

第 3 期中長期目標期間終了時に見込まれる
業務実績に関する自己評価結果
(原子力規制委員会共管部分)

令和 3 年 7 月 2 6 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 当事務及び事業に関する基本情報	
No. 3	原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究
当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法 第17条

2. 主要な経年データ

①主な参考指標情報								
	達成目標	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度
実験データや解析コード等の安全研究成果の原子力規制委員会等への報告	15件	24件	27件	32件	30件	30件	27件	
機構内専門家を対象とした研修、訓練等の実施回数	44回	64回 (829人) ※1	58回 (855人) ※1	51回 (859人) ※1	161回 (1,011人) ※1	165回 (930人) ※1	60回 (919人) ※1	
	参考値 (前中期目標期間平均値等)	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度
人的災害、事故・トラブル等発生件数	0.2件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	
発表論文数（査読付論文数） (1)のみ [査読付学術誌論文数(J), 査読付国際会議論文数(P), その他査読付書籍(B)]	49.4報 (37.6報)	75報 (65報) [J:34, P:30, B:1]	87報 (75報) [J:46, P:29, B:0]	94報 (75報) [J:35, P:38, B:2]	97報 (83報) [J:37, P:45, B:1]	96報 (78報) [J:38, P:40, B:0]	94報 (83報) [J:49, P:32, B:2]	
報告書数(1)のみ	12.4件	6件	12件	7件	8件	5件	13件	
表彰数	3.2件	6件	2件	6件	5件	8件	5件	
招待講演数	—	26件	22件	13件	15件	15件	11件	
貢献した基準類の数	15件	18件	14件	7件	16件	12件	8件	
国際機関や国際協力研究への人的・技術的貢献（人数・回数）	8.6人回	31人回	35人回	44人回	41人回	36人回	34人回	
国内全域にわたる原子力防災関係要員を対象とした研修、訓練等の実施回数	56回	42回 (1,644人) ※1	32回 (1,514人) ※1	38回 (1,654人) ※1	47回 (1,512人) ※1	90回 (2,042人) ※1	63回 (2,092人) ※1	
国、地方公共団体等の原子力防災訓練等への参加回数	5.8回	6回	5回	5回	8回	12回	12回	

※1：研修、訓練への参加人数

②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）							
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度
予算額（千円）	3,382,917	3,677,824	4,292,328	4,225,685	5,808,442	5,796,124	
決算額（千円）	* 7,769,536	* 8,272,526	* 9,562,696	* 8,549,503	* 7,725,557	* 7,461,884	
経常費用（千円）	7,343,934	7,386,890	8,970,579	8,985,046	7,426,974	6,969,982	
経常利益（千円）	△225,488	112,809	△300,838	△45,041	△150,285	1,243	
行政コスト（千円）	—	—	—	—	9,910,068	7,199,990	
行政サービス実施コスト（千円）	3,650,532	1,512,637	3,927,442	4,458,578	—	—	
従事人員数	84	93	100	104	106	110	

注) 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。

* 差額の主因は、受託事業等の増である。

中長期目標

2. 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究

機構は、原子力安全規制行政及び原子力防災等への技術的支援に係る業務を行うための組織を区分し、同組織の技術的能力を向上するとともに、機構内に設置した外部有識者から成る規制支援審議会の意見を尊重し、当該業務の実効性、中立性及び透明性を確保しつつ、以下の業務を進める。

(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

原子力安全規制行政を技術的に支援することにより、我が国の原子力の研究、開発及び利用の安全の確保に寄与する。

このため、原子力規制委員会が策定する「原子力規制委員会における安全研究について」等を踏まえ、原子力規制委員会からの技術的課題の提示又は要請等を受けて、原子力の安全の確保に関する事項（国際約束に基づく保障措置の実施のための規制その他の原子力の平和利用の確保のための規制に関する事項を含む。）について安全研究を行うとともに、同委員会の規制基準類の整備等を支援する。

また、同委員会の要請を受け、原子力施設等の事故・故障の原因の究明等、安全の確保に貢献する。

(2) 原子力防災等に対する技術的支援

災害対策基本法（昭和三十六年法律第二百二十三号）、武力攻撃事態等における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律（平成十五年法律第七十九号）に基づく指定公共機関として、関係行政機関や地方公共団体の要請に応じて、原子力災害時等における人的・技術的支援を行う。

また、関係行政機関及び地方公共団体の原子力災害対策等の強化に貢献する。

中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	業務実績等
<p>2. 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究</p> <p>機構は、原子力安全規制行政及び原子力防災等への技術的支援を求められている。これらの技術的支援に係る業務を行うための組織を原子力施設の管理組織から区分するとともに、研究資源の継続的な維持・増強に努め、同組織の技術的能力を向上させる。また、機構内に設置した外部有識者から成る規制支援審議会において、当該業務の実効性、中立性及び透明性を確保するための方策の妥当性やその実施状況について審議を受け、同審議会の意見を尊重して業務を実施する。</p>	<p>『主な評価軸と指標等』</p> <p>【評価軸】</p> <p>① 組織を区分し、中立性、透明性を確保した業務ができているか。</p> <p>【定性的観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 規制支援業務の実施体制（評価指標） 審議会における審議状況、答申の業務への反映状況（評価指標） 研究資源の維持・増強の状況（評価指標） <p>【評価軸】</p> <p>② 安全を最優先とした取組を行っているか。</p> <p>【定性的観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 人的災害、事故・トラ 	<p>2. 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究</p> <p>① 組織を区分し、中立性、透明性を確保した業務ができているか。</p> <p>○規制支援業務の実施体制</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力安全規制行政及び原子力防災等に対する技術的支援に係る業務を行う安全研究・防災支援部門を原子力施設の管理組織から区分して業務を実施した。 <p>○審議会における審議状況、答申の業務への反映状況</p> <ul style="list-style-type: none"> コンプライアンス等の分野に精通した外部有識者6名から成る規制支援審議会（以下「審議会」という。）を6回開催した（平成28年3月、平成29年2月、平成30年2月、平成31年2月、令和2年1月、令和3年3月）。各審議会では、前回の審議会の答申の反映状況並びに技術的支援の実効性、中立性及び透明性を確保するための方策の妥当性やその実施状況について確認を受けた。次に示す意見等を受けて業務を実施するとともに、審議会配布資料、議事要旨及び答申書については、速やかにホームページ上で公開した。 受託研究、委託研究及び共同研究の業務実施状況について、「規制支援に直結する原子力規制委員会からの受託事業の進め方について—中立性・透明性の確保について—（平成27年2月策定、平成30年4月改定）」（以下「受託事業実施に当たってのルール」という。）を遵守し、中立性と透明性が担保されていることが確認された。 安全研究に係る予算配算の考え方や収支の開示について審議を受け、機構全体としての概算要求資料を提示すること及び原子力規制委員会 機構部会において収支等を開示したことで了承された。また、被規制側の部門長を兼務する安全研究・防災支援部門長による決裁の具体的な状況について審議を受け、中立性が担保されていることが確認された。なお、令和2年度の審議会において、決裁権者を部門長から理事長に変更する予定が示されたことは、中立性、透明性を担保する上で改善につながるものであるとの御意見を頂いた。 <p>○研究資源の維持・増強の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全研究や規制支援に係る研究資源の強化について、定年制職員を継続して確保（平成27年度6名、平成28年度6名、平成29年度5名、平成30年度7名、令和元年度8名、令和2年度4名）した。また、受託事業による外部資金により大型格納容器実験装置（以下「CIGMA」という。）、高圧熱流動ループ（以下「HIDRA」という。）、大型二次イオン質量分析装置（以下「LG-SIMS」という。）等を整備して試験を開始するとともに定常臨界実験装置（以下「STACY」という。）の更新を進めた。さらに、原子炉安全性研究炉（以下「NSRR」という。）、大型非定常試験装置（以下「LSTF」という。）等、機構所有の設備についても、施設利用料や運転・維持管理費を確保した上で試験を実施した。令和元年度からは、機構内への研究設備の整備を含めて原子力規制庁との共同研究を開始するなど、大型試験装置を含む施設基盤の維持・増強に努めた。 <p>なお、令和3年度は令和4年2月に審議会を開催する予定であり、これまでと同様に中立性及び透明性を確保するための方策の実施状況等について確認を受けるとともに、引き続き定年制職員の確保や施設基盤の維持に努める。</p> <p>② 安全を最優先とした取組を行っているか。</p> <p>○人的災害、事故・トラブル等の未然防止の取組状況</p> <ul style="list-style-type: none"> センター及び課室・グループ単位での定期的な安全衛生会議の開催や安全パトロールの実施のほか、当センターにおいて選任した安全主任者等（安全主任者1名及び安全主任者代理2名、令和元年度より選任）による作業計画書及びリスクアセスメントの確認並びに月例の職場巡視等を通じて、安全確保に努めた。 部門、センター及び課室・グループの単位での業務リスクの分析を行うとともに、部門としての重要リスクの選定や経営リスク

	<p>ブル等の未然防止の取組状況（評価指標）</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全文化醸成活動、法令等の遵守活動等の実施状況（評価指標） トラブル発生時の復旧までの対応状況（評価指標） <p>【定量的観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 人的災害、事故・トラブル等発生件数（モニタリング指標） <p>【評価軸】</p> <p>③ 人材育成のための取組が十分であるか。</p> <p>【定性的観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 技術伝承等人材育成の取組状況（評価指標） 規制機関等の人材の受け入れ・育成状況（モニタリング指標） 	<p>との紐づけを行った。顕在化したリスク（平成27年度3件、平成28年度4件、平成29年度0件、平成30年度3件、令和元年度1件、令和2年度4件）については、要因分析や対策の見直し等を行うとともに、部門内で共有することで再発防止に努めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 消火訓練や通報訓練等を行い、安全意識の向上に努めた。また、事故事例はメールによる周知にとどめず、センター安全衛生会議等で分析・討議するなど、安全確保及び情報の共有強化を図った。 令和元年度より開始した原子力規制庁との共同研究に基づき機構施設に原子力規制庁予算で整備した研究設備等に関して、当該研究設備の設置、保守及び撤去に関わる安全管理体制並びにトラブル発生時の責任の所在を明確化するため、令和2年度に共同研究協定書を見直した。また、当該研究設備の安全管理及び保守管理を安全研究センターが原子力規制庁から請け負うことにより、安全管理の徹底を図った。 <p>○安全文化醸成活動等の実施状況</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全確保に関して、あるべき姿を示すセンター長メッセージを発信するとともに、毎月の課室安全衛生会議等における安全文化の醸成及び法令等の遵守に関する教育・周知を行うなど、安全意識の向上を図った。また、令和2年度には、職員へのインタビューを行い、安全文化醸成活動に関する理解度を確認し、その結果を今後の活動に反映することとした。 消防設備取扱訓練等の実施やカイゼン活動による部門内外への声掛けを行うことにより、リスク管理等に対する意識の維持・向上を図った。 <p>○トラブル発生時の復旧までの対応状況</p> <ul style="list-style-type: none"> 法令報告等に係る人的災害、事故・トラブル等は発生しなかったが、バックエンド研究施設におけるグローブボックスの負圧異常警報の発報事象（平成27年度）、環境シミュレーション試験棟（以下「STEM」という。）玄関における重量物運搬時の負傷事象（平成27年度）、安全工学研究棟居室における運搬時の負傷事象（平成28年度）、高度環境分析研究棟におけるエアコン室外機の焦げ跡（非火災）発見事象（平成30年度）及びSTEM内実験室の動力制御盤における短絡事象（非火災）（令和元年度）があった。各事象について、原因調査と是正措置を実施するとともに安全情報として発信し、機構内で共有した。 事故やトラブルの発生時に適切に対応できるよう、機構内で発生したトラブル事例への対応や再発防止策の情報を定期的な安全衛生会議の場で周知し、事故やトラブルへの対応能力の向上に努めた。 <p>なお、令和3年度も引き続き安全パトロール、業務リスク分析、作業安全や安全意識の向上を図るための教育及び訓練等を実施し、安全最優先として研究を遂行する。</p> <p>③ 人材育成のための取組が十分であるか。</p> <p>○技術伝承等人材育成の取組状況</p> <ul style="list-style-type: none"> 若手職員による国際学会等での口頭発表の実施、若手職員を対象として設置した成果発信タスクグループによる機構外向け広報誌（アニュアルレポート）の取りまとめ、安全研究センター報告会や安全研究セミナーの企画立案・運営及び安全研究センターのホームページ改訂作業等を通じた情報発信能力の育成、再雇用職員の採用による技術伝承の促進、安全研究センターの定例会議における報告等を通じた安全研究の意義等の理解促進により、原子力安全に貢献できる人材の育成に努めた。 ①若手職員の国際原子力機関（以下「IAEA」という。）等による研修への参加、②IAEA主催国際緊急時対応訓練への参加、③海外研究機関（仏国原子力・代替エネルギー庁（以下「CEA」という。）、仏国放射線防護・原子力安全研究所（以下「IRSN」という。）、ノルウェーエネルギー技術研究所（以下「IFE」という。）等）への派遣、④原子力規制庁への研究員派遣等を行い、広く社会からのニーズに対応可能な研究者の育成に努めた。これらの実績は以下の表に示すとおりである。 共同研究を通じた人材交流・人材育成に係る連携強化及び安全研究の総合力強化や学位取得の促進等を目的に、令和元年度から、連携協力協定を締結している東京大学と協議を開始して国立研究開発法人連携講座の申込みを行い、令和2年4月に東京大学大学院工学系研究科に同連携講座が設置された。リスク情報活用推進室の職員2名が当該講座の担当教員となり、講座開設シンポジウム（令和3年1月開催）において外部事象に関する講座を紹介したほか、令和3年度の当該講座の実施体制やカリキュラム
--	---	--

等の検討を行った。

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
①若手職員の IAEA 等による研修への参加	4 名	2 名	2 名	3 名	2 名	0 名
②IAEA 主催国際緊急時対応訓練への参加	4 名	14 名	23 名	35 名	8 名	36 名
③海外研究機関への派遣※	5 名	4 名	4 名	5 名	4 名	1 名
④原子力規制庁への研究員派遣	3 名	3 名	2 名	3 名	3 名	3 名

※CEA、IRSN、IFE 等

○規制機関等の人材の受入れ・育成状況

・原子力規制庁職員の人材育成等を目的に、原子力規制庁の研究者を外来研究員等として受け入れるとともに（受入実績は以下の表に示すとおり）、確率論的構造健全性評価や飛翔体衝突等の研究業務に従事させ、新たな規制判断に必要な人材育成に貢献した。構造健全性評価に係る研究では、外来研究員が米国機械学会（以下「ASME」という。）の国際会議において最優秀論文賞を受賞（平成 30 年 7 月）するなどの実績を挙げた。

・共同研究を通じた原子力規制庁職員の人材育成、原子力規制庁及び機構からの相互の人員派遣、研究の総合力強化のための大学等を含む人材交流・人材育成を明記した協定を原子力規制委員会と平成 31 年 3 月 29 日に締結した。令和元年度より、原子力施設の耐震評価、シビアアクシデント（以下「SA」という。）時のソースターム*1評価、軽水炉燃料、東京電力福島第一原子力発電所（以下「1F」という。）事故起源の放射性核種分析等に関する 6 件の原子力規制庁との共同研究を、原子力規制庁の研究者の受入れ（令和元年度は上記 12 名のうち 6 名、令和 2 年度は上記 7 名のうち 6 名が当該共同研究に従事）及び機構内への研究設備の整備と併せて実施した。

*1：環境に放出される放射性物質の種類、物質量、物理的・化学的形態、放出時期といった情報の総称

・東京大学専門職大学院、大阪大学大学院、東京電機大学大学院等へ専門家を講師として派遣し（派遣実績は以下の表に示すとおり）、原子力分野における教育活動に貢献した。

・国や地方公共団体、原子力防災に関わる機構内外の専門家を対象とした研修、訓練等、原子力防災関係要員の育成活動を行った。詳細は、「(2) 原子力防災等に対する技術的支援」に記載する。

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
原子力規制庁からの研究者の受入	4 名	14 名	13 名	8 名	12 名	7 名
大学への講師派遣	50 人回	47 人回	75 人回	76 人回	76 人回	29 人回

なお、令和 3 年度も引き続き上記の技術伝承や規制機関等の人材の受入れ、原子力規制庁との共同研究等を実施し、機構内外の原子力安全に携わる人材の育成に努める。

(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

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

実施に当たっては外部資金の獲得に努める。

また、同委員会の要請を受け、原子力施設等の事故・故障の原因の究明等、安全の確保に貢献する。

1) 安全研究

原子炉システムでの熱水力挙動について、大型格納容器試験装置(CIGMA)等を目標期間半ばまでに整備するとともに、これらや大型非定常試験装置(LSTF)を用いた実験研究によって解析コードを高度化し、軽水炉のシビアアクシデントを含む事故の進展や安全対策の有効性等を精度良く評価できるようにする。

