

令和元年度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)

令和元年 7 月 2 1 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                 | H27年度              | H28年度              | H29年度              | H30年度               | R1年度               | R2年度 | R3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                |      |      |
| 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<br>(829人) ※1   | 58回<br>(855人) ※1   | 51回<br>(859人) ※1   | 161回<br>(1,011人) ※1 | 165回<br>(930人) ※1  |      |      |
|                                    | 参考値<br>(前中期目標期間平均値等) | H27年度              | H28年度              | H29年度              | H30年度               | R1年度               | R2年度 | R3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                 |      |      |
| 発表論文数（査読付論文数）(1)のみ                 | 49.4報（37.6報）         | 75報（65報）           | 87報（75報）           | 94報（75報）           | 97報（83報）            | 96報（78報）           |      |      |
| 報告書数(1)のみ                          | 12.4件                | 6件                 | 12件                | 7件                 | 8件                  | 5件                 |      |      |
| 表彰数                                | 3.2件                 | 6件                 | 2件                 | 6件                 | 5件                  | 8件                 |      |      |
| 招待講演数                              | —                    | 26件                | 22件                | 13件                | 15件                 | 15件                |      |      |
| 貢献した基準類の数                          | 15件                  | 18件                | 14件                | 7件                 | 16件                 | 12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               |      |      |
| 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<br>(1,644人) ※1 | 32回<br>(1,514人) ※1 | 38回<br>(1,654人) ※1 | 47回<br>(1,512人) ※1  | 90回<br>(2,042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                |      |      |

※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） |         |         |         |         |         |       |       |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|
|                             | H27 年度  | H28 年度  | H29 年度  | H30 年度  | R1 年度   | R2 年度 | R3 年度 |
| 予算額（百万円）                    | 3,383   | 3,678   | 4,292   | 4,226   | 5,808   |       |       |
| 決算額（百万円）                    | * 7,770 | * 8,273 | * 9,563 | * 8,550 | * 7,726 |       |       |
| 経常費用（百万円）                   | 7,344   | 7,387   | 8,971   | 8,985   | 7,427   |       |       |
| 経常利益（百万円）                   | △225    | 113     | △301    | △45     | △150    |       |       |
| 行政コスト（百万円）                  | —       | —       | —       | —       | 9,910   |       |       |
| 行政サービス実施コスト（百万円）            | 3,651   | 1,513   | 3,927   | 4,459   | —       |       |       |
| 従事人員数                       | 84      | 93      | 100     | 104     | 106     |       |       |

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、受託事業等の増です。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価

| 中長期目標  | 中長期計画  |
|--|--|
| <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。</p> <p>(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</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> | <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>(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</p> <p>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。</p> <p>実施に当たっては外部資金の獲得に努める。</p> <p>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。</p> <p>1) 安全研究</p> <p>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。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。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。</p> <p>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。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> <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>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</p> |

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。

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。

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。

## 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) 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。

## (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。

東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を活かした人材育成プログラムや訓練、アンケート等による効果の検証を通し、機構内専門家のみならず、原子力規制委員会及び原子力施設立地道府県以外を含めた国内全域にわたる原子力防災関係要員の人材育成を支援する。また、原子力防災対応における指定公共機関としての活動について、原子力規制委員会、地方公共団体等との連携の在り方をより具体的に整理し、訓練等を通して原子力防災対応の実効性を高め、我が国の原子力防災体制の基盤強化を支援する。

