

平成 21 事業年度

財務諸表添付書類

事業報告書

独立行政法人日本原子力研究開発機構

目次

1. 国民の皆様へ	1
2. 基本情報	2
(1) 法人の概要	2
① 法人の目的(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第四条)	2
② 業務内容(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第十七条)	2
③ 沿革	3
④ 設立根拠法	3
⑤ 主務大臣	3
⑥ 組織図	3
(2) 本社・支社等の住所	4
(3) 資本金の状況	5
(4) 役員の状況	5
(5) 常勤職員の状況	8
3. 簡潔に要約された財務諸表	9
(1) 貸借対照表(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)	9
(2) 損益計算書(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)	10
(3) キャッシュ・フロー計算書(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)	11
(4) 行政サービス実施コスト計算書(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)	11
(5) 財務諸表の科目	12
① 貸借対照表	12
② 損益計算書	12
③ キャッシュ・フロー計算書	13
④ 行政サービス実施コスト計算書	13
4. 財務情報	14
(1) 財務諸表の概況	14
① 経常費用、経常収益、当期総損益、資産、負債、キャッシュ・フロー等の主 要な財務データの経年比較・分析	14
② セグメント事業損益の経年比較・分析	16
③ セグメント総資産の経年比較・分析	18
④ 目的積立金の申請、取崩内容等	20
⑤ 行政サービス実施コスト計算書の経年比較・分析	21
(2) 施設等投資の状況	21
① 当事業年度中に完成した主要施設等	21

② 当事業年度において継続中の主要施設等の新設・拡充	21
③ 当事業年度中に処分した主要施設等	21
(3) 予算・決算の概況	22
(4) 経費削減及び効率化目標との関係	23
5. 事業の説明	24
(1) 財源構造	24
(2) 財務データ及び業務実績報告書と関連付けた事業説明	25
① 高速増殖原型炉「もんじゅ」研究開発事業	25
② 高レベル放射性廃棄物処理処分研究開発事業	32
③ 核融合研究開発事業	36
④ もんじゅを除く高速増殖炉サイクル及びその他の原子力システム研究開発 事業	46
⑤ 大強度陽子加速器(J-PARC)計画事業	69
⑥ その他の量子ビーム利用研究開発事業	73
⑦ 安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤事業	84
⑧ 自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分事業	114
⑨ 国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	118
⑩ 法人共通事業	145

1. 国民の皆様へ

独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下、「機構」)は、国内唯一の原子力の総合的な研究開発機関として、また、原子力に関する研究開発の国際的中核拠点として、国民の皆様への期待に応えるよう、原子力に関する幅広い研究開発に取り組んでいます。平成21年度は4年半の第一期中期目標期間の最終年度であり、これまで、研究開発の成果を上げることができましたのも、皆様からのご支援によるものと深く感謝申し上げます。

近年の原子力を取り巻く情勢は世界的に大きく変化し、エネルギー安定供給や地球温暖化防止の観点から原子力の役割の重要性が再認識されています。原子力平和利用の下、我々の果たすべき役割は極めて重いものと受け止めています。

国家基幹技術である高速増殖炉サイクル技術は、二酸化炭素をほとんど出さず、ウラン資源の有効活用と放射性廃棄物低減による環境負荷低減が可能であり、長期的なエネルギーの安定供給に貢献できる技術です。その実用化研究開発の中核的施設である高速増殖原型炉「もんじゅ」については、プラント確認試験を着実にを行い、原子炉起動前に必要な点検や起動前状態の確認等を進めて参りましたが、安全性について幅広く確認いただくために、運転再開は、第二期中期目標期間へずれ込むこととなりました。原子力発電を進める上で必須の高レベル放射性廃棄物地層処分技術の研究開発では、幌延及び瑞浪において坑道を順調に掘削しながら、調査研究のみならず、整備した水平坑道を活用して国民との相互理解の促進に努めました。また、世界最先端の量子ビーム研究施設である大強度陽子加速器(J-PARC)では、高い稼働率を達成し、安定した供用運転を実施しております。平成21年7月に「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」が改正され、J-PARCが特定先端大型研究施設に位置づけられたことを受けて、中性子線共用施設の整備に着手いたしました。核融合エネルギーの早期実現を目指す研究開発に関しては、国際熱核融合実験炉(ITER)、および幅広いアプローチ(BA)活動のサテライトトカマク計画における主要機器の製作が本格化しています。また、青森県六ヶ所村の国際核融合エネルギー研究センターでは、一部完成した施設を本格運用すると共に、引き続き建設工事を継続しています。さらに、自らの原子力施設の廃止措置、低レベル放射性廃棄物の埋設処分事業など、様々な課題に取り組んでいます。

機構に課せられた様々なミッションに対して十二分の成果で応えられるよう、安全を最優先に、地域、社会からの信頼を得ながら全力を傾注する所存です。引き続き皆様のご指導とご支援を賜りますよう、宜しくお願い申し上げます。

2. 基本情報

(1) 法人の概要

① 法人の目的(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第四条)

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

② 業務内容(独立行政法人日本原子力研究開発機構法第十七条)

機構は、独立行政法人日本原子力研究開発機構法第四条の目的を達成するため以下の業務を行います。

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

- (x i) 科学技術の振興に寄与するために、J-PARC(対象施設)の共用の促進
- (xii) (i)から(x i)の業務のほか、これらの業務の遂行に支障のない範囲内で、国、地方公共団体その他政令で定める者の委託を受けて、これらの者の核原料物質(原子力基本法第三条第三号に規定する核原料物質をいう。)、核燃料物質又は放射性廃棄物を貯蔵し、又は処理する業務

③ 沿革

- 昭和31年 6月 特殊法人として日本原子力研究所設立
- 昭和31年 8月 特殊法人として原子燃料公社設立
- 昭和38年 8月 特殊法人として日本原子力船開発事業団設立
- 昭和42年10月 原子燃料公社を改組し、動力炉・核燃料開発事業団発足
- 昭和60年 3月 日本原子力研究所、日本原子力船開発事業団を統合
- 平成10年10月 動力炉・核燃料開発事業団を改組し、核燃料サイクル開発機構発足
- 平成17年10月 日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構を統合し、独立行政法人日本原子力研究開発機構発足

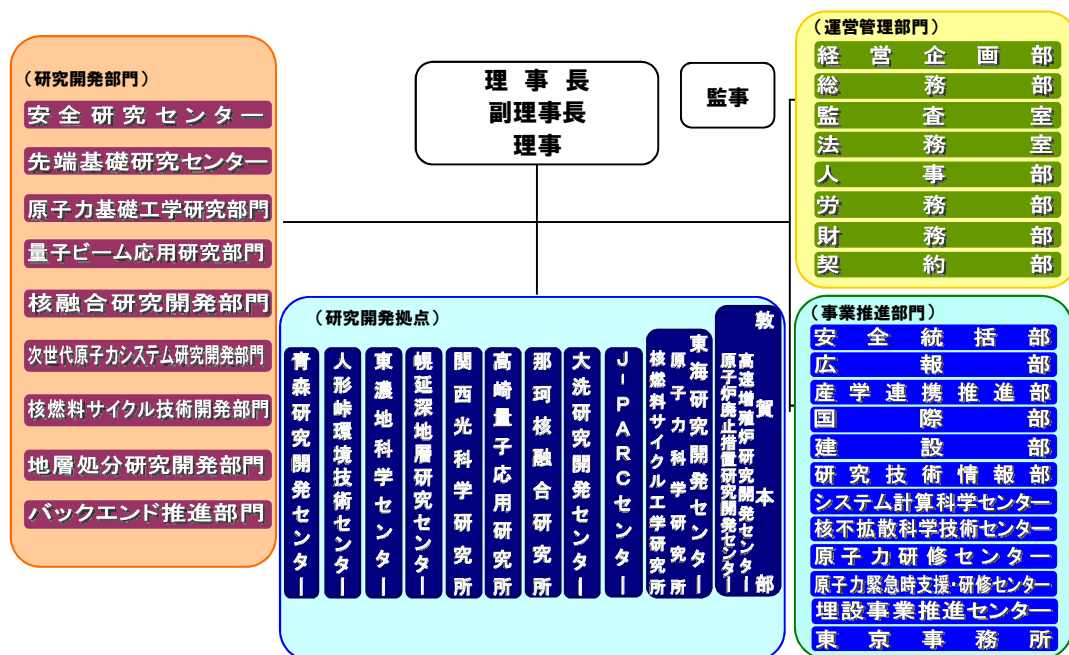
④ 設立根拠法

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

⑤ 主務大臣

文部科学大臣、経済産業大臣

⑥ 組織図



(2) 本社・支社等の住所

【本部】

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

【研究開発拠点等】

・東京事務所

〒100-8577 東京都千代田区内幸町2丁目1番地8号

・システム計算科学センター

〒100-0015 東京都台東区東上野6丁目9番3号

・埋設事業推進センター

〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目1番21号

・原子力緊急時支援・研修センター

〒311-1206 茨城県ひたちなか市西十三奉行11601番13

・東海研究開発センター

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4

(原子力科学研究所)

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4

(核燃料サイクル工学研究所)

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地33

・J-PARCセンター

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4

・大洗研究開発センター

〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地

・敦賀本部

〒914-8585 福井県敦賀市木崎65番20

(高速増殖炉研究開発センター)

〒919-1279 福井県敦賀市白木2丁目1番地

(原子炉廃止措置研究開発センター)

〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地

・那珂核融合研究所

〒311-0193 茨城県那珂市向山801番地1

・高崎量子応用研究所

〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町1233番地

・関西光科学研究所

〒619-0215 京都府木津川市梅美台8丁目1番7

・幌延深地層研究センター

〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進432番2

・東濃地科学センター

〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺959番地31

・人形峠環境技術センター

〒708-0698 岡山県苫田郡鏡野町上齋原1550番

・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駁字表館2番166

【海外駐在員事務所】

・ワシントン事務所

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

・パリ事務所

Bureau de Paris 4-8, rue Sainte-Anne, 75001 Paris, France

・ウィーン事務所

Leonard Bernsteinstrasse 8/34/7 A-1220, Wien, Austria

(3) 資本金の状況

(単位:百万円)

区分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高
政府出資金	792,175	0	0	792,175
民間出資金	16,419	0	0	16,419
資本金合計	808,594	0	0	808,594

(4) 役員の状況

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2人を置く。

機構に、役員として、副理事長1人及び理事7人以内を置くことができる。

(平成22年3月31日現在)

役名	氏名	任期	担当	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	・機構業務の総理	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

副理事長	早瀬 佑一	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・機構業務の掌理 ・敦賀本部 	<p>昭和43年 3月 東京大学工学部原子力工学科卒業</p> <p>昭和43年 4月 東京電力株式会社入社</p> <p>平成10年 6月 同社福島第二原子力発電所長</p> <p>平成15年 6月 同社常務取締役(企画部・広報部担当)</p> <p>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)</p> <p>平成19年 1月 日本原子力研究開発機構副理事長</p>
理事	戸谷 一夫	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・経営企画 ・産学連携 ・研究技術情報 ・システム計算科学 ・大洗研究開発センター 	<p>昭和55年 3月 東北大学工学部原子核工学科卒業</p> <p>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</p> <p>平成16年 7月 内閣府参事官(原子力担当)</p> <p>平成18年 7月 文部科学省大臣官房会計課長</p> <p>平成20年 7月 同省大臣官房審議官(高等教育局担当)</p> <p>平成21年 7月 日本原子力研究開発機構理事</p>
理事	片山 正一郎	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・総務 ・監査 ・法務 ・安全統括 ・広報 ・建設 ・原子力緊急時支援・研修 ・東京事務所 ・青森研究開発センター 	<p>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</p> <p>平成12年 6月 科学技術庁原子力安全局原子力安全課長</p> <p>平成14年 8月 原子力安全・保安院審議官</p> <p>平成17年 1月 文部科学省科学技術・学術政策局次長</p> <p>平成17年 7月 内閣府原子力安全委員会事務局長</p> <p>平成19年 8月 日本原子力研究開発機構理事</p>
理事	野村 茂雄	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・人事 ・労務 ・財務 ・契約 ・原子力研修 ・次世代原子力システム研究開発 ・人形峠環境技術センター 	<p>昭和52年 3月 早稲田大学大学院理工学研究科鉄鋼材料学専攻博士課程修了</p> <p>昭和52年 3月 早稲田大学工学博士取得</p> <p>平成 9年10月 動力炉・核燃料開発事業団東海事業所核燃料技術開発部長</p> <p>平成17年10月 日本原子力研究開発機構東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所副所長</p> <p>平成19年 1月 同機構東海研究開発センター長代理東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所長</p> <p>平成21年10月 同機構理事</p>

理事	岡田 漱平	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・国際 ・核不拡散科学技術 ・量子ビーム応用研究 ・核融合研究開発 ・那珂核融合研究所 ・高崎量子応用研究所 ・関西光科学研究所 	<p>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</p> <p>昭和52年 3月 東京大学工学博士取得</p> <p>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</p> <p>平成15年 4月 同研究所企画室長</p> <p>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</p> <p>平成19年10月 同機構理事</p>
理事	三代 真彰	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設事業推進 ・核燃料サイクル技術開発 ・地層処分研究開発 ・バックエンド推進 ・幌延深地層研究センター ・東濃地科学センター 	<p>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</p> <p>平成 4年 6月 通商産業省九州通商産業局 公益事業部長</p> <p>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</p> <p>平成16年 6月 原子力安全・保安院次長</p> <p>平成17年10月 日本原子力研究開発機構理事</p>
理事	横溝 英明	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・安全研究 ・先端基礎研究 ・原子力基礎工学研究 ・東海研究開発センター ・J-PARCセンター 	<p>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</p> <p>昭和51年 3月 東京大学理学博士取得</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>平成17年10月 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所長</p> <p>平成19年10月 同機構理事</p>
理事	伊藤 和元	平成21年10月1日～ 平成22年3月31日	<ul style="list-style-type: none"> ・敦賀本部 	<p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>平成19年10月 同機構理事</p>

監 事	牛嶋 博久	平成22年1月1日～ 平成23年9月30日	・機構業務の監査	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	山根 芳文	平成21年10月1日～ 平成23年9月30日	・機構業務の監査	昭和50年 3月 早稲田大学法学部卒業 平成16年 4月 日本原子力研究所財務部長 平成17年10月 日本原子力研究開発機構 財務部長 平成20年 4月 同機構人事部長 平成21年10月 同機構監事

(5) 常勤職員の状況

常勤職員は平成21年度末において3,955人(前期末比123人減少、3.0%減)であり、平均年齢は44.1歳(前期末43.8歳)となっています。このうち、国等からの出向者は6人、民間からの出向者は37人です。

3. 簡潔に要約された財務諸表

(1) 貸借対照表(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)

(単位:百万円)

資産の部	金額	負債の部	金額
流動資産	71,251	流動負債	32,406
現金及び預金	31,364	未払金	16,293
核物質	8,690	その他	16,113
その他	31,198		
固定資産	669,478	固定負債	120,420
有形固定資産	660,151	資産見返負債	100,641
建物	146,233	その他	19,779
機械・装置	135,147		
土地	85,997		
建設仮勘定	193,160		
その他	99,613		
無形固定資産	3,174		
特許権	298		
その他	2,876		
投資その他の資産	6,153		
		負債合計	152,826
		純資産の部	
		資本金	808,594
		政府出資金	792,175
		民間出資金	16,419
		資本剰余金	△ 236,640
		資本剰余金	46,047
		損益外減価償却累計額	△ 267,664
		損益外減損損失累計額	△ 15,023
		利益剰余金	15,949
		積立金	2,613
		当期末処分利益	13,336
		(うち当期総利益)	(13,336)
		純資産合計	587,904
資産合計	740,730	負債・純資産合計	740,730

(2) 損益計算書(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)

(単位:百万円)

	金額
経常費用 (A)	180,517
業務費	160,276
職員等給与費	32,991
法定福利費	6,248
退職金	4,153
減価償却費	6,161
その他	110,723
受託費	14,355
職員等給与費	230
法定福利費	102
退職金	29
減価償却費	496
その他	13,499
一般管理費	5,208
役員給与費	168
職員等給与費	1,740
法定福利費	317
退職金	246
減価償却費	113
その他	2,623
財務費用	73
その他	606
経常収益 (B)	193,909
運営費交付金収益	159,084
受託研究収入	14,503
施設費収益	875
補助金等収益	6,469
資産見返負債戻入	5,559
その他	7,421
経常利益	13,392
臨時損益 (C)	△ 1
法人税、住民税及び事業税 (D)	54
当期総利益 (B-A+C-D)	13,336

(3) キャッシュ・フロー計算書(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)

(単位:百万円)

	金額
I 業務活動によるキャッシュ・フロー(A)	20,953
人件費支出	△ 57,523
補助金等収入	7,224
自己収入等	199,734
その他収入・支出	△ 128,481
II 投資活動によるキャッシュ・フロー(B)	△ 15,612
III 財務活動によるキャッシュ・フロー(C)	△ 945
IV 資金増加額(D=A+B+C)	4,396
V 資金期首残高(E)	26,967
VI 資金期末残高(F=E+D)	31,364

(4) 行政サービス実施コスト計算書(http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtml)

(単位:百万円)

	金額
I 業務費用	159,692
損益計算書上の費用 (控除) 自己収入等	181,826 △ 22,134
(その他の行政サービス実施コスト)	
II 損益外減価償却相当額	47,988
III 損益外減損損失相当額	189
IV 引当外賞与見積額	△ 436
V 引当外退職給付増加見積額	9,997
VI 機会費用	10,049
VII (控除) 法人税等及び国庫納付額	△ 54
VIII 行政サービス実施コスト	227,424

(5) 財務諸表の科目

① 貸借対照表

現金及び預金	:現金及び預金
核物質	:法令等で定める核原料物質及び核燃料物質
建物	:建物及び附属設備
機械・装置	:機械及び装置
土地	:土地
建設仮勘定	:建設又は製作途中における当該建設又は製作のために支出した金額及び充当した材料
無形固定資産	:特許権、商標権、ソフトウェア等
投資その他の資産	:投資有価証券、長期前払費用、敷金、保証金等
未払金	:機構の通常の業務活動に関連して発生する未払金で発生後短期間に支払われるもの
資産見返負債	:中期計画の想定範囲内で、運営費交付金により、又は国若しくは地方公共団体からの補助金等により機構があらかじめ特定した用途に従い、償却資産を取得した場合に計上される負債
資本金	:機構に対する出資を財源とする払込資本
資本剰余金	:資本金及び利益剰余金以外の資本(固定資産を計上した場合、取得資産の内容等を勘案し、機構の財産的基礎を構成すると認められる場合に計上するもの)
損益外減価償却累計額	:独立行政法人会計基準第87 特定の償却資産に係る減価の会計処理を行うこととされた償却資産の減価償却累計額
損益外減損損失累計額	:固定資産の減損に係る独立行政法人会計基準の規定により、独立行政法人が中期計画等で想定した業務運営を行ったにもかかわらず生じた減損額の累計額
利益剰余金	:機構の業務に関連して発生した剰余金の累計額
積立金	:独立行政法人通則法第44条第3項に基づき積み立てられた積立金

② 損益計算書

業務費	:機構の研究開発業務に要する経費
受託費	:機構の受託業務に要する経費
一般管理費	:機構の本部運営管理部門に要する経費
役員給与費	:機構の役員に要する報酬
職員等給与費	:機構の職員等に要する給与

法定福利費	: 機構が負担する法定福利費
退職金	: 退職金
減価償却費	: 業務に要する固定資産の取得原価をその耐用年数にわたって費用として配分する経費
財務費用	: ファイナンス・リースに係る利息の支払等の経費
運営費交付金収益	: 国からの運営費交付金のうち、当期の収益として認識した収益
受託研究収入	: 受託研究に伴う収入
施設費収益	: 国からの施設費のうち、当期の収益として認識した収益
補助金等収益	: 国・地方公共団体等の補助金等のうち、当期の収益として認識した収益
資産見返負債戻入	: 資産見返負債を減価償却に応じて収益化したもの
臨時損益	: 固定資産の売却損益、災害損失等
法人税、住民税及び事業税	: 法人税、住民税及び事業税の支払額

③ キャッシュ・フロー計算書

業務活動によるキャッシュ・フロー: サービスの提供等による収入、原材料、商品又はサービスの購入による支出等、投資活動および財務活動以外のキャッシュ・フロー(機構の通常の業務の実施に係る資金の状態を表す)

投資活動によるキャッシュ・フロー: 固定資産の取得・売却等によるキャッシュ・フロー(将来に向けた運営基盤の確立のために行われる投資活動に係る資金の状態を表す)

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

④ 行政サービス実施コスト計算書

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

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

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

引当外賞与見積額	: 独立行政法人会計基準第88 賞与引当金に係る会計処理により、引当金を計上しないこととされた場合の賞与見積額
引当外退職給付増加見積額	: 独立行政法人会計基準第89 退職給付に係る会計処理により、引当金を計上しないこととされた場合の退職給付の増加見積額
機会費用	: 国又は地方公共団体の資産を利用することから生ずる機会費用(国又は地方公共団体の財産の無償又は減額された使用料による賃借取引から生ずる機会費用、政府出資又は地方公共団体出資等から生ずる機会費用、国又は地方公共団体からの無利子又は通常よりも有利な条件による融資取引から生ずる機会費用)

4. 財務情報

(1) 財務諸表の概況

① 経常費用、経常収益、当期総損益、資産、負債、キャッシュ・フロー等の主要な財務データの経年比較・分析

(経常費用)

平成21年度の経常費用は、180,517百万円と、前年度比1,721百万円増(1%増)となっている。これは、平成21年度にもんじゅの運転再開に向けた設備点検が終了したことに伴い、修繕費等の費用が大幅に増大したことが主な要因である。

(経常収益)

平成21年度の経常収益は、193,909百万円と、前年度比15,337百万円増(9%増)となっている。これは、収入支出決算上の支出と財務決算上の費用の計上期のズレにより生じていた運営費交付金債務残を中期目標期間最終年度の処理として、独立行政法人会計基準第81に基づき、全額収益に振り替えたことが主な要因である。

(当期総利益)

上記経常費用及び収益の状況及び臨時利益として運営費交付金収益等、臨時損失として固定資産除却損を計上した結果、平成21年度の当期総利益は13,336百万円となっている。

(資産)

平成21年度末現在の資産合計は、740,730百万円と前年度末比18,381百万円減(2%減)となっている。これは建物、機械・装置等の有形固定資産の8,880百万円減(1%減)、現金及び預金等流動資産の13,357百万円減(16%減)が主な

原因である。

(負債)

平成21年度末現在の負債合計は、152,826百万円と前年度末比7,521百万円増(5%増)となっている。これは長期廃棄物処理処分負担金の4,586百万円増(51%増)のほか、長期リース債務の4,328百万円増(257%増)が主な原因である。

(業務活動によるキャッシュ・フロー)

平成21年度の業務活動におけるキャッシュ・フローは、20,953百万円と、前年度比3,424百万円減(14%減)となっている。これは、研究開発活動に伴う支出が9,259百万円増(8%増)となったことが主な要因である。

(投資活動によるキャッシュ・フロー)

平成21年度の投資活動におけるキャッシュ・フローは、△15,612百万円と、前年度比1,356百万円増(8%増)となっている。これは、定期預金の預入による支出が前年度比12,670百万円減(7%減)となったことが主な要因である。

(財務活動によるキャッシュ・フロー)

平成21年度の財務活動におけるキャッシュ・フローは、△945百万円と、前年度比64百万円増(6%増)となっている。これは、リース債務の返済による支出が前年度比64百万円増(6%増)となったことが要因である。

表 主要な財務データの経年比較

(単位:百万円)

区分	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
経常費用	84,715	159,964	166,380	178,797	180,517
経常収益	86,326	163,332	166,222	178,572	193,909
当期総利益(△当期総損失)	1,515	3,310	△1,929	△282	13,336
資産	832,506	789,678	775,949	759,111	740,730
負債	58,167	103,580	132,340	145,305	152,826
利益剰余金	1,515	4,825	2,895	2,613	15,949
業務活動によるキャッシュ・フロー	13,476	29,732	27,378	24,376	20,953
投資活動によるキャッシュ・フロー	△15,255	△25,518	△26,441	△16,968	△15,612
財務活動によるキャッシュ・フロー	△7,703	△4,965	△976	△1,009	△945
資金期末残高	21,357	20,607	20,567	26,967	31,364

(注)平成17年度決算額は、当機構設立の平成17年10月1日以降分である。

② セグメント事業損益の経年比較・分析

一般勘定の事業利益は2,285百万円と、前年度比2,136百万円の増となっている。これは、収入支出決算上の支出と財務決算上の費用の計上期のズレにより生じていた運営費交付金債務残を中期目標期間最終年度の処理として、独立行政法人会計基準第81に基づき、全額収益に振り替えたこと等により、利益が生じたことが主な要因である。

- ・「原子力システム研究開発」セグメントの事業利益は540百万円と、前年度比463百万円の増となっている。これは、旧法人から承継した負債に係る会計処理により、553百万円の利益が発生したことが主な要因である。
- ・「量子ビーム利用研究開発」セグメントの事業利益は178百万円と、前年度比109百万円の増となっている。これは、受託研究収入で資産を購入したことにより、330百万円の利益が発生したことが主な要因である。
- ・「安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤」セグメントの事業利益は129百万円と、前年度比134百万円の増となっている。これは、受託研究収入で資産を購入したことにより、280百万円の利益が発生したことが主な要因である。
- ・「自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分」セグメントの事業利益は0百万円と、前年度比1百万円の減となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの事業損失は29百万円と、前年度比27百万円の減となっている。これは、旧法人から承継した資産が費用化したことにより、14百万円の損失が発生したこと、自己財源により取得した資産の減価償却費により、9百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「法人共通」セグメントの事業利益は1,466百万円と、前年度比1,459百万円の増となっている。これは、収入支出決算上の支出と財務決算上の費用の計上期のズレにより生じていた運営費交付金債務残を中期目標期間最終年度の処理として、独立行政法人会計基準第81に基づき、全額収益に振り替えたことが主な要因である。

電源利用勘定の事業利益は2,466百万円と、前年度比2,839百万円の増となっている。これは、収入支出決算上の支出と財務決算上の費用の計上期のズレにより生じていた運営費交付金債務残を中期目標期間最終年度の処理として、独立行政法人会計基準第81に基づき、全額収益に振り替えたこと等により、利益が生じたことが主な要因である。

- ・「原子力システム研究開発」セグメントの事業損失は447百万円と、前年度比431百万円の減となっている。これは、旧法人から承継した資産が費用化したことにより、471百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤」セグメントの事業損失は674百万円と、前年度比673百万円の減となっている。これは、旧法人から承継した資産が費用化したことにより、676百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分」セグメントの事業損失は672百万円と、前年度比313百万円の減となっている。これは、旧法人から承継した資産が費用化したことにより、453百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの事業損失は6百万円と、前年度比4百万円の減となっている。これは、旧法人から承継した資産が費用化したことにより、2百万円の損失が発生したこと、自己財源により取得した資産の減価償却費により、3百万円の損失が発生したことが主な要因である。
- ・「法人共通」セグメントの事業利益は、4,264百万円と、前年度比4,259百万円の増となっている。これは、収入支出決算上の支出と財務決算上の費用の計上期のズレにより生じていた運営費交付金債務残を中期目標期間最終年度の処理として、独立行政法人会計基準第81に基づき、全額収益に振り替えたことが主な要因である。

表 事業損益の経年比較(区分経理によるセグメント情報)

(単位:百万円)

区分	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
一般勘定	△ 506	140	349	149	2,285
原子力システム研究開発	25	△ 2	△ 33	77	540
量子ビーム利用研究開発	132	44	133	70	178
安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤	226	136	261	△ 5	129
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	△ 599	△ 43	△ 0	2	0
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	62	4	△ 11	△ 2	△ 29
法人共通	△ 353	-	△ 0	7	1,466
電源利用勘定	2,117	3,228	△ 508	△ 374	2,466
原子力システム研究開発	2,216	3,143	128	△ 16	△ 447
安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤	△ 211	88	△ 212	△ 1	△ 674
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	64	4	△ 398	△ 359	△ 672
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	377	△ 6	△ 23	△ 2	△ 6
法人共通	△ 329	-	△ 2	5	4,264
埋設処分業務勘定	-	-	-	-	8,641
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	-	-	-	-	8,641
合計	1,610	3,369	△ 158	△ 225	13,392
原子力システム研究開発	2,241	3,141	94	61	93
量子ビーム利用研究開発	132	44	133	70	178
安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤	15	224	49	△ 6	△ 545
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	△ 534	△ 39	△ 398	△ 357	7,970
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	439	△ 2	△ 34	△ 4	△ 35
法人共通	△ 682	-	△ 2	12	5,730

(注)平成17年度決算額は、当機構設立の平成17年10月1日以降分である。

③ セグメント総資産の経年比較・分析

一般勘定の総資産は、269,931百万円と、前年度比1,452百万円の減(0.5%減)と、ほぼ前年度と同額となっている。

- ・「原子力システム研究開発」セグメントの総資産は、52,302百万円と、前年度比4,309百万円の増(9%増)となっている。これは、建設仮勘定の2,641百万円の増加が主な要因となっている。
- ・「量子ビーム利用研究開発」セグメントの総資産は、100,124百万円と、前年度比4,005百万円の減(4%減)となっている。これは、機械・装置の8,342百万円の減少、建設仮勘定の3,958百万円の増加が主な要因となっている。
- ・「安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤」セグメントの総資産は、54,119百万円と、前年度比365百万円の増(1%増)となっている。これは、建設仮勘定の1,297百万円の増加が主な要因となっている。

- ・「自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分」セグメントの総資産は、43,120百万円と、前年度比2,432百万円の減(5%減)となっている。これは、現金及び預金の2,140百万円の減少が主な要因となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの総資産は、13,304百万円と、前年度比139百万円の減(1%減)となっている。これは、機械・装置の108百万円の減少が主な要因となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、6,962百万円と、前年度比450百万円の増(7%増)となっている。これは、現金及び預金の715百万円の増加が主な要因となっている。

電源利用勘定の総資産は、462,138百万円と、前年度比25,895百万円の減(5%減)となっている。これは、機械・装置の15,491百万円の減少、建物の4,274百万円の減少が主な要因となっている。

- ・「原子力システム研究開発」セグメントの総資産は、414,145百万円と、前年度比15,418百万円の減(4%減)となっている。これは、機械・装置の15,092百万円の減少が主な要因となっている。
- ・「安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤」セグメントの総資産は、3,859百万円と、前年度比947百万円の減(20%減)となっている。これは、現金及び預金の542百万円の減少が主な要因となっている。
- ・「自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分」セグメントの総資産は、21,614百万円と、前年度比5,331百万円の減(20%減)となっている。これは、現金及び預金の4,258百万円の減少が主な要因となっている。
- ・「国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動」セグメントの総資産は、17,349百万円と、前年度比1,539百万円の減(8%減)となっている。これは、現金及び預金の1,416百万円の減少が主な要因となっている。
- ・「法人共通」セグメントの総資産は、5,171百万円と、前年度比2,660百万円の減(34%減)となっている。これは、現金及び預金の2,104百万円の減少が主な要因となっている。

表 総資産の経年比較(区分経理によるセグメント情報) (単位:百万円)

区分	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
一般勘定	272,519	269,765	269,904	271,384	269,931
原子力システム研究開発	44,872	43,022	43,578	47,993	52,302
量子ビーム利用研究開発	79,652	106,871	110,875	104,130	100,124
安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤	68,708	54,830	52,423	53,754	54,119
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	40,138	46,053	45,288	45,553	43,120
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	19,999	14,298	13,677	13,444	13,304
法人共通	19,149	4,690	4,064	6,511	6,962
電源利用勘定	560,261	520,219	506,350	488,033	462,138
原子力システム研究開発	393,083	461,923	447,906	429,563	414,145
安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤	6,741	4,904	4,359	4,805	3,859
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	122,544	27,654	25,586	26,945	21,614
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	21,484	19,184	21,892	18,888	17,349
法人共通	16,409	6,553	6,607	7,831	5,171
埋設処分業務勘定	-	-	-	-	8,660
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	-	-	-	-	8,660
合計	832,506	789,678	775,949	759,111	740,730
原子力システム研究開発	437,955	504,946	491,483	477,556	466,447
量子ビーム利用研究開発	79,652	106,871	110,875	104,130	100,124
安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤	75,449	59,735	56,782	58,559	57,978
自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分	162,682	73,707	70,874	72,498	73,394
国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動	41,483	33,481	35,569	32,332	30,654
法人共通	35,284	10,938	10,366	14,037	12,133

(注)平成17年度決算額は、当機構設立の平成17年10月1日以降分である。

④ 目的積立金の申請、取崩内容等

平成21年度決算において、一般勘定で2,257百万円、電源利用勘定で2,438百万円の当期総利益が計上されているが、これは、収入支出決算上の支出と財務決算上の費用の計上期のズレにより生じていた運営費交付金債務残を中期目標期間最終年度の処理として、独立行政法人会計基準第81に基づき、全額収益に振り替えたこと等によるものである。当該利益は現金を伴うものではないため、目的積立金の申請はできない。

また、埋設処分業務勘定においては、8,641百万円の当期総利益が生じているが、これは、機構法第21条に基づき、翌事業年度以降の埋設処分業務等の財源に充てなければならないものであり、目的積立金としての申請は必要ない。

⑤ 行政サービス実施コスト計算書の経年比較・分析

平成21年度の行政サービス実施コストは227,424百万円と、前年度比2,970百万円減(1%減)と、ほぼ前年度と同額となっている。

表 行政サービス実施コストの経年比較 (単位:百万円)

区分	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
業務費用	71,613	141,701	144,558	155,160	159,692
うち損益計算書上の費用	84,875	160,112	168,393	180,214	181,826
うち自己収入	△ 13,261	△ 18,411	△ 23,836	△ 25,053	△ 22,134
損益外減価償却相当額	36,974	78,537	68,957	55,096	47,988
損益外減損損失相当額	-	18,792	342	452	189
引当外賞与見積額	-	-	△ 131	△ 366	△ 436
引当外退職給付増加見積額	△ 1,081	801	△ 6,109	9,882	9,997
機会費用	6,902	13,193	10,222	10,223	10,049
(控除) 法人税等及び国庫納付金	△ 95	△ 59	△ 56	△ 54	△ 54
行政サービス実施コスト	114,314	252,966	217,783	230,394	227,424

(注)平成17年度決算額は、当機構設立の平成17年10月1日以降分である。

(2) 施設等投資の状況

① 当事業年度中に完成した主要施設等

・幌延の国際交流施設

(取得原価 422百万円)

② 当事業年度において継続中の主要施設等の新設・拡充

- ・高速増殖原型炉「もんじゅ」の改造
- ・「材料試験炉(JMTR)」施設の更新
- ・大洗固体廃棄物減容処理施設の建設
- ・日欧の国際協力で推進する幅広いアプローチ(BA)協定に基づくBA活動の関連施設の建設、部品調達を推進

③ 当事業年度中に処分した主要施設等

該当無し

(3) 予算・決算の概況

(単位:百万円)

区分	平成 17 年度 * 11		平成 18 年度		平成 19 年度		平成 20 年度		平成 21 年度		
	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	予算	決算	差額理由
収入											
運営費交付金	76,747	76,747	161,838	161,838	163,224	163,224	168,697	168,697	169,111	169,111	
施設整備費補助金	6,350	6,003	26,588	26,854	23,431	23,373	12,827	15,356	10,388	10,001	* 1
特定先端大型研究施設 整備費補助金	—	—	—	—	—	—	—	—	2,540	682	* 2
国際熱核融合実験炉 研究開発費補助金	—	—	1,241	1,241	3,072	3,072	4,611	4,285	8,669	6,840	* 2
その他の補助金	—	—	—	—	—	—	—	—	0	384	* 3
受託等収入	7,367	12,551	6,983	14,568	2,397	16,846	1,164	17,509	1,137	19,441	* 4
その他の収入	4,366	4,756	3,744	3,643	2,906	3,627	2,554	2,503	2,384	2,906	* 5
廃棄物処理処分負担金	—	—	—	—	11,000	9,420	10,000	9,422	10,000	9,458	* 6
【前年度からの繰越】埋設 処理事業費	—	—	—	—	—	—	—	—	3,915	—	
【前年度からの繰越】その 他の収入	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	
計	94,831	100,057	200,394	208,145	206,031	219,563	199,852	217,772	208,153	218,823	
支出											
一般管理費	8,265	8,262	19,755	19,076	19,204	18,300	18,148	17,312	17,406	16,670	* 7
事業費	69,857	77,292	144,604	141,389	151,807	146,978	158,957	160,717	162,930	172,165	* 8
うち、埋設処分積立金繰越	—	—	—	—	—	—	—	—	8,741	8,641	
施設整備費補助金経費	9,340	11,533	27,811	28,149	23,431	23,197	12,827	15,219	10,400	9,917	* 1
特定先端大型研究施設 整備費補助金経費	—	—	—	—	—	—	—	—	2,540	572	* 2
国際熱核融合実験炉 研究開発費補助金経費	—	—	1,241	1,239	3,072	3,072	4,611	4,245	8,669	6,685	* 2
その他の補助金経費	—	—	—	—	—	—	—	—	0	375	* 3
受託等経費	7,367	13,759	6,983	14,463	2,397	16,778	1,164	17,589	1,137	18,916	* 4
廃棄物処理処分負担金 繰越	—	—	—	—	6,120	5,052	4,146	3,997	5,038	4,586	* 9
廃棄物処理事業経費繰越	—	—	—	—	—	—	—	—	33	118	* 10
計	94,831	110,845	200,394	204,316	206,031	213,377	199,852	219,078	208,153	230,003	

- * 1 差額の主因は、次年度への補助事業の繰越等による減
- * 2 差額の主因は、次年度への補助事業の繰越による減
- * 3 差額の主因は、科学技術総合推進費補助事業等による増
- * 4 差額の主因は、受託事業等による増
- * 5 差額の主因は、事業外収入等による増
- * 6 差額の主因は、電気事業者との契約による減
- * 7 差額の主因は、経費節減等による減
- * 8 差額の主因は、前年度からの繰越による増
- * 9 差額の主因は、廃棄物処理処分負担金の減
- * 10 差額の主因は、廃棄物処理事業収入の増
- * 11 平成17年度予算額・決算額は、当機構設立の平成17年10月1日以降分である。

(4) 経費削減及び効率化目標との関係

当法人においては、機構の行う業務について既存事業の効率化を進め、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 16 年度に比べ約 26.4%削減(目標値 15%)した。その他の事業費(放射性廃棄物の埋設処分、J-PARC 運転維持費、TRU 廃棄物地層処分費用拠出金、材料試験炉(JMTR)の改修、核物質防護強化対策、高速増殖炉サイクル実用化研究開発、新耐震基準に基づく耐震強化対策の新規・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費を除く。)についても効率化を進め、平成 20 年度に対し約 1.0%削減(目標値 1%以上)した。また、新規・拡充事業及び外部資金で実施する事業についても、J-PARC 運転委託業務に関する契約方法の工夫(高エネルギー加速器研究開発機構も交えた3者契約)などの効率化を図った。

事務に係る業務効率化を総合的に推進するため、昨年度に引き続き、平成 21 年度業務効率化推進計画を策定した。同計画に基づき、平成 21 年 11 月に中間評価、平成 22 年 3 月に年度評価を実施して計画の進捗を確認するとともに、良好事例や検討が必要な項目の抽出等の取組に対する評価を行った。その結果、各部署における取組計画36件中、33件が達成であり、総じて計画どおり進展しているものと評価された。また、年度評価内容を踏まえ、平成 22 年 3 月に、平成 22 年度業務効率化推進計画を策定した。以下に個々の取組計画の主な事例を示す。

- ① 「コピー機使用料金の削減」は、コスト意識の徹底等を目標とし、目標(対前年度比-5%)を上回る-8.9%を達成した。
- ② 東海研究開発センターにおいて、焼却炉の統合による運転経費等の削減を図った。

各取組計画では、政府の行政効率化推進計画への対応も実施し、公共調達の効率化、公共事業のコスト縮減等において、目標を達成した。また、次年度も同計画に対応した項目について効率化を進めることとしている。

平成 21 年度までの一般管理費及び事業費の削減状況は以下のとおりである。

(単位:百万円)

区分	平成 16 年度		当中期目標期間									
	金額	比率	平成 17 年度		平成 18 年度		平成 19 年度		平成 20 年度		平成 21 年度	
			金額	比率	金額	比率	金額	比率	金額	比率	金額	比率
一般管理費	11,908	100%	11,079	93%	10,530	88%	10,003	84%	9,195	77%	8,761	74%
事業費	152,289	100%	145,057	95%	142,877	94%	135,681	89%	130,691	86%	129,353	85%

(注1)一般管理費は公租公課を除く。

(注2)事業費は外部資金によるものを除く。また、平成 21 年度においては放射性廃棄物の埋設処分等の新規・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費を除く。

5. 事業の説明

(1) 財源構造

当機構の経常収益は193,909百万円で、その内訳は、運営費交付金収益159,084百万円(収益の82%)、政府受託研究収入11,321百万円(収益の6%)、その他民間受託研究収入等23,504百万円(収益の12%)となっている。これを事業別に区分すると、以下ようになる。

- 1) 高速増殖原型炉「もんじゅ」研究開発事業では、運営費交付金収益22,902百万円(経常収益の12%)等
- 2) 高レベル放射性廃棄物処理処分研究開発事業では、運営費交付金収益5,256百万円(経常収益の3%)、政府受託研究収入1,167百万円(経常収益の1%)等
- 3) 核融合研究開発事業では、運営費交付金収益7,782百万円(経常収益の4%)、政府受託研究収入17百万円(経常収益の0.01%)等
- 4) もんじゅを除く高速増殖炉サイクル及びその他の原子力システム研究開発事業では、運営費交付金収益34,107百万円(経常収益の18%)、政府受託研究収入7,417百万円(経常収益の4%)等
- 5) 大強度陽子加速器(J-PARC)計画事業では、運営費交付金収益5,918百万円(経常収益の3%)、政府受託研究収入81百万円(事業収益の0.04%)等
- 6) その他の量子ビーム利用研究開発事業では、運営費交付金収益7,914百万円(経常収益の4%)、政府受託研究収入279百万円(事業収益の0.1%)等
- 7) 安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤事業では、運営費交付金収益16,286百万円(経常収益の8%)、政府受託研究収入1,880百万円(経常収益の1%)等、
- 8) 自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分事業では、運営費交付金収益30,583百万円(経常収益の16%)、政府受託研究収入127百万円(事業収益の0.07%)等
- 9) 国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動事業では、運営費交付金収益17,663百万円(経常収益の9%)、政府受託研究収入353百万円(経常収益の0.2%)等
- 10) 法人共通事業では、運営費交付金収益10,672百万円(経常収益の6%)等となって

いる。

(2) 財務データ及び業務実績報告書と関連付けた事業説明

① 高速増殖原型炉「もんじゅ」研究開発事業

本事業の目的は、高速増殖原型炉「もんじゅ」を高速増殖炉サイクル技術の研究開発の場の中核として、運転開始後10年間で発電プラントとしての信頼性の実証を行い、運転経験を通じたナトリウム取扱技術を確立することである。そのため、漏えい対策等の改造工事及び長期停止機器等の点検・整備を行い、その後、燃料交換を経て性能試験を再開し、100%出力運転に向けて出力段階に応じた性能確認を進める。さらに、高速増殖炉の設計及び運転保守管理技術の高度化のため、起動・停止を含めた運転・保守データを取得し、プラントの熱過渡余裕等の設計裕度の検証や、運転信頼性の向上及びナトリウム取扱技術の確立を進める。

本事業に要した費用は、24,294百万円(うち、業務費24,267百万円)であり、その財源として計上した収益は、ほとんどが運営交付金収益(22,902百万円)である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) プラント確認試験

- プラント確認試験については、燃料交換を含めて全141項目を平成21年5月に計画したとおり平成21年8月に完了した。この過程においては、平成20年3月と9月に発生したナトリウム漏えい検出器の不具合への対応や平成20年9月に確認された屋外排気ダクトの腐食孔の補修工事も確実かつ着実に実施した。

国の審議を受けて策定した「長期停止プラント(高速増殖原型炉もんじゅ)の設備健全性確認計画書」に従い、プラント運転状態を考慮してこれまで確実かつ計画的に点検・整備を行い、国による保安検査等を通じ実施状況の確認が行われた。

また、旧科学技術庁が取りまとめた「動力炉・核燃料開発事業団高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検結果について」(平成10年3月30日)において指摘された事項に関して機構が実施した内容について、「高速増殖原型炉もんじゅ安全性確認報告(高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について(第5回報告))」(平成21年11月9日)として取りまとめて保安院に報告し、同院におけるもんじゅ安全性確認検討会での審議等を経て、平成22年2月、「高速増殖原型炉もんじゅ安全性確認報告(高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る対処及び報告について(第4回報告))」(平成19年10月12日)の報告内容とともに同院から「原子力機構は、試運転再開に当たって、安全確保を十分行い得る体制となっていると評価する」との確認を受け、さらに、それらの確認の結果について同院から報告を受けた原子力安全委員会に了承された。

これらの背景には、「行動計画」に基づいてハード及びソフトの両面で総力を挙げ改善活動に取り組み、その改善活動について平成21年10月の臨時マネジメントレビューにより確認したことがある。

