ 平成26年3月31日 平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和52年 3月 早稲田大学大学院理工学研究科 鉄鋼材料学専攻博士課程修了 昭和52年 3月 早稲田大学工学博士取得 平成 9年10月 動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所核燃料技術開発部長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所 副所長 平成19年 1月 同機構東海研究開発センター長 代理 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所長 平成21年10月 同機構理事
理事	伊藤 洋一	平成24年1月6日～ 平成24年3月31日 平成24年4月1日～ 平成26年3月31日 平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和57年 3月 東京大学工学部原子力工学科 卒業 平成 9年 7月 科学技術庁原子力局政策課 原子力調査室長 平成19年 7月 文部科学省研究振興局 振興企画課長 平成20年 7月 同省大臣官房参事官 平成22年 7月 同省大臣官房審議官 (生涯学習政策局担当) 平成24年 1月 日本原子力研究開発機構理事
理事	南波 秀樹	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日 平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和55年 3月 東京工業大学大学院 理工学研究科博士課程修了 昭和55年 3月 東京工業大学理学博士取得 平成14年10月 日本原子力研究所高崎研究所 材料開発部長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所長 量子ビーム応用研究部門 副部門長 平成22年 4月 同機構量子ビーム応用研究 部門長 平成24年 4月 同機構理事

役名	氏名	任期	主要経歴
理事	上塚 寛	平成24年4月1日～ 平成26年3月31日  平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和51年 3月 北海道大学大学院工学研究科 修士課程金属工学専攻修了 昭和58年 9月 北海道大学工学博士取得 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 経営企画部上級研究主席 部長 平成21年 4月 同機構東海研究開発センター長 代理 東海研究開発センター 原子力科学研究所長 平成23年 7月 同機構東海研究開発センター長 代理 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所長 平成24年 4月 同機構理事
理事	森山 善範	平成25年10月1日～ 平成26年3月31日  平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和56年 3月 東京大学工学部原子力工学科 卒業 平成18年 7月 原子力安全・保安院原子力発電 安全審査課長 平成21年 7月 同院審議官 (原子力安全基盤担当) 平成22年 7月 文部科学省大臣官房審議官 (研究開発局担当) 平成23年 6月 (併) 原子力安全・保安院 原子力災害対策監 平成24年 9月 独立行政法人原子力安全基盤機 構総括参事 平成25年 7月 日本原子力研究開発機構執行役 平成25年10月 同機構理事
理事	山野 智寛	平成25年10月1日～ 平成26年3月31日  平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和59年 3月 東京大学工学部原子力工学科 卒業 平成14年 6月 欧州連合日本政府代表部参事官 平成19年 1月 文部科学省研究開発局 原子力計画課長 平成21年 7月 独立行政法人科学技術振興機構 経営企画部長 平成22年 7月 文部科学省大臣官房政策課長 平成24年 8月 同省大臣官房審議官 (高等教育局担当) 平成25年 6月 日本原子力研究開発機構執行役 平成25年10月 同機構理事
理事	吉田 信之	平成26年4月1日～ 平成27年3月31日	昭和56年 3月 慶應義塾大学大学院工学研究科 電気工学専攻修士課程修了 平成 9年 1月 中部電力株式会社浜岡原子力 建設準備事務所電気機械課長 平成 9年 7月 電気事業連合会原子力部副部長 平成13年 7月 中部電力株式会社浜岡原子力 建設所電気課長 平成16年 1月 核燃料サイクル開発機構秘書役

役名	氏名	任期	主要経歴
			平成17年10月 日本原子力研究開発機構秘書役 平成18年 1月 中部電力株式会社発電本部原子力部サイクル企画グループ長(部長) 平成23年 6月 日本原燃株式会社取締役濃縮事業部・担任(企画) 平成25年 6月 同社執行役員濃縮事業部長代理 平成26年 4月 日本原子力研究開発機構理事
(理事)	三代 真彰	平成17年10月1日～平成19年9月30日 平成19年10月1日～平成21年9月30日 平成21年10月1日～平成22年3月31日 平成22年4月1日～平成24年3月31日	昭和50年 3月 東京大学大学院工学系研究科原子力工学博士課程修了 昭和50年 3月 東京大学工学博士取得 平成 4年 6月 通商産業省九州通商産業局公益事業部長 平成 8年 6月 資源エネルギー庁公益事業部原子力発電課長 平成16年 6月 原子力安全・保安院次長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構理事
(理事)	片山 正一郎	平成19年8月1日～平成19年9月30日 平成19年10月1日～平成21年9月30日 平成21年10月1日～平成22年3月31日 平成22年4月1日～平成24年3月31日 平成24年4月1日～平成25年9月30日	昭和50年 3月 東京大学大学院工学系研究科修士課程修了 平成12年 6月 科学技術庁原子力安全局原子力安全課長 平成14年 8月 原子力安全・保安院審議官 平成17年 1月 文部科学省科学技術・学術政策局次長 平成17年 7月 内閣府原子力安全委員会事務局長 平成19年 8月 日本原子力研究開発機構理事
(理事)	伊藤 和元	平成19年10月1日～平成21年9月30日 平成21年10月1日～平成22年3月31日 平成22年4月1日～平成23年9月30日	昭和46年 3月 大阪大学大学院工学研究科原子力工学修士課程修了 平成 6年 4月 動力炉・核燃料開発事業団動力炉開発推進本部次長 平成 9年 4月 同事業団高速増殖炉もんじゅ建設所副所長 平成15年10月 核燃料サイクル開発機構特任参事 高速増殖炉もんじゅ建設所所長事務取扱 平成17年10月 日本原子力研究開発機構敦賀本部高速増殖炉研究開発センター所長 平成19年10月 同機構理事

役名	氏名	任期	主要経歴
(理事)	岡田 漱平	平成19年10月1日～ 平成21年9月30日  平成21年10月1日～ 平成22年3月31日  平成22年4月1日～ 平成24年3月31日	昭和52年 3月 東京大学大学院工学系研究科 原子力工学博士課程修了 昭和52年 3月 東京大学工学博士取得 平成11年10月 日本原子力研究所 先端基礎研究センター次長 平成15年 4月 同研究所企画室長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門 副部門長 平成19年10月 同機構理事
(理事)	横溝 英明	平成19年10月1日～ 平成21年9月30日  平成21年10月1日～ 平成22年3月31日  平成22年4月1日～ 平成24年3月31日  平成24年4月1日～ 平成25年9月30日	昭和51年 3月 東京大学大学院理学系研究科 物理学専門課程修了 昭和51年 3月 東京大学理学博士取得 平成 7年10月 日本原子力研究所関西研究所 大型放射光開発利用研究部 加速器系開発グループリーダー 平成13年 4月 同研究所東海研究所 中性子科学研究センター長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所長 平成19年10月 同機構理事
(理事)	戸谷 一夫	平成21年7月14日～ 平成21年9月30日  平成21年10月1日～ 平成22年3月31日  平成22年4月1日～ 平成24年1月5日	昭和55年 3月 東北大学工学部原子核工学科 卒業 平成15年 1月 文部科学省研究振興局 ライフサイエンス課長 平成16年 7月 内閣府参事官（原子力担当） 平成18年 7月 文部科学省大臣官房会計課長 平成20年 7月 同省大臣官房審議官 （高等教育局担当） 平成21年 7月 日本原子力研究開発機構理事
(理事)	廣井 博	平成23年10月1日～ 平成24年3月31日  平成24年4月1日～ 平成26年3月31日	昭和49年 3月 東京大学大学院工学系研究科 原子力工学修士課程修了 平成10年10月 核燃料サイクル開発機構 敦賀本部技術企画部次長 平成15年 4月 同機構敦賀本部業務統括部長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 敦賀本部経営企画部長 平成19年10月 同機構 大洗研究開発センター所長 平成23年10月 同機構理事

役名	氏名	任期	主要経歴
監事	仲川 滋	平成25年10月1日～ 平成27年9月30日	昭和51年 3月 東京大学工学部船舶工学科卒業 昭和62年 4月 東日本旅客鉄道株式会社入社 平成 5年 1月 同社安全研究所主任研究員 平成 9年 6月 同社総合技術開発推進部課長 (車両開発) 平成11年 4月 同社新津車両製作所計画部長 平成13年 3月 同社 J R 東日本 総合研修センター次長 平成15年 6月 同社技術企画部次長 (知的財産) 平成18年 6月 東日本トランスポートック 株式会社 取締役 平成24年 6月 同社常勤監査役 平成25年10月 日本原子力研究開発機構監事
監事	小長谷 公一	平成25年10月1日～ 平成27年9月30日	昭和54年 3月 早稲田大学政治経済学部卒業 昭和63年12月 監査法人朝日新和会計社 (現あずさ監査法人) 入所 平成 4年 8月 公認会計士登録 平成15年 6月 同法人社員登用 平成18年 6月 同法人代表社員登用 平成25年10月 日本原子力研究開発機構監事
(監事)	山根 芳文	平成21年10月1日～ 平成23年9月30日 平成23年10月1日～ 平成25年9月30日	昭和50年 3月 早稲田大学法学部卒業 平成16年 4月 日本原子力研究所財務部長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 財務部長 平成20年 4月 同機構人事部長 平成21年10月 同機構監事
(監事)	牛嶋 博久	平成22年1月1日～ 平成23年9月30日	昭和43年 3月 福岡大学商学部商学科卒業 昭和62年12月 会計検査院第5局電気通信検査 課長 平成 8年 4月 会計検査院事務総長官房総務 審議官 平成 9年 6月 会計検査院第4局長 平成10年 7月 国立国会図書館専門調査員 (商工科学技術調査室主任) 平成14年 7月 株式会社エム・シー・シー常勤 監査役 平成22年 1月 日本原子力研究開発機構監事
(監事)	高山 丈二	平成23年10月1日～ 平成25年9月30日	昭和49年 3月 神戸大学経営学部卒業 平成 4年12月 会計検査院第4局 農林水産検査第2課長 平成16年 4月 同院事務総長官房総括審議官 平成16年12月 同院第3局長 平成19年 7月 同院第5局長 平成20年 7月 国立国会図書館専門調査員 (調査及び立法考査局経済 産業調査室主任) 平成23年10月 日本原子力研究開発機構監事

5. 職員(任期の定めのない者)の状況

3,741 人(平成27年3月31日現在)

6. 設立の根拠となる法律名

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

7. 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

8. 沿革

昭和31年 6月	日本原子力研究所発足
昭和31年 8月	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





## 第 2 期中期目標期間業務実績

## 序文

### 【中期目標】

独立行政法人通則法（平成 11 年法律第 103 号）第 29 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下「機構」という。）が達成すべき業務運営に関する目標（以下「中期目標」という。）を定める。

### 【中期計画】

独立行政法人通則法（平成 11 年法律第 103 号）第 30 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下「機構」という。）の平成 22 年（2010 年）4 月から始まる期間における中期目標を達成するための計画（以下「中期計画」という。）を次のように作成する。

## 前文

### 【中期目標】

我が国における原子力の研究、開発及び利用は、原子力基本法に基づき、厳に平和の目的に限り、安全確保を前提に、将来におけるエネルギー資源を確保し、学術の進歩と産業の振興を図り、もって人類社会の福祉と国民生活の水準向上とに寄与することを目的としている。原子力は様々な分野の知見を結集した総合科学技術であり、上記の目標を達成するためには、多大な資源と時間を必要とするため、その研究開発や安全規制等については、国が大きな役割を果たす必要がある。特に、エネルギー資源の確保や地球温暖化対策に資する研究開発については、我が国のみならず、地球規模の問題を解決するための重要な役割を担っている。

機構は、基礎・基盤研究からプロジェクト研究開発までを包含する我が国唯一の原子力に関する総合的な研究開発機関として、東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故（以下「福島第一原子力発電所事故」という。）からの復旧・復興に向けた取組に積極的に貢献するとともに、政府が策定する「エネルギー基本計画」及び原子力規制委員会が策定する「原子力規制委員会における安全研究について」等に基づき、我が国の原子力の研究開発利用を着実に推進するとともに、安全規制の的確な実施のための技術的支援を行うための中核的拠点の役割を担っている。そのため、福島第一原子力発電所事故を受けて顕在化した課題の解決に必要な研究開発を重点的取組として位置付けつつ、高速増殖炉サイクル技術、高レベル放射性廃棄物処分技術、核融合研究開発及び量子ビームテクノロジーへの重点化を継続するとともに、我が国の原子力技術基盤を維持・強化し、積極的な研究開発成果の発信、技術的支援、人材育成等を行うことを通じて、産業、大学及び地域との連携によって新たな原子力利用に係る産業の創出を目指した研究開発に取り組む必要がある。また、原子力安全、核物質防護及び核不拡散のための技術的及び人的活動に積極的に参加し、貢献していくことが求められている。さらに、研究開発計画を着実に実施するため、内部統制の強化を図りつつ、柔軟かつ効率的な組織運営機能の強化が必要である。

このような取組を進めることにより、福島第一原子力発電所事故からの復旧・復興に資するほか、国家の基盤技術の発展に寄与するとともに、地球規模の問題解決や研究成果の社会への還元による豊かさの増大といった国民からの大きな期待に応え、国際社会にも貢献する研究開発機関として一層発展していく使命がある。

一方で、機構は、「もんじゅ」における保守管理上の不備や大強度陽子加速器施設 J-PARC における放射性物質の漏えいにより社会からの信頼を失い、原子力に対する不信感を抱かれる事態を招いた。このことを重く受け止め、機構は、文部科学省が示した「日本原子力研究開発機構の改革の基本的方向」（平成 25 年 8 月 8 日日本原子力研究開発機構改革本部決定）等に基づき、我が国唯一の原子力に関する総合的な研究開発機関としての社会的使命や、果たすべき役割を念頭

に、安全を最優先とした業務運営を行い、国民の信頼と安心を回復すべく真摯に取り組む必要がある。

なお、現在、集中改革期間において検討を進めている取組については、その検討内容を踏まえ、次期中期目標に反映させることとする。

#### 【中期計画】

機構は、旧日本原子力研究所及び旧核燃料サイクル開発機構が統合し、原子力分野における我が国唯一の総合的な研究開発機関として、平成 17 年（2005 年）10 月に発足した。

機構は、平和利用、安全確保及び社会からの信頼を大前提として、我が国のエネルギーの安定確保及び地球環境問題の解決並びに新しい科学技術や産業の創出を目指した原子力の研究開発を総合的、計画的かつ効率的に行うとともに、成果の普及等を行うことにより、人類社会の福祉及び国民生活の水準向上に貢献を果たすことを期待されている。

機構は、国の原子力政策や科学技術政策に基づいて、第 1 期中期計画の 4 年半を通じて自らの事業の重点化を進めてきた。具体的には、国の原子力政策大綱やエネルギー基本計画にのっとり、我が国の中長期的なエネルギー安定確保のために不可欠となる核燃料サイクルの確立を目指す「高速増殖炉サイクル研究開発」及び「高レベル放射性廃棄物処分技術研究開発」、最先端の科学技術を駆使して将来のエネルギー源開発を目指す国際共同研究プロジェクトにおいて我が国が主導的役割を有する「核融合研究開発」並びに多様な放射線の利用を通じて科学技術の新分野を開拓するとともに広く産業や医療分野を支えることが期待される「量子ビーム応用研究開発」を主要 4 事業として研究資源の重点配分を行ってきた。

第 2 期においても、「もんじゅ」をはじめとする原子力エネルギーに関する研究開発を中心に、引き続きこれら主要 4 事業への重点化を行うとともに、すべての研究開発事業について一層の効率化を進める。また、我が国における原子力利用を中長期的に支えるため、「原子力規制委員会における安全研究について」（平成 25 年 9 月 25 日原子力規制委員会決定）等に基づく安全研究を含む基礎・基盤研究の推進、成果の産業利用の促進、国内外の原子力人材の育成等についても総合的な研究開発機関としての役割を果たしていく。その中で、我が国の産業の国際競争力向上に貢献するため、原子力の革新的技術の創出を目指すとともに、国、大学、産業界と連携して様々なニーズに積極的に応える。さらに、国際的な原子力安全、核物質防護及び核不拡散のための諸活動に対し、技術面、人材面において積極的に参画し、貢献する。

業務運営に関しては、PDCA サイクルに基づく経営管理機能を強化し、内外の情勢変化に応じて弾力的な研究開発の推進を図るとともに、研究者・技術者の能力向上と研究開発成果としての知識の集約・保存等を「人材・知識マネジメント」

として強化し、研究開発組織としての力を柔軟かつ迅速に発揮できる体制を構築する。また、自らの原子力施設の安全確保の徹底、組織の内部統制・ガバナンスの強化、情報公開の徹底、立地地域との共生等を図る。さらに、原子力技術の実用化を目指すプロジェクト研究開発と基礎・基盤研究との効果的な連携を強化するとともに、大型原子力施設の運営管理、国内外の関係機関との連携が重要となるプロジェクト研究開発等におけるマネジメントの一層の強化を図る。

機構は、平成 23 年（2011 年）3 月 11 日に発生した東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故（以下「福島第一原子力発電所事故」）からの復旧対策、復興に向けた取組への貢献を重要事業と位置づけ、我が国唯一の総合的原子力研究開発機関としてその科学的技術的専門性を最大限活用して積極的に取り組むこととする。

一方で、機構は、「もんじゅ」における保守管理上の不備や大強度陽子加速器施設 J-PARC における放射性物質の漏えいにより社会からの信頼を失い、原子力に対する不信感を抱かれる事態を招いた。このことを重く受け止め、文部科学省が示した「日本原子力研究開発機構の改革の基本的方向」（平成 25 年 8 月 8 日日本原子力研究開発機構改革本部決定）を受け、機構自らが策定した「日本原子力研究開発機構の改革計画」（平成 25 年 9 月 26 日日本原子力研究開発機構）に基づき、経営機能の強化、安全確保・安全文化醸成、事業の合理化、「もんじゅ」の安全で自立的な運営管理体制の確立等に向けて改革を着実に進める。また、新たに改訂された「エネルギー基本計画」（平成 26 年 4 月 11 日閣議決定）を踏まえた研究開発に取り組むために克服しなければならない課題について、着実な対応を進める。なお、集中改革における取組については、その検討内容を踏まえ、次期中期計画に反映させることとする。

## 日本原子力研究開発機構の改革

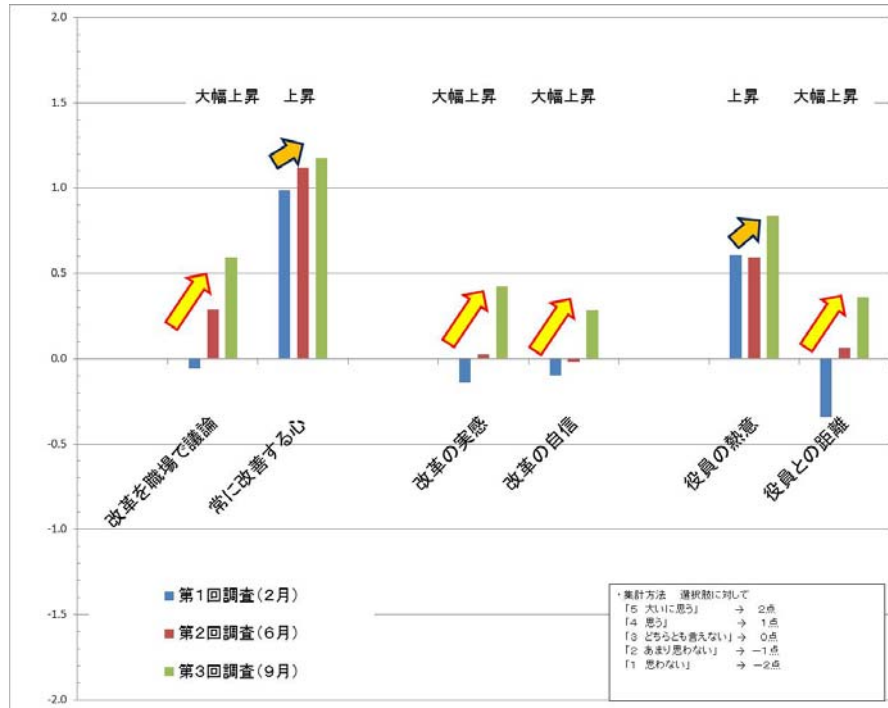
○平成 24 年 11 月に発生した高速増殖原型炉もんじゅ（以下『「もんじゅ」』という。）の保守管理上の不備の問題及び平成 25 年 5 月に発生した大強度陽子加速器施設（以下「J-PARC」という。）での放射性物質漏えい事故に端を発し、機構の組織体制・業務を抜本的に見直すため、文部科学省に「日本原子力研究開発機構改革本部」（本部長：文部科学大臣）が設置され、平成 25 年 8 月に「日本原子力研究開発機構の改革の基本的方向」が取りまとめられた。これを受け、機構は、平成 25 年 9 月に「日本原子力研究開発機構の改革計画」（以下「改革計画」という。）を策定し、平成 25 年 10 月から一年間の集中改革を開始した。

改革計画に従い、原子力機構改革検証委員会（委員長：木村孟 元東京工業大学学長）及びもんじゅ安全・改革検証委員会（委員長：阿部博之 元東北大学総長）からの指摘も踏まえながら、平成 25 年 10 月から平成 26 年 9 月までの一年間にわたる集中改革期間において、理事長が先頭に役職員全員が改革活動を実施してきた結果、計画した全ての活動に取り組み、一定の成果を得ることができた。

また、集中改革期間中に 3 回実施した職員等に対する意識調査においては、改革の意義、実感、自信や職場での改革の議論などの設問への回答から意識の向上を確認できた。また役員との意見交換（計 152 回、1,430 人実施）においても改革意識の高まりを確認できた。これは改革が職員へ浸透し意識が変化しつつあることの表れである。

このように改革を実施してきた結果、安全を最優先として、適切なリスク管理の下で、研究開発成果の最大化を図る組織体質へ変わりつつあり、今後はこの改革の定着に向けフォローアップを確実に行っていくことが重要である。反面、この一年間の改革活動の中で、改革を定着させていくための課題やいまだ残存している課題もある。よって、集中改革期間終了後も原子力機構改革の定着を図るため、各所管部署において PDCA サイクルを確実に遂行するとともに、平成 27 年 3 月まで原子力機構改革室を存続させて改革定着のフォローアップを行うことにより、絶えざる向上を追求した。

しかし、早期の再稼働実現を当面の最大目標とする「もんじゅ」については、一年間の集中改革期間中に改革の発端となった保安措置命令に対する報告書を原子力規制委員会に提出するまでには至らなかったことに加えて、保守管理上の不備の問題における重要課題が未解決であったため、独立行政法人として事業の大きな節目となる第 2 期中期目標期間終了(平成 26 年度末)までの間、『「もんじゅ」改革第 2 ステージ』として更に集中改革を継続し、「もんじゅ」改革の完遂とその定着を目指すこととした。



職員意識調査結果 (抜粋)

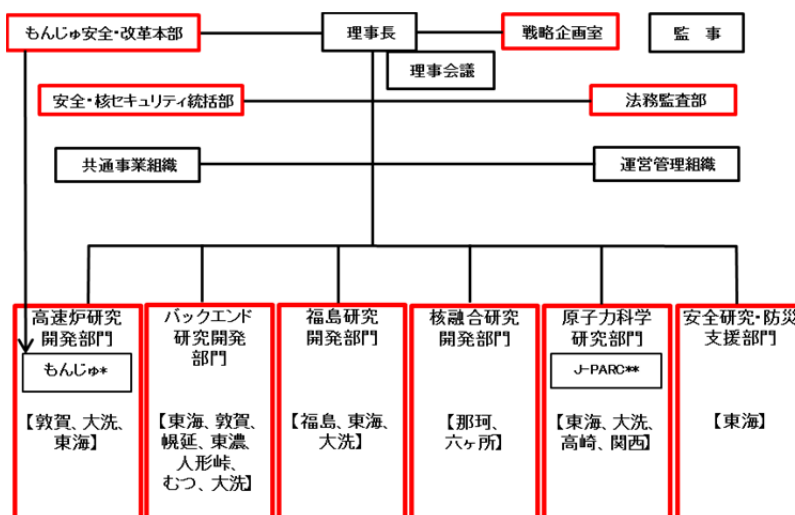
○機構のミッションを的確に達成する「強い経営」の確立を目的として、平成26年4月に複数の研究部門及び事業所間の連携並びに組織的な機動性を高めるために事業ごとに組織を大きく再編する「部門制」を導入するとともに、トップマネジメントによるガバナンスを支援する「経営支援組織」を設置した。

部門制については、これまでの13事業所、12研究部門等を、重点化した事業別に6つの部門（福島研究開発部門、安全研究・防災支援部門、原子力科学研究部門、高速炉研究開発部門、バックエンド研究開発部門及び核融合研究開発部門）に大きく再編し、部門長に理事を充て執行責任を明確にした。これにより組織的な機動性を高める体制を整え、改革前に比べて迅速かつ一元的な組織運営を行う仕組みの強化を図った。

また、理事長による経営を支援する機能を強化するため、経営企画機能の強化を目的に、①機構全体の運営や事業の企画立案に係る情報収集・分析等を行う理事長直下の組織として戦略企画室を、②安全マネジメント機能を強化し、核物質防護や保障措置対応業務も含めた法人としての安全に関する司令塔機能を集約し、法人全体の安全確保を総括する理事長直下の組織として安全・核セキュリティ統括部を、③これまで異なる部署で行っていたリスクマネジメント、コンプライアンス活動、内部監査等について一元的な運用を図るとともに、監事による安全に関する監査の強化を支えるため、法務室、監査室及び安全監査室を統合した法務監査部を、平成26年4月に新設して活動を開始した。

加えて、法人としての業務運営管理の統一化を図るため、本部組織による統制機能の強化並びに各事業所組織との連携及び情報共有の改善を推進した。こ

れらはトップマネジメントによるガバナンスの強化に資するものであり、従来、運営上の課題であった「弱い経営」を解決する組織的基盤を整備できたと考える。一方、指示・連絡系統及び事務手続の流れの混乱等、組織再編に伴う初期課題が明らかとなっており、これらの課題は改善を図っている。



【】内は、主な事業実施場所。  
 \*) もんじゅの改革の重要案件については、本部長(理事長)が直接指揮  
 \*\*) J-PARCはJAEAとKEKの共同事業であり、重要事項は理事長が指揮

### 組織再編後の体制

○安全文化に関して職員一人ひとりの意識向上を図るため、安全最優先の組織への変革を目指した「松浦宣言」を定め、役員と職員との直接対話を積み重ねることなどにより、職員への浸透を図った。また、この直接対話や職員の意見を収集する「理事長安全提案箱」の設置により、経営と職員との双方向のコミュニケーションを強化した。さらに、安全文化の維持向上のために職員一人ひとりが何をすべきかについて、国際原子力機関(IAEA)の「安全文化」(INSAG-4)の解説資料を作成し、各事業所内での教育活動等で活用した。

安全統括機能の強化について、施設の実態並びに安全文化及び核セキュリティ文化の劣化兆候を把握する機能を強化するため、意識調査や意見交換等のモニタリング機能の改善を図るとともに、理事長の意思決定支援として、理事長の裁量の下で機動的に安全確保や核セキュリティ確保のための対策が講じられるよう、事業所の施設・設備の調査を行い、かつ役員巡視の結果も踏まえ、緊急予算措置を実施した。

安全文化醸成活動等について、より実効的な活動となるよう、形骸化及び有効性の確認等の総点検を実施することにより、原子力機構全体で活動を約1割削減し、活動の重点化・効率化を図った。

これらの活動を通じて、組織及び職員一人ひとりに安全文化醸成の意識が確実に浸透し、一層の施設・設備の安全確保もなされると考える。なお、安全文化は、「これで完了」と思った瞬間から劣化が始まるため、「職員一人ひとりの



意識が重要である」との認識の下、職員の意識向上を図る活動を不断に継続する。

また、J-PARC については、パルス当たり世界最大級の電流値を持つ大強度陽子ビームとそれに伴う潜在的リスクを有し、かつ、機構と高エネルギー加速器研究機構（以下「KEK」という。）という異なる二機関を母体とすることを念頭に、両機関による運営の一体化を図るとともに、安全の定着と深化を中心に据え、ハード及びソフトの両面にわたって改革を進めてきた。具体的な対策として、ハード面では、50GeV シンクロトロン of 電磁石誤作動防止策、ハドロン実験施設の気密強化等の施設の安全対策を平成 27 年 1 月に全て完了した。ソフト面では、副センター長（安全統括）の設置等による安全管理や安全評価に係る体制強化及びマニュアルにおける判断・通報基準の明確化等による緊急時の対応手順の明確化を図った。また、安全教育、緊急時対応訓練等の安全文化醸成活動を継続的に実施している。さらに、二機関の共同運営に伴う課題については、人事評価の一元的実施等によるセンター長のリーダーシップの強化や機構と KEK の両機関合同事故対策本部の設置等の対策を実施した。今般の改革を機に、意識調査等の結果から、J-PARC センター各職員に大規模実験施設の運営に必要な安全意識の高まりが認められ、今後は、その定着と深化に向けた取組を継続的に実施していく。

○改革計画において機構の使命を再確認し、東京電力福島第一原子力発電所事故への対応、原子力の安全性向上に向けた研究、原子力基盤の維持・強化、核燃料サイクル研究開発（「もんじゅ」を中心とした研究開発）及び放射性廃棄物処理・処分技術開発に重点的に取り組むこととした。

特に、東京電力福島第一原子力発電所事故への対応としては、環境回復及び廃炉事業への貢献を機構の最優先事項として推進することとし、平成 26 年 4 月に福島研究開発部門を設置し、事業所の福島関連施設も含め関連部署を集結して組織を再編・拡充した。また、人員としては、平成 26 年 4 月時点で約 610 名（うち兼務約 150 名。任期制職員含む。）体制とし、福島の実地へは約 120 名を配置するなど、福島対応に最優先で取り組んでいる。

また、「もんじゅ」については、経営資源の投入として内部異動 40 名及び実務経験者の中途採用 22 名により人的強化を図るとともに、他事業予算を合理化して「もんじゅ」の安全対策に追加予算措置を行った。

一方、次のとおり事業の合理化を図ることにより、核分裂エネルギー関連分野への事業範囲の重点化及び事業規模の適正化への明確な道筋を示した。集中改革期間以降、この道筋に沿って対応を図っている。

- ・核融合研究開発及び量子ビーム応用研究の一部について、文部科学省の方針を踏まえ、他法人へ移管する方向で調整を進める。これによって原子力機構の事業範囲は相当程度合理化され、核分裂エネルギー関連分野へ重点

化されることとなる。

- ・再処理技術開発に関しては、核燃料サイクルの推進を基本的方針としている「エネルギー基本計画」に基づき、六ヶ所再処理工場への技術支援、再処理に係る高度化開発及び基礎・基盤技術開発を継続・推進する。東海再処理施設については、使用済燃料のせん断、溶解等を行う一部の施設の使用を取りやめ、次期中長期目標期間（平成 27 年度～平成 33 年度）中に廃止措置計画を申請する方向で検討を進めるとともに、再処理施設等の廃止措置体系の確立に向けた技術開発に着手する。また、これと並行して施設のリスクを低減させる活動として、高レベル放射性廃液のガラス固化処理等、施設内に保有している放射性廃棄物への対策を進める。残るふげん使用済燃料等は、少量かつ軽水炉とは異なる特別な炉型のものであることから、これらの処理については海外委託の可能性を視野に諸課題の解決を図っていく。リサイクル機器試験施設（RETF）については、当面、ガラス固化体を最終処分場に輸送するための容器に詰める施設としての活用を図ることとし、具体的検討を進める。
- ・深地層の研究施設での研究開発（地下研事業）については、瑞浪及び幌延それぞれにおける調査研究の成果を前倒して取りまとめ、必須の課題に絞り込むとともに、瑞浪では、必須の課題に係る研究開発について、現在掘削が終了している深度 500m までの研究坑道で実施できることを確認し、事業の合理化の方向性を得ることができた。
- ・高速炉サイクルの研究開発については、「もんじゅ」の自立した運転管理体制の確立及び運転再開への取組を最優先することとし、並行して進めている「もんじゅ」後の実用化に向けた研究開発については安全強化及び廃棄物減容・有害度低減に係る研究開発に重点化して国際協力の積極的活用により合理化・効率化を図っていく。今後も「もんじゅ」の進展や状況に応じて高速炉研究開発部門内の経営資源（予算・人員）を「もんじゅ」に集中投入していく。
- ・先端基礎科学研究については、従来 11 のグループ・研究テーマに細分化していたものを原子力科学の中心課題であるアクチノイド先端基礎科学及び原子力先端材料科学の 2 研究分野に集約化することとした。
- ・改革計画において廃止対象に位置付けた研究炉 JRR-4 など 6 施設については、廃止措置の基本方針を策定した。加えて、核燃料物質取扱施設等については重点化・集約化の検討を進めた。これらの事業の重点化・合理化の検討を通じて、事業規模の適正化への明確な道筋を示すことができたと考える。今後も戦略企画室及び 6 つの部門を中心に事業の重点化・合理化に取り組んでいく。

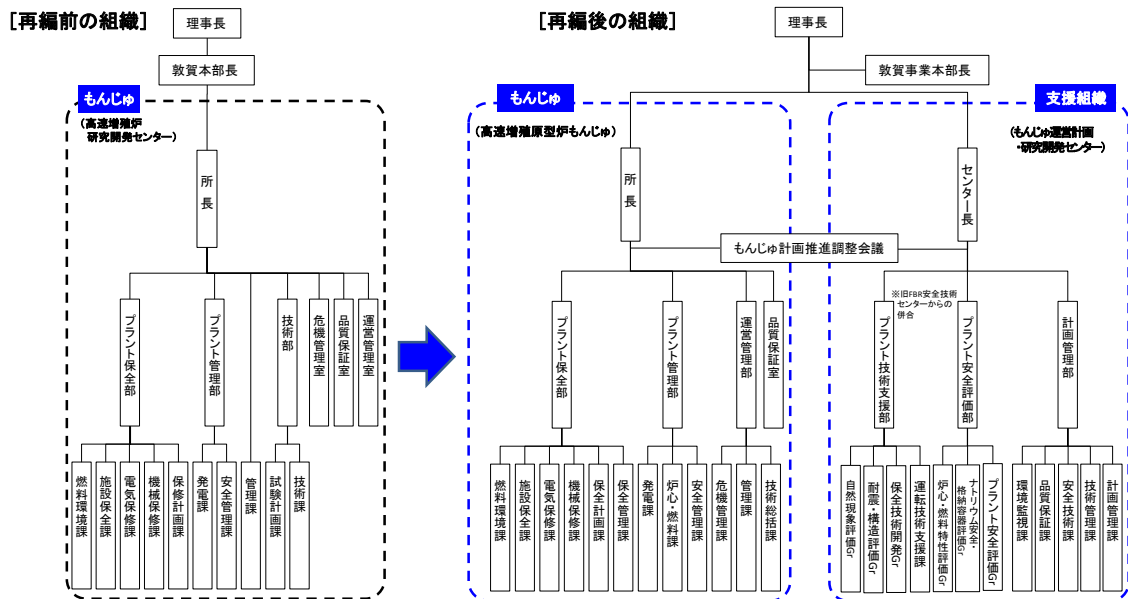
○「もんじゅ」改革における一年間の集中改革期間については、改革計画（第1ステージ）において「体制の改革」、「風土の改革」及び「人の改革」に関する基本方針を定め、平成25年10月から平成26年9月までの一年間にわたる集中改革を実施してきた。

「体制の改革」については、理事長による強力なトップマネジメントにより、保守管理に必要な経営資源（予算・人員）を追加措置するとともに、メーカや協力会社との連携強化及び電力会社の技術者による技術指導を通じて発電所運営管理の向上を図った。また、保守管理上の不備に対し、点検を管理する計算機システムである「保守管理業務支援システム」を導入し、点検期限内での点検実施を確実に管理できるよう改善した。さらに、「もんじゅ」を運転・保守に専念させること等を目的とする組織再編については、改革を加速させるために不可欠であることから、保安規定変更命令に対する対応とは切り離し、平成26年10月1日に組織再編のための保安規定の変更を実施した。

「風土の改革」については、理事長や所長が職員と直接意見交換し、トップダウンとボトムアップを有機的に組み合わせる活動を行ったことから、安全を最優先とする意識の浸透が図られつつあり、定期的な意識調査において安全文化に係る各要素について維持又は改善傾向が認められている。

「人の改革」については、専門的技術力の向上に加えて運転再開を見据えた計画的な人材の育成を図るため、運転及び保守担当者の育成計画を策定し、運用を開始した。育成計画は、現場の実践教育を継続し、強化することによって技術力を高められるように改善した。

集中改革期間において実施した取組については、一定の成果が得られ、終了した対策や通常業務において改善活動を継続する対策がある一方で、目標である運転再開へ向けての保安措置命令の解除のための課題及び改善活動が明確になったことから、独立行政法人としての大きな節目となる第2期中期目標期間（平成26年度まで）終了までの間、集中改革を継続し、改革とその定着の総仕上げを「もんじゅ」改革第2ステージに引き継いだ。



再編前及び再編後の「もんじゅ」組織

平成 26 年 10 月から平成 27 年 3 月までの半年間にわたる「もんじゅ」改革第 2 ステージにおいては、改革の発端となった原子力規制委員会からの保安措置命令に対する対策を集中して行い、それ以外の改革についても、対策を具体化して仕上げていくこととし、課題を以下の 3 つに集約して実施した。

- 【課題 1】保守管理体制の再構築と継続的改善
- 【課題 2】品質保証体制の再構築と継続的改善
- 【課題 3】現場技術力の強化

「保守管理体制の再構築と継続的改善」については、「もんじゅ」を理事長直轄組織とすることによる保守管理のガバナンスの強化に加え、全てのデータを一元管理できる保守管理業務支援システムの整備と保守担当者の技術力強化及び保守管理業務に関わる各種規定類・ルールの見直し等の仕組みの改善を図った。また、保全計画の内容について、設計資料や点検記録等と照合・確認を行い、全面的な見直しを実施するとともに、過去の点検等が十分でなかった機器を特定した上で、点検又は技術評価等による「特別採用」（点検期限を超過した機器に対し、点検時期を明確にし、それまでの間の原子炉施設への影響がないことを技術評価により確認する、又は影響させないような対策を実施した上で、機器の使用を認める処置）を実施し、未点検機器を不適合管理要領に基づく不適合管理の下に置いた。さらに、保安規定において低温停止時に機能要求がある機器 3,790 個に対して技術根拠を整備し、3,745 個の機器について点検項目、点検内容、点検間隔／頻度等を適正化した。今後、この経験を活用し、原子炉施設の状態や機器の安全上の重要度に応じた優先順位を考慮しつつ、順次、同様の方法によって技術根拠の整備による保全計画の見直しを進めていく。また、「もんじゅ」を運転・保守業務に専念する組織とするために、「もんじ

ゆ」を支援する組織として「もんじゅ運営計画・研究開発センター」を新設した。保守管理体制の再構築と継続的改善のために集中改革として実施すべき対策は講じており、成果も現れていることから、改革を定着させる段階に移行できると考える。

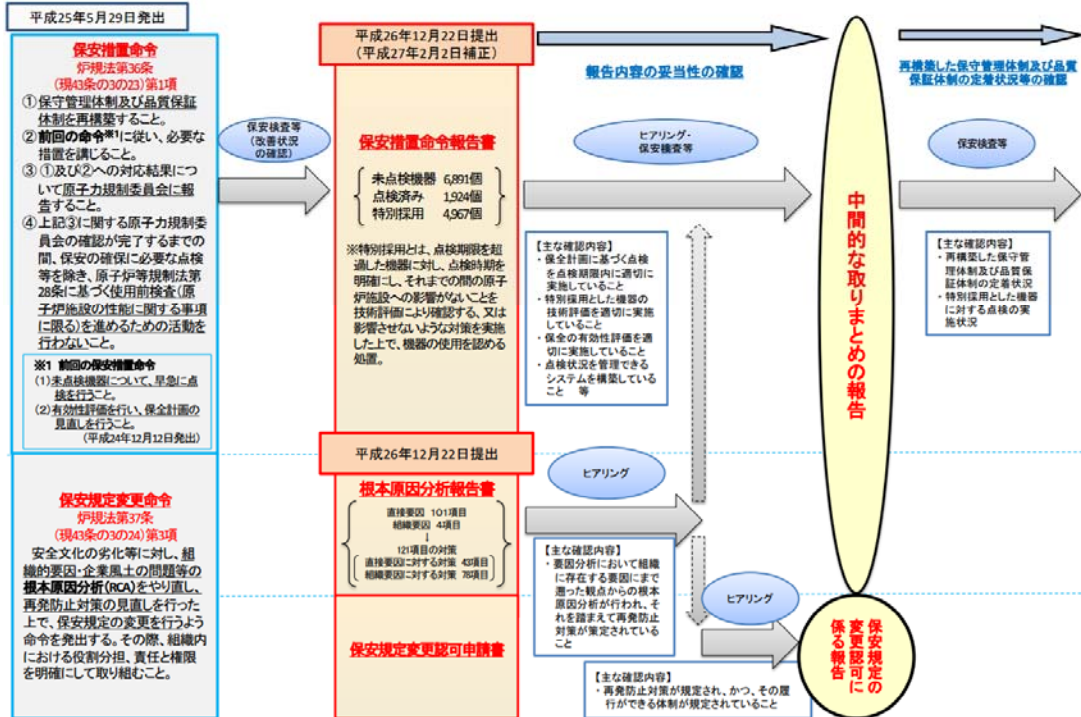
「品質保証体制の再構築と継続的改善」については、トップマネジメントが適時適切に機能するよう、マネジメントレビューの頻度を原則年度ごと2回以上とするとともに、必要に応じて臨時のマネジメントレビューを実施することとした。品質保証体制の強化として、組織再編において品質保証室の独立性を強化するとともに、品質保証担当副所長の配置及び各課への品質保証担当者の複数名配置により、品質保障に係る横串機能を強化した。また、不適合管理の改善については、是正処置プログラムを本格運用することにより、不適合に関する情報等を多くの管理職が迅速に共有できるようにするとともに、「是正処置確認会」を設置し、確実な是正を行うことができるように改善を図った。さらに、新たに「業務管理表」を導入し、業務の進捗状況や課題を日々管理し、定期的又は必要の都度、上司に報告を行うことで、業務マネジメントの強化を図った。品質保証体制の再構築と継続的改善のために集中改革として実施すべき対策は講じており、成果も現れていることから、改革を定着させる段階に移行できると考える。

「現場技術力の強化」については、運転技術者及び保守技術者について、育成シートを用いて個人ごとの育成計画を管理するとともに、転入者及び新入者を対象とした教育訓練内容を整理し、現場実践教育の拡充、教育資料の整備等をおこなった。また、保守担当者に対し、不適合管理の重要性や保守管理に係る不適合について、実例を用いた反復教育を実施するとともに、不適合管理について、小集団単位による討議形式の教育を実施した。さらに、品質保証に係る教育として、各課の品質保証担当者を中心に、ISO9001/JEAC4111 内部監査員研修を受講させるとともに、今後の運転計画等の工程や法定資格の取得状況等を考慮した人員計画の検討を進めている。集中改革として実施すべき現場技術力の強化に向けた仕組が整備されたので、今後、教育、OJT 等による経験を積み重ねる段階に移行できると考える。

また、平成26年12月22日、「もんじゅ」改革の成果の集大成として、保安措置命令に係る報告書を提出した。その後、平成27年3月4日の原子力規制委員会において、保安措置命令等に関する今後の対応方針が示された。ただし、報告書提出後に機器数の集計誤り等の課題が摘出されたため、現在、再構築した品質保証体制にのっとり不適合処置を行って対応中である。

もんじゅにおける原子炉等規制法に基づく保安措置命令及び保安規定変更命令に係る報告等に関する今後の対応方針

別添 4



保安措置命令等に係る原子力規制庁の今後の対応方針  
(平成27年3月4日第60回原子力規制委員会資料より)

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

### 1. 安全を最優先とした業務運営体制の構築

#### (1) 安全確保及び核物質等の適切な管理の徹底に関する事項

##### 1) 安全確保

###### 【中期目標】

機構の全ての役職員が自らの問題として安全最優先の意識を徹底し、安全文化の向上に不断に取り組み、業務の実施においては、法令遵守を大前提に、施設及び事業に関わる安全確保を徹底する。

また、核物質の管理に当たっては、国際約束及び関連国内法令を遵守して適切な管理を行うとともに、核物質防護を強化する。

###### 【中期計画】

##### 1) 安全確保

これまでの事故・トラブルを真摯に受け止め、改めて原子力事業者として、安全確保を業務運営の最優先事項とすることを基本理念とし、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、施設及び事業に関わる原子力安全確保を徹底する。また、安全に係る法令等の遵守や安全文化の醸成を図る。

原子力安全に関する品質目標の策定、目標に基づく業務の遂行及び監査の実施により、保安規定に導入した品質マネジメントシステムを確実に運用するとともに、継続的な改善を図る。

上記方針にのっとり、以下の具体的施策を実施する。

- ・安全を最優先とする組織を再構築するため、安全確保、安全文化醸成等についてこれまでの活動の有効性を評価し、その結果を活動に反映させる。
- ・機構全体の安全技能の向上を図るため、原子力施設における安全に関する教育・訓練計画を定め、必要な教育・訓練を実施する。さらに、安全意識の向上を図るため、民間企業等との人事交流を行う。
- ・労働災害の防止、労働安全衛生等の一般安全の確保へ向け、協力会社員等も含め、リスクアセスメントなどの安全活動を実施する。
- ・原子力災害時に適切に対応するため、情報伝達設備やテレビ会議システムなどの整備・運用・改善を行うとともに、必要な人材の教育・訓練を実施する。また、平常時から緊急時体制の充実を図るため、地域防災計画に基づく、防災会議等へ委員を派遣し、地域とのネットワークによる情報交換、研究協力、人的交流等を行う。

- ・ 確実な緊急時対応に備えるため、緊急時における機構内の情報共有及び機構外への情報提供に関する対応システムの必要に応じた改善を行う。
- ・ 原子力安全、核セキュリティ及び保障措置の連携を強化するため、原子力安全統括業務、核物質防護統括業務及び保障措置対応業務（3S）を集約する。

#### 《中期実績》

中期計画の達成に向けて、年度計画の各項目を実施したが、今中期目標期間においては、平成23年3月の東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所事故への対応並びに平成24年11月の「もんじゅ」における保守管理上の不備及び平成25年5月のJ-PARCにおける放射性物質漏えい事故に伴う平成25年9月からの機構改革への対応により、安全確保及び安全文化醸成に係る活動についても、期中において改善のために大きく見直し、活動を展開してきた。

#### <機構改革への対応実績>

平成24年度第2四半期の保安検査で指摘されたもんじゅ保守管理上の不備により原子力規制委員会から機構の安全文化が劣化しているとの指摘があり、また平成25年5月に発生したJ-PARC放射性物質の漏えい事故を踏まえ、機構の組織体制・業務を抜本的に見直す状況となった。平成25年9月に策定された改革計画の検討の中で機構の安全文化醸成活動の見直しを実施した。その際、もんじゅ保守管理上の不備に関する根本原因分析の結果及び根本原因分析から提言された対策を具体化した。

しかしながら、「もんじゅ」は、未点検機器問題、ナトリウム漏えい監視用ITV故障問題、平成26年12月に原子力規制委員会に提出した保安措置命令に対する対応結果の報告書の誤りなどにより平成27年3月末までの措置命令解除に至らなかった。

#### 1. もんじゅ保守管理上の不備に関する根本原因分析の実施

機構は、平成24年12月の原子力規制委員会からの指示により、分析チームを設置して根本原因分析を実施し、その結果を平成25年1月に報告した。その後、平成25年5月に原子力規制委員会による評価があり、原子炉等規制法第36条（現第43条の3の23）に基づく措置命令等を受けるに至った。

このため、分析チームは、平成25年1月の報告以降、平成26年3月までに明らかになった保守管理上の不備に係る事象も含めて、組織的要因等の根本原因分析を拡充して実施した。その結果、平成26年11月に以下に示す4つの組織要因の各々について対策提言を示した（その後、平成26年9月以降に明らかとなった事象等について、分析を継続している。）。

- ・ 保守管理業務に係るマネジメント（管理機能）の不足



管理者の所掌範囲が過大であるにもかかわらず、管理者自らが一担当者（プレーヤー）となりマネージャーとしての意識が不足していたため、保全計画の制改定、点検期限調査等の業務の段取りに係る整備状況及び担当者の保守管理業務の実施状況の確認を自ら行っておらず、保守管理における管理機能が十分に発揮されていなかった。

- ・組織としての横断的なチェック（横串）機能の不足

組織としてルール遵守意識が不足しており、これを是正すべき品質保証室等によるチェック（横串）機能が十分に働いていなかった。また、保全プログラム開発等への計画的な取組のための調整、管理機能及びサポート体制が不足していた。

- ・保全に係る技術基盤の整備不足

保全計画や点検管理システムが構築途上にあるにもかかわらず、頻発するトラブル対応に傾注し、保守管理に係る課題に対して本質的な対応（保守管理に係る要領類及び保全計画の見直し、点検要領標準化への取組、品質マネジメントシステムを理解するための取組等）が十分に行われず、また、これらを実践する要員及び体制も不十分であった。

- ・安全最優先の意識と取組の不足

点検期限超過等の保守管理状況の実態把握が十分でなく、現場の安全を最優先とする意識や資源確保等への取組も不足していた。また、過去の根本原因分析から提言された対策や取組へのフォローも不足していた。

機構は、これらの対策提言を踏まえて、具体的な再発防止対策を「もんじゅ」の改革計画に反映し、改善活動を展開している。

## 2. 機構改革における活動の概要

### 2-1 安全確保、安全文化醸成及び核セキュリティ文化醸成の活動改善と役職員一人ひとりの意識改革

#### (1) 安全に係るトップマネジメントの強化

##### ① トップマネジメントの方針浸透に向けた活動

理事長方針等の浸透を図るため、原子力安全に係る品質方針並びに安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る活動方針（平成 25 年 11 月制定）、松浦宣言等の情報をまとめた名刺サイズの携行カードを作成し、全職員等に配布した（平成 26 年 1 月）。

また、安全・核セキュリティ統括部は、各拠点にカード配布の趣旨（職員一人ひとりが安全とは何か、自分の業務において安全を確保するために何ができるかを考える。）を説明し、安全というものを常に考え実践することを心掛けるよう指導し、携帯させている。

理事長方針（安全確保を最優先）の浸透を目的として、理事長を始めとする役員が直接現場に赴き、安全巡視を実施（平成26年7月～9月、14拠点）するとともに、職員との意見交換（直接対話）を実施した（平成26年1月～9月、計136回、延べ参加人数1,307人）。意見交換後のアンケートにより、「理事長から直接話を聞き、理解が深まった」や「役員が安全最優先の熱意が伝わった」等の意見が出され、理事長方針が理解され浸透しつつあることがうかがえる。

## ②理事長安全提案箱の設置・運用

安全確保、コンプライアンス及び業務の改善に資する意見を収集するため「理事長安全提案箱」を平成26年1月に設置した。

提案へのフィードバックについては、提案者に直接回答するとともに、提案内容と対応結果を機構イントラネットに掲載している。

平成27年3月までに35件の提案があり、速やかに回答するよう努めるとともに提案への具体的対応を図った。平成27年3月末に提案された1件を除き、34件について対応を終了した。これまで、誹謗及び中傷の類の提案はなく、安全確保等の改善提案や意見が寄せられており、提案を採り入れて実施したものも多い。対応例として、他拠点の「もんじゅ」の理解が必要との提案に対して、現地での意見交換等を実施した結果、「もんじゅ」の課題を実感でき、自らの業務改善に反映する等の意見が出されるなど、理事長安全提案箱設置の効果が表れつつある。

## ③安全文化醸成活動に係る仕組みの見直し

機構の安全文化醸成活動の実効性を向上させる観点で、安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る規程並びに要領を見直した。これにより、活動の対象範囲を法令で活動が求められている6拠点以外の機構内の全部署へ拡大し、理事長レビューの開催頻度の変更（年度中期及び年度末の2回に増やす。）並びに安全・核セキュリティ統括部長による安全文化醸成及び法令遵守に係る機構活動計画の策定を進めた。

## (2) 安全・核セキュリティ意識向上のための啓もう

### ①リスクを考慮した保安活動

保安活動ではリスクを考慮することが不可欠であることから、各拠点におけるリスクアセスメントの実施、基本動作の徹底等の活動に取り組んだ。引き続き、これらの活動に取り組むとともに、安全・核セキュリティ統括部においても各拠点の活動状況を確認し、継続的に改善を図る。

### ②研修の充実強化

技術者・研究者として具備すべき倫理に係る実効的な研修（日本原子力学会倫理委員会委員長等を講師とし、講演及び参加者との意見交換を実施）を、11拠点等で実施し、約700人の参加者を得た。アンケートの結果、約8割の受講者が「業務に役立つ」と回答しており、本研修は有効であることが確認できた。

### ③安全文化意識の向上

安全・核セキュリティ統括部は、IAEAの報告書「安全文化」(INSAG-4、1991年)を基に、個人レベルの安全文化の重要な要素に関する解説資料を作成し、各拠点内での教育活動等に活用するとともに、機構イントラネットやメールマガジンに掲載するなど、職員への周知・徹底を図った。

### ④核セキュリティ文化醸成の取組

平成26年度の新たな取組として、経営層による現場巡視・意見交換を4拠点で実施するとともに、核セキュリティ意識把握のための職員アンケート調査を平成26年7月7日から11日の間に実施した。この結果、テロの脅威に対する危機意識に拠点ごとにばらつきがある等、改善すべき課題が見いだされた。また、ポスター掲示による核テロへの脅威の存在に係る啓もうも実施した。

## (3) 社会への説明責任及び透明性の向上

### ①事故・トラブルへの適時的確な対応

安全・核セキュリティ統括部は、J-PARCでの放射性物質漏えい事故(平成25年5月)の際の通報遅れを踏まえ、過去のトラブル事例を参考として通報基準の定期的な見直し・改善を実施するよう、拠点に指示した(平成25年12月)。

また、原子力規制委員会において、核燃料物質使用施設、試験炉、加工施設、再処理施設等に係る報告基準の運用(訓令)が平成25年12月18日付けで制定されたため、安全・核セキュリティ統括部は、拠点に対してその適用に遺漏がないよう指示した。当該訓令の反映状況等について確認したところ、原子力科学研究所及び核燃料サイクル工学研究所については通報連絡基準等を改正し、その他の拠点については、改正の必要がない状況であった。また、原子力災害特別措置法適用拠点を中心に通報連絡基準について現地調査を実施し、通報連絡基準の考え方及び訓令の反映状況を確認した(平成26年8月)。

### ②事故情報の積極的な収集・活用

事故情報の積極的な収集・活用については、安全・核セキュリティ統括部からの事故・トラブルに係る再発防止対策等の安全情報等を受信した際に、現場に合った情報の伝達ができる仕組みとなっているかについて調査したところ、5拠点が当該拠点の施設に必要な情報を取捨選択して周知していることを確認した。その他の拠点においては、安全・核セキュリティ統括部からの情報をそのまま展開しているものの、担当部署内で情報を整理し、注意点を補足説明する等の工夫をしている。また、J-PARCセンター及び人形峠環境技術センターでは、他拠点を参考に既存の会議体を利用して事故情報を確認するように水平展開の仕組みを改善した。

#### (4) 内部規定の法令等との適合性の確保及び実行可能性の確認

安全衛生等に係る内部の規則、要領等について、法令等との適合性及び現場での実施可能性を確認するためのレビューを全拠点で実施するとともに、安全・核セキュリティ統括部では、全拠点について、必要な規則、要領等が改定されているかをフォローした。

### 2-2 安全を最優先とする組織の再構築及び安全・核セキュリティに係る統括機能強化

#### (1) 組織の再構築

安全を最優先として、本部の安全・核セキュリティに係る統括機能を強化するため、平成26年4月1日付けで、機構における原子力安全、核セキュリティ及び保障措置(3S)関連組織を安全・核セキュリティ統括部として再編した。再編により、許認可対応、教育訓練等について包括的に業務を実施できた。また、各拠点における核物質防護関連の体制を整備し、安全・核セキュリティに係る体制の強化を図った。

#### (2) 安全統括機能の強化

安全統括機能の強化については、安全に係る経営判断における理事長の意思決定の支援となること並びに指導、支援及び総合調整の観点で現場に役立つ組織となることを理念として、安全活動に係る仕組みの見直しや必要な経営資源確保のための具体的な仕組みを導入した。

##### ①安全文化の劣化兆候把握機能の強化

機構の安全文化の劣化兆候を把握するためには、現場の実態をよく把握している課室長の意識を調査することが効果的との判断の下、課室長自身による自組織の自己評価を実施した。

具体的には、機構内全部署を対象として、旧原子力安全・保安院等が定めた「規制当局が事業者の安全文化・組織風土の劣化防止に係る取組を評価するガイドライン」に示された14項目の安全文化の要素に基づき設問を作成し、良好であるか否かを4段階(A~D)で評価させた。また、課室長自らが抽出した安全文化に係る課題を解消するため、自らの組織を自律的に改善する方策を検討させた。

自己評価の結果から、要素2(上級管理者の明確な方針と実行)、要素9(学習する組織)及び要素11(自己評価又は第三者評価)の平均点が相対的に低く、多くの課室長がこれらを自組織の課題と考えていることが確認された。これは、各要素の中に必要な予算・要員の確保や必要な人員配置の実施に係る設問があり、これらに対する点数が低い(十分でないと考えている。)ことによるものである。

また、この自己評価の妥当性を確認するため、現地調査（意見交換等）を核燃料サイクル工学研究所等の6拠点で実施した。この結果、経営資源（要員及び予算）不足による施設維持・技術継承への懸念、安全文化醸成等の情報不足への懸念等、経営レベル及び現場レベルで取り組むべき課題も明らかになった。

さらに、安全文化意識の定着状況を客観的に把握するため、外部調査機関による安全文化に係る職員の意識調査を平成26年7月に実施した。その結果、トップの熱意等を拠点の幹部で共有し、明確な方針として示し、具体的な取組を通じて職員に伝えていくことが必要であるとの課題が抽出された。また、安全・核セキュリティ統括部は、安全文化に係る意識調査の実施結果を基に、機構全体と比較して、高速増殖原型炉もんじゅ等、顕著に結果が低い部署がある4拠点と意見交換を実施し、調査結果を拠点長等に説明するとともに、次年度の活動計画の策定において、拠点の弱みを踏まえた活動の重点化等に取り組むよう指導した。

このように、モニタリング活動は、意識調査に加えて、課室長自身による自己評価や意見交換を実施することで、多角的に現場の状況を把握できるようになり、施設等の実態把握機能の向上が確認できた。

#### ②緊急安全対策の実施

施設・設備の安全確保及び核セキュリティ確保の観点で、緊急に対策が必要な施設・設備の有無を調査するとともに、役員による安全巡視での指摘を踏まえ、特に緊急性の高い核燃料サイクル工学研究所のプルトニウム燃料施設、大洗研究開発センターの核物質防護設備、人形峠環境技術センターのウラン濃縮施設等に対して必要な安全対策を実施した。

#### ③各拠点への指導の強化と理事長への意見具申の制度化

施設・設備の安全確保及び核セキュリティ確保の観点から、安全・核セキュリティ統括部による各拠点へのより一層の指導及び理事長への意見具申を行うことができるように関係規程等を改正した。具体的には、現地調査及び抜き打ち調査等の結果、経営資源の確保又は施設の停止等が必要と判断した場合には、理事長にその旨を意見具申することを明確化した。

#### ④規制当局からの積極的な情報収集・共有

新規制基準対応等の安全規制に関する情報をタイムリーに収集し、整理するとともに、機構イントラネットに掲載する仕組みを検討し、掲載している（平成26年9月上旬から）。

### 2-3 安全文化醸成活動等の総点検

機構の各拠点で実施している安全文化醸成、原子力安全に係る品質保証並びに法令遵守及び安全衛生に係る活動について、重複の有無及び形骸化の状況並びに有効性を分析・評価し、実効性のある活動となるよう総点検を行った。

総点検の結果、各拠点は、それぞれ実施している活動についてはおおむね有効であると、自主点検前後で余り差のない状況であった。そこで、安全・核セキュリティ統括部は、保安規定で安全文化醸成及び法令遵守に係る活動が規定されている施設を有している原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所、大洗研究開発センター、高速増殖原型炉もんじゅ、原子炉廃止措置研究開発センター及び人形峠環境技術センターの6拠点について、平成26年2月に現地調査を実施し、自主点検結果の妥当性を再確認した。

この結果を基に、同様な教育や講演会の統合、定着した活動の削除等を行い、機構全体の活動件数を約460件から約390件に約1割削減することができた。

なお、高速増殖原型炉もんじゅについては、これまで発生したトラブル対応の再発防止、保安検査による指導及び立地自治体からの要請により活動の総数が多くなっている。より一層実効性のある活動としていくためには、更にこれらの活動の有効性を精査し、活動の重点化を図る必要がある。

#### <東日本大震災（平成23年3月11日発生）に伴う対応実績>

東北地方太平洋沖地震発生直後から、理事長を本部長とする「原子力機構対策本部」を設置し、被災を受けた機構施設・設備への影響の把握、復旧に向けた対応等を実施するとともに、指定公共機関として緊急事態への支援活動を原子力機構の総力を挙げて実施した。

東京電力福島第一・第二原子力発電所の緊急事態に関し、原子力緊急時支援・研修センターを中心に各拠点と連携を取りながら福島県における環境放射線測定、周辺海域を含む各所で収集された試料の放射能分析、健康相談ホットラインの運営等の支援活動を実施した。また、福島原子力発電所事故対策統合連絡本部の特別プロジェクトチーム、文部科学省の非常災害対策センター（EOC）等に、機構の専門家を派遣し、科学的知見や技術を提供した。

東北地方太平洋沖地震及び東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、「もんじゅ」、再処理施設等において電源車の高地への移動及び追加配備、非常用燃料備蓄・供給設備の新設、緊急給水用消防車の追加配備、非常用冷却系及び非常用水素掃気系の確保、がれき撤去用重機の配備等の緊急安全対策等を実施するとともに、その有効性の確認及び改善事項抽出のため、全交流電源喪失等を想定した訓練を実施するなど、更なる防災対策の強化を図った。

これらの活動は、それぞれ担当部署において引き続き取り組まれているほか、特に福島県内で継続して実施する業務については福島研究開発部門を中心に進められている。

#### <その他、中期実績>

○ 機構の基本方針のトップに「安全確保の徹底」を掲げ、各拠点における安全活動実施状況及び機構内で発生した故障・トラブルの傾向と対策等を基に、年度

ごとに、原子力安全に係る品質方針、安全衛生管理基本方針及び活動施策を策定し、施設及び事業に関わる原子力安全確保の徹底に努め、継続的に改善してきた。また、平成 25 年 11 月には、もんじゅ保守管理不備に係る根本原因分析の結果（平成 25 年 8 月に報告された結果）を踏まえ、「安全を最優先に資源を重点的に投入する」を追加する等の改定を年度の途中で実施し、速やかに安全活動等に反映させることとした。

自主保安活動の一環として、全国安全週間(7 月)、全国労働衛生週間(10 月)、年末年始無災害運動(12 月～翌年 1 月)等を通じて、意見交換を含む役員巡視等の活動を展開した。また、各拠点においては、所長等の幹部が現場巡視を行うとともに、職員等との意見交換を行うなど、現場との対話を通じた相互理解の促進及び業務管理の充実を図った。

安全文化の醸成及び法令等の遵守に係る活動方針を年度ごとに定め、原子炉等規制法に基づき高速増殖原型炉もんじゅ（研究開発段階炉）、原子炉廃止措置研究開発センター（研究開発段階炉）、人形峠環境技術センター（加工施設）、核燃料サイクル工学研究所(再処理施設)、原子力科学研究所(廃棄物埋設施設)及び大洗研究開発センター（廃棄物管理施設）において取り組んできた。これらの施設以外についても、機構が定めた規程に基づき安全文化醸成活動等を実施した。なお、平成 25 年度においては、「もんじゅ」の保守管理不備に係る根本原因分析の結果（平成 25 年 8 月）を踏まえ、11 月に品質方針等の各方針を見直した。

これらの活動状況については、安全文化醸成等の定着状況を把握するため、旧原子力安全・保安院等の定める安全文化のガイドライン 14 項目に沿った設問によるアンケート調査（平成 22、24 年度）を行うとともに、主要な拠点において聞き取り調査を行い確認した。聞き取り調査においては、活動の実施状況を確認するとともに、過去の調査における指摘事項のフォローや良好事例の抽出を実施した。しかしながら、平成 22 年度及び平成 24 年度のアンケート調査においては、「もんじゅ」の保守管理不備に繋がる安全文化の劣化兆候について把握できなかった。その理由として、設問数が不足し十分な情報が得られなかったことが考えられたため、平成 26 年度に機構改革に併せて実施した意識調査では、設問数を約 20 問から約 70 問に増やすなど、必要な情報が得られるよう調査方法を改善して実施した。

- 各年度の原子力安全に係る品質方針及び定期的理事長マネジメントレビューのアウトプット（改善指示事項等）に従い、各拠点において品質目標等を定め保安活動を実施した。また、原子炉施設等の保安に係る品質保証活動において、保安に係る要領等、品質マネジメントシステムの見直しによる継続的改善、不適合事象の情報による機構内水平展開の実施等、機構内各施設の特徴を踏まえ、安全確保を図るための活動を推進した。取組としては、業務に対する法令・規

制要求等の安全上の要求事項の明確化、不適合事象等の直接原因及び根本原因分析の結果を反映した水平展開、品質保証教育等を行い、保安に係る要領等の具体化、業務の実施要領における個別業務の見える化、設備保全を充実するための保守管理に係る要領書の改正等、品質保証活動の更なる充実のための改善を図った。

これらの活動に係る品質マネジメントシステムの適合性や有効性を確認するため、毎年度、実施計画を作成し、原子力安全監査を実施した。原子力安全監査の結果は、定期の理事長マネジメントレビューで報告し、品質マネジメントシステムの有効性向上に資する項目を抽出した。

- 各拠点において保安規定等に基づく教育訓練を着実に実施した。安全・核セキュリティ統括部においては、保安規定に基づく役員教育を実施した。また、自主保安活動の一環で、安全活動に係る共通・基礎的な教育として、品質マネジメントシステムを行う要員（内部監査員等）の育成教育、根本原因分析を行う要員の育成教育、危機管理教育、リスクアセスメント研修及び化学物質管理者教育を各拠点において実施し、協力会社員等を含めた知識の習得及び向上を図り、安全技能の向上を図った。

- 負傷事象等の労働災害については、発生した拠点から安全・核セキュリティ統括部が情報を入手し、同種事象の未然防止のため、各拠点間で情報共有を実施した。

安全衛生管理基本方針の一つである「リスクを考えた保安活動に努める。」に基づく安全衛生活動施策として、「施設、設備等の習熟とリスクアセスメントの推進」並びに「基本動作（5S（整理・整頓・清潔・清掃・習慣）を含む。）の徹底及びKY（危険予知）・TBM（ツールボックスミーティング）の活用」を定め、協力会社員等を含めて、リスクアセスメントや基本動作の徹底等に取り組んだ。

職員等（協力会社員等を含む。）の安全意識の向上を目的に、自主保安活動として、一部の拠点において安全体感教育（火災危険、高所危険、感電危険、巻き込まれ危険等）を実施し、職員等に危険を体感させることでヒューマンエラーの防止に取り組んだ。

厚生労働省より国内の原子力施設を有する事業者及び拠点長に対して発出された基発 0810 第 1 号「原子力施設における放射線業務及び緊急作業に係る安全衛生管理対策の強化について」（平成 24 年 8 月 10 日）に基づき、本部及び拠点における自主点検結果を定期的（半年毎）に各所管労働局へ報告した。

類似事象の再発防止及び未然防止を図るため、機構内外で発生した主な事故・トラブルの概要を電子メールにより速やかに情報提供するとともに、その原因と対策について、情報提供、調査・検討指示及び改善指示の分類に従い水平展開を実施した。



平成 26 年 7 月以降、火災等が相次いで発生したことから、施設・設備の緊急安全点検により、異常の有無を確認し、至急対応が必要な事案について措置するとともに、理事長メッセージの発信や緊急職場集会の実施により、安全意識の徹底を図った。また、「施設・設備の安全管理改善検討委員会」を設置し、過去 5 年間の事故・トラブル等の原因を分析し、従来重点的に点検・保守管理を実施してこなかった設備・機器などの点検・保守方法の改善を図るとともに、ヒューマンエラー防止に向けた具体的な対策を実施することを平成 27 年 3 月末までに決定した。

- 原子力災害及び事故・トラブルに適切に対応するため、各拠点において総合訓練を行うなど、計画的に教育・訓練を実施した。

原子力災害時に適切に対応するため、危機管理教育・訓練計画を策定した。危機管理教育は、原子力防災上の留意点、東京電力福島第一原子力発電所の事故等を中心とする内容について、外部講師による経営層への危機管理教育を実施した。また、各拠点では危機管理講演会を開催するとともに総合訓練を実施した。危機管理訓練は、拠点が実施する総合訓練等に外部講師及び他の拠点等の訓練モニタ員を派遣し、訓練の実施状況の評価を行った。訓練では目的に沿った現実的な訓練シナリオを策定し、限定した範囲のみの公開又は非公開で訓練を行う等、訓練方法等の向上に努めた。「原子力事業者防災業務計画」を有する原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所等の 6 拠点では、平成 25 年度より原子力災害対策特別措置法第 15 条に相当する災害の発生を想定した訓練を実施し、訓練の高度化対応に努めた。訓練で出された改善事項等は次回の訓練に反映することで実効性の向上に努めた。

平成 26 年度には、原子力科学研究所において、原子力安全と核セキュリティを考慮した複合訓練を実施し、性格の異なる 2 つの事象に対応する上での課題が抽出できた。

また、通報連絡に係る基準やマニュアル等の見直しを適宜行い、事象の分類や過去の通報事例の取り込み等により内容の充実を図った。これらを通じて通報連絡に係る原則や意識の徹底を図った。通報連絡の基準やマニュアルは、実際のトラブル等発生時の対応及び総合訓練時における対応により、その有効性を確認した。

- 緊急時に機構内の情報共有が確実に実施できるよう、緊急時対応設備・システムの充実強化・最適化計画を策定し、整備を進めた。

整備内容は、情報通信手段の高度化、運用環境整備を含む IT 技術及び安定した情報通信方法の採用や通信費、設備導入費、運用管理費等のコストの削減を図るため機構独自の技術開発を行った。機構 LAN を使用したテレビ会議システムは随時音声・映像の品質向上、ネットワーク環境（機構 LAN）への通信負荷

の最適化、ソフトウェアの開発、基本ソフト (OS) の最新版への改修等を行い、セキュリティの向上を図った。

また、テレビ会議開催時に資料を他の接続先のモニタ画面で共有・リアルタイムで配信するパワープレゼンタを民間企業と共同開発し、複数拠点で運用している。なお、現在、パワープレゼンタは、共同開発会社により、市販化されている。

事故・トラブル等の緊急情報を電子メールの配信制約（輻輳防止機能）の影響を受けない一斉同報可能な電子メールシステムを構築し、短時間での一斉メール情報提供を可能とした。

大規模災害発生時の電話回線の輻輳を回避するため、機構内 LAN・内線電話網を活用した「JAEA 緊急時召集通報システム」を高度化したハイパーマルチコマンダー（招集用専用端末）を民間企業と共同開発し、計画的に導入を進めている。

- 情報通信手段の整備・高度化として、各拠点の緊急時対策所に衛星携帯電話を配備するとともに、機構幹部、機構本部等にイリジウム携帯電話を配備し、連絡体制の強化を図った。また、地震速報を気象庁から受信し、各拠点へリアルタイムで配信する設備を整備した。

なお、運用中である機構内線及び公衆回線（携帯電話、衛星電話等）から参加できる音声会議システムについて、機能統合と運用管理の効率化のため、新たな音声会議システムを開発・整備した。

- 原子力規制庁の要請により進めている、政府機関等と接続する専用テレビ会議システムの整備を計画的に進め、平成 25 年度には原災法対象拠点等と統合原子力防災ネットワークとの間を機構本部経由で間接的に接続（地上回線）し、平成 26 年度に、原災法対象拠点等から統合原子力防災ネットワークに直接接続した（一部を除き地上回線と衛星回線）。

- 今中期計画における主な事故、トラブル等について下表に示す。

表-1 主な事故・トラブル（法令報告及び安全協定等に基づき自治体へ報告したもの）

発生日	拠 点	件 名
H27. 1. 16	J-PARC	J-PARC・物質・生命科学実験施設 (MLF) 第 2 実験ホールにおける火災
H26. 11. 11	人形峠	大型特殊車庫におけるバッテリー充電中の火災
H26. 9. 16	那珂	第 1 工学試験棟大実験室（一般施設）における遮断器の動作点検中の発煙

発生日	拠 点	件 名
H26. 9. 11	大洗	材料試験炉 (JMTR) 第 3 排水系貯槽 (Ⅱ) 建屋内での放射性物質の漏えい
H26. 7. 29	大洗	固体廃棄物前処理施設 (WDF) の居室冷房用パッケージエアコンの火災
H26. 7. 15	ふげん	重水精製装置Ⅱ用空気圧縮機からの発煙
H26. 7. 12	J-PARC	原子力コード特研建屋屋外の仮設発電機における火災
H25. 5. 23	J-PARC	J-PARC ハドロン実験施設での放射性物質の漏えい
H25. 4. 30	もんじゅ	C-非常用ディーゼル発電機試運転時における保安規定の運転上の制限の逸脱について
H25. 4. 26	ふげん	C-濃縮廃液貯蔵タンク蒸気配管フランジ部の付着物について
H25. 1. 4	人形峠	製錬転換施設の非管理区域における放射性物質の漏えいについて
H24. 12. 12	人形峠	人形峠環境技術センターにおける停電の発生について
H24. 11. 9	原科研	廃棄物安全試験施設 (WASTEF) における火災
H24. 11. 8	大洗	JMTR 施設内 C トレンチの第 4 排水系配管からの汚染検出について
H24. 10. 19	大洗	JMTR 施設内 C トレンチの廃液移送管表面からの汚染検出について
H24. 9. 6	サイクル研	再処理施設分析所非管理区域における汚染について
H23. 12. 20	原科研	原子炉安全性研究炉施設 (NSRR) における火災
H23. 10. 28	サイクル研	再処理施設主排気筒ダクトの貫通孔の確認について
H23. 10. 5	大洗	高速実験炉「常陽」旧廃棄物処理建家における火災
H23. 9. 13	サイクル研	再処理施設分離精製工場における高放射性廃液貯槽の換気ブロワの一時停止について
H23. 5. 10	サイクル研	ウラン脱硝施設における作業員の負傷
H23. 2. 3	サイクル研	プルトニウム燃料第二開発室におけるグリーンハウス内の火災について
H22. 12. 28	もんじゅ	高速増殖原型炉もんじゅ 非常用ディーゼル発電機 C 号機シリンダライナーのひび割れについて
H22. 10. 29	原科研	廃液輸送管撤去作業における管理区域外での放射性物質の漏えい
H22. 10. 5	大洗	材料試験炉 (JMTR) の管理区域外にある埋設配管のき裂による放射性物質の漏えい
H22. 8. 26	もんじゅ	高速増殖原型炉もんじゅ 炉内中継装置の落下による変形について

発生日	拠点	件名
H22.7.23	サイクル研	プルトニウム燃料第一開発室におけるグローブボックス内の火災について

表-2 保安規定違反

原科研・原子炉施設（核燃料物質使用施設）

該当保安検査	内容
平成26年度 第3回保安検査	高減容処理施設の防護手引きにおける火災対応の未整備（監視事項）

サイクル研・再処理施設

該当保安検査	内容
平成23年度 第2回保安検査	海洋放出設備の健全性に係る点検・評価の不備（監視事項）
平成22年度 第3回保安検査	調達仕様書における技術情報の提供に係る要求事項の未記載（監視事項）

大洗・原子炉施設（核燃料物質使用施設）

該当保安検査	内容
平成26年度 第4回保安検査	施設定期自主検査の一部実施不備（監視事項）
平成26年度 第3回保安検査	材料試験炉（JMTR）における保安活動の実施不備

「もんじゅ」

該当保安検査	内容
平成26年度 第4回保安検査	安全上重要な配管の点検計画等について
平成26年度 第2回保安検査	ナトリウム漏えい監視用ITV設備の運転管理及び保守管理の不備（監視事項）
平成25年度 第4回保安検査	保守管理の不備について
平成25年度 第3回保安検査	保守管理の不備について
平成25年度 第2回保安検査	保守管理の不備について
平成25年度 第1回保安検査	保守管理の不備について
平成24年度 第4回保安検査	保守管理の不備について
平成24年度 第3回保安検査	保守管理の不備について

人形峠・加工施設

該当保安検査	内容
平成22年度 第1回保安検査	加工施設の定期的な評価に係る評価結果の審議等の未実施について（監視事項）

表-3 労働災害（休業4日以上、請負作業を含む）

年月日	拠点	内容
H26. 3. 28	もんじゅ	非管理区域での機構職員の負傷
H26. 3. 12	もんじゅ	非管理区域での機構職員の負傷
H25. 4. 10	原科研	情報交流棟南ウイング階段での転倒による負傷
H25. 3. 13	J-PARC	物質・生命科学実験施設西側増築建家における作業員の負傷
H24. 11. 23	原科研	機械化工特研実験棟建築工事現場における作業員の転落
H24. 10. 3	原科研	訓練デモンストレーション撮影中における作業員の負傷
H24. 4. 23	幌延	地下 350m 東連絡坑道内における作業員の負傷
H23. 8. 23	サイクル研	再処理施設分離精製工場における階段での転倒
H23. 8. 22	J-PARC	物質・生命科学実験施設第 2 実験ホールにおける作業員の負傷
H23. 5. 10	サイクル研	ウラン脱硝施設における作業員の負傷
H23. 2. 9	原科研	旧図書館地階内装改修工事での作業員の負傷
H23. 2. 7	サイクル研	応用試験棟における作業員の負傷
H23. 2. 5	本部	本部建屋における事務員の負傷
H22. 10. 16	サイクル研	工学試験棟における清掃員の負傷
H22. 11. 4	ふげん	清掃作業中における屋外斜面での作業員の負傷
H22. 9. 8	原科研	燃料試験施設における作業員の転落
H22. 5. 19	原科研	先端基礎研究交流棟のガラス壁衝突による負傷
H22. 4. 5	J-PARC	3GeV シンクロトロン施設トンネル内での負傷
H22. 1. 26	サイクル研	海中放出管の調査復旧作業における潜水士の死亡事故
H22. 1. 14	那珂	排水処理施設の解体撤去作業中における作業員の転落

表-4 労働基準監督署からの是正勧告（安全関係）

年月日	拠点	内容
H26. 7. 16	青森 (むつ)	関係請負人に対する必要な指導について
H25. 8. 9	青森 (六ヶ所)	衛生管理者の選任報告の遅れ
H25. 1. 30	原科研	管理区域内における妊娠中の女性作業員の内部被ばく線量の未測定
H24. 8. 7	原科研	管理区域内作業における健康診断の未実施
H22. 10. 25	原科研	高所作業における労働者の危険防止措置の未実施

## 2) 核物質等の適切な管理

### 【中期計画】

多様な核燃料サイクル施設を有し、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。特に核セキュリティについては、IAEAの核セキュリティに関するガイドラインなど国際基準や国内法令の改正に対応した核物質防護の強化を図るため、関係者に核セキュリティ文化醸成のための教育を行うとともに、核物質防護規定等と防護措置の適合性を確認するため、定期的に各拠点の核物質防護規定の遵守状況等の調査を実施する。また、核物質輸送の円滑な実施に努める。

### 〈中期実績〉

- 核セキュリティについては、IAEA核物質防護勧告（INFCIRC/225/Rev.5）の取り入れによる立入制限区域の導入や福島第一原子力発電所事故の教訓を反映した平成24年3月の関係省令の改正があった。この規則改正に対応するため、防護対象特定核燃料物質を扱う6拠点（原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所、大洗研究開発センター、原子炉廃止措置研究開発センター、高速増殖原型炉もんじゅ及び人形峠環境技術センター）の核物質防護規定変更認可申請を規制当局に対して滞りなく行い施行期日までに認可を取得した。特に、立入制限区域の導入に際しては、旧原子力安全・保安院の所管施設については、IAEA核物質防護勧告より強化された防護措置（標識及びサイレン、拡声機その他の人に警告するための設備又は装置の設置、並びに照明装置等の容易に人の侵入を確認することができる設備又は装置の設置など）が求められた。このため、規則改正に伴う防護措置を強化しつつ、各拠点の予算案が合理的かつ効果的な防護措置となっていることを確認するために、中央核物質防護委員会の下に「規則改正対応検討分科会」を設置して検討を行った。また、核物質防護規定遵守状況検査及び検査期間中に行う訓練に関して各拠点共通の課題の水平展開や情報共有を図り、核物質防護の維持・強化を実施した。本部は、各拠点における核物質防護規定遵守状況検査で抽出された課題の取りまとめを行い、核物質防護担当課長会議及び中央核物質防護委員会において同課題の検討を行うとともに、共通課題については水平展開を実施する等、各拠点の核物質防護活動を指導及び支援した。

平成23年3月11日に発生した東日本大震災においては、核燃料サイクル工学研究所、原子力科学研究所及び大洗研究開発センター（北地区及び南地区）の核物質防護施設において商用電源の停止並びに警備区域及び周辺防護区域の防護設備の一部が被災した。このため、完全復旧までの期間、応急措置及び警備員、職員等による厳重な出入管理等の代替措置によって核物質防護措置を維

持した。

平成25年7月の「もんじゅ」における核物質防護規定遵守状況検査の際に受けた核物質防護規定遵守義務違反及び平成26年2月に原子力科学研究所で発生した不審者侵入事案に伴う核物質防護規定遵守義務違反については、原因を分析し、それに基づいて改善対策を講じるとともに、同様の事象が他拠点で生じないように水平展開を行った。具体的には、各拠点に対して、安全・核セキュリティ統括部が中心となって核物質防護規定の遵守実施等の調査を行って問題点の早期発見に努めた。また、安全・核セキュリティ統括部では、核物質防護が適用されている6拠点について、立入制限区域の出入管理状況及び警備状況について調査するとともに、必要に応じて拠点が改善のためのアクションプラン（立入制限区域の設定の見直しなど）を作って対応するよう指導し、そのフォローを実施するなど実効的な対策を図った。

平成24年3月の関係省令の改正に伴って導入された核セキュリティ関係法令等の遵守活動については、基本方針及び活動施策に従い、各拠点が策定した活動計画に基づき、核物質防護規定、下部要領等の教育を実施し、ルール of 把握及び知識・理解度の向上を図った。核物質防護規定、下部要領等については、随時見直しを行い、適切性の確保に努めた。また、活動方針及び活動施策の確実な周知を行い、教育の対象範囲を、全職員等に拡大するとともに、所長、部長及び課長の各階層での巡視等を適宜実施するなど計画どおりの活動が実施され、ルールの理解と知識が深まった。

核セキュリティ文化の醸成活動については、核セキュリティ事象の情報共有、教育の対象者の拡大、声掛け活動の実施、文化醸成のための小集団活動の実施、eラーニング・ビデオ視聴・講演会等による教育、治安機関による核テロ対策講演会の開催、電力会社等との核セキュリティ文化の醸成活動に関する意見交換会の実施など、多様な取組により核テロの脅威の確実な存在に対する意識の向上及び核セキュリティの重要性の理解促進を図った。機構内の核セキュリティ文化の意識に係るアンケート調査結果（平成26年7月）及びこれを踏まえたeラーニング（平成27年1月）により核セキュリティの理解の割合及び機構施設がテロ対象となると考える割合が格段に高まっており（60%（平成26年7月）→95%（平成27年1月））、多様な取組の効果が認められた。

平成26年度の取組として、経営層は、原子力規制庁実施の事業者幹部への説明会及び原子力規制庁幹部との意見交換会に参加するとともに、各拠点を重点的に訪問して現場を巡視し、核物質防護担当者や警備員との意見交換を行うなどにより、国際核物質防護諮問サービス（IPPAS）において、機構幹部が核セキュリティ文化醸成の強化に深く関与していることが良好事例として示されるなど計画どおりの活動がなされた。

国の要請により、核物質防護や放射性物質のセキュリティに関する新勧告対応検討委員会、国際基準に鑑みた核物質防護訓練を実施するための手法等の調

査に関する委員会及び放射性物質のセキュリティに関する調査委員会に参画し、専門家の立場から技術的な助言等を行い、国を支援した。

- 保障措置・計量管理については、法令に基づく保障措置検査対応、国際規制物資の計量管理報告、日・IAEA 保障措置協定追加議定書に基づく補完的アクセス対応及び「サイト内建物報告」、「核物質を伴わない核燃料サイクル研究開発活動」等の国への提出を行い、適切な保障措置への対応及び計量管理の実施を行った。

統合保障措置の適用に向け、関係拠点と連携し IAEA 及び文部科学省保障措置室との調整を実施し、適用後の検認を想定したトライアルを経て、平成 23 年 1 月に機構の全施設への適用が完了した。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による影響で保障措置検査の実施が困難になった施設における検査再開に向け、迅速な対応を行い、IAEA の保障措置実施結果において良好な評価の導出に貢献する等、保障措置上の案件に対する適切な対応に努めた。

国・IAEA との保障措置に関する協議に参画し、保障措置手法の改善や新たな保障措置の開発・導入検討のための国・IAEA への支援を行い、機構施設及び機構全体としての保障措置の円滑な実施に努めた。

平成 24 年 4 月以降は、本部と各拠点の連携強化並びに課題及び問題解決を目的とした「保障措置委員会」を設置し、保障措置・計量管理に係る実施計画及び実施結果の総括に関する事項や重要な課題・問題解決のための方針に関する事項等について審議することとした。

原子力委員会が公表する「我が国のプルトニウム管理状況」の機構施設に関する情報の妥当性の確認を行うとともに、機構ウェブサイトに掲載するプルトニウム管理情報のデータ提供を行いプルトニウム管理の透明性確保に努めた。

- 試験研究炉（JMTR、JRR-3 等）の安定運転確保に向け、試験研究炉用燃料の安定確保に係る課題の検討を行うとともに、米国エネルギー省（DOE）とのウラン供給契約の延長について交渉し、DOE との間で契約期間を延長するための補足合意書を締結（2 回：平成 24 年 11 月及び平成 26 年 12 月）し、平成 29 年末までの低濃縮ウランの安定供給を確保した。また、使用済燃料の処理方策に係る課題の検討を行うとともに、ハーフ核セキュリティ・サミット（平成 26 年 3 月）で日米合意した米国の「外国研究炉使用済燃料受入プログラム」の継続を考慮した今後の使用済燃料米国返還について、DOE と協議した。

JMTRC（材料試験炉臨界実験装置）及び DCA（重水臨界実験装置）の高濃縮ウラン使用済燃料の米国引取りに関しては、米国の GAP 物質プログラム（「外国研究炉使用済燃料受入プログラム」でカバーされない物質を受け入れる政策）に



基づく受入れについて、DOE と協議した結果、米国において受入れ可能との結論（平成 26 年 3 月）を得た。

各研究開発拠点が計画する核物質の輸送及び輸送容器の許認可に関し、技術的な検討を行い、核物質輸送業務の円滑な実施に努めた。

なお、中期計画期間中に実施した輸送は、試験研究炉用新燃料の輸送など 9 回、輸送容器の許認可は 30 件である。

使用済燃料等多目的運搬船「開栄丸」の電気事業者との共同利用について、電気事業者等との間で輸送計画及び運航計画に関する協議を実施した。また、IAEA 核セキュリティ勧告(INFCIRC/225/Rev. 5)の国内規則取り入れに伴う輸送セキュリティの検討を実施し、輸送における核物質防護措置の強化を図った。

## (2) 内部統制・ガバナンスの強化

### 【中期目標】

各役員、管理職の業務分担、責任関係を明確化し、トップマネジメントによるガバナンスが有効に機能するよう体制の見直しを行うとともに、複数の部門・事業所間の連携や、組織的な機動性を強化する。また、リスクマネジメント、コンプライアンス活動、内部監査等を強化する。

### 【中期計画】

機構の内部統制・ガバナンスを強化するため、理事等を部門長とする部門制を導入し、役員や管理職の業務分担及び責任関係を明確化することで、理事長の統治を合理的に行うための体制を構築する。

コンプライアンスに関しては、適正な業務の遂行を図るため、理事長が定める推進方針・推進施策に基づき各組織が取組計画を定め、必要な取組を実施する。また、役職員等のコンプライアンス意識の維持・向上を図るため、各種研修や「コンプライアンス通信」の発行等を行う。

また、内部統制を効果的に機能させるために、リスクマネジメント、コンプライアンス活動、内部監査等を一元的に運用できる体制を構築するとともに、監事の安全に関する監査の強化を支えるため、安全専門の監査事務局を設置するなどの強化を行う。