原子力防災等に関する調査・研究及び情報発信を行うことにより原子力防災対応体制の向上に資する。

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。

| 平成 31 年度計画  | 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"> <li>・ 規制支援業務の実施体制（評価指標）</li> <li>・ 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）</li> <li>・ 研究資源の維持・増強の状況（評価指標）</li> </ul> <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"> <li>・ 人的災害、事故・トラブル等の未然防止の取組状況（評価指標）</li> <li>・ 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）</li> <li>・ トラブル発生時の復旧までの対応状況（評価指標）</li> </ul> | <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 規制支援業務の実施体制 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> </ul> </li> <li>○ 規制支援審議会における審議状況、答申の業務への反映状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ コンプライアンス等の分野に精通した外部有識者 6 名から構成される規制支援審議会（以下「審議会」という。）を令和 2 年 1 月に開催し、前回の審議会（平成 31 年 2 月開催）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。</li> <li>・ 審議会において、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）」（「受託事業実施に当たってのルール」）を遵守し、中立性と透明性が担保されていることが確認された。</li> <li>・ 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、機構全体としての概算要求資料を提示すること及び昨年 の NRA 機構部会において収支等を開示したことで了承され、今後も継続することが要請された。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。</li> </ul> </li> <li>○ 研究資源の維持・増強の状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成 31 年に開催された審議会の答申を踏まえ、安全研究や規制支援に係る研究資源を強化するため、平成 30 年度（7 名）を上回る定年制職員 8 名を採用した。また、受託事業による外部資金により、定常臨界実験装置（STACY）の更新を行うとともに、原子炉安全性研究炉（NSRR）、大型非定常試験装置（LSTF）、大型格納容器実験装置（CIGMA）、高圧熱流動ループ（HIDRA）及び火災時フィルタ目詰り挙動観察装置（ACUA）を用い、運転・維持管理費を確保した上で試験を実施して研究成果を創出し、大型施設基盤の増強・維持を図った。</li> </ul> </li> </ul> <p>②安全を最優先とした取組を行っているか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 人的災害、事故・トラブル等の未然防止の取組状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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新たに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）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。</li> <li>・ 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を選定し、リスクの顕在化防止に努めた。</li> <li>・ 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、事故の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・討議する等、安全確保及び情報共有の強化に努めた。</li> </ul> </li> <li>○ 安全文化醸成活動等の実施状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 安全文化の醸成及び法令等の遵守について、毎月の課室安全衛生会議等において教育・周知を行い、安全意識等の向上に努めた。</li> <li>・ 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で、リスク管理等に対する意識の維持・向上に努めた。</li> </ul> </li> <li>○ トラブル発生時の復旧までの対応状況</li> </ul> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>(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</p> <p>原子力安全規制行政への技術的支援のため、「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」(平成30年7月原子力規制委員会)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、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</p> | <p><b>【定量的観点】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人的災害、事故・トラブル等発生件数(モニタリング指標)</li> </ul> <p><b>【評価軸】</b></p> <p>③ 人材育成のための取組が十分であるか。</p> <p><b>【定性的観点】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 技術伝承等人材育成の取組状況(評価指標)</li> <li>・ 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)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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、環境シミュレーション試験棟(STEM)内実験室の動力制御盤において、短絡事象(非火災)が発生した(環境影響及びけが人なし、不適合管理:ランクB)。本事象に対する原因分析と発生防止対策を行い、安全情報として発信し、機構内で共有した。</li> </ul> <p>③ <b>人材育成のための取組が十分であるか。</b></p> <p>○ <b>技術伝承等人材育成の取組状況</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 若手職員による国際学会等における口頭発表の実施(31人回)、中堅及び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開催・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、安全研究センター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。</li> <li>・ 若手の国際原子力機関(IAEA)等による研修への参加(2名)、IAEA主催国際緊急時対応訓練への参加(8名)、海外研究機関(フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)等)への派遣等(4名)、原子力規制庁への研究員派遣(3名)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。</li> <li>・ 東京大学との共同研究を通じて人材交流・人材育成に係る連携を強化し、安全研究の総合力強化や学位取得の促進等を図るため、国立研究開発法人連携講座設置に関する契約準備を進め、令和2年度から講座を開講する。</li> </ul> <p>○ <b>規制機関等の人材の受入れ・育成状況</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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任期付職員(4名)、協力研究員(4名)及び外来研究員(4名)として受け入れる(平成30年度は外来研究員8名)とともに、原子力施設の耐震評価、シビアアクシデント時のソースターム(環境に放出される放射性物質の種類、物質、物理的・化学的形態、放出時期といった情報の総称)評価、軽水炉燃料、東京電力福島第一原子力発電所事故起源の放射性核種分析等に関する5件の新規テーマを含む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した。構造健全性評価に係る研究では、外来研究員が第27回原子力工学国際会議(ICONE27)において論文発表を行った。</li> <li>・ 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の講師として専門家を76人回派遣し、原子力分野における教育活動に貢献した。</li> <li>・ 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。</li> </ul> <p>(1) <b>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</b></p> <p>科学的合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性に関する確認等に貢献することを目的として、「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」(平成30年7月18日原子力規制委員会)等に沿って、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多様な原子力施設のシビアアクシデント対応等に必要な安全研究を実施し、年度計画を予定どおり達成し、以下に示す成果を挙げた。</p> |
|---|--|---|

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、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

事故時の原子炉における炉心熱伝達や格納容器における水素及び温度拡散、エアロゾル挙動等に係る実験と関連する装置整備を継続するとともに、これらの実験に用いる先進的な二相流計測技術の開発を進める。数値流体力学（CFD）手法やシステムコードの高度化を進める。

事故条件下での燃料の破損限界や破損挙動が炉心冷却性へ及ぼす影響に係るデータの取得及び解析評価ツールの整備を継続するとともに、事故条件

#### 1) 安全研究

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

- 炉心損傷前の原子炉熱流動に関する研究では、加圧水型原子炉（PWR）総合効果試験装置である LSTF を用いて蒸気発生器伝熱管の複数本破断事象を対象に、炉心損傷に至るような厳しい事故シナリオでのアクシデントマネジメント\*1を検討するためのシステム効果実験を実施した。また、沸騰遷移後の炉心熱伝達の機構論的なモデル開発及び検証のために、それぞれの目的に応じて整備した高圧熱流動ループ（HIDRA）の 4×4 バンドル試験部、3×3 バンドル試験部、高圧単管試験装置及び先行冷却可視化実験装置を用いた個別効果試験を実施した。

\*1：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、シビアアクシデントの発生防止措置、シビアアクシデントに拡大した時の影響緩和措置、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。

- 炉心損傷後の格納容器熱水力に関する研究では、大型格納容器実験装置（CIGMA）を用いて、同装置が有する高温気体生成機能を活かした高温浮力噴流を用いた過温破損に関する実験並びに格納容器ベント\*2 及びスプレイ\*3 によるアクシデントマネジメントに関する実験を行うとともに、エアロゾル\*4 移行に関連するプールスクラビング\*5 及びスプレイスクラビング\*6 挙動について、除染係数に及ぼすプール水温や水滴サイズ、エアロゾル性状等の影響を調査する実験を行った。

これらの実験結果に基づいて、国産システム解析コードや数値流体力学（CFD）手法に必要な炉心熱伝達や格納容器冷却、水素挙動、プールスクラビングによるエアロゾル除去等に関する物理モデルの開発や既存モデルの妥当性の確認により、評価手法を高度化した。

\*2：格納容器の破損防止のため、放射性物質を含む気体の一部を外部に排出させて格納容器内部の圧力を下げる緊急措置

\*3：格納容器内壁にリング状に取り付けられたノズルからの散水による格納容器内部の冷却措置

\*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

- 上記の実験に必要な技術開発として、高精度液膜計測や 3 次元ボイド率計測等の先進的な二相流計測技術の開発を継続し、計測の高精度化に加え計測結果と機械学習の融合等新たな手法開発に着手した。また、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、計算の高速化等に関する解析手法を検討した。

- 欧州安全研究情報ネットワーク（NUGENIA）の枠組みで実施されるプールスクラビングに関するプロジェクト（IPRESKA）や経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）の格納容器水素移行挙動に関するプロジェクト（HYMERES2）、CFD 解析の原子力安全問題への適用に関するプロジェクト（CFD4NRS）で実施されるベンチマークにて解析結果を提供し、機構の解析手法が他機関と同等の性能を有することを示した。

- エアロゾル研究に関しては、世界最先端の研究を行っているフランス放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）との実施取決めに基づいて若手研究員を送り、スプレイスクラビングや水素計測の実験研究を行う等協力体制を強化した。