(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

科学的合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性に関する確認等に貢献することを目的として、「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」等に沿って、1F事故の教訓や最新の技術的知見を踏まえた多様な原子力施設のSA対応等に必要安全研究を実施し、平成27年度から令和2年度までの年度計画及び当該機関の第3期中長期計画を予定どおり達成するとともに、以下に示す成果を挙げた。

1) 安全研究

○原子炉システムにおける事故時等熱水力・燃料挙動評価

・炉心損傷前の熱水力挙動に関して、世界最大規模の熱水力実験装置であるLSTFを用いて多重故障条件での全電源喪失事象や蒸気発生器伝熱管複数本破断、非常用炉心冷却系(以下「ECCS」という。)再循環機能喪失事象におけるアクシデントマネジメント(以下「AM」という。)*2策の妥当性検証に関わるデータを取得した。炉心熱伝達実験のためのHIDRAを平成28年度に完成させ、目的に応じた装置等を整備し、沸騰遷移後の熱伝達、液滴伝達、リウエット*3及びそれらのスペーサ効果に関するデータを取得した。また、斜め管内気液対向流実験装置及び大口径垂直配管実験装置を用いてスケーリング効果や気液界面積輸送等に関わるデータを取得した。

*2:設計基準を超える事態に対して講じる一連の措置をいい、SAの発生防止措置、SAに拡大した時の影響緩和措置及び安全状態の安定的かつ長期的な確保のための措置から成る。

*3:沸騰遷移により伝熱面上の液膜が消失して伝熱面が蒸気中に露出した状態から、熱出力の減少などによって伝熱面が再び水に濡れる過程をいう。

・得られた実験データに基づきモデル及び評価手法を高度化した。これらの成果は、原子力規制庁における多重故障条件でのAM策の有効性等の検討や原子炉停止機能喪失時等における液膜ドライアウト及びリウエットモデルの高度化に活用される予定である。

・炉心損傷後の熱水力安全研究を行うためのCIGMAを平成27年度に完成させ、格納容器冷却や水素移行、AM策の妥当性検証に関する実験を実施した。また、実験性能や機能向上のために同装置の改造を並行して実施し、ガス濃度計測器や粒子画像速度計測等の先進的な計測技術を整備した。総合実験を実施するCIGMAに加えて、格納容器熱水力評価上重要な現象である壁凝縮や密度成層浸食に関連する個別効果試験装置も整備し、熱伝達や物質拡散に関する評価モデル検証のための実験データを取得した。

・得られた実験データに基づきモデル及び評価手法を高度化し、特に水素移行挙動の評価上重要な乱流モデルの最適化に関する知見を整理した。これらの成果の一部を経済協力開発機構/原子力機関(以下「OECD/NEA」という。)の格納容器水素移行挙動に関するプロジェクト(以下「HYMERES」という。)等の国際共同研究に提供し、プロジェクトの遂行やベンチマーク解析に活用された。

<p>また、通常運転条件から設計基準事故を超える条件までの燃料挙動に関する知見を原子炉安全性研究炉（NSRR）及び燃料試験施設（RFEF）を用いて取得するとともに、燃料挙動解析コードへの反映を進めその性能を向上し、これらの条件下における燃料の安全性を評価可能にする。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・ ソースターム研究として、複数の計測手法による相互比較に基づきエアロゾル*4計測手法を高度化し、プールスクラビング*5装置「PONTUS」によるエアロゾル除染係数の計測及びスプレイスクラビング*6装置「ARES」によるエアロゾル減衰率の計測を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> *4：固体又は液体のマイクロメートルオーダー以下の微細粒子が気体中に分散した状態 *5：放射性物質を含む気体をプール水と接触させて放射性物質を液相に移行させて除去する措置 *6：放射性物質を含む気体を散布水の液滴と接触させて放射性物質を液滴に捕獲させて除去する措置 ・ 実験データ及び数値解析に基づきエアロゾル移行に関わる物理機構を解明し、気泡内での粒子移行に関わるモデル及び簡易評価手法を整備するとともに、粒子移行挙動のスケーリング則を開発した。また、欧州の持続可能な原子力技術プラットフォーム（SNETP）の枠組みで実施されている国際プロジェクト（IPRESCA）でのベンチマークに参加することで数値流体力学（以下「CFD」という。）を用いた詳細評価手法の適用性の検討を実施した。これらの成果は、原子力規制庁による格納容器破損防止対策評価手法の整備やスクラビング解析コードの開発に活用される予定である。 ・ 熱水力最適評価手法の高度化に資する総合装置を用いた実験として、LSTFを用いた実験データを OECD/NEA の熱水力共同実験プロジェクト（独 PKL-3 や韓国 ATLAS-2）で実施される実験の相互参照実験データとして提供し、活用された。また、LSTF 実験データを用いて、燃料被覆管表面の最高温度に影響を及ぼす熱水力現象に対する不確かさ解析を実施した。さらに、これらの後継プロジェクト（ENTHARINUS や ATLAS-3）及び長期運転のため先進的な加圧熱衝撃（以下「PTS」という。）解析に関するプロジェクト（APAL）にも参加し、最適評価手法と確率論的破壊力学と連携するマルチフィジックス解析手法という新たな取組に着手した。 ・ CFD 解析コードによる炉心熱伝達のスペーサ効果、壁面凝縮、安定成層下乱流混合（水素密度成層やコールドレグ温度成層、二相成層流）に関する詳細解析や解析手法の妥当性確認を行い、これらの成果の一部は OECD/NEA のプロジェクト等における国際共同実験プロジェクトやベンチマーク計算に活用された。伝熱メカニズムの解明に資するため、これまで評価上の課題とされていたリウエット時の先行冷却に関する熱伝達係数をモデル化した。また、境界埋め込み法やデータ同化等にも着手し、従来の熱水力解析に先進的な解析手法を応用する取組も行った。原子力規制庁が開発する国産システム解析コード「AMAGI」について、今後の研究開発方針を国内の専門家を集めた部会を企画して検討し、規制庁と共にコードの性能向上を図った。 ・ 二相流計測技術開発では、従来手法よりも高分解能・高感度な超音波液膜測定器の開発及び同手法の実機高温体系への適用の検討、超音波や電気抵抗及びそれらと機械学習を組み合わせた断面ボイド率計測技術の開発、二相流の乱流構造の解明に適用可能な熱線流速計の開発を通して、従来よりも精度の高い計測手法を開発した。これらの技術開発と並行して、計測手法の妥当性や評価モデルの検証のための大口径垂直管の気泡流に関する二相流データベースを構築し、気泡流三次元流れの評価手法の高度化を行った。 ・ 炉心損傷前の炉心熱伝達や炉心損傷後の格納容器内の熱・物質移行に関わる現象について、上述のとおり取得した知見に基づいて各現象の物理的理解を深めるとともに、相関式や簡易評価モデルの開発・検証や数値計算コードへの評価手法の組み込みを通じて、対応する事故時熱水力挙動の予測性能を向上させた。 ・ 通常運転時燃料挙動解析コード（以下「FEMAXI」という。）の整備について、核分裂生成物（以下「FP」という。）ガス放出モデルの改良、照射試験データベース拡充及び体系的な検証解析を実施し、最新バージョン FEMAXI-8 として公開した。公開した FEMAXI-8 は官公庁、研究機関、大学、燃料メーカー、電力会社等へ提供され、各機関の研究、開発に活用された。 ・ 反応度事故（以下「RIA」という。）に関して、高燃焼度燃料の RIA 模擬試験を NSRR において実施し、事故時挙動及び破損限界に関するデータを取得した。また、従来傾向を下回る水準の燃料破損限界や新たな破損モード等の安全評価上重要な知見を取得した。これら特徴的な挙動の原因究明に資する知見を取得見込みである。さらに、RIA 時の多軸応力条件を模擬した炉外機械試験等により、燃料破損限界に及ぼす応力条件や被覆管中水素化物析出状態の影響を評価し、これに基づく RIA 時燃料破損予測モデルを開発した。
---	--	---

- ・上述の RIA 実験成果は OECD/NEA の RIA 時燃料挙動に係る最新知見報告書（以下「SOAR」という。）や米国 Westinghouse Electric Corporation（以下「WH 社」という。）によるトピカルレポート等において参照され、今後我が国の基準改訂要否の判断や米国・仏国等の RIA 基準改訂議論に活用される見通しである。また、高燃焼度燃料の RIA 実験・解析研究の成果を取りまとめ、現行基準のペレット-被覆管機械的相互作用（PCMI）破損しきい値に代わり得る基準改定案を発表論文において提案した。
- ・冷却材喪失事故（以下「LOCA」という。）に関連して、LOCA 急冷時の燃料被覆管破断限界及び LOCA 後の燃料被覆管曲げ強度、燃料被覆管の高温酸化及び脆化に及ぼす雰囲気中窒素の影響など、LOCA 時及び LOCA 後の燃料の安全性評価上重要なデータを取得した。また、LOCA 急冷時の燃料被覆管破断限界の不確かさ評価手法を開発し、LOCA 時の燃料の安全評価手法の高度化に貢献した。今後地震時を想定した繰り返し荷重下の燃料被覆管曲げ強度、事故耐性燃料被覆管として開発されている酸化物分散強化型フェライト鋼（FeCrAl-ODS）被覆管の破断限界や高温酸化挙動についても知見を取得する予定である。
- ・高燃焼度改良型燃料被覆管の LOCA 時挙動に関するデータを取得した。これに基づき、現行の ECCS 性能評価に係る規制基準を改良型燃料に適用することの妥当性を確認した。また、LOCA 時を模擬した温度変化条件下で高燃焼度燃料ペレット単体の加熱試験を実施し、LOCA 時に燃料ペレットの細片化が生じる温度しきい値等を評価した。さらに、LOCA 時に細片化した燃料ペレットの燃料棒内外移行挙動評価等に使用する LOCA 模擬試験装置整備を完了し、今後、同装置によりデータを取得予定である。
- ・OECD/NEA のプロジェクトとして実施された RIA 及び LOCA 時燃料挙動に係る最新知見報告書の作成に協力した。同報告書では、機構の研究成果が、近年の主要な知見として多数反映された。
- ・設計基準事故を超える条件下での燃料挙動評価に関して、NSRR にて燃料熔融進展挙動実験を実施し、実験中の燃料温度及び実験中に生じた燃料棒形状変化や破損状態に係る情報を取得した。今後、燃料熔融進展挙動解析コード「JUPITER」のモデル高度化及び同実験データによる検証を実施予定である。ハルデン炉照射試験及び付随する試験片検査により、改良合金被覆管の照射成長に及ぼす添加元素、照射温度等の影響に関するデータを取得した。
- ・事故時燃料挙動解析コード（以下「RANNS」という。）については、破損予測モデル、過渡 FP ガス放出モデルを整備した。NSRR 実験データを用いて RIA 解析性能検証及びシステム解析コードとのカップリングを完了する予定である。
- ・FEMAXI と RANNS それぞれについて、OECD/NEA の国際ベンチマークに参加して他機関の解析結果との比較を行い、出力上昇時の力学挙動や RIA 条件下の熱的・力学的挙動に関して海外の解析コード（米国 FRAPTRAN 等）と同等の性能を有することを示した。
- ・通常運転条件から設計基準事故を超える条件までの燃料挙動について、上述のとおり取得した知見の破損しきい値、相関式への取りまとめ、これらの燃料挙動解析コードへの取り込みを進める。整備した挙動解析コードの系統的な検証を実施し、対応する燃料挙動に係る安全性評価を可能とする見込みである。

○材料劣化・構造健全性評価

- ・寸法の異なる試験片や高照射量領域まで中性子照射された原子炉圧力容器（以下「RPV」という。）鋼を用いて、微小試験片の破壊靱性評価への適用性を示すとともに、監視試験に基づく現行の構造健全性評価手法は保守性を有することを確認した。微小試験片に対する寸法補正法を確認した成果は、日本電気協会電気技術規程 JEAC4216 の技術的根拠として活用された。また、RPV の照射脆化の指標となる関連温度移行量を最新のベイズ統計に基づく解析手法により評価し、国内の脆化予測法のマージンがおおむね保守的に設定されていることを示す等、材料劣化予測評価手法の高度化を実現した。さらに、実機板厚に相当する大型試験体を用いて PTS を模擬した破壊試験を実施し、学協会規格で定められた破壊靱性の評価方法が保守的であることを明らかにした。
- ・以上のように、中性子照射材を用いて取得するデータ等に基づき、材料劣化予測評価手法の高度化等を実現した。これらの成果の一部は、原子力規制委員会による日本電気協会電気技術規程 JEAC4216 及び JEAC4206 に対する技術評価の技術的根拠として活用されるとともに、日本原子力学会材料部会若手優秀賞を受賞した。
- ・国内 RPV に対する確率論的破壊力学（以下「PFM」という。）に基づく確率論的構造健全性評価手法の実用化を図るため、確率論的リスク評価（以下「PRA」という。）における事象の選定手法等に準じて選定された過渡事象を対象に、加圧水型及び沸騰水型軽水炉の RPV に対する評価に不可欠な確率的評価モデル等を整備した。同時に、当該モデルを PFM 解析コードに導入し、国内 RPV に対する唯一の PFM 解析コード（以下「PASCAL4」という。）を整備した。また、産学 9 機関で構成される検討会を主催し、解析

さらに、中性子照射材を用いて取得するデータ等に基づいて材料劣化予測評価手法の高度化を図るとともに、通常運転状態から設計上の想定を超える事象までの確率論的手法等による構造健全性評価手法を高度化し、経年化した軽水炉機器の健全性を評価可能にする。

コードのソースレベルの確認や比較解析等の検証により、PASCAL4 の信頼性を確認した。さらに、必要な解析手法・モデルやそれらの技術的根拠等を取りまとめ、世界に先駆けて PFM 解析に係る標準的解析要領を整備した。

- 以上のように、RPV を対象とした確率論的構造健全性評価を可能にした。これらの成果を踏まえ、国内 RPV に対する PFM の活用事例を整備し、プレス発表を行った（平成 30 年 3 月 30 日）。
- 上記で整備した標準的解析要領は日本電気協会の規格策定の根拠として活用され、一部の成果は ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section XI に採用された。また、PASCAL4 を用いた非破壊検査の検査精度や試験程度等が RPV の破損頻度に及ぼす影響に係る解析事例は、原子力規制委員会による日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格」の技術評価書に反映された。PFM 解析コードの信頼性確認に係る一連の成果は、日本機械学会動力エネルギーシステム部門優秀講演表彰を受賞した。
- 国内原子炉配管に対する PFM 解析手法の実用化に向けて、設計上の想定を超える地震も対象にして、複数回の地震を経験する場合の亀裂進展評価手法や経年劣化による亀裂や減肉等の有無にかかわらず適用可能な破壊評価手法等を開発した。経年配管の地震時損傷確率（以下「フラジリティ」という。）を評価可能な解析コード（以下「PASCAL-SP2」という。）を整備するとともに、フラジリティ評価に係る手法や技術的根拠等を取りまとめた世界初の評価要領を整備した（令和 3 年 2 月 25 日プレス発表）。
- 配管等の溶接部で発生する高アスペクト比（長さよりも深さが大きい）表面亀裂の応力拡大係数の評価式を考案し、本成果を発表した ASME 2018 Pressure Vessels & Piping Conference で最優秀論文賞を受賞した。また、本研究で整備した解析コードを改良して、原子力規制委員会からの要請に即座に対応し、関西電力大飯発電所 3 号機加圧器スプレイライン配管溶接部で確認された有意な指示に対する亀裂進展解析や破壊評価等を通じて、検査結果の評価に関する技術支援を行った。本件に関して、原子力規制委員会（令和 2 年 10 月 21 日）において山中委員より、迅速かつ正確に対応したことに感謝したいとのコメントがあった。
- 以上のように、通常運転状態から設計上の想定を超える事象までの確率論的手法等による構造健全性評価手法を高度化し、経年化した軽水炉機器の健全性を評価可能にした。
- 原子力規制庁との共同研究において、建屋三次元詳細解析モデルを用いた地震応答解析手法の妥当性を確認するため、高温工学試験研究炉（以下「HTTR」という。）の床や壁に多数の地震計を設けて自然地震によるゆれの観測と、人工波を送信して能動的にゆれを観測する世界初の大規模観測システムを整備した（令和 2 年 3 月 24 日プレス発表）。当該システムにより自然地震及び人工波を観測し、自然地震観測で取得した記録を用いて建屋全体挙動を分析した。また、人工波による計測で取得した微小計測記録を用いて建屋の局部応答に係る卓越振動数等を分析した。得られた振動特性を建屋三次元詳細解析モデルに反映し、当該解析モデルを精緻化した。さらに、観測記録との比較により当該解析モデルを用いた地震応答解析手法の妥当性を確認した。
- 原子力施設の外壁の局部損傷に係る影響評価解析手法を整備し、柔飛翔体や斜め衝突等により現実的な衝突条件における衝突試験により得られた試験結果等を用いて解析手法の妥当性を確認した。また、妥当性が確認された解析手法を用いて、局部損傷評価に資する飛翔体の先端形状や衝突角度等の影響パラメータと貫入量や裏面剥離限界等との関係に係る技術知見を取得した。さらに、OECD/NEA の国際ベンチマークプロジェクト（IRIS）に参加して試験データを入手するとともに、原子力施設の外壁及び内包機器を模擬した箱型試験体を用いて自ら衝突試験を実施し詳細な試験データを取得した。それにより、飛翔体衝突時の建屋における衝撃波伝播及び建屋内包機器への影響を評価する手法の妥当性を確認した。
- 以上のように、当初の中長期計画を超え、地震や飛翔体衝突等の外部事象に関する研究を新規に立ち上げ、研究活動の対象範囲を大きく広げた。成果の一部を国際会議 12th International Conference on Shock & Impact Loads on Structures において発表し、優秀論文賞を受賞した。