### 《中期実績》

#### ＜内部統制・ガバナンス強化＞

平成 22 年度より、「安全」「経営」「研究」「管理」「社会」を基本的視点とすること等を機構内に示し、内外の情勢変化やトラブル等による研究開発の遅延を防ぐためのリスク管理を強化した。

平成 23 年度においては、経営管理スタッフである経営企画部（現事業計画統括部）が、リスク管理や内部統制・ガバナンスの基本的考え方について現場の声を積極的に聞き、機構における理解の統一・徹底を図った。

平成 24 年度においては、監事監査での指摘（リスク管理に係る PDCA サイクルを十分に機能させる）を踏まえ、理事長ヒアリングに先立ち経営企画部（現事業計画統括部）と各組織とで意見交換を行い、リスク管理の取組方針についての意識の共有と課題の明確化を図るなど、理事長ヒアリングを頂点とした経営管理サイクルをより有効に機能させるよう改善を行った。

平成 24 年度実績評価（平成 25 年度）において、「もんじゅ」保安措置命令及び J-PARC 事故等を受けて、「理事長によるトップマネジメントがうまくいっていない」、「機構の在り方、組織、トップの人材等について根本的な改革が必要であ

る」等の評価を受け、トップマネジメントによるガバナンス強化への取組を行った。

また、平成 25 年度実績評価（平成 25 年度）においても「トップマネジメントによるガバナンスが効果的に働く組織整備を図ったことは評価に値するが、その効果についての確認がまだ十分でない」、「積極的な取組を進めたことは評価できる。一部、リスクマネジメント体制の確立が不十分であったと考える。来年度、マネジメント体制の確固たる構築を期待する」などの評価を受け、リスクへの体制強化を図った。

平成 25 年 9 月に組織・業務運営の見直し、事業の合理化等を内容として取りまとめた日本原子力研究開発機構の改革計画に基づき、平成 25 年 10 月から 1 年間の集中改革を行い、組織体制の抜本的再編による経営の強化を図った。

- 平成 26 年 4 月から、原子力機構のミッションを的確に達成する「強い経営」の確立を目的として「部門制」を導入し、13 事業所、12 研究開発部門等を 6 つの部門に再編した。その上で、各部門長に担当理事を充て執行責任を持たせることにより、部門長によるガバナンスを強化した。
- 組織体制の見直しによるガバナンス強化については一定の効果が見られたものの、「もんじゅ」に関しては、集中改革期間を平成 27 年 3 月まで延ばしたにもかかわらず、未点検機器数の集計ミスなどにより目標とした措置命令解除には至らなかった。

#### <リスクマネジメント、コンプライアンス>

第 2 期中期目標期間中における内部統制・ガバナンスの実効的実施の主な具体的内容は以下のとおりである。

- 有効な内部統制の手段の一つとして、また、原子力施設における安全管理に関する不適切事案の教訓及び原子力機構改革を踏まえて、安全文化醸成や組織風土改善の活動を定着化させるため、コンプライアンス意識の向上・維持に努めた。
- コンプライアンスについては、コンプライアンス推進規程に基づき、外部委員を構成員に含むコンプライアンス委員会による審議検討を経て、毎年度に理事長が策定する基本方針・推進施策の下で、各組織が取組計画を設け、各組織におけるコンプライアンス活動を推進してきた(平成 22 年度～平成 25 年度)。

- コンプライアンス通信を、従前の管理職対象から全役職員に拡大して電子メール配信し（平成 22 年度～平成 26 年度に毎月約 1 回計 85 回）、業務に関わるテーマ及び社会問題の提供並びに良好事例を紹介した。トピックスについては、職場での取組学習などコミュニケーション形成の一手段として利活用されている。また、階層別・職種別研修のほか拠点・部門の各組織との連携によるコンプライアンス研修を実施した（平成 22 年度～平成 26 年度に延べ 153 回・約 6,300 人に開催）。
- さらには、全拠点コンプライアンス推進担当者会議を開催し、拠点間の情報共有・展開及び民間企業を訪問しての取組学習（平成 22 年度～平成 25 年度）、外国人従業員向け資料「原子力機構のコンプライアンス」（日英両言語版）のイントラネットへの掲示（平成 22 年度）、e ラーニングによるコンプライアンスの理解（平成 23 年度）及び研究開発活動不正に対する防止取組（平成 26 年度）のほか、携帯用コンプライアンスカードの配布（平成 24 年度）、教材の提供等、種々の機会を通じて、コンプライアンス意識の浸透に向けて取り組んだ。
- コンプライアンス事案については、規程等に基づき通報制度を運用し、また、平成 23 年度より、外部からの貴重な意見取り込み体制を踏まえて、外部からのコンプライアンス等に関する意見についても、関係組織と相互連携して、適時に対応を執るとともに関係会議体に諮り、運用してきた。
- 適正な業務遂行及び職場環境の良好改善・維持により国民及び地域社会から信頼を確保し、原子力機構のミッションを達成するための経営理念、行動基準等を踏まえた企業倫理の定着に向けて、階層別・職種別研修のほか、拠点組織及び部門組織の組織単位による研修を継続して実施した。研修実施に際しては、原子力機構内外のコンプライアンス関連事例の取上げ、事例検討等により、受講者が身近なものと捉え、自ら考えるよう内容を工夫して行った。
- 効果的な内部統制とするため、平成 26 年度から法務監査部を設置し、複数組織に分散されていた、リスクマネジメント、コンプライアンス活動、内部監査及び原子力安全監査を集約し、一元的運用を開始した。この結果、より密な連携及び協働による牽制機能を発揮させた。また、部門等各組織における負担感の低減など、リスクの把握から対応、そして再見直しまでの一連の対応を行っていく中で、個々の事項を有機的に結び付けた意識付けとともに、効率的な業務に資するものとなった。

- 平成 26 年度より、安全確保の徹底及び社会からの信頼を前提に踏まえたミッション達成に資するため、リスクマネジメント委員会の設置及びリスク管理規定等の整備を実施するなど新たなリスクマネジメント制度を構築した。理事長の策定したリスクマネジメント活動の推進に関する方針に基づき、各組織においては、リスクマネジメント責任者の下で、リスクの洗い出し・分析・評価を行い、重点対策リスクや機構横断的主要リスクを抽出し、対応計画を作成し実施へとつなげた。さらに、リスクマップの作成等により経営管理リスクを選定し、タスクフォースを設置するなど、リスクの顕在化防止及び低減化への対応活動に資した。これらリスクマネジメント活動を通じて、機構全体のリスクを俯瞰して可視化するとともに、役職員のリスクマネジメントの意識醸成に資した。
- 平成 26 年度からは、リスクマネジメントにコンプライアンス活動を取り込み、リスクマネジメント活動の推進に関する方針の下、不可分一体の関係で取り組み、リスクの顕在化防止に努めた。これにより、研究活動の不正行為防止や研究倫理をテーマにした研修等の企画実施、外部発表等における職制による内容確認の徹底など、主体的にかつ責任をもった組織活動の取組が現れてきている。
- 新たな取組を開始したリスクマネジメントについては、機構の制度として軌道に乗りつつあり、次年度における本格運用へとつなげていった。
- 「もんじゅ」については、「もんじゅ」改革活動の一環として、もんじゅ安全・改革本部が主導して、ガバナンスの形成、コンプライアンス、リスクマネジメント等を展開してきた。また、平成 26 年 10 月に「もんじゅ」を理事長直轄組織とする組織再編を実施することで理事長によるガバナンス強化を制度化するとともに、マネジメントレビューの改善や「是正処置プログラム (CAP)」などの電力会社の運営管理手法の導入等を実施してきたが、年度内を目指した保安措置命令解除には至らなかった。

#### <監事の安全に関する監査機能の強化>

- 平成 26 年度からは、従来 of 会計面中心の監査から技術的視点を加えた活動を実施し、内部監査の体制を強化した。また、監事の安全に対する監査機能の強化に資するため、専門性を備えた技術的視点を加えて事務支援を行った。これらにより、内部統制機能を効果的なものとする事ができた。

#### <その他、ガバナンス強化に係る取組>

- 内部統制・ガバナンスの実効的実施のため、理事会議での審議を踏まえ機関

決定を要する事項や経営に関する重要事項は必ず回議書決裁（平成 22 年度～平成 26 年度で約 8,300 件）を行うとともに業務連絡には業務連絡書（平成 22 年度～平成 26 年度で約 37,000 件）を用い、またこれら文書の作成・承認・閲覧を電子化されたシステム上で行うことにより、業務命令・指示を確実かつ迅速に機構全体へ伝達する取組を継続した。

- 事業計画統括部や財務部等関係部署が協力し、複数の補助金を執行する組織などに補助金執行管理責任者を置くとともに、当該部署とともに補助金執行組織が定期的に執行状況を取りまとめ、必要に応じて当該部署ヒアリングを実施して、補助事業の目的に従って適正な執行を行うことにより、研究開発の遅延防止に向けた取組を強化した。

## 2. 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発

### 【中期目標】

「東京電力（株）福島第一原子力発電所における中長期措置に関する検討結果（平成23年12月13日原子力委員会決定）」を踏まえ、事故を起こした原子力発電所の廃止措置等に向けた研究開発の実施について、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議等の方針に基づき、関係省庁、研究機関等の関係機関、事業者等との役割分担を明確にし、連携を図りながら、確実かつ効率的に実施する。

また、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法に基づく基本方針（平成23年11月11日閣議決定）」を踏まえ、各省庁、関係地方公共団体、研究機関等の関係機関、事業者等と連携しつつ、被災地域の復興も視野に入れ、必要な研究開発を実施する。

### 【中期計画】

我が国唯一の総合的な原子力研究開発機関として、人的資源や研究施設を最大限活用しながら、福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた研究開発及び環境汚染への対処に係る研究開発を確実に実施する上で必要な研究開発課題の解決に積極的に取り組むこととする。

また、機構の総合力を最大限発揮し、研究開発の方向性の転換に柔軟に対応できるよう、各部門・拠点等の組織・人員・施設を柔軟かつ効果的・効率的に再編・活用する。

さらに、産学官連携、外国の研究機関等との国際協力を進めるとともに、中長期的な研究開発及び関連する活動等を担う人材の育成等を行う。

### 《中期実績》

#### 【廃止措置等に向けた研究開発】

##### ○（関係機関との連携活動）

「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」（中長期ロードマップ）で示される原子炉の冷却や燃料デブリ取出しに向けた現場の作業とその実現に向けて必要な研究開発の進捗管理を行う廃炉・汚染水対策チーム会合事務局会議及び技術研究組国際廃炉研究開発機構（IRID）に構成員として参画し、個別の研究開発課題について、関係省庁や原子力事業者等との調整を行い、燃料デブリの性状把握や放射性廃棄物の処理・処分等、機構の研究ポテンシャルを発揮できる研究開発を実施した。

また、東京電力福島第一原子力発電所における高濃度汚染水の漏えい、大量の地下水の原子炉建屋等への浸入、海岸付近の地下水の汚染や海への流出等について、経済産業省汚染水処理対策委員会及び同委員会の下に設置されたサブグルー

プに専門家を委員として派遣するとともに、東京電力福島第一原子力発電所港湾内における潮の流れ及び港湾内へ流入した地下水の流動について解析及び可視化を行い、東京電力福島第一原子力発電所敷地内の地下水から港湾及び海洋へと流出する放射性核種の移行挙動の一連の解析結果等を関係省庁や原子力事業者等に示すなど連携・協力して進めた。

計量管理のための核燃料物質測定技術の開発においては、米国エネルギー省（DOE）との共同研究により、燃料デブリ中の核燃料物質を測定する候補技術について、燃料デブリの偏在及び自己遮へいの影響や、検出器の配置などを評価し、成果を取りまとめた。また、事故進展解析においては、仏国原子力・代替エネルギー庁（CEA）に研究員を派遣し、欧州での実験データの解析を行うとともに、核分裂生成物（FP）等の放出・移行挙動評価モデルの改良を進めた。

#### （機構内部での連携）

機構がこれまでに蓄積してきた知見と研究ポテンシャルを一体的に活用するとともに、より連携や機動性を高めるために組織した福島研究開発部門を中心に廃止措置等に関する研究開発を行うとともに、部門会議には、関係する他の部門から出席者を招へいし、情報共有及び連携協力を行うなど効果的かつ効率的なものとした。

さらに、東京電力福島第一原子力発電所汚染水問題に対して機構全体として組織横断的に対応するため設置した東京電力福島第一原子力発電所汚染水対策タスクフォースの活動を継続し、東京電力福島第一原子力発電所内の地下水流動並びに港湾への流出及び拡散に係る評価等を実施し、陸側遮水壁（凍土壁）、海側遮水壁、地下水バイパス、港湾内海底土の被覆等、汚染水対策の効果の推定結果の妥当性を確認した。

#### ○研究開発拠点の整備

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

放射性物質の分析・研究施設については、資源エネルギー庁の平成 25 年度発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備事業（放射性物質の分析・研究に係る技術調査）を受託し、施設の整備に取り掛かった。東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議の指示に基づき立地候補地の評価を進め、その結果を平成 26 年 6 月に原子力災害対策本部廃炉・汚染水対策チームへ報告した。この評価結果に基づき、第一立地候補地として示された東京電力福島第一原子力発電所の隣接地の確保に向け、東京電力と協議を開始した。また、施設で取り扱う分析対象物及び施設仕様の検討を実施し、平成 27 年 3 月から施設の詳細設計を開始した。燃料デブリの取扱方法について、経済産業省の平成 25 年度補正予算廃炉・汚染水対策事業費補助事業（実デブリ性状分析）を受託し、検討を行った。



また、施設の運用に向けた準備として、分析技術者の育成に向けた検討を開始した。

遠隔操作機器・装置の開発実証試験施設の整備については、立地候補地である楢葉南工業団地の地盤評価を行い、この結果に基づき、平成25年5月に東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議において、立地地点が楢葉南工業団地に決定された。平成25年9月より施設建設の一環として、地盤のボーリング調査を開始するとともに、平成26年1月から施設の実施設計を開始した。平成26年7月に施設建設用地の土地取得及び実施設計を完了し、建設準備を整え、平成26年9月に施設の建設を開始した。また、資源エネルギー庁の平成25年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金（原子炉格納容器漏えい箇所補修・止水技術の実規模試験）」を受託し、施設で実施する実規模試験に必要な給排水設備等の運転に係る検討や施設側で整備が必要な設備等についての検討を行った。さらに、遠隔操作機器の実証試験に具備すべき、バーチャルリアリティ空間を用いた作業員訓練システムの製作に着手するとともに、試験用水槽、モックアップ階段等の環境模擬体、モーションキャプチャ等の試験設備の製作の準備を進めた。ロボット性能や操作者の技能を定量的に評価する標準試験法及び東京電力福島第一原子力発電所の環境模擬データを用いてロボットの開発及び実証を効率的に行うためのロボットシミュレータの機能について、専門家の意見を踏まえながら検討した。

#### （国のトップダウンによる取組方針とその法的措置の内容）

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

#### （関係機関との連携活動）

福島県等地方自治体との連携に関しては、福島県と締結した「福島県との連携協力に関する協定書」（平成24年3月30日）に基づき、環境放射線計測及び環境試料分析に関する連携協力の一環として、福島市に分析所を整備し、平成24年9月19日から運用を開始するとともに、後述のとおり福島県内外の自治体からの要請に対する技術的助言や専門家派遣を実施した。

大学等との連携に関しては、福島大学と締結した連携協力に関する協定（平成23年7月20日）に基づいて、同大学が進める各種除染に係る活動の支援などを行うとともに、機構の放射線遠隔測定を担当するグループが同大学構内に

駐在し、県内外各所の放射線測定を効果的・効率的に行った。このほか、福島工業高等専門学校（高専）と連携・協力のための協定を締結（平成 24 年 3 月 28 日）し、復興支援活動の一環として、機構の専門家が「福島高専地域フォーラム」で講演し、また、機構退職者が専門家として同高専の教授職を担うなど、各種講習会の実施や人材交流による連携・協力を進めた。

国際的な活動としては、環境動態研究の国際的専門機関である SUERC（Scottish Universities Environmental Research Centre）と協力協定を締結するとともに、セシウム（Cs）に関する定期的な国際会議を福島市で開催し、機構の環境動態研究の国際化を進めた。

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所、（一財）電力中央研究所、山形大学工学部の研究者と連携して、放射性セシウムが吸着した粘土鉱物のミクロな構造変化の解明研究を進めた。これら成果は、英国のネイチャー・パブリッシング・グループが発行するオープンアクセスジャーナル『Scientific Reports』に掲載された。

上空から広い範囲の汚染情報を迅速に把握するための小型無人飛行機による放射線モニタリングシステムの開発を、（独）宇宙航空研究開発機構との共同研究により進めた。（独）国立環境研究所との間では、福島県環境創造センターでの両機関の研究を効果的・効率的に進めるべく、研究テーマごとの役割分担の確認を行った。さらに、関連研究テーマに関する情報交換を定期的に変更した。

Cs が付着する地衣類の調査を、（独）国立科学博物館との共同研究により実施した。海外の関係機関との協力に関しては、河川・河口・沿岸における Cs の動態を解析するコードの活用・改良のため、米国パシフィックノースウェスト国立研究所と共同研究を進めた。本共同研究により得られた Cs の環境中での移動挙動に関する解析コードを用いた福島県の一部の自治体に係るダム湖等の Cs の挙動解析を行いその結果を自治体等関係者に提供し、自治体等で進める環境回復の検討に利用された。

研究開発や技術開発の成果を迅速に除染活動等の現場に反映させるため、研究開発計画の立案段階から民間企業等との連携体制を組み込んで研究開発を進めた。具体的には、（独）科学技術振興機構の助成制度を活用し、企業とともに、無人ヘリコプターに搭載する可視的かつ精度の高い放射線マップを作成できるガンマカメラの開発に成功した。

シンチレーションファイバーを用いた 2 次元放射能分布測定システムを開発した。福島県などで多く利用されている農業用水のため池の水底にあるセシウムを測定するために、利用できるこのシステムは、福島県土地改良事業団体連合会「水土里ネット福島」で利用された。さらに、東京電力福島第一発電所での汚染水漏えいの検知のための利用試験を行った。

○ 内閣府と環境省からの要請により、機構内の「除染推進・専門家チーム」が、

各市町村に対して、除染計画策定協力・技術評価、除染に係る技術指導・支援などを実施した。また、「直轄地域対応チーム」は、除染特別地域に対して、除染作業の立会・技術指導、住民説明会における支援などを実施した。これにより、両チーム合わせて約2,000件に上る様々な要請に対する協力・支援を実施した。

福島県から受託した「ホールボディカウンタ検査による福島県民健康管理調査支援事業」において、放射線被ばくを心配する住民への対応として、福島県民を対象に、固定式ホールボディカウンタ(WBC)及び移動式WBC車を用いて、内部被ばく測定検査を実施した。コミュニケーション活動としては、園児や児童など小さな子供に対する放射線の影響に対する保護者や先生の不安が特に大きいことを踏まえて、福島県内の小中学校・幼稚園・保育所の保護者、先生等を対象に、「放射線に関するご質問に答える会」を開催した。また、政府の基本方針であるチルドレン・ファースト(子どもに関する線量低減に優先して取り組む方針)に基づく文部科学省の依頼を受けて、学校等で実施する除染活動への技術的助言等を行うため、専門家を派遣した。福島県主催の放射線や除染に関する講習会への講師派遣等の協力活動を実施した。各種展示会や発表会において、福島県における環境回復に係る機構の活動状況や除染に関する研究開発成果について紹介するとともに、機構ウェブサイトにもこれら活動状況等を掲載し、積極的に公開した。さらに、関係行政機関に対する助言等として、環境省が開催している「災害廃棄物安全評価検討会」において、放射性物質により汚染された災害廃棄物が周辺住民に与える影響の評価等に関する技術情報を提供した。また、国土交通省の依頼を受けて、無人ヘリコプターによる東京電力福島第一原子力発電所周辺の上空の放射線量を測定し、空間線量率の分布を解析した結果に基づき、同発電所の上空1,500m以上の飛行禁止を解除することができることとなり、一般航空機の定常飛行復帰に貢献した。

- 課題解決に当たっては、機構の各部門・拠点等の人員の協力を得つつ、必要に応じて各部門・拠点等の施設を利用して効果的・効率的に進めた。また、福島環境安全センター以外の機構内他部署から人員を動員し、福島環境安全センターでの地元自治体等とのコミュニケーション活動を進めた。さらに、福島環境安全センターを含む機構内全部署の中で、福島県の環境回復に係る研究活動等を実施している研究者間の情報交換を目的として、機構内の関係者一同が集結する情報交換会を実施するとともに、動態研究、吸脱着メカニズム等の特定テーマに基づく定期セミナーを月一回程度開催するなどして、機構内外の情報交換による連携強化に努めた。
- 積極的な論文・プレス発表に努め、研究成果が得られたものについて査読付き論文を公表するとともに、プレス発表及び福島環境安全センターの活動情報を

「福島技術本部ニュース」として公開ウェブサイトに掲載した。さらに「Topics 福島」として最新情報を逐次公開 HP に掲載した。また、廃止措置等に向けた研究開発及び環境汚染への対処に係る研究開発の成果を冊子として取りまとめ、毎年開催される機構報告会で配布するなど、積極的に成果の公開及び普及を図った。

## (1) 廃止措置等に向けた研究開発

### 【中期計画】

福島第一原子力発電所の廃止措置及び廃棄物の処理・処分に向けた課題解決に取り組む。そのため、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議等の方針に基づき、関係省庁、研究機関等の関係機関、事業者等との役割分担を明確にし、連携を図りながら確実かつ効果的・効率的に研究開発等の活動を実施する。

「東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置に関する検討結果について」（平成23年12月13日原子力委員会決定）を踏まえて取りまとめられた、「東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」（平成25年6月27日改訂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）に示される使用済燃料プール燃料取り出し、燃料デブリ取り出し準備及び放射性廃棄物の処理・処分に係る各々の課題解決を図るために必要とされる技術並びに横断的に検討する必要がある遠隔操作技術について基盤的な研究開発を進める。また、放射性物質の分析・研究や遠隔操作機器・装置の開発・実証試験に必要な研究開発拠点の整備を行う。それらの実施に当たっては、関係機関との連携を図るとともに機構の各部門・拠点等の人員・施設を効果的・効率的に活用しつつ人材の育成を含め計画的に進める。

### 〈中期実績〉

#### （事故後の喫緊の課題への対応）

東京電力福島第一原子力発電所事故後、事故の収束に貢献した。以下に事例を記載する。

- ・ 建屋内に滞留した汚染水の処理装置を導入するに当たって、汚染水の放射能分析及び吸着剤の性能評価試験を実施するなど、処理装置の仕様検討に貢献した。
- ・ 原子炉冷却方策の検討に当たり、各種解析結果の提示及び技術的提言を行い、長期冷却システムの構築に貢献した。
- ・ 使用済燃料プール水の分析を行い、プール内燃料の大部分が健全であるとの評価に貢献した。

#### （事故後の中長期的な対応への貢献）

○原子力委員会の下に設置された中長期対策専門部会に参画し、東京電力福島第一原子力発電所の清浄化のために行われるべき作業を整理するとともに各作業を実施するために必要な研究開発課題を抽出し、それらの研究開発の位置付けを明らかにした中長期措置技術ロードマップの取りまとめに貢献した。

○中長期措置技術ロードマップを受けた政府・東京電力中長期対策会議(中長期対策会議)における「東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4号機の廃止措置

等に向けた研究開発計画について」(研究開発計画)の策定において、個別の研究開発計画の立案等に協力した。また、中長期対策会議の下に設置された研究開発推進本部の構成員として、研究開発の推進に関する企画・立案及び総合調整に参画した。

#### (IRID の設立と研究開発)

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

- 使用済燃料プール燃料取出し、燃料デブリ取り出し準備及び放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発などについて、機構が有する人員・施設を効果的・効率的に活用して実施できるよう、各部門・拠点等と調整し、各担当の役割分担を明確にした実施計画を作成するとともに、現場における技術ニーズを的確に研究開発に反映するため、関係機関との連携を図って、研究開発を実施した。これら実施に当たり機構の各部門・拠点等の人員・施設を効果的・効率的に活用しつつ人材の育成を計画的に進めた。

#### (使用済燃料プール燃料取出しに係る研究開発)

使用済燃料プールからの燃料取り出し準備に係る研究開発については、発電所内の共用プールでの燃料集合体等の長期健全性評価に向けた基礎試験を行い、海水にさらされた燃料集合体を、長期にわたって健全に保管する場合の燃料集合体部材への腐食影響を評価するため、機構内に保管していた東京電力福島第二原子力発電所及び「ふげん」の使用済燃料のジルカロイ製被覆管等を用いて、耐久性評価に係る基礎試験を実施し、現状の使用済燃料プールの水質であれば、腐食発生の可能性が低いことを確認した。この成果は、現状の水処理対策が有効であることを裏付ける基礎データとして活用された。

また、東京電力福島第一原子力発電所 4 号機の使用済燃料プールから取り出した未使用燃料集合体から採取した部材の表面検査等を実施し、洗浄後においても海水成分が残留しているなどの結果について、東京電力(株)に報告した。

#### (燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発)

仏国 CEA や独国 Karlsruhe Institute of Technology (KIT) 等の欧州研究機関を訪問しシビアアクシデント研究に係る実績を調査するとともに、模擬デブリの調製及び組織観察等の特性評価を開始し、模擬デブリの試作と物性測定

に成功するなど、当初計画のとおり進められ目標を達成した。プラズマアーク、プラズマジェット及びアブレイシブウォータジェット (AWJ) の各切断技術を単独又は組み合わせて用いることにより、燃料デブリ及び炉内容融金属の取り出し作業へ適用できる見通しを得た。

デブリの特性把握を行うため、ウラン (U) 及び MOX 粉末を用いた模擬デブリの調製/特性評価試験及び高温反応に係る基礎データを取得するとともに、取り出しツール等の開発に必要な物性リストに基づいて機械特性データを取得した結果、酸素対金属比 (O/M) の増加に伴い、硬さ及び破壊靱性に上昇傾向が見られた。燃料デブリ処置方法の検討として、スリーマイル島原子力発電所 2 号炉 (TMI-2) の事故事例を参考に全体シナリオ概念を整理するとともに、分析・処理技術に係る各種試験の結果、U/ジルコニウム (Zr) 系模擬デブリにアルカリ融解処理を施すことにより硝酸に可溶性化合物に分解可能であることが確認され、さらに Zr 比率が大きいほど硝酸による溶解速度が低下する傾向が見られた。

格納容器の健全性評価については、格納容器/原子炉压力容器用鋼材の人工海水中ガンマ線照射下腐食試験を、線量率 3.5kGy/h 及び 0.2kGy/h で、最長 500 時間まで実施した結果、0.2kGy/h 照射下における鋼材の腐食速度は、非照射条件下と同程度であることを確認した。

#### (放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発)

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

シビアアクシデントを起こした原子力施設の廃止措置では、従来の廃止措置シナリオを適用できないことから、その状況に応じた最適なシナリオを整えることが、今後の原子力施設の安全確保において必要となる。そこで、最終形態の異なる複数シナリオを設定し、比較検討するとともに、工法最適化手法の整備を見据えて、解体等で行われる各種作業の構造化を進めた。

#### (遠隔操作技術)

遠隔操作技術については、炉内レーザーモニタリング・内部観察技術の開発に向け、ファイバスコープによる観察プローブ、耐放射線光ファイバを用いた放射線計測プローブ及びレーザー分光による元素分析プローブを試作するとともに、水中及び放射線環境下での実証試験を実施した。その結果、水中や放射線環境下でも基本性能が担保できることを確認し、炉内へのアクセス方法等も考慮した要素技術の仕様に反映させた。

(廃止措置を加速するために必要なデータの採取等)

東京電力福島第一原子力発電所と類似している「ふげん」施設を活用し、合理的かつ安全な除染及び解体工法の確証を進めるために、解体や除染等のデータを収集した。また、複雑で狭隘な構造を有する原子炉解体のために必要なシステムを設計するとともに、炉内状況も確認できる炉内試料採取装置の製作を実施した。



## (2) 環境汚染への対処に係る研究開発

### 【中期計画】

事故由来放射性物質による環境汚染への対処に係る課題解決に取り組み、復興の取組が加速されるよう貢献する。そのため、各省庁、関係地方公共団体、研究機関等の関係機関、事業者等との役割分担を明確にし、連携しつつ、研究開発等の活動を実施する。

環境汚染への対処に係る活動の拠点となる福島環境安全センターを活用し、事故由来放射性物質により汚染された廃棄物及び土壌等を分析・評価するための設備等を整備し、その分析を行う。

「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」（平成23年8月30日法律第110号）第54条（調査研究、技術開発等の推進等）を踏まえた除去土壌等の量の抑制のための技術や、事故由来放射性物質により汚染された廃棄物及び土壌の減容化のための技術の開発・評価、高線量地域に設定したモデル地区における除染の実証試験、環境修復の効果を評価する技術や数理的手法の研究を進める。

さらに、環境汚染への対処に係る新規技術、材料等の研究開発においては、媒体による放射性物質の吸脱着過程の解明に係る研究を行うとともに、放射性物質の捕集材開発及び環境中での放射性物質の移行評価手法の開発を行う。

### 《中期実績》

- 平成23年から24年にかけて、内閣府「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務」を機構は受託し、セシウム（Cs）で環境汚染された避難区域を中心に、機構のこれまで培った放射性物質取扱技術の一つである除染技術が適用できることを、県内11市町村（14地域）で実証した。機構が報告書として取りまとめたこの事業の成果は技術的基準とされ、その後展開された環境省や自治体の除染活動の基本技術となった。なお、除染後に発生する廃棄物の中間貯蔵開始までに安全に保管管理する「仮置場」の設計と具体化をこの事業の中で完成させた。さらに、除染後に再汚染がないことを実証した。

水中のCsに対して高いCs捕集特性を有するグラフト重合捕集材を開発し、開発した技術は民間会社で商品化された。飲料水安全確保対策事業を進める福島県飯館村では、村から村内の希望する家庭に同捕集材を用いたフィルタ付の給水器が配布された。

放射性物質による汚染状況を広範囲かつ迅速に測定可能な航空機モニタリング（有人ヘリコプター）については、青森県から福井県に至る22都県についての汚染状況（地表面の放射線量等）を測定し、その結果をマップとして取り

まとめ公表され、環境省による除染区域の選定や避難区域解除等に利用された。

数キロメートル程度の狭い範囲について、より詳細なモニタリングを迅速に行うために、遠隔操作型の小型航空機(無人ヘリコプター)に搭載可能な検出器等を開発した。このシステムを利用して、国土交通省の依頼を受けて、無人ヘリコプターによる 東京電力福島第一原子力発電所 周辺の上空の放射線量の測定及び空間線量率の分布の解析を行い、その結果に基づき、同発電所の上空 1,500m 以上の飛行禁止を解除することができることとなり、一般航空機の定常飛行復帰に貢献した。

福島市内に分析所を整備し、環境回復研究に必要な分析技術の開発と分析実施を進めた。なお、同施設に隣接する福島県の分析所とは、日常的に情報交換を行い、相互の分析技術向上を図った。

吸脱着機構の解明を進めた結果、福島の土壌が僅かな Cs の取り込みにより多量の Cs を呼び込むメカニズムを明らかにした。これにより、放射性セシウムによって汚染された土壌の減容化や安全な取扱方法、中間貯蔵施設の安全性評価、環境中における Cs の移行モデルの構築など、多くの場面でその知見が利用できることとなった。この成果は、英国のネイチャー・パブリッシング・グループが発行するオープンアクセスジャーナル『Scientific Reports』に掲載された。

福島県民の健康調査の一環として、福島県から「ホールボディカウンタ検査による福島県民健康管理調査支援事業」を受託し、特に放射性セシウムの地表濃度が高い警戒区域や計画的避難区域等の住民の方々を対象に、機構所有のホールボディカウンタ(WBC)や移動式 WBC 車を利用して、内部被ばく検査(測定及び評価)を実施し、福島県民の放射線に対する不安に応えた。

海外の関係機関との協力に関しては、河川・河口・沿岸における Cs の動態を解析するコードの活用・改良のため、米国パシフィックノースウェスト国立研究所と共同研究契約を締結し、専門家の交流を進めた。一方、福島県内の現地調査も進め、得られたデータから、福島的环境中での放射性セシウムの移行を解析し、将来の被ばく評価や移動抑制対策に役立てることを目的に、放射性セシウムの将来的な分布を予測するシステムの開発を進めた。森林内においては土壌中を移動する放射性セシウムの割合はごく僅かで、森林地帯から周辺地域に流出しにくいこと、河川やダムにおける放射性セシウムの状態を把握し、下流域河川敷周辺における線量低減傾向の把握を進める自治体での検討において、これら解析の結果が利用された。

災害廃棄物の焼却処理では可燃性災害廃棄物受入処理施設の実態に応じ、また、コンクリートガレキ等の路盤材及び海岸防災林盛土材などへの再利用では作業工程の実態に応じ、これらの作業に関わる作業員や公衆の被ばく線量を評

価するために、シナリオ及びパラメータを整備し、安全解析を実施した。解析結果は、再利用に関わるガイドライン整備等のための技術情報として環境省や林野庁へ提供した。

災害廃棄物の焼却処理時に発生する排気中の Cs の挙動を把握するために、固定床式焼却炉(炉底に焼却物を置いて、炉側面から空気を供給するタイプ)及びストーカー式焼却炉(焼却物が炉底を移動し、炉底から空気を供給するタイプ)を対象として、焼却炉内のばいじん(炉底灰及び飛灰)及びCsがどのように振る舞うかをシミュレーションすることができるコードを開発した。このコードを用いた解析結果を福島県内で同様の焼却炉を利用している自治体に説明し、焼却炉の運転技術に反映された。

原子力規制庁、福島県等が公開している東京電力福島第一原子力発電所事故に起因する福島県及び近隣県における空間線量の測定結果、陸域土壌(土壌表面及び土中)、海域(海水、海底土)、河川(河川水、河底土)、地下水、食品(農・林・畜・水産物等)などの放射性物質濃度の分析結果、また標高、土壌、植生、土地利用、気象等の地理情報も収集し、それら大量のデータを見える化し利用者が直感的に状況把握できるよう公開した。原子力規制庁等が公開しているモニタリングデータがPDF形式であっても自動的に回収・集約でき、約4億件のデータについて第三者の利用を容易にした。

超高压水除染技術の実証試験を実施し、開発した技術は、環境省が定める除染の標準工法とされ、実際の除染にも利用された。

除染対象地域の線量率に応じた除染方法の検討、除染費用の算出、空間線量率の予測等が可能な、除染効果を評価するシステムを開発し、空間線量率をシミュレーションによって数理的・総合的に評価することができ、効率的かつ効果的な除染の実施が可能となった。この技術は、自治体等で進める除染事業に利用された。

高線量地域において、放射線の可視化・測定迅速化に向けたモニタリング技術として、検出器をステッキ状の本体に内蔵し、このステッキを持って歩くことで、GPSによる位置測定とともに、地表5cmと100cmの放射線量を同時に計測することができるガンマプロッターを開発し、民間に技術移転した。このガンマプロッターにより、環境中のガンマ線の線量率を迅速・簡単に測定し、マッピングすることで分布状況を可視化することが可能となった。さらにプラスチックシンチレーションファイバについては、水底の放射能分布測定技術として確立し民間に技術移転したほか、東京電力福島第一原子力発電所構内にお

ける排水溝の監視用モニタとして実証試験を行っている。

福島大学及び福島工業高等専門学校が実施する講義、実習、講演等について、専門家として講師を派遣するとともに、特に実習については機構の施設や設備の活用を図りつつ人材育成の協力などを実施した。

機構が実施した環境回復に係る研究成果について、包括的レポートとして公表し、国際会議で紹介した。IAEA はこれを評価し、関連成果に基づくシンポジウムの開催を決定した。

### 3. エネルギーの安定供給と地球温暖化対策への貢献を目指した原子力システムの大型プロジェクト研究開発

#### (1) 高速増殖炉/高速炉サイクル技術に関する研究開発

##### 【中期目標】

放射性廃棄物の減容・有害度の低減、資源の有効利用等に資する高速増殖炉/高速炉サイクル技術の研究開発を実施する。

##### 【中期計画】

ウラン資源を最大限に活用して持続可能なエネルギーサイクルを実現する可能性を持つとともに、同時に高レベル放射性廃棄物中の長寿命核種を低減して廃棄物処分における環境負荷低減に資する可能性を有する技術について研究開発を実施する。

#### 1) 高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発

##### 【中期目標】

「エネルギー基本計画」に示された方針に従い、高速増殖原型炉「もんじゅ」については、本格運転を目指した研究開発を実施する。ただし、原子力規制委員会から保安のための措置命令及び保安規定変更命令を受けた平成25年5月以降は、「日本原子力研究開発機構の改革の基本的方向」に基づき、安全を最優先とした運転管理となるよう体制の見直しを進め、原子力規制委員会からの措置命令等に関し必要な対応を行うとともに、「もんじゅ研究計画」に示された研究開発を実施するために克服しなければならない課題への対応を進める。

なお、「もんじゅ」における研究開発を実施するに当たっては、今後の研究開発の取組方針や計画等について具体的かつ明確に示し、適宜、評価・改善を図るとともに、過去のものも含めた研究成果等について国民に分かりやすい形で公表する。

##### 【中期計画】

高速増殖原型炉「もんじゅ」は「発電プラントとしての信頼性実証」及び「運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立」という所期の目的を達成することに向け、安全確保を大前提に、性能試験の実施を目指し、必要な取組を行う。

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

ただし、原子力規制委員会から保安のための措置命令及び保安規定変更命令を受けた平成 25 年 5 月以降は、「日本原子力研究開発機構の改革計画」により、安全を最優先とした運転管理となるよう必要な体制の構築を目指し、原子力規制委員会からの措置命令等に関し必要な対応を行うとともに、「エネルギー基本計画」を踏まえ、克服しなければならない課題への対応を着実に進める。具体的には以下の取組を進める。

① 「もんじゅ」の安全確保を第一とする自立した運営管理体制の確立

原子力規制委員会からの保安措置命令等に適切に対応するため、理事長直轄機能を強化するとともに「日本原子力研究開発機構の改革計画」に基づき、以下を行う。

- ・責任の明確化により「もんじゅ」の安全・安定な運転・保守を可能とする自立的な組織・管理体制、保安体制の再構築を進める。
- ・安全最優先の組織風土の醸成を図るため、安全文化醸成活動、コンプライアンス活動を再構築する。
- ・運転保守技術に関する技術的能力の強化、技術継承の強化を図る。

また、平成 25 年 5 月に原子力規制委員会から命令を受けた保全計画の見直しについては、着実に対応を進める。

② 発電プラントとしての信頼性実証

ナトリウム冷却高速増殖炉発電プラントの運転、保守・補修技術の体系化を行いつつ、各種管理要領書の信頼性を高めていくために、「もんじゅ」の設備維持管理及び炉心確認試験を通じて保守・補修、トラブル対応等の経験を必要に応じて保安規定、運転手順書、保全プログラム等に継続的に反映していく。

ただし、平成 23 年度からは、福島第一原子力発電所事故を踏まえた緊急安全対策を実施するとともに緊急安全対策の検討・対応を通じナトリウム冷却高速増殖炉発電プラント特有の安全性の評価及び確認を進めるとともに、平成 25 年 7 月に施行されたシビアアクシデント対策等の新規制基準、耐震信頼性の向上、敷地内破砕帯等の稼働までの課題への対応を進める。

③ 運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立

「もんじゅ」の炉心確認試験で得られるナトリウム純度管理や放射性物質の冷却系内移行挙動のデータを取得し、設計の妥当性の確認を進める。

また、ナトリウム冷却高速増殖炉の特徴に起因した不可視・高温・高放射線環境下での機器・設備の検査・モニタリング技術等の開発を進める。

④ 高速増殖炉/高速炉サイクル技術の研究開発等の場としての利活用

「もんじゅ」を中心とした国際的に特色ある高速増殖炉の研究開発拠点の整備に向けて、プラントの実際の環境を模擬した試験研究等の準備を進める。

## 《中期実績》

### ＜「もんじゅ」性能試験の実施を目指した5年間の取組（総括）＞

- 平成22年5月6日に14年5か月ぶりに「もんじゅ」の性能試験を再開し、性能試験の第1段階である炉心確認試験を完遂した。その後、性能試験の第2段階である40%出力プラント確認試験のための燃料交換を平成22年8月に完了したが、燃料交換の後片付け作業中に、炉心と燃料出入設備との間で燃料移送に使用する装置である炉内中継装置（IVTM）の落下が発生し、その復旧を確実に実施する必要が生じた。

このため、現場作業の安全確保を最優先に行う方針の下で、性能試験工程への影響を最小限とした全体工程の最適化を図り、管理区域の排気を排気筒に導くアニュラス循環排気装置の屋外排気ダクト腐食孔に対するダクト取替工事（恒久対策）、水・蒸気系機能確認試験等の所要の工事及び炉内中継装置の引抜・復旧工事を可能な限り並行して行うこととし、平成23年度内の40%出力プラント確認試験の開始を目指すこととした。

屋外排気ダクトの取替工事及び炉内中継装置の引き抜き作業を完了し、水・蒸気系機能確認試験を順調に進めてきたが、平成23年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、国におけるエネルギー政策の見直しの議論を踏まえて性能試験の実施を判断することとなったため、水・蒸気系設備機能確認試験を中断し、平成23年度内に予定していた40%出力プラント確認試験を見送った。

さらに、平成24年度に判明した保守管理上の不備に対して、平成24年12月及び平成25年5月に原子力規制委員会から保安措置命令等を受けたことから、命令に対する必要な措置を実施し、平成25年11月に保安措置命令に対する報告書を提出した。しかし、原子力規制委員会において対応が不十分である旨が示されたことから、必要な対応・措置を実施するとともに、再発防止対策も取り込んだ「もんじゅ改革」に基づく改善に継続して取り組み、平成26年12月に改めて保安措置命令に対する報告書及び保安規定変更認可申請書を提出した。引き続き、早期の保安措置命令解除に向けた対応を進めている。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえて、平成25年7月に新規規制基準が施行され、40%出力プラント確認試験を開始するにはその対応が必須となり、シビアアクシデント対策や設計基準に対する対策の検討、その有効性の評価等の必要な対応を進めている。

この間、平成24年9月に策定された「革新的エネルギー・環境戦略」を踏まえ、「もんじゅ」等の具体的な研究計画を策定するための検討が進められ、平成25年9月25日に「もんじゅ研究計画」が取りまとめられ、高速増殖原型炉としての技術実証、環境負荷低減の有効性確認等に必須な最低限の知見を得ることができる「第5サイクル終了後」（おおむね6年程度）を成果の取りまとめ時期とし、まとめるべき成果とその達成時期が示された。さらに、平成26

年4月11日に定められたエネルギー基本計画に反映され、エネルギー政策上の「もんじゅ」の位置付けが明確化された。

引き続き、「エネルギー基本計画」を踏まえ、保安措置命令解除や新規制基準への対応など、当面の課題の早期解決を最優先として、一層の対応に取り組んでいる。

具体的には、「もんじゅ」性能試験の実施を目指し、以下のとおり取り組んだ。

#### <炉心確認試験等の実施>

- 炉心確認試験については、平成22年5月6日に14年5ヶ月ぶりに性能試験を再開し、炉心の安全性を確認する試験、高速増殖炉の研究開発を目的とした試験など合計20項目の試験を計画どおり完遂した。

平成22年6月には炉心の反応度に係る国の使用前検査を受検し、アメリシウム (Am) が従来よりも多く含まれる炉心であっても、所用の核的制限値を満足し、従来の炉心と同様に制御棒で余裕を持って停止できることを確認した。

炉心確認試験を通じ、長期停止後の再起動炉心においても、炉物理特性を事前の解析で精度よく予測できることを確認するなど、高速増殖炉の研究開発の発展に資することができる貴重な知見を取得した。

炉心確認試験結果に基づき、核特性解析システムの解析精度を検証し、実証炉の炉心設計に向けて開発中の「詳細解析手法」における解析値が実用化の目標精度を十分に満足することや、炉の運転管理に使用する「炉心管理コード」も既知の炉心の解析値と測定値の差で補正すれば、実用上問題のない精度を有すること等を確認した。

また、世界でも数少ないアメリシウム 241 ( $^{241}\text{Am}$ ) を多く含む核特性データから、核データライブラリの精度を確認し、日本の最新の核データライブラリ (JENDL-4.0) が総合的に高い精度を有し、かつ  $^{241}\text{Am}$  の蓄積による反応度変化を最高レベルで評価できることを明らかにした。

なお、炉心確認試験において得られた運営管理に係るノウハウや運転・保守管理に係る知見に基づき、制御棒操作等の運転経験の「運転手順書」への反映や炉心確認試験中の不具合事例に対する保守経験の「点検要領書」への反映などを行った。また、炉心確認試験結果を踏まえ、試験手順の見直しを行うとともに、40%出力プラント確認試験の試験計画書及び試験要領書に反映し、各種要領書の信頼性を高めた。

- 炉心確認試験後の平成22年8月に、性能試験の第2段階である「40%出力プラント確認試験」のため、炉心燃料集合体 (初装荷燃料Ⅲ型) 33体の燃料交換を実施した。
- 40%出力プラント確認試験に向けて、長期停止状態にあった水・蒸気系設備



の点検を平成22年4月から12月に実施し、平成23年2月より水・蒸気系設備機能確認試験を開始した。

しかし、東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、40%出力プラント確認試験の実施は、国におけるエネルギー政策の見直しの議論を踏まえて判断することとなったため、水・蒸気系設備機能確認試験を中断し、水・蒸気系設備を長期保管状態とし、適切な維持管理を継続している。

なお、中断するまでに試験を通じて得られた技術知見等については、評価した上で運転手順書等へ反映した。

#### <炉内中継装置の落下に対する復旧対応>

- 平成22年8月に発生した炉内中継装置の落下に対する復旧については、炉内中継装置接続部の変形が確認されたため、燃料出入孔スリーブ（原子炉容器上部に挿入されている筒状の炉内中継装置の案内ガイド）とともに引き抜く、一体引抜きによって復旧することとした。

これらの作業に当たっては、特別なプロジェクトチームを設置するなど万全の体制を整えるとともに、外部専門家で構成される「炉内中継装置等検討委員会」において技術面・安全面の意見も取り入れながら引き抜き作業を進め、平成23年6月に安全かつ確実に完了した。引き抜き後、同装置本体の分解点検を完了、ルースパーツがないことを確認し、炉上部周りの復旧作業を平成23年11月に完了した。

その後、落下原因となった原子炉機器輸送ケーシング（炉内中継装置を吊り上げるための装置）を改造し、新たに製作した炉内中継装置を原子炉容器内に据付けた状態での機能確認を行い、平成24年6月に国による使用前検査（機能確認）を受け、燃料交換が正常に行えることを確認した。

そして、平成24年8月8日に安全協定に基づく異常時終結連絡書を提出し、炉内中継装置の落下に係る復旧作業が全て完了した。

本トラブルの復旧においては、炉内観察技術及び構造詳細解析による健全性評価技術を開発し、今後の高速炉の実用化に向けた保守・補修技術の向上に資する燃料交換・ナトリウム機器に係る運転・保守管理技術を蓄積した。

#### <アニュラス循環排気装置屋外排気ダクトの復旧対応>

- 平成20年9月9日に腐食孔が確認されたアニュラス循環排気装置の屋外排気ダクトについては、恒久対策として、平成23年4月から屋外排気ダクトの取替工事を開始し、点検歩廊の設置、雨避け屋根の設置などの付帯作業を含め、平成23年10月15日に取替工事の全てを完了した。

#### <「もんじゅ」燃料供給を目指した対応>

- 燃料製造技術開発試験で得られたペレットを利用して、40%出力プラント確認

試験に必要な燃料を供給した。その後、東北地方太平洋沖地震の発生及びこれに伴う原子力情勢の変化を踏まえ、燃料製造技術開発試験の再開を見送ることとし、燃料製造設備の維持管理作業、核燃料物質の整理作業等を通じた技術基盤の維持を図った。また、プルトニウム燃料第三開発室等の加工事業許可申請に係る許認可対応については、東日本大震災のため実質中断中であり、東北地方太平洋沖地震に基づく基準地震動を策定し、それに基づく地盤等の再評価に向けた準備作業を実施中である。

- 中長期的な「もんじゅ」の燃料供給のための原料調達の準備として、六ヶ所再処理工場から MOX 燃料の原料を受け入れるための加工事業変更申請に用いるプルトニウム同位体組成についての検討及び輸送容器の安全性実証試験結果を基に、設計承認申請の準備及び輸送容器設計承認資料を作成した。

<これまでの研究開発成果の公表等>

- 理解促進活動については、福井県における出前型説明会「さいくるミーティング」等を継続的に行うとともに、炉心確認試験結果及びナトリウム漏えい事故以降の研究開発成果について、専門家だけでなく一般・地域の方を対象とした報告会を開催し、幅広く成果報告を行った。

- ・ 地元福井県民を対象とした敦賀本部報告会（平成 22 年 8 月に敦賀市）
- ・ 敦賀国際エネルギーフォーラム（平成 22 年 11 月に敦賀市）
- ・ もんじゅ運転再開記念講演会における成果報告（平成 22 年 9 月に米国ワシントン DC）等

東京電力福島第一原子力発電所事故以降は、「GLOBAL2011 敦賀セッション 世界的なエネルギー展望（平成 23 年 12 月）」及び「世界の高速炉開発」講演会（平成 24 年 3 月）を敦賀市にて開催し、各国の高速炉開発等の取組状況や高速増殖炉の意義並びに「もんじゅ」の意義及び国際貢献について紹介し、積極的に理解促進を進めた。

また、「もんじゅ」の研究開発について、以前から公表していた事業費予算額に加え、支出額として、事業費、人件費及び固定資産税の間接費等の明示、並びに今後必要と見込まれる経費として、事業費予算額に加え、人件費及び固定資産税を機構ウェブサイトで公表するとともに、リサイクル機器試験施設 (RETF) の支出額についても明示した。

<「もんじゅ」研究計画の策定>

- 「もんじゅ」等の具体的な研究計画を策定するために、「もんじゅ研究計画作業部会」が文部科学省に設置され、平成 24 年 10 月より検討が開始された。同作業部会においては、機構は高速増殖炉開発における技術の重要度及び「もんじゅ」を利用することの優先度の 2 つの観点により、実施する研究項目を精

査し、各項目の技術検討を実施し、まとめるべき成果とその達成時期を提示した。その結果、高速増殖原型炉としての技術実証、環境負荷低減の有効性確認等に必須な最低限の知見を得ることができる「第5サイクル終了後」（おおむね6年程度）を成果の取りまとめ時期として計画がまとめられるとともに、エネルギー基本計画へ反映された。

#### <保守管理上の不備への対応>

- 平成24年度に判明した保守管理上の不備については、保全計画に従った保守点検が行われず点検時期を超過している機器があることに対して、平成24年12月12日に原子炉等規制法第36条の第1項の規定に基づく保安のための必要な措置命令及び同法第67条第1項の規定に基づく報告の聴取の命令を受けたことから、点検時期を超過している機器の点検を実施するとともに、保全の有効性評価、保全計画の見直し等の必要な措置を行い、その結果を取りまとめ、平成25年1月31日に原子力規制委員会へ報告した。

しかし、その後の保安検査等において、保守管理体制及び品質保証体制全体にわたり問題が確認されたこと、点検の先送りを行った機器について、いまだ必要な点検が完了しておらず、保全計画の見直しも行われていないこと等から、平成25年5月に、改めて原子炉等規制法第36条（現第43条の3の23）第1項の規定に基づく保安のために必要な措置命令及び同法第37条（現第43条の3の24）第3項の規定に基づく保安規定変更命令を受けた。

保安措置命令に対しては、敦賀地区の総力を挙げて未点検機器を特定して点検を実施し、これらの点検結果を取りまとめ、措置命令に対する報告書（その1）として、平成25年9月30日に原子力規制委員会へ報告した。

さらに、保守管理に従事する要員の増強や点検期限等を管理できる「保守管理業務支援システム」の導入、品質マネジメントシステム等に係る改善（マニュアルの制定・改正等）等を実施して保守管理体制及び品質保証体制の再構築を行うとともに、原子炉施設の保全の有効性評価と保全計画の見直しを行い、必要な措置の完了について措置命令に対する結果報告書（その2）に取りまとめ、平成25年11月19日に報告した。

しかし、保全計画に入力ミスが確認されたこと、保全計画の内容について確認作業を行っている状況にありながら、措置が完了した旨報告を行った事実等から、平成26年4月の原子力規制委員会において、保守管理体制及び品質保証体制の再構築が不十分であるとの見解が示された。

そのため、保安検査の指摘等を踏まえて、保守管理体制及び品質保証体制の再構築、保全計画の全面的な確認作業等を進めた。

具体的には、保全計画の全面的な確認作業で確認された点検が十分でなかった機器等については、平成26年12月19日までに、不適合の処置として、点検又は技術評価等によって原子炉施設への影響がないことを確認して特別採用

(点検期限を超過した機器に対し、健全性の確認を行った上で期間を限定して継続使用を認める措置)を実施し、未点検機器を解消した。

また、今後、「もんじゅ」の保全計画をより科学的・合理的なものとしていく第一段階として、保安規定において低温停止時に機能要求がある機器を最優先として技術根拠を整備し、これらを反映して保全計画の見直しを行った。

マネジメントレビューの改善及び「もんじゅ」内の品質保証体制の強化、不適合管理の仕組みの改善及び是正処置プログラム(所内で問題点を特定・共有し、これを解決する活動)の導入による不適合管理の徹底等、一連の対策を行うことにより、適切な品質保証体制の下で保守管理業務を実施し、不測の事態によってやむを得ず点検期限を超過する場合においても不適合管理を実施して原子炉施設への影響がないことを確認できる品質保証体制を再構築した。

保安措置命令に対するこれまでの全ての取組結果を取りまとめ、平成26年12月22日に原子力規制委員会へ報告するとともに、根本原因分析を拡充して実施し、「保守管理上の不備に関する根本原因分析の報告書」として取りまとめ、「もんじゅ」の原子炉施設保安規定を変更し、平成26年12月22日に変更認可申請書を提出した。なお、報告した「保安措置命令に対する報告書」において機器数等に集計の誤りが確認されたため、平成27年2月2日に補正を提出した。

引き続き、保安措置命令に対する報告書について、保安検査等を通して原子力規制委員会の内容確認を受けるとともに、特別採用としている機器の再点検を実施していく。

- ① 「もんじゅ」の安全確保を第一とする自立した運営管理体制の確立
  - 上記の保守管理上の不備等を契機として平成25年9月26日に定めた「日本原子力研究開発機構の改革計画」に基づき、保守管理上の不備に対する継続的活動を踏まえ、『「もんじゅ」改革の基本計画』を策定し、安全確保を第一とする自立した運営管理体制を目指し、以下のとおり、改革に取り組んだ。
    - ・ 他事業所からの異動や実務経験者の採用、安全強化に関する予算の追加措置等、経営資源を「もんじゅ」へ集中投入するとともに、機動的な事業運営のため、平成26年4月に事業ごとに大括り化した高速炉研究開発部門を設置し、平成26年10月の組織改編においては、「もんじゅ」を運転・保守に専念できる組織とし、「もんじゅ」専属の支援組織として「もんじゅ運営計画・研究開発センター」を新設した。
- また、点検期限等を管理できる「保守管理業務支援システム」の導入や発電所運営管理手法を直接指導する技術者の電力会社からの受入れ、メーカー・協力会社との連携強化等を行った。これらの取組により、安全・安定な運転・保守を可能とする自立的な組織・管理体制及び保安体制を構築した。
- ・ 安全文化醸成改革推進チームを中心に、法令遵守と安全文化醸成について、自らの業務を見直し、改善を図ることに重点を置いた活動として、約30の小集団活動チームを立ち上げ、それぞれ「保守管理上の不備のような事案を再

発させないために何をすべきか」、「ルールや業務の進め方等において改善すべき事項はないか」等の観点から議論を重ね、業務を見直し、具体的な改善に取り組んだ。また、チームごとの改善活動の取組について「もんじゅ」内で発表会を行い、共有・展開を図るとともに、優秀な活動に対する表彰を行った。こうした活動を通じ、安全意識の向上や業務の管理等に係る改善を図り、職員のモチベーション向上にも配慮した。「もんじゅ」において定期的に実施した安全文化醸成意識調査においても、全般的に改善傾向が見られた。

- ・ 保守担当者の育成計画を作成して運用を開始するとともに、技術力を認定する制度の整備を進めた。また、電力事業者の原子力発電所に機構職員を派遣し、発電所の運営管理能力の習得及び向上を図っている。

さらに、「もんじゅ」に関する技術情報及びノウハウの技術伝承を図るため、機構やメーカーのシニア技術者による「もんじゅ」設計に関する講演会、研修等を実施するなど、世代間の技術継承を図る活動を進め、設計当初の知見が若い世代に継承されつつある。これらの活動を通じて、技術力育成のための仕組みを整備するとともに、技術的能力及び技術継承の強化を図った。

## ② 発電プラントとしての信頼性実証

<福島第一原子力発電所事故を踏まえた緊急安全対策及びストレステスト>

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえて、速やかに電源や冷却機能確保のための緊急安全対策を実施した。非常用ディーゼル発電機代替空冷電源設備や原子炉補機冷却海水ポンプ予備電動機の配備などの設備対応を行うとともに、電源車と電源盤の接続訓練等を行うことにより実践的な事故対応能力の向上に努め、地震・津波発生時における「もんじゅ」の安全性を向上させた。これらの安全性向上に向けた対策と対応状況等については、敦賀本部ウェブサイトにて公表するとともに、自然循環（空気冷却）により炉心の冷却ができることやナトリウム機器など主要な設備は海面から21m以上の高い位置に設置されていること等の「もんじゅ」の特徴についても併せて発信した。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全性に関する総合的な評価（ストレステスト）を実施した。対応に当たっては、適切かつ客観的な評価とするため、外部有識者で構成する「もんじゅ安全性総合評価検討委員会」を設置し、評価方法などの確認を受けながら進めた。

想定を超える地震・津波や全交流電源喪失、原子炉の熱を最終的に外部に放出する部分の故障など、事象の重ね合わせも含めて様々なケースを評価し、地震や津波に対してプラントが十分な耐性を有していること、全交流電源喪失及びナトリウム漏えい時でも、自然循環運転により炉心冷却ができることを確認し、研究開発報告書として取りまとめて平成25年6月に公表した。

### <新規制基準対応>

- 平成 24 年に発足した原子力規制庁の動向を踏まえ、「もんじゅ」安全性タスクフォースを機構内に設置（平成 24 年 12 月）した。この中で、平成 25 年 7 月に施行された「研究開発段階炉発電用原子炉の基準に関する規則（研開炉規則）」の従来の基準との違いや、今後の設備改造及び安全評価の方向性や方針について検討を行った。検討の結果を踏まえ、研開炉規則に対する原子力規制庁のパブリックコメント募集に対して、機構の意見を提出（平成 25 年 5 月）した。これに対し、原子力規制庁は今後パブリックコメントによる意見も含め、適合性審査までには見直しを行うとの見解を示した。

研開炉規則では、設計基準事象に対して想定する事象が引き上げられるとともに、その対策も強化された。さらに、設計基準を超える重大事故や、テロリズムに対しての要求事項も新設されている。このため、機構ではナトリウム冷却型高速炉の特徴を踏まえ、設計基準事象及び設計基準外事象（重大事故）に対して以下のような検討を行った。

設計基準事象については、自然ハザード（竜巻、火山噴火及び森林火災）、内部溢水及び内部火災を対象として、その影響と対策に関する検討を行った。

重大事故対策については、炉心損傷を防止し、格納機能を確保するために、対策設備の有効性について評価した。さらに、電源設備の強化、テロ対策並びに防災管理棟の基本的な概念及び設計も検討した。

地震・津波に対しては、施設や機器配管等の耐震評価の準備を進めるとともに、取水口ポンプ室周りの防潮堤等の津波対策設備について検討した。

また、「もんじゅ」の安全性を確保するために、「もんじゅ安全対策ピアレビュー委員会」を平成 25 年末に設置し、安全上の要求事項を整理した。この委員会での検討結果については、原子力規制委員会に報告するとともに、第三者による客観的な評価を行うために、国内の高速炉の安全性の専門家によるレビューを実施し、その妥当性を確認した。さらに、国際的な視点から評価を行うために、平成 27 年 5 月に国外の高速炉の専門家によるレビューも予定しており、平成 26 年度はその準備作業を進めた。

### <耐震安全性の向上等の更なる安全対策>

- 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（平成 18 年改訂）」に照らした耐震安全性評価（耐震バックチェック）が実施された。この審査の中で、原子炉建物背後斜面については耐震安全性が確認されたものの、平成 21 年 12 月 4 日に開催された原子力安全・保安院の地震・津波、地質・地盤合同 WG C サブグループ会合にて、一層の安全性向上を目指して、原子炉建物背後斜面の耐震裕度向上工事を実施することを表明した。これを受けて、平成 25 年度から現地工事を開始し、平成 26 年度に完了した。

また、地震観測強化に向け、平成 23 年度に観測用地震計を追加設置した。

### <敷地内破砕帯調査対応>

- 敷地内破砕帯調査については、平成 24 年 8 月 29 日に当時の原子力安全・保安院による追加調査の指示を受け、機構内の地層処分研究開発に係る地質の専門家に参画してもらうなどして調査体制を強化し、物理探査、剥ぎ取り調査、ボーリング調査等を行うとともに、調査データに基づく分析・評価を進め、平成 25 年 4 月 30 日に「活動的であることを示す証拠は認められない」ことを示す追加調査報告書を提出した。さらに、平成 25 年 9 月 25 日の原子力規制委員会によるデータ拡充のための更なる追加調査指示に対しても確実に対応し、平成 26 年 3 月 28 日に、改めて「破砕帯が活動的であることを示す証拠は認められない」ことを示す全体取りまとめ報告書を提出した。

平成 26 年 12 月 4 日及び平成 27 年 3 月 6 日に開催された、原子力規制委員会における「もんじゅの敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合」において、報告書の内容について詳細に説明するとともに、有識者からの意見・コメントに対応してきた。引き続き、一部の委員のコメントに対応するとともに、有識者会合での評価書取りまとめを注視し、適時適切な対応を実施する。

### ③ 運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立

- 炉心確認試験に続く性能試験が中断となり、必要なデータを取得できなかったため、過去の 40%出力運転時におけるデータを活用し、ナトリウム (Na) 純度やトリチウム ( $^3\text{H}$ ) 等の放射性物質冷却系内移行挙動に深く関係する水素濃度の実測データと、その解析結果 (TTT コード) を比較検討した。その結果、不純物である水素 (H) の移行挙動には、蒸気発生器の酸化被膜形成が影響していることを把握した。

また、蒸気発生器カバーガス中の水素濃度のデータと、水素移行挙動の解析結果 (SWAC-10 コード) を比較検討することにより、水素移行挙動に影響を及ぼす主要現象として不純物であるカバーガス部に蓄積した水素化ナトリウム (NaH) の解離が考えられることを把握した。

これらの知見を  $^3\text{H}/\text{H}$  の解析評価手法に反映することで、実機プラントでの不純物や放射性物質冷却系内移行挙動をより正確に予測することを可能にした。

- 機器・設備の検査・モニタリング技術については、供用期間中検査 (ISI) 装置の「もんじゅ」定期検査への適用に向けて開発を進めた。具体的には以下の技術開発を行った。

原子炉容器周り検査装置について、実物大モックアップを用いて機能試験を行い、不具合/改善箇所を摘出した。これらの補修・改善、信頼性向上のための要素技術開発、生産中止になった部品の代替品の開発等を通じて、運用・保守経験を蓄積しつつ、技術開発を進めた。

1 次主冷却系配管検査装置について、実物大モックアップを用いて機能試験

を行い、所期の性能を満足することを確認した。また、もんじゅ実機の配管を用いて動作確認を行い、一連の動作を支障なく実施できることを確認する等、実機の ISI 準備を進めた。

蒸気発生器伝熱管検査装置について、多数本の伝熱管をモデル化し、渦電流探傷を模擬する 3 次元電磁場シミュレーションコードを開発し、検査プローブの開発に適用した。実物大モックアップ等を用いて検査プローブの性能試験を行うとともに、探傷信号から不要なノイズ成分 (Na 付着信号等) を除去する信号処理法 (多重周波演算など) の開発を進めた。

高速炉維持規格の基本的考え方 (連続漏えい監視を主体とした検査とすること、Na 中機器については信頼性評価を行い検査実施の要否を判断すること) を日本機械学会 (JSME) 高速炉 ISI 方針検討タスク報告書にまとめた。これを踏まえて、JSME 維持規格作業会にて高速炉維持規格案の策定作業及び審議を実施している。

#### ④ 高速増殖炉/高速炉サイクル技術の研究開発等の場としての利活用

- 「もんじゅ」の安全・安定運転の支援を目的とし、ナトリウム取扱技術の向上に向けた研究開発を行う「ナトリウム工学研究施設 (旧仮称：プラント実環境研究施設)」については、東京電力福島第一原子力発電所事故を受けた原子力政策の議論や平成 23 年 11 月の提言型政策仕分けの状況を踏まえて計画を一旦中断することとなったが、平成 24 年 9 月の革新的エネルギー・環境政策の決定を受け、平成 25 年度から建屋の建設工事を開始し、平成 26 年度 (平成 27 年 2 月) に建屋の建設工事及び試験装置の製作・据付工事を完了した。

## 2) 高速増殖炉/高速炉サイクル技術の研究開発

### 【中期目標】

「もんじゅ研究計画」に示した放射性廃棄物の減容化・有害度低減等に貢献するため、高速増殖炉/高速炉サイクル技術の研究開発を着実に実施する。

### 【中期計画】

文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、日本電機工業会及び機構の五者で構成される「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」における審議と合意を踏まえ、核燃料サイクルの推進に資する以下の研究開発を実施する。

- ① 平成22年度 (2010年度) までは、ナトリウム冷却高速増殖炉、先進湿式法再処理及び簡素化ペレット法燃料製造に係る革新的な技術の採否判断に必要な要素技術開発を進め、機構は、製造事業者及び電気事業者とともに、炉システ



ムについての13 課題、燃料サイクル技術（燃料製造及び再処理）についての12 課題の革新的な技術の採否を判断する。また、革新的な技術に係る要素技術開発成果をプラント設計の概念検討に反映し、プラント最適化の観点から将来のプラントシステムが備えるべき性能目標達成度を評価する。

② 福島第一原子力発電所事故後は、事故後の状況の変化や、その後、定められた「エネルギー基本計画」、「もんじゅ研究計画」等を踏まえ、以下の研究開発を進める。

- ・ 廃棄物の減容・有害度の低減を目指した研究開発については、マイナーアクチニド（MA）分離技術、MA含有燃料製造技術及び炉概念に関する研究開発を行う。
- ・ 高速増殖炉/高速炉の安全性強化を目指した研究開発については、シビアアクシデントの防止及び影響緩和に関する技術開発を進めるとともに、国際標準となる安全設計要求の構築を目指した研究開発を行う。
- ・ 上記研究開発を進めるに際しては、2 国間協力や多国間協力の枠組みを通じた共同研究・共同開発など、国際協力を積極的に活用する。
- ・ 炉システムについては、高速増殖炉の解析・評価能力等に係る技術基盤の維持及び国際協力を活用した安全設計要求の国際標準化を進めるための研究開発を行う。
- ・ 燃料サイクル技術（再処理技術、燃料製造技術）については、基礎的データの取得や評価能力等の技術基盤の維持を行う。

③ 高速増殖炉サイクル技術の研究開発を支える技術基盤を形成する研究開発を大学や研究機関等との連携を強化して継続的に実施する。

#### 《中期実績》

○ 文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、日本電機工業会及び機構の五者で構成される「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」における審議と合意を踏まえ、核燃料サイクルの推進に資する以下の研究開発を実施した。

#### ①高速増殖炉(FBR) 実用化研究開発(FaCT プロジェクト)の概況と総括

国の方針に基づき進めている FaCT プロジェクトはフェーズ I（平成 18～22 年度）の最終年度である平成 22 年度に革新技術の採否可能性等を判断し、その結果を踏まえ、次のフェーズへの移行に備えた。

研究開発段階から実証・実用段階への円滑な移行に向けた協議を進めるために設置された製造事業者及び電気事業者を含む五者協議会(文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、日本電機工業会及び機構)の枠組みでは、種々の協議を着実に進めるための具体的な方策を機構から積極的に提案し、合意文書として

「高速増殖炉サイクルの早期実用化に向けた取り組みについて」（平成 22 年 7 月）を主体的に取りまとめた。また、本合意文書中で平成 22 年度中に検討することとした項目の検討を着実に実施するため、機構からアクションプランを提案するなど、全体を主導しつつ関係五者で協議しながら研究開発を進めた。

フェーズ I 成果である革新技術の採否可能性や実証炉の仕様案については、メーカーとともに平成 22 年度上半期に判断を終え、エンドユーザである電気事業者の合意を得た。また、それらの結果は原子力委員会に報告するとともに、関係五者でも認識の共有がなされた。平成 22 年 11 月から実施された国レベルの評価では、革新技術の採否可能性判断や実証炉の仕様等に係る評価結果の審議までは終了した。これらの FaCT プロジェクトとして平成 22 年度に達成すべき業務を完遂し、これらの成果をステークホルダーである関係者の合意を得て、次のフェーズに移行可能な段階にあると総括したが、今般の東日本大震災の影響により評価の最終取りまとめが延期となったため、次のフェーズ II への移行を見送った。

#### ○ FaCT プロジェクトのフェーズ I 成果の概要と国の評価

原子炉システムについては、システムとしての性能目標達成の観点も踏まえ、三菱重工業(株)/三菱 FBR システムズ(株) (MHI/MFBR) 及び電気事業者とともに実証炉への採用を検討してきた革新技術の採否を判断した。また、燃料サイクルについても電気事業者とともに実用施設に採用予定の革新技術の採否を判断した。

革新技術の採否判断の結果を踏まえた高速増殖炉サイクルシステムを対象に、FaCT プロジェクトの開発目標及び設計要求への達成度を確認し、その結果を総合的に整理して原子力委員会が示した性能目標への達成度を評価した。総合的な整理の結果、原子力委員会が提示した性能目標をおおむね達成していることを確認した。あわせて、研究開発の基本的な方向性に問題がないことを確認するとともに、今後の課題を摘出した。上記の FaCT フェーズ I（平成 18 年～22 年度の 5 か年）の成果は、単に個々の研究開発成果の集約ではなくプラントシステムとして工業的に成立性のある技術体系として提示したものであり、電気事業者の代表である日本原子力発電(株) (原電) と連名の高速増殖炉サイクル実用化研究開発フェーズ I 報告書として取りまとめた。また、これらの成果は文部科学省及び経済産業省が設置した外部有識者により構成される FaCT プロジェクト評価委員会並びに同評価委員会の下に設置された原子炉 WG 及び燃料サイクル WG の意見も踏まえ、平成 22 年 11 月から実施した両省による国レベルの評価を受けており、これまで、今後の研究開発計画案も含めた全ての検討項目について機構からの報告は完了している。東日本大震災により平成 22 年度末に予定されていた評価の最終取りまとめは延期となっているが、革新技術の採否可能性判断や実証炉の仕様等に係る評価結果の審議は既に終了している。

## ○ 革新技术の採否判断

炉システムの革新技术の採否は、実用化戦略調査研究で抽出した 13 課題の革新技术について炉心及びプラントシステムに組み込んだ 10 課題の評価対象技術に再分類し、「設計成立性（安全設計及び機器・システム設計）」、「製作性（機器及び材料）」、「運転・保守性」及び「経済性（建設コスト）」の視点から評価を行った。この再分類は、研究開発課題単独の進捗評価だけでは不十分であり、炉心及びプラントシステムに組み込んだ場合の設計成立性やシステムとして期待される性能に基づき判断する必要があることから行ったものである。

評価の結果、評価対象技術のうち、8 課題(安全性向上技術、コンパクト化原子炉構造、9Cr 鋼製大口径配管を用いた 2 ループシステム、自然循環除熱式崩壊熱除去システム、ポンプ組込型中間熱交換器、簡素化燃料取扱いシステム、SC 造格納容器及び高速炉用免震システム)については、実証炉建設までに解決できる見通しがあることから採用可能と判断した。採用とは、実用炉に採用できる見通しが得られ、実証炉概念設計の適用対象とできる技術であることをいう。その他 2 課題については、採用できる見通しを得るための課題として、開発リスク低減の観点から代替技術の要否の検討を行い、「直管 2 重伝熱管蒸気発生器」については代替技術である防護管付伝熱管を選定すべきと判断し、「高燃焼度炉心・燃料」については、酸化物分散強化型 (ODS) 被覆管以外について採用可能と評価したが、段階的に検討評価を行い、最終的に代替材の要否を含め被覆管材料を選定することとした。

燃料製造技術については、簡素化ペレット法燃料製造の設計概念に基づき、5 課題の革新技术について、「技術的な成立性」及び「開発目標・設計要求への影響」の二つの観点を併せてその採否を判断した。その結果 3 課題の革新技术（脱硝・転換・造粒一元処理技術、ダイ潤滑成型技術及び TRU 燃料取扱い技術）が採用できることを明らかにし、2 課題の革新技术（焼結・O/M 調整技術及びセル内遠隔設備開発）は検討継続と判断した。なお、燃料基礎物性研究は上述の 5 課題の革新技术に成果を取り込んで採否判断を行った。

再処理技術については、先進湿式法再処理実用施設のプロセス及び付帯設備についての設計研究を行い、高速増殖炉燃料再処理施設全体の概念を検討するとともに、6 課題の革新技术について、「技術的な成立性」及び「開発目標・設計要求への影響」の二つの観点を併せてその採否判断を行った。その結果、3 課題の革新技术（解体・せん断技術、高効率溶解技術及び U-Pu-Np を一括回収する高効率抽出システム）が採用できることを明らかにした。残りの革新技术のうち「晶析技術による効率的ウラン回収技術」については、技術的成立性としてウラン回収率の制御に係る再現性・信頼性等の見通しを得る必要があることから、継続検討とした。また、「抽出クロマト法による MA 回収技術」については、技術的成立性について分離性能・回収率向上等に関する見通しを得る必要があること、開発目標・設計要求に対して廃液発生量の増大が経済性に影響

を与えることから、検討継続とした。「廃液の二極化技術」については、濃縮率向上（減容化）に資するソルトフリー試薬による廃溶媒洗浄性能などの技術的成立性や開発目標・設計要求への影響について不十分なデータを充実させるべきであり、廃棄物低減化技術に係る研究開発プログラムを再構築する必要があることから、検討継続とした。

②福島第一原子力発電所事故後の状況の変化や、その後、定められた「エネルギー基本計画」、「もんじゅ研究計画」等を踏まえた研究開発

平成 23 年度から 25 年度までの期間は、東京電力福島第一原子力発電所事故により、政府の原子力政策及びエネルギー政策の見直しの議論がなされることを踏まえ、高速炉研究開発を進める上で必要不可欠な技術基盤の維持、安全性強化及び安全設計クライテリア（SDC）の構築等に係る国際協力のために必要な研究開発活動に重点化した取組を実施した。また、当該期間においては、文部科学省からの要請により、「もんじゅ研究計画」策定のため、「もんじゅ研究計画作業部会」に研究開発の情報を提供するなど今後の原子力研究開発計画に係る審議に貢献し、その後の研究開発計画の策定に資する取組を実施した。平成 26 年度からは、「もんじゅ研究計画」が反映された「エネルギー基本計画」が閣議決定されたことを受けて、放射性廃棄物の減容・有害度低減及び安全性強化を目指した研究開発を実施した。

○ 高速炉開発の技術基盤の維持

・炉システムに係る技術基盤維持

ナトリウム-水反応抑制、自然循環除熱、ナトリウム漏えい検出、溶融炉心物質流出など高速増殖炉にとって要となる研究開発に必要な試験施設の定期検査並びに試験に供する装置、機器及び計測機類の機能維持を継続するとともに、将来の材料強度基準を策定するための長時間クリープ試験等による高温材料データ取得を継続した。また、プラント動特性、自然循環時の熱流動挙動、事故時の炉心物質流出挙動などを対象とした各種安全解析プログラム類を維持管理し、技術基盤の維持を図った。

平成 26 年度からは高速炉開発の技術基盤の確立に焦点を当てた取組を進め、安全裕度の適正化を可能とする熱流動評価手法の開発とそのモデル化・妥当性確認の根拠となるデータ取得、高温材料データの継続取得、高温構造設計に係る評価技術の整備、炉心損傷時の影響緩和対策に関する評価等、安全性強化に係る技術基盤の構築を進めた。

○ 燃料サイクル開発の技術基盤の維持

・燃料サイクルシステムの技術基盤維持

再処理技術基盤の維持を図るため、設備の維持管理の中で、湿式及び乾式再

処理技術に関するプロセス上の基盤データを整備した。湿式再処理については、スラッジに関する基礎的評価として、モリブデン酸ジルコニウムの析出挙動のデータを取得した。また乾式再処理では、Pu 回収技術の簡素化を図るため、電解に依存しない手法に関する基礎データを取得した。

燃料製造技術基盤の維持として、簡素化ペレット法（硝酸溶液混合時に燃料仕様に合わせた Pu 富化度調整を行い、マイクロ波加熱脱硝時にペレット成型・焼結のための粉末特性調整を行うことで、混合から造粒までの MOX 燃料粉末を取り扱うプロセスを撤廃し合理化を図った方法）の燃料製造システムの基盤データを整備するとともに、小規模試験設備の維持管理を通して得られたデータと、これまでに得られたデータを合わせて、燃料製造技術における MOX 転動造粒粉の調整技術や焼結特性等に関わるデータを評価し製造条件最適化のための基礎データを得た。基礎物性データの測定においては、調製済みの試料を用いて基礎物性データ取得を進め、これまで取得したデータを合わせて解析評価し MA 含有 MOX の基礎物性を記述する物性モデルを構築した。

平成 26 年度においては外部資金（経済産業省受託（METI 受託）及び電力共通研究（電共研））により軽水炉／高速増殖炉（L/F）移行期の再処理プラントの検討を進めている。METI から受託した事業「高速炉等技術開発」のうちの「高速炉サイクル移行期の再処理技術開発」において、遠心抽出器開発では、スラッジ耐性や適用範囲の評価を実施するとともに、コプロセッシング法（核拡散抵抗性を向上させる再処理プロセスである U、Pu 共回収法）を確立する上で重要となる Pu 還元反応速度の評価を実施した。また、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行期の再処理施設に向け、臨界安全性を考慮した Pu 溶液用大型貯槽構造・方式の検討を行った。

電共研として「第二再処理工場の概念検討に関する研究(フェーズⅡ)」を実施し、第二再処理工場の候補概念である集中型、分割型及びモジュール型について建設費や柔軟性等の観点から比較評価し、モジュール型を最も適したプラント概念として提案した。

- ・東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた取組

平成 23 年度はこれまで開発してきた高速炉燃料の測定技術を用いて、 $UO_2$  の模擬デブリの性状評価を行った。熔融した燃料ペレットや被覆管・制御棒等が共に冷却され固体となったデブリを損傷炉心から安全に効率よく回収するための基礎データとするため、模擬デブリを作製し、基礎物性データ取得を行った。また、燃料再処理の知見を基に、汚染水からセシウム（Cs）やストロンチウム（Sr）を除染するプロセスを検討した。

これらの取組は燃料デブリの取出し、保管及び処理処分に寄与するテーマの検討、設備整備、模擬デブリの基礎データの取得、汚染水の除染に係る検討等を行い、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた取組に寄与した。

## ○ 廃棄物減容・有害度低減を目指した研究開発

再処理技術開発として、抽出剤を多孔性無機担体に担持させた吸着材を用いる抽出クロマトグラフィ法による MA の分離フローシートの検討を行うため、実ラフィネート液 (U 及び Pu の抽出残液) を用いたホット試験により、MA 回収率や除染係数等のデータを取得するとともに、抽出クロマトグラフィ法の吸着・溶離性能を向上させるため、吸着材の改良を行った。これらに関連して、平成 26 年度の経済産業省からの受託事業「次世代再処理ガラス固化技術基盤研究」では、吸着ガラスに対する抽出クロマトグラフィ法の適用性を評価し、良好な MA 吸着性能を示すことを明らかにした。

また、既存施設を有効活用した MA 小規模サイクル試験 (SmART サイクル) に必要な MA 回収原料を得るため、高速炉使用済燃料のせん断等のデータを取得した。

燃料製造技術開発として MA 含有燃料の熱膨張率や拡散係数等について、広範囲な燃料組成の基礎データを取得するとともに、簡素化ペレット法の MA 含有燃料製造への適用性検討を行い、基礎データを取得し、シミュレーション技術を開発した。

また、日米協力の下で先進燃料開発に関わる協力を進め、酸化物燃料の基礎データ取得、照射データ解析、照射試験計画及び炉心材料について、専門家会合 (CNWG FCWM-AF Technical Experts Meeting) を 6 月 (アイダホフォールズ) と 1 月 (東海/大洗) の 2 回開催した。

燃料材料技術開発としては MA の核変換効率の向上に有効な高中性子照射環境に耐えられる長寿命炉心材料の開発を行うとともに、MA や高次化 Pu (組成が劣化した Pu) を含む燃料の照射試験準備として、必要な物性値の検討・整理、試験燃料製造設備の整備、分析装置の調整運転等を行った。また、照射後試験による基礎データを取得し、燃料の組織変化や MA の再分布挙動等の評価した。

また、第 3 期中期計画策定に当たり関係箇所と調整を行い、「廃棄物の減容・有害度の低減を目指した研究開発の計画 (案)」を取りまとめた。さらに外部評価として、高速炉サイクル研究開発・評価委員会において、第 3 期中長期目標期間の事前評価を実施し、計画案の了承を得るとともに、第 3 期中長期計画への反映を図った。

## ○ 高速増殖炉/高速炉の安全性強化を目指した研究開発

### ・安全強化策の検討

経済産業省 (経産省) からの受託事業 (平成 23 年度及び 24 年度: 発電用新型炉等技術開発、平成 25 年度及び 26 年度: 高速炉等技術開発) により、平成 23~24 年度は、国際標準となる安全設計クライテリア (SDC) の構築に資する安全設計の考え方について、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえシビアアクシデントを考慮に入れて再構築するとともに、それを反映して、炉心損傷防止と格納機能確保のための設計対策を講じ、崩壊熱除去設備強化策を始め

SDC に適合する安全対策の施策案（原子炉容器内冷却系の能力増強、補助炉心冷却系の追加、格納容器内の窒素雰囲気化等）を具体化した。また、設計検討結果と並行して電力共通研究で行った保守・補修性向上施策を整合させたプラント概念を提示した。平成 25 年度からは、SDC を具体的に実現するための安全設計ガイドライン（SDG）の構築に資する安全設計の要求及び設計方針の検討を行い、SDG に対応する炉心、冷却系設備、炉停止、除熱、格納等に係る安全設備概念の具体化を図った。

- ・国際標準となる安全設計要求の構築

第 4 世代のナトリウム冷却高速炉（SFR）が備えるべき安全要件を定める SDC について検討を進めるとともに、第 4 世代原子力システム国際フォーラム（GIF）を活用し、我が国主導の下に平成 24 年度に作成した案について平成 25 年 5 月に GIF の承認を受けた。これを受けて、IAEA 等の国際機関及びナトリウム冷却高速炉の開発を進める各国の規制当局側との議論を進めるとともに、SDC を設計に具体的に適用する際の手引となる安全設計ガイドライン（SDG）の検討を進めた。GIF の枠組みの下に設置されたタスクフォース（議長は日本）において、SDG の検討方針や主要論点をまとめて検討に着手し、炉停止や崩壊熱除去など主要な安全機能に係る安全アプローチガイドラインの素案を取りまとめた。また、SDC についてはその国際標準化活動の一環として、IAEA 及び米 NRC でのレビューで提示されたコメントへの対応策をまとめた。このタスクフォースの活動においては、各国の作成した提案を我が国が中心となって比較分析し国際標準 SDG として記載すべき事項を抽出・整理するなど、我が国が主導的な役割を担った。国内においては、日本原子力学会「第 4 世代ナトリウム冷却高速炉の安全設計ガイドライン」研究専門委員会において有識者の意見を取り入れて検討を深めた。

- ・シビアアクシデントの防止及び影響緩和に関する研究開発

SFR のシビアアクシデント（SA）対策強化のため、GIF の場を活用して、冷却系機器開発試験施設（AtheNa）等を用いた SA 時の炉心冷却性能試験の計画を検討し、各国の要求仕様を取り入れて計画概要を提示した。特に AtheNa では、炉心が損傷した場合にも崩壊熱を確実に除去できる多様な崩壊熱除去システムに係る大型 Na 試験について計画を具体化した。

AtheNa 施設については、保有する 240 トン（t）のナトリウムを純化し、各試験ループへ供給するための設備であるマザーループの機能を確認するとともに、蒸気発生器試験体及び緊急ドレンタンクの仮据付などを実施した。

炉心損傷事故時の影響緩和策の検討に資するため、カザフスタン共和国における燃料溶融試験（EAGLE-3）計画の実施に合意し、溶融燃料の炉内再配置挙動などの研究開発についての実施契約を締結して協力を開始した。

・仏国との高速炉開発協力

仏国は第四世代炉として高い安全性を有する実証炉 ASTRID 開発を進めており、その開発協力について、日仏間で協議を重ね、双方にメリットのある設計及び設計を支える R&D（安全、燃料及び原子炉技術）の分野において協力することで合意し、実施内容を取りまとめた。平成 26 年 8 月に実施機関間取決めを締結して協力を開始した。

○ 「もんじゅ研究計画作業部会」 審議への貢献

「もんじゅ研究計画作業部会」において、廃棄物の減容・有害度の低減のための研究開発について情報を提供し、機構の有する関連施設を用いた研究開発の技術的観点からの整理に貢献した。その結果、「もんじゅ」及び関連する研究開発分野を 3 本柱（①高速増殖炉の成果の取りまとめを目指した研究開発、②廃棄物の減容・有害度低減を目指した研究開発、③高速増殖炉/高速炉の安全性強化を目指した研究開発）で整理した「もんじゅ研究計画」に取りまとめられ、「エネルギー基本計画」に反映された。また、これらの技術的観点から整理した成果は、平成 26 年度以降の研究開発計画の策定に役立てた。

○ 「常陽」の復旧状況

燃料交換機能の復旧については、平成 26 年 5 月に旧炉心上部機構（UCS）引き抜き・収納作業、9 月に計測線付実験装置（MARICO-2）試料部回収作業、11 月に新 UCS 装荷作業を終了した。作業に伴って撤去した回転プラグ搭載機器の再設置作業等も進めており、新規規制基準対応、ASTRID に関する照射試験のフィージビリティスタディ等、次期中長期計画中の「常陽」運転再開に向けた準備を着実に進めている。

③ 高速増殖炉サイクル技術の研究開発を支える基盤技術

○ 文部科学省原子力システム研究開発事業「革新技術研究開発」に採択された「ナノ粒子分散ナトリウムの高速炉への適用化技術の開発」（平成 22～平成 24 年度）に関しては、当該事業の事後評価において「S」評価（革新技術創出のポテンシャルを有している）を得た。

○ 上記研究を進展させるため平成 25 年度から平成 26 年度は文部科学省原子力システム「安全基盤技術研究開発」に「ナノ粒子分散ナトリウムによる高速炉の安全性向上技術の開発」として採択され、高速炉の安全性強化の観点から実機への適用効果が明らかになるとともに、その評価に必要な実験的知見（設計基準を超える高温での燃焼反応等）を蓄積した。

○ 電力中央研究所と連携し、乾式再処理プロセスの Pu 回収法の改良に係る検討



として、U の還元力を利用した電解によらない Pu 回収の基礎データを取得し、原理的な成立性を確認した。

- 経済産業省からの受託事業「高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発」（平成 19～平成 23 年度）、「発電用新型炉等技術開発」（平成 24 年度）及び「高速炉等技術開発」（平成 25～平成 26 年度（平成 27 年度まで継続予定））において、第二再処理工場のプラント概念である集中型、分割型及びモジュール型についてプロセス・機器及び配置に関する設計検討を実施した。また、コプロセッシング法による U 及び Pu の共抽出挙動、遠心抽出器へのスラッジの堆積挙動等に係るデータを取得した。
- 電力共通研究からの受託事業「第二再処理工場の概念検討に関する研究（フェーズⅠ）」（平成 23～平成 24 年度）及び「第二再処理工場の概念検討に関する研究（フェーズⅡ）」（平成 25～平成 26 年度）により、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行期における再処理工場のプラント概念の検討を実施した。
- 文部科学省公募事業（再委託）「文部科学省からの文科省公募事業「マイナーアクチニド/希土類分離性能の高い乾式処理プロセスの開発」のうちの「アクチニド及び希土類を含む熔融塩化物中における合金形成・脱合金化プロセス試験」（平成 25～平成 26 年度）により、液体ガリウム（液体 Ga）及び液体アルミニウム液体 Al）電極による希土類高除染 TRU 技術に関する基礎試験を実施し、乾式法によるアクチニド回収プロセスの原理的な成立性を確認した。
- 経済産業省からの受託事業「平成 26 年度発電用原子炉等利用環境調査（核燃料サイクル技術等調査）」により、諸外国の核燃料サイクルへの取組、核燃料サイクル技術の研究開発の動向や核不拡散・保障措置への取組等に関する最新の知見を調査・整理し、まとめた。