- 燃料の安全性に関する研究として、反応度事故（RIA）に関して、未照射燃料被覆管を対象に機械特性試験を実施し、RIA を模擬した応力条件下の被覆管破損限界に及ぼす水素化物析出形態の影響に関するデータ及び知見を取得した。また、高燃焼度沸騰水型原子炉（BWR）燃料（UO<sub>2</sub>燃料）の RIA 模擬試験を原子炉安全研究炉（NSRR）で実施するとともに、昨年度に NSRR に



下での燃料挙動評価に必要な試験装置を導入する。

原子炉圧力容器の照射脆化等に係るデータの取得、原子炉建屋及び機器・配管の健全性評価手法の高度化を継続する。

て実施した RIA 模擬試験で破損した高燃焼度改良型燃料の照射後試験を実施し、高燃焼度添加物入り BWR 燃料や高燃焼度 PWR 混合酸化物燃料 (MOX) 燃料の破損限界、破損メカニズム等に関するデータ及び知見を取得した。

- 原子力規制庁との共同研究において、燃料被覆管の通常運転時及び異常な過渡変化時の健全性、事故時の安全性に関する知見を拡充することを目的としてナノインデンテーション装置及び酸素・窒素・水素分析装置を整備した。
- 現在までに取得されてきた燃料破損挙動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 (Journal of Nuclear Science and Technology、令和元年 11 月)。本提案の土台となった RIA 時の燃料破損限界評価手法及び通常時及び事故時燃料挙動解析コードの整備に関わる一連の研究は、令和元年度日本原子力学会核燃料部会の部会賞 (奨励賞、令和 2 年 3 月) を受賞し、研究成果が国内の学会において高く評価された。
- 通常運転時及び事故時燃料挙動解析コードの改良等については、高燃焼度組織のスエリング (照射に伴って生じるペレットの体積膨張) に関する機構論的モデルを開発し、高燃焼度 BWR 及び PWR 燃料の照射後試験データによる検証解析により通常運転時の被覆管変形量及びペレット密度変化の予測性能を向上させた。また、MOX 燃料等が持つ非均質性を容易に取り扱い可能な核分裂生成物 (FP) ガス移行モデルを開発し、MOX 燃料照射データによる検証を進めた。昨年度公開した通常運転時の燃料挙動解析コード「FEMAXI-8」について、官公庁、大学、燃料メーカー等へ外部提供を行った。FEMAXI-8 の開発に関する研究成果は令和元年度日本原子力学会賞 (論文賞、令和 2 年 3 月) を受賞し、研究成果が国内の学会において高く評価された。
- 冷却材喪失事故 (LOCA) に関連して、通常運転時の腐食に伴う水素吸収の LOCA 後被覆管曲げ強度に及ぼす影響等、LOCA 時及び LOCA 後の燃料の健全性評価上必要なデータを取得した。また、LOCA を模擬した温度変化条件下で高燃焼度燃料ペレット単体の加熱試験を実施し、LOCA 時に燃料ペレットの細片化が生じる温度しきい値等を評価するとともに、LOCA 時に細片化した燃料ペレットの燃料棒内外移行挙動評価等に使用する LOCA 模擬試験装置の設置、調整を進めた。
- 経済協力開発機構原子力機関 (OECD/NEA) では RIA 時及び LOCA 時燃料挙動に係る最新知見レポート (SOAR) の作成を進めており、これまで機構で取得してきた RIA 及び LOCA 時燃料挙動研究成果を同レポートへ反映するとともに、その作成及び取りまとめに協力した。設計基準事故を超える条件下での燃料挙動評価に関して、1200℃を超える条件下での被覆管高温酸化試験を実施し、水蒸気供給条件等の影響について知見を取得した。ノルウェー・ハルデン炉にて昨年度までに照射成長試験を完了した試験片について、機構燃料試験施設での照射後試験実施に向けた輸送を完了した。
- 材料劣化・構造健全性に関する研究として、原子炉圧力容器 (RPV) の加圧熱衝撃 (PTS) 事象における健全性評価方法の保守性を確認するため、長期供用に伴う照射脆化を模擬した材料を用い、RPV 内表面の腐食を防止するために施工するステンレスオーバーレイクラッドの溶接熱影響や 2 軸荷重 (熱応力と内圧を想定した荷重) 等の効果を考慮可能な実機板厚に相当する大型試験体を脆性破壊させる総合的な破壊評価試験を実施した。その結果、破壊時の応力拡大係数が学協会規格で定める健全性評価方法における破壊靱性を上回り、評価方法が保守的であることを実験的に明らかにした。また、破壊靱性評価における微小試験片の適用性について、試験片の寸法、亀裂深さ等が応力拡大係数に及ぼす影響に関する解析結果を原子力規制委員会における学協会規格の技術評価検討チームに提供した。さらに、重大事故時構造物の詳細な延性破壊評価に係るクリープ則を提案する論文を原子力工学国際会議 (ICONE27) において発表し、日本機械学会動力エネルギー部門の優秀講演表彰を受賞した。
- 確率論的健全性評価手法に関して、国内 PWR の RPV を対象とした確率論的破壊力学 (PFM) 解析コード「PASCAL4」及び破損確率評価を行うための技術的根拠等を取りまとめた標準的解析要領について、対象機器を BWR の RPV に拡充するとともに、供用期間中非破壊検査に関する定量評価事例を整備し、規制判断を支援する手法としての PFM 解析の有用性及び実用性を示した。また、PASCAL4 の適用性向上を目的に設立した産業界や大学等の 7 機関で構成されるワーキンググループの活動内容やその成果を取りまとめた論文を原子力工学国際会議 (ICONE27) において発表し、日本機械学会動力エネルギー部門の優秀講演表彰を受賞した。
- 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健全性評価に資するため、高温工学試験研究炉 (HTTR) の床や壁に多数の地震計を設けて自然地震によるゆれを観測することに加え、人工波を送信して能動的にゆれを観測するための世界