○再処理施設等シビアアクシデントの事象進展評価

- 再処理施設の蒸発乾固事故に関する研究では、事故時のルテニウム（以下「Ru」という。）の放出挙動についてガス状 Ru 化合物の放出化学形特定や揮発速度評価を行うとともに、亜硝酸による放出抑制効果を定量的に明らかにした。また、コバルト-60 ガンマ線照射装置を活用し、模擬廃液中の硝酸や金属イオン濃度をパラメータとして亜硝酸生成に対する放射線照射の影響に関するデータを取得し、亜硝酸の生成メカニズムの考察を進めた。高温乾固物からのセシウム（以下「Cs」という。）等の準揮発性元素の放出率に対する共存元素の影響を確認した。

核燃料サイクル施設の安全評価に資するため、シビアアクシデントの発生可能性及び影響評価並びに安全対策の有効性に関する実験データを取得するとともに解析コードの性能を向上し、事象の進展を精度良く評価できるようにする。

- Ru の経路内移行挙動について、硝酸蒸気共存下ではガス状 Ru 化合物は移行率が高いガス状のまま移行することを初めて確認した。また、ガス状 Ru 化合物として想定されるガス状 RuO₄ の凝縮水への吸収挙動に関して凝縮水中の亜硝酸による吸収効果を確認した。
- 蒸発乾固事故対策の有効性評価の一環として高温乾固物への注水試験を実施し、400℃以上では Cs 等の水溶性 FP の放出率が増加することを見いだした。また、事象進展評価手法整備の一環として乾固物内部の温度変化解析手法を整備し、乾固物物性値を測定し適用することで手法を高度化した。
- 火災事故に関する研究では、再処理溶媒や燃料加工施設で使用されるグローブボックス（以下「GB」という。）材料を対象とした燃焼試験を行い、重量減少、放熱速度、煤煙化率、高性能粒子（以下「HEPA」という。）フィルタ目詰まり挙動等のデータを取得した。これらのデータを相互に関連付けながら整理して、放射性物質の閉じ込め機能の評価手法を高度化した。GB 火災事象進展評価のため、GB 材料からの各熱分解ガス成分の定性・定量分析や放出速度等の評価するとともに、二次燃焼の可能性を評価する上で重要な限界酸素濃度データを取得した。得られたデータを基に、GB 材料から放出される熱分解ガスの種類、放出速度、燃焼性を一貫して評価できる手法の整備を進めた。
- 設計上定める条件より厳しい条件において発生する再処理溶媒燃焼時の HEPA フィルタの急激な目詰まり現象について、溶媒ミスト負荷の影響を把握するとともに、溶媒分解生成物のうち高い水分吸収性を有する無機リン酸化物の放出挙動と差圧上昇挙動との関係を整理することで、目詰まりが生じるメカニズムの解明を進めた。
- 臨界事故に関する解析では、プルトニウムを含む廃液等が臨界に達して溶液沸騰に至るまでの核分裂数を添加反応度の関数として表す簡便かつ高精度な評価手法を開発した。沸騰継続による燃料濃度変化が無視できない条件における解析手法を開発し、事象例との比較により核分裂数や臨界継続時間の評価において妥当な結果が得られることを示した。また、臨界事故防止への活用に向けた新たな未臨界度評価手法の開発においては、準定常状態における出力とその時間微分の関数である変数の間の線形性を新たに導出した上でこの線形関係を利用した評価手法を考案し、動特性コードで作成したデータや近畿大学原子炉で取得した実験データに適用して有効性を検証した。
- IRSN と蒸発乾固事故研究等に関するワークショップ及び特定協力課題に基づく火災時閉じ込め評価に係る会合を開催し、研究内容や成果に関する情報交換を行った。OECD/NEA の原子力科学委員会傘下の臨界事故及びモンテカルロ先進技術専門家会合に出席し、各分野の専門家と討論、情報交換を行うとともに、ゆっくり反応度が添加される臨界過渡事象の解析結果を比較したプロジェクトの報告書を完成させた。
- 日本原子力学会核燃料サイクル施設シビアアクシデント研究ワーキンググループに参画し、事故時の安全確保に対する考え方、事故影響評価方法に関する整理・課題の把握及び課題解決の方法について客観的かつ専門的視点から検討を行うとともに共著者として報告書を作成し公開した。また、新たな活動として、臨界、蒸発乾固、水素爆発のリスク評価における評価モデル選択等に役立てる目的で、基本となる事故シナリオの策定と評価に係る検討を令和 2 年度より開始した。
- 以上のように、再処理施設及び燃料加工施設で想定される SA を対象として、蒸発乾固及び火災事故時の放射性物質の放出・移行・閉じ込め評価や安全対策の有効性評価に係る実験データを取得するとともに、臨界事故時の簡便かつ高精度な核分裂数評価手法や未臨界度評価手法の開発を進めて解析コードを高度化することで、事故事象進展を精度よく評価できるようにした。

○東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界管理

- 1F 燃料デブリ取出しに係る臨界リスク評価手法整備の準備として、燃料デブリの現状や変化の範囲を考慮し、取り得る増倍率の範囲と確率分布を示す方法を検討した。燃焼度（残留ウラン-235 濃縮度）、鉄やコンクリート等の構造材の混合割合、ポロシテイ（水分の体積割合）等の空間分布などをパラメータとしラテン超方格法でサンプリングするなどの方法を組み合わせて、デブリ特有の乱雑な体系における臨界事故の影響評価手法を構築し、臨界リスクを評価可能とする見込みを得た。増倍率に対する感度を明らかにし、注意を要する組成条件を探索する手順を試行した。
- 1F 燃料デブリ性状を幅広に想定して網羅的な臨界特性解析を行い、その結果をデータベース化した。これにより実際の性状判明に際して臨界特性の参照を容易・迅速にするとともに、臨界リスク評価の基礎情報とすることができるようになった。1号機～3

燃料デブリを含む核燃料物質の臨界安全管理に資するため、様々な核燃料物質の性状を想定した臨界特性データを、目標期間半ばまでに改造を完了する定常臨界実験装置（STACY）を擁する燃料サイクル安全工学研究施設（NUCEF）を用いて実験的・解析的に取得し、臨界となるシナリオ分析と影響評価の手法を構築し、臨界リスクを評価可能にする。

<p>東京電力福島第一原子力発電所事故の知見等に基づいて多様な原子力施設のソースターム評価手法及び種々の経路を考慮した公衆の被ばくを含む事故影響評価手法を高度化するとともに、両手法の連携強化を図り、シビアアクシデント時の合理的なリスク評価や原子力防災における最適な防護戦略の立案を可能にする技術基盤を構築する。</p>		<p>号機（3号機は混合酸化物（以下「MOX」という。）燃料を含む。）の事故直前の実際の集合体装荷状況を反映し、集合体同士の混合条件をパラメータとして解析した結果、燃焼1年未満の集合体の可燃性中性子毒物（ガドリニウム-155、ガドリニウム-157）が燃料デブリ中に拡散・分布する条件が臨界特性を大きく左右することを明らかにした。中性子毒物以外にも、残留ウラン-235濃縮度やポロシティ等が燃料デブリ中では乱雑に分布することを示した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 上記に対応するため、乱雑な組成分布のモデル化手法を考案するとともに、このモデルを用いて中性子輸送計算を行えるモンテカルロ臨界計算ソルバー（以下「Solomon」という。）を整備した。併せて、臨界特性、臨界超過時の温度変化が臨界特性に与える影響（温度反応度フィードバック）、臨界超過時の核分裂数の規模が、乱雑な組成分布の影響で揺らぐ様子を明らかにした。 • 実験的な取組においては、本中期計画中に定常臨界実験装置（STACY）を規制庁からの受託事業によって改造し核燃料を含む物質の様々な性状を想定した臨界特性データを取得する予定であったが、安全審査遅延のため予定された実験を実施することはできなかった。しかしながら STACY 更新の着工に伴い、必要な実験測定機材の整備と並行し、IRSN と協力して STACY 更新炉で構成する実験炉心の設計を進めた。これまでに、減速不足から減速過剰まで様々な中性子スペクトル条件の実験炉心、燃料棒と構造材棒を交互に配置して燃料デブリを模擬する実験炉心等の構成を考案した。 <p>○シビアアクシデント時のソースターム評価及び事故影響評価</p> <ul style="list-style-type: none"> • ソースターム評価の高度化に資する実験データの取得に関して、CEA との協力による FP 放出・移行挙動実験（VERDON-5 実験）、大洗研究所の照射燃料試験施設（以下「AGF」という。）及び原子力科学研究所の FP 移行挙動再現装置（以下「TeRRa」という。）を用いた実験により制御材由来のホウ素が FP 移行挙動に及ぼす影響に係るデータを取得した。また、TeRRa により一旦沈着したヨウ素及び Cs の再放出挙動に及ぼすモリブデンの影響に係るデータを取得した。 • ホウ素影響の評価に関して、化学平衡論に基づく評価として米国の FP 挙動解析コード「VICTORIA2.0」による解析を実施するとともに、化学平衡論に加えて反応速度論にも対応した化学組成評価モデル「CHEMKEq」を開発して FP 移行挙動解析コード「ART」に導入した。原子力規制庁との共同研究において、高温 FP 化学挙動及び気液間ガス状 FP 移行に係るデータを取得した。これらにより、FP の化学挙動を考慮した合理的なソースターム評価手法の構築に必要な知識基盤を強化した。 • SA 総合解析コード（以下「THALES2」という。）に関して、米国の SA 総合解析コード（米国原子力規制委員会（以下「NRC」という。）の「MELCOR」、米国電力研究所の「MAAP」）にない原子炉冷却系内 FP 化学計算機能及び格納容器内のヨウ素化学計算機能（以下「KICHE」という。）をそれぞれ導入及び強化した。これらを活用して代表的な事故シナリオを対象とした解析を実施し、公衆の被ばくを含む事故影響評価において前提条件となるソースタームデータベースを整備した。 • 格納容器内の熔融炉心冷却性に関する実験データをスウェーデン王立工科大学及び筑波大学との協力により取得するとともに、熔融物拡がり挙動実験装置を整備してデータを拡充した。取得データに基づき熔融炉心／冷却材相互作用解析コード（以下「JASMINE」という。）の改良・検証を進めた。さらに、MELCOR で推定した RPV 破損時の熔融炉心状態を初期条件とした JASMINE 解析により熔融炉心冷却の成功確率を評価する手法を開発した。これらにより、熔融炉心／コンクリート相互作用（MCCI）の防止又は影響緩和に対する格納容器事前注水の効果を反映したリスク評価に必要な技術基盤を構築した。 • SA 時の水素燃焼評価に関して、化学反応を組み込んだ数値流体力学手法を整備し、さらに、同手法による解析結果から燃焼速度相関式を導出し、より複雑な体系における水素リスクの評価に適用可能な手法を開発した。 • プラント状態や時間に依存する安全設備の応答を考慮した、より合理的で柔軟性の高い PRA を可能にする技術基盤として、動的 PRA ツール「RAPID」を開発した。 • 再処理施設の SA 評価では、高レベル廃液蒸発乾固事故時の Ru 等の放出について、硝酸と水の混合蒸気の壁面凝縮挙動や窒素酸化物等の化学挙動が Ru 移行に及ぼす影響を計算するコード（以下「SCHERN」という。）を開発した。MELCOR コードによる施設内の熱流動解析と SCHERN 解析を連携させることで実機相当条件での解析を実施し、その結果から開発した手法の有効性を確認した。再処理施設のリスク評価に関する研究成果は日本原子力学会標準「核燃料施設に対するリスク評価に関する実施基準：2018」の附属書において技術的参考情報として活用された。 • OECD/NEA の 1F 事故ベンチマーク解析計画 第 2 期（以下「BSAF2」という。）において THALES2/KICHE コードを用いた 1 号機、2
---	--	--

<p>放射性廃棄物の安全管理に資するため、東京電力福島第一原子力発電所事故汚染物を含む廃棄物等の保管・貯蔵・処分及び原子力施設の廃止措置に係る安全評価手法を確立し、公衆や作業員への影響を定量化できるようにするとともに、安全機能が期待される材料の長期的な性能評価モデルを構築し、安全評価コードにおいて利用可能にする。</p>		<p>号機及び3号機の事故進展解析を行い、他機関ではIRSNしか評価できなかったヨウ素化学形を含む知見を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> • OECD/NEAの1F原子炉建屋及び格納容器内情報の分析（以下「ARC-F」という。）プロジェクトを運営するとともに、FP漏えい箇所等に関する感度解析により試料採取及び分析の方針検討に有効な知見を取得した。また、ヨウ素移行経路推定のための技術として汚染水中のヨウ素を化学形態ごとに定量化する手法を構築した。さらに、この手法を活用した1F採取試料の核種分析並びに1号機及び2号機の非常用ガス処理系配管内の流動解析を実施した。原子力規制委員会の「東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会」に成果を提供し、同検討会の中間報告書の該当部分を取りまとめた。 • レベル2PRA（ソースターム評価）及びレベル3PRA（事故影響評価）の連携を強化するため、THALES2によるSA解析結果からソースタームに係る情報を抽出して確率論的事故影響評価コード（以下「OSCAAR」という。）への入力に変換するツールを整備し、一貫したPRA及び総合的不確かさ解析に必要な基盤を構築した。 <ul style="list-style-type: none"> • 公衆の被ばくを含む事故影響評価手法を高度化に関しては、原子力災害時に環境への放射性物質の放出による公衆のリスクを評価するOSCAARを令和2年3月にプレス発表した。公開後、事業者・研究機関・大学等を含む9機関からの申し込みに応じて外部提供した。また、OSCAARとTHALES2との連携機能を構築し、多様な事故シナリオに対する事故影響解析を実施して、主要な被ばく経路・核種の分析と必要な防護対策の実施範囲等に関する知見を取りまとめ、国・自治体等に情報を提供した。 • 公衆の被ばく線量評価に関する研究では、福島県住民の長期的かつ広範囲にわたる個人線量データを取りまとめ、1F事故後の我が国における経験に基づく新しい外部被ばく線量評価モデルを開発した。この線量評価モデルは、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（以下「UNSCEAR」という。）、IAEA、国際放射線防護委員会等の国際機関の1F事故に関する報告書で参照されるとともに、環境省、内閣府及び地方公共団体の住民帰還に向けた取組でも活用された。また、公衆だけでなく、緊急時における防災業務関係者の外部被ばく線量評価にも適用し、内閣府（原子力防災）における防災業務関係者の安全確保に関する検討会で活用された。国際的な最新動向に対応して内部被ばく線量評価コードを開発した。特に内部被ばく線量評価コードは、今後、国内法令への国際基準取入の際に活用される予定である。 • 最適な防護戦略の立案を可能にする技術基盤に関しては、屋内退避に係る被ばく低減効果や原子力災害時の経済影響評価のためのモデルを開発し、喫緊の課題である屋内退避や費用対効果までを考慮して防護戦略の最適化を実施できるようにした。屋内退避の被ばく低減効果に関する評価結果は、屋内退避施設の整備に資する内閣府（原子力防災担当）の技術資料の改定のための根拠として活用される予定である。また、経済影響評価モデルは、レベル3PRAに関する日本原子力学会標準において当該影響を評価するためのモデルの一つとして取り上げられた。さらに、原子力事故時に汚染地域において放射性ヨウ素を迅速かつ高精度に測定できる可搬型甲状腺モニタシステムを開発し、原子力規制委員会の甲状腺モニタリングに関する検討に貢献した。 • 以上を通して、レベル1（炉心損傷頻度評価）、レベル2（ソースターム評価）及びレベル3（事故影響評価）を含むリスク評価手法について、1F事故の教訓を踏まえた知見の拡充、モデルの構築及びSA総合解析コードや事故影響評価へのモデル導入を進め、実機のリスク評価や防護戦略の立案に資する技術基盤を構築する見込みである。 <p>○東京電力福島第一原子力発電所を含む放射性廃棄物管理及び廃止措置の安全評価</p> <ul style="list-style-type: none"> • 放射性廃棄物処分の安全評価手法整備の一環として、隆起・侵食等が中深度処分の埋設地の地形変化や地下水流動に与える影響評価のため、過去から現在の地形変化において満足すべき拘束条件を導入し、現在の地形の再現性を確認した上で、将来の地形変化に外挿する評価手法を開発した。地形・地質データが存在する山地・河川・平野・海域からなる典型的な集水域の事例解析から開発した地形変化評価手法の適用性を確認した。 • 将来の海水準変動等の不確かさを考慮した地形変化評価とそれによる地下水流動・水質への影響評価、さらに核種移行、線量評価までの一連の評価手法を整備し、本手法による解析から最大侵食量や線量の時間変化等の影響指標により長期的な地形変化・地下水流動への影響の大きい領域の特徴や要因を抽出し、審査時の妥当性判断の知見として整備した。 • 東濃地科学センターの協力を得て、中深度処分の廃棄物埋設地におけるボーリング孔の閉鎖確認方法の整備のため、ベントナイトを用いた閉塞材の初期気相量やボーリング孔内に発生する水圧差の条件がベントナイトブロックの透水性へ与える影響評価の
---	--	---