### 3) プロジェクトマネジメントの強化

#### 【中期目標】

プロジェクト全体を俯瞰して柔軟かつ戦略的にマネジメントを行う体制を構築し、プロジェクト全体が遅延することなく着実に進むよう適切に進捗管理を行う。また、円滑な技術移転に向けて、関係者と協力して適切な体制を構築する。

#### 【中期計画】

高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発を進めるに当たっては、プロ

プロジェクトリーダーのリーダーシップの下、プロジェクト全体を俯瞰して、炉・燃料製造・再処理技術の整合を図りつつ、製造事業者及び電気事業者の意見や考え、外部の専門家による評価の結果、国際的な議論等も踏まえ、社会受容性や国際標準の獲得ができるよう、柔軟かつ戦略的にマネジメントを行う体制を構築し、プロジェクト全体が遅延することなく着実に進むよう進捗管理を行う。

#### 《中期実績》

##### ＜国内関係機関との連携体制＞

- 研究開発段階から実証・実用段階への円滑な移行に向けた協議を進めるために設置された五者協議会(文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、日本電機工業会及び機構)においては、種々の協議を着実に進めるための具体的な方策を機構から積極的に提案して、高速増殖炉サイクル実用化研究開発(FaCTプロジェクト)を推進した。平成22年度には「高速増殖炉サイクルの早期実用化に向けた取り組みについて」を原子力委員会に報告(平成22年7月)した。東京電力福島第一原子力発電所事故の影響による同プロジェクト中断の後、政府の原子力政策及びエネルギー政策の検討状況を踏まえた対応等について、五者協議会において継続的に国際協力の体制等の認識の共有を図り、日仏ASTRID開発協力についても五者間での合意の下、「五者協議会議におけるASTRID開発への対応について」を原子力委員会に報告(平成26年12月)するとともに協力を開始した。

##### ＜研究開発・評価委員会＞

- 平成26年度下期には、機構の外部評価委員会である「高速炉サイクル研究開発・評価委員会」において、第2期中期目標期間の事後評価及び第3期中長期目標期間の事前評価を受けた。事後評価の結果として、「高速増殖炉/高速炉サイクル技術の研究開発」については、「1F事故後の厳しい状況下で第2期中期計画の変更はあったものの、国の方針に沿った取組を進め、国際的に認められる成果も得ており、第2期中期目標期間中の機構の取組は総合的に妥当であると評価する。」との評価を得た。また、『もんじゅ』における研究開発及びこれに関連する研究開発については、「総合評価としては、中期目標・中期計画の一部が未達成となることから、第2期中期目標期間の業務実績(研究開発成果)は『B』(未達成だが達成に近い実績を上げた)と評価した。」との評価を得た。評価意見については機構としての措置案を取りまとめるとともに、第3期中長期計画の策定への反映を図った。

##### ＜実施体制＞

- 平成24年度には再処理分野は、当面基礎基盤的な進め方が求められると予想

されること、福島技術本部関連の拠点業務との関係が深いことから組織改正を行い業務の合理化と部門・拠点間の連携の円滑化を図った。

- 高速増殖炉/高速炉サイクル技術に関する研究開発を担う関連事業内での連携や一元的な運営により研究開発成果が効果的に創出できるように、従来の多数の組織をまとめた「高速炉研究開発部門」を平成 26 年 4 月に設置した。さらに、平成 26 年 10 月の組織改編において、「もんじゅ」を運転・保守に専念できる組織とし、「もんじゅ」専属の支援組織として「もんじゅ運営計画・研究開発センター」を新設するとともに、企画調整室（福井県敦賀市）を強化し、「もんじゅ」に重点を置いた運営ができる体制を整備した。この強化された体制の下で、「もんじゅ研究計画」に示された研究の成果を取りまとめることを目指し、「もんじゅ」運転計画との整合を取った燃料供給に向けた検討、高速炉サイクル技術の実用化に向けた研究開発への取組、ナトリウム取扱施設の集約化など、部門横断的な重要な課題の解決に向けて取り組んだ。

#### <外部資金の獲得>

- 経済産業省受託事業や文部科学省公募事業を活用した外部資金獲得に継続して取り組み、経済産業省受託事業で継続的に外部資金を確保するとともに、文科省公募事業で新たに「ナノ粒子分散ナトリウムによる高速炉の安全性向上技術の開発」、「外部ハザードに対する崩壊熱除去機能のマージン評価手法の研究開発」（国家課題対応型研究開発推進事業 安全基盤技術研究開発）などが採択され、研究を進めた。

#### <国際協力の推進>

- 東京電力福島第一原子力発電所事故後の安全性強化等に係る国際協力の具体化のために必要な研究開発活動に重点化した取組においては、ナトリウム冷却高速炉の安全設計クライテリア（SDC）の国際標準化を目指すため、第 4 世代原子力システム国際フォーラム（GIF）に SDC タスクフォース（TF）を設置（平成 23 年 5 月）しイニシアティブをとって活動をリードし、平成 26 年 5 月に SDC 報告書について GIF の政策グループ（PG）の承認を得た。その後、SDC タスクフォースの第 2 期として、安全設計ガイドライン（SDG）策定に向けた協議を進めるとともに、IAEA と共同で安全設計に関する議論を主導した。
- GIF に関しては、各国と協力の上、枠組み協定等の延長を果たすとともに、平成 27 年 5 月に幕張メッセ（千葉県千葉市）で開催される GIF シンポジウム、政策グループ会合等の準備を進めた。
- 高速炉開発の二国間協力としての仏国との ASTRID（ナトリウム冷却高速炉プ

ロトタイプ) 開発協力については、政府機関間取決めの締結(経産省、文科省及び仏 CEA(仏原子力・代替エネルギー庁)が平成 26 年 5 月に署名)に向けた協議を支援した。実施機関間取決め(機構、三菱重工業(株)及び三菱 FBR システムズ(株)並びに仏国 CEA 及び AREVA(仏政府出資の原子力産業複合企業))の締結に向けては機構が交渉を主導し、平成 26 年 8 月に同取決めに締結して協力を開始した。ジョイントチーム会合や運営委員会等を定期的に開催し、適宜全体を俯瞰しつつプロジェクトチームのマネジメントの下で各タスクを順調に推進している。

- 日米民生用原子力研究開発協力のワーキンググループ(CNWG:Civil Nuclear R&D Working Group)に関するプロジェクト取決めに署名し、「先進炉」及び「燃料サイクル・廃棄物管理」の 2 つのサブワーキンググループ並びに合計 5 つの協力項目で共同研究や情報交換等を進め、文部科学省と協力して平成 27 年 1 月に米国で開催された第 3 回 CNWG 会合へ対応した。
- 日韓協力では、韓国原子力研究所(KAERI)との二機関取決めにナトリウム取扱技術に関する協力項目を追加した。

#### <リサイクル機器試験施設(RETF)について>

- 平成 23 年 11 月に会計検査院より、意見表示を受けて、機構内で RETF の当面の利活用方法について幅広く検討を進めるとともに、機構改革の事業計画の見直しの中で、再処理技術開発の今後の計画及び東海再処理施設の今後の在り方について検討を進め、平成 26 年 9 月に「日本原子力研究開発機構改革報告書」に取りまとめた。

RETF については、将来に向けた核燃料サイクル技術開発施設の進展に応じて柔軟な対応が可能となるよう、利活用の際に施設を極力汚染させないこと及び既存の計画の中で必要となる施設の代替として活用することを基本原則として検討した。検討の結果、当面、ガラス固化技術開発施設に保管しているガラス固化体を最終処分場に輸送するための容器に詰める施設としての活用を図ることとし具体的検討を進めることとした。

#### <もんじゅにおけるプロジェクト管理>

- 炉心確認試験に当たっては、試験の段階ごとにホールドポイントを設け、原子炉起動前のプラントの安全確認及び評価を実施して着実に進め、これらのプロジェクト管理により、炉心確認試験を計画どおりに完遂し、高速増殖炉の研究開発の発展及び実用化に資する貴重なデータを取得した。

炉内中継装置の復旧作業に当たっては、機構内外から人員を確保し、必要に応じて専従化を図るなど万全の体制を整えるとともに、外部の専門家による「炉

内中継装置等検討委員会」を設置し、外部有識者の意見も取り入れながら、安全に万全を期して進め、復旧作業を安全かつ確実に完了した。

東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた緊急安全対策、ストレステスト及び新規制基準への対応については、組織横断的に対応するための特別チームとして「もんじゅ安全対策タスクフォース」を設置して着実に進めるとともに、ストレステスト対応においては、外部有識者で構成する「もんじゅ安全性総合評価検討委員会」を設置し、評価方法などの確認を受けながら進め、平成24年度に一連のストレステスト評価作業を終えた。

また、「もんじゅ」の安全性を確保するために、「もんじゅ安全対策ピアレビュー委員会」を平成25年末に設置し、安全上の要求事項を整理した。この委員会での検討結果については、原子力規制委員会に報告するとともに、第三者による客観的な評価を行うために、国内の高速炉の安全性の専門家によるレビューを実施し、その妥当性を確認した。さらに、国際的な視点から評価を行うために、平成27年5月に国外の高速炉の専門家によるレビューも予定しており、平成26年度はその準備作業を進めた。

敷地内破砕帯調査においては、「もんじゅ」にとってリスクの大きい調査であることから、地層処分研究開発に係る地質の専門家等と協力して進めるとともに、外部機関の専門家の意見を踏まえながら調査を進め、「破砕帯が活動的であることを示す証拠は認められない」とする報告書を取りまとめ、原子力規制委員会へ提出した。また、原子力規制委員会における「もんじゅ」の「敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合」(平成26年12月及び平成27年3月開催)にて詳細な説明及び技術的な議論を実施した。

保守管理上の不備対応に当たっては、外部有識者で構成する「もんじゅ保守管理改善検討委員会」を設置し、原因究明や再発防止策等の助言を反映しながら検討を進めた。また、点検計画と点検記録の確認作業においては、第三者チェックの観点から「もんじゅ」以外の敦賀地区に所在する組織の協力を得て取り組むとともに、理事長直轄で指導しながら保全計画の確認・見直し作業を進め、保全計画の改正、点検期限を超過している機器の点検等を実施した。

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

- 保守管理上の不備における再発防止対策については、「日本原子力研究開発機構の改革計画」の対策項目に従って、「もんじゅ改革の基本計画」を策定した。「もんじゅ」改革を着実に推進するため、理事長を本部長とする「もんじゅ安全・改革本部」を設置し、「もんじゅ安全・改革本部会議」での決定事項はその場で理事長から直接指示し、理事長が直接改革を指揮して進めた。

<効率的な事業運営>

- 「もんじゅ」の維持費削減の取組として、点検等におけるメーカー依存度の低減、契約請求案件の執行内容及び積算の精査等により予算削減に努めるとともに、経費節減キャンペーン等により職員のコスト意識を高めてきた。さらに、平成24年度には業務請負契約の要員数を見直し、年間役務費を削減した。

また、保守管理上の不備による追加点検や敷地内破砕帯追加調査への対応等の予算上の課題が発生したが、速やかに経営層まで情報を共有し、経営判断により、「もんじゅ」の運営管理を確実に実施するために必要な予算の追加措置を受け、事業運営を進めた。

- 平成26年1月に設置した機構と複数メーカーから成るタスクフォースにおける活動を通じ、点検工事等に係る複数メーカー間の調整を円滑に行うとともに、「もんじゅ」の安全を最優先とする観点から、複雑化していた契約手続について随意契約を可能とする判断基準の見直しを行い、特定の4メーカーと複数年契約を締結した。これらの取組により、複数メーカーとの連携を強化するとともに、複数メーカーとの連携を強化した保守体制を構築し、プラントを安定かつ継続的に維持することを確実にした。

## (2) 高レベル放射性廃棄物の処分技術に関する研究開発等

### 【中期目標】

高レベル放射性廃棄物の地層処分の実現に向け、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」（平成20年3月14日閣議決定）との整合性を取り、基盤的な研究開発を着実に進め、地層処分技術の信頼性の向上を図り、実施主体による処分事業と国による安全規制を支える技術基盤を整備し、提供する。そのため、超深地層研究所計画と幌延深地層研究計画に基づき、坑道掘削時の調査研究及び坑道を利用した調査研究を着実に進める。あわせて工学技術や安全評価に関する研究開発を実施しこれらの成果により地層処分の安全性に係る知識ベースの充実を図る。さらに、実施主体との人材交流等を進め、円滑な技術移転を図る。また、幅広い選択肢を確保する観点から、直接処分の実現可能性等の検討に資する研究開発を進める。

### 【中期計画】

実施主体である原子力発電環境整備機構による処分事業と国による安全規制の両面を支える技術基盤を整備していくため、「地層処分研究開発」と「深地層の科学的研究」の2つの領域において、他の研究開発機関と連携して研究開発を進め、地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える「知識ベース」を充実させる。

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

あわせて、幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分技術に関する基礎基盤研究開発を実施する。

### 《中期実績》

- 高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発については、実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）による処分事業と国による安全規制の両面を支える技術基盤を整備し提供していくため、「地層処分研究開発」と「深地層の科学的研究」の2つの領域において、（公財）原子力環境整備促進・資金管理センターなど他の研究開発機関と連携して研究開発を進め、得られたデータや成果を適宜追加することにより、地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える「知識ベース」を充実させた。
- NUMO への技術移転が円滑に行えるよう、協定に基づく運営会議や検討会の開催、相互に関心を有するテーマの共同研究の実施を通じた協働作業、情報交換会による技術交流や研究者派遣の人材交流等を行った。また、深地層の研究施

設等の公開や研究開発成果の発信等を通じて、国や実施主体等が行う地層処分に  
関する国民との相互理解促進に貢献した。

- 幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分技術に関する基礎  
基盤研究開発を平成 25 年度より開始し、単一の条件下での予備的な処分場設  
計や安全評価を通じて設計・安全評価のアプローチを構築するとともに、条件  
の多様性も考慮に入れた設計・安全評価手法の検討を進めた。

第 2 期中期目標期間中の研究開発については、「地層処分研究開発・評価委員  
会」に対して中間評価の諮問を行い、研究開発の必要性、有効性及び効率性等  
の観点から評価が行われ、その答申として、「地層処分技術の研究開発は、国の  
基盤研究開発として、その科学的・技術的・社会的意義は極めて大きく、予算  
削減や福島支援による人員縮小にもかかわらず設定された目標を満足する成果  
が得られていることは評価に値する。この成果は国際的にも高い水準にあり、  
地層処分技術の信頼性の向上、人材養成やオールジャパンとしての技術力の向  
上に貢献している。社会的にも地層処分に関する国民との相互理解促進に貢献  
してきた。次期計画の見通しについては、処分事業と安全規制への技術的支援  
や国民との相互理解活動への貢献等を念頭に置いて適切に検討が進められてい  
る。」などの評価を受けた。

### 1) 高レベル放射性廃棄物等の処分研究開発

#### 【中期計画】

- ① 人工バリアや放射性核種の長期挙動に関するデータの拡充とモデルの高度  
化を図り、処分場の設計や安全評価に活用できる実用的なデータベース・解析  
ツールを整備する。
- ② 深地層の研究施設等を活用して、実際の地質環境条件を考慮した現実的な処  
分場概念の構築手法や総合的な安全評価手法を整備する。
- ③ 直接処分の実現可能性等の検討に貢献するため、海外の直接処分技術の我が  
国における成立性等を調査するとともに、対象となる廃棄体の直接処分に特徴  
的な現象に着目した基礎基盤研究開発を実施する。

#### 《中期実績》

- ① 人工バリアの長期挙動に関するデータ取得及びモデルの高度化に関しては、  
オーバーパック及び緩衝材の基本特性に関して、試験条件を高温環境及び高塩  
水環境に拡張した試験データを取得し、データベースを拡充した。また(公財)  
原子力環境整備促進・資金管理センターとの共同研究により炭素鋼オーバーパ  
ック溶接部の耐食性に関するデータを蓄積した。モデルの高度化について大学



等と連携し、地下深部の特徴である低酸素環境における炭素鋼の腐食モデルを高度化した。さらに、緩衝材の重要な機能である膨潤性について、試験方法の標準化に向けた手順の整理等を実施した。

放射性核種の長期挙動に関するデータの拡充とモデルの高度化に関しては、核種移行データベース（熱力学、収着・拡散及びガラス溶解）の機能とデータを拡充するとともに、実際の地質環境等を考慮したパラメータと不確実性の評価手法を構築した。また、ガラス溶解、緩衝材中の収着・拡散、岩石中の水理並びにコロイド、有機物及び微生物影響を含む核種移行に係る現象のメカニズム理解を深めるとともに、最新のメカニズム理解を反映したモデルを構築した。

これらの成果により、処分場の設計や安全評価に活用可能なデータベース及び解析ツールの整備を進めた。なお、本研究開発については、運営費交付金に加え、平成 22 年度から平成 24 年度までは資源エネルギー庁地層処分技術調査等事業「処分システム化学影響評価高度化開発」、平成 25 年度からは資源エネルギー庁地層処分技術調査等事業「処分システム評価確証技術開発」、また平成 22 年度から平成 25 年度まで原子力安全・保安院委託事業「核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分の安全審査に向けた評価手法等の整備）」の資金により実施した。

- ② 深地層の研究施設等を活用した、実際の地質環境条件を考慮した現実的な処分場概念の構築手法については、地層処分研究開発の第 2 次取りまとめで示された縦置き方式の人工バリア概念を対象として実規模の模擬人工バリアを幌延深地層研究センターの深度 350m 坑道に構築し、人工バリアの施工技術等の検証を行うとともに、平成 27 年 1 月に「人工バリア性能確認試験」を開始した。また、モニタリング技術の開発の一環としてオーバーパックの腐食挙動計測用センサー及び pH 計測センサーを開発し、上記の模擬人工バリアの試験におけるデータ取得に用いた。さらに、人工バリアの安全機能に対するセメント由来の高アルカリ性の影響を低減するために開発された低アルカリ性セメントの吹付けコンクリートの施工試験及び覆工コンクリートの施工試験を幌延深地層研究センターの坑道で実施し、実際の地質環境条件への適用性を確認した。

実際の地質環境条件を考慮した総合的な安全評価手法の整備として、試料として堆積岩（幌延の深地層の研究施設の泥岩）及び結晶質岩（スイス・グリムゼル原位置試験場の花崗閃緑岩）を用い、収着・拡散に係るデータ取得、メカニズム理解及びモデル化を進めるとともに、安全評価におけるパラメータ設定の基盤となる方法論を構築した。さらに、スイス・グリムゼル試験場における国際共同研究への参画や、核燃料サイクル工学研究所と幌延深地層研究センターとの連携を通じ、原位置トレーサー試験による核種移行モデル、パラメータの適用性評価モデル並びに深部地下水から分離・精製した試料を用いた試験に

よりコロイド、有機物及び微生物の影響評価モデルの構築を進めた。加えて、地上からの調査段階においてニアフィールド（人工バリア周辺）の岩盤が有するバリア性能を概略的に評価する手法等の整備を進め、超深地層研究所計画において取得されたデータを活用した試行例を示した。

さらに、地質環境の長期変遷を考慮した安全評価手法の構築の一環として、我が国において幅広い地域で確認される天然現象である隆起・侵食に着目し、多様な地質環境条件に対応した評価技術を整備した。また、長期変遷を考慮した生活圈評価モデルの構築に向けての留意点を、国際的な経験等の分析を通じて明らかにした。

これらの国内外の深地層の研究施設の活用や、実際の地質環境条件を考慮した検討を通じて、現実的な処分場概念の構築や総合的な安全評価に必要な手法の整備を進めた。なお、本研究開発については、運営費交付金に加え、平成 22 年度から平成 24 年度までは資源エネルギー庁地層処分技術調査等事業「先進的地層処分概念・性能評価技術高度化開発」及び「地下坑道施工技術高度化開発」、平成 25 年度からは資源エネルギー庁地層処分技術調査等事業「処分システム評価確証技術開発」、また平成 22 年度から平成 24 年度までは原子力安全・保安院委託事業「核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分の安全審査に向けた評価手法等の整備）」の資金により実施した。

- ③ 使用済燃料の直接処分研究に関しては、平成 25 年度より、海外の直接処分技術に係る調査を進めるとともに、予備的な設計・安全評価として、単一の条件下で処分システムの設計・安全評価のアプローチを検討し、課題を抽出・整理した。また、抽出・整理した課題を踏まえ、幅広い地質環境条件や技術オプションなどを考慮した複数の処分概念を検討し、それらの得失について比較評価を進めた。さらに、使用済燃料の多様性を考慮し、異なる炉型の燃料集合体を対象として、処分容器や地下施設の設計及び幅広い地質環境条件を考慮した安全評価のためのシナリオ開発を進めた。なお、本研究開発については、運営費交付金に加え、資源エネルギー庁地層処分技術調査等事業「使用済燃料直接処分技術開発」の資金により実施した。

## 2) 深地層の科学的研究

### 【中期計画】

- ① 深地層の研究施設計画として、超深地層研究所計画（結晶質岩：岐阜県瑞浪市）と幌延深地層研究計画（堆積岩：北海道幌延町）を進める。

これまでの研究開発で明らかとなった深地層環境の深度（瑞浪：地下500m 程度、幌延：地下350m 程度）まで坑道を掘削しながら調査研究を実施し、得ら

れる地質環境データに基づき、調査技術やモデル化手法の妥当性評価及び深地層における工学技術の適用性確認を行う。これにより、平成26年度（2014年度）までに、地質環境の調査手法、地下施設建設に伴う影響範囲のモニタリング方法等の地上からの精密調査の段階に必要な技術基盤を整備し、実施主体や安全規制機関に提供する。

- ② 地質環境の長期安定性に関する研究については、精密調査において重要な地質環境条件に留意して、天然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する手法を整備する。

#### 《中期実績》

- ① 深地層の研究施設計画については、NUMOによる精密調査及び国による安全審査基本指針の策定等を支える技術基盤の整備を図るため、結晶質岩と淡水系地下水を研究対象とした超深地層研究所計画及び堆積岩と塩水系地下水を研究対象とした幌延深地層研究計画を進めた。2つの深地層の研究施設計画について、坑道掘削時及び掘削後の坑道内での調査研究を進めながら、地質環境を調査する技術や深地層における工学技術の適用性を確認し、それらの成果を機構改革に伴い、第2期中期目標期間中の研究開発成果として前倒しで取りまとめ、CoolRepH26(CoolRep:Webサイト上に展開し、読者の知りたいことへのアクセスを支援する次世代科学レポートシステム)として公開するとともに、深地層の研究施設で行うべき残された必須の課題を明確にした今後の研究計画を策定し、「日本原子力研究開発機構の改革計画に基づく「地層処分技術に関する研究開発」報告書—今後の研究課題について—」として取りまとめ、平成26年9月末に公表した。掘削した水平坑道については、深地層での体験を通じて、地層処分に関する国民との相互理解を促進する場として活用し、見学者の受入れや科学技術教育支援などを実施した。

瑞浪超深地層研究所においては、深度500mまでの立坑及び水平坑道の掘削を平成26年2月に完了した。これらの掘削を進めながら、坑道壁面の連続的な地質観察や地下水の観測等を実施し、岩盤の性状や断層・割れ目の分布、地下水の水圧・水質の変化などを把握した。得られた地質環境データに基づき、地上からの調査研究で構築した地質環境モデルを確認しつつ、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性を評価し、精密調査における地上からの調査、地下施設の建設中の調査で必要となる技術基盤の整備を行った。また、深度300m水平坑道において、岩盤中の物質移動に関する調査試験を実施した。さらに、深度500m水平坑道において、再冠水時の周辺岩盤挙動や地下水の変化を調査する試験の準備として、再冠水前の初期状態を把握するためのモニタリングを開始するとともに、再冠水試験のための止水壁の設置工事を平成26年12月に開始し、継続中である。結晶質岩における坑道の設計・施工対策技術等の適用性の確認

としては、岩盤の変位観測・応力測定等の調査・観測の結果によって掘削の影響を確認しながら、坑道の設計技術の妥当性を評価した。さらに、多量の湧水が予測された換気立坑の深度 420m 付近及び深度 500m 水平坑道においてポストグラウチング（掘削後に行う止水材注入対策）を実施し、湧水対策技術の妥当性を評価した。このことにより、精密調査における地下調査施設の設計・建設に活用できる技術基盤として整備した。

幌延深地層研究センターにおいては、民間資金等活用事業（PFI 事業）により、換気立坑（深度 380m まで）、東立坑（深度 380m まで）、西立坑（深度 365m まで）及び深度 350m 水平坑道の施設整備を平成 26 年 6 月末に完了した。これらの坑道の掘削を進めながら、地質観察や岩盤変位計測、地下水の水圧・水質変化の観測等を継続するとともに、これらの調査で得られた地質環境データに基づき、地上からの調査研究で構築した地質環境モデルと対比しながら、地質環境の調査技術やモデル化手法の妥当性を評価し、地上からの精密調査で必要となる技術基盤を整備した。さらに、支保部材に生じる応力や掘削影響領域に関する解析結果等に基づき、支保工の合理化を図りながら坑道の設計・覆工技術の適用性を確認するとともに、低透水性岩盤での湧水抑制対策技術の適用性の確認と改良を実施した。加えて、(独)産業技術総合研究所、(一財)電力中央研究所及び民間企業等との共同研究により、坑道掘削影響領域を対象とした調査技術やマルチ光計測プローブを用いた掘削影響領域の長期モニタリング技術の開発などを行った。また、規制に資する研究として、平成 23 年度より原子力規制庁からの受託研究「モニタリング装置のデータの整理分析と測定の品質管理」を継続して実施した。

- ② 地質環境の長期安定性に関する研究については、地形が明瞭でない活断層の活動性評価手法や地形変化の予測手法等の精密調査において重要となる手法を開発してきた。また、過去の天然現象の変動履歴を精度良く把握するため、年代測定技術の開発とその標準化を目指した地球年代学に関する研究施設(土岐地球年代学研究所)の整備を進めた。これらを通じて、天然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する手法を整備した。なお、本研究については、運営費交付金に加え、平成 25 年度から資源エネルギー庁地層処分技術調査等事業「地質環境長期安定性評価確証技術開発」の資金により実施した。

### 3) 知識ベースの構築

#### 【中期計画】

地層処分研究開発や深地層の科学的研究の成果等を総合的な技術として体系化した知識ベースを充実させ、容易に利用できるように整備することにより、処分事業と安全規制への円滑な技術移転を図る。

## 《中期実績》

- 研究開発の成果を知識基盤として適切に管理・継承し、長期にわたる NUMO による地層処分事業及び国の安全規制を支援していくため、上記「1)高レベル放射性廃棄物等の処分研究開発」及び「2)深地層の科学的研究」により蓄積した成果についての総合的な知識ベースの開発を進めた。例として、平成 21 年度に公開した知識マネジメントシステムを運営しながら、NUMO や規制関連機関との意見交換を通じて得られた要望等を踏まえて知識の整理及び体系化を進めるとともに、各種ツールやユーザーインターフェースの改良に向けた検討を行ったこと、概要調査に必要とされる地質環境調査の評価技術に関する知識ベース化と、それらの知識を利用しながら地質環境調査評価の作業を支援するシステム「次世代型サイト特性調査情報統合システム (ISIS)」の整備を進めたこと及び、核種移行解析の繰り返しの実施とそのレポート化を支援するシステム「電子性能評価レポート (e-PAR)」の整備を進めたことが挙げられる。これらのシステムは、様々な作業をマネジメントするとともに、得られた知識を一元管理していくことができるものである。さらに機構改革に伴い、第 2 期中期計画期間中の研究開発成果の取りまとめを CoolRepH26 として機構ウェブサイトで公開した。知識マネジメントシステムについては、システムの運用・管理とともに、アクセス数などの利用状況の分析を継続した。その結果、平成 26 年度の総アクセス数は 100,408 件であり、増加する傾向が見られた。なお、本研究開発については、運営費交付金に加え、平成 22 年度から平成 24 年度まで資源エネルギー庁地層処分技術調査等事業「地質環境総合評価技術高度化開発」及び「先進的地層処分概念・性能評価技術高度化開発」の資金により実施した。

### (3) 核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発

#### 【中期目標】

原子力委員会が定めた第三段階核融合研究開発基本計画に基づき、核融合研究開発を総合的に推進し、核融合エネルギーの実用化に向けて貢献するとともに、原型炉段階への移行に向けた取組を行う。

#### 【中期計画】

原子力委員会が定めた第三段階核融合研究開発基本計画に基づき、核融合研究開発を総合的に推進し、核融合エネルギーの実用化に貢献する。国際熱核融合実験炉（ITER）計画及び幅広いアプローチ（BA）活動に取り組むとともに、炉心プラズマ及び核融合工学の研究開発を効率的・効果的に進める。原型炉に向けた最先端研究開発を、国際核融合エネルギー研究センターで進めるBA活動を中核に、長期的視点に立脚し推進する。

#### 《中期実績》

- 原子力委員会が定めた第三段階核融合研究開発基本計画に基づき、核融合研究開発を総合的に推進し、核融合エネルギーの実用化に貢献した。国際熱核融合実験炉（ITER）計画及び幅広いアプローチ（BA）活動に取り組むとともに、炉心プラズマ及び核融合工学の研究開発を効率的・効果的に進めた。原型炉に向けた最先端研究開発を、国際核融合エネルギー研究センターで進めるBA活動を中核に、長期的視点に立脚し推進した。

#### 1) 国際熱核融合実験炉（ITER）計画及び幅広いアプローチ（BA）活動

#### 【中期目標】

「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」（ITER協定）に基づき、国内機関として、ITER機器の調達やITER機構への人材提供の窓口としての役割を果たし、ITER建設活動に取り組む。また、「核融合エネルギーの研究分野におけるより広範な取組を通じた活動の共同による実施に関する日本国政府と欧州原子力共同体との間の協定」（BA協定）に基づき、実施機関としてITER計画を補完する研究開発に取り組むとともに、原型炉に向けた最先端研究等を推進する。

さらに、大学・研究機関・産業界の意見や知識を集約しつつ、ITER計画及びBA活動に取り組むとともに、ITER計画及びBA活動と国内核融合研究との成果の相互還流に努める。

### 【中期計画】

国際的に合意した事業計画に基づき、ITER建設活動及びBA活動を国内機関及び実施機関として着実に履行し、その責務を果たす。

ITER計画では、我が国が調達責任を有する超伝導コイル等の調達活動を進めるとともに、ITER機構への人材提供の窓口としての役割を果たす。

BA活動では、以下の3事業を推進する。①サテライト・トカマク計画事業では、JT-60SAの超伝導コイル等の製作を進めるとともに、本体の組立てを行う。②国際核融合エネルギー研究センター事業では、原型炉設計活動と予備的な研究開発を継続するとともに、計算機シミュレーションセンターの運用を開始する。③国際核融合材料照射施設に関する工学実証及び工学設計活動事業では、構成設備の工学的成立性の実証試験を行う。また、理解増進、サイト管理等ホスト国としての責務を果たす。

国内連携・協力では、核融合エネルギーフォーラム活動を通して大学・研究機関・産業界の意見や知識を集約してITER計画及びBA活動に取り組み、国内核融合研究との成果の相互還流に努める。

### 《中期実績》

- 国際的に合意した事業計画に基づき、ITER建設活動・BA活動を国内機関・実施機関として着実に履行し、その責務を果たした。
  
- ITER計画では、我が国が調達責任を有する超伝導コイル等の調達活動を進め、トロイダル磁場(TF)コイル用超伝導導体は、日本で製作する全量33本の製作を平成26年7月に他極に先駆けて完遂した。なお、超伝導導体製作に当たっては、ジャケッティングの際、撚線のうねりによる摩擦力の増加が原因で引込み力が急増し、断続的な引込みが必要となるため、引込みに多大な時間を要するという問題が生じた。この問題への対処として、撚線製作時の張力が一定となるように装置を改造し、撚線のうねりを解消することにより、連続的な安定した導体製作プロセスを初めて確立し、計画を大幅に上回る導体の製作が可能となった(平成22年度の11本を上回る15本のTFコイル導体の製作を平成23年度に達成)。また、ジャケッティングの過程において、導体の両端で撚線ピッチが変化する現象が生じ、性能劣化の懸念があった。これに対し、特殊な回転計と非破壊での撚線ピッチ測定装置を開発して測定した結果、ジャケット内のピッチ変化が許容範囲内であることを実証し、導体構造の品質に問題がないことを確認した。さらに、技術会合等において他極への技術情報の提供に努め、アドバイス等を必要に応じて行ったほか、中国からの依頼に応じて超伝導導体の極低温における機械試験を技術指導し調達活動を支援するなど、各極の実施機関の中でも主導的な役割を果たした。また、東日本大震災後には、超伝導素線の品

質確認を進めるため外国機関に試験検査を依頼するとともに、危険区域内の熱処理炉を安全区域内へ早期移設して国内での試験検査を再開するなど、東日本大震災による影響を最小限に抑えることに努めた。

TF コイルに関しては、実規模試作を進めラジアル・プレートや巻線及びコイル構造物の製作に着手した。特に、実規模高精度巻線試作については目標値(±0.01%)を上回る±0.006%の高精度巻線長管理を達成して成功裏に完了させた。核融合研究開発・評価委員会(平成26年2月)によるレビューにおいて、「実規模のTF 導体への巻線で目標値以上の精度を実現したことは、危惧されていた大きな技術課題を克服した画期的成果である。」と、試作を高く評価する意見が得られた。

センターソレノイド(CS)コイル用超伝導導体の調達に関しては、全7モジュールのうち、第1モジュール用導体に使用する超伝導素線、ジャケット材の製作を平成24年に開始した。当初のITER 機構から提示された仕様では、スイス・ローザンヌ工科大学の試験装置サルタンを用いて行った繰り返し運転により性能が劣化する現象が観測されたため、国内企業3社において機械的剛性を高めることにより撚線内の素線の変形を抑制し、高性能が期待できる撚線の撚りピッチが短い構造の導体サンプルを製作した。その結果、超伝導が維持できる最高温度で評価される超伝導性能が繰り返し運転で低下しないこと及び従来構造の導体と比較し最高温度が約0.5K上回るこれまでのサンプルで最高の性能を有していることを確認した(平成25年2月ITER 機構からプレス発表)。特に日本製の導体が最も高い性能を有することを確認したことは、日本の技術力が非常に優れていることを示すものである。この試験結果を受けて、ITER 機構との合意に基づき、製作中の第1モジュール及びその後調達予定の第2モジュール以降の導体について、撚りピッチを短くする変更を行った。なお、ITER 超伝導コイル用ケーブルインコンジット導体(高強度の管の中に超伝導線を収納した構成の超伝導導体)のサルタン試験で発生する性能低下現象をシミュレーションにより再現し、初めてその要因を解明した研究は高く評価され、低温工学・超電導学会優良発表賞を受賞した(平成24年11月)。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「CS コイル導体の改良により、優れた特性を有する導体の開発に成功した点は特筆に値する。」との意見が得られた。平成26年6月には、最初の5本の導体を予定どおり次の製作工程を担当する米国に引渡した。これは、国際合意された製作分担に基づくITER 用機器が初めて海外に渡ったものであり、ITER 建設における日本の貢献の重要な節目となるだけでなく、ITER 計画が大きく前進していることを世界に示すこととなった(平成26年6月プレス発表)。

中性粒子入射加熱装置については、詳細設計・試作・製作を継続し、これまで実現されていなかった直流100万ボルトを超える高電圧の絶縁という要求性能を満たす絶縁変圧器の開発に成功した。これは、変圧器の油絶縁部から高電



圧の導体を大気中に引き出す際に、従来は碍子製ブッシング(絶縁油-絶縁ガス)を用いていたところ、碍子製ブッシングに加えてFRP(繊維強化プラスチック)製ブッシング(絶縁ガス-大気)を組み合わせることで小型軽量・低コストの絶縁ブッシングを実現したものである(平成27年度文部科学大臣創意工夫香料賞を受賞)。日本が調達するITER NB実機試験施設(NBTF)用電源高電圧部に関しては、ITER機構の最終設計レビューを受け、製作開始が承認された。これを受けて、平成26年5月に直流1.3MVを出力する試験用電源を計画どおり完成した。これは絶縁ガスを用いて従来の1/10サイズに小型化した直流130万ボルトの屋外対応電源である(H26年10月プレス発表)。また、平成27年2月にNB電源機器の最初の製作品となる0.2MV直流発生器の製作を計画通り完了した。さらに、1MV高電位にある電力・冷却水を真空中のイオン源と加速器に導入する高電圧ブッシングについて、1MV高電圧絶縁を担い真空境界となる世界最大のセラミックリング(直径1.56m、高さ0.29m)の全数(5台)の製作を完了した(第68回日本セラミック協会賞技術賞を受賞(平成26年6月))。

ダイバータ(トカマクなどの核融合実験装置において、燃料の燃えかす=灰を排出するために用いられる機器)については、ITER機構と締結したタスク取決めに基づき、フルタングステンダイバータターゲット開発に向けた小型ダイバータ試験体を6体製作し、電子ビームによる繰り返し加熱試験を実施した。タングステン製ターゲット部を想定した熱負荷 $20\text{ MW/m}^2$ (1,000サイクル:設計サイクル数の3倍強に相当)の条件の下、繰り返し加熱を実施したところ、除熱性能の劣化は観察されなかった。また、タングステンの表面最高温度は再結晶温度 $1,300^\circ\text{C}$ を大きく超える温度(最大 $2,600^\circ\text{C}$ 程度)まで上昇したが、欧州が製作した小型ダイバータ試験体に見られるような亀裂等の損傷は確認されず、ITERでのフルタングステンダイバータターゲットの実現に大きく貢献する成果を得た。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「フルタングステンダイバータでの熱負荷試験を実施し、ITER要求を世界に先駆けて実証するとともに高い受熱性能を実現し、フルタングステンダイバータ調達の可能性を示したことは特筆すべきである。」との意見が得られた。また、ITER理事会の諮問機関である科学技術諮問委員会(STAC)においても、「ITERにおいて亀裂を抑制するため、垂直方向の結晶方向を持った圧延材で製作されたタングステンモノブロックを用いることを勧告する」として、日本製小型試験体の上記成果を受けてその製造法をITERに反映させることが勧告された。

また、ITER機構への人材提供の窓口として、日本国内でのITER機構の職員公募の事務手続(募集件数234件、応募数128件)を支援するなど、その役割を果たした。さらに、ITER機構と7極の国内機関による共同作業体制により迅速な問題解決と意思決定を図る「ユニークITER チーム(UIT)」の設置について、UITの共同運営案及び実施要領案をITER機構に提案し、UITの体制構築に貢献した。平成25年1月からは日本から管理職級スタッフを定期的にITER機構に派遣してITER機構

及び他の国内機関と問題解決のための協議・調整を行い、ITER機構を支援した。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「ユニークITERチームを提案し、集中的な議論・迅速な意思決定を可能とする体制を実現したことは、大規模で長期にわたるプロジェクトを効率的に進めるために必須であり、極めて高く評価できる。」との意見が得られた。

○ BA 活動では、以下の3事業を推進した。

① サテライト・トカマク計画事業では、JT-60SA（那珂核融合研究所に建設中の超伝導式の核融合実験装置）の真空容器や超伝導コイル等の製作を進めるとともに、欧州分担機器であるクライオスタットベースを平成25年1月に日立港から那珂核融合研究所に輸送して、平成25年1月28日にJT-60SAの組立作業を開始し、平成25年3月25日にクライオスタットベースの仮固定を終了した。なお、平成25年1月28日のJT-60SA組立開始について、10社13名の報道関係者が取材に訪れ、JT-60SAの組立開始としてテレビ、新聞等で大きく報道された。また、平成25年3月25日にはJT-60SAの欧州製作機器の初搬入と組立開始を披露する式典を開催し、文部科学副大臣や駐日スペイン大使館公使参事官など国内外から約100名の参加者があり、本体室では、クライオスタットベースのボルト締結式が行われた。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「100回を超えるPCM(事業調整会議)など、日欧間の議論の体制が確立され、国際協力の下での統合プロジェクトが適正かつ円滑に推進されていることは、国際プロジェクト推進の規範となる成果であり、高く評価できる。」との意見が得られた。

② 国際核融合エネルギー研究センター事業では、原型炉設計活動と予備的な研究開発を継続するとともに、計算機シミュレーションセンター(CSC)の運用を平成24年1月に開始した。予備的な研究開発に関しては、機能材料である中性子増倍材として、核融合原型炉環境における高温下でも安定なベリリウム金属間化合物(ベリライド)の製造技術の開発を大きく進展させた。それまで合成困難であったベリライドを量産化できる新たな合成技術として、プラズマ焼結法(原料粉末にパルス電流を与え、表面を活性化して焼結する手法)によるベリライド合成手法を確立するとともに、そのプラズマ焼結ベリライドを原料として回転電極法(回転させた電極から遠心力で熔融滴を飛ばす手法)によりベリライドの微小球を製造することに成功し、世界で初めて大量製造技術を確立した。これは、核融合の燃料増殖のための量産化技術が進展したことを示すものであり、本技術で製造した微小球は、ITERに装着して試験するテストブランケットモジュールの製作に用いられる予定である。本合成法は、幅広い一般産業分野で有用な軽量耐熱材料等の新機能材料創製への適用も期待できる(平成24年6月プレス発表)。また、先進機能材料であるトリチウム添加型トリチウム増殖材料の開発を実施し、既存材より

も高温下での優れた安定性を確認するとともに、トリチウム放出特性の予備評価試験を行った。CSC の運用では、高性能計算機の高い稼働率を維持し、公募で採択した課題に関する利用支援を行った。また、サイト整備として、学術情報ネットワーク SINET4 への接続を開始し、六ヶ所-欧州間を 10Gbps レベルの広帯域で結ぶネットワーク環境を整えた。

- ③ 国際核融合材料照射施設に関する工学実証及び工学設計活動事業では、IFMIF 中間工学設計書を平成 25 年 6 月に完成させるとともに、構成設備の工学的成立性の実証試験を行った。標的設備の実証試験においては、液体リチウム試験ループの性能実証試験を平成 26 年 10 月末で定格速度 (15 m/秒) で表面の流動値  $\pm 1\text{mm}$  以下を維持しつつ、目標 (ターゲット部の総流動時間 1,000 時間) を上回る成果 (1,300 時間) を達成し、成功裏に完了した (平成 26 年 12 月プレス発表)。試験設備の実証試験においては、高温 (約  $1,000^{\circ}\text{C}$ ) 用照射モジュールのコンポーネントである高温用ヒーターの製作技術及び性能評価を実施した。原型加速器の実証試験においては、日本が担当する電気設備や冷却設備、制御系の整備を行うとともに、欧州が調達した入射器の据付け・組立及び調整試験を平成 26 年 10 月に完了し、陽子ビーム引き出し試験を平成 26 年 11 月 6 日に実施した。定格 100keV で陽子ビーム 105mA (目標性能は重陽子ビームで 100keV-140mA) の生成確認試験に成功した。

地元をはじめ国民の理解増進のため、積極的に新聞・TV へ情報提供を行うとともに BA 活動を紹介するパンフレットを製作・配布した。また、関係自治体等への協議、説明、イベント等への支援・参加、小中学校等教育機関などでの講演、講義、出前授業及びサイエンスカフェ等に積極的に応じ協力した。また、施設公開、施設見学などにおいても積極的に対応した。さらに、サイト管理については、配電設備を予定どおり平成 22 年 3 月に完成させ、全てのユーティリティー施設を稼働させるなど、ホスト国としての責務を果たした。

- 国内連携・協力では、核融合エネルギーフォーラム活動を通して大学・研究機関・産業界の意見や知識を集約しつつ、ITER 計画及び BA 活動に取り組み、特に ITER 理事会や BA 運営委員会、BA 事業委員会などに関わる案件に対し、大学・研究機関・産業界の意見などが反映されるプロセスを確立し、ITER 計画及び BA 活動と国内核融合研究との成果の相互還流に努めた。

## 2) 炉心プラズマ研究開発及び核融合工学研究開発

### 【中期目標】

原型炉の実現に向けて、トカマク国内重点化装置計画等炉心プラズマ研究開発を進めるとともに、増殖・発電ブランケット、構造材料等の核融合工学研究や人材育成を行う。また、原型炉段階へ移行するために必要な技術・推進体制の確立等の取組を行う。

### 【中期計画】

国際約束履行に不可欠な国内計画（トカマク国内重点化装置計画や増殖ブランケット開発等）を含めた炉心プラズマ及び核融合工学の研究開発を実施し、BA活動と連携してITER計画を支援・補完するとともに、原型炉建設の基盤構築に貢献する。

トカマク国内重点化装置計画として、JT-60SAで再使用するJT-60既存設備の保守・改修、装置技術開発・整備を、サテライト・トカマク計画事業のスケジュールと整合させながら継続する。

ITER計画に必要な燃焼プラズマ制御研究やJT-60SAの中心的課題の解決に必要な定常高ベータ化研究を進めるとともに、統合予測コードを開発し、両装置の総合性能の予測を行う。また、燃焼プラズマの最適化及び制御のための理論的指針を取得する。更に、国際協力や大学等との相互の連携・協力を活用した共同研究等を推進し、効率的・効果的な研究開発と人材の育成に貢献する。

ITERでの増殖ブランケット試験に向けて、大型モックアップによる機能試験に着手し、除熱特性等の評価を行う。低放射化フェライト鋼等について中性子重照射条件での材料特性等のデータを蓄積するとともに、機能材料の製造技術や先進機能材料の開発を実施する。また、核融合エネルギー利用のための基礎的な研究開発や炉システムの研究を実施する。

国際核融合エネルギー研究センターで進めるBA活動と、核融合炉工学研究、理論・シミュレーション研究等を段階的に集約し、ITER建設活動及びJT-60SAと連携させ、原型炉段階に移行するために必要な技術・推進体制の確立、知識の集積、人材の育成に向けた準備を行う。

### 《中期実績》

- 国際約束履行に不可欠な国内計画（トカマク国内重点化装置計画や増殖ブランケット開発等）を含めた炉心プラズマ及び核融合工学の研究開発を実施し、BA活動と連携してITER計画を支援・補完するとともに、原型炉建設の基盤構築に貢献した。
- トカマク国内重点化装置計画として、JT-60SAで再使用するJT-60既存設備

の保守・改修、装置技術開発・整備を、サテライト・トカマク計画事業のスケジュールと整合させながら継続した。平成 22 年度前半で JT-60 周辺設備の計測設備や再使用しない加熱装置等を解体・撤去した後、平成 22 年度後半から平成 24 年度前半にわたり、JT-60 本体の解体を実施した。星形トラス(梁)、上架台、トロイダル磁場コイル、真空容器(ポロイダル磁場コイル含む)、下架台、基礎架台及び支持柱と上部から順にこれらの大型重量構造物を解体・撤去し、平成 24 年 10 月に本体装置中心部を更地化し、約 3 年間にわたる JT-60 本体の解体作業を無事故・無災害で完遂した。解体品総数約 13,000 個、解体総重量約 5,400 トンという JT-60 本体の解体においては、機構関係者及び受注メーカーが、各種会議等で密な情報共有を図る体制を構築し、高い安全意識を持って作業を行った結果、延べ約 4 万人・日に及ぶ作業を無事故・無災害で実施できた。また、解体においてダイヤモンドワイヤーソーを用いることで遠隔操作により作業員の被ばく量を総量 0mSv にできた。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「1) 延べ 4 万人日に及ぶ作業を無事故、無災害で完遂したことは、一見地味ではあるが、今まで経験したことの無い作業であり、その複雑さや困難さを鑑みれば、賞賛に値するものであると評価する。」、「2) JT-60 解体に際しては、技術的ノウハウを含み、極めて詳細な記録が残され、しかもそれらの情報が一般に提供できる体制が確保されている。ここで得られた技術的経験は、理工学分野及医学分野で利用されている放射線発生装置使用施設の装置更新や廃止の際に大いに参考になり、大きな波及効果を生み出すものである。」との意見が得られた。

- ITER 計画に必要な燃焼プラズマ制御研究や JT-60SA の中心的課題の解決に必要な定常高ベータ化研究として、JT-60 の実験データ解析を進めるとともに、外国装置の JET (欧)、DIII-D (米)、ASDEX-U (独)、KSTAR (韓) 等での比較実験や国際トカマク物理活動(ITPA)を展開した。これによって、高ベータプラズマの安定性、輸送特性、周辺ペDESTAL特性、高速イオン挙動、不純物挙動とプラズマ壁相互作用及びプラズマ運転制御等の炉心プラズマ研究のほぼ全ての領域で、ITER や JT-60SA のための中心的検討課題に関して世界の研究をリードする成果を挙げることができた。それらのうち代表的な成果を以下に記述する。

ITER や原型炉の燃焼プラズマでは電子加熱が主体となるが、電子加熱時のプラズマ温度、密度、回転の時間・空間変化(応答特性)と、それを決定する物理機構の解明を目指し、JT-60 装置における電子サイクロトロン加熱時のデータを解析した。その結果、電子加熱により電子温度が上昇すると、その上昇後にイオン温度は減少すること、この減少はイオン温度勾配が急峻である半径位置より内側で起きること等が分かった。理論との比較から、イオン温度の減少は、電子サイクロトロン加熱により、電子温度及び「電子温度とイオン温度の比」が増加し、電子系とイオン系の両方の乱流が不安定になったためだと解釈

された。一方、電子密度に関しては、電子加熱前にプラズマの中心にピークした分布を持つ場合に中心密度の減少が起こること、それが電子温度の上昇後に起こることが分かった。プラズマ回転に関しては、電子温度の上昇後に「自発回転」が誘起され、電子温度やイオン温度の変化よりも遅い時定数で変化することが分かった。これらの電子密度の平坦化とプラズマ回転の変化は、上述した電子系乱流によるものであると解釈された。本研究は、プラズマを構成する主要な全ての物理量の時間・空間応答を詳しく調べることで、電子加熱の影響に統一的な理解を与えた世界初の成果である。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「電子加熱について、実験結果と理論モデルから、温度と密度及び回転変化の因果関係を、世界に先駆けて初めて解明した。これは ITER の運転指針となる貴重な成果である。」、「JT-60 実験データから最大限の知見を引き出すべく解析が進んでいることは高く評価できる。実験データ解析、統合予測コード整備拡張、統合コードを用いたプラズマ性能予測研究が総合的に進められ、ITER/JT-60SA の設計・実験計画に重要な指針を与えている。」との意見が得られた。

また、ITPA の国際データベース活動では、運動量輸送、高エネルギー粒子損失及び電流駆動等の分野を主導した。これらはいずれも 20 代後半から 40 代半ばの若手の研究者が中心となって挙げた成果であり、ITER や JT-60SA の実験チームでの主導的研究者の育成を進めることができた。また、統合予測コードを開発し、ITER や JT-60SA の総合性能の予測を行うとともに、燃焼プラズマの最適化及び制御のための理論的指針を取得した。さらに、国際協力や大学等との相互の連携・協力を活用した共同研究等を推進し、効率的・効果的な研究開発と人材の育成に貢献した。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「JT-60 に関する大学との共同研究は、我が国の核融合研究の底上げと若手育成に多大に貢献しており、極めて高く評価できる。」との意見が得られた。

- ITER での増殖ブランケット試験に向けて、実機フェライト鋼材料 F82H を使用した大型モックアップによる機能試験に着手し、除熱特性等の評価を行った。除熱特性の評価としては冷却水流動解析を実施して、解析結果が実測データと整合すること及び必要な流量が確保され除熱性能が確保されることを確認した。なお、F82H による実規模筐体モックアップの製作においては、F82H 材料特性を取りまとめて、原子力発電設備等の規格として広く用いられている ASME (米国機械学会) 基準の適用の妥当性を確認するとともに、ASME 圧力容器設計基準に従って F82H 製実規模筐体モックアップを設計し、その製作を完了した。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「低放射化フェライト鋼 (F82H) においては、幾つもの溶解材で種々の材料特性のバラツキが極めて小さく、すべからく ASME 圧力容器設計基準と同等の特性を有することが示されたことは、極めて高く評価できる。」との意見が得られた。また、低放射化フェライト鋼等

について米国オークリッジ国立研究所の HFIR 炉において照射実験を実施し、中性子重照射条件での材料特性等のデータを蓄積した。重照射キャプセルに対し 300℃位置で 80dpa（平均はじきだし原子数、それぞれの原子が 80 回はじき出される。）を約 8 年かけて達成し照射を終了した。同一照射場での重照射 (80dpa) 完了は、世界で唯一の照射実績である。約 3 か月の冷却期間の後、解体・仕分けを行い、平成 26 年 2 月末に照射後試験を開始した。照射後破断挙動の解析として、引張試験絞り評価により破断までの伸び (破断真ひずみ) の解析を行い、照射による破断伸びの低下、及び耐照射性改良 F82H での低下の抑制を確認し、F82H の実機材料としての適用可能性を確認することができた。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「F82H の中性子照射試験が順調に進展し、照射による破断のびの低下が確認できたことは意義がある。特に対照射性改良材料の良い試験結果は高く評価できる。」との意見が得られた。先進機能材料であるリチウム添加型トリチウム増殖材料の開発においては、製造が容易で、真球度が高く、結晶粒径が均一などの優れた特徴を有する微小球の大量製造技術を確立した。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「1) ITER における TBM 試験(モジュール規模のブランケットのプロトタイプを ITER に装着して実施する予定の機能試験)は、高性能を達成したリード国の手法が標準化される可能性もあり、日本の実力が問われる重要案件である。日本の固体増殖・水冷却方式による開発は、実規模モックアップの製作を完了するなど、所定の成果を挙げており、高く評価できる。」「2) 我が国の核融合工学全体の研究レベルは世界トップにあるが、特に TBM とその要素材料、低放射化フェライトの開発研究において、卓越した結果を得ており、極めて高く評価できる。」との意見が得られた。また、リチウム回収技術開発の一環として、イオン液体を用いた電気透析法を用いて海水からのリチウム回収にチャレンジした結果、リチウムを効率的に回収できる最適なイオン液体 (PP13-TFSI) を選定した。さらに従来イオン液体を用いたリチウム分離膜の場合は、時間とともに膜からイオン液体が抜け出る現象が観察されたが、イオン液体を循環できるように装置を改造することでリチウム分離膜の耐久性を大幅に向上させることに成功し、リチウム回収率も約 4 倍と飛躍的に改善した(平成 25 年 1 月に日本経済新聞に掲載)。さらに、NASICON 型結晶構造を持つセラミックスのイオン伝導体を開発し、リチウムのみ回収に成功した(平成 26 年 2 月に毎日新聞に掲載)。なお、本手法は、産業界からも大きな期待と注目を受けており、自動車用大型リチウムイオン電池の需要増加を想定する電池産業への波及効果が期待される。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「リチウムは電池など多様な需要があることから、これを海水から安価に回収できる技術を確立できれば、多くの分野で大きなインパクトを与えることになる。この観点からここで開発されつつあるイオン液体を用いた回収技術は、極めて波及効果の大きいものであると判断する。」との意見が得られた。

また、核融合エネルギー利用のための基礎的な研究開発として、(1) プラズマ加熱技術の高性能化、(2) トリチウムの閉じ込め技術の高度化、(3) 核データの高度化研究を行った。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「1) ジャイロトロン、負イオン源、トリチウム挙動等の何れにおいても、世界をリードする重要な結果を得ており、極めて高く評価できる。」、「2) ジャイロトロン、核データの検証等において、大きな科学技術的成果が得られている。」、「3) ジャイロトロンの長パルス化や大電力伝送効率の向上など、ITER 実現の鍵になる基盤技術が着実に進展している。」との意見が得られた。また、炉システムの研究としては炉設計に有用な設計ツールの開発に重点をおき、超伝導コイルの設計手法をモデル化した解析モジュール SCONE を開発し、本モジュールをシステム設計コードに組み込んだ結果、超伝導線材(ニオブチタン(NbTi)、ニオブスズ(Nb<sub>3</sub>Sn)、ニオブアルミ(Nb<sub>3</sub>Al)等) 種類と運転条件等を入力すれば自動的にコイル最適化が行われ、炉システム解析の効率を飛躍的に向上させた。

- 国際核融合エネルギー研究センターで進めるBA活動と、核融合炉工学研究、理論・シミュレーション研究等を段階的に集約するための検討を開始し、平成22年11月には、炉構造研究グループ及び炉システム研究グループを那珂核融合研究所から六ヶ所サイトに移設した。また、平成23年4月にブランケット照射開発グループとトリチウム工学研究グループ(一部)、平成23年7月にプラズマ理論シミュレーショングループを六ヶ所サイトへ移設した。さらに、ITER調達活動が本格化することに伴い、核融合研究開発部門における研究プロジェクトについて、優先度を踏まえた上で整理統合を行い重点化し、組織改編を行った。これにより、ITER 調達業務を所掌する技術担当グループを再編し、JT-60SAと連携させ、業務の効率化を図った。また、原型炉段階に移行するために必要な技術・推進体制の確立、知識の集積、人材の育成に向けた準備を行った。核融合研究開発・評価委員会によるレビューにおいて、「ITERやBAの建設活動が佳境に入る段階にあって、これに対応すべく迅速に核融合研究開発部門の体制変更を行ったことは高く評価できる。」との意見が得られた。



#### 4. 量子ビームによる科学技術の競争力向上と産業利用に貢献する研究開発

##### 【中期計画】

中性子、荷電粒子・放射性同位元素（RI）、光量子・放射光等の量子ビームの高品位化（高強度化、微細化、均一度向上等）、利用の高度化を進め、量子ビームの優れた機能を総合的に活用して、環境・エネルギー、物質・材料、生命科学・先進医療・バイオ技術等の様々な科学技術分野における革新的な成果の創出に貢献する量子ビームサイエンス・アンド・テクノロジーの研究開発を推進し、科学技術・学術の発展、新分野の開拓と産業の振興に資する。

##### 《中期実績》

中性子、荷電粒子・放射性同位元素(RI)、光量子・放射光等の量子ビームの高品位化（高強度化、微細化、均一度向上等）、利用の高度化については、リニアックの 400MeV へのエネルギー増強を完了したこと、平成 27 年 1 月に、1MW のパルスビーム出力に成功したこと、100MeV 級重イオンの大面積均一ビームの形成に成功したこと、JRR-3 の冷中性子ビーム高強度化の技術開発及びレーザー駆動としては世界最高となる 43MeV の高エネルギー陽子線の発生に成功したこと等、各量子ビームについて、所期の目標である高品位化・高度化を達成した。

環境・エネルギー、物質・材料、生命科学・先進医療・バイオ技術等の様々な科学技術分野においても、中性子と放射光との相補利用による高性能な水素貯蔵合金に資する新しい水素化物の発見、新しい医療材料につながる生体に優しいプラスチックの開発、小さながんも見逃さない新しい RI 薬剤の開発等、革新的な成果の創出に貢献してきた。さらに、放射線グラフト重合技術を応用したセシウム捕集材の開発とそれを応用したセシウム除去用給水器の商品化、軽元素の分析も可能な電子顕微鏡用の小型 X 線分光器の開発・商品化においても重要な役割を担い、ベンチャーの設立等、産業の振興への取組も着実に実施してきた。

以上から、第 2 期中期計画において、量子ビームサイエンス・アンド・テクノロジーの研究開発を推し進めた結果、科学技術・学術の発展、新分野の開拓と産業の振興に資する成果が得られ、目標とした研究開発も全て達成することができた。

## (1) 多様な量子ビーム施設・設備の整備とビーム技術の研究開発

### 【中期目標】

多様で高品位な量子ビームを得るため、以下のビーム発生・制御技術開発を行う。

- 1) 高エネルギー加速器研究機構(KEK)と協力して大強度陽子加速器(J-PARC)の開発を進め、高強度パルス中性子用の検出器、中性子光学素子等の利用技術開発を進める。また、J-PARCに中性子利用設備・機器を整備する外部機関に対して、必要な技術情報の提供等の支援を行う。
- 2) 研究炉による中性子利用技術、荷電粒子・RI利用技術及び光量子・放射光利用技術等の高度化を進める。

### 【中期計画】

中性子利用の技術開発では、高エネルギー加速器研究機構(KEK)と協力して大強度陽子加速器施設(J-PARC)のリニアックのエネルギー増強工事を平成24年度(2012年度)に向けて行うとともに、所期の目標の1MW陽子ビーム出力に向けた加速器機器等の高度化を行い、パルス中性子にかかわる先進技術開発を継続することにより、大強度中性子源の安定運転を維持する。さらに、J-PARCの中性子実験装置群の性能を世界トップレベルに保つため、高輝度中性子のパルス出力に最適化された中性子輸送系の開発、中性子収束デバイスの開発、中性子検出器等の高感度高精度化を目指す基幹技術開発及び多次元データの同期収集・処理の高度化を進める。

研究炉JRR-3では、J-PARCで実現不可能な連続冷中性子ビームを研究ニーズに応じて高強度化するとともに、研究炉JRR-4ではホウ素中性子捕捉療法の乳がんへの適用拡大に貢献する照射技術の開発を行う。

荷電粒子・RI利用研究に資するため、イオン照射研究施設(TIARA)における数百MeV級重イオンの多重極磁場による大面積均一ビーム形成等の加速器・ビーム技術の開発等を行う。

光量子・放射光の利用技術開発では、医療・産業応用を推進するため、高効率で高繰り返し動作が可能な次世代型レーザー技術、レーザーによる数十MeV級陽子やナノメートル波長域の極短パルスX線発生技術、X線レーザーによる物質構造観測手法を開発する。

### 《中期実績》

- J-PARCは、中期目標である1MW出力の実証に必要な、リニアックのエネルギー増強を平成24年に完了させ、平成25年度に追加された加速空洞の総合運転調整を行った後、平成27年1月に、1MWのパルスビーム出力に成功した(平成27年2月プレス発表)。さらに定常化実現に必要なビームロス低減化も進め、

利用運転における定常出力を 400kW まで上昇させ、400kW での安定運転を達成した。これに対応し、中性子源ターゲットの高性能化を進め、水銀中に気泡を入れてビーム衝撃を緩和する手法の有効性を実証した。中性子実験装置では、3次元物質情報可視化装置を整備し、3次元の空間分布とその時間変化を同時に収集することを可能にした。そして、中性子輸送系及び中性子収束デバイスの開発並びに中性子検出器等の高感度・高精度化を進めるとともに、中性子線実験データの解析ソフトウェア開発も進め、中性子線実験のデータ解析の国際的な標準化に貢献した。

- 荷電粒子・RI 利用研究に資する加速器・ビーム技術の開発では、イオン照射研究施設 (TIARA) において、多重極磁場のビーム折り畳み効果を用いた 100MeV 級重イオンの大面積均一ビーム形成を実現するために、サイクロトロンビームラインにビーム調整用多重極磁石とビーム計測・特性評価用照射チェンバーを製作・設置し、形成された大面積ビームの放射線着色フィルム及び発光体による強度（単位面積当たりのイオンの個数）分布計測・評価技術を開発した。次に、サイクロトロンから引き出した不定形な初期強度分布を持つビームを厚さ数  $\mu\text{m}$  の金属薄膜を通して散乱させることで、多重極磁場による均一化が可能なガウス様分布ビームに転換するビーム前調整技術を計算及び実験により確立した。この過程で、ビームの種類とエネルギーに対応した適切な金属種と膜厚を決定した。さらに、八極電磁石と最下流の 2 台の四重極電磁石がビーム形状制御に優位に働くことをビーム光学及び実験で明らかにし、長方形照射野、穿孔膜の連続製造等に有用なりボン状照射野など、均一照射野の形状を制御する技術を開発した。これらの技術を用いて、最終的に得られる照射場の特性として、当初目標  $8\text{cm}\times 8\text{cm}$  を上回る  $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 、均一度  $\pm 5\%$  を実現し、中期計画で定めた目標を達成した。これらの技術を用いて形成したビームを、イオン穿孔による高効率分離膜作製や宇宙用半導体放射線耐性評価の研究に利用した。

この他、サイクロトロンへのビーム入射及び加速効率を向上させるために、入射されるビームの位相空間領域（エミッタンス）と加速器で加速可能な位相空間領域（アクセプタンス）を実測し、それらの重なり部分を多くすることでビーム損失の少ないビーム調整を実現するシステムを世界で初めて構築した。本システムを用いてイオン源と入射系のパラメータを調整した結果、ビーム透過率（加速後のビーム強度）を 20%程度向上させることができた。また、文部科学省から受託した「多様なイオンによる高精度自在な照射技術の開発」（平成 20～24 年度）において、サイクロトロンビームの迅速切換技術の開発を継続して進め、サイクロトロンの鉄芯温度の制御による磁場の高安定化、主磁場の迅速励磁及び等時性磁場の迅速形成に関わる技術を開発し、従来の 1/3 に当たる約 40 分でのビーム切換えを可能にする技術を確立した。

- JRR-3 の冷中性子ビーム高強度化計画では、冷中性子導管に入射する中性子量を約 2 倍にできる高性能減速材容器を開発した。高性能減速材容器の設計強度評価及びモックアップによる機械的強度試験を実施し、原発設備規格及び研究炉施設の技術基準を満たすことを確認した。また、容器の設置方法について評価し、既存の冷中性子源設備を大きく変更することなく設置可能であることを確認した。一方、中性子導管による輸送効率の向上に関しては、従来の Ni ミラーの 3 倍の反射能力 (3Qc) を有する高性能 Ni/Ti 多層膜スーパーミラーを使用した新型冷中性子導管を製作し、JRR-3 の冷中性子ビームラインに設置した。さらに、ビームポート手前に設置可能な集光性の高いテーパ型中性子導管を開発した。本開発により、今後増大が予想される中性子を用いた物質科学生命研究及びグリーンイノベーション研究に対応できる冷中性子供給量を確保できる。なお、本研究の一部は、外部資金である文部科学省の原子力基礎基盤イニシアティブを獲得して実施した。

JRR-4 におけるホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) の乳がんへの適用拡大に向けた照射技術の開発では、乳がん照射に最適なビーム形状制御方法の検討及び深部線量増強のための検討を行った。乳房切除、乳房温存等の異なる条件下では、乳がん用可変マルチリーフコリメータを使用しビーム形状を制御することで、乳がん照射に最適な中性子ビームが得られることを臨床モデルによる線量評価解析から明らかにした。また、重水厚さの変更又はリチウムフィルター効果により、これまで腫瘍細胞を破壊するための耐用線量が十分に付与させることができなかった 6cm 以上の深部において、約 40% の線量増加が可能であることがわかった。本開発により、乳がんの治療効果の向上及び正常組織への被ばく線量を低減させることが可能となった。ここで得られた知見は、JRR-4 以外の研究用原子炉を用いた BNCT や将来の加速器を用いた BNCT の照射技術に十分活用できるものである。

上記 JRR-3 及び JRR-4 における利用技術の開発成果はいずれも、機構報告書 (JAEA-Technology 2015-010 「JRR-3 冷中性子源装置における高性能減速材容器の開発」、JAEA-Technology 2014-016 「JRR-4 におけるホウ素中性子捕捉療法のための乳がん照射技術の開発」) にまとめ公開した。

- 高効率で高繰返し動作が可能な次世代型レーザー技術開発では、Yb:YAG 結晶の薄ディスクを用いた繰返し 1kHz のテラヘルツ波発生用レーザー装置 QUADRA-T (highly Quality Ultra ADvanced RADIation source-Tera hertz wave) を完成させ、平成 26 年度より共用装置として施設供用を開始した。さらにこのレーザー装置を用いて量子制御による同位体分離技術の実現に資する高輝度テラヘルツ波発生実験を開始し、パルス当たりの出力エネルギー  $5\mu\text{J}$  を達成した。レーザーによる数 10MeV 級陽子線発生技術の開発については、J-KAREN レーザー装置のレーザー光波面の最適化及びレーザーパルスの高コントラスト化等の

高性能化を進め、集光強度として  $10^{21}$  W/cm<sup>2</sup> を実現することで、小型化可能な装置としては世界最高となる 43MeV の高エネルギー陽子線の発生に成功した。本成果は Optics Letters 誌 (IF: 3.385) に発表するとともに、プレス発表を行った (平成 24 年 8 月)。さらに、レーザー駆動粒子線加速研究を更に進めることを目的として、平成 24 年度の補正予算による施設整備費補助金「量子ビーム応用研究環境の整備・高度化」を得て「J-KAREN レーザー実験の高度化」(総額 12 億円) を実施し、J-KAREN レーザーを出力 0.8PW (PW= $10^{15}$ W)、繰り返し 0.1Hz へ高性能化するために必要な、高出力・高繰り返し装置、高コントラスト化装置、集光照射装置及び集光性能評価装置等の整備を行った。これにより、レーザー駆動による 100MeV を超える高エネルギー粒子線発生等に向けた基礎研究を開始する環境が整った。表面に薄い鉄の層を持つアルミ箔に高強度レーザーを照射することで、ほぼ完全電離状態の鉄イオンを光速の 50% の速さまで一気に加速できることを実証した。従来の方法による多価重イオン加速には大規模装置が必要であり、装置の小型化につながる技術として期待できるとともに、加速器中性子等による RI 生成手法において、これまで取り出しが困難であった短寿命核種の取り出しが可能になり、未知の原子核の発見等、核物理の研究に新しい道を開くことが期待できる。本成果は Physics of Plasma 誌 (IF:2.242) に掲載されるとともに、プレス発表を行った (平成 27 年 3 月)。

ナノメートル波長域の極短パルス X 線発生技術の開発については、 $10^{19}$  W/cm<sup>2</sup> を超える照射強度のレーザーをヘリウムガスターゲットに照射した際に生じる相対論的プラズマ中の局所的な高電子密度領域からナノメートル波長域の高次高調波が発生することを確認するとともに、理論モデルとの詳細な比較からパルス時間幅がフェムト秒 ( $10^{-15}$  秒) になることを見出した。本成果は Physical Review Letters 誌 (IF: 7.943) に掲載されるとともに、プレス発表を行った (平成 24 年 3 月)。中期計画以外の実績として、X 線レーザーのビーム制御にプラズマの屈折効果を用いることで X 線領域の蜃気楼現象の観測に世界で初めて成功し、その成果が Nature Communications 誌 (IF:10.742) に掲載され、プレス発表を行った (平成 25 年 6 月)。

X 線レーザーによる物質構造観測手法の開発については、X 線レーザーを高度に制御することで、ピコ秒の時間分解能とナノメートルの深さ方向に関する空間分解能を持つ X 線レーザー干渉計を開発するとともに、この干渉計をフェムト秒レーザー照射時の金属試料の表面観察に適用し、レーザー加工時の初期過程における表面ナノスケールダイナミクスの詳細な観察に成功した。中期計画以外の実績として、電子顕微鏡に搭載可能で、リチウム (Li) 分析も可能な高性能 X 線分光器を日本電子(株)、(株)島津製作所、東北大学と共同で開発した。本成果は、応用物理学会ベストポスター賞を受賞するとともに、その製品化に係るプレス発表を行った (平成 25 年 11 月)。金属の一種であるナトリウム中を紫外線 (波長 115-170 nm) が透過することを、世界で初めて明らかにした。本成

果は、基礎科学の観点から、金属の光学的性質に新たな理論的課題を提供するものと期待され、Optics Express 誌 (IF:3.525) に掲載されるとともに、プレス発表を行った (平成 25 年 11 月)。

## (2) 量子ビームを応用した先端的な研究開発

### 【中期目標】

環境・エネルギー、物質・材料科学、生命科学等の様々な分野における量子ビームの有効な利用を促進するため、先進的量子ビームの利用技術の高度化を行うとともに、量子ビームテクノロジーの普及と応用領域の拡大を目指した研究開発を進める。

### 【中期計画】

#### 1) 環境・エネルギー分野へ貢献する量子ビームの利用

荷電粒子・RI等を利用し、高性能燃料電池膜、バイオディーゼル生成触媒、医用天然高分子ゲル、有機水素化合物検知材料を創製する技術や、炭化ケイ素半導体のイオン誘発故障の発生を低減する技術を創出する。

放射光利用技術の高度化により、環境・エネルギー材料開発に資するため、表面・界面反応や錯体形成による重元素識別機構の解析技術を開発する。

レーザーの原子炉用配管検査補修等への応用を推進するとともに、放射性廃棄物等の分離・分析技術の高度化のため、ガンマ線核種分析、量子制御による同位体選択励起、高強度場による物質制御の技術を開発する。

#### 2) 物質・材料の創製に向けた量子ビームの利用

中性子及び放射光等の複合的・相補的利用や計算機シミュレーションを活用して、新機能物質・材料の創製に資するため、強磁性・強誘電体、超伝導体、機能性高分子等の将来応用が期待される材料の構造と物性や機能発現機構の解析手法を開発する。

中性子イメージング等により、燃料電池内の水等の分布を超高空間分解能で可視化する手法を確立するとともに、中性子や放射光等を用いて材料の応力・ひずみ・変形をその場測定する技術を開発する。

#### 3) 生命科学・先進医療・バイオ技術分野を切り拓く量子ビームの利用

中性子回折、非弾性散乱等や計算機シミュレーションを用いて、創薬プロセス開発等に資するため、タンパク質等の立体構造と動きから生体機能発現機構を解明する手法を開発する。

放射線治療の革新等に貢献するため、重イオン細胞局部照射効果の線質依存性や難修復性DNA 損傷等の修復・変異の解析技術を開発するとともに、がんの診断や治療に役立つ新規RI 薬剤送達システム (RI-DDS) の開発に貢献するため、生理活性物質等へのRI導入の技術基盤を構築する。

イオンビームを用いた有用微生物・植物資源の創成に資するため、微生物の突然変異育種や植物の変異誘発の制御技術を開発するとともに、植物の栄養動態モデル構築に有用な RI イメージング技術を開発する。

## 《中期実績》

### 1) 環境・エネルギー分野へ貢献する量子ビームの利用

○ 荷電粒子・RI 等を利用して、高性能燃料電池膜を創製する技術については、芳香族炭化水素膜への放射線グラフト重合により電解質膜を合成するとともに、触媒に対するバインダー量を精密に制御する技術を開発した。その開発した技術による成型方法で製作した電解質膜・触媒接合体を燃料電池セルに組み込むことで、自動車への利用を想定した 80℃、湿度 30%程度の高湿・低加湿条件下で市販膜より 2.5 倍高い 820mW/cm<sup>2</sup> の発電性能を実証し、高い性能を有する燃料電池膜を創製する技術を確立した。中期計画以外の成果として、北海道大学等と共同で、安全で機能的な無電力型水素捕集装置の要素技術として、水素吸蔵材を水蒸気や酸素から保護する水素選択透過膜を開発した。

バイオディーゼル生成触媒を創製する技術については、トリグリセリドと遊離脂肪酸の 2 成分からなる油脂をバイオディーゼル燃料に転換可能な、酸型と塩基型の触媒を放射線グラフト重合により作製する技術を開発するとともに、実廃油からのバイオディーゼル燃料の生成を実証した。中期計画以外の実績として、野村マイクロサイエンス(株)および倉敷繊維加工(株)と進めてきた半導体洗浄液に含まれる微量金属を除去するためのグラフト重合吸着材のモジュール化に成功し、プレス発表した(平成 22 年 6 月)。本吸着剤は、強酸・強アルカリ液中において材料自体からの溶出成分がなく、微量の金属を効率良く吸着して除去できる特長を有する。また、倉敷繊維加工(株)と共同で、水中に溶存するセシウムを高効率で吸着除去できる捕集材を充填剤とする給水器の開発を進め、モニター試験からその有効性を実証し、平成 26 年 7 月、商品として市販された。市販された給水器は平成 27 年 4 月から飯舘村で使用される予定である(プレス発表 3 件、平成 24 年 11 月、平成 26 年 3 月、7 月)。

医用天然高分子ゲルを創製する技術については、放射線橋かけにより作製した透明なヒドロキシプロピルセルロースのゲル母材にモノマー及び酸素除去剤を均一分散することで、がん治療で用いられる線量領域(1~10 Gy)において白濁の程度が線量とともに直線的に増加することが明らかとなり、±1 mm の空間分解能を有するゲル線量計用材料の創製技術の開発に成功した。本成果により、日本医学物理学会学術優秀研究賞受賞(平成 25 年 9 月)等、学会賞を 3 件受賞した。中期計画以外の実績として、直径 50 nm 以下に絞った加速電圧 30 kV のガリウムイオンビームを用いて、生体適合性と生分解性を持つポリ乳酸の精密微細加工と局所表面改質技術を開発し、Applied Physics Letters 誌(IF: 3.515)に掲載され、プレス発表した(平成 25 年 12 月)。また、放射線橋かけ技術により改質したポリカプロラク톤形状記憶樹脂を学校教材として製品化し、プレス発表した(平成 27 年 2 月)。

有機水素化合物検知材料を創製する技術については、極微量の白金(Pt)を担持した厚さ 1・m の三酸化タングステン(WO<sub>3</sub>)薄膜を作製し、その光透過特



性から求められる検知光波長 900 nm に対する着色率変化を用いることにより、爆発下限濃度 1.3vol%以下のシクロヘキサンを検知できることを見出した。これらの知見を有効活用して、有機水素化合物検知材料の作製技術を開発できた。中期計画以外の実績として、大阪大学等と共同で、1つのイオンが引き起こす化学反応を利用して、長さ、太さをナノメートルレベルで自由に制御できるタンパク質ナノワイヤ形成技術の開発に成功し、プレス発表した（平成 26 年 4 月）。高い放射線環境下で進められる東京電力福島第一原子力発電所の廃炉に向けた作業を支援するため、これまで機構等が実施した高分子系材料・機器の耐放射線性試験等の結果 878 件を収録した「高分子系材料・機器の耐放射線性データベース」を整備・公開し、プレス発表した（平成 24 年 6 月）。

炭化ケイ素半導体のイオン誘発故障の発生を低減する技術の創出については、デバイス構造、デバイス内部電界並びに入射イオンの飛程及びエネルギー付与をパラメータとして、炭化ケイ素デバイスのイオンビーム誘起電荷の評価結果を解析し、イオン入射により過渡的に発生する電界強度の増加を抑制することでイオン誘発故障の低減を図る技術を開発した。また、(独)宇宙航空研究開発機構と共同で宇宙用の太陽電池や電子部品の放射線耐性の評価を推進した。これにより、十分な放射線耐性を有することが証明された宇宙用太陽電池が宇宙ステーション補給機「HTV」等を実装されるとともに、高効率薄膜多接合太陽電池の宇宙実証や特定用途向け集積回路 (SOI ASIC) が今後打ち上げ予定の地球観測衛星や宇宙科学衛星に採用されるなど、日本の宇宙開発にも大きく貢献した。(独)科学技術振興機構 (JST) の戦略的国際科学技術共同研究推進事業 (戦略的国際共同研究プログラム) 日独共同研究 (ナノエレクトロニクス)「ダイヤモンドの同位体エンジニアリングによる量子コンピューティング」の枠組みの下、ダイヤモンド中の窒素-空孔欠陥を用いて、量子コンピューターの実現に不可欠な量子エラー訂正に成功し、Nature 誌 (IF: 42.351) に掲載、プレス発表した (平成 26 年 1 月)。

- 表面・界面反応の解析技術の開発については、放射光集光技術の高度化により、触媒開発への貢献が期待される、ナノスケールの高速化学結合状態観察技術を開発した。また、光電子分光等の複合表面分析機能の適用によって、Si や Ge の酸化反応ダイナミクスの観察など、電子デバイス開発に貢献する技術開発を行った。これらの成果は、第 16 回 DV-X $\alpha$  研究協会奨励賞 (平成 23 年 8 月) 他受賞 4 件、10 件の招待講演につながった。

重元素識別機構の解析技術の開発については、アクチノイド化学研究のための多目的セルを高度化し、ウランの様々な原子価に対するフェナントロリンアミド (PTA) の錯形成反応を追跡して、PTA が 4 価ウランなど 5f 電子を有するイオンに対し高い親和性があることを見出し、分離核変換技術の確立に向けた有用な分離システムの提案に結び付いた。また、粘土鉱物に対するセシウムの

吸脱着機構解明研究に関して、(独)物質・材料研究機構などとの連携研究を実施し、物質材料科学の視点からセシウムの土壌への吸着機構の新しいモデルを提案した。福島復興研究に関連する成果に関しては、粘土鉱物へのセシウム吸脱着機構解明の研究において、福島の土壌が僅かなセシウムの取り込みにより多量のセシウムを呼び込むメカニズムを解明し、Scientific Reports 誌 (IF=5.078) に掲載され、プレス発表を行った (平成 26 年 10 月)。また、併せて、福島放射能汚染における土壌中の放射性微粒子の特定と微粒子中の放射能分布を解明し、Environmental Science & Technology 誌 (IF=5.481) に掲載され、プレス発表を行った (平成 26 年 12 月)。これら 2 回のプレス発表は、NHK、朝日新聞、日経新聞など、40 社以上のメディアに取り上げられ、30 年後の最終処分に向けた汚染土壌の革新的減容化に向けた研究開発に大きな指針を与えた。また、非放射性セシウムを吸着させた福島県産バーミキュライトを用い、X 線光電子分光法や低圧熱重量測定法、真空昇温脱離質量分析法等による試験結果から、NaCl/CaCl<sub>2</sub> などの塩を混合した低圧昇華処理が粘土鉱物からセシウムを脱離させる有効な方法となる可能性を見出した (平成 26 年 12 月、Clay Science 誌に掲載)。

放射光を用いた時分割 X 線吸収微細構造法 (XAFS) については、水素再結合反応における触媒貴金属のその場観察を行い、酸素過剰雰囲気では通常考えられているような金属表面での解離吸着反応ではなく、薄い表面酸化膜上での水素分子再結合反応により水分子が生成されていることを解明した。これにより、シビアアクシデント時の炉心溶融に伴う一酸化炭素 (CO) 発生に対して有効な水素再結合触媒の CO 耐性向上のためには表面酸化膜形成が重要な指標になることを見出し、共同研究相手先のダイハツ工業(株)による室温耐 CO 性触媒の高度化に寄与した。

- レーザーの原子炉用配管検査補修等への応用については、これまでに開発した保守保全技術を基に、配管の振動と温度の常時モニターが可能なファイバーブラッググレーティング (FBG) センサーを炭化ケイ素繊維に織り込むことで耐熱性能を向上させるとともに、伝熱管内壁検査補修システム用ミラーの耐熱性向上等を進めた。更に、原子炉配管への実装試験として、敦賀地区のナトリウムループに FBG センサーを取付けるとともに、振動と温度の常時モニターに必要となる計測系の準備を行った。また、レーザーによる伝熱管補修技術及びレーザー低侵襲治療技術を製品化・販売するための事業化に向けた技術開発が文部科学省の「大学発新産業創出拠点プロジェクト (プロジェクト支援型)」事業に採択された。その事業の成果として、機構第一号ベンチャー企業「(株)OK ファイバテクノロジー」が認可され (平成 25 年 9 月)、レーザー治療・医療機器と配管内検査補修装置の製造販売に関する業務を開始した。また、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉措置に向けて、事前に燃料デブリの性状把握や組成

分析を行う方法として、レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)による遠隔モニタリング技術の開発を大洗研特別チーム、基礎工センターと連携して行い、模擬デブリ(ウラン-ジルコニウム混合酸化物)の水中での定量組成分析手法を実現するとともに、可搬型ファイバー伝送 LIBS 装置を試作した。原子炉等のプラントにおける熱交換器伝熱管内壁の流れ加速腐食による減肉の状況観察と補修を目的として、複合型光ファイバー技術とレーザー溶接技術により1インチの小口径伝熱管の内壁をレーザー肉盛り溶接により補修する技術を開発した。更に、この技術の実用化に向けて敦賀本部レーザー共同研究所と三井化学(株)大阪工場と協力し、同社のプラントのエチレンガス冷却用伝熱管補修において、模擬配管を用いた修復試験を行い、実機材料への適用のためのデータを得た。

ガンマ線核種分析技術の開発については、Duke 大学等での実験により複数の同位体元素が混在した試料の核検認を実証するなど、本分析技術の有用性を示すとともに、レーザーコンプトンガンマ線発生に向けたエネルギー回収型リニアック試験機用の光陰極直流電子銃の開発を行い、500 kV での大電流ビームの発生に成功した。なお、本成果を世界最高電圧の光陰極直流電子銃開発の成果としてプレス発表した(平成25年3月)。中期計画以外の実績として、機構の原子核物理に関する専門的知見を基に国立天文台と協力し、太陽系に存在する最も希少な同位体タンタル180が超新星爆発のニュートリノで生成されたことを解明し、プレス発表を行った(Physical Review C 誌(IF:3.416)に掲載、平成22年5月)。機構の原子核物理に関する専門的知見を基に大学共同利用機関国立天文台、東京工業大学と協力し、これまで太陽系に存在しながらその起源が分からなかったニオブ92が、太陽系近傍で超新星爆発により発生したことを突き止めるとともに、その超新星爆発から太陽系誕生まで100万~3000万年と評価し、本研究成果をプレス発表(平成25年11月)した(Astrophysical Journal Letters 誌に掲載(IF:5.602))。レーザーコンプトン散乱ガンマ線を用いて、50年前に理論的予言がされたにもかかわらず高輝度のガンマ線源が存在しなかったため実験的に調べられていなかった光核反応時の放出中性子強度の角度分布を精密に計測し、理論的予言が正しいことを証明した。本研究成果は、Physics Letters B 誌(IF:6.019)に掲載され、兵庫県立大等との連名でプレス発表を行った(平成26年8月)。

量子制御による同位体選択励起技術の開発については、理論モデルにより同位体選択励起の可能性を示唆するとともに、当理論について特許(米国)を取得(平成22年9月)した。さらに近赤外波形制御技術を組み込んだ狭帯域チタンサファイア再生増幅システムを整備し、この近赤外光システムを用いて $14, 14\text{N}_2$ 及び $15, 15\text{N}_2$ 試料の回転励起試験を行い、同位体選択的回転分布移動を確認した。

高強度場による物質制御技術の開発については、近赤外ポンプ-真空紫外プローブシステムを構築し、この装置を用いて光電子スペクトルから孤立分子中

の電子励起ダイナミクスを実時間で追跡する技術を開発した。また、テラヘルツ光の高出力化による物質制御に向けて、テラヘルツ光発生用  $\text{LiNbO}_3$  結晶の冷却及び発生デバイスの新規設計・製作を行い、繰返しレーザー装置 QUADRA-T と組み合わせてマイクロジュール級のテラヘルツ波発生に成功した。新規のテラヘルツ光発生デバイスについては、特許(日本)を申請(平成 27 年 2 月)した。

## 2) 物質・材料の創製に向けた量子ビームの利用

- 強磁性・強誘電体、超伝導体、機能性高分子等の将来応用が期待される材料の構造と物性や機能発現機構の解析手法の開発については、JRR-3 に設置された中性子装置群の偏極オプションの高度化とともに、ヘリウム 3 ( $^3\text{He}$ ) 偏極スピフィルター法の開発を行った。偏極中性子を用いたマルチフェロイック物質の磁気構造解析や機能性発現を担う磁性と強誘電性の結合機構の研究を実施し、マンガン酸化物における複数の分極機構が絡んだマルチフェロイック現象の存在を明らかにした(平成 25 年 10 月、Physical Review B 誌に掲載(IF:3.664)) 他、三角格子上のスピンのフラストレーションに起因する新しいマルチフェロイック現象を明らかにした(平成 26 年 9 月、Physical Review Letters 誌に掲載(IF:7.943))。また、室温電気磁気効果を示すバリウムフェライトの磁気構造を解明し(平成 22 年 12 月、Physical Review Letters 誌に掲載(IF:7.622)、プレス発表)、その分極起源解明に貢献した。中性子と放射光を相補利用した高温超伝導体の磁気励起・電荷励起の研究を実施し、コンプトン散乱を用いて高温超伝導物質内のホールの軌道状態を可視化することに成功した(平成 23 年 4 月、Science 誌に掲載(IF:31.201)、プレス発表)。

さらに、定常中性子源である JRR-3 とパルス中性子源である J-PARC をはじめとする様々な量子ビームと材料創製技術を活用し、強相関電子系の物性解明等の研究を行った。特に、鉄系高温超伝導物質において、磁気散乱強度と超伝導相転移温度の相関を明らかにするなど、超伝導発現機構の解明につながる成果を創出した(招待講演 4 件, 招待講演 4 件, 平成 22 年 5 月、Applied Physics Letters 誌(IF:3.841)、平成 22 年 7 月、Journal of the Physical Society of Japan 誌(IF:2.364) most cited 10 articles in 2011 にランクイン等)。これらの成果の創出には、第 2 期中期計画期間に渡って実施した、三機関連携に基づく(独)物質・材料研究機構、(独)理化学研究所との共同研究を始め、機構内外の研究者との連携が重要な役割を果たした。