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>再処理施設等の高レベル濃縮廃液蒸発乾固時の揮発性ルテニウムの放出・移行挙動データの取得と事象進展評価のためのモデル化、グローブボックス複合材料等の燃焼データ取得及び臨界事故時における沸騰に至るまでの溶液温度上昇挙動を再現できるモデルを構築する。</p> <p>東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置時の臨界安全評価のため、燃料デブリの基礎臨界特性データベースを拡充するとともに臨界リスク評価手法の整備を継続する。これらのデータ・手法の検証実験を STACY 更新炉で行うための炉心設計を継続する。</p> <p>シビアアクシデント時におけるソースターム評価手法及び格納容器内溶融炉心冷却性評価手法の整備並びに動的リスク評価手法の開発を継続するとともに、核分裂生成物の高温化学挙動等に係るデータを取得する。</p> |  | <p>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> <p>○ <b>再処理施設等シビアアクシデント時の核分裂生成物挙動評価と東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界管理</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高レベル濃縮廃液の蒸発乾固事故に関する研究では、放射性物質の移行挙動を評価する上で重要な、揮発性ルテニウム (RuO<sub>4</sub>) の熱分解に伴う RuO<sub>2</sub> エアロゾルの生成率や粒径分布、RuO<sub>4</sub> の熱分解速度等のデータを取得した。その結果、RuO<sub>4</sub> の溶液への吸収速度測定試験を行い、亜硝酸の存在により吸収が促進されることを明らかにした。また、事故対策として乾固物への注水を想定した試験を行い、乾固物温度が高い（約 400℃以上）場合にはセシウム等の水溶性 FP の放出率が増加し、放出率と注水に伴う蒸気流速の間に相関があることを見いだした。さらに、乾固物の温度変化解析モデルを作成し、温度の関数として実測した模擬乾固物の物性値（比熱、熱伝導率等）を適用することで、事象進展評価上重要な乾固物内部温度の経時変化を評価した。</li> <li>燃料加工施設の火災事故に関する研究では、グローブボックス材料であるアクリル (PMMA) 及びポリカーボネート (PC) 等を対象とした燃焼試験を実施し、これらの同時燃焼時の煤煙発生率や高性能粒子 (HEPA) フィルタの目詰まり挙動等に関するデータを取得した。PMMA 板の燃焼による PC 板への延焼の可能性を検討した結果、両者の面間距離が短い場合には、難燃性の PC 板に対しても延焼が生じることを確認した。また、当該材料の熱分解で放出される可燃性ガス成分について、限界酸素濃度等の燃焼特性データを取得した。有機溶媒燃焼時に放出される有機ミストが HEPA フィルタの目詰まりに大きく影響することを見いだした。以上の研究の実施に当たっては、IRSN との特定協力課題に基づいた会合を開催して積極的に情報交換を行った。</li> <li>燃料加工施設等の臨界事故に関する解析では、臨界事故のうち沸騰に至るまでの温度上昇に関して、繰り返して生じる出力バーストを考慮した解析手法を開発した。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を進め、その基礎となる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するとともに、近畿大学原子炉で取得した実験データを用いた手法の検証を開始した。</li> <li>再処理施設の経年劣化に関する研究として、異材接合継ぎ手を構成するタンタルについて、アルカリ水溶液を用いた除染作業時の耐食性及び機械的特性低下に係わるデータ（表面皮膜生成挙動、腐食速度、水素吸収量等）を取得し、アルカリ/酸交互浸漬、熱時効条件等の影響を明らかにした。</li> </ul> <p>東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリのリスク評価に基づく臨界管理に資するため、当該発電所 1 号機に装荷されていた 8×8 及び 9×9 燃料集合体の設計及びこれらの集合体の炉心装荷パターンに基づき、炉心溶融時に燃焼度の異なる集合体が混合することを想定した臨界特性を多数解析し、データベース化した。また、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うことのでき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。Solomon の開発に関する論文を臨界安全性国際会議において発表し、CEA 等より、二国間や OECD/NEA の枠組みでの研究協力の提案がなされた。さらに、定常臨界実験装置 (STACY) 更新に係る設計及び工事方法の認可に向けて炉心構造物の詳細設計が進捗したことを受けて、この詳細設計に基づいた臨界実験の炉心構成を検討した。</p> <p>○ <b>シビアアクシデント時のソースターム及び環境影響評価</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力科学研究所（原子力基礎工学研究センター）の FP 移行挙動再現装置により、ヨウ素、セシウム及び制御材であるホウ素を用いた高温化学実験を行い、生成される FP 化合物の化学形等に係るデータを取得するとともに、従来の飽和蒸気圧モデルに加えて平衡論/速度論の混合化学モデル「CHEMKEq」を備えた FP 移行挙動解析コード「ART」の整備を進めた。原子炉冷却系内の雰囲気及びホウ素の影響を考慮できる化学計算機能を導入したシビアアクシデント (SA) 総合解析コード「THALES2」により、代表的な事故シナリオにおけるソースターム解析を行い、他コードではシナリオ別にユーザーが指定する FP 化学種組成を、THALES2 では事故進展に応じて適切に評価できることを示した。</li> <li>原子力規制庁との共同研究において、高温 FP 化学挙動基礎データ拡充及び気相-液相間ガス状 FP 移行データ取得に向けた装置整備を進めた。</li> </ul> |
|---|--|---|

また、ソースターム評価コードとレベル3 確率論的事故影響評価コード (OSCAAR) との連携機能を整備するとともに、経済影響評価モデルの開発に着手する。屋内退避時における被ばく評価モデルの開発を継続し、家屋への浸透率・沈着率のデータを取得する。

原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する炉内等廃棄物処分の安全評価手法の整備やボーリング孔等の経路閉鎖設計の妥当性判断のための技術的知見を拡充するとともに、原子力施設の廃止措置終了時の被ばく線量評価及び残留放射能評