ソフト面での改善例としては、組織改正がある。平成 21 年 2 月に施行した高速増殖炉研究開発センターの抜本的な組織改正においては、従前の「もんじゅ開発部長」に責任と権限が集中していた 1 部(4 課)体制を 3 部(9 課)2 室体制に改めることにより、部長・課長の所掌範囲を適正化するとともに所長に代わって 3 部の間の調整を行う運営管理室・安全品質管理室を設置した。また、平成 20 年 9 月に敦賀本部経営企画部に設置した「もんじゅ総括調整グループ」が、「行動計画」の実施状況をフォローし続けたとともに、現場の状況を的確に把握して「もんじゅ特別チーム」会合等を通じて経営層に適切な情報を適時に提供した。さらに、経営層も、平成 20 年 7 月の「行動計画」の提出にあたって『「もんじゅ」プロジェクトを当機構の経営企画部の最重要課題と位置付け、人員の強化等、経営資源の「もんじゅ」への重点化を図る』としたことを明確に実施するとともに、高速増殖炉研究開発センター職員との意見交換の実施や高速増殖炉研究開発センター管理職による朝会(MM)への出席等によって現場の状況を直接把握・確認することに努めた。例えば、人員の強化については、経営層が中心となり、他職場からの短期的な増援はもちろん、敦賀本部内に「事故・トラブル時の即応支援体制」を構築してあらかじめ登録された他職場の職員に対してもんじゅの管理区域に入域するための教育や手続等を行っておくことによって延べ 4 名の即応支援を実施したとともに、電気事業者からの運転支援要員の増員に関する協議を進めている。このように現場と経営が一体となった取組の結果、平成 21 年 8 月に実施した高速増殖炉研究開発センターの技術系職員への職場の風土に関するアンケート調査においては、平成 20 年 11 月～12 月に実施したアンケート調査に比べ、10 項目のうち、「意思疎通」に特に大きな向上が見られ、「組織の安全姿勢」、「精神衛生」、「会合満足」、「仲間意識」、「モラル」、「安全配慮行動」、「安全の職場内啓発」、「直属上司の姿勢」の項目について有意な向上が見られた。なお、同時に行った原子炉廃止措置研究開発センター(ふげん)の技術系職員のアンケート調査においては、高速増殖炉研究開発センターに比べて高い評定となっているが、平成 20 年度に比べて有意な向上が見られた項目は、「意思疎通」と「会合満足」となっていることから、高速増殖炉研究開発センターにおいても原子炉廃止措置研究開発センターに劣らない職場風土が醸成されつつあると考えられる。

また、運営管理室が運営する現地マスター工程検討会において、高速増殖炉研究開発センターとして確実に達成できる現地マスター工程を策定し、これが自らの自らによる自らのための工程との認識を浸透させ、運営管理室が中心となってトラブルの芽を摘んで未然に防止することによって工程遅延の回避に努めた。

さらに、安全品質管理室を中心に、これまでは不適合として取り上げてこなかった小さな事項についても不適合として取り上げて管理する意識の高揚を図り、毎朝の不適合管理委員会において報告を行い、月間不適合管理委員会において対応状況のフォローを行った。このような不適合への対応実績の積み上げは、もんじゅの工程管理に役立ったことはもちろん、高速増殖原型炉の実用化に向けた次の段階に対しても重要な技術継承となると考えられる。

以上のとおり、「行動計画」の実施等による改善活動の結果、「もんじゅ特別チーム」

会合等を通じて経営層から現場までが一体となり、「もんじゅ」に関する課題を共有して対策を検討・実施・フォローするとの PDCA サイクルを推進する体制が構築されつつある。今後は、課題情報を共有して早期に対応するために整備したシステムを活用・充実しつつ、高速増殖炉研究開発センター・敦賀本部・本部のそれぞれにおける課題の早期発見に努め、一層の早期対応に取り組んでいく必要があると認識している。また、平成 21 年 1 月に適用が義務化された保全プログラムに基づく保守管理を確実に継続し、特に、40%出力プラント確認試験における発電試験のために必要な水・蒸気系やタービンの健全性確認に注力していく。そのため、平成 21 年度においても、これらを含む点検作業に関し、課題の検討等の準備を進めた。

(ii) 性能試験前準備

- 性能試験の第1段階である炉心確認試験に向けた燃料交換については、十分な事前準備(体制整備、計画策定)を行うとともに慎重に作業を実施することにより、平成21年7月に平成6年以来の大規模な燃料交換作業を完遂し、燃料交換後の炉心燃料が健全であることを確認した。

- ナトリウム漏えい対策等の改造工事による設備改造等を踏まえ、ナトリウム漏えい事故以前の性能試験計画の見直しを進めた。また、平成21年度、日本原子力学会に「もんじゅ」研究利用特別専門委員会を設置頂き、幅広い研究協力の可能性についても検討頂いた結果を引き継ぎ、新たに機構内に設置した「もんじゅ研究利用専門委員会」で、学会提案の試験の実施等により、高速増殖炉実用化に向けた貴重なデータを効果的に取得できるよう、外部研究機関からの試験参画方法などの検討を進めた。さらに、日仏二国間協力協定に基づく「もんじゅ-常陽-フェニックス」運転経験協力において、仏国から出された「もんじゅ」性能試験への具体的な試験提案について専門家間での意見交換・検討を踏まえ、その結果を性能試験計画に反映した。

このようにして性能試験の基本的な考え方・試験項目・試験工程・試験体制等を定めた性能試験基本計画書に基づき、炉心確認試験における20項目の試験のそれぞれについて試験計画書及び試験要領書を作成し、これらを取りまとめて平成 22 年 2 月 23 日に「高速増殖原型炉もんじゅ性能試験(炉心確認試験)計画書」として公表した。また、性能試験基本計画書に基づき、第 2 期中期計画におけるもんじゅのスケジュールについて「炉心確認試験(平成 22 年度(2010 年度)実施)、40%出力プラント確認試験(平成 23 年度(2011 年度)実施)及び出力上昇試験(平成 24 年度(2012 年度)頃実施)」とのスケジュールを示した上で「平成 24 年度(2012 年度)頃に本格運転を開始することを目指す」とした。また、第 2 期中期計画においては、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、ともした。

○ 格納容器漏えい率試験を平成21年12月に完了し、さらに、原子炉起動前の点検として約120系統の弁、電源、スイッチ等の起動前状態を確認し、平成22年1月には原子炉を起動できる状態であることを確認した。

○ 耐震安全性評価結果に対する国の審査対応として、保安院の「地震・津波ワーキンググループ」及び「地質・地盤ワーキンググループ」による「合同ワーキンググループ」並びに「構造ワーキンググループ」やそれらのサブワーキンググループにおける審議に対応しつつ、平成22年3月、同院に『「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書改訂(補正)』を提出し、同院から基準地震動、施設の耐震安全性評価、原子炉建物基礎地盤の安定性評価及び地震随件事象の評価が妥当であるとの報告を受けた原子力安全委員会に了承された。この間、経営層が率先してもんじゅと同じ地域に原子力発電所を有する電気事業者等との調整を図ったことにより、これらから極めて大きな協力を受けることができた。

なお、これらの耐震安全性評価結果に対する国の審査は、平成18年4月に原子力安全委員会が「発電用原子炉施設の耐震設計審査指針」の改訂原案を取りまとめたことを受けて平成18年5月に同院が「既に稼働中又は建設中の発電用原子炉施設の耐震安全性は確保されているものと考えています。」とした上で「新耐震指針に照らして耐震安全性を評価することにより耐震安全性の信頼性の一層の向上を図っていくことが重要である」と考えて求め、中期計画の『高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発』の部分について平成19年3月に変更認可を受けた後、平成19年7月に発生した新潟県中越沖地震を踏まえ、確実に、しかし可能な限り早急に完了できるよう、実施計画の見直しが求められたものであり、また、平成19年12月に同院が取りまとめた「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震バックチェックに反映すべき事項の中間とりまとめについて」を反映するよう求められたものである。機構は、このような経緯を踏まえつつ、建設中のもんじゅの性能試験再開については地元の理解を得て進めていくとの基本的な方針を遵守し、国の審査対応を真摯に、かつ、迅速・的確に行ってきた。

○ 耐震安全性裕度向上対策に係る設計検討、並びに耐震安全性向上策として排気筒の裕度向上工事、取水口ポンプ室津波対策、代替水源の設置等を実施し、耐震安全性に関し十分余裕を与え、安心感を高めることができた。

○ 以上のとおり、性能試験については、燃料交換、試験要領書の作成、起動前準備・点検、耐震安全性評価、耐震安全性裕度向上対策等を迅速・的確に行って機構内における性能試験再開の準備を整えた。その上で、前述のとおり平成22年2月22日に原子力安全委員会において「高速増殖原型炉もんじゅ安全性総点検に係る確認について」が了承された翌日の同月23日、福井県及び敦賀市に性能試験再開の協議願いを提出した。

なお、平成22年度になり、平成22年4月28日に福井県及び敦賀市から性能試験

再開のご了承をいただき、保安院の立入検査を受検した後、同年5月6日に性能試験を再開し、同月8日に臨界に到達した。

(iii) 発電プラントの信頼性実証及びナトリウム取扱技術の確立

- 「もんじゅ」から得られるプラントの運転信頼性や保全技術向上の課題解決及びナトリウム取扱技術の高度化等を目指す研究開発を行うとともに高速増殖炉を中心とした国際的研究開発拠点を形成するため、平成21年4月1日に「FBRプラント工学研究センター」を設置し、体制を整備した。

また、プラントの実際の環境を模擬した高温液体ナトリウム環境下の材料試験等のナトリウム取扱技術の高度化等の研究開発を行うために同センターに整備する「プラント実環境研究施設(仮称)」については、基本設計を実施して機器仕様・配置についてとりまとめ、次年度から実施する設備、建屋の詳細設計の準備を完了した。

- 発電プラントとしての信頼性の実証等を目指し、性能試験結果等の原型炉データに基づく高速増殖炉技術の総合評価(原型炉技術評価)の準備のため、前回の性能試験結果のデータベースに基づいて原型炉としての予備的な技術評価を進めている。
- ナトリウム取扱技術の確立に向けた研究開発については、ナトリウム純度管理技術高度化の検討として「もんじゅ」性能試験におけるナトリウム中の放射性腐食生成物(CP)の挙動に関する予備解析を実施し、また、供用期間中検査(ISI)の準備として原子炉容器廻り検査装置への体積検査機能を搭載してモックアップでの機能試験を進めている。
- 国際的な高速増殖炉サイクル技術開発の中核に向けた取組については、「第四世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)」のナトリウム冷却高速炉システムに関する研究プロジェクトとして、機構の主導によって平成19年9月に日仏米三国によるプロジェクト取決めを締結した『「もんじゅ」を利用したマイナーアクチニド含有燃料の燃焼実証試験計画』について、マイナーアクチニド含有燃料の物性測定や「常陽」で実施された短時間照射燃料の照射後試験等を推進中である。また、「常陽」や「もんじゅ」の現状等を踏まえ、現行のプロジェクト取決めを見直す方向で三国間にて調整している。
- 「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づく研究開発課題評価を行うため、機構の外部評価委員会として設置している「次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発・評価委員会」に、平成20年11月、「高速増殖原型炉「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」に関する事前評価を諮問し、平成21年11月5日に以下の答申(概要)を受けた。
 - ・ マネジメントについては、2015年までの原子力機構における研究開発体制等の枠組み及び運用方法は準備されていると評価する。

- ・プロジェクトについては、性能試験項目とその結果得られる情報の活用を含めた 2015 年までの研究開発計画の内容として必要な重要技術事項が包含され、さらに、長期に亘る研究開発を 5 年程度で区切りその都度チェックをしていく進め方を採用しており、技術的に十分検討された研究開発計画であると評価する。
- ・ただし、いずれについても、いくつかの留意点を指摘し、研究開発が一層効果的に実施され、より良い研究開発成果が生み出されることを期待することとした。
- ・ここで示された点は、機構の措置として、具体的なアクションプランを定め、PDCA の一環として担当者と実施期限を決めて対応している。

以上の答申結果を、平成 21 年 12 月 8 日にプレス公表するとともに、同月 15 日に原子力委員会定例会へ報告を行った。

(iv) その他

- 機構は、もんじゅの性能試験再開については地元の理解を得て進めていくとの基本的な方針を遵守し、理解促進活動と福井県が進めるエネルギー研究開発拠点化計画への貢献を中心とする地域共生活動を実施してきた。

- 平成 21 年度の理解促進活動は、もんじゅの性能試験再開の時期を見据えながら、双方向のコミュニケーションとマスメディアへの対応を中心に展開した。

双方向のコミュニケーションにおいては、住民説明会と出前説明会「さいくるミーティング」に注力し、平成 21 年 10 月から平成 22 年 1 月に福井県内の 9 市町で 10 回開催した住民説明会において合計約 1,340 人の参加者に対して、平成 21 年度を通じて 226 回開催した「さいくるミーティング」において 4,371 人の参加者に対して、もんじゅの意義や必要性等を説明して質疑を受けた。これらの説明会等において自分たちで作成した資料で参加者に分かりやすい説明を実施した敦賀本部の女性職員による広報チーム「あっぷる」は、平成 21 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰において原子力の理解増進により「科学技術賞」を受賞した。また、福井市・敦賀市・美浜町における「友の会」や福井市・敦賀市における「懇話会」については、上期と下期に各 1 回の合計 10 回を開催し、その時点でのもんじゅの状況を紹介した上で双方向の意見交換に努めた。もんじゅ見学会については、9 月に開催した公募型見学会の他、97 回の受入れを行った。展示施設においては、敦賀市街地にあつて多くの来館者に原子力をはじめとするエネルギー問題や一般的な科学技術に触れていただく機会を提供する「アクアトム」に 85,120 人の来館者を、また、もんじゅの近傍にあつてもんじゅ来訪者に対応する「エムシースクエア」に 13,146 人の来館者を迎え、これらの来館者数は、平成 19 年度に策定したアクションプランに規定した数を上回った。

また、マスメディアへの対応として、毎週金曜日の定期プレス発表を 49 回、もんじゅの各種報告書の提出等の状況に合わせた不定期のプレス発表を 43 回行ったとともに、現場公開や説明会を 27 回開催し、報道関係者の取材・見学を 50 回受けた。

さらに、広報活動として、福井県内のテレビ局における毎週 2 回のテレビ CM の放映、

同ラジオ局における毎週 3 回のラジオ CM を継続した上で平成 22 年 1 月～3 月においては特別番組を毎週 3 回追加して実施し、福井県内の新聞において 5 段広告を平成 21 年 8 月と平成 22 年 1 月・2 月・3 月の 4 回、半 3 段の説明文を平成 21 年 11 月・12 月と平成 22 年 1 月・2 月・3 月の 5 回それぞれ掲載し、年間 4 回の定期広報誌「つるがの四季」の発行、年間 7 回のメールマガジンの発信、年間 7 回の「敦賀本部からのお知らせ」の発行・配布を行った。

- 平成21年度の地域共生活動は、平成20年11月に開催された福井県の「エネルギー研究開発拠点化推進会議」において策定された「エネルギー研究開発拠点化計画推進方針〈平成21年度〉」において新たに表明したFBRプラント工学研究センターとプラント技術産学共同センター(仮称)の整備を着実に進めることを中心に展開した。

この計画において表明したとおり、平成 21 年 4 月にFBRプラント工学研究センターの組織を創設し、平成 24 年度目途に運用開始することを目指したプラント実環境研究施設(仮称)の概念設計を実施したことは、上記「③発電プラントの信頼性実証及びナトリウム取扱技術の確立」で記載したとおりであり、平成 24 年度目途に運用開始するプラント技術産学共同センター(仮称)の配置設計を実施し、平成 21 年 9 月には平成 24 年度目途に同センターに移転するレーザー共同研究所を敦賀本部事務所内に開設した。

また、エネルギー研究開発拠点化計画の関係では、これらの他、平成 21 年 4 月に設置された福井大学附属国際原子力工学研究所等との間での客員教授等の派遣・共同研究の実施・インターンシップの受入れ、関西電力(株)との協力による高経年化研究のためのふげん内のホットラボの整備、敦賀原子力夏の大学の開催、小学校・中学校・高校の理科教育支援のためのアクアトムにおける「科学塾」等の開催、文部科学省から受託した国際原子力安全交流対策(講師育成)事業「原子炉プラント安全コース」の実施、もんじゅを中心とした国際的な活動を推進するための国際原子力機関(IAEA)の高速炉システム国際会議(FR09)の敦賀セッションの誘致・開催等を滞りなく実施した。

さらに、福井県内の企業等に対し、県内企業との 3 件の成果展開事業、鯖江商工会議所の窓口システム新設による技術相談システムの充実を含む技術相談、技術交流会・オープンセミナーの開催や企業訪問等による技術交流、福井県等での産業フェア等への出展、文部科学省の提供による福井県のテレビ局における番組「未来を拓く鍵」への映像提供・出演等の取材協力等も実施した。

② 高レベル放射性廃棄物処理処分研究開発事業

本事業の目的は、高レベル放射性廃棄物の処分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を知識基盤として整備していくことである。この中で、機構は、我が国における地層処分技術に関する研究開発の中核的役割を担い、「地層処分研究開発」と「深地層の科学的研究」の二つの領域を設け、他の研究開発機関と連携して研究開発を進め、その成果を地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える「知識ベース」として体系化する。

本事業に要した費用は、6,717百万円(うち、業務費5,535百万円、受託費1,174百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(5,256百万円)、政府受託研究収入(1,167百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 地層処分研究開発

a) 設計・安全評価の信頼性向上

- 地層処分基盤研究施設での工学試験や地層処分放射化学研究施設での放射性核種を用いた試験等を実施して、人工バリア等の長期挙動や核種の溶解・移行等に関するモデルの高度化、基礎データの拡充を進め、地層処分の事業や安全規制に必要な設計・安全評価用のデータベース・ツールの開発、公開・更新を行った。平成21年度は、オーバーバック・データベースを作成するとともに、緩衝材の基本特性データを取得するための標準的な試験方法を検討し公開技術資料として整理した。また、人工バリアの現象論的収着・拡散モデルに適用する基本定数データベース・解析ツールを開発するとともに、核種移行／微生物特性の標準的測定方法を検討して、論文や国際学会等で報告した。

- 深地層の研究施設等で得られた実際の地質環境データを活用して、現実的な処分概念を踏まえた総合的な性能評価手法の検討を進め、公開技術資料として取りまとめた。また、幌延深地層研究所において、世界で初めて低アルカリ性セメントを用いたコンクリートによる地下施設の本格的な吹き付け施工に成功するとともに、実際の地質環境データを活用して人工バリア周辺の熱－水－応力－化学連成挙動を評価するための解析手法の整備を行った。なお、幌延深地層研究所では、資源エネルギー庁が平成20年度から進めている地層処分実規模設備整備事業に協力して、事業実施機関との間で人工バリアの工学技術に関する共同研究を行った。

b) 知識ベースの開発

- 長期にわたる地層処分事業及び国の安全規制を支援していくため、研究開発の成果を体系化し知識基盤として適切に管理・継承していくことを目的として、計算機支援システムを活用した総合的な知識ベースの開発を進めた。平成21年度は、平成20年度に試作した知識管理システムの全体管理機能を利用しつつ、地層処分の安全性に関する

る論証構造モデルと知識ベースを整備した。また、公開での意見交換会や関係機関からの意見聴取を踏まえて、原子力発電環境整備機構(NUMO)のシステムとの互換性等にも配慮しつつ、ユーザー支援機能の拡張や利用環境の整備を図った。平成21年度末に、ウェブ上に展開する成果取りまとめ報告書(CoolRep)と併せて、知識管理システム(KMS)のプロトタイプを公開し、NUMOや規制関連機関等の試用に供した。このような試みに対して関係者からは、一般国民へのPAツールとしての活用などを含めて、高い関心と評価が寄せられている。

- 理解促進のための取組については、最終処分の基本方針(平成20年4月改定)により、関係研究機関の役割として「最終処分の安全性・信頼性についての分かりやすい情報発信と研究施設や研究開発内容の積極的な公開等を通じた国民との相互理解促進への貢献」が求められていることを踏まえて、学会発表や技術資料の発行等を通じた成果普及に努める一方で、資源エネルギー庁やNUMOとも協力しつつ、研究施設の公開や研究開発内容に関する情報発信等を行った。

平成 21 年度の主な実績として、研究施設への見学者受入れ(瑞浪超深地層研究所:3,701名、幌延深地層研究所:1,676名、地層処分基盤研究施設/地層処分放射化学研究施設:1,192名)、公開での報告会・情報交換会(4回:約500名)、学生・一般向けのセミナー(18回:約900名)、周辺市民への広報誌の配布(瑞浪超深地層研究所:12回:約6,000部、幌延深地層研究所:3回:約600部)、ホームページ(アクセス数 地層処分研究開発部門:93万件、東濃地科学センター:472万件、幌延深地層研究センター:194万件)やマスメディアを通じた情報発信等を行った。また、平成19年に開館した幌延深地層研究所のPR施設「ゆめ地創館」では、11,085名の入場者を得た。なお、研究施設への見学者を対象としたアンケート調査等によれば、実際に地下を体験することにより、予想以上に勉強になり理解が深まったとの意見や地層処分に対する安心感が高まったとの感想が寄せられている。

また、平成20年度から資源エネルギー庁の理解促進事業として開始された地層処分実規模設備整備事業について、幌延を実施場所として協力を継続するとともに、資源エネルギー庁の地層処分説明会「全国エネキャラバン」に専門家を派遣するなど、処分事業の推進を目指した資源エネルギー庁の活動を支援した。

- NUMOとの協力協定に基づき、研究者の派遣(現在5名、延べ16名)を継続するとともに、技術情報の提供や情報交換会等を通じて、地層処分の事業を技術的に支援した。また、NUMOの2010年技術レポートの策定に向けて、ワーキンググループへの参加を通じた技術支援を行った。
- 原子力安全委員会への技術情報の提供や委員としての参加等を通じて、国の安全規制に関する審議を技術的に支援した。また、原子力安全基盤機構及び産業技術総合研究所(深部地質環境研究コア)との間で締結した3機関による協力協定に基づき、安

全規制の技術基盤の整備を目指して、幌延深地層研究所における安全評価手法の適用性に関する共同研究を継続するとともに、瑞浪超深地層研究所において、深部地質環境における水-岩石-微生物相互作用に関する共同研究を開始した。

- 資源エネルギー庁が主導する地層処分基盤研究開発調整会議において、NUMO及び規制関連機関の動向やニーズを踏まえて策定した「高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画」(以下、全体計画)に基づき、原子力環境整備促進・資金管理センター、電力中央研究所、産業技術総合研究所、放射線医学総合研究所等との間で、オーバーパックの溶接技術、沿岸域の地質環境調査技術、生物圏評価等に関する共同研究や情報交換を進めた。また、基盤研究開発の進捗状況及び最終処分に関する基本方針と計画の改定(平成20年4月)等を踏まえて、PDCAサイクルに基づく全体計画の見直しを行い、平成20年度版全体計画(平成21年7月)を策定した。
- 国内関係機関との研究協力に加えて、米国、フランス、スウェーデン、スイス、韓国、フィンランド、英国、ベルギーとの二機関協定等に基づき、放射性物質を用いた原位置試験や人工バリアの実証試験等に関する共同研究を進めるとともに、経済協力開発機構・原子力機関(OECD/NEA)の国際データベースプロジェクト等に引き続き参加した。
- 大学や民間企業との共同研究や委託研究等を通じて、地球科学、材料工学、物質化学、知識工学等の幅広い分野にわたる最先端技術の活用を図るとともに、原子力教育大学連携ネットワークや東京大学専門職大学院及び高校生を対象としたセミナー活動等を通じて、次世代を担う研究者・技術者の育成に努めた。
- 「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地層処分研究開発・評価委員会や研究開発分野ごとに設置している3つの検討委員会(地層処分研究開発検討委員会、深地層の研究施設計画検討委員会、地質環境の長期安定性研究検討委員会)において、大学等の専門家や外部有識者に研究開発の計画や実績を報告し、技術的な課題に対する助言を得ながら研究開発を進めた。

(ii) 深地層の科学的研究

a) 深地層の研究施設における地質環境調査技術の整備

- 瑞浪超深地層研究所については、2本の立坑を深度460mまで掘削するとともに、深度400mに2本の立坑を連結する水平坑道を整備しながら、坑道壁面の連続的な地質観察等を実施して、花崗岩体の性状や断層・割れ目の分布等を把握した。また、坑道の掘削による地下水への影響を評価するため、坑道壁面の深度約25mごとに湧水観測装置を設置して、掘削の進展に伴う湧水量及び水質の経時変化を観測するとともに、

地上及び既設の水平坑道(深度100m、200m、300m)から掘削したボーリング孔内の地下水観測装置により、地下水の水圧及び水質の変化を継続的に観測した。これらの各調査で得られる情報に基づき、地上からの調査研究で構築した地質環境モデル(地質構造、岩盤力学、水理、地球化学)を確認しながら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で必要となる技術基盤の整備を図った。

- 幌延深地層研究所については、深度140mの水平坑道を完成するとともに、東立坑を深度224mまで掘削しながら、坑道壁面の連続的な地質観察等を実施して、堆積岩層の性状や断層・割れ目の分布等を把握した。また、坑道壁面の深度約35mごとに設置した湧水観測装置及び地上や坑道内から掘削したボーリング孔内の地下水観測装置及び遠隔監視システムを用いて、掘削の進展に伴う湧水量の経時変化や地下水の水圧及び水質の変化などを継続的に観測することにより、坑道の掘削による地下水への影響を評価した。さらに、坑道周辺に発生する掘削影響領域を把握するため、坑道からのボーリング調査により坑道掘削に伴う岩盤や地下水の挙動を観測した。これらの各調査で得られる情報に基づき、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ながら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で必要となる技術基盤の整備を図った。加えて、関係機関との共同研究により、沿岸地域の塩水と淡水の境界領域における地下水流動や水質分布等を把握するためのボーリング調査や物理探査を実施し、調査技術の適用性を確認した。

b) 深地層における工学技術の整備

- 坑道掘削に係る工学技術や影響評価手法の適用性を検討するため、瑞浪超深地層研究所及び幌延深地層研究所において、坑道を掘削しながら岩盤の変位・応力観測を実施し、上記①の調査・観測の結果とも併せて、掘削の影響や坑道の設計・覆工技術等の妥当性を評価し、その後の掘削工事や対策工事の最適化を図るとともに、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。
- 瑞浪超深地層研究所においては、湧水の発生状況に応じて実施してきた湧水抑制対策について、これまでの実績や評価を取りまとめ、今後の坑道掘削において実施すべき合理的な湧水抑制対策を検討した。幌延深地層研究所においては、湧水抑制試験を実施して、その有効性を確認しつつ今後の湧水抑制対策の最適化を図った。

c) 地質環境の長期安定性に関する研究

- 隆起・侵食／気候・海水準変動や断層活動に関する過去数10万年程度の履歴を解明するための調査技術及び火山・地熱活動に関連する地下深部のマグマ・高温流体等を検出するための手法を整備するとともに、調査結果から推定される過去の変動に基づいて、10万年程度の将来にわたる地質環境の将来変化を予測するためのモデルの開

発を行った。得られた成果は関連する地球科学の学会に公表するとともに、安定な地質環境を選定するための技術基盤として整備した。

③ 核融合研究開発事業

本事業の目的は、原子力委員会が定めた第三段階核融合研究開発基本計画に基づき、核融合研究開発を総合的に推進し、核融合エネルギーの実用化に貢献することである。そのため、国際熱核融合実験炉(ITER)計画及び幅広いアプローチ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進め、その成果をITER計画に有効に反映させることにより、ITER計画の技術目標の達成に貢献する。また、補完的研究開発としてのトカマク炉心改良等の炉心プラズマ研究開発を行うとともに、増殖ブランケット・構造材料等の核融合工学研究開発を推進し、経済性を見通せる原型炉の実現に必要な技術基盤の構築に貢献する。また、国際協力を活用することにより、以上の研究開発の円滑な推進を図る。

本事業に要した費用は、14,846百万円(うち、業務費14,663百万円、受託費145百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(7,782百万円)、政府受託研究収入(17百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

- 核融合エネルギーの実用化に向けた研究開発では、原子力委員会の定めた第三段階核融合研究開発基本計画を、大学・研究機関・産業界との強い連携によるオールジャパン体制の構築、品質保証体制及びリスク管理の充実といったマネジメントのもとに着実に遂行した。

国際熱核融合実験炉(ITER)計画の人材面については、ITER計画を主導する人材として、ITER機構の中央統合エンジニアリングオフィス長を始めとする8つの枢要ポストに人材を派遣するとともに、ITERに継続して幅広い人材を派遣するための取組として、ITER機構職員募集情報の配信、登録制度の運営、募集説明会の開催、面接支援等を継続して実施している。また、科学技術諮問委員会(STAC)及び運営諮問委員会(MAC)に専門家を多数派遣し、日本のプレゼンスを示すとともに、外部監査委員会委員長やテスト・ブランケット・モジュール(TBM)計画委員会委員長を補佐する人材を派遣し、外部監査とTBM計画の取りまとめに主導的な役割を果たしている。また、ITERの運営調整委員会議長を派遣し、運営評価面でも重要な役割を果たしている。幅広いアプローチ(BA)活動の人材面については、機構職員が、サテライトトカマク(JT-60SA)、国際核融合エネルギー研究センター(IFERC)で事業長を、国際核融合炉材料照射施設の工学実証・工学設計活動(IFMIF/EVEDA)では副事業長を務めており、プロジェクトを主導・マネジメントしている。また、実施機関の取りまとめとして、JT-60SAではプロジェクトマネージャーを、IFMIF/EVEDAではIFMIF開発グループリーダーを中心とした実施体制を進めており、IFERCについても、関連グループのリーダー等を中心とする実施体制を整備しつつある。上記取組・運営を継続し、プロジェクトを多角的な面で主導・マネジメントする人材を育成・輩出し、日本のプレゼンスの発揮を続けていく。

ITER計画の技術面については、機構における高周波技術、超伝導技術、計測技術、トリチウム取扱技術、中性粒子ビーム入射技術等がITER機構から高く評価され、平成21年度にはITER機構からの受託研究(有償タスク)を新たに11件引き受け、ITER計画の推進に貢献している。また、大電力ミリ波伝送に関する機構の高周波技術が高く評価され、平成21年末には、米国が調達担当であったITER用準光学型高周波結合回路システム(MOU)を日本が調達することとなった。

加熱装置として用いるジャイロトロンの開発においては、ITERにも適用可能な新方式を開発し、プラズマ加熱の観点から実用的な出力維持時間(1秒以上)において、従来の世界最高記録1,000キロワットを1,500キロワットに更新することに成功した。

将来の核融合炉に不可欠な構成機器の一つである増殖ブランケットの開発においては、核融合中性子源施設(FNS)を用いて実際の核融合炉ブランケットと同じ環境による高エネルギー中性子照射実験が可能な「ブランケット模擬容器」の製作に成功するとともに、中性子照射を利用して生成したトリチウムの回収性能試験を世界に先駆けて実施し、ほぼ100%のトリチウム回収率が得られることを世界で初めて実証した。また、将来ITERの炉心に取り付けて性能試験を行うITER TBMについて、その一部を構成する第一壁と側壁の実規模大モックアップを組み合わせ、モジュール規模の筐体モックアップを製作することに成功した。さらに、製作したモックアップを用いた熱機械試験を実施し、設計・製作手法の妥当性を確認し、これまでの開発の結果と併せて、ITER TBMの構造製作と設計に関する基本要件を明らかにした。増殖ブランケットは核融合炉における最重要機器の一つであるため、現在、我が国を含むITER参加各極で国際的な技術開発競争が展開されている。これらの成果は、我が国の技術基盤の向上に貢献するとともに、核融合工学分野における我が国の技術的優位性と主導的立場を示すなど、我が国の国際的イニシアティブの確保をより強固にするものである。

また、ITER用超伝導コイルの調達において、平成21年度には、産業界の協力を得て、最先端技術を結集した製造工場を北九州市に完成させ、超伝導コイル導体の製造を他極に先駆けて開始し、ITER計画における調達活動の着実な進展を世界に示した。超伝導コイル用導体はITER参加極のうち6極が分担するが、製作を開始したのは我が国が最初であり、ITERの建設計画を牽引する貴重な進展である。

機構が開発したエネルギー回収型大電力ジャイロトロンは、国立科学博物館より「科学技術の発達史上重要な成果を示し、次世代に継承していく上で重要な意義を持つ科学技術史資料」と評価され、平成21年10月、国立科学博物館重要科学技術史資料(未来技術遺産)に登録された。

これまでの四半世紀にわたる「臨界プラズマ試験装置JT-60」の核融合エネルギー開発への貢献が高く評価され、平成21年4月、日本原子力学会「原子力歴史構築賞」を受賞した。また、大規模電気システムであるJT-60が「基礎的な物理実験レベルの概念を発電につながる核融合反応装置として具現化した」ことなどが、電気工学の視点から高く評価され、平成22年3月、電気学会「でんきの礎」賞を受賞した。

本項目に係る年間の査読付き論文総数は176報、そのインパクトファクターの総和は

227.2となっている。また、平成21年度における外部資金の総額は2,831,994千円である。

(i) 国際熱核融合実験炉(ITER)計画

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

○ ITER協定に基づき、ITER 計画における我が国の国内機関として、ITER機構を支援し、ITER機構が提示した建設スケジュールに従って機器を調達するための準備作業として、日本分担機器及び関連機器の技術仕様検討等のタスク(ITER機構が定めた参加極が分担して実施すべき作業)を実施した。日本が分担した20件のタスクのうち、平成20年度までに5件、平成21年度は8件の作業を計画通り完了し、残り7件が計画通り継続中である。また、機構の技術開発力がITER機構に高く評価された結果、高周波技術、超伝導技術、計測技術、トリチウム取扱技術、中性粒子入射技術等に関し、平成21年度にはITER機構からの受託研究(有償タスク)を新たに11件引き受けた。

調達に必要な研究・技術開発については、ITER参加極で最大の貢献となる超伝導コイル(TFコイル)導体に関し、平成19年度に調達を開始したトロイダル磁場コイルの超伝導素線、撚線及びジャケットティング用治具の製作を完了するとともに、産業界の協力を得て、直線長さ950mの建屋を有する最先端の導体製造工場を北九州市に完成させ、超伝導コイル導体の製造を開始した。これにより、日本の研究機関と産業界が協力して超伝導技術で世界に先駆けて重要な一歩を記した。また、コイル巻線とコイル構造物の製作設計を実施し、実規模試作による技術検証など実機製作のための研究開発を開始するとともに、新たにコイル0.85個分の超伝導素線の製作に着手した。

ダイバータの開発においては、我が国が分担するダイバータ外側垂直ターゲットについて技術仕様を確定し、平成21年6月にITER機構との間で調達取決めを締結して、調達の最初の段階となる外側垂直ターゲット実規模プロトタイプ製作に着手した。

加熱装置として用いる中性粒子ビーム入射装置(NBI)の開発においては、世界最大口径(外径1.56m)をもつ高純度セラミックリングを用いたITER NBI用の大型絶縁体を試作し、高電圧絶縁試験を行い、ITERで要求される絶縁性能を世界で初めて実証した。この成果は、ITER NBIの開発を大きく前進させるとともに、我が国の技術基盤の向上に貢献するものである。また、ITER NBI用加速器開発の一環として、実機加速器体系の耐電圧特性に関するデータベースに基づき電極間距離を延長する改造を行い、ITER用加速器の定格である1000キロボルトを1時間以上にわたって安定に保持することに成功した。

同じく加熱装置として用いるITER用ジャイロトロン開発においては、我が国のみが既に調達仕様を達成しているが、平成21年度にはITER機構の要請に基づき、ITER運転を模擬した信頼性確認実験を実施し、80%のショットにおいて途中停止なし

に10分間出力できることを世界で初めて示した。本結果は、今後の加熱システム設計やオペレーションシナリオ作りに極めて有益な情報であるとITER機構から高く評価された。

遠隔保守機器の調達準備としては、技術仕様を確定するため、真空容器内へのロボット走行レール敷設における高精度の接続を実現する接続機構及び接続手順を実規模部分モデルにより検証し、設計の妥当性を確認したほか、高精度ハンドリング技術における制御手法等を開発した。また、計測装置の調達準備としては、ダイバータ不純物モニター、マイクロフィッションチェンバー、周辺トムソン散乱計測装置、ポロイダル偏光計についての設計検討を進めた。

なお、調達活動の遂行に当たっては、国内機関としての品質保証計画書及び品質保証関連文書に基づいて品質保証活動を実施するとともに、文書管理業務を継続して実施した。また、調達機器の製作については、これまでも産業界との十分な連携の下に開発を進めてきたが、産業界の意見聴取を積極的に実施することにより、さらにその連携強化を図った。

ITER機構に対する人的な支援としては、直接雇用職員7名(うち4名が上級管理職)の他にリエゾンを派遣し(実績:のべ6人・月)、ITER機構の行う設計作業を支援し、その進展に貢献するとともに、ITER機構の内部設計レビュー、統合調達工程の調整会合など183回の技術会合に機構職員を含む専門家をのべ567人参加させた。さらに、ITER理事会、運営諮問委員会及び科学技術諮問委員会に委員及び専門家を送り、ITER計画の方針決定等に参画・貢献した。また、ITER機構が行った我が国におけるITER機構職員公募の事務手続を支援し、職員3人が新たに採用され、職員2人の離任があったため日本人職員は内定者1名を含め合計24人(うち8名が上級管理職)となった。また、ITER機構が研究機関及び企業に対して募集した4件の研究委託及び26件の業務委託について、それぞれ国内向けに情報を発信し、8社からの応募書類をITER機構に提出した。

人材の派遣に関しては、不定期で短期間に実施されるITER機構職員公募に対処するため、本公募に関する情報提供を的確に行うための人材登録制度を運用し、これまでに合計182名の登録者を得ている。また、ITER機構の職員募集に関する説明会を実施し、平成21年度に国内では、東京、京都、仙台、札幌、青森、盛岡、東海村、那珂において計10回の説明会を行い、ITER機構職員の公募状況とビデオを用いた面接試験の説明、経験者による指導などを行った。また、各説明会における質疑応答を機構ホームページに掲載し、一般公開している。さらに一層の募集情報提供の充実を図るため、産業技術総合研究所、理化学研究所、科学技術振興機構及び日本学術振興会と連携している。なお、ITER機構職員募集の案内や応募事務手続については、機構ホームページに随時日本語で情報を掲載するとともに、日本原子力学会、プラズマ・核融合学会、日本物理学会、核融合エネルギーフォーラム、日本原子力産業協会及び核融合ネットワークを通じて周知したほか、産業技術総合研究所及び理化学研究所の所内ホームページにも掲載している。以上のとおり、機構は、ITER計画に対する我が国

の人的貢献の窓口、ITER機構からの業務委託の連絡窓口としての役割を着実に果たしている。

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

引き続き六ヶ所BAサイトの研究施設の整備を進め、管理研究棟及び研究施設に必要なユーティリティ施設(給・排水施設、構内道路等)を計画通り完成させ、管理研究棟における業務及びユーティリティ施設の運用を本格的に開始するとともに、原型炉R&D棟、計算機・遠隔実験棟、IFMIF/EVEDA開発試験棟及び中央受電所の建設工事を継続し、平成22年3月末に当初計画通り竣工した。また、地元をはじめ国民の理解をより深めるために、核融合研究開発部門と青森研究開発センターとの協力により広報活動等を行い、地方自治体への説明会等5回、地域イベントでの研究紹介2回、大学等での講演4回、プレス向け事業計画説明会1回を実施する等、情報の公開や発信に積極的に取り組んだ。

国際核融合エネルギー研究センターに関する活動としては、原型炉の概念設計検討に着手し、原型炉の設計条件の明確化を図るため要素項目の得失を検討し、システム設計のため各種設計コードの課題を分析・評価した。また、原型炉設計ワークショップへ設計関係者11名を参加させ、原型炉の概念や設計課題等に関し検討を行った。原型炉へ向けた技術開発については、低放射化構造材料、炭化ケイ素(SiC/SiC)複合材、トリチウム技術、先進増殖材及び先進中性子増倍材に関するそれぞれの研究開発課題について、予備的な技術開発を実施し、報告書を作成するとともに、これらに基づき次段階の調達取決めの準備を行い、原型炉R&D棟における本格的な活動に備えた。核融合計算機シミュレーションセンターに係る活動については、BA協定の下で設置された特別作業グループに参画する人員を提供し、計算機選定に必要な検討課題を整理した。さらに、計算機の有力なベンダーに対し、欧州側実施機関と協力して市場調査を行った。また、計算機の運転に不可欠な周辺設備(冷却設備及び電源設備)に関してコスト評価を行い、調達取決めの準備に着手した。

国際核融合炉材料照射施設の工学実証・工学設計活動に関しては、専門家7人を事業チームに派遣するとともに、支援要員7人を事業チームに提供し、ターゲット系や加速器系などの各系の設計を統合する設計統合等の作業を支援した。また、加速器関連機器である高周波カプラーの設計を進め、加速器プロトタイプ入射器及び加速器系制御設備等の設計、製作を開始した。リチウム試験ループについては、製作設計を実施し、平成21年11月より大洗研究開発センターで現地工事を開始した。本件は、核融合研究開発部門と大洗研究開発センターの連携協力により、大洗研究開発センターが有する液体金属に係る技術や試験施設を有効活用して実施しているものである。なお、液体金属リチウムターゲット自由表面流に関する研究成果は技術的に高く評価され、プラズマ・核融合学会第14回「技術進歩賞」を受賞した。

サテライトカマク(JT-60SA)に関する研究活動としては、サテライトカマク計画及び

トカマク国内重点化装置計画の合同計画として、日本分担機器である超伝導ポロイダル磁場コイル導体、同コイル製作、真空容器、ダイバータ材料及びダイバータ機器の調達取決めに基づき、当該機器の詳細設計・試験・発注・製作を計画通り行った。また、真空容器組立棟の建設に関する調達取決めを欧州側実施機関と締結し、建設を開始した。また、再利用する機器・施設の維持・改修を行うとともに、JT-60装置の解体準備として、解体品の保管用地の整備を完了した。さらに、大学等の研究者と協力してJT-60SAを用いた実験研究内容について検討し、JT-60SAリサーチプランの国内原案を策定した。

- 燃焼プラズマの制御に関しては、ITERの燃焼プラズマ実現に向けた物理課題解決に必要な検討項目を整理するとともに、それらの課題の解決を目的として国際装置間比較実験12件に参加し、9件の共同論文・講演発表に貢献した。また、国際トカマク物理活動のITERのための主要データベース2件にデータを提供した。さらに、ITER機構からの要請により、ITERで許容できるトロイダル磁場リップル率を評価するため、米国のDIII-D装置におけるTBM模擬実験に参画し解析を行うとともに、ITER機構よりITER物理タスクを受注した。以上により、ITERの燃焼プラズマの予測精度向上と制御指針を得た。
- 大学等との連携協力については、広く国内の大学・研究機関の研究者等を委員として設置した「ITERプロジェクト委員会」を開催し、ITER計画やBA活動の進捗状況を報告するとともに意見の集約を図った。また、日本原子力産業協会の協力でITER関連企業説明会を4回開催し(59社から84人が参加)、ITER計画の状況と調達計画、ITER機構での知的財産権の取扱い等について報告し、意見交換を行ったほか、BA関連企業説明会を1回開催し、BA活動の状況と調達計画等について報告し、意見交換を行った。さらに、BA原型炉研究開発の実施に当たっては、核融合エネルギーフォーラムと全国の大学等で構成される核融合ネットワークに設立された合同作業会で共同研究の公募に関する意見集約をするなど、大学・研究機関・産業界の連携協力を強化した。

核融合エネルギーフォーラム活動については、機構と核融合科学研究所が連携して事務局を担当し、運営会議2回、調整委員会3回、全体会合1回、ITER・BA技術推進委員会6回、クラスター(各課題に対する個別活動)関連会合49回を実施した。それらの会合において、大学・研究機関・産業界間の連携強化に努め、関連情報の提供、意見の集約、連携協力の調整等を促進することにより、ITER計画とBA活動等に国内研究者等の意見などを適切に反映するとともに、開発研究・技術開発と学術研究の相互補完的推進に貢献した。特にITER理事会やBA運営委員会、BA事業委員会などに関わる案件に対し、大学・研究機関・産業界の意見などが反映されるプロセスを確立している。また、ITER・BA技術推進委員会の下に設けられたITER設計評価検討ワーキンググループでは、文部科学省の依頼事項に対応するため、ITER計画の進捗に呼応してITERベースライン設計と主要な設計変更の評価に関し、国内専門家の意見の集約

を図りつつ、論点整理の取りまとめを行っている。さらに、ITER設計に関する評価検討やBA活動における研究開発に関する議論の本格化に伴い、クラスター活動を通じて議論の活性化を促し、ITER計画とBA活動における開発研究・技術開発と学術研究の相互補完的推進に貢献した。また、クラスター関連活動については発表資料を含む会合報告をフォーラムのホームページに掲載し、核融合エネルギー研究開発の現状についての情報発信やその理解増進にも寄与した。

- ITER計画及びBA活動を一般社会に広める目的で、核融合研究開発部門長直属スタッフを中核としたアウトリーチ活動促進体制を整備し、一般人や子供にも分かりやすい説明資料(小冊子、DVD等)を作成した。さらに一般向けの核融合入門講座をホームページ上に作成したほか、日本科学未来館の巡回企画展示「68億人のサバイバル展」及びつくばエキスポセンターの新規常設展示「夢への挑戦—のぞいてみよう科学がひらく未来—」への展示協力と講師派遣、サイエンスカフェへの講師派遣、地域イベントでの展示協力、青森での地元学生へ向けた講義や研修などに積極的に取り組むとともに、総数2,304名(うち学校関係者が1,007名)の那珂核融合研究所見学者に対して説明を行った。また、「夏休み特別企画—日食の観察と施設見学会—太陽の核融合を見てみよう」(平成21年7月実施)では、約130名の見学者と実際に日食を観察するなど、実体験を通じた広報活動に貢献した。
- 国際約束の履行の観点からは、ITER計画及び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、ITER国内機関及びBA実施機関としての物的及び人的貢献を、国内の研究所、大学、並びに産業界と連携するオールジャパン体制を構築して行い、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、トロイダル磁場コイルの超伝導導体の製造工場を完成させ、他極に先駆けて製造を開始した。また、その他の我が国の調達担当機器(ダイバータ、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、国際核融合エネルギー研究センターに関する活動、核融合炉材料照射施設の工学実証・工学設計活動及びサテライトトカマクに関する研究活動を実施するとともに、六ヶ所BAサイトの研究施設の整備を進めた。

その他、機構と欧州原子力共同体及び米国エネルギー省との間に締結されている「大型トカマク施設間の協力に関する実施協定」に基づき、ITERの燃焼プラズマ実現に向けた物理課題解決のための国際装置間比較実験等を進めた。これに加え、米国、ロシア、ドイツ、中国、韓国に対し、それぞれの研究協力協定に基づき、研究者の派遣・