高分子複合材料の内部構造解析に有用な核スピン偏極技術開発を進め、水素核スピン偏極度として 20%から 50%超まで向上させることに成功した。また、水素コントラスト変調法を用いた中性子小角散乱を用いて、親水性と疎水性の部分鎖から成る新規ブロック共重合体燃料電池用電解質膜中の水の分布測定を行った結果、その電解質膜のイオン伝導経路を明らかにした。

高温下での量子ビームを用いた観察技術の開発では、高温高圧の水素にアル

ミニウム-銅合金を反応させて水素化物を合成し、放射光その場観察により、合成条件を決定するとともに、合成物が水素貯蔵材料となり得る侵入型水素化物であることを明らかにした (APL materials 誌に掲載、平成 25 年 9 月プレス発表、平成 26 年 5 月 大阪ニュークリアサイエンス協会奨励賞受賞、機構理事長表彰)。また、中性子及び放射光の複合的利用により、これまでに報告されていなかった岩塩構造をもつ希土類金属の 1 水素化物の存在を世界で初めて観測し、希土類金属は全ての金属の中で唯一、1 水素化物、2 水素化物及び 3 水素化物という 3 つの状態を形成すること、また、それらの金属格子構造が全て面心立方構造であることを示した (Physical Review Letters 誌に掲載 (IF:7.728)、平成 24 年 5 月プレス発表、機構理事長表彰)。J-PARC での超高压中性子回折用ビームライン PLANET の開発では、放射光実験で培った高温高压力下水素化反応技術を基にして中性子回折用の高压セルを開発し、高温高压力下において鉄中に高濃度に溶けた水素の位置や量を観測することに世界で初めて成功するとともに (Nature Communications 誌に掲載 (IF:10.742)、平成 26 年 9 月プレス発表)、宇宙進化や惑星進化の謎解明の手がかりとなる誘電氷の発見 (機構理事長表彰) や過去に秩序化した経験のある氷が相転移点より高い温度でもナノスケールの微小な領域に秩序構造が残留しているメモリー効果の発見 (Geophysical Research Letters 誌 (IF:3.792) に掲載、平成 23 年 9 月プレス発表) に成功した。この他、セシウムイオンを捕集するナノゲル材料の開発、マントル遷移層主要鉱物の水素位置決定 (平成 26 年 4 月文部科学大臣表彰若手科学者賞、平成 23 年 11 月日本中性子科学会奨励賞)、圧力誘起新奇磁性現象の発見 (平成 23 年 11 月日本中性子科学会技術賞)、室温付近で既存材料の 3 倍以上の大きさの「負の熱膨張」を持ち「ゼロ熱膨張材料」の製作につながると期待される新材料の発見 (Nature Communications 誌に掲載 (IF:7.396)、平成 23 年 6 月プレス発表) などの成果を挙げた。

共鳴非弾性 X 線散乱においては散乱 X 線の偏光状態を解析することにより、銅化合物の軌道励起の識別に成功した (Physical Review B 誌に掲載 (IF:3.691) され、Editors' suggestion としても掲載、平成 23 年 6 月プレス発表)。また、磁気コンプトン散乱を利用し、スピンと軌道磁気モーメントを分離した磁化測定から垂直磁化膜の磁化過程の微視的理解を進めた (Applied Physics Express 誌 (IF:3.013) に掲載、平成 23 年 7 月プレス発表、機構理事長表彰)。

放射光核共鳴分光では、X 線と電子の同時計測が可能な検出器を開発し、放射光メスバウアー分光の対象核種を増やすことに成功した (Applied Physics Letters 誌 (IF:3.515) に掲載、平成 26 年 2 月プレス発表)。さらに、三種の量子ビーム (硬 X 線、軟 X 線及び中性子) による非弾性散乱を相補的に用い、電子ドーパ型銅酸化物超伝導酸化物の磁気・電荷励起の全体像を明らかにした (Nature Communications 誌に掲載 (IF:10.742)、平成 26 年 4 月プレス発表)。

放射光を用いた軟 X 線角度分解光電子分光実験においては、強磁性超伝導体

を含む一連のウラン化合物に対して、電子状態を系統的に明らかにするとともに、物性を担う電子が遍歴描像で記述できることを見出した。また、放射光を用いた軟X線磁気円二色性分光実験により、複数の磁性元素を含む強磁性ウラン化合物の磁性状態を元素ごとに解析する手法を確立し、磁場誘起強磁性の起源に関する重要な知見等を得た。

銅酸化物及び鉄ニクタイトにおける高温超伝導機構解明については、開発した数値シミュレーション技術により、SPring-8で測定された共鳴非弾性X線散乱スペクトルを理論解析し、電荷・スピンの励起を明らかにした。また第一原理分子動力学計算により、福島を想定したバーミキュライトの層間に入ったセシウムイオンが、環境中に豊富なイオンとは対照的に構造破壊イオンとして働き層間の脱水を促進することを明らかにした（平成26年12月、Clay Science誌掲載）。

コヒーレントX線利用技術開発においては、誘電率や圧電率が非常に高く、高機能物性を有するリラクサー強誘電体であるPZN-PTのkHz以下の低周波誘電応答に対するナノサイズドメインの寄与率を決定し（平成25年及び平成26年リラクサー強誘電体に関する国際会議招待講演）、蛍光X線ホログラフィー法によりリラクサー強誘電体の局所構造の3次元可視化に成功した（Physical Review B誌に掲載（IF:3.664）、平成26年4月プレス発表）。高速三次元X線逆格子マッピング手法を開発し、インジウムガリウムヒ素（InGaAs）膜成長中の格子緩和測定やInAs量子ドット成長の観察に応用するとともに（平成25年第17回結晶成長とエピタキシーに関する国際会議招待講演）、結晶成長その場X線回折用マイクロX線集光システムの開発とそれを用いた単一量子細線測定に成功した。また、インジウムヒ素半導体のナノ結晶がインジウム金属の液滴をきっかけに成長する機構を放射光その場測定により実証した（平成26年Nano Letters誌に掲載（IF:12.940））。中期計画以外の実績については、従来の「蛍光」に比べて30億倍強い光強度の発光現象「超蛍光」を観測したことに加え、その際に10億個の原子集団が一斉に発光していることを明らかにした（Physical Review Letters誌に掲載（IF:7.370）、平成23年12月プレス発表）。本成果は、新たな生体分子構造解析法、物質計測手法への展開が期待される。

- 燃料電池内の水等の分布を超高空間分解能で可視化する手法の確立については、中性子イメージ増倍装置を整備し、発電中の小型燃料電池内部の流路及び拡散層内部の水分布を中性子イメージング法による可視化に成功し、電池の発電状態と水分布の相関を明らかにした。また斜入射撮影法に用いる新規光学系の開発を行い、画像解像度 $10\mu\text{m}$ 以下を達成した。さらにX線発生装置の整備を進め、中性子イメージ増倍装置による撮像の効率化を図るとともに高解像度・高感度撮影系を整備し、燃料電池内の水等の分布を超高空間分解能で可視化する手法を確立した。中期計画以外の実績として、JRR-3、J-PARCにおける

ビーム利用技術の高度化を通じ、多重ガンマ線検出装置を用いた微量元素分析による2億1500万年前の地層からの巨大隕石衝突の証拠発見(Proceedings of the National Academy of Sciences 誌に掲載(IF:9.737)、平成24年11月プレス発表)、素粒子ミュオンを使った隕石試料等の非破壊軽元素分析技術の確立(Scientific Reports 誌に掲載(IF:5.078)、平成26年5月プレス発表)等の成果が得られた。

- 中性子や放射光等を用いて材料の応力・ひずみ・変形を「その場測定」する技術の開発については、中性子及び放射光を用いて構造用材料の応力・ひずみ・変形を高温下や荷重下で「その場測定」する技術並びにパルス中性子回折に基づく金属材料の集合組織測定技術を開発し(平成23年5月日本材料学会学術奨励賞、平成25年5月日本保全学会論文賞)、レーザー誘起残留応力の変化挙動(平成23年2月日本材料学会X線委員会業績賞)、レーザー溶融凝固過程の可視化(平成22年11月Visual-JW2010のBest Paper賞)及び溶接残留応力の挙動(平成23年5月保全学会論文賞)等の種々の工学的課題に応用できることを実証するとともに、開発した技術を産官学ユーザーに提供し、学術、産業の発展に貢献した。また、博士研究員2名それぞれが、日本材料学会X線シンポジウム最優秀講演発表賞を受賞(平成24年7月、平成25年7月)するなど、若手の人材育成にも尽力した。

### 3) 生命科学・先進医療・バイオ技術分野を切り拓く量子ビームの利用

- タンパク質等の立体構造と動きから生体機能発現機構を解明する手法の開発については、創薬標的タンパク質の大型結晶作製を目的としたスクリーニング系の構築及び試料冷却法を確立した。また、中性子回折法により、新たに2件の水和状態の創薬標的タンパク質(ヒト・熱ショックタンパク質、ヒト・カゼインキナーゼ)の構造解析に成功し、水和構造を具体的に医薬品設計に取り入れることが可能となった(物構研フェスタ2013など、招待講演:2件)。さらに新規有用タンパク質の立体構造解析において、好塩性タンパク質と金属イオンの相互作用に関する成果が、Acta Crystallogr D 誌(平成26年3月(IF:14.103)及び平成27年3月(IF:7.232))に掲載、平成27年3月プレス発表した。有用分子合成酵素の立体構造解析を平成24年10月Journal of Molecular Biology 誌(IF:3.905)及びProtein Science 誌(IF:2.861)に発表し、両者とも成果が表紙ページを飾った(後者は平成27年2月プレス発表)。

また、タンパク質の構造・ダイナミクス解析の手法を確立するため、心筋症の発症に関わる筋収縮関連タンパク質(アクチン、ミオシン、トロポニン等)や、アルツハイマー病の発症に関わるシヌクレインについて中性子非弾性散乱データ等を取得した。このデータに様々な解析手法を適用し、タンパク質ダイナミクスが、その水和水ダイナミクスと強く相関することを明らかにするとと

もに(機構理事長表彰、平成 23 年 5 月 European Biophysics Journal 誌 (IF:2.274) など 3 誌に論文掲載;日豪ワークショップ、物構研フェスタ 2014 など招待講演:7件)、タンパク質のダイナミクス異常が疾病発症につながることを明らかにした。

さらに、中性子散乱スペクトルやX線及び中性子結晶構造データ、電子顕微鏡鏡データなど量子ビーム実験データと分子動力学計算や分子モデリングの計算機シミュレーションを相補的に利用して、タンパク質や核酸のダイナミクスを解析する方法を開発した(平成 23 年 11 月、17th International Biophysics Congress (IUPAB) & 12th National Biophysics Congress, Beijing, China, ベストポスター賞受賞、平成 25 年 10 月、第 2 回生物物理学論文賞受賞)。デオキシリボ核酸(DNA)の曲がりやすさに塩基配列依存性があること、その曲がりやすさが水和水のダイナミクスと密接に関連することを、シミュレーションと中性子非弾性散乱から明らかにした(平成 26 年 8 月 Physical Rev. E 誌に掲載 (IF:2.326)、平成 26 年 8 月プレス発表)。また、細胞核内の DNA のダイナミクスが相互作用するタンパク質によって大きく異なることなどを明らかにした(PLoS One 誌に掲載 (IF:3.534)、タンパク質科学会等、招待講演 3 件)。さらに、タンパク質生合成や細胞接着因子(Proceedings of the National Academy of Sciences 誌に掲載 (IF:9.809)、招待講演 2 件)等の創薬に関わる分子の動態を原子レベルで明らかにした。

- 放射線治療への貢献を目指した、重イオン細胞局部照射効果の線質依存性の解析技術の開発については、互いに隔離された細胞が培養液を介してシグナル物質をやりとりできる共培養系を開発し、バイスタンダー効果がガンマ線でも誘発されることを確認した。その結果、重イオン細胞局部照射効果の線質依存性の解析技術の開発に成功した。さらに、バイスタンダー効果で複数のサイトカインの合成が抑制されること、照射細胞が同じでもバイスタンダー効果が伝わる相手の非照射細胞が異なれば異なる応答を示すことなどを明らかにした(平成 24 年 11 月日本原子力学会関東・甲越支部若手研究者発表討論会・奨励賞受賞)。

大腸菌を用いてクラスターDNA 損傷による突然変異を検出する実験系を確立するなどにより、難修復性 DNA 損傷等の修復・変異の解析技術の開発に成功した。本開発により、クラスターDNA 損傷誘発突然変異と修復との関連性を確認するとともに、放射線によって生じる DNA の傷の微視的分布の観測に成功した(平成 27 年 1 月プレス発表)。さらに、レーザープラズマ軟 X 線顕微鏡装置を開発し、細胞核やミトコンドリアなど生きた細胞の内部構造の 90 nm の高解像度での撮像に成功した(平成 23 年 8 月プレス発表、平成 24 年 5 月大阪ニュークリアサイエンス協会賞受賞、平成 25 年 11 月第 12 回 X 線結像光学シンポジウム招待講演、平成 26 年 4 月文部科学大臣表彰科学技術賞受賞)。

がんの診断や治療に役立つ新規 RI 薬剤送達システム(RI-DDS)の開発を目指



した、生理活性物質等への RI 導入の技術基盤の構築については、量子ビームを用いた臭素 76 ( $^{76}\text{Br}$ ) の安定的な製造技術及びベンゼン環を有する化合物への  $^{76}\text{Br}$  導入技術を確立し、希少疾患である褐色細胞腫の陽電子放出断層撮影 (PET) 診断を可能にする  $^{76}\text{Br}$ -メタ-ブロモ-ベンジルグアニジンをはじめ、世界に先駆けて  $^{76}\text{Br}$  を利用したがんの PET 診断薬の開発に成功するなど、生理活性物質等への RI 導入の技術基盤を構築できた (平成 22 年 6 月プレス発表、平成 22 年 9 月 Journal of Nuclear Medicine 誌掲載 (IF : 7.022)、平成 27 年 3 月 Journal of Nuclear Medicine 誌が受理 (IF:5.563)、招待講演等 2 件、表彰・受賞 2 件)。中期計画以外の実績について、腫瘍 PET イメージングの普及に向け、従来臨床応用されてきたフッ素 18 ( $^{18}\text{F}$ ) 標識 L 体アミノ酸 (L-3- $^{18}\text{F}$ ]fluoro- $\alpha$ -methyl-tyrosine:L 体 FAMT) の非標的臓器への集積を改善するため、光学異性体の体内動態に着目して開発した D 体 FAMT により、腎臓集積の低減化に成功した (平成 24 年 6 月第 14 回放射線プロセスシンポジウムポスターセッション最優秀賞受賞)。機構が有する銅 64 ( $^{64}\text{Cu}$ ) 製造法に関する特許技術に関して、JFE エンジニアリング(株)と実施許諾契約を締結し、医療用  $^{64}\text{Cu}$  製造装置の開発に関する研究を開始した。さらに、大型外部資金による研究炉を用いたがん治療用 RI の研究を着実に進捗 (平成 20~22 年度原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ、平成 25 年 10 月特許取得) するとともに、創薬における RI の新しい活用法の創出に向けた研究 (平成 22 年 3 月~平成 25 年 3 月、最先端・次世代研究開発支援プログラム「新規ペプチド探索法と分子イメージングの融合による革新的ペプチド創薬システムの構築」) を推進した。

微生物の突然変異育種や植物の変異誘発の制御技術の開発については、バイオ肥料担体滅菌法の開発、根粒菌新品種の作出及びその変異部位の同定 (平成 25 年 10 月国際窒素固定会議 Young Scientist Award 受賞) 並びに突然変異スペクトル解析技術の開発及び安全性評価法技術の開発を行うとともに、植物における突然変異発生頻度の制御因子を同定し、シロイヌナズナの毛状突起の形成に必要な GLABRA 1 (GL1) 遺伝子領域を指標として、大規模な欠失変異の頻度が線エネルギー付与 (LET) に依存することなどを明らかにした。これらにより、微生物の突然変異育種や植物の変異誘発の制御技術を開発することに成功した。特に、イオンビーム育種技術の開発で、新しい吟醸用清酒酵母の作出に成功 (平成 24 年 12 月プレス発表) し、この清酒酵母は、希望する群馬県内酒造蔵に頒布され、群馬県オリジナルの新しい吟醸用酵母として実用化された。こうした研究開発は、査読付論文 44 報、特許出願・品種登録出願 9 報、特許登録・品種登録 5 報を含む一連の成果を上げた (平成 26 年 4 月日本原子力学会関東・甲越支部賞「原子力知識・技術の普及貢献賞」受賞)。

植物の栄養動態モデル構築に有用な RI イメージング技術の開発については、RI イメージングにより得られた経根吸収動態を画像解析する技術を開発し、これにより国内外の研究機関と連携してカドミウム動態解明研究 5 件を実施し、成果を

論文発表した（招待講演：2件）。植物個体の炭素固定・転流能力を画像から一括解析する手法を開発し、作物生産の向上を目指した栽培技術研究に応用した。複数元素を同時に弁別して動態解析可能な植物用コンプトンカメラ技術、ガンマ線放出核種を観測可能な植物用ガンマカメラの開発に成功するなど、植物の栄養動態モデル構築に有用な様々な RI イメージング技術の開発に成功した（招待講演：2件、表彰・受賞：2件）。また、(独)農業環境技術研究所が機構の施設供用制度を用いて行った研究を支援し、カドミウムをほとんど含まないコシヒカリの作出に貢献した（平成24年3月プレス掲載）。また、放射性セシウムによる環境汚染問題に対応して、比較的安価で入手しやすい NaI(Tl) スペクトロメーターを用いて、非専門家でもセシウム 134 と 137 を個別に定量することが可能な簡便な手法を開発した（平成24年6月プレス発表）。

#### 4) 組織運営など研究マネジメントに関する取り組み

- 量子ビームの産業応用における特筆すべき成果として、日本電子(株)等との連携による高性能 X 線分光器の開発・実用化が挙げられる。本装置は市販され、11 台の販売実績（平成27年3月現在）があり、海外を含め多くの引き合いがある。また、社会ニーズに基づき「複合型光ファイバー技術を用いた医療機器システムや産業用配管等の検査・修理機器の研究開発及び製造販売」などを事業内容とする「(株)OK ファイバーテクノロジー」を、機構発のベンチャー企業として創設した。また、倉敷繊維加工(株)と共同で、水中に溶存するセシウムを高効率で吸着除去できる捕集材を充填剤とする給水器の開発を進め、モニター試験からその有効性を実証し、平成26年7月、3年間の短い開発期間（1年間モニター期間）で商品化を実現した。さらに、県立群馬産業技術センターと協力し、イオンビーム育種技術によって、新しい吟醸用清酒酵母を作出し、実用化にも成功している。
- 対応すべき留意事項「あまりに研究成果ばかりを求めて即成果的な研究課題を求めることなく、より基礎的で重要な課題にもマシンタイムを割当てて、中長期的な成果を狙うような研究開発も同時に進めていってもらいたい。」に関しては、新しい水素化物の発見、タンパク質の構造解析等のような、未知の構造の発見、現象解明等、基礎的な研究開発に取り組み、プレス発表に繋がる顕著な成果を得た。また、量子ビーム施設のマシンタイムの割当てに関しても、第三者を交えた適正な課題審査の結果に応じて、基礎研究に関する実験課題も多数採択されている。
- 独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針に従い、量子ビームテクノロジーを用いた生命科学に特化した純粋基礎研究については平成23年度から廃止し、組織の整理統合を図った。また、平成25年度に実施する J-KAREN の高度化を効果的に取り組む体制を整えるため、光医療レーザー加速器開発研究グループの業務内容を見直し、レーザー駆動粒子線研究グループと合併し、新規に高出力レーザ

一研究グループを立ち上げるとともに、人員の再編も併せて行った。

- センター内外と密接に連携して競争的資金の申請を積極的に進め、科学研究費補助金（科研費）については236件採択されたことに加え、以下のような受託資金等、今中期計画期間中で、総計52億円を超える金額を獲得した。

平成22年度：最先端・次世代研究開発支援プログラム、NEDO委託研究事業「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」等、総額約10.9億円

平成23年度：安全・安心な社会のための犯罪・テロ対策技術等を実用化するプログラム等、総額約13.1億円

平成24年度：核セキュリティ関連補助金等、総額約9.8億円

平成25年度：光・量子融合連携研究開発プログラム、ナノテクノロジープラットフォーム等、総額約9.4億円

平成26年度：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）や革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）等、総額約7.4億円

- 量子ビームによる科学技術の競争力向上と産業利用に貢献する研究開発に係る成果については、平成22年度～26年度にかけて、各年度のプレス発表件数は、8、10、19、11、22となっており、総計70件に達したことに加え、各年度の査読付論文数は、295、330、371、385、285報（総計：1,666報）、IFの総和：451.9、440.3、709.6、657.4、500.1となっている。また、各年度の特許登録件数は、70、57、58、45、26と総計256件、実施許諾件数は、37、33、32、35、2件と総計139件となっており、特許収入額は、1,467、1,076、750、641、611万円と総額4,545万円となっている。このように、第2期中期計画において、学術的な貢献を示す査読付論文数は、年間300報前後に達しており、産業利用に向けての知的財産の確保に関しても積極的に取り組んだ。

- 本中期計画期間中において、文部科学大臣表彰・科学技術賞、日本物理学会・論文賞及び中性子科学会・学会賞等、機構外の学会・外部機関から、数多くの表彰を受けた。平成22年度～26年度の期間内で、機構外から受けた表彰・受賞件数は、12、21、20、13、25件と総数91件となっており、機構内の理事長表彰においても、各年度において7、7、6、6、12件と総計38件の受賞を数え、機構における量子ビーム応用研究が、機構内外からの高い評価を受けていることを示している。

- 日頃の研究活動を通じて、研究者の育成を図った結果、若手研究者を対象とした奨励賞等の外部表彰件数は、各年度において2、6、3、7、8（上記と一部重複）と総計26件に上った。また、外部資金の申請書等の作成について指導を行い、科研費において、若手研究A：5件、若手研究B：79件が採択され、量子ビーム応用

研究に関する若手研究者の人材育成についても毎年、着実に実績を上げている。

- 量子ビーム応用研究センター（以下、センター）の運営では、4 地区に分散するセンター内の緊密なコミュニケーションを図るためセンター運営会議を定期的  
に開催し、年度計画・実施計画の進捗状況について確認するとともに、センター  
の運営方針や課題について定期的に議論を行った。

創造性あふれる研究環境づくりに向けて、地区間の研究者の相互交流、連携促進を図るために、センター研究交流会を開催した。研究交流会は、震災のあった平成 23 年度以外、毎年開催し、参加者も 263 名（平成 22 年度、高崎開催）、220 名（平成 24 年度、奈良開催（木津））、243 名（平成 25 年度、東海開催）、231 名（平成 26 年度、播磨開催）を数え、センターの大半のスタッフが参加した。交流会では、若手の成果発表、ポスターセッション等を行うとともに、センターの現状と課題について意見交換を行うパネルディスカッション、40 歳以下の若手研究者によるショートプレゼンテーション等、運営側と若手研究者とで意見交換する等トップダウンとボトムアップの融合を図った。

各年度における特に優れた研究成果を発表する研究成果報告会を毎年開催した。この研究成果報告会では、研究成果の内容・進捗状況に関して、運営側と現場研究者との間で熱のこもった議論がなされ、運営側にとっては研究開発の内容・進捗状況に関して理解を深める場となり、現場研究者にとっては研究業務のモチベーションの更なる向上につながるものとなった。

- 毎年、外部の専門家委員で構成される量子ビーム応用研究・評価委員会を開催し、研究開発の進捗状況・成果や研究マネジメントに関する取組について報告・紹介し、各委員から、研究開発の達成度、組織運営及び研究計画の妥当性等についての評価を受けた。特に、平成 24、26 年度はそれぞれ理事長への答申となる中間評価、事前・事後評価を受け、これら委員の評価結果を踏まえて、センターの運営や第 3 期中長期計画の策定に取り組んだ。

また、中期計画の節目となる平成 24 年度においては、部門長（当時）が全てのグループリーダー（GL）から、個別に研究の進捗状況、課題等について直接報告・相談をうける部門長 GL ヒアリングを実施し、部門運営側と現場の研究者との意見交換を積極的に図った。また、最終年度の平成 26 年度においては、事後・事前評価委員会の開催に当たって、センター長が各地区のユニット長、GL と次期中長期計画の研究開発について議論する、センター長ヒアリングを全地区（東海、高崎、木津及び播磨）で実施した。

- 研究開発成果情報の効果的発信については、査読付論文の発表だけでなく、各種シンポジウム、研究会及びワークショップ等を開催するとともに積極的に講演・発表し、成果の周知・普及に努めた。毎年、定期的に高崎量子応用研究シン

ポジウム（第5～9回、高崎開催）、放射線利用フォーラム（平成22-26年度 高崎開催）、光量子科学シンポジウム（第11～15回、木津開催）及び放射光科学シンポジウム（平成22-26年度、播磨開催）をそれぞれ開催したことに加え、JRR-3改造20周年記念シンポジウム（平成23年2月、於日本科学未来館）やナノテクノロジープラットフォーム関連の各種セミナー等の主催・共催等を通じて、センターの研究成果の発表・発信に努めるとともに、外部研究者との活発な議論・交流を図った。

国際的な情報発信の取り組みとして、センター主催のQuBS国際会議、第4回量子ビーム国際シンポジウム(QuBS2011, Actinides XAS-2011、平成23年3月)と国際結晶学連合高圧コミッションワークショップ2012『高圧下の結晶学の進歩』(QuBS2012、平成24年9月)を開催するとともに、「第9回宇宙用半導体素子放射線影響国際ワークショップ(9th RASEDA)」(平成22年10月)、「第四回f電子の局在・遍歴の二重性に関する国際ワークショップ」(平成24年7月)及び「核セキュリティと核不拡散のための核物理とガンマ線源に関する国際シンポジウム」(平成26年1月)等の国際会議も主催・共催した。

センターの研究成果を、国内外の研究者・機関等に広範にアピールするため、英文研究成果ハイライト集・グループ活動報告(Annual Report QuBS 2010～2014)を毎年刊行し、国外約50、国内約180の関係機関に発送した。また、機構における中性子に関連する研究成果を取りまとめた英文ハイライト集(Annual Report on Neutron Science and Technology 2010～2013)、各年度の高崎量子応用研究所の研究成果を取りまとめたJAEA Takasaki Annual Report2010～2014の刊行に加え、センターウェブサイトの更新も適宜行い、最新の情報発信に努めた。

- 原子力分野の人材育成については、毎年、茨城大学、群馬大学との連携大学院制度に基づく協定等を通じて、客員教授、非常勤講師等として、量子ビーム利用に関する講義を行った。

また、中期計画期間中に、特別研究生(90名)を受け入れ、研究指導を行い、毎年、東京大学、福井大学等、20以上の大学に講師を派遣するとともに、SPRING-8夏の学校を共催し、将来を担う若手人材の育成に努めた。

- 産学官の連携による研究開発の推進では、佐賀県果樹試験場、倉敷繊維加工(株)、ダイハツ工業(株)等、民間企業や公的研究機関等との共同研究、受託研究等を積極的に実施し、毎年30～40名の協力研究員等を受け入れ、イオンビーム育種、産業微生物の新品種、微量金属除去フィルタ、高性能燃料電池用電解質膜等の実用化・商品化等、社会ニーズに応えるための研究開発に取り組んだ。

(独)物質・材料研究機構、(独)理化学研究所との「三機関連携」(平成18年度協定締結)の枠組みにより物質・材料分野の研究に取り組み、燃料電池システム用キーマテリアルの開発や量子複雑現象の解明等の研究開発を推進した。

研究用原子炉 JRR-3 における実験装置の有効利用や技術開発に関する連携協力を推進するため、「東京大学物性研究所と日本原子力研究開発機構との JRR-3 における中性子科学研究協力に関する覚書」を締結した(平成 22 年 9 月)。

- 国内外の外部研究者に対する、機構の量子ビーム施設における利用環境を整備・向上するために、先端研究施設共用促進事業 (JRR-3、TIARA)、先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業 (先端研究施設共用促進事業の後継、TIARA) 及びナノテクノロジープラットフォーム (SPring-8BL) を有効活用した。

JRR-3 においては、先端研究施設共用促進事業を通じて、利用成果データベースや新規課題申請システム (RING) の構築、広報ビデオの制作及び JRR-3 の展示ブースの整備・拡充等を行った。TIARA においては、先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業により、外部利用者支援のための専門技術者を配置し、イオンビーム育種を始めとする TIARA の利用実験に対する技術支援体制を整えた。SPring-8 の JAEA 専用ビームラインにおいては、ナノテクノロジープラットフォームの枠組みの中で、積極的に外部利用者にマシンタイムを開放し、毎年数十件の課題を採択し、共用に供している。

こうした施設供用に対して積極的に支援を行った結果、機構におけるこれら量子ビーム施設における施設共用件数の割合は、90%を超えることとなった。

- 国際協力の推進では、米国エネルギー省 (DOE) との日米科学技術協力事業「中性子散乱」を通じて、米国オークリッジ国立研究所の研究炉 HFIR に設置されている広角粉末回折装置等を用いて中性子散乱実験を実施したことに加え、第 28, 32 回合同運営委員会 (平成 22 年 6 月、平成 26 年 6 月) を開催し、当該協力事業における研究活動及び関連施設の報告に加え、研究成果や将来計画に関して活発な議論を交わした。

アジア原子力協力フォーラム (FNCA) の放射線育種、バイオ肥料及び電子加速器利用等のプロジェクトの運営委員として国内外の会合に参加するとともに、国際原子力機関・アジア原子力地域協力協定 (IAEA/RCA) の要請の下、イオンビーム育種、放射線グラフト重合に関するワークショップ等において、専門的立場からの助言、講演及び講義などを実施するとともに、国際原子力機関・調整研究プロジェクト (IAEA/CRP) に係る会合に参画し、情報の提供や研究計画等に関する議論を行った。さらに、IAEA からの要請に基づき、専門家派遣コースに参画し、タイ及びインドネシア等での講演及び技術指導を行った。これらの IAEA 及び FNCA の活動を通じて、主にアジア近隣諸国を対象とした放射線利用に係る国際協力・貢献に努めた。

ドイツ重イオン研究所 (GSI) との研究協力協定を継続し (平成 26 年 12 月に更新)、核飛跡 (有機・無機材料) の利用、DNA 損傷及び重元素の核化学に関する研究を実施した。ローレンス・バークレー国立研究所放射光施設 (ALS) と SPring-8 を相

補的に利用し、プルトニウムの抽出分離技術開発に関する研究協力に加え、アルゴンヌ立研究所(ANL)、欧州放射光施設(ESRF)及びスイス放射光施設(SLS)と非弾性X線散乱に関する研究協力を推し進めた。

米国エネルギー省(DOE)との海水ウラン捕集技術に関する情報交換会議(第3回～第5回)、マレーシア原子力庁との国際協力、ベトナム原子力委員会(VINATOM)との二国間研究協力並びに韓国原子力研究所(KAERI)及び中国科学院との情報交換会合等を開催・実施した。

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

社会からの信頼の確保に向けた取組では、「わかりやすいアピール検討チーム」を編成し、一般市民に対して、研究内容を分かりやすく広報するために、センターウェブサイトやパンフレットの改定を行った。

中性子産業利用推進協議会主催の講習会等での講義、高崎市との共催による放射線利用フォーラムの開催による地域の産業界を対象にした技術紹介、実演及び展示、地元企業等との交流会(たかさきテクノ・コミッティ)の開催、高崎量子応用研究所、関西光科学研究所及びSPring-8の施設公開・一般公開、施設見学会及び研究成果の展示・体験教室の実施並びに産業界の技術相談への対応等の広報活動・アウトリーチ活動を積極的に行い、一般への量子ビーム利用の有効性に関する理解の深化・普及の拡大に努めた。

さらに、未来を担う小・中学生、高校生等を対象とした普及活動として、群馬大学が主催する「群馬ちびっこ大学」への出展、播磨高原東中学校生徒を対象にした理科の出前授業や神奈川大学附属中・高等学校科学部活動振興プログラム、さらに、高校生を対象とした(独)科学技術振興機構(JST)が主催する「サイエンスキャンプ」への参画等を積極的に実施した。

食品照射に関する一般市民を対象とした体験実験や公開討論会を通じた、食品照射の新しいコミュニケーション活動(平成24年4月 日本原子力学会関東・甲越支部賞を受賞)や東京電力福島第一原子力発電所事故後の放射線影響に対応したコミュニケーション活動(平成25年度理事長表彰模範賞)等も実施した。

- 今中期計画期間を通じて、情報の共有と品質管理・安全意識の高揚のため、センター運営会議における情報共有等により安全・品質管理への意識の向上に努めた。特に安全管理では、副センター長、ユニット長及びグループリーダーによる定期的パトロール、安全管理マニュアルの適宜更新を行うとともに、拠点・センター連絡調整会議等の定期的開催により拠点側と密に連携しながらリスク管理に取り組んできた。また、安全な職場環境の整備の促進に向けて、東海地区を中心に、技術系職員によるチームを編成し、専門的に検討・対応する体制を整えた。コンプライアンス研修等により研究不正の防止や、働きやすく風通しの良い職場

作りの活動を実施した。さらに、ISO14001 内部監査員スキルアップ研修及び化学物質管理者等研修等に積極的に出席することを奨励し、職員等のコンプライアンス意識の維持・向上を図った。

- 安全を最優先とした取組として、安全管理上のリスクの高い事項を重点項目に定め、各部署において定期的に安全パトロールを実施し、リスク低減に努めた。また、原子力科学研究所に駐在する組織においては、新たに安全衛生管理統括者代理者を選任し、安全衛生管理統括者代理者連絡会議を新設して安全衛生管理及び安全文化の醸成並びに法令等の遵守活動に係る指示等の伝達方法の明確化及び職員等への指導・助言等の実行性の強化に取り組んだ。非常事態総合訓練では、初めて複数施設同時発災（原災法第 10 条及び第 15 条事象並びに人身事故）を想定した総合訓練を実施した。さらに、情報共有及び事象の未然防止の観点で、過去に起きた事象の不適合事例集を新たにイントラ掲載するとともに、安全情報についても事象の分類なども追加した内容に整備した。

- 震災により、JRR-3 に設置されている中性子ビーム実験装置を始め、東海サイトでは多数の実験装置・機器類が甚大な損傷を受けた。このため、平成 23 年度当初の年度計画を一部変更し、実施不可能となった技術開発を取りやめ、被災装置等の早期復旧に係る作業に精力的に取り組んだ。特に JRR-3 設置の各種中性子実験装置については迅速な復旧を図るために、量子ビーム応用研究センター内に JRR-3 中性子コアチームを組織し、JRR-3 を管理する研究炉加速器管理部と密接に連携協力して作業を進めた。その結果、装置の早期復旧に結び付いた。

中性子科学分野の学会や研究者レベルで長年培ってきた世界的ネットワークが功を奏し、JRR-3 や J-PARC の被災に伴い実施できなくなった研究課題に対して、海外中性子施設（米国オークリッジ国立研究所、韓国原子力研究所、オーストラリア原子力科学技術機構及び仏国ラウエ・ランジュバン研究所等）から特別マシンタイム枠の提供等の申し出があり、これを最大限に活用することで、平成 23 年度に計画していた研究課題の一部が実施でき、研究の更なる進捗につなげた。また、(独)理化学研究所、(財)高輝度光科学研究センター等と連携して、震災で被災した量子ビーム施設で実施困難となった利用研究課題を、可能な限り SPring-8 の機構専用ビームラインを用いて支援した。

- 平成 25 年 5 月の J-PARC・ハドロン実験施設における事故による影響で、当該年度の運転サイクルが、当初予定の 6 サイクルから 4 サイクルとなった。中性子利用研究に関しては、この運転サイクルの減少により、J-PARC の中性子利用実験施設及び物質・生命科学実験施設 (MLF) において予定していた実験課題が取りやめになったものの、研究炉 FRM II (独) 等の国内外の中性子施設を代替利用するとともに、他の量子ビーム施設の効果的な活用等により、研究開発を進捗させる



ことができた。

- 平成 22 年 9 月、SPring-8 の専用ビームラインに関して、第 11 回専用施設審査委員会において過去 5 年間の専用ビームラインの運用状況・研究成果に関する中間評価を受けた。委員会では、おおむね高い評価結果を受け、契約期間後期 5 年間(平成 27 年 9 月まで)の設置継続が認められた。

## 5. エネルギー利用に係る技術の高度化と共通的科学技術基盤の形成

### 【中期目標】

我が国のエネルギー利用に係る技術の高度化と共通的科学技術基盤の形成を図り、新たな原子力利用技術を創出するため、以下の分野において研究開発を実施する。

再処理、原子炉を利用した水素製造技術、核工学、炉工学、照射材料科学、アクチノイド・放射化学、環境科学、放射線防護、計算科学技術、分離変換技術の研究開発

なお、再処理技術の研究開発については、プルトニウム溶液及び高放射性廃液の潜在的な危険の原因の低減を進める。

### (1) 核燃料物質の再処理に関する技術開発

#### 【中期計画】

軽水炉における燃料の多様化に対応した再処理技術及び高レベル放射性廃液のガラス固化技術の高度化を図るため、以下の技術開発に取り組む。

- 1) 次期ガラス溶融炉の設計に資するため、ガラス固化技術開発施設（TVF）での運転を通じて、白金族元素の挙動等に係るデータを取得し評価する。
- 2) 軽水炉使用済ウラン-プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料に対応する再処理技術の高度化を図るべく「ふげん」MOX燃料等を用いた再処理試験を行い、溶解特性や不溶解残渣に係るデータを取得し、軽水炉ウラン使用済燃料と比較評価する。
- 3) 燃料の高燃焼度化に対応する再処理技術の高度化を図るべく燃焼度の高い軽水炉ウラン使用済燃料の再処理試験を行い、ガラス溶融炉に与える影響等に係るデータを取得し評価する。

また、施設の安全強化のための取組を実施するとともに、潜在的な危険の原因の低減に向け、高レベル放射性廃液のガラス固化及びプルトニウム溶液のMOX粉末化による安定化に取り組む。

#### 《中期実績》

- ガラス固化技術開発については、溶融炉の炉内構造物（主電極及び耐火物）の侵食量評価のため、炉内形状計測システムを開発し、現行溶融炉（TVF2号）に適用し、実証を行った。また炉内点検結果を踏まえて、電極材腐食に関する基礎試験を行いデータの蓄積を図った。

溶融炉の安定運転に大きく影響を与える高温下での白金族元素の挙動解明のため、高濃度堆積物の形成挙動及び化学形態の評価を実施し白金族元素の挙動評価の精度向上を図った。このほかシミュレーション技術開発として、

炉底傾斜面での堆積ガラスの流動モデル検証を行い解析コードの高度化を図った。

得られた成果は次期ガラス溶融炉の設計に活用している。

- ふげん MOX 使用済燃料再処理試験については、これまでのふげん MOX 燃料の再処理運転によって取得したデータの取りまとめとして、ふげん MOX 燃料とふげん  $UO_2$  燃料のハル等への核燃料物質の移行評価を行い、計量管理及び保障措置技術の向上に資するデータとして整理した。また、マイナーアクチニドの 1 つであるネプツニウム (Np) の測定におけるプルトニウム (Pu) 共存下でのオンライン分析システムの開発やマイクロ化学チップを利用した Pu の分析技術の開発を行った。

再処理施設の安全性に係るデータ取得のため、日本原燃 (株) との共同研究として、高レベル放射性廃液から発生する水素量を測定した。プラント規模における試験を実施した後、更にビーカスケール試験を実施し、水素量が数 ppm で平衡に達することを確認した。得られた結果は再処理施設にかかる今後の安全審査に資するデータとして整理した。

再処理技術の高度化に係る取組として、ウラン (U) と Pu を共回収し核拡散抵抗性を向上させたプロセス (コプロセッシング法) のホット試験を実施し、一定の Pu/U 比で共回収できることを確認した。

再処理技術の高度化の観点から、東海再処理施設の技術情報を体系的に取り纏め技術基盤を整備するための取組を平成 25 年度より実施している。平成 26 年度末時点において、東海再処理施設の運転・保守経験等に係る技術情報約 6,000 件を集約しデータベース化を実施した。

- 高燃焼度使用済燃料再処理試験については、高燃焼度燃料の再処理に伴い実施するガラス固化や不溶解残渣、腐食挙動等に係る試験の実施時期や試験に用いる使用済燃料の量、燃焼度等の具体的な内容を共同研究者である電気事業者と協議し、許認可申請に必要な諸準備の整備を平成 23 年 1 月に完了させた。
- 東海再処理施設内に保有するプルトニウム溶液及び高レベル放射性廃液について、より安定な形態で貯蔵することにより、潜在的なリスクを低減する観点から、これらの溶液の固化・安定化処理にかかる以下の取組を実施した。
  - ・ 再処理運転とは切り離れた新規制基準の運用を平成 25 年 7 月に原子力規制委員会に申し出るとともに、浸水防止対策等の安全強化に係る取組を通して固化・安定化処理を実施するための準備を整えた。
  - ・ 原子力規制庁による実態調査を経て、当面 5 年間 (平成 25 年 12 月から平成 30 年 12 月) の固化・安定化処理にかかる運転が原子力規制委員会

により認められた後、立地自治体、周辺自治体の立入調査等を経て、平成 26 年 4 月 28 日にプルトニウム転換技術開発施設におけるプルトニウム溶液の混合転換処理運転を再開した。ガラス固化技術開発施設における高レベル放射性廃液のガラス固化処理運転については、平成 27 年度中に再開する予定である。

- 新潟県中越沖地震後の耐震安全評価に係る取組として、東海再処理施設では、平成 19 年 5 月以降再処理運転を計画的に停止し、発電用原子炉の耐震指針改訂を踏まえた耐震バックチェック評価（平成 18 年度～平成 22 年度）及び耐震性向上工事（平成 20 年度～平成 24 年度）を優先して実施した。
- 東海再処理施設では、平成 23 年 3 月の東北地方太平洋沖地震及び東京電力福島第一原子力発電所事故等を踏まえ、施設の安全強化に係る以下の取組を平成 23 年度～平成 26 年度にかけて実施した。
  - ・ 全交流電源喪失に対する安全強化として、研究所内の高台に移動式発電機及び電源ケーブルを配備するとともに、緊急電源接続盤の上層階への移設や緊急用電源系統の整備を行った。このほか非常用発電機用燃料貯蔵設備の増強、専用ポンプ車の配備、工程監視及び放射線監視のための電源やケーブルの整備等を行った。
  - ・ 津波に対する安全強化として、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、分離精製工場（MP）、ガラス固化技術開発施設（TVF）、分析所（CB）等の浸水防止対策工事を完了した。
  - ・ 東北地方太平洋沖地震により放射性物質を取り扱う施設への安全上の影響は認められなかったものの、施設の設計用地震動を上回る地震動を観測したことから、東海再処理施設の健全性に係る詳細な点検・評価を平成 23 年度～平成 25 年度にかけて実施し、健全性に問題がないことを確認した。

## (2) 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発

### 【中期計画】

原子力エネルギー利用の多様化として、温室効果ガスを排出しない熱源として水素製造等における熱需要に応えることができるように、高温ガス炉高性能化技術及び水の熱分解による革新的水素製造技術の研究開発を行う。

高温工学試験研究炉（HTTR）を用いて、安全性実証試験、核熱供給試験等を実施し、限界性能データ等の取得により高温ガス炉水素製造システムの安全設計方針を策定する。併せて、小型高温ガス炉の概念設計により、システム設計の妥当性、炉心核熱流動設計の妥当性、プラント補助設備等の技術的成立性を示す。

IS プロセスの実用装置材料を用いた反応器について、実環境（腐食性環境、高圧環境）に耐える機器・設備を開発し、健全性を確認する。また、水素製造効率40%を可能とするプロセスデータを充足する。

平成 25 年度（2013 年度）に、上述の技術目標の達成度に関する評価結果と実用化計画において実証炉の基本設計以降を実施する主体の存在の有無により、原子力水素製造（HTTR-IS）試験計画への移行の可否について判断を受ける。

### 《中期実績》

- 高温工学試験研究炉（HTTR）については、平成 22 年度に、安全性実証試験として、熱出力 9MW での炉心流量喪失試験を実施した。試験及び解析評価から、制御棒を挿入しなくともドップラー効果により原子炉出力が低下し、ほぼ零に近い安定な状態に自然に落ち着くこと、炉心の高い熱伝導性及び低い発熱密度を活かした設計により炉心は有効に冷却され、燃料温度の過度の上昇がないことなど高温ガス炉の安全上の優れた特性を確認した。また、試験結果について、HTTR の安全解析コードを用いて、最適な炉心有効熱伝導率条件で再現性を確認する解析を行い、再臨界後の出力ピークの出現時間をほぼ再現できることを確認した。

東北地方太平洋沖地震の発生後、直ちに HTTR の全ての設備・機器を対象に目視による点検や絶縁抵抗測定を行った結果、安全上問題はないことを確認した。また、地震応答解析等を用いた施設の健全性に関する総合評価について報告書を平成 24 年 9 月 7 日に規制当局へ提出し、規制当局への説明を完了した。さらに、規制当局から再稼働の条件として求められた、震災により発生したことが否定できない幅 1mm 未満のひび割れについての補修を完了するとともに、HTTR 施設の整備・保守を行い、停止中においても毎年必要となる機能維持に係る施設定期検査を受検し合格している。

平成 25 年 12 月の新規制基準施行を受け、新規制基準への適合性確認を行い、設置変更許可申請書を作成し、平成 26 年 11 月 26 日に規制当局へ提出し審査を受けている。特に、新規制基準で新たに制定された設計基準事故を超える事故

を自主的に想定し、防災訓練として実働の対応訓練を実施し、手順等が妥当であることを確認した。また、原子炉は起動せずにガス循環機の入熱により系統の温度を上昇させて行うコールド試験を実施し、原子炉入口温度に外乱を与え、原子炉出口温度、炉床部構造材温度等のプラントの温度応答データを取得した。これにより、炉床部構造物の温度解析モデルの検証を行い、他の HTTR 試験データで検証した炉心動特性解析モデルと合わせて、熱利用系での異常時に原子炉通常運転の逸脱が無いことを解析的に確認し、核熱供給試験の当初目標を達成した。

高温ガス炉水素製造システムの安全設計については、原子炉施設への水素製造施設の接続に当たり、可燃性ガスの火災・爆発及び有毒ガス侵入に対する原子炉施設の安全確保が必要であること、並びに、水素製造施設に原子炉等規制法でなく高圧ガス保安法を適応し、一般産業施設としての設計・製作と建設を可能とする条件として、水素製造施設に放射性物質が移行しないこと及び水素製造施設の状態によらず原子炉の通常運転が継続可能であることを明らかにし、安全設計方針の原案をまとめた。また、HTTR に熱化学水素製造法である IS プロセスを接続した HTTR-IS 施設を対象として、これらの安全設計方針の成立性を確認した。さらに、福島第一原子力発電所事故を受けて、高温ガス炉水素製造システムの原子炉に関する安全設計方針の見直しを行った。

作成した原案を学術的な視点から技術的かつ公平に評価を受けることを目的とした外部委員会の設立に向けた活動を主導した。これを受けて日本原子力学会が設立した国内の有識者から構成される「高温ガス炉の安全設計方針」研究専門委員会において、平成 25 年度より 2 年間で安全設計方針の原案の評価を受け、HTTR を用いた安全性実証試験、核熱供給試験等で取得した限界性能データ等に基づく高温ガス炉水素製造システムの安全設計方針の策定を完了した。策定した高温ガス炉の安全設計方針を、平成 27 年度に IAEA の研究協力計画 (CRP) において提案し、各国の安全設計方針との比較・検討を行い、国際標準化を図る計画である。

- 小型高温ガス炉設計については、高温ガス炉の世界展開を念頭に、商用化に向けて性能向上及びコスト低減を図りつつ、高い先進性を有する小型高温ガス炉の概念設計を行った。まず、750℃のヘリウムガスで、蒸気タービン発電、地域暖房、プロセス蒸気供給等が可能な原子炉出力 50MW 規模の先進的小型高温ガス炉システムの基本仕様を決定し、系統設計を実施した。次に、炉心核熱設計を実施し、HTTR と比較して、1.4 倍の高出力密度化及び 1/4 の濃縮度種類数への低減を行った。さらに、プラント設計を実施し、熱放射、水の自然循環等により受動的に炉心の崩壊熱を除去できる (i) 炉容器冷却設備の受動化、(ii) 中間熱交換器の熱交換量の増加 (HTTR の 2 倍の 20MW)、(iii) 配置検討等を完了した。これらに加えて、小型高温ガス炉にとって最も厳しくなる 1 次系

配管破断事故の安全性評価を実施し、最も厳しい事故時にも小型高温ガス炉の安全性が担保できることを示した。以上により、小型高温ガス炉の技術的成立性を確認し、これらを5つの設計検討書（小型高温ガス炉の概念設計（I～V）、JAEA-Technology 2011-013、2012-017、2012-019、2013-016 及び 2013-017）としてまとめ、小型高温ガス炉の概念設計を完了した。

- 熱化学水素製造法である IS プロセスについては、実環境（腐食性環境及び高圧環境）に耐える実用装置材料を用いた機器・設備を開発し、健全性を確認した。

水素の原料である水を供給してヨウ化水素酸と硫酸を生成するブンゼン反応器については、ヨウ化水素酸及び硫酸の混合溶液の実環境に耐える装置材料として、商用化学プラントで技術的に実績があり、かつ、安価な高耐食性の被覆材（フッ素系樹脂（テフロン）被覆材及びガラス被覆材）を採用した機器を製作し、実環境を模擬した熱サイクル試験を行い、耐食フッ素樹脂被覆の剥離の有無等についてデータを取得して健全性を確認した。

硫酸分解用の反応器については、高温硫酸(800℃以上)の実環境に耐える装置材料として炭化ケイ素(SiC)を反応部に用いた硫酸分解器を製作して運転を行い、SiC 製のサーベイランス試験片による腐食速度等の評価を行い、健全性を確認した。

ヨウ化水素分解用の機器については、高温ヨウ化水素分解環境(400℃以上)に耐える装置材料として、Ni 基耐食合金を反応部に用いたヨウ化水素分解器を製作して運転を行い、Ni 基耐食合金製のサーベイランス試験片による腐食速度等の評価を行い、健全性を確認した。

また、これまでに蓄積してきた各種材料の耐食性、機器製作の知見を基に、実用装置材料を用いた機器による連続水素製造試験装置の建設を平成 25 年度に完了し、機器動作確認、気密機能及びガス流通機能の確認並びに液流動及び加熱・冷却などの基本機能を平成 26 年度に確認した。IS プロセスの連続水素製造試験に関し、韓国及び中国は同様の試験を進めており、本試験は技術的優位性を確保する上で意義がある。開発途上国における実用化を目標とした小型高温ガス炉の概念設計を実施し、技術的成立性を示したことは、将来の実用化の可能性等の判断に資するものである。

- ヨウ化水素の分解工程のエネルギー低減に重要なヨウ化水素濃縮膜について、濃縮エネルギーの温度依存性、ヨウ化水素濃縮特性に及ぼす不純物(微量硫酸)の影響及び溶液組成の影響に関するデータの取得並びにこれらのプロセスデータの定式化及びプロセス解析コードへの組み込みを行い、ヨウ化水素濃縮膜の操作条件を熱物質収支の解析により評価できるようにして、水素製造効率に関するプロセスデータの充足を達成した。

○ 平成 25 年度に、外部有識者から成る高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会により、今後の研究開発の在り方について事前評価を受けた。その結果、「原子力エネルギーにより熱需要に応えるという目標は重要であり、高温ガス炉とこれによる水素製造技術を我が国が持つことが必要である。そのため、HTTR を用いた研究開発を継続すべきである。」との評価結果が示されるとともに、研究開発の意義及び進め方について適切と評価された。また、HTTR と熱利用施設の接続試験（HTTR に IS プロセスによる水素製造施設のみを接続する場合は、特に、HTTR-IS 試験と呼ぶ）については、水素社会への我が国の対応状況に即し、第 3 期中長期計画中に HTTR-IS 試験を実施することを含め、速やかな取組が必要であるとの評価結果が示された。

○ 民間企業や大学等との連携（産学連携）

- ・ 水素利用について、将来のエンドユーザー獲得に向け、(社)日本鉄鋼協会のグリーンエネルギー製鉄研究会及び炭素循環製鉄研究会において、産学と連携して高温ガス炉による水素を利用した製鉄システム案を作成し、この成果は研究会の報告書に掲載された(グリーンエネルギーの製造と製鉄への有効利用(平成 24 年 3 月)、炭素循環製鉄の展開(平成 27 年 2 月))。
- ・ 原子力関連メーカーの意向を受け、原子力エネルギー基盤連携センターに設置した特別グループ等において、当該メーカーと共同で研究開発を進めた。国産の高品質黒鉛を商用高温ガス炉へ展開するため、黒鉛・炭素挙動評価特別グループにおいて、東洋炭素(株)と共同で原子力用黒鉛の照射データ取得及び照射クリープ評価モデルの開発を進めた。また、高温ガス炉要素技術開発特別グループにおいて、三菱重工業(株)と共同して、東京電力福島第一原子力発電所事故以降の社会情勢の変化を考慮し、より安全性に重点を置いた蒸気タービン発電小型実用高温ガス炉システムの設計概念を構築し、国内外で活動成果を発信する機会を創出することができた。

○ 外部資金

- ・ HTTR を用いて強制冷却喪失時の革新炉の安全研究を行う経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)の LOFC(Loss of forced cooling)プロジェクトが、平成 23 年 3 月に開始された。平成 27 年度末までの予定で全交流電源喪失を模擬する試験等を実施する計画である。
- ・ 平成 22 年から平成 24 年にかけて、米国ゼネラルアトミックス社を介して、アイダホ国立研究所(INL)から HTTR のトリチウム移行挙動に関する受託研究を完遂した。
- ・ IS プロセスに関する研究開発として、高温ガス炉に比べ低温(約 650℃)の太陽熱に IS プロセスを適用させるための要素技術開発の受託研究を産学と連携して進めた。本受託研究は、平成 25 年 7 月より平成 26 年 6 月まで(独)科



学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発（ALCA）研究領域エネルギーキャリアの研究課題として実施され、平成 27 年 7 月からは内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）エネルギーキャリアの研究課題として平成 30 年度まで実施される計画である。

- JST の国家課題対応型研究開発推進事業（原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ）の研究課題として採択された高温ガス炉の空気侵入事故時における安全性を向上する革新的燃料要素開発の受託研究を、平成 26 年 9 月より平成 28 年度までの計画で、産学と連携して進めた。また、原子力安全研究協会の国家課題対応型研究開発推進事業（原子力システム研究開発事業）の再委託として、平成 26 年 10 月より平成 29 年度までの計画で、プルトニウム燃焼高温ガス炉の研究開発に関して、照射時の破損率を低減し核セキュリティの観点からも優れるセキュリティ強化型安全燃料開発の受託研究を産学と連携して進めた（総括代表：東京大学）。

#### ○ 国際協力

日本の高温ガス炉技術を国際標準とするために、以下の二国間協力及び国際機関の活用を通じた国際協力を推進し、動的安全設備に依存しない安全基準及び日本の技術が採用される燃料・材料等の設計基準を国際標準化していくための足掛かりを築いた。

- 米国との協力においては、協力を促進するため、平成 26 年 6 月に米国エネルギー省(DOE)及び INL と高温ガス炉研究開発に関する協力のためのプロジェクト取決めを締結した。
- インドネシアとの協力においては、高温ガス炉建設に向けての技術的協力の要請を受け、インドネシア原子力庁(BATAN)と平成 26 年 8 月に高温ガス炉の研究開発に関する実施取決めの附属書を締結し、協力のための枠組みの整備及び技術協力の内容について協議を開始した。また、BATAN の高温ガス炉（試験炉・実証炉）の予備工学設計の受注に向けて、平成 26 年に国内民間企業との協力を開始した。
- カザフスタンとの協力においては、カザフスタン高温ガス炉の技術支援のため、平成 24 年にカザフスタン原子力技術安全センターと安全研究協力に関する実施取決めを締結するとともに、平成 25 年にカザフスタン国立原子力センターと将来の原子力エネルギー・産業創生に関する研究開発協力のための覚書を調印した。また、アルファラビカザフ国立大学（カザフ大）との間で進めてきた講師派遣を、平成 22 年から平成 25 年まで引き続き実施し、高温ガス炉技術を含めた原子力人材育成支援に貢献した。また、平成 25 年よりカザフ大との間で耐酸化黒鉛の基礎的特性に関する共同研究を開始し、平成 25 年にカザフ大の予算で試験装置を整備し、水蒸気による耐酸化試験を進めている。
- 国際科学技術センター（ISTC）の枠組みのもとで進めてきたカザフスタン核

物理研究所（INP）が所有する研究炉（水冷却炉及び WWR-K 炉）を用いた高燃焼度化対応燃料の照射試験を完了し、今後、照射後試験を行う計画である。また、炉心構造材に用いる耐酸化黒鉛の開発を行うため、ISTC パートナープロジェクトの契約を平成 25 年 8 月に締結し、WWR-K 炉を用いた照射試験を進めている。

- 韓国との協力においては、原子力の平和利用分野における協力のための取決めに基づき、韓国原子力研究所との間で、平成 22 年、平成 25 年及び平成 26 年に情報交換会議を実施した。また、日本学術振興会の二国間交流事業として、平成 20 年 7 月から平成 23 年 3 月まで「C/C 複合材料（高強度炭素繊維で補強された炭素複合材料）の VHTR（超高温ガス炉）適用のための特性評価」に関する共同研究を実施した。
- OECD/NEA の国際プロジェクトとして実施している LOFC 試験が、日本、米国、仏国、ドイツ、英国、韓国、ハンガリー及びチェコの参画のもとで開始され、平成 22 年 12 月に HTTR を用いて原子炉出力 9MW からの炉心流量喪失試験を外部資金により実施した。その後、HTTR は震災により停止しているが、参加国から HTTR を用いた試験の早期再開を要請されるとともに、プロジェクト期間を平成 27 年度末まで延長することが決定された。
- IAEA との協力においては、平成 26 年 2 月に、国際標準となる高温ガス炉の安全要件を検討する新たな協力研究計画（CRP）の契約を締結した。
- 第四世代原子力システム国際フォーラム（GIF）の超高温ガス炉（VHTR）に関し、水素製造プロジェクトにおいて、IS プロセスの装置材料腐食試験に関する共同研究を主導的に進め、その成果を報告書に取りまとめた。また、材料プロジェクトにおいて、平成 22 年 4 月に材料に関するプロジェクト取決めが発効し、材料ハンドブックデータベースの構築を進めた。さらに、燃料・燃料サイクルプロジェクトにおいて、平成 26 年 1 月にプロジェクト修正取決めが発効し、EU 及び米国の照射試験炉を利用した共同照射・照射後試験及び各国の燃料挙動モデルの比較評価等を進めた。

○ 今中期目標期間では、査読付論文を 146 件公開した。また、26 件の特許登録を完了し知的財産化を図った。

○ 文部科学省の原子力科学技術委員会の下に「高温ガス炉技術研究開発作業部会」が設置され、HTTR を中心とした高温ガス炉技術に関する研究開発の今後の進め方について議論が行われた。中間取りまとめである「高温ガス炉技術開発に係る今後の研究開発の進め方について（平成 26 年 9 月）」では、主に水素製造を含む多様な熱利用が可能な出口冷却材温度 950℃の高温ガス炉システム、かつ、蒸気タービンよりも安全性、経済性及び熱効率の向上が期待されるガスタービンシステムの熱電併産高温ガス炉システムを当面の将来像として設定し、

このシステムの実現のために今後 10 年を目処として機構が HTTR を用いて行う具体的な研究開発課題として、(1) 高温ガス炉固有の技術に関する研究開発、(2) 熱利用技術（水素製造技術、ガスタービン発電技術及び高温ガス炉との接続技術）に関する研究開発、(3) 安全性向上を目指した技術開発に係る課題が明記された。特に、高温ガス炉を用いたガスタービン発電技術及び水素製造技術の確証が必要であり、HTTR と熱利用施設の接続試験に向けては、2 年後を目安に研究開発の進捗状況について外部委員会の評価を受け、熱利用施設を HTTR へ接続する建設工事に向けての判断を得ることが記された。

- 機構の研究開発課題評価委員会である高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会による、第 2 期中期計画で実施した高温ガス炉高性能化技術及び革新的水素製造技術の事後評価を受け、震災の影響で出力運転での核熱供給試験が実施できなかったが、ガス循環機入熱によるコールド試験を実施すること、当初計画になかった連続水素製造試験装置の整備及び工程別試験を実施することから、総合評価として A 評価を受けた。また、第 3 期中長期計画案は妥当との評価を受けるとともに、以下のコメントを受けた（平成 26 年度）。
  - ・ HTTR に核熱利用システムを接続した試験による経済性実証が一般社会に理解を深めてもらうカギだと考える。HTTR 改造工事のコスト及びガスタービンの製造コストが明確になるよう設計を進め、開発の全体計画を提示すべきと考える。
  - ・ 高温ガス炉建設技術の継承のため、リードプラント建設に向けた取組を一層推進することが重要である。リードプラント建設に向けた計画の立案を数年内に立て、建設実現に積極的に取り組むことが望まれる。
  - ・ IS プロセス水素製造技術開発について、今後は、小型化、高収率化などの検討に努め、その検討成果を早いうちからこまめに世の中に発信することが、他の種々の水素製造方法の中での一定のポジションを獲得するためにも必要と思われる。
  - ・ IS プロセス水素製造技術について、高温ガス炉発電＋アルカリ水電解等に比べて優位性を明らかにしてほしい。
  - ・ 文科省の設ける協議会を活用し、産業界との連携により、技術の開発と移管移転を効率的に短期間でできるようにしてほしい。
  - ・ 高温ガス炉や水素製造技術に関する知的財産戦略を進めてほしい。

### (3) 原子力基礎工学研究

#### 【中期計画】

我が国の原子力研究開発の科学技術基盤を維持・強化し、新たな原子力利用技術を創出する。そのため、産学官連携の研究ネットワークを形成するなどして、産業界等のニーズを踏まえつつ、適切に研究開発を進める。

#### 《中期実績》

- 原子力基礎工学研究では、核工学・炉工学研究を始めとする7つの分野において、原子力研究開発の科学技術基盤を維持・強化し、新たな原子力利用技術を創出するとの方針の下に、産業界等のニーズを踏まえつつ、共通的科学技術の基盤となるデータベースや計算コード等の技術体系の整備と、その基盤に立脚した新たな原子力利用技術の創出を進めた。
- 原子力研究開発の基盤形成においては、年度計画に基づいた研究開発を着実に実施し、中期計画を達成した。研究成果については学会及び学術誌への発表を促すとともに、優れた成果については学協会賞等への推薦を行った。文部科学大臣表彰3件を始め49件の学会賞等を受賞し、学協会から高い評価を得る基盤的成果を創出した。この内、若手研究者を対象とした受賞も14件あり、次代を担う優れた基礎基盤研究者を育成している。特に、「ラジオリシス反応解析に基づいた福島第一原発使用済み燃料プールへのヒドラジン注入効果の提示」などの東京電力福島第一原子力発電所事故への対応に関する成果において7件受賞した。
- 基礎研究は研究者の自由な発想が重要との認識の下、プロジェクト研究との違いも意識しつつ、研究者のモチベーション向上や将来の原子力研究を牽引できる若手研究者の育成に組織的に取り組んだ。原子力基礎工学研究センターでは、海外の重要な実験研究にタイムリーに参加して経験を積めるよう独自の海外派遣を実施するとともに、若手研究者に対し積極的な国際会議での発表等を奨励した。シニア研究者の技術・知見を若手研究者へ継承するとともに、若手研究者への論文作成指導などの人材育成に再雇用嘱託者の活用を図った。また、東北大学との包括協定締結(平成26年3月28日)による福島基盤研究の強化と研究人材育成など、国内外の大学や研究機関等とのネットワーク形成に努め、研究交流の活性化を図っている。
- さらに、原子力基礎工学研究センターでは、研究開発・技術開発人材の他組織への供給源となることを目指し、人事部と連携し、新入職員を基礎的知見と技術の両方を有する人材として育成し、他部門又は拠点に送り出す取組を行っ

ている。平成 23 年度から平成 26 年度までに、7 名の新入職員を受け入れるとともに、平成 23 年度に受け入れた 1 名を平成 26 年度から核不拡散・核セキュリティ総合支援センターへ送り出した。

- 人材マネジメントとして、核セキュリティ分野の技術開発に関する国際貢献の強化を図るため、平成 26 年 7 月に核不拡散・核セキュリティ総合支援センターへ 2 名を異動させるとともに、平成 27 年度当初からの保障措置分析に関わる原子力規制庁への技術支援強化に向けて、安全研究センターへ 5 名を異動させることとした。
- 文部科学省の「群分離・核変換技術評価作業部会」に臨むに当たり、この分野における機構全体としての研究開発の進め方を作業部会に対して示すために、原子力基礎工学研究センターが中心となり、機構横断的に既存施設の有効利用と新規施設の戦略的な整備等を含む今後の研究開発のロードマップについて検討するタスクフォースを設けた。この検討結果に基づき同作業部会に今後の研究開発のロードマップを提示した結果、同作業部会において「概念開発段階から原理実証段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、工学規模の次のステージに移行することが適当である。」等との評価を受けた。この評価結果は、エネルギー基本計画に反映された。並行して、この分野の研究開発の推進に当たり、研究を主体的に進める研究センター（原子力基礎工学研究センター）と研究施設の管理・運転を担当する研究拠点（原子力科学研究所）との間で意見交換会を開催し、さらに、燃料サイクル安全工学研究施設のバックエンド研究施設（NUCEF/BECKY）を中心としたホットラボの利用計画との整合性確保や、原子炉施設として整備を計画する核変換物理実験施設の新規制基準対応などの課題についてタスクフォースを設けて検討して、緊密な連携を図った。また、外部資金（文部科学省公募事業の原子力システム研究開発事業）を獲得した。さらに、平成 26 年度には、原子力科学研究所内に分離核変換研究の進め方を検討するタスクフォースを設け、原子力基礎工学研究センターが中心となって、原子力科学研究所及び J-PARC センターと連携して、ロードマップの精査、研究に必要な施設の建設計画、資源等の検討を行うとともに、高速炉研究開発部門との連携についても検討を行い、その結果を第 3 期中長期計画に反映した。
- 原子力基礎工学研究推進の中核を担う原子力基礎工学研究センターでは、東京電力福島第一原子力発電所事故以降の研究の方向性として、①福島基盤技術、②軽水炉基盤技術及び③バックエンド基盤技術の開発を優先度の高い研究開発項目とすることで出口を明確化し、機構内の他部署における課題解決への協力、国や産業界との共同研究や受託研究等を通して連携を強化した。

- 福島基盤技術に関する研究では、基礎基盤研究者が東京電力福島第一原子力発電所事故に関する問題解決のために、本来業務の延長又は福島技術開発関連部署の兼務者として支援に当たった。震災直後においては、震災復旧・東京電力福島第一原子力発電所事故対応と基礎基盤研究とを並行して進めるため、これまでに蓄積した基礎基盤的技術の移転や経験、知見等を考慮した人的資源の適切な配置等の研究開発管理を行った。また、平成 26 年度に、機構改革の組織再編計画を踏まえ、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた基礎研究を強化するための体制、人員等に関して原子力科学研究所と連携して検討し、平成 26 年度から原子力基礎工学研究センターに福島基盤技術ユニットを設置し、東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等を円滑に進めるための基礎基盤研究の実施に協力した。さらに、第 3 期中長期計画に向けて、福島技術基盤ユニットを発展的に解消し、一部を福島研究開発部門の廃炉国際共同研究センター(平成 27 年度設置)への人材提供と、基礎基盤研究の重要ミッションの一つとなる軽水炉安全技術の高度化に対応した原子力基礎工学研究センターに軽水炉基盤技術開発ディビジョンの設置を進め、第 3 期中長期計画の体制を整備した。

茨城県北部の褐色森林土の落葉広葉樹林における落葉層から土壌への放射性セシウムの移動メカニズム、移動量及びそれらの時間変化を平成 23 年 5 月から 2 年以上に及ぶ連続観測により初めて解明した。落葉層にあった放射性セシウムの大部分は土壌表層(0cm から 5cm)に移行したが、その後、土壌中を移動する割合はごく僅かであることを示した。今後、福島県山間部の約 7 割を占める褐色森林土における放射性セシウムの移動の実態解明、将来予測につながるものが期待される成果である(平成 25 年 10 月プレス発表)。本成果は、NHK、読売新聞、毎日新聞、朝日新聞、共同通信等を通じて報道された。更にこの研究を進めるとともに、福島環境安全センターの福島長期環境動態研究 F-TRACE 等に反映させるため結果を取りまとめた。

さらに、環境汚染核種のガンマ線に対する家屋による遮蔽効果について、福島県内の建物調査結果に基づき、日常生活で滞在する住宅、学校、病院等の建物の特徴を考慮したモデルを用いて、粒子・重イオン輸送計算コード PHITS を用い建物の遮蔽効果を評価した(平成 26 年 3 月プレス発表)。評価結果を取りまとめ、日本の住宅、学校、病院等の建物の特徴を反映し、通常的生活を想定した線量低減効果データを整備した。本成果は、住民帰還へ向けた被ばく線量レベルの予測、被ばく低減対策等への活用が期待される成果であり、内閣府原子力被災者生活支援チームの委託調査で利用された(平成 27 年 3 月)。また本成果は、NHK 福島、福島民報、福島民友、電気新聞、朝日新聞、日経産業新聞、読売新聞、日刊工業新聞及び原子力産業新聞を通じて報道された。加えて平成 26 年度には、家屋内の線量低減効果に対する周辺斜面の影響を評価した。今後、帰還に当たっての住民等の被ばく線量予測データへの活用が期待される。

また、世界版緊急時環境線量情報予測システム WSPEEDI 第 2 版 (WSPEEDI-II) の計算結果とモニタリングデータを用いた放射性物質の大気放出量推定に関連する原子力基礎工学研究センター所属職員が筆頭著者である論文（以下「筆頭著者論文」）が、世界気象機関 (WMO) の東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染評価等に利用された。

さらに、事故時の原子炉内の放射性物質の推定量、大気及び海洋に放出された放射性物質の放出量のデータとして、学術誌等で公表された 8 編の筆頭著者論文のデータが、国連科学委員会 (UNSCEAR) による東京電力福島第一原子力発電所事故の環境影響及び被ばく線量の評価に利用された。大気中に放出された放射性物質の大気放出量の推定データと推定結果に基づく大気拡散シミュレーションによる放射性物質の濃度分布推定結果は、測定データがない地点の放射性物質の濃度、それに基づく被ばく線量評価に活用された。

WSPEEDI-II の計算結果とモニタリングデータを用いた放射性物質の大気放出量推定に関連する筆頭著者論文 3 報は、平成 27 年 3 月末時点での総被引用論文数は 334 報（第 1 報：233、第 2 報：41、第 3 報：60）と国内外の様々な研究に活用された。平成 26 年度においては、初期被ばく評価のための大気中放射性物質濃度及び沈着量の再構築に用いる放出源情報を詳細に推定し、論文で発表した。この放出源情報及び拡散解析結果は、NHK スペシャル（平成 26 年 12 月 21 日放映）で取り上げられ大きな反響があり、東京大学等から拡散解析結果の提供申込みがあった。

原子力規制庁からの委託事業「東京電力福島第一原子力発電所事故による環境モニタリング等データベースの構築」の一環として、放射線量等の観測結果データベース (DB) の構築及び分布マップ公開に協力した。分布マップはピーク時には約 10 万人/日が閲覧するなど国民の高い関心に応えた。さらに、得られたデータ管理の知見を国際的に展開すべく、IAEA が主導する国際協力研究事業（食糧・農業に影響を及ぼす原子力災害への対策）に「食糧・農業モニタリングデータの収集、管理及び提供のためのソフトウェアプラットフォームの研究開発」を提案し、採択された。現在 8 か国の原子力研究機関に分散構築されている DB 間のデータ交換、データ共有に向けた取組が進められている。

- 軽水炉基盤技術に関する研究については、民間・産業界からの研究者が機構内において機構職員と同等の身分を有し、必要なインフラ、施設・装置を利用して共同で研究開発を行うことが可能な原子力エネルギー基盤連携センターの仕組みを活用し、東京電力福島第一原子力発電所事故以降の軽水炉の安全対策強化のための水素安全対策高度化及び過酷事故 (SA) 時の燃料破損・熔融過程解析手法高度化に関する資源エネルギー庁の公募研究を進めた。また、産業界のニーズを踏まえた役割分担と協力関係を築き、燃料プール安全性、廃炉時廃棄物評価、国産コード整備等に関して、更なる外部資金の獲得を進めた。

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

加えて、エマルションフロー法による有価物回収においては、従来法での処理速度・装置サイズ・経済面での課題を解決し、実用に向けて実証段階に進めた（平成 26 年 5 月及び平成 26 年 10 月プレス発表）。従来法では商業ベースに乗らないレアメタルのリサイクルが、エマルションフロー法の登場によって大きく前進し、複数の企業において実証プラントが建設（平成 26 年 9 月 2 日付け日本経済新聞ほか、多数の新聞で報道される。）されている。また、レアメタル資源再生技術研究会にエマルションフロー分科会が発足するとともに、エマルションフロー法の特許（複数件）を 8 社に対し実施許諾するなど、今後、産業界における活用が大きく期待される。

- 機構内の関係部署から要請に応じて、高速増殖炉サイクルの実用化研究開発における被覆管材料技術の開発、人形峠環境技術センターのバックエンド対策等へ協力した。また、材料試験炉（JMTR）などで発見された配管からの廃液漏えいトラブル、J-PARC ハドロン実験施設からの放射性物質の放出事故や「もんじゅ」周辺破砕帯内の地質学的調査に対して協力し、国などへの報告資料作成等に貢献した。計算科学技術研究においては、高温工学試験研究炉や核燃料サイクル工学研究所再処理施設等を対象に耐震評価解析を実施し、一部のデータは、東北地方太平洋沖地震後の機構内施設の耐震性評価の妥当性を裏付けるデータとして活用された。また、高速データ処理技術では、J-PARC の 100GB 規模のデータ処理について従来 2.5 日を要していた処理時間を 10 分に短縮するなど実験解析の大幅な効率化に貢献した。

- 産業界との共同研究 61 件、大学等との共同研究 167 件及び産業界からの受託



研究 59 件を実施し、産学との連携を促進した。

また、文部科学省、経済産業省資源エネルギー庁等の国からの受託事業 169 件を実施し、国の施策に貢献した。

- 原子力基礎工学研究センター内の研究員には「我が国における原子力の中央研究所としての役割を果たす」という意識付けを行い、基礎基盤的成果の社会への反映に努めさせた。特に、原子力基礎工学研究分野において開発しているプログラム等の機構外での利用を拡大するために、講習会の開催や要望に応じた迅速なプログラム提供開始等によりユーザーの拡大に取り組んだ。汎用的な粒子・重イオン輸送計算コード PHITS については、講習会の開催などによりユーザーの拡大に努めた結果、平成 23 年度から平成 26 年度における「コンピュータプログラム等管理規程」に基づく機構外へのプログラムの提供件数の総数は 1157 件となった。また、PHITS を含めた原子力基礎工学研究において開発されたプログラム等の機構外への提供件数は 1598 件と、機構全体 (1785 件) の約 9 割を占めた。
- CT 撮影における被ばく線量を評価するために平成 24 年度に (独) 放射線医学総合研究所及び大分県立看護科学大学と共同で開発した Web システム WAZA-ARI について、患者の年齢や体格をより綿密に考慮した被ばく線量の計算を可能とする機能等を新たに追加し WAZA-ARI v2 として完成させた。この WAZA-ARI v2 の本格運用を、平成 27 年 1 月から (独) 放射線医学総合研究所サーバーで開始した (平成 27 年 1 月プレス発表)。
- 中性子校正場に混在する目的外放射線評価手法の開発では、高エネルギー準単色中性子校正場における目的外中性子及び混在光子の寄与割合の測定・評価手法を確立した。特に、校正場の目的外中性子の評価では、測定下限エネルギーを従来の約 1/2 に引き下げることに成功した。この校正場の目的外中性子の測定・評価手法は、(独) 産業技術総合研究所が構築中の高エネルギー準単色中性子校正場の不確かさ評価に採用され、国家標準化へ貢献するものである。
- 国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007 年基本勧告に基づく外部被ばく線量係数 DB が ICRP の DB 開発に反映、窒化物燃料に関する熱物性その他の物性データは経済協力開発機構/原子力機関 (OECD/NEA) における国際汎用熱力学 DB に採用されるなど、国際機関における DB 構築に大きく貢献した。
- 研究の進捗及び社会のニーズの変化に対応して、研究グループの統廃合、人員配置の見直しなどの整理統合を実施し、研究開発を重点化しつつ、研究業務を効率化した。東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けた国民全般のニー

ズを意識し、同事故の復旧及び中長期措置に貢献する研究等に重点的に取り組んだ。また、文部科学省の「群分離・核変換技術評価作業部会」に適切に検討データを提供することで、「工学規模の次のステージに移行することが適当である。」との評価を得て第3期中長期計画への道筋をつけるとともに、予算や人員配置の見直し等の組織改編を図りつつ、放射性廃棄物の減容化・有害度低減に資する分離変換技術の開発ユニットを原子力基礎工学研究センターに設置するなど、柔軟な研究開発の整理統合と重点化を行った。

- 査読付論文総数は1036報であり、Science(IF: 31.477)、Physical Review Letters(IF: 7.943)などのインパクトファクター(IF)が3.0を超える学術誌への掲載論文数は162報(主著: 92報、共著: 70報)であった。
- 特許出願数は65件(国内36件、海外29件)であり、実施許諾契約数は12件であった。
- 「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づく研究開発課題評価を行うため機構の外部評価委員会として設置している原子力基礎工学研究・評価委員会において、平成24年12月に中間評価、平成26年12月に事後評価及び事前評価を受けた。事後評価において、中期計画達成と東京電力福島第一原子力発電所事故対応とを両立させた適切なマネジメントの下、極めて優れた成果やそれらによる波及効果が得られていることから、特に顕著な成果の創出が認められると評価できると評価された。また、同委員会から、日本の原子力の将来を考えると原子力基礎工学研究の継続は不可欠であり、各分野において国内外でリーダーとして活躍できる人材の育成を図るとともに、国内外の研究機関との連携の強化及び産業界との連携にも注力し、より一層の発展を期待するとの提言を受けた。これに対して、機構は、委員会の提言を踏まえて、ニーズ等の変化に柔軟に対応した人員配置、予算配分が可能な組織運営に努め、国内外との研究協力をより一層強化することを通じて、原子力を支える基礎基盤研究を体系的かつ継続的に強化し、国際的なイニシアチブを取れる研究活動や人材育成に努めることとした。
- 安全に関する取組に対して専従者1名を配置し、効率的・効果的な対応ができる体制としている。
- 安全を最優先とした取組として、安全管理上のリスクの高い事項を重点項目に定め、各部署において定期的に安全パトロールを実施し、リスク低減に努めた。また、原子力科学研究所に駐在する組織においては、新たに安全衛生管理統括者代理者を選任し、安全衛生管理統括者代理者連絡会議を新設して、安全

衛生管理並びに安全文化の醸成及び法令等の遵守活動に係る指示等の伝達方法の明確化及び職員等への指導・助言等の実行性の強化に取り組んだ。非常事態総合訓練では、初めて複数施設同時発災（原災法第10条及び第15条事象並びに人身事故）を想定した総合訓練を実施した。更に、情報共有及び事象の未然防止の観点で、過去に起きた事象の不適合事例集を新たにイントラ掲載するとともに、安全情報についても事象の分類なども追加した内容に整備した。

## 1) 核工学・炉工学研究

### 【中期計画】

加速器利用や核燃料サイクル等からのニーズに対応して、評価済み核データライブラリ JENDL のエネルギー範囲を拡張するとともに、大強度中性子ビーム等を適用した核データ測定技術を開発する。また、アクチノイド核種等に関する炉物理実験データベースを拡充するとともに、核熱設計や構造体内熱応力の評価のための解析システムを開発する。

原子力及び産業利用分野からの要求に対応して、中性子を利用した熱流動計測技術の応用範囲を拡大する。

### 《中期実績》

- 加速器利用や核燃料サイクル等からのニーズに対応して、高エネルギーでの計算の信頼性を高めた上で、評価済み核データライブラリ JENDL のエネルギー範囲を 20MeV から 200MeV に拡張した。この結果を JENDL-4.0/HE (約 120 核種) として完成した。拡張した評価済み核データライブラリは、今後、加速器利用施設における遮蔽計算や材料照射損傷予測計算への寄与が期待される成果である。

J-PARC に設置した中性子核反応測定装置 (ANNRI) を用いた大強度パルス中性子を適用可能とした核データ測定技術を開発した(第43回日本原子力学会賞技術開発賞受賞(平成23年3月))。この測定技術により、高比放射能核種キュリウム 244 (Cm-244) の測定に初めて成功(第45回日本原子力学会賞論文賞受賞(平成25年3月))するなど、マイナーアクチノイド (MA) 核種に適用することでその有用性を実証した。また、安定核種について、中性子共鳴ピークに多くの誤った同定があるという想定外の知見を得た。さらに、開発した核データ測定技術は、核変換技術開発で求められる MA 核種の核データ高精度化研究(原子力システム研究開発事業課題)に発展するとともに、ANNRI の宇宙核物理、分析分野等の一般利用への展開も図られている。

アクチノイド核種に関する高速炉臨界実験装置 (FCA) 臨界実験について解析することにより高速中性子体系におけるアクチノイド核種の積分実験データを

拡充した。系統的に変化させた中性子スペクトル場に対する臨界性に係る実験データについては、容易に解析計算との比較が可能な体系にモデル化(ベンチマーク化)し、ベンチマーク問題(信頼度や性能を比較するための問題)として経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)に提供した。

核熱設計のための解析システム開発では、核熱結合燃焼コードシステムMOSRAの開発に加え、連続エネルギーモンテカルロコードMVPに機能を追加し、動特性パラメータの評価を可能とするなど核・熱計算コードの機能を大きく強化し開発を完了した。また、構造体熱応力解析システムの開発を完了した。さらに、炉内熔融物の移行蓄積挙動解析コード開発にも着手した。核熱設計や構造体内熱応力の評価のための解析システムは、今後、燃料デブリの臨界管理への適用や燃料溶解落ち事象の詳細評価への貢献が期待される。

- 原子力及び産業利用分野からの要求に対応して、中性子を利用した熱流動計測技術を応用した液体金属流速度計測技術を開発し、液体金属の3次元速度測定を可能にした。この液体金属流速度計測技術の開発により日本混相流学会技術賞を受賞した(平成23年8月)。さらに、中性子計測に関する応用では、高速中性子直接問い合わせ法(FNDI法:特許技術)に基づいたウラン量非破壊測定装置を、人形峠環境技術センター内に設置し、特性試験を実施し、ドラム缶内に偏在しているウランを短時間で測定できることを実証した。今後、解体物などに含まれる核燃料物質の計量管理、また将来的にIAEA保障措置査察にも貢献することが期待できる成果である。
- 非破壊で粒子状の複雑な混合物中の核燃料物質を定量できる新たな非破壊測定法である中性子共鳴濃度分析法を原理実証した。中性子共鳴濃度分析法は、パルス中性子ビームを用いた中性子共鳴透過分析法による同位体定量と即発ガンマ線測定による混合物の同定技術を組み合わせた非破壊分析法である。今後、粒子状熔融燃料に含まれる核燃料物質の測定技術の向上にも貢献が期待される成果である(平成27年3月プレス発表)。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故への対応として、原子力基礎工学研究センターの公開ウェブサイトを通じ外部提供を行っている除染効果評価システムCDEについては、CDEの使い方の問い合わせ等の運用上の対応を実施し、フォローアップに努めた。公開以降の外部提供件数は、607件(平成25年度末提供件数:592件)となった。
- ベータ崩壊に対するテンソル力(核子間に働く力)の影響に関する研究「Impact of Tensor Force on  $\beta$  Decay of Magic and Semimagic Nuclei」が米国物理学会誌Physical Review Lettersに掲載された。この成果により、第

8回日本物理学会若手奨励賞（第15回核理論新人論文賞）を受賞した（平成26年3月）。

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

## 2) 照射材料科学研究

### 【中期計画】

軽水炉材料の応力腐食割れ挙動、高速炉や核融合炉材料の高照射量領域での力学的特性変化の評価に資するため、研究炉などによる加速試験条件と実炉条件の違いを考慮した材料劣化機構のモデルを構築する。再処理機器材料の腐食特性に対する微量不純物の分布の影響を明らかにし、耐食性改善方法を提示する。

### 《中期実績》

- 軽水炉材料の応力腐食割れ挙動、高速炉や核融合炉材料の高照射量領域での力学的特性変化の評価に資するため、炉内構造材料の照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 進展挙動等に及ぼす照射速度の影響について詳細実験により明らかにするとともに、原子論的手法とマクロな塑性変形モデルとを組み合わせた材料劣化機構モデルにより照射材特有の変形特性を再現し、超微細粒の高強度化機構を明らかにした。これらの成果により、日本機械学会奨励賞（平成24年4月）及び日本金属学会論文賞（平成26年9月）を受賞した。IASCC 進展挙動に及ぼす照射速度の影響評価結果は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格」の高度化等へつながる成果である。また、原子論的手法とマクロな塑性変形モデルとを組み合わせた材料劣化機構モデルは、高照射材の変形挙動評価へ応用が期待される。

再処理機器材料の粒界腐食特性に対する不純物元素のリンの分布状態の影響について実験と計算モデルを用いて、粒界不純物が不均一に分布すると最大粒界腐食深さが大きくなること明らかにした。この結果から、熱処理や粒界制御等により粒界不純物を均一に分布させることで耐食性を改善できるという耐食性改善方法を提示した。再処理機器材料の粒界腐食挙動を予測するために開発した3次元計算モデルは、材料の腐食機構解明や機器の腐食寿命の評価への反映が期待される。

- 東京電力福島第一原子力発電所における使用済み燃料プールや圧力容器/格納容器の腐食対応として、海水混入下でのジルカロイの腐食特性、ヒドラジンの脱酸素反応への放射線影響、窒素雰囲気にある格納容器内へのヒドラジン注入による腐食抑制効果評価等の腐食対策上有用なデータを提示し、現場対策の基盤的データとして活用された。この成果「ラジオリシス反応解析に基づいた福島第一原発使用済み燃料プールへのヒドラジン注入効果の提示」により、第46回日本原子力学会賞技術賞を受賞した(平成26年3月)。
- 「もんじゅ」からの要請に応じて、電子顕微鏡を用いた材料のマイクロ組織観察技術に基づいた「もんじゅ」周辺破砕帯内の岩石試料観察を行い、地質学的調査(粘土鉱物の形状や組成分析)に協力した。

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

### 3) アクチノイド・放射化学研究

#### 【中期計画】

MA含有燃料技術の基盤を形成するため、データベース作成に必要なMA含有物質系の熱物性データを取得する。湿式分離プロセス及び廃棄物処理プロセスの安全性向上のために、データベースを拡充する。溶液中の難分析長寿命核種の分析法や、放射性廃液浄化・有価物回収の新技术を開発する。

関係行政機関からの要請に基づき、保障措置技術に必要な環境試料中のPuやMOX粒子の同位体比分析法や粒子中のPuの精製時期推定法を開発する。

#### 《中期実績》

- マイナーアクチノイド(MA)含有燃料技術の基盤を形成するため、MA含有物質系の熱力学データ・熱物性・機械特性・照射後試験等の既存データを収集・整理し、実測データと併せて取りまとめ物性データベースを整備し、加速器駆動システム(ADS)燃料振る舞い評価及び乾式再処理プロセス開発に応用できるようにした。開発したデータベースにより、ADS燃料振る舞い解析コードの開発や照射試験計画の立案に着手できる体制を整備した。これらの成果により、日本原子力学会論文賞(平成24年3月)、技術賞(平成25年3月)及び文部科学大臣による若手科学者賞(平成26年4月)を受賞した。また、過酷事故模擬試験のデータ解析に応用できることから、ADSや軽水炉等の過渡時や過酷事故時の燃料挙動評価分野への波及効果が期待される。

湿式分離プロセス及び廃棄物処理プロセスの安全性向上のために、硝酸溶液

中のネプツニウム (Np) 及びプルトニウム (Pu) の原子価変化の温度依存性や硝酸濃度依存性を定量的に評価した。我が国の再処理関係の技術者及び研究者に広く利用されている「再処理プロセス・化学ハンドブック第2版」の改訂のため、外部有識者等で構成される検討委員会を設立し、改訂作業を行い「再処理プロセス・化学ハンドブック第3版」として取りまとめ公刊した。