- 格納容器内熔融炉心冷却性評価のため、スウェーデン王立工科大学 (KTH) 及び筑波大学との協力による熔融炉心冷却性に関する実験データを取得するとともに、熔融炉心/冷却材相互作用解析コード「JASMINE」の床面拡がり挙動モデルの改良・検証を行い、米国の SA 解析コード「MELCOR」と組み合わせる不確かさを含めて炉心冷却成功確率を評価する手法の整備を進めた。
  - SA 時の水素燃焼評価に関して、CFD で化学反応を直接考慮する方法及び燃焼速度相関式を用いてより複雑な体系を扱う方法の2通りについて解析手法の整備を進めた。また、プラント状態や時間に依存する安全設備の応答を考慮した動的確率論的リスク評価 (DPRA) ツール「RAPID」の基本的な機能を整備し、多ケース解析の効率化技術及び結果のクラスタリングによるリスク情報抽出手法の開発を進めた。再処理施設の SA 評価手法に関して、窒素酸化物等の化学挙動を評価するプログラム「SCHERN」を整備し、実機相当の試解析を実施するとともに、再処理施設ソースターム解析コード「ART/CELVA-1D」の整備を進めた。
  - OECD/NEA プロジェクト「福島第一原子力発電所の原子炉建屋及び格納容器内情報の分析 (ARC-F)」において、東京電力福島第一原子力発電所の事故解析、個別現象解析等の準備として解析項目や担当機関を設定するとともに、実施機関として2回の国際会議を運営した。また、廃棄物管理に係る分析技術等を用いた ARC-F プロジェクトへの貢献として、東京電力福島第一原子力発電所で採取された固相試料や水試料に係る公開情報を調査し、情報をデータベースとして取りまとめるとともに、ヨウ素移行経路推定のための技術である汚染水中のヨウ素-129 の化学形態の定量手法の整備を継続した。
- 確率論的事故影響評価に関しては、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コード「OSCAAR」を令和2年3月に公開し、プレス発表した。本コードは、様々な気象条件下での放射性物質の環境中移行挙動や公衆への放射線影響を確率論的に評価できる国内唯一のレベル3PRA コードであり、今回の公開によって、研究機関、大学等による原子力施設等での事故影響評価への活用が期待できる。
  - モデルプラントにおける事故シナリオでの放出源情報及び年間の気象観測データ等を用いて、原子力発電所における確率論的評価手法に基づく事故影響評価解析を OSCAAR により行い、原子力災害対策指針に基づく適切な防護措置を検討するための参考となる技術的情報を整備した。また、ソースターム評価コードとの連携機能強化においては、THALES2 の出力情報を OSCAAR に適切に引き渡すレベル2-3 インターフェースシステムを開発し、総合的な不確かさ解析を実施するための基盤を整備した。
  - 国際放射線防護委員会 (ICRP) の2007年勧告の国内の放射線規制への取り入れに対応するため、線量係数計算機能及び核種摂取量推定機能を有するコードを開発した。緊急時モニタリング・被ばく線量評価手法に関しては、福島研究開発部門と協力し、日本の一般家屋を想定した実験により、屋内退避による被ばく低減効果に係る知見 (家屋内への放射性物質の浸透率、沈着率) を整理するとともに、一時的に屋内退避する施設に関し、建屋構造や換気方式の違いによる被ばく線量の変化を定量的に評価する手法を開発し、屋内退避時における防護措置の有効性検討を行った。これらの結果は屋内退避施設整備に資する技術基準案の策定に活用予定である。
  - 原子力事故時の高放射線量率下における多数の公衆及び作業者が摂取した放射性ヨウ素を迅速かつ高精度に測定できるγ線エネルギー分析方式の可搬型甲状腺モニタシステムを開発した。現存被ばく状況下での線量評価手法に関しては、福島研究開発部門と協力し、住民帰還を見越して我が国での生活行動や居住環境に加え、東京電力福島第一原子力発電所事故後の除染の影響を考慮した外部被ばく線量評価モデルを開発し、特定復興再生拠点の先行解除に向けた技術情報を原子力緊急時支援・研修センターが受託した事業を通して原子力規制庁及び内閣府に提供した。
- **東京電力福島第一原子力発電所を含む放射性廃棄物管理**
- 炉内廃棄物等処分の安全評価に関しては、我が国の典型的な集水域を対象とした将来の地形変化の評価手法を整備するとともに、不確かさを考慮した地形変化・地下水流動評価の妥当性判断に必要な知見や留意点を整理した。また、安全評価上重要な元素の一つであるニオブについて吸着挙動のモデル化を進めるとともに、ベントナイト系及びセメント系人工バリアの長期性能評価の妥当性を判断するための知見の整備を進めた。

価の手法整備を継続する。

IAEA ネットワークラボとして保障措置環境試料の分析及び分析技術の高度化のための開発調査を行うとともに、微小ウラン粒子を対象として化学状態マッピング法の開発を進める。

東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓等を踏まえ、原子力施設に脅威をもたらす可能性のある地震等の外部事象に関して、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を進める。

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及び原子力施設の安全性確認等に貢献するとともに、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。

- ・ 東濃地科学センターの協力を得て、中深度処分の漏えいモニタリング孔の閉鎖設計に関して、材料設計の妥当性判断に係る技術的知見を得るとともに、原位置で孔の閉塞性を実証しその確認手順を提示した。
- ・ 原子力規制庁との共同研究において、廃棄物埋設の坑道閉鎖措置の妥当性判断に必要な知見を取得することを目的に、閉塞部における止水材の長期的変質とそれに伴う透水性の変化を調べる試験装置の概念設計を行い、予備試験を実施した。また、長半減期放射性核種等の分析における信頼性確認のため、マイクロ波加熱分解による試料溶解、化学分離、EPMA 測定等の要素技術について技術的留意点の抽出や測定の有効性評価に係るデータを取得した。
- ・ 廃止措置終了確認に関する研究では、敷地内での放射能分布に対して、サイト解放後の浸透地下水、地表流、土砂移動による3つの核種移行の形態を考慮できる被ばく線量評価手法の改良を進めた。また、残留放射能濃度の確認手法に関して、事前の敷地サーベイ結果に基づく濃度測定の代表点選定の方法を整備するとともに、本方法に基づいた外生ドリフトクリギングの適用により、サイト解放の対象となる敷地全体における放射能分布の推定精度を向上させた。