受入、装置の貸与、実験データに関する情報交換などを行った。

(ii) 炉心プラズマ研究開発及び核融合工学研究開発

- 年度計画を踏まえ、機構内の他部門との連携体制及び大学・研究機関・産業界との連携によるオールジャパン体制の構築に留意した運営を行い、以下に示す実績を挙げた。

- JT-60の実験データ解析を進めるとともに、国際研究協力として、米国や伊国の核融合実験装置(DIII-D、RFX)において高圧力プラズマの安定性と制御に関する共同実験を実施したほか、国際装置間比較実験12件に参加し、定常高ベータ化研究を推進した。これらにより、高ベータ安定性、輸送特性、ダイバータ熱・粒子制御特性等の評価を実施し、15件の論文発表と21件の講演発表を行うとともに、JT-60SA及びITERにおける先進プラズマの定常化に必要な制御手法の研究開発を進め、JT-60SAにおける定常高ベータプラズマの実現に必要な機器設計に反映した。なお、抵抗性壁モードの安定化制御や高エネルギー粒子駆動不安定性の発見などに関する研究成果は高く評価され、核融合エネルギーフォーラムによる「平成21年度吉川允二核融合エネルギー奨励賞」を受賞した。

- 炉心プラズマ制御技術の向上に資するため、コアプラズマ輸送モデルと周辺プラズマ輸送モデルを統合し、コアプラズマからダイバータへの熱粒子輸送、及びダイバータからコアプラズマへの不純物粒子等の逆流効果による相互作用を矛盾なく解明することを可能とした。なお、これらのモデル統合に基づく成果は学術的にも高く評価され、プラズマ・核融合学会第14回「学術奨励賞」を受賞した。

加熱装置の技術開発については、JT-60SAへ向けた装置技術開発を継続した。ジャイロトロンの開発においては、高効率動作へ瞬時に移行させることにより、マイクロ波出力を従来の1.5倍に改善できてITERにも適用可能な新方式を開発し、プラズマ加熱の観点から実用的な出力維持時間(1秒以上)において、従来の世界最高記録1,000キロワットを1,500キロワットに更新することに成功した。

中性粒子ビーム入射装置(NBI)の開発においては、大面積電極間の耐電圧特性に関する新たな知見を得て、イオン源の耐電圧を大幅に改善することに成功し、3アンペアの水素イオンビームを定格の500キロボルトにまで加速することに成功した。これは1アンペア以上のビームを500キロボルトまで加速した世界初の成果であり、JT-60SAにおける要求を達成するとともに、ITERのNBIの開発に大きく貢献するものである。

大学等との相互の連携・協力については、広く国内の大学・研究機関の研究者等を委員とする炉心プラズマ共同企画委員会、JT-60、JT-60SA、理論シミュレーションの各専門部会を開催した。JT-60に関する公募型共同研究については、JT-60の実験運転が平成20年8月で終了しJT-60SAの設計・建設を本格的に進める時期を迎えたことを受け、JT-60とJT-60SAを包含する、炉心プラズマ研究に関する「国内重点化装置共同

研究」を開始した。その結果、平成20年度までの「臨界プラズマ試験装置(JT-60)の実験・解析に関する共同研究」からの継続性を損なうことなく、NBI加熱技術、プラズマ計測診断技術、放射線安全評価技術等のJT-60SAの設計・建設に関連した新たな共同研究を含む30件(対前年度4件増)の公募型共同研究を実施できた。なお、本共同研究における研究協力者数 139名のうち、半数以上が助教と大学院生であり、人材育成の観点からも大きな貢献をすることができた。

- 理論・シミュレーション研究では、安定性に関するプラズマ回転効果等を解く数値解法の開発を完了し、周辺プラズマの閉じ込め・安定性制御のための理論的指針を得て、学術雑誌に成果を公表した。また、ジャイロ運動論的ブラソフモデルに粒子衝突効果を組み込んだトーラス配位乱流輸送コードの開発を完了し、イオン系乱流のシミュレーションを行うことにより、イオン温度分布及び自発回転の物理機構を解明し、閉じ込め・安定性制御のための理論的指針を取得するとともに、成果を公表した。

- 核融合工学研究開発としては、核融合エネルギー利用のため、核融合工学技術の高度化を進め、真空技術では、真空中で使用可能な絶縁被膜としてアルミナ溶射コーティングを施した部品について耐久性試験を行い、78,096時間まで健全性を保つことを検証した。

先進超伝導技術では、酸素を外部から供給しながら超伝導線材を熱処理する手法を考案し、この手法を用いて高温超伝導線材を金属管内部に封入して熱処理した小規模導体を試作し、16テスラの高磁場中(温度10ケルビン)で性能を評価した結果、従来型の約1.5倍である930アンペア/mm²の臨界電流密度が得られることを明らかにした。

トリチウム安全工学では、トリチウムの安全閉じ込めにおいて重要なトリチウム水と材料の相互作用に関する基礎データベースを構築した。

中性子工学では、IAEA主導で整備している評価済核融合炉核データライブラリーFENDL及び日本の汎用評価済核データライブラリーJENDL-4の改訂のために、FNSで実施した種々のベンチマーク実験の解析を行うとともに、鉛の核データ検証のための積分実験を実施した。また、核データ検証の新たな展開を図るために、FNSにおける核融合中性子ビーム孔の整備を行った。さらにITER機構からの受託研究として、ITER NBIシステムの放射線遮蔽、放射化評価も開始した。

ビーム工学では、原型炉用加速器も視野に入れ、JT-60用加速器のギャップ長の5倍に相当する500mmまでのギャップ長の耐電圧特性評価を進めた結果、従来の小型電極に比べて実機加速器体系の耐電圧が約半分になってしまうことを初めて明らかにし、従来より長いギャップ長を確保するという設計思想に基づいてITER用大口径セラミック加速管体系などを設計した結果、実試験においてITER定格(1段あたり)の120%である240キロボルトを1時間保持することに成功するなどの成果を得た。

高周波工学では、大電力ミリ波伝送効率の向上研究を実施した。大電力ミリ波の伝送効率を改善するため、準光学型高周波結合回路システム(MOU)として、世界で初め

て超音波モーターを用いた遠隔・精密制御機構を備えたミラーシステムを開発し、高周波を出力させながらのミラー角度調整を可能とした。その結果、世界で初めて約92%の伝送効率を有する伝送系を実現し、その放射パターンも設計通りのガウス型高周波ビームであることを確認した。今回開発した技術は、将来の原型炉を含めた全ての加熱用伝送システムに適用可能な技術である。なお、大電力ミリ波に関する研究成果は学会においても高く評価され、日本原子力学会北関東支部若手研究者発表会「最優秀賞」を受賞した。

炉システム研究では、核熱解析、伝熱流動解析及び電磁応力解析に基づき、技術的成立性の高い水冷却固体増殖ブランケットの概念を構築した。さらに、このブランケット概念と炉構造の整合をとるため、他の炉内機器との取合い、支持構造、冷却配管などの設計検討を行い、コンパクトな原型炉と整合する炉構造概念を構築した。

- 増殖ブランケットの開発については、平成17年度に策定した計画に基づき、増殖ブランケットの熱・流動・機械・核特性やトリチウム回収等に関する工学規模の性能試験を継続した。

将来ITERの炉心に取り付けて性能試験を行うITER TBMについて、その一部を構成する第一壁と側壁の実規模大モックアップを組み合わせ、モジュール規模の筐体モックアップを製作することに成功した。さらに、製作したモックアップを用いた熱機械試験を実施し、設計・製作手法の妥当性を確認し、これまでの開発の結果と併せて、ITER TBMの構造製作と設計に関する基本要件を明らかにした。なお、プラズマ対向機器の伝熱流動研究と機器開発の成果は国際的にも高く評価され、第9回核融合炉工学国際会議にて「宮・アブドゥ賞」を受賞した。

核特性研究では、ITER TBMの核特性測定手法として有望な多数放射化箔法及びその評価手法の開発を進め、ITER TBMに適用できる見通しを得るとともに、3次元核解析を実施して設計に反映した。

トリチウム回収技術開発では、水素同位体分析マイクロガスクロマトグラフ等によるトリチウム計量システム設計を行うとともに、電解や吸着等の先進的トリチウム回収システム開発に向けた基礎データを取得して設計に反映した。さらに、FNSを用いて実際の核融合炉ブランケットと同じ環境による高エネルギー中性子照射実験が可能な「ブランケット模擬容器」の製作に成功するとともに、中性子照射を利用して生成したトリチウムの回収性能試験を実施し、ほぼ100%のトリチウム回収率が得られることを実証した。このような照射技術や回収技術は、材料中のリチウム定量分析及び炭素-14やフッ素-18等の医療用ラジオアイソトープ等を効率的に回収する技術への応用も期待されるものである。

ブランケット機能材料開発では、高温下で安定な先進的トリチウム増殖材料の合成手法の検討を進め、高温使用時における材料の安定性に関するデータを取得した。核融合発電炉トリチウム燃料製造用の先進的トリチウム増殖材料に関する研究成果は高く評価され、平成21年度理事長表彰「研究開発功績賞」を受賞した。

照射技術開発としては、トリチウム増殖材料照射後試験のためのキャプセル解体装置を整備するための検討を実施し、照射後試験計画の見通しを得た。

- 構造材料の研究開発では、米国オークリッジ国立研究所のHFIR炉を用いた低放射化フェライト鋼F82H標準材の重照射データ獲得を目標とした中性子照射試験を継続し、35dpaまでの照射を達成した。また、材料内にできるHe量が1,000appmを越えると硬化が助長され、延性破壊が発生しやすくなることなど、引張挙動等の基本特性に関するデータを取得するとともに、耐腐食特性に関する基礎データを蓄積して、低放射化フェライト鋼は原型炉への適用可能性を有すると評価した。
- これらの核融合工学分野において、我が国の技術基盤の向上に貢献しつつ、世界を先導する成果を着実に挙げ、我が国の国際的イニシアティブの確保をより強固なものにしつつある。

④ もんじゅを除く高速増殖炉サイクル及びその他の原子力システム研究開発事業

本事業は、高速増殖炉を中心とした核燃料サイクルの実用化のための研究から、原子力エネルギー利用の多様化を視野に入れた高温ガス炉と水素製造によるシステム等までを対象としている。

高速増殖炉サイクルの実用化研究開発の目的は、燃料形態、炉型、再処理法、燃料製造法等の高速増殖炉サイクル技術に関する多くの選択肢について検討し、高速増殖炉サイクル技術として適切な実用化像とそこに至るための研究開発実施計画案を平成27年(2015年)頃に提示することである。また、これらの開発に欠かせない高速増殖原型炉「もんじゅ」及び高速実験炉「常陽」への燃料の安定供給を可能とする工学規模の燃料製造技術の確立のために、プルトニウム燃料製造技術開発も行う。さらに、原子力利用に伴う高レベル放射性廃棄物の処分に係るコストを合理的に低減することを目指し、高速増殖炉サイクル技術並びに加速器駆動システム(ADS)を用いた分離変換技術の研究を、分離技術と核変換技術の整合性を保ちつつ遂行すると同時に、廃棄物処分における分離変換技術の導入シナリオ、導入効果の検討を進める。高温ガス炉については、その特性より発電のみではなく水素製造も可能であることから、原子力エネルギー利用の多様化を目指して関連する技術基盤の確立を目指すとともに、高温の核熱利用を目指した地球温暖化ガスの発生を伴わない熱化学法による水素製造技術を開発することを目標としている。その他として、民間事業者による軽水炉使用済燃料の再処理及び軽水炉でのプルトニウム利用を推進するため、そのニーズを踏まえた必要な技術開発にも取り組む。

本事業に要した費用は、47,753百万円(うち、業務費39,332百万円、受託費8,353百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(34,107百万円)、政府受託研究収入(7,417百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 高速増殖炉サイクルの実用化研究開発

○ 高速増殖炉(FBR)サイクル実用化研究開発の革新的技術の採否判断に向けた取組

FBRサイクル実用化研究開発(FaCTプロジェクト)では、平成18年度に国の方針をまとめた文部科学省の「高速増殖炉サイクルの研究開発方針について」に基づき、主概念として選定したナトリウム冷却高速増殖炉(MOX燃料)、先進湿式法再処理及び簡素化ペレット法燃料製造の組合せを中心に革新的技術の要素技術開発を進めつつ、その成果を適宜反映し設計研究等を実施している。平成20年度(2008年度)には、FaCTプロジェクトのフェーズ I の中間とりまとめを実施し、「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定している「次世代原子力システム/核燃料サイクル研究開発・評価委員会」に中間評価として諮問することで、プロジェクトレビュー及びマネジメントレビューを実施した。その結果については、平成21年度(2009年度)に原子力委員会に報告し、その際の指摘事項(一元的で全体を俯瞰したマネジメントとプラントエンジニアリング能力の投入が重要、性能目標の社会的受容性や国際標準の地位を獲得するために適宜の見直し、重要な知識の管理など)も踏まえつつ、研究開発を着実に進めた。また、FaCTフェーズ I 「中間とりまとめ」の成果を機構の報告書として公表し、原子力委員会および原子力安全委員会に報告した。

FaCTプロジェクトの革新技术の採否判断については、原子力委員会からの平成21年8月の見解で示されたように、最終ユーザーである電気事業者のエンジニアリングジャッジ(技術評価)を受けながら、平成22年度(2010年度)半ばまでに将来のプラントシステムが備えるべき性能目標のあり方に関する国際動向、及び様々な不確実性に対する設計の頑健性や性能目標の達成可能性の評価を踏まえた報告を原子力委員会に行うことを目指している。

2010年の革新技术の採否判断については、FaCTプロジェクトを2011年(平成23年度)からも継続して円滑に進めるために、計画よりも一年間前倒して機構内での評価を行い、関係機関(機構、電気事業者、製造事業者)との協議において評価を進めている。各々の革新技术(炉システム、再処理技術及び燃料製造設備)の採否の状況は次のとおりである。

炉システムの革新技术の採否は、研究開発課題単独の進捗評価だけでは不十分であるとの認識から、炉心及びプラントシステムに組み込んだ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こととした。このため、今回の採択判断評価においては、実用化戦略調査研究で摘出した13種の革新技术を炉心及びプラントシステムに組み込んだ10種(①高燃焼度炉心・燃料、②安全性向上技術、③コンパクト化原子炉構造、④9Cr鋼製大口徑配管を用いた2ループシステム、⑤ポンプ組込型中間熱交換器、⑥直管2重伝熱管蒸気発生器、⑦自然循環除熱式崩壊熱除去システム、⑧簡素化燃料取扱いシステム、⑨SC造格納容器、⑩高速炉用免震システム)の評価対象技術に分

類し、「設計成立性」、「製作性」、「運転・保守性」、「経済性」の視点から評価を行っている。ここで、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。平成21年度末時点で、評価(暫定)を行っており、評価対象技術のうち、6種の技術(②安全性向上技術、④9Cr鋼製大口径配管を用いた2ループシステム、⑦自然循環除熱式崩壊熱除去システム、⑧簡素化燃料取扱いシステム、⑨SC造格納容器、⑩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としている。その他の4種の技術(①高燃焼度炉心・燃料、③コンパクト化原子炉構造、⑤ポンプ組込型中間熱交換器、⑥直管2重伝熱管蒸気発生器)については、採用見通しの課題を有するため、開発リスク低減の観点から代替技術の要否について、平成22年度の適切な時期まで検討を継続する。

燃料サイクル(再処理、燃料製造)の革新技术の採否判断は、最新の研究開発成果及び実用施設概念の設計研究成果に基づき、技術的成立性の観点及び開発目標・性能要求への影響の観点から行い、電気事業者と暫定評価を進めている。再処理技術に関しては、先進湿式法再処理に係る6つの革新技术のうち、①解体・せん断技術、②高効率溶解技術、④U・Pu・Npを一括回収する高効率抽出システムについては採用とした。③晶析による効率的ウラン回収技術については制御性やDFの見通し等の、⑤抽出クロマト法によるMA回収技術についてはフローシート条件構築等の見通しをそれぞれ得た上で2015年までに採否を再協議しR&Dの進め方を決定することとしたが、セル内遠隔燃料製造の成立が前提であり、この視点を踏まえて判断する。⑥廃液低減化技術についてはR&Dプログラムを2013年までに再構築した上で採否を改めて協議することとした。

燃料製造技術に関しては、簡素化ペレット法燃料製造に係る6つの革新技术のうち、①脱硝・転換・造粒一元処理技術及び②ダイ潤滑成型技術は採用とした。⑥TRU燃料取扱い技術については採用とするが、今後の研究開発については再処理のMA回収技術開発と整合させる。③焼結・O/M調整技術は、量産性を見通し根拠を試験等により明確にした上で、また、⑤セル内遠隔設備開発は、遠隔保守概念の成立性を見通す検討を更に進めた上で、2015年までに採否を再協議しR&Dの進め方を決定することとした。なお、燃料製造技術の5課題の暫定評価に際しては、④燃料基礎物性研究の成果を取り込んで実施しており、④の課題は単独での採否判断には馴染まない。

○ プロジェクトマネジメント

研究開発段階から実証・実用段階への移行に当たっての課題を検討し、関係者間で認識の共有を図るため、経済産業省、文部科学省、電気事業者、製造事業者、原子力機構の五者により設置された「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」(五者協議会)の枠組みを活用し、関係機関で合意形成を図りながら研究開発を進めている。平成21年度の主要な活動としては、五者協議会の枠組みで実施されている軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行期(L/F移行期)における再処

理需要や第二再処理工場で採用すべきプロセス選定等の技術検討について、次世代原子力システム研究開発部門、核燃料サイクル技術開発部門、核燃料サイクル工学研究所が協力して対応した。

平成21年7月に五者協議会で合意された「高速増殖炉実証炉・サイクルの研究開発の進め方等について」において、高速増殖炉の研究開発については、中核企業及び電気事業者の意見や考えを踏まえ、議論の結果を適切に研究開発計画等に反映できる体制を構築すること、組織内の責任ある者がリーダーシップをもって戦略的にマネジメントを行う体制を整備することを決定し、平成21年10月からプロジェクト統括機能の整備を図った。また、平成22年4月の機構での体制整備に向けて準備を進めた。人材移転・配置を含むマネジメント強化のため、三者(機構、電気事業者、製造事業者)の間で、各階層でプロジェクトリーダークラスや実務者クラス等開発の方向性に関する検討を活発に行い、電気事業者及び製造事業者の意見を計画に反映できるようにした。

さらに、中間取りまとめにおけるプロジェクトレビュー及びマネジメントレビューの評価意見については機構の措置としてまとめ、それらに対する具体的なアクションプランを定め、PDCAの一環として担当・期限を決めて対応している。

○ 性能目標の達成度評価

FaCTプロジェクトでは、平成18年7月の原子力委員会の声明として出された「国家基幹技術としての高速増殖炉サイクル技術の研究開発のあり方」における性能目標について、FaCT開始時点で開発目標及び設計要求として具体化している。革新技術の採否判断の結果を踏まえて、FBRサイクルシステムの設計に対する達成度評価を行う予定である。

○ 情報管理と品質保証活動

業務品質の保証、信頼性確保を達成・維持・向上させることを目的に、研究開発に係る品質マネジメントプログラムを制定し、平成21年10月から本格運用を開始した。また、知識マネジメントの取組によって、データベースの運用を開始した。今後、嘱託制度を利用したOBの活用により、知識・経験として蓄積された暗黙知の形式知化などで、データベースの充実を図っていく。

○ 人材育成・確保と技術継承

FBRサイクルのように実施期間が長期にわたる研究開発においては将来を担う人材の育成・確保と技術継承が重要との認識の下、FaCTプロジェクトに係る研究開発を中心(一部基礎基盤分野を含む。)に、29の大学と約50件の委託研究、共同研究契約を結び、FBRサイクル実用化の重要性について認識を共有しつつ、研究開発を進めた。

また、大学の特別講師として講義を実施するとともに、質疑対応、試験／レポートの採点・指導等を実施した。さらに、大学や研究機関と、「もんじゅ」技術の活用、高度化、

実用炉への反映を目的とした共同研究、大学院生の受入れなどを実施し、原子力分野の人材育成に努めた。

さらに、三菱FBRシステムズ(株)と特に炉心及び安全設計の研究開発業務を連携することで、機構の技術移転にも努めた。

○ 国際関係

FaCTプロジェクトにおいては、高速炉サイクル技術の国際標準化を目指すとともに、効率的な研究開発を図るために、日仏米協力を機軸として、二国間協力や多国間協力を有効に活用しつつ国際協力を進めている。国際協力活動の方向性については、五者協議会等を利用して、関係者(国・電気事業者・製造事業者)と意見交換しつつ決定している。

日米仏の三機関(機構、米国エネルギー省(DOE)、仏国原子力庁(CEA))協力では、高速炉の安全性、核不拡散抵抗性を含めた関係指針・基準などの共通化に向けた議論を進めた。

二国間協力としては、日米間では日米原子力エネルギー共同行動計画(JNEAP)の一環として、高速炉技術、燃料サイクル技術等のワーキンググループや民間の公募プログラム(平成21年9月で終了)を活用した協力活動を行うとともに、フェーズ2計画(2009～2011年)では、設計基準の共有化(核拡散抵抗性を含む。)、基礎・基盤的な課題を中心に協力を進めるべく協議中である。日仏間では、CEAとのフレームワーク協定に基づき、多岐にわたる共同研究協力を進めつつ、仏国のプロトタイプ炉(ASTRID)開発に集中する方針の明確化に伴い、ナトリウム炉を中心とした協力項目・内容について見直しを行っている。また、フランス電力株式会社(EDF)との協力においては、共同研究項目の具体化、人材交流の可能性について協議を進めた。

多国間協力では、第四世代原子力システム国際フォーラム(GIF)において、ナトリウム冷却高速炉の議長国として、システム統合・評価(準備中)、安全・運転(平成21年6月に協定締結)、先進燃料、機器・BOP、包括的アクチニドサイクル国際実証の5つのプロジェクトで、先導的役割を果たしている。GIF発足10年を記念して平成21年9月に開催されたGIFシンポジウムに参画するとともに、平成21年12月には日本がGIF政策グループの議長国に就任した。また、国際原子力機関(IAEA)の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、高速炉技術ワーキンググループ(TWG-FR)なども活用し、国際的な認識の共有化を図るよう努めた。

平成21年12月にIAEA主催「高速炉システム国際会議(FR09)」を実施機関として、18年ぶりに京都・敦賀で多数の参加者を得て成功裏に開催した。このFR09で、各国の高速炉開発の最新の開発動向等を把握するとともに、開発課題の解決、技術継承・人材育成、開発経験の共有等のために国際協力の重要性等が再認識された。4月に第2回国際コンサルティング会議を開催し、核拡散抵抗性やアクチニドリサイクルの在り方等について議論した。

なお、昨年の米国政権交代に伴い、米国では、長期的、基盤的な研究開発に主体

を置く方向に原子力政策がシフトしたこと、及びASTRID開発への集中化方針を踏まえ、これまで実施してきた日仏米の三機関協力、日仏、日米の二ヶ国間(二機関)協力の在り方を見直し中である。

○ 他部門との連携

高速炉とその燃料サイクルの開発を進めるFaCTプロジェクトにおいて、燃料供給技術を含めた実用化燃料の開発は重要事項の一つである。現在は、「もんじゅ」の高度化や実証炉計画を進めるために、原料の供給・燃料の製造・炉心の許認可及び必要なデータの取得・関連設備の整備など整合性をもって計画する時期に来ている。また、第2期中期計画期間はその具体化に着手する時期であることから、燃料開発全体の計画を1年間程度で立案することを目的とし、次世代原子力システム研究開発部門を中心に関連部門・拠点の協力により「燃料開発特定ユニット」を設置し、実用化燃料の実現に向けた基本的な開発計画を立案した。

次世代原子力システム研究開発部門、核燃料サイクル技術開発部門、核燃料サイクル工学研究所が連携・協力することにより燃料サイクル技術の検討体制を強化し、第二再処理工場に採用すべきプロセスの選定のために再処理技術の調査等を進めた。

FaCTプロジェクトの推進には、次世代原子力システム研究開発部門を中心に、関連拠点を始め、原子力基礎工学研究部門、核燃料サイクル技術開発部門、地層処分研究開発部門、量子ビーム応用研究部門、システム計算科学センター、バックエンド推進部門、核不拡散科学技術センター等が協力して効率的な研究開発や技術のブレークスルーを図る必要があるため、機構内に設置した「高速増殖炉サイクル連携推進会議」を活用し、これらの部門間の連携・融合を実施した。

例えば、原子力基礎工学部門と連携し、直管二重管蒸気発生器の流動安定性試験解析による評価手法確認や、ODS鋼の課題解決のための照射による組織変化、再処理溶解性について2つの検討チームを設置して実施した。「もんじゅ」支援に係る連携では、性能試験の核特性詳細解析など、人的支援も含めて協力して進めた。また、核不拡散科学技術センターや核燃料サイクル技術開発部門と連携し、将来の燃料サイクルの核不拡散抵抗性に関して検討会を設置して、保障措置、炉心構成、FBR導入シナリオなどの検討を実施した。

a) ナトリウム(Na)冷却高速増殖炉(MOX燃料)

- i 実証施設概念検討:経済産業省から受託した「発電用新型炉等技術開発(新型炉等実証施設概念検討)」により、平成19年度より4年間の計画にて実施している。平成21年度はその3年目として、平成19年度に設定したナトリウム(Na)冷却高速増殖炉(MOX燃料)実証施設の設計条件及び設計方針を踏まえ、電気出力75万kWのプラント概念検討及び50万kWとした場合の影響評価としての概念検討を実施した。

電気出力75万kWのプラント概念については、炉心設計、1・2次主冷却系などの系統・機器設計、熱流動解析、安全評価及びプラント熱過渡評価を実施した。さらに、電気計装設備、燃料取扱設備などの系統・機器仕様を設定するとともに、プラントの運転制御性について検討した。また、建屋の配置計画を検討した。その結果、計画どおり、プラント概念の具体化に関する成果を得た。

また、電気出力50万kWのプラント概念については、炉心仕様の設定、主冷却系の系統・機器設計を実施した。また、建屋の配置を具体化した。その結果、計画どおり、プラント出力の影響を評価するための成果を得ることができた。

本検討で得られた成果は、平成22年度(2010年度)の実用炉に至るまでに必要な実証炉のサイズと基数の暫定判断に反映する予定である。

- ii 配管短縮のための高クロム鋼の開発:経済産業省から受託した「発電用新型炉等技術開発(新型炉高温材料設計技術)」により、蒸気発生器用薄肉小口径長尺伝熱管及び二重伝熱管を試作し性能確認試験を実施した。伝熱管に関しては、長さ17m(国内メーカーの保有する設備による最大長さ)までの製作性見通しと、良好な機械的性質の達成見通しを得た。一方、二重伝熱管に関しては、引き抜き加工時に発生する曲がりの抑制と曲がりを矯正した場合の内外管面圧の低下の抑制などが課題であったが、適切な加工条件を設定することにより、曲がり矯正加工後でも目標の内外管面圧を達成できた。蒸気発生器管板用大型鍛鋼品に関しては、重量約50トンのESR鋼塊を用いた試作を実施し、機械的性質を確認する試験に着手し、室温引張試験の結果、規定値を満足することを確認した。蒸気発生器用伝熱管内外面鏡面研磨技術開発に関しては、パラメトリックな研磨試験を実施し、研磨管の機械的性質が良好であることを確認するとともに、外管内面研磨の大幅な効率化が課題として摘出された。薄肉大口径シームレス管及びエルボの製作性について検討し、課題は製作に必要な設備容量の確保と最終製品形状への加工精度の確保であり、その解決のためには設備容量を拡張し、加工精度を検証するための試作試験を行うことであるとの結論を得た。溶接継手強度評価技術の開発としては、高クロム鋼とステンレス鋼の異材溶接を含む溶接継手に対する長時間試験を実施するとともに、高クロム鋼の溶接熱影響部の存在を考慮した溶接継手クープ疲労強度評価モデルを提示し、その検証に必要な試験データの取得を進めた。高クロム鋼を対象とした規格基準類を整備するため、材料試験やナトリウム中構造物熱過渡試験、ラチェット試験、漏えい先行型破損(LBB)評価に必要な破壊靱性試験等の構造物試験を計画に沿って実施し、データを拡充した。配管LBB成立性試験を実施し、未時効材の材料特性を適用した範囲では、余裕を持ってLBBを見通せることを示した。なお、LBB評価指針の規格化については、機構として概略見通しを得られたが、今後は構成内容等について関係者合意を形成した上で進めることとした。
- iii システム簡素化のための冷却系2ループ化:ホットレグ配管の流力振動評価に関して、偏流発生装置を配管入口に設置した1/3縮尺試験を実施した。また、数値解析によ

って1/3縮尺試験の流況をシミュレーションできることを確認した。コールドレグ配管の流況振動評価に関して、1/4縮尺試験装置を用いて予備的な可視化試験を実施した。東北大学との共同研究において、大学にて1/7縮尺試験装置を用いて多段エルボ体系の流況に関する試験データを取得した。超音波流量計については、文部科学省の原子力システム研究開発事業「高クロム鋼を用いた1次冷却系配管に適用する流量計測システムの開発」により、平成20年度の水流動試験で得られた流況と計測信号の相関性を整理し、両者が良好な相関性を示すことが分かった。この結果を反映した流量算出を行うための信号処理アルゴリズムを検討し、提示した。

- iv 1次冷却系簡素化のためのポンプ組込型中間熱交換器開発：平成20年度に設計・製作した試験体を用いた要素試験を実施し、ポンプ組込型中間熱交換器の設計に必要なデータの取得とその分析を完了した。具体的には、軸受開発水試験及びポンプ水力試験によりポンプ回転安定性確保のための下部軸受設計手法確立に必要なデータを、ポンプ水力試験によりポンプ振動源特性データを、伝熱管水中振動試験により伝熱管の振動・フレッティング挙動評価に必要なデータを、伝熱管群振動試験により機器内振動伝達解析モデル開発に必要なデータを、ポンプリークフロー処理確認試験によりリークフロー処理流路の設計に必要なデータをそれぞれ取得した。

さらに、既存の1/4スケール試験体を用いた、水力部をアンバランスディスクに交換した振動試験により機器内振動伝達解析モデル開発用データ及びポンプ振動源特性データを、下部プレナム流動を可視化するための改造を施した下部プレナムガス巻き込み流動試験により断熱ガス層からのガス巻き込みを防止する構造及び下部プレナム形状を最適化するために必要となるデータをそれぞれ取得した。

- v 原子炉容器のコンパクト化：ガス巻き込み評価手法について、気泡径分布など流動試験データを取得し検証データとしてまとめるとともに、液面形状を考慮した詳細解析手法を開発し、当該試験データを用いた検証を含めて適用性を確認した。液中渦によるキャビテーションについて、発生条件の物性値依存性を水試験により確認し、成果を国際会議と学術誌に論文発表した。温度成層化現象について、現象緩和策の有効性を水試験により評価及び確認するとともに、当該試験データを用いた評価手法の検証及び実機適用性評価を実施し、成果を国際会議等で報告した。高サイクル熱疲労について、流体温度変動の緩和方策を考案し水流動試験により有効であることを確認するとともに、流体温度変動に関する評価手法を当該試験データを用いて検証した。さらに、流体・構造熱的連成解析手法の開発・検証を実施し、成果を国際会議で報告した。また、高温構造設計評価技術に関しては、316FR鋼を対象に、荷重設定法、非弾性解析法、強度評価法に関する解析及び試験を行い、高温構造設計指針の試案を作成した。316FR大型リング鍛鋼品製作については、C及びN量の成分規定を満足するための方策を示すとともに、実験室溶解材による鍛錬性評価結果に基づき、強度を確保するための鍛錬条件案を示した。高性能遮へい体の開発については、水素化ジルコニウム大

型ペレットとして実証炉想定寸法(直径約60mm、高さ約120mm)のブロックを試作し、H/Zr比などの性能データを取得した。また、水素バリア付被覆管を模擬した二重管を試作し、候補材料である耐熱鋼に対して酸化処理条件を変えた水素透過速度データなどの性能データを取得した。破損燃料位置検出系の開発では文部科学省から受託した「原子炉容器の高温構造設計評価技術及び破損燃料位置検出器の開発」により、スリット部のサンプリング手法の適用性評価に用いる解析モデルを改良し、そのモデルを用いて行った解析の結果及びスリット部周辺を1/5縮尺で模擬した既試験のデータに基づき、当該手法が実機に適用できることが分かった。また、大型炉向けに開発したセレクトバルブに関する実規模の試験装置を用いた高温ナトリウム中耐久試験を実施し、セレクトバルブ摺動部の耐久性を確認した。平成21年度に実施されたJSFRのサンプリング管設計を反映して破損燃料位置検出器の検出性能を評価し、その結果を用いて、部分負荷運転時を含む破損燃料検出系及びプラントの運用方法を策定した。

- vi システム簡素化のための燃料取扱系の開発:本開発は、日本原子力発電(株)が文部科学省から受託した原子力システム研究開発事業「燃料取り扱い系システムの開発」の一部として再委託を受けた「スリット付き炉上部機構に適用可能な燃料交換機及び燃料集合体を2体同時移送可能なナトリウムポットの開発」により実施した。

スリット付き炉上部機構に適用可能な燃料交換機の開発では、燃料交換機アーム実規模動作試験装置を用いて電源喪失等の異常時に係る試験を行い、設計成立性を評価するデータを取得した。また、これまでの試験装置製作で得られた知見及び試験結果に基づき実機燃料交換機の構造を検討するとともに、実機適用性を評価した結果、当該構造が実機に適用可能であることを確認した。

燃料集合体を2体同時移送可能なナトリウムポットの開発では、ポット除熱試験を実施し、ポット除熱試験体へのナトリウム付着状況を観察するとともに、ナトリウム付着状態の輻射伝熱への影響を評価した。この試験結果に基づき、これまで整備したポット除熱解析モデルを用いて実機ナトリウムポット除熱量解析を実施した。その結果、ナトリウム付着の影響を考慮しても、間接冷却と直接冷却を併用するポット冷却方式を適用することにより、燃料集合体を2体同時移送可能な実機ポット設計成立性を見通しを得た。

- vii 物量削減と工期短縮のための格納容器のSC(鋼板コンクリート)造化:経済産業省から受託した「発電用新型炉等技術開発委託費(新型炉格納容器設計技術試験等委託費)」により、鋼板コンクリート構造(SC構造)の矩形格納容器について、部材特性把握試験として、鋼板パネル試験、面外曲げ試験及び面外せん断試験を実施し、高温時の特性を含む部材特性に関するデータを取得した。特定部材特性把握試験として、コーナー部試験を実施し、特定部位における高温時の特性を含む部材特性に関するデータを取得した。耐震特性把握試験を実施し、SC構造における過酷事故終息後の荷重変位特性を取得するための試験を実施した。また、引き続き鋼板及びSC構造挙動評価法の整備のため、上記部材特性把握試験の代表ケースについて解析を実施し、解析

手法及び解析モデルの適合性を検証した。SC構造格納容器基準整備として、コンクリート製格納容器規格等をベースとしたSC構造格納容器規格骨子(案)を作成した。

- viii 高燃焼度化に対応した炉心燃料の開発: 高燃焼度化に対応した炉心燃料の開発については、露国BOR-60で燃焼度10万MWd/t (はじき出し損傷量44dpa)まで照射した燃料ピンの照射後試験を実施し、内面腐食量, 材料強度, 金相情報等の照射データを取得した。さらに、燃焼度11万MWd/t (はじき出し損傷量51dpa)まで照射した燃料ピンの照射後試験に着手し、照射データを取得した。なお、取得データの一部については照射後試験方法の確認等が必要なものがあり、検討を進めている。また、試験結果からODS鋼被覆管の品質安定性を評価する必要性が生じ、その評価を進めている。これらにより、2009年度に実施した採否判断の結果を2010年度に再確認した上で、2011年度以降の進め方を2010年度に立案する。

また、MA含有酸化物燃料の性能評価については、MA含有MOX燃料(照射初期挙動評価)の照射後試験を行い、Pu及びMAの再分布情報や燃料組織情報等の照射データを取得した。

「常陽」での温度制御型材料照射装置2号機(MARICO-2)を用いたODS鋼の照射下クリープ試験については、平成19年度中にオンライン計測による炉内クリープ破断データを取得済である。一方、試験片を装填した温度制御型材料照射装置を炉外へ取り出すことができなかつたため、照射後試験で行う予定であった試験片の照射後歪データの取得が未着手となっている。その代替として、現在進めているBOR-60で照射したODS鋼被覆管燃料ピンの照射後歪データを取得して、高燃焼度燃料の成立性を見通すために必要な評価を進めた。ただし、2015年(実用化像の提示時期)までには、MARICO-2の照射後試験による照射後歪データの取得が必要であるため、2015年までに照射後歪データ取得を進めODS鋼被覆管燃料技術基盤確立に反映していく。

「常陽」については、計測線付実験装置試料部との干渉による回転プラグ燃料交換機能の一部阻害に係る原因究明と再発防止策及び復旧措置等を策定し、法令報告(最終報)を提出した(平成21年7月22日)。

外部有識者より構成され、「常陽」再起動の妥当性及び必要性を検討する「常陽」利用検討委員会では、FBR開発における「常陽」の今後の役割と必要性が確認され、早期に運転を再開させるべきとの結論が理事長に答申された(平成21年4月23日)。これを受けて、「常陽」の早期運転再開への理解を得るために関係機関への説明を行うとともに、外部資金獲得のための国内外関係機関との会議・打合わせや、「常陽」の復旧作業に反映するための海外先行炉の炉内補修技術の調査等を進めた。また、干渉物の回収装置等の詳細設計を完了した。

○ ix 配管2重化によるナトリウム漏洩対策と技術開発: 微量Na 漏洩検出計の開発については、微量漏えい検出要素を試作し、模擬漏えい試験を実施した。取得したデータを用いて検出感度や信号影響要因など信頼性を評価し、当該データを検出要求見通しを得るための根拠データとした。検出システム仕様設定のために、エアロゾルの移送特性を検討し、エアロゾル濃度減衰に与える影響を評価した。

○ x 直管2重伝熱管蒸気発生器の開発: 経済産業省から受託した「発電用新型炉等技術開発(新型炉高温材料設計技術)」により、蒸気発生器の主要部位(2重伝熱管、管-管板接合、胴ベローズ(CSEJ))に係る試作試験、健全性試験等を実施し、設計要求の充足性評価と加工・施工条件への反映を行い、実機の製作性に関する見通しを得るとともに、今後の開発課題を抽出した。

Na/水反応評価技術については、破損伝熱管からの反応性噴出流で発生する可能性のある隣接管ウェステージ(損耗)や高温ラプチャ(破裂)の現象解明に向けて、基礎実験と解析的検討により化学反応過程及び反応速度を推定するとともに、液滴エロージョンやコロージョンによる材料損耗特性、急速加熱時水側熱伝達特性、高圧ジェットの不足膨張挙動などのデータを要素試験により取得した。これらのデータを基に、機構論的解析評価手法のモデル構築・改良及び検証を実施し高度化を図った。また、耐ウェステージ性を向上させた蒸気発生器概念に係る要素研究として、耐Na/水反応性能を高めた伝熱管の実機適用性を評価するため、実機で想定される製作方法、寸法による試作試験を実施し、実機の製作性に関する見通しを得るとともに、今後の開発課題を抽出した。

熱流動特性については、解析評価手法の整備と設計データ取得のため、次世代原子力システム研究開発部門と原子力基礎工学研究部門が連携して水側の熱流動試験を実施し、試験データの評価を完了した。Na側の管束部入口を模擬した水流動試験について、水流動試験体の製作、試験及び解析評価を実施し、実機管束部入口への設計反映事項を抽出した。また、蒸気発生器詳細熱流動解析手法整備の一環として、平成20年度に構築したドリフトフラックスモデルを取り入れた水側解析モジュールの検証を進めるとともに、ナトリウム側解析モジュールの設計を実施した。

○ xi 保守、補修性を考慮したプラント設計と技術開発: 経済産業省から受託した「発電用新型炉等技術開発(新型炉保守技術)」により、平成22年度に実施を計画しているNa中試験で使用する試験槽の設計製作、Na中の搬送装置としてNa中スライド機構及びNa中ケーブル駆動機構を製作し基本性能を確認するとともに、搬送装置の位置検出用耐熱超音波素子の位置検出精度の確認試験を実施し、所定の精度で距離測定が可能なことを確認した。また、Na中搬送装置に搭載する小型電磁推進機構を製作し、Naループを用いた基本性能試験により所定の流量が出ることを確認した。

Na中体積検査装置については、高速光スイッチの製作及び実機センサ(1chの体積検査用送信素子、9chの目視検査用送信素子及び2500chの受信素子)からなる体積・

目視検査用ハイブリッドセンサ)と組み合わせた受信素子反射特性試験により基本性能を確認するとともに、実機センサの水中試験及びNa中試験を実施し、体積検査の目標性能である深さ5mmの模擬欠陥の検出性を確認した。

蒸気発生器伝熱管の検査技術については、模擬欠陥を施した2重管試験片を用いた基礎試験により実機センサの設計に反映するためのデータを取得するとともに、マルチ方式のUTセンサ、ガイドウェーブセンサ及びRF-ECTセンサの実機への適用性を評価した。また、スタブ溶接部検査用のセンサを試作し、実機センサの設計に反映するためのデータを取得した。

構造物の欠陥検査技術の開発については、マルチコイル型RF-ECTセンサ及び磁気方式センサを設計・試作し、模擬欠陥を施した2重管試験片を用いた基礎試験及び探傷装置の改良により実機センサの設計に反映するためのデータを取得するとともに実機センサの仕様を決めた。

- xii 受動的炉停止と自然循環による炉心冷却:受動的炉停止系(SASS)の開発については、実用炉SASSの温度感知合金候補材として平成20年度に製作した6種類のインゴットから試験片を製作し、全候補材の磁気特性データ、強度特性データ、物性データを取得し、実用炉SASSの設計条件の充足性評価に反映した。文部科学省の原子力システム研究開発事業「過渡時の自然循環による除熱特性解析手法の開発(再委託:ナトリウム試験及び炉心高温点評価)」により、自然循環による炉心冷却については、崩壊熱除去系のNa試験を実施し、過渡時自然循環流量の流動抵抗係数依存性、1次系共用型補助炉心冷却系(PRACS)熱交換器の伝熱特性など熱流動特性を把握した。自然循環の特徴を考慮した炉心最高温度評価手法の構築、簡易評価手法の開発を行い、大型炉体系への適用解析によりその有効性を確認した。
- xiii 炉心損傷時の再臨界回避技術:仮想的な炉心損傷事故時における炉容器内事象終息の見通しを得ることを目的とし、熔融炉心物質の早期流出挙動に着目したEAGLE-2炉内試験、炉外試験、及び大洗研究開発センターでの模擬物質による可視化基礎試験を実施した。これらにより、改良型内部ダクト付き燃料集合体(FAIDUS)による上方向への燃料流出挙動と流出後の安定冷却に至る長期的な応答を評価するために必要な知見を得た。これらの知見を今後のEAGLE-2試験計画検討に反映した。確率論的安全評価(PSA)については、免震装置を導入した高速増殖炉の地震時の損傷確率評価において、ガードベッセルと炉容器の連成効果に着目した耐震設計改善方策の具体化及び評価手法の詳細化を行った。また、機器、系統信頼性データベース整備として、「常陽」及び「もんじゅ」のプラント維持に必要な計測制御系、電気設備、空調系などを含む系統・機器における運転・故障経験データを収集した。レベル2PSA評価手法整備については、文部科学省から受託した「炉心損傷評価技術(レベル2PSA)の開発」により、炉停止失敗事象の炉心損傷初期における再臨界の可能性がなくなった後の炉心物質再配置にかかわる評価手法整備を完了するとともに、Na-デブリー-コンクリ

ート相互作用小規模試験を実施して、炉心損傷の影響が原子炉容器の外へ拡大した場合を扱う格納容器内事象評価手法の検証を進め、Naが存在する体系に当該評価手法が適用可能であることを確認した。また、炉心損傷事象推移の支配現象に関連する情報の収集・整理を実施し、レベル2PSAを実施するのに必要な技術的根拠をデータベースとして整備した。

- xiv 大型炉の炉心耐震技術:経済産業省から受託した「発電用新型炉等技術開発(新型炉耐震性評価技術)」により、燃料集合体を約1/1.5に縮小した模擬集合体を群体系(最大37体)に配置した炉心体系モデル、及び列体系(最大32体)に配置したモデルを用いて群振動試験を実施し、集合体間の衝突の影響により飛上り量が低減する等の3次元群振動挙動データを取得した。上記試験を対象とする解析評価を行い、集合体間の衝突の影響に関する解析手法が妥当であることを確認した。
- xv 実証試験計画立案:平成20年度に実施した試験施設の設計成果を踏まえて、試験施設建家の建設、及び装置(試験ループ並びに試験体)の製作に着手した。

b) 先進湿式法再処理

- i 設計研究:再処理要素技術開発の最新のデータに基づき、先進湿式法による再処理実用施設の設計仕様・条件を取りまとめた。この条件に基づき、主要プロセス、機器概念の検討、保守基本計画等を検討し、主要機器の建屋内配置、ユーティリティ負荷及び廃棄物発生量を見積もるとともに、概略建設費を見積もった。再処理実証施設に係る移行期サイクルの検討については、軽水炉から高速増殖炉サイクルへの移行期の検討状況を踏まえ、今後の再処理技術実証プログラムを含む技術展開について、核燃料サイクル技術開発部門及び関係者間の協議・調整を進めた。
- ii 解体・せん断技術の開発:文部科学省から受託した原子力システム研究開発事業「解体及び燃料ピンせん断技術の開発」により、工学規模の模擬燃料集合体を用いた解体システム試験を実施し、ラップ管直下の燃料ピン損傷確率を低く抑えた解体制御技術の成立性を確認するとともに、解体での各操作所要時間や切断工具寿命にかかわるデータを取得し、設計に反映させるデータとして蓄積した。工学規模の燃料ピン束の移送試験においては照射変形を模擬した燃料ピンを用いた試験においても落下や引っ掛かりがなく円滑なハンドリングが行えることを確認した。また、短尺せん断試験ではせん断速度等の条件を適切に設定することで所定長さで均一にせん断できることを確認した。さらに上記試験の成果を反映して実用炉燃料集合体を対象とした解体システム及びせん断システムの概念を構築した。
- iii 高効率溶解技術の開発:高濃度溶解液を高効率かつ安定に得られる回転ドラム型連続溶解槽の内部構造を確立するために、内部構造を種々に変更可能なアクリル製モ