		<p>ためのデータを室内試験により取得した。また、水理地質構造に応じた閉塞設計等の条件を踏まえた地下水流動解析から、閉鎖確認における重要な条件を抽出し、ボーリング孔閉鎖時における重要な確認事項を整理した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地層処分の安全評価上重要な核種のうち、岩盤等の天然バリアへの収着現象が明らかでなかったプルトニウム（以下「Pu」という。）及びトリウム（以下「Th」という。）について、カナダ・マクマスター大学と協力しつつ、水質条件の多様性、鉱物種の違いによる収着性の違いに着目した収着データを取得した。そして、鉱物表面へのPu及びThの様々な錯体種の収着に対する熱力学的解析により収着現象を明らかにした。これにより、安全評価手法の整備の一環として主要な核種に対する適切な収着パラメータ設定手法を整備した。 • IRSNを始めとする18機関が行うSITEX-IIプロジェクト（高レベル放射性廃棄物処分に関する規制支援技術能力のための持続可能なネットワーク ー対話と実践ー）に準加盟機関として参加し、戦略的研究計画のレビューに貢献した。 • セメント系及びベントナイト系人工バリア間の物質移行を考慮した人工バリア材の性能評価のため、バリア材の変質メカニズムに寄与する重要なカリウム等の拡散データを取得するとともに、長期的変質を考慮した性能評価に必要な全元素（14元素）の拡散係数データベースを整備した。さらに元素ごとの拡散係数を用いて複数の元素の移行を評価可能なモデルを構築するとともに、人工バリア材中の鉱物反応と物質移行を連成させた安全評価コード「MC-Buffer」において当該モデルを組み込むことで利用可能とし、より現実的な変質現象を考慮した性能評価が可能となった。 • 1Fの汚染水処理で発生するCs吸着塔のステンレス容器に関し、収集情報に基づき劣化の懸念を抽出するとともに、γ線照射下での試験等によって容器内の残留水の放射線分解による減少及びそれに伴う塩化物イオンの濃縮並びにすきま腐食の発生を評価する手法を整備した。これまで想定されていなかった汚染水が残留する条件であっても、長期的に容器腐食の可能性が低いことを明らかにし、水処理二次廃棄物の保管・貯蔵の安全性の妥当性確認に貢献した。 • 1F事故後の除染により発生した除去土壌の保管に対する安全性を評価するため、住宅、学校、公園等での保管方法や濃度条件の違いに応じた周辺公衆の被ばく線量を評価し、保管の安全性を確認する技術情報を環境省に提供した。除去土壌の安全な再生利用の実現のために必要な基準濃度等の策定を目的として、再生材の用途先（道路・鉄道盛土、海岸防災林等）に応じた評価シナリオの構築とその評価に必要なモデル・パラメータの整備を行い、公衆や作業員の被ばく線量を評価可能とする安全評価手法を整備した。その手法による評価結果から安全な再生利用を可能とする放射性Csの基準濃度並びに一般公衆に対する線量低減を確保できる構造材厚さ等を試算し、除去土壌の再生利用に関する基準整備のための技術情報を環境省へ提供した。 • 1Fの敷地には事故及び廃炉作業に伴いがれきが保管され、その発生量を抑制するとともに核種濃度の低いがれきの資源化物として再生利用が計画されている。そこで、適切な1F敷地内での再利用可能な濃度レベルを評価するため、1F敷地内の道路材、建物基礎材等へ限定再利用する場合を対象に、当該敷地内のバックグラウンド線量率を超えない条件を満足するCs-134、Cs-137等の濃度レベルを算出した。さらに再生利用の線源から生じる作業員の追加被ばく線量、敷地境界の空間線量率の増加寄与及び地下水移行に伴い海洋放出される地下水濃度の3つを評価指標とし、算出した核種濃度レベルの妥当性を確認する安全評価手法を開発した。この手法を用いて1F敷地内でのいくつかの再利用事例に対し、再利用可能な核種濃度レベルを試算した。 • OECD/NEA/EGLM (Expert Group on Legacy Management)、NRPA (Norwegian Radiation Protection Authority) /RSLs (Regulatory Supervision of Legacy Sites) 等へ参加し、これまで開発を進めた1F事故由来の汚染物の処理処分、再利用に係る安全評価の方法及びその適用事例としての情報を提供した。また、こうした研究成果は、IAEAで改定が進められている事故由来の廃棄物を含むクリアランス概念の適用に関する新しい安全指針（以下「DS500」という。）の評価事例として採用された。 • 廃止措置安全評価コード「DecAssess」の開発を進め、解体対象機器の除染、切断などの作業手順に応じた公衆及び作業員の被ばく線量とレベル区分別放射性廃棄物量を算出するとともに、廃棄物量低減のために実施する除染に伴う作業員被ばく線量及び二次廃棄物量の増加を考慮して最適な作業手順を選定できる機能を整備した。 • 廃止措置終了時に残留する放射性核種濃度分布の妥当性を判断するための評価手法の整備のために、表層汚染に対し敷地内の代表点の濃度測定に加え、事前サーベイから得られる線量率分布を補足データとして活用する外生ドリフトクリギングによる放射能濃度分布推定コード「ESRAD」を整備した。本コードの実サイトへの適用を目指し、評価した放射能分布の妥当性判断のため絶対誤差平均を指標とした交差検証のケーススタディを通して追加すべき測定点の事例を示し、表層汚染に対する放射能濃度分布
--	--	---

の適切な評価手順と本評価手法の適用上の留意点を取りまとめた。また、地下汚染に対しては、地下水流動と非負条件を考慮した地球統計学的手法を整備し、仮想的なモデル及び実際の汚染事例に対する評価から本手法の有効性を見通しを得た。

- ・廃止措置終了時に残留する表層汚染に対する現実的な核種移行・被ばく線量の評価手法の開発のために、地表流と雨滴衝撃による土砂移動による核種移行のモデル化のための室内試験によるデータ取得を行うとともに、表層汚染における鉛直濃度分布及び土砂粒子径の核種濃度依存性を考慮した核種移行・被ばく線量の評価手法の改良を進め、廃止措置終了時における残留放射能濃度分布に対応した核種移行・被ばく線量の評価の妥当性確認のための技術基盤の整備を行った。
- ・金属、コンクリート、ガラスくずに限定されていたクリアランス制度に関して、対象物が拡大することによるクリアランスレベルへの影響を確認するため、ポリ塩化ビフェニル含有安定器、アスベスト廃棄物などクリアランスの新規対象物に対し、各対象物の溶融処理、再利用及び処分の実態を踏まえた被ばく線量評価を行った。その評価結果から主要な 33 核種のクリアランスレベルを算出し、従来のクリアランスレベル設定に影響がないことを確認した。
- ・以上のように、1F 事故後の汚染物を含む廃棄物全般の安全管理に資するため、保管・貯蔵の安全評価手法として、水処理二次廃棄物容器の劣化要因、除去土壌の保管の安全性及び再生利用の基準濃度等の評価を可能とする手法を整備した。処分の安全評価手法として、中深度処分における海水準変動等による将来の地形変化、地下水流動、核種移行、被ばく線量等までの一連の影響を評価可能とする手法を整備した。
- ・人工バリア材中の元素ごとの拡散係数を用いて複数元素の移行を評価するモデルを構築し、安全評価コードに組み込むことで現実的な変質現象を考慮した性能評価を可能とした。廃止措置の安全評価手法として、施設の解体等に応じた公衆及び作業者の被ばく線量とレベル区分別放射性廃棄物量を算出する評価手法、廃止措置終了確認のための残留放射能濃度分布とそれによる核種移行・被ばく線量を評価可能とする手法を整備した。

○保障措置

- ・濃縮ウラン粒子の精製時期決定法の開発を目的とし、試料量や同位体分析の測定条件の最適化を段階的に進め、最終年度では濃縮ウランの微小単粒子を正確に精製時期が決定できる極微量分析技術へ到達するに至った。一連の研究開発成果を国際論文誌に公表し、開発した分析技術を IAEA に提供するとともに、保障措置環境試料の分析に適用することで IAEA 保障措置の強化に寄与した。
- ・高感度かつ高分解能な LG-SIMS を導入して分析処理能力を増強するとともに、それを利用した保障措置環境試料中の微小ウラン粒子の分析技術を開発した。LG-SIMS を用いた当該分析技術について、IAEA による分析能力認証試験に合格し、世界でも有数の先端技術の有ることが示された（平成 31 年 3 月 29 日プレス発表）。
- ・IAEA に対して保障措置環境試料分析技術を提供するとともに、毎年度約 50 試料の保障措置環境試料分析結果を報告することで IAEA 保障措置の強化に寄与した。この一連の保障措置分析技術開発研究に対する活動に対して IAEA 事務次長から感謝状を受領した（平成 29 年 12 月 11 日）。
- ・レーザーラマン分光法により、微小ウラン粒子の化学状態の違いを区別する分析法の開発を進め、レーザーの波長や照射出力、検出器の高感度化など分析装置の高度化を図ることでこれまでに報告例のない極微小(粒径 0.6 μm)ウラン粒子の化学状態分析を可能にただけでなく、ウラン粒子各部位の化学状態の違いについても高感度かつ高空間分解能に分析することに成功した。その結果、保障措置環境試料中の微小ウラン酸化物粒子の化学状態を非破壊で判別できる見通しを得た。

○地震リスク評価に資するフラジリティ評価の技術的基盤の強化

- ・1F 事故の教訓を踏まえ、外部事象として最も重要な地震について、リスク評価を行うために必要な設計基準を超えるような巨大地震に対する損傷確率であるフラジリティに係る評価技術の高度化を実現するために、建屋三次元詳細解析モデルを整備した。また、建屋地震応答解析結果への影響が大きい因子について、数値解析や地震観測データとの比較から得られた知見を反映し、フラジリティ評価に資する建屋三次元詳細解析モデルを用いた地震応答解析手法に関する国内初の標準的解析要領を策定した。
- ・以上のように、リスク評価を行うためのフラジリティ評価技術の基盤強化を実現した。成果の一部は原子力規制庁の技術報告

また、原子力規制委員会の要請を受け、保障措置に必要な微量環境試料の分析技術に関する研究を実施する。

さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、原子力施設に脅威をもたらす可能性のある外部事象を俯瞰し、リスク評価を行うための技術的基盤を強化する。

(NTEC-2021-4002) に反映され、規制活動に貢献した。また、建屋三次元詳細モデルを用いたフラジリティ評価における不確実さの定量化等の活動が評価され、日本原子力学会賞奨励賞を受賞した。

○科学的合理的な規制基準類の整備等

・以上の安全研究の実施を通して、原子力安全規制行政への技術的支援に必要な基盤を確保・維持した。また、得られた成果を査読付論文等で積極的に発信する（詳細は後述「○国内外への成果の発信状況」に記載）とともに、国や学協会における基準類整備のための検討会等への研究成果の提供や専門家の参加を通じて技術的な提案を行うことによって、科学的合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性確認等へ貢献し（詳細は後述「2）関係行政機関等への協力」に記載）、これらをもって原子力の安全性向上及び原子力に対する信頼性の向上に寄与した。

○国際協力研究・人材育成等

・研究の実施に当たっては、国内共同研究（実績は後述「○国内外への成果の発信状況」の表に示すとおり）を行うとともに、OECD/NEA の国際研究プロジェクト、フランス等との二国間協力及び多国間協力の枠組みを利用した国際協力（実績は以下の表に示すとおり）を推進した。また、外部有識者で構成される安全研究・評価委員会を平成 30 年 12 月に開催して中間評価を受け、当該委員会で頂いた意見等を踏まえて令和元年度以降の研究計画を策定するなど、研究内容の継続的な改善に努めた。

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
国際協力（カッコ内は新規案件数）	43 件（9 件）	52 件（9 件）	55 件（3 件）	55 件（7 件）	56 件（3 件）	60 件（9 件）

・機構の被規制部門のホット施設等を管理する職員が原子力規制庁からの受託事業等の規制支援活動に従事する際には、「受託事業実施に当たってのルール」に従って安全研究センター兼務となるなど、当該業務の中立性及び透明性を確保した。

・原子力規制庁の研究者を外来研究員等として受け入れて（受入実績は前述「○規制機関等の人材の受入れ・育成状況」の表に示すとおり）確率論的構造健全性評価等の研究業務に従事させるとともに、令和元年度より、原子力施設の耐震評価、SA 時のソースターム評価、軽水炉燃料、1F 事故起源の放射性核種分析等に関する 6 件の原子力規制庁との共同研究を、機構内への研究設備の整備と併せて実施するなど、今後の原子力の安全を担う人材の育成に貢献した。

○国際水準に照らした安全研究成果の創出状況

・炉心熱伝達実験のための HIDRA 及び格納容器熱水力挙動実験のための CIGMA を完成させ、高温実験条件や計測点密度で世界有数の性能を持つ CIGMA 等により、格納容器冷却や水素移行挙動に関する実験データ、物質拡散モデル等の検証のためのデータを取得した。これらの成果を OECD/NEA HYMERES プロジェクト等に提供し、プロジェクトにおける実験条件の策定やベンチマーク解析に活用された。

・高燃焼度燃料の RIA 模擬試験を NSRR において実施し、従来の水準を下回る燃料破損限界や新たな破損モード等の安全評価上重要な知見を取得するとともに、これらの成果が OECD/NEA の SOAR や米国 WH 社のトピカルレポート等において参照された。

・通常運転時の燃料挙動を計算可能な国内唯一の公開コードである FEMAXI について、燃料特有の物理過程に関する知見を取り込んだ新しい物理モデルの導入やアルゴリズムの改良により、計算の安定性及び解析性能を大きく改善した。また、諸外国で標準的に使用されている米国 FRAPCON コードの検証時と同等以上の規模の燃料照射試験データベースを用いて解析結果と実測値との比較検証を行い、同コードと同等の予測性能を示すことを確認した。検証レポートと併せ、最新バージョン「FEMAXI-8」として公開した（平成 31 年 3 月 22 日プレス発表）。

・RPV の PFM による構造健全性評価の実用化に資するため、照射脆化を考慮した PTS 時の非延性破壊確率解析に係る標準的解析要

【評価軸】

④ 安全研究の成果が、国際的に高い水準を達成し、公表されているか

【定性的観点】

・国際水準に照らした安全研究成果の創出状況（評価指標）
 ・国内外への成果の発信状況（評価指標）

【定量的観点】

これらの研究により、原子力安全規制行政への技術的支援に必要な基盤を確保・維持し、得られた成果を積極的に発信するとともに技術的な提案を行うことによって、科学的合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性確認等にも貢献するとともに、原子力の安全性向上及び原子力に対する信頼性の向上に寄与する。

研究の実施に当たっては、国内外の研究機関等との協力研究及び情報交換を行い、規制情報を含む広範な原子力の安全性に関する最新の技術的知見を反映させるとともに、外部専門家による評価を受け、原子力規制委員会の意見も踏まえて、研究内容を継続的に改善する。また、当該業務の中立性及び透明性を確保しつつ機構の各部門等の人員・施設を効果的・効率的に活用し、研究を通じて今後の原子力の安全を担う人材の育成に貢献する。