#### ○ 保障措置環境試料分析

- ・ IAEA のネットワーク分析所の一員として、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 51 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。また、IAEA が主催したネットワーク分析所内相互比較試験において、更新した二次イオン質量分析装置による微小ウラン粒子の分析技術を用いて高精度で正確な分析結果を報告した。
- ・ 保障措置環境試料中の微小ウラン酸化物粒子の化学状態の違いを区別する方法として、レーザーラマン分光法を用いて微小ウラン粒子上の化学状態の違いを視覚化（マッピング）する技術を開発し、分析範囲等の分析条件を調整することでウラン粒子各部位の化学状態分析に成功した。また、濃縮ウラン粒子の精製時期決定法の開発を目的とし、低濃縮ウラン粒子を用いた検討を行い、誘導結合プラズマ質量分析における測定条件を最適化することで、複数個の粒子が含まれる試料に対して正確に精製時期が決定できることを確認した。

#### ○ 外部事象に関する技術的基盤の強化

- ・ 原子力施設に脅威をもたらす可能性のある飛翔体衝突に関して、現実的な建屋外壁の局部損傷評価手法を整備するため、より現実的な衝突条件（柔飛翔体、斜め衝突）における試験を実施し、局部損傷の程度や貫通挙動等のこれまでにない貴重なデータを取得した。また、飛翔体衝突による建屋外壁の局部損傷及び建屋内包機器への影響に係る評価手法を整備し、OECD/NEA の国際プロジェクト（IRIS3）において他機関から提供された衝突試験データと評価結果とを比較することで、評価手法の妥当性を確認した。
- ・ 地震事象に関しては、三次元詳細モデルを用いた原子炉建屋の地震応答解析手法の標準化に向けて、地盤と建屋の相互作用等の重要な因子の影響度評価結果及び地震観測記録の再現解析結果等を踏まえ、国内初の標準的解析要領案を整備した。また、経年配管のフラジリティ（地震動強さに対する損傷確率）評価について、配管のへん平化を考慮した破壊評価法をPFM解析コード「PASCAL-SP」に導入するとともに、技術的根拠等を取りまとめた評価要領を整備した。

#### ○ 科学的合理的な規制基準類の整備等

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

研究の実施に当たっては、原子力規制庁等との共同研究及び OECD/NEA や二国間協力の枠組みを利用して、協力研究や情報交換を行う。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・ホット施設等を活用するとともに、原子力規制庁から研究職職員を受け入れ、研究を通じて人材の育成に貢献する。

【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】

- ・ 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）

○ 国際協力研究・人材育成等

- ・ 研究の実施に当たっては、原子力規制庁との6件を含む28件の国内共同研究を行うとともに、OECD/NEA の国際研究プロジェクト、フランス等との二国間協力及び多国間協力の枠組みを利用して56件の国際協力を推進した。機構の被規制部門のホット施設等を管理する職員が原子力規制庁からの受託事業等の規制支援活動に従事する際には、受託事業実施に当たってのルールに従って安全研究センター兼務となる等、当該業務の中立性及び透明性を確保した。
- ・ 原子力規制庁より平成30年度実績（8名）を超える12名の外来研究員等を受け入れる（うち、6名は原子力規制庁との共同研究に従事）とともに、原子力施設の耐震評価、シビアアクシデント時ソースターム評価、軽水炉燃料、東京電力福島第一原子力発電所事故起源放射性核種分析等に関する5件の新規テーマを含む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等、新たな規制判断に必要となる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

- ・ 東京電力福島第一原子力発電所の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。事故時燃料挙動に関するこれまでの機構における研究成果が、OECD/NEA で作成中のRIA 時及びLOCA 時燃料挙動に係る最新知見レポート（SOAR）に反映された。原子炉冷却系内の雰囲気条件やホウ素の影響を考慮できる化学計算機能を導入したSA 総合解析コード「THALES2」により代表的な事故シナリオのソースタームを評価し、他コードではシナリオ別にユーザーが指定するFP 化学種組成を、事故進展に応じて適切に評価できることを示した。
- ・ 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、令和2年3月にプレス発表を行った。また、確率論的事故影響評価手法の整備においては、原子力災害時における様々な気象条件下での放射性物質の環境中移行挙動並びに公衆への放射線影響及び健康影響を確率論的に評価できる国内唯一のレベル3PRA コード「OSCAAR」を令和2年3月に公開した。
- ・ 公表した査読付き論文数78報のうち71報が、Journal of Nuclear Materials 誌、Oxidation of Metals 誌等の英文誌に掲載された論文であるとともに、国際会合において5件の招待講演を行った。また、機器・配管における放射状に分布する内部複数亀裂のモデル化手法に関する成果は、米国機械学会（ASME）のボイラ及び圧力容器基準「Boiler and Pressure Vessel Code Section XI, Code Case N-877: RULES FOR FLAW INTERACTION FOR SUBSURFACE FLAWS IN OPERATING PRESSURIZED VESSELS」へ反映された。さらに、学会等からの8件の表彰（詳細は下記「○ 国内外への成果の発信状況」を参照）のうち4件は国際的に認められた英文誌論文である。このように、国際水準に照らして十分価値の高い成果を公表することができた。
- ・ 令和元年度から開始した OECD/NEA の「スタズビック被覆管健全性プロジェクト（SCIP-IV）」及び「SA の不確かさ低減プロジェクト（ROSAU）」並びに欧州 Horizon2020 の「SA の管理及び不確かさプロジェクト（MUSA）」の3件の新規案件を含む56件の国際協力を推進し、国際水準の研究成果を創出した。また、IRSN、原子力規制庁及び機構の三者によるセミナーを開催し、SA、燃料安全、臨界安全、材料劣化、東京電力福島第一原子力発電所廃炉等に関する情報交換を行った。

○ 国内外への成果の発信状況

- ・ 国内協力として、東京大学を始めとした国立大学法人等との共同研究28件及び委託研究11件を行った。
- ・ 研究成果の公表については、発表論文数は96報（査読付論文数78報）（平成30年度97報（査読付論文数83報））、技術報告書は5件（平成30年度8件）、口頭発表数は105件（平成30年度108件）であった。
- ・ H30年度に性能確認を行ったHIDRA を用いて、新規制基準で要求される設計基準を超える過酷な熱水力条件での炉心冷却性能の評価に関するデータの取得を4月より開始し、令和元年5月にプレス発表を行い、電気新聞、日経産業新聞及び科学新聞に記事が掲載された。
- ・ 原子力施設の地震時の安全性評価に資するため、受動的な自然地震及び能動的な人口波を観測する世界初の大規模観測シス