デルと模擬物質を用いた溶解試験を実施し、溶解特性及び燃料成分(銅粉)の移送性能に関するデータを取得した。また、模擬物質を用いた工学規模溶解装置による短尺せん断片(ハル)の移送性能及び排出性能試験を行い溶解槽の内部構造評価に資するハル排出性情報を取得した。なお、上記の工学規模溶解装置による移送性能試験の内容を一部改編することで、小型工学規模ウラン試験装置で取得予定であったせん断燃料片の移送性能評価に資する所期のデータが得られたため、小型工学規模ウラン試験装置の製作については、研究開発計画を見直し、平成22年度以降とすることとした。

- iv 晶析技術による効率的ウラン回収システムの開発:使用済燃料を用いたピーカスケール試験(ホット基礎試験)を行い、晶析操作時に溶液中に共存する不純物元素の挙動データを取得し、高ウラン回収率と高除染係数を両立させるための晶析条件を検討した。また、回転キルン型の小規模連続晶析試験装置を用いたウラン試験を実施し、装置規模の違いによる運転特性への影響について確認した。さらに、晶析工程で必要となる高濃度ウラン溶液の移送に関して、エアリフト、サイフォン等の方式による移送システムによる高濃縮ウラン溶液を用いた試験を実施し、技術的成立性を確認した。なお、応用試験棟漏水トラブルの影響により試験準備に予定よりも長期を要したが、試験工程の合理化を図ることで技術評価に必要なデータを取得した。
- v U、Pu、Npを一括回収する高効率抽出システムの開発:U・Pu・Np一括回収プロセスのホット基礎試験として短半減期核種の除染係数及びプロファイルデータの取得を行い、除染係数改良検討を行った。また、遠心抽出器内の核物質量の監視を行うための中性子モニターの配置検討を行うとともに、軸受部の耐久性試験を実施しプロセスや遠心抽出器の長期安定性等を評価した。
- vi 抽出クロマト法によるMA回収技術の開発:文部科学省から受託した原子力システム研究開発事業「抽出クロマトグラフィー法によるMA回収技術の開発」により平成20年度決定したフローシート構築のための試験条件を基にRI等を用いた基礎試験を実施し、各吸着材に対するクロマトグラムデータを取得した。この結果より吸着材及びMA回収フローシートを選定した。また、工学規模試験装置等を用いた吸着材の充填・拔出試験、分離塔の閉塞を想定した復旧試験、繰り返し吸脱着による耐久性試験等を実施し、MA分離システムの分離性能、安全性、計測制御性及び遠隔運転保守性にかかわる基本性能を総合的に評価し、課題を抽出した。
- vii 廃棄物低減化(廃液の2極化)技術の開発:Zr、Ru等が不純物として共存する模擬劣化溶媒を使用した小型遠心抽出器による溶媒洗浄試験を実施し、ソルトフリー試薬(シュウ酸ヒドラジン、炭酸ヒドラジン)及び炭酸ナトリウムによるZr、Ruの洗浄性能データを取得した。

- viii 工学規模ホット試験施設:軽水炉から高速増殖炉サイクルへの移行期の検討状況を踏まえ、今後のホット試験施設での試験構想を含む再処理技術開発計画を関係部署と協力して検討した。

c) 簡素化ペレット法燃料製造

- i 脱硝・転換・造粒一元処理技術の開発、ダイ潤滑成型技術及び焼結・O/M調整技術の開発:脱硝・転換・造粒一元処理技術については、小規模MOX試験を開始し、主に水分添加率をパラメータとした造粒試験を実施し、目的とする物性を有するMOX粉末を調製できることを確認した。ダイ潤滑成型技術、焼結・O/M調整技術については、小規模MOX試験設備の整備を完了し、平成22年度からMOX試験を開始することが可能になった。量産に適した方式選定のための評価検討として、以下を実施した。

- ・ 量産規模の大型脱硝装置の開発に向け、マイクロ波の利用効率向上策として、マイクロ波モードを制御した方法等が有効である見通しを得た。
- ・ 小規模ウラン試験と量産コールド試験から、造粒の回収率向上策の妥当性を確認した。
- ・ R&D成果に基づき実用プラント概念に対する焼結・O/M調整設備の臨界管理方式、処理方式、処理能力を設定した。

また、プルトニウム燃料第三開発室を利用した簡素化ペレット法の工学規模の段階的実証に向け、燃料製造技術開発試験を継続実施するとともに、ダイ潤滑成型機とペレット仕上検査の試験設備の製作を行った。

- ii 燃料基礎物性研究:燃料設計及び燃料製造技術へ反映するため、以下に示す熱伝導率、熱膨張率、拡散係数などの測定評価を実施した。また、これまで実施した研究成果をデータベース化するとともに、論文発表を行った。

- ・ 熱伝導率については、Pu含有の影響についてフォノン散乱モデルを用いて解析し、Pu含有率と熱伝導率の関係について評価した。これによりPu含有による影響は高速炉燃料の使用範囲では無視できるくらい小さいことを示した。
- ・ 熱膨張率については、 UO_2 、 PuO_2 、MOXの測定を実施した。
- ・ 拡散係数については、トレーサとして用いるPu-238の α スペクトル測定と、拡散対による相互拡散係数の測定を実施した。
- ・ MOXの融点について理想溶液モデルにて評価し、高速炉燃料の使用範囲において固相線温度を $\pm 20K$ で実験データを表すことを確認した。
- ・ 酸素ポテンシャルについては、MOXの酸素ポテンシャルに対する低含有のAmやNpの影響について評価した。
- ・ 酸素ポテンシャル及び酸素化学拡散係数のデータを基に、焼結中のO/M変化を予測する技術を確立した。
- ・ 雰囲気中の酸素分圧をコントロールしながら焼結試験を行い、O/Mが2.0付近で焼結を行うと、焼結が低温側で進み、より高い焼結密度のペレットが得られることを確

認した。

- iii セル内遠隔設備開発: 文部科学省から受託した原子力システム研究開発事業「セル遠隔設備開発」により、モジュール化成型設備試験機を製作し、保守用マニピュレーション設備との取り合い試験を継続実施した。また、ペレット検査設備の改良を進めた。さらに、粉末の水分、粒度、流動性のインライン分析設備を含め、総合モックアップ試験を実施し、セル内遠隔設備の技術的な成立性評価を行った。運転監視・異常診断技術については、成型設備の音響による異常診断技術の適用性検討試験を実施し、報告書を取りまとめた。

d) 副概念

- 金属燃料開発については、国内初のウラン-プルトニウム-ジルコニウム合金による金属燃料ピンの「常陽」照射に向けて、金属燃料ピン製造(共同研究での電中研担当分)と使用前検査対応準備(原子力機構担当分)を継続して進めた。金属燃料ピンの製造は、その製造リスクを考慮し、予備の原料を確保して製造にあたった。そのため、製造後の電中研の検査において仕様を満足できなかったものの、予備の原料でリカバリーし、再製造を進めている。なお、使用前検査(官庁検査)は次年度に延期となったが、本件が「常陽」照射開始時期に影響を及ぼすことはない。

金属電解法乾式再処理プロセスに関して、電力中央研究所との共同研究により、実工程を模擬した試験によりプロセス運転に係るデータを取得した。Pu試験としては、U-Pu-Zr三元系合金を陽極とした電解精製試験を実施し陽極溶解挙動を評価するとともに、プロセス評価に必要なUの拡散係数に関するデータを取得した。また、固体陰極/Cd陰極同時電解試験(コールド試験)を実施し、陽極溶解速度に関するデータを取得した。

(ii) プルトニウム燃料製造開発

a) 「もんじゅ」燃料製造技術開発

- 加工事業許可申請中のプルトニウム燃料第三開発室等について、安全審査への対応として、加工事業許可申請の補正申請に向けた準備を継続した。

- このうち新耐震指针对応については、近隣事業者と連携しつつ地質及び地盤の調査を進めているところであるが、先行する事業者の原子炉施設の耐震バックチェック審議において、断層の追加調査や評価条件の追加等の対応により長期化しており、この影響を最小化するため、暫定の基準地震動を用いた地盤安全性解析、建屋評価等のBクラス妥当性確認やBクラス設計対応を進めている。

- プルトニウム燃料第三開発室では、簡素化ペレット法等の工学規模での燃料製造技術開発試験を進めており、乾式回収粉末の物性、造粒条件、焼結条件がペレット品質に

与える影響等の評価に必要なデータを取得した。

- また、得られた燃料のうち仕様を満足し、かつ国の検査に合格したものは「もんじゅ」初装荷燃料Ⅲ型として利用し、燃料の性能を確認していくこととしている。平成21年度については、当該試験で得られた燃料集合体18体を10月に「もんじゅ」に供給した。本燃料集合体は、「もんじゅ」性能試験に供していく予定である。
 - プルトニウム原料調達等の準備として、平成21年度は、輸送容器原型容器の安全性実証試験(落下試験、耐火試験、浸漬試験、解体試験の一連の試験)を終了し試験報告書を取りまとめた。また、軽水炉高燃焼度燃料等から回収される高次化プルトニウムの同位体組成を精査し、「もんじゅ」燃料への適応法を検討するとともに、燃料製造工程への影響を評価した。
- b) 「常陽」燃料製造技術開発
- 製造済みの「常陽」第2次取替燃料用の燃料集合体、次回取替燃料製造用の部材及び原料の保管管理を実施した。
- c) その他
- 機構技術者の派遣、日本原燃(株)から受け入れた技術者の教育・訓練、軽水炉用MOX燃料の製造技術に関する評価試験、保障措置関連技術・分析技術・設備設計に係るコンサルティング等を通じて、日本原燃(株)への技術協力を進めた。
 - プルトニウム燃料第三開発室の耐震対応の状況や「もんじゅ」、「常陽」の再起動見通しを踏まえ、燃料供給計画検討を行った。
- (iii) 分離・変換技術の研究開発
- 原子力利用に伴う高レベル放射性廃棄物の処理・処分の負担軽減を目指した分離・変換技術については、原子力委員会による確認を受けつつ研究開発を行っており、機構は、分離変換技術の導入効果として、長期の発熱核種である ^{241}Am が高レベル放射性廃棄物(HLW)から除去でき、分離した発熱性核分裂生成物(FP)を約130年貯蔵後に廃棄すれば処分場における廃棄体の定置面積を約1/4に、約300年貯蔵後に廃棄すれば同面積を約1/100にそれぞれ縮小可能であるという試算を平成19年に示している。ただし、これを達成するには、発熱性元素の分離を高い効率で行う必要がある。また、同委員会の「分離変換技術検討会」が平成21年4月に示した報告書「分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方」での指摘を踏まえつつ、平成21年度も引き続き、基礎データの充足及び基本的ベンチマークの充実を目指した研究開発を継続している。

a) 分離技術研究開発

- マイナーアクチノイド(MA)/ランタニドの相互分離のための抽出クロマトグラフ法開発で、文部科学省からの原子力システム研究開発事業受託研究「新規抽出剤・吸着剤によるTRU・FP分離の要素技術開発」において、新規ピリジンアミド抽出剤含浸吸着剤のガンマ線及び酸に対する安定性を定量的に評価するとともに、文部科学省からの原子力システム研究開発事業受託研究「抽出クロマトグラフィ法によるMA回収技術の開発」において、原子力基礎工学研究部門と次世代原子力システム研究開発部門が連携協力して、カラム試験によりマイナーアクチノイド(Am、Cm)、ランタニド等の挙動データを取得し分離プロセス特性を評価した。
また、窒素ドナー系イオン交換樹脂である3級ピリジン樹脂による再処理技術について、ウランを含む模擬高レベル廃液による試験を実施し、核分裂生成物元素のイオン交換分離特性を評価した。
- 発熱性FPの吸着分離法について、文部科学省からの原子力システム研究開発事業受託研究「新規抽出剤・吸着剤によるTRU・FP分離の要素技術開発」において、発熱性FPであるSr及びCsの有機吸着剤によるカラム吸着試験を実廃液及び模擬廃液を用いて実施し、分離挙動、吸着カラム耐久性等の分離プロセス特性を評価した。また、模擬高レベル廃液による試験で、リンタングステン酸をナノ分離剤としたナノ分離剤担持複合吸着剤による発熱性核種のSr及びCsの分配係数の酸濃度依存性データを取得し、共存元素の影響が少ない等の分離特性を評価した。
- 希少元素FP及び長半減期核分裂生成物(LLFP)の酸濃度の異なる模擬高レベル廃液条件下における電解分離特性と水素製造触媒利用に関する触媒活性データ等の基礎データを取得した。6核種を対象とする高度分析装置の製作・据付を完了し、許認可手続を終了した。
- これらのこれまでの個別分離要素技術の研究成果をもとに、硝酸濃度を低下させる必要がない、リンを含む抽出剤を使用しないといった特徴によりコスト低減の可能性がある、新しい分離プロセス概念を構築・提示した。
- 機構内での連携としては、原子力基礎工学研究部門と次世代原子力システム研究開発部門とが連携協力して、共同で試験方法、試験条件を決定し、分離プロセス基礎データを取得・評価した。この成果は、FaCTプロジェクトにおけるマイナーアクチノイド分離プロセスのフローシート構築に生かせる重要な成果であり、基盤研究とプロジェクト開発の連携効果を大いに発揮した。

b) 核変換技術研究開発

- MA及びLLFPの核データ整備については、J-PARC物質生命科学実験施設の第4ビームライン(BL4)において、中性子核反応測定装置を完成させ、中性子捕獲断面積測定を可能にするとともに、高速中性子捕獲断面積測定手法の適用範囲を拡大し、⁹⁹Tcの断面積データを測定した。
- LLFP含有ターゲットについては、10%/年程度の核変換率が実現可能なヨウ素化合物(BaI₂)と中性子減速材(ZrH₂)の混合複合体からなるターゲット形態を考案し、LLFPとして想定する放射性ヨウ素(I-129)と同一の化学的性質を有する安定同位体ヨウ素(I-127)を模擬物質として用いた試作を行い、製造性の見通しを得た。また、BaI₂と被覆管材料との長期間の共存性評価のため、5000時間までBaI₂と高温保持した9Cr-ODS鋼とSUS316鋼における質量変化量、接触面形態変化などの基礎的データを取得した。
- 核設計コードの整備については、最新の計算科学技術を用いて、解析効率及び信頼性を向上したMA燃焼解析システム開発を完了した。このMA燃焼解析システムを用いて、高速実験炉「常陽」の燃焼係数を解析し、従来システムの計算結果及び測定結果との比較を行い、既存の燃焼解析システムの計算機能を全て包含していることを検証した。
- 従来の炉定数調整用積分実験データセットを基として、さらにロシアのBFS高速臨界実験装置で行われたNp装荷臨界実験データ及び解析結果を加えた場合に、Np装荷炉心の核特性予測精度が向上することを確認し、核データへその成果を反映した。

【高速増殖炉システムに関する事柄】

- 大洗研究開発センター燃料試験施設(AGF)において新たに取得されたMA等の「常陽」照射サンプルの化学分析結果について、最新の評価済み核データライブラリを用いて解析を行い、核データ改良への反映を行った。

また、高速増殖炉サイクルシステムを分離変換システムとして見た際の概念を追求し、非均質ターゲット装荷法(分散装荷法、リング状装荷法、ターゲット内ピン非均質装荷法)に基づく炉心概念や増殖炉と専焼炉(臨界炉)との共存サイクルのシステム概念を構築・提示し、それらの特徴を把握した。

【加速器駆動核変換システムに関する事柄】

- 加速器駆動核変換システム(ADS)に関しては、鋼材腐食については、Al合金を被覆したSUS316鋼が良好な耐食性を持つことを示すデータを取得し、照射効果については、ビーム窓候補材である改良SUS316鋼(JPCA鋼)の陽子・中性子による照射試料の照射後試験等から、20dpa程度まで健全性が保たれる見通しを得た。これらの知見に基

づき、燃料被覆管及びビーム窓の寿命評価を行い、運転期間中の健全性を確保できる見通しを得た。さらに、ADSの事故事象の検討により、炉心損傷に至る可能性が 10^{-6} /炉年以下とできる見通しを得た。超伝導陽子加速器の主要な構成要素であるクライオモジュールについて大電力高周波試験を実施し、高周波空洞を2Kまで冷却することで安定した陽子加速が実現できる見込みを得た。以上の成果と平成20年度までの成果を総合し、ADSを用いた成立性の高い核変換技術を構築、提示した。

- ADS用燃料に関しては、核的に不活性な希釈材であるZrNやTiNを含有したMA窒化物燃料のMA組成及び温度依存性に関する熱拡散率等の熱物性データを拡充した。文部科学省からの原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ受託研究「広域連携ホットラボ利用によるアクチノイド研究」において、(Pu,Cm)O₂からイオン交換により分離したCmを用いて高純度CmNを合成し、格子定数、熱膨張率等の物性データを取得した。
 - 乾式処理プロセスに関しては、窒化物燃料の電解挙動に対する希釈材のZrN及びTiNの濃度の影響を、それぞれの希釈材について濃度を30、60、90mol%に変化させた電気化学測定により評価した。窒化物燃料の電解により生じた電解回収物の再窒化粉末を原料として調製した燃料ペレットの密度、相状態、不純物濃度等の性状を明らかにした。これらの試験により、ADS燃料サイクルの技術的成立性を実験室規模で提示した。
 - 欧州におけるADSの研究開発プロジェクトであるEUROTRANSとの情報交換、ベルギー原子力研究センターでの材料の中性子照射試験の準備、フランス原子力庁(CEA)での核変換専用燃料の照射試験、スイス・ポールシェラー研究所との材料の陽子照射試験に関する協力等、引き続き、国際協力による効率的な研究開発の推進に努めた。また、経済協力開発機構(OECD/NEA)や国際原子力機関(IAEA)における諸活動を牽引し、本分野の国際的な活性化に貢献した。
 - 査読付き論文総数は10報、そのインパクトファクター(IF)総数は12.3となっている。IFが2以上の論文3報を含む。
 - 外部資金の獲得については、受託研究5件、253,334千円、科学研究費5件、7,969千円であった。
- (iv) 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発
- a) 高温ガス炉の技術基盤の確立を目指した研究開発
- 高温工学試験研究炉(HTTR)において平成22年1月から3月にかけて、HTTRとISプロセスを統合して原子力水素製造を実証するためのHTTR-ISシステムの長期安定運転に必要な期間として設定した50日間の高温(950℃)連続運転を完遂し、水素製造に

必要な900°Cの熱を長期にわたり安定供給できることをHTTRが世界で初めて示した。これにより、第四世代原子力システムのVHTRの実現に大きく近づいた。

高温連続運転の実施に当たっては、通常の定検運転の他に、膨大な保守管理データの分析により遮へい体コンクリート温度の異常上昇を未然に防止する冷却器の洗浄などの事前対策を行い、また、ヘリウムの微量漏えいを運転前に確実に検知できるようにシステムを改良し、そのシステムでヘリウム循環機からの漏えいを早期に検知してシール性能を向上させるなどヘリウム系の漏えい管理を改善した。さらに、大洗研究開発センター、原子力基礎工学研究部門等の関係者から構成される横断的組織により高温連続運転におけるリスクを抽出・検討してリスク低減対策の徹底実施を図った。その結果、運転員特別再教育により150ステップ以上の煩雑な手動操作を伴う制御棒反応度価値測定で操作ミスをゼロとし、交換部品の事前調達及び迅速なトラブル対応などを実現した。このように総力を挙げた万全の事前取組を行うことより、高温連続運転を含む120日以上にわたるHTTR設備運転期間中、操作ミス、機器のトラブルによりHTTRは停止することなく、高温連続運転を無事完遂した。

この高温連続運転では、多くの設計課題を克服し、燃料温度を制限値以下に保持しつつ、ヘリウム中間熱交換器の高温健全性を確保するなど非常に高い目標を達成し、安定な高温熱(950°C)の取り出しに成功した。特に、燃料から放出される核分裂生成物(FP)の放出率が海外の値よりも1~3桁低く、世界最高の燃料のFP保持性能を達成したことにより、機器設備の放射化がほとんど無い条件を実現でき、幅広い産業熱利用に道筋を拓いた。また、炉心燃焼特性の指標である制御棒位置を3%以内の高精度で予測する解析手法を開発し、可燃性毒物及び燃料濃縮度の調整とを組み合わせた反応度制御技術により、燃料の燃焼期間を約20%延長可能であることを明らかにした。これにより、実用炉の運転期間を延ばし、経済性の向上を可能とした。また、黒鉛構造物の腐食で生成する水素濃度は目標値3ppmの1/30以下であることから、設計を上回る黒鉛の低腐食性を明らかにした。

これらにより、HTTRの高温ガス炉技術は世界最高性能として国際的に評価され、日本の技術を国際標準化するための国際的イニシアティブを確立する活動が加速された。OECD/NEAからはHTTR国際共同試験計画が承認され、米国のDOE/INL/GAからNGNP研究としてHTTRトリチウム研究を受託した。また、国内では、グリーンエネルギー製鉄研究会における水素還元製鉄システムの検討や、原子力関連メーカーと連携した発電用小型高温ガス炉の概念設計が加速され、さらに、総務省の「緑の分権改革」公募事業の委託を受けた茨城県、大洗町に協力し、水素利用ビジョン、水素利用普及のロードマップ等の検討を平成22年度に実施することとなった。

- HTTR炉特性解析コードの検証・高精度化を図るため、モンテカルロ法により算出した中性子拡散係数を拡散係数法に導入して炉心の過剰反応度の解析精度を評価した結果、HTTR実測値との誤差を従来の6%から3%まで低減することができた。

○ 高温ガス炉燃料・材料の研究については、炭化ケイ素(SiC)被覆燃料粒子(直径約0.9mm)の更なる高燃焼度化を図るため、SiC層を従来よりも10ミクロン厚くすることを試み、35ミクロン厚の燃料の試作を完了した。また、将来の制御棒要素材料として期待される炭素複合(C/C)材料の異方性を考慮した応力評価を完了し、応力集中部についても材料強度の1/10程度の応力であることを確認した。

b) 核熱による水素製造の技術開発

○ HTTR-ISシステムの実現に向けて、システムの想定される過渡時、事故時の代表的な事象8ケースの解析評価を完了し、燃料温度、原子炉冷却材圧力バウンダリ温度等が許容値を超えることなく、HTTR-ISシステムの安全性が保たれることを示した。これにより、HTTR-ISシステムにおける熱供給システムの設計を完了した。

○ ISプロセスについて、高温硫酸等の腐食性プロセス溶液を輸送する装置材料の耐食性データを取得・整備するとともに、開発したセラミックス製高温硫酸ポンプの硫酸輸送試験を実施して輸送性能を確認し、これまでの成果と併せて30m³/h規模の水素製造技術の確認を完了した。また、ISプロセスの効率に影響するヨウ化水素酸蒸留塔におけるヨウ化水素分離性能について、解析により熱物質収支の圧力依存性を明らかにした。

○ 異常時に高温ガス炉と水素製造プラントを隔離する技術として、実用炉規模の高温隔離弁の構造案を作成し、熱・応力解析により高温(900℃)環境下における構造健全性を確認して設計を完了した。先進複合材を用いた中間熱交換器の要素技術開発として、中間熱交換器を通して1次冷却系から2次冷却系へ移行するトリチウム量の評価、2次冷却系を一般設備とするためのヘリウム純化流量の決定を行い、間接サイクル発電システムの概念設計を完了した。

○ 産業界等との連携として、高温ガス炉の商用化への道筋をつけるため、(株)東芝と高温ガス炉及びそれを用いた水素製造法の開発に関する共同研究を行い、高温ガス炉技術の現状と今後必要な技術開発について整理した。また、国産の高品質黒鉛を商用高温ガス炉へ展開するため、平成19年度に原子力エネルギー基盤連携センターに設置した黒鉛・炭素材料挙動評価特別グループにおいて、東洋炭素(株)と共同して黒鉛の微細組織に基づき弾性率等の材料特性を評価する手法の開発を進め、材料特性に影響する内部の気孔状態を3次元X線CTにより定量化できることを示した。さらに、同センターに平成21年度に高温ガス炉要素技術開発特別グループを設置し、三菱重工業(株)と共同して実用高温ガス炉の基盤要素技術に関する研究に着手した。

○ 日本の技術を世界の標準とするための国際的イニシアティブの確立を加速するため、以下の国際協力を推進した。第四世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)

の超高温ガス炉(VHTR)に関し、材料プロジェクト取決めへの参加8機関による署名手続が平成21年9月16日に終了し、研究協力を開始した。また、燃料・燃料サイクルプロジェクトについて研究協力を副議長などの立場で主導した。また、同水素製造プロジェクトにおいて、ISプロセス及び接続技術に関する共同研究を主導的に進めた。国際原子力研究イニシアチブ(I-NERI)の文部科学省・米国エネルギー省DOE協定の下で、ZrC被覆粒子燃料の照射挙動に関する共同プロジェクトとして、米国High Flux Isotope Reactor (HFIR)において試作したZrC被覆粒子の照射・照射後試験を完了した。また、カザフスタンとは、国立カザフスタン大学との高温ガス炉技術に関する将来の人材育成のための覚書に国立原子力センターを加えて再締結を行い、これに基づいて第1回の講義を実施し、日本の技術を用いた高温ガス炉の開発と建設の準備を進めた。あわせて、原子力関連メーカーと連携した技術支援により、カザフスタンが高温ガス炉事前成立性評価を完了し、高温ガス炉が記載されたカザフスタンと日本の政府間原子力協定が調印され、カザフスタン小型高温ガス炉建設計画が始動間近となった。これらの国際協力は、高温ガス炉システムの実用化を目指して行われたものであり、機構の行う研究開発上適切な連携となっている。

- 高温ガス炉システムの実用化に向け、HTTRのようなブロック型高温ガス炉で待望されている炉内燃焼過程を直接モニタリングできる革新的手法など、平成21年度は2件の特許出願を行った。
- 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発に当たっては、外部資金の獲得に努め、文部科学省の公募事業など受託研究6件、18,910千円、科学研究費補助金2件、2,600千円を獲得し、効果的な実施に努めた。
- 高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発に関する活動は、「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・評価委員会からも、「高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発」は、「HTTRを国際的に活用する方策は優れており、世界をリードする研究開発を推進している。日本における国際化のパラダイムシフトの中で、高温ガス炉の研究開発の果たす役割は大きい。」との評価を受けている。

(v) 民間事業者の原子力事業を支援するための研究開発

- 高燃焼度燃料再処理試験については、許認可の申請に向け、東海再処理施設の耐震性向上対策に係る許認可対応状況を踏まえて機構内外での調整を進めた。

また、共同研究者である電気事業者と試験対象燃料や試験内容、試験の実施時期等についての協議を進め、六ヶ所再処理工場の技術的課題を踏まえた試験計画概要書に反映した。

- 「ふげん」ウラン-プルトニウム混合酸化物(MOX)使用済燃料の再処理試験については、これまでに取得した再処理試験データを取りまとめるとともに、再処理運転を伴わないマイナーアクチニドの分析技術開発などを進め成果を取りまとめた。また、耐震性向上対策終了後の平成23年初頭から再開する再処理試験について、試験計画の見直し・立案を実施した。

なお、耐震設計審査指針の改定に伴い実施している耐震性向上対策については、中越沖地震等の最近の知見を踏まえて進めており、平成22年末までには終了する予定となっている。

また、施設定期自主検査として平成21年4月に実施した海中放出管の漏えい試験により、漏えいが確認された(漏えい箇所特定は平成21年8月)原子炉等規制法に基づく法令報告事象については、平成22年中に新規の配管を接続して復旧させる計画であり、耐震性向上対策後の平成23年初頭から再開する再処理試験には影響はない見込みである。

- 高レベル廃液のガラス固化処理技術開発については、ガラス溶融炉内の点検作業を通じて、炉内堆積物の除去や炉内形状計測に係るデータを取得し、取りまとめた。また、長寿命ガラス溶融炉の実現に向け、炉材料の耐久性に係る試験や白金族元素の形態や流動性を考慮した炉底構造の検討を行った。日本原燃(株)六ヶ所再処理工場の高レベル廃液ガラス固化施設のアクティブ試験に関して、日本原燃(株)からの要請により、KMOC(モックアップ試験装置)による運転条件確認試験の支援等を実施した。これらのデータ採取及び各種試験等の技術開発並びに日本原燃(株)からの受託研究等を実施することにより、ガラス固化技術の維持・向上に努めた。

- 低レベル廃棄物の減容・安定化技術開発については、リン酸廃液のセメント固化範囲やスラリー廃液の固化条件に係るデータを取得し、低放射性廃棄物処理技術開発施設へのセメント固化処理設備設置に係る設計に反映した。また、硝酸塩を含む低放射性廃液の硝酸塩分解技術開発については、工学試験に向けた装置類の準備を進めた。これらの試験の結果については、それぞれ報告書として取りまとめた。

⑤ 大強度陽子加速器(J-PARC)計画事業

本事業の目的は、量子ビームの高品位化や利用の高度化等を目指した量子ビームテクノロジーの研究開発により、ライフサイエンス、ナノテクノロジー等の様々な科学技術分野における優れた成果の発出に貢献し、先端的な科学技術分野の発展や産業活動の促進に資することである。そのために、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、陽子ビーム性能向上を目指す。

本事業に要した費用は、6,736百万円(うち、業務費6,609百万円、受託費118百万円等)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(5,918百万円)、政府受託研究収入

(81百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

- 大強度陽子加速器施設(J-PARC)の運転管理では、リニアック、3GeVシンクロトロン及び物質・生命科学実験施設(MLF)について、陽子ビーム出力120kWの安定した供用運転を実施した。特に、11月～1月末までの3ヶ月間における加速器の稼働率は、先行する米国オークリッジ国立研究所核破砕中性子源(SNS)に比べ7%以上上回り、92.5%に達した。これは、J-PARCの加速器全体の完成度が高いことによるが、特に、大強度リニアックでは電源性能が重要であると当初から判断し、加速器電源設計に国内の第一人者を起用して行ったことが背景にある。実際、米国SNSではリニアック電源の不安定性により稼働率85%以下しか得られていない。

中性子実験装置の供用を着実に推進するための課題選定業務及び利用者支援業務では、平成21年度下期のMLF供用運転では、平成21年6月に課題公募を行い、9月までに課題審査部会及び施設利用委員会による公平な課題審査を実施し、採択結果を通知した。応募件数は74件であり、70件を採択した。また、実験課題の実施において、利用者支援システムの運用などにより利便性の高い支援を行った。さらに、平成22年度上期の供用運転に向けた実験課題公募を平成22年1月までに実施し、3月に課題審査を実施した。この時の応募件数は134件であり、平成21年度下期に比べ80%増加した。

- リニアックビームエネルギー増強に係る機器整備では、加速空洞の量産に入り、高周波電源の製作をほぼ完了し、据付に入った。

安全関係では、施設の放射線安全管理にかかわる業務を実施し、トラブルなく安全を確保するとともに、加速器の出力増強及びハドロン実験施設の2次ビームラインの追加などに伴う変更許可申請を行い、安全審査に合格した。また、MLFビームライン(BL)の自主検査を行うとともに施設検査に対応し、使用許可を得た。

- J-PARC中性子利用実験装置の運転管理及び供用では、低エネルギー分光器、新材料解析装置、4次元空間中性子探査装置に関して、円滑な供用を行い、装置グループ課題3件、プロジェクト課題4件を実施し、高度化・利用研究を推進するとともに、一般課題に対してユーザーを支援した。特に、4次元空間中性子探査装置において、実験の測定効率を飛躍的に向上させる複数入射エネルギー同時非弾性散乱測定法の有効性を世界で初めて実証し、プレス発表(平成21年9月)するとともに、その成果をJournal of the Physical Society of Japanに公表し、注目論文としてJPSJ Papers of Editors' Choiceに選ばれた。

パルス中性子光学システムの最適化研究では、高偏極素子と組み合わせた磁気集光の広波長帯域での最適化条件を求め、その結果を、現在設計、製作中のナノ構造解析装置の高分解能化に適用することができた。

大強度パルス中性子対応のシンチレーション検出器及び個別読み出し型³Heガス

検出器の開発では、信号読み出し回路の設計、試作を行った。また、検出器ヘッドの高分解能化として、分解能を3mmから1.5mmに向上させた1次元検出器ヘッドの設計を行った。

高性能スーパーミラーの開発及び中性子輸送・収束デバイスへの応用では、試作した楕円スーパーミラーで中性子を集光し、これまでの6倍の輝度を得ることに成功した。また、400mm長さの大型楕円スーパーミラーの試作に成功し、建設が決定した階層構造解析装置に用いられることになった。さらに、イオンビームスパッタ法を用いて鉄単層膜の成膜技術開発を進め、偏極多層膜ミラーを成膜するに十分な性能の磁気膜の成膜を可能にした。

- J-PARCの運営は、機構とKEKの2機関間のJ-PARC建設協定を運営協定に改め、引き続きJ-PARCセンターが実施した。具体的には、センター組織の代表職員から成る調整会議を毎週木曜日に開催し、施設の状況把握及び対策指示を行い事業の進捗管理、課題の把握と対策を行った。毎四半期にJ-PARC運営会議(機構とKEKの理事を中心としたJ-PARC運営委員で構成)を開催し、適宜諸問題の対処方針を審議し、経営方針の決定を行い、経営の健全性、効率性、透明性の確保を行った。また、センター内に各種委員会を設け、コミショニング計画、安全等の諸問題の調整、リスク管理を行った。

立地地域や産業界との連携については、茨城県中性子ビーム実験装置評価委員会等で指導・助言を行うとともに、中性子利用促進に係る協力協定に基づき茨城県と連携協力して、産業利用促進に係る活動を実施した。また、茨城県中性子利用促進研究会や中性子産業利用推進協議会、そしてJ-PARC/MLF利用者懇談会が合同で実施する各種研究会や、茨城県中性子ビームライン利用成果報告会においてJ-PARC職員が講演するなど、地域産業の発展や新産業の創出、人材育成を目指して協力を行った。

国際的視点に立ったJ-PARCの運営に資するため、国際諮問委員会を3月中旬に開催し、国内外の著名な専門家から助言を受けた。J-PARCの所期の性能が早期に発揮された理由は、国際諮問委員会の助言に迅速かつ真摯に対応することにより、J-PARC装置の技術的課題を乗り越えることができたためと考えている。

施設運営の効率化として、J-PARCのメンテナンス期間を電気料金の高い7月から9月の3ヶ月に実施することにより、この時期に運転を継続する場合に比較して、1.9億円減額できた。また、電気使用量の予測が正確になり、合理的な運用が行えるデータベースを蓄積した。

- 中期目標の早期達成後の新たな目標である、J-PARCにおける陽子ビーム出力1MWを目指して、加速器及び中性子源の高度化にかかわる技術開発を行った結果、300kWのビームを試験的に1時間、MLFターゲットへ供給することに成功し、中期目標の3倍の強度を達成した。また、この時に発生した1パルス当たりの冷中性子強度は、約

5×10¹²個であり、現在世界最高強度の米国SNSの約4.2×10¹²個を上回っていたことが確認された。

- 早期達成があつてできたJ-PARCにおけるユーザーへのプラスアルファの貢献として、平成21年11月以後、陽子ビーム強度120kWでの供用運転を開始した。最終目標1MWの8分の1の出力であるが、パルス中性子の性能が優れていることから、既に先行している米国SNSや英国ラザフォード・アップルトン研究所核破砕中性子源(ISIS)と同等の中性子利用実験が可能となった。

J-PARCが早期に安定な稼働を開始したことにより、中性子利用実験装置の建設も推進され、平成21年度には、機構及びKEKによる実験装置7台、茨城県による実験装置2台、外部資金による実験装置3台の12台がそれぞれ稼働を開始した。このうち8台を一般利用に供することができた。

- J-PARCでの中期目標の早期達成によって、将来に向けたプラスアルファの研究開発を実施したことによる、運用約1年の段階で得たJ-PARC全体の主な成果を以下に示す。

- ・ 物質・生命科学実験施設(MLF)

- 4次元空間中性子探査装置(BL01)では、実験の測定効率を飛躍的に向上させる複数入射エネルギー同時非弾性散乱測定法を世界で初めて実証し、中性子非弾性散乱データを取得する新しい実験手法を開発した。(平成21年9月プレス発表)
- 茨城県生物構造解析装置(BL03)では、グルタミン酸等の有機物の結晶構造解析に成功し、食品、医薬品等の分野で有機低分子の中性子線結晶構造解析が有効な分析手段になることを示した。(平成22年3月プレス発表)
- ミュオン実験では、J-PARCミュオン実験装置が最高のパルスミュオン装置となり、(平成22年3月プレス発表)新しく発見された鉄砒素系超伝導体の実験を行い、世界で初めて超伝導相と磁性相の間に相関があることを明らかにした。(Phys.Rev.Lett.誌に掲載)

- ・ ニュートリノ実験施設

- 予想より早くJ-PARCで発生させたニュートリノを295km離れたスーパーカミオカンデで観測することに成功した。

- ・ ハドロン実験施設

- 3台の実験装置が稼働し、各々の実験装置でK中間子の分離、抽出に成功した。

⑥ その他の量子ビーム利用研究開発事業

本事業の目的は、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や利用の高度化等を目指した量子ビームテクノロジーの研究開発により、ライフサイエンス、ナノテクノロジー等の様々な科学技術分野における優れた成果の発出に貢献し、先端的な科学技術分野の発展や産業活動の促進に資することである。対象とする範囲は、量子ビーム施設・設備の戦略的整備とビーム技術開発、量子ビームを利用した先端的な測定・解析・加工技術の開発、量子ビームの実用段階での本格利用を目指した研究開発である。

本事業に要した費用は、9,873百万円(うち、業務費9,110百万円、受託費759百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(7,914百万円)、政府受託研究収入(279百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 多様な量子ビーム施設・設備の戦略的整備とビーム技術開発

- 研究炉JRR-3の中性子ビームの高強度化に向けた高性能減速材容器の開発では、今までに蓄積したデータを基に容器の形状、寸法、材質等の設計仕様について取りまとめた。さらに、高性能減速材容器を既存の設備に設置するための接合方法について検討し、その試験体を製作した。

中性子導管に関しては、中性子鏡管ユニットの仕様及び配置の取りまとめを行い、既設の中性子導管を高反射率Ni/Ti多層膜スーパーミラーに全て置き換えることで、高性能減速材容器の設置と併せて、目標とする現状(JRR-3において約 $1 \times 10^8 \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$)の10倍の冷中性子ビーム強度が得られることを確認した。なお、外部資金として文部科学省の原子力基礎基盤イニシアティブを獲得し、上記仕様の中性子鏡管ユニットの製作(7体)を行った。

ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)時の線量評価、線量測定等の効率化及び高度化では、小型中性子モニターである光ファイバーを利用したシンチレーション検出器(SOF)及び自己出力型中性子検出器(SPND)を組み合わせたリアルタイム中性子モニタリングの特性測定を実施した。2つの検出器を組み合わせることにより、時間遅れの少ないリアルタイム中性子モニタリングを可能とした。これにより、照射中にリアルタイムで患者に付与される線量のモニタリング技術の実用化に見通しが得られた。

- 荷電粒子・RI利用技術の開発については、数百MeV級重イオンのマイクロビームを用いた高速自動照準シングルイオンヒット技術を応用し、細胞の放射線応答機構解明に用いる試験細胞に高精度で狙い撃ちできる照準照射技術を確立するとともに、放射線誤動作予測モデルの構築に資する半導体素子内イオンビーム誘起過渡電流測定に成功した。

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、平成21年度約17百万円)」において、サイクロトロンビームの迅速切替への

ために、新たな磁場計測装置(NMR)を設計・製作して、運転中のサイクロトロンで設計通りの磁場測定ができることを確認した。さらに、本装置を用いてサイクロトロンの主磁場の短時間設定に係る技術開発を進めた。

また、科研費基盤Aに採択された「高エネルギーイオンビームの直描式微細加工による3Dナノ構造の創製(平成19～22年、平成21年度約11百万円)」を実施し、上記の数百MeV級重イオンのマイクロビームにより材料の3次元微細加工を実現した。

- 光量子・放射光の利用技術開発では、ペタワットレーザーの増幅法の改良によって予想以上の大幅なノイズ低減を実現し、最終増幅器段において、中期計画の目標値である 10^8 倍を2桁上回るコントラスト比(主パルスとプレパルスの強度比) 2×10^{10} を達成した。この高コントラスト化により、レーザー駆動小型陽子加速器の開発において14MeVの高エネルギー陽子の発生を実現した。また、ガス状のナノ粒子クラスターをターゲットとして利用することでレーザーのエネルギーを極めて効率良く吸収し、輝度は低いものの従来法より高いエネルギー、20MeVまで陽子を加速できることを世界で初めて実証した(平成21年10月プレス発表)。さらに、繰り返し数0.1HzのX線レーザーをマイクロジュールレベルの出力エネルギーで安定に供給することに成功し、このX線レーザーを用いた利用研究(平成21年度は施設共用3件、受託研究1件、内部利用7件)を実施した。
- 次世代放射光源用加速器の入射器として開発を行っている250kV電子銃の改良を進め、0.054mm·mradのエミッタンスを実現して次世代放射光源に必要な性能を確認した。また、フォトカソード直流電子銃に分割型セラミック管とガードリングを採用し、電界放出電子からセラミック管を保護して放電を抑えることで、世界最高の500kVの安定な電圧印加に成功し、次世代放射光源の実現に向け大きく踏み出すことができた(平成22年3月プレス発表)。さらにアト秒パルスのX線発生を目指し、前年度までに原理実証を行ったフライングミラー(光速飛翔鏡)手法を改良して対向入射型の実験を行い、従来よりも短波長の反射光の発生を観測するとともに、4,000倍以上の反射光子数の増大に成功した(平成21年11月プレス発表)。
- 上記14MeVのレーザー駆動陽子のエネルギースペクトルを準単色化し、細胞への照射や水素吸蔵材料等への照射を実施した。水素吸蔵材料への照射では、材料内部の欠陥生成によって効果的に吸蔵性能を向上できることを明らかにした。細胞照射では、レーザー駆動陽子によるDNAの2本鎖切断を初めて実証するとともに、従来型加速器による照射との生物効果の定量的な比較を行った結果、同等の効果が得られることを確認し、本法の有用性を検証した(平成21年4月プレス発表)。
- 本項目に係る成果について、年間の査読付論文総数は56報、インパクトファクターの総和は71.7となっている。

- 放射光源用電子銃開発では、外部資金を得て大学等との連携によるオールジャパンの体制を組み、次世代放射光源として期待される光陰極DC電子銃の開発を進めた。絶縁材料等の技術開発により性能向上を図り、世界最高の500kVの電圧印加に成功した。(平成22年3月プレス発表)
 - 中性子線共用施設の建設については、ダイナミクス解析装置及びナノ構造解析装置の概念設計を終了し、機器製作と設置調整に着手した。また、新たに階層構造解析装置及び物質構造解析装置の機器製作に着手した。
 - 機構外の機関等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ユーザーに対して、専用施設への中性子線の安定した提供と安全管理等の技術指導を実施した。また、中性子線専用施設の設置については通年で募集し、2件の応募があり、審査を開始した。なお、専用施設が一般利用に供出した利用分については、その研究課題の募集及び選定を年2回(前期及び後期として)実施した。募集等に必要情報はホームページ等で公開し、研究等を通じて得られた成果については、年報や報告書等で公開した。
 - 平成21年11月から陽子ビーム出力120kWの安定した供用運転を実施するに至り、英国ISISや米国SNSと同様な実験が行えるようになった。以上の結果、年度計画を達成した。
- (ii) 量子ビームを利用した先端的な測定・解析・加工技術の開発
- 生体高分子(タンパク質・核酸など)の立体構造・ダイナミクス・機能の相関を解明するため、水素原子等の観測を得意とする中性子の長を生かし、代表的な創薬標的タンパク質であるブタ膵臓エラスターゼ(阻害剤あり・なし2つ)の立体構造解析に成功した。このうち阻害剤ありの構造解析結果は、米国化学会誌(インパクトファクター(IF):8.1)に公開された(平成21年7月プレス発表)。さらにタンパク質と水和水の相互作用に関する知見を得るため、黄色ブドウ球菌由来の核酸分解酵素の中性子非弾性散乱を測定し、タンパク質の機能発現に重要な構造揺らぎが、水によって初めて引き起こされることを明らかにした。本成果は、*Biochimica et Biophysica Acta (BBA)* (IF:4.9)に掲載された。
- 大強度陽子加速器施設(J-PARC)のパルス中性子源を活用した創薬標的タンパク質の構造解析による医薬品候補分子の創製への貢献を目指した研究開発に着手し、茨城県生命物質解析装置の開発に協力するとともに、試料逐次添加法による結晶大型化技術(特許申請)、試料重水素化技術(分泌タンパク質の完全重水素化)、分子間相互作用に関わる分子シミュレーション技術などの中性子利用基盤技術を高度化した。分子シミュレーション技術の高度化では、タンパク質-DNA複合体形成のシミュレーションを実施し、会合面から水分子が脱離することにより複合体構造が安定化することを示

した。本成果は、**Biophysical J. (IF:4.7)**に掲載された。

- 3次元偏極中性子解析を含む中性子偏極散乱実験によりフラストレート系物質やマルチフェロイック系物質等のスピン及び格子の相関に係る物性を解析し、分極フロップがカイラル面のフロップに伴って起こることを中性子偏極解析法により明らかにした。また、高温超伝導体などの中で強く相互作用した電子が起こす集団励起を世界で初めて観測した。さらに、30テスラを超える超強磁場下での中性子回折実験を実現し、フラストレート磁性体の複雑磁気構造を直接決定することに成功した。本成果は**Physical Review Letters (IF:7.2)**に掲載された。

パルス中性子を利用した球状ナノ構造体の結晶対相関関数(PDF)解析の高度化を進め、新たに球殻状ナノ構造体に対する解析的な表式を導出した。シリコン(Si)を母材とするナノ構造体の合成及び特性評価を行い、Siを出発物質とする厚さ2 nm程度の極薄で、かつ大面積の単結晶Si₃N₄ナノシートの合成に成功した。さらにイオン照射により、多結晶炭化ケイ素(SiC)ナノチューブから単結晶及びアモルファスSiCナノチューブを合成することに成功した(特許2件出願中)。また、Si基板上の最表面にあって、ゲルマニウム(Ge)ナノドットから層状薄膜までの作り分けを可能とするビスマス(Bi) 1原子層の表面ストレスの実測に成功するとともに、層状成長を可能とするストレスの緩和機構を明らかにした。