開発したセレン (Se)-79、Cs-135、テクネチウム (Tc)-99、スズ (Sn)-126 及び Np-237 の汎用的な難分析長寿命核種分析法を実高レベル廃液試料等に適用し実用性を示した。特に、Np-237 の分析では、従来法に比べ測定時間を 1/4 に短縮できたことで、分析を高効率化し作業員の被ばくを低減できた。これまでは分析が困難であった長寿命核種の汎用的な分析法の確立によって、地層処分での安全評価の精度向上に大きく貢献したことを、電力事業者や処分法の検討を進めている機関等から高く評価された。

エマルションフロー法による放射性廃液浄化・有価物回収では、従来法での処理速度・装置サイズ・経済面での課題を解決し、実用に向けて実証段階に進めた (平成 26 年 5 月、平成 26 年 10 月プレス発表)。これまで商業ベースにのらないレアメタルのリサイクルが、エマルションフロー法の登場によって大きく前進し、複数の企業が実証プラントを建設 (平成 26 年 9 月 2 日付日本経済新聞ほか、多数の新聞で報道される。) している。また、レアメタル資源再生技術研究会にエマルションフロー分科会が発足するとともに、エマルションフロー法の特許 (複数件) を 8 社に対し実施許諾するなど、今後、産業界における活用が期待される。

○ 保障措置に必要な環境試料パーティクル分析では、今後、分析精度の基準として要求されるであろう繰り返し精度 $\pm 5\%$ 以内を満たす Pu 同位体比分析法の開発に成功し、他機関では測定することができない Pu 富化度 1~50%の粒子に対して、精製時期を 0.5 年以内の正確さで推定できる新規手法を開発して、原子力規制庁の要請を満足した。環境試料中粒子の Pu 同位体比分析法および精製時期推定法は、世界に先駆けて開発された保障措置上きわめて有用な技術として、IAEA から期待される成果である。

○ 模擬デブリ反応試験や開発したデータベース (前述) を応用した熱力学解析により、カルシウム (Ca) やマグネシウム (Mg) 等の海水由来の成分がデブリと反応する可能性やセシウム (Cs) やストロンチウム (Sr) 等がホウ素と共存するとより蒸発しやすくなることなどの模擬デブリの特性評価結果をいち早く示した (計画外)。今後、デブリ取り出しのための技術開発や新たな国際協力プログラムの構築に活かされると期待される。

熱物性データベース研究と燃料被覆管の酸化機構研究の成果が、軽水炉安全基盤研究として資源エネルギー庁からの受託研究 2 件 (「シビアアクシデント時

の燃料破損・溶融過程解析手法の高度化」、「重大事故解析手法の高度化」)の外部資金獲得につながった。

- 東京電力福島第一原子力発電所の汚染水処理用セシウム吸着塔からの水素発生の基礎データ取得により、水素滞留を防ぐ排気手法など、安定保管のための施策を事業者に提案した。

ポリイオンを用いた除染・Cs 移行抑制技術を開発し、除染事業者に技術移転(平成 24 年 1 月 25 日付日刊工業新聞に掲載)した。また、ポリイオン水によるウォータージェット除染技術が福島県川内村等での道路除染で採用された。この新技術は、環境省の除染技術探索サイト(DTOX)に登録された(平成 26 年 6 月)。また、Cs 吸着ディスクと GM サーベイメータを用いた水試料中の Cs 濃度の簡易・迅速測定手法を開発し、この成果によって、日本放射線安全管理学会平成 25 年度技術賞を受賞した。

- 液液界面・固液界面でのアクチノイドの溶液化学・電気化学的挙動を解明し、その一連の成果により、日本放射化学会平成 25 年度学会賞、日本ポーラログラフ学会平成 25 年度志方メダルを受賞。4 価ウラン-ナノ粒子が還元反応を加速する自己触媒反応の存在を発見し、地層処分でのコロイド移行挙動の評価に指標を与えた。また、環境調和型溶媒であるイオン液体の中での金属錯体構造と抽出率の関係を解明し、その成果は Analytical Chemistry (IF=5.8) に論文 2 報として発表されるとともに、日本分析化学会 2010 年度奨励賞を受賞した。

#### 4) 環境科学研究

##### 【中期計画】

原子力施設起因の放射性物質の環境分布を最適に評価するため、大気・陸域・海洋での包括的物質動態予測モデル・システムを原子力施設周辺地域に適用し、現地データによるモデルの妥当性検証に基づき改良する。また、核種濃度の時間・空間分布を評価可能なモデル検証用データを取得する。

##### 《中期実績》

- 包括的物質動態予測モデルの改良では、大気拡散モデルについて、適用空間スケール拡張、気象場再現性向上、陸面過程詳細モデル化及び効率的な大規模計算手法を開発した。また、海洋拡散モデルについて、広域長期間予測への拡張及び予測システム基本版を開発した。包括的物質動態予測モデル・システムの利用では、東京電力福島第一原子力発電所事故の解析結果が、原子力安全委員会の大気放出量推定、世界気象機関(WMO)の環境汚染評価及び国連科学委員会



(UNSCEAR) 2013 年報告書に採用され、国内外で高く評価されるとともに、北朝鮮核実験に対する大気拡散予測（平成 25 年 2 月）、環境省受託業務での洋上漂流物の移動予測（平成 25 年 3 月）により、国の対策に貢献した。開発したモデルは、様々な環境問題に応用可能で、原子力緊急時対応のみならず一般環境分野への波及が期待できる。包括的物質動態予測モデル・システムの一部である大気-植生-土壌系におけるトリチウム移行モデルに関する研究で、国際会議 International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, 2011 において若手研究者賞を受賞（平成 23 年 6 月）するとともに、開発したモデルが IAEA の技術報告書（IAEA-TECDOC）に掲載（平成 26 年 9 月）された。掲載された陸面過程モデルは、国際標準の詳細リファレンスモデルとして普及が期待される。

検証用データの取得では、加速器質量分析装置(AMS)を使用した有機物中炭素 14 (C-14) の観測・実験手法を確立し、系統的に取得したデータの分析から、長期的核種移行で考慮する環境要因と移行過程を解明した。これにより、当初目標の包括的物質動態予測モデル・システムの評価精度の向上、検証用データの取得を達成した。検証用データ測定法は、物質動態の速度論的パラメータを取得可能な独自手法としての有効性を示し、標準化が期待される。

- 世界版緊急時環境線量情報予測システム WSPEEDI 第 2 版(WSPEEDI-II)が、IAEA の緊急時対応援助ネットワークの外部支援活動に登録された（平成 22 年 6 月、文部科学省、外務省、機構による同時プレス発表）。また、WSPEEDI の水平拡散過程の改良と検証の成果により、第 47 回日本原子力学会賞論文賞を受賞した（平成 27 年 3 月）。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故への対応として、放射性物質の大気放出量推定に関する成果が、第 44 回日本原子力学会賞論文賞を受賞した（平成 24 年 3 月）。また、大気拡散解析により、東京電力福島第一原子力発電所北西地域の線量上昇プロセスを解明した（平成 23 年 6 月プレス発表）。さらに、平成 24 年度に環境省受託事業として、内部被ばく線量推計のための大気中核種濃度時空間分布データベースを構築した。

放射性物質の海洋放出量・拡散解析に関する研究では、第 45 回日本原子力学会賞論文賞（平成 25 年 3 月）及び JNST Article Award 2014 Most Popular Article Award（平成 27 年 3 月）を受賞した。また、海洋調査により、海底堆積物中の放射性セシウム濃度の変動要因と存在形態を解明した（平成 24 年 11 月プレス発表）。

放射性物質の陸域における分布・移行に関する研究では、平成 23 年度に文部科学省からの受託事業として、土地利用の違いによる核種濃度の調査により、国が実施した核種濃度マッピングに貢献した。また、森林集水域での平成 23

年5月から2年以上にわたる連続観測から、落葉層及び森林土壌における放射性セシウムの移行挙動を明らかにした(平成25年10月プレス発表)。さらに、森林表土における放射性セシウムの保持に関する論文が、ネイチャーアジア・パシフィックのWebサイトで注目論文として紹介された。

- WSPEEDI は、東京電力福島第一原子力発電所事故や北朝鮮核実験への対応に活用され、実用システムとしての有用性が高く評価された。これらの成果により、平成27年度科学技術分野の文部科学大臣表彰「緊急時環境線量情報予測システム WSPEEDI の開発」(科学技術賞・開発部門)の受賞が決定した(平成27年4月)。

## 5) 放射線防護研究

### 【中期計画】

遮蔽設計、線量評価等の高度化のため、汎用的な粒子・重イオン輸送計算コードシステムの第1版を完成する。ICRP2007年勧告の取り入れに必要な線量換算係数データベースを完成する。また、DNA・細胞レベルでの放射線応答モデル及び生物学的線量評価法を開発する。

中性子測定器の校正の精度を向上させるため、中性子校正場に混在する目的外中性子及び光子線を評価する手法を開発する。

### 《中期実績》

- 粒子・重イオン輸送計算コードシステム (PHITS) の開発では、遮蔽設計及び線量評価等の高度化のため、放射線の輸送及び相互作用プロセスの再現性を向上させるモデルの開発並びに線量計算機能の拡充を行い、第1版を完成させた。PHITSは、第2期中に国内外で1,500名以上の新規ユーザーを獲得し、幅広い分野で活用されている。また、教育版PHITSは、大学等10機関で人材育成に利用されている。機構内では、遮蔽設計、線量評価、福島環境回復等で活用され、医療関係者と共同開発したCT線量評価システムは、平成24年12月に放射線医学総合研究所で試験運用、平成27年1月に本格運用を開始し、医療関係者に使用されている(平成24年12月、平成27年1月プレス発表)。

国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告に基づく線量換算係数データベース (DB) の開発では、放射線作業員の線量評価 (ICRP Publication 116)、宇宙飛行士の防護 (ICRP Publication 123)、環境中放射性核種に対する公衆の線量評価に用いる、あわせて3種類の外部被ばく線量換算係数DBを開発した。ICRPの2編の刊行物 (ICRP116、ICRP123) は、IAEA国際安全基準、各国の放射線防護法令、宇宙飛行士の放射線防護指針等で国際的に活用される極めて顕著な成

果である。東京電力福島第一原子力発電所事故を契機に開始した環境汚染に対する線量評価法は、ICRP の DB 開発に活用するとともに、成果を内閣府原子力被災者生活者支援チームに提供した（平成 26 年 3 月プレス発表）。これらの成果は、内閣府の個人線量の推計のための委託調査に活用された（平成 27 年 3 月）。

放射線応答モデルの研究では、損傷した染色体動態から細胞の放射線感受性を表すモデル、また、放射線照射した細胞集団における細胞間シグナル伝達を考慮した、DNA 損傷・修復から細胞周期変調、細胞死への一連の細胞応答現象の評価へ適用可能な放射線応答モデルを開発し、メカニズムから細胞応答を推定する手段を提案した。また、DNA・細胞レベルの吸収線量の確率密度分布に基づく生物学的線量評価法を開発した。生物学的線量評価法は、医療関係者が使用する粒子線治療効果の評価ツールに取り入れられ利用されている。

- 中性子校正場に混在する目的外放射線評価手法の開発では、高エネルギー準単色中性子校正場における目的外中性子及び混在光子の寄与割合の測定・評価手法を確立した。特に、校正場の目的外中性子の評価では、測定下限エネルギーを従来約 1/2 に引き下げることに成功した。この校正場の目的外中性子の測定・評価手法は、産業技術総合研究所が構築中の高エネルギー準単色中性子校正場の不確かさ評価に採用され、国家標準化へ貢献するものである。

- PHITS に関する成果については、「粒子・重イオン輸送計算コード PHITS」により第 46 回日本原子力学会賞特賞・技術賞を、「重核に対する破砕片生成反応断面積の正確な予測のための実験的・理論的研究」により第 46 回日本原子力学会賞奨励賞を受賞した（平成 26 年 3 月）。また、日本原子力学会英文誌で 2013 年に掲載された PHITS の開発を取りまとめた論文「Particle and Heavy Ion Transport code System, PHITS, version 2.52」が「Journal of Nuclear Science and Technology Most Popular Article Award 2014」に選ばれた（平成 27 年 2 月）。

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

- 線量評価の国際標準データとなる ICRP の新しい外部被ばく線量換算係数データ集 ICRP116（平成 24 年 3 月出版）において、機構が開発した PHITS 等を用いて中性子、陽子、ミュオン、パイオン及びヘリウムイオンに対する外部被ばく線量換算係数を計算・評価し、全体データの約 6 割を提供した。また、他機関の計算値を検証するなど ICRP116 の作成に中核的役割を果たした。ICRP123 の宇宙空間における宇宙飛行士の被ばく評価（平成 25 年 8 月出版）に対しては、

PHITS コードを用いた計算により、収録された全ての線量換算係数を提供した。これらの刊行物作成への寄与は高く評価され、それぞれ ICRP から表彰を受けた（平成 23 年 10 月、平成 25 年 10 月）。

- ICRP の 2007 年基本勧告（放射線防護に関わる基準、法令等の基礎となる国際指針を提供するもの）の取り入れ等に資するため、3 冊の ICRP Publication（ICRP107、ICRP110、ICRP116）、米国核医学会データベースに放射性核種データ、線量換算係数等の世界標準となるデータを整備・提供した。これらの成果により、平成 25 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰「核医学及び放射線防護線量評価用世界標準データベースの開発」（科学技術賞・開発部門）を受賞した（平成 25 年 4 月）。

## 6) 計算科学技術研究

### 【中期計画】

原子力施設の耐震性評価に資するため、グリッド等先端計算機システムを活用して、弾塑性解析技術を開発し、原子力施設全体において新基準地震動を用いた挙動解析を可能とする。

原子炉構造材料における劣化現象の解明、燃料関連アクチノイド化合物の物質特性の予測並びに高効率な熱電材料、電源材料及び超伝導材料の構造と機能の関係解明のための高精度シミュレーション技術を開発する。

### 《中期実績》

- 原子力施設の耐震性評価に資するため、グリッド等先端計算機システムを活用して、弾塑性解析技術を開発し、原子力施設全体において新基準地震動を用いた挙動解析を可能とした。具体的には、計算時間短縮のため、施設全体の挙動を概要解析し、塑性化が予測される部分領域を詳細に解析する（ズームイン解析）技術を開発することにより、従来は困難とされていた規模の弾塑性解析に成功し、機構の再処理施設における東北地方太平洋沖地震時観測データ等と比較して妥当性を確認するとともに、高温工学試験研究炉全体を対象に、新基準地震動レベルの入力を用いた地震時の挙動解析を実現した。また、大規模計算データの効率的な解析に必要な技術として、①高速データ処理技術、②テラバイト規模のデータから注目すべき領域を瞬時に特定可能な大規模データ解析技術、③大規模データの対話型可視化技術等を開発した。

これらにより中期計画を達成するとともに、計算時間短縮に関する成果で日本計算工学会論文賞を受賞した（平成 22 年 6 月）ほか、高温工学試験研究炉や核燃料サイクル工学研究所再処理施設等を対象に解析を実施し、耐震評価に関

するデータや新知見を得た。一部のデータは、東北地方太平洋沖地震後の機構内施設の耐震性評価の妥当性を裏付けるデータとして活用された。今後、耐震評価の実用化に向けた取組に進むことが期待されており、一例として、産業界（千代田化工建設(株)等）との連携が開始された。また、高速データ処理技術では、J-PARCの100GB規模のデータ処理について従来2.5日を要していた処理時間を10分に短縮するなど実験解析の大幅な効率化に貢献したほか、大規模データの対話型可視化のツールは、機構内外のスパコンユーザの要望に応え、誰でもダウンロードできる形で公開した（平成27年3月）。

- 原子炉構造材料における劣化現象の解明、燃料関連アクチノイド化合物の物質特性の予測並びに高効率な熱電材料、電源材料及び超伝導材料の構造と機能の関係解明のための高精度シミュレーション技術を開発した。具体には、①原子炉構造材料における劣化現象の解明のため、鉄鋼材料に対し、合金元素、不純物元素まで含んだ系でのシミュレーション技術を開発し、水素偏析に対する新知見を得たほか、き裂の進展に追従して破壊表面に吸着する「モバイル水素」による強い脆化メカニズムや粒界の原子間結合力が鉄鋼材料の破壊靱性値に大きな影響を及ぼすメカニズムを明らかにした。②燃料関連アクチノイド化合物の物質特性の予測において、アクチノイド酸化物（混合酸化物（MOX）を含む）に対し、相対論的効果及び強相関効果を含めた第一原理計算で電子状態を計算可能とする技術を開発し、プルトニウムを含むMOX燃料の高温物性（比熱）の再現に成功した。③高効率な熱電材料、電源材料及び超伝導材料の構造と機能の関係解明については、鉄系超伝導材料を主対象として電子格子相互作用を評価可能とするシミュレーション技術を開発し、SPring-8での実験結果と比較し、妥当性を確認した。また、トポロジカル超伝導体が特異な熱伝導率異方性を示す、超伝導磁束量子がスピン分極するといった新たな知見を得た。

これらにより中期計画を達成するとともに、以下のような業績を挙げた。

- ① 計算科学分野への貢献としては、超並列計算機資源をフルに且つ有効に使うための通信技術やチューニング技術を開発し、積極的に公開・提供するなど、技術普及にも努めた業績が認められ、日本応用数理学会業績賞を受賞した（平成24年4月）。
- ② 鉄鋼材料の脆化や超伝導体に関して従来の定説を覆すような新知見を得て、「Nature Physics」等IFの高い雑誌への掲載や、日本物理学会英論文誌の「2012 Most Cited Articles」受賞（平成25年5月）、英国物理学会の注目論文「IOP Select」に選出される（平成25年1月）など、固体物理や原子物理を中心に各学術分野で注目されるインパクトのある成果を創出した。
- ③ さらに、若手研究者育成の観点では、東大キャンパス内に駐在し、大学等の教員や若手研究者と人的交流を図るなど、若手研究者が自己研鑽し易い環境を整備するとともに、外国留学（長期出張含む）や国際協力先との定期的

な議論の機会を持つなど若手の育成に努め、2年連続（平成26年及び平成27年）の日本物理学会若手奨励賞受賞など若手を対象とした学会賞を4件受賞した。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故対応では、①原子力規制庁からの委託事業「東京電力福島第一原子力発電所事故による環境モニタリング等データベースの構築」の一環として、放射線量等の観測結果データベース（DB）の構築及び分布マップ公開に協力した。分布マップはピーク時には約10万人/日が閲覧するなど国民の高い関心に応えた。さらに、得られたデータ管理の知見を国際的に展開すべく、IAEAが主導する国際協力研究事業（食糧・農業に影響を及ぼす原子力災害への対策）に「食糧・農業モニタリングデータの収集、管理及び提供のためのソフトウェアプラットフォームの研究開発」を提案し、採択された。現在8か国の原子力研究機関に分散構築されているDB間のデータ交換、データ共有に向けた取組が進められている。②土壌（粘土鉱物）への放射性セシウム吸着について、高精度シミュレーション研究のノウハウを活用し、吸着エネルギーの算出、共有結合性を有するケースの存在、典型的な粘土鉱物表面を類型化し各代表面に対するセシウムの吸着位置プロファイルを求めるなど、吸着メカニズムの解明に役立つ知見を得た。③放射性物質の環境移行について、福島研究開発部門や原子力科学研究部門と連携し、河川上流のダム内の堆砂シミュレーションを実施し、ダムの水位を適切に調節することでセシウムの下流流出を制御できる可能性があること、福島沿岸において、河川流出土砂の移動を支配する因子として波浪と風による沿岸流が最も重要であり、台風等においても、堆砂は沿岸部5km内に留まると予測されること等の知見を得た。

## 7) 分離変換技術の研究開発

### 【中期計画】

高レベル放射性廃棄物の処分に係る負担軽減を目指した分離変換技術について、原子力発電システム全体としての環境適合性、核拡散抵抗性、経済性等の観点から効果的な概念を提案する。

分離変換技術に関する基盤データの充足については、MA分離及びSr-Cs分離の基礎試験データ、廃棄物の放射線触媒反応への利用に関するデータ、加速器駆動システム（ADS）の成立性確証に資するデータ等を取得する。また、核変換システムの特性評価の信頼性向上に資するため、MA装荷実験が可能な高速中性子系臨界実験装置の概念を提示する。

## 《中期実績》

- 高レベル放射性廃棄物の処分に係る負担軽減を目指した分離変換技術に関しては、分離変換導入の効果について、環境適合性、経済性、核拡散抵抗性の多角的観点から評価した。その結果、発熱性元素の分離とアメリシウム 241 (Am-241) 等のマイナーアクチノイド (MA) の核変換の両方を導入することで処分場の面積を 100 分の 1 以下に削減でき、廃棄物管理の合理化に有効であることを示した。評価結果は、JAEA-Research 2014-032 として取りまとめ公開した。

- 分離変換技術に関する基盤データの充足については、MA、ストロンチウム (Sr) -セシウム (Cs) 等の各種の分離法に関する基盤データを取得した。特に、MA 分離の研究では、リンを含まない新規高性能抽出剤による溶媒抽出法により、硝酸濃度を低下させる必要がなく、二次廃棄物発生が少ないという特徴を有するプロセス概念を提案した。

廃棄物の放射線触媒反応への利用に関しては、取得した放射線触媒による白金族元素の還元に関与する水素、過酸化水素等の放射線分解生成物の生成挙動に関する反応機構検証データ、生成物分析により白金族元素回収・利用のための反応データ等を取りまとめた。また、放射線触媒反応では、水素発生及び 6 価クロムの還元浄化に関する基礎データを取得し、この成果により、第 46 回日本原子力学会賞奨励賞を受賞した (平成 26 年 3 月)。

MA 燃料製造技術開発では、窒化ジルコニウム (ZrN) 母材燃料の単相固溶体となる条件を明らかにするとともに、不純物混入抑制に関する検討を行い、ZrN 母材燃料製造の基盤を確立した。MA 燃料乾式処理技術開発では、プルトニウム (Pu) や MA を用いた小規模試験により熔融塩電解精製、残渣の化学溶解、再窒化の主要工程の試験を行い、原理的成立性を示すデータを取得した。

また、核変換システムの特長評価の信頼性向上に資するため、MA 装荷可能な高速臨界実験装置について概念を提案した。また、要素技術開発を着実に実施するとともに、重要課題の一つである MA 燃料の取扱いについて遠隔装置を製作し、モックアップ試験を開始した。

- 文部科学省における「群分離・核変換技術評価作業部会」において、これまでの研究開発成果、今後の研究開発ロードマップ等に対する審議を受け、「群分離、ADS、燃料サイクル及び燃料の各分野について技術成熟度の検討を行った結果、おおむね、概念開発段階から原理実証段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、工学規模の次のステージに移行することが適当である。」との評価を得た。

平成 26 年に閣議決定されたエネルギー基本計画では、「放射性廃棄物を適切に処理・処分し、その減容化・有害度低減のための技術開発を推進する。具体

的には、高速炉や、加速器を用いた核種変換など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の開発を国際的なネットワークを活用しつつ推進する。」とされた。ADS を利用する分離変換技術に関する研究開発は、こうした国の政策に直接貢献するものである。



#### (4) 先端原子力科学研究

##### 【中期計画】

我が国の科学技術の競争力向上に資するために原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を、先端材料の基礎科学、重元素領域における原子核科学と物性科学及び放射場と物質の相互作用に関する基礎科学の3分野を中心として進め、既存の知識の枠を超えた新たな知見を獲得する。

##### 《中期実績》

- 将来の原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を進め、新原理、新現象の発見、新物質の創製及び新技術の創出を目指した先端原子力科学研究を行うため、先端材料の基礎科学、重元素領域における原子核科学と物性科学及び放射場と物質の相互作用に関する基礎科学の各分野における基礎研究を実施した。その結果当初の想定を超える成果を達成した。以下に各研究分野の特筆すべき成果を示す。

先端材料の基礎科学分野では、電子の持つスピンと軌道の結びつきから生まれる新たな物性の理論的・実験的研究を精力的に実施した。理論研究グループはスピン熱電デバイスの性能を向上させる要素探索として、二つの物理現象、スピンゼーベック効果とスピン起電力を中心に研究を推進した。なかでも、機構が牽引する「スピン起電力」の分野においては、めざましい進展があった。スピン起電力は、磁気・電気エネルギーの高効率直接変換を実現する新原理であり、省エネルギーを超えた創エネルギーの概念をもたらすものとして大きな注目を集めている。その要素技術として、強磁性体中の磁気渦運動や磁壁運動に伴って生じるスピン起電力の理論予測を行い、実時間測定にも成功した。スピン流に基づく新しいパワーエレクトロニクス「パワースピントロニクス」の先駆けとして大きな反響を呼び、米国物理学協会（The American Institute of Physics）のニュースハイライトに選定された。

グラフェン／磁性薄膜の界面特性の実験的研究では、原子層レベルでの構造制御が可能な試料作成技術と原子層レベルでの物性探索に強力な先端的分光技術を駆使することで、磁性金属と接合したグラフェン中の電子スピン状態を検出することに初めて成功するとともに、接合界面の近くでは、電子スピンの面に対して垂直方向に配列しやすいなど、特異な電子スピン配列を有することを見出した。グラフェンへのスピン注入を高効率で行う技術開発につながる成果である。一方、力学的回転とスピンの相関を調べる研究では、高速回転運動する物体中の原子核スピン情報（核バーネット効果）を測定する新しい手法を開発した。これにより、力学的物体運動によって誘起される量子力学的効果（核スピン）の相互作用を初めて検出することに成功し、力学的角運動量と原子核の角運動量を新たな相互変換角運動量とすることが可能となった。また、流体

の渦運動とそこで生じる局所的なスピン流生成の観測にも成功し、新たに「スピメカトロニクス」という研究分野を開拓したといえる。

重元素領域における原子核科学分野では、最先端の実験手法を独自に開発し、元素の研究領域を拡張することで新たな知見を得た。シングルアトムを対象にイオン化エネルギー測定を可能にする実験装置を製作し、103番元素ローレンシウム(Lr)の第一イオン化エネルギーの測定に成功した。これにより103番目の元素でアクチノイド系列が終了する事を初めて実験的に検証した。一方、アスタチン(At)のイオン化エネルギー測定にも初めて成功した。天然に存在する元素で、Atは唯一イオン化エネルギーが測定されていない元素であった。また、黎明研究制度にもとづく国際共同研究で、106番元素シーボーギウム(Sg)の有機金属錯体の合成とその検出に初めて成功した。以上の成果は、重元素の化学結合の解明に大きく貢献する成果で、原子力に係わるアクチノイド元素の統一的理解に極めて重要な情報を与える成果である。

重原子核の物理的特性の探求として、安定領域から離れた原子核の核分裂に新たな展開を見出した。核分裂における質量分割は、核分裂生成物の核的性質の影響を強く受けて分裂すると理解されていたが、中性子数の割合が少ない水銀  $180(^{180}\text{Hg})$ 核において従来理論では解釈できないような質量分割現象を新規に見出した。原子核分裂の理解に新しい道を拓くものと期待される。また、原子核の殻構造理論をもとに、中性子数の過剰な原子核で新たな魔法数の出現を予言していたが、最近の実験でそれが実証され、当該分野における先導的立場を示すことができた。

重元素領域における物性科学の分野では、アクチノイド化合物の核磁気共鳴法(NMR)による研究で、プルトニウム  $239(^{239}\text{Pu})$ のNMR信号の検出に世界で初めて成功した。このことは、従来確定していなかったPu-239核の磁気モーメントを高精度で決定するとともに、核燃料を含む多くのプルトニウム化合物の構造や電子状態の直接観測をNMRによって可能とする成果である。今後、高温超伝導発現機構などのプルトニウム基礎科学分野や原子力工学に新たな可能性が開かれると期待される。

アクチノイド化合物では他の金属間化合物等には見られない特異な超伝導状態や磁性等が発現するため、物性物理の立場から極めて重要視されている。なかでもウラン化合物超伝導体  $\text{URu}_2\text{Si}_2$ は、正体不明の秩序相を有する化合物として世界的にも注目されている。この  $\text{URu}_2\text{Si}_2$ の世界最高純度の単結晶試料の育成に成功した。これにより、この物質の性質を、電気抵抗特性、高圧力下(15,000気圧まで)における超伝導特性、高磁場下でのNMR法による磁気特性などを詳細に調べることが可能になった。その結果、超伝導相の直上の温度域では異常な電気抵抗を示す領域が存在すること、この異常電気抵抗がより低い温度での超伝導の安定性と密接な関連があること、さらには磁気状態の特異な構造などを見出した。これらの成果は、異常な超伝導に関する新たな知見であり、より

高性能な超伝導材料の開発にもつながるものと期待される。

J-PARC からのミュオンビームを活用したミュオンスピン緩和法（ミュオンをプローブとして物質中の局所場の物性や相転移などの情報を得る手法）により、セラミックコンデンサ材料に混入した微量の水素不純物が絶縁劣化を引き起こすメカニズムを明らかにした。セラミックコンデンサの性能向上に資する知見である。

放射場と物質の相互作用に関する基礎科学分野におけるハドロン物理の研究では、J-PARC から得られる中間子ビームを用いた中性子過剰ハイパー核  ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ （質量数 6 の水素同位体でラムダ（ $\Lambda$ ）粒子を持つハイパー原子核）の探索実験を行い、 ${}^6_{\Lambda}\text{H}$  の生成確率の上限値を得た。この成果は、 $\Lambda$  粒子による核子結合などを調べる情報を与える成果である、一方、J-PARC から得られるパイオンビームを用いて、新しい原子核、K 中間子原子核、 $\text{K}^- \text{pp}$ （K 中間子と陽子 2 個が結合した原子核）の壊変に起因すると考えられる信号の観測に成功した。原子核の高密度状態を探る強い相互作用の理解につながる成果である。

バイオ反応場における重元素の特異な挙動に関する研究では、アクチノイド元素と水溶液中のナノ粒子との反応を調べるため、幌延深地層研究センターにおいて地下 500m の地下水中のウラン（U）の化学状態を解析した。その結果、U はシリカナノ粒子と結合した無機コロイドとして存在することを明らかにした。本成果は、不溶性のウランが地下水中を移動するメカニズムや地球化学的な鉱床形成メカニズムの理解に有益であるとともに、地層処分安全評価においても重要な知見である。また、重希土類元素が微生物との反応によってリン酸塩ナノ粒子を生成することを明らかにした。これは環境中での放射性核種の移行挙動に及ぼす微生物の効果を解明するための貴重な情報である。放射線による生体分子の損傷研究では、放射線によって損傷を受けた DNA が細胞中の被ばくしていない正常な染色体にも影響を与えることを発見した。低線量被ばくの人体への影響評価にも資する成果である。また、X 線照射した細胞に対するライブセルイメージング（時間とともに細胞がどう変化するかを可視化する方法）を行った結果、照射後 96 時間を経た後にミトコンドリアの断片化が特異的に現れることを見出した。照射後遅延的に生じたことから、断片化は細胞生存のため細胞核からの指令により誘発され、その後損傷ミトコンドリアとして除去される可能性を示唆した。放射線照射を受けた細胞の再生機構の解明につながる成果である。

格子欠陥や高分子自由体積の研究手段として用いられる陽電子消滅法において、陽電子のスピン偏極性（放出される陽電子のスピンが特定の方向に偏っている状態）を向上させることは、スピン物性の新たな研究ツールとして期待されている。高スピン偏極率が期待できる陽電子線源ゲルマニウム 68 ( ${}^{68}\text{Ge}$ ) – ガリウム 68 ( ${}^{68}\text{Ga}$ )（長寿命の  ${}^{68}\text{Ge}$  を製造し、その壊変生成物  ${}^{68}\text{Ga}$  から放出される陽電子を使用する）をサイクロトロン照射により製造し、世界最高のスピ

ン偏極率 (47%) を持つ陽電子ビームの開発に成功した。同装置を用いて、金属薄膜表面において電流で誘起された物質中の電子スピンの偏極率を測定することに成功した。電流誘起による新たなスピン蓄積メカニズムの理論的發展や、スピン流発生メカニズムにつながる成果である

- 東京電力福島第一原子力発電所事故に関連して、先端基礎研究センターでは以下に示すような専門性を活かしたいいくつかの研究テーマを主体的に提案し、実施した。

微生物と金属との相互作用に関する知見を基に、基礎科学の観点から微生物による放射性セシウムの除去を目指した研究に着手するとともに、実験手法の専門性を活かして福島の植物(広葉樹など)の葉のオートラジオグラフィ(分布している放射性物質から放射される放射線を用いて画像を作成する写真技術)から葉の汚染状況と汚染のメカニズムを明らかにした。さらに、土壌中における放射性セシウムの特殊な吸着挙動を鉱物への吸着という観点から調べるとともに、汚染した下水汚泥の焼却灰から放射性セシウムを 90%以上回収する技術を開発した。

福島技術本部等の要請に基づき、環境汚染調査(国の計画に基づく広域土壌サンプリング)、小学校の除染作業、電話健康相談、各種コミュニケーション活動(講演会の講師等)、海外への広報活動などにも積極的に関与した。なかでも福島県の小学校へのコミュニケーション活動では、当該小学校近隣の野菜や果物の放射能濃度を測定し、得られたデータを示しながら住民の不安に応えるといった、放射線計測に精通した研究グループが機動的に対応できるセンターの強みを活かした取組を行った。

以上の研究成果により、49 件のプレス発表を行ったほか、789 報の査読付論文を発表した。中期計画達成に向けて十分な成果を得た。また 349 件の国際会議等における招待講演を行った。一方、外部表彰に関しては、文部科学大臣表彰・科学技術賞 2 件を含めて 34 件を受賞した。

- 1) 世界最先端の先導的基礎研究の実施、2) 国際的研究拠点の形成、3) 新学問領域の開拓とそのための人材育成、をセンタービジョンとして掲げ、以下の取組①～⑦を実施した。
  - ① 研究者の活力維持及び研究環境の活性化を目的として、また人材育成の一環として、研究員全員とのセンター長個別面談による業績審査を実施し、優れた業績を挙げた研究員にセンター長賞を授与するセンター内表彰(副賞—国際会議への参加助成)を行った。
  - ② 原子力分野における新学問領域の開拓及び国際的競争力の向上のために、斬新なアイデアを機構外から募集する「黎明研究制度」については、黎明研

究評価委員会の審査を経て、国内外から合計 18 件を採択し、共同研究として実施した。なお、西スコットランド大学 (A. Andreyev 教授) と始めた核分裂に関する黎明研究では、新しい核分裂モードを発見するという成果を得た。これを受けて、平成 24 年度から同教授を客員のグループリーダーとして招へいした。また平成 25 年度から仏国 SUBATECH (Laboratoire de Physique Subatomique et des Technologies Associées) と開始した固液界面における放射性核種の挙動に関する研究を、第 3 期中長期計画での新たな研究テーマとして取り上げることにした。

一方、英国バーミンガム大学との日英原子力共同プログラム「環境中放射性核種浄化のための新規な修復材料の開発」が、平成 26 年度「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」に採択された。これは、平成 24 年度まで、バーミンガム大学と進めてきた黎明研究に基づく課題をさらに福島環境修復へと展開するものである。

- ③ 国際的研究拠点としての機能を強化するため、黎明研究の国際公募に加え、外国人を含むセンター長アドバイザーの招聘、機構内外の研究者を講師とする「基礎科学セミナー」への積極的な外国人招聘に取り組んだ。また、黎明研究課題を含めた研究成果を発表・討論する先端基礎研究センター主催の国際ワークショップを国内外で 31 件開催した。

個別の国際協力についても、核物理に関する日米科学技術協力、欧州超ウラン元素研究所及び仏国原子力・代替エネルギー庁とのウラン・超ウラン金属化合物研究に関する協力研究を継続した。また、2 名の研究員が、その成果を認められて国外 (グルノーブル・ジョセフ・フーリエ大 (仏)、仏国国立科学研究センター) から短期招聘教授に招かれた。これらの人的・国際交流が、海外や国内からの震災支援の申し出にもつながっている。

- ④ 原子力分野の人材育成に貢献するため、特別研究生や学生実習生等として延べ 100 名を超える学生を受け入れるとともに、茨城大学との「総合原子科学プログラム」に講師を派遣した。また東北大学、茨城大学及び筑波大学との連携大学院へ、首都大学東京、茨城工専、東京農工大学、和歌山大学、東京大学等へ非常勤講師を派遣した。センターでの人材育成の成果として、任期付研究員、博士研究員及び特別研究生が機構職員や大学等のアカデミックポジションに採用されるなど、センターにおける研究キャリアが活かされている。また、優秀な人材の確保を目指す観点から人事部と協力し、平成 26 年度採用の博士研究員から一部「先端原子力科学」という広い分野で募集を行った。この枠の採用者に対しては、将来の機構での活躍を幅広い分野で期待できる人材に育てるべく、機構内の多様な職場を意識させるため、採用期間中に他部門等の見学やインターンシップの経験などを与えることとした。

アウトリーチ活動として、「宇宙の錬金術～3次元核図表で見る原子核の世界～」と題して高等学校での科学授業や文部科学省主催のサイエンスカフェ

エ等での講演依頼に積極的に貢献した。3次元核図表については、英国物理学出版局の Physics Education 誌に報告したところ、動画作成への招待を受けた。また高校生・一般の方々にも親しみながら原子核の世界に触れる教材として原子核崩壊データを網羅した「原子力機構核図表 2014」を完成した。

- ⑤ 研究者のモチベーション向上や研究成果のアピールを目的として、招待講演等での国際会議参加を奨励した。その結果多数（349 件）の招待講演実施につながった。
- ⑥ 広い視野での研究活動を意識させるため国内外の外部講師による「基礎科学セミナー」を精力的に開催（193 回開催）するとともに、全員参加のセンターコロキウム（合同討論会）を毎月開催するなど、国内外を始めとする研究者間の研究交流を日常的に実施した。
- ⑦ 研究の実施に当たっては積極的に外部資金の獲得を目指した。文部科学省及び（独）日本学術振興会の科学研究費補助金は 71 件が新規採択された。また科学研究費補助金分担者として分担金を受け入れて 67 件の課題を実施した。このほか、文部科学省、（独）科学技術振興機構、東京工業大学、北海道大学等から 39 件の外部資金を得た。

#### ○ 安全への取組

安全を最優先とした取組として、安全管理上のリスクの高い事項を重点項目に定め、各部署において定期的に安全パトロールを実施し、リスク低減に努めた。また、原子力科学研究所に駐在する組織においては、新たに安全衛生管理統括者代理者を選任し、安全衛生管理統括者代理者連絡会議を新設して安全衛生管理並びに安全文化の醸成及び法令等の遵守活動に係る指示等の伝達方法の明確化及び職員等への指導・助言等の実行性の強化に取り組んだ。非常事態総合訓練では、初めて複数施設同時発災（原災法第 10 条及び第 15 条事象並びに人身事故）を想定した総合訓練を実施した。更に、情報共有及び事象の未然防止の観点で、過去に起きた事象の不適合事例集を新たにイントラ掲載するとともに、安全情報についても事象の分類なども追加した内容に整備した。

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

### (1) 安全研究とその成果の活用による原子力安全規制行政に対する技術的支援

#### 【中期目標】

原子力安全規制行政を技術的に支援することにより、我が国の原子力の研究、開発及び利用の安全の確保に寄与する。このため、原子力規制委員会の「原子力規制委員会における安全研究について」等を踏まえ、同委員会及び規制行政機関からの技術的課題の提示又は要請等を受けて、安全研究を行うとともに、これら規制行政機関の指針類や安全基準の整備等に貢献する。

また、関係行政機関等の要請を受け、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。

#### 【中期計画】

軽水炉発電の安全な長期利用に備えた研究を行う。「原子力規制委員会における安全研究について」等を踏まえ、安全上重要な事象に重点化した安全研究や必要な措置を行うとともに、中長期的に必要な指針類や安全基準の整備や研究課題等の検討に貢献する。規制支援に用いる安全研究の成果の取りまとめ等に当たっては、中立性・透明性の確保に努める。なお、実施に当たっては外部資金の獲得に努める。

#### 《中期実績》

- 「原子力規制委員会における安全研究について」等を踏まえ、シビアアクシデント及び緊急時対策、核燃料サイクル施設の安全評価、軽水炉利用の高度化、経年化した軽水炉の安全な長期供用、各段階において発生する放射性廃棄物の処分等、多様な原子力施設の安全性の確認及び立証に必要な幅広い安全評価に関する研究を着実に実施した。特に、東京電力福島第一原子力発電所事故直後から、国等に専門家を派遣し、事故進展の推定や対応策検討のための評価等を実施して事故対応に貢献した。また、事故を受けて研究計画を見直し、重要性が増したシビアアクシデントや緊急時への対策などに関する研究について、その優先度を踏まえて重点的に実施した。これらの研究から得られた成果を活用して、原子力安全規制行政に必要な指針類や規制基準の整備に貢献してきた。研究成果の基準等への反映としては、ウランのクリアランスレベル評価結果はクリアランス濃度基準を示す規則「経済産業省令第27号（平成23年6月）」の施行に、監視試験片から採取可能なミニチュアコンパクト試験片を用いた破壊靱性評価の成果は日本電気協会電気技術規程 JEAC4216 の改定案に、マッチングファン共同研究として実施した再処理施設の冷却機能の喪失による廃液の蒸

発乾固に係るルテニウム (Ru) の放出挙動データは国内の再処理施設の新規制基準適合性に係る審査 (平成 26 年度) に、廃棄物処分のスコープに入る対象廃棄物においてこれまで未検討のハフニウム 182 (Hf-182) の埋設基準線量相当濃度の評価結果は原子力規制委員会「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合」における余裕深度処分の規制基準の検討 (平成 26 年度) に、それぞれ活用されている。また、国際原子力機関 (IAEA) と経済協力開発機構/原子力機関 (OECD/NEA) が協力して運営している事象報告システム (IRS) や国際原子力事象評価尺度 (INES) に報告された事故・故障の事例約 500 件について情報の分析を行い、その結果を原子力規制委員会に提供した。研究実施に当たっては、原子力安全・保安院及び(独)原子力安全基盤機構(JNES)から、平成 22 年度は 19 件・約 40 億円、平成 23 年度は 18 件・約 31 億円、平成 24 年度は 11 件・約 29 億円を受託、平成 25 年度は原子力規制委員会及び JNES から 13 件・約 27 億円を受託、平成 26 年度は原子力規制委員会から 15 件・約 40 億円を受託して、研究遂行のための予算を外部資金として獲得し、規制行政機関を支援するための安全研究を進めた。各研究項目の実施概要は以下のとおり。

- 1) リスク評価・管理技術に関する研究では、軽水炉及び再処理施設のリスク評価に用いるシビアアクシデント時ソースターム解析コード THALES2/KICHE 及び放射性物質移行挙動解析コード ART や事故影響評価解析コード OSCAAR を高度化するとともに、原子力防災における防護措置準備区域のめやす範囲及び防護措置の運用上の介入レベルを評価した。東京電力福島第一原子力発電所事故後のセシウム再放出量評価手法や住民の被ばく線量評価手法を構築し、規制機関や地方自治体等に提供・提示した。さらに、7) に示す原子力事故・故障情報の収集、分析を行った。
- 2) 軽水炉の高度利用に対応した新型燃料の安全性に関する研究では、燃焼の進展や材料の改良等が燃料の事故時破損限界に及ぼす影響など、発電用軽水炉燃料の事故時安全性を評価する際に必要な技術的根拠となるデータ及び知見を取得整理した。また、燃料挙動解析用コードの開発及び改良並びに炉外及び炉内実験データを利用した検証を行うことにより、通常運転時及び事故時の燃料挙動に関する解析評価精度を向上させた。
- 3) 軽水炉の高度利用及び新型の軽水炉等に関する熱水力安全研究では、OECD/NEA の「軽水炉における熱水力安全に関する国際プロジェクトの第 2 期計画」(ROSA-2 プロジェクト) を主催し最適評価手法の高度化に役立つ知見を取りまとめるとともに、産業界から大型非定常試験装置 (LSTF) を用いた実験を受託し安全対策の改良に役立つ技術基盤を提供した。また、東京電力福島第一原子力発電所事故直後よりプラント状況推定のための解析を行うとともに開発したコードを東京電力に提供した。さらに、シビアアクシデント時の熱水力に関する大型格納容器試験装置 CIGMA 及び原子力規制委員会のコード開発を支援するための高圧熱流動ループを整備するとともに、3次元



熱流動解析手法を開発し OECD/NEA の PANDA 実験（スイス Paul Scherrer 研究所が所有する模擬格納容器を用いた大規模実験）等でその評価性能を確認した。

- 4) 材料劣化・高経年化対策技術に関する研究では、放射線環境下での原子炉機器材料の経年劣化に関して、原子炉压力容器の破壊靱性評価に関するデータを取得し評価手法の高度化を図るとともに、原子炉一次系機器に対する確率論的破壊力学解析による構造健全性評価手法を整備した。また、従来の基準地震動を超える地震荷重に対する実用的な耐震安全評価のための配管の亀裂進展評価手法の有効性を確認した。
  - 5) 核燃料サイクル施設の安全評価に関する研究では、リスク評価上重要な事象として、高レベル濃縮廃液蒸発乾固、有機溶媒火災及び溶液燃料臨界時の影響評価のためのデータ取得、解析モデル及び評価手法の開発を行った。また、同施設の経年変化を評価するための研究を実施した。東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、燃料デブリの臨界管理に係るリスク評価に基づく規制判断に資する研究を計画し、開始した。
  - 6) 放射性廃棄物に関する安全評価研究では、地層処分システムの時間的及び空間的な変動を考慮できる確率論的評価手法を体系的に整備するとともに、ガラス固化体、炭素鋼オーバーパック及びベントナイト系緩衝材の長期的なバリア性能を評価するモデルの開発、検証を実施した。また、対象施設の特徴や廃止措置段階に応じた安全評価手法の整備を完了した。
  - 7) 関係行政機関等への協力では、原子力施設等の事故/故障原因情報に関して、IAEA-OECD/NEA の IRS や INES に報告された事故・故障の事例毎年度約 100 件について情報の分析を行い、その結果を関係機関に提供するとともに、原子力安全・保安院の事故故障対策ワーキンググループや原子力規制委員会の技術検討会合へ、専門家を当該期間に延べ 583 人・回派遣し、個々の海外事例からの教訓等を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。なお、INES 情報については、情報を和訳して JNES や原子力規制委員会へ提供した。さらに、地方公共団体へ延べ 22 人、学協会へ当該期間に延べ 240 人、その他 JNES 等関係機関へ延べ 166 人を派遣し規格の整備等に貢献した。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故への直接的な対応として、事故発生直後から、官邸、旧原子力安全委員会、旧保安院、原子力規制委員会及び環境省等の要請に基づき、シビアアクシデントや原子力防災の専門家を速やかに派遣（平成 22 年度延べ 63 人・日、平成 23 年度延べ 435 人・日、平成 24 年度延べ 279 人・日、平成 25 年度延べ 103 人・日、平成 26 年度延べ 19 人・日）して国の対応に協力した。この協力を支援するため、これまでの安全研究で培った人材や評価手法を活用して、事故進展の推定、想定されるシナリオと危険性の把握、

対応策における課題の検討等を実施し、情報を随時提供した。平成 23 年度には、東京電力福島第一原子力発電所事故時の格納容器内の温度や圧力等を解析する簡易評価コード CVBAL とその改訂版 HOTCB を新たに開発して事故時の状態解析を行うなど、国の炉心冷却策の妥当性・有効性評価に寄与した。また、事故収束段階における原子炉格納容器外への放射性セシウム (Cs) の再放出量を評価する簡易モデルを構築し、原子炉の冷却状態に応じた放出量の推定を行い、事故を収束させる過程で原子炉の冷温停止状態の確認等に活用された (平成 23 年 11 月)。さらに、最適熱水力評価コード TRAC を用いて東京電力福島第一原子力発電所 2 号機における炉心溶融までの過程を解析し、長期冷却の成功パスを提示することにより、アクシデントマネジメント策の有効性判断に寄与した。原子炉建屋・タービン建屋内の高放射性滞留水対応としては、集中廃棄物処理建屋に緊急移送した場合に想定される汚染水の漏えいと移行挙動を推定し、緊急移送の妥当性判断に貢献した (平成 23 年 4 月)。

原子力防災への対応としては、発電所事故の状態が更に悪化した場合に追加避難が必要な範囲等を検討するための技術的情報として、過去の気象データ (約 9,000) 及び放射性物質放出の評価等を基に住民の被ばくの確率分布を予測して提示した (平成 23 年 4 月)。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえて見直した研究計画による原子力安全規制行政に対する技術的支援として以下を実施した。

東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて研究計画を見直し、重要性が増したシビアアクシデントや緊急時への対策などに関する研究について、その優先度を踏まえて重点的に実施した。そのための実施体制については、シビアアクシデントや原子力防災に関する研究への重点化を反映した平成 25 年度におけるリスク評価研究ユニットと規制情報分析室の新設、平成 26 年度における材料・構造安全研究ユニット及び環境安全研究ユニットの新設、臨界安全研究グループの立ち上げを行い、研究専門分野に対応した研究ユニット/研究グループ制の導入により、研究の効率化及び強化を図った。

原子力安全規制行政が必要とする研究ニーズを的確に捉え、事故時の格納容器冷却性や臨界安全に関する大型研究や東京電力福島第一原子力発電所廃炉の安全規制に関わる原子力規制委員会受託事業等を開始するなど、当初計画外の新たな研究を展開させた。

東京電力福島第一原子力発電所事故からの教訓及び国際的考え方を踏まえた防災対策の抜本的見直しに対応して、原子力安全委員会の防災指針検討ワーキンググループ (WG) を技術的に支援し、開発してきたレベル 3PRA 手法 (炉心損傷事故時に放出される放射性物質の環境中の移行挙動を解析し、土地及び食物汚染、公衆の被ばく線量や健康影響、経済的損失を確率論的に推定する) 等を活用した緊急時計画範囲等の技術的知見をタイムリーに提供することにより、

『原子力施設等の防災対策について』の見直しに関する考え方について「中間取りまとめ（平成 24 年 3 月）」策定に貢献した。平成 24 年度には、原子力規制委員会の原子力災害事前対策等に関する検討チームにおいて、機構が開発したレベル 3PRA コード OSCAAR による解析を基に、適切な複合的防護措置により効果的な被ばく低減が期待できることを報告し、原子力規制委員会が策定した「原子力災害対策指針（24 年 10 月）」の改訂に貢献した。

東京電力福島第一原子力発電所事故に起因する放射性汚染物への対応を優先して、これまでに開発したクリアランスレベル評価コード PASCLR、安全評価データベース等を駆使して、災害廃棄物や汚泥の運搬、保管及び処分に関する被ばく線量を評価した結果、放射性 Cs 濃度が 8,000Bq/kg 以下であれば作業員や周辺住民の安全が確保できる見通し等を示し、原子力災害対策本部、環境省、国土交通省、農林水産省等の災害廃棄物対策及び除染対策に関するガイドラインや省令の整備等を支援した。具体的には、平成 23 年度は、放射性 Cs で汚染した災害廃棄物等の運搬や再利用等に関する作業員や周辺住民への影響を評価し、環境省令第 33 号「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法施行規則（平成 23 年 12 月）」をはじめ、原子力災害対策本部及び国交省指針「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方（平成 23 年 6 月）」、環境省指針「福島県内の災害廃棄物の処理の方針（平成 23 年 6 月）」、「除染関係ガイドライン（平成 23 年 12 月）」等の策定に貢献した。平成 24 年度以降も、引き続き災害廃棄物や除染作業等に対する国や地方自治体の環境回復活動を技術的に支援した。具体的には、10 万 Bq/kg 以下の指定廃棄物を管理型最終処分場へ埋立処分することを想定した標準的な線量評価手法を提案し、環境省における指定廃棄物処分の検討において活用された（平成 25 年 3 月）。また、既に再利用されている金属スクラップ、再生アスファルト、木質チップ等について、クリアランスレベル評価コード PASCLR を用いて再生製品の利用に伴う線量を評価することにより再利用に係る安全性が確保できていることを確認し、環境省及び農林水産省による再利用の妥当性判断に寄与した。

- 国際協力に関しては、OECD/NEA 等の国際機関へ延べ 41 人の委員を派遣し国際協力を進めた。熱水力分野において、OECD/NEA における ROSA-2 プロジェクトを主催して成功裏に完遂するとともに、仏国放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）との二国間での協力等、当該期間に延べ 34 件の国際共同研究等を積極的に活用して国際的水準の成果を創出するとともに、研究成果の提供や国外の情報入手に努めた。具体的には、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）計画における東京電力福島第一原子力発電所 1～3 号機の事故進展解析、OECD/NEA の格納容器内ヨウ素挙動及び水素影響緩和に係

わる実験（THAI2）計画におけるヨウ素吸着を考慮したソースターム解析、OECD/NEA スタズビック被覆管健全性プロジェクト（SCIP-III）の計画策定、OECD/NEA の PANDA ベンチマーク解析（PANDA 実験に関する CFD 解析）等により国際協力に貢献した。また、IRSN との協力研究を継続し、火災事故に関する情報交換や臨界実験に関する協力を進めた。

- 限られたリソースで最大限の成果を得るため、研究員の継続的な採用に努め、当該期間に新卒職員を 16 名、博士研究員を 11 名受け入れるとともに、受託事業への機構内外専門家の参画の拡大、嘱託の活用など、人事制度を積極的に活用して人的基盤の強化を図った。

若手研究員を中心とした成果発信タスクグループを組織し、研究報告イベントの開催・運営、自由討論の場を設置して中立性及び透明性の確保の必要性並びに安全研究の意義や成果活用等の理解促進を図った。また、事故・故障情報等の体系的な分析を通じての安全論理や課題の正しい理解促進などにより、原子力安全に貢献できる中堅及び若手研究員の育成を図った。また、若手海外研修への参加、原子力規制委員会への研究員派遣等を進め、広く社会からのニーズをくみ取ることが出来る安全研究者の育成に務めた。

機構外に対しては、非常勤講師等として専門職大学院へ延べ 124 名、外部講師として法人へ延べ 24 名、原子炉安全研修等の講師として延べ 141 名を派遣し、原子力分野の専門家育成に貢献した。

- 安全研究・評価委員会等による客観的評価として、機構の外部評価委員会である安全研究・評価委員会による事後評価を受け、SABC の 4 段階評価に対して、「すべての分野の総合評価として、S または A 評価となった。特に、関係行政機関等への協力、リスク評価・管理技術に関する研究、軽水炉の高度利用に対応した新型燃料の安全性に関する研究、軽水炉の高度利用及び新型の軽水炉等に関する熱水力安全研究及び放射性廃棄物に関する安全評価研究では、S 評価が最も多い評価結果であり、中期計画を大幅に上回る優れた成果が得られている」と評価された。また、東京電力福島第一原子力発電所事故に迅速に対応した研究開発や国等への技術的支援について、中期計画に記載されていないものも含めて、大きく貢献したものと認められ、高く評価された。さらに、OECD/NEA の ROSA-2 プロジェクトを主催し完遂したこと及び産官共同で再処理施設のリスク評価上重要な事象に係るデータを整備したことは、外部機関との密接な連携を図りつつ進められたものとして高く評価された。

安全研究成果の技術的内容の客観的評価として、平成 22 年度には、臨界安全ベンチマーク研究の成果に対して日本原子力学会賞技術賞を受賞した（平成 23 年 3 月）。平成 23 年度には、ウランのクリアランスレベルに関する研究に対して日本保健物理学会賞論文賞を受賞した（平成 23 年 10 月）。平成 24 年度には、

ガンマ線定常照射によって生じる海水の放射線分解生成物の発生量に関するモデル計算に対して日本原子力学会水化学部会最優秀ポスター賞を受賞した。平成 25 年度には、気液二相流の 4 センサー・プローブ計測法の開発に対して日本原子力学会賞論文賞（平成 26 年 3 月）、モンモリロナイトのアルカリ熔解挙動の研究に対して日本原子力学会バックエンド部会奨励賞を受賞（平成 26 年 3 月）した。平成 26 年度には、原子炉圧力容器の構造健全性評価に資する溶接熱影響部評価手法の高度化研究に対して日本保全学会論文賞（平成 26 年 5 月）、酸素欠乏地下環境における炭素鋼腐食のモデリングに関する研究に対して腐食防食学会論文賞（平成 27 年 2 月）、カルシウムイオンや金属鉄がガラス固化体の溶解や変質挙動に及ぼす影響に関する研究に対して日本原子力学会バックエンド部会論文賞（平成 27 年 3 月）、ジルコニウムの硝酸中における $\gamma$ 線照射環境下での放射線分会水素吸収挙動に関する研究に対して日本原子力学会再処理・リサイクル部会優秀講演賞（平成 27 年 3 月）を受賞した。また、公表した査読付論文の総数は平成 22 年度 31 報、平成 23 年度 31 報、平成 24 年度 42 報、平成 25 年度 39 報、平成 26 年度 45 報であり、年度ごとに付与されたインパクトファクター(IF)の合計は平成 22 年度 9.7、平成 23 年度 8.6、平成 24 年度 16.2、平成 25 年度 23.6、平成 26 年度 15.0 となっている。

## 1) リスク評価・管理技術に関する研究

### 【中期計画】

リスク情報を活用した安全規制に資するため、リスク評価・管理手法の高度化を進めるとともに、原子力防災における防護対策戦略を提案する。さらに、原子力事故・故障情報の収集、分析を行う。

### 《中期実績》

- 機構で開発したシビアアクシデント総合解析コード THALES2 及び液相内ヨウ素化学解析コード KICHE における核分裂生成物等の化学に関わる解析機能の強化や JNES 受託「平成 22 年度シビアアクシデント晩期の格納容器閉じ込め機能の維持に関する研究（ガス状ヨウ素放出抑制）に関する試験」における THALES2/KICHE コード連成解析手法の整備等、ソースターム評価手法の高度化を着実に進めた。OECD/NEA-BSAF 計画の解析を含めた東京電力福島第一原子力発電所事故解析や OECD/NEA-THAI2 計画により入手した情報を用いたソースターム解析等に THALES2/KICHE コードを適用し、種々のシナリオにおけるソースタームに関わる知見を取得した。THALES2/KICHE コード等を効果的に活用し目的に応じた多様なアウトプットを取得するために、ソースタームの不確かさ／重要度評価手法及び最適化評価手法を構築した。これらの解析コードや手法、

東京電力福島第一原子力発電所事故の解析等を通じて取得したソースタームの知見を国内外の関連機関に提供・提示した。JNES 及び事業者との共同研究（マッチングファンド研究）から得られた結果の分析・評価等に基づいて、再処理施設の高レベル濃縮廃液貯槽沸騰・乾固事故時の放射性物質放出移行に関するモデルの構築と継続的な改良を進めるとともに、これらのモデルを放射性物質移行挙動解析コード ART に導入することにより、再処理施設シビアアクシデント時ソースターム評価手法の高度化を図った。事故影響評価解析コード OSCAAR における大気拡散やがんリスクに関わる解析機能の拡張や原子力規制委員会受託「平成 26 年度原子力施設等防災対策等委託費（レベル 3PRA コードの解析モデルの整備）」に基づいた同コードのデータ整備等を行い、事故影響評価手法の高度化を進めた。平成 22～23 年度 JNES 受託「原子力安全基盤調査(その 2) (原子力発電の社会・環境経済学的研究)」において、放射線防護分野の費用便益分析における単位集団線量の貨幣価値を人的資本法及び支払意思額法により評価した。

OSCAAR コード等を適用した多岐にわたる解析に基づいて、緊急時防護措置の実施範囲や被ばく低減効果、複合的実施戦略を検討し、予防的防護措置準備区域（PAZ）及び緊急防護措置準備区域（UPZ）のめやす範囲を評価した。実効性の高い原子力防災計画の立案等を支援すべく、これらの知見を規制機関や地方自治体に適時に提供・提示した。東京電力福島第一原子力発電所事故後の環境モニタリングデータ等に基づいて防護措置の運用上の介入レベル（OIL）値を評価し、IAEA が提案した OIL 値の妥当性を検証するとともに、UPZ 外におけるブルームに対する防護措置に関わる OIL 値を試算した。

OECD/NEA-IAEA の事象報告システム（IRS）及び国際原子力事象評価尺度（INES）における原子力事故・故障事例を年間約 100 件継続的に分析し、規制機関や電力会社等に発信した。また、東京電力福島第一原子力発電所事故について、5 つの事故調査報告書のレビューや過去の事例分析に基づいて事故の進展や原因等に関わる技術的課題を検討・抽出した。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故後における原子炉冷温停止の判断等に資するため、原子炉容器内から環境へのセシウム再放出量を推定する簡易モデルを迅速に作成するとともに、平成 23 年度内閣府委託事業「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務」の一部として福島県内において様々な生活習慣を有する住民の個人線量を測定・分析し、統計的被ばく線量予測手法及び決定論的被ばく線量予測手法の構築に結びつけた。これらの手法等を規制機関、地方自治体や東京電力を含めた国内外の関連機関に提供・提示し、東京電力福島第一原子力発電所事故への短期的な対応や環境回復・住民帰還に向けた取組に対して技術的に貢献した。また、平成 24 年度放射能測定調査委託事業「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法

の確立」における 80km 圏内の走行サーベイデータ等に基づいて、土地利用種別の放射性セシウム環境半減期や放射性セシウム移行に関わるモデルを整備した。

## 2) 軽水炉の高度利用に対応した新型燃料の安全性に関する研究

### 【中期計画】

近い将来に規制の対象となる新型燃料などの安全審査や基準類の高度化に資するため、異常過渡時及び事故時の破損限界や破損影響などに関する知見を取得し、解析コードの高精度化を進める。

### 〈中期実績〉

- 原子力規制委員会から受託した「燃料等安全高度化対策事業」において、原子炉安全性研究炉（NSRR）を用いた反応度事故（RIA）時燃料挙動模擬実験により、これまで燃焼度 77MWd/kg までであった RIA 時の燃料破損しきい値に関するデータの範囲を燃焼度約 80MWd/kg まで拡大し、旧原子力安全委員会が定める「破損しきい値のめやす」において暫定的であった 65～75 MWd/kg の範囲について安全余裕を確認した。また、従来の燃料に比べ被覆管の腐食抑制を図るなどの改良を加えている改良型燃料を対象とした RIA 模擬実験及び冷却材喪失事故（LOCA）模擬試験を実施するとともに、改良型燃料に導入が見込まれる改良合金被覆管の照射試験を開始した。これらの試験実施により、事故時の燃料破損限界及び破損影響、使用中の燃料棒及び燃料集合体の変形に影響を及ぼす被覆管の照射成長挙動など、改良型燃料の発電用軽水炉導入の際の安全審査において原子力規制委員会が規制判断を行うために必要な技術的根拠となるデータ及び知見を蓄積した。

被覆管の機械特性試験、高温酸化試験及び急冷破断試験等を実施して、高燃焼度燃料の RIA 時破損メカニズム、燃焼に伴い被覆管に吸収された水素が事故時の被覆管破損限界に及ぼす影響、LOCA 時及び LOCA 後長期冷却時の燃料形状維持可能性など、燃料の事故時挙動評価及び解析モデル構築に資するデータ並びに知見を取得した。また、通常運転時及び過渡時の燃料挙動並びに LOCA 時燃料挙動に係る OECD ハルデン原子炉計画の試験計画策定及び得られた試験結果の評価に協力するとともに、LOCA 時燃料挙動等に係る OECD/NEA スタズビック被覆管健全性プロジェクト（SCIP-III）において原子力規制委員会とともにその実施計画策定に協力した。

通常運転時及び異常過渡時を対象とした燃料挙動解析コード（FEMAXI）及び事故時を対象とした燃料挙動解析コード（RANNS）の改良並びに実験データを用いた検証を行い、通常運転時や RIA 時の燃料温度変化等に関する解析評価精度を向上させた。FEMAXI については、燃料に係る安全審査において国が行うクロ

スチェック用コードとして活用された。また、国内外の研究機関等からの依頼に応じ、FEMAXI の最新バージョンである FEMAXI-7 を提供した。NSRR において実施した RIA 時燃料挙動模擬実験で得られたデータの一部及び RIA 時の燃料表面熱伝達モデリングに関する情報を OECD/NEA の燃料安全ワーキンググループ(WGFS)の RIA 時燃料挙動解析コードベンチマーク計画に提供するとともに、同計画に参加して RANNS の性能を確認し、また同計画における今後のベンチマーク問題設定に協力した。提供したデータは国外研究機関等における RIA 時燃料挙動評価技術の高度化等に活用された。

東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、NSRR を用いた炉内燃料溶融進展試験の準備を進めるとともに、海水注入が燃料に及ぼす影響に関する実験等を実施し、設計基準事故からシビアアクシデントに至る領域における燃料挙動評価に資するデータ及び知見を取得した。また、事故耐性燃料被覆管の候補の一つとして考えられている炭化ケイ素 (SiC) 材料について、その LOCA 時健全性評価に資するデータを取得した。

### 3) 軽水炉の高度利用及び新型の軽水炉等に関する熱水力安全研究

#### 【中期計画】

システム効果実験及び個別効果実験などに基づいて3次元熱流動解析手法の開発及び最適評価手法の高度化を行い、シビアアクシデントを含む安全評価に必要な技術基盤を提供する。

#### 《中期実績》

- PWR 模擬装置 ROSA/LSTF を用いた研究として、平成 21 年より機構が主導し開始した OECD/NEA の ROSA-2 プロジェクト (15 ヶ国 20 機関が参加) において、規制上重要な 4 課題について 7 実験を実施し、最適評価コードの性能評価等を行ない、平成 25 年に成功裏に終了した。本プロジェクトにより、最新の最適評価コードの性能検証や改良がなされ、規制判断の根拠となる評価手法の技術水準や不確かさについての国際的な共通認識が構築された。また、産業界から受託し実施した炉心損傷防止のための安全対策に関する実験では、14 回の実験を実施し実験データを提供するとともに工学解析を行うなどして、安全対策の改良や評価に役立つ技術基盤を提供した (事故時 SG 冷却減圧試験受託事業)。さらに、福島事故を踏まえた安全対策に関して、電源喪失事故時にアクシデントマネジメント (AM) 策として実施する蒸気発生器二次側減圧による一次系減圧及びその際の蓄圧注入系からの水注入後の隔離失敗による減圧阻害等に関する実験に着手した。LSTF での実験結果を用いた解析研究では、不確かさを考慮して燃料棒表面最高温度を最適評価する手法の高度化を行うとともに、コールドレ



グ配管での温度成層挙動や蒸気中に露出した炉心の温度分布を、計算数値力学 (CFD) 手法を用いて解析しその性能を把握した。

福島事故対応として、新たに開発した評価コード HOTCB 並びに従来より整備してきたヨウ素挙動解析コード Kiche 及び TRAC コードを用いた解析結果は、政府・東京電力統合対策室「長期冷却構築チーム」の会合等で発表され、事故進展挙動、損傷状況及びヨウ素の放出量等についての理解を深めることに活用された。HOTCB コードは、プラント状況についての情報が極めて少ない中で事故状況や対策を検討するため、既存の最適予測コードの限界を踏まえて短期間で開発したもので、東京電力に提供され、事故対策の基礎となるプラント状況の理解を深めることに活用された。

東京電力福島第一原子力発電所事故以降の規制基準の改正を踏まえ、シビアアクシデント時の格納容器熱水力及びソースターム移行に関する研究計画 ROSA-SA を開始し、大型格納容器試験装置 CIGMA の基本部分を平成 27 年 3 月に完成させた (原子力発電等安全調査受託事業、以下、当該規制委員会受託と呼ぶ)。また、関連する基礎的な現象を検討するために、不凝縮ガス存在下の凝縮熱伝達、密度成層の噴流による浸食及びプールスクラビング等に係る個別効果装置を整備し実験に着手した。さらに、凝縮等に係る文献データを CFD 解析しモデルの検証と改良を行なうとともに、水素リスクに関する OECD/NEA/Panda ベンチマーク実験解析に参加し、改良したモデルを用いて実験データを解析した。その結果、本モデルによる解析結果が参加 19 機関の中でも実験を非常に良く再現すること等が示され、本モデルの妥当性が確認された。

原子力規制委員会による熱水力システムコード開発を支援するため、炉心伝熱及びスケーリング効果に関する研究計画を策定し、高圧熱流動ループの整備に着手するとともに、単管伝熱装置の基本部分を完成させた (当該規制委員会受託)。また、本コード開発で重視されている気液界面面積等の計測のための 4 センサー電極プローブの開発を行い、計測の誤差要因になるメニスカス効果の影響を把握し電極の被覆方法等を改良し計測誤差を大きく低減することに成功した。さらに、炉心伝熱に強く影響する環状噴霧流中の液滴径分布を計測し流路中の障害物の影響等を明らかにする等、評価手法の高度化に繋がる技術基盤を整備した。

その他、CFD 手法を用いて二相臨界流を解析し、その精度等を明らかにするとともに、(独) 科学技術振興機構が中心となり実施した戦略的創造研究推進事業 (CREST) 「原子力発電プラントの地震耐力予測シミュレーション」において、機構で整備した 3 次元核熱結合解析コード TRAC/SKETCH の改造を行い、地震加速度下における BWR の炉心安定性を評価し、同事業の完遂に貢献した。

#### 4) 材料劣化・高経年化対策技術に関する研究

##### 【中期計画】

原子炉機器における放射線や水環境下での材料の経年劣化に関して実験等によるデータを取得し予測精度の向上を図るとともに、高経年化に対応した確率論的手法等による構造健全性高度評価手法及び保全技術の有効性評価手法を整備する。

##### 《中期実績》

- 原子力規制委員会から受託した「軽水炉燃材料詳細健全性調査」において、原子炉機器構造材料の経年劣化である原子炉圧力容器の照射脆化及び炉内構造物等の照射誘起応力腐食割れに関する健全性評価手法の妥当性確認のため、材料試験炉(JMTR)を活用した照射試験に必要な装置類の整備を完了するとともに、JMTR ホットラボでの照射後試験に必要な装置の整備及び照射キャプセルの製作等、照射試験準備を進めた。また、JMTR ホットラボにおいて、既往照射材を用いた破壊靱性試験及びき裂進展試験に着手するとともに、試験済みシャルピー監視試験片からミニチュアコンパクト試験片を加工するために必要な装置の整備を進め、照射研究基盤の確保・向上を図った。

平成 23 年度から開始されたミニチュアコンパクト試験片による原子炉圧力容器鋼の破壊靱性評価法の整備に関するラウンドロビン試験に参加し、得られた研究成果は現在改定作業が進められている日本電気協会電気技術規程 JEAC4216 改定案に反映させるとともに、ふげんホットラボ等を使用した実機照射材のミクロ組織分析から、現行規格における脆化予測法の妥当性確認を行った。これら照射脆化に関わる研究成果に関しては、圧力容器照射損傷機構国際ワーキング・グループ(IGRDM)で定期的な議論を行い研究計画に反映させた。また、構造材料不連続部に対する残留応力及び破壊力学解析手法の精度向上を図り、構造健全性高度評価法を整備した。さらに、原子炉機器の耐震余裕評価に必要なデータ等を整備し、応答解析に着手した。

原子力規制委員会から受託した「原子力発電施設等安全調査」において、実炉における水質管理及び水の放射線分解解析に関する調査を行うとともに、水の放射線分解解析コードの改良及び腐食電位解析コードの整備を進めた。試験炉により取得された照射環境下における腐食電位測定データ等を入手し、作成した解析モデルを用いた評価結果との比較により改良・整備した解析コードの妥当性を確認し、実炉の各部位における腐食環境を評価できるようにした。

原子力規制委員会からの受託事業「高経年化技術評価高度化事業」において、原子炉圧力容器炉心領域部における加圧熱衝撃事象を対象とした三次元モデルを用いた熱水力・構造解析により現行の健全性評価が有する保守性の検討を行った。また、安全上重要機器を対象に確率論的破壊力学解析コードの機能改良

や標準的入力データ等の整備を行うとともに、原子炉压力容器の健全性評価に係る確率論的評価手法の標準的解析要領の策定を進めた。

原子力規制委員会からの受託事業「原子力施設等防災対策等委託費（高経年化を考慮した機器・構造物の耐震安全評価手法の高度化）事業」において、従来の設計基準地震動を上回る大きさの大地震・動的荷重下における応力腐食割れ等を有する配管を対象に、き裂進展評価手法の提案を行い、その有効性を確認した。

ふげんの配管減肉、熱時効及び応力腐食割れに関する実機データを取得し、保全技術としての応力腐食割れ対策の長期間の有効性を確認するとともに、機構論的検討により熱時効の予測評価を最適化した。

## 5) 核燃料サイクル施設の安全評価に関する研究

### 【中期計画】

リスク評価上重要な事象の影響評価手法の整備を目的として、放射性物質の放出移行率などの実験データの取得及び解析モデルの開発を行う。また、新型燃料等に対応した臨界安全評価手法や再処理施設機器材料の経年化評価手法の整備を行う。

### 《中期実績》

- 再処理施設のリスク評価上重要な高レベル廃液の沸騰・乾固事故時における放射性物質放出移行挙動研究では、JNES 及び日本原燃(株)との共同（マッチングファンド）研究という新たな枠組みの下で、ビーカー規模や工学規模試験装置を用いて、再処理施設の重大事故でもある高レベル濃縮廃液蒸発乾固時の放射性物質放出・移行挙動に係るデータを取得した。さらに、実廃液を用いたホット試験を実施することで、世界的にも貴重なデータを取得することができた。各試験結果を整理することで、廃液蒸発乾固時のルテニウム等の放射性物質放出・移行挙動を解析するためのモデルを構築した。

また、再処理施設のリスク評価上重要な事象である臨界事故時の総核分裂数や第1ピーク出力を簡単に精度よく評価する解析モデル及び計算手法を開発した。さらに過渡臨界実験装置 TRACY を用いた過渡臨界実験により、評価手法検証のための出力単調減少時のデータを取得した。

JNES からの受託研究として、核燃料サイクル施設におけるグローブボックス等に使用されている可燃性有機材料の燃焼特性データやばい煙の放出挙動データ、さらに、高性能粒子エア（HEPA）フィルタ目詰まり挙動データを相互に関連付けながら取得するとともにこれらのデータを組み合わせることで、これらの材料燃焼時の HEPA フィルタの目詰まりの進行を評価するためのモデルを構

築した。平成 26 年度からは、新たに原子力規制委員会からの受託研究「再処理施設における火災事故時影響評価試験」を開始し、再処理施設における重大事故の一つとして定義された有機溶媒燃焼時の影響評価データの取得を開始した。継続的に実施されている原子力規制委員会及び IRSN とのワークショップ(平成 26 年 10 月)に参加し、これらの研究成果を発表するとともに情報交換を進めた。さらに、JNES 及び原子力規制委員会からの受託研究「商用再処理施設の経年変化に関する研究」を継続実施し、商用再処理施設の機器特有の腐食や環境割れに関する高経年化対策の妥当性を確認するために必要なデータの収集及び技術評価マニュアルの整備を進めた。

東京電力福島第一原子力発電所事故までは、次世代軽水炉への導入が検討されていた 5%超初期濃縮度の新型燃料を想定し、その加工、輸送等の審査指針に反映することを目的とし、臨界事故等の評価の在り方、及び評価に用いる臨界解析コードを検証する臨界実験を検討した。事故後は、加圧水型原子炉(PWR)及び沸騰水型原子炉(BWR)の新型燃料について臨界安全評価が行えるように、燃焼条件に応じた臨界量等の基礎データを解析により整備した。

東京電力福島第一原子力発電所事故の直後には、放射性物質放出リスクが再臨界リスクに比べてはるかに大きいとして、中性子毒物の添加の如何に関わらず、注水冷却を継続すべきことを政府に提言した。

東京電力福島第一原子力発電所事故廃炉ロードマップが策定されたことから、廃炉の臨界安全評価に資するため、事故までの燃焼条件、事故で想定される構造材の混入状況等に応じた燃料デブリ臨界特性を予備的に検討した。可溶性中性子毒物を含まない水中では燃料デブリの臨界リスクを避けられないことを、スリーマイル島原子力発電所 2 号機事故等とは異なる点として、明らかにした。

東京電力福島第一原子力発電所廃炉の安全規制に資するため、平成 26 年度に原子力規制委員会受託事業「東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備」を開始した。燃料デブリ臨界特性の解析及び臨界リスク評価手法の整備を進めた。さらに、臨界解析コードを検証する臨界実験を行うため定常臨界実験装置 STACY の更新に着手し、IRSN と協力して炉心設計を行った。

## 6) 放射性廃棄物に関する安全評価研究

### 【中期計画】

地層処分の安全審査基本指針等の策定に資するため、地質環境の変遷や不確かさを考慮した、時間スケールに応じた核種移行評価手法及び廃棄体・人工バリア性能評価手法を整備する。また、余裕深度処分等に対しては、地層処分研究で得た技術的知見を用いて、国が行う安全審査などへの技術的支援を行う。

廃止措置については、対象施設の特徴や廃止措置段階に応じた解体時の安全評価手法を整備する。

## 《中期実績》

○ 地質環境の変遷や不確かさを考慮した、時間スケールに応じた核種移行評価手法及び廃棄体・人工バリア性能評価手法を、原子力規制委員会からの受託事業「地層処分の安全審査に向けた評価手法等の整備」として実施した。具体的には、安全評価シナリオの設定手法の整備については、工学技術の信頼性、人工バリア材の長期変遷、地質・気候関連事象を考慮したシナリオの設定方法を取りまとめた。人工バリア性能に関するモデルの整備については、規制判断の指標整備に向けてこれまでに開発したガラス固化体の溶解、放射化金属の腐食、オーバーパックの腐食及び緩衝材の劣化のモデルについて、実際の処分場環境で想定される温度、地下水化学環境下（水素イオン濃度、酸化還元環境、塩分濃度）での実験等を行い、各モデルを長期評価へ適用することの妥当性を確認した。この内、緩衝材の性能評価モデルの検証は、IRSN との研究協力の下で実施した。安全評価に必要な核種移行パラメータ（分配係数、拡散係数、溶解度）については、セシウム(Cs)、セレン(Se)、ネプツニウム(Np)、トリウム(Th)、プルトニウム(Pu)等の重要核種を対象として、データベース及び理論的モデルを活用した核種移行パラメータの設定の考え方を取りまとめた。さらに、以上のシナリオ、モデル、パラメータを相互にリンケージさせて、仮想的な処分サイトを対象とした総合的な安全解析を実施し、安全審査基本指針等の策定に資する技術情報として、長期的な評価において重要となる環境要件や緩衝材の物性や厚さ等人工バリア設計要件を抽出した。なお、総合的な安全解析に必要な広域地下水流動の評価については、JNES、(独)産業技術総合研究所及び機構の三者間で平成19年10月に締結した「地層処分の安全性に関する研究協力協定」の下、共同研究「幌延深地層研究計画における安全評価手法の適用性に関する研究」を実施し、開発した地下水流動解析コード3D-SEEPの適用性を検証した。

余裕深度処分等に対しては、JNES、(独)産業技術総合研究所及び機構の三者間で締結した「地層処分の安全性に関する研究協力協定」の協力範囲を余裕深度処分に拡大し（平成22年7月）、余裕深度処分の安全審査に対応するための規制支援体制を整備した。研究協力協定の下、地層処分等の研究成果を活用し、JNESの技術資料「余裕深度処分の安全審査等における重要課題とそれに対する審査基準について」の取りまとめに貢献した。また、余裕深度処分の規制基準の整備に貢献するため、これまで未検討のハフニウム182(Hf-182)の埋設基準線量相当濃度を評価し、処分のスコープに入る対象廃棄物量の検討に必要な技術情報として原子力規制委員会へ提供し（平成26年7月）、原子力規制委員会「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合」における技術情報として活用された。一方、ウラン廃棄物のクリアランスに関しては、クリアランス後の再利用金属や製品が国際的に流通する可能性を考慮して、わが国の現実的条件で評価したクリアランスレベル解析値と国際的な線量評価手法（IAEA：SRS No. 44）に準じた解析値とを比較した結果、両者の値は同程度であ

ることを示し、原子力安全委員会により設定されたわが国のクリアランスレベルの妥当性を支持するとともに、国際的な評価手法による結果との整合性からクリアランス対象物の海外流通の安全性を確認した。IAEA の評価手法に準拠したウラン廃棄物のクリアランスレベルの評価結果は、保安院におけるクリアランス制度化の審議で活用され、廃棄物安全小委員会報告書「ウラン取扱施設におけるクリアランス制度の整備」（平成 22 年 11 月）の公表及びクリアランス制度のための省令の施行（平成 23 年 6 月）に貢献した。

- 廃止措置については、原子炉、核燃料取扱施設及び再処理施設等多様な原子力施設の廃止措置段階に応じた安全評価コードシステム DecAssess の整備を完了し（平成 26 年 3 月）、解体作業等に係る平常時と事故時の放射線作業従事者や公衆の外部及び内部被ばく線量評価を可能とした。また、廃止措置終了段階において、サイト解放に係る残存放射能評価のため放射能分布評価コード ESRAD の整備を完了し、標本データが無い地点における平均濃度の推定、誤差を考慮した必要標本数の算出等、残存放射能検認作業を支援できるようにした。さらに、廃止措置後の敷地に残存する放射性物質の許容濃度を算出するためのコード PASCLR-Release の整備を完了した。PASCLR-Release による試算結果は、廃止措置安全小委員会報告書「廃止措置終了確認の基本的考え方（中間取りまとめ）」（平成 23 年 1 月）において技術情報として活用された。
- 使用済燃料の乾式貯蔵において懸念されるコンクリートキャスク内のステンレス鋼製キャニスタの応力腐食割れ（SCC）に関して、原子力規制委員会からの受託事業「実環境下でのキャニスタの腐食試験等」として SCC の発生可能性について検討し、SCC の発生条件、SCC 発生判断のための試験・評価方法等、コンクリートキャスク方式貯蔵の安全規制に向けた技術情報や課題として取りまとめた。

## 7) 関係行政機関等への協力

### 【中期計画】

安全基準、安全審査指針類の策定等に関し、規制行政機関への科学的データの提供等を行う。また、原子力施設等の事故・故障の原因究明のための調査等に関しても、規制行政機関等からの個々具体的な要請に応じ、人的・技術的支援を行う。さらに学協会における規格の整備等に貢献する。

### 《中期実績》

- 安全基準類の策定等に資するため、国や学協会等が活用できるように、前記

1)～6)の成果を査読付論文（平成 22 年度 31 報、平成 23 年度 31 報、平成 24 年度 42 報、平成 25 年度 39 報、平成 26 年度 45 報）、査読無し国際会議等論文（平成 22 年度 17 報、平成 23 年度 10 報、平成 24 年度 20 報、平成 25 年度 3 報、平成 26 年度 9 報）、技術報告書（平成 22 年度 15 報、平成 23 年度 10 報、平成 24 年度 10 報、平成 25 年度 13 報、平成 26 年度 14 報）及び受託報告書等としてまとめるとともに、基準類審議等の場に委員等として参加して技術的支援を行った。

原子力安全委員会における原子炉安全専門審査会や原子力安全基準・指針専門部会等、保安院における原子力安全・保安部会、原子炉安全小委員会等、原子力規制委員会における発電用軽水型軽水炉の新安全基準に係る検討チームや核燃料施設等の新規制基準に係る検討チーム等に委員として貢献した（国の委員会等への参加は、平成 22 年度延べ 137 人・回、平成 23 年度延べ 153 人・回、平成 24 年度延べ 83 人・回、平成 25 年度延べ 137 人・回、平成 26 年度延べ 73 人・回）。国際協力研究として、IRSN や韓国原子力研究所(KAERI)等の機関を相手として平成 22 年度 8 件、平成 23 年度 8 件、平成 24 年度 7 件、平成 25 年度 6 件、平成 26 年度 5 件の国際協力を進めた。加えて、OECD/NEA の原子力施設安全委員会等に委員として平成 22 年度 8 名、平成 23 年度 8 名、平成 24 年度 10 名、平成 25 年度 7 名、平成 26 年度 8 名を参加させるなど、様々な分野における国際活動に貢献した。

（一財）日本原子力学会標準委員会、一般社団法人日本機械学会発電用設備規格委員会原子力専門委員会を始めとして、学協会における民間規格等の策定に関わる多数の委員会に委員として参加し、研究成果の情報を提供するなど貢献した。また、日本原子力学会における安全部会等に中核メンバーとして参加し、原子力安全の現状と課題などについての検討に貢献した。

原子力施設等の事故/故障原因情報に関して、IAEA-OECD/NEA の IRS や INES に報告された事故・故障の事例毎年度約 100 件について情報の分析を行い、その結果を関係機関に提供するとともに、保安院の事故故障対策ワーキンググループや原子力規制委員会の技術検討会合に出席し、個々の海外事例からの教訓等を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。なお、INES 情報については、情報を和訳して JNES や原子力規制委員会へ提供した。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故直後から、官邸及び原子力安全委員会等の要請に基づきシビアアクシデントや原子力防災の専門家を速やかに派遣して国の対応に協力した。この協力を支援するため、後方支援要員を組織的に配置し、これまでの安全研究で培った人材や評価手法を活用して、事故進展の推定、想定されるシナリオと危険性の把握、対応策における課題の検討及び緊急時対応の判断根拠となる環境影響評価等を実施し、情報を随時提供した。平成 23 年度には、東京電力福島第一原子力発電所事故時の格納容器内の温度や圧力等

を解析する簡易評価コード CVBAL とその改訂版 HOTCB を新たに開発して事故時の状態解析を行うなど、国の炉心冷却策の妥当性・有効性評価に寄与した。また、事故収束段階における原子炉格納容器外への Cs の再放出量を評価する簡易モデルを構築し、原子炉の冷却状態に応じた放出量の推定を行った。これらの情報は、事故を収束させる過程で原子炉の冷温停止状態の確認等に活用された。さらに、最適熱水力評価コード TRAC を用いて 2 号機が炉心溶融するまでの過程を解析することにより、炉心冷却の維持・回復操作の有効性を評価し、長期冷却の成功パスを提示することにより、アクシデントマネジメント策の有効性判断に寄与した。加えて、東京電力福島第一原子力発電所事故からの教訓及び国際的考え方を踏まえた防災対策の抜本的見直しに対応して、原子力安全委員会の防災指針検討 WG に主査、委員として参加することで、WG を技術的に強力に支援し、開発したレベル 3PRA 手法等を活用した緊急時計画範囲等の技術的知見をタイムリーに提供することにより、「防災指針の見直しの中間とりまとめ」に貢献した。平成 24 年度には、原子力規制委員会の原子力災害事前対策等に関する検討チームで、原子力災害対策指針の改定に向けて、機構が開発したレベル 3PRA コード OSCAAR による解析を基に、適切な複合的防護措置により効果的な被ばく低減が期待できることを報告し、原子力規制委員会が平成 24 年 10 月に策定した原子力災害対策指針の改訂案を平成 25 年 1 月末にまとめる際の技術的根拠を提供した。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故に起因する汚染物への対応として、平成 23 年度は、放射性 Cs で汚染した災害廃棄物、汚泥及び稲わら等の運搬、保管、再利用並びに処分に関する作業や周辺住民への影響を評価し、原子力災害対策本部及び国交省指針「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方（平成 23 年 6 月）」、環境省指針「福島県内の災害廃棄物の処理の方針（平成 23 年 6 月）」、環境省令第 33 号「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法施行規則（平成 23 年 12 月）」、「除染関係ガイドライン（平成 23 年 12 月）」、「廃棄物関係ガイドライン」（事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理等に関するガイドライン）（平成 23 年 12 月）」、「管理された状態での災害廃棄物（コンクリートくず等）の再生利用について（平成 23 年 12 月）」等の策定に貢献した。

平成 24 年度は、放射性 Cs で汚染した災害廃棄物等の受入焼却処理施設の実態に応じた被ばく線量の解析、除染表土の現場保管や現場埋立てに関わる被ばく線量の評価、森林除染の線量率低減効果等を実施した。これらの成果は、環境省発信文書「薪ストーブ等の使用に伴い発生する灰の被ばく評価について（平成 24 年 4 月）」、環境省通知「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事に



おける災害廃棄物由来の再生資材の活用について(平成 24 年 5 月)」、環境省災害廃棄物評価検討委員会での報告「指定廃棄物最終処分場に係る線量評価について(平成 25 年 3 月)」で活用されるとともに、環境省への提供情報「除染作業で削剥した表土等の天地返し、現場保管に関する遮蔽効果、線量解析(平成 24 年 6 月、平成 24 年 10 月)」及び「森林除染による線量率の低減効果についての解析(平成 24 年 1 月)」等は、国や地方自治体の環境修復活動の検討に貢献した。