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>2) 関係行政機関等への協力</p> <p>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、規制情報の収集・分析を行う。</p> | <p>【評価軸】</p> <p>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</p> <p>【定性的観点】</p> | <p>テムをHTTRに整備し、令和2年3月にプレス発表を行い、電気新聞に記事が掲載された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機構が開発したFEMAXI-8、PASCAL、事故時放出放射性雲からの外部被曝線量迅速計算コード「AIRGAMMA」、臨界安全解析用モンテカルロコード「MULTI-KENO」等の解析コードについて、官公庁、大学、燃料メーカー等への17件（うち1件は国外の研究機関）の外部提供を行った。</li> <li>・ 研究活動や成果が対外的に高い水準にあることを客観的に示す、国際会合5件の講演依頼を含む15件（平成30年度15件）の招待講演を行うとともに、国際会議の組織委員、運営委員等で16件（平成30年度18件）の貢献を行った。</li> <li>・ 研究業績の発信に対する客観的評価として、以下のとおり学会等から8件（平成30年度5件）の表彰を受けた： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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）</li> <li>- 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）</li> <li>- 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）</li> <li>- 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）</li> <li>- 長年にわたる米国機械学会圧力容器及び配管部門への貢献に対してASME 2019 Pressure Vessels &amp; Piping Conference でS. S. Chen PVP Outstanding Service Award（令和元年7月）</li> <li>- 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）</li> <li>- 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）</li> <li>- 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）</li> </ul> </li> <li>・ 以下の2件について、令和元年度日本原子力研究開発機構理事長表彰・研究開発功績賞を受賞した： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 燃料被覆管のLOCA時急冷破断限界の不確かさ評価手法開発（令和元年10月）</li> <li>- 軽水炉燃料挙動解析コードFEMAXI-8の開発（令和元年10月）</li> </ul> </li> </ul> <p>2) 関係行政機関等への協力</p> <p>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、原子力規制委員会における基準類整備のための検討会等における審議への参加を通して技術的支援を行った。また、原子力規制委員会の技術情報検討会に参加し、個々の海外事例からの教訓等の分析を行った。</p> <p>○ 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 規制行政機関が必要とする研究ニーズを的確に捉え、令和元年度から開始した「燃料破損に関する規制高度化研究」及び「東京電力福島第一原子力発電所プラント内核種移行に関する調査」の2件の新規受託を含む、原子力規制庁からの22件の受託事業を原子力基礎工学研究センター、原子力科学研究所（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及び東濃地科学センターと連携し実施した。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（21件）として原子力規制庁へ報告した。</li> </ul> <p>○ 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在までに取得した燃料破損挙動研究の成果をとりまとめ、現行基準のPCMI破損しきい値に代わり得る基準改定案として発</li> </ul> |
|---|--|--|

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>(2) 原子力防災等に対する技術的支援</p> <p>災害対策基本法等に基づく指定公共機関として、原子力災害時等（武力攻撃事態等含む。）には緊急時モニタリング等の人的・技術的支援を行い、国、地方公共団体による住民防護活動に貢献する。</p> <p>東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた研修プログラムを整備するとともに、国、地方公共団体及び関係機関の原子力防災関係者並びに機構内専門家に対して研修・訓練を実施し、原子力防災に係る人材育成を図る。また、国、地方公共団体が実施する原子力防災訓練に企画段階から関わり、国、地方公共団体の原子力防災体制の基盤強化を支援する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>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）</li> </ul> <p>【定量的観点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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（評価指標）</li> <li>貢献した基準類の数（モニタリング指標）</li> <li>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）</li> </ul> | <p>表論文において提案した（Journal of Nuclear Science and Technology、令和元年11月）。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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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」における技術的参考情報として活用されたほか、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で策定中の衝撃荷重（偶発作用）に関する規格「ISO10252: Bases for Design of Structures - Accidental actions」の航空機衝突の節において引用される等、8件の基準整備等でそれぞれ活用された。</li> <li>国の規制基準類整備のための「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）」等に専門家を延べ47人回派遣するとともに、学協会における規格基準等の検討会に専門家を延べ180人回派遣することにより、4件の規格・基準・標準等の整備のため、機構が実施した研究成果や分析結果の提示等を含めた技術的支援を行った。</li> <li>ICRPの2007年勧告の国内の放射線規制への取り入れに対応するため、線量係数計算機能及び核種摂取量推定機能を有するコードを開発し、放射線審議会 第146回総会（令和元年9月27日）において当該コード開発に係る成果を提示するなどの技術的支援を行った。</li> <li>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、ボイラ及び圧力容器基準「Boiler &amp; Pressure Vessel Code, Section XI, RULES FOR INSERVICE INSPECTION OF NUCLEAR POWER PLANT COMPONENTS, 2019 Edition」の整備に貢献する等、研究成果の国際標準化に取り組んだ。</li> <li>IAEAの専門家会合へ8人回、OECD/NEAの上級者委員会等へ専門家を28人回派遣する等、国際機関の活動に対する人的・技術的貢献を行った。</li> </ul> <p>(2) 原子力防災等に対する技術的支援</p> <p>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・研修センターの機能維持を図るとともに、原子力防災に関わる関係行政機関等のニーズや対策の強化への貢献を念頭に業務を実施し、年度計画を全て達成した。</p> <p>○ 原子力防災に係る人材育成と基盤強化の支援</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内全域にわたる地方公共団体職員等の原子力防災関係者を対象として、原子力災害対応等の知識・技能習得を目的とした実習を含む研修プログラムを整備して平成30年度に引き続き研修を実施し（90回、e-ラーニングも含め受講者数：2,042人（平成30年度は83回、受講者数：2,047人）、消防、警察を含む我が国の緊急時対応力の向上に寄与した。消防、警察等の災害現場での実務に関わる要員への研修に当たっては、限られた時間内で実習時間（放射線測定及び防護装備の着脱）を確保することにより、受講生の理解増進に努めた。</li> <li>上記研修のうち、特に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（官邸及び緊急時対応センター）及び原子力災害現地対策本部等で活動する要員、住民避難等で指揮を執る要員）を対象とした研修、図上演習を実施又は試行し、ストレス状況下での組織運営・計画立案や放射性物質放出直前における防護活動についての演習を通じて、中核人材の意思決定能力や判断能力を育成し、原子力災害対応体制の強化に貢献した。</li> <li>以上の研修の実施に当たっては、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓等を踏まえて、想定外事態への対処等を含む我が</li> </ul> |
|---|--|---|