種々の温度・圧力条件下における粉末中性子回折実験を可能にし、電池材料、強誘電性氷、金属水素化物などについて、それらの構造及び微視的挙動の解析を行い、パルス中性子実験用の高圧装置を整備し、J-PARCでの実験により160K、1GPaの低温高圧下での氷VI相の粉末回折プロファイルを得ることに成功した。また、J-PARCにおいて高圧実験専用ビームライン(BL11:超高圧中性子回折装置)の建設に着手した。固体酸化物型燃料電池材料について、JRR-3における角度分散法によるデータに加えて、J-PARCのパルス中性子での実験を初めて行い、より精度の高い解析が可能となる測定データを得た。中性子で強誘電性が確認された氷XIを実験室で合成し、世界で初めて氷XIの赤外吸収スペクトル測定に成功した。スペクトル中の特定ピークが通常の氷より鋭くなることを発見し、宇宙における強誘電性氷の存在の直接探索への道を拓くことができた。(平成21年10月プレス発表)

中性子偏極解析法の高度化を目指して、³He偏極フィルター等の白色中性子偏極デバイスのテスト実験に着手し、³He偏極フィルターシステムのプロトタイプが完成し、JRR-3の定常中性子と北海道大学の電子リニアックの白色パルス中性子を用いた性能評価を行って、改良点を明らかにした。

- 中性子イメージングでは、空間分解能の向上に関する技術開発を継続し、中性子イメージ増倍装置を使用した高空間分解能撮影システムを整備した。また、このシステムを燃料電池の内部可視化に適用して非破壊測定・評価の可能性を検証した結果、小型燃料電池内部の水分可視化試験に成功した。これにより本法が産業利用につながる技

術であることを立証した。

中性子即発ガンマ線分析では三次元元素分布測定システムの高度化を進め、目標とする位置分解能1mmを達成した。また、中性子ラジオグラフィ機能を付加し測定の効率化を図ることにより、隕石試料の撮影とその画像座標に基づく元素分布分析に成功した。

中性子を利用した非破壊測定・解析技術開発の一環として、低温・高温環境における「その場」応力・ひずみ測定技術を開発するとともに、放射光も相補的に利用することで、工学材料の表面から内部に至る残留応力・ひずみ評価を行った。これらの開発により4K程度の極低温から1,200K程度の高温における材料の応力、ひずみ、変形状態を測定できる中性子材料試験機を開発した。また、この試験機に用いる縦収束コリメータや試料位置決めシステムも開発し、三次元応力分布測定を可能にした。さらにこれら技術の実用的応用として、物質・材料研究機構と協力して、ジェットエンジンやロケットエンジン部品用の材料における応力や変形機構の解析を行った。

- 重イオンマイクロビーム細胞局部照射技術の開発では、ヒトがん由来培養細胞に対して、新規の集束式重イオンマイクロビーム装置を用いてネオンイオンを照準照射することに成功した。本装置を用いてネオンイオンを誤差数 μm 以内で照準照射できることを確認し、集束式重イオンマイクロビームを用いた細胞局部照射技術を確立した。また、重イオンで誘発される初期DNA損傷を解析し、ガンマ線と比べて短いDNA断片が高頻度に生成されることを明らかにした。さらに、神経系のモデル生物線虫を用いて、放射線照射による全身的な運動への影響を、画像解析に基づく指標を用いて定量的に評価する新しい手法を考案した。

イオンビーム育種技術の高度化研究では、各植物及び微生物に対するイオンビーム照射方法の最適化と新品種作出を行い、赤紫色の芳香シクラメン(平成21年12月プレス発表)、アルコール生産能や有用物質生産能の高い醤油醸造酵母、香気生成能の高い吟醸酒醸造酵母を作出するとともに、高い窒素酸化物吸収能を持つ壁面緑化植物の実用化に成功した(平成21年7月実施許諾契約)。また、目的の突然変異を高頻度で誘発する方法として、イオンビーム照射にショ糖処理を組み合わせることにより、花色変異体の出現頻度を特異的に増加させ、花色変異の幅を拡大できることを明らかにした。さらに、イオンビーム照射で得られた麴菌のセレン酸耐性変異体の変異部位を解析し、イオンビームが麴菌に対して大規模なゲノム変異を誘発することを明らかにした。

ポジトロンイメージング動態解析研究では、カドミウム高吸収イネ選抜系統と低吸収系統について吸収特性を解析し、低吸収系統に比べて、高吸収系統のイネでは根組織内のカドミウムを導管に移行させる能力が高いことを明らかにした。また、窒素同位体(^{13}N)を用いた画像化によりダイズ根粒の窒素固定速度が定量できること、炭素同位体(^{11}C)を用いた画像化により個々の根粒への光合成産物の分配量が根の基部以外に着生した根粒に対して少ないことなどを明らかにした。

ポジトロン放出核種標識化合物の開発研究において、独自に開発した迅速・簡便な

^{64}Cu の新規製造法を活用し、群馬大学との共同研究等により、非小細胞肺癌及び神経内分泌腫瘍を標的とする新規 ^{64}Cu 標識薬剤を合成し、各種担がんマウスを用いて、腫瘍細胞への集積が高いことを明らかにした(Cancer Science (IF:3.5)掲載他)。本法の開発により、 ^{64}Cu 標識ペプチドや抗体等、がんのPET診断を可能にする多様な ^{64}Cu 薬剤への応用に成功した。

- レーザープラズマX線顕微鏡の要素技術開発では、光源一体型試料ホルダーの性能評価を実施し、これを用いたレーザー駆動X線の単一ショット露光による生きたままの細胞の瞬時観察に成功した。放射光及びX線レーザーを相補的に用いた時間相関スペクトル計測法を確立し、これらを応用して、リラクサー誘電体の転移点近傍におけるナノスケール構造の振る舞いと低周波誘電率との関係や強誘電体の相転移前後での格子揺らぎの時間変化を明らかにした。また、X線レーザーの応用研究として、X線干渉法によるレーザーアブレーション時のプラチナ表面の微細構造ダイナミクス観察を行った。
- 時分割X線吸収微細構造法(XAFS)を用いて、一酸化炭素等の分子吸着及び解離等の触媒反応に関する貴金属ナノ粒子の局所構造及び電子状態の変化を、その場観察する方法を確立した。
- 高温高圧下及び低温高圧下のX線回折測定法を確立し、将来の水素貯蔵材料として期待されるアルミニウムを合金化した新奇水素化物を合成するとともに、その水素化(相転移・反応)過程の観察(平成21年日本高圧力学会奨励賞受賞)、及び、希土類金属水素化物の圧力誘起相分離に伴うドメイン構造変化とその温度依存性を明らかにした。
- 次世代の分離抽出剤として期待されるフェナントロリンアミド(PTA)の改良を行い、高濃度金属イオン溶液において実機試験に耐える十分な抽出能力と耐放射線性を確認した。時間分解蛍光XAFSシステムを開発し、アクチノイド等重元素に対する抽出クロマトグラフィー及び抽出分離過程の放射光時分割測定法を完成させた。偏光を利用した共鳴非弾性X線散乱法を確立し、銅酸化物の超伝導相に隣接して存在する電荷秩序相にある電子の励起状態の観測に成功した。
- 本項目に係る成果について、年間の査読付論文総数は146報、IFの総和は315.3となっている。
- 量子ビームを利用した先端的な測定・解析・加工技術の開発における高い成果とステークホルダーへの貢献として、共同研究や先端研究施設共用促進事業等の実施によるアルコールや有用物質生産能の高い醤油醸造酵母の作出(特許出願)、商品化が期待される新規の赤紫色芳香シクラメンの創成(平成21年12月プレス発表)、高い窒素酸化

物吸収能を持つ壁面緑化植物の実用化(実施許諾)が挙げられる。また、結晶大型化技術や試料重水素化技術の開発を継続し、創薬標的タンパク質であるブタ膵臓エラスターゼ(阻害剤あり・なし2つ)の中性子・X線同時利用構造解析によって阻害剤との相互作用様式を詳細に解明するなど育種、製薬の各産業分野におけるユーザーをステークホルダーとして成果の還元を図っている。さらに、フラストレート磁性体における複雑磁気構造の直接決定やアルミニウムの水素化反応機構解明、高強度レーザーを用いた分子軌道の直接観察(Science (IF: 30.3)掲載)などの成果は基礎科学の進展に大きく貢献するだけでなく、磁性と誘電性をもつ新材料開発や水素貯蔵材料開発、化学反応の制御等に寄与するものである。これとともに、超強磁場、低温、高温、高圧条件等、各種環境下での中性子回折、残留応力解析等の実験を可能にし、測定・評価・解析の支援を行うなど、材料開発分野における産業利用ユーザーをステークホルダーとして貢献している。

- 量子ビームの利用のための研究開発における良好事例として、平成20年度の播磨地区での開催を皮切りに行われた部門研究交流会を東海地区で開催したことが挙げられる。交流会には部門内外から241名が参加し、量子ビーム応用研究の新規テーマの発掘と部門内における相互理解・連携強化・士気向上の場として大きな意義があり、この分野における顕著な成果の創出につながったものと自己分析している。

- 成果の公表については、中性子及び放射光による応力評価をテーマとして、当部門と茨城大学の共同主催により第3回量子ビーム国際シンポジウム(QuBS2009)を開催した(平成21年11月)。本シンポジウムには20カ国から186名(国内101名、国外85名)が参加し、最新成果の報告と討論を通して、材料科学、マイクロメカニクス分野における量子ビーム利用の有効性を内外にアピールした。産業界からの参加者も多く、応力評価が既に産業応用のフェーズに入っていることが示された。

さらに、量子ビーム応用研究部門による研究成果を国内外へ広くアピールするため、研究成果ハイライト集・グループ活動報告(Annual Report QuBS 2009)を取りまとめ、平成21年12月に発刊した。

- 機構横断的に組織した量子生命フロンティア研究特定ユニットでは、放射線抵抗性細菌のDNA修復ネットワーク機構の解明のため、DNA修復促進タンパク質PprAの発現制御にかかわる主要因子PprMを発見し、その発現機構を世界で初めて明らかにするとともに、PprAタンパク質の原子構造をほぼ決定した。また、平成22年3月に「生命科学シンポジウム2010」を主催して約100名の参加者を集めるとともに、これらの成果を発信した。なお、本ユニットは平成22年4月の第2期中期目標期間の開始とともに常設組織として研究を展開することとなった。

- 機構内連携については、量子ビーム応用研究部門とJ-PARCセンターの連携により、タンパク質の構造解析やイメージング技術の開発、白色中性子偏極デバイスの導入や高圧研究ビームライン建設等、パルス中性子源を活用する技術開発を積極的に推進した。また量子ビーム応用研究部門と次世代原子力システム研究開発部門等との連携により耐放射線性に優れた次世代抽出剤の開発、原子炉材料の応力分布計測の高度化、FBR燃料再処理時に問題となる抽出カラム中の滞留水素観察手法の開発等を進め、原子力エネルギー分野への貢献を図った。
 - 機構外連携では、物質・材料研究機構、理化学研究所との「三機関連携」(平成18年度協定を締結)の枠組みによりナノテクノロジー・材料分野の研究を進展させ、量子複雑系現象解明研究においては負の熱膨張材料やマルチフェロイック物質で共通の問題となる磁気モーメントと格子の関係について、放射光を用いたフォノン測定の実験結果が、磁気モーメントを考慮に入れた計算結果と良い一致を示すことを明らかにした。また本成果が国内外で認められ、第9回超伝導国際会議において招待講演を受けた。本連携を足がかりとして採択された科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業(研究領域「新規材料による高温超伝導基盤技術」)の下、国内ワークショップを開催(平成21年11月)し、60名を超える参加者を得て、鉄系高温超伝導体に関する成果の発信と討論を行った。さらに、燃料電池用キーマテリアル開発研究においては、産学官の参加による研究会を開催(平成21年12月)し、成果報告及び討論を行った。
 - 積極的に外部資金獲得に努め、競争的資金の採択、受託研究契約の締結により平成20年度を上回る外部資金を得た。また量子ビーム応用研究部門と研究炉加速器管理部、産学連携推進部と共同で申請した先端研究施設共用促進事業(文部科学省)に採択され、研究炉JRR-3の中性子利用による施設共用促進を行うこととなった。高崎地区においては、今年度、文部科学省委託事業「先端研究施設共用イノベーション創出事業」から移行した補助事業「先端研究施設共用促進事業」の中間評価を平成22年1月に受け、最高位の評価(22機関中3機関のみ)を獲得し、今後3年間の事業継続が認められた。
- (iii) 量子ビームの実用段階での本格利用を目指した研究開発
- 宇宙等の極限環境での半導体デバイスの耐久性・信頼性評価技術の確立を目指した放射線劣化モデルの構築研究では、宇宙応用が期待されるSOI(Silicon-On-Insulator)デバイスの誤動作発生予測モデルの構築を進め、単体のトランジスタに発生するイオン誘起電流を集積回路の電流・電圧特性に組み込んで解析することで、集積回路の誤動作の原因となる電圧パルスを導出することに成功した。これにより、トランジスタ単体の照射効果から集積回路の誤動作を予測することが可能となり、誤動作予測モデルが構築できた。
 - 耐放射線性炭化ケイ素(SiC)トランジスタの開発では、産業技術総合研究所との連

携の下、静電誘導型トランジスタを作製してガンマ線照射を行い、10MGyまで動作電圧の変動がないことを検証し、目標の耐性を有するSiCトランジスタが開発できた。

SiCセラミック薄膜の開発では、水素と不純物の分離比10対1以上の性能を実現するため、水素分離フィルターの基材に電子線架橋等の処理を施した結果、室温で12～14、250℃で50～70の分離比を示すことが確認でき、水素と不純物の分離比10対1以上の性能を有する水素分離用SiCセラミック薄膜が開発できた。

家庭向け燃料電池用高耐久性電解質膜を実現するため、平成20年度80℃で4万時間以上の耐久性が検証できた芳香族炭化水素系高分子を基材とする電解質膜と電極触媒との接合体(MEA)を用いて燃料電池セルを組み上げ、その発電特性と耐久性を評価した。その結果、電解質基材厚を1/3に薄くすることで、発電効率を従来の1.2倍に向上させ、家庭用燃料電池膜に要求される発電特性を実証し、開発できた。

機構、物質・材料研究機構、理化学研究所の三機関連携の下、中性子小角散乱法及びX線小角散乱法を用いて、燃料電池膜内のイオン伝導経路の構造解析を進めた。この結果、フッ素系及び芳香族炭化水素系高分子電解質膜の共通の特徴として、イオン伝導基を含むグラフト鎖が水と混合してイオンチャンネルを形成すること、及び、フッ素系よりも芳香族系の電解質膜が小さなイオンチャンネルを形成することを世界に先駆け明らかにした。また、ドイツ重イオン研究所(GSI)との国際協力を推進し、イオンビームを利用したナノ微細孔を有する耐熱性フッ素系樹脂膜の新たな形成技術として、オゾン酸化法を開発した(第18回ポリマー材料フォーラム優秀発表賞受賞)。これらの連携により、機構の高耐久性電解質膜開発を効率的に推進できた。

- 生分解性高分子の研究開発では、デンプン由来のポリ乳酸の耐熱性を実用化可能なレベルまで向上させる研究開発を進め、放射線橋かけ等の処理を施すことで70℃での熱変形を大幅に抑制するとともに成形プロセスを最適化し、展示めがねフレームのダメージレンズとしての産業応用に道筋を付けた。また、化学処理により多様な官能基が導入可能なエポキシ基を持つグリシジルメタクリレート(GMA)を用いて、エマルジョングラフト重合による合成プロセスにおける照射線量の低減化を目指した結果、これまでの有機溶媒の反応系に比較して、照射線量は1/4に相当する50kGy、反応時間は1/2に低減することに成功し、この技術を用いることで半導体の洗浄水用フィルターの実用化に結び付けた。

大気中の有機汚染物質捕集・無害化技術の開発では、後段に二酸化マンガンMnO₂触媒を併設した、160keVの可搬型電子加速器処理システムを設計して組み上げ、実規模流量条件(500m³/h)の排ガス中の5ppmのキシレンやトルエンの処理試験を実施し、分解率100%を達成した。MnO₂触媒表面では、照射由来のオゾンの分解から生じた活性酸素が、キシレンやトルエンの分解だけでなく、電子線照射によりキシレン等から生じた有機酸などの中間物質の無機化にも寄与し、これらの反応が触媒表面の吸着水量の低減により促進されることなどの反応メカニズムを解明した。このような知見に基づき水分吸着を抑制する温度条件や触媒構造などの最適化を図り、汚染物質の完

全無機化に成功するとともに電子線による揮発性有機化合物の除去技術を確立した。

- 放射光X線による新たな材料評価手法の開発のため、スパイラルスリットを用いた迅速応力分布測定システム、高温高压水下の応力測定法及び異種材料接合部の応力分布測定法を確立するとともに、放射光単色X線、白色X線などを相補的に利用することにより多結晶体である材料の表面から内部に至る残留応力の3次元分布測定法を確立し(平成22年日本材料学会X線材料強度部門委員会、研究・開発賞受賞)、エンジン等の機器の評価に応用した。
- 短パルスレーザーによる非熱加工技術を原子炉の保守保全技術開発へ応用するため、試作機を開発して敦賀本部レーザー共同研究所に設置した。また、医療機器開発として、膵臓内の検査が可能な光ファイバー内視鏡観察装置の試作を行った。2,3-ジヒドロピランの2波長光照射実験を継続し、2波長光照射によりレーザーを集光することなく同位体分離が可能であることを示し、これにより酸素同位体の大量濃縮が可能であることを明らかにした。ケイ素同位体(^{30}Si)を含む濃縮四フッ化ケイ素(SiF_4)ガスを用いた化学気相成長法(CVD)により、 ^{30}Si 濃縮薄膜材料を創製し、その同位体比及び結晶構造を測定した。新規な同位体分離法として同位体選択的回転励起の実現可能性を理論的に明らかにし、特許を出願した。
- 本項目に係る成果について、年間の査読付論文総数は131報、インパクトファクターの総和は228.3となっている。
- 研究成果を広く国内企業に広報する取組では、産業利用を展望した最新の成果を分かりやすく紹介するため、高崎市との共催による「放射線利用フォーラム2010in高崎」(平成22年1月)、科学技術振興機構(JST)との共催による量子ビーム産業利用シンポジウム(平成21年10月)や日本原子力学会北関東支部との共催による「量子ビームの産業利用への展開」と題する講演会を開催(平成21年12月)し、地域や学協会等と連携して、産業界をはじめとする様々なコミュニティに対し幅広く成果普及を行う活動に取り組んだ。
- アウトリーチ活動として、国内企業等へのアピールに努め、産学連携推進部と連携し技術相談等、産業界のニーズを踏まえた技術普及活動に精力的に取り組んだ。また文部科学省の先端研究施設共用促進事業を実施してイオンビームを用いた新規の麹菌や花等の有用遺伝子資源を創成するなど、実用化に向けた共同研究を推進した。さらに、スーパーサイエンスハイスクールにおける実験、大学における講義等を通じ、理科教育支援にも積極的に協力した。

- 産業利用に向けた特筆すべき成果として、セルロース多糖類の放射線橋かけでは、産学連携推進部の成果展開事業に協力して越前和紙の収縮を抑制することに成功した成果について、引き続き民間企業への働きかけを継続し、壁紙やランプシェードへの応用展開が可能となった。研究開発に当たっては、成果の社会還元の方角性を探るコーディネータと密接に連携し、社会動向を見ながら、産業界から求められる成果を提供している。

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の金属を除去するための材料開発として、材料自体からの溶出成分が極めて少なく、微量の金属を効率良く吸着して除去できるフィルターの開発に成功した。同社の研究員を機構に受け入れ、密接な連携のもとにベンチスケール試験を進めた結果、同社は平成22年3月に静岡工場に微量金属除去材料の製造装置を新設した。今後、装置による微量金属除去材料の製造条件を確立して、同年6月から、半導体洗浄液に含まれる微量金属を除去するフィルターの生産を開始する予定となっている(平成22年1月プレス発表)。

- 機構内連携については、量子ビーム応用研究部門とレーザー共同研究所(敦賀本部)との連携によるレーザー技術の原子力材料開発・評価への応用を促進するとともに、安全研究センターとの連携による原子力用ケーブル劣化の機構解明及び監視・診断手法の開発研究等を行い、原子炉の高経年化対策の技術的基盤整備に寄与している。次世代原子力システム研究開発部門との連携では、放射光を用いて高速炉用燃料被覆管ODS鋼材の酸化物析出状態をその場観察することにより、燃料被覆管製造プロセスの最適化条件導出に見通しをつけ、高速増殖炉サイクル実用化研究開発(FaCTプロジェクト)推進に貢献した。

- 他機関との連携協力では、物質・材料研究機構、理化学研究所との「三機関連携」(平成18年度協定を締結)の枠組みにより、燃料電池用キーマテリアル開発研究を進展させるとともに、産学官の参加による研究会を開催(平成21年12月)し、成果報告および討論を行った。さらに、各機関の合同で研究協力協議会を開催(平成22年2月)し、今後の協力関係の継続を確認するとともに、将来のエネルギー・環境問題解決を展望したグリーン未来物質創成研究など、新たな連携課題についても検討を始めている。

また、機構が宇宙航空研究開発機構と共同で進めた宇宙用半導体の耐放射線性評価研究の成果に基づいて宇宙機に搭載する半導体の選択や宇宙用新型半導体の開発が実施され、国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」(平成21年7月16日打ち上げ)や宇宙ステーション補給機「HTV」(平成21年9月11日打ち上げ)に搭載されるなど、我が国の宇宙開発に大きく貢献している。

⑦ 安全確保と核不拡散及び共通的科学技術基盤事業

本事業の目的は、原子力における安全と核不拡散への支援活動を行うこと、並びに、新たな原子力利用技術を創出するための基礎研究を実施することである。具体的に安全に関しては、原子力安全委員会の定める「原子力の重点安全研究計画」等に沿って安全研究を実施し、中立的な立場から安全基準や指針の整備等に貢献するとともに、関係行政機関及び地方公共団体に対して原子力災害対策の強化のための支援をする。一方、多様な核燃料サイクル施設を有し、多くの核物質を扱う機関として、これまでの技術開発を通じて培ってきた知識・経験・人材に立脚し、また、技術力を結集して、核不拡散強化のための国際貢献に努める。将来技術のための基礎研究では、これは社会基盤を支える科学技術の基礎を成すものであることから、新原理、新現象の発見、新物質の創生、新技術の創出を目指した先行基礎研究も対象とする。

本事業に要した費用は、21,353百万円(うち、業務費18,127百万円、受託費3,214百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(16,286百万円)、政府受託研究収入(1,880百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 安全研究とその成果の活用による原子力安全規制行政に対する技術的支援

- 原子力利用において進められつつある新たな展開、具体的には軽水炉の長期利用、新技術の導入による利用の高度化(燃料の高燃焼度化、最適運転サイクルの導入、出力増強など)、核燃料サイクル施設の本格操業、各段階において発生する放射性廃棄物の処分実施などに際して、十分な安全性が確保されることを確認、実証するための研究を行い、その成果を活用して原子力安全規制行政への支援を進めた。
- 国内の安全規制への支援として提供した知見は、原子力安全委員会による報告書「ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて」(平成21年10月)、「燃料関連指針類における要求事項の整理並びに明確化について」(平成22年3月)等の形で規制に反映された。
 - ・ ウラン廃棄物のクリアランスに関し、廃棄物の処理・輸送時、産廃処分時、再利用時における被ばく線量を評価するための解析コードを開発するとともに、同コードを用いて算出したクリアランスレベルの評価結果を原子力安全委員会に提供した。これを技術的よりどころとして膠着状態であった審議が大きく進展し、クリアランスレベルが設定された。同委員会の報告書「ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて」は本研究成果に基づき取りまとめられた。これにより、人形峠環境技術センターなど燃料濃縮、加工等の施設における廃止措置活動を本格化する環境整備に貢献した。
 - ・ 原子力安全委員会に対し、燃料の破損を防止するための具体的要求事項を提案するとともに、同委員会の燃料関連指針類検討小委員会報告書「燃料関連指針類に

における要求事項の整理並びに明確化について」の原案を作成するなど、安全審査指針類の体系化に大きく貢献した。

- 国際的な取組としては、軽水炉事故時の安全性の確保・向上に係る経済協力開発機構(OECD)/原子力機関(NEA) ROSAプロジェクト(14ヶ国18機関参加)を平成17年度より主催して、機構の大型非定常試験装置(LSTF)を用いて非常用炉心冷却系(ECCS)作動時の温度成層や蒸気凝縮など3次元二相流の課題を含む6課題12回の試験を実施し、最適評価手法の開発・検証に用いる詳細な熱水力データを取得した。本プロジェクトが提供したデータに基づき、事故時の炉心過熱の判断に用いる炉心出口温度計の有効性に関するOECD/NEA報告書が取りまとめられるとともに、各国の規制機関や産業界に対し同温度計の有効性を再確認するよう提言がなされた。また、参加機関からの強い要請により、同プロジェクトは第2期計画を平成21年度から開始している。
- 原子力安全委員会が定めた「原子力の重点安全研究計画(平成16年7月原子力安全委員会決定)(平成20年6月一部改訂)」、「日本原子力研究開発機構に期待する安全研究(平成17年6月原子力安全委員会了承)」、及び原子力安全・保安院(保安院)の「原子力安全・保安院の原子力安全研究ニーズについて(平成18年3月)」に沿って、機構内の独立した組織である安全研究センターが中心となり、中立的な立場を維持するよう留意しつつ、研究課題ごとの必要に応じて機構内の関連部門と連携して、安全研究及び規制支援を実施した。
- 規制支援の中立性・透明性を確保するため、外部の専門家・有識者から成る「安全研究審議会」を公開で開催し、大綱的指針に基づく中間評価を兼ねて17～20年度の研究成果及びその原子力安全規制への反映状況等の評価を受けた。さらに今後5～10年を俯瞰した安全研究センターの将来展望について審議を受けた。その結果、全体について、国のニーズに応える方向での研究が行われ、機構における安全研究の成果として妥当な成果が得られており、規制活動・人材育成等の支援も概ね満足すべきものがあるとの評価を得た。
- 研究を実施する上では、原子力安全委員会や保安院各課(原子力安全技術基盤課、原子力発電安全審査課、原子力発電検査課、核燃料サイクル規制課、放射性廃棄物規制課等)、原子力安全基盤機構(JNES)等に対し、学協会等で産学官が協働して策定した研究ロードマップ等の分析に基づいた適切な研究提案を日常的に行うことで外部資金の獲得に努め、平成21年度は委託事業27件、約47億円を受託した。
- 公表した査読付き論文の総数は50報であり、そのインパクトファクター総数は22.6となっている。

a) 確率論的安全評価(PSA)手法の高度化・開発整備

- 核燃料施設のリスク評価では、事故影響評価解析手法整備のため、我が国で初めて規制支援機関と事業者とが共同して行う研究の枠組みを構築し、リスク評価に必要な再処理施設の事故時における放射性物質移行挙動に係る基礎的データを取得する研究を開始した。資金的効率性の観点から機構、JNES、日本原燃(株)の3者で協定を締結し、規制判断の独立性と中立性・透明性の確保に留意して研究を進めている。これまでに計算コードによる解析を実施し、試験装置等を整備して実験に着手した。また、PSA実施例で考慮された主要な機器について、既存の故障率データベースから再処理施設PSAに援用可能な23種類の機器の故障データを新たに収集・整理した(JNES受託事業「再処理施設の信頼性データに係る情報の整理」)。このような体系的な分析例はなく、これによりPSA結果の精度向上が期待され、リスク情報活用を進める環境を整えた。

これまでのPSA結果に基づき、再処理施設を例に代表的な事故事象に対して、同種の事故事象のなかで周辺公衆に及ぼす最大の影響を試算し、これを基に事故事象毎の発生頻度を指標とする性能目標策定手順を提示した。これにより、今後の原子力安全委員会による核燃料施設の性能目標策定に役立つ情報を提供できた。

- 平成21年にOECD/NEA・国際原子力機関(IAEA)の事象報告システム(IRS)に報告された事例80件について内容の分析を行い、報告書にまとめ関係機関に配布した。国際原子力事象評価尺度(INES)については、事例21件について内容を分析し和訳情報としてインターネット上で公開した。これら事例の分析結果は、原子力安全委員会からの依頼により四半期ごとに報告した。また、JNES受託事業「原子力施設における事故・故障事例の分析調査」として、平成21年に米国原子力規制委員会が発行した規制書簡44件及びIRSに過年度に報告された事例75件について内容の分析を行い、受託報告書にまとめた。その他、IAEAのBlue Book (過去3年間の重要事例の概要冊子)の作成に協力した。

b) 軽水炉燃料の高燃焼度化に対応した安全評価

- 高燃焼度燃料に特有な現象については、被覆管外面近傍の水素化物集積層が脆化し亀裂発生点となる反応度事故(RIA)時の燃料破損メカニズムを明らかにするとともに、同層の厚さが耐破損性能の指標となることを示した。また、高燃焼度燃料の導入及びMOX燃料の本格利用に向けた規制環境を整えるため、MOX燃料のRIA時破損、冷却材喪失事故時の燃料変形及び破断等、安全評価に必要な知見を取りまとめた。

事故時燃料挙動解析手法の高精度化については、燃焼の進行に伴って蓄積する核分裂生成物(FP)ガスのペレット内分布に関しモデルの改良及び検証を行い、RIA時のFPガス放出や被覆管変形量等に関する解析コードの予測精度を高めた。

燃料の破損を防止するための具体的要求事項を提案するとともに原子力安全委員

会の燃料関連指針類検討小委員会報告書「燃料関連指針類における要求事項の整理並びに明確化について」の原案を作成し、原子力安全委員会が進めている安全審査指針類の体系化に大きく貢献した(原子力安全委員会受託事業「発電用軽水型原子炉施設に関する燃料関連指針類の要求事項に係る基礎的・技術的検討調査」)。

改良型燃料の実用化に向けた事故時挙動模擬実験に備え、欧州における燃料の調達、欧日輸送準備、比較データの整備を行った(保安院受託事業「高度化軽水炉燃料安全技術調査」)。

- 沸騰水型原子炉(BWR)で使用された高燃焼度燃料の異常過渡試験を平成23年度から実施するため、材料試験炉(JMTR)における照射試験装置の整備を進めた(保安院受託事業「軽水炉燃材料詳細健全性調査」)。

c) 軽水炉利用の高度化に関する熱水力安全評価技術

- 軽水炉における熱水力安全上の課題解決を目指したOECD/NEA ROSAプロジェクトの第二期計画(ROSA-2)を開始するとともに、加圧水型原子炉(PWR)を模擬する大型非定常試験装置(LSTF)を用いて規制上の新たな課題であり3次元二相流を伴う中口径破断冷却材喪失事故(LOCA)模擬実験を実施し、詳細熱水力データを得た。さらに、参加各国と最適評価手法による実験前解析を行い、燃料棒被覆管最高温度の正確な予測など、安全余裕の高精度な評価に必要な改良課題を明らかにした。本プロジェクトが提供したデータを中心に、事故時の炉心過熱の判断に用いる炉心出口温度計の有効性に関するOECD/NEA報告書が取りまとめられるとともに、各国の規制機関や産業界に対し同温度計の有効性を再確認するよう提言がなされた。

- 核熱の連成がかかわる事象を解析するために機構が開発した3次元核熱結合解析コードTRAC/SKETCHの改良を行うため、核熱結合を伴うBWR炉心を炉外で模擬する核熱結合模擬実験装置(THYNC)を用いて、燃料軸方向の出力分布が炉心の安定限界や不安定時の冷却限界出力に及ぼす影響に関する系統的な実験を行い、データを整備した。

核熱結合を伴うBWR炉心の地震時の安定性評価を行う3次元核熱結合解析コードTRAC/SKETCHの開発を継続し、基礎方程式に振動加速度の時間変化を組み込むことで実地震加速度下での原子炉の出力過渡を解析できるようにした。さらに、熱流動相関式に振動加速度を導入して、地震時のBWR炉心安定性に関するより精密な解析を行う環境を整えた(科学技術振興機構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」)。

- BWR異常過渡時の沸騰遷移後(Post-BT)熱伝達挙動試験を行って実験データを拡充し、安全規制での利用が予想される原子力学会Post-BT基準が推奨する熱伝達相関式の技術的妥当性を確認した。さらに、Post-BT現象をより精度よく予測するモデル

を作成するとともに最適評価サブチャンネル解析コードCOBRA-TFの改良を進め、主要なPost-BT熱伝達挙動を概ね良好に予測できるよう整備した。(保安院受託事業「燃料等安全高度化対策事業」)

- 格納容器内でのガス状ヨウ素放出における塩化物イオンと水素の影響に関するガンマ線照射下実験のデータを拡充するとともに、最適評価手法として開発中のヨウ素化学解析コードKicheのモデル検討を進めた。(JNES受託事業「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」)

d) 材料劣化・高経年化対策技術に関する研究

- 原子炉構造機器の溶接部等に対する破損確率評価のための確率論的破壊力学(PFM)解析コードの整備については、ニッケル合金溶接部における応力腐食割れを対象として、PFM解析コードPASCAL-NPを整備し、実機のき裂貫通事例との比較を通して適用性を確認した。また、配管溶接部及び原子炉压力容器肉盛溶接部をそれぞれ対象としたPFM解析コードPASCAL-SP及びPASCAL3を整備し、規格基準等への活用方策案を取りまとめた(保安院受託事業「確率論的構造健全性評価調査」)。さらに、原子炉压力容器の健全性評価に関する国内外の調査を行い、PFM解析における重要因子を整理した(JNES受託事業「高照射量領域の照射脆化予測(粒界脆化と確率論評価手法に関する調査)」。これらにより、長期供用に伴う機器の安全裕度の変化について、破損確率を指標とした定量評価を可能とし、高経年化対策にかかわるリスク情報活用に向けた道を拓いた。

地震時における健全性評価手法の高精度化のため、経年劣化と地震荷重に関して、配管材料のき裂進展挙動にかかわる試験・解析データを取得し、過大な地震荷重によるき裂進展とその遅延効果に関する評価手法を提案した(JNES受託事業「高経年を考慮した機器・構造物の耐震安全評価手法の高度化(地震荷重下における配管のき裂進展評価手法及び確率論的評価手法の検討)」。これにより、設計地震動を超える地震動の評価に対応した技術基盤を提供できた。

原子炉压力容器鋼の照射脆化機構や破壊靱性については、微視組織形成の照射量依存性や、破壊靱性に及ぼす照射後熱処理効果に関するデータを取得し、予測精度向上につながる新たな知見を得た。また、中性子照射による結晶粒界への不純物の偏析に関して、破面分析及び速度論的モデルによる解析を行い、照射速度効果は顕著ではないとの知見を得た(JNES受託事業「高照射量領域の照射脆化予測(粒界脆化と確率論評価手法に関する調査)」。)

軽水炉の高経年化評価及び検査技術に資するための経年変化研究のうち、JNES受託事業「福井県における高経年化調査研究」では、原子炉廃止措置研究開発センターと連携して、廃止措置段階にある「ふげん」発電所の実機配管減肉状態の測定と熱流動解析、減肉予測解析を行い、配管減肉データベースを構築した。また、ポンプ、バルブ等の2相ステンレス鋳鋼が熱時効脆化の評価に役立つことを確認し、平成22年度

以降に実施すべき詳細計画を立案した。

軽水炉の高経年化対応として行った放射線場等における材料劣化に関するデータの取得については、圧力容器鋼溶接熱影響部の照射脆化挙動調査、ケーブル絶縁材の劣化挙動の定量評価や監視・診断手法の適用性、並びに炉内構造物及び配管のSCCに対する放射線分解や照射速度に関する研究を進め、軽水炉の高経年化評価に関する健全性評価の妥当性確認手法を整備するためのデータや知見を得た(保安院受託事業「高経年化対策強化基盤整備事業(健全性評価の妥当性確認手法の確立等)」)。

- 炉内構造物の健全性評価の精度向上に必要な照射誘起応力腐食割れ(IASCC)に関する照射後試験データベースの拡充とデータの実機適用性の検証のため、JMTRを用いて異なる照射速度で中性子照射したステンレス鋼の高温水中SCCき裂進展試験データ等を取得し、実機適用性について解析・評価した(JNES受託事業「SCC進展への中性子照射影響の機構論的研究」)。
 - 軽水炉の長期利用に備えて、照射環境下でのステンレス鋼のSCC進展と応力発生源及び原子炉圧力容器鋼の破壊靱性の変化を評価するため、JMTRにおける照射試験装置の製作等を計画通り行った(保安院受託事業「軽水炉燃材料詳細健全性調査」)。また、必要な技術開発、試験材準備、未照射材の特性試験を進めた。これらにより、国が重要な照射施設として戦略的に整備することとしているJMTRを活用する研究基盤施設の整備を進め、機構の特徴を活かした長期的な貢献を可能にした。
 - 保安院及びJNESからの受託事業においては、安全研究センターが東京大学、東北大学、早稲田大学等や産業界、並びに量子ビーム応用研究部門、原子力基礎工学研究部門と連携して研究を推進することにより、茨城地区を中心に専門家集団を形成して効率的に実施することが可能となった。さらに、JNES受託事業の福井県における高経年化調査研究では、福井県におけるエネルギー研究開発拠点化計画に対応し、安全研究センターと原子炉廃止措置研究開発センターが福井大学と連携して、「ふげん」の機器・材料を利用した研究に取り組み、国内における高経年化研究に対して先行的に、実機からの知見を得るための体制を構築した。
- e) 核燃料サイクル施設の臨界安全性に関する研究
- 再処理施設の臨界事故等に関する実験データの蓄積と高精度の臨界安全評価手法の整備のため、定常臨界実験装置(STACY)で取得した6%濃縮ウラン溶液燃料均質体系及び非均質体系(中性子毒物添加)の臨界実験データをベンチマークデータとして整備した。この成果は、OECD/NEAの国際臨界安全ベンチマーク評価プロジェクト(ICSBEP)の精査を経て公開された。このうち非均質Gd実験のデータを用いて臨界安全ハンドブック初版で用いられた臨界解析コードJACSの再検証を行い良好な結果を

得た。また、燃料の溶解状態を模擬した非均質2.5ピッチ実験についてベンチマークデータを整備し、ICSBEPに提出した。

通常よりも高い初期温度条件下で行った過渡臨界実験データ(TRACY水反射体付き炉心)を用いて、機構が開発した動特性解析コードAGNESによる最大出力や総核分裂数の評価精度の検証を行い、臨界事故解析手法としての適用性を評価した。

- 軽水炉における高燃焼度燃料やMOX燃料の利用及び使用済燃料の輸送や中間貯蔵の安全基準整備・安全審査に資するため、燃焼度クレジットを考慮した燃焼・臨界統合計算コードシステムSWAT3.1及び臨界安全データベース第2版を公開した。また、燃焼度クレジットの導入の際に必要な使用済燃料の組成評価データを、溶解・分離・分析を行って取得した(JNES受託事業「平成21～23年度軽水炉燃焼燃料の核分裂生成核種組成測定試験」)。

- f) 核燃料サイクル施設の事故時放射性物質の放出・移行特性
 - 核燃料サイクル施設における火災事故時のエアロゾル評価試験を行い、ケーブルシースやグローブボックスパネル材等の燃焼時の煤煙発生率及びHEPAフィルタ目詰まり等安全性に関するデータを取得した。これまで得られた知見を基にした火災時の閉じ込め評価手法を整備し、安全審査等に対する科学的知見としてJNESに提供した(JNES受託事業「平成21～22年度火災時エアロゾル評価試験」で実施)。

 - 溶液燃料臨界事故時の硝酸水溶液からの放射性ヨウ素の放出特性試験データ(放出率及び積算放出量の経時変化)を基にした放射性ヨウ素の放出・移行評価モデルを整備し、臨界事故時の放出率を定量的に把握することを可能にした。

 - 再処理施設の確率論的安全評価において重要な事故シナリオの一つである、高レベル濃縮廃液貯槽の冷却機能喪失時に想定される高レベル濃縮廃液の蒸発・乾固事象におけるルテニウムの放出移行挙動データを取得した。

 - 再処理施設の経年変化評価の妥当性評価手法整備を目的とし、腐食メカニズムや腐食支配因子の影響評価データを取得するとともに、腐食進展傾向評価モデルを作成した(JNES受託事業「平成21～23年度再処理施設における耐硝酸材料機器の経年変化に関する研究」で実施)。

- g) 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究
 - 長期安全評価における確率論的手法の整備を進めた(保安院受託事業「放射性廃棄物処分の長期的評価手法の調査」及び「地層処分に係る水文地質学的変化による影響に関する調査」)。本評価手法整備においては、地質及び気候の変動などの天然事象に関する評価シナリオを構築し、隆起・浸食等に関する解析コードを整備するとともに、

長期的に考慮すべき事象を整理した。

- TRU廃棄物との併置処分に関しては、セメント起源の高pH地下水及びTRU廃棄物起源の硝酸塩について地層処分システムへの影響を解析し、硝酸塩は被ばく線量への寄与が支配的なI-129等への影響が小さいこと及び高pH地下水による母岩変質が被ばく線量へ大きく影響することを明らかにした。
 - 評価手法の継続的高度化として、地下水流動評価モデルについては、地下水流動へ及ぼす隆起・浸食等の影響を解析できるよう改良した。また、地層処分システムを構成する緩衝材、オーバーパック及びガラス固化体について開発してきた機能評価コードの改良とその実験的検証を行った。さらに、放射性核種の地中移行挙動の現象解明として、安全評価上重要なセレンの岩石への収着メカニズム、イオン価数に応じた拡散メカニズムを提示した。本成果は原子力学会バックエンド部会奨励賞を獲得した。
 - 平成21年度までに得られた成果を中間的に取りまとめた。これにより、サイトを特定しない幅広い条件を対象として、地層処分に対する長期安全評価における確率論的手法の骨格整備を完了した。
 - 長期安全評価における確率論的手法の整備で得られた知見に基づき、指針等策定に必要な研究課題を整理した。本検討結果は、原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会報告書「放射性廃棄物処理・処分に係る規制支援研究(平成22年度～平成26年度)」(平成21年10月)の作成に活用された。
 - JNES、産業技術総合研究所及び機構の3者間の規制支援研究に関する「地層処分の安全性に関する研究協力協定」に基づき、3者間で機構の幌延深地層研究センターを対象とした広域地下水流動評価に関する人的交流を含む共同研究を進め、規制支援研究を効率的に推進させた。
- h) 低レベル放射性廃棄物の処分に関する研究
- ウラン廃棄物のクリアランスに関しては、廃棄物の処理・輸送時、産廃処分時、再利用時における被ばく線量を評価するための解析コードを開発するとともに、同コードを用いて算出したクリアランスレベルの評価結果を原子力安全委員会に提供した。これを技術的よりどころとしてこう着状態であった審議が大きく進展し、クリアランスレベルが設定された。原子力安全委員会報告書「ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて」(平成21年10月)は、本研究成果に基づき取りまとめられた。この規制支援によって、人形峠環境技術センターなどの燃料濃縮、加工等の施設における廃止措置活動を本格化する環境整備に貢献した。

炉心構造物等の廃棄物やTRU廃棄物を対象とした余裕深度処分に関しては、余裕深度処分の評価で重要となる隆起・侵食に伴う地下水流動の解析結果を提示した。また、安全評価の重要パラメータである放射性核種の岩石への収着性について、安全審査におけるパラメータの設定方針とそのため技術的課題を整理した。整理した課題はJNESが余裕深度処分の安全審査に向けて設置した検討会「エキスパートパネル」において報告し、規制機関による具体的な安全審査方法の検討に貢献した。これにより、余裕深度処分事業の申請・審査に向けた環境整備に寄与した。

i) 廃止措置に係る被ばく評価に関する研究

- 平成19年度及び平成20年度に実施したJNES受託事業「廃止措置基準化調査」において取得した、日本原子力研究所「JPDR」の放射化金属及び原子炉廃止措置研究開発センター「ふげん」の汚染配管の切断に伴う放射性粉じんの環境移行データを解析し、施設解体時の安全評価に用いる重要パラメータである飛散率として取りまとめた。実機切断試験で取得した飛散率に基づいてこれまでコールド試験で整備されてきた既往データの妥当性を確認し、廃止措置事業の安全確保に貢献した。
- サイト解放(廃止措置の終了)の際の検認手法については、平成20年度までの検討結果に基づき、軽微な汚染しか存在しないと想定される我が国のサイト解放を前提とした具体的な検認手順を提案するとともに、敷地残存放射能の合理的な測定手法を提示し、野外測定試験結果に基づきその適用性を確認した。また、核燃料サイクル施設を含む原子力施設等を廃止措置した後に残存する放射性物質のサイト解放基準濃度を算出するためのコードを完成した。以上をもって、原子力安全委員会等でのサイト解放基準の定量的審議に備えるとともに、廃止措置事業の終了行為の具体化に貢献した。
- 核燃料サイクル施設に関しては、平成20年度までに収集整理した情報を基に、ウラン取扱施設の廃止措置計画の申請を円滑に審査するための技術情報を取りまとめた。また、原子炉施設用コードをベースに核燃料サイクル施設版の廃止措置被ばく線量評価コードを整備し、廃止措置事業の安全確保に貢献した。

j) 関係行政機関への協力

- 地層処分に対する長期安全評価の確率論的手法整備で得られた知見に基づいて指針等の策定に必要な研究課題を整理し、その成果が原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会報告書「放射性廃棄物処理・処分に係る規制支援研究(平成22年度～平成26年度)」の作成(平成21年10月)に活用された。
- 膠着状態であったウラン廃棄物のクリアランスレベルに関する検討状況にあつて、機構が開発した解析コードを用いて算出したクリアランスレベルの評価結果を原子力安全委員会の要請に基づいて提供し、その結果、クリアランスレベルが設定され、原子力安全

委員会報告書「ウラン取扱施設におけるクリアランスレベルについて」(平成21年10月)が作成された。これにより、人形峠環境技術センターなど燃料濃縮・加工等の施設における廃止措置活動を本格化する環境整備に貢献した。