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

平成 26 年度は、放射性 Cs で汚染した木質チップの製品化に向けた作業工程と最終的な製品としての再利用の実態を踏まえた被ばく線量を解析し、既に運用されている木質系廃棄物の再利用に対する既往基準の妥当性を確認し、環境省及び農林水産省へ技術情報「木質チップの再利用に係る線量評価について(平成 26 年 4 月)」として提示した。福島県において「除染関係ガイドライン」に示されていない条件の新たな仮置場に除去土壌が保管されている状況を踏まえ、新設の仮置場と離隔距離に応じた線量率を評価し、環境省福島再生事務所に技術情報として提供した(平成 26 年 9 月)。また、住宅等で一時保管されている小規模な除去土壌の現地での埋設に係る被ばく線量、除去土壌を指定廃棄物等の最終処分場における中間覆土材としての再利用を想定した被ばく線量、河川・湖沼等の底部汚染土壌に対する水の遮へい効果を確認するため水面上での線量率、ため池の灌漑用水の利用を想定した被ばく線量を解析した。これらの成果は、環境省環境回復検討会での審議(平成 26 年 8 月)」で活用されるとともに、環境省への情報提供「住宅敷地等で一次保管されている小規模な除去土壌の埋設に係る線量評価(平成 26 年 7 月)」、「最終処分場における除去土壌の中間覆土利用に係る線量評価(平成 26 年 7 月)」、「水の遮へい効果に係る評価について(平成 26 年 8 月)」並びに農林水産省への情報提供「ため池の灌漑用水

の利用に伴う農作業者の被ばく線量評価（平成 26 年 10 月）」等を通じて国の環境回復活動を技術的に支援した。地域原子力防災計画を策定するための参考情報として仮想的な事故における放出源からの距離に応じた被ばく線量と予防的防護措置による低減効果に関わる試算を実施し、その結果を取りまとめて原子力規制委員会に提示した。原子力規制委員会は、本結果に基づいて「緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について（案）（平成 26 年 5 月）」を作成した。また、広野町からの要請に応じて住民の個人被ばく線量調査を実施し、その結果を「広野町個人線量測定記録とりまとめ」の一部として「広野町除染等に関する検証委員会」に提示した（平成 26 年 12 月）。

このように、東京電力福島第一原子力発電所事故に対応し、官邸、原子力安全委員会、保安院、原子力規制委員会及び環境省等に協力するため専門家を平成 22 年度延べ 63 人・日、平成 23 年度延べ 435 人・日、平成 24 年度延べ 279 人・日、2 平成 5 年度延べ 103 人・日、平成 26 年度人 19 人・日派遣して国の対応に協力した。

- 敷地解放の在り方の調査、検討結果は、廃止措置安全小委員会報告書「廃止措置終了確認の基本的考え方（中間取りまとめ）」（平成 23 年 1 月）において技術情報として活用された。これにより、敷地解放基準の具体的検討が可能となった。

ウラン廃棄物のクリアランスレベルを評価した成果は、廃棄物安全小委員会報告書「ウラン取扱施設におけるクリアランス制度の整備」（平成 22 年 11 月）で活用された。本報告書に基づき、平成 23 年 6 月、ウラン廃棄物のクリアランス制度のための省令が施行された。

東京電力福島第一原子力発電所敷地内で平成 23 年 4 月に行われた原子炉建屋・タービン建屋内の高放射性滞留水を集中廃棄物処理建屋に移送することの妥当性、平成 25 年 4 月に発生した地下貯水槽からの汚染水漏えい及び平成 25 年 6 月に発生した護岸付近での高濃度放射性核種の検出に関して、放射性廃棄物の浅地中処分の安全評価のために整備したコード（GSA-GCL）、分配係数や拡散係数等の核種移行パラメータ及び低レベル放射性廃棄物の埋設濃度上限値の解析等で蓄積した知識や経験を活用して、汚染水の漏えい個所の推定、核種移行挙動の解析を実施した。これらの成果は、原子力災害対策本部「集中廃棄物処理建屋からの放射性物質の漏出について（平成 23 年 4 月）」、原子力規制委員会特定原子力施設監視・評価検討会「地下貯水槽から漏えいした汚染水に含まれる放射性核種の移行評価（平成 25 年 4 月）」等に提示し、汚染水対策の有効性の判断等を技術的に支援した。

## (2) 原子力防災等に対する技術的支援

### 【中期目標】

関係行政機関及び地方公共団体の原子力災害対策の強化に貢献するため、地方公共団体が設置したオフサイトセンターの活動に対する協力や原子力緊急時支援・研修センターの運営により、これら諸機関の活動を支援する。

### 【中期計画】

災害対策基本法、武力攻撃事態対処法に基づく指定公共機関として、関係行政機関や地方公共団体の要請に応じて、原子力災害時等における人的・技術的支援を行う。

機構内専門家の人材育成を進めるとともに機構外原子力防災関係要員の人材育成を支援する。

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、国、地方公共団体との連携の在り方をより具体的に整理し、実効性を高めることにより我が国の防災対応基盤強化に貢献する。

原子力防災等に関する調査・研究、情報発信を行うことにより国民の安全確保に資する。

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、アジア諸国の原子力防災対応への技術的支援など、原子力防災分野における国際貢献を積極的に果たす。

### 《中期実績》

#### ○ 東京電力福島第一原子力発電所事故への対応

災害対策基本法等に基づく指定公共機関として、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故の発生直後から、機構が実施する人的・技術的な支援活動の拠点として、原子力緊急時支援・研修センター（以下「支援・研修センター」という。）を機能させ、文部科学省（以下「文科省」という。）の非常災害対策センター（EOC）及び経済産業省（以下「経産省」という。）の緊急時対応センター（ERC）との TV 会議接続により初動時の体制を立ち上げ、支援活動等を 24 時間体制で行った。また、地震により隣接する茨城県原子力オフサイトセンターの機能が一時停止した際には、文科省及び経産省の担当官を支援・研修センターに受け入れ EOC、ERC との連携等の対策も支援する役割も果たした。

国及び地方公共団体の支援要請を受け、各部署と連携を取りながら機構の総力を挙げて、東京電力が対応する復旧に係る技術的検討、住民保護のためのさまざまな支援活動を実施した。特に、支援・研修センターにおいては、自身の立地する茨城県も被災する中、専門家の活動拠点としての機能や体制を維持する

とともに、住民防護のための防災対応を実施した。

さらに、地方公共団体や東京電力(株)への資機材等の提供を確実かつ実効的に行えるよう国等と調整を図りながら、ホールボディカウンタ車、移動式体表面測定車、モニタリング車、サーベイメータ及び個人被ばく測定器等を用いて長期的な資機材の提供並びに人的・技術的な支援活動を実施した。

IAEA の調査団報告（平成 23 年 6 月 16 日）の中でも、災害時の住民の不安解消に関して、国による災害活動において機構が重要な役割を果たしたことが評価されている。

なお、東京電力福島第一原子力発電所事故への指定公共機関としての対応経験については、知識の伝承を目的として JAEA レポート（JAEA-Review 2011-049 「福島支援活動を踏まえた原子力防災にかかる課題と提言」）として取りまとめ、公開（平成 24 年 1 月）した。

支援・研修センターの主な対応実績は次のとおりである。

- ・環境モニタリング活動

東京電力福島第一原子力発電所半径 20km 以遠地域の環境モニタリングを実施し、環境の現状を把握した（平成 23 年 3 月 12 日～平成 24 年 3 月 31 日、延べ 5,506 人・日）。

福島県内の小中学校等の環境放射線測定、校庭土壌測定等を実施した（平成 23 年 4 月 6 日～平成 23 年 8 月 25 日、延べ 343 人・日）。

- ・環境試料中の放射能測定

東京電力福島第一原子力発電所の地先海域及び茨城県大洗町での環境試料中（海水、ダスト等）の放射能分析を実施し、海洋環境へ放出された放射性物質の影響について評価した（分析試料数は福島と茨城を合計して海底土 266、表土 119、浮遊塵 450、空気中ヨウ素 257、海水 1,012、飲料水等 106）。

- ・一般市民の不安解消に係る取組

福島県民の内部被ばく測定評価をホールボディカウンタ車及び東海研究開発センター全身カウンタを用いて実施し住民の健康管理及び不安の解消に努めた。（平成 23 年 7 月 11 日～平成 24 年 3 月 31 日、測定人数 14,548 人）

旧原子力安全・保安院を通じた福島県からの要請により、福島県自治会館に開設された電話による住民相談窓口において住民からの問合せに対応し不安の解消に資した（平成 23 年 3 月 18 日～平成 23 年 8 月 9 日、延べ 516 人・日）。

また、茨城県からの要請を受け、茨城県庁住民相談窓口においても電話による住民からの問合せに対応した。

警戒区域への一時立入りのための中継基地対応要員、住民の安全管理対応要員を派遣した（平成 23 年 5 月 20 日～平成 24 年 3 月 31 日、延べ 4,050 人・日）。

支援・研修センターに「健康相談ホットライン」を設置し、電話による住

民等からの問合せに回答した（平成 23 年 3 月 17 日～平成 24 年 9 月 18 日、延べ 5,618 人・日、対応件数：34,581 件）。原子力災害においては、放射線（能）が人体に与える影響に対する不安をどのように払拭するかは重要な防災活動であり、原子力の専門家として住民の立場に立って説明を行うことにより安心を得ることができ、また、国としての防災活動の信頼確保にもつながったと考える。

- ・ 専門家の派遣による活動

旧原子力安全委員会、文科省非常災害対策センターに機構の各分野の専門家を派遣するなど事態の鎮静活動の一助を担った。

- ・ 特殊車両、資機材の提供

移動式全身カウンタ測定車を派遣し、住民及び作業員の体内放射能測定を実施し、被ばく線量評価をするとともに、東京電力(株)へ貸与した際も測定及び被ばく線量評価を支援した。この他にモニタリング車 3 台、体表面測定車 1 台、身体洗浄車 2 台等を派遣した。また、国や地方公共団体が現地で行う緊急時モニタリング活動等のために、各種放射線測定器や放射線防護資機材を提供した。

- 国、地方公共団体等への指定公共機関としての技術的支援

東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、専門家として国、地方公共団体等が行う防災基本計画や地域防災計画の修正等について住民防護の視点に立った緊急時モニタリング、広域避難計画等の対応環境整備に関する技術的な支援及び関係機関等の検討会等に参画し専門家として提言及び助言を行った。また、新たな原子力防災対応体制における指定公共機関としての確実かつ実効的な対応体制等の構築に取り組んだ。これらの対応により国、地方公共団体等が行う新たな原子力防災対応の基盤強化に貢献した。具体的には以下のとおりである。

- ・ 国（原子力規制委員会等）からの要請・依頼を受け、防災基本計画の修正（平成 24 年 9 月、平成 26 年 1 月）、原子力災害対策マニュアルの改訂（平成 26 年 10 月）、緊急時モニタリング設置要領の策定（平成 26 年 10 月）及び「地域防災計画等の充実支援のためのワーキングチーム」における技術的事項の検討などの場に参画し、原子力防災の専門家として原子力防災基盤の強化に向け、福島支援活動の経験を踏まえた実動を意識した提言及び助言を行った。
- ・ 国の防災基本計画の修正等を受け、機構防災業務計画を修正した（平成 25 年 3 月、平成 26 年 6 月）。
- ・ 原子力災害対策重点区域の拡大に伴う地方公共団体の地域防災計画の修正、住民の広域避難計画の策定などに関しては、原子力施設立地道府県以外を含めた広範囲にわたる地方公共団体からの支援要請に対し、原子力災害対策指針等の防護対策基準等の解説、当該県での必要な対策や留意点を提言するとともに

行政措置としての対応等をしんしゃくし具体的な助言等の支援を行った。また、地方公共団体の国民保護計画の変更（富山県、福井県及び静岡県）への意見照会に対して、技術的助言を行った。とくに国内で最も多い原子力災害時避難対象者を対象とする茨城県の広域避難計画の策定への支援要請に積極的に協力（平成 25 年度、検討会等 17 回）し、避難先・避難所の開設運営、スクリーニングの実施方法及び効率的な避難方法等について技術的助言を行った。

- 地方公共団体において開催された会議等（福島県原子力防災会議、茨城県地域防災計画改定委員会原子力災害対策検討部会、茨城県緊急時モニタリング計画検討委員会、茨城県緊急被ばく医療活動・健康影響調査マニュアル検討委員会、島根県原子力防災会議、青森県環境放射線等監視評価会議及び放射能調査機関連絡協議会等）に参画し、原子力防災の専門家として緊急時モニタリング等の実効性の向上等に向けた提言を行った。
- 消防庁消防・救助技術の高度化等検討会、東京消防庁特殊災害支援アドバイザー情報連絡会、原子力安全推進協会防災対策指針検討会、日本電気協会の原子力規格委員会運転・保守分科会「防災対策指針検討会」、原子力規制委員会の被ばく医療体制実効性向上調査等専門家ワーキングチーム及び汚染検査等マニュアル検討委員会等において原子力防災の専門家としてそれぞれの機関に求められる放射線災害時の対応等に関する提言を行った。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う国民の保護に関する基本指針の変更に基づく機構国民保護業務計画の変更（緊急時環境モニタリング活動の支援等に関わるより具体的対応の追記等、平成 25 年 5 月）を行った。また、内閣官房、青森県及び弘前市が主催する青森県国民保護共同実動訓練（平成 25 年 11 月）について原子力防災の専門家として実動訓練の対応経験等に基づく助言を行った。
- 原子力災害時等に指定公共機関としての責務を果たせるよう、支援活動の拠点である支援・研修センターの支援棟の放射線防護対策のための正圧化工事（平成 25～26 年度）を実施したほか、通信機器の整備・拡充（衛星通信設備の補強等）、緊急時対応設備の経年劣化対策など危機管理施設・設備の機能強化及び維持管理を着実に実施した。
- 原子力緊急時における避難退域検査基準に関して、国内防災関係機関に配備されている放射線サーベイメータごとの特徴を調査した結果が学会誌（保健物理 Vol. 49 2014/9）に掲載された（平成 26 年 9 月）。また、茨城県関係保健所配備の放射線サーベイメータの日常点検要領を作成し、当該機関の対応力強化に寄与した。

#### ○ 原子力防災関係者の人材育成への支援等

原子力災害対応に当たる人材の育成が重要であるとの認識の下、緊急時に、より確実かつ適切な人的・技術的支援活動が行えるよう、機構内専門家の研修

及び訓練を行った（総受講者数 3,238 名）。また、国、地方公共団体及び防災関係機関が行う教育・研修の計画及び実施に積極的に協力するとともに、自ら企画した研修の実施を通じて、原子力防災関係者の原子力災害対応能力の向上及び新たな原子力防災対応体制の基盤強化につながる人材育成に貢献した（総受講者数 9,777 名）。主な実績は以下のとおりである。

- 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、機構内専門家及び支援・研修センター内職員を対象にして、東京電力福島第一原子力発電所事故の対応実績を踏まえた研修等（指名専門家の研修、原子力防災訓練への参加、定期的な通報訓練、緊急時における特殊車両運転手の放射線防護研修及び放射性物質拡散予測システム（WSPEEDI-II）計算演習の定期的な実施による計算実施要員の確保等、計 199 回、2,711 名）を行った。これらにより指定公共機関に求められる対応、実際の活動方法及び国等の原子力災害対策の見直しの現状等について理解を深めるとともに、緊急時対応力の向上及び危機管理体制の維持・向上を図った。さらに、支援・研修センター内職員等相互で、海外のモニタリング体制、訓練強化方策等、日頃の業務の成果等を紹介・情報交換等を実施するセミナーを開催（計 20 回、532 名）し、新しい防災対応スキルの向上に努めた。
- 経産省からの受託事業として、地方公共団体の原子力災害対応要員を対象に「緊急時対応研修」等を実施した（平成 22・23 年度、計 27 回、1,318 名）。
- 愛媛県からの受託事業として愛媛県職員等を対象に住民防護対策についての原子力防災研修を実施した（平成 22・24・25 年度、計 3 回、176 名）。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う支援活動の経験、知見等を踏まえ、地方公共団体等の原子力防災関係者を対象に平成 25 年度に「防災業務関係者のための放射線防護研修」を新たに企画して実施した（平成 25・26 年度、計 20 回、892 名）。
- 原子力規制委員会（旧原子力安全・保安院）の内部研修として原子力防災専門官（平成 22～26 年度）、原子力保安検査官（平成 22・24～26 年度）、核物質防護検査官（H22 年度）を対象にした研修の講師を担当し、規制当局の人材育成に貢献した（計 38 回、317 名）。
- 国、地方公共団体及び防災関係機関（警察、消防、自衛隊等）からの要請及び依頼に応じ、それらの職員を対象にそれぞれの機関に求められる放射線災害時の対応等を考慮して、研修・訓練（講師派遣を含む。）を実施した（平成 22～26 年度、計 145 回、5,889 名）。
- 機構の原子力人材育成センターや大学などの教育機関からの依頼に応じ、原子力防災に関する講義等に講師を派遣した（平成 22～26 年度、計 47 回、1,185 名）。
- 原子力災害時の専門家の役割等について理解を得るため、視察・見学者（原子力防災関係者（原子力防災専門官、地方公共団体、病院、消防、警察、教員

及び電力等)並びに海外研修生等、計約9,800名(平成14年3月の開所以降の累計は約38,000名))に対して、指定公共機関として有する支援機能(支援体制、緊急時対応設備等)及び東京電力福島第一原子力発電所事故の対応実績を分かりやすく説明し、原子力防災に関する知識の普及啓発を図った。

○ 国及び地方公共団体が行う原子力防災訓練への技術的支援

国の原子力総合防災訓練(平成22年10月:静岡県、平成25年11月:鹿児島県、平成26年11月:石川県)及び地方公共団体の原子力防災訓練(平成22年度:茨城県等8道県、平成23年度:福井県、平成24年度:島根県等4道県、平成25年度:北海道等9道県、平成26年度:宮城県等4道県)に企画段階から参画し、原子力防災の専門家として緊急時モニタリング活動等に対する地域の特性を踏まえた適切な提言や助言を行うとともに、専門家、体表面測定者等の派遣を行った。これらを通じて原子力災害対応能力の向上及び地方公共団体としての地域住民の安全確保のための取組に貢献した。また、原子力災害時等に指定公共機関としての役割を確実かつ実効的に果たすなど、関係機関との連携を強化した。

○ 原子力防災等に関する調査・研究及び情報発信

原子力防災(武力攻撃事態等を含む。)の実務的な側面に重点を置いた国内外の調査研究を行うとともに、定期的な情報発信による新たな原子力防災体制の理解促進に継続して取り組み、国及び地方公共団体が行う原子力防災活動の向上に貢献した。茨城県が平成22年度茨城県原子力総合防災訓練において実施した自家用車避難訓練の評価を行い、住民避難に自家用車を使用する際の課題等をJAEAレポート(JAEA-Technology2011-042「平成22年度茨城県原子力総合防災訓練における自家用車避難訓練の評価」)として取りまとめ、公開(平成24年3月)するとともに、茨城県の広域避難計画の策定において技術的な助言を行った。

また、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓等を踏まえ、原子力防災の実務に係る国の関係省庁及び地方公共団体の防災担当職員や緊急モニタリング等にあたる関係機関の職員等を対象に実効的な運用体制を構築するために役立つことを目的として、緊急時モニタリングの強化方策や避難における自家用車の使用、防護対策の基本的な考え方等の調査を行い、調査結果を研究開発報告書(JAEA-Review2013-015 我が国の新たな原子力災害対策の基本的な考え方について—原子力防災実務関係者のための解説—)として取りまとめ、公開した(平成25年8月)。

これらの成果については、国内の原子力防災関係者等に広く原子力防災情報を提供するため、機構ウェブサイトに「原子力防災情報」として掲載した(掲載記事数22件(平成22年4月～平成27年3月末))。



## ○ 国際貢献

海外で発生した原子力事故や放射線緊急事態等への支援の一環として、IAEA が設立した国際的な緊急時対応援助ネットワーク（Response Assistance Network、以下「RANET」という。）に登録され（平成 22 年度）、RANET の下で実施された訓練に参加するとともに、の特別拠出金事業である「アジア原子力安全ネットワーク」（Asian Nuclear Safety Network、以下「ANSN」という。）の原子力防災に係る活動グループの運営に携わり、アジア地域の原子力災害対応基盤整備に貢献した。具体的には以下のとおりである。

- ANSN の中で、防災・緊急時対応専門部会ワークショップを 3 回 IAEA と共催したほか、同専門部会のコーディネータとして同専門部会年会を毎年主宰した。また、被支援国の現状とニーズに対応した中期計画の策定と各国の進捗状況のレビューを行うとともに、被支援国共通の弱点強化を目的としたワークショップにおいて、東京電力福島第一原子力発電所事故の経験・知見の提供を行い、東南アジア諸国の原子力防災対応能力の向上に資する国際貢献を行った。
- 原子力平和利用分野における協力取決めに基づき、韓国原子力研究所との原子力緊急時支援技術開発に係る情報交換を毎年実施するとともに、それぞれの国の原子力総合防災訓練を交互に視察して訓練手法の向上に関する意見交換を実施した（平成 24・25 年度）。

## ○ その他

茨城県の推薦により、平成 22 年度経済産業大臣表彰「原子力安全功労者」を受賞した。受賞は、支援・研修センターが JCO 臨界事故後約 10 年間にわたる原子力防災対策の充実強化に当たり、原子力の安全確保に尽力したとして、茨城県職員や県内防災関係機関職員等への研修を始め、オフサイトセンターと連携した原子力総合防災訓練や原子力に関する知識の普及・啓発活動等に対して、支援・研修センターが積極的に支援・協力を行ったことによるものである。

北朝鮮による地下核実験実施に関しては、文科省から緊急時環境線量情報予測システム世界版（WSPEEDI-II）を用いた放射性物質の拡散予測計算結果を文科省及び防衛省に送付する依頼を受けた。このため、平成 24 年 4 月から原子力基礎工学研究部門の協力を得て、支援・研修センターにおいて計算結果を夜間、休日を含め迅速に文科省及び防衛省へ送付できるよう適切な体制を構築し、平成 25 年 2 月 12 日 11 時 57 分に核実験が行われた際には、文科省へ迅速に計算結果の送付ができた。その後、合計約 1,000 ケースの計算結果を送付し、計算結果の全ては文科省のウェブサイト上にて公開された。これらの対応は、我が国の北朝鮮による地下核実験実施に対する放射能対策に万全を尽くすための一環を支援した。なお、これらの実績・経験について、JAEA レポート

（JAEA-Technology2013-030「北朝鮮による地下核実験に備えた放射性物質の拡散予測体制の構築と実対応」）として取りまとめ、公開した（平成 25 年 11 月）。

東京電力福島第一原子力発電所事故発生直後から緊急時体制を立ち上げ、国、地方公共団体の要請に対して、機構が総力を挙げて人的・技術的支援を行い期待される役割を果たしたことで IAEA の調査団報告（平成 23 年 6 月 16 日）の中でも、「災害時の住民の不安解消に関して、国による災害活動において機構が重要な役割を果たしている」と評価された。さらに東京電力福島第一原子力発電所事故を契機とした国の原子力行政、原子力防災体制の抜本的な見直し及び検討に関し、国、地方公共団体等からの要請、依頼に応じ、機構の専門性を活かした業務を展開するなど、中期目標を達成した。

### (3) 核不拡散政策に関する支援活動

#### 【中期目標】

我が国の核物質管理技術の向上、関係行政機関の核不拡散に関する政策を支援するため、以下の活動を実施する。

- 1) 関係行政機関の要請を受け、自らの技術的知見に基づき、政策的な研究を行い、その成果を発信することにより、我が国の核不拡散政策の立案を支援する。
- 2) 関係行政機関の要請を受け、核物質管理技術開発、計量管理等の保障措置技術開発を行い、国際原子力機関 (IAEA) 等を支援する。
- 3) 包括的核実験禁止条約 (CTBT) の検証技術の開発等を行う。
- 4) 関係行政機関の要請を受け、放射性核種に関する CTBT 国際監視観測所、公認実験施設及び国内データセンターの整備、運用を継続する。

#### 【中期計画】

##### 1) 核不拡散政策研究

関係行政機関の要請に基づき、核不拡散に係る国際動向に対応し、技術的知見に基づく政策的研究を行う。また、核不拡散に関連した情報を収集し、データベース化を進め、関係行政機関との情報共有を図る。

##### 2) 技術開発

関係行政機関の要請に基づき、保障措置、核物質防護、核セキュリティに係る検討・支援や技術開発を実施する。また、原子力事業者として将来の保障措置や核拡散抵抗性向上に資する基盤技術開発を行う。日米合意に基づき、核物質の測定・検知技術開発等を行う。

##### 3) CTBT・非核化支援

包括的核実験禁止条約 (CTBT) に係る検証技術開発を継続する。

関係行政機関の要請に基づき、国際監視観測所及び公認実験施設の着実な運用を行うとともに、核実験監視のための国内データセンターの運用を実施する。

ロシアの核兵器解体に伴う余剰 Pu 処分支援を継続する。

##### 4) 理解増進・国際貢献

インターネット等を利用して積極的な情報発信を行うとともに、国際フォーラム等を年 1 回開催して原子力平和利用を進める上で不可欠な核不拡散についての理解促進に努める。

関係行政機関の要請に基づき、アジア等の原子力新興国を対象に、セミナーやトレーニング等の実施により核不拡散・核セキュリティに係る法整備や体制整備を支援する。

国際的な平和利用の推進のためアジア諸国等への技術支援、核セキュリティに係る国際原子力機関 (IAEA) との研究調整計画 (CRP) への参画、核不拡散

等一連の技術開発成果の IAEA への提供などにより、国際的な核不拡散体制の強化に貢献する。

《中期実績》

1) 核不拡散政策研究

○ 近年の新興国の原子力発電所の導入に向けた動きや各国の二国間原子力協力協定の協議状況等の国際動向を踏まえ、技術的知見等に基づき、以下の政策的研究を実施した。

- ・ 原子力発電所の新規導入国への核不拡散体制整備支援方策の立案については、導入を検討しているベトナム、タイ、カザフスタンにおける核不拡散体制整備状況を調査するとともに、これらの国の核不拡散関連機関との会合を通じて協力が必要な項目の同定及び協力方策の立案を行った。特にベトナムとの協力に関しては、平成 22 年 6 月に、ベトナムの保障措置、核セキュリティの法整備及び体制整備に資するため、機構とベトナム原子力・放射線安全規制庁 (VARANS) との間で協力覚書を締結した。なお本件研究の成果は、現在、アジア等の原子力新興国を対象とした核不拡散・核セキュリティに関する支援に引き継がれている。
- ・ 日本は、米国から研究炉、濃縮ウランの供給を受けるなど、その原子力プログラムが最初から米国に依存していることを踏まえ、米国の核不拡散政策が日本の核燃料サイクル政策に与えてきた影響の分析を実施した。この結果、東海再処理工場の運転開始や海外再処理によって回収されたプルトニウムの日本への返還輸送等、日本の核燃料サイクル計画の節目となる局面において、米国内の各勢力（政府、議会、民間の専門家）が、大きな影響力を発揮してきたことを明らかにし、報告書を公表した。なお、本研究の一環として日米再処理交渉の交渉過程を分析した論文が、核物質管理学会日本支部 (INMM-J) の優秀論文賞を受賞した。
- ・ 二国間原子力協力協定は、原子力平和利用と核不拡散という NPT 上の権利と義務を両立させる観点で重要な要素であることから、主要な原子力供給国の同協定を調査した。担保すべき核不拡散上の要件や協定の運用に関する国際的なコンセンサスの形成に資するため、二国間原子力協力協定の発展過程の調査・分析、主要供給国がこれまで締結した協定の比較分析等を行ったものである。こうした分析を通じ、協定対象の資機材の管轄外移転や濃縮・再処理に対する規制、協定違反に対する制裁等、協定に共通的に盛り込まれるべき要素を抽出するとともに、受領国における原子力利用の進展度、核不拡散の国際枠組みへの参画度に応じて、協定の関連規定で要求すべきレベルを定めていくことが実効的な核不拡散確保につながることを明らかにし、報告書を公表した。

- ・ 使用済燃料の直接処分が、我が国の核燃料サイクル政策のオプションの一つとされたことから、バックエンドに係る核不拡散・核セキュリティ上の課題について検討を実施した。核不拡散・核セキュリティ上の課題について文献調査を行い、さらに、使用済燃料の保障措置について、ガラス固化体の保障措置の終了に係る廃棄体中のプルトニウム濃度に着目して、軽水炉、高速炉、高温ガス炉における使用済燃料中のプルトニウムの濃度、プルトニウムの回収困難性及び核拡散抵抗性について比較評価を実施し、原子炉としては高温ガス炉による高燃焼が最良であることを明らかにした。また使用する燃料としては、ウラン 238 ( $^{238}\text{U}$ ) の利用量が少ない岩石燃料は、使用済燃料中のプルトニウム量が少ないこと、さらに核分裂性のプルトニウムの割合が小さいことから、核拡散抵抗性の観点で、使用済燃料の査察（保障措置）業務の軽減等に向けて更なる研究が期待できることを明らかにした。
- 核不拡散政策研究委員会を開催し、同委員会の場を通じて資料提供を行うなど関係機関との情報共有に努め、同委員会における外部専門家による助言を機構の政策研究に反映させた。また、関係行政機関、日本国際問題研究所、学会及び専門家との意見交換を通じて、情報の共有、政策課題の検討等に資した。
- 文部科学省の「核不拡散強化に関する海外技術調査」（平成 22 年度）及び内閣府の「国際的な核不拡散体制強化に関する制度整備構想の調査」（平成 22 年度より 2 年間）を受託し、それぞれ報告書を取りまとめた。さらに、文部科学省の「国際核燃料サイクルシステムの構築と持続的運営に関する研究」（平成 22 年度より 3 年間）に連携機関として参加し、報告書を取りまとめた。また、電気事業者から「核不拡散及び原子燃料サイクルに関する技術調査研究」（平成 22 年度より 4 年間）を受託し報告書を取りまとめた。平成 26 年度には経済産業省より、「核燃料サイクル技術等調査」を高速炉研究開発部門と連携して受託し、核不拡散関連の研究開発動向を報告書として取りまとめるとともに、同じく経済産業省の「新興国における原子力政策・産業動向及び核不拡散・核セキュリティに関する海外動向調査」のうち、「核不拡散・核セキュリティに関する海外動向調査」について連携機関として参加した。
- 核不拡散に関する国内外の最新の動向や政策研究で調査した情報を踏まえ、得られたデータの分類整理を適宜実施し、データベース化を進めた。その一環として核不拡散動向や核不拡散ポケットブックを改定し、機構ウェブサイト等にて機構内外の関係者に周知した。
- 東京大学大学院工学研究科原子力国際専攻の国際保障学講座において、同専攻との連携協力協定に基づく客員教員派遣を継続し、核不拡散・核セキュリティ

ィに係る大学院学生の教育・研究指導を実施し、3名の学位取得に貢献した。

## 2) 技術開発

- 東京電力福島第一原子力発電所の熔融燃料等の核燃料物質の定量を目的として、核燃料物質と随伴する核分裂性物質のガンマ線測定による手法の適用性をシミュレーション解析などにより確認した。本技術開発に関し、東京電力福島第一原子力発電所事故時の炉心燃料インベントリ計算結果を用いた燃料デブリから漏えいするガンマ線の感度解析などの評価結果について、日本原子力学会英文論文誌に投稿 (Vol. 51, Issue 1) し、論文賞 (平成 27 年 3 月) を受賞した。

DOE と協力し、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計量管理方法を検討するため、米国 TMI 事故やチェルノブイリ事故時の事例調査、東京電力福島第一原子力発電所に適用可能な測定技術のスクリーニング等を実施し、成果を報告書に取りまとめるとともに第 55 回核物質管理学会 (平成 26 年 7 月) において発表した。また、計量管理技術開発に関わる機構内外との調整、取りまとめを実施するとともに、原子力規制庁と IAEA との保障措置協議に参加し技術開発状況を説明するなど支援を実施した。

- 平成 25 年度より、資源エネルギー庁からの受託事業「地層処分技術調査等事業 (使用済燃料直接処分技術開発)」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施設設計に資するため、使用済燃料直接処分施設に適用される保障措置・核セキュリティ技術開発に着手した。これまで、IAEA、先行国 (フィンランド、スウェーデン) 等の技術検討状況について調査し、IAEA の保障措置や核セキュリティ上の要件及び処分施設に適用する場合の技術課題を整理するとともに、適用可能な技術の調査、システムの予備検討を実施した。また、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等を通じて、IAEA、各国の現況を共有し上記検討に反映した。

- 機構の関係部署と連携し、将来の核燃料サイクルに対する核拡散抵抗性技術及び評価手法、より多くのプルトニウムを取扱いに向けた先進保障措置技術についての検討を行い、次世代燃料サイクルに適用されるべき核拡散抵抗性ガイドラインの機構案を作成した。また、核拡散抵抗性評価手法開発の一環として核物質の魅力度 (核兵器への転用のし易さ) を様々な形態の核物質について評価し、魅力度の低減策について DOE と共同研究を実施し報告書に取りまとめるとともに、結果概要について GLOBAL2013 に報告した。

- 革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト (INPRO) や第 4 世代原子力システム国際フォーラム (GIF) の活動に参加し、国際的な評価手法概念のコンセンサスの醸成に貢献した。

アジア太平洋地域における核不拡散に関する透明性向上のため、専門家間で必要な情報共有を行う枠組みの設計について、米国サンディア国立研究所(SNL)や韓国核不拡散核物質管理院(KINAC)等と検討を行い、概念を構築した。研究成果については、第54回核物質管理学会(平成25年7月)での発表や報告書の作成など取りまとめを実施した。

- 効果的・効率的な核物質防護対応のため、機構が実用化した2次元の侵入者自動監視システム及びSNLが開発した3次元ビデオ監視システムを機構の施設に設置し、両システムの長期間における様々な環境条件での有効性試験及びデータ評価を行い各システムの有効性を確認した。また、外部及び内部脅威者による妨害破壊行為に対する核物質防護システムによる防御確率の評価など核物質防護に関するリスク評価検討を実施し、成果を日本原子力学会等で発表するとともに論文に取りまとめた。そのほか、警備員配置の最適化評価をSNLと協力して実施し、当該評価プログラムの操作トレーニングをSNLと実施した。

日米原子力エネルギー共同行動計画(JNEAP)への協力において、アジア等の原子力発電導入を計画している新興国を対象としたセキュリティ設計ハンドブックを作成するとともに、同ハンドブックのアジア諸国への普及計画を作成し同地域での核セキュリティ強化に貢献した。

- 日米合意に基づく核物質の測定・検知技術開発等を以下のとおり実施した。

#### (1)核物質の測定・検知技術開発

核物質の測定・検知に係る基礎技術開発として、下記を実施した。

- ・使用済燃料中のプルトニウム非破壊測定(Pu-NDA)実証試験(H23-H25)

米国ロスアラモス国立研究所(LANL)との共同研究で実施し、同研究所で開発したPu-NDA装置を原子炉廃止措置センターの「ふげん新燃料受入装置」に据付け、実使用済燃料集合体(MOX燃料7体、ウラン燃料1体)の測定を完了し、中性子計数と各集合体中の実効<sup>239</sup>Pu量の相関が得られた。

- ・レーザーコンプトン散乱(LCS)非破壊測定(NDA)技術開発(H23-H26)

核共鳴蛍光(NRF)による核物質探知、使用済燃料内核物質等の高精度NDA装置の開発をめざした基礎技術の研究開発を行った。NRFに関する研究では、米国Duke大学高強度ガンマ線(HIGS)施設でのNRF実験を行うとともに、ガンマ線挙動シミュレーションコード(Geant4)にNRF現象に関するコードを組み込んだもの(NRF-Geant4)を開発し、実験が再現することを確認した。単色のLCSガンマ線源開発は、単色のLCSガンマ線発生装置の技術開発を高エネルギー加速器研究機構(KEK)と共同で進めた。KEKつくばにおいて、エネルギー回収型電子線型加速器の建設を共同で進めるとともに、関西光科学研究所で、高出力レーザーの開発を進める一方で、KEKにおいては、エネルギー回収型電子線加速器の建設及びレーザー蓄積キャビティの開発を進めた。こ

れらを、エネルギー回収型電子線型加速器に設置し、LCS ガンマ線発生実証装置を完成させ、LCSガンマ線発生試験を実施し単色のLCSガンマ線(数keV)の発生を確認した。エネルギー回収型電子線型加速器において、蓄積した高強度レーザーに電子線を衝突させる試みは世界初であり、世界最高強度(従来の強度の1万倍)のガンマ線の発生を可能とする技術の基盤を確立することができた。

平成26年1月には「核セキュリティと核不拡散のための核物理とガンマ線源」国際シンポジウムを東海村にて開催した。

- ・中性子共鳴濃度分析(NRD)技術開発(H24-H26)

粒子状溶解燃料中の核物質高精度NDAの基礎技術として、NRD法に関する研究をEC-JRCの標準物質測定研究所(IRMM)と共同で進めた。平成27年3月に基礎技術開発成果の取りまとめとして、IRMMにおいてワークショップを開催した。ワークショップ期間中、IAEA、DOE及びDG-ENEE(EU)の参加を得て、NRD実証試験を行い、本手法の有効性を示した。

- ・ヘリウム3(He-3)代替中性子検出器開発(H23-H26)

He-3代替中性子検出器開発として、ZnS/<sup>10</sup>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>セラミックシンチレータ検出器の改良及び、平成25年度までに開発した同検出器を用いた小型NDA装置(ASAS)の開発を行った。IAEA、EU-JRC及びDOE所属の専門家の参加を得て、平成27年3月中旬に、原子力科学研究所・放射線標準施設におけるZnS/<sup>10</sup>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>セラミックシンチレータ検出器のHe-3検出器との比較性能試験及び再処理技術開発センターのプルトニウム転換技術開発施設における実MOX粉末を用いたNDA装置(ASAS)と既存のHe-3利用NDA装置(INVS)との比較性能試験を行った。その結果、セラミックシンチレータ検出器については、He-3検出器の75-80%の中性子検出効率が確認され、また、ASASは、INVSと比較して性能が落ちるものの、査察現場で使用可能なレベルで核物質を定量でき、また、今後改善が期待できる革新的な技術であるとの評価を得た。

## (2)核鑑識技術開発

核鑑識については、①～⑤の技術開発を行い基本的な核鑑識技術を確立し、世界トップレベルの分析レベルに達していることを確認した。

①核物質の同位体組成を分析する技術

②その核物質に含まれる不純物を測定する技術

③ウランとその壊変核種であるトリウムの同位体比からウランの精製年代を測定する技術

④粒子の形状を電子顕微鏡撮影して画像データとする技術

⑤核物質を分析して得られた実測データをライブラリのデータベースに蓄積されているデータと照合して核物質の出所・履歴などを明らかにするためのプロトタイプ核鑑識ライブラリを開発



これらの核鑑識技術開発にあたっては、機構と DOE との共同研究の下に実施するとともに、EU-JRC との研究協力についても検討した。また核鑑識国際ネットワーク（IAEA、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）、核鑑識国際技術作業部会（ITWG））の会合及び核鑑識ライブラリに関する国際机上訓練に参加し、核鑑識の国際的連携活動に貢献した。

そのほか、平成 26 年度原子力規制庁からの受託事業「新核物質防護システム確立調査(核鑑識体制の確立のための課題の抽出)事業」において、我が国の核鑑識技術を生かした核鑑識体制の確立に向けた提案をするため、課題の抽出及び課題を解決するための具体的な方策について整理した。

- 機構-DOE の核不拡散協力に関する年次技術調整会合（PCG 会合）を毎年開催し、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のレビュー及び新たな協力テーマの検討を行い当該期間中 22 件のプロジェクトを開始し、核不拡散・核セキュリティ分野での DOE との協力を拡充した。平成 24 年度には DOE との本分野における協力開始後 25 周年を記念し、ポネマン DOE 副長官(当時)名による、機構のこれまでの協力への評価、感謝のメッセージを含む記念メダル・楯を受領した。また、平成 25 年度には本活動による米国との長年の協力関係が確立されたことが評価され、理事長表彰(安全功労賞)を受賞した。

EC-JRC との協力について、運営委員会（2 回）や調整会合（3 回）を開催し今後の協力分野に関する協議等を行い、核測定、人材育成、核鑑識及び環境試料分析に関する共同研究(6 件)を開始した。

### 3) CTBT・非核化支援

- CTBT に係る検証技術開発については、CTBT 国際監視ネットワークを構成する放射性核種観測所から送付される観測データの解析・評価を通じて、ネットカウンタ計数法による希ガスデータ解析手法を確立し、さらに解析精度の向上に有効な自動校正手法の導入等により希ガス解析ソフトの改良を行った。また、新しい大気輸送モデルを放出源推定解析手法に取り入れ、このモデルを使用して平成 25 年 2 月の北朝鮮核実験での放射性キセノン放出量と放出時期に関する評価を実施し、その成果を国際希ガス実験ワークショップ(平成 25 年 11 月)で発表した。

沖縄観測所で平成 22 年 5 月に検出された人工放射性核種の異常検知事象に関する解析評価及び東京電力福島第一原子力発電所事故による環境中への放射性核種放出に対する CTBT 国際監視ネットワークの観測データを用いた解析評価に関する適時な情報提供で国に貢献した。また、平成 25 年 2 月の北朝鮮による 3 回目の核実験では東アジアを中心とする CTBT 放射性核種観測所の観測データを使用した解析評価及び同年 4 月の高崎観測所における北朝鮮核実験由来と考

えられる放射性キセノン同位体の同時検出事象では、放出源や核爆発日時の推定も含む解析評価を行い、国等へ報告し、CTBT 国内運用体制に基づく第3回北朝鮮核実験に係る国の評価に貢献した。

- 国際監視観測所及び公認実験施設については、CTBT 機関(CTBTO)からの受託事業「CTBT 放射性核種観測所運用」及び「東海公認実験施設の認証後運用」により、CTBT 国際監視制度施設(茨城県東海村、沖縄県恩納村及び群馬県高崎市)を暫定運用し、ウィーンの国際データセンターを通じて世界に観測データを発信するとともに、CTBTO に運用実績を毎年報告し承認を得ている。

高崎観測所は、平成26年12月にCTBTO から希ガス観測所として東アジア沿岸諸国初の認証を得た。また、東京電力福島第一原子力発電所事故に際しては、CTBTO と緊密に連絡を取りながら可能な限り観測所機能の維持に努め、観測所運用者として機構の国際的責任を果たした。

東海公認実験施設は、CTBTO が主催する公認実験施設の分析能力を評価する国際比較試験に毎年参加し、毎回最高ランク(A)の評価を得た。さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故による放射性物質放出に関し、CTBTO の要請に基づき特別緊急試料の分析を行い、事故直後の高崎観測所内汚染核種とその放射能の評価に貢献した。

- 国内データセンター(NDC)については、CTBT 国内運用体制の事務局である(公財)日本国際問題研究所軍縮・不拡散促進センターからの受託事業「CTBT 国内運用体制の確立・運用(放射性核種データの評価)」において、観測データ等のデータベースへの蓄積と管理、CTBT 国内運用体制の検証能力と実効性の評価を目的とする統合運用試験の実施(3回/年)等により NDC を暫定運用し、CTBT 国内運用体制を支える組織の一つとして貢献した。

- 希ガス共同観測プロジェクトとして、平成24年には機構/(公財)日本分析センター(JCAC)/米国パシフィックノースウェスト国立研究所/CTBTO の4機関が、平成26年には機構/JCAC/CTBTO が共同で、青森研究開発センターむつ事務所大湊施設内に設置した可搬型希ガス観測装置により約半年間の共同観測を実施し、むつ地域固有のバックグラウンド挙動を明らかにした。

- CTBTO と共催で希ガス監視技術に関する最新の研究成果や開発状況の報告と検討を目的とする「国際希ガス実験ワークショップ」を平成24年11月に茨城県水戸市で開催し、核実験の国際的な監視体制に果たす希ガス検知の役割に関する国際的議論の促進に貢献した。

- ロシア解体核兵器からの余剰兵器級プルトニウム処分の国際協力について支

援を検討するため、米露の解体核兵器からのプルトニウム処分に関する政策動向調査を実施した。平成 25 年度には機構改革に基づき本事業の進め方を検討し本事業の取りまとめを持って終了することとし、これまで実施してきた共同研究成果等を取りまとめるとともに、OECD 開発援助委員会で提唱された評価項目を参考に事業の事後評価を実施し妥当性、有効性については高いと評価した。本事業は、平成 26 年度をもって終了した。

#### 4) 理解増進・国際貢献

- 最新の核不拡散・核セキュリティに係る事項について分析し解説したメールマガジン「ISCN ニュースレター（旧核不拡散ニュース）」を、関係省庁及び電力会社等の原子力関係者約 460 名に宛てて延べ 79 回発信（政策研究関係 91 件、技術開発関係 25 件及び活動報告 65 件）した。また、原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに関わる今日的なトピックを取り上げ、種々の課題や方策について議論を行うとともに、我が国及び機構の取組を紹介する国際フォーラムを毎年 1 回主催し、計 1,000 名を超える参加者を得るとともに、より広く一般の方にも理解を深めていただくよう、結果を機構ウェブサイト（日本語及び英語）に掲載した。

また、機構ウェブサイトには、世界の核不拡散・核セキュリティに係る状況を取りまとめ解説した核不拡散動向及び関連する基礎的な解説を掲載するとともに、また法律・条約に関するリンク集を整備し、理解増進に努めた。

- 平成 22 年 4 月に開催された「核セキュリティ・サミット」において、アジア諸国の核セキュリティ強化に貢献するためのセンター設立を行うとした日本のナショナル・ステートメントを受け、「核不拡散・核セキュリティ総合支援センター」を同年 12 月 27 日に設置した。この間、アジア 6 か国のニーズの調査並びに IAEA 及び DOE 等との連携協力についても協議を進めた。国内的にも核セキュリティ分野の支援について具体的施策の検討を行うため、「核セキュリティ関係準備検討会」を設置し、センターの機能の明確化を行った。
- 我が国の原子力平和利用における知見・経験を活かし、アジア諸国の原子力新興国等における核不拡散・核セキュリティ強化及び人材育成に貢献するため、以下の活動を実施した。また、トレーニング環境の整備として核物質防護実習フィールド及びバーチャル・リアリティ・システムを整備し、本格運用に供した。

本中期期間における主な評価としては、関連する国際会議で日本政府から各国にアピールされるとともに、2 回（ソウル、ハーグ）の核セキュリティ・サミットで日本政府の声明の中で言及され、その成果の継続・発展に対し、期待が述べられている。また、機構の支援がベトナムの追加議定書（AP）の批准を

後押しした例も含め、ベトナム、マレーシア、バングラデシュ及びインドネシア、トルコ等多くの対象国から、協力への謝意と今後の支援強化が要請されている。さらに本事業に関し、国際協力・連携を行っている米国、IAEA 等から、事業推進に係る信頼が示され、人材育成の有効なプラットフォームとして機能しているとの高い評価が得られていることが挙げられる。

- ① 国内外に対し、核セキュリティ、保障措置・国内計量管理制度及び核不拡散に係る国際枠組みの3つのコースを提供し、国際的な人材育成に貢献した。各コースの実施回数・参加者数は以下のとおり。

コース名	実施回数 (回)	参加者数 {名}
*核セキュリティコース	49	1,248
*保障措置・国内計量管理コース	16	320
国際枠組みコース	14	649
合 計	79	2,217

核セキュリティに関しては、国際コース（アジア諸国等を対象）では、毎年1回の核物質防護(PP)地域トレーニングを基本に、IAEA との協力の下、内部脅威、核セキュリティ文化等をテーマとしたより内容の深いトレーニングを展開した。また、往訪セミナー・ワークショップ(WS)として、核セキュリティ強化にニーズの高い対象国（カザフスタン、リトアニア、ベトナム及びトルコ等）に対し、その要求レベルに応じたトレーニングを提供した。さらに国内コース（原子力事業者、規制当局等の政府関係者等を対象）として、毎年1回の核物質防護トレーニングを基本に、性能試験、サイバーセキュリティ等のコースをIAEA やDOE 等と共同で開発した。このほか世界核セキュリティ協会（WINS）と共催で、テーマに応じた寸劇、それに基づく議論を行う演劇型セッションを導入したWSを平成23年から年1回開催した。

保障措置・国内計量管理コースに関しては、国際トレーニングを毎年IAEAの協力の下、20か国30名規模で実施するとともに、IAEA 査察官向けの再処理トレーニングを実施した。実施設を使ったトレーニングは、IAEA から継続を強く要望されている。また日本のAP 批准支援の方針に従い、未批准国に対し、支援のWSを行った。

核不拡散に係る国際枠組みコースとしては、「原子力の平和利用と核不拡散」のセミナーを開催し、対象国の核不拡散・核セキュリティの重要性に対し啓もうする包括的なセミナーを提供した。これは、当該国の原子力利用の初期段階で、広い範囲の政府関係者・有識者等に平和利用の意義を示すとともに、その後の当センターの人材育成支援で、保障措置・核セキュリティのいずれに支援を深化するかの方角性を探る面を併せ持つものである。

- ② 国際協力・連携では核セキュリティ・サミットに向けた貢献として、G8 グローバル・パートナーシップのワーキンググループ(WG)、核セキュリティガバナンス専門家グループ (NSGEG) やアジア太平洋安全保障会議 (CSCAP) に参加する等、核セキュリティ強化に向けた提言作成に貢献した。

IAEA に対しては、人材育成支援協力に関する実施取決めを結び、講師派遣等を実施した。また、核セキュリティに係る種々のテーマに関する技術会合等に参加・寄与した。さらに IAEA の主催する各国の支援センター、COE 間のネットワーク構築及びその活動に貢献した。

DOE/国家核安全保障局 (NNSA)、SNL 及び LANL 等とは、DOE との人材育成支援の協力に基づく当センターの講師養成、研修生受入れ、当センターが開催する研修への講師派遣等協力を継続した。さらに、DOE/NNSA と共催にてワシントンで「日米の核不拡散・核セキュリティにおける協力」等についての WS を開催した。EC-JRC とは、相互協力のコーディネータ会合を開催し、本分野での相互の講師派遣等の協力を推進した。韓国及び中国の Center of Excellence: 中核的機関 (COE) とは、情報交換を行う一方、韓国の COE (INSA) の開所式・国際シンポジウムに参加するとともに相互のトレーニングコースへの参加、講師派遣を行った。

アジア原子力協力フォーラム (FNCA) 及びアジア太平洋保障措置ネットワーク (APSN) 等については、核セキュリティ・保障措置のプロジェクトリーダーとしての活動を行い、本分野の課題とその対処やベストプラクティス共有等の協力・連携を進める等、積極的な情報発信・情報共有を行った。さらに、東南アジア諸国連合 (ASEAN) ・エネルギー・センター (ACE) と共催の核セキュリティ WS、インドネシアでの核セキュリティ文化の自己評価に係るトレーニングセンターへの協力等を通じて連携した。

- ③ 大学等との連携貢献では、東京大学、東京工業大学と人材育成等に関する連携を推進した。東海大学、一橋大学等には、要請に応じ出張講演で核不拡散・核セキュリティの重要性の啓もうを行った。また、電力会社等に対し、国内外の核セキュリティ事象の紹介、核セキュリティ文化啓もうの講演会を実施した。

- 国際貢献では IAEA の研究調整計画 (CRP) 「規制対象施設の核セキュリティの評価手法の確立 (NUSAM)」へ参画した。各作業部会に参加し、核セキュリティ分析やそのサポートと関連文書の作成に貢献した。

- JASPAS (日本による IAEA 保障措置技術支援) の実施について、機構が所掌するプログラムを実施するとともに、新規に IAEA から提案のあったプログラムに関する機構内の取りまとめ、原子力規制庁との調整を行った。

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

##### 【中期目標】

機構は、原子力安全規制、原子力防災、核不拡散等に対する技術的支援に係る業務を行うための組織を区分するとともに、外部有識者から成る審議会を設置し、その意見を尊重して業務を実施することで、当該業務の実効性、中立性及び透明性を確保する。

##### 【中期計画】

機構は、原子力安全規制、原子力防災、核不拡散等に対する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、外部有識者から成る審議会を設置し、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るとともに、同審議会の意見を尊重して業務を実施する。

##### 《中期実績》

- 原子力安全規制、原子力防災、核不拡散等に対する技術的支援に係る業務を行う安全研究・防災支援部門を、原子力施設の管理組織から区分した組織とした。

安全規制行政を技術的に支援するため、中立性及び透明性の確保の在り方について、原子力規制委員会と継続的に意見交換を行うとともに、外部有識者から成る規制支援審議会を平成26年2月と平成26年11月に開催して、原子力規制委員会からの受託事業における事業者との関係や人材・施設の効率的な活用を念頭に中立性・透明性を確保した上で業務を実施する方策の妥当性等について審議を受けた。同審議会の意見を反映して、特に原子力規制委員会からの受託事業実施に当たっては中立性及び透明性確保のためのルールを策定し、これに準じて業務を実施した。

## 7. 自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に係る技術開発

### (1) 廃止措置技術開発

#### 【中期目標】

機構は、原子力施設の設置者及び放射性廃棄物の発生者として、保有する原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処분을、その責任で、安全確保を前提に計画的かつ効率的に実施することが必要である。

このため、保有する原子力施設の廃止及び放射性廃棄物の処理処분을、安全かつ効率的に行うために必要とされる技術開発を行い、廃止措置及び放射性廃棄物処理処分について将来負担するコストの低減を技術的に可能とする。

#### 【中期計画】

廃止措置エンジニアリングシステムを本格運用し、各拠点での廃止措置計画立案に適用するとともに、廃止措置に係る各種データを収集し、大型炉の原子炉周辺設備の評価モデルを平成 26 年度（2014 年度）までに整備する。また、クリアランスレベル検認評価システムを本格運用し、各拠点におけるクリアランスの実務作業に適用する。

「ふげん」における解体技術等開発では、原子炉本体の切断工法を選定するとともに、その解体手順を作成する。

プルトニウム取扱施設における解体技術等開発では、プルトニウム燃料第二開発室の本格解体への適用を目指し、遠隔解体、廃棄物発生量低減化等に関する技術開発を進める。

#### 《中期実績》

- 平成 23 年度に作成した原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分の  
中長期計画に基づき、従来から行っていた技術開発に優先度を設定し、コスト  
低減、早期に開発が必要なものに重点化して、開発を実施した。
  
- 廃止措置エンジニアリングシステムの開発では、「ふげん」、核燃料物質使用  
施設（再処理特別研究棟、ホットラボ施設）、ウラン取扱施設（製錬転換施設、  
G 棟、H 棟）での廃止措置計画立案に適用するとともに、廃止措置に係る各種  
データとして人工数、廃棄物量、付随廃棄物量、被ばく線量及び解体手順等の  
情報を収集した。また、「ふげん」の原子炉周辺設備の廃止措置データを基に、  
大型炉の原子炉周辺設備の評価モデルを平成 26 年度に整備し、評価モデルに  
よって、人工数を精度よく評価できることを確認した。本システムを廃止措置  
作業に導入することで、総合コストを抑えた原子力施設の廃止措置計画立案を  
効率的に行えるようになる。

- クリアランスレベル検認評価システムについては、研究炉3（JRR-3）改造時に発生したコンクリート及び人形峠環境技術センターのウラン廃棄物に対し本格運用し、原子力科学研究所、人形峠環境技術センター及び「ふげん」におけるクリアランスの実務作業、大洗研究開発センター施設の重水臨界実験装置（DCA）の解体で発生する金属廃棄物のクリアランス検討に適用した。

本システムを適用することで、施設毎に異なるクリアランス検認に必要な評価対象核種を合理的に選定し、クリアランスの可否を評価することが可能となった。

なお、機構外でのシステムの利用を可能とするため、システムのマニュアルを機構で作成・整備されたコンピュータプログラム及びデータベースの情報を外部の方が検索可能とするシステム（PRODAS）に登録した。（平成27年1月）

- 「ふげん」の原子炉本体を安全かつ効率的に解体するためには、国内外の原子炉廃止措置に適用された切断工法を調査し、プラズマアーク、レーザー、アブレイシブウォータージェット、バンドソー及びダイヤモンドワイヤーソーの5工法に絞り込んだ。これらの切断工法について、「ふげん」原子炉の特徴である複雑で狭隘な環境への適用性の検討や特有材料である圧力管、カランドリア管等の炉内構造物に対する切断試験を実施し、工期短縮及び二次廃棄物低減等に優れたレーザー切断工法並びに原子炉周辺の厚みのある遮へい体やコンクリートブロック等にも切断可能なダイヤモンドワイヤーソー切断工法を選定した。また、これらの工法による原子炉解体手順を平成26年度に作成した。

なお、選定したレーザー切断工法やダイヤモンドワイヤーソー切断工法は、福島第一原子力発電所のように炉心溶融した原子炉や今後廃止措置を迎える軽水炉設備解体にも適用できる有力な工法の一つであり、「ふげん」で得られた実績の反映が可能と考える。

- プルトニウム燃料第二開発室では、グローブボックス解体への適用を目指し、ロボットアームを用いた遠隔解体技術開発、二次廃棄物低減化に向けたダイレクトインドラムシステムの開発に係る試験を実施し、課題の抽出及び今後の方向性等を明確にした。

遠隔解体技術に関しては、コールド試験を通して、被切断物の形状に合わせた適切な装置（移動する回転刃を備えた切断用テーブル及び油圧カッターなど）並びに治具（吸盤型エンドエフェクタ及び衝撃緩衝治具など）を用いることで解体廃棄物の細断作業にロボットアームを活用できることを確認した。本成果を原子力施設の解体現場で利用することで、作業員の被ばく低減及び工期短縮が可能となることが期待され、解体に係るコスト削減が見込まれる。

廃棄物発生低減化を目指したダイレクトインドラムシステムについては、コールド試験でダブルカバー構造の廃棄物容器の基本性能を把握した。さらに、



ホット試験の結果、システムを複数回使用することでパッキン部に検出される汚染レベルが高くなり、除染に長時間を要することが明らかとなった。また、微細な MOX 粉末を多量に取り扱う環境においては、製作精度や温度変化などによるごくわずかな歪みも汚染検出の原因となることを確認した。これらの開発については、成果として取りまとめを実施した。

## (2) 放射性廃棄物処理処分・確認等技術開発

### 【中期計画】

廃棄物の処理処分に向け、放射性廃棄物等に関するデータ等の収集を行い、廃棄物管理システムの整備を進める。

放射性廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速評価を行う廃棄体確認技術開発を進め、廃棄物放射能分析の実務作業に反映する。

機構で発生した廃棄物の処分計画に合わせ、スケーリングファクタ法等の合理的な放射能評価方法を構築する。

廃棄体化処理設備の設計等への反映に向け、セメント固化技術、脱硝技術等の開発を進める。

ウラン廃棄物の合理的な処分のため、澱物処理等に必要な基礎情報を取りまとめ、処理方策の具体化を図る。

余裕深度処分については、発生源によらない一元的処分に向けた被ばく線量評価を行う。

TRU 廃棄物地層処分については、多様な条件に対応できるよう評価基盤技術の拡充や高度化及び適用性確認を行う。

### 《中期実績》

- 放射性廃棄物の埋設処分における廃棄体確認に向け、廃棄物の発生から処理、固形化、測定までの一連のデータを取得し、一元的に廃棄物データを管理することを目的に、廃棄物管理システムの開発を行っている。第1期中期計画期間中にデータベースが整備された原子力科学研究所に加え、今中期計画期間中に大洗研究開発センター、人形峠環境技術センター、「ふげん」及び核燃料サイクル工学研究所の各拠点にデータベースを展開した。これら以外の拠点については、廃棄物の量が少なく、貯蔵のみを行っている状況であるため、データをバックエンド研究開発部門廃棄物処理計画課のデータベースに登録することで機構内全ての放射性廃棄物のデータベース化を完了した。
- 放射性廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速評価を行う廃棄体確認技術開発については、アクチニドを対象とするキャピラリー電気泳動法<sup>※1</sup>と、ジルコニウム-93 (<sup>93</sup>Zr) 等の長半減期核種を対象とするレーザー共鳴電離質量分析法<sup>※2</sup>を開発した。模擬廃棄物試料を用いて、検出下限値及び分析時間を評価した結果、当初目標とした性能を満たすことを確認した。また、浅地中処分相当の廃棄物を対象とする簡易・迅速分析法について分析法の改良（モリブデン-93 (<sup>93</sup>Mo) 分析法の確立及びヨウ素-129 (<sup>129</sup>I) 分析法の検出限界の改善)を実施し、廃棄物放射能分析の実務作業に反映した。本成果は、福島第一事故廃棄物の放射能分析に適用されているとともに、大学や研究機関等から発生する放射

性廃棄物の効率的な放射能濃度確認にも適用が期待できる。

※1；キャピラリー電気泳動法：

アクチノイド元素と選択的に反応する分離用試薬を分析対象試料に混合した後、毛細管（キャピラリー）内で電気泳動させ、移動速度の差から分離・検出を行う手法。

※2；レーザー共鳴電離質量分析法：

放射線測定が難しい長半減期核種  $^{93}\text{Zr}$ 、スズ-126 ( $^{126}\text{Sn}$ ) を含む固体試料に対してレーザー光を照射し、極微量の試料を蒸発させるとともに、分析対象核種を選択的にイオン化させ、飛行時間型質量分析装置で迅速な計測を行う手法。

- 放射能評価方法について、機構では、原子炉施設で発生した廃棄物を優先して処分する計画であることから、原子力科学研究所の動力試験炉（JPDR）保管廃棄物を雛形に、機構の原子炉施設に対する合理的な放射能評価方法を検討した。JPDR 保管廃棄物を浅地中埋設処分する際の安全評価で重要となる 16 核種を対象に、実際の放射能データに基づきスケーリングファクタ法<sup>※3</sup>、平均放射能濃度法<sup>※4</sup> 及び理論計算法<sup>※5</sup> 等の適用性を確認し、合理的な放射能評価方法を構築した。本検討で得られた知見は機構の他の原子炉施設や大学及び民間の試験研究炉にも応用が可能である。

※3；スケーリングファクタ法：

あらかじめ分析によって求めた相関比に、廃棄体外部から測定したコバルト-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) やセシウム-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) の放射能濃度を掛け合わせることで、間接的に評価対象核種の放射能濃度を決定する方法。

※4；平均放射能濃度法：

他の核種と相関が見られず、分析によって求めたデータが一定範囲に分布している際に、分析データの平均値により評価対象核種の放射能濃度を決定する方法。

※5；理論計算法：

評価対象核種と生成機構が同一であるとみなすことができる同位体が存在し組成比率が普遍的に一定である場合に、理論計算によって求めた組成比率から評価対象核種の放射能濃度を決定する方法。

- 廃棄体化処理設備の設計等への反映に向けたセメント固化技術開発については、焼却灰に関して灰の種類や含有重金属成分の化学形態で膨張量等の固化特性が変わること及び減水剤等の混和材を適切に配合することで流動性や膨張などの固化特性を向上できることなどを明らかにした。また、セメント固化試料に対するγ線照射試験を実施し、放射線分解による水素ガス発生量は固化試料中の自由水量に依存することなどを確認した。これらの成果により、全ての焼却灰に適用できる画一的な固化条件はないものの、個別の焼却灰ごとに最

適な条件を定めることにより固化体を作製できるとの知見を得たことから、焼却灰の性状に応じた最適なセメント固化体作製条件を設定できるよう、セメント固化試験方法を手引書として取りまとめた。本件は、一般の原子力発電所などで発生する焼却灰にも適用できると考える。

脱硝技術開発については、機構で開発したパラジウム-銅 (Pd-Cu) 系触媒の寿命データを取得する硝酸分解試験を実施し、脱硝反応における Pd-Cu 系触媒の組成及び使用条件の最適条件を見出して従来触媒の 10 倍程度までの長寿命化を達成した。これにより、交換頻度が減りコスト削減が見込まれる。触媒コストの低減を達成したことにより、技術開発の目的は達成されたと考え、成果を取りまとめ脱硝実施部署への技術移転を行った。本件は、一般の硝酸で汚染された廃棄物からの硝酸除去にも適用できると考える。

- ウラン廃棄物の一種である澱物等の処理方法として、技術的適合性及び安全性等から「塩酸を用いた湿式法によるウランの除去プロセス」を選定し、処理に必要な基礎試験（ウラン除去特性及び固化・溶出特性）を実施するとともに海外事例の調査を行い、情報を取りまとめた。

また、基礎試験の結果及び現状におけるコスト試算条件を基に処理・処分の概算コストを試算した結果、低濃度澱物はそのまま処分し、高濃度澱物はウランを除去した後で処分する方針を定め、処理フローシートを作成し、処理方策の具体化を図った。

- 余裕深度処分の安全評価に係る評価ツール（地下水移行、土地利用及びガス移行）を整備し、一元的処分に向けて、「ふげん」の炉内構造物を対象に被ばく線量評価を行い、トンネル掘削シナリオにおいてニオブ-94 ( $^{94}\text{Nb}$ ) の外部被ばく線量が支配的になることを明らかにするとともに、これら人為事象シナリオのパラメータであるトンネル掘削速度等について技術的知見に基づく現実的な値を提案した。このことから、「ふげん」の炉内構造物である Zr-Nb 合金の腐食速度の被ばく線量への影響を明らかにした。さらに、アスファルト固化体に含まれる非放射性的硝酸塩について余裕深度処分での概略的な環境への影響評価を行った結果、天然バリア中の分配係数の影響が高いこと等を明らかにした。今回整備した安全評価手法により、機構以外の廃棄物の被ばく評価を行うことも可能である。

- TRU 廃棄物地層処分の検討では、硝酸塩を含む廃棄物を地層処分した際の硝酸イオンの変遷評価モデルの高度化及び放射性核種の溶解度や岩石に対する収着特性に関わる知見を拡充した。硝酸塩影響評価システムを構築し、高レベル放射性廃棄物との併置処分の評価への適用性を確認した。さらに、硝酸イオンの化学的変遷挙動モデルの確証試験を実施し、アスファルト固化体処分後にお

ける熱反応暴走の評価に資するため、硝酸塩とアスファルトとの反応による熱特性データを取得した。

セメント系材料の変質、セメント由来のアルカリ性溶液と緩衝材・岩石との反応及び処分施設の長期力学挙動に係る個別評価モデル・データベースの整備を行い、これらの個別評価モデルを活用した複合現象影響評価システムを構築した。処分施設の核種移行評価を実施し、処分システム評価への適用性を確認した。

## 8. 放射性廃棄物の埋設処分

### 【中期目標】

「独立行政法人日本原子力研究開発機構法」（平成 16 年法律第 155 号）第 17 条第 1 項第 5 号に規定する業務を、同法第 19 条に規定する「埋設処分業務の実施に関する計画」に基づき、機構以外の発生者を含めた関係者の協力を得て実施する。

### 【中期計画】

機構を含め、全国各地の研究機関、大学、民間企業、医療機関等で発生する多種多様な低レベル放射性廃棄物を埋設する事業（以下「埋設事業」という。）について、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号。以下「機構法」という。）に規定する「埋設処分業務の実施に関する計画」に基づき、以下の業務を行う。

- ・埋設施設の概念設計を行い、その結果に基づき埋設事業の総費用の精査等を行い平成 23 年度（2011 年度）までに埋設事業全体の収支計画及び資金計画を策定する。
- ・概念設計の結果得られる施設仕様等に基づいて様々な立地条件下における安全性や経済性を評価し、その結果等に基づいて立地基準や立地手順を策定する。
- ・併せて、輸送・処理に関する計画調整や理解増進に向けた活動等、発生者を含めた関係者の協力を得つつ実施する。

さらに、これらの結果にのっとり、埋設施設の立地の選定、機構以外の廃棄物に係る受託契約の準備など本格的な埋設事業の実施に向けた業務を進める。

### 《中期実績》

- 埋設施設の概念設計を行い、その結果に基づき埋設事業の総費用の精査等を行い、平成 23 年度に埋設事業全体の収支計画及び資金計画を反映した「埋設処分業務の実施に関する計画」の国による認可を取得した。（平成 24 年 3 月 28 日）
- 概念設計の結果得られる施設仕様等に基づいて様々な立地条件下における安全性や経済性を評価し、その結果から地下水の水象・水理等の立地に際して安全性には影響がなく立地基準とする必要のない項目、火山等の立地条件として考慮すべき項目及び造成工事費用として経済性を考慮すべき項目を抽出する等により「埋設施設設置に関する技術専門委員会」において、平成 25 年 11 月 25 日に埋設施設の立地の選定に係る手順及び基準に関する技術的事項について取りまとめた。その後、立地基準については、技術基準等の進捗に応じた見直しとして、原子力規制委員会で策定した埋設施設の構造基準の解釈に基づいた再

検討を行い、立地基準案を策定し、平成 27 年 3 月に機構ウェブサイトにて公開した。立地手順については、立地活動の具体的方策や応用方法として、実態に即した活動を行うための種々の立地方策への対応について検討・策定したが、厳しい社会情勢や高レベル廃棄物処分施設の立地に関する議論が始まったばかりであること等を勘案し、公開はしていない。

- 公益社団法人日本アイソトープ協会(RI 協会)及び(公財)原子力バックエンド推進センター(RANDEC)と研究施設等廃棄物連絡協議会(三者協)を開催し、廃棄物発生者を含めた関係者の協力の一環として情報・意見交換を実施した。平成 24 年度より三者協の下部に廃棄物検討ワーキンググループを設置し、放射能インベントリ評価及び環境影響物質対応の基本方針をまとめるとともに、廃棄物確認手法の検討を実施した。発生者説明会を平成 22 年度(61 事業所)、平成 23 年度(69 事業者)に開催し、埋設事業の進捗状況及び廃棄物性状の概要等を説明し意見交換を行った。平成 25 年度からは施設区分毎に各発生者を分けたグループ会合を実施し、埋設事業の状況及び各発生者の廃棄物の状況並びに廃棄物確認手法等に係る意見交換を実施するとともに、発生者の協力を得て試験研究用原子炉及び照射後試験施設から発生する廃棄物の共通的な放射能評価方法設定のための検討を開始した。平成 25 年度には全発生者を対象として廃棄物量の調査と処分の委託意思確認を行い、埋設処分業務の実施に関する計画に反映した。これら活動を通じ、輸送・処理に関する計画調整を進めた。また、機構ウェブサイト等を通じて埋設事業に関する積極的な情報発信を行い、理解増進に向けた活動を実施した。

埋設施設の立地の選定に向けて地域振興策を検討するとともに、機構以外の廃棄物に係る受託契約の基本的考え方を取りまとめ、「第 3 回研究施設等廃棄物の埋設事業に関する説明会」を平成 24 年 3 月に発生者へ説明・意見交換を行うなど本格的な埋設事業の実施に向けた業務を進めた。

## 9. 産学官との連携の強化と社会からの要請に対応するための活動

### (1) 研究開発成果の普及とその活用の促進

#### 【中期目標】

機構の研究開発成果の国内外における普及を促進するため、知的財産の取扱いに留意しつつ、発信する機構の研究開発成果の質の向上を図りつつ、量を増大する。さらに、機構の研究開発成果の産業界における利用機会を拡充するため、産業界のニーズを踏まえ、研究開発成果の知的財産化を促進するなどの取組を行う。

#### 【中期計画】

研究開発成果を広く普及し活用促進を図るため、査読付論文を中期目標期間中に年平均 950 編以上公開し、その情報等を積極的に発信する。

ウェブサイトなどを活用した情報発信や大学等への専門家講師派遣を拡充する。また、成果報告会等を年平均 20 回以上開催し直接対話による成果の普及に努める。

深地層の研究施設や PR 施設の見学、ウェブサイトの活用等を通じて、深部地質環境や研究開発成果の情報を適切に公開し、国民との相互理解促進に引き続き貢献する。

産学連携推進に係る部署が知的財産管理の実務について研究開発部門及び研究拠点の担当者に教育、研修を実施する。また、研究開発成果の権利化に当たっては、研究者・技術者に対して情報提供等の支援を行う。研究開発部門と産学連携の推進に係る部署との定期的な情報交流を通じ、プロジェクトの中に潜在している、民間が活用する可能性の高い技術の芽を、産業界のニーズ動向を踏まえながら見出し、技術の特許化等を支援する。さらに、特許の質的な観点を取り入れて自己評価を行い、成果普及の向上を目指す。

#### 〈中期実績〉

- 第2期中期目標期間中に取りまとめ、公開した研究開発成果のうち、学術誌等の査読付論文は 6,093 編（期間中年平均 1,219 編）であった。
- 機構が刊行した研究開発報告書類、職員等が学術誌等に発表した論文及び国際会議等において行った口頭発表の成果情報約 9 万件を研究開発成果データベース（JOPSS）として取りまとめ、機構ウェブサイトから発信した。研究開発成果の国内外への普及を図るため、平成 23 年度より研究開発成果の全文を表示するための識別子（DOI）の JOPSS への登録作業を開始するとともに、平成 24 年度より他機関とのデータ連携を行うための改良（Web API 化）に着手し平成 25 年度に完了した。



- これら改良等を行った結果、平成 25 年度より Google 等から研究開発成果の検索利用が可能となった。また、平成 26 年度から大学共同利用機関法人国立情報学研究所等公的機関との間でデータ連携を開始し、より一層の成果普及に貢献した。
- 研究開発成果の社会普及・還元を確認する一助として、機構ウェブサイトから公開する研究開発報告書類全文データ及び JOPSS の外部からのアクセス数を調べた結果、研究開発報告書類の全文ダウンロード数は平成 22 年度 320 万件に対し平成 26 年度 4,539 万件、JOPSS のアクセス数は平成 22 年度 159 万件に対し平成 26 年度 3,969 万件と大きく増加していることが確認された。
- 機構ウェブサイトによる情報発信については、常にアクセス性の改善とコンテンツの充実等を実施した。平成 22 年度はバナーの整理統合やアイコンのリニューアル、利用者別の入口設定を実施した。平成 24 年度はアクセス向上に向けて専門家による機構ウェブサイトの分析及び評価を実施し、平成 25 年度はその結果に基づくメインサイトの全面リニューアル、平成 26 年度は全ての拠点・研究開発部門の機構ウェブサイトのリニューアルが完了した。

コンテンツ充実については、平成 23 年度に東日本大震災関連コンテンツ（機構施設の復旧状況、環境モニタリング情報及び放射線に関する Q&A 等）の公開を機に、関心の高い環境モニタリングや除染技術の動画による紹介や、研究技術者が自らの研究内容を分かりやすく紹介する短編動画チャンネル「Project JAEA」を 36 本（日本語版 21 本、英語版 15 本）作成し公開した。また、福島における環境回復に関する研究開発成果を分かりやすくまとめた電子版広報誌「Topics 福島」を 128 回（日本語版 65 回、英語版 63 回）及び写真や画像中心の電子版広報誌「graph JAEA」を 11 回（日本語版 6 回、英語版 5 回）発行し、機構で働く研究者の特集など様々な視点で分かりやすい情報の発信に取り組んだ。

これらの取組により、アクセス数は一時的な減少は見られたものの、第 2 期中期目標期間中の平均アクセス数は平成 22 年度当初と比較して約 25%の増加を達成した。
- 直接対話による研究開発成果の普及に向けて、第一線の研究者・技術者を「大学等への公開特別講座」に講師として派遣した。第 2 期中期目標期間中においては、講義テーマを福島対応や原子力水素・熱利用など拡充すると共に、原子力分野以外も含めた理工系の大学（院）生、さらには高等専門学校や文系学部も対象にして実施した。その結果、第 1 期中期目標期間における派遣回数 115 回に対し、第 2 期中期目標期間は 146 回と約 30%増加した。

- 各年度の研究開発成果の総括として、「原子力機構報告会」を始め、各拠点にてシンポジウムやフォーラムを開催し、研究成果の積極的な普及に取り組んだ。その結果、「成果報告会等を年平均 20 回以上開催」という第 2 期中期計画の数値目標に対して、全ての年度において大幅に上回る実績（合計 332 回）を得た。特に原子力機構報告会においては、インターネットによるライブ中継や、動画を含めた全ての報告資料の機構ウェブサイトへの掲載など効果的な情報発信に向けて様々な取り組みを行うとともに、参加者に対するアンケート調査を毎年実施し、次回開催に反映する継続的な取組も行った。
- 地層処分研究に関する国民全体としての理解促進に向けた取組として、東濃地科学センター及び幌延深地層研究センターにおける見学会を定期的に開催し、第 2 期中期目標期間中、合計 59,544 名の見学者を受け入れ、地層処分の仕組みや研究開発の状況などを分かりやすく説明した。その結果、累積見学者数は 111,062 名（東濃 31,640 名、幌延 79,422 名）に達した。見学者に対してアンケート調査を継続して実施し、見学時の説明方法・資料の改善を継続的に行っており、毎年、8～9 割の方々から分かりやすいとの評価を得た。また、2 施設の立地地域を中心に事業説明会を合計 186 回（東濃 121 回、幌延 65 回）開催し、地域の方々の信頼確保及び安心感醸成に向けて取り組んだ。さらに機構ウェブサイトを活用して研究施設の工事状況や環境測定結果等を逐次公開するとともに報告書やデータベース等の研究成果を発信し、社会に対する事業の透明性の確保に努めた。
- 機構の研究開発から生まれる知的財産の産業界での利用促進のため、知的財産の管理に係る実務について、研究開発部門及び研究開発拠点の担当者並びに研究者・技術者等に対する教育及び研修を第 2 期中期目標期間中に 32 回実施し、知的財産創出・利用意識の啓もう・啓発を図った。
- 特許出願に係る支援として、延べ約 400 名の研究者・技術者からの特許相談に対応し、特許権利化までの手続の円滑化を図った。また、各研究開発部門等に対しては、知的財産の創出・活用を促進するための取組として、特許創出や技術移転等に関する情報交換を行う「成果利用促進会議」を第 2 期中期目標期間中に 40 回実施し、実施許諾の可能性の高い分野への意識付けを図った。
- 広くて強い特許群を形成してその利用・活用に資するため、各研究開発部門等から創出された特許発明のポートフォリオ分析を行い、当該技術分野での独占状態や競合出願人の状況等を把握して関係部署とその情報を共有し、産業界での利用促進がより可能となる特許出願ができるようになった。

- 第2期中期目標期間において、新たに(独)科学技術振興機構(JST)と連携した「日本原子力研究開発機構 新技術説明会」の開催、信用金庫組合(東京地区)が窓口となり、経済産業省が支援する「ものづくり中小企業・小規模事業者等連携創造事業シーズ発掘事業」への参画及び筑波研究学園都市の研究機関、大学、企業との交流会にオブザーバー参加することで、研究機関側の産学連携コーディネータとの情報交換の開始など、企業ニーズを把握するとともに産業界への技術・成果の「橋渡し」を意識した展開を図った。
  
- 費用対効果を勘案した権利化意識の浸透を図った結果、特許及び実用新案等知的財産保有件数を1,158件(第1期中期目標期間の期末時点)から約30%減となる811件(第2期中期目標期間の期末時点)に精選しつつ、実施許諾件数は205件(第1期末)から184件(第2期末)となり、特許等保有件数に対する実施許諾率は17.7%から22.7%に向上した。また、新規の出願件数を774件(第1期合計)から480件(第2期合計)に厳選(38%減)しつつ、新規実施許諾契約については64件(第1期合計)から65件(第2期合計)と横ばいを維持し、コスト意識に努めた結果、特許等の出願費用及び権利維持費用については、約300百万円の削減を達成した。

## (2) 民間事業者の核燃料サイクル事業への支援

### 【中期目標】

機構の核燃料サイクル研究開発の成果については、民間事業者における活用を促進するために、民間事業者からの要請を受けて、その核燃料サイクル事業の推進に必要とされる人的支援も含む技術的支援を実施する。

### 【中期計画】

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、要員の受け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、トラブルシュート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。

特に日本原燃（株）の六ヶ所再処理工場におけるガラス固化技術の課題解決のため、コールドモックアップ設備での試験に協力し、ガラス熔融炉の安定運転に資する炉内温度などのデータの取得・評価について支援する。

### 《中期実績》

- 日本原燃（株）の要請に応じて、平成19年度から約7年間に及ぶ現地での六ヶ所ガラス固化施設（K施設）試運転支援及び約600本の固化体製造を行った実規模モックアップ試験への支援を通じて得られた知見に基づき、K施設試運転の最終段階であるA/B両系統のガラス固化試験の支援を行い平成25年5月に無事完了させ、六ヶ所再処理工場の竣工に向け最大の障害となっていたガラス固化試験の課題解決に大きく貢献した。
- 第2期中期目標期間における民間事業者への技術支援に係る取組については、「核燃料物質の再処理に関する技術開発」に係る取組と併せて「高速炉サイクル研究開発・評価委員会」に対して諮問を行い、研究開発の必要性、有効性及び効率性等の観点から評価が行われ、その答申として、中期計画の目的に沿った年度計画を毎年策定することで、再処理技術の高度化及び民間事業者の核燃料サイクル事業への支援を行ってきており、これらの取組は、外部情勢の変化に対応しつつ中期計画の目的の達成を目指したものとして適切であり、所定の成果も得られていると評価されている。特にガラス固化技術開発については、六ヶ所再処理施設の竣工に向けて大きく貢献したことが、機構のミッションを果たした典型的な例として高く評価された。
- 日本原燃（株）より、機構が所有する試験施設等を用いた「基礎物性調査の実施・評価」に関する受託事業を実施し、K施設熔融炉の運転評価や新型熔融

炉の設計に資する基礎データを取得するとともに、課題解決に向けた諸業務の進展に貢献した。

- 日本原燃(株)の要請に応じて、六ヶ所再処理工場の試験運転等における施設・設備の運転・保守等に係る以下の技術支援を第2期中期目標期間内に実施し、高レベル放射性廃液のガラス固化技術に係る問題解決に貢献した。
  - ・ 機構技術者 48 名（支援開始からの累計 357 名）を出向派遣した。
  - ・ 日本原燃(株)の技術者 32 名（同累計 742 名）を受け入れ、養成訓練等を実施した。
  - ・ 日本原燃(株)に対して、技術情報を 32 件（同累計 2,120 件）提供した。
  - ・ 受託試験やコンサルティングを 37 件（同累計 127 件）実施した。
  - ・ 六ヶ所再処理工場は、竣工前に必要となる最終的な試験を終了し、ガラス固化設備の使用前検査を残すのみとなっており、東海再処理施設で培ってきた軽水炉再処理開発技術の六ヶ所再処理工場への技術移転はおおむね完了している。
  
- MOX 燃料粉末調整試験の一環として、プルトニウム燃料技術開発センターにおいて希釈用酸化ウラン粉末の調整条件、MOX ペレットの焼結条件及び研削粉の再利用等に関する各種試験を継続して行い、MOX プラントの運転条件に関する知見を日本原燃(株)に提供した。
  
- プルトニウム及びウランの計量管理・保障措置分析のために必要となる分析用標準物質（LSD スパイク：Large Size Dried スパイク）を量産するための技術確証について、プルトニウム燃料技術開発センターにおいて新規試験設備の設置及び調整運転並びに分析に用いるプルトニウム標準物質の精製を行った。
  
- 日本原燃(株)の要請に応じて、MOX 燃料加工施設の建設・運転に向けて機構の知見・ノウハウを反映するため、以下の技術支援を第2期中期目標期間内に実施し、MOX 燃料加工事業に係る問題解決に貢献した。
  - ・ 機構技術者 7 名（支援開始からの累計 18 名）を出向派遣した。
  - ・ 日本原燃(株)の技術者 29 名（同累計 55 名）を受け入れ、養成訓練等を実施した。
  - ・ 日本原燃(株)に対して、技術情報を 103 件（同累計 304 件）提供した。
  - ・ 受託試験やコンサルティングを 24 件（同累計 45 件）実施した。
  
- 濃縮事業については、日本原燃(株)が六ヶ所ウラン濃縮工場の遠心機更新を目的に開発を進める新型遠心機のカスケード試験、部品製造時の品質管理技術確立などについて、以下の技術支援を第2期中期目標期間内に実施し、濃縮事業に係る問題解決に貢献した。

- ・機構技術者 5 名（支援開始からの累計 92 名）を出向派遣した。
- ・日本原燃(株)の技術者 0 名（同累計 165 名）を受け入れ、養成訓練等を実施した。
- ・日本原燃(株)に対して、技術情報を 14 件（同累計 23, 196 件）提供した。
- ・受託試験やコンサルティングを 9 件（同累計 62 件）実施した。

### (3) 施設・設備の供用の促進

#### 【中期目標】

機構が保有する施設・設備を幅広い分野の多数の外部利用者に適正な対価を得て利用に供し、外部利用者の利便性の向上、様々な分野の外部利用者が新しい利活用の方法を拓きやすい環境の確立に努める。

#### 【中期計画】

供用施設・設備の有効利用が図れるよう供用を促進し、産業界を含めた外部専門家による意見・助言を課題採択等に反映する等、透明性・公平性を確保する。また、利用者に対し、安全・保安に関する教育、運転支援等を行うなど、利用者支援体制の充実を図る。

平成 22 年度（2010 年度）～平成 26 年度（2014 年度）の 5 年間に利用課題が合計 3,360 課題を超えることを目標とする。

これまで外部利用に供してきた施設・設備以外の施設・設備においても、民間研究機関や大学等からの利用ニーズが高いものについては、外部利用の対象とする。

産業界の利用拡大を図るため、アウトリーチ活動を推進するとともに、利用者の利便性を考慮した制度等の見直しを適宜行う。

材料試験炉 JMTR の改修を完遂し、平成 23 年度（2011 年度）からの再稼働を達成する。また、民間事業者等の利用ニーズに柔軟に対応できる環境を整えつつ、更なる照射利用の拡大を図る。

#### 《中期実績》

- 機構が保有する施設・設備の施設供用については、外部利用者から施設供用に係る料金表に基づく対価を得て、大学、公的研究機関及び民間による広範な利用に供した。なお、料金については、施設の運転に係る放射性廃棄物処理処分費を発生者負担の原則に則り、平成 23 年度より利用者全員から徴収することとし所要の見直しを行った。また、施設の運転に係る消耗品費の全利用者からの徴収、新たな料金枠である産業利用促進枠及び競争的資金利用枠については、予定どおり適用を開始した。
  
- 供用施設・設備の有効利用が図れるよう、産業界等外部の専門家を含む施設利用協議会を開催し、供用を促進し課題の採否、利用時間の配分等を審議し、施設利用の透明性・公平性を確保した。また、供用施設の利用に当たっては、必要な保安教育・訓練を実施するとともに、利用者からの求めに応じて、設備・装置の操作又は運転を補助する役務の提供、実験試料の作製及び実験データの解析等に関する技術指導を実施した。また、平成 22 年 4 月にユーザーズオフ

イスを設置し利用者の利便性を図るとともに、平成 22 年度に研究用原子炉 JRR-3 が、平成 25 年度にイオン照射施設 TIARA が文部科学省の先端研究施設共用促進事業に採択され、利用者支援業務の一層の強化を図った。

- 機構が保有する 17 供用施設について、原価回収を基本とする料金設定により適正な対価を得て、大学、公的研究機関及び民間による広範な利用に供し、今中期目標期間中の利用課題数は 2,756 件の採択実績があった（表参照）。なおこの実績は、中期計画目標（3,360 件/5 年）の 82% であり、実際に施設を利用した課題（実施課題）数は、各専門部会で採択され施設の利用を予定していた利用課題数の 36.8% にとどまったが、停止中の原子炉 4 施設（研究用原子炉 JRR-3、研究用原子炉 JRR-4、材料試験炉 JMTR 及び高速実験炉常陽）以外の施設については、今中期目標期間を通じておおむね順調に稼働し、実施課題数は計画されていた利用課題数の 90% 以上に達し、利用者のニーズに応えることができた。

研究用原子炉 JRR-3 については新規制基準への適合性確認のための原子炉設置変更許可申請を、平成 26 年 9 月 26 日に原子力規制委員会に対して行った。その後、原子力規制委員会による新規制基準適合性に係る審査の対応として、ヒアリング及び審査会合を適宜進めている。また、研究用原子炉 JRR-4 については、機構改革計画において廃止が決定され、利用者には今後の運転計画がないことを機構ウェブサイトにて周知した。

表 第 2 期中期目標期間中の供用施設の年度別利用計画と実績

	22 年度	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	合計
中期（年度）計画目標（件）	672	672	672	672	672	3,360
<b>【17 施設】</b>						
①利用課題数（件）	728	668	529	494	337	2,756
②実施課題数（件）	577	90	111	120	117	1,015
実施率（%）（②/①）	79.3	13.5	21.0	24.2	34.7	36.8
<b>【原子炉 4 施設除く】</b>						
③利用課題数（件）	93	98	119	131	131	572
④実施課題数（件）	81	90	111	120	117	519
実施率（%）（④/③）	87.0	91.8	93.3	91.6	89.3	90.7

- 産業界等の利用拡大を図るため、民間企業、外部機関主催の研究会等に研究者等を派遣して施設供用の意義、内容、成果を分かりやすく説明するとともに、利用ニーズの高い供用施設・設備を紹介するなど、アウトリーチ活動を推進した。また、代替施設の利用ニーズに対しては、JRR-3 ユーザーズオフィス等を窓口として積極的に対応し、相談を受けた案件の利用目的及び代替可能性を考慮して、機構の他の供用施設（高崎地区の放射線施設等）、民間の加速器中性