<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表論文数、報告書数、表彰数、招待講演数等(モニタリング指標) 	<p>領を世界に先駆けて整備し、PASCAL4 コードを公開した(平成 30 年 3 月 30 日プレス発表)。NRC と実施した PASCAL4 のベンチマーク解析結果は、日本電気協会電気技術指針「確率論的破壊力学に基づく原子炉圧力容器の破損頻度の算出要領(JEAG4640)」において根拠として引用された。原子力規制庁との共同研究において、原子力施設の地震時の安全性評価に資するため、HTTR を対象に地震計の設置位置、数及び種類を増やし、自然地震を受動的に観測するとともに、積極的に人工波を送信して能動的にゆれを観測する世界初の大規模観測システムを整備した(令和 2 年 3 月 24 日プレス発表)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震荷重を考慮した経年配管のフラジリティ評価について、複数回の地震を経験する場合の亀裂進展評価手法や経年劣化による亀裂や減肉等の有無にかかわらず適用可能な破壊評価手法等を提案した。また、経年配管のフラジリティ評価を可能とする解析コード PASCAL-SP2 を開発するとともに、フラジリティ評価に係る手法や技術的根拠等を取りまとめた世界初の評価要領を整備した(令和 3 年 2 月 25 日プレス発表)。 ・ SA 時の FP 移行挙動に関して、CEA との国際共同実験や大洗研究所の AGF を用いた実験等で得られたデータに基づいて、THALES2 コードについて米国の SA 総合解析コードでは考慮されていない原子炉冷却系内 FP 化学計算機能及び格納容器内のヨウ素化学計算機能をそれぞれ導入及び強化した。また、国際的なベンチマークプロジェクトへの解析結果の提供や代表的な SA シナリオにおけるソースターム評価を実施した。さらに、OECD/NEA BSAF2 プロジェクトにおいて実施した、機構が開発した THALES2/KICHE による 1F 事故進展解析の結果を取りまとめて、当該プロジェクトの参加機関と共同で学術誌論文を発表した。SA 時溶融炉心冷却性評価手法を国際協力等の活用により高度化し、新規制基準に対応した規制判断支援のための技術基盤を強化した。 ・ 1F 事故由来の汚染物の処理処分並びに再利用に係る安全評価の方法及びその適用事例を OECD/NEA EGLM 等の国際協力プロジェクトに提供し、IAEA で改定が進められている安全指針 DS500 の評価事例として採用された。 ・ 1F 廃止措置時の臨界安全評価のため、燃料デブリの連続で乱雑な組成分布をモデル化して臨界計算を行えるモンテカルロ計算ソルバー「Solomon」を世界で初めて整備した。 ・ 保障措置環境試料分析のために高感度かつ高分解能な LG-SIMS を導入するとともに、分析法の高度化及び 15 年にわたる信頼性の高い分析結果の提供に対して IAEA 事務次長から感謝状を受領した(平成 29 年 12 月)。また、LG-SIMS による保障措置環境試料中の微小ウラン粒子分析法について、IAEA による分析能力認証試験に合格し(平成 31 年 3 月 29 日プレス発表)、今後の試料に対する同装置による分析が認証された。 ・ International Journal of Heat and Mass Transfer、Annals of Nuclear Energy、Risk Analysis 等の多数の査読付英文誌論文{平成 27 年度 57 報(65 報)、平成 28 年度 71 報(75 報)、平成 29 年度 67 報(75 報)、平成 30 年度 81 報(83 報)、令和元年度 71 報(78 報)、令和 2 年度 78 報(83 報)(括弧内は査読付論文の総発表数)}を発表するとともに、国際会合における招待講演(実績は後述「○国内外への成果の発信状況」の表に示すとおり)を積極的に行った。 ・ 英文誌論文に対して学会等から表彰を受けたほか(実績は後述「○国内外への成果の発信状況」の表に示すとおり)、亀裂を有する構造物の健全性評価手法等に関する成果は、ASME のボイラ及び圧力容器基準「Boiler and Pressure Vessel Code Section XI, 2021 Edition」等へ反映されるなど、国際水準に照らして十分価値の高い成果を公表した。 ・ OECD/NEA の国際研究プロジェクト、フランス等との二国間協力及び多国間協力の枠組みを利用した国際協力を実施し(実績は前述「○国際協力研究・人材育成等」の表に示すとおり)、国際水準に照らした研究成果を創出した。IRSN、原子力規制庁及び機構の三者によるワークショップを開催し(毎年 1 回(11 月)に開催。ただし、令和 2 年度の開催は無し)、SA、燃料安全、臨界安全、1F 廃炉等に関する情報交換を行った。また、熱水力分野、SA 分野及び臨界安全研究分野の若手研究者を IRSN に派遣した。 <p>○国内外への成果の発信状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国内協力として①国立大学法人等との共同研究及び②委託研究、研究成果の公表として③論文発表、④技術報告書発刊、⑤口頭発表、⑥プレス発表及び⑦機構が開発した解析コードの外部提供を実施したほか、研究活動や成果が対外的に高い水準にあることを客観的に示す、⑧国際会合での講演依頼を含む招待講演を行うとともに、⑨国際会議の組織委員や運営委員等で会議の開催準備や運営へ貢献した。また、研究業績の発信に対する客観的評価として、⑩学会等から表彰を受けた。これらの実績は以下のとおりである。
---	---

<国内外への成果の発信に係る実績>

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
①国立大学法人等との共同研究	13 件	10 件	15 件	16 件	28 件	32 件
②国立大学法人等への委託研究	12 件	11 件	10 件	11 件	11 件	7 件
③論文発表 (カッコ内は査読付論文発表数[J: 学術誌論文数、P: 国際会議論文数、B: その他書籍])	75 報 (65 報[J:34, P:30, B:1])	87 報 (75 報[J:46, P:29, B:0])	94 報 (75 報[J:35, P:38, B:2])	97 報 (83 報[J:37, P:45, B:1])	96 報 (78 報[J:38, P:40, B:0])	94 報 (83 報[J:49, P:32, B:2])
④技術報告書発刊	6 報	12 報	7 報	8 報	5 報	13 報
⑤口頭発表	61 件	88 件	108 件	108 件	105 件	70 件
⑥プレス発表 (詳細は下記の表を参照)	1 件	0 件	1 件	2 件	2 件	3 件
⑦解析コードの外部提供	50 件	28 件	14 件	19 件	17 件	25 件
⑧招待講演 (カッコ内は国際会合での講演数)	26 件 (14 件)	22 件 (15 件)	13 件 (10 件)	15 件 (5 件)	15 件 (5 件)	11 件 (3 件)
⑨国際会議の組織委員や運営委員等での貢献	2 件	9 件	13 件	18 件	16 件	11 件
⑩学会等からの表彰 (カッコ内は英文誌論文に対する表彰数) (詳細は下記の表を参照)	6 件 (1 件)	2 件 (1 件)	6 件 (3 件)	5 件 (2 件)	8 件 (4 件)	5 件 (1 件)

<プレス発表及び学会等からの表彰に係る実績 (詳細) >

年度	件数	プレス発表内容及び受賞内容
平成 27 年度	プレス発表: 1 件	1) 大型格納容器実験装置 (CIGMA) を用いた初めての実験を実施 ーシビアアクシデント時の現象解明と効果的な事故拡大防止策の整備を目指してー (平成 27 年 10 月)
	学会等からの表彰:	1) アルファトラック法によるウラン粒子の同定とレーザーラマン分光法による状態分析を組み合わせた方法の発表に対して日本分析化学会第 64 年会若手優秀ポスター賞 (平成 27 年 9 月) 2) Quantities of I-131 and Cs-137 in accumulated water in the basements of reactor

			6件	<p>buildings in process of core cooling at Fukushima Daiichi nuclear power plants accident and its influence on late phase source terms に対して日本原子力学会英文論文誌 Most Popular Article Award 2015 (平成 28 年 3 月)</p> <p>3) 花崗閃緑岩、凝灰質砂岩試験片に対するヨウ素、スズの分配係数に対して平成 27 年度日本原子力学会バックエンド部会奨励賞 (平成 28 年 3 月)</p> <p>4) 軽水炉事故現象のスケーリング検討に係る解析及び支援実験での貢献に対して日本原子力学会計算科学技術部会業績賞 (平成 28 年 3 月)</p> <p>5) 熱水力安全評価基盤技術高度化戦略マップ 2015 の完成に対する貢献に対して平成 27 年度日本原子力学会熱流動部会業績賞 (平成 28 年 3 月)</p> <p>6) 臨界安全評価手法体系の構築 - 臨界安全ハンドブック第 1 版編さんへの貢献- に対して平成 27 年度日本原子力学会歴史構築賞 (平成 28 年 3 月)</p>
		平成 28 年度	学会等からの表彰：2件	<p>1) 放射性物質により汚染された災害廃棄物の道路への再利用に伴う被ばく線量評価に対して日本保健物理学会論文賞 (平成 28 年 6 月)</p> <p>2) 臨界事故における第 1 次ピーク出力の簡易評価手法の開発に対して日本原子力学会英文論文誌 Most Popular Article Award 2016 (平成 29 年 3 月)</p>
		平成 29 年度	プレス発表：1件	1) 国内の原子炉圧力容器の破損頻度を計算可能にする解析コードの開発に初めて成功 - 確率論的破壊力学に基づく解析コードを開発 - (平成 30 年 3 月)
			学会等からの表彰：6件	<p>1) 非照射ジルカロイ-4 被覆管の LOCA 時破断限界の不確かさ評価に対して日本原子力学会核燃料部会 2017 年度学会講演賞 (平成 30 年 3 月)</p> <p>2) The effect of azimuthal temperature distribution on the ballooning and rupture behavior of Zircaloy-4 cladding tube under transient-heating conditions に対して日本原子力学会英文論文誌 Most Popular Article Award 2017 (平成 30 年 3 月)</p> <p>3) High-temperature oxidation of Zry-4 in oxygen-nitrogen atmospheres に対して日本機械学会動力エネルギーシステム部門 優秀講演表彰 (平成 29 年 11 月)</p> <p>4) Criteria for Performance Evaluation and Numerical Verification to Shock-Resistant Design of Buildings に対して International Conference on Shock & Impact Loads on Structures 2017 (SI17) Highly Commendable Paper Award (平成 29 年 6 月)</p> <p>5) 原子力施設の地震リスク評価における認識論的不確かさの定量化に関わる研究に対して日本原子力学会計算科学技術部会奨励賞 (平成 30 年 3 月)</p> <p>6) 核燃料サイクル施設における重要度の高いシビアアクシデントの選定方法の提案と事故影響評価手法の調査に対して日本原子力学会再処理・リサイクル部会業績賞 (平成 30 年 3 月)</p>
		平成 30 年度	プレス発表：2件	<p>1) 原子炉運転中の燃料のふるまいを計算で再現 - 国内唯一の軽水炉燃料解析コードの適用範囲を飛躍的に拡大 - (平成 31 年 3 月)</p> <p>2) 最新分析技術で IAEA の保障措置に貢献 - 大型二次イオン質量分析装置を用いた超極微量分析技術を開発し評価試験に合格 - (平成 31 年 3 月)</p>
			学会等からの表彰：1件	1) Experimental investigation on dependence of decontamination factor on aerosol number concentration in pool scrubbing under normal temperature and pressure に対して日本機械学会 動力エネルギーシステム部門 優秀講演表彰 (平成 30 年 11 月)

			5件	<p>2)シビアアクシデント時の原子炉格納容器内水素挙動の研究に対して日本機械学会 奨励賞 (平成31年2月)</p> <p>3)ジルカロイ-4 被覆管の冷却材喪失事故時急冷破断限界に関する不確かさ定量化及び低減手法の開発に対して日本原子力学会 核燃料部会賞 (奨励賞) (平成31年3月)</p> <p>4)平板中の深い表面亀裂の応力拡大係数の閉形式解に対して ASME Pressure Vessels & Piping Conference 2018 で最優秀論文賞 (平成30年7月)</p> <p>5)シビアアクシデント時の原子炉冷却系条件におけるセシウム及びヨウ素の気相化学反応に与えるホウ素の影響に対して日本原子力学会 原子力安全部会 講演賞 (平成31年3月)</p>
		令和元年度	プレス 発表: 2件	<p>1)高圧熱流動実験ループ (HIDRA:ハイドラ) による軽水炉炉心熱伝達実験の開始 -過酷な熱水力条件での炉心冷却性能を実験的に確認する- (令和元年5月)</p> <p>2)原子力施設の「ゆれ」をとらえる -より高精度な耐震安全性評価のための大規模観測システムを構築- (令和2年3月)</p>
			学会等 からの 表彰: 8件	<p>1)Expansion of high temperature creep test data for failure evaluation of BWR lower head in severe accident に対して日本機械学会 動力エネルギーシステム部門 優秀講演表彰 (令和元年11月)</p> <p>2)Verification of a probabilistic fracture mechanics code PASCAL4 for reactor pressure vessels に対して日本機械学会 動力エネルギーシステム部門 優秀講演表彰 (令和元年11月)</p> <p>3)Model Updates and Performance Evaluations on Fuel Performance Code FEMAXI-8 for Light Water Reactor Fuel Analysis に対して日本原子力学会 論文賞 (令和2年3月)</p> <p>4)Main Findings, Remaining Uncertainties and Lessons Learned from the OECD/NEA BSAF Project に対して 18th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics で優秀論文賞 (令和元年8月)</p> <p>5)長年にわたる ASME 圧力容器及び配管部門への貢献に対して ASME 2019 Pressure Vessels & Piping Conference で S. S. Chen PVP Outstanding Service Award (令和元年7月)</p> <p>6)鉄イオンおよびハロゲンイオンを含む水の放射線分解に関する研究に対して日本原子力学会 水化学部会 奨励賞 (令和2年3月)</p> <p>7)軽水炉燃料挙動解析技術の高度化に関する研究に対して日本原子力学会 核燃料部会 奨励賞 (令和2年3月)</p> <p>8)OECD/NEA 福島第一原子力発電所事故に関するベンチマークスタディ (BSAF) プロジェクトでの活動によるプラント状況情報の提供と過酷事故解析コードの高度化への寄与に対して日本原子力学会 熱流動部会 業績賞 (令和2年3月)</p>
		令和2年度	プレス 発表: 3件	<p>1)原子力災害で環境に放出される放射性物質による被ばく線量を評価 -確率論的事故影響評価コード「OSCAAR」の公開- (令和2年4月)</p> <p>2)原子炉の配管は巨大地震にどれだけ耐えられるか -長期使用された原子炉配管の耐震安全性評価のための手法を開発- (令和3年2月)</p> <p>3)OECD/NEA 照射試験フレームワーク「FIDES」への参加 -原子炉燃料・材料の研究開発を長期的に支援する国際的な枠組み- (令和3年3月)</p>
			学会等 からの 表彰:	<p>1)Liquid film behavior and heat-transfer mechanism near the rewetting front in a single rod air-water system に対して日本原子力学会 論文賞 (令和3年3月)</p> <p>2)LOCA 条件下の軽水炉燃料被覆管の破断限界に関する研究に対して日本原子力学会 奨励賞 (令</p>

	5 件	和 3 年 3 月) 3) 原子炉圧力容器鋼の照射脆化評価における最新のベイズ統計による新たな取組に対して日本原子力学会 材料部会 若手優秀賞 (令和 2 年 9 月) 4) 微細組織の非均質性を考慮した MOX 燃料ペレット用核分裂生成ガス放出モデルの検討に対して日本原子力学会 核燃料部会 講演賞 (令和 3 年 3 月) 5) 放射線照射環境下の腐食現象の解明に関する研究に対して量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所 施設共用優秀賞 (令和 2 年 12 月)
--	-----	--

なお、令和 3 年度も引き続き OECD/NEA の国際研究プロジェクト等を利用して国際水準の研究成果を創出するとともに、得られた成果を査読付論文やプレス発表等により積極的に発信する。

2) 関係行政機関等への協力

規制基準類に関し、科学的データの提供等を行い、整備等に貢献する。また、原子力施設等の事故・故障の原因究明のための調査等に関して、規制行政機関等からの具体的な要請に応じ、人的・技術的支援を行う。さらに、規制活動や研究活動に資するよう、事故・故障に関する情報をはじめとする規制情報の収集・分析を行う。

2) 関係行政機関等への協力

規制基準類の策定等に関し、原子力規制委員会や学協会等に対して最新の知見を提供するとともに、原子力規制委員会等の基準類整備のための検討会等における審議への参加を通して技術的支援を行った。原子力規制委員会の技術情報検討会に参加し、個々の海外事例からの教訓等の分析を行った。原子力規制への適切なグレーデッドアプローチの適用に資するため、研究炉等を対象に、グレーデッドアプローチを適用した規制の在り方について日本原子力学会研究炉等の役割検討・提言分科会と連携して検討し、同学会誌にてその結果に基づく提言等を発表した (令和 3 年 1 月)。JRR-3 を対象とした事故解析等を進め、研究炉等の規制に対するグレーデッドアプローチの考え方に必要な知見を蓄積した。

【評価軸】

⑤ 技術的支援及びそのための安全研究が規制に関する国内外のニーズや要請に適合し、原子力の安全の確保に貢献しているか

【定性的観点】

- 原子力規制委員会の技術的課題の提示又は要請等を受けた安全研究の実施状況 (評価指標)
- 改良した安全評価手法の規制への活用等の技術的な貢献状況 (評価指標)