- 原子力安全委員会からの受託事業「発電用軽水型原子炉施設に関する燃料関連指針類の要求事項に係わる基礎的・技術的検討調査」により、個々の要求事項の相互関係を整理し階層構造に整理した成果を踏まえて、今後の安全委員会における指針体系化の検討に参考となる情報を提供し、提言を行った。
- 規制行政庁又はJNESからの委託に基づいて、軽水炉燃料の高燃焼度化、軽水炉の高度利用、高経年化、核燃料サイクル施設の火災、並びに放射性廃棄物の処分及び施設の廃止措置に関する試験又は解析を行って科学的データを取得し、提供した。
- 実際に発生した事故・故障の情報を収集、分析し、約200件の事例を対象に、関係機関に報告する研究活動及びINESから提供される情報を翻訳しホームページを通じて公開する活動を行った。
- 関係行政機関等への人的貢献としては、原子力安全委員会の原子炉安全専門審査会、核燃料安全専門審査会、原子力安全基準・指針専門部会、原子炉施設等防災専門部会、緊急技術助言組織等の委員会等に委員として参加した。また、重点安全研究計画の改訂に向けた検討に中核的支援機関として参加し、必要な研究課題の提案や専門部会、分科会、検討ワーキンググループなどへの参加により、その改訂を支援した。さらに、保安院の原子力安全・保安部会、原子炉安全小委員会、検査の在り方に関する検討会、高経年化対策検討委員会、核燃料サイクル安全小委員会、廃棄物安全小委員会、廃止措置安全小委員会等の委員会等に、委員として貢献した(国の委員会等への参加は延べ240人回以上)。
- OECD/NEA、IAEA等の国際機関の委員会等に委員として貢献した(委員会等への参加は延べ45人回以上)。
- 日本原子力学会標準委員会のリスク情報活用にかかわる6つの分科会を始めとして、学協会における民間規格の策定にかか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し貢献した。さらに、産学官が協働した熱水力、高経年化評価、燃料等の技術戦略ロードマップの作成に中核的メンバーとして参加し、将来の研究ニーズやそれに必要な基盤的研究施設を明らかにした(委員会等への参加は延べ190人回以上)。

(ii) 原子力防災等に対する技術的支援

- 災害対策基本法及び武力攻撃事態対処法の規定に基づく、指定公共機関として原子力災害時における人的・技術的支援を適切に果たすための対応能力の維持向上を目標に、自ら企画立案する訓練として、機構内部の新任の専任者、指名専門家を対象とした導入研修、通報連絡訓練等の初期対応訓練並びに茨城県総合防災訓練や核燃料サイクル工学研究所総合防災訓練を通して、機構内組織と連携した緊急時支援活動訓練を実施した。

我が国の防災体制基盤強化に資するため、国、地方公共団体等の訓練に17回参加した。一方、我が国の原子力総合防災訓練における課題であった外部機関による訓練評価の実施や、訓練評価結果等によるPDCAサイクルを回すことについて、経済産業省からの受託事業として、「原子力防災に係る訓練評価に関する調査」を実施した。この成果である、訓練目標設定の考え方、評価手法及び訓練評価結果の反映の考え方については、国の委員会における議論にいかされ、今後の原子力総合防災訓練の改善に反映された。

また、泊原子力保安検査官事務所からの要請により、平成21年度北海道原子力防災訓練にてオフサイトセンター入館管理、汚染検査等の実施に協力するとともに、課題改善策を提言した結果、当該オフサイトセンター運営要領の改正に反映された。

平成21年度は、JCO臨界事故から10年目を迎えた節目であり、その教訓を風化させない趣旨から、国、地方公共団体と連携した各種イベント等に協力した。これらの結果、茨城県に対して提言した「総合的な住民避難手段の検討」、「大規模集客施設への対応」について、原子力総合防災訓練において具体的検証が進められた他、一般の方々に対しては、原子力災害時における緊急時対応の重要性再認識につながった。

- 世界的な原子力平和利用気運の高まりを背景に、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について検討し、平成22年3月、海外における原子力事故や放射線緊急事態発生時に、専門家の現地派遣及び国内における技術支援を行う体制を整えた。また、原子力国際機関(IAEA)が提案している国際的な緊急事態対応ネットワーク(RANET:Response Assistance Network)への登録申請を行い、原子力平和利用に対する国際協力に貢献する体制を整えた。
- 国、地方公共団体及びその他防災関係機関関係者の原子力災害時における対応能力の維持向上に資するため、対象となる受講者の経験年数等に応じた研修・訓練を提案・実施するとともに、関係地方公共団体への専門家派遣を通じて、原子力防災に係る人材育成の支援及び啓発活動を積極的に貢献した。

これら研修・訓練としては、実際の原子力災害対応時の困難さを伝えることを念頭に、JCO臨界事故時の経験を通じた危機管理対応の在り方に関する講義、原子力災害時の住民安全確保につなげる総合的な判断力を養う演習、現場対応者のための防護機材の取扱い等を基に構成した。受講者からは臨場感のある講義内容である、実際に即

した活動を体験できた等、有意義な研修・訓練であるなど高い評価を受けた。

平成21年度の主な活動実績は以下のとおりである。(平成21年度:64件)

- ・ 原子力保安検査官基礎研修、原子力防災専門官基礎研修、核物質防護検査官基礎研修
- ・ 消防庁消防大学校幹部科、警防科職員研修
- ・ 警察大学校警務教養部初任科研修
- ・ 陸上自衛隊化学学校幹部特修課程学生教育
- ・ 茨城県職員に対する災害対策本部研修、茨城県職員及び関係市町村職員に対する機能班活動研修
- ・ 茨城キリスト教大学看護学部研修

また、外部資金を獲得しての事業として次の活動を実施した。(平成21年度:9件
34,043千円)

- ・ 内閣府からの受託として、「発電用軽水炉施設における原子力緊急事態解除の判断フロー及び判断チェックリストに関する調査検討」及び「放射性物質の輸送事故の緊急時対応に関する調査」の2件を実施した。
- ・ 経済産業省からの受託として、「原子力発電施設等緊急時対策技術(緊急時対応研修等)」及び「原子力発電施設等緊急時対策技術等(原子力防災に係る訓練評価に関する調査)」の2件を実施した。
- ・ 地方公共団体等の原子力防災対応能力強化につながる委託事業として、茨城県、福井県、新潟県、愛媛県及び東京電力(株)より、原子力防災研修業務訓練実施支援及び訓練評価コンサルティングの5件を実施した。

これらの活動により、国、地方公共団体及びその他防災関係機関関係者の防災対応能力の維持向上に貢献し、原子力災害時における一般公衆の安全確保の強化を通じて原子力に対する安心に資することができた。

- 短期防護対策については、原子力安全委員会からの受託調査「発電用原子炉施設の災害時における予防的措置範囲(PAZ)の調査」により、確率論的安全評価 (PSA)から得られるリスク情報を活用してPAZの判断の目安、PAZ等の技術的指標を整備し、PAZ設定の課題をまとめた。また、長期防護対策については、レベル3PSA手法を用い費用便益分析から住民の一時移転の導入レベルだけでなく解除レベルの重要性を明らかにした。これにより、今後の防災指針見直しのための技術情報を提供できた。
- 緊急時の意思決定プロセスにおける専門家支援のため、原子炉事故時の事故条件及び気象条件を入力として、ソースタームから大気拡散、線量計算を迅速に行うPC解析ツールの1次版整備を完了した。

- 我が国の原子力防災に資するため、国際機関による原子力緊急時訓練を含めた原子力災害時対応の国内外情報を調査し、早期対応力の強化に関する検討及び応急対策後の対応力に関する検討結果を発信した。
- ・ 国際機関による原子力緊急時訓練を含めた原子力災害時対応の国内外情報を調査し、公開ホームページに原子力防災情報トピックスを発信(アクセス件数 35,286 件)し、原子力防災情報の共有に貢献した。
 - ・ 公開ホームページに IAEA の安全基準と主要国における原子力災害対策の状況を掲載し、我が国の原子力防災対策の状況についての理解促進に資することができた。
 - ・ 茨城県で実施された国の原子力総合防災訓練において、県からの要請を受け、自家用車による避難の実効性検証のための訓練支援を行い、地域防災計画で定める自家用車避難による住民防護対策の向上に貢献した。
 - ・ 米国都市型緊急時対応訓練(Empire 09、ニューヨーク州)の視察を行い、我が国の都市域での応急対策後も踏まえた原子力専門家の役割等について提言した。
 - ・ 内閣府から受託した「放射性物質の輸送事故の緊急時対応に関する調査」により、緊急時対応に関する国内外情報を調査検討し、応急対策後を含めた訓練シナリオ案を提示した。
 - ・ 内閣府から受託した「発電用軽水炉施設における原子力緊急事態解除の判断フロー及び判断チェックリストに関する調査検討」により、原子力緊急事態解除の国内外情報を調査検討し、原子力安全委員会が解除の判断を行う際の手順の具体化を図った。
- アジア諸国等の原子力防災に係る基盤強化を図るため、以下の活動をとって国際支援に貢献した。
- ・ IAEA アジア原子力安全ネットワーク(ANSN:Asia Nuclear Safety Network)の緊急時対応分科会(EPRTG : Emergency Preparedness & Response Topical Group)のコーディネータとして、緊急時対応分科会年会をフィリピンで開催し、緊急時対応に関する被支援国の弱点強化に向けた EPRTG 第 2 期中期計画(平成 21 年～平成 23 年)及び具体的な活動計画を策定した。
 - ・ IAEA/ANSN/EPRTG のコーディネータとして、第 2 期中期計画にのっとり、支援国との調整を的確に行い、緊急時対応におけるオフサイト活動、オンサイト・オフサイト間の情報連携及び緊急時医療等をテーマとしたワークショップをフィリピンとマレーシアにおいて開催した。原子力緊急時支援・研修センターからは、オンサイト・オフサイト間の情報連携に関する我が国の現状と経験等の情報を提供し、被支援国の防災対策検討に貢献した。
 - ・ IAEA/ANSN/EPRTG のコーディネータとして、シンガポールにて開催された第 10 回 ANSN 運営委員会において、EPRTG 第 2 期中期計画及び今後の具体的な活動計画を報告し、承認を得た。

- ・ ANSN 活動の一環として IAEA が実施したマレーシアの防災体制レビュー会合に委員として専門家を派遣し、国家放射線緊急時計画のレビューを通してマレーシアの防災対策構築に貢献した。
- ・ 文部科学省からの要請を受け、経済協力開発機構(OECD/NEA)が進める国際原子力緊急時演習(INEX4:International Nuclear Emergency Exercises)に係る情報を収集し、今後の我が国の防災訓練の検討に資した。

また、韓国原子力研究所との研究協力取決め後、初めてとなる情報交換会合を主催し、双方の活動状況を把握した。

- 機構には、放射線災害時に放射線防護、環境影響評価等の専門家として貢献することが期待されている。特に、災害時のファーストレスポnderである消防、警察、自衛隊等の機関においては、内閣官房が中心となり対応しているテロ対策に対して、防災従事者が放射線影響下で活用できる防災対応能力が求められている。そのため、これら機関の要請に応え以下の取組を実施し、その効果として関係機関との連携強化と防災対応能力の向上が図れた。

- ・ 栃木県消防学校、千葉県消防学校の特殊災害科研修
- ・ 茨城県内の緊急被ばく医療処理訓練評価

(iii) 核不拡散政策に関する支援活動

a) 核不拡散政策研究

- 国際的な核不拡散体制の強化に資するとともに、我が国の核不拡散政策立案を支援していくため、技術的知見に基づく核不拡散政策研究を実施した。

平成17年度から実施してきた「核不拡散に関する日本のこれまでの取り組みとその分析」について取りまとめを行い、原子力新興国の参考に資する政策提言を行った。海外に対するアウトリーチ活動を行うことにより、日本の原子力利用の信頼性の向上に貢献した。また、核不拡散政策研究委員会(平成22年2月)及び核不拡散科学技術フォーラム(平成22年3月)の場で最終報告を実施するとともに、ベトナム放射線・原子力安全規制庁(VARANS)との会合等の機会を捉えて発表した。

アジア地域の円滑な原子力平和利用に当たり、原子力発電導入が見込まれるアジア諸国に重点を置いた信頼性・透明性向上の具体的施策の整理・検討を実施した。具体的には、インドネシア原子力規制庁との間で、原子力平和利用、核不拡散の専門家会合を平成22年2月に開催するとともに、日本政府の支援の一環として文部科学省及び経済産業省の要請に基づき、ベトナムにおける追加議定書批准に向けた我が国の支援計画に関する現地調査を平成21年7月、平成22年3月に実施した。また、米国の核不拡散政策が我が国の核燃料サイクル政策に与えた影響に関して、米国の核不拡散政策を具現化した1978年核不拡散法及び日米再処理交渉の経緯について調査・分析を実施した。

- 核不拡散に関連する情報の収集・分析を継続し、データベース化を進め、その一環として「核不拡散ポケットブック」(約1000ページ)作成し、機構内業務担当者、機構外関係者に配布した。また、日本国際問題研究所との情報交換会を2回、文部科学省保障措置室との情報交換会議を8回開催するとともに、外務省と適宜意見交換を実施するなどして関係行政機関との情報の共有に資した。
- インターネットを使ったメールマガジン「核不拡散ニュース」を機構内外の関係者約500名にあてて19回発信するなどの情報発信を継続した。また、平成21年12月に「原子力平和利用と核不拡散、核軍縮にかかわる国際フォーラム」を東京大学グローバルCOE、日本国際問題研究所と共催し、結果を政府へ報告するとともに、ウェブサイトでも結果(日本語・英語)を発信した。これらの活動により、原子力の平和利用を進める上で不可欠な核不拡散に対する理解促進に努めた。
- 東京大学大学院に対して、連携協力協定に基づく客員教員派遣(3名)を継続するとともに、「グローバルCOEに係る核不拡散・保障措置の政策及び技術に関する研究」を継続した。また、我が国の核不拡散パッケージを検討するための国際保障措置研究会を同大学と共同で運営し、人材に関する課題等の議論を行うとともに、我が国における若手の核不拡散専門家育成に協力した。

b) 核不拡散技術開発

- 我が国の核物質管理技術の向上並びに国及び国際原子力機関(IAEA)を技術的に支援し、統合保障措置を円滑かつ効果的に適用するために、大洗研究開発センター、もんじゅサイトに対する統合保障措置アプローチや手順に関する国及びIAEAとの検討会議に参画し、施設の特徴を考慮した手順等の提案を行った。その結果、もんじゅサイトは高速炉として世界で初めて平成21年11月に統合保障措置が適用され、IAEA査察コストの削減等に貢献した。
- 核不拡散技術については、機構と米国エネルギー省(DOE)との核不拡散・保障措置協力取決めに基づく年次調整(PCG)会合を平成22年3月に開催し、保障措置・計量管理技術の高度化に向けた共同研究のレビュー(15件)を行い、新たな協力テーマの検討を実施した。核不拡散科学技術センターと次世代原子力システム研究開発部門等とが連携して、核拡散抵抗性及び先進保障措置技術についての検討を行い、2010年以降の開発課題をまとめ、FaCTプロジェクトへ反映した。また、第四世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)の核拡散抵抗性・核物質防護ワーキンググループ活動に参加し、核拡散抵抗性技術の研究を進め、平成22年以降の開発課題について報告書を作成するとともに、平成21年9月のGLOBAL2009において研究成果の発表を行った。

- 極微量核物質同位体比測定法の開発については、文部科学省受託事業「保障措置環境分析開発調査」により、国及びIAEAの依頼による保障措置環境試料に含まれる極微量のウラン及びプルトニウムを分析し、精度の高い結果を報告した。また、機構が開発し、平成19年度にIAEAの分析法として認証された「フィッシュントラック-表面電離型質量分析法(FT-TIMS)」を用いて、IAEAから依頼された保障措置環境試料を分析し、結果を報告した。
- 核物質防護措置の強化については、機構が実用化を目指して「もんじゅ」に設置した侵入者自動監視システムについて、検証試験を継続するとともに中間評価を行い、これに基づきシステムの改善を実施した。効果的・効率的な核物質防護対応のため、米国サンディア国立研究所が開発した3次元ビデオ検知システムの性能検証試験を、原子力科学研究所の特定施設で共同研究として実施した。また、施設警備員の配置と出入り管理システムの最適化について検討を継続し、本評価手法のこれまでの成果として、仮想施設における出入管理や警備に係るデータを取りまとめた。また、日米原子力エネルギー共同行動計画への協力としてDOEと共同で、セキュリティ設計ハンドブックの作成を行うこととし、これに着手した。政府の要請を受け、IAEA核セキュリティシリーズ勧告文書等の策定に係るIAEA会合に参画し、技術的見地から支援を実施した。
- 平成21年9月の国連総会において、鳩山総理は演説の中で、日本が挑むべき5つの挑戦の一つとして「核軍縮・不拡散への挑戦」について発言を行った。これを受け政府の要請に基づき、機構は、核物質の測定・検知技術開発やアジア地域を中心とした人材育成支援につき検討を開始し、平成21年11月に行われた日米首脳会談において「核兵器のない世界」に向けた共同ステートメントが出され、核不拡散、核セキュリティ分野の協力として日米協力を拡大していくことが合意された。政府との協力の下、機構は平成22年2月に実施された日米政府間実務者会合にて政府を支援するとともに、引き続き行われた日米専門家会合にて核物質の測定・検知技術開発、核鑑識技術開発の日米協力の可能性に係る協議を実施した。また、平成22年3月に実施された機構とDOEとのPCG会合にて、今後の協力内容の確認を行った。平成22年4月に行われた、核セキュリティサミットにおいて、アジア地域を中心とした「核不拡散核セキュリティ総合支援センター(仮称)」を日本原子力研究開発機構に設置すること、核物質の測定、検知及び核鑑識に係る技術開発を日米協力で実施していくことという具体的な形で、総理から日本のイニシアティブを世界に打ち出すことができ、核セキュリティサミットに貢献した。
- 東京大学との連携協力に基づき、教官の派遣を実施するとともに、核不拡散技術研究及び核不拡散政策研究との融合については、日本原子力学会誌、**Journal of Nuclear Materials Management**誌等にて成果を発信した。また、産学連携による実践型育成事業に基づく大学院生の職場実習を実施した。

c) 非核化支援

- 包括的核実験禁止条約(CTBT)国際検証システムの研究については、国際監視ネットワーク(世界59か所)の放射性核種データ評価を確実に実施するとともに、平成21年4月より開始した国内運用体制の暫定運用の知見に基づき、ネットカウント計算法による希ガスデータ解析手法の確立、大気輸送モデルによる放出源推定解析手法の改良・高度化等を進め、検証システムの性能評価を継続した。また、CTBT機関準備委員会(CTBTO)が主催する公認実験施設の国際比較試験に参加し、極微量放射性核種の詳細分析・解析評価の結果報告を行った。さらに、CTBT国際検証体制の現状と課題及び今後の進むべき方向性についてのシンポジウムを平成21年7月に開催し、結果をウェブサイトで発信した。

- ロシア核兵器解体からの余剰兵器級プルトニウム処分への協力については、ロシア原子炉科学研究所(RIAR)核燃料製造施設の改造作業の支援をレビューした。
また、ロシアの要請に基づき、日本製燃料被覆管(PNC316)をBN-600のハイブリッド炉心や高速炉BN-800で使用するために必要な照射試験計画について協議を開始した。機構とロシアの共同研究である、21体のバイバック燃料(振動充填方式による燃料製造)信頼性実証試験では、ロシアの高速炉BN-600での燃料照射及び照射後試験の最終報告書のレビューを終了した。

d) CTBT国際検証体制支援

- CTBTOからの受託事業「CTBT放射性核種観測所運用」及び「東海公認実験施設の認証後運用」により、高崎観測所(粒子と希ガス)と沖縄観測所(粒子)の着実な運用を行い世界へのデータ発信を行うとともに、東海公認実験施設にて、世界中の観測所から送付された測定データの詳細分析を実施しCTBTOへ報告を行った。また、日本国際問題研究所からの受託事業「CTBT国内運用体制の確立・運用(放射性核種データの評価)」として、国内データセンター(NDC)の暫定運用により、データベースへのデータ蓄積を開始し、統合運用試験の実施(3回)などCTBT国内運用体制への参画を行った。さらに、北朝鮮の核実験(平成21年5月)に関しては、3週間にわたる臨時即応体制を取り、日本、ロシア、中国、フィリピン、モンゴルの粒子・希ガス観測所データ(計9カ所)を解析し政府へ評価結果の報告を行うとともに、CTBTOの緊急要請に応じ、東海公認実験施設でのロシア観測所試料の詳細分析、高崎におけるアルゴン試料の採取等を行った。

(iv) 共通的科学技術基盤(原子力基礎工学)

- 原子力基礎工学研究では、原子力研究開発の基盤を形成し、新たな原子力利用技術を創出するとの方針の下に、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、その基盤に立脚した新たな原子力利用技術の創出、産学官及

び機構内での連携を進めた。

- 原子力研究開発の基盤形成においては、研究成果の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い、研究者のモチベーション向上や若手研究者の育成に組織的に取り組んだ。また、データベースの構築等の技術体系の整備においては、ステークホルダーへの成果提供の意識強化に取り組んだ。

その結果、2件の第42回日本原子力学会賞技術賞をはじめ10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。そのうち、若手研究者の受賞は平成21年度化学工学会賞研究奨励賞など3件あり、次代を担う優れた基礎基盤研究者が育成されている。

基礎的データベースの構築では、世界最先端の核データライブラリJENDL-4を欧米に約2年先行して完成した。この先行により、大幅なユーザー拡大が期待され、欧米の主要ライブラリもJENDL-4の導入を計画している。これは、開発段階からの産学官のニーズの把握と先行公開によるユーザー利用のフィードバックを行ったスパイラルの開発マネジメント、日本原子力学会賞特賞や奨励賞など高い評価を受けているデータ評価ツールの開発による成果である。

計算コード開発では、核工学研究、放射線工学研究、シミュレーション工学研究それぞれの所定の成果を新たに連携・発展させ、高エネルギー放射線に対する被ばく線量をマイクロからマクロスケールまで精度良く評価可能な計算モデルを構築した。計算結果は、国際放射線防護委員会(ICRP)の国際標準データに取り入れられるとともに、平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞(平成22年4月)し、特に高い評価を得た。

- 新たな原子力利用技術の創出と産学官との連携では、主たる応用先を原子力エネルギーとしつつも、広い科学技術分野との協同を意識させるため、開発成果の展示会等への出展等による保有技術の広報を研究員に促すとともに、原子力エネルギー基盤連携センターの仕組みを活用した連携の拡充に組織的に取り組んだ。さらに、連携研究の実施に当たっては、真に実効性のある連携を展開するため、外部資金の共同獲得を基本方針として定め、競争的資金への応募を促進した。

特に、人形峠環境技術センターで課題となっているウラン濃縮遠心分離機の除染廃液浄化のために開発したエマルションフロー液液抽出装置については、工業排水の浄化や資源回収に有用な技術として広報に取り組み、大手メッキ加工メーカー等の民間企業2社とのライセンス契約に至ったほか、国が推進する特許流通事業である平成21年度「特許ビジネス市」で特に優秀な特許に認定されたことで、10月の展示会以降、複数企業からの問い合わせが集まるなど、産業界との連携で大きな進展を遂げた。

その他、産業界との共同研究15件、大学との共同研究52件を実施し、連携を促進した。

- 機構内連携では、原子力基礎工学研究部門と核燃料サイクル技術開発部門及び核燃料サイクル工学研究所等が連携して、日本原燃(株)とともに原子力エネルギー基盤連携センターに特別グループを設置することでガラス固件事業の喫緊の課題に取り組むなど、機構内で連携して産業界等のニーズに即応する新たな体制づくりを行った。また、原子力基礎工学研究部門が次世代原子力システム研究開発部門と連携して、FBR用直管型蒸気発生器の沸騰伝熱試験、原子炉材料の照射効果評価等を実施し、プロジェクト推進に不可欠な要素技術の開発で貢献した。
- 研究の実施に当たっては積極的に外部資金を獲得し、受託研究57件、1,975,317千円、科学研究費44件、75,876千円であった(他部門・拠点との連携を含む。)。受託研究のうち、文部科学省、経済産業省原子力安全・保安院(保安院)等の国からの受託事業は48件であり、国の施策に技術的に貢献した。また、産業界からの受託研究は9件実施した。
- 査読付き論文総数は189報、そのインパクトファクター(IF)総数は169.0となっている。IFが6.0を超える論文1報、IFが2.0～6.0の論文27報を含む。
- 特許出願数は29件であり、実施許諾契約は2件(関連特許8件を含む。)であった。

a) 核工学研究

- これまでに開発した高精度炉物理解析コードシステム及び核設計誤差評価システムについて低減速炉に対する総合評価を行い、その適用性を確認した。また、高精度炉物理解析コードシステムの公開に向けて、準備を開始した。
- 高速炉臨界実験装置(FCA)を用いて、先進的な核設計技術開発に必要な²³⁵U捕獲断面積を評価するための実験を実施し、ベンチマーク実験データを拡充した。その結果、²³⁵U捕獲断面積の検証及び核設計予測精度の向上に反映可能な、世界的に貴重なデータを取得した。
- 汎用評価済核データライブラリJENDL-4を完成した。完成したJENDL-4は、水素からフェルミウムまでの約400核種について核反応データを収納しており、現在、世界最大の収納核種数である。また、その信頼性を確保するため、各種のベンチマーク計算結果を反映している。特に高速炉開発や高燃焼度化研究に必要なアクチノイド核種や核分裂生成物の核データの品質を大幅に向上しており、アクチノイド核種を中心に核データの誤差評価を充実させたことで、核設計の信頼性評価を初めて可能にした。

- JENDL-4 開発の一環として整備した JENDL アクチノイドファイル 2008 (JENDL/AC-2008) が第 42 回日本原子力学会賞技術賞を受賞した。今回の JENDL-4 の完成は、欧米が目指す同レベルのライブラリ開発に約 2 年先行するものであり、今後、ダウンロード用の専用ホームページの開設、IAEA や経済協力開発機構 / 原子力機関 (OECD/NEA) からの公開により、大幅なユーザー拡大が期待される。欧米の主要ライブラリ (JEFF, ENDF, FENDL 等) も JENDL-4 の導入を計画している。

b) 炉工学研究

- 炉心内 3 次元沸騰二相流解析コード ACE-3D について、ボイド率や圧力損失などの各相関式の適用範囲についての検証を通して、総合解析を行った。解析結果を詳細に評価し、ACE-3D を中核とする機構論的熱設計手法が妥当であることを確認し、同手法の開発に目途をつけた。

また、これまでに取得した稠密格子炉心及び高速増殖炉 (FBR) 蒸気発生器に係る気液二相流データや沸騰流データなどの熱流動試験データを系統的に整理して検証用データベースの整備を完了した。

先進的核熱計測技術の開発として、中性子ラジオグラフィを基盤技術とした 3 次元熱流動計測技術を、流動の時間変化も計測可能な 4 次元流動計測技術に高性能化させるための基本概念と開発課題をまとめた。

- 原子力基礎工学研究部門が次世代原子力システム研究開発部門と連携して、FBR の直管型蒸気発生器開発に関して、高温高圧条件での二相流特性データベース整備や、直管型蒸気発生器の流動安定性評価など、基礎基盤研究の技術をプロジェクト研究にいかした。
- 整備した検証用データベースは、炉心内沸騰二相流解析コードの検証、サブチャンネル解析コードに代表される炉心熱設計コードの検証に利用できることから、国内外の原子力プラントメーカー等での活用が可能である。

c) 材料工学研究

- 新開発の耐照射性材料である超高純度 (EHP) ステンレス鋼の使用限界を評価するために、照射下の水分解反応による材料表面の腐食解析を行うとともに、BWR を保有する電力会社からの受託研究「照射下での隙間腐食特性評価研究」において、制御棒の実機構造を考慮した EHP ステンレス鋼試験材の、BWR 模擬環境における照射試験を実施し、腐食データを取得することで、現行のステンレス鋼材以上の耐食性があることを確認した。
- 原子力材料の照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 機構の解明については、保安院から受託した高経年化対策基盤整備事業「応力腐食割れ評価手法の高度化に関する調査

研究」において、ガンマ線照射下腐食試験、過酸化水素注入条件でのき裂進展試験及び電気化学測定試験を行い、放射線分解水質が表面酸化皮膜の性状を変化させることにより、腐食及び応力腐食割れ(SCC)挙動に影響を与える効果がある等の知見を提示した。また、原子力安全基盤機構(JNES)からの受託事業「SCC進展への中性子照射影響の機構論的研究」において、原子力用ステンレス鋼の粒界元素偏析のマイクロ分析、電子線後方散乱回折(EBSD)法によるSCCき裂先端近傍の局所変形解析等を行い、原子力用ステンレス鋼のSCC進展挙動に対する支配因子に関するデータを取得した。粒界特性に及ぼす不純物の影響や析出物等の影響に関するミクロスケールの検討を進めるとともに、粒界中での酸素拡散を考慮した3次元結晶塑性メソ・マクロスケールシミュレーションを実施して、SCC支配因子に関する知見を取得した。

- 材料への照射効果のうち金属系構造材料については、高クロム鋼等の照射材の引張試験データを取得及び解析し、核融合炉、高速増殖炉及び軽水炉の炉内機器の健全性評価に重要な照射硬化材の構成式を検証した。また、照射下微細組織変化モデル構築については、イオン照射実験結果等から、照射硬化を支配する点欠陥集合体の成長挙動を解明し、成長挙動モデルの基盤を構築した。
- 再処理施設の主要機器材料について、JNESからの公募事業受託研究「再処理施設における耐硝酸材料機器の経年変化に関する研究」において、再処理施設の主要機器材料の腐食と環境割れ予測モデルのために必要な環境因子の影響評価データを取得した。また、電気防食の実用化のために必要なモデル試験体によるデータを取得し、実機適用を目指したモニタリング手法を提示した。
- 次世代再処理設備用の高耐食材料組成の最適化のため、文部科学省からの原子力システム研究開発事業受託研究「次世代再処理機器用超高純度EHP合金の実用化に関する研究開発」において、再処理模擬環境でのSUS310EHP合金、Ni基EHP合金及びNb-W系EHP合金溶接継手の溶金部、熱影響部の腐食データを取得した。

d) 核燃料・核化学工学研究

- 新規モノアミド抽出剤によるウラン前段高除染分離について、模擬溶液によるミキサセトラを用いた連続抽出試験を実施し、分離プロセス条件を検討した。この結果を基に、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」において、実燃料溶解液を用いた試験により分離プロセス特性を評価した。

新規ジグリコールアミド系抽出剤TDdDGAによるアクチノイド一括分離について、文部科学省からの原子力システム研究開発事業受託研究「新規抽出剤・吸着剤によるTRU・FP分離の要素技術開発」において、Am、Npを含む模擬高レベル廃液を用いた多段抽出分離試験を実施し、分離プロセス特性を評価した。

マイナーアクチノイド/ランタニド(MA/Ln)分離用の新規抽出剤としてTPEN類縁体

のTOPENについて、MA核種であるAmと、Ln核種であるEuの分離試験を実施し、分離係数や分相性のデータを取得して抽出挙動を評価した。

アクチノイドの新しい分離手法開発として、文部科学省からの原子力システム研究開発事業受託研究「高選択・制御性沈殿剤による高度化沈殿法再処理システムの開発」において、東京工業大学、三菱マテリアル(株)と連携協力して、ウラン-プルトニウム-模擬核分裂生成物溶液を用いた沈殿法によるウラン-プルトニウム分離試験を実施し、分離プロセス特性を評価した。

- 酸化物燃料の熱物性の基礎として、文部科学省からの原子力システム研究開発事業受託研究「MAリサイクルのための燃料挙動評価に関する共通基盤技術開発」において、プルトニウムにマイナーアクチノイドのCmを9mol%含有させた混合酸化物の酸素ポテンシャルを起電力測定法により取得した。また、 α 崩壊等で蓄積した燃料中のヘリウムの拡散挙動を高温質量分析法により測定し、ヘリウムの拡散係数等の基礎データを取得・評価するとともに、表面状態を電子顕微鏡で観察し、気泡の性状等を明らかにした。

また、非定比組成のMA酸化物を調製し、X線吸収スペクトル測定及び理論解析により、MAの原子価変化と局所構造変化に関するデータを取得した。

これらにより高プルトニウム富化MOX燃料の照射挙動評価に資するデータを取得した。

- 平成19年度に設立した「日本アクチノイドネットワーク」の活動の一環として、文部科学省からの原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ受託研究「広域連携ホットラボ利用によるアクチノイド研究」を5つの大学と連携して実施した。特に、実験試料の入手が困難な超ウラン元素のキュリウムについて、機構で ^{244}Cm を精製し、その一部を輸送して京都大学での実験に供給した。それぞれのホット実験施設の特長を生かしながら、入手困難な試料を融通し合うことで、アクチノイド研究に新たな展開をもたらし、我が国の核燃料サイクル技術の基盤形成に大いに貢献した。

e) 環境工学研究

- 大気・陸域・海洋の包括的物質動態予測モデル・システムを東海地区へ適用し、河川流量や物質保存などの検証による性能評価を行うことにより、包括的物質動態予測モデル・システムの基本版を完成した。

タンデトロン加速器質量分析装置を利用して、森林土壌や河川中の ^{14}C 、及び海洋中の ^{14}C と ^{129}I を分析・解析し、日本海における海水循環及び物質移行などの重要プロセスを解明した。

海洋中物質吸脱着モデルと海水循環モデルを結合した海洋中物質循環予測モデルを日本海へ適用し、放射性核種分布の再現計算による性能評価を行うことにより、日本海物質循環予測モデルを完成した。

微量分析技術の開発については、文部科学省からの受託事業「保障措置環境分析

開発調査」により、高度環境分析研究棟(CLEAR)を利用して、プルトニウムを対象とする 10^{-15} g領域の同位体比測定技術を確立した。また、プルトニウムを混合したウラン含有微粒子中のプルトニウムを検出する α トラック法を開発した。

f) 放射線防護研究

- 職業人等に対する被ばく防護の高度化のために、様々な中性子照射条件下でマウスと人体の臓器線量を解析・外挿するシステムDOSE-Analyzerを完成させた。

臨界事故時線量計算システムの開発では、臨界事故時詳細線量計算システム(RADARAC)を完成させた。これにより、既に関係した臨界事故時迅速線量計算システム(RADAPAS)と併せて事故時線量計算システムを完成・公開した。

国際放射線防護委員会(ICRP)が提案する最新の体内動態モデルに基づく線量評価法の開発では、内部被ばく線量計算のための積分放射能計算法を開発した。また、4種類の重イオンに対する外部被ばく線量換算係数を計算し、宇宙における放射線防護に関する刊行物作成のために、ICRPへ提供した。

- 核燃料サイクル関連核種に係る測定・評価技術の開発として主に以下の成果を得た。

中性子による線量評価精度の向上を目的に、プルトニウム取扱施設の代表工程20点において中性子スペクトルを測定し、別途計算によって求めた線量計応答関数との数値積分から作業現場における指示誤差を評価した。

中性子とガンマ線に対して応答する新型臨界警報装置を開発し、本装置が臨界事故模擬条件(パルス放射線場)において適切に作動することを確認した。本装置は、東海再処理施設分離精製工場の臨界警報装置の更新において採用され、平成21年9月から供用を開始した。

プルトニウム分析測定の高度化を目的に、九州大学との共同研究(先行基礎工学研究)によりプルトニウムの特性X線(LX線)測定用の超伝導相転移端(TES)型マイクロカロリーメータの開発を行い、 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 及び ^{241}Am のLX線(10~20keV)を従来の半導体検出器よりも優れた分解能(半値幅:従来の約250eVを約50eV)で測定することに成功した。

- 中性子測定器のエネルギー特性試験技術を確立するため、放射線標準施設の加速器を用いた19MeVの単色中性子校正場を開発した。これにより、計画された全10エネルギー点の単色中性子場の構築を完了した。また、高崎量子応用研究所のイオン照射研究施設(TIARA)の準単色中性子場における中性子束モニター技術を開発し、校正位置での照射フルエンスの導出を可能とした。これらにより、新しい中性子線量計等の開発の進展が期待できる。上記2つの研究は、国家標準機関である産業技術総合研究所と共同研究を行いつつ進めた。

- 加速器施設での放射線防護に関する論文が日本保健物理学会平成21年度論文賞を受賞した。また、生体ボクセルモデルを用いた被ばく線量評価法の開発で平成21年度日本原子力学会賞技術賞を受賞した。
- RADARACも、すでに国の緊急被ばく医療ネットワーク会議に提供されているRADAPASと同様に同ネットワークに提供され、放射線事故時の医療処置のための線量評価に利用される。

g) 放射線工学研究

- 粒子・重イオン輸送計算用のPHITSコードと電子・光子輸送計算用の電磁カスケードモンテカルロコードEGSを統合し、ハドロンから電子・光子までの放射線の挙動の統一的な解析を可能にした。

放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置(HIMAC)で取得した阻止能の異なる炭素イオン及びヘリウムイオンビームに対する人体組織中の詳細エネルギー付与分布データを解析し、機構が開発した重イオン線量評価モデルを検証した。

広帯域型中性子モニターについては、動作安定性の改善、大強度陽子加速器施設(J-PARC)等におけるシステムの総合試験を行った。これによりプロトタイプを完成させ、実用化の見通しを得た。
- 放射線触媒反応による実用条件での有害物質処理及び新規処理系でのデータを取得して放射線技術の実効性を評価し、新規処理系を提示した。また、触媒及び二相系のサイズ・濃度調整法を確立し、放射線触媒反応での活性種の移動・吸着過程のデータを取得した。さらに、ガラス固化体の線源としての有用性を評価した。新規処理系の開発では、新発想に基づく簡便・低コスト型の液液抽出・分離技術「エマルションフロー法」を、人形峠環境技術センターにおけるウラン濃縮遠心分離機の除染廃液からのウラン分離・回収、工場廃液からの有価物・有害物の回収・除去等に適用し、実用への見通しを得た。
- 広帯域型中性子モニターの開発に関し、平成18～20年度に実施した文部科学省からの原子力システム研究開発事業若手対象型研究開発受託研究「多粒子対応型高性能次世代放射線モニターの開発」において、事後評価で、独創性及び実用性が高く評価され総合評価Sを受けた。
- 核工学研究、放射線工学研究、シミュレーション研究それぞれの所定成果を新たに連携させて発展的に取り組んだ高エネルギー放射線の挙動解析研究が、「高エネルギー放射線被ばく影響評価に関する統合的研究」として、平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞(平成22年4月)するなど、特に高い評価を得た。

- イオン液体を使用した抽出分離に関する研究成果が平成21年度化学工学会賞研究奨励賞を受賞した。また、化学分野での著名誌Analytical Chemistry (IF:5.7)に掲載された「イオン液体へのタンパク質の抽出と機能改変」に関する論文が、直近1年間の最多ダウンロード論文として、同誌のホームページで紹介された。
- 「エマルションフロー法」の技術を、工場廃液からの有価物・有害物の回収・除去に利用することを発案し、広報に努めた。関連する特許が大手メッキ加工会社等の2社に実施許諾され、産業利用が進められている。この技術は、平成21年度「特許ビジネス市」で特に優秀な特許として認定され、環境関連の特許を中心に開催された琵琶湖特許市で単年度売上予測(平均額)とライセンス希望数でトップとなるなど、高い評価を得ており、今後、産業界に大きな貢献が期待できる。

h) シミュレーション工学研究

- 平成20年度までに高度化したグリッド技術(並列分散データ処理機能、並列分散演算機能)を適用することでグリッド対応耐震性評価用仮想振動台を構築し、高温工学試験研究炉(HTR)の全体解析を実現した。また、HTRの二重管構造や吊り構造を含む構造物の詳細解析を実施し、実測データとの比較を行った結果、耐震性評価に必要な周波数等が仮想振動台によって再現されることを確認した。
 また、本研究に関連し、構造と流体の連成計算を用いた流体励起振動に関する論文がAIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics) Liquid Propulsion技術委員会の年間最優秀論文賞を獲得するなど国内外で4件の賞を受けた。
- 応力腐食割れにおけるき裂進展機構解明のため、結晶粒界の脆化元素効果に対するミクロな計算、脆化元素の偏析効果に対するメゾ計算及びき裂の複雑な進展のマクロな計算を組み合わせるマルチ・スケールき裂進展シミュレーションを行った。その結果、鉄を対象としたシミュレーション結果で破壊強度や破断時間について引っ張り試験結果と一致することを確認した。
- 細粒化機構解明に貢献するため、マルチスケール・シミュレーションにより転位ネットワーク形成から細粒化発生を再現し、粗大化バブル成長との関係を探査できる手法を開発し、この手法により細粒化シナリオの検証を行った。シミュレーション結果は、実験的に予測されている細粒化のメカニズム(転位の組織化による亜粒界形成)を裏付けるものとなった。なお、今回開発したモデルは、粒界移動のメゾスケールシミュレーションにおいてバブル成長・移動と同時に扱える初めてのモデルであり、核燃料のみならず様々な希ガス原子を含んだ材料の微細構造発達シミュレーションへの適用が可能である。

- 超伝導放射線応答デバイス開発に貢献するため、マルチスケール・シミュレーションコードによる結果を解析し、放射線応答特性とデバイス機能についての体系化を行った。その結果、平成19年度に実証した放射線検出デバイスに超伝導を用いると応答速度・精度が従来の検出器に比べて桁違いに向上する現象に関して、微視的な超伝導材料の電子状態と応答特性の関係を理論的に説明することができた。
- ゲノム情報解析用データベースから抽出したDNA修復タンパク質MutSとDNAとの複合体に対し、動的構造シミュレーションを実行し、正常なDNAと損傷したDNAに対するMutSの反応の違いを見出した。これを基に、DNA修復タンパク質による損傷DNA認識過程のモデルを提唱した。
- 異なる種類・エネルギーの重粒子線に関し、飛跡周囲の動径方向エネルギー付与分布とDNA損傷の空間分布との関係を、詳細に解析した。

異なる損傷の組合せからなるクラスター損傷数・種類についての修復酵素の結合シミュレーションを行い、損傷間の距離が大きくなるとDNA損傷付近の構造変化が小さくなり修復が容易になることなど、修復酵素との結合機構の変化を明らかにした。
- 次世代ハードウェア技術による専用シミュレータ基盤技術の開発については、流体解析を例にとり、マイクロプロセッサによる基本動作手順の模擬確認及びスピン演算回路の利用を仮想した場合の演算速度と消費電力の概略推定を行い、専用シミュレータ中核部の基本設計を具体的に示した。また、演算速度と消費電力について汎用ベクトルプロセッサとの概略比較を行った結果、超低消費電力でコンパクトという特長を有することから、将来の超高速コンピューティングニーズのうち、実験支援・運転支援・医療等の現場におけるニーズに貢献できる可能性を確認した。
- 機構の高速コンピューティングニーズに効率的に対応するため、次期茨城地区スーパーコンピュータの導入計画に合わせ、遅滞なく調達手続を完遂し、平成22年3月1日より214TFLOPS(運用開始時点で国内1位)の性能を有するスーパーコンピュータの運用を開始した。

また、機構ネットワークの信頼性の確保やセキュリティ対策の強化を柱とするネットワーク最適化計画を策定し、これに基づき、老朽機器の一部更新、ウィルス対策ソフトの統一、機構外とのTV会議接続インフラの整備を実施した。
- 研究の推進に当たっては、産業界との連携や我が国が国際的に高い水準に位置づけられるような取組が重要との観点から、グリッド技術を活用した原子力計算科学の研究コミュニティの活性化、計算科学分野の世界最大の国際会議SC09への出展及びワークショップ開催、国際協力(8件)の積極的推進、国の施策への積極的提案等に努め、文部科学省「次世代スーパーコンピュータ戦略プログラム」における次世代ものづくり分野

の実施可能性調査実施機関(東京大学生産技術研究所、宇宙航空研究開発機構との連携)に選定された。

i) 高速増殖炉サイクル工学研究

(1 基盤技術開発)

- 炉心分野では、次世代炉心解析システム開発の第一フェーズを完了し、大型高速炉心臨界実験ZPPR及び高速実験炉「常陽」の炉心を対象とした検証解析を行って、本システムが高速炉核設計のための基本機能を備えていることを確認した。
- 構造分野では、高温構造評価と耐震免震評価の両者の共通基盤となる構造強度解析法の開発を進めており、その主要課題である非弾性挙動予測法については、燃料集合体のいくつかの構造部材を対象とした非弾性解析に基づく破損予測評価手法案を取りまとめ、関係部署に提示した。また、耐震評価については、配管の多点加振に関する基礎試験を実施し、各種解析手法の解析精度について比較検討した結果、既往の包絡スペクトルによる評価手法よりも合理的な多点入力解析の可能性を確認した。
- 材料分野では、実証施設における炉容器や炉内構造物等の統一的損傷評価指標の確立及び提案指標に基づく損傷監視技術の開発のため、候補材料の溶接部継手材やクリープ疲労破断材について磁気測定を実施し、磁気特性の変化に基づいてその特性を評価した。また、照射材料用振動試料型磁力計の開発に対し第6回日本保全学会学術講演会において産学協同セッション銀賞を受賞した。

(2 高速増殖炉サイクルの新たな可能性を創出する技術開発)

- ナトリウム冷却材に関する固有の課題を解決して安全性、経済性等に優れた新たな概念の提案を目指し、文部科学省から受託した原子力システム研究開発事業「ナノテクノロジーによるナトリウムの化学的活性度抑制技術の開発」により、ナノ粒子を試作し、水や酸素との反応試験および物性測定を実施した。その結果、ナノ粒子分散によるナトリウムの化学的活性度抑制効果を確認するとともに、原子間相互作用と活性度抑制の関係を明らかにし、評価結果を報告書にまとめた。
- 高速炉プラント技術の開発では、レーザー共鳴イオン化質量分析法(RIMS)を用いたナトリウム検出性能確認試験を完了し、微小ナトリウム漏えい検知の要求感度を達成するとともに、実用化に向けた開発課題を明らかにした。
- 超臨界流体を用いた全アクチニド一括分離技術について、文部科学省から受託した原子力システム研究開発事業「超臨界流体を用いた全アクチニド一括分離システムの開発」における超臨界条件下での直接抽出試験の結果、未照射MOX燃料を対象とした場合は、U、Pu、Amの同時抽出が可能であることを確認した。使用済燃料を対象と

した試験では残渣中に一部のPuが残留したが、条件、抽出時間等を調整することにより対応可能な見通しである。超臨界及び常圧条件下でのウラン溶解抽出速度確認試験の結果、見掛けの溶解反応速度は常圧条件下の方が大きいという結果であった。また、全アクチノイド超臨界直接抽出の工学的成立性の検討で抽出された課題への対応として実施した耐久性試験により、シール材としてはインコネルX-750が適当との結果を得た。