子源施設及び大学施設の紹介（計 8 件）を行った。さらに、国内量子ビーム利用施設の利用窓口担当者のネットワーク構築を図る取組として、平成 25 年 12 月の日本中性子科学会第 13 回年会では、JRR-3 ユーザーズオフィスと（一財）総合科学研究機構東海事業センター（CROSS 東海）が主導し、他の量子ビーム利用施設（大強度陽子加速器施設 J-PARC、京都大学研究炉、大型放射光施設 SPring-8、（独）理化学研究所の小型中性子源システム RANS、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構の放射光科学研究施設フォトンファクトリー）との連携の下「中性子産業利用相談デスク」を開設する等の取組を行った。

利用ニーズの多様化に対応するため、施設の状態に応じて、新たな装置・機器（複合型微細組織解析装置（JMTR 照射後試験施設）、ナノ秒用レーザー照射装置（光量子科学研究施設）等）を供用対象に加えるとともに、既存の装置・機器の機能追加（高エネルギーγ線校正場の追加（放射線標準施設）、ベリリウム同位体の測定機能の追加（ペレット年代測定装置）等）を適宜行った。また、従来の供用施設以外の施設・設備についても、利用の目的及び内容に適した利用方法によって外部利用に供した。

- 材料試験炉 JMTR については、東日本大震災で被災した施設の補修を完了するとともに、東北地方太平洋沖地震により観測された地震動の一部が設計時に想定した最大加速度を上回ったことから、規制当局（文部科学省）の指示により設備の詳細点検及び地震影響評価を実施した。試験研究炉を対象とする新規規制基準の施行（平成 25 年 12 月）により、再稼働には当該基準への適合確認が必要となったため、原子炉設置変更許可申請を平成 27 年 3 月に提出した。

照射利用申込みについては、随時受け付けるとともに、JMTR 運営・利用委員会を開催（年 2 回）し、各年度の照射利用計画を策定した。また、JMTR 運営・利用委員会の下に「照射利用ニーズ調査分科会」を設け、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた照射利用ニーズ拡大の検討を実施した。さらに、文部科学省の最先端研究基盤事業の補助対象事業に選定され、軽水炉の安全研究等を加速するため、沸騰水型原子炉（BWR）及び加圧水型原子炉（PWR）の高温高圧水の軽水炉環境（圧力、温度及び水質）を高精度で模擬することが可能な軽水炉実機水環境模擬照射装置等の整備を完了した。施設定期検査等を実施し、材料試験炉 JMTR 及び付随する照射設備等の維持管理を行った。

- 材料試験炉 JMTR 及び付随する照射設備等を活用した核医学検査薬の国産化に係る技術開発が「つくば国際戦略総合特区」のプロジェクトとして採択され（平成 25 年 10 月）、平成 26 年度は、産学官連携の枠組みの構築を進めつつ、ホットラボ施設における環境整備を実施した。今後は、モリブデン 99（Mo-99）製造技術開発等を開始し、国産化の技術開発を行うとともに将来的な利用拡大につなげる。

#### (4) 特定先端大型研究施設の共用の促進

##### 【中期目標】

「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」(平成6年法律第78号)第5条第2項に規定する業務(登録施設利用促進機関が行う利用促進業務を除く。)を行うことにより、研究等の基盤の強化を図るとともに、研究等に係る機関及び研究者等の相互の間の交流による研究者等の多様な知識の融合等を図り、科学技術の振興に寄与する。

##### 【中期計画】

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

試験研究を行う者の共用に供される中性子線共用施設の建設及び維持管理を行うとともに、試験研究を行う者へ中性子線共用施設を共用に供する。

機構以外の者により設置される中性子線専用施設を利用した研究等を行う者に対して、当該研究等に必要となる中性子線の提供を行うとともに、安全管理等に関して技術指導等を行う。

##### 《中期実績》

- J-PARC 中性子線施設に関して、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」(平成6年法律第78号)第5条第2項に規定する業務(登録施設利用促進機関が行う利用促進業務を除く。)を、関係する国、登録施設利用促進機関及びKEKとの綿密な連携を図り、平成22年度に6サイクル、平成23年度に2サイクル(震災の影響)、平成24年度に8サイクル、平成25年度に4サイクル(ハドロン実験施設の事故の影響)、平成26年度に約6サイクル(ミュオン実験装置での電源火災の影響)の共用運転を実施した。

平成26年度の中期計画の初期に、1パルス当たりの中性子線出力及びミュオンビーム出力は世界最高を達成した。さらに順調に出力増強を進め、最終年度には計画通り1MW出力を実証した。効率的な実験のための支援を行い、試料準備からデータ解析までの便宜供与を図った。

- 共用補助金施設整備費により共用ビームライン5本を整備し、安定に稼働させた。多彩な分野の研究者の相互交流によるインキュベーション効果をもたらす場として、またビーム利用実験者が効率的に研究を行える環境の整備として、J-PARC 研究棟(総合研究基盤施設)を整備した。

共用施設の運用では、日頃の研究活動において、研究者の育成を図り、外国

研究者が多数利用する国際公共財としての施設特性を活かし、隔週の英語によるセミナー開催や、国際シンポジウム開催を通して、幅広い分野の研究者がJ-PARCをキーワードに一堂に会する場を持つことで、新たな研究テーマの創成を推進した。J-PARCセンター内の緊密なコミュニケーションを図るため、センター会議及びディビジョン長会議を定期的に行い、年度・中期計画の進捗状況を確認するとともに、運営課題等に適切に対処した。さらに、海外からの長期滞在者のために、地域行政と協力し、生活環境のサポートを実施した。

- 研究等を行う利用者に対して、安全確認検討会、機器安全審査等を実施し、持込み機器等に対して安全管理面から技術指導を実施した。
- ハドロン実験施設の事故を受けて、安全担当副センター長の新設、安全ディビジョンの組織を強化、規程・マニュアル類の見直しなどを行いJ-PARCの安全強化を実施すると共に、慣れを防ぐ変化と反復のバランスをとった教育講習と、安全意識浸透を確認するためのアンケート等を実施して、長期的な安全文化醸成活動を開始した。

安全かつ安定な施設運転を確実にし、PDCAによる改善効果を素早く発揮させるため、施設運転期間においては毎朝TBMと連絡会議を加速器及び実験施設それぞれの現場で実施した。また、リアルタイムでの運転状況に関する情報発信を整備し、横断的な情報共有を行った。

## (5) 原子力分野の人材育成

### 【中期目標】

国内外の原子力分野の人材育成、大学等の同分野の教育研究に寄与するため、大学等との間の連携協力を促進するとともに、研修による人材育成機能の質的向上を図る。

### 【中期計画】

国内産業界、大学、官庁等のニーズに対応した効果的な研修を行うこと等により、国内人材育成事業を推進する。また、大学連携ネットワークを始め、大学等との連携協力を強化することにより、国際的に活躍できる人材の育成に貢献する。

さらに、国際協力（国際研修事業推進等）の拡大・強化を図り、アジアを中心とした原子力人材育成の推進に貢献する。

国内外の関係機関との連携協力を強化するとともに、原子力人材育成情報の収集、分析、発信等を行うことにより、人材育成ネットワークを構築する。

これらの人材育成事業を推進し、研修受講者数年平均 1000 人以上を目指す。また、アンケート調査により年度平均で 80%以上から「有効であった」との評価を得る。

### 《中期実績》

- 国内研修では、原子力人材育成センターにおいて通常の研修を毎年計画どおり実施するとともに、福島県及び同県内自治体、原子力規制庁、資源エネルギー庁、原子力安全基盤機構、電気事業者等のニーズに基づく研修を多数回実施し、国内の人材育成を推進した。

中期計画期間中における研修の受講者総数は、6,033 人（外部受講者 1,880 人、機構内受講者 4,153 人）であり、年平均 1,206 人と 1,000 人以上を達成した。研修受講者に対して、アンケート調査を実施し、外部受講者から平均 91%、機構内受講者から 98%から有効であったとの評価を得た。

さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故対応として、資源エネルギー庁から依頼の放射線測定要員育成研修、放射線管理要員育成研修（受講者 594 名）及び福島県から依頼の除染業務講習会（受講者 9,485 名）等を開催して、各方面の人材育成に貢献した。

- 国際協力（国際研修事業推進等）の拡大・強化を図るため、原子力発電の導入を目指しているアジアを中心とした国々 8 ヶ国から研修生を招聘し（5 年間で 159 名）、原子炉工学、環境放射能モニタリング、緊急時対応に関する講師育成研修を実施するとともに、対象 8 ヶ国で実施される現地研修に我が国から専門

家を派遣し、講師育成に係る支援を行った。また、原子力に関する広い知見を提供する観点から、アジアを中心とした国々11ヶ国から研修生を招聘し（5年間で223名）、プラント安全、行政、立地及び放射線基礎教育に関するセミナーを開催し、原子力に関する知識の普及に努めた。

- 大学連携ネットワーク活動では、6大学と機構による協定に基づき、連携・協力推進協議会で協議した活動計画の下、遠隔教育システムを活用した共通講座を継続するとともに、集中講座として、平成22年から岡山大学にて「環境と人間活動」1科目、平成23年から福井大学にて「原子力の安全性と地域共生」1科目を設け、各大学の学生を1つの大学へ集め議論できる機会を作るなど改善を図った。その結果、今中期計画期間中に共通講座、集中講座及び核燃料サイクル実習を受講した学生の総数は2,038名となった。さらに、平成27年2月には新たに名古屋大学を加えた7大学と機構の間で協定を再締結し、次期中長期計画に向けて活動拡大の準備を始めた。上述の大学連携ネットワーク活動の他、大学・高等専門学校との教育研究に係る協定等に基づき、客員教員として職員を年平均69名派遣し、その客員教員の下で年平均19名の学生を受け入れて研究指導を行うとともに、東京大学大学院原子力専攻（専門職大学院）に対しては、客員教員、非常勤講師等として年平均120名の職員を派遣し、専門職学生（年平均17名程度）の指導に当たり、原子力分野の専門家養成に貢献した。上記の学生を含め機構の学生受入制度である特別研究生、学生研究生、学生実習生及び夏期休暇実習生の制度を効果的に活用し、延べ1,921名の学生を受け入れることができた。

- 産官学協同で設立された「原子力人材育成ネットワーク（参加機関70機関）」においては、日本原子力産業協会とともに事務局として活動し、運営委員会、企画ワーキンググループ、テーマ別の分科会等の会合、ネットワーク活動報告会等を開催するとともに、原子力人材育成関係機関の情報を集約して構築したデータベースをウェブサイト上で公開するなど、ネットワーク参加機関の情報共有に貢献した。

また、国際的な原子力人材育成に係るネットワーク活動推進の一環として、原子力人材育成国際会議を開催し、原子力人材育成の教材、eラーニング、講師育成等について意見交換を行い、関係各国の連携強化を図った。

さらに、ネットワーク事務局としては、東京大学、日本原子力産業協会とともに、東京ならびに東海村で開催したIAEA原子力エネルギーマネジメントスクールの運営に全面協力して、我国の若手人材の国際化及び新規原子力導入国等の人材育成に貢献するとともに、IAEA技術研修員の受入窓口として、IAEAをはじめ、大学等の国内受入機関、研修員候補者との間の調整に尽力した。

## (6) 原子力に関する情報の収集、分析及び提供

### 【中期目標】

知識・技術を体系的に管理し、継承・移転するため、国内外の原子力に関する情報を、産学官のニーズに適合した形で、収集、分析し、提供する。また、関係行政機関の要請を受けて、関係行政機関の政策立案や広報活動を支援する。

### 【中期計画】

国内外の原子力科学技術に関する最新の学術情報を収集・整理・提供し、科学技術及び原子力の研究開発活動を支援する。

原子力情報の国際的共有化を図る国際原子力情報システム (INIS) 計画のもと、関係行政機関の要請に基づき、国内の原子力情報を収集・編集し IAEA に提供する。また、研究者・技術者が集まる学会等の場で INIS 説明会を年間 4 回以上実施し、INIS データベースの国内利用を促進する。

関係行政機関等の原子力政策立案活動を支援するため、要請に基づき情報の収集・分析・提供を行う。

### 《中期実績》

- 購読希望調査等を通じて利用者の意見を集約・反映した図書資料購入計画及び外国雑誌購入計画に基づき専門図書、海外学術雑誌、電子ジャーナル、IAEA や欧米の研究開発機関が刊行する原子力レポート等を収集・整理し、閲覧、貸出及び複写による情報提供を行い、原子力の研究開発活動を支援した。第 2 期中期目標期間中の全拠点図書館の利用実績は、来館閲覧者 78,046 人、貸出 64,677 件、文献複写 13,195 件、電子ジャーナル論文ダウンロード 1,023,470 件であった。
- 平成 25 年度及び 26 年度に中央図書館の建屋老朽化対策改修工事及び地下書庫工事を実施するとともに、利用者の利便性を考慮した館内レイアウトの改善、資料の再配置を実施し、平成 27 年 3 月に図書館の全面利用再開を行った。
- 機構図書館所蔵資料の目録情報発信システム (OPAC) に、新たに収集した図書資料、原子力レポート等 112,403 件を入力し、機構ウェブサイトから発信した。平成 25 年度より、国立国会図書館に OPAC データの提供を開始することで同館が運用する国立国会図書館や公立図書館等の所蔵資料検索のための「NDL Search」及び「東日本大震災アーカイブ (ひなぎく)」との横断検索、データ連携を行い、機構研究開発の情報支援を図った。
- IAEA 国際原子力情報システム (INIS) 計画については、機構及び国内の大学、

研究機関等が公表した原子力分野の研究開発成果 25,053 件を収集・採択し、英文による書誌情報、抄録作成、索引語付与等の編集を行い IAEA に送付することで、原子力研究開発成果の国際的普及を図った。INIS データベースの国内利用促進を図るため、原子力関係の企業等が参加する学会や、大学等において計 33 回の INIS 利用説明会等を実施した。平成 23 年度に INIS データベースの検索用辞書（シソーラス）の日本語版データの IAEA への提供を開始するとともに、検索画面及びマニュアルの日本語版作成等を実施した。これらの INIS データベースの日本語インターフェース機能の更新や国内利用推進活動の結果、INIS データベースの日本からのアクセス数は、平成 22 年度 12,429 件に対し、平成 26 年度 176,774 件と大きく増加していることが確認された。

- 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、平成 23 年度より同事故に関する機構の文献情報等（外部発表論文 375 件、研究開発報告書類 72 件、口頭発表 1,121 件、インターネットリンク情報 3,730 件）の収集・整理を継続的に実施し、機構ウェブサイトから発信した。

さらに、事故関連情報のアーカイブ化の取組として、国立国会図書館が運営する「インターネット資料保存事業（WARP）」を活用し、政府機関及び東京電力（株）等がインターネットにより公開する東京電力福島第一発電所事故関連情報 56,036 件と日本原子力学会等で発表された同関連の学会発表情報 2,466 件を収集した。これら情報（58,502 件）を IAEA の定める原子力事故主題分類（タクソノミー）により体系的に整理し、「福島原子力事故関連情報アーカイブ（福島アーカイブ）」として平成 26 年 6 月より機構ウェブサイトから公開した。

- 関係行政機関等の要請に基づく原子力研究開発等に関する情報の収集・分析・提供については、国際会議参加や国内外の研究者のネットワークも活用し、各研究開発分野の動向に関する情報を収集し、これを分析して自らの研究開発計画策定に活用するとともに、文部科学省の作業部会等に情報提供することにより国の政策立案を支援した。研究開発以外の核不拡散・核セキュリティ、原子力防災、原子力人材育成、福島環境モニタリング等の分野においても、機構でしか果たすことが出来ない責務であるとの認識の下、国内外の専門家との意見交換も活用して情報を収集・分析した上で、セミナー、研修、講習会、訓練等を通じて関係行政機関等に提供するとともに、可能なものは機構ウェブサイト内で一般に公開した。情報提供に関する具体的取組例として、文部科学省原子力科学技術委員会もんじゅ研究計画作業部会（平成 24 年度：7 回、平成 25 年度：5 回）、群分離・核変換技術評価作業部会（平成 25 年度：5 回、平成 26 年度：2 回）、高温ガス炉技術研究開発作業部会（平成 26 年度 5 回）において、各分野の研究開発動向に関する情報を収集・分析して作成した資料を提供するとともに今後の研究開発の進め方について報告し、検討結果が取りまとめられ

た。平成 26 年 4 月 11 日に閣議決定した「エネルギー基本計画」において、作業部会で取りまとめられた「もんじゅ研究計画（平成 25 年 9 月）」が引用されるとともに、高速炉や加速器を用いた核種変換技術、高温ガス炉の推進など、機構が今後重要と考える研究開発方針に沿った政策判断が示された。

- 福島県及び近隣各県における環境中の放射性物質の分布状況や、食品に含まれる放射性物質の濃度等、地域住民の生活や福島復興施策に密接な関係を持つモニタリングデータを直観的に把握しやすい情報（地図、グラフ等）で提供する総合情報データベースを構築するとともに、利用者が同データベースの情報を活用して地図やグラフを作成できるようにする可視化支援ツールを開発した。また、これまでに 4 億超のデータを登録した同データベースを多くの人々が利用できるように「放射性物質モニタリングデータの情報公開サイト」を平成 27 年 2 月に機構ウェブサイト内に開設し、同年 3 月末までに 12 万件を超える利用アクセス回数を得た。



## (7) 産学官の連携による研究開発の推進

### 【中期目標】

原子力の研究開発を効果的・効率的に実施し、その成果を社会に還元するため、産業界、大学等及び関係行政機関との強固な連携関係を構築するとともに、そのニーズを的確に把握し研究開発に反映し、適正な負担を求め、共同研究等を効果的に行う。

産業界との連携に当たっては、実用段階の本格利用が見込まれるものについて積極的に実用化の促進を図る。また、軽水炉技術の高度化については、機構の保有する技術的ポテンシャル及び施設・設備を効果的かつ効率的に活用し、関係行政機関等が行う改良軽水炉技術開発に貢献する。

大学等との連携に当たっては、大学等に対して研究機会を提供するために機構の保有する施設・設備を活用し、大学等の教育研究に協力する。

### 【中期計画】

幅広い分野で機構の成果や知的財産の産業界等での利用促進を図るため、原子力エネルギー基盤連携センターの持つ産学官連携プラットフォーム機能を強化する。

共同研究等の制度を活用して、大学等の知見を得て、大学等と機構との研究協力を推進する。さらに大学等に対して研究機会を提供するために機構の保有する施設・設備を活用し、大学等の教育研究に協力する。

産業界との連携に関しては、共同研究、技術移転、技術協力等を効果的に行い、産業界において実用が期待されるものについては、積極的に実用化に協力する。研究課題の設定や研究内容に産業界、大学及び関係行政機関の意見・ニーズを適切に反映させるとともに適正な負担を求め、効果的・効率的な研究開発を実施する。機構のHPや技術フェアで、機構が保有している特許や研究開発成果を公開するとともに、それらの技術を活用して民間が商品化した製品の事例を紹介すること等で、機構の技術が広く活用できるものであることを周知し、実用化の促進を図る。

また、機構の保有する技術的ポテンシャル及び施設・設備を活用し、関係行政機関、民間事業者等が行う軽水炉技術の高度化等に貢献する。

### 《中期実績》

- 幅広い分野で機構の成果や知的財産の産業界等での利用促進を図るため、原子力エネルギー基盤連携センターにおいては、第2期中期目標期間初の5つの特別グループのうち、平成26年度末に次世代再処理材料開発特別グループを当初の目的を達成したため廃止した。また、平成22年度に設置した放射線作用下界面現象研究特別グループについては、当初の目的を達成したため平成24年度末

に廃止した。平成 22 年度においては、高速中性子による RI 製造の実現可能性を検討する加速器中性子利用 RI 生成技術開発特別グループを設置した。平成 24 年度においては、過酷事故時の炉心溶融・溶け落ち・デブリ凝固モデルの精度向上を目的とした材料溶融挙動評価特別グループと、産学官が一体となって、原子炉のみならず廃止措置及び廃棄物管理における水素安全評価・対策に適切に対応するための基盤技術の高度化を図ることを目的とした水素安全技術高度化特別グループを設置した。これらの特別グループの廃止と新設により、原子力エネルギー基盤連携センターの持つ産学官連携プラットフォーム機能を強化した。

特に、加速器中性子利用 RI 生成技術開発特別グループにおいては、核医学診断に多用されている放射性同位元素テクネチウム 99m(Tc-99m)を、加速器中性子で生成したモリブデン 99(Mo-99、<sup>99</sup>Mo)から高純度で分離抽出し診断用医薬品に標識させることに世界で初めて成功する(平成 23 年 8 月プレス発表)など、加速器による医療用放射性同位体の生成研究を進め、複数の特許を取得した。また、科学研究費助成事業及び(独)科学技術振興機構(JST)の助成を受け実施している「加速器中性子を用いた <sup>99</sup>Mo 等医療用放射性同位体の生成研究」について、その現状について紹介及び議論する公開シンポジウムを開催した(平成 27 年 2 月)。

- 大学等との連携に関しては、各大学等との共同研究、先行基礎工学研究協力制度、連携重点研究制度及び大学との連携協力協定に基づき推進した。

先行基礎工学研究協力制度は、核燃料サイクル技術に関する基礎・基盤的な研究分野において、機構が取り組むプロジェクト研究に先行する具体的な課題を示し、それらを解決する手法、アイデア等を公募し、共同研究等により機構の研究者と大学研究者とが協力して、本格的に機構の事業に取り入れられる可能性が高い芽出し研究を行うものである。第 2 期中期目標期間中の採択課題数は計 22 件(平成 22 年度：9 件、平成 23 年度：6 件、平成 24 年度：6 件、平成 25 年度：1 件)となっており、各課題の採択、最終評価等に当たっては、外部委員が半数を占める委員会により行った。なお、本制度は、平成 25 年 9 月に策定した機構の改革計画において、「一定の成果を上げ、初期の目的を達したので、複数年度契約を行っている課題の終了時点(平成 27 年度末)で廃止する。」こととなったため、平成 26 年度からの新規課題の募集は行わなかった。

連携重点研究制度は、先進原子力科学技術に関する研究を対象とし、機構と大学が中核となり、民間企業等の参加を募って有機的な連携ネットワークを構築し、保有する人的資源、研究施設等を効果的に活用するとともに、機構の基礎基盤研究を大学等の協力を得て補完するものとして、共同研究を実施するものである。第 2 期中期目標期間中の採択課題数は計 15 件(平成 22 年度：2 件、平成 23 年度：6 件、平成 24 年度：5 件、平成 25 年度：2 件)となった。その成

果等については、毎年開催される連携重点研究討論会において発表し、討議を行った。

各大学等における総合的な研究資源と機構における幅広い分野にまたがる研究開発活動を結び付けて、効果的・効率的な研究開発を実施するため、第2期中期目標期間中においては、平成23年度に福島大学及び国立高等専門学校機構と、平成24年度に長岡技術科学大学と、平成25年度に東北大学との間で新たに包括的連携協力協定を締結した。

- 機構の特許については、機構ウェブサイト「特許・実用新案検索システム」に出願公開後の国内発明等を掲載するとともに、(独)科学技術振興機構ウェブサイト「J-STORE」、及び(独)工業所有権情報・研修館ウェブサイト「開放特許情報データベース」に出願公開後の国内発明等を掲載し公開している。平成26年度には発行した成果普及情報誌「原子力機構の研究開発成果」及びその英語版「JAEA R&D Review」に平成25年度に権利化した特許等知的財産を掲載し、情報発信機能を拡大した。
  
- 第2期中期目標期間中にJST及びNEDOが主催するイノベーションジャパンや東大阪市等が主催するもうかりメッセ東大阪等の技術フェアを86回開催し、特許等知的財産を公開し、それらの技術を活用して民間が商品化した事例を紹介した。また、原子力関連以外の産業ニーズを把握するため、名古屋市、愛知県等が主催する国際福祉健康産業展(5月開催)、いわき市主催のいわきものづくりフェア(1月開催)、(社)首都圏産業活性化協会主催のTAMA協会ソリューション提案交流会(2月開催)、JST主催の新技术説明会(2月開催)、中小企業のニーズと大学とのシーズをマッチングするための「シーズ発掘」事業等に新たに参加し、技術交流の場を拡大させた。その結果、第1期中期目標期間において新規出願数774件に対し第2期中期目標期間においては、約38%減の480件となったにも関わらず、新規実施許諾契約件数は、第1期目標期間中64件に対し、第2期中期目標期間では1件増の65件となり、出願数に対する新規許諾契約件数の割合は、8.3%から13.5%に増加した。民間資金による実用化協力は、従来からの自動車分野に加えて食品分野では野菜の機能性や食肉の香気成分による高ブランド化、創薬分野では製造医薬品の品質管理に機構のガス分析技術を使用するなど広範囲に技術展開を進めた。東京電力福島第一原子力発電所事故以降、真空技術を応用した技術指導の結果、高い放射線環境下でも高感度測定を可能とした車載型放射線測定器やアルミ溶湯炉を用いた減容化技術を実用化した。更に中間貯蔵施設を想定した排水の全量モニタリング装置を鹿島建設(株)と共同開発し、製品化に向けてJSTの研究開発成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム/実証・実用化タイプ)に採択された。また、成果展開事業として実施課題16件に対して10件製品化につなげることができた。

- 産業界等からの要請に対応して、原子力エネルギー基盤連携センターに設置した材料溶融挙動評価特別グループ及び水素安全技術高度化特別グループにおいて、軽水炉安全対策高度化技術に関する資源エネルギー庁の公募研究を活用して燃料破損・溶融過程解析及び水素安全対策高度化に資する機器や計算コード開発を実施した。加えて、産業界のニーズを踏まえ、役割分担を明確にした協力関係を築き、燃料プール安全性、廃炉時廃棄物評価、核工学分野における国産コード整備等に関して、さらなる外部資金の獲得に向けた取組を進めた。

## (8) 国際協力の推進

### 【中期目標】

関係行政機関の要請を受けて、原子力の平和利用や核不拡散の分野において、国際原子力機関(IAEA)、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)等の国際機関の活動への協力、ITER 計画、第4 世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)等の多国間及び二国間の国際協力を通じて、国際協力活動を積極的かつ効率的に実施する。なお、国際協力に当たっては、国際社会における日本の状況を踏まえて戦略的に取り組むことが重要である。

### 【中期計画】

我が国の国際競争力の向上、途上国への貢献、効果的・効率的な研究開発の推進等の観点から、国際協力を戦略的に推進する。

高速増殖炉サイクル、核融合、高レベル廃棄物の地層処分、量子ビーム等の研究開発について、二国間協力及び三国間協力によるフランス、米国等との協力を推進する。また、ITER 計画、BA 活動、第4 世代原子力システム国際フォーラム(GIF)等の多国間協力を積極的に推進し、主導的な役割を果たす。J-PARC 等の日本の施設を研究開発拠点として国際的な利用に供する。

関係行政機関からの要請に基づき、IAEA、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)、経済協力開発機構/エネルギー機関(OECD/IEA)等の事務局に職員を派遣するとともに、これらの機関の諮問委員会や専門家会合に専門家を参加させることにより、国際貢献に資する活動に積極的に協力する。

原子力技術の世界的な発展と安全性の向上に資するため、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)、その他の協力枠組みによりアジア諸国、開発途上国との国際協力を進める。

### 〈中期実績〉

- 国際協力については、我が国の国際競争力向上等の観点から、研究開発の効率的な推進及びアジア諸国の人材育成・技術支援を目的としている。主要国との二国間協力、ITER 等の多国間協力を進めるとともに、国の方針に基づきアジアを中心とする国々の原子力利用ニーズに応じた支援を行っている。国際協力により研究開発を適切かつ効率的に推進するため、国際協力審査委員会において、研究開発部門、拠点等のニーズに加えて、機構の方針、機構内の組織間における協力の整合性、当該国や当該機関との協力の妥当性等、国際協力の進め方に関する検討、審議を行って協力を実施した。当該中期目標期間中、国際協力取決め、覚書、研究者派遣・受入取決め等 677 件の締結・改正・延長を行った。

○ 二国間協力については、米国、仏国等を中心に各分野で協力を推し進め、米国との間では、当該中期目標期間中に、日米原子力協定あるいは日米科学技術協定に基づき文部科学省あるいは経済産業省と米国エネルギー省(DOE)との間に研究開発協力に関する協力取決めが締結されたことを受け、これらの取決めに基づき、その実施機関としての指定を受けて、高速炉、軽水炉、高温ガス炉、核セキュリティなどの分野で新たなプロジェクト取決めを締結して協力を推進した。仏国原子力・代替エネルギー庁(CEA)とは、包括協定に基づき、高速炉、燃料サイクル、廃止措置及び廃棄物管理等の分野での協力を継続するとともに、仏国で建設予定のナトリウム冷却高速炉の技術実証炉である ASTRID の設計及びそれに付随する研究開発に関する協力について、両国の関係企業を含めた取決めを締結し、活動を開始した。アジア諸国との協力では、韓国原子力研究所、タイ原子力技術研究所、カザフスタン国立原子力センター等との研究協力取決めを延長・更新するなど協力を継続した。特に、タイ原子力研究所との間では安全研究、インドネシア原子力庁との間では高温ガス炉など新たな分野に協力を拡大した。一方、先端原子力科学や量子ビーム応用研究などの基礎科学的分野においては、世界の優れた研究者との間で広範な協力を推進した。

○ 平成 23 年度以降は、東京電力福島第一原子力発電所事故関連の国際協力として、海外の英知を結集して対処するため、米国のパシフィックノースウェスト国立研究所との環境汚染の評価及び浄化に関する協力、英国のスコットランド大学連合環境センターとの環境中放射性核種動態評価と放射線モニタリングに関する協力、仏国 CEA との熔融燃料とコンクリートとの反応の特性把握等についての協力を実施し、また、米国テキサス A&M エンジニアリング試験所と廃炉に向けた遠隔操作機器(ロボット)の実証試験に関する協力について検討を開始するなど、先進的な技術を有する研究機関と取決めを結び、様々な形態での協力を進めた。

○ 多国間協力については、ITER 計画において日本は EU と共に中核的な役割を果たしており、ITER 協定及び BA(より広範な取組)協定に基づき締結した調達取決めに従って機器製作やサービスの提供を実施するなど、ITER の国内機関、BA の実施機関としての活動を進めた。ITER の調達活動に関連して、米国、インド、韓国など他国の国内機関と協力した取組も行った。更に、ITER 機構の職員としてカダラッシュに駐在する日本人の支援を実施するなど、ITER 計画の進展に貢献した。一方、日本を含む 12 か国と EU で進めている新型炉開発協力のための第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)では、ナトリウム冷却高速炉(SFR)や超高温ガス炉(VHTR)に関する協力を継続した。

GIF では機構職員が議長を務める(平成 25 年まで。現在は名誉議長となっている)など、主導的な役割を果たした。経済協力開発機構(OECD)/原子力機関

(NEA)の枠組みでも安全研究、地層処分など分野で、OECD/エネルギー機関(IEA)の枠組みでは核融合分野での協力を行った。

- J-PARC等の優れた施設を、研究開発拠点として、国際的な利用に供した。国際拠点としての環境整備のため、外国人上級研究者も委員として参画した国際拠点化推進委員会において、機構の国際拠点化のための検討を行い、外国人研究者に必要な資料等の英語化、外国人研究者向けの英語ポータルサイトの整備、宿舎の改善及び研究拠点間の情報交換を推進した。なお、当該中期目標期間の外国人招聘者・駐在者等の総数はおよそ2,000名であった。
- 国際機関への支援では、IAEA、OECD/NEA、ITER機構等へ職員を長期派遣するとともに、国際機関の諮問委員会、専門家会合等へ専門家を派遣した。国際機関等への職員の長期派遣者数は、IAEAに14名、OECD/NEAに8名、ITER機構に12名、包括的核実験禁止条約準備事務局(CTBTO)へ2名の総計36名である。また、国際機関の諮問委員会、専門家会合等への専門家の派遣者数は、各機関から機構の特定の専門家を指定した参加依頼によるものも含め、IAEAへ728名、OECD/NEAへ357名、OECD/IEAへ42名、ITER(及びBA)へ868名、CTBTOへ20名の総計2,015名であり、これらの国際機関の運営、国際協力の実施、査察等の評価、国際基準の作成等に積極的に協力した。
- アジア諸国等との協力については、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の各種委員会、プロジェクトに専門家が参加した。また、各国の原子力技術基盤の向上とともに、日本の原子力技術の国際展開にも寄与することを目指し、アジア諸国との人材育成・技術支援等に係る協力として、文部科学省の原子力交流制度(35名)、IAEA技術研修員制度(6名)によりアジアの技術者、研究者を中心に受入れを行った。
- 国際協力を進める際に留意すべき国が定める安全保障貿易管理(輸出管理)について、21年度に施行した輸出管理規程、通達、マニュアルの運用整備を、組織改正等に併せて実施し、年に1回程度改正される法令等の最新情報等を踏まえ、組織内の教育、周知活動を充実するとともに、輸出管理手続を行った全ての部署に対し内部監査を1回/年行い、適正な輸出管理に努めた。また、主にホワイト国への技術の提供に適用できる包括許可を平成23年12月に取得した。これにより、中期計画期間において、それぞれ1~2か月の手続期間を必要とする210件の個別取引許可申請手続が不要となり、外国へのタイムリーな技術提供を可能とし、効率的な輸出管理の実施に大きく資することができた。特に、BA(より広範な取組)の活動推進に大きく寄与した。更により一層の効果的かつ効率的な輸出管理を行うため、平成26年2月に主にホワイト国への貨物の

輸出に適用できる包括許可を取得した。これにより、中期計画期間中、4 件の個別取引許可申請が不要となり手続の効率化が図られた。



## (9) 立地地域の産業界等との技術協力

### 【中期目標】

立地地域における技術交流活動を促進するため、共同研究や技術移転等を行うことにより、立地地域の企業、大学等との連携協力を充実・強化する。

### 【中期計画】

福井県が進めるエネルギー研究開発拠点化計画への協力、岐阜県瑞浪市と北海道幌延町の深地層の研究施設を活用した地域への協力、茨城県が進めているサイエンスフロンティア構想への協力等、立地地域の企業、大学、関係機関との連携協力を図り、地域が持つ特徴ある研究ポテンシャルと機構の先端的・総合的研究ポテンシャルの融合による相乗効果を生かして、地域の研究開発の拠点化に協力する。また、立地地域の産業の活性化等に貢献するため、技術相談、技術交流を進める。

### 《中期実績》

- 福井県が進めるエネルギー研究開発拠点化計画への協力については、推進方針に基づき、以下の活動を継続的に着実に実施した。

「人材育成・交流」では、海外（アジア等）からの研修生や、大学等からの研修生の受け入れに対してナトリウム取扱、原子力プラント安全コース等の研修を実施した。また、外国人講師を招聘しての講演会の開催や、外国人研究者等の受け入れを実施し、国内外の人材育成・交流を実施した。更に、小・中・高校・大学等に対し、理科教育への支援としての「出前授業」や展示会、地域行事への支援・協力を実施した。

県内外の企業や広域の連携大学拠点等と一体になって、地域産業の発展につながる研究開発を実施するために関係機関との調整を図りながら「プラント技術産学共同開発センター(仮称)」の整備を継続して進めた。

立地地域の産業の活性化等への貢献として、機構の技術相談窓口及び福井県内の商工会議所等に設置した技術相談窓口システムを活用し、地域企業からの技術相談にビジネスコーディネータが中心となって積極的に対応した。

更に産学連携に関わる展示会への出展や地域企業との技術交流会、機構の研究成果を紹介するオープンセミナー等を毎年開催し、機構技術の産業への展開や研究成果の普及促進及び、地域企業との双方向の連携を促進するため、成果展開事業や技術課題解決促進事業を継続して実施した。

また、レーザー共同研究所においては、レーザー技術の原子力施設への適用研究、産業応用研究等を継続して実施し、広域連携大学拠点の形成への協力については、福井大学附属国際原子力工学研究所との連携を継続して実施した。

- 岐阜県瑞浪市と北海道幌延町の深地層研究施設については、地域の研究機関である岐阜大学、名古屋大学、(財)地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所(以上、東濃地科学センター瑞浪超深地層研究所)、公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、北海道大学、北海道立研究総合機構地質研究所(以上、幌延深地層研究センター)を始め、国内の大学や公的研究機関との研究協力や研究坑道等の施設供用によって、地域の研究開発の拠点化に協力した。

立地地域の産業の活性化等への貢献については、東濃地科学センターにおいて地域の自治体主催のビジネスフェアに毎年ブースを展示し、機構所有の知的財産等の紹介や技術相談に応じた。また、地場産業である陶磁器製造における機構技術(セルロースゲル)の応用について、地元自治体の陶磁器試験場及び製造業者との意見交換を実施した。

地域への協力については、「おもしろ科学館」、「サイエンスフェア」を始めとする様々な地域主催行事に積極的な参加を行った(平成 22~26 年度の来場者数は、幌延深地層研究センター：約 7,000 人、東濃地科学センター：約 21,000 人)。

- J-PARC 物質・生命科学実験施設に設置した専用ビームラインである茨城県生命物質構造解析装置(iBIX)と茨城県材料構造解析装置(iMATERIA)における産業利用促進に協力し、産業利用や特許等に繋がる成果非公開利用課題を、平成 24 年度からは年間 30 件以上に増加させることができた。

- 福島大学、福島工業高等専門学校が実施する環境回復や廃炉技術に関する技術者育成等を目的とした講義、実習、講演等について、専門家として講師を派遣するとともに、特に実習については機構の施設や設備の活用を図りつつ人材育成の協力などを実施した。

これらの講義、実習、講演に参加した者の一部は、福島環境回復に係る事業を実施する会社に就職し、機構の人材育成協力が実を結んだ結果であると評価した。

## (10) 社会や立地地域の信頼の確保に向けた取組

### 【中期目標】

機構に対する社会や立地地域からの信頼の確保に向け、情報公開・公表の徹底に取り組む。また、社会や立地地域との共生のため、広聴・広報活動を実施し、機構に対する国民理解増進のための取組を行う。

なお、情報の取扱いに当たっては、核物質防護に関する情報、知的財産の適切な取扱いに留意する。

### 【中期計画】

#### 1) 情報公開・公表の徹底等

社会や立地地域と機構との間の信頼関係を一層深めていくため、情報公開・公表の徹底に取り組む。そのため、常時から、安全確保への取組や故障・トラブルの対策等の情報を分かりやすく国民や立地地域に発信するとともに、マスメディアに対して施設見学会・説明会を定期的に行うなどの理解促進活動を実施し、正確な情報が発信できるよう努める。なお、情報の取扱いに当たっては、核物質防護に関する情報、他の研究開発機関等の研究や発明の内容、ノウハウ、営利企業の営業上の秘密の適切な取扱いに留意する。

#### 2) 広聴・広報・対話活動の実施

社会や立地地域との共生を目指し、広聴・広報・対話活動を実直に積み重ねる。具体的には、対話集会、モニター制度等を年平均 50 回以上継続する他、研究施設の一般公開、見学会や展示施設を効果的に活用した体験と相互の交流による理解促進活動を工夫して実施する。情報をウェブサイトや広報誌を活用し、積極的に発信し理解促進を図る。

加えて、研究開発機関としてのポテンシャルを活かし、双方向コミュニケーション活動であるアウトリーチ活動に取り組み、サイエンスカフェ、実験教室の開催など理数科教育への支援も積極的に行う。

活動の実施に当たり、関係行政機関等が行う国民向け理解促進活動と連携を図るなど、展示施設等以外の手段による地元理解の促進を図る方法の検討も含め、低コストで効果的な方策の検討を進める。また、一部展示施設の機能等を含め、展示施設アクションプランを見直し、前中期目標期間を上回る利用効率の向上等の目標を達成する。

### 《中期実績》

#### 1) 情報公開・公表の徹底等

- 情報公開法に基づく開示請求事案については、中期計画期間中、合計 123 件の開示請求に対して遅滞なく適切に対応した。また、機構ウェブサイトやインフォメーションコーナーを用いて自主的に情報提供を行った。さらに、機構の

情報公開制度を適切かつ円滑に運用するため、外部有識者による情報公開委員会及び検討部会を毎年度（合計 13 回）開催し、国民の理解が得られるよう透明性の確保に努めた。

- 報道機関を通じた情報発信については、中期計画期間中、研究成果発表の 241 件を始め、事故・故障の情報等を迅速かつ正確に公表するとともに、各研究開発拠点の主要な施設の運転状況等を「原子力機構週報」としてほぼ毎週作成し、報道機関に説明した。また、論説懇談会、記者勉強会及び施設見学会を合計 126 回開催するなど、機構から積極的かつ能動的に情報発信にも努めた。さらに、これらの報道対応のスキル向上訓練を中期計画期間中に継続して実施し、開催回数 57 回、受講人数は 393 名に達した。
- これらの活動に当たり、核物質防護に関する情報、他の研究開発機関等の研究や発明の内容などについて、機構内の所掌組織にその都度確認を取り、誤って情報を公表することがないように、適切な取扱いに留意して行った。

## 2) 広聴・広報・対話活動の実施

- 「一人ひとりが広報パーソン」という自覚の下、職員が一丸となった「草の根活動」を基本に取り組んだ。具体的活動は以下のとおり。
- さまざまな意見を直接的に伺える対話集会、モニター制度等は、年度目標（50 回）を超える回数を毎年度実施し合計 485 回（参加者延べ約 35,000 名）に達するとともに、機構の事業内容を広く知ってもらうための研究施設の一般公開、見学会については、立地地域の方々を中心に 1,028 回で延べ約 61,000 名の参加者を得た。
- 機構ウェブサイトによる情報発信については、常にアクセス性の改善とコンテンツの充実等を実施した。平成 22 年度はバナーの整理統合やアイコンのリニューアル、利用者別の入口設定を実施した。平成 24 年度はアクセス向上に向けて専門家による機構ウェブサイトの分析及び評価を実施し、平成 25 年度はその結果に基づくメインサイトの全面リニューアル、平成 26 年度は全ての拠点・研究開発部門のウェブサイトのリニューアルが完了した。

コンテンツ充実については、平成 23 年度に東日本大震災関連コンテンツ（機構施設の復旧状況、環境モニタリング情報、放射線に関する QA 等）の公開を機に、関心の高い環境モニタリングや除染技術の動画による紹介や、研究技術者が自らの研究内容を分かりやすく紹介する短編動画チャンネル「Project JAEA」の 36 本（日本語版 21 本、英語版 15 本）作成し公開した。さらに、写真や画像中心の電子版広報誌「graph JAEA」を 11 本（日本語版 6 本、英語版 5 本）発行

し、機構で働く研究者の特集などさまざまな視点で分かりやすい情報の発信に取り組んだ。これらの取組により、アクセス数は一時的な減少は見られたものの、中期計画期間中の平均アクセス数は、改善を開始した平成 22 年度平均と比較して約 25%の増加を達成した。

- 一般向け広報誌「未来へげんき」を毎年度 4 回発行し（平成 22 年度は震災による影響のため 3 回発行）、特に震災以降は福島環境回復に向けた取組や放射線に関する質問や疑問に対して分かりやすく解説するなど、読者アンケートを通じて得られた国民の関心の高い事項を誌面に反映させた。
- 研究技術者が自ら対話を行うアウトリーチ活動として、自治体や教育機関と連携し、実験教室や出張授業など合計 3,006 回（参加者延べ約 134,000 名）実施した。また、震災以降、福島県や立地地域、さらには首都圏を中心に放射線に関する説明会を合計 752 回（参加者延べ約 55,000 名）開催し、説明資料の改善を図るとともに質問回答事例と合わせて機構ウェブサイト公開した。さらに、サイエンスアゴラや青少年のための科学の祭典、全米科学振興協会（AAAS）総会展示などの国内外の団体・機関が主催する科学技術への理解増進を図るイベントにも積極的に出展した。
- 展示施設については整理合理化の観点から廃止も含めた抜本的な見直しを検討し、平成 24 年 8 月に公表した。その結果、6 施設については展示施設としての運営を停止し、出張授業などの自ら出向いた活動に重点を移した。残る 3 つの施設（むつ科学技術館（むつ）、大洗わくわく科学館（大洗）、きつづ光科学館ふおとん（木津川））については合理的な運営を継続するとともに、大洗わくわく科学館及びきつづ光科学館ふおとんについて、原子力機構改革計画に基づき、他法人への移管等に向けた調整を行った。

## Ⅱ. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置

### 1. 効率的、効果的なマネジメント体制の確立

#### (1) 柔軟かつ効率的な組織運営

##### 【中期目標】

理事長による強いリーダーシップの下、PDCA サイクルに基づく機構全体を俯瞰した戦略的な経営が可能となるよう、理事長の経営を支える経営企画機能を強化し、柔軟かつ機動的な組織運営を図る。また、研究開発を効率的かつ計画的に推進するため、責任の所在の明確化、研究開発拠点・部門間の有機的連携の強化を図る。

##### 【中期計画】

総合的で中核的な原子力研究開発機関として、機構全体を俯瞰した戦略的な経営を推進するため経営企画機能を強化し、理事長による PDCA サイクルをより効果的に廻すことにより、柔軟かつ機動的な組織運営を図る。

具体的には、理事長のリーダーシップの下、経営層が機構としての明確な目標設定、迅速な経営判断、経営リスクの管理、事業の選択と集中、大胆かつ弾力的、効果的な経営資源の投入等を行うことができるよう、経営情報、事業の進捗状況、解決すべき課題、良好事例等の集約・共有を組織的に行うなど、理事長による経営を支える経営企画機能を強化する。

研究開発を効率的かつ計画的に推進するため、事業部門制の下、理事長の統治を合理的にするとともに、関連事業内での連携や機動性を高める。事業部門長には理事等を充て、責任と権限を持たせるとともに、ライン職とスタッフ職の役割の明確化を図る。また、各研究開発拠点・研究開発部門における業務運営に当たっては、組織間の有機的連携を確保し、機構全体として相乗効果を発揮できるよう、PDCA サイクルを通じた業務運営体制の改善・充実を図る。

外部からの客観的・専門的かつ幅広い視点での助言・提言に基づき、国民の目線に立った健全かつ効率的な事業運営並びに課題の把握及び解決を図るとともに、事業運営の透明性の確保に努める。

また、機構役職員の再就職に関しては、再就職あっせん等の禁止等に係る規程にのっとり、職務の公正性の確保に支障が生じるおそれがある行為は禁止するなど適切な対応を図る。

#### 《中期実績》

#### <組織運営>

- 機構全体を俯瞰した戦略的な経営を推進するため、理事会議や理事長ヒアリングにより全組織の事業の進捗や課題を把握し、理事長による経営管理 PDCA サイクルを効果的に廻すことにより、柔軟かつ効率的な組織運営を図った。

平成 22 年度から、理事長自らが全研究開発部門・拠点長からヒアリングを年 2 回行い、経営管理 PDCA サイクルを着実に運用した。平成 23 年度は、東京電力福島第一原子力発電所事故からの復旧対策、復興に向けた取組への貢献を重要事業と位置づけ、我が国唯一の総合的原子力研究開発機関としてその科学的技術的専門性を最大限活用して積極的に取組んだ。

また、高速増殖炉サイクル研究開発については、提案型政策仕分けの提言等も踏まえ、エネルギー政策・原子力政策の方向性が定まるまで、研究開発の凍結及び予算の削減を行うとともに、施設・技術基盤の維持や安全性・信頼性向上に重点化した取組に計画を見直した。

平成 24 年度は、従来業務を合理化・効率化して予算を削減するとともに福島関連予算を拡大し、東京電力福島第一原子力発電所事故に関連した廃止措置等に向けた研究開発及び環境汚染への対処に係る研究開発への取組を強化した。また、機構が保有する原子力施設の安全確保対策（高経年化対策、耐震強化対策、緊急安全対策等）への重点化を行った。

平成 25 年度は、「もんじゅ改革」の取組として、「もんじゅ安全・改革本部」を立ち上げるとともに、組織面では、「もんじゅ」を理事長直轄としてガバナンスを強化した。

#### ① PDCA サイクルの運用

理事長自らが全研究開発部門・拠点長からヒアリングを年 2 回行い、経営管理 PDCA サイクルを着実に運用した。上期においては、当該年度上期の実施状況について行い、さらに年度末に年度全体の実施結果及び次年度実施計画について、業務課題の把握と解決に向けた方針の指示等その場で行うとともに、各組織への指摘事項とその対応方針を取りまとめて対応の進捗管理を行うなど、きめ細かいチェック機能が働くような工夫を行った。これら定期的な機会以外にも理事長が直接現場職員と意見交換して、業務上の課題解決に向けた指示を適宜行った。

#### ② 経営に係る会議の運用

理事長のリーダーシップの下、理事会議等の中で事業の進捗状況の把握、解決すべき課題への対応方策や外部情勢の共有を組織的に行い、これらの情報に基づき効果的な経営資源の投入を行うなど、経営層による経営企画機能強化の取組を行った。

#### ③ 大型プロジェクトの推進管理

大型プロジェクトである ITER 及び J-PARC については、理事長を委員長とする推進委員会を、それぞれ 19 回、14 回開催し、事業の進捗状況、解決すべき課題の報告を受け、今後の推進方針の明確化、経営リスクの管理等を行った。

#### ④ 弾力的かつ効果的な経営資源投入

エネルギー基本計画及び提言型政策仕分けの提言等も考慮しつつ、かつ機構

改革に対応するため、東京電力福島第一原子力発電所事故後の機構に対するニーズの変化を的確に捉え、理事長のリーダーシップの下、組織改編、的確な予算要求と配賦、研究施設の在り方の見直し等により弾力的かつ効果的な経営資源の投入を図るため、以下の取組を行った。具体的には、従来業務を合理化・効率化するとともに、平成23年度以降重点化した福島対応関連の予算を拡大し、東京電力福島第一原子力発電所事故に関連した廃止措置等に向けた研究開発及び環境汚染への対処に係る研究開発への取組を強化した。また、機構が保有する原子力施設の安全確保対策（高経年化対策、耐震強化対策、緊急安全対策等）への重点化を行った。さらに、平成26年度は「もんじゅ」の保守管理不備の事案に対応するため、予算の再配分を行った。

#### <高速増殖炉サイクル技術の研究開発体制に係る対応>

高速増殖炉サイクル研究開発については、平成22年度の事務・事業見直しを受けて、高速増殖炉サイクル技術の研究開発に必要な経費を積算段階から精査するための外部専門家を含む「高速増殖炉サイクル技術予算積算検証委員会」を開催し、一層の効率的及び効果的な事業の実施に努め、経費の削減を図った。また、外部専門家を委員とする「高速増殖炉サイクル研究開発マネジメント委員会」を設置して、ガバナンスの強化を図り事業を推進した。

さらに、提言型政策仕分けの提言等も踏まえ、エネルギー政策・原子力政策の方向性が定まるまで、高速増殖炉サイクル研究開発の凍結及び予算の削減を行うとともに、施設・技術基盤の維持や安全性・信頼性向上に重点化した取組に計画を見直した。「もんじゅ」については、東京電力福島第一原子力発電所事故も踏まえて、安全を確保するための維持管理、地震・津波に対する緊急安全対策、シビア・アクシデント対策の検討、耐震の信頼性向上等の安全性の向上に重点化した取組を実施し、経費の削減及び合理化を図った。

平成24年に明らかとなった「もんじゅ」における保守管理上の不備に対しては、安全を最優先とする自立した組織を目指し、「もんじゅ」改革に取り組んだ。特に、体制に係わる改革においては、「もんじゅ」の運営管理を確実に実施するため、保守管理に必要な経営資源（予算・人員）を追加措置するとともに、新規制基準に係わるシビア・アクシデント対策の検討等の安全性向上に向けた予算を追加措置するなど、効果的に経営資源を投入した。また、業務運営の機動性を高めるため、平成26年4月に高速炉研究開発部門を設置し、さらに平成26年10月の組織改編において、「もんじゅ」を運転・保守に専念できる理事長直轄の組織とし、「もんじゅ」専属の支援組織として「もんじゅ運営計画・研究開発センター」を新設するとともに、敦賀に設置している企画調整室を強化し、「もんじゅ」に重点を置いた運営ができる体制を整備した。

保守管理業務について、複数メーカーとの連携を強化した保守体制を構築し、プラントを安定かつ継続的に維持することを確実にした。



### <機構改革による「強い経営」の確立>

- 「日本原子力研究開発機構の改革計画」に基づき、業務の重点化を図り、機構のミッションを的確に達成するトップマネジメントによる「強い経営」を確立するため、平成 25 年 10 月 1 日からの集中改革期間において改革を断行し、理事長直轄の原子力機構改革本部及びもんじゅ安全・改革本部によりその進捗を管理した。
- 経営機能の強化のため、理事長直下の組織として、平成 26 年 4 月に、戦略企画室を新設し、事業の全体像を常に考慮した中長期的な重点事業の選定及び各事業の目的的関連付けを行い、理事長の経営指揮を支援している。あわせて、安全・核セキュリティ統括部を新設し、原子力施設の許認可等に係る調整業務の一体的な実施、安全文化及び核セキュリティ文化の劣化兆候を把握する機能強化の改善、緊急対策を要する施設・設備の調査等の実施など、有効に経営資源を投入できる仕組みを構築した。
- 機構改革については一定の成果が見られたものの、「もんじゅ」に関しては、目標とした措置命令解除には至らなかった。

### <組織間の有機的連携・機動性>

- 研究開発を効率的かつ効果的に推進するため、理事長の統治を合理的にするとともに、関連事業内での連携や機動性を高めるため、以下の取組を行った。

#### ① 組織の再編

平成 26 年 4 月から、原子力機構のミッションを的確に達成する「強い経営」の確立を目的として、複数の研究部門や事業所間の連携や組織的な機動性を高めるために事業ごとに組織を再編する「部門制」を導入し、13 事業所、12 研究開発部門等を 6 つの部門に再編した。また、各部門長には担当理事を充てて執行責任を持たせることにより、部門長によるガバナンス強化、部門内の連携強化による機動的業務運営、研究開発の交流促進等の成果が表れ始めている。

#### ② 各組織における PDCA サイクル運用と組織間の有機的連携

部門長を中心とした各部門毎の会議に加え、事業計画統括部と戦略企画室及び各部門の企画調整室による定期的な連絡会や運営管理組織を中心とした国立研究開発法人制度への移行準備連絡会を開催した。これらの会議の中で、課題解決に向けた目標設定や達成度の評価等を行うことによって、各組織の PDCA サイクルを通じた業務運営を行った。

#### ③ 職員の高い士気・規律の維持

機構改革の取組の一環として、安全確保を最優先とする理事長方針等を現場の第一線にまで浸透させるため、集中改革期間中に理事長以下役員が全事業所

を延べ 136 回訪れ、職員 1,307 名と意見交換を行った。特に理事長は、集中改革期間が始まった平成 25 年 10 月からおおむね毎週「もんじゅ」を訪れ、現場の最前線で業務に携わる若手職員を中心に 30 回、226 名との直接対話を行い、安全に対する考えや現場の課題等について丁寧なコミュニケーションを重ねた。意見交換会を通じて「職員一人ひとりの意識改革や業務の質の向上が感じられる」などの意見が増え、自己改革意識の浸透が確認でき、改革の成果の一つと考える。

平成 22 年度～平成 26 年度においては、計 48 回の理事長メッセージを電子メールやイントラネットに掲載することで、理事長自らの考えを全役職員に伝達・浸透させることで、役職員の高い士気・規律の維持を継続させた。また、職員全般の士気の高揚及び業務の活性化に資することを目的とし、職務に関する有益かつ顕著な業績又は社会的に高く評価された実績を挙げた職員等を顕彰しており、平成 22 年度～平成 26 年度においては表彰委員会により研究開発功績賞、創意工夫功労賞等に計 296 件を選定し、理事長から表彰を行った。

#### ④ ライン職とスタッフ職の役割明確化

ライン管理職は特にマネジメントスキルが重要であるという観点から、ライン課長職を対象として、「適切な自己認識」と「今後の行動計画」に着目し、より実践的なマネジメント能力強化を目的として、「マネジメント実践研修」を実施した。また、ライン職を主な対象として、管理職としての意識を相互啓発し、管理上の問題解決等に必要な知識及び手法の基礎を理解することを目的として、「マネジメント基礎研修」を実施した。これらの研修を通じ、ラインマネジメント能力の習得及び強化を図った。

#### ⑤ グッドプラクティスの共有

業務運営の効率化のためのグッドプラクティスの共有化については、保安活動、研究開発推進及び業務効率化に関する事例のイントラネット等による機構内周知に加え、経営管理 PDCA サイクルにおいて、各組織にグッドプラクティス事例の報告を義務付け、その事例の機構内周知を行っている。各事例に対するコメントの募集、水平展開すべき事例の抽出などを実施して、効率的な水平展開を行った。

- 平成 22 年度は、水平展開すべき事例として、「事故・故障等の原因及び再発防止策を分類し各拠点に水平展開を実施」「研究開発部門や拠点横断的な情報交換・共有の試みとして意見交換会を実施」「コンプライアンスにかかる研修・講演会を拠点・部門にて独自取組として実施」などがあり、事例の共有により組織運営の改善を図った。また、参考になる事例の共有として、「JT-60 の解体作業における安全確保を目的とした統括安全担当者による新たな管理体制の立ち上げ」などの共有を図った。

- 平成 23 年度は、水平展開すべき事例として、「メンタルヘルス対策 e ラーニング等精神的不調者の発生予防」「TV 会議システムにおける情報共有ツールの開発及び導入」などがあり、事例の共有により組織運営の改善を図った。また、参考になる事例の共有として、J-PARC の「震災後の復旧に係る取組」などの共有を図った。
- 平成 24 年度は、水平展開すべき事例として、「部門内の異分野研究者の交流及び部門間の連携活性化」「経費節減キャンペーンの計画等を通じた経費節減に対する意識付けへの取り組み」「対話を通じた相互理解の推進による、風通しの良い意欲あふれる職場環境の構築を図るため、部長と各現場職員（一般職）と意見交換会の実施」などがあり、事例の共有により組織運営の改善を図った。また、参考になる事例の共有として、福島環境回復に向けた機構の取組等を機構外に紹介する「Topics 福島」の発刊についてなどの共有を図った。
- 平成 25 年度は、水平展開すべき事例として、「コンピュータウイルス感染による情報漏えい可能性の事象を踏まえた、具体的に見える形での注意喚起、再発回避」「電子メールによる情報共有に留まらない、関連部署との緊密な連携・コミュニケーションの強化」「経験・知見を有する定年退職者による若手研究員への指導、知識伝承」などがあり、事例の共有により組織運営の改善を図った。また、参考になる事例の共有として、「研究者 OB（定年後嘱託）の知見を活用した外部資金応募書類の添削」などの共有を図った。
- 平成 26 年度は、「機構改革活動における挨拶運動の展開」が、水平展開すべき事例として抽出された。また、保安活動に係る良好事例として、トラブルに対する初期対応の方法、通報連絡方法等に関するトレーニングとして「トラブル対処に関する活動」、トラブル発生時の放射線管理の初期対応に関する実務教育、訓練（実演）等として「試験研究炉の再稼働に向けたトラブル発生時の放射線管理対応技術の継承」の 2 件について水平展開した。さらに、過去に他部門等が紹介したグッドプラクティスを取り入れた事例としては、「電子システムの利用効率及び利便性の向上」等が挙げられる。

#### <経営顧問会議及び研究開発顧問会の開催>

- 経営の健全性、効率性及び透明性の確保の観点から、外部からの客観的、専門的かつ幅広い視点での助言及び提言を受けるため、外部有識者から構成される経営顧問会を計 6 回、研究開発の指導的立場にある有識者から構成される研究開発顧問会を計 4 回開催した。平成 26 年度は、機構改革における集中改革の成果と今後の対応の概要、東京電力福島第一原子力発電所事故への対応状況及び次期中長期目標・計画について説明し、集中改革では理事長との直接対話な

どのトップと現場職員の直接対話を継続すること、大学や原子力事業者と協力して、研究開発法人としての原子力人材育成の在り方等に関する重要な意見及び助言を得た。

<機構役職員の再就職>

- 職務の公正性や透明性を確保する観点から、平成 21 年度に制定した「役職員の再就職あっせん等の禁止について」や「不公正取引行為報告・通報規程」について、定年退職者を対象とした説明会等を通じて理解を促し、意識の向上を図った。

## (2) 人材・知識マネジメントの強化

### 【中期目標】

機構に必要とされる優秀な人材を確保・育成するために、キャリアパスの設定や流動性の確保、組織への貢献度に応じた処遇などの仕組みを整備する。

また、機構の研究開発成果の技術移転や若手研究者・技術者への継承・能力向上に組織的、計画的に取り組む。

### 【中期計画】

機構の研究開発に不可欠な人材と保有する知識を適切に維持、継承するために、人材・知識マネジメントを研究開発の経営管理 PDCA サイクルと一体的に実施することにより、組織的に取り組む。

人材マネジメントについては、機構内のみならず他機関との人事交流を行い、経営管理能力の向上等を図るための研修への参加や、専門的な実務経験を積ませるなど、優秀なマネージャーの育成に資するキャリアパスを念頭に、各研究開発部門等において、研究能力・技術開発能力の強化を目的とした人材の確保、育成及び活用にかかる方針を検討し、人材マネジメントを計画的に行う。

知識マネジメントについては、機構の研究開発成果の技術移転や若手の研究者・技術者への継承・能力向上等に資するため、各研究開発部門等のニーズに応じて、研究開発成果として蓄積されるデータや情報などの知識を「知識ベース」として、計画的かつ体系的に集約、保存する。また、知識の保存及び活用に必要な各種ツールの整備を行う。

### 《中期実績》

- 機構の研究開発に不可欠な「人材の確保、育成及び活用」の基本方針となる「人材マネジメント実施計画」に基づき、各組織で必要となる人材の確保、育成を行った。また、施設の維持管理等に必要な知識の保存・継承に取り組んだ。これらの実施に当たっては、経営管理 PDCA サイクルによるそれぞれの状況等を確認した。

### ①人材マネジメント

人材マネジメントに関して、優秀な人材の確保、原子力界をリードする人材の育成、各人の能力を最大限に発揮させる人材の活用を資する観点から、平成23年度に人材確保、人材育成、人材活用の3つのフェーズにおける実施内容を整理した「人材マネジメント実施計画」を策定するとともに、同計画に基づき、各関連組織等と連携して、積極的な取組を進めた。また、研究開発等の推進における若年研究者等の能力の活用、卓越した研究者等の確保、研究開発等に係る人事交流の促進等を図り、機構の研究開発力を強化させるため、「研究開発

力強化法に基づく人材の活用等に関する方針」を平成 22 年 10 月に策定・公表した。具体的には、各研究開発部門等と連携して、機構内外との人材流動化の促進、キャリアパスを考慮した人事異動、外部からの優秀な人材の確保、マネジメント研修の充実等の取組を進めた。また、リーダー研修を導入し、計画的に人材マネジメントの取組を進めた。

## ② 知識マネジメント

知識マネジメントに関しては、資料の電子化を進めるとともにデータベースの構築・改良を行い情報の管理と共有化に努めた。また、次の世代に技術情報等を受け継ぐために作業・操作マニュアルの映像記録化を進め、技術の継承を図るなど各組織の実情に即した取組を継続した。

平成 22 年度から、「研究成果の知識ベース化」、「各種業務に係わるノウハウ等のデータベース化のための技術レポート等の作成」、「各種情報の体系的保管及びサーバーを利用した管理」等を実施した。

平成 24 年度は、理事長ヒアリングで報告された各組織での取組の中から、年一回の文書確認月間を設定して運転・保守マニュアルの見直しを実施するという定期的な知識ベースの見直しのほか、資料の電子化、失敗事例の知識ベース化及びコミュニケーションを通じた知識伝承の 4 件の良好事例を抽出し、これらを機構内に周知して、各組織における効果的な平成 25 年度の取組の策定を促進した。

平成 25 年度は、平成 24 年度に奨励した 4 件の良好事例の各組織への浸透度及び各組織における取組の進捗度合いについて報告を受け、着実に浸透・進捗していることを確認した。

### (3) 研究組織間の連携による融合相乗効果の発揮

#### 【中期目標】

基礎・基盤研究からプロジェクト研究開発に至る幅広い専門分野の研究者・技術者の有する経験、ノウハウ及び研究開発成果等を基にして、保有する研究インフラを効果的に活用し、研究開発を効率的に行う。

#### 【中期計画】

基礎・基盤研究からプロジェクト研究開発に至る幅広い専門分野の研究者・技術者の有する経験、ノウハウ及び成果等充実した技術基盤を基にして、保有する研究インフラを総合的に活用し、研究開発を効率的に行う。

実用化を目指したプロジェクト研究開発を進めるに当たっては、プロジェクト研究開発を進める部署から基礎・基盤研究を進める部署へニーズを発信し、基礎・基盤研究を進める部署は、これを的確にフィードバックして適時かつ的確に研究目標を設定する。また、基礎・基盤研究で得た成果をプロジェクト研究開発に適切に反映させる。

これらの実現のために、組織間の連携・融合を促進する研究制度の運用、研究インフラの有効活用を行うためのデータベースの充実をはじめとする取組、さらに必要に応じて連携・融合を促進する組織体制の強化などを行う。

#### 《中期実績》

##### ＜研究インフラの有効活用＞

- 機構の各部署で保有している分析機器等の研究インフラの有効活用を図るため、保有部署以外の利用に供することができる機器リストを毎年度精査・更新し、イントラネットで機構内に周知して活用を進めた。平成 22 年度約 3,400 件、平成 23 年度約 2,100 件、平成 24 年度約 2,470 件、平成 25 年度約 2,520 件、平成 26 年度約 2,190 件の保有部署以外からの利用があった。

##### ＜組織間連携＞

- 組織間連携については、軽水炉燃材料の健全性評価に係る材料試験で、安全研究センターと大洗研究開発センターの照射試験炉センターとが協力して実施するほか、福島第一原子力発電所事故後の環境及び植物残渣からのセシウム除去技術の研究開発において、プロジェクト研究開発部署と基礎・基盤研究部署が連携し、個別課題に取り組んだ。
- 組織間の連携・融合を促進する観点で、理事長のリーダーシップの下で経営資源の再配分を行う「連携・融合研究制度」を運用したのち、平成 24 年度に、経営企画部(当時)、先端基礎研究センター及び財務部が協力して、一般寄附金

を財源とする「機構内競争的研究資金制度」を新たに設けて機構内公募を開始するとともに、平成 26 年度の組織改編を受けて、より多くの組織からの応募が可能となるよう制度の見直しを行った。

- システム計算科学センター、安全研究センター、原子力科学研究所、先端基礎研究センター、原子力基礎工学センター、量子ビーム応用研究センター、核燃料サイクル工学研究所、大洗研究開発センター、東濃地科学センター、人形峠環境技術センター等、機構の研究センターと研究拠点の持つ様々なポテンシャルを福島への取組に投入することを継続した。



## 2. 業務の合理化・効率化

### (1) 経費の合理化・効率化

#### 【中期目標】

機構の行う業務について既存事業の効率化及び事業の見直しを進め、独立行政法人会計基準に基づく一般管理費(公租公課を除く。)について、平成21年度(2009年度)に比べ中期目標期間中にその15%以上を削減するほか、その他の事業費(新規事業及び外部資金で実施する事業費等を除く。)について、中期目標期間中にその5%以上を削減する。

青山分室については廃止に向けて検討を行うとともに、近接している東海分室と阿漕ヶ浦分室については、中期目標期間内に売却を含めてその在り方について抜本的に見直す。

#### 【中期計画】

機構の行う業務について既存事業の徹底した見直し、効率化を進め、一般管理費(公租公課を除く。)について、平成21年度(2009年度)に比べ中期目標期間中に、その15%以上を削減する。また、その他の事業費(外部資金で実施する事業、新規に追加される業務、拡充業務及び埋設処分業務勘定への繰入は除く。)について、平成21年度(2009年度)に比べ中期目標期間中に、その5%以上を削減する。

業務の合理化・効率化の観点から、幌延深地層研究計画に係る研究坑道の整備等に民間活力の導入を図る。

なお、上斎原分室を廃止し、櫛川分室、土岐分室及び下北分室については宿舎に転用するとともに、青山分室については廃止に向けた検討を行う。さらに、互いに近接する東海分室と阿漕ヶ浦分室については、中期目標期間内に売却等を含めその在り方について抜本的に見直す。

#### 《中期実績》

##### <一般管理費>

○ 独立行政法人会計基準に基づく一般管理費(公租公課を除く。)については、平成21年度(2009年度)に比べ、中期目標期間中に17.3%削減した。

○ 今後も一般管理費(新規・拡充事業、公租公課及び人件費を除く。)については、平成26年度(2014年度)に比べ、第3期中長期目標期間中にその21%以上を削減することを目標に、既存事業の徹底した見直し、効率化を継続する。

##### <その他の事業費>

○ その他の事業費(国際原子力人材育成ネットワーク、核セキュリティ、東日

本大震災に伴う福島県支援の新規・拡充事業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。)については、合理化を進め、平成 21 年度に比べ、中期目標期間中に 27.0%削減した。

- その他の事業費(新規・拡充事業、各種法令の定め等により発生する義務的経費、外部資金で実施する事業費及び人件費を除く。)については、平成 26 年度(2014 年度)に比べ、第 3 期中長期目標期間中にその 7%以上を削減することを目標に、既存事業の徹底した見直し、効率化を継続する。

#### <PFI 事業>

- 民間活力導入による PFI 事業として「幌延深地層研究計画地下研究施設整備(第 II 期)等事業」の契約を平成 22 年度に事業期間平成 22~30 年度(9 年間)で締結し、事業を開始した。

#### <分室及び宿舎>

- 独立行政法人整理合理化計画(平成 19 年 12 月 24 日閣議決定)を踏まえ、中期目標、中期計画でも見直すこととし、さらに提言型政策仕分け(平成 23 年 11 月)により提言を受けた分室については、平成 24 年度末をもって、廃止等の措置が全て終了した。
- 具体的には 8 分室のうち、東海分室及び阿漕ヶ浦分室については、東日本大震災により阿漕ヶ浦分室が大きく損壊したため廃止することとし、東海分室に機能を集約した(平成 23 年度)。青山分室、夏海分室、上齋原分室及び阿漕ヶ浦分室の 4 分室を廃止した(平成 24 年度)。土岐分室、下北分室及び櫛川分室の 3 分室は宿舎への転用が完了した(平成 23~24 年度)。
- 独立行政法人整理合理化計画(平成 19 年 12 月 24 日閣議決定)を踏まえ、平成 26 年度末までに廃止等の計画であった 529 戸の宿舎については、計画より 1 年早い平成 25 年度末に全ての廃止が完了した。
- 「独立行政法人の職員宿舎の見直し計画」(平成 24 年 4 月 3 日行革実行本部決定)により決定された「独立行政法人の職員宿舎の見直しに関する実施計画」(平成 24 年 12 月 14 日行政改革担当大臣決定)への対応では、戸数削減の要請に対応すべく基本計画を策定し、廃止に向けた取組に着手するとともに、一部の宿舎を廃止した。
- 「独立行政法人の職員宿舎の見直しに関する実施計画」で、廃止要請を受けた宿舎以外の宿舎や福利厚生施設についても、利用状況の把握に努め必要性の確

認を行った。

- 独立行政法人整理合理化計画において売却方針を決定又は検討するとされた宿舎及び宿舎跡地等については、文部科学省及び経済産業省と協議した結果、売却収入により国庫及び民間等出資者に資産を返納することとした。
- 平成 25 年 1 月に宿舎及び宿舎跡地 (9 物件)、那珂核融合研究所未利用地 (西地区)、青山分室及び夏海分室の計 12 物件について、不要財産の処分に係る申請を行い、同年 3 月に認可され、平成 25 年度から計 3 回一般競争入札を行い、8 物件 (宿舎及び宿舎跡地 5 物件、那珂核融合研究所未利用地、青山分室及び夏海分室) を売却した。
- 平成 26 年 4 月に宿舎及び宿舎跡地 (7 物件) について、不要財産の処分に係る申請を行い、同年 5 月に認可され、一般競争入札を行い、2 物件を売却した。
- 売れ残った物件については、売却方法等を再検討し、引き続き売却を行っていくこととする。
- 売却により得られた収入の額については、平成 27 年 2 月に主務大臣へ報告し、平成 27 年 3 月に国庫納付を完了するとともに、民間等出資者に対する払戻しの手続を進めた。
- 「日本原子力研究開発機構の展示施設に関する見直し方針」(平成 24 年 8 月 31 日策定)において、「売却先について一定の制限を付すことなど、用地を取得した経緯を踏まえたプロセスを導入し売却の手続きを開始する方向で調整」と定められている「リコッティ」については、売却先を地元自治体とした不要財産の処分に係る申請を平成 26 年 4 月に行い、同年 5 月に認可され、売却に向けた手続を開始した。

#### <資産の管理・運用>

- 機構の保有する資産について、毎年度物品検査時に資産の有効活用の調査を実施し、その資産の保有目的や利用状況を確認した。また、中期計画に基づく廃止措置対象施設等については、策定された廃止措置計画に基づき減損会計を適用した会計処理を行い、資産が適正に管理・運用されていることを確認した。

#### <法定外福利費>

- 法定外福利費 (福利厚生管理・運営費用等) の支出については、透明性、適正水準等に留意し効率的な運用を図り、社会一般の情勢に適合したものとなるよう福利厚生施策の在り方の見直しを行った。

## (2) 人件費の合理化・効率化

### 【中期目標】

人員の効率的配置を行い、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成 18 年法律第 47 号）及び「行政改革の重要方針」（平成 17 年 12 月 24 日閣議決定）等を踏まえ、平成 22 年度（2010 年度）までに平成 17 年度（2005 年度）に比べ人件費の 5%以上の削減を図るとともに、「経済財政運営と構造改革に関する基本方針 2006」（平成 18 年 7 月 7 日閣議決定）に基づき、人件費改革の取組を平成 23 年度（2011 年度）まで継続する。

### 【中期計画】

「行政改革の重要方針」（平成 17 年 12 月 24 日閣議決定）及び「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成 18 年法律第 47 号）において削減対象とされた人件費については、平成 22 年度（2010 年度）までに平成 17 年度（2005 年度）の人件費と比較し、5%以上削減するとともに、「経済財政運営と構造改革に関する基本方針 2006」（平成 18 年 7 月 7 日閣議決定）に基づき、人件費改革の取組を平成 23 年度（2011 年度）まで継続する。ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下により雇用される任期制職員（以下「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期制研究者等」という。）の人件費については、削減対象から除く。

- ・ 競争的研究資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期制職員
- ・ 国からの委託費及び補助金により雇用される任期制研究者
- ・ 運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、国策上重要な研究課題（第三期科学技術基本計画（平成 18 年 3 月 28 日閣議決定）において指定されている戦略重点科学技術をいう。）に従事する者及び若手研究者（平成 17 年度（2005 年度）末において 37 歳以下の研究者をいう。）

職員の給与については、給与水準の適正化に取り組み、事務・技術職員のラスパイレス指数については、不断の見直しを行い、更に適正化するとともに、検証や取組の状況について公表する。

### 《中期実績》

#### <人件費>

- 「行政改革の重要方針」（平成 17 年 12 月 24 日閣議決定）等において削減対象とされた総人件費について、職員（任期の定めのない者）の合理化を中心として取り組んだ結果、平成 17 年度と比較して 5%以上の削減目標に対して、約 6.1%の削減を図った。

(参考)

平成 22 年度：実績▲約 5.6%

平成 23 年度：実績▲約 6.1%

- 独立行政法人整理合理化計画等に基づき、給与水準の適正化の観点から、人事院勧告に準拠した本給改定を始めとして、期末手当や職責手当の機構独自の引下げ等を実施した。その結果、ラスパイレス指数（事務・技術職に係る対国家公務員年齢勘案指数）は、115.5（平成 22 年度）から 107.2（平成 26 年度）に 8.3 ポイント減少した。また、各年度における給与水準の検証や取組の状況について適切に公表した。

### (3) 契約の適正化

#### 【中期目標】

「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」(平成 21 年 11 月 17 日閣議決定)を踏まえ、機構の締結する契約については、核不拡散、核物質防護、原子力災害防止等の観点から真にやむを得ないものを除き、原則として一般競争入札等によることとし、透明性、公平性を確保しつつ、公正な手続きにより行い、経費の削減に努める。

#### 【中期計画】

「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」(平成 21 年 11 月 17 日閣議決定)を踏まえ、機構の締結する契約については、核不拡散、核物質防護、原子力災害防止等の観点から真にやむを得ないものを除き、原則として一般競争入札等によることとし、透明性、公平性を確保しつつ、公正な手続きを行う。また、一般競争入札等により契約を締結する場合であっても、真に競争性、透明性が確保されているか、厳正に点検・検証を行い、過度な入札条件の禁止、応札者にわかりやすい仕様書の作成、公告期間の十分な確保等を行う。これらの取組を通じて経費の削減に取り組む。さらに、随意契約見直し計画の実施状況を含む入札及び契約の適正な実施については、契約監視委員会の点検等を受け、その結果をウェブサイトにて公表する。

#### 《中期実績》

##### <競争性のある契約>

機構の締結する契約については、競争性のある契約の更なる拡大を目指し、形だけの一般競争入札とならないように配慮しつつ、核不拡散、核物質防護及び原子力災害防止等の観点から真にやむを得ないものを除き、原則として一般競争入札等とする取組を実施した。

##### 競争性のある契約の件数割合

年度	第 1 期	第 2 期中期目標期間				
	21 年度	22 年度	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度
件数	(83.7%) 5,216 件	(93.0%) 4,566 件	(93.0%) 4,538 件	(95.3%) 4,439 件	(95.0%) 4,762 件	(94.7%) 4,821 件

##### <一般競争入札>

- 一般競争入札等の契約業務においては、原子力研究開発において安全確保及び品質確保のための必要な条件を仕様書に記載するとともに、競争性及び透明

性を確保すべく過度の入札条件を禁止し、複数の業者が入札に参加できるよう入札条件を見直すなどの取組を実施した。これらが適切に担保されているかについて専門的知見を有する技術系職員を含む機構職員を委員として契約方式の妥当性等の事前確認を行う契約審査委員会において確認した。また、少額随意契約基準額を超える全ての案件について厳格に点検・検証を行い、確認した。

#### <一者応札>

- 一般競争入札における一者応札については、機構が発注する業務には高度な技術及び専門性を必要とするものが多く、また、研究開発分野においてはリスクを伴うため、受注可能な企業数は限られたものとなってしまうとともに、既存施設の保守等や前年度等から引き続き実施する案件については、互換性も必要となることから、削減が難しい面があると考えられるが、契約業務の透明性及び公正性を高めるため、競争性のある契約への移行努力を行っている。
- 平成 21 年 11 月 17 日の閣議決定「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」に基づき、平成 22 年 4 月に新たな随意契約等見直し計画を策定し、平成 22 年度以降の一者応札の更なる縮減に向け、最低公告等期間の延長（10 日から 14 日、総合評価落札方式及び企画競争では 20 日）、業務請負等の受注者準備期間の十分な確保、応札者に分かりやすい仕様書の機構ホームページへの掲載、競争参加資格者の拡大、電子入札の導入、入札説明書のホームページ掲載及びメールマガジンによる調達情報の配信等を実施した。これらの取組を行うことにより、全ての年度において目標を達成した。

#### 一般競争入札における一者応札率の件数割合

	第 1 期	第 2 期中期目標期間					目標
	21 年度	22 年度	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	
件数	(56%) 1,843 件	(31%) 938 件	(36%) 1,280 件	(32%) 1,126 件	(39%) 1,492 件	(50%) 1,916 件	50%

#### <契約の妥当性>

- 平成 21 年 11 月 30 日に設置した外部有識者及び監事から構成される契約監視委員会において、競争性のない随意契約理由の妥当性や 2 か年連続して一者応札・応募となった契約、複数応札・応募であっても応札・応募全てが 2 か年連続して関係法人となった契約の妥当性について点検を受け、その妥当性が確認され、結果を機構ホームページに公表した。

#### <競争性、透明性の確保>

- 平成 19 年 12 月に策定した随意契約見直し計画については、少額随意契約基

準額を超える契約について、契約締結後に契約相手方等の契約情報を機構ホームページで公表することにより、競争性及び透明性の確保を図った。また、競争性のない随意契約について、競争性及び透明性のある契約方式への移行を計画的に進めた。

#### 競争性のない随意契約

年度	第1期	第2期中期目標期間					目標 (*)
	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	
件数	(16.3%) 1,017件	(7.0%) 344件	(7.0%) 344件	(4.7%) 221件	(5.0%) 249件	(5.3%) 270件	6.5%
金額	(29.4%) 374億円	(21.1%) 291億円	(17.1%) 207億円	(7.2%) 103億円	(5.5%) 120億円	(21.7%) 333億円	6.7%

(\*) 目標値の件数割合 6.5%、金額割合 6.7%は、平成20年度の競争性のない契約案件(1,587件 496億円)について、個々の案件ごとに点検・見直しを行い、競争性のない随意契約とする案件を特定(407件、99億円)し、算出した値である。(平成20年度の契約実績(6,259件 1,476億円))

- 福島地区等における除染、震災に伴う機構施設の復旧措置、もんじゅの設備・機器の点検・保守に係る随意契約(特命)等の理由により目標を上回っている年度もあるが平成21年度(第1期中期目標期間の最終年度)と比較すると全ての年度において件数及び金額共に下回っている。
- 総務省2次意見(平成21年1月7日付政委第1号)により通知された課題への取組として、「契約事務に係る執行体制」については、平成17年10月3日に設置した契約審査委員会において、契約方式の妥当性等の事前確認を行う体制の強化を図った。また、「契約に係る規程類の見直し」については、更なる競争性、適正な事務手続を確保するため契約事務規程及びマニュアル等の改定を行った。「随意契約見直し計画の実施・進捗状況等」については、外部有識者及び機構の監事から構成される契約監視委員会による点検及び見直しを踏まえ、核不拡散、核物質防護、原子力災害防止等の観点から真にやむを得ないものを除いて競争性のある契約への移行を継続して行った。「個々の契約の合規性等」については契約監視委員会による点検及び見直しが行われ、個々の契約において不適切な点がないことが確認された。
- 「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」(平成25年12月24日閣議決定)に基づき、総務省から随意契約に係る具体的な例示が提示されたことから、同例示を参考に特命クライテリアの見直しについて検討を行い、契約監視委員



会等の点検を受け平成 27 年 3 月 9 日付けにて特命クライテリアを改正し、平成 27 年 4 月以降の契約案件より適用する予定である。

#### <関連法人>

- 関連法人(独立行政法人会計基準に定める特定関連会社、関連会社及び関連公益法人)との契約に関しては、核不拡散、核物質防護、原子力災害防止等の観点から真にやむを得ないもの以外は競争性のない契約は行わないこととし、取り組んできた結果、全て競争契約、公募等の競争性のある契約となっている。
- 関連法人との契約の一部について、「公共サービス改革(市場化テスト)」に基づく競争入札を実施し、更なる公正性を高めるべき取組を実施した。

#### <業務請負契約>

- 平成 22 年 6 月に実施された文部科学省の行政事業レビューにより業務請負契約について改善を求められたため、更なる競争性向上の観点から業務請負契約について仕様内容を再精査し、原子力分野の専門性を比較的必要としない施設維持管理等の業務を分離して別契約とすることにより応札者の拡大を図った。併せて、所要の環境整備(作業マニュアルの充実、受注者が変わった場合の業務引継のルール化、複数年契約の推進等)を図り、平成 23 年度契約より運用を開始した。

#### <ベストプラクティス>

- 経費節減の観点から、文部科学省所管の研究開発 8 法人と連携し、調達方式のベストプラクティスを抽出した、研究開発 8 法人で調達する市場性の低い研究機器等に係る「納入実績データベース」の構築を継続し、適正価格での契約に資するべく各法人及び機構全拠点の契約担当課で情報の共有化を図った。

#### <関係法人>

- 「疑義がもたれないような入札や契約の在り方に関する改善方針(平成 24 年(2012 年)3 月 15 日公表)」に係る取組として、関係法人との随意契約を行わないこととし、やむを得ず随意契約を行った場合、また関係法人のみからの応札を行った場合には、機構ホームページへの掲載を行った。また、従来、国同様に随意契約を行っていた少額随意契約基準額以下の案件について、より競争性等を高めるための方法として、平成 24 年 10 月より参入公募型競争入札システムを導入した。

#### <もんじゅ>

- 「もんじゅ改革」の一環として、契約手続の合理化の観点から、もんじゅの

設備・機器の点検・保守に係る随意契約（特命）及び複数年契約の実施方策を平成 25 年度に引き続き検討した。平成 26 年 4 月 21 日付けにて特命クライテリアを改正し、点検・保守技術の集大成を行う目的で、機構が選定した 4 メーカーと特命にて複数年契約かつ一括契約を締結した。これにより特命による契約手続の効率化、複数年契約及び一括契約による契約手続の合理化を図った。

<監査>

- 第 2 期中期目標期間の会計監査人による監査において、随意契約に関し、「独立行政法人の随意契約について（平成 20 年 2 月 13 日公認会計士協会発出）」に基づく監査が行われた。また、内部統制に関して、独立行政法人に対する会計監査人の監査に係る報告書（平成 13 年 3 月 7 日（平成 24 年 3 月 26 日改訂）独立行政法人会計基準研究会、財政制度等審議会財政制度分科会法制・公会計部会）に基づく監査が行われた。その結果、いずれの監査でも特段の指摘はなかった。

#### (4) 自己収入の確保

##### 【中期計画】

国等による大型公募事業の継続を前提とした上で、平成 26 年度（2014 年度）の自己収入額（売電収入を除く。）を平成 20 年度（2008 年度）実績額の 3%増とし、平成 22 年度（2010 年度）から平成 26 年度（2014 年度）の 5 年間の自己収入額を合計 1,021 億円とすることを目指す。主要な収入項目について、それぞれ定量的な目標を定め、自己収入の確保を図る。

##### 《中期実績》

自己収入については、国等による大型公募事業の継続を前提として、5 年間の自己収入額の目標額を定めるとともに主要な収入項目についてもそれぞれ定量的な目標額を定め、自己収入の確保を図った。

##### ＜共同研究収入＞

- 共同研究収入は、研究開発ニーズについて外部機関との協議を行い、収入を伴う共同研究契約に努めた結果、5 年間で 9.97 億円であった。

##### ＜競争的研究資金＞

- 競争的研究資金は、東日本大震災以降福島支援への積極的な応募により獲得に努めたが、国等の競争的研究資金枠、特に原子力システム研究開発事業費の減少の影響などもあったが、5 年間で 65.36 億円であった。

##### ＜施設利用収入＞

- 施設供用制度に基づき、供用施設のうち 13 施設を外部利用に供したが、東日本大震災後から運転を停止している 4 施設（JRR-3、JRR-4、JMTR 及び常陽）の影響などあったが、5 年間で 10.45 億円であった。

##### ＜寄附金＞

- 寄附金については、大口寄附者への会社訪問や寄附依頼文書の送付など企業への寄附依頼を幅広く行うとともに、各種行事等の機会を利用して個人寄附の拡大に努めたほか、民間出資者・寄附者向けの事業報告会や施設見学会を開催して、機構業務についての理解増進を図った。これらの活動により鋭意寄附の増大に努めた結果、5 年間で 7.19 億円であった。

##### ＜科学研究費補助金の間接経費＞

- 科学研究費補助金の間接経費は、応募の奨励のため機構内応募要領説明会の開催及び応募に関する情報のイントラネットへの掲載を行い、積極的な取組

を促した結果、5年間で、9.81億円であった。

<受託収入>

- 受託収入については、国及び外部機関との間で研究開発ニーズに対応して受託を実施し、5年間で751.35億円であった。

<研修事業>

- 研修事業は、法定資格取得のための登録講習、国家試験受験準備に関する各研修、原子力規制庁等からの要請に基づく随時研修、東海地区原子力事業所安全協定者向けの安全教育研修等を実施し、5年間で2.71億円であった。

以上により、上記獲得額の合計857億円に加え、事業外収入等の上記以外の自己収入290億円を合わせた中期目標期間5年間の自己収入の総額は1,147億円となる。合計目標額1,021億円を上回る成果を達成した。

## (5) 情報技術の活用等

### 【中期目標】

情報セキュリティを確保しつつ、情報技術及び情報システムを用いた業務の効率化やシステムの最適化を図る。

### 【中期計画】

情報セキュリティを確保しつつ、業務運営の効率的推進に必要な情報技術基盤の強化、業務・システム最適化に努める。また、環境配慮活動等を通じた省エネルギーの推進を継続する。

### 《中期実績》

#### ＜情報セキュリティ＞

- 情報セキュリティに関しては、情報セキュリティ管理規程に基づく管理体制を整備し、年度ごとにPDCAサイクルを実施するとともに、巧妙化する脅威に対応するため、事案発生防止対策に加え、万一ウイルス感染や不正アクセスが発生した場合でも影響を最小限にとどめる対策を検討、実施し、情報セキュリティ対策を強化した。