【定量的観点】

- 実験データや解析コ

○原子力規制委員会の技術的課題の提示又は要請等を受けた安全研究の実施状況

- 規制行政機関が必要とする研究ニーズを的確に捉え、原子力規制庁等からの受託事業を原子力基礎工学研究センター、原子力科学研究所 (臨界ホット試験技術部、放射線管理部、研究炉加速器技術部及び工務技術部)、システム計算科学センター、大洗研究所 (燃料材料開発部) 及び東濃地科学センターと連携し実施した (実績は以下の表に示すとおり)。
- 受託事業で得た実験データや解析コード等を用いた評価結果を取りまとめて事業報告書として原子力規制庁等へ提出した (平成 27 年度 22 件、平成 28 年度 22 件、平成 29 年度 28 件、平成 30 年度 24 件、令和元年度 21 件、令和 2 年度 18 件)。

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
受託事業 (カッコ内は新規案件数)	22 件 (7 件)	22 件 (3 件)	28 件 (8 件)	24 件 (1 件)	22 件 (2 件)	19 件 (3 件)

○改良した安全評価手法の規制への活用等の技術的な貢献状況

受託事業等で得られた実験データや解析結果等の安全研究成果は、国や学協会における基準類整備のための検討会等への研究成果の提供や専門家の参加を通じて、当該基準類の整備等で活用された (実績は以下の表の①に示すとおり)。研究成果の主な活用例、国や学協会の検討会等への参加実績等を以下に示す。

- 原子力規制委員会が RPV の脆化予測法に関する日本電気協会電気技術規定 (JEAC4201-2007 [2013 追補版]) の技術評価を受けて定めた方針 (平成 27 年 12 月、第 46 回原子力規制委員会) に対応し、ノンパラメトリックベイズ手法を用いた監視試験データの分析、監視試験片の微細組織分析等により現行の脆化予測法がおおむね保守的であることを示した。また、PASCAL4 による RPV の非破壊検査精度や試験程度が破損頻度に及ぼす影響に関する評価結果は、原子力規制委員会による日本機械学会「発電用原子力

<p>ード等の安全研究成果の原子力規制委員会等への報告(評価指標)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 貢献した基準類の数(モニタリング指標) ・ 国際機関や国際協力研究への人的・技術的貢献(人数・回数)(モニタリング指標) 	<p>設備規格 維持規格」の技術評価で活用された(平成30年12月、第8回検討チーム会合で報告)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 照射されたRPVの材料特性評価に関する論文が、RPVに対する供用期間中の破壊靱性の確認方法等(JEAC4206-2016及びJEAC4216-2015)の技術評価書においてクラッド下亀裂に対する健全性評価の妥当性判断に資する知見として活用された(令和2年9月、第23回原子力規制委員会)。また、フラジリティ評価のための地震応答解析手法の高度化に資する研究成果が、原子力規制庁技術報告「原子炉施設の建屋三次元地震時挙動の精緻な推定に資する影響因子の分析とそのモデル化に関する検討(NTEC-2021-4002)」において反映された。 ・ 令和2年8月に関西電力大飯発電所3号機加圧器スプレイライン配管溶接部において確認された有意な指示に関して、原子力規制庁の公開会合に専門家が4人回参加して当該配管溶接部における健全性評価に係る助言を与えたほか、原子力規制委員会からの依頼に対応して実施した亀裂進展解析等の結果を取りまとめて上述の公開会合(令和2年10月)で報告するなど、人的・技術的支援を行った。 ・ 内閣府へ提供した高浜・泊サイトの放出シナリオに対する防護措置の被ばく低減効果に関する解析結果は、京都府「高浜発電所に係る地域協議会」(平成27年8月)や「北海道防災会議原子力防災対策部会有識者専門委員会」(平成29年3月)の技術情報として活用された。また、1F事故での防災業務関係者の個人線量と活動内容の分析結果は、内閣府の「オフサイトの防災業務関係者の安全確保の在り方に関する検討会」(平成27年10月)の技術情報として活用された。 ・ 現存被ばく状況下における住民の線量評価や行動制限の効果に関する知見は、内閣府及び原子力規制庁による特定復興再生拠点の避難指示解除に向けた検討において活用され、当該検討結果に基づいて令和2年3月に大熊町・双葉町・富岡町の特定復興再生拠点区域の先行解除が実施された。 ・ トレンチ処分の安全評価の考え方に係る技術的知見は、原子力規制委員会における日本原子力発電株式会社東海発電所の低レベル放射性廃棄物埋設事業許可申請の審査における技術情報(平成27年10月)、除染により発生した除去土壌の再利用可能な放射性Cs濃度に関する考え方・解析結果は環境省の再生利用基準整備のための技術情報(平成28年5月及び6月)及び福島県外での除去土壌の保管状況(現状の保管場所・形態・濃度条件)に応じた線量評価結果は環境省の除去土壌処分に係る基準整備のための技術情報(平成29年9月)として、それぞれ活用された。 ・ 福島県での家屋調査データ等を用いて得られた屋内退避時における防護措置の有効性評価に関する知見は、内閣府の屋内退避施設の整備に関する技術資料「原子力災害発生時の防護措置—放射線防護対策が講じられた施設等への屋内退避—について[暫定版]」の改訂に活用される予定である。 ・ RPVを対象とした確率論的構造健全性評価の標準的解析要領は、日本電気協会電気技術指針「確率論的破壊力学に基づく原子炉圧力容器の破損頻度の算出要領(JEAG4640)」(平成31年3月発行)の策定方針として、PFMに基づくRPVの破損頻度の評価結果は、当該技術指針における亀裂評価点の根拠として、それぞれ活用された。また、配管の弾塑性耐震評価のためのベンチマーク解析結果は、日本機械学会 設計・建設規格 事例規格「弾塑性応答解析に基づく耐震Sクラス配管の耐震設計に関する代替規定」(令和元年6月発行)における技術的参考情報として活用された。さらに、飛翔体衝突による影響評価に係る成果は、国際標準化機構規格「ISO10252: Bases for Design of Structures - Accidental actions」(令和2年3月発行)の航空機衝突の節において引用された。 ・ RPVの照射脆化評価に関する統計分析と微細組織分析の結果を日本溶接協会に提供し、当該結果等を取りまとめた最終報告書として令和4年度に公開される予定である。 ・ 放射線防護の最適化における単位集団線量の貨幣評価値に関する研究内容は「原子力発電所の確率論的リスク評価に関する実施基準(レベル3PRA編):2018(AESJ-SC-P010:2018)」(平成30年10月発行)附属書における技術的参考情報として活用された。また、核燃料施設を対象とした確率論的リスク評価手法に関する研究成果は、日本原子力学会標準「核燃料施設に対するリスク評価に関する実施基準:2018(AESJ-SC-P011:2018)」(令和元年6月発行)付属書における技術的参考情報として活用された。 ・ 「原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法等の技術評価に関する検討チーム会合」(原子力規制委員会)、「東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会」(原子力規制委員会)、「維持規格の技術評価に関する検討チーム会合」(原子力規制委員会)、「除去土壌等の再生利用に係る放射線影響に関する安全性評価検討ワーキンググループ」(環境省)等
---	---

の国の検討会等に専門家が参加し（実績は以下の表の②に示すとおり）、国の規制基準類整備のための技術的支援を行った。

- ・学協会における規格基準等の検討会に専門家が参加し（実績は以下の表の③に示すとおり）、学協会規格等の整備（実績は以下の表の④に示すとおり）のため、機構が実施した研究成果や分析結果の提示等を含めた技術的支援を行った。特に、ASME の規格基準に関するワーキンググループへの派遣では、「Boiler and Pressure Vessel Code Section XI, 2021 Edition」や「Boiler & Pressure Vessel Code, Section XI, Code Case N-877」の整備に貢献するなど、研究成果の国際標準化に取り組んだ。
- ・IAEA 等の国際機関の上級者委員会へ専門家が参加（実績は以下の表の⑤に示すとおり）したほか、IAEA から依頼された保障措置環境試料の分析結果を報告（実績は以下の表の⑥に示すとおり）して IAEA の保障措置強化に貢献するなど、国際機関の活動に対する人的・技術的貢献を行った。

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
①研究成果の提供等による国や学協会における基準類整備等への貢献	10 件	7 件	5 件	10 件	8 件	5 件
②国の検討会等への専門家参加	48 人回	44 人回	59 人回	48 人回	47 人回	55 人回
③学協会における規格基準等の検討会への専門家参加	163 人回	227 人回	227 人回	164 人回	180 人回	223 人回
④学協会規格等の整備への貢献	8 件	7 件	2 件	6 件	4 件	3 件
⑤IAEA 等の上級者委員会への専門家参加	26 人回	35 人回	44 人回	41 人回	36 人回	34 人回
⑥保障措置環境試料分析結果の IAEA への報告	50 試料	53 試料	52 試料	49 試料	51 試料	50 試料

なお、令和 3 年度も引き続き、原子力規制委員会の要請等を受けた安全研究を実施するとともに、国や学協会における基準類の整備のための検討会等への参加や安全研究成果の提供を通じて、当該基準類の整備等に貢献する。

(2) 原子力防災等に対する技術的支援

災害対策基本法（昭和三十六年法律第二百二十三号）、武力攻撃事態等における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律（平成十五年法律第七十九号）に基づく指定公共機関として、関係行政機関や地方公共団体の要請に応じて、原子力災害時等における人的・技術的支援を行う。

(2) 原子力防災等に対する技術的支援

原子力災害時等に、災害対策基本法等で求められる指定公共機関としての役割である人的・技術的支援を確実に果たすことを目的として、その活動拠点である原子力緊急時支援・研修センター（以下「NEAT」という。）の機能維持を図るとともに、原子力防災に関わる関係行政機関等のニーズへの対応や対策の強化への貢献を行い、第3期中長期計画を予定どおり進め、以下に示す成果を挙げた。

○原子力災害時等における人的・技術的支援

・平成27年度から令和2年度までの期間に原子力災害等の緊急事態の発生はなかったが、要請に応じて支援を行う態勢を維持し、下

<p>東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を活かした人材育成プログラムや訓練、アンケート等による効果の検証を通し、機構内専門家のみならず、原子力規制委員会及び原子力施設立地道府県以外を含めた国内全域にわたる原子力防災関係要員の人材育成を支援する。また、原子力防災対応における指定公共機関としての活動について、原子力規制委員会、地方公共団体等との連携の在り方をより具体的に整理し、訓練等を通して原子力防災対応の実効性を高め、我が国の原子力防災体制の基盤強化を支援する。</p>		<p>記のとおり原子力発電所の警戒事態及び北朝鮮の地下核実験に際して迅速に対応した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成28年12月28日21時38分頃発生した茨城県沖地震では、茨城県北部が震度6弱となった。東海第二原子力発電所が所在する東海村は震度4であったが、当時の基準を踏まえ警戒事態として、NEATは速やかに情報収集を開始するとともに、通報連絡等の初期対応に当たった。 令和3年2月13日23時8分頃発生した福島県沖地震により、複数の原子力発電所（女川、福島第一、福島第二）が震度6弱で警戒事態となり、原子力規制委員会/内閣府原子力事故合同警戒本部が設置され、NEATは当直長が速やかに対応を開始するとともに、初期対応要員が参集して通報連絡等の対応に当たった。また、原子力規制庁より指定公共機関に対する機構内専門家（以下「指名専門家」という。）の派遣準備依頼を受け、NEAT職員（以下「専任者」という。）を招集して情報収集を行うとともに、指名専門家の中から派遣者のリストアップ、資機材の準備等を行った。 北朝鮮の地下核実験実施時（平成28年9月及び平成29年9月）には、原子力規制庁からの放射能影響を把握するための協力要請に即座に対応して体制を整備し、原子力基礎工学研究センターと協力しつつ世界版緊急時環境線量情報予測システム（WSPEEDI）による大気拡散予測計算を平成28年9月9日から9月15日までの期間及び平成29年9月3日から9月11までの期間において毎日実施した。計算結果は原子力規制庁のホームページで毎日公開され、国の放射能対策連絡会議の活動において、自衛隊機によるモニタリング飛行航路の判断材料等として活用された。特に、平成29年の地下核実験時は国の原子力総合防災訓練対応も実施しており、訓練対応人員の中から急遽大気拡散予測計算要員を確保して適切に対応を行った。 <p>○原子力防災関係要員の人材育成と訓練等を通した原子力防災体制の基盤強化</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力緊急時に活動する外部から信頼される対応要員の育成を目的に、毎年、指名専門家及び専任者を対象として、緊急時対応研修、緊急時通報訓練、緊急時特殊車両運転手の放射線防護研修、放射性物質大気拡散予測システム計算演習、防災支援システム操作訓練等を実施した。各研修は、1F事故の教訓を踏まえた防災基本計画、原子力災害対策指針の改正内容等の最新知見を反映して実施した。また、毎年、国や地方公共団体等が実施する各原子力防災訓練並びに緊急時モニタリングセンターでの机上及び実動訓練への参加、避難退域時検査場での対応を通して緊急時対応力の向上及び危機管理体制の維持を図った。 原子力施設立地道府県のみならず、周辺の緊急防護措置を準備する区域（UPZ）や避難者を受け入れる地方公共団体等の日本全国にわたる原子力防災関係要員を対象として、原子力防災や放射線防護等の知識・技能習得を目的とした実習を含む研修を実施し、原子力防災関係要員の緊急時対応能力等の向上に貢献した。実施に当たっては、消防関係者向けの放射性物質の輸送事故対応訓練や放射線測定機器の操作演習など各機関の職員に求められる対応やニーズを考慮した研修プログラムを整備した。研修後のアンケート調査結果を分析し、おおむね受講生の理解を得られていることを確認するとともに、継続的にテキスト及び説明内容を改善した。また、新型コロナウイルス感染症が拡大する中でも遠隔研修等の活用や感染防止対策を徹底した上で実習も継続し、受講生の理解増進に努めた。 1F事故後の新しい原子力防災対策を踏まえた原子力防災研修・訓練の在り方に関する調査、検討等を行い、原子力防災研修に対する評価及びより実効的な訓練・演習の開発の参考となる技術情報を整備した（平成27年度内閣府受託事業）。平成28年度には政策的に重要である原子力防災分野において原子力施設の緊急事態に際して意思決定業務に従事する中核人材（原子力災害対策本部（官邸、緊急時対応センター）、原子力災害現地対策本部の活動要員等）の育成を支援するため、IAEAの専門家の指導のもと我が国で初めて中核人材研修を試行した。さらに、平成29年度に専門研修課（平成30年度に専門研修グループに改称）を新設し、内閣府（原子力防災担当）受託事業（平成28年度から令和3年度まで）において研修を試行・実施し、緊急時における原子力災害対応の実効性向上に貢献した。 この中核人材向け研修においては、1F事故の教訓を踏まえた我が国独自の中核人材向け研修プログラムを開発した。また、受講者等との意見交換、研修後のアンケート調査、評価委員による評価等の結果を踏まえて、カリキュラム、テキスト及び説明内容を適宜改善し、今後に向けた研修課題（研修テーマの拡充、演習内容の多様化等）を明確化した。さらに、令和元年度より、常葉大学との共同研究（令和2年度及び令和3年度は委託研究）を実施し、1F事故の被災地方公共団体の災害体験を研修に導入するための手法・教材の開発を進めた。
--	--	---