- 効果的環境負荷低減策創出のための高性能Am含有酸化物燃料の研究として、合理的MAリサイクル燃料システム開発の工学試験施設の概念検討を完了し、炉心での燃焼と核変換の成立性を明らかにした。また、高濃度、高性能Am含有酸化物ペレット燃料の製造技術開発の一環として、高濃度Am含有MOX試料調製及び熱伝導度測定を完了し、Am含有量による熱伝導度の変化を定量的に確認した。

(3 高速増殖炉の多目的利用に関する技術開発)

- 高速増殖炉に適したハイブリッド熱化学法による水素製造技術の基礎研究として、低温ハイブリッド熱化学法水素製造プロセス(HHLT)の工学規模(1Nリットル/h)試験装置を用いて電解器電圧・硫酸循環量等のプロセス量を変化させた実験を実施し、水素製造プラント設計に向けたプロセス制御性評価を実施して、成果を取りまとめた。

(4 その他の高速増殖炉概念)

- その他の概念である水冷却炉に関する基礎研究として、プルトニウムの多重リサイクル利用を実現可能なプルトニウム有効利用高転換型炉心の概念検討を継続して実施し、代表炉心概念の改良やMAを含めた炉心特性の詳細検討等を実施してこれら概念検討をまとめるとともに、その結果を公開報告書として発行した。また、使用した炉心設計手法については、原子力基礎工学研究部門と次世代原子力システム研究開発部門が連携して最新の知見を反映して整備を進めた。

(v) 共通的科学技術基盤(先端基礎研究)

- 超重元素核科学やアクチノイド物質科学、極限物質制御科学、物質生命科学の各分野の重要課題に対する基礎研究を実施し、以下に示す実績を挙げた。

超重元素核科学研究では、 ^{140}Ce 回転薄膜標的への大強度 ^{82}Kr ビーム照射による探索実験を行い、新同位体 ^{220}Pu は生成断面積の上限値10pbの範囲で存在しないことが判明した。 ^{249}Cm については高角運動量状態の観測を行ったが、その存在を確定するには至らなかった(極限重原子核の殻構造と反応特性の解明)。また、 $^{248}\text{Cm}(^{11}\text{B},4n)$ 核反応によりメンデレビウム ^{255}Md を合成し、 Md^{3+} から Md^{2+} への還元電位を約-0.5Vと決定した。新たに開発した迅速イオン交換分離装置を用いて、ドブニウム(Db)の化学種が $[\text{DbOF}_4]$ であることを見いだした(核化学的手法による超重元素の価電子状態の解

明)。

アクチノイド物質科学研究では、超伝導体 URu_2Si_2 や磁性半導体 US_2 などの純良単結晶を育成した。 US_2 では比熱や中性子散乱に明瞭な結晶場励起が観測され、これから異方的5f基底状態を導くとともに1軸磁気異方性の起源であることを示した。また、J-PARCに設置した μ SR分光器の性能試験としてミュオンビームキッカーによるビームスライス実験を行い、優れた性能を確認した(アクチノイド化合物の磁性・超伝導の研究)。

極限物質制御科学研究では、フラーレン-コバルト(C_{60} -Co)薄膜が示す巨大トンネル磁気抵抗効果の発現機構をX線磁気円二色性分光等で調べ、 C_{60} -Co化合物とCo結晶の界面に高スピン偏極状態が存在すること、また C_{60} -Co化合物層が分極して巨大な誘電率を持つことが原因であることが明らかになった(超極限環境下における固体の原子制御と新奇物質の探索)。また、陽電子マイクロビームを用いて、応力腐食環境下でのステンレス材の亀裂進展過程を調べ、亀裂先端部に原子空孔が集積して亀裂が進展することを確認した(高輝度陽電子ビームによる最表面超構造の動的過程の解明)。

物質生命科学では、マイクロ相分離構造を持つスチレン-イソプレンジブロック重合体を用い、コントラスト変調のため動的核スピン偏極法を適用したところ、常磁性ラジカルの分布に従って水素核の偏極度が分布することを中性子小角散乱で観測できた(強相関超分子系の構築と階層間情報伝達機構の解明)。また、微生物によるウラン6価の還元機構として、酵素であるフラビンを紹介して鉄還元菌からウラン-クエン酸錯体中のウランに電子が与えられ、6価から4価へ還元されることが分かった。また、ウラン6価はリン酸基と内圏型錯体を形成した吸着種で存在することが分かった(刺激因子との相互作用解析による生命応答ダイナミックスの解明)。溶媒和電子の光吸収スペクトルの温度依存性を調べ、一定密度下で吸収ピークエネルギーの最小値が臨界点近傍にあることを見いだした。また、DNA塩基中に生じる不對電子種のEPR測定結果や軟X線照射によるDNA薄膜の吸収スペクトルの変化に関するデータを論文発表した(放射線作用基礎過程の研究)。

さらに、原子力科学分野にかかわる新たな発想に基づく斬新な研究テーマを発掘するため、機構内公募(萌芽研究)を推進するとともに、機構外を対象に黎明研究テーマを公募し、外部の専門委員からなる黎明研究評価委員会で23件の提案から8件(平成20年度からの継続テーマ3件を含む。)を選定して研究を実施した。

- 平成21年度の代表的な成果として、放射線作用基礎過程の研究では、SPring-8で発生させた軟X線のエネルギーを選択することにより、DNAの鎖の切断と核酸塩基であるプリン塩基とピリミジン塩基の変異という3種類のDNA損傷を異なる効率で誘発させるこ

とに成功した。これにより将来、DNAの修復に関する医療の研究分野や、DNAをナノデバイスとして利用する産業開発の分野において、新たなDNA操作技術への応用が期待される。

また、短いパルス幅の放射線を照射するパルスラジオリシス法を応用して、室温から超臨界状態にわたる高温高压水の放射線分解挙動を、これまで計測できなかった60ピコ秒から6ナノ秒というごく短い時間範囲(時間分解能として約200倍)で観測することに成功した。これにより、高温高压状態にある水の放射線分解の挙動を把握することが可能となり、現行軽水炉や研究が進行中の次世代超臨界水冷却炉の安全運転に不可欠な冷却水管理技術の開発にも寄与すると期待される。

さらに、超極限環境下における固体の原子制御と新奇物質の探索として、超重力場を用いて、固相や液相での同位体分離を実現するための超遠心機ロータを開発した。これは、原子の沈降を利用した同位体分離システムの構築が可能であることを示したものであり、将来的には、種々の用途における同位体分離工程への利用が期待される。

極限重原子核の殻構造と反応特性の解明では、核力として2種類の力を取り入れることによってすべての原子核の内部構造を説明できる新しい理論を構築した(東大、日大との共同研究)。これにより、陽子と中性子の数が大きく異なる「不安定核」の核構造を説明することが可能となり、宇宙で発生したさまざまな原子核が鉄などの安定な原子核に遷移する過程など、元素生成過程の解明につながる貴重な成果を得た。

- 組織運営としては、センタービジョン、すなわち、①国際的レベルの真の先端基礎研究、②機構の特徴(物的・人的資源)を生かした「原子力」に関する先端基礎研究、③萌芽的段階の研究を一人歩きできるまでに育てる先端基礎研究、④科学技術基本計画との照合。特にその「基本姿勢」(基礎研究の重視と応用・社会との接点、及び人材育成)に留意を基本方針とし、今中期目標期間の最終年度となる平成21年度においては、後者2項目を特に重視して、将来の原子力科学の萌芽となる先端基礎研究を進めた。研究の進展に応じて、新規採用職員及び博士研究員や任期付研究員など若手研究者の配置や研究予算等の研究資源を選択的に各研究テーマに投入した。また、科研費及びその他の外部資金の獲得に努め、先端基礎研究センターの全研究員が外部資金獲得に向けて申請書を提出するように指導を行った。その結果、224,879千円(科研費: 73,398千円(33件)、競争的資金: 122,467千円(4件)、その他: 29,013千円(2件))であった。この他に科研費の分担金として56,000千円(13件)を得ている。なお、平成21年度科研費の新規応募の採択率は30%(56件中17件、科研費全体での新規採択率は22.5%)であった。
- 科学・技術等各学問分野の学会・研究者集団をステークホルダーとして意識し、8名のグループリーダー(研究テーマに対応する分野で指導的立場にあり、うち3名は機構外より採用)の下で、原子力に関する先端基礎研究の国際的COEを目指した。世界的に著名な論文誌への発表や国際会議での招待講演による世界へのアピールを重視し、

また、外国人研究者の受入れによる国際化などを行った。平成21年度は、Physical Review Letters(世界的に著名な論文誌、インパクトファクター7.18)をはじめとして、査読付論文131編を発表し(インパクトファクターの総和:221)、研究員1人当たりの査読付論文数は1.9報である。国際会議での招待講演数25件、プレス発表4件、受賞2件、特許出願2件の成果を得た。さらに、第9回先端基礎研究国際シンポジウム(ASR2009: Positron, Muon and Other Exotic Particle Beams for Material and Atomic/molecular Sciences)を開催し、材料物性と原子分子科学研究の分野でミュオンや陽電子、不安定核などの粒子ビームなどの相補的利用などが議論され、研究者間の相互理解が深まった。参加者は102名、うち29名が外国人であった。また、年間を通して「基礎科学セミナー」を23回開催するなど国内研究者はもとより外国人研究者を含めた活発な研究交流を行った。さらに先端基礎研究センターの活動と成果を科学・技術の広範な領域及び社会へアピールするため、「基礎科学ノート」31号、32号を発行し、国内354か所に配布した。

- インキュベータとしての取組として、上記の萌芽研究の推進、黎明研究の実施に加え、人材育成については、平成20年4月から茨城大学理学部学生を対象として開始した「総合原子科学プログラム」では、先端基礎研究センター研究員が中心となり講義や実習を行い、平成21年4月からすべてのカリキュラム(8科目)をスタートした。さらに、特別研究生や学生実習生の受入れ、連携大学院教授などへの派遣を行い、学生・院生の教育や学位取得などの指導を行った。博士研究員については、受入期間終了後の行く先をも考慮し、視野を広く持つように指導している。具体的には平成21年度に任期を満了した博士研究員7名の就職先は、機構職員1名と大学等1名、機構内・外の任期制研究員4名、帰国1名である。

⑧ 自らの廃止措置及び廃棄物処理・処分事業

自らの原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理・処分については、原子力施設の設置者及び放射性廃棄物の発生者としての責任において安全確保を大前提に、計画的かつ効率的に進めていく必要がある。本事業の目的は、これらの処理・処分の際に、安全を確保するとともにコスト低減を図るために、合理的な廃止措置や放射性廃棄物の処理・処分に必要な技術開発を実施することである。また、機構及び機構外から委託を受けた研究施設等廃棄物について、埋設の方法による最終処分を行う。

本事業に要した費用は、24,760百万円(うち、業務費24,096百万円、受託費205百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(30,583百万円)、政府受託研究収入(127百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 原子力施設の廃止措置に必要な技術開発

a) 各施設における技術開発

- 施設の廃止措置や廃棄物の処理・処分を実施するに当たって、問題となることが予想される課題について、共通的なものは部門で、拠点固有のものは各拠点において技術開発を進めてきている。
- 原子炉廃止措置研究開発センター(ふげん)における廃止措置に必要な技術開発については、原子炉本体構造材の切断工法の調査及び試験の結果得られたデータを基に、水中遠隔解体方法に適用できる切断工法の絞込みを実施し、それに対応した解体工法に関する基本手順を取りまとめた。
また、第5給水加熱器等の解体撤去で得られた廃棄物量データ、作業人工データ等について、バックエンド推進部門と連携し、廃止措置統合エンジニアリングシステムの廃棄物量評価や作業人工数評価に反映させた。
- 人形峠の製錬転換施設の廃止措置に係る技術開発については、回収ウラン実用化試験設備の解体撤去に伴うデータを取得するとともに、得られた廃棄物量データ、作業人工データ等については、バックエンド推進部門と連携し、廃止措置統合エンジニアリングシステムの廃棄物量評価や作業人工数評価に反映させ、解体の実績については、報告書にまとめた。
- 再処理特別研究棟を用いた再処理施設に係る廃止措置技術の研究開発では、コンクリートセル内に設置されている廃液タンクをその場で解体する工法の妥当性確認試験のうち、セル内の配管撤去作業を行い、廃棄物量、人工数、被ばく線量などのデータ取得を行った。

b) 廃止措置の費用低減を目指した技術開発

- 合理的な廃止措置の計画策定を支援するための廃止措置統合エンジニアリングシステムについては、システムの運用試験として、「ふげん」及び「人形峠・製錬転換施設」における作業人工数等の管理データの事前評価を行った。さらに、実績データを分析し、評価モデルの改良・検証を行い、改良モデルの妥当性を確認した。また、これら施設に加えて他の廃止措置施設(再処理特研、ホットラボ施設、JRR-2、JT-60)の物量等の施設情報データ及び解体実績データ等の廃止措置関連情報の収集整理を行った。
- 効率的なクリアランス検認作業を支援するためのクリアランスレベル検認評価システムについては、システムの運用試験として、JRR-3(コンクリート)のクリアランス検認測定データ及びふげん(金属)の分析データをシステムに入力し、評価対象核種選定機能等の機能確認を行った。また、これらのデータに加えて原子力船「むつ」に係る放射能関連データ(二次汚染)の収集整理を行った。

(ii) 放射性廃棄物の処理・処分に必要な技術開発

- 廃棄物の放射能測定評価に係る簡易・迅速化技術の開発については、焼却灰及びセメント固化体試料の分析試験を実施することにより、平成20年度に作成した分析指針は、前処理法に一部改良を加えれば基本的に適用可能であることを明らかにし、得られた知見を分析指針に反映した。また、I-129分析法に関して、従来のAMS法に替わるICP質量分析装置を用いた簡易分析法の開発に着手し、実用化の目途を得た。
また、簡易・迅速化技術に基づく分析法が機構外の廃棄物にも適用できることを共同研究により確認し、本分析法の一部が実用発電所で採用された。
- 硝酸塩廃液の脱硝処理については、低レベル放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)への適用性評価を行うため、実機適用を考慮したフロー方式の硝酸分解試験及び高性能触媒の開発を実施し、データを取得した。その際、反応槽を改造することにより、フロー方式における硝酸分解効率が向上できた。また、触媒寿命を4倍程度に延長した触媒の開発に成功するとともに、性能の劣化した触媒を再生する方法の開発に一定の目処をつけた。また、フロー方式による硝酸分解試験及び触媒の寿命試験を実施し、設計、評価に必要なデータを取得した。
- 超臨界二酸化炭素除染技術開発については、超臨界二酸化炭素中に逆ミセルを生成し、これを利用して二酸化セリウムを直接超臨界二酸化炭素中に溶解する方法を確立するとともに、温度等の因子と溶解速度との相関データを取得した。
- 水蒸気改質法の開発については、廃溶媒等の有機液体の処理試験を実施し、連続処理による構成装置の寿命等の評価に必要なデータを取得した。
- 廃棄物管理システムの開発については、廃棄物発生元の廃棄物データ、減容処理や廃棄体化処理工程等における運転データ、並びに廃棄体の品質保証データを関連づけて登録することによって、廃棄物発生から処理処分までの履歴を追跡できる管理システムの作成を終了した。本データベースに原子力科学研究所(原科研)で所有していた廃棄物データを移行し、試運用を開始した。また、廃棄物中の放射エネルギーを解析するツール及び廃棄体を評価するツールの作製も終了した。低レベル放射性廃棄物のうち、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」対象廃棄物の放射能情報の整備を終了した。
- 研究施設等廃棄物のうち、浅地中処分対象の廃棄物については、主要拠点から発生するものについて、放射能インベントリの調査、収集を継続し、重要核種の予備的な選定評価を進めた。また、原科研でのセメント固化体の製作、及びその固化体に係る一軸圧縮強度等のデータの収集を継続して実施した。

- ウラン廃棄物の余裕深度処分に関して、原子力安全委員会の審議等を踏まえて「人為・稀頻度事象シナリオ」を設定し、各経路における最大被ばく線量を求めた。
- その他、機構全体の余裕深度処分対象の廃棄物について、平成20年度に作製した被ばく線量評価ツールについて安全委員会審議等を踏まえた改良を行い、被ばく線量の試算を行った。また、廃棄物中の硝酸塩について、環境影響の試算も行った。
- 国の「TRU廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体基本計画」に基づき、データ拡充と評価モデル構築を進めた。

具体的には、セメント硬化体間隙水中のPu、Am、Thの溶解度、硝酸塩共存下でのNp等の溶解度・収着分配係数、セメント中のNO₃⁻、SO₄²⁻、Cl⁻拡散係数等の核種移行データを取得した。また、普通セメントと海水系地下水の反応や低アルカリ性セメントの水和反応に関するデータ、アルカリ溶液によるベントナイト溶解変質速度のデータ、岩石の溶解変質と物質移行特性に係るデータ、セメント変質、アルカリ影響下におけるベントナイト・岩反応データ等の取得も行った。さらに、硝酸塩/鉍物反応データ、好アルカリ性脱窒菌に係る硝酸還元データも取得した。

処分場の安全評価に関する検討では、処分施設のニアフィールド構造力学解析については、高度化したモデルを用いた解析評価を実施した。また、処分システムの性能評価(線量評価)に使用する二次元形状モデルに対し、核種移行率を考慮できる機能を持つ評価ツールの開発を進めるとともに、処分システムの性能評価解析を実施した。

(iii) 放射性廃棄物の埋設処分

- 日本アイソトープ協会(RI協会)、原子力研究バックエンド推進センター(RANDEC)等関係機関と連携・協力して、埋設施設の基本計画、費用試算及び事業資金計画・収支計画等の検討・整理を実施した。また、文部科学省の「原子力分野の研究開発に関する委員会 研究施設等廃棄物作業部会」における審議に協力した。
- 「埋設処分業務の実施に関する基本的な方針」(基本方針)(平成20年12月25日 文部科学大臣・経済産業大臣決定)に即して、「埋設処分業務の実施に関する計画」(実施計画)を取りまとめ、平成21年10月30日に文部科学大臣及び経済産業大臣に対して認可申請を行い、平成21年11月13日に認可を得た。
- 基本方針及び実施計画に基づき、毎事業年度、埋設処分業務に関する計画(埋設処分業務計画)を定め、その業務の実施状況について各年度終了後速やかに、当該年度の埋設処分業務計画に照らして評価を行う必要があることから、機構の外部評価委員会として「埋設処分業務・評価委員会」(埋設評価委員会)を設置した。

- 埋設評価委員会を2回開催し、平成21年度及び平成22年度の埋設処分業務計画について審議を得て、取りまとめた。今後、第3回埋設評価委員会(平成22年6月開催予定)において、平成21年度埋設処分業務の実績について、評価を受ける予定である。
- 埋設施設の概念設計については、その前提条件となる廃棄体数量、概念設計を行う埋設施設及び施設周辺の環境条件、埋設処分に関連する国内法令の施設基準等を取りまとめた。また、既存の被ばく線量評価コードを改良し、その結果、埋設施設に係る被ばく線量評価がより簡便に実施できることを確認した。
- 受託契約の準備等、埋設事業を推進するために必要な準備として総費用の積算、処分単価・受託料金の検討を行うため、調査・検討すべき項目を取りまとめるとともに、RI協会、RANDEC及び機構で構成する「RI・研究所等廃棄物連絡協議会」(協議会)において意見交換を実施した。輸送、処理に関しては、協議会において埋設事業に係る今後の取組等について意見交換等を行った。また、「研究施設等廃棄物の埋設事業に関する説明会」(平成22年1月27日開催)において発生者との協力について意見交換等を行った。
- 立地基準及び立地手順の策定に係る国内外の類似施設の地点選定事例について調査を実施した。埋設事業に関する情報発信については、ホームページを通じて積極的に行うとともに、一元的な相談・情報発信を行う窓口として専用ページを設置し、外部からの問合せ等に対応した。資金を管理するシステムの構築については、埋設処分業務勘定に関連するデータについて、資金を管理するシステム構築のための仕様を取りまとめた。

⑨ 国内外との連携強化と社会からの要請に対応する活動

本事業の目的は、機構の研究開発に関する成果の発信の充実や、機構が保有する施設・設備を適正な対価を得て解放する等、外部と積極的に関わり、社会へと貢献することである。上記以外にも、原子力分野の人材育成、産学官の連携による研究開発等を推進するとともに、原子力の平和利用や核不拡散の分野において国際機関の活動への協力を行う。また、立地地域とは、共同研究や技術移転等を実施し、立地地域の企業、大学等との連携協力活動を充実・強化する。

本事業に要した費用は、18,944百万円(うち、業務費18,537百万円、受託費388百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益(17,663百万円)、政府受託研究収入(353百万円)等である。これらの支出による本年度の主な実績は、以下に示す通りである。

(i) 研究開発成果の普及とその活用の促進

a) 研究情報の国内外における流通の促進及び研究成果の社会への還元

- 平成21年度に取りまとめ、公開した研究開発成果は、研究開発報告書類292件、学術雑誌等の査読付き論文1,169編、その他の論文2,853編であった。

機構職員等が作成・発表した研究開発報告書類と論文等の最新の成果発表情報(表題、抄録等)を随時に一元的に研究開発成果データベースへ追加登録することなどにより、研究開発成果抄録集(和・英版)として機構ホームページを通じて国内外に発信し、機構外から年間235万件のアクセスを得るなど、成果の普及を進めた。研究開発成果の発表状況は、各部門・拠点別に取りまとめ、「研究開発成果発表実績速報」として隔週の頻度で機構内に周知し成果発信を促進した。

また、民間を含む国内外の研究機関や大学等に所属する専門家又は一般(理工系大学卒業レベル)を対象とする成果普及情報誌「未来を拓く原子力」(和・英版)を編集刊行し、研究開発型独立行政法人や理工系大学の図書館等、国内外の関連機関に和文版4,000部、英文版1,500部を配布するとともに、その全文を電子化して機構ホームページより公開した。

さらに統合前の日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の研究開発報告書類の全文電子化作業を継続して進め、年度内に未完分を完遂させ、研究開発成果データベースの統合処理を完了し、インターネット上から閲覧できるシステムを構築した。

- 研究開発報告書類と「未来を拓く原子力」の全文アクセス件数を分析し、次世代原子力システム研究、地層処分研究、量子ビーム応用研究などに高い関心が寄せられているとの結果を得た。また、これらに掲載された文章や図表に対し、国内外から転載など30件77点の著作権使用許諾依頼があったことは、インターネットで全文発信を行ってきた効果である。

- インターネットホームページの運営では、利用者の目線に立った情報の提供という視点から、コンテンツの充実を努めた。特に社会から注目度の高い「もんじゅ」についてはトップページから直接関連情報にアクセスを可能とするため、複数の入口によくある質問コーナーを設け、疑問に答える入口を追加した。また、専門家から一般の方まで幅広い方々に分かりやすい情報を発信するため、地層処分知識マネジメントシステムのコンテンツや長期的な原子力の在り方を提案した「2100年原子力ビジョン」のイラスト化コンテンツ等を新たに公開した。青少年や学生の利用者を意識した、動画や写真、イラストを多用する工夫を続けてきたほか、イベントや実験教室、施設公開等の情報をタイムリーに掲載し、科学技術をより身近に感じる情報の提供を行ってきた。研究者、技術者の生の声を「研究開発現場から」とし、研究成果と併せて掲載し、メールマガジンとして発信した。

各種成果報告会については、年間20回以上を目標に取り組み、「第4回原子力機構報告会」(東京)をはじめ、「J-PARC完成記念式典」(東京)、「国際シンポジウム

QuBS2009」(茨城)、「高崎量子応用シンポジウム」(群馬)、「むつ海洋・環境科学シンポジウム」(青森)、「第5回東海フォーラム」(茨城)、など、合計70回開催し、機構の事業活動について積極的に社会の理解を得るよう努めた。「第4回原子力機構報告会」では、報告には、平易な言葉、社会との関連性、図やイラストを多用するなど発表に工夫した結果、来場者アンケート結果で、内容を理解できたとの回答がほとんどを占めることとなった。

アウトリーチ活動については、アウトリーチ活動推進会議により組織的な推進の検討を重ねてきた結果、平成21年度は、すべての研究開発部門・拠点にてアウトリーチ活動の積極的な取組、その改善及び新たな取組を加えた展開が図られた。具体的には、東海研究開発センター、敦賀に続き、大洗研究開発センター、関西光科学研究所においてもサイエンスカフェを開催した。その他、研究開発部門では、サイエンスカフェの機会に講演者としてアウトリーチ活動を実施した。あわせて、理工系の大学院生等を対象に第一線の研究者・技術者を「大学公開特別講座」に講師として40回派遣、小学校や関係機関等が主催する講演会へ専門家講師として5回の合計45回派遣した。

さらに、若者の理数科離れの傾向がある中で、研究開発や原子力施設への関心を高める努力として、展示会等への出展、高校生を対象としたサイエンスキャンプの受入れ、職員による出前授業等を継続的に実施して、双方向コミュニケーションの取組を行った。

- 2つの深地層の研究施設(東濃地科学センター瑞浪超深地層研究所、幌延深地層研究センター)を拠点とした国内外の研究機関や専門家との研究協力の支援については、両研究施設における地質環境の違いを生かし、北海道大学、東北大学、埼玉大学、東京大学、東京都立大学、静岡大学、名古屋大学、岐阜大学、金沢大学、京都大学、岡山大学、広島大学、熊本大学、産業技術総合研究所、原子力安全基盤機構、原子力環境整備促進・資金管理センター、電力中央研究所、地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所、北海道立地質研究所、幌延地圏環境研究所等に対して研究協力や研究施設の供用等の研究支援を実施した。また、国際研究協力の一環としてスイス放射性廃棄物管理協同組合(NAGRA)、韓国原子力研究所(KAERI)、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社(SKB)、フランス放射性廃棄物管理公社(ANDRA)、米国ローレンスバークレー国立研究所(LBNL)との技術検討会を開催し、情報交換を行った。

研究坑道の公開については、見学者の安全確保に十分留意し、月1回の定期見学会の他、可能な限り見学者を受け入れた。その結果、年間の見学者数は両研究施設において5,377人(東濃:3,701人、幌延:1,676人)となり、そのうち2,494人(東濃:1,786人、幌延:708人)の方に実際の地下の環境を体験していただいた。また、幌延深地層研究センターのPR施設「ゆめ地創館」には11,085人が訪れ、累計入場者数が3万人に達した。

見学会においては、見学者と研究者との直接対話による相互理解を重視し、見学者の疑問に研究者が丁寧に答えるよう心掛けた。その結果、地層処分に対する印象につ

いて、見学後は7割の方が安心との印象を深めているとのアンケート結果が得られた。加えて、実際に地下を体験したことへの感動や、予想以上に勉強になった等の意見を多数頂いた。また、説明の分かりやすさの評価では、昨年度に比較して「良く理解できた」と回答した割合が増加した(44%→50%)。

幌延深地層研究センターは、原子力環境整備促進・資金管理センターと地層処分実規模設備整備事業<共同研究契約に基づく事業>の一環として実規模・実材料で製作した人工バリアを展示した仮設建屋を設置し、見学者に地層処分概念とその工学的な実現性等を体験していただいた。平成21年度内には、PR施設のゆめ地創館と接続させた設備建屋を建設し、平成22年4月下旬の開館に向け準備を行った。

深地層研究の体験学習については、サマーサイエンスキャンプ2009を両研究施設で開催し(平成21年8月、参加者数(東濃:10名、幌延:10名))、施設見学や学習を通して、深地層の科学的研究について知っていただいた。また、科学技術への興味や関心を高め、科学技術への理解を醸成するために、幌延深地層研究センターでは、地域の小学校に出向き、科学実験を行う課外授業を3回実施した(平成21年11月、平成22年2月と3月)。東濃地科学センターでは、スーパーサイエンスハイスクール等の校外教育の受入れ(13校:参加者数 631名)や地域の高校への講師の派遣(2校)、実習生等の受入れ(5名:岐阜大学、東京大学、九州大学、慶応義塾大学)を行い、学校教育や研究者の育成等に関して支援を行った。

- 幌延深地層研究センターにおける環境基盤整備として、国内外の研究者との交流活動拠点及び国内外への情報発信の場とする国際交流施設を平成21年10月17日に開館し、KAERIとの情報交換会議やNAGRAとの技術検討会議の他、共同研究相手先との会議、幌延深地層研究センター主催の幌延フォーラム等に活用した。

b) 知的財産の権利化及び活用の促進

- 平成21年度に新たに出願公開された特許のデータベース化については機構のホームページ上で公開した。特許等の管理については、新法人設立前の統合推進会議で検討された「知的財産化推進の考え方」の方針に則り、知的財産管理規程及び機構内に設置した「知的財産審査会」で策定した出願、審査請求、権利維持放棄の基準に基づき、適切な管理を行っている。出願の是非については、産学連携推進部長が機構内の専門家の意見を参考にして決定している。平成21年度の実績として国内及び国外合わせて167件の特許を出願した。外国出願時、審査請求時及び権利化後一定期間(6年目及び10年目以降)経過時に、産業界における実施の可能性及び機構の事業の円滑な遂行への寄与の2つの観点から、「知的財産審査会」において、外国出願の可否、審査請求の可否、権利の維持/放棄を審査し、効率的な管理を行った。その結果、放棄及び期間満了により放棄した特許は125件、新たに権利化した特許は115件となり、平成21年度末に保有する特許は1,083件となった。

○ 特許等の運用については、機構外の者の利用を積極的に推進するとの方針の下、中期計画において活用目標、年度計画において新規実施許諾件数の年度目標を設定し、産学連携推進部と各拠点のコーディネーターや発明部署との連携により効果的な技術移転活動を行った。特許の実施許諾については、民間企業との共同開発による実用化／製品化プロジェクトや成果展開事業などにより、10件の実施許諾契約を新たに締結した。これにより、平成21年度末の実施許諾契約件数は111件となり、平成16年度実績(87件)の128%となった。また、種苗の登録品種通常利用権許諾契約については新たに3件の契約を締結した。

○ 特許の利用の状況については、前述のとおり知的財産審査による年2回の定期的な見直しを行うことにより、産業界及び機構での利用が見込めない特許については整理を行っている。一方、産業界での利用が見込める特許については各種産業フェアでの展示や前述の制度等による産業活用の促進に努め、平成21年度は、原子力基礎工学研究部門の「エマルションフロー抽出法」の特許を利用した工場廃液から希少金属等の回収を行う廃液処理装置、量子ビーム応用研究部門の「改質フッ素樹脂」に係る特許を利用した炊飯器等に利用可能なフッ素コートアルミ板の製造等の実施許諾に結びつけている。

c) 民間核燃料サイクル事業への技術支援

○ 日本原燃(株)の要請に応じた人的支援(人数は本年度中における最大値)として、機構技術者を以下のとおり派遣した。

- ・ 濃縮事業については、新型遠心機のカスケード試験結果の解析、試験設備の制御の指導のため、技術者 5 名を出向派遣した。
- ・ 再処理事業については、アクティブ試験における施設・設備の運転・保守の指導のため、技術者 43 名を出向派遣した。またガラス固化技術に精通した技術者 3 名を六ヶ所再処理工場に常駐させ、各種試験評価等への支援を実施した。さらに遠隔保守技術に精通した技術者 2 名を出張させ、遠隔操作(固化セル内機器の洗浄作業や機器類点検等)に関する技術的な助言を実施した。
- ・ MOX 燃料加工事業については、施設の建設・運転に向け機構の知見・ノウハウを反映するため、技術者 5 名を出向派遣した。

また六ヶ所の核燃料サイクル事業支援のため日本原燃(株)及び関連会社の技術者研修要請に対しては、49名を受け入れ、環境試料中の放射能分析、再処理工場の工程分析、プルトニウム安全取扱に係る技術研修を実施した。

○ 高レベル廃液のガラス固化技術については、日本原燃(株)の要請に応じ、「不溶解残渣に関する小型熔融炉を用いた模擬試験」、「六ヶ所再処理工場実廃液中の不溶解残渣の分析(高レベル放射性物質研究施設にて)」、「KMOC(モックアップ試験装置)を用いた六ヶ所再処理工場実廃液の分析結果に基づく模擬試験」等の支援を実施した。ま

たガラス溶融炉の高度化技術開発に関する日本原燃(株)からの協力要請についても実施中である。

なおガラス固化に関わる科学的解析評価を行うため、日本原燃(株)との共同研究として、「ガラス固化技術特別Gr」を設置するとともに、機構内ガラス固化技術関連部署の連携強化のため、「溶融炉技術支援タスクフォース」を設置し、六ヶ所再処理工場ガラス固化施設の課題対応の支援強化を図った。

- MOX燃料加工事業への技術協力では、MOX燃料粉末調整試験の一環として、機構施設を用いた希釈用酸化ウラン粉末の調整条件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。
- 日本原燃(株)の要請に基づき、「ウラン濃縮施設の建設、運転及び技術開発に関する技術協力協定」(有効期限:平成22年3月末)を平成26年3月末まで延長した。
- 日本原燃(株)からの委託試験等についての平成21年度の実績は、濃縮関連5件、再処理関連16件、MOX燃料加工関連4件であった。
- これまで(役務再処理終了:平成17年度末)に開発した機構の軽水炉再処理開発技術を、平成27年度末までに民間に移転終了できるように、日本原燃(株)への技術協力・支援を進めている。

なお、六ヶ所再処理工場は操業後においても、日本原燃(株)の要請に応じて協力・支援を継続していくことを基本に、同工場の試験運転の進捗に合わせて、操業後の技術協力の在り方について日本原燃(株)と協議を進めていく。
- 日本原燃(株)の六ヶ所施設の核物質管理業務の支援を目的として、核物質管理センターからの要請に応じ、同センターに4名の技術者を派遣した。

(ii) 施設・設備の外部利用の促進

- 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施設の利用に供した。なお、料金の見直しについては、利用者のコスト意識を高めるための施設の運転に係る消耗品費を利用者全員から徴収すること、及び新たな料金枠として民間利用促進のための産業利用促進枠及び競争的資金獲得者のための競争的資金利用枠を設け、平成22年度から実施する予定である。
- 施設供用では、年間で629件の利用実績となった。前年度より減少した理由は、施設利用実績の大半を占めるJRR-3が制御棒異常挿入事象等に係る対応のため施設定期検査期間を延長したこと、及びJRR-4は、反射体割れ事象に伴い、設工認申請した新

たな反射体の製作を行い、使用前検査に合格し、交換を終了(平成21年9月)した後発生した中性子検出器の指示値異常の事象により施設定期検査期間を延長したこと等により17施設のうち5施設について計画通り運転ができなかったことが主要な原因であった。また、計画通り運転していた12施設についての平成20年度との比較では、民間利用が209件から144件と大幅に減少しているが、このうち、最も減少しているコバルト60照射施設では利用者が利用申請をまとめて行ったため利用件数は47件減少しているものの、利用収入は約9,129千円増加しており、利用の拡大が図られている。今中期目標期間中の利用件数は、5,313件であり、各年度計画の目標件数の合計5,000件を上回っており、中期計画への影響はない。なお、外国ユーザーの利用は米国、韓国を含め6件(平成20年度は10件)であった。

	17年度	18年度	19年度	20年度	21年度	合計	平均
年度計画	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000	1,000
利用件数	1,055	1,233	1,183	1,213	629	5,313	1,063
(JRR-3に係る件数)	309	460	600	796	288	2,453	491

- 施設・設備の供用にあたっては、17施設を対象とした利用課題の定期公募を平成21年5月及び11月の2回実施した。供用装置を担当する職員等が、利用者に対し運転等の役務提供や実験・データ分析等の技術指導を行い、施設利用申込み、利用者登録ID更新(1年ごと)の手続及び実験室の利用申込みについて電子化するなど、利用者支援の向上に努めた。また、JRR-3については、中性子利用にかかわる国の補助事業である先端研究施設共用促進事業に採択されたことにより、利用者支援体制の一層の強化につながった。
- 利用者支援については、施設利用案内のホームページを通じて、利用者への定期募集の案内、実施報告書、施設・設備の概要、利用期間等の情報提供に努めるとともに、利用者のコミュニティーの支援として研究会、成果報告会等を開催し、施設利用の成果の発表の機会を提供した。
- 施設供用の促進、外部利用の拡大については、機構や外部機関主催の研究会等において施設供用の紹介を行った。
- 外部利用における透明性・公平性の確保については、外部の専門家等を含む施設利用協議会の下に設置された専門部会を開催し、応募課題の採択の可否、利用時間の配分等について審議を行った。

- 成果非公開課題の利用に関する情報管理については、施設・装置を運転・管理する職員等に対し、利用者名を非公開とする、専用の台帳で管理するなどの徹底を継続して行った。
- 施設供用において外部利用者の意向を反映させるため、東京大学主催の施設・設備の利用推進に関するシンポジウムに参加した。

(iii) 原子力分野の人材育成

- 機構は、機構法第17条第1項第7号に基づき、機構内外の研究者・技術者に対する広範な人材育成活動をミッションの一つとして実施している。人材育成の実施組織としては、職場内育成(OJT)を担当する各職場のほか、原子力研修センター、人事部、原子力緊急時支援・研修センター、国際原子力情報・研修センター等が職場外研修(Off-JT)を担当し、外国人を含む機構内外の技術者、研究者等の人材育成に取り組んでいる。特に技術研修では、民間企業の技術者、国及び地方自治体の職員、大学院・大学・高専等の学生、外国人技術者や機構職員など、国内外の産官学各界から研修生、受講生を受入れて、多様な研修を実施し、原子力人材育成に貢献している。

機構の各種技術研修活動は、研究炉を始めとする多様な施設、各専門分野における豊富な知識と経験を有する専門講師、及び長年にわたり蓄積したノウハウ等を活用することにより、基礎から応用までの幅広い人材育成に取り組んでいることが大きな特色である。以下に平成21年度の実績について記載する。

a) 研修による人材育成

- 平成21年度は、外部技術者等を対象とする研修及び職員技術者を対象とする研修は臨時研修も含め、すべて計画どおりに実施し総受講者数は1,109名であった。
- 新規の研修としては、原子力安全委員会からの要請に基づき、原子力のリスクに関し地域住民と共に考え、対等の信頼関係を築くためのコミュニケーション手法及び知識等を習得するための「原子力関係者のためのリスクコミュニケーション講座」を立ち上げ、18名の受講者が参加した。
- 法定資格講習では、第1種141名及び第3種35名が放射線取扱主任者の国家資格を取得した。また、原子力研修センターの研修修了者の中から平成21年度の原子炉主任技術者試験の口頭試験で全合格者数22名中19名(うち9名は東大専門職大学院修了者)、原子力・放射線部門の技術士試験では第1次試験7名、第2次試験2名が合格した。特に、原子炉主任技術者試験では、合格者に占める原子力研修センターの研修修了者(含む、東大専門職大学院修了者)の割合がここ数年90%程度の高い割合であることが特筆される。

- これらの研修では、新たに専任講師となったメンバーを含め、放射線取扱主任者等の資格を有する職員や実務を通じて講義課目や実習に関する豊富な知識と経験を有する職員を講師として充てることにより、研修の質の向上に努めた。
- また、研修効果を評価する観点から、60%以上を目標値とする研修の有効性を確認するため、各回の受講生に対してアンケート調査を実施し、年度平均で93%の受講者から「有効であった」との評価を得た。更に受講生の派遣元に実施したアンケートにおいても100%から「有効であった」という評価を得ている。
- 職員向け技術研修については、共通する安全教育及び原子力技術者教育のための41の講座(監督者安全教育講座等の安全教育16講座、核燃料サイクル技術講座等の原子力技術教育25講座)をすべて計画どおりに実施した。受講者数は787名となった。職員研修では、機構の職務に関する豊富な知識と経験を有する職員を中心とする職員等を講師として充てることにより、職員の技術継承及び技術力向上に貢献した。また、13講座については外部にも開放し、日本原燃(株)等から延べ45名を研修する等、機構から民間への技術移転に貢献した。
- 公務員等に対する原子力・放射線に係る基礎研修など、機構外からのニーズに応えるため、当初計画にない文部科学省及び経済産業省原子力安全・保安院(保安院)からの依頼に基づく臨時研修を5回実施した。このうち、文部科学省の原子力専門官研修、また平成20年度から依頼を受けて実施している保安院の原子力専門研修については、それぞれの研修終了後のアンケートにおいて、約8割の方から有効との回答を得、その有効性について高い評価を受けた。さらに、保安院からは平成21年度は1回追加し計2回の研修を要請された。
- 研修の講義のレベルアップを目的として、平成21年度から専門家(元大学教授)による講義の聴講と講師への指導を実施している。また、アンケートにおいて長年懸案事項となっていた宿泊施設の老朽化については一部改修を実施し、平成22年度より共用を開始する予定である。さらに、多くの受講生が閲覧している原子力研修センターのホームページについては、平成21年度により利用者の立場に立ち、ホームページ上から直接受講申し込みができる等の内容に改訂した。このホームページも平成22年度より運用を開始予定であり、今後とも研修内容の充実はもとより、これらの周辺整備についても充実を図っていきたい。
- このほか出張講義等を以下のとおり実施している。
 - i. 保安院から単独講義の依頼により出張講義を8回実施。
 - ii. 保安院及び労働大学校の依頼により出張講義を5回実施。
 - iii. 若年層に対する原子力人材育成及び原子力に対する正しい知識の普及に貢献

するために高等学校及び中学校の依頼により講義を3回実施。

- iv. 原子力安全技術センターが実施している原子力防災研修のテキスト等の教材に関する委員会において、研修上の改善点を指摘し、テキスト及び研修内容に反映された。

b) 海外を対象とした人材育成

- 海外を対象とした原子力分野の人材育成では、文部科学省からの受託事業「国際原子力安全交流対策(講師育成)事業」において、国際的な原子力平和利用の推進と安全の確保に寄与することを目的に、インドネシア、タイ、ベトナムを対象に各国からの要望に基づき、講師候補生を我が国に受け入れて現地研修で必要な講師として育成する研修を4回(受講生総数17名)、我が国から講師を派遣し相手国との共催で現地の技術者を育成するために行う研修を7回実施した(受講生総数201名)。このうち、講師候補生を我が国に受け入れて行う講師育成研修では、研修の有効性及び個々の業務への応用性について研修生にアンケートを行った結果、全ての研修生から有効かつ応用性が高いとの回答が得られた(研修への有用性及び業務への応用性共に5段階評価で概ね4)。また、現地で行う研修では、研修実施前と実施後の受講生の理解度試験の成績を比較した結果、全ての研修で大幅に理解が向上したとの成果が得られた(平均アップ率が30%)。
- これらの活動を通じ育成された講師により、各国において当センターの講師が直接関与しない自立研修講座の開催が増加しているほか、現地大学生への指導も行われるようになってきている。
- このように研修の有効性が認められた結果として、同研修についての理解がアジア地域に広がり、炉工学分野の講師育成研修にベトナムから3名、インドネシアからの2名の参加に加え、マレーシアから1名、サウジアラビアから3名の自費参加があるなど、高い評価が得られて対象国の原子力知識の普及と安全確保に大きな貢献をしていると考える。
- さらに、原子力研修センターが核不拡散科学技術センターと協力して、主としてアジア諸国を対象としたIAEA保障措置トレーニングコース(受講生数:12ヶ国から14名)を1回、また、国際原子力情報・研修センターと協力して、敦賀で原子炉プラント安全コースを2回(受講生総数:7ヶ国から20名)開催し、いずれも受講生へのアンケート結果において高い評価が得られた(業務への有用性評価に関し、5段階評価で概ね4)。なお、平成21年度は、スケジュールを調整するなどにより、複数の国に対してまとめて研修を実施することとし、国際研修の効率化を図ることが出来た。

- また、新たにサウジアラビアが講師育成研修に参加したことを契機として、サウジアラビアから国際研修に関する打合せの申し込みがあり、現地での打合せを2回実施した。これらにより、今後、サウジアラビアでの原子炉工学分野での研修の具体的な展開の可能性が出てくるなど、より広範囲なアジア地域での研修の実施にも貢献した。
- 原子力委員会が主催するアジア原子力協力フォーラム(FNCA)において、人材養成プロジェクトの日本側のプロジェクトリーダーを務め、アジア諸国原子力人材育成ニーズと既存の原子力人材育成プログラムのマッチングを行うアジア原子力教育訓練プログラム(ANTEP)活動の推進に貢献した。また、FNCAパネル会合の提言に基づき、原子力発電導入に向けて、アジア各国の人材養成のカリキュラム等が参照できる原子力人材育成データベースの構築に係る委託調査を、平成20年度に引き続き内閣府より受注して、同データベースの運営、改良、更新を行った。
- フランス原子力庁(CEA)の国家原子力科学技術研究院(INSTN)と人材育成に関する協力に基づき、初めて平成21年4月から1名のINSTN修士学生を受け入れるとともに、平成22年4月から2名のINSTN修士学生の受入れ準備を進めた。また、IAEAのアジア原子力安全ネットワーク(ANSN)関連会合に出席し、教材整備等について協力した。
- 平成21年3月に機構が加盟した欧州原子力教育ネットワーク(ENEN)との共催により、平成21年12月に原子力科学研究所において、加速器駆動システム(ADS)に関する国際ワークショップを開催した。欧州以外では初の開催のため、中国、韓国の学生や若手研究者も参加できるようにした。
- 機構の原子力人材育成活動について、平成21年度はUAEで開催されたIAEA国際会議等で計4件(UAE3件、ポルトガル1件)発表したが、特にUAEでの会合においては、連携ネットや国際対応、さらには国際原子力人材育成イニシアティブをはじめとする今後の活動計画など、多彩な活動内容が注目された。また、OECD-NEAの原子力人材育成に関する第1回専門家会合に参加し、我が国における原子力人材育成の現状報告を行った。
- このように、平成21年度は、世界の原子力人材育成関係機関との連携協力活動の着手や強化を進めることにより、将来、原子力研修センターが中心となって、アジア及び世界において原子力人材育成に係る知的ネットワーク化を推進するための基盤を構築することに貢献した。

c) 大学との連携協力

- 大学との連携協力については、以下の項目を実施している。
 - i. 東京大学原子力専攻、原子力国際専攻への協力
 - ii. 連携大学院協定等による各大学への協力
 - iii. 原子力教育大学連携ネットワークの共同運営
 - iv. 原子力人材育成プログラム採択校への協力これらの活動の中で、平成21年度は延べ約400名の学生に対して延べ約270名の機構職員が客員教員や実習講師として協力している。