#### ＜情報技術基盤の強化＞

- 業務運営の効率的推進に必要な情報技術基盤に関しては、スーパーコンピュータの安定運用と利用推進により研究開発の効率化に貢献し、第2期中期計画期間中の機構の査読付き論文の約2割が計算科学を活用した成果となった。さらなる計算資源ニーズの高まりに対応すべく現在新スーパーコンピュータシステムへの更新手続を実施している。
- 財務・契約系情報システムを安定的に運用し、財務管理、契約管理及び資産管理の効率化に貢献した。
- 平成23年4月に情報システム共通基盤を開発するとともに、これを活用した業務システム（機材管理システム、公用車配車申請システム等）を運用開始した。

#### ＜システムの最適化＞

- システムの最適化に関しては、ネットワーク最適化計画に基づき、①信頼性確保のため、主要情報システム（メール、公開Web、財務・契約系情報システム等）のバックアップシステムの構築、障害箇所特定支援システムの開発、主要拠点間ネットワークの冗長化等を実施するとともに、②情報セキュリティ対

策強化のため、必要なシステム及び体制等を構築した。さらに、③利便性向上のため、外部機関と接続する専用ネットワーク環境（情報共有ネットワーク）の整備、接続回線の容量確保、外部との TV 会議システムの整備を実施し、ネットワーク最適化計画を完遂した。

以上により、情報セキュリティを確保しつつ、業務運営の効率的推進に必要な情報技術基盤の強化、業務・システム最適化に努めるという中期計画を達成した。

#### <環境配慮活動、省エネルギー推進>

- 環境基本方針及び同方針に基づく環境目標を毎年度定め、環境配慮への取組を継続して行った。
- 具体的には、廃棄物の排出量削減に取り組み、年度ごとに削減を推進した結果、一般廃棄物については当該中期計画開始の前年度に比して約半分に削減し、機構内での焼却処分量も約 3 分の 2 に削減した。
- 本中期計画中に PCB 廃棄物の処分を開始し、約 700 本の油等入りドラム缶、約 100 個の電気機器、汚染物等の PCB 廃棄物の処分を推進した。
- その他、高効率機器等への更新等により、電力や化石燃料の使用の削減に取り組み、省エネルギーを推進した。これらの環境配慮活動について、環境配慮促進法に基づき、毎年度、「環境報告書」としてとりまとめ、公表した。

#### <業務改革>

- 業務効率化推進委員会（平成 26 年度に業務・システム最適化委員会と統合一元化を行い、さらに職員による自主的な業務改善活動の推進に重点を置く「業務改革推進委員会」とした。）を中心に業務経費節減並びに事務の効率化及び合理化の取組を総合的に推進した。
- 委員会は、国の行政効率化推進計画や機構内でのアンケート等から課題を選定して年度計画を策定し、その達成状況を当該年度中に中間・年度評価を行うなど、PDCA サイクルを回して取り組んだ。その結果、平成 22 年度から平成 26 年度までで、139 件の課題に取り組み、120 件（約 86%）の課題が達成という結果を収め、各種事務手続の簡素化、迅速化等、業務の効率化が図られた。主な成果として、出張旅費の削減（平成 22 年度から平成 26 年度までの年度平均は、平成 21 年度と比較して約 17%の削減）を達成した。
- 平成 26 年度は、業務改革推進委員会を中心に機構改革の着実な実施に向け業

務改革を推進し、業務の無駄の徹底排除を図るとともに、業務の質の向上及び効率的業務遂行を促進した。主な業務改革活動は次のとおり。

① 課室長主導による職場単位での業務改革活動

機構改革における意識調査の結果、改革の浸透が不十分なことや、「もんじゅ」や J-PARC 以外の部署では明確な目標が見いだせないとの意見を踏まえ、各職場に対して改革の趣旨徹底を図り、機構職員のひとり一人が「常に、学ぶ心、改善する心、問いかける心」をもって業務に臨み、より質の高い成果を出すことを目的に、各職場における業務改善活動を推進し、課室長主導による職場単位での業務改革活動（約 780 件）を実施した。また、これらの業務改革活動から良好事例を選定し、全職員に周知した。

② 業務運営の継続的改善活動

機構改革集中期間における様々な取組で生まれた継続的業務改善の意欲を保持し、活動の更なる定着を図るため、平成 26 年 10 月より「管理部門サービス向上キャンペーン」及び「組織横断的な業務改善活動」を実施した。

### 3. 評価による業務の効率的推進

#### 【中期目標】

事業の全般について、社会的ニーズ、費用対効果、経済的波及効果を勘案した事前評価から事後評価に至る体系的かつ効率的な外部有識者による評価を実施することにより、各事業の妥当性を評価するとともに、評価結果は、国民に分かりやすく提供し、業務運営に的確に反映する。

#### 【中期計画】

機構の事業を効率的に進めるために、外部評価等の結果を活用して評価の透明性、公正さを高める。

評価に当たっては、社会的ニーズ、費用対効果、経済波及効果を勘案し、各事業の計画・進捗・成果等の妥当性を評価し、適宜事業へ反映させる。

評価結果は、インターネット等を通じて分かりやすく公表するとともに、研究開発組織や施設・設備の改廃等を含めた予算・人材等の資源配分に反映させ、事業の活性化・効率化に積極的に活用する。

#### 《中期実績》

- 機構は、自らの事業を効率的に進めるために、前中期目標期間に「研究開発課題評価実施規程 17（規程）第 48 号」、「研究開発・評価委員会の設置について 17(達)第 42 号」等を定めるなど研究開発課題の外部評価システムを構築した。今中期目標期間中はその運用を継続するとともに、前述の理事長達を 6 回改正し、その継続的改善を実施してきた。平成 27 年 3 月 31 日現在、研究開発課題評価において 11 の研究開発・評価委員会を設け、研究開発課題外部評価計画に従い、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 24 年 12 月 6 日内閣総理大臣決定）に基づく事前、中間、事後評価を計画的に進めてきた。今中期目標期間内に実施された評価は、延べ 37 回(事後 13 回、中間 10 回及び事前 14 回)であった。なお評価委員は、ユーザーを含む機構の研究開発分野やそれに関連した分野に精通した外部の専門家に加え、社会・経済のニーズを評価に反映できる外部の有識者で、かつ公正な立場で評価できる点を重視して選定した。これらの評価結果の答申については、全て経営層に報告し、評価委員会の意見に対する機構の措置の策定を行うとともに、これらの答申に含まれる意見・提言を次年度以降の年度計画や次期中長期計画へ反映させることに努めた。
- 評価に当たっては、各研究開発課題の特性に合わせて評価委員会を運営するとともに、研究開発成果のみならず、社会的ニーズ、費用対効果、経済波及効果、研究マネジメントなどの多角的視点も盛り込んで、各研究開発の計画・進捗・成果等の妥当性を評価した。



- 研究開発課題の外部評価結果は、指摘事項への措置と併せて、機構の公刊資料(JAEA Evaluation)として一般に公表するとともに、その電子版を機構ウェブサイト([http://www.jaea.go.jp/about\\_JAEA/business\\_plan.html](http://www.jaea.go.jp/about_JAEA/business_plan.html))に掲載しインターネットを通じて公表することで透明性を確保するとともに、公表資料中で評価者名を明らかにすることで、公正さを高めている。
- 第2期中期計画期間初年度の平成23年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故への対処という社会的ニーズに対応するため、新たに、福島環境研究開発・評価委員会と福島廃止措置研究開発・評価委員会を設置した。福島環境研究開発・評価委員会は「福島環境回復に関する技術等の研究開発」(オフサイト)の課題について対処するため平成25年2月1日に設置され、平成25年2月22日に事前評価、平成25年3月10日に中間評価、平成26年12月10日に事後・事前評価を実施した。福島廃止措置研究開発・評価委員会は「福島第一原子力発電所の廃止措置に係る技術等の研究開発」(オンサイト)の課題について対処するため平成26年6月9日に新たに設置され、平成26年11月26日に事前評価を実施した。
- 全部署を対象とした定期的な説明会(「独法評価に関するブリーフィング」、  
「各年度実績評価業務実績報告書作成等に関する説明会」)等を通して、機構職員への独法評価についての理解促進や啓蒙活動に努めるとともに、評価作業の効率化を図った。

### Ⅲ. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

#### 【中期目標】

固定経費の節減等による予算の効率的な執行、競争的資金や受託収入等の自己収入の増加等に努め、より健全な財務内容の実現を図る。

#### (中期計画)

#### 1. 予算

#### 平成 22 年度～平成 26 年度予算

(単位：百万円)		(単位：百万円)		(単位：百万円)	
区別	一般勘定	区別	電源利用勘定	区別	埋設処分業務勘定
収入 運営費交付金	296,044	収入 運営費交付金	522,124	収入 他勘定より受入	23,022
施設整備費補助金	32,691	施設整備費補助金	13,440	受託等収入	19
国際熱核融合実験炉研究開発費補助金	52,793			その他の収入	777
特定先端大型研究施設整備費補助金	1,096			前期よりの繰越金	8,741
特定先端大型研究施設運営費等補助金	14,763				
受託等収入	40,308	受託等収入	48,990		
その他の収入	6,372	その他の収入	9,391		
		廃棄物処理処分負担金	47,000		
		前期よりの繰越金(廃棄物処理処分負担金繰越)	13,487		
		前期よりの繰越金(廃棄物処理事業経費繰越)			
前期よりの繰越金(廃棄物処理事業経費繰越)	59	計	56		
計	444,125		654,488	計	32,559
支出 一般管理費	36,874	支出 一般管理費	45,841	支出 事業費	22,019
(公租公課を除く一般管理費)	20,807	(公租公課を除く一般管理費)	21,833	うち、人件費	1,406
うち、人件費(管理系)	12,405	うち、人件費(管理系)	12,444	うち、埋設処分業務経費	20,613
うち、物件費	8,403	うち、物件費	9,389		
うち、公租公課	16,066	うち、公租公課	24,008	次期への埋設処分積立金繰越	10,540
事業費	265,529	事業費	507,338		
うち、人件費(事業系)	111,532	うち、人件費(事業系)	105,018		
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	424	うち、埋設処分業務勘定へ繰入	981		
うち、物件費	153,997	うち、物件費	402,320		
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	6,460	うち、埋設処分業務勘定へ繰入	15,156		
施設整備費補助金経費	32,691	施設整備費補助金経費	13,440		
国際熱核融合実験炉研究開発費補助金経費	52,793				
特定先端大型研究施設整備費補助金経費	1,096				
特定先端大型研究施設運営費等補助金経費	14,763				
受託等経費	40,308	受託等経費	48,990		
次期への廃棄物処理事業経費繰越	72	次期への廃棄物処理処分負担金繰越	38,812		
計	444,125	次期への廃棄物処理事業経費繰越	67		
		計	654,488	計	32,559

[注 1] 上記予算額は運営費交付金の算定ルールに基づき、一定の仮定の下に試算されたもの。各事業年度の予算については、事業の進展により必要経費が大幅に変わること等を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、再計算の上決定される。一般管理費のうち公租公課については、所用見込額を試算しているが、具体的な額は各事業年度の予算編成過程において再計算の上決定される。

[注 2] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注 3] 受託経費には国からの受託経費を含む。

[注 4]

- ・「廃棄物処理処分負担金」の用途の種類は、電気事業者との再処理役務契約（昭和 52 年契約から平成 6 年契約）に係る低レベル放射性廃棄物の処理、保管管理、輸送、処分に関する業務に限る。
- ・当中期目標期間における使用計画は、以下のとおりとする。

平成 22～26 年度の使用予定額：全体業務総費用 46,116 百万円のうち、21,675 百万円

①廃棄物処理費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 2,321 百万円

②廃棄物保管管理費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 8,636 百万円

③廃棄物処分費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 10,718 百万円

- ・廃棄物処理処分負担金は次期中期目標期間に繰り越す。

[注 5]

- ・一般勘定及び電源利用勘定の「その他の収入」には、機構法第 17 条第 1 項に基づく受託研究、共同研究等契約で発生した放射性廃棄物の処理、貯蔵及び処分のための費用が含まれる。
- ・当該費用のうち処理及び貯蔵のための費用の一部は、平成 27 年度（2015 年度）以降に使用するため、次期中期目標期間に繰り越す。

【人件費相当額の見積り】

中期目標期間中、「行政改革の重要方針」及び「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」において削減対象とされた人件費について、総人件費改革の取組の削減対象外となる任期制研究者等の人件費を除き、総額 186,494 百万円を支出する。なお、上記の削減対象とされた人件費と総人件費改革の取組の削減対象外となる任期制研究者等の人件費とを合わせた総額は、191,792 百万円である。（国からの委託費、補助金、競争的研究資金及び民間資金の獲得状況等により増減があり得る。）

【運営費交付金の算定方法】

ルール方式を採用する。毎事業年度に交付する運営費交付金(A)については、以下の数式により決定する。

$$A(y) = \{(C(y)-T(y)) \times \alpha 1(\text{係数}) + T(y)\} + \{(R(y) \times \alpha 2(\text{係数})\} + \varepsilon(y) - B(y) \\ \times \lambda(\text{係数})$$

$$C(y) = P_c(y) + E_c(y) + T(y)$$

$$R(y) = P_r(y) + E_r(y)$$

$$B(y) = B(y-1) \times \delta(\text{係数})$$

$$P(y) = P_c(y) + P_r(y) = \{P_c(y-1) + P_r(y-1)\} \times \sigma(\text{係数})$$

$$E_c(y) = E_c(y-1) \times \beta(\text{係数})$$

$$E_r(y) = E_r(y-1) \times \beta(\text{係数}) \times \gamma(\text{係数})$$

各経費及び各係数値については、以下のとおり。

$B(y)$  : 当該事業年度における自己収入の見積り。 $B(y-1)$ は直前の事業年度における  $B(y)$ 。

$C(y)$  : 当該事業年度における一般管理費。

$E_c(y)$  : 当該事業年度における一般管理費中の物件費。 $E_c(y-1)$ は直前の事業年度における  $E_c(y)$ 。

$E_r(y)$  : 当該事業年度における事業費中の物件費。 $E_r(y-1)$ は直前の事業年度における  $E_r(y)$ 。

$P(y)$  : 当該事業年度における人件費（退職手当を含む）。

$P_c(y)$  : 当該事業年度における一般管理費中の人件費。 $P_c(y-1)$ は直前の事業年度における  $P_c(y)$ 。

$P_r(y)$  : 当該事業年度における事業費中の人件費。 $P_r(y-1)$ は直前の事業年度における  $P_r(y)$ 。

$R(y)$  : 当該事業年度における事業費。

$T(y)$  : 当該事業年度における公租公課。

$\varepsilon(y)$  : 当該事業年度における特殊経費。重点施策の実施、事故の発生、退職者の人数の増減等の事由により当該年度に限り時限的に発生する経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与えうる規模の経費。これらについては、各事業年度の予算編成過程において、人件費の効率化等の一般管理費の削減方策も反映し、具体的に決定。 $\varepsilon(y-1)$ は直前の事業年度における  $\varepsilon(y)$ 。

$\alpha 1$  : 一般管理効率化係数。中期目標に記載されている一般管理費に関する削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\alpha 2$  : 事業効率化係数。中期目標に記載されている削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\beta$  : 消費者物価指数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\gamma$  : 業務政策係数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\delta$  : 自己収入政策係数。過去の実績を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\lambda$  : 収入調整係数。過去の実績における自己収入に対する収益の割合を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

$\sigma$  : 人件費調整係数。各事業年度の予算編成過程において、給与昇給率等を勘案し、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

【中期計画予算の見積りに際し使用した具体的係数及びその設定根拠等】

上記算定ルール等に基づき、以下の仮定の下に試算している。

- ・ 運営費交付金の見積りについては、 $\varepsilon$ （特殊経費）は勘案せず、 $\alpha 1$ （一般管理効率化係数）は平成 21 年度（2009 年度）予算額を基準に中期目標期間中に 15%の縮減、 $\alpha 2$ （事業効率化係数）は平成 21 年度（2009 年度）予算額を基準に中期目標期間中に 5%の縮減とし、 $\lambda$ （収入調整係数）を一律 0 として試算。
- ・ 事業経費中の物件費については、 $\beta$ （消費者物価指数）は変動がないもの（±0%）とし、 $\gamma$ （業務政策係数）は一律 1 として試算。
- ・ 人件費の見積りについては、 $\sigma$ （人件費調整係数）は変動がないもの（±0%）とし、退職者の人数の増減等がないものとして試算。
- ・ 自己収入の見積りについては、平成 26 年度（2014 年度）の自己収入額（「もんじゅ」の売電収入を除く。）を平成 20 年度実績額の 3%増とし、これに「もんじゅ」の売電収入の見込み額を加えて年度毎に  $\delta$ （自己収入政策係数）を決定して試算。
- ・ 補助金の見積りについては、補助金毎に想定される資金需要を積み上げにて試算。

2. 収支計画

平成 22 年度～平成 26 年度収支計画

(単位：百万円)		(単位：百万円)		(単位：百万円)	
区別	一般勘定	区別	電源利用勘定	区別	埋設処分業務勘定
費用の部	399,207	費用の部	550,174	費用の部	6,754
経常費用	399,207	経常費用	550,174	経常費用	6,754
事業費	333,192	事業費	476,739	事業費	6,462
うち埋設処分業務勘定へ繰入	6,885	うち埋設処分業務勘定へ繰入	16,138	一般管理費	101
一般管理費	12,787	一般管理費	13,784	減価償却費	192
受託等経費	40,308	受託等経費	48,990	財務費用	
減価償却費	12,920	減価償却費	10,660	臨時損失	
財務費用		財務費用			
臨時損失		臨時損失			
収益の部	399,207	収益の部	550,174	収益の部	20,931
運営費交付金収益	272,064	運営費交付金収益	459,469	他勘定より受入	19,944
補助金収益	67,557			研究施設等廃棄物処分収入	19
				その他の収入	777
受託等収入	40,308	受託等収入	48,990	資産見返負債戻入	192
		廃棄物処理処分負担金収益	21,675	臨時利益	
その他の収入	6,359	その他の収入	9,380		
資産見返負債戻入	12,920	資産見返負債戻入	10,660		
臨時利益		臨時利益			
純利益		純利益		純利益	14,176
前中期目標期間繰越積立金取崩額		前中期目標期間繰越積立金取崩額		日本原子力研究開発機構法第21条第5項積立金取崩額	
総利益		総利益		総利益	14,176

[注 1] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注 2]

- ・ 「廃棄物処理処分負担金」の使途の種類は、電気事業者との再処理役務契約（昭和 52 年契約から平成 6 年契約）に係る低レベル放射性廃棄物の処理、保管管理、輸送、処分に関する業務に限る。
- ・ 当中期目標期間における使用計画は、以下のとおりとする。  
平成 22～26 年度の使用予定額：全体業務総費用 46, 116 百万円のうち、

21,675 百万円

①廃棄物処理費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 2,321 百万円

②廃棄物保管管理費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 8,636 百万円

③廃棄物処分費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 10,718 百万円

- ・ 廃棄物処理処分負担金は次期中期目標期間に繰り越す。

[注 3]

- ・ 一般勘定及び電源利用勘定の「その他の収入」には、機構法第 17 条第 1 項に基づく受託研究、共同研究等契約で発生した放射性廃棄物の処理、貯蔵及び処分のための費用が含まれる。
- ・ 当該費用のうち処理及び貯蔵のための費用の一部は、平成 27 年度 (2015 年度) 以降に使用するため、次期中期目標期間に繰り越す。

3. 資金計画

平成 22 年度～平成 26 年度資金計画

(単位：百万円)		(単位：百万円)		(単位：百万円)	
区別	一般勘定	区別	電源利用勘定	区別	埋設処分業務勘定
資金支出	444,125	資金支出	654,488	資金支出	44,935
業務活動による支出	386,287	業務活動による支出	539,514	業務活動による支出	6,563
うち埋設処分業務勘定へ繰入	6,885	うち埋設処分業務勘定へ繰入	16,138	投資活動による支出	38,373
投資活動による支出	57,766	投資活動による支出	76,095	財務活動による支出	
財務活動による支出		財務活動による支出		次期中期目標の期間への繰越金	
次期中期目標の期間への繰越金	72	次期中期目標の期間への繰越金	38,879		
資金収入	444,125	資金収入	654,488	資金収入	44,935
業務活動による収入	410,279	業務活動による収入	627,506	業務活動による収入	23,818
運営費交付金による収入	296,044	運営費交付金による収入	522,124	他勘定より受入	23,022
補助金収入	67,557			研究施設等廃棄物処分収入	19
				その他の収入	777
受託等収入	40,308	受託等収入	48,990	投資活動による収入	12,377
		廃棄物処理処分負担金による収入	47,000	財務活動による収入	
その他の収入	6,372	その他の収入	9,391	前期中期目標期間よりの繰越金	8,741
投資活動による収入	33,787	投資活動による収入	13,440		
施設整備費による収入	33,787	施設整備費による収入	13,440		
その他の収入					
財務活動による収入		財務活動による収入			
前期中期目標期間よりの繰越金	59	前期中期目標期間よりの繰越金	13,542		

[注 1] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注 2]

- ・ 「廃棄物処理処分負担金」の使途の種類は、電気事業者との再処理役務契約 (昭和 52 年契約から平成 6 年契約) に係る低レベル放射性廃棄物の処理、保管管理、輸送、処分に関する業務に限る。

- ・ 当中期目標期間における使用計画は、以下のとおりとする。

平成 22～26 年度の使用予定額：全体業務総費用 46,116 百万円のうち、  
21,675 百万円

①廃棄物処理費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 2,321 百万円

②廃棄物保管管理費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 8,636 百万円

③廃棄物処分費：

使用予定額：22～26 年度； 合計 10,718 百万円

- ・ 廃棄物処理処分負担金は次期中期目標期間に繰り越す。

[注3]

- ・ 一般勘定及び電源利用勘定の「その他の収入」には、機構法第 17 条第 1 項に基づく受託研究、共同研究等契約で発生した放射性廃棄物の処理、貯蔵及び処分のための費用が含まれる。
- ・ 当該費用のうち処理及び貯蔵のための費用の一部は、平成 27 年度（2015 年度）以降に使用するため、次期中期目標期間に繰り越す。

# 1. 予算

《中期実績》

平成 22 年度～平成 26 年度 予算

(単位：百万円)

区分	一般勘定		
	予算額	決算額	差額
収入			
運営費交付金	284,083	284,083	0
施設整備費補助金	44,070	39,070	△ 5,000
国際熱核融合実験炉研究開発費補助金	63,745	76,204	12,459
特定先端大型研究施設整備費補助金	4,711	6,108	1,397
特定先端大型研究施設運営費等補助金	33,256	33,106	△ 150
補助金等収入	125,379	127,591	2,212
受託等収入	3,641	54,417	50,776
その他の収入	9,493	18,820	9,327
計	568,380	639,401	71,021
支出			
一般管理費	34,008	31,898	△ 2,111
(公租公課を除く一般管理費)	19,119	18,345	△ 774
うち、人件費(管理系)	11,991	11,200	△ 790
うち、物件費	7,129	7,144	16
うち、公租公課	14,889	13,553	△ 1,336
事業費	292,606	266,934	△ 25,672
うち、人件費(事業系)	107,825	107,561	△ 264
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	308	229	△ 79
うち、物件費	174,607	148,607	△ 26,000
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	4,391	4,389	△ 2
施設整備費補助金経費	41,742	35,544	△ 6,198
国際熱核融合実験炉研究開発費補助金経費	69,048	79,686	10,638
特定先端大型研究施設整備費補助金経費	4,711	6,105	1,394
特定先端大型研究施設運営費等補助金経費	33,256	32,888	△ 368
補助金等経費	42,708	43,568	860
受託等経費	3,641	51,959	48,318
計	521,721	548,582	26,861



(単位：百万円)

区分	電源利用勘定		
	予算額	決算額	差額
収入			
運営費交付金	480,223	480,223	0
施設整備費補助金	12,863	11,437	△ 1,425
受託等収入	3,613	39,367	35,754
その他の収入	5,477	5,883	406
廃棄物処理処分負担金	47,000	48,150	1,150
計	549,175	585,059	35,884
支出	0	0	0
一般管理費	41,258	40,557	△ 701
(公租公課を除く一般管理費)	19,756	20,297	541
うち、人件費(管理系)	12,431	12,227	△ 204
うち、物件費	7,325	8,070	745
うち、公租公課	21,502	20,259	△ 1,243
事業費	464,454	464,812	358
うち、人件費(事業系)	101,950	102,400	450
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	753	574	△ 179
うち、物件費	362,504	362,412	△ 93
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	9,915	9,926	11
施設整備費補助金経費	13,068	11,353	△ 1,715
受託等経費	3,613	39,423	35,811
計	522,392	556,145	33,753

(単位：百万円)

区分	埋設処分業務勘定		
	予算額	決算額	差額
収入			
他勘定より受入	15,367	15,117	△ 249
受託等収入	18	5	△ 12
その他の収入	1,111	473	△ 638
計	16,495	15,596	△ 900
支出			
事業費	20,131	1,728	△ 18,403
うち、人件費	1,061	803	△ 258
うち、埋設処分業務経費	19,070	925	△ 18,145
計	20,131	1,728	△ 18,403

[注1] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注2] 受託等経費には国からの受託経費を含む。

[注3]

- ・「廃棄物処理処分負担金」の使途の種類は、電気事業者との再処理役務契約(昭和52年契約から平成6年契約)に係る低レベル廃棄物の処理、保管管理、輸送、処分に関する業務に限る。

- ・当中期目標期間における使用実績は以下のとおり。  
平成22～26年度の使用実績額：全体業務総費用39,970百万円のうち、  
18,849百万円
  - ① 廃棄物処理費：  
使用実績額：1,177百万円
  - ② 廃棄物保管管理費：  
使用実績額：8,722百万円
  - ③ 廃棄物処分費：  
使用実績額：8,949百万円
- ・ 廃棄物処理処分負担金の未使用額42,118百万円は次期中期目標期間に繰り越す。

[注4]

- ・ 一般勘定及び電源利用勘定の「その他の収入」には、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成16年法律第155号。以下「機構法」という。）第17条第1項に基づく受託研究、共同研究等契約で発生した放射性廃棄物の処理、貯蔵及び処分のための費用が含まれる。
- ・ 当該費用のうち処理及び貯蔵のための費用の一部は、平成27年度（2015年度）以降に使用するため、次年度以降に繰り越す。

## 2. 収支計画

《中期実績》

平成 22 年度～平成 26 年度 収支計画

(単位：百万円)

区別	一般勘定		
	計画額	実績額	差 額
費用の部	399,207	408,338	△ 9,131
経常費用	399,207	391,810	7,397
事業費	333,192	301,949	31,243
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	6,885	4,619	2,266
一般管理費	12,787	7,809	4,978
受託等経費	40,308	40,621	△ 313
減価償却費	12,920	35,182	△ 22,262
財務費用	-	6,435	△ 6,435
雑損	-	461	△ 461
臨時損失	-	8,760	△ 8,760
収益の部	399,207	409,949	△ 10,742
運営費交付金収益	272,064	252,339	19,725
補助金収益	67,557	60,609	6,948
受託等収入	40,308	45,058	△ 4,750
その他の収入	6,359	7,466	△ 1,107
資産見返負債戻入	12,920	28,752	△ 15,832
臨時利益	-	15,727	△ 15,727
税引前当期純利益(△税引前当期純損失)	-	1,839	△ 1,839
法人税、住民税及び事業税	-	175	△ 175
当期純利益(△当期純損失)	-	1,434	△ 1,434
前中期目標期間繰越積立金取崩額	-	1,271	△ 1,271
総利益 (△総損失)	-	2,707	△ 2,707

(単位：百万円)

区別	電源利用勘定		
	計画額	実績額	差 額
費用の部	550,174	507,900	42,274
経常費用	550,174	502,491	47,683
事業費	476,739	432,757	43,982
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	16,138	10,500	5,638
一般管理費	13,784	9,936	3,848
受託等経費	48,990	37,905	11,085
減価償却費	10,660	21,840	△ 11,180
財務費用	-	251	△ 251
雑損	-	651	△ 651
臨時損失	-	4,562	△ 4,562
収益の部	550,174	503,087	47,087
運営費交付金収益	459,469	416,587	42,882
受託等収入	48,990	38,276	10,714
その他の収入	21,675	7,094	14,581
廃棄物処理処分負担金収益	9,380	18,386	△ 9,006
資産見返負債戻入	10,660	18,216	△ 7,556
臨時利益	-	4,560	△ 4,560
税引前当期純利益 (△税引前当期純損失)	-	△ 4,816	4,816
法人税、住民税及び事業税	-	134	△ 134
当期純利益(△当期純損失)	-	△ 7,851	7,851
前中期目標期間繰越積立金取崩額	-	△ 1,234	1,234
総利益(△総損失)	-	△ 235	235

(単位:百万円)

区別	埋設処分業務勘定		
	計画額	実績額	差 額
費用の部	6,754	3,829	2,925
経常費用	6,754	1,708	5,046
事業費	6,462	1,668	4,794
一般管理費	101	0	101
減価償却費	192	41	151
財務費用	-	0	0
雑損	-	0	0
臨時損失	-	2	△ 2
収益の部	20,931	15,572	5,359
他勘定より受入	19,944	15,065	4,879
研究施設等廃棄物処分収入	19	6	13
その他の収入	777	460	317
資産見返負債戻入	192	41	151
臨時利益	-	2	△ 2
税引前当期純利益 (△税引前当期純損失)	-	13,861	△ 13,861
法人税、住民税及び事業税	-	-	0
純利益	14,176	9,837	4,339
日本原子力研究開発機構法 第21条積立金取崩額	-	4,024	△ 4,024
総利益	14,176	13,861	315

[注1] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注2] 受託等経費には国からの受託経費を含む。

[注3]

- ・「廃棄物処理処分負担金」の用途の種類は、電気事業者との再処理役務契約(昭和52年契約から平成6年契約)に係る低レベル廃棄物の処理、保管管理、輸送、処分に関する業務に限る。
- ・当中期目標期間における使用実績は以下のとおり。  
平成22～26年度の使用実績額：全体業務総費用39,970百万円のうち、  
18,849百万円
  - ① 廃棄物処理費：  
使用実績額：1,177百万円
  - ② 廃棄物保管管理費：  
使用実績額：8,722百万円
  - ③ 廃棄物処分費：  
使用実績額：8,949百万円
- ・廃棄物処理処分負担金の未使用額42,118百万円は次期中期目標期間に繰り越す。

[注4]

- 一般勘定及び電源利用勘定の「その他の収入」には、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号。以下「機構法」という。）第 17 条第 1 項に基づく受託研究、共同研究等契約で発生した放射性廃棄物の処理、貯蔵及び処分のための費用が含まれる。
- 当該費用のうち処理及び貯蔵のための費用の一部は、平成 27 年度（2015 年度）以降に使用するため、次年度以降に繰り越す。

### 3. 資金計画

《中期実績》

平成22年度～平成26年度 資金計画

(単位：百万円)

区別	一般勘定		
	計画額	実績額	差 額
資金支出	444,125	2,356,973	△ 1,912,848
業務活動による支出	386,287	425,831	△ 39,544
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	6,885	4,619	2,266
投資活動による支出	57,766	1,561,341	△ 1,503,575
財務活動による支出	-	9,031	△ 9,031
次期中期目標期間への繰越金	72	78,899	△ 78,827
資金収入	444,125	2,356,973	△ 1,912,848
業務活動による収入	410,279	493,639	△ 83,360
運営費交付金による収入	296,044	284,084	11,960
補助金収入	67,557	140,298	△ 72,741
受託等収入	40,308	58,925	△ 18,617
その他の収入	6,372	10,332	△ 3,960
投資活動による収入	33,787	1,486,191	△ 1,452,404
施設整備費による収入	33,787	56,782	△ 22,995
その他の収入	-	1,429,407	△ 1,429,407
財務活動による収入	-	85,000	△ 85,000
政府出資収入	-	85,000	△ 85,000
前期中期目標期間よりの繰越金	59	10,274	△ 10,215

(単位：百万円)

区別	電源利用勘定		
	計画額	実績額	差 額
資金支出	654,488	1,119,036	△ 464,548
業務活動による支出	539,514	471,026	68,488
うち、埋設処分業務勘定へ繰入	16,138	10,500	5,638
投資活動による支出	76,095	477,597	△ 401,502
財務活動による支出	0	4,370	△ 4,370
次期中期目標期間への繰越金	38,879	21,602	17,277
資金収入	654,488	1,119,036	△ 464,548
業務活動による収入	627,506	572,982	54,524
運営費交付金による収入	522,124	480,222	41,902
受託等収入	48,990	39,712	9,278
その他の収入	9,391	5,949	3,442
廃棄物処理処分負担金による収入	47,000	47,000	0
投資活動による収入	13,440	389,266	△ 375,826
施設整備費による収入	13,440	11,437	2,003
その他の収入	-	377,828	△ 377,828
財務活動による収入	-	-	0
前期中期目標期間よりの繰越金	13,542	12,446	1,096

(単位：百万円)

区別	埋設処分業務勘定		
	計画額	実績額	差 額
資金支出	44,935	91,566	△ 46,631
業務活動による支出	6,563	1,635	4,928
投資活動による支出	38,373	76,751	△ 38,378
財務活動による支出	-	0	0
次期中期目標期間への繰越金	-	7,415	△ 7,415
資金収入	44,935	91,566	△ 46,631
業務活動による収入	23,818	15,671	8,147
他勘定より受入	23,022	15,117	7,905
研究施設等廃棄物処分収入	19	4	15
その他の収入	777	549	228
投資活動による収入	12,377	61,486	△ 49,109
財務活動による収入	-	-	0
前期中期目標期間よりの繰越金	8,741	8,643	98

[注1] 各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

[注2] 受託等経費には国からの受託経費を含む。

[注3]

・「廃棄物処理処分負担金」の用途の種類は、電気事業者との再処理役務契約（昭和52年契約から平成6年契約）に係る低レベル廃棄物の処理、保管管理、輸送、処分に関する業務に限る。

・当中期目標期間における使用実績は以下のとおり。

平成22～26年度の使用実績額：全体業務総費用39,970百万円のうち、  
18,849百万円

① 廃棄物処理費：

使用実績額：1,177百万円

② 廃棄物保管管理費：

使用実績額：8,722百万円

③ 廃棄物処分費：

使用実績額：8,949百万円

・廃棄物処理処分負担金の未使用額42,118百万円は次期中期目標期間に繰り越す。

[注4]

・一般勘定及び電源利用勘定の「その他の収入」には、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成16年法律第155号。以下「機構法」という。）第17条第1項に基づく受託研究、共同研究等契約で発生した放射性廃棄物の処理、貯蔵及び処分のための費用が含まれる。

・当該費用のうち処理及び貯蔵のための費用の一部は、平成27年度（2015年度）以降に使用するため、次年度以降に繰り越す。



○ 利益について（金額は単位未満切捨て。以降同じ）

まず、平成 26 年度決算において、一般勘定で 609 百万円及び電源利用勘定で 376 百万円の当期総利益が計上されているが、これは、独立行政法人会計基準第 81 の第 3 項により運営費交付金債務を全額収益に振り替えたこと等によるものである。当該利益は主として現金の伴わない、会計処理から生じる見かけ上の利益であるため、目的積立金の申請は行わない。なお、一部の執行残による利益は国庫納付する予定である。

次に、平成 26 年度決算において、埋設処分業務勘定で 1,850 百万円の当期総利益が計上されているが、これは、(独)日本原子力研究開発機構法（以下「機構法」という。）第 21 条第 5 項に基づき、翌事業年度以降の埋設処分業務等の財源に充てなければならないものであり、目的積立金の申請は必要ない。

○ 剰余金について

まず、平成 26 年度決算における一般勘定では、609 百万円の当期末処分利益に、前年度から繰り越した積立金 2,097 百万円及び前中期目標期間繰越積立金 767 百万円を加え、3,474 百万円の利益剰余金が生じた。「利益について」で上述したとおり、当該利益は、独立行政法人会計基準第 81 の第 3 項により運営費交付金債務を全額収益に振り替えたこと等によるものであり、主として現金の伴わない、会計処理から生じる見かけ上の利益であるため、中期計画に規定する剰余金の使途に充てることができない。なお、一部の執行残による利益は国庫納付する予定である。

次に、平成 26 年度決算における電源利用勘定では、1,471 百万円の当期末処理損失に、前年度から繰り越した前中期目標期間繰越積立金 1,393 百万円を加え、78 百万円の繰越欠損金が生じた。これは、旧法人から承継した流動資産が費用化された場合、独立行政法人会計基準上、欠損金が生じる仕組みとなっていることによるものであり、業務運営上の問題が生じているものではない。

最後に、平成 26 年度決算における埋設処分業務勘定では、1,850 百万円の当期末処分利益に、機構法第 21 条第 5 項積立金 20,652 百万円加え、22,502 百万円の利益剰余金が計上されているが、これは、機構法第 21 条第 5 項に基づき、翌事業年度以降の埋設処分業務等の財源に充てなければならないものであり、中期計画に規定する剰余金の使途に充てることができない。

○ 運営費交付金債務について

第 2 期中期目標期間の最後の事業年度であるため、一般勘定及び電源利用勘定における運営費交付金債務残高は 0 円である。

○ 管理会計について

管理会計の一環として、経営の効率化に資するべく、セグメント別財務情報及び財源別収入支出決算データを当機構内で提供した。

○ セグメント情報の開示について

「独立行政法人会計基準」に基づき、財務諸表附属明細書に「開示すべきセグメント情報」として業務内容に応じたセグメント情報の開示を行った。

○ 財務情報の開示について

財務諸表等の開示に際しては、概要版によりポイントとなる点を明示し、平成21年度決算からは利益剰余金の内容について機構ホームページ上の概要説明中に注記を加えている。

また、平成23年度決算から年度計画における主要事業別の決算額を集計し、内訳を掲載するなど、引き続き、より国民が理解しやすい情報開示に努めている。

○ いわゆる溜まり金の精査における、次のような運営費交付金債務と欠損金等との相殺状況に着目した洗い出し状況

i) 運営費交付金以外の財源で手当てすべき欠損金と運営費交付金債務が相殺されているもの

運営費交付金債務の収益化は、運営費交付金を原資として発生した費用に対応する額、及び、中期目標期間の終了時点における運営費交付金債務残高の精算額のみであり、該当する項目はない。

ii) 当期総利益が資産評価損等キャッシュ・フローを伴わない費用と相殺されているもの

当期総利益は、固定資産除却損等キャッシュ・フローを伴わない費用と、キャッシュ・フローを伴わない会計処理上の利益を相殺したものが表示されている。したがって、当期総利益の中に、いわゆる溜まり金は存在しない。

#### IV. 短期借入金の限度額

##### 【中期計画】

短期借入金の限度額は、350 億円とする。短期借入金が想定される事態としては、運営費交付金の受入りに遅延等が生じた場合である。

##### 《中期実績》

○ 該当なし。

## V. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときはその計画

### 【中期計画】

茨城県が実施する国道245号線の拡幅整備事業に伴い、茨城県那珂郡東海村の山林及び雑種地の一部について、平成26年度に茨城県へ売却する。

### 《中期実績》

- 平成24年3月、茨城県（常陸大宮土木事務所）から国道245号線の拡幅整備事業の実施に際し、東海管理センターが保有する用地の一部について平成24年度から平成28年度までに段階的に提供を受けたい旨の協力要請を受け、検討した結果、対象用地は機構の事業に大きな影響を及ぼすものではないこと、当該事業は都市計画に基づく公共事業であり、茨城県地域防災計画における緊急避難道路として重要な役割を担う道路であるとともに、地域の交通渋滞緩和も図られることから、茨城県の要請に応えることとし、平成24年度売却分については認可を受け売却し、平成26年度売却分については中期計画変更により認可を受け、計画どおり滞りなく茨城県へ売却した。
  
- 平成25年4月、福井県（嶺南振興局敦賀土木事務所）から原子力災害制圧道路等整備事業の実施に際し、敦賀事業本部が保有する用地の一部について提供を受けたい旨の協力要請を受け、検討した結果、対象用地は機構の事業に大きな影響を及ぼすものでないこと、当該事業は原子力災害制圧道路の整備という公共性の高い事業であり、原子力発電所や原子力事業所における事故発生時の初動対応・事故制圧のための道路として重要な役割を担う道路であることから、福井県の要請に応えることとし、平成25年度に認可を受け、当該用地を滞りなく福井県へ売却した。
  
- 平成25年4月及び同年12月、茨城県大洗町から町道8-2073号線道路改良事業（道路拡幅）及び緊急避難道路整備事業（住環境等整備）の実施に際し、大洗研究開発センターが保有する山場平住宅用地の一部について提供を受けたい旨の協力要請を受け、検討した結果、当該事業は都市計画に基づく公共事業であること、対象用地は当該住宅用地の外縁部であり、現在宿舎等は配置していないため譲渡しても宿舎機能が制限されることなく施設の運営上特段の支障は生じないことから、大洗町の要請に応えることとし、平成26年度に認可を受け、道路改良事業に伴う用地を売却するとともに、緊急避難道路整備事業に伴う用地については売却に向けて手続きを進めた。

## VI. 剰余金の使途

### 【中期計画】

機構の決算において剰余金が発生したときは、

- ・ 以下の重点研究開発業務への充当
- ① 高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発
- ② 核融合研究開発
- ・ 研究開発業務の推進の中で追加的に必要となる設備等の調達に使途に充てる。

《中期実績》

- 該当なし。

## Ⅶ. その他の業務運営に関する事項

### 1. 施設及び設備に関する計画

#### 【中期目標】

機能が類似または重複する施設・設備について、より重要な施設・設備への機能の重点化、集約化を進める。業務の遂行に必要な施設・設備については、重点的かつ効率的に、更新及び整備を実施する。

#### 【中期計画】

機能が類似または重複する施設・設備について、より重要な施設・設備への機能の重点化、集約化を継続的に進める。業務の遂行に必要な施設・設備については、重点的かつ効率的に、更新及び整備を実施する。

平成 22 年度（2010 年度）から平成 26 年度（2014 年度）内に取得・整備する施設・設備は次のとおりである。

（単位：百万円）

施設設備の内容	予定額	財源
高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発に関連する施設・設備の整備	3,588	施設整備費補助金
幌延深地層研究センター掘削土（ズリ）置場の整備	250	施設整備費補助金
BA 関連施設の整備（JT-60SA 施設、国際核融合材料照射施設に関する工学実証及び工学設計活動の施設、国際核融合エネルギー研究センター事業の施設）	28,486	施設整備費補助金
J-PARC リニアックビーム増強	3,405	施設整備費補助金
J-PARC 中性子利用実験装置の整備	1,096	特定先端大型研究施設整備費補助金
液体廃棄物処理関連装置の製作等、高経年化対策	800	施設整備費補助金
固体廃棄物減容処理施設の整備	9,603	施設整備費補助金

[注] 金額については見込みである。

なお、上記のほか、中期目標を達成するために必要な施設の整備、大規模施設の改修、高度化等が追加されることがあり得る。また、施設・設備の劣化度合等を勘案した改修等が追加される見込みである。

## 《中期実績》

### ＜設備の重点化・集約化＞

- 「提言型政策仕分け」の「研究施設の必要性の精査に係る提言」を受け、機構改革計画の一環として、施設の重要度、機能重複の観点、高経年化の状況、必要経費等を考慮し、廃止すべき6施設（臨界実験装置TCA、研究炉JRR-4、燃料サイクル安全工学研究施設（NUCEF-TRACY）、プルトニウム研究1棟、A棟（ウラン系分析・試験施設）及び燃料研究棟）を選定した。
  
- 上記6施設以外の研究施設の重点化・集約化については、平成24年度（2012年度）に取りまとめた「施設の今後の使用目的、運転計画等の調査結果について」を踏まえ、次期中長期計画期間の事業展開を考慮した検討を行った。

### ＜施設、設備整備＞

- 高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発に関連する施設・設備の整備  
高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発を進めるうえで必要な施設・設備の整備として以下を実施し完了した。
  - ・送電線基幹系統安定化装置の設置
  - ・モニタリングポストの更新
  - ・プラント制御系設備計装盤の更新
  - ・プルトニウム燃料施設防護単位各物質防護装置の改修
  - ・格納容器空調用冷媒配管バイパス系設置
  - ・原子炉建物背後斜面耐震裕度向上工事
  - ・ナトリウム工学研究施設（旧プラント実環境研究施設（仮称））の建設工事及び試験装置の製作・据付工事なお、防災管理棟の設置については、長周期地震動への対策等の新規制基準に対応するために再検討が必要となり、工事を中断している。
  
- 幌延深地層研究センターの掘削土（ズリ）置場の整備  
平成22年度、平成23年度にそれぞれ予定した約20,000m<sup>3</sup>、約27,000m<sup>3</sup>分の整備を計画通り完了した。
  
- BA関連施設の整備  
BA関連施設の整備については、「幅広いアプローチ協定」に基づき日欧で合意されたスケジュールに従って、各事業に必要な施設の整備を進めた。
  - ・IFERC事業として、計算機の運転移不可欠な周辺設備の製作を完了するとともに、共同研究棟の実施設計を行い、建設に着手した。
  - ・IFMIF/EVADA事業として、原型加速器の運転に不可欠な周辺設備の製作及び加速器室の追加遮蔽壁の設置を完了した。

- ・サテライト・トカマク計画事業として、JT-60SA の日本分担機器である超伝導コイル、サーマルシールド(熱遮へい)コイル端子箱、超伝導フィーダー、極低温バルブ、極低温配管等の調達を進めるとともに、欧州分担機器であるクライオスタットベースの固定並びに日本分担である真空容器、ダイバータ及び電源機器用冷却設備の整備を完了した。また、JT-60SA で再使用する既存設備の改修を継続し、トカマク装置の整備、超伝導機器の製作及び電源制御の改造を進めるとともに、容器内機器の製作に着手した。さらに、冷凍機・電源機器建屋の整備を完了した。
- ITER 関連施設の整備
  - ・計測機装置の開発を進めるために必要な先進計測開発棟の建設を完了した。
- J-PARC 関連施設の整備
  - ・リニアックビーム増強に必要な新しい加速空洞やその空洞に大電力高周波を供給する電源設備等を、利用運転に影響を与えないように設置又は一部入替を行えるように、ケーブル取り回し、貫通抗配置及び詳細作業手順を作成した。また、追加となる冷却水設備の製作を完了した。
  - ・新たな共用ビームラインである「物質情報 3 次元可視化装置」の建設、並びに中性子線利用者の研究環境整備として「総合研究基盤施設」の建設を完了した。
- 液体廃棄物処理関連装置の製作等、高経年化対策
  - ・セメント固化装置は平成 22 年度より製作を継続していたが、東日本大震災により中断していた既設設備の撤去工事が平成 23 年 5 月に再開し 6 月に完了し、7 月から装置据付けを開始した。機器・配管類及び計測設備について、原子力安全・保安院及び(独)原子力安全基盤機構の使用前検査を随時受検しながら据付工事を継続し、平成 24 年 2 月に工事を終了して、高経年化対策を完了した。
- 固体廃棄物減容処理施設の整備
  - ・OWTF の、建家については、地上 1 階床までの施工を完了するとともに、設備については、配管類や遮へい扉等の製作を実施し、使用前検査を受検した。



## 2. 放射性廃棄物の処理及び処分並びに原子力施設の廃止措置に関する計画

### 【中期目標】

保有する原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分は、原子力の研究、開発及び利用を進める上で極めて重要な業務であり、計画的、安全かつ合理的にこれを実施し、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務を果たす。

そのため、平成 23 年度(2011 年度)までに、外部有識者の意見を聴取するなど客観性を確保しつつ、安全を前提とした合理的・効率的な中長期計画を作成し、これを実施する。

### 【中期計画】

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は、原子力の研究、開発及び利用を円滑に進めるために、重要な業務であり、計画的、安全かつ合理的に実施し、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を果たす。

そのため、平成 23 年度(2011 年度)までに、外部有識者の意見を聴取するなど客観性を確保しつつ、安全を前提とした合理的・効率的な中長期計画を作成し、これを実施する。また、これまでの進捗を踏まえ以下に示す業務を実施する。

### 〈中期実績〉

- 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を計画的かつ着実に進めるため、外部有識者からの意見も反映した安全を前提とした合理的・効率的な中長期計画を平成 23 年度末に作成・公開した。現在、この計画に基づき、機構の廃止措置及び廃棄物処理を進めているところである。

## (1) 放射性廃棄物の処理処分に関する計画

### 【中期目標】

- 1) 低レベル放射性廃棄物の処理については、契約によって外部事業者から受け入れるものの処理も含め、安全を確保しつつ、固体廃棄物の圧縮・焼却、液体廃棄物の固化等の減容、安定化、廃棄体化処理及び廃棄物の保管管理を着実に実施する。
- 2) 高レベル放射性廃棄物については、適切に貯蔵する。
- 3) 低レベル放射性廃棄物の処分については、余裕深度処分、TRU 地層処分の合理的な処分に向けた検討を行う。

### 【中期計画】

- 1) 低レベル放射性廃棄物については、契約によって外部事業者から受け入れるものの処理も含め、安全を確保しつつ、固体廃棄物の圧縮・焼却、液体廃棄物の固化等の減容、安定化、廃棄体化処理及び廃棄物の保管管理を計画的に行う。また、埋設処分に向けて必要となる廃棄体確認データを整備する。

低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）のセメント固化設備の設置を進めるとともに、硝酸根分解に係る工学試験を実施し、改造設計に着手する。

固体廃棄物減容処理施設（OWTF）の建設を完了し、運転を開始する。また、機構廃棄物の処分計画に合わせ、廃棄物放射能分析を行い、廃棄物データの整備に着手する。東海固体廃棄物廃棄体化施設（TWTF）の設計等建設準備を進める。

「ふげん」については、廃棄体化処理設備の設計を行う。

- 2) 高レベル放射性廃棄物の管理については、ガラス固化体の貯蔵方策等の検討を進め、適切な貯蔵対策を講じる。
- 3) 低レベル放射性廃棄物の処分については、余裕深度処分、TRU 地層処分の合理的な処分に向けた検討を行う。

### 〈中期実績〉

- 低レベル放射性廃棄物については、契約によって外部事業者から受け入れるものの処理も含め、安全を確保しつつ、固体廃棄物の圧縮・焼却、液体廃棄物の固化等の減容、安定化、廃棄体化処理及び廃棄物の保管管理を計画的に行った。

高減容処理施設では、固体廃棄物を解体分別、前処理及び高圧圧縮により、減容、安定化し、廃棄体化処理を着実に進めた。

また、平成 22 年度に開始した JRR-3 改造時に発生したコンクリート廃棄物のクリアランス作業については、全量（約 4,000 t）の国によるクリアランス確認を平成 27 年 2 月に終了した。

なお、一部処理施設の建設は遅れているものの、廃棄物の保管管理等に影響は生じていないことから、機構全体として目標は達成していると考えます。

- 埋設処分に向けて必要となる廃棄体確認データとして、解体金属廃棄物、廃止措置施設から採取した試料等の放射能濃度データを取得・整備した。
- LWTF のセメント固化設備については、詳細設計を実施し、改造工事仕様を確定するとともに、原子力安全・保安院等への事前説明を終え、事業変更許可申請準備等、設置に向けた準備を進めているものの、平成 23 年 3 月の東日本大震災の発生以降、新規制基準への対応検討など再処理施設全体の対応を行っているため、変更許可申請には至っていない。

硝酸根分解については、工学規模の試験を実施し、スケールアップによる影響のないことを確認するとともに、設計に必要な運転データを取得し、設備化の見通しが得られた。また、改造設計としては、基本設計まで完了した。
- OWTF については、建設開始に向け、設計及び許認可対応を進めていたが、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う、平成 24 年度の耐震設計見直しにより工事計画の変更を行い、第 3 期中長期計画内での建設完了、運転開始とした。変更した計画に基づき、平成 24 年度から内装機器の製作、平成 25 年度から建家建設に着手しており、平成 27 年 3 月現在、地下部分及び地上 1 階床部分の施工を完了している。運転開始の遅れにより、廃棄物の減容処理開始が遅れることとなるが廃棄物保管庫が満杯となる状況は避けられる見込みである。
- 大洗研究開発センターの低レベル放射性廃棄物の浅地中埋設処分に向けた廃棄物データの整備として、平成 26 年度より固型化前の液体廃棄物の放射能分析に着手した。得られたデータは、埋設処分時の廃棄体確認事項の一つ（核種インベントリ）に活用する。
- TWTF については施設建設に向け、基本設計を終了し、内装設備に係る設計検討を実施した。また、ボーリング調査による地盤調査を終了し、地盤安定性解析を実施した。
- 「ふげん」では、廃棄体化処理に必要な設備のうち、減容化安定処理装置の導入準備として、装置全体構成及び装置を構成する系統や機器の詳細設計を完了させ、装置導入に当たっての技術的必要事項を取りまとめ、導入可能との見通しを得た。

- 高レベル放射性廃棄物の管理については、ガラス固化体の貯蔵方策に係る整理・検討を継続的に実施し、ガラス固化体の今後の製造計画を踏まえ、貯蔵対策が必要となる時期を明確にした。
  
- 低レベル放射性廃棄物の処分の検討では、安全評価等、合理的な余裕深度処分に向けた検討、関係者との調整等を実施した。また、余裕深度処分の安全規制整備の一環として、原子力規制委員会の「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合」において電事連並びに機構より対象廃棄物の発生状況等について説明を実施した。TRU 地層処分相当廃棄物については、処分実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）と検討会を開催し、TRU 廃棄物の安全評価、物量変動の処分場への影響、アスファルト固化体からの硝酸塩分離、アスファルト固化体の安全性等に関する検討を実施した。

## (2) 原子力施設の廃止措置に関する計画

### 【中期目標】

保有する原子力施設について、使命、役割を終えた施設、機能の類似、重複する施設、劣化した施設の廃止措置を、計画的かつ効率的に進める。

なお、原子力施設の廃止時期及び廃止方法の検討を行うに当たっては、国内外における代替機能の確保、機能の他機関への移管、当該施設の利用者の意見等も考慮する。また、廃止後の機構の研究開発機能の在り方についても同時に検討するものとする。

### 【中期計画】

事業の合理化・効率化、資源投入の選択と集中を進めるため、機構は、使命を終えた施設及び劣化等により廃止する施設については、廃止措置を計画的、効率的に進めるとともに、機能の類似・重複する施設については、機能の集約・重点化を進め、不要となる施設を効率的かつ計画的に廃止する。

以下の各施設について、廃止を含む整理・合理化のために必要な措置を着実に実施する。

#### ①廃止措置を継続する施設

- ・ 原子力科学研究所： 研究炉 2 (JRR-2)、再処理特別研究棟、ホットラボ施設 (照射後試験施設)
- ・ 核燃料サイクル工学研究所： 東海地区ウラン濃縮施設
- ・ 大洗研究開発センター： 重水臨界実験装置 (DCA)
- ・ 原子炉廃止措置研究開発センター： 新型転換炉「ふげん」
- ・ 人形峠環境技術センター： 濃縮工学施設、ウラン濃縮原型プラント、製錬転換施設、人形捨石堆積場、人形鉍さい堆積場
- ・ 青森研究開発センター： 原子力第 1 船原子炉施設

#### ②廃止措置に着手する施設

- ・ 原子力科学研究所： ウラン濃縮研究棟、液体処理場
- ・ 核燃料サイクル工学研究所： プルトニウム燃料第 2 開発室、B 棟
- ・ 大洗研究開発センター： ナトリウムループ施設
- ・ 東濃地科学センター： 東濃鉍山

#### ③廃止措置を終了する施設

- ・ 原子力科学研究所： 保障措置技術開発試験室施設 (SGL)、モックアップ試験室建家
- ・ 大洗研究開発センター： FP 利用実験棟 (RI 利用開発棟)

#### ④中期目標期間終了以降に廃止措置に着手する施設

- ・ 原子力科学研究所： 圧縮処理装置、廃棄物安全試験施設 (WASTEF)、プルトニウム研究 1 棟、大型非定常試験装置 (LSTF)、汚染除去場、軽水臨界実

験装置（TCA）、バックエンド研究施設（BECKY）空気雰囲気セル 3 基

- ・ 核燃料サイクル工学研究所： A 棟
- ・ 大洗研究開発センター： 旧廃棄物処理建家

⑤中期目標期間中に廃止措置の着手時期、事業計画の検討を継続する施設

- ・ 核燃料サイクル工学研究所： 東海再処理施設

なお、原子力施設の廃止措置については、当該施設に係る外部利用者等のニーズを確認した上で、廃止後の機構の研究開発機能の在り方、国内外における代替機能の確保、機能の他機関への移管、当該施設の利用者の意見等を踏まえて、具体的な原子力施設の廃止時期及び廃止方法の検討を行う。

〈中期実績〉

- 第2期中期計画で対象とした31施設について、廃止措置の実施及び事業計画の検討を計画的に進めた。このうち、第2期中期目標期間内に終了を予定していたSGLについては、廃止措置を終了できなかったが、燃料搬出等の重要な作業は終了していることから、維持管理や安全確保の負担はかなり低減されており、廃止措置遅れによる影響はほとんどなく、機構全体として目標は達成していると考えられる。

また機構改革において、施設の集約・重点化対応として6施設（臨界実験装置TCA\*、研究炉JRR-4、燃料サイクル安全工学研究施設（NUCEF-TRACY）、プルトニウム研究1棟\*、A棟\*（ウラン系分析・試験施設）及び燃料研究棟）を廃止することとし、廃止措置のホールドポイント<sup>※1</sup>の設定、核燃料物質の措置を先行して進める等の廃止措置計画の方針を作成した。

\*：今中期計画における「中期目標期間終了以降に廃止措置に着手する施設」と重複

※1；ホールドポイント：

施設の安全性、コスト等を総合的に判断し、長期にわたり施設の安全性を確保できる状態（密閉管理、管理区域解除等）。

①廃止措置を継続する施設

- JRR-2 については、原子炉本体の密閉管理及び施設の維持管理を継続した。また、排気筒、実験準備室及び15tonクレーン室について、廃止措置計画の変更の認可を受けた上で、解体撤去及び管理区域解除を進め、平成26年度に終了した。
- 再処理特別研究棟については、平成22年度に廃液サンプリングセル（1AWセル）、平成23年度にはLV-7の解体を実施した。平成24年度から25年度にかけて、LV-1上部に開口部を設け、タンク内部の残渣回収及び周辺配管を撤去し

- た。平成 26 年度からは LV-1 タンク胴部及び内部配管の解体を開始した。また、並行して、実験室に設置されているフードの撤去を進めた。なお、解体に際しては作業者の被ばくや解体作業の進捗に関するデータの取得を進めた。
- ホットラボ施設については、平成 22 年度からウランマグノックス用鉛セルの解体に着手し、12 基中 2 基の解体を行うとともに、施設内に保有する照射済核燃料の搬出を完了した。平成 26 年度からはコンクリートケープの除染作業に着手した。
  - 東海地区ウラン濃縮施設については、平成 22 年度は G 棟及び H 棟の内装設備の撤去等を進め、平成 23 年度に双方の管理区域を解除した。平成 24 年度に H 棟建家の解体撤去を終了、平成 25 年度に G 棟建家の解体撤去を終了し、双方を更地化した。平成 26 年度は今後の廃止措置に向けて、L 棟の不稼動設備の撤去等を開始した。
  - DCA については、圧力管及びカランドリア管、制御室制御盤、安全棒・制御棒駆動装置及びその保管架台、制御室計器盤、小型タンク、配管類の解体・撤去を実施し、廃止措置計画に基づく解体撤去工事を計画通り進めた。また、解体撤去工事に併せて、解体工具の切断性能データ(単位切断長当たりの切断時間、廃棄物発生量、コスト等)、工事単位ごとの解体データ(工期、人工数、費用等)を取得した。取得したデータは、データベースとして構築し、東京電力福島第一原子力発電所において、今後、設備機器の解体撤去計画を立案する際の工期、人工数、費用等の推定に反映する。
  - 「ふげん」については、A、B2 基あるタービン施設の復水器のうち B 号機の解体を完了させるとともに、重水系の汚染の除去工事を進めた。

解体撤去物のクリアランスに係る対応では、タービン設備を対象とした測定及び評価方法に係る認可申請書を取りまとめ、認可申請に係る関係各所との調整を行い、原子力規制庁に申請した。(平成 27 年 2 月)

また、平成 17 年度から実施してきた重水の搬出を完了した。(平成 26 年 4 月)
  - 濃縮工学施設については、パイロットプラント遠心機処理の合理化として処理条件やプロセスの合理化・ルーチン化に向けた確認試験を実施し、定格処理(1,000 台/年規模)に移行できる見通しを得た。また、OP-1/UF6 操作室、ブレンディング室の 6 フッ化ウラン(UF6)プロセス系設備の解体を平成 26 年度より開始した。

クリアランス制度の適用については、初回確認申請分(約 10ton で平成 26 年 3 月確認証を受領)を人形峠環境技術センター内で再利用(平成 26 年 10 月)

を行い、第2回目のクリアランス確認申請（約10ton）を平成26年12月に実施するなど計画的に進めた。

なお、施設の廃止措置に向け濃縮ウラン約17t-Uを電気事業者に譲渡し保有核燃料物質削減を図った。

- ウラン濃縮原型プラントについては、DOP-1カスケード設備の滞留ウラン回収に係る準備を進め、加工事業変更許可を平成24年2月に受領し、平成26年12月に使用前検査の受検、保安規定変更申請を行った。

なお、施設の廃止措置に向け、濃縮ウラン約1.4t-Uを電気事業者に譲渡し、保有核燃料物質の削減を図った。

- 製錬転換施設については、乾式転換プロセス設備等主要な設備・機器（給排気設備除く）の解体について安全を確保しつつ計画的に実施し、平成24年度に終了した。（平成20年より開始）

平成25年度からは付帯設備である給排気設備の一部解体に着手している。

- 人形捨石堆積場については、平成22年12月に方面捨石たい積場の掘削土を用いたレンガ製造を終了、平成23年11月にレンガ加工場の解体・撤去を終了し、鳥取県との協定に基づき、レンガ加工場用地（借地）を平成24年6月に返還（レンガ加工上の技術的な課題を解決し、各関係機関の理解等を得て、一般頒布等により限られた期限内に措置を終了することで長年にわたる懸案事項を解決）した。その他の捨石たい積場は、維持管理を継続している。

- 人形鉦さい堆積場については、廃砂たい積場の放射線量低減や排水量低減のための措置工事を平成23～24年度に実施し、跡措置効果確認のためのモニタリングを開始した。また、坑水対策に係る調査、低減化検討、廃泥たい積場跡措置に係る調査、措置計画検討を継続している。

- 原子力第1船原子炉施設（むつ）については、残存する附帯陸上施設の運転・維持管理、放射性廃棄物の保管管理を品質マネジメントシステムに基づき、安全かつ適切に実施するとともに、高経年化対策を計画的に実施した。

平成22～24年度は、原子炉容器の一括廃棄体化（炉内構造物及び制御棒含む）に係る従来の細断工法と一括工法とのコスト比較を行うとともに、一括廃棄体の制御棒に含まれる有害物の浸漬試験を実施し、浸出の無いことを確認した。

平成25～26年度は、廃棄体化に向けた先行的な取組として、保管廃棄物のうち可燃及び不燃の直接廃棄物について仕分け調査を実施し、仕分け手順の明確



化や代表的な内容物のデータ収集を進めた。

## ②廃止措置に着手する施設

- ウラン濃縮研究棟については、廃止措置方法の検討を行うとともに、平成 23 年度に核燃使用許可変更、平成 24 年度に核燃料の搬出、不要内装機器の撤去を実施した。平成 25 年度には施設内の汚染状況調査を行い、平成 26 年度に解体工事の手順検討及び廃止に係る核燃使用許可変更の申請準備を進めた。
- 液体処理場については、平成 22 年度から屋外に設置されている廃液貯槽(6 基)の解体に着手し、タンク周辺の接続配管等の撤去、タンク切り離しを行って、1 基について解体分別保管棟に搬出、解体を実施した。現在も作業を継続中である。
- プルトニウム燃料第二開発室については、平成 22 年度より不稼働グローブボックスの解体・撤去に着手した。これまでに、解体対象となるグローブボックス約 890m<sup>3</sup>に対して約 90m<sup>3</sup>のグローブボックスを撤去した。さらに、グローブ作業による不稼働設備内装機器の分解・撤去作業を平成 24 年度より開始し、継続している。
- B 棟については、RI 管理区域解除を目的に施設内に保管廃棄している RI 系放射性廃棄物の搬出開始及び管理器材(変更申請不要な試験机等)の撤去開始を以て廃止措置着手とした。また、平成 26 年度末までに RI 系放射性廃棄物 38 本を原子力科学研究所の廃棄物施設へ搬出するとともに、試験机等の管理器材の解体を実施した。
- ナトリウムループ施設については、廃止措置方法の検討を行うとともに、平成 25 年度に核燃料物質使用施設及び危険物取扱所の変更許可を取得し、ナトリウム(Na)ループ施設の解体・撤去に着手した。平成 25 年度は、計測制御盤、電気配電盤、予熱ヒータ配電盤等の盤類及び不用な電気ケーブルやケーブルダクト類並びに機器・配管に施工される保温設備の解体・撤去を実施した。平成 26 年度は、Na ループ施設のタンク 3 基に残存する Na の抜取りを実施した後、ループの解体・撤去を実施した。本作業で放射性物質の汚染履歴があるナトリウム配管・機器類の解体実績データやノウハウを取得した。
- 東濃鉱山については、廃止措置を計画的かつ効率的に進めるための検討を行い、平成 24 年 3 月 14 日に坑道充填作業に着手した。  
以後計画に従い東濃鉱山産鉱石及び捨石集積場からの捨石を使用した坑道

充填作業を継続し、平成 27 年 2 月 27 日をもって東濃鉱山坑道全域（坑道延長約 1.3 km）の充填及び坑口の閉そく作業を完了した。

### ③廃止措置を終了する施設

○ SGL については、平成 22 年度に燃料の安定化処置に関する使用許可変更を行い、平成 25 年度までに安定化処置を終了した。安定化処理した燃料は平成 26 年 5 月にホットラボ施設に搬出した。その後、廃止に係る使用許可変更作業を進めたが、使用許可変更申請書案について全面書換えの指示を受けたため、廃止措置は、第 2 期中に完了できなかった。しかしながら、燃料搬出が終了し、建屋内の汚染がほとんどないことから、廃止措置は軽作業で済むと見込まれるため、維持管理や安全確保の負担はかなり低減されており、廃止措置遅れによる影響はほとんどないと考える。なお、今後の計画は、平成 27 年度に定められる廃止措置全体計画に沿って進める。

○ モックアップ試験室建家については、平成 22 年度から周辺の共同溝及び汚染土壌の撤去作業を開始し、平成 25 年度に終了した。平成 26 年度に建家の解体を実施し、廃止措置を完了した。

○ FP 利用実験棟（RI 利用開発棟）については、事前の汚染検査結果に基づき、解体・撤去対象物を大幅に制限した廃止措置計画を立案し、平成 23 年 1 月より作業に着手し、平成 24 年度に内装撤去及び管理区域解除を行い、廃止措置を終了した。

廃止措置作業においては、放射性廃棄物発生が不燃、可燃それぞれ当初試算（体積）の約 1/4、約 1/2 を達成できたことから、将来、他の施設において廃止措置を行う際に、放射性廃棄物量を低減化するためのより具体的な方法を提案できる成果が得られたと考えている。

### ④中期目標期間終了以降に廃止措置に着手する施設

○ 圧縮処理装置、プルトニウム研究 1 棟、汚染除去場及び TCA については、廃止計画の検討を行うとともに、維持管理を継続した。

○ WASTEF、LSTF 及び BECKY 空気雰囲気セル 3 基については、利用予定期間が延びたことから、継続して利用している。

○ A 棟については、維持管理を行うとともに、平成 25 年に機構改革で廃止措置の追加施設に選定されたことにより、平成 26 年に廃止措置計画を立案した。

○ 旧廃棄物処理建家については、維持管理を継続するとともに、切断技術、遠

隔技術の調査・検討を実施し、狭隘なエリアにおける高線量の大型機器類（タンク等）の解体（遠隔）システムの概念検討等、廃止措置の工法に関する検討を実施した。検討で得られた知見については、福島第一原子力発電所において、タンク等の大型機器類の解体撤去計画を立案する際の検討データに供することが可能である。

⑤中期目標期間中に廃止措置の着手時期、事業計画の検討を継続する施設

- 東海再処理施設については、廃止措置の基本ステップの検討等の概念的な検討を実施した。

また、「日本原子力研究開発機構の改革計画」（平成 25 年 9 月策定）において見直しを検討する事業としていた再処理技術開発について、再処理技術開発の今後の計画及び東海再処理施設の今後の在り方に関して検討を行い、原子力機構改革報告書を文部科学大臣へ平成 26 年 10 月 2 日に提出した。同報告書において、再処理技術開発は今後も継続・推進すること及び東海再処理施設については第 3 期中長期目標期間（平成 27 年度～）中に廃止措置計画を申請する方向で検討すること等を示した。

- 機構の原子力施設の廃止措置を進めるに当たって、外部利用者等のニーズ、廃止後の機構の研究開発の在り方、代替機能の確保、当該施設の利用者の意見、高経年化の状況、必要経費等を考慮して、平成 25 年 9 月に公開した「日本原子力研究開発機構改革計画」（以下「機構改革」という）において、廃止する 6 施設（臨界実験装置 TCA、研究炉 JRR-4、燃料サイクル安全工学研究施設（NUCEF-TRACY）、プルトニウム研究 1 棟、A 棟（ウラン系分析・試験施設）及び燃料研究棟）を定めた。また、その他の施設についても、平成 26 年に重点化・集約化の検討を進めた。

廃止が決定された 6 施設については、評価の観点として、①施設の高経年化の状況、②核燃料物質の措置、③解体作業におけるリスクを踏まえて、当該施設管理者等の意見を取り入れ、具体的な方策の検討を行い、日本原子力研究開発機構改革報告書（平成 26 年 9 月 30 日付け）で報告した。

### 3. 国際約束の誠実な履行に関する事項

#### 【中期目標】

機構の業務運営に当たっては、我が国が締結した原子力の研究、開発及び利用に関する条約その他の国際約束の誠実な履行に努める。

#### 【中期計画】

機構の業務運営に当たっては、ITER 計画、BA 活動等、我が国が締結した原子力の研究、開発及び利用に関する条約その他の国際約束の誠実な履行に努める。

#### 〈中期実績〉

- 国際約束の履行の観点からは、ITER 計画・BA 活動の効率的・効果的实施及び核融合分野における我が国の国際イニシアティブの確保を目指して、国内機関・実施機関としての物的及び人的貢献を、国内の研究機関、大学及び産業界と連携して行い、定期的に国に活動状況を報告しつつ、その責務を確実に果たし、国際約束を誠実に履行した。

ITER 計画については、ITER 協定及びその付属文書に基づき、ITER 機構が定めた建設スケジュールに従って、他極に先駆けてトロイダル磁場(TF)コイルの超伝導導体の量産化技術を確立し、我が国の調達責任の100%のTF導体製作を平成26年度に完了するとともに、TFコイルの実規模試作により製作技術を開発し、実機製作を開始した。さらに、その他の我が国の調達担当機器(中心ソレノイドコイル用超伝導導体、遠隔保守機器、加熱装置、計測装置)について、技術仕様の最終決定に必要な研究開発を実施し、順次製作を開始した。

BA 活動については、BA 協定及びその付属文書に基づき、日欧の政府機関から構成されるBA運営委員会で定められた事業計画に従って実施機関としての活動を行い、BA活動を構成する三つの事業について、以下のように実施した。国際核融合エネルギー研究センターに関する活動では、原型炉設計活動と予備的な研究開発を実施するとともに、高性能計算機(スパコン)の運用を平成24年1月に開始し、公募で採択した課題に関する利用支援を継続した。また、高性能計算機の増強システムの搬入及び設置を平成26年1月に完了して、2月よりユーザーへの共用を開始した。核融合炉材料照射施設の工学実証・工学設計活動では、IFMIF中間工学設計書を平成25年6月に完成させるとともに、液体リチウム試験ループの性能実証試験を行い、目標を上回る成果を達成して平成26年10月に成功裏に完了した。また、原型加速器の付帯設備となる圧空設備・冷却水配管設備等の整備を完了し、欧州が調達した入射器の六ヶ所サイトへの据付作業を行い、ビームの引き出しに成功した。サテライト・トカマクに関する活動では、日本分担機器の超伝導コイル、真空容器、支持脚、ポート等の製

作を実施するとともに、欧州調達機器を受け入れ平成25年1月28日にJT-60SAの組立作業を開始した。

- ITER計画については、膨張する負担について、更なる削減及び合理化の努力を図り、コスト低減のための取組を実施した。具体的には、試作の実施による不確定要素の低減を図るとともに、調達作業を分割し、複数社の参入を可能にした。また、試作開発を複数の企業に依頼することにより、複数企業の参入による産業界での競争環境を整え、コスト合理化を実現した。

#### 4. 人事に関する計画

##### 【中期目標】

職員の能力と実績を適切かつ厳格に評価し、その結果を処遇に反映させるとともに、適材適所の人事配置を行い、職員の能力の向上を図る。

また、競争的で流動的な研究開発環境の創出を図るために任期付研究員等の活用を促進する。

##### 【中期計画】

###### (1) 方針

研究開発等の効率的な推進を図るため、若手研究者等の活用や卓越した研究者等の確保、研究開発等に係る機構内外との人事交流を促進する。

研究開発の進展や各組織における業務遂行状況等を把握し、これらに応じた組織横断的かつ弾力的な人材配置を実施する。また、組織運営に必要な研究開発能力や組織管理能力の向上を図るため、人材の流動性を確保するなどキャリアパスにも考慮した適材適所への人材配置を実施する。

経営管理能力や判断能力の向上に資するため、マネジメント研修の充実を図る。

人事評価制度の運用により適切な評価と組織運営の貢献度に応じた処遇への反映を行うとともに、制度運用上の課題を定期的に検証し、改善が必要な課題に対する制度の見直しを実施する。

###### (2) 人員に係る指標

業務の合理化・効率化を図りつつ、適切な人材育成や人材配置を行う。

###### (参考 1)

中期目標期間中の「行政改革の重要方針」及び「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」において削減対象とされた人件費総額見込み（総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等に係る人件費を除く。）

186,494 百万円

###### (参考 2)

(参考 1) において削減対象とされた人件費と総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等の人件費とを合わせた人件費総額見込み（国からの委託費、補助金、競争的研究資金及び民間資金の獲得状況等により増減があり得る。）

191,792 百万円

#### 《中期実績》

- 若手研究者、卓越した研究者等の確保

組織活力の維持・向上を図り、中期計画に定める目標達成に向け業務を的確に遂行するため、職員（任期の定めのない者）延べ515名の採用を行った。

採用活動にあたっては、機構の将来を担う若手・中堅研究者の確保に向け、「原子力災害からの復興に向けた取組の強化」及び「原子力の安全確保、技術基盤・人材の確保・充実」を重点事項に掲げて活動を展開するとともに、より細やかな採用活動を進めるため、各種企業説明会や機構主催の説明会に加えて、先輩職員による大学訪問（リクルート活動）を強化した。また、ダイバーシティ化（多様化）を促進させる観点から、採用説明会には女性職員を積極的に登用するとともに、施設見学会において女子学生限定コースを設定するなど、女性職員の採用促進を図った。

他方、任期制身分の受け入れにあたっては、競争的で流動的な環境の創出による研究活動の活性化等の観点から、任期制研究者延べ641名の受入れを行い、また、優秀な研究業績を挙げた任期制研究者延べ72名について、テニユア採用（任期の定めのない者として採用）を実施した。

また、大学や産業界等の卓越した研究者等の積極的な登用に向け、延べ87件の研究グループリーダーの公募を実施するとともに、国内外の大学教授等を客員研究員として積極的に招へいし（延べ468名）、卓越した研究者による研究指導を通じ、研究開発能力の向上や研究開発環境の活性化を図った。

#### ○ 大学・産業界等との人事交流

産業界等との連携、技術協力（人的交流等）及び人材育成の観点から、延べ約1700名の機構職員について他機関へ派遣するとともに、（主要な派遣先：連携大学院協定等に基づく大学等への講師派遣1053名、中央府省等242名、国際機関73名、電力等131名）、機構外から延べ約3900名の専門的知識・経験を有する人材や、原子力人材育成のための学生等を積極的に受け入れ（主要な受入元：民間等からの出向1583名、大学等からの客員研究員468名、実習生等の大学生等1887名）、組織運営の活性化を図った。

特に、「もんじゅ」において現行管理体制を見直し、職員のマネジメント力の強化を図る観点から、電力会社から技術経験豊富な要員を受け入れるとともに、機構職員を電力会社へ派遣した。

また、日本原燃㈱に対する人的支援として、知見・ノウハウを有する機構技術者を出向派遣することにより、六ヶ所再処理工場のアクティブ試験における施設・設備の運転・保守の指導等を行った。

#### ○ 組織横断的かつ弾力的な人材配置

人事異動に際しては、各事業の進捗具合や予算措置状況等に配慮しながら、組織横断的かつ適正な人員配置を実施した。

特に「もんじゅ」の保守管理体制強化を図る観点から、拠点間の人事異動を実施し、「もんじゅ」全体で約420名(26年度末)の人員配置を行うとともに、福島事業においても事業の進捗に併せた職員等の増員を図り、福島事業全体で約650名(26年度末)の人員を配置して当該事業に対応した。

#### ○ キャリアパスを考慮した適材適所の人材配置

組織運営に必要な管理・判断能力の向上に資するため、人材マネジメント実施計画の人材活用方針に基づき、中央府省等への出向等や戦略企画室や事業計画統括部、安全・核セキュリティ統括部等の機構内中核組織への配置等を実施することで、キャリアパスを考慮した計画的な人材配置に努めた。

特に国等の福島事業等へ積極的に取り組む観点から、IAEA、文部科学省、経済産業省、原子力規制庁、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)等へ出向等させるとともに、「もんじゅ」においても現行管理体制を見直し、職員のマネジメント力の強化を図る観点から、機構職員を電力会社へ派遣した。

#### ○ 研修体系の充実

適切な判断力と迅速な行動力の養成に資するという観点から、マネジメント研修の充実を図った。平成21年度に課長級を対象とした「マネジメント実践研修」、平成22年度に課長代理級を対象とした「マネジメント基礎研修」、平成23年度に係長級を対象とした「マネジメント導入研修」を導入するとともに、随時内容の見直しを行った。

また、将来リーダー候補と目される者を選抜し、リーダーシップやマネジメント能力の向上に資するという観点から、平成24年度に係長級を対象とした「リーダー研修」を導入した。

上記研修を含む階層別研修計画に基づき、延べ115回の研修を開催し、全体で約3210名の職員が受講した。研修後のアンケートや研修報告書において、大多数の受講者から「研修内容は有意義であり、今後の業務に役立つものである。」との評価を得ている。

また、人材育成の仕組みを充実させることにより、職員の意欲・能力向上を促し、機構の研究開発力を向上させるとともに、今後の人材確保に資するため、基礎基盤研究部門における新人実務教育制度、若手職員の育成に重点を置いた教育研修制度、国際化を見据えた原子力留学制度及び語学教育、資格取得の促進等、機構全体が一体的に人材育成強化に取り組んだ。

#### ○ 人事評価等の人事諸制度

「機構ミッションの達成」、「人材の育成」及び「適正な処遇」を目的とし、各職員の職務設定の達成度合及び職務成果に応じた人事評価を実施し、評価結果



を適切に処遇へ反映した。また、機構改革に伴い「信賞必罰の効いた働きがいのある職場づくり」を推し進める観点から、人事評価における処遇区分の見直し(S、A、B、C、D)、評価プロセスにおける「効率化、コスト基準」及び「職務難易度」の導入、独法評価等、事業評価の処遇への反映、等を行い、その他の制度見直し(抜擢人事の推進、課長代理級職責手当の見直し、OB・OGの活用等)と併せ、平成26年度より施行させた。

管理職の人事評価制度に関する理解促進及び評価スキル向上・習得を図るため、管理職に対して評価者研修を継続的に実施(延べ13回約530名受講)した。

## 5. 中期目標の期間を超える債務負担

### 【中期計画】

中期目標期間を超える債務負担については、研究開発を行う施設・設備の整備等が中期目標期間を超える場合で、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し合理的と判断されるものについて行う。

PFI 事業として下記を実施する。

(PFI 事業)

幌延深地層研究計画地下研究施設整備（第 II 期）等事業

- ・事業総額：23,557 百万円
- ・事業期間：平成 22～30 年度（9 年間）

(単位：百万円)

年度	H22	H23	H24	H25	H26	中期目標 期間小計	次期以降 事業費	総事業費
運営費交付金	1,637	2,740	2,740	2,740	2,740	12,597	10,960	23,557

(注) 金額は PFI 事業契約に基づき計算されたものであるが、PFI 事業の進展、実施状況及び経済情勢・経済環境の変化等による所要額の変更も想定されるため、具体的な額については、各事業年度の予算編成過程において決定される。

### 《中期実績》

#### <中期目標期間を超える債務負担>

- 研究開発を行う施設・設備の整備等が中期目標期間を超える場合について、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し合理的と判断される以下の事業を行った。

\* ()内は、契約金額と契約期間

#### (1) 運営費交付金により実施する事業

##### ① 高速増殖炉「もんじゅ」における研究開発

- ・中性子計装設備検出器の購入・取替 (248 百万円・平成 26～27 年度)
- ・非常用ディーゼル発電機電圧調整器盤更新 (403 百万円・平成 26～29 年度)
- ・母線保護装置盤更新 (206 百万円・平成 26～28 年度)
- ・水漏えい検出設備水素計等購入 (381 百万円・平成 26～28 年度)
- ・エリアモニタリング設備の更新 (518 百万円・平成 26～28 年度)

- ・「もんじゅ」保守管理上の不備に伴う再点検 (200 百万円・平成 26～28 年度)
- ・「もんじゅ」の設備点検 (15,094 百万円・平成 26～28 年度)
- ② 高速増殖炉サイクル実用化の研究開発 (高速炉の安全性強化)
  - ・シビア・アクシデント対策に係る炉内冷却試験のためのナトリウム伝熱流動試験体製作費 (707 百万円・平成 25～28 年度)
  - ・シビア・アクシデント対策に係る炉心損傷時の再臨界回避成立性評価のための共同研究費 (957 百万円・平成 26～31 年度)
- ③ プルトニウム燃料製造技術に関する開発
  - ・Pu-3 の臨界安全管理・保障措置用計量管理計算機システムの更新 (568 百万円・平成 25～28 年度)
  - ・Pu-2 グローブボックスの解体撤去作業 (W-9 及び F-1 (一部)) (120 百万円・平成 25～27 年度)
- ④ 高レベル放射性廃棄物の処理・処分技術に関する研究開発
  - ・幌延深地層研究計画地下研究施設整備 (第 II 期) 等事業 (23,603 百万円・平成 22～30 年度)
  - ・瑞浪超深地層研究所研究坑道掘削工事 (2,627 百万円・平成 25 年度～平成 27 年度)
  - ・OECD/NEA 熱化学データベースプロジェクト (TDB-5) に関する協定 (8 百万円・平成 25 年度～平成 29 年度)
- ⑤ 高温ガス炉に関する研究開発 (高温ガス炉)
  - ・ISTC パートナープロジェクト #K-2080p (100 百万円・平成 25～27 年度)
- ⑥ 原子力基礎基盤研究 (耐震工学研究)
  - ・原子力施設の耐震性に関する知見の整理 (4 百万円・平成 26～27 年度)
- ⑦ 原子力基礎工学研究
  - ・OECD/NEA 先進燃料の熱力学データベースプロジェクト (TAF-ID) の実施 (年間 19,000 ユーロ・平成 25～27 年)
- ⑧ 原子力分野における共通基盤データに関する研究開発
  - ・国際共同研究プロジェクト「n\_TOF 協力プロジェクト」 (3 百万円・平成 25 年度～27 年度)
- ⑨ 核融合研究開発
  - ・混合スペクトル核分裂炉を用いた第一壁及びブランケット構造材料の協力試験 (終了時期は未定であるため、予算額も未定・平成 25 年度～終了時期未定)
- ⑩ 高速実験炉「常陽」の研究開発
  - ・「常陽」炉心上部機構の交換作業等 (1,490 百万円・平成 24～27 年度)
  - ・燃料交換機孔ドアバルブ等の組立復旧作業 (153 百万円・平成 25～27 年度)
- ⑪ 安全研究とその成果の活用による原子力安全規制行政に対する技術的支援

- ・OECD ハルデン原子炉計画準加盟に関する協定(20 百万円・平成 26～28 年度)
- ⑫ 量子ビーム研究開発(研究炉 JRR-3)
  - ・JRR-3 取替用燃料体 (第 21、22 及び 23 次) の製作(1,258 百万円・平成 21～29 年度)
- ⑬ 原子力基盤関する研究開発(材料試験炉(JMTR))
  - ・JMTR 燃料要素 (第 LR3 次、第 LR4 次及び第 LR5 次) の製作・輸送(3,044 百万円・平成 23～28 年度)

## (2) 補助金により実施する事業

### ①核融合研究

- ・ITER トロイダル磁場 (TF) コイルの製作(33,999 百万円・平成 24～27 年度)
- ・ITER TF コイルの製作 (2) (57,834 百万円・平成 25～29 年度)
- ・ITER TF コイル構造物の製作 (2) (18,493 百万円・平成 25～29 年度)
- ・中性粒子入射装置製作 (I) (1,411 百万円・平成 25～28 年度)
- ・超伝導機器製作 (I) (4,123 百万円・平成 24～28 年度)
- ・トカマク装置整備 (I) (2,856 百万円・平成 24～27 年度)
- ・電源制御改造 (II) (1,058 百万円・平成 24～27 年度)
- ・ITER CS 導体の製作(8,676 百万円・平成 25～27 年度)
- ・本体製作 (V) (424 百万円・平成 25～27 年度)
- ・本体製作 (VI) (311 百万円・平成 25～29 年度)
- ・ITER 高周波加熱装置調達のための試験検査装置の製作(87 百万円・平成 25～27 年度)
- ・本体製作 (VII) (851 百万円・平成 26～28 年度)
- ・容器内機器製作 (I) (763 百万円・平成 26～28 年度)
- ・サテライト・トカマク大型機器輸送 (I) (103 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ITER CS 導体の製作 (2) (8,037 百万円・平成 26～29 年度)
- ・ブランケット遠隔保守ビークルマニピュレータの製作(1,594 百万円・平成 26～30 年度)
- ・マイクロフィッションチェンバー製作 (1) (97 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ジャイロトロンシステム機器製作(658 百万円・平成 26～29 年度)
- ・共同研究棟建設(473 百万円・平成 26～27 年度)
- ・原型加速器の据付・調整・試験 (II) (74 百万円・平成 26～27 年度)
- ② 放射性廃棄物の処理・処分(固体廃棄物減容処理施設(OWTF))
  - ・固体廃棄物減容処理施設の整備(11,502 百万円・平成 20～29 年度)
- ③ 高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発
  - ・防災管理棟の設置 (875 百万円・平成 25～27 年度)
- ④ 量子ビーム研究開発(J-PARC)

- ・ J-PARC 中性子冷却系交換機器等（Ⅰ）の製作(295 百万円・平成 25～27 年度)
- ・ J-PARC 中性子発生系交換機器等（Ⅱ）の製作(80 百万円・平成 25～27 年度)
- ・ J-PARC 中性子冷却系交換機器等（Ⅱ）の製作(130 百万円・平成 25～28 年度)
- ・ 放射化物使用棟の整備(720 百万円・平成 25～28 年度)

(3) 自己収入により実施する事業

① 核融合研究開発

- ・ サルタン試験装置の運転及びサンプル製造に関する取決め(225 百万円・平成 24～27 年度)
- ・ イーター調達取決めに関連したイーター機器の製作における協力活動に関する取決め(69 百万円・平成 25～27 年度)
- ・ 中性粒子入射装置高電圧電源製作(2,648 百万円・平成 24～27 年度)
- ・ イーター調達取決めに関連したイーター機器の製作における協力活動に関する取決め 附属書 2(96 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ 超伝導コイル用気中遮断器の点検保守(4 百万円・平成 26～27 年度)

② 福島第一原子力発電所事故への対処に係る研究開発

- ・ 仮想現実空間を用いた作業員訓練システムの製作(203 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ 26 福島モックアップ試験施設試験棟他新築工事(5,303 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ モックアップ試験施設研究管理棟他新築工事(1,858 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ 26 福島 モックアップ試験施設建設工事管理業務(44 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ 26 福島 モックアップ試験施設建設工事における設計意図伝達業務(8 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ モックアップ試験施設 LAN システムの構築(200 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ 放射性物質の分析・研究施設建設予定地土地現状測量業務(28 百万円・平成 26～27 年度)
- ・ 放射性物質の分析・研究施設第 1 期施設の建屋実施設計業務(648 百万円・平成 26～27 年度)

以上