<p>原子力防災等に関する調査・研究及び情報発信を行うことにより原子力防災対応体制の向上に資する。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・国、地方公共団体等が実施する原子力防災訓練の企画及び訓練に参画し、原子力災害対策本部、原子力規制委員会、地方公共団体、事業者等の連携した活動を支援するとともに、緊急時モニタリングセンター及び避難退域時検査への専門家及び特殊車両（体表面測定車、ホールボディカウンタ車等）の派遣等を行い、指定公共機関としての支援活動を実践した。参加した訓練は、国の原子力総合防災訓練（毎年）、地方公共団体の原子力防災訓練等に60回、その他緊急時モニタリングセンターの活動訓練であり、訓練への支援及び訓練の評価を通して実効性ある原子力防災体制の構築に貢献した。 ・上記のとおり、機構内の専門家及び国・地方公共団体等の原子力防災関係者に多様な研修を行うとともに、訓練によって地域防災の実効性を高め、我が国の原子力防災体制の基盤強化に大きく貢献できた。 <p>○調査・研究等による原子力防災体制の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力災害時等における防護措置の実効性を向上させるための調査・研究のニーズが、1F事故以降に国や地方公共団体で拡大したことに対応するため、平成29年度に緊急時対応研究課（平成30年度から緊急時対応研究グループへ改称）を新設し、原子力防災等に関する調査・研究及び情報発信を推進した。 ・確率論的事故影響評価手法を用いた解析的検討を安全研究センターとNEATが共同で実施し（平成27年度内閣府受託事業）、関西電力高浜原子力発電所を対象とした仮想事故シナリオに対する事故影響解析の結果は、京都府「第4回高浜発電所に係る地域協議会」（平成27年8月）における内閣府の説明資料として住民避難に係る理解の促進に活用され、平成28年1月から2月に実現した高浜原子力発電所3号機及び4号機の再稼働に貢献した。 ・原子力緊急事態における防護措置である要配慮者等の屋内退避に係る外部及び内部被ばく低減効果についての解析的検討を進め、「原子力災害発生時の防護措置—放射線防護対策が講じられた施設等への屋内退避—について〔暫定版〕」として内閣府に提供し、内閣府HPにおいて公表された（令和元年度内閣府受託事業）。当該成果は、国が原子力発電所周辺で整備を進めている放射線防護対策（気密化、陽圧化、放射性物質除去フィルタ設置等）を施した屋内退避施設の有効性を裏付ける技術的根拠として、内閣府が推進する防護対策についての原子力施設所在市町村等への説明などに活用された。 ・避難退域時検査に関わる調査では、車両汚染時の拭取り除染と水洗い除染について、放射性同位元素を用いた実験により除染効率を比較・評価し、拭取り除染と水洗い除染に除染効率においては大きな差異がないことを明らかにした（令和2年度内閣府受託事業）。また、避難退域時検査等において使用することが想定される市販の車両ゲート型放射線モニターの性能試験を実施し、指定箇所の測定性能評価試験方法を検証し、性能基準の検討や運用時の留意事項の抽出を行った。これら成果は内閣府・地方公共団体に提供され、避難退域時検査の効率化のための技術的根拠として活用される見込みである。 ・放射線モニタリングに関する調査・研究として、1F事故後の放射性物質の分布状況の経時変化を調査するため、平成27年度に航空機モニタリング準備室（平成29年度に緊急時モニタリング課へ改称、平成30年度から航空機モニタリンググループへ改称）を新設した。平成27年度から福島第一原子力発電所80km圏内外の航空機モニタリングを継続し、その結果は原子力規制庁のホームページから提供された（平成27年度から令和2年度までの原子力規制委員会受託事業）。また、原子力施設の緊急時における航空機モニタリングの実動を可能とするため、原子力施設等周辺*7を対象として平時におけるバックグラウンドのモニタリングを原子力規制委員会受託事業として実施して、全国の原子力施設周辺における1回目のデータの蓄積を終えた。 <p>*7：平成27年度：川内発電所、平成28年度：高浜/大飯及び伊方発電所、平成29年度：泊、柏崎刈羽及び玄海発電所、平成30年度：島根及び浜岡発電所、令和元年度：東通及び志賀発電所並びに六ヶ所再処理工場、令和2年度：美浜/敦賀発電所及び京大/近大炉)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成28年度以降、原子力規制庁及び防衛省と連携して国の原子力総合防災訓練等で自衛隊ヘリコプターによる実動訓練を実施することにより、緊急時航空機モニタリングの実効性を検証し、国が推進する緊急時の航空機モニタリングの実施体制の整備に貢献した。令和3年度は引き続き航空機モニタリングを実施し、福島第一原子力発電所80km圏内外の現状調査及び緊急時における運用を確立する。 ・平成30年4月にモニタリング技術開発グループ及び原子力防災に係る研究開発を統括する防災研究開発ディビジョンを新設して体制を大きく強化した。平成29年度まで福島研究開発部門で実施していた1F事故後の空間線量率及び放射性物質の土壌沈着量の
---	--	---

<p>海外で発生した原子力災害に対する国際的な専門家活動支援の枠組みへの参画及びアジア諸国の原子力防災対応への技術的支援を通じて、原子力防災分野における国際貢献を果たす。</p>		<p>分布状況の調査を平成30年度以降はNEATで受託した。福島研究開発部門福島環境安全センター（令和2年度以降は同部門廃炉環境国際共同研究センター）の協力のもと実施し、異なる手法による空間線量率モニタリング結果の統合化、モニタリング地点の最適化などモニタリングの実効性向上に資する技術情報を国へ提供した。これらの成果は、平成31年度以降の当該調査における定点モニタリングポイントの6,500地点から5,000地点への削減根拠として活用された。また、空間線量率や土壌沈着量の経時変化等についてまとめた9報の論文がUNSCEARの2020年報告書(令和3年3月9日公開)に引用された。</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和元年度及び令和2年度に福島研究開発部門と共同で、1F沿岸海域における海底土の放射性物質分布詳細調査を実施して中長期的な影響（蓄積・移動）の考察・解析に必要な基礎データを取得し、今後の放射性物質の蓄積・移動状況を評価するために適正な調査ポイント及び調査頻度について提案した。また、帰還困難区域における個人線量や実効線量等被ばく線量の実測・評価に関する調査を実施した。得られた成果は国に提供し、常磐線の全区間開通を含む特定復興再生拠点区域の先行解除を判断する技術資料として活用された。また、先行解除対象の市町村や住民に向けた説明資料を作成した。 国際研究協力として、IRSNと新たに原子力防災分野における協力関係を構築することを目指し、情報交換（平成27年9月及び平成28年1月）及び相互の研究者の定常的な情報交換の場として環境放射線モニタリングに関する第1回ワークショップを開催した（平成31年1月）。また、韓国原子力研究所（以下「KAERI」という。）との間で平成30年に新たに締結した放射線防護及び環境モニタリング技術開発のための実施取決めに基づき、福島県において実施した共同測定（平成30年10月）に基づく成果を学術論文誌等に共同で発表した。 原子力防災に係る調査・研究成果の最大化を図るため、内閣府（原子力防災担当）及び原子力規制庁放射線防護グループとの連絡会をNEATと安全研究センターが合同で開催した。国のニーズの把握に努めるとともに、ニーズに合致した成果や情報をタイムリーに発信、提供できるよう努めた。また、調査・研究成果等が機構内外の原子力防災対応の向上に活用できるよう、国内外の原子力災害時等における原子力防災制度やその運用に関する最新の情報を収集した。得られた情報を機構公開ホームページに掲載することにより発信し、関係行政機関からの多数の問合せに対応するなど、原子力防災関係の知識普及に貢献した。 <p>○原子力防災分野における国際貢献</p> <ul style="list-style-type: none"> IAEAが開催する原子力防災基準委員会（EPreSC）、原子力緊急事態における公衆とのコミュニケーションに係る技術会合、原子力及び放射線緊急事態における公衆とのコミュニケーションに関する国際シンポジウム、また、OECD/NEAが開催する国際緊急時対応演習（INEX）及び原子力緊急事態関連事項作業部会（WPNEM）にそれぞれ継続的に参加し、原子力防災に係る国際的な安全指針文書の策定に貢献するとともに、日本の原子力防災の最新状況を提供した。 IAEAの緊急時モニタリングに関する緊急時対応援助ネットワーク（以下「RANET」という。）の登録機関として、令和2年8月にレバノン爆発事故に係る試料分析の検討要請に対応した。また、毎年開催されるIAEA主催の国際緊急時対応訓練（以下「ConvEx」という。）に際しては、原子力規制庁と連携して、放射性物質の大気拡散予測計算や放射線モニタリングに係る支援内容の調整や対応プロセス等について確認した。 IAEAアジア原子力安全ネットワーク（ANSN）の防災・緊急時対応専門部会（EPRTG）のコーディネータとして、地域ワークショップの開催に貢献するとともに、NEATでワークショップを主催した（平成28年7月）。また、IAEA緊急時対応能力研修センター（以下「CBC」という。）の緊急時モニタリングに関するRANETワークショップ（福島県で毎年実施）の開催に協力するとともに、IAEA原子力発電基盤整備に関する訓練コース等の研修に講師を派遣するなど、国際的な原子力防災対応への技術的支援や人材育成に貢献した。 KAERI及び韓国原子力安全技術院（以下「KINS」という。）と原子力災害対応等に関する情報交換を実施した（平成27年10月、平成29年7月、平成30年10月）。また、中国国家原子力緊急対応技術支援センター、アラブ首長国連邦人材育成コンサルタント企業（OPIC Consulting & Training 社等）及びサウジアラビア原子力・再生エネルギー開発機関の視察団を適宜受け入れるなど、アジア諸国の原子力防災体制の整備や強化に資する情報を提供した。 日米緊急事態管理ワーキンググループ（平成29年5月）、米国エネルギー省が主催する航空機モニタリングに関する国際情報交換会合（平成28年4月、平成30年2月、令和元年5月、令和2年10月）に参加し、航空機モニタリング技術開発の現状及び1F事故後に
---	--	---

対応した住民の放射線に関する電話相談の実績を原子力災害時対応の実効性向上に係る知見として提供するとともに、各国の情報を入手した。

以下に記述するとおり、原子力規制庁及び内閣府のニーズに的確に対応し、研修、訓練、調査・研究、国や地方公共団体の防災計画等に関わる助言、組織の強化及び支援体制の維持・向上によって原子力防災対策の強化に大きく貢献した。

【評価軸】

⑥ 原子力防災等に関する成果や取組が関係行政機関等のニーズに適合しているか、また、対策の強化に貢献しているか。

【定性的観点】

- ・ 原子力災害時等における人的・技術的支援状況（評価指標）
- ・ 我が国の原子力防災体制基盤強化の支援状況（評価指標）
- ・ 原子力防災分野における国際貢献状況（評価指標）
- ・ 原子力災害への支援体制を維持・向上させるための取組状況（評価指標）

【定量的観点】

- ・ 機構内専門家を対象とした研修、訓練等の実施回数（評価指標）
- ・ 国内全域にわたる原子力防災関係要員を対象とした研修、訓練等の実施回数（モニタリング指標）
- ・ 国、地方公共団体等の原子力防災訓練等への参加回数（モニタリ

○原子力災害時等における人的・技術的支援状況

・ 令和3年2月13日の福島県沖地震による警戒事態における原子力規制庁からの支援要請への対応等、平成27年度から令和2年度までの期間、情報収集事態（8回）及び警戒事態（2回）において、NEATの緊急時体制を立上げて確実に初動対応に当たった。これらの事態に至らない事象（例えば、原子力施設所在市町村で震度4の地震発生、気象庁による大津波警報の発表、火山噴火、原子力規制委員会からの緊急情報メールサービスの受信等）においても、テレビ、気象庁ホームページ等から情報収集を行うなど迅速な対応に備えた。また、北朝鮮の地下核実験時（平成28年9月及び平成29年9月）には、即座に対応体制を整備して放射能影響を把握するための大気拡散予測計算を実施し、国の放射能対策連絡会議の活動を支援した。

○我が国の原子力防災体制基盤強化の支援状況

・ 原子力緊急時に活動する外部から信頼される機構内専門家の育成を目的とした研修、訓練の実施回数は、年平均実施回数88.4回（受講者数915名）と前中期目標期間の年平均実施回数（44回）を上回る実績を挙げた。また、国内全域にわたる原子力防災関係要員を対象とした実習を含む研修は、年平均実施回数53.5回と前中期目標期間の年平均実施回数56回を若干下回るものの、新たに原子力対策本部要員を含む幅広い人材の育成に対応するため研修の質を大きく向上させた。特に、中核人材の育成を支援するための研修では、対象者のレベルや経験に応じた多様な研修プログラムを開発した。当該研修は、研修プログラムの完成度に応じ検討段階、試行段階、策定段階として、PDCAを実践しながら完成度を高めつつ実施してきた。この取組は内閣府から高く評価され、中級レベル向け研修は令和元年度に検討段階から試行段階へ、バスによる住民避難等研修は令和3年度に検討段階から試行段階へ、初級レベル向け研修及び講話型セミナーは令和元年度に試行段階から策定段階へレベルアップされ、中核人材の育成に活用されている。

	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
内閣府受託の中核人材研修	—	1回 (20人)	5回 (160人)	37回 (535人)	46回 (868人)	44回 (1598人)

- ・ 国、地方公共団体等が実施する原子力防災訓練への参画数は、60回（「2. 主要な経年データ」に年度毎の回数を記載）と前中期目標期間の年平均実施回数：5.8回を上回る実績を挙げるとともに、緊急時モニタリングセンターの活動訓練にも適宜参加し、実効性ある原子力防災体制の構築に貢献した。
- ・ 研修、訓練、調査・研究等を通じた我が国の原子力防災体制基盤強化への支援に加え、防災基本計画、原子力災害対策マニュアル、国民の保護に関する基本指針、緊急時対応及び地域防災計画それぞれの修正等の都度、指定公共機関として技術的助言等を行った。また、原子力防災に関する協議会等（道府県原子力防災担当者会議、茨城県東海地区環境放射線監視委員会、原子力施設等放射能調査機関連絡協議会、茨城県広域避難計画勉強会、茨城県防災会議等）へ継続的に出席して技術的助言を行い、国及び避難を受け入れる地方公共団体も含め、それぞれの地域の特性を踏まえた原子力防災体制の強化に向けた取組を支援した。
- ・ 防災基本計画に示された緊急時の公衆被ばく線量把握の体制構築について機構内の専門家に協力を得てワーキンググループを設置して検討し、機構の専門性を活かし緊急時の体制等の整備、緊急時被ばく評価のための情報の収集や評価技術の在り方について「緊急時の線量評価検討WG 報告書」（平成29年3月）として取りまとめた。また、公開資料「原子力緊急時における公衆の被

<p>ング指標)</p> <p>【研究開発課題に対する外部評価結果、意見内容等】</p>	<p>ばく線量評価に関する調査と検討」(令和2年12月)として取りまとめた。</p> <p>・上述の国等が実施する原子力防災訓練や原子力防災体制の整備への支援を効果的に実施するため、平成30年度4月に原子力防災支援グループを新設した。同時に、原子力防災支援グループ、基礎研修グループ及び専門研修グループを統括する防災支援研修ディビジョンを新設して体制を大幅に強化し、国等が推進する原子力防災に係る人材育成や原子力防災体制の基盤強化への支援を拡大させた。原子力防災支援グループは令和3年4月には基礎研修グループと福井支所を統合し、原子力防災体制の基盤強化を一元的に担う組織として強化した。</p> <p>○原子力防災分野における国際貢献状況</p> <p>・上述のIAEA、OECD/NEAでの活動やCBCのRANETワークショップ、ConvEx訓練への協力を通じて、国際的な原子力防災の体制整備や実効性向上に貢献するとともに、韓国、中国、アラブ首長国連邦、サウジアラビアへの原子力防災体制に係る情報提供など、アジア諸国の原子力防災体制の整備や強化に貢献した。また、緊急時モニタリング等に関するKAERI、KINS及びIRSNとの二国間協力を推進した。</p> <p>○原子力災害への支援体制を維持・向上させるための取組状況</p> <p>・平成27年度に航空機モニタリング準備室を新設して、国の緊急時航空機モニタリングを支援する体制を整備するとともに、原子力総合防災訓練等での実動訓練を通して実効性を検証し、支援体制の維持、向上を進めた。また、国等のニーズに迅速かつ効率的な支援や情報提供を行うため、NEATと安全研究センターとの部門内連携及び福島研究開発部門、システム計算科学センター、建設部、茨城地区における各拠点の放射線管理部との連携を推進した。</p> <p>・国、地方公共団体等が実施する原子力防災訓練への参加を通じた実動、指名専門家及び専任者を対象とした研修、訓練等を実施し、機構の指定公共機関としての支援体制の維持及び緊急時対応力の向上を継続して図った。</p> <p>・原子力災害時等に指定公共機関としての責務が果たせるよう、24時間体制で原子力規制庁等からの緊急時支援要請に備えるとともに、防災用情報通信システム、非常用発電設備等の緊急時対応設備の経年化対策など危機管理施設・設備の保守点検を行い、機能を維持した。</p> <p>【研究開発課題に対する外部評価結果、意見内容等】</p> <p>○安全研究・評価委員会(中間評価)における評価結果</p> <p>研究開発課題「原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究」について、外部有識者で構成される安全研究・評価委員会を平成30年12月27日に開催し、中間評価を受けた。特に、材料劣化・構造健全性に関する研究において、破壊靱性に関する試験データや解析で顕著な成果が得られ、米国機械学会や日本電気協会の規格の根拠として用いられる等、規制基準、学協会規格の整備等に継続的かつ着実に貢献しているとして、「SABCD」の5段階評価で8名中5名の委員から「S」評価を受けた。その他の個別研究分野(リスク評価・原子力防災、軽水炉燃料、事故時熱水力、核燃料サイクル施設、臨界安全、保障措置分析、放射性廃棄物管理)及び研究全般については、半数以上の委員が「A」評価とする結果であった。</p> <p>研究開発・評価委員会からの要望及び改善点に関する意見としては、機構内外との連携強化、研究成果の活用への期待、研究の進め方への要望、人材育成の取組の強化に加えて、安全研究全体として、取り組んでいる研究開発課題は十分かの説明、根本的な課題の解決のための取りまとめ等が挙げられた。これらを受けて、海外を含む機構内外との連携の強化、研究成果の活用への推進、規制ニーズや社会情勢の変化に対応した研究計画の適宜見直し、原子力規制庁職員も含めた人材育成の取組の強化、研究分野の適切性・十分性の評価と説明、総合的な評価による効率的・効果的な研究の推進等の方針を定めた。</p> <p>○安全研究委員会における意見</p> <p>外部有識者から技術的な意見を聞く場として安全研究センター長が設置している安全研究委員会を平成28年3月22日、平成29</p>	
--	---	--