- 東京大学大学院原子力専攻(専門職大学院)への協力では、15名の学生に対し、客員教員、非常勤講師、特別講師等73名の機構職員が講義、演習等の講師を担当した。実習に関する協力では、全37課題のうち、機構が担当した34課題を予定どおり実施し、延べ87名の機構職員が講師を担当した。また夏期インターンシップ実習では学生をNUCEFおよびJRR-4で受け入れ、延べ19名の講師が協力して実施した。専門職大学院の学生数は、平成17年度の開講以来78名に達している。東京大学大学院原子力国際専攻への協力については、客員教授4名を派遣し協力した。また、平成20年8月に東京大学が機構を連携機関の一つとして応募し採択された、文部科学省の「高度専門職業人養成教育推進プログラム」では、専門職大学院の卒業生を大学に招いて最新の原子力事情を講義する「フォローアップ研修」への講師派遣、又は技術者派遣ネットワーク構築のための国際ニーズ調査として平成21年度はカザフスタンを対象とした訪問調査などへの協力を行った。さらに、東大・機構共催の第1回国際原子力プラントサマースクール(平成21年7月28日～8月5日)については、実行委員会のメンバーとして計画立案、講師派遣、施設見学などを実施した。

- 連携大学院協定に基づく協力については、客員教員を延べ75名派遣し、学生15名を受け入れて研究指導を行うなどの協力を実施した。

- また新たな協定としては、同志社大学及び長岡技術科学大学と連携協力協定を締結、さらに早稲田大学及び東京都市大学とはそれぞれ協定を締結し、原子力人材育成に関する協力を一層進めた。平成21年度末の連携大学院協定締結大学等は17大学院(18大学)、1大学学部、1高専となっている。

- また、包括連携協力協定を締結している茨城大学については、平成21年度から新たに、大学院理工学研究科、及び理学部の学生を対象にした実習実験を行った。さらに、平成22年度より大学院共同原子力専攻を開講予定の早稲田大学及び東京都市大学について、実施する実習の計画作成等の準備を進めた。

- 原子力教育大学連携ネットワークについては、平成21年度に新たに参加した大阪大学を含めた6大学と機構により、遠隔教育システムを用いた遠隔講義を実施した。これ

には、約200名の学生が参加し、機構職員も6名が客員教員として協力している。また、共通講座として前期、後期の2科目および特別講義、さらに核燃料サイクル工学研究所及び大洗研究開発センターにおいて放射線計測や核燃料物質取扱いを中心とした実習を実施し、夏期、冬期合わせて学生28名が参加した。

○ また原子力教育大学連携ネットワークの連携・協力推進協議会を年4回実施するとともに、今後の運営方針を検討するため、将来構想分科会を発足させ、今後の運営について検討を進めている。

○ 平成19年度から開始された文部科学省・経済産業省の原子力人材育成プログラム採択校について、平成21年度は12の大学・高専に対して講師派遣(2名)、学生を受け入れての実習(35名参加)、施設見学の受入れ(137名参加)などの協力を行った。協力に際しては、事前に大学等と調整を進めることにより、効果的、効率的な実施を心掛けた。

○ 大学との人材交流については、延べ約270名の機構職員が客員教員等として協力する一方、大学の教授等が機構の研修講師を行う、また機構職員に採用されるなどの交流を実施した。

d) その他内外機関との連携協力

○ 産官学が一体となって、原子力人材育成の中長期的ロードマップ、ビジョン等の検討を行うため、平成19年9月に発足した原子力人材育成関係者協議会(事務局:日本原子力産業協会)において、国際対応ワーキンググループの主査として、国際的に活躍できる人材の育成、国際人材育成のためのネットワーク化及びアジア諸国等に対する原子力人材育成に関する提言をまとめた。

○ また、同協議会「ロードマップワーキンググループ」においても、原子力人材育成に向けた取組の方向性等の議論に参加し、協議会報告書における原子力分野の技術者・研究者の育成及び人材基盤の確保のための提言の取りまとめに寄与した。

○ さらに、これらの提言を受けた新たな取組として平成22年度から文部科学省が開始する国際原子力人材育成イニシアティブ事業の計画策定に協力した。

○ 日本原子力学会教育・研究専門委員会教科書ワーキンググループに委員として参加し、平成21年3月に策定された新学習指導要領に基づく高等学校教科書のエネルギー関連記述に関し、日本原子力学会の立場から、従来の教科書の記述等を検討するとともに、13項目からなる提言の起草などに貢献した。

- 機構の使命として、我が国の原子力開発を担う人材の育成を継続して行うための課題を抽出するとともに、解決の方向性を検討することを目的として、平成19年度に「原子力人材育成関係部門協議会」を機構内に発足させ、平成21年度は、研究系及び事務系職員の検討を継続して実施し、人材の確保、育成、活用に関する課題の抽出と提言案の取りまとめを行っておりこの結果を経営に報告することとしている。
 - 大学教授や原子力人材育成関係機関の機構外委員を中心とした原子力研修委員会を開催(平成22年2月)し、外部からの依頼に対応し派遣する講師等の待遇に関する考え方、国際研修計画の作成に際しての相手国原子力プログラムとの対応やFNCAの成果の反映等、委員から原子力の人材育成は国内関係機関で連携協力して進めるべき等、今後の研修センターとしての活動に反映させるべき有効な意見を得た。
 - 以上の結果、平成21年度計画を計画どおりに実施した。さらに、新規研修の導入や連携協力する大学数の増加、国内外の他機関との連携にも積極的に取り組んだ。平成22年度から開始する国際原子力人材育成イニシアティブでは、国内外の原子力人材育成のハブ機能を果たすという役割が期待されるなど、これまでの機構の原子力分野の人材育成の実績が評価された。
- (iv) 原子力に関する情報の収集、分析及び提供
- 国内外の原子力に関する科学技術情報を提供し研究開発を支援するため、購読調査等を通じて利用者の意見を集約・反映した図書資料購入計画及び海外学術雑誌購入計画を作成し、これらに基づき専門図書、海外学術雑誌、電子ジャーナル及び原子力レポート等を収集・整理し、これまでに機構が蓄積してきたものと合わせ、閲覧、貸出、複写による情報提供を行った。平成21年度の機構全拠点図書館の利用実績は、来館閲覧者20千人、貸出18千件、文献複写4千件、電子ジャーナル論文18万件であった。大学図書館の相互利用システムである国立情報学研究所の文献複写相互利用システムへの参加や、国立国会図書館との文献貸借、文献複写サービスとの相互協力を行い、機構図書館で所蔵しない文献を迅速に入手し機構内の研究者等へ提供することにより、提供機能の向上を図った。
 - 産・学・官など機構外の利用者に所蔵資料の目録情報を提供するために整備した目録情報発信システム(OPAC)にリンクしたデータベースを拡充し、欧米の原子力研究開発機関や国際原子力機関(IAEA)作成の原子力レポート70万件、専門図書及び学術雑誌の目録情報10万件をインターネットを介して外部に情報提供するとともに、機構図書館所蔵資料の文献複写サービスを継続した。
 - 国際原子力情報システム(INIS)計画への参加については、国内で公開された学術雑誌、レポート、会議資料等からINISの収録対象分野を網羅する文献情報5,102件を収

集・採択し、英文による書誌情報、抄録の作成、索引語付与等の編集を行いIAEAに送付した。平成21年度の送付件数はINIS全体(加盟122か国)の4.6%を占め、国別では、ドイツ6.6%、米国5.6%、に次ぐ第3位であった。なお、IAEAから提供されているインターネット版INISのアクセスは平成21年4月より無料となったことを踏まえ、東京大学及び日本原子力学会等において7回のINIS利用説明会を実施した。IAEAからの情報に基づくインターネット版INISの日本からの利用は、10,112回(平成20年度、6,323回)と利用が増加した。

- 原子力知識管理(NKM: Nuclear Knowledge Management)支援については、IAEA原子力知識学校(School of Nuclear Knowledge Management)の概要とその資料全文を入手し、機構イントラネットで提供した。

日本原子力学会等の国内原子力関連学協会の口頭発表情報(2,445件)を取りまとめ、国内原子力関連口頭発表情報データベース(NSIJ-OP)として機構ホームページから提供した。

- 関係行政機関の原子力広報活動を支援するため、第50回科学技術週間サイエンスカフェ(文部科学省主催)で、東京及び大阪合わせて7テーマの講演を行い、研究者・技術者が対話による相互理解に努めた。また、科学技術振興機構が主催する高校生を対象としたサイエンスキャンプを6拠点で受入れ、73名に研究現場を体験して頂くとともに、青少年のための科学の祭典全国大会や地方大会に実験・工作教室を出展するなど、将来を担う子どもたちに科学の不思議について体感して頂いた。サイエンスキャンプ参加者へのアンケートでは、回答者の9割以上がサイエンスキャンプでの実験・実習、施設見学などの体験が理科への興味の増進に有意義と評価した。特に、研究者との交流が、参加者の将来を考える上で有意義だったとの意見を頂いている。その他、産学官ビジネスフェア等の原子力関連のイベントに出展協力した。さらに、民間出版社による小中学生向けの原子力副読本の制作を支援した。

- 欧米における「原子カルネッサンス」の状況を始めとする国内外の原子力エネルギー開発利用状況に関する情報、エネルギー環境政策に関する情報、長期的なエネルギー源の選択に影響を及ぼす可能性のある情報等、多様な情報の収集及び分析を行った。これらの情報は、行政機関等機構外部からの個別の要請に応じ、必要な場合には個々のニーズに応じた分析を加えた上で迅速かつ的確に提供し、政策立案を支援している。また、こうした対応を通じて新たに行政機関に対する継続的な情報提供のチャンネルを構築し、それを通じて年に数回の頻度で情報提供を行っている。さらに、これら情報の内一般社会にとって有用なものを選択して機構公開ホームページにより提供しており、累次のコンテンツの充実の結果、アクセス件数は平成20年度の20.9万件から平成21年度は21.3万件に増加した。これら情報に対しては、海外メディアから個別の問い合わせも寄せられ追加情報の提供を行う等、国外への情報発信手段としても有効であ

った。

情報収集に関しては、戦略調査室、国際部及び核不拡散科学技術センターで開催している「国際関係部署連絡会議」等の場で、今後我が国の政策立案に貢献し得る海外情報入手方法の在り方について確認し、上記部署が現在契約を結んでいる各種情報サービス会社や機構の海外事務所等、既存の情報源から得られる情報に不足はないものと考えられ、今後も上記部署間での情報共有を一層緊密に行い、それぞれの業務に活用していくこととした。このことに関連し、機構の国際部が構築しているネットワークを用い、必要に応じて文部科学省関係機関の海外事務所から国の政策立案に貢献する情報の収集が行える体制を整備している。

機構内専門家の参画を得て平成20年度に公表した「2100年原子力ビジョン—低炭素社会への提言—」を主な素材とし、「原子力総合セミナー」を始めとする5件の研究会等(内2件は国際学会)において、地球環境問題への対応とエネルギー安定供給の実現に果たし得る原子力の役割に関する社会的議論の活性化と政策立案に貢献する目的で招待講演等の形で情報提供を行った。また、同ビジョンについては国際部等との連携の下、機構役職員の海外機関訪問や海外からの訪問団来訪、外国政府政策担当者や国際機関専門家が参加する国際学会への発表の機会等を利用し、国外へも積極的に情報発信している。こうした取組の結果、社会的議論の素材としての同ビジョンへの一般社会の関心は公表後1年半を経過しても引き続き高い水準を維持しており、機構公開ホームページを通じてのアクセス件数は平成21年度上期1.1万件、同下期0.9万件(公表直後の平成20年度下期1.2万件)となっている。この状況も踏まえ、平成21年度末には新たに機構公開ホームページにより、一般の人々による議論の活性化を狙ったより分かりやすい素材の提供を開始した。この中には、人々の原子力に対する受け止め方を把握するためのアンケートも用意しており、平成22年度以降その結果も参考にしつつ更なる業務の展開を図ることとしている。

平成20年度より機関間協定の下で実施している石油天然ガス・金属鉱物資源機構との海外ウラン探鉱に関する技術協力として、機構専門家2名の派遣を継続している。本件協力に関しては相手先より、当該派遣専門家が業務実施上不可欠な戦力となっているとの理由により継続要請があり、当該協定の有効期間の2年間延長(平成22年4月から平成24年3月末まで)を行った。また、同じく平成20年度より日本科学機器団体連合会幹事企業からの要請に基づき行っている、産業界に対する放射線計測等に関する機構保有情報の提供を進めた結果、機構専門家のセミナー講師としての派遣、同会メンバー企業と機構研究部門との共同研究等に発展している。

(v) 産学官の連携による研究開発の推進

- 産業界等との連携については、原子力エネルギー基盤連携センターにおける産業界との共同研究、及び物質・材料研究機構、理化学研究所との三機関連携、実用化プロジェクト等により、複数の機関での人材・施設を利活用することによって研究資源を節約し効果的に研究を進めた。

原子力エネルギー基盤連携センターにおいては、次世代再処理材料開発、軽水炉熱流動技術開発、廃棄物中のUやPuの超高感度非破壊検出技術開発、及び高温ガス炉用黒鉛・炭素材料開発の分野で、民間企業との合同特別グループによる連携業務を効果的に遂行した。さらに、既存の4つの特別グループに加えて新たにガラス固化技術特別グループ、高温ガス炉要素技術開発特別グループを立ち上げ、同センターの機能強化に取り組んだ。

また、茨城県内の農業生産法人からの技術相談により、野菜鮮度の指標化に高感度ガス分析装置を活用した。その結果、農産物の新鮮度を指標化して付加価値を高める等、このビジネスモデルが農商工等連携促進法に基づく農商工等連携事業計画に係る認定を受けた。この結果、茨城県外企業からも果物の鮮度維持について技術相談があり、果物の包装材を工夫することで果物鮮度の長時間維持が可能であることへの応用が行われ、効果的に産業分野への貢献を図った。

さらに、定期的な意見交換については、各種技術協力協定に基づく運営会議等の開催により実務レベルでの定期的な意見交換を行うことでニーズの把握に努め、技術協力の円滑な推進に資した。

- 大学との連携に関しては、先行基礎工学研究協力制度*を実施し、原子力システム・熱流動関係分野において、発電プラントの配管材料に関する外面応力腐食割れに対する有効な対策を講じるため、塩化物による環境助長割れを支配する因子の影響を定量的に明らかにし、防食及び耐割れ強度の強化策の開発を目指した実用研究を効果的に実施し、環境助長割れ条件の管理目標値(付着海塩量70mg/m²)の妥当性を裏付ける知見を得るとともに、キャビテーション洗浄の有用性も定量的に評価した。

また、連携重点研究制度**については、実施課題への参加機関による討論会を開催し、参加した研究者により活発な意見交換を行い、「連携重点研究運営委員会」の下でこれらの意見を反映した研究を行った。そのうち大気マイクロPIXE技術の医学への応用研究として、東北大学及び群馬大学と共同で食道ガン培養細胞株における主要な化学療法薬について、その細胞内局在性を高空間分解能の元素イメージングを用いて調べることにより、同細胞株が薬に対する感受性の有無を弁別できることを確認した。この成果は、医学系学術誌(Cancer Science)に掲載される予定である。

さらに、大学等との包括的連携協力協定に基づく、連携協議会等を福井大学、岡山大学、茨城大学、核融合科学研究所と開催し、大学等の関係者の意見を反映させ、大学等の機構の研究への参加や研究協力を拡大し、人材育成、共同研究等の推進に資した。

- 産業界等のニーズを把握して、相互に人材・施設・技術を補完し、効果的に共同研究を推進することにより特許の実施許諾については、10件の実施許諾契約を締結した。

(vi) 国際協力の推進

- 国際協力は、国際的な中核拠点(COE)を目指し、国際基準の作成貢献・開発技術の国際標準化、軍縮・核不拡散等への国際貢献、研究開発の効率的な推進、アジア諸国の人材育成・技術支援を目的としている。国際情勢の変化に的確に対応すべく、平成21年度は米国の政権交代による原子力政策の動向、研究開発への影響、使用済燃料処分施設建設計画の中止等について重点的に調査を行い、機構の事業等への影響を評価した。
- 国際基準の作成貢献・開発技術の国際標準化を目指した国際協力では、国際原子力機関(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)、イーター国際核融合エネルギー機構(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と専門家会合へ専門家を派遣した。OECD/NEAの新規国際共同研究プロジェクトに機構の高温ガス炉HTTRを利用したプロジェクトが採択されるなど、日本のプレゼンスの向上に役立つとともに、機構の研究開発の推進に大きく寄与するものとなった。国際機関等への職員の長期派遣者数は、平成21年度末時点でIAEAに6名、OECD/NEAに3名、ITER機構に8名、世界原子力発電事業者協会(WANO)に1名の総計18名である。また、平成21年度における国際機関の諮問委員会、専門家会合等への専門家の派遣者数は、IAEAへ119名、OECD/NEAへ125名、OECD/IEAへ25名、ITER機構へ286名、包括的核実験禁止条約機関準備委員会(CTBTO)へ7名、WANOへ4名の総計566名であり、これらの国際機関の運営に貢献した。委員会等には、各機関から機構の専門家名を特定した参加依頼も多く、専門家として国際的に高い評価を得ている。
- 核不拡散等では、米国エネルギー省(DOE)との核不拡散・保障措置協力取決めに基づく共同研究において、平成21年度は4件のプログラムアクションシート(PAS)に署名し、DOE傘下の国立研究所との新規の共同研究を開始した。ロシア余剰核兵器解体プルトニウム処分では、燃料照射及び照射後試験の最終報告書のレビューを終了した。また、ロシアでの解体プルトニウム処分を安定的に行うため、日本製燃料被覆管(PNC316)をBN-600のハイブリッド炉心や高速炉BN-800で使用するために必要な照射試験計画について協議を開始した。
- 国際協力により研究開発を適切かつ効率的に推進するため、国際協力審査委員会を2回開催し協力提案の審議を行うとともに、第4世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)における超高温ガス炉の材料開発に関する多国間協力取決め、国立カザフスタン大学及びカザフスタン国立原子力研究センターとの人材育成に関する覚書等81件の取決め等の締結・改正・延長を行った。
- 二国間協力では、米国DOEとの取決めに基づき協力を継続するとともに、オバマ新政

権でのクリーンエネルギーとしての新たな原子力の研究開発についてDOEと協議を行った。フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)とは、包括協定に基づく総合コーディネーター会議を11月にフランスのマルクールで開催し、協力の現状及び今後の計画を議論した。その他、欧米諸国、中国、韓国と先進原子力、核融合、量子ビーム、先端科学等幅広い分野での協力を行った。オーストラリア、インドとの協力について検討を行ったが、オーストラリアについては原子力に消極的な政権への交代があったこと、インドについては核拡散防止条約(NPT)の非加盟に関する問題が整理されていないことから、インドとの量子ビーム、核融合以外の協力についてはさらに検討を続けることとした。

- 多国間協力では、国際原子力エネルギー・パートナーシップ(GNEP)について、政府間の日米原子力エネルギー共同行動計画に基づき、高速炉技術、燃料サイクル技術、シミュレーション・モデリング技術、保障措置・核物質防護技術、廃棄物管理等の分野で協力を継続した。一方、米国の政権交代により、高速炉及び燃料サイクル施設建設が中止され、長期的な研究開発が重視されるという政策の変更が生じたため、今後の協力内容について協議を行った。また、日米仏の高速炉協力覚書に基づく協力を行った。GIFの新規研究開発プロジェクト取決めを1件締結し、既に締結しているプロジェクトを含めてナトリウム冷却高速炉(SFR)や超高温ガス炉(VHTR)に関する共同研究を進展させた。また、機構職員がGIFの議長に就任したため機構としての事務局機能を強化した。議長職は海外からの推薦により参加国の満場一致で選出されたものであり、これまでの機構の貢献度の高さが評価されたものである。核融合関連では、ITER及びBAの機器製作に関する調達取決め等(ITER5件、BA17件)を調印し、また、カダラッシュ駐在者の支援を実施した。ITERの機器調達の進ちょくにおいては日本(機構)が各極をリードしている。以上のとおり、ITER計画の進展に寄与するとともに、機構の多国間協力も順調に進展した。多国間協力では多くの主要な委員会、ワーキンググループ等において機構が議長、副議長として協力をリードしている。
- アジア諸国との人材育成・技術支援等に係る協力については、各国の原子力技術基盤の向上とともに、日本の原子力技術の国際展開にも寄与することを目指し、文部科学省の原子力研究交流制度に協力し、中国、インドネシア等のアジア諸国から11名の研究者を受け入れた。また、機構の研究員を3名派遣した。機構の実施する国際人材育成に対しては、海外の評価も高く、従来参加していなかった国からも新たな参加の希望が寄せられた。また、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の各種委員会、プロジェクトに専門家が参加している。平成21年度の外国人招聘者等の総数は222人である。また、外国研究者の受入れについて、J-PARC等の国際拠点化の支援、外国人研究者受入環境整備を行った。さらに、広報部及び国内の原子力関係機関と協力してIAEA総会における展示を行った。

(vii) 立地地域の産業界等との技術協力

a) 敦賀地区関連

- 福井県のエネルギー研究開発拠点化構想との連携については、平成20年11月の「エネルギー研究開発拠点化推進会議」において決定された「エネルギー研究開発拠点化計画推進方針〈平成21年度〉」において新たに表明したFBRプラント工学研究センターとプラント技術産学共同センター(仮称)の整備を着実に進めることを中心に展開した。

FBRプラント工学研究センターについては、この推進方針において表明したとおり、平成21年4月に組織を創設し、平成24年度目途に運用開始することを目指したプラント実環境研究施設(仮称)の概念設計を実施した。

プラント技術産学共同センター(仮称)についても、推進方針において表明したとおり、平成24年度目途の運用開始を目指して配置設計を実施し、平成21年9月に平成24年度目途に同センターに移転するレーザー共同研究所を敦賀本部事務所内に開設した。同研究所においては、ふげんの廃止措置に関して福井県からの委託を受けた地元企業との共同研究によるレーザー除染試験を実施し、また、平成20年度から実施してきた福井県立病院との共同研究によるレーザーの医療分野への応用を継続した。なお、同研究所は、平成20年4月に敦賀本部事務所を設置した関西光科学研究所の「レーザー技術利用推進室」を発展させ、敦賀本部の組織として新設したものである。

地域産業界との連携情報提供については、平成20年度までに実施してきた情報提供等の活動の結果が、平成21年度における福井県内の企業との2件の成果展開事業(鯖江市の(株)トーキンとの「手漉き和紙を使った建築用資材の開発」、越前市の石川製紙(株)との「高機能消臭和紙の開発」)や2件の先端研究施設共用促進事業(坂井市の(株)アサノ不燃木材との「放射線照射技術を活用した新規不燃材の開発」、坂井市の丸八(株)との「自動車の部材等に応用する高分子材料の放射線改質に関する研究開発」)に結びついたほか、製品化に向けた特許を福井県内の企業3社と共同出願した。また、平成21年度においては、鯖江商工会議所の窓口システム新設による技術相談システムの充実等によって28件の技術相談の実施、9回の技術交流会・3回のオープンセミナーの開催、ビジネスコーディネータによる企業訪問等による技術交流や、福井県等での産業フェア等への出展を実施した。さらに、文部科学省からの委託を受けた福井商工会議所が制作して福井放送(株)が毎週土曜日にテレビ放映した「未来を開く鍵」(<http://www.mirai-kagi.com/program/index.html> 参照)への映像提供・出演、成果展開事業に関する企業の紹介等の取材協力や、インターネット等を活用した特許要約情報や技術交流情報誌の配信も実施した。このほか、「ふくい未来技術創造ネットワーク推進事業」に協力し、その4つの研究会(「原子力・エネルギー関連技術活用研究会」の「放射線利用・材料開発研究分科会」における講演や「保守技術・廃止措置技術開発研究分科会」、「環境適合性材料・エネルギー開発研究会」、「海洋資源・生物資源活用研究会」)に委員としてへの出席、その他のレーザー高度利用技術研究会等の研究会活動への出席等を行った。

また、ふげんの廃止措置を円滑に進めていくために地元の理解と協力を得ていく活

動との観点からも、原子力関連従事者研修の「廃止措置専門講座」や敦賀商工会議所の「廃止措置研究会」への講師派遣等の協力を積極的に行った。

これらの技術的な情報の発信活動を展開したこと等により、平成22年度以降も福井県内の企業との成果展開事業等が発展することが期待されている。

- 関西電力(株)との連携・協力により、原子力発電所で使われていた機器や配管等の経年劣化予測等を研究するため、原子プローブ電界イオン顕微鏡、走査透過電子顕微鏡、集束イオン／電子ビーム加工観察装置等の高度な分析機器等を設置した高経年化分析室(ホットラボ)をふげん内に整備した。

- 人材育成や教育支援については、高等教育に対しては、平成21年4月に設置された福井大学附属国際原子力工学研究所への客員教授8名と特別研究員5名(上記の米国ジョージア工科大学からのオランダ国籍の研究員1名を含む。)の派遣、福井工業大学や敦賀短期大学への講師の派遣、これらの大学からのインターンシップの受入れ、敦賀原子力夏の大学の開催等を実施し、初等・中等教育に対しては、理科教育支援のためのアクアトムにおける「科学塾」の開催等の敦賀本部の研究開発資源を活用した研究支援、教育支援を着実に実施した。なお、敦賀短期大学に対しては、講師4名を派遣して放射線取扱主任者試験対策講習会を兼ねた講義を実施し、6名の合格者を輩出した。

また、平成21年度から開始された福井県の技量認定制度に対しては、福井県原子力保修技術技量認定協議会の一員として、平成21年4月の同協議会の総会や幹事会への出席及び協力により、福井県原子力保修技術技量認定制度の本格運用に貢献した。原子力関連業務従事者研修は、平成17年度から継続して、トップセミナーや基礎・専門講座への講師派遣を行っており、同年10月の高速増殖炉基礎講座や同年11月の廃止措置専門講座(前述)への協力等を実施した。

- エネルギー研究開発拠点化構想との連携においては、上記に加え、海外研究者の招へい、国際会議の開催、情報発信等も着実に実施した。

海外研究者の招へいについては、フランス原子力庁からの研究者2名の受入れを継続するとともに、新規に6名(米国エネルギー省から1名、フランス原子力庁から2名、中国核動力設計研究院から2名、フランス電力会社から1名)の派遣を受け入れた。また、米国ジョージア工科大学からオランダ国籍の研究員1名を機構の任期付職員として採用し、福井大学附属国際原子力工学研究所の特別研究員として派遣した。さらに、文部科学省公募型事業として受託した国際原子力安全交流対策(講師育成)事業「原子炉プラント安全コース」において、秋季コースとして11月9日から12月4日にかけてアジア諸国8か国から10名の研修生を、冬季コースとして1月19日から2月12日にかけて8か国から10名の研修生を、それぞれ受け入れて実施するとともに、文部科学省原子力研究交流制度に基づいてタイから1名の研究員を受け入れた。

国際会議の開催については、平成21年度に4回来日したブシャール国際協力特別顧問と協議しつつ、平成21年12月11日に、国際原子力機関(IAEA)の「高速炉システム国際会議(FR09)」の敦賀セッションを開催し、外国人109名を含む611名のご参加をいただくとともに、セッション終了後、外国人98名を含む127名の方々にもんじゅをご見学いただいた。また、この他に、福井県において6回の会議(4月にFBRプラント工学研究センター開設記念「日米仏 原子力研究開発動向」講演会を主催、7月に日仏米MA(マイナーアクチニド)燃料開発技術会議とGACID(包括的アクチニドサイクル国際実証)プロジェクト管理会議を招聘、8月に日米学生会議「原子力発電に関する討論会」を共催、10月に福井大学でのブシャール国際協力特別顧問特別講演会及び交流会「高速炉開発の意義」の共催、12月に第4世代原子力システム国際フォーラム(GIF)の政策グループ会合)を開催した。

b) 東濃地区及び幌延地区関連

- 東濃地科学センターにおける地域の研究機関との研究協力等については、地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所と研究協力に関する打ち合わせ会議を平成21年6月に開催し、観測計画の調整を行うとともに、施設供用した研究坑道内における傾斜計等の観測を支援した。また、名古屋大学とは、研究坑道内から掘削されたボーリング孔での歪み計測に関する共同研究を実施し、研究成果を取りまとめた。さらに、岐阜大学とは、平成21年6月に研究協力協議会を開催した。それに基づき、平成21年7月に機構職員を講師として岐阜大学へ派遣し、地層処分における天然バリアの役割、地下水流動、年代測定技術開発をテーマに集中講義を実施した。また、平成21年9月に岐阜大学から実習生を受け入れた。

立地地域の産業の活性化等への貢献については、平成22年1月に開催された岐阜県多治見市主催のビジネスフェア「「き」業展」(116の企業・団体が参加)にブースを出展し、機構所有の知的財産等の紹介や技術相談に応じた(入場者数 約3,000人、ブース来訪者数 約200人)。また、地場産業である窯業への研究成果の応用として、機構が開発したセルロースゲルを土岐市立陶磁器試験場及び瑞浪市窯業技術研究所に紹介した結果、地元の民間事業者が窯業における機構技術の有効性の確認試験を開始した。

東濃研究学園都市構想関連組織等による行事の支援については、中部学院大学主催「かがく・さんすうアカデミー」(平成21年7月、ブース来訪者数 約700人)、岐阜県先端科学技術体験センターとの連携による「サイエンスフェア2009」(平成21年8月、ブース来訪者数 約1,000人)、経済産業省中部経済産業局及び岐阜県瑞浪市主催「おもしろ科学館2009 inみずなみ」(平成21年11月、ブース来訪者数 約2,000人)にブースを出展し、運営に協力した。

- 幌延深地層研究センターにおける地域の研究機関との研究協力等については、幌延地圏環境研究所(研究交流会 平成21年7月と平成22年1月の2回)や北海道大学(情

報・意見交換会 平成21年6月、平成22年1月と平成22年3月など)、道立地質研究所(意見交換会 平成22年3月)をはじめとする道内研究機関等との間で、堆積岩の水利特性や岩盤計測技術の開発等について、情報交換会や技術支援を行った。また、スイス放射性廃棄物管理協同組合(NAGRA)(技術検討会議 平成21年10月、平成22年3月)との間で調査研究の計画立案、調査技術及び取得データ等に関する技術的課題の議論を行うなど、国内外の研究機関との研究協力や情報交換を行った。

地域支援としては、北海道経済産業局主催の「おもしろ科学館in 2009ほろのべ」が「ゆめ地創館」を第二会場として9月6日～7日に開催され、それに合わせて地下施設見学会(68名参加)を開催した。

c) 茨城地区関連

- 茨城県中性子ビーム実験装置評価委員会等で指導・助言を行うとともに、中性子利用促進に係る協力協定に基づき茨城県と連携協力して、産業利用促進に係る活動を実施した。また、茨城県中性子利用促進研究会や中性子産業利用推進協議会、そしてJ-PARC/MLF利用者懇談会が合同で実施する各種研究会や、茨城県中性子ビームライン利用成果報告会においてJ-PARC職員が講演するなど協力を行い、地域産業への発展や新産業の創出、人材育成に協力した。
- J-PARCの中性子利用実験において、茨城県のつくば、東海、日立地区などの地域産業を含めた産業利用が平成21年度上期で一般公募課題の19%、下期で39%を占めるに至り、産業利用等への協力の効果大きく発揮されたと考えている。

(viii) 社会や立地地域の信頼の確保に向けた取り組み

- 機構の事業に関する安心感・信頼感を醸成するため、情報公開法に基づく88件の開示請求について、法令に基づき厳正に対応した。また、外部機関からの意見照会等の2事案についても厳正に対応した。さらに、国民から開示請求を受けるまでもなく自主的な情報提供を行うためのインフォメーションコーナーにて50件の資料を複写し交付した。

機構の情報公開制度を適切かつ円滑に運用するため、外部有識者から構成される情報公開委員会を開催し審議検討するとともに、その概要をホームページで公開し透明性を確保している。また、開示請求対応を厳正に的確に行うため、情報公開担当課長会議を4回開催するとともに、情報公開窓口担当者を対象に「窓口対応研修」を実施した。

- 情報の公開・公表の徹底等により国民や立地地域住民の信頼を確保すべく、「原子力機構週報」を毎週末に作成し、各研究開発拠点の主要な施設の運転状況等を公表(48回)し、日常的に情報を発信し続けてきた。また、事故・トラブルの発生の際には、法令、地域との安全協定等に基づく報告を遅滞なく行うと同時に、プレス発表及びホームペー

ジを通して迅速に情報の公表を行った。あわせて、事故・トラブル未満の軽微な事象(運転管理情報)についても週報または日報等を通して公表した。さらに、外部からの疑問等について、ホームページで解説するなどし、正確にご理解いただけるよう努力した。

一例として、平成21年4月の「福井県原子力環境監視センター」による測定においてふげん放水口前面海域において過去に比べて高いトリチウム濃度が検出されたことに対し、海洋拡散調査を実施して「環境への影響範囲は限定的であり、比較的短時間で拡散・希釈される。」旨の結果をまとめて報告した結果、平成21年9月の「福井県環境放射能測定技術会議」において「環境安全上問題となるレベルではなかった」との評価結果が取りまとめられた。さらに、この評価結果をデータ公表前に地元漁業関係者等に説明して了解をいただき、平成21年10月の福井県原子力環境安全管理協議会において公表して問題ないことが確認された。この事例から、トラブル等に関し、迅速かつ実験等に基づくデータ等の提供や関係者等への公表前での報告が地元理解を得る上で有効な方法であることを再認識した。

- 広聴・広報活動は継続的に実施することが重要であり、対話活動により相互理解を図るための対話集会、意見交換会、モニター制度等の広聴・広報活動を平成20年度に引き続き年間50回以上を目標に各拠点において実施した。実績としては、約67回の取組、同様の取組を対象者変えて実施した実績を含めると合計406回実施し、地域住民の考えや意見を踏まえた広報活動を行うことで社会に対する安心感の醸成と理解促進に努めた。特に、リスクを題材とした対話活動として、東海研究開発センターの「さいくるフレンドリートーク」や地域医療機関を対象とした「放射線に関する勉強会」(26回、237名)の開催を始め、敦賀地区での「さいくるミーティング」(226回、4,371名)、「モニター活動」(14回、65名)等を実施した。

この活動には、敦賀地区の女性広報チーム「あっぷる」、東海地区の女性広報チーム「スイートポテト」、大洗地区の女性広報チーム「シュガーズ」などの役割が大きく、説明会や出前実験教室、放射線と原子力防災をテーマとした出張授業等、日頃からの広聴・広報活動である草の根活動を継続実施している。特に、「あっぷる」の活動は、福井県民の原子力の理解増進に大いに寄与しているとの理由から平成21年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞した。

また、J-PARCセンターと地元茨城県及び東海村の連携による理解促進活動が評価され、平成21年度原子力学会社会・環境部会賞、優秀活動賞を受賞した。

- 理数科教育支援の一環として、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)、サイエンスパートナーシッププロジェクト(SPP)に対して実験の場の提供や講師を派遣するなどした。また、地元小中学生、高校生等を対象とした講演会、施設見学会、アクアトム科学塾の開講など実験教室、出前実験教室等を498回開催し、約1万8千名に参加いただき、原子力や科学について体験し学んでいただくことで自治体や教育機関等との連携強化と信頼確保に努めた。

○ 外部有識者で構成する広報企画委員会委員と地域住民の方々との意見交換会を企画し(人形峠地区、東濃地区、計2回)、第三者を介し異なる角度からの様々な意見を聴取することで、広聴・広報活動に反映し、信頼を確保することに努力した。

○ 平成21年4月1日に制定した「コンプライアンス推進規程」により、理事長を委員長とするコンプライアンス委員会において審議・策定した、平成21年度コンプライアンス推進方針・推進施策に基づき、全従業員のコンプライアンスに関する意識向上のため、各拠点と企画連携して18箇所でコンプライアンス研修会を開催した(延べ約630人参加)。本研修会は、過去の研修実績も踏まえ、コンプライアンスを「知る」から、「わかる」の段階へと発展させ、「自ら行う」ことを目標に、概要、ハラスメントの情報、チェック、通報等について行った。

また、「コンプライアンス通信」(メールマガジン)を毎月3回以上(計39回)発行し、ラインの管理職には直接メールで配信するとともに、イントラネットにも掲載して全従業員に迅速な周知を行った。

このほか、新たな取組として、理解しやすい資料としてマンガの事例と解説からなる「コンプライアンスケースブック」を作成・配布して、普段の生活での気付き、間違いやすい事例の理解により更なる推進を行った。

これらの活動を通じて、従業員のコンプライアンスに対する意識の喚起・向上を図り、社会や立地地域の信頼の確保に努めた。

(ix) 情報公開及び広聴・広報活動

○ ホームページは、広く情報を発信する重要な手段と位置付け積極的に活用している。継続的な取組として、常に最新の情報発信を行い、写真や動画の活用、研究者の紹介を加えるなどし、分かりやすく親しみやすい情報の充実に努めてきた。機構内各部署のサイト別アクセス数を集計し、分析した結果、上位に位置しているサイト「J-PARC」、「核融合」、「核燃料サイクル」、「敦賀、もんじゅ」、「地層処分研究」等は、一般から専門家までの幅広い対象にアピールできるコンテンツを掲載し、また、新たな情報を常に発信し続けることで、情報源として多数利用されているものと考えられる。さらに、ホームページを介した、原子力研究開発に関する基礎知識や、機構との連携に係る問合せ、及び様々なご意見等への対応を継続して行った。機構ホームページの認知度と機構自体への社会からの理解度が増加していると考えられる。数値化した目標は、機構自体の認知度を計るため平均月間アクセス数50,000以上とした。結果、トップページは月平均12万件、全体では月平均1,200万件のアクセスを得ており、平成20年度との比較において全体で約13%の増加を確保しており、統計データによる過去4年間のインターネット利用者の増加率約7%を上回る結果となった。また、機構の最新のニュース等を掲載したメールマガジン「原子力機構ニュース」は、最新情報を提供すること及び見やすく分かりやすい原子力に関する情報源とするため、海外の原子力関連情報を編集するなど内

容を刷新し、発行頻度をこれまでの隔週から毎週に変更し41回配信した。

- 海外に向けた情報発信として、国際部と協力し、IAEA総会において機構ブースを継続的に設置、平成21年度は注目度の高いプロジェクトとして、「次世代原子力システム開発」、「もんじゅ」、「核融合」、「J-PARC」について展示説明することで、機構の国際的な研究開発、連携協力について積極的に情報発信を行った。また、ウィーン及びパリにおいて現地の報道関係者を対象とした、機構の事業説明会を開催し理解増進に努めた。
- 記者等マスメディアに機構の経営方針、業務内容等を正しく理解してもらうため、日常からの啓蒙活動を積極的に実施した。具体的には、プレスに対する役員懇談会9回、記者勉強会27回、施設見学会21回を開催した。特に、マスメディアの情報発信の重要性を考慮し、平成21年度から記者勉強会に必要な応じて経営層も参加し、機構の方針や適時性のある話題を提供することで、より一層の理解と正確な情報の発信を行うように働きかけている。さらに、機構がマスメディア等に対し、より適切かつ効果的に情報発信（プレス発表）をするための技術を身につけることを目指した研修を役職員対象に継続的に実施し、平成21年度は、10回開催し、65名が受講した。研究開発成果については、94件のプレス発表を行い、その結果、新聞記事として204件及びテレビニュースとして18件が取り上げられた。その他、専門誌等に21件の記事投稿を行った。

また、機構に関する新聞記事やテレビニュース等で、事実と異なる内容や読者に誤解を与えるような記事等に対しては、社会的な影響等を勘案し、記事解説の作成や報道機関への抗議を行うとともに機構のホームページへ記事解説を掲載する等、一般の方々に対して正しい情報の発信を行い、機構の主張を明確にしてきた。
- 外部との連携により、対象を広げ理解を獲得するため、外部展示会に出展した。「青少年のための科学の祭典」(東京)、「みんなのくらしと放射線展」(大阪)、「産学官技術交流フェア」(東京)、「エコプロダクツ2009」(東京)等、12回出展し、国民に対する理解増進に努力した。特に、アンケートによると、青少年には、霧箱実験などの実験教室は盛況で、自ら体験できる企画が効果的であり、満足度の高い評価を得ているため、将来の科学技術への興味や関心を高めるための企画を充実させた。また、平成21年度から出展した「エコプロダクツ2009」は、期間中約18万人の来場者があり、エコ技術に対する関心の高まりを実感し、原子力によるエコロジーへの貢献を理解頂く機会となった。来場者からは、原子力とエコとの関連について質問が多数あり、今後の広報活動で取り組むべきの一つの方向と考える。
- エネルギーと放射線利用の観点から、青少年の理数科教育支援を目指した映像資料として、原子力と放射線の基礎知識に関するビデオと核分裂、核融合、加速器の原理等に興味を持てるよう3D映像を制作し、サイエンスチャンネル等に提供した。あわせて、

海外に向けた情報発信を目指し「量子ビームテクノロジーが拓く新しい世界〜くらしといのち、未来を見つめて〜」の英語版を制作し、同時にホームページで公開した。

また、サイエンスチャンネル番組等の制作に協力し、放射線利用や原子力エネルギー等に関する6本の番組(平成21年度放映済み7本、平成21年度制作協力7本)で研究成果や研究者の活動を紹介した。番組は翌年度約1年間にわたり放映やインターネットでの配信が繰り返し行われるもので、理解増進に貢献できるものと考えている。平成21年度は、学習指導要領の改訂に合わせ、教育関係の副教材となり得る資料制作への協力依頼が多数あり、上記の映像資料に加え、「原子力の大研究」(図鑑)及び小学生、中学生其々の原子力副読本制作に全面的に協力し発刊されるに至った。また、映画やテレビ番組での協力依頼も出てきており、この分野における機構及び広報活動への期待が高まっていると捉えている。今後も、機構のアウトリーチ活動の一環として積極的に協力していく。

- 平成21年度も、月1回程度の継続的な情報発信を目指す観点から、広報誌を年間10回以上発刊する目標を立てた。実績としては、定期刊行物として、最新の研究開発の成果、現状等を紹介する広報誌「JAEAニュース」を8回、一般を対象として、機構内外を問わず研究者とその活動の紹介、誌上サイエンスカフェ、産業界との協力による成果等をシリーズで取り上げた広報誌「未来へげんき」を4回の合計12回発行し、地元関係者をはじめ、関係機関や地方自治体、マスコミや原子力産業界等に配布した。アンケートハガキで寄せられた約100件の意見を踏まえ、医療分野への原子力の貢献と機構の取組み、将来のエネルギー安定供給に向けた研究開発等を誌面で企画するなど読者のニーズを反映した。

- 機構への理解を得るため東海、大洗、那珂、高崎、関西の研究開発拠点で施設一般公開を、東海、敦賀、東濃、幌延、J-PARCセンターで見学会を開催し、地域の住民を中心に多数の参加者を得た。また、サイエンスキャンプの受入れでは(7拠点、計73名参加)、若手研究員による説明等を積極的に行い、若者に対する科学技術への理解促進に努めた。

広聴・広報活動を継続的、効果的に実施するため、役職員が「一人ひとりが広報マン」との意識共有を図るよう努めた。機構として年間を通して週に1回程度の対話活動の実施を目指す観点から、対話集会、モニター制度等の活動を年間50回以上行うとの目標を立てた。その結果、67回の取組を行っており、同様案件を場所を変え複数回行っている実績を含めると対話集会、モニター制度等の活動を合計406回実施できたことにつながった。また、国民の研究活動・科学技術への興味や関心を高めるための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の組織的推進に努力した。具体的には、東海研究開発センター、敦賀地区に続き、大洗研究開発センター、大洗わくわく科学館でサイエンスカフェを開始するなど、機構のサイエンスカフェの開催等は、平成20年度の17回から27回と大幅に増加した。同時に、アウトリーチ活動の一環として、研究者・

技術者を中心に理数科教育支援に取り組み、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)、サイエンスパートナーシッププロジェクト(SPP)に参画・協力した。また、地元小中学生、高校生等を対象とした講演会、施設見学会、アクアトム科学塾の開講など実験教室、出前実験教室等あわせて498回開催し、約1万8千名に参加いただき、原子力や科学について体験し学んでいただくことで自治体や教育機関等との連携強化と信頼確保に努めた。

また、研究開発拠点のみならず、研究開発部門・事業推進部門も交えた、広報委員会を2回、アウトリーチ活動推進会議を2回開催し、目標設定とその結果の評価、良好事例の抽出、改善点の検討等を行った。

特に、敦賀地区の女性広報チーム「あっぷる」による対話活動は、一般の方を対象に専門用語を使わず、相手に分かりやすい資料、自分たちで咀嚼してからの説明を説明会、サイエンスカフェ、出張授業等で行い、日ごろからの広聴・広報活動である草の根活動を継続実施してきた。その結果、「あっぷる」の活動は、福井県民の原子力の理解増進に大いに寄与しているとの理由から平成21年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞した。また、J-PARCセンターと地元茨城県及び東海村の連携による理解促進活動が評価され、平成21年度原子力学会社会・環境部会賞、優秀活動賞を3月27日に受賞した。

- 各拠点における原子力研究開発に対する理解獲得、地域の理数科教育への支援で重要な役割を果たしている展示施設については、入館者増加、運営の効率化、支出抑制を目標とした展示施設の利用効率等の向上のためのアクションプランを策定し取組を行った。展示施設を学びの場として活用するため、教育機関との連携を進め、工作教室・実験教室、イベント開催により多数の参加をいただくなどし、対前年比4.8%増の入館者を得ることにより理解増進活動を行った。また、展示施設の運営に当たっては、外部資金の獲得や他機関の展示物の利用、人件費の節減や消耗品費、光熱水費の徹底した見直しなどにより対前年比5.0%の支出削減と会議室の利用及び実験教室での教材の有料化を開始し10.7%の利用料・入館料の収入増加を図り、効率的な運営に努めた。引き続き効率化を目指した取組を行うため、平成22年度以降のアクションプラン策定に向けた取組を行った。

⑩ 法人共通事業

本事業は、人件費(役職員給与、任期制職員給与等)、一般管理費(管理施設維持管理費、土地建物借料、公租公課等)など組織運営に必要なものである。本事業に要した費用は、5,242百万円(うち、一般管理費5,208百万円)であり、その財源として計上した収益は、運営交付金収益10,672百万円等である。