		<p>年3月2日、平成30年3月6日、平成31年3月11日及び令和3年3月16日に開催した（令和元年度は新型コロナウイルス感染症の影響により書面討議とした。）。平成27年度からこれまでの安全研究センターにおける研究成果の創出状況に対し、以下に示すとおり、多くの高い評価を受けた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SAに重点を置きつつ、原子炉事故時の熱水力挙動、燃料挙動、原子炉の材料劣化・健全性評価、燃料サイクル安全性、原子力防災支援などの広範な分野で安全研究を遂行し、原子力安全規制行政への技術支援のニーズに対応した多くの研究成果を創出しており、技術支援機関としての達成度は高い。 ・CIGMA、NSRR等の大型実験装置を活用して実証性の高い実験データを提供し、かつ実験施設の維持、性能向上を図っている事は高く評価したい。 ・人材育成面では、国や学協会への技術的支援、大学との協力、原子力規制庁職員の受入、若手研究員の海外派遣等の多面的な努力が払われており、成果が期待できる。 ・国際協力面では、OECD/NEA、IAEA国際プロジェクトへの参加や仏、米国等との二国間協力を推進し、研究成果の国際的なレベルの維持、向上が図られている。 ・1F廃炉事業や事故後の復興に係る課題、原子力防災活動に係るニーズ対応等の現場的な原子力安全上の課題へ対応する事も重要であり、福島研究開発部門、NEAT等の原子力機構内関連組織との連携も重要であり、今後も緊密な協力を継続して行くことを期待したい。 <p>○安全研究委員会における意見の反映状況</p> <p>「安全研究全体の実施内容と原子力規制委員会のニーズとの関連が必ずしも明瞭でない部分がある」（平成27年度及び平成29年度）、「全体としての研究マトリクスや方向性が見える説明が必要」（平成28年度）との指摘が委員よりあった。これらの指摘に対して、「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」等との対応と集約先を含む全体像、大規模実験と基盤研究の関係、マイルストーン等から構成される全研究分野の方針を取りまとめ、次年度の安全研究委員会で説明し、確認いただいた。</p> <p>「長期的な視点から研究課題や目標を定めるとともに、人材育成と技術力の維持の観点から大学との連携や原子力規制庁研究職員の受入等を積極的に継続してほしい。」（平成30年度及び令和元年度）との意見に対しては、第4期中長期目標期間を見据えた安全研究の戦略的な展開について、安全研究センターの枠に留まらず安全研究・防災支援部門で議論を進めた。人材育成に関しては、原子力規制委員会と締結した人材育成に関する協力協定に基づき、引き続き原子力規制庁の職員を協力研究員等で受入れるとともに共同研究を積極的に進めた。また、令和2年4月に東京大学に設置された国立研究開発法人連携講座を活用し、研究・人材育成支援体制の強化を進めている。</p> <p>「センター内の研究分野間の交流を積極的に進めるとともに、福島研究開発部門、原子力基礎工学研究センター等の他部門組織とのできるだけ効果的な協力体制を構築してほしい。」（令和元年度）との意見に対しては、センターの研究活動を俯瞰し横串機能を果たす新組織の部門直下への配置やセンター内組織再編等の組織改正を令和2年4月に行い、相互連携機能の強化を進めた。また、放射線防護研究や1F事故分析に係る研究等では、福島研究開発部門、原子力基礎工学研究センターと連携して業務を遂行した。限られた資源でより効果的・効率的に成果を創出するためにも、引き続き他部門組織との連携を強化していく。</p>
<p>『理事長のマネジメントに係る指摘事項等への対応状況』</p> <p>【理事長ヒアリング】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「理事長ヒアリング」における検討事項について適切な対応を行ったか。 		<p>『理事長のマネジメントに係る指摘事項等への対応状況』</p> <p>【理事長ヒアリング】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 検討事項（平成28年度理事長ヒアリング）：NEATが内閣府から委託を受けて実施する原子力防災研究・研修所構想の件費を委託費で執行する方策について、受託に関わる職員を任期付職員にする（機構内出向）等、人事部と検討すること。 ○ 対応状況：外部資金で定年制職員を採用する制度を平成29年度より運用開始した。 ○ 検討事項（令和2年度理事長ヒアリング）：第4期中長期計画で規制関係の研究として何をやるべきか、日本の規制がどうあるべきかを世界の状況を踏まえて機構なりに考えを述べて展開して欲しい。 ○ 対応状況：第4期中長期目標期間を見据えた安全研究の方向性及び具体的な研究計画について、「今後推進すべき安全研究の分

野及びその実施方針」(令和3年度以降の安全研究に向けて)(令和2年6月24日 原子力規制委員会)等を参照し整合を図り、安全研究センターの枠に留まらず安全研究・防災支援部門で議論を進めた。この安全研究の方向性及び研究計画を機構の技術報告書として取りまとめ、令和3年度に機構外へ提示する予定である。令和4年度以降の戦略と計画については今後も定期的に見直し・改訂を行っていく。

【理事長マネジメントレビュー】

- ・「理事長マネジメントレビュー」における改善指示事項について適切な対応を行ったか。

『外部からの指摘事項等への対応状況』

【中間期間主務大臣評価結果】

- ・安全研究について、これまでの取組から、NSRRによる注目すべき試験データが得られているほか、CIGMA装置の稼働による格納容器内熱水力現象解明に係る重要なデータが得られている。今後とも、これらの成果を規制に関する知見の充実及び規制基準への反映等に展開するべき。
- ・原子力防災に対する技術的支援について、国全体の原子力防災体制の充実、人員の能力向上等に寄与がなされている。今後は、各自治体の防災に対する意識向上や防災計画の充実等、具体的な成果につながるよう取り組むべき。
- ・安全研究・防災支援部門の研究資源の維持・増強状態については、平成29年度、平成30年度評価において段階的に資料が提示され、研究資源の維持・増強状態が確認された。今後も安全研究センター及び原子力緊急時支援・研修センターの会計をその他のものと明確に区分した管理を継続し、研究資源に係る情報を毎年度提示するとともに、予算配分の考え方・決算についても自ら説明責任を果たす必要がある。
- ・福島第一原子力発電所事故を踏まえて重要性が増した過酷事故、外的事象などを含め、広範囲にわたる原子力安全に関する研究課題について、規制のニーズを考慮しつつも、機構自ら問題意識を持って、さらに積極的に研究を進めるべき。

【理事長マネジメントレビュー】

- 特段の指摘事項なし。

『外部から与えられた指摘事項等への対応状況』

【中間期間主務大臣評価結果】

- NSRR 実験で破損した燃料について破損メカニズム解明のための要素試験や詳細解析を行うとともに、得られた最新知見に基づいたより合理的な規制基準の考え方の検討を進めたほか、CIGMA装置を用いて格納容器の過温破損に係る熱水力挙動データやベント時の水素リスクに係るデータの取得を進めた。引き続き原子力規制委員会や学協会等に対して最新の知見を提供するとともに、原子力規制委員会等における基準類整備のための検討会等への参加を通して、規制基準類整備のための技術的支援を行っていく。
- 住民避難用バスの事前準備と緊急手配、避難のボトルネックとなる避難退域時検査の計画立案といった実践的な研修を全国の原子力発電所立地自治体を対象に実施するとともに、訓練等を通じてフォローアップすることにより、原子力防災に対する意識向上と地域防災計画や避難計画の充実に貢献した。また、屋内退避の被ばく低減効果、防護装備の最適化、汚染検査方法などの研究成果は各自治体が利用できるマニュアルとして提供するなど、計画等へ実装できる形での技術的支援に取り組んだ。
- 安全研究センター及びNEATそれぞれの会計をその他のものと区分することとした上で、外部有識者から構成される規制支援審議会において、安全研究に係る予算配算の考え方や収支の開示について審議を受け、原子力規制委員会国立研究開発法人審議会の機構部会において人員及び予算・決算に係る情報を提示することとした。これらの対応を継続することで、研究資源に維持・増強に対する説明責任を果たすこととした。
- リスク評価、SA評価及び地震・飛翔体衝突等の外部事象に係る研究は、当部門の重点課題と位置付けて研究体制を強化するとともに、機構内他部門、他機関や大学等と積極的に連携・協力しながら進めるなど、引き続き質の高い研究成果を挙げられるよう努めている。

自己評価	評価	A
------	----	---

【評価の根拠】

2. 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究

- ・ 機構が毎年度開催した規制支援審議会において、受託研究、委託研究及び共同研究に関して、これまでに策定した「受託事業実施に当たってのルール」を遵守し中立性と透明性が確保されていること及び部門長の決裁についても中立性が担保されていることが確認されるとともに、「受託事業実施に当たってのルール」の一部表現の適正化のための改正が承認されるなど、実効性、中立性及び透明性を確保した規制支援業務を達成できた。また、外部資金の活用や原子力規制庁との共同研究により CIGMA、HIDRA 等の整備を行うとともに、これらを用いた実験を行い解析モデル開発等に必要なデータを取得した。さらに、定年制職員 36 名を採用するなど、将来の規制支援に必要な研究資源を増強した。
- ・ 安全を最優先とした取組により、安全文化醸成活動やリスク管理を継続的に進めて、大きな人的災害、事故・トラブル等の発生を未然に防止した。
- ・ 部門内の若手職員に対する多様な育成活動を知識継承に配慮しつつ実行するとともに、原子力規制庁からの人材受入れや原子力規制庁との共同研究による人材交流を行い、更なる人材育成・交流の発展・拡大に尽力した。

(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究【自己評価「A」】

- ・ 原子力規制委員会等のニーズを的確に捉えて、137 件の受託事業による外部資金を獲得して、多様な原子力施設の SA 対応等に必要な安全研究を実施したことを通じ、第 3 期中長期計画の達成に向けて平成 27 年度から令和 2 年度までの各年度計画を全て達成した。STACY は許認可プロセスにおいて予想外に時間を要したため更新作業に遅れが生じ、令和 3 年度中の初臨界が不可能となった。本件への対応として、機構全体として早期の運転再開に向けた対応を進めるとともに、STACY 更新炉による成果を適切に反映できるように実験計画の精緻化を進めたほか、燃料デブリの臨界計算を行える Solomon を世界で初めて整備した。令和 2 年度に東京大学へ設置された国立研究開発法人連携講座において、職員 2 名が担当教員となって活動を開始して機構外における原子力分野の専門家育成に尽力するなど、年度計画を上回る顕著な成果を挙げた。
- ・ 平成 27 年度から令和 2 年度まで、機構が運営機関となる OECD/NEA ARC-F プロジェクトを含む延べ 321 件の国際協力や延べ 177 件の産学との連携活動による成果の最大化及び国際水準の成果創出に取り組んだ。高温条件や計測点密度で世界有数の性能を持つ CIGMA を完成させ、当該装置により得られた格納容器冷却や水素リスク等に関するデータが、OECD/NEA HYMERES プロジェクト等において実験条件策定やベンチマーク解析に活用されたほか、NSRR で実施した高燃焼度燃料の RIA 模擬試験により従来の水準を下回る燃料破損限界や新たな破損モード等の安全評価上重要な知見を取得するとともに、これらの成果が OECD/NEA の SOAR 等で参照された。また、機構が開発した THALES2/KICHE による 1F 事故進展解析の成果を OECD/NEA BSAF2 プロジェクトの参加機関と共同で取りまとめるなど、査読付論文 459 報（学術誌論文 239 報、国際会議論文 214 報、その他書籍 6 報（459 報のうち英文誌論文 425 報））を公表した。さらに、研究活動や成果が国際的に高い水準にあることを客観的に示すものとして、32 件の国内外の学会表彰（うち英文誌論文に対する受賞 12 件）、102 件の招待講演依頼（うち国際会議における講演 52 件）や 69 件の国際会議の組織委員に対応するとともに、ASME の基準作成に貢献した。
- ・ 研究成果の提供並びに原子力規制委員会等の検討会に 301 人回及び学協会の検討会に 1,184 人回の専門家参加を通じて研究成果の最大化を図ったことにより、国の規制基準類や国内外の学協会規格等について 75 件の基準整備等に貢献した。例えば、照射された RPV の材料特性に係る評価結果は原子力規制委員会における電気技術規程 JEAC4216 及び JEAC4206 に対する技術評価の根拠として、PASCAL4 による RPV 溶接継手に対する非破壊試験に関する評価結果は原子力規制委員会における維持規格の技術評価の技術情報として、それぞれ活用された。また、現存被ばく状況下における住民の線量評価や行動制限の効果に関する知見は原子力規制庁及び内閣府に提供され、大熊町・双葉町・富岡町の特定復興再生拠点区域の先行解除の実施（令和 2 年 3 月）に貢献した。さらに、関西電力大飯発電所 3 号機加圧器スプレイライン配管溶接部において確認された有意な指示に関して、原子力規制庁の公開会合に専門家が参加して健全性評価に係る助言を与えたほか、亀裂進展解析等の結果を取りまとめて公開会合で報告するなど、顕著な成果を挙げた。
- ・ 外部有識者から技術的な意見を聞く場として安全研究センター長が設置している安全研究委員会において、平成 27 年度から令和 2 年度までの研究成果の創出状況に対し、「広範な分野で安全研究を遂行して多くの研究成果を創出しており、技術支援機関としての達成度は高い。」「大型実験装置を活用して実証性の高いデータを提供し、かつ実験施設の維持・向上を図っている事は高く評価する。」「国や学協会への技術的支援、大学との協力、原子力規制庁職員の受入等の多面的な努力が払われている。」「OECD/NEA、IAEA 国際プロジェクトへの参加や二国間協力を推進し、国際的な研究レベルの維持・向上が図られている。」及び「1F 廃炉や原子力防災に係るニーズ対応のため、福島研究開発部門や NEAT 等の機構内組織と、今後も緊密な協力を継続していくことを期待する。」と安全研究センターの取組を高く評価する意見を頂いた。

上記のように、平成 27 年度から令和 2 年度までの各年度計画を全て達成するとともに、各評価軸に対して顕著で高い水準の実績を達成した。令和 3 年度においても、引き続き各評価軸に対して顕著な安全研究成果を創出するよう努める。以上を踏まえ、自己評価を「A」とした。

(2) 原子力防災等に対する技術的支援【自己評価「A」】

- ・平成27年度から令和3年度までの期間は、原子力発電所の再稼働及び新規制基準に適合した原子力発電所が増えて、国及び地方公共団体等ではより実効的な原子力緊急時への備えが急務となっている状況の中で、原子力防災や原子力災害対策に係る国のニーズを的確に捉えて受託事業の件数（平成27年度：2件、平成28年度：5件、平成29年度：4件、平成30年度：6件、令和元年度：9件、令和2年度：8件、令和3年度：7件）を着実に拡大させた。新たに拡大した業務を円滑に推進するため、かつ効率的に成果を創出・活用するため、組織の大幅な強化、部門内外との連携の拡大、少ない人員の柔軟な配置をもって適切に対応し、各年度計画を上回る顕著な成果の創出と技術的支援を達成した。特に、達成目標とされている機構内専門家を対象とした研修、訓練等の実施回数は、年平均実施回数88.4回と達成目標44回/年を大きく上回る実績を挙げた。
- ・原子力規制委員会の緊急時対応を支援するための緊急時航空機モニタリング支援体制の構築、IAEAやアジア諸国への国際貢献活動等の拡充など、国内外における原子力防災に対する体制や対策の強化に顕著に貢献した。これらに加えて、北朝鮮の地下核実験実施時は大気中放射性物質拡散予測計算による迅速な技術的支援を行った。
- ・原子力防災に係る人材育成と緊急時対応に関する研究へのニーズに対応するための組織を部門一体で新設して、1F事故の教訓を踏まえた我が国独自の研修及び防護措置の実効性向上に向けた研究を展開した。その結果が原子力災害対策本部で活動する中核人材の育成、避難計画や屋内退避施設の防護対策の技術的根拠として活用されるなど、原子力発電所再稼働への準備として国と地方公共団体が推進している住民の理解促進、住民防護のための対策強化等に貢献した。

以上のように、第3期中長期目標期間に期待された成果を全て達成するとともに、評価軸に対して顕著で高い水準の実績を達成できたことから、自己評価を「A」とした。

以上を総合的に勘案し、第3期中長期目標期間終了時に見込まれる業務実績に関する自己評価を「A」とした。

【課題と対応】

- ・戦略的な安全研究の実施と原子力安全の継続的改善に向けた研究基盤の強化のため、リスク情報を活用した実践的研究や緊急時対応研究等を重点課題として取り組むとともに、機構の特長を生かした研究施設の有効活用、機構内・国内外との連携の強化、大学等との連携協力を通じた人材の確保・育成を進める。
- ・原子力防災に係る対策の実効性向上と必要な人材・体制の強化のため、原子力防災に係る調査・研究を通して、1F関連の広域モニタリング技術の原子力災害対応への活用、実効性ある広域避難や防護措置を支援するとともに、研修の高度化による防災体制の更なる強化を図る。

4. その他参考情報

特になし。