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>原子力防災に関する調査・研究を行い、原子力災害時等の防護措置の実効性向上等に貢献するとともに、航空機モニタリングによるバックグラウンド測定、東京電力福島第一原子力発電所事故の影響による放射性物質分布の調査を実施する。また、国際原子力機関(IAEA)の専門家会合への参加を通じて、国内外の原子力防災対応体制の強化に資する。</p> |  | <p>国独自の研修システムを開発するとともに、研修を通しての意見交換、研修後のアンケート調査、学識経験者を含む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随時改善した。また、次年度に向けた研修課題（研修テーマの拡充、演習内容の多様化の検討等）を明確化した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力防災の基礎についての e-ラーニング研修プログラムを開発し、気象庁、経産省、環境省等 271 人を対象に配信して受講状況を管理することにより、中核人材のみならず原子力災害対応に当たるすべての関係者に活動の基盤となる知識を付与することに貢献した。</li> <li>常葉大学との共同研究「東京電力福島第一原子力発電所事故の災害対応経験者ヒアリング記録の教材化に関する研究」を新たに開始し、原子力発電所事故に対応した多くの経験談を分析するとともに、研修プログラムへ反映させるための方法論の検討・開発を進めた。</li> <li>原子力緊急時に活動する機構職員の育成を目的に、機構各拠点の専門家及び原子力緊急時支援・研修センター職員を対象に、平成 30 年度に引き続き研修・訓練を実施し（専任者・指名専門家研修、原子力総合防災訓練参加、緊急時通報訓練、緊急時モニタリング訓練参加、防災支援システム操作習熟訓練等）（165 回、受講者数：930 人（平成 30 年度は、161 回、受講者数：1,011 人）、緊急時モニタリングセンターや避難退域時検査場での対応を含む緊急時対応力の向上及び危機管理体制の維持に努めた。</li> <li>中国電力島根原子力発電所での事故を想定した国の原子力総合防災訓練（令和元年 11 月）へ企画段階から参画し（拠点運営訓練（令和元年 8 月）、プレ訓練（令和元年 10 月）、原子力災害対策本部において訓練統制を支援するとともに、緊急時モニタリングセンター、避難退域時検査及び緊急時航空機モニタリング（測定及びデータ解析）に係る専門家と資機材を現地へ派遣して、指定公共機関としての支援活動を実践した。</li> <li>地方公共団体等の原子力防災訓練 9 回（令和元年 6 月；於茨城県東海村、7 月；於福井県、10 月；於茨城県東海村消防、日本原子力発電株式会社敦賀発電所、11 月；於宮城県、富山県、12 月；於茨城県笠間市、令和 2 年 1 月；於茨城県、静岡県）の企画及び訓練に参画し、緊急時モニタリングセンター、広域的な住民避難及び避難退域時検査の運営方法への助言並びに訓練に参加した住民の理解促進のための広報活動を行うことにより、実効性のある原子力防災対応体制の構築に貢献した。この貢献に対し、訓練実施道県の知事等から 4 件の礼状を受領した。</li> <li>さらに、我が国の原子力防災体制の構築を支援するため、緊急時モニタリングセンター要員の対応能力の向上を目的とした訓練 8 回（令和元年 7 月；於福井県、8 月；於福島県、島根県、9 月；於青森県、愛媛県、10 月；於宮城県、11 月；於北海道、令和 2 年 1 月；於佐賀県）に専門家を派遣し、指定公共機関として緊急時モニタリング体制の強化に貢献した。また、訓練評価委員の立場からも専門家を派遣して、訓練の内容、運営、効果等について意見具申を行うことにより、訓練の改善に貢献した。</li> </ul> <p>○ 原子力防災に関する調査・研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力災害時等の防護措置の実効性向上を図るため、原子力緊急事態における防護措置である要配慮者等の屋内退避に係る外部及び内部被ばく低減効果についての解析的検討を進め、「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〕」として取りまとめて内閣府へ提供した。また、昨年度の同事業の成果を元に「放射線防護施設の運用及び維持管理マニュアル 個別施設編において記載すべき事項」を令和元年 9 月に内閣府と連名で取りまとめた。今後も、道府県が原子力発電所周辺で設置を進めている屋内退避施設の安全裕度を説明する際の技術的よりどころとして活用される見通しである。</li> <li>防災業務関係者、住民等の防護に必要な個人線量計、防護マスクに求められる性能等を調査した結果を「関係自治体が資機材を調達する際の標準仕様書（案）」に取りまとめて内閣府に提供し、国等が推進する原子力災害対策の基盤整備に貢献した。</li> <li>原子力災害時の避難退域時検査場における住民や車両の汚染検査、除染手法の最適化に向けた取組として、市販の車両ゲート型放射線モニターの機能試験を実施し、性能評価試験方法を提案するとともに、機能や性能基準の取りまとめるべき事項及び運用時の留意事項の抽出を行った。また、サーベイメータによる汚染検査との比較による検査効率を把握するための検証試験</li> </ul> |
|---|--|---|



|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>を実施し、その結果をもって茨城県避難計画の作成を支援するとともに、検査に係る条件や所要時間は道府県向けの避難退域時検査研修において活用された。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 緊急時モニタリングセンターにおける緊急時活動訓練の高度化を目的として、各発電用原子炉の特性、施設周辺の地形、多様な事故起因事象、異なる気象条件等を考慮した、仮想放射性物質放出事故時の空間放射線量率モニタリングデータを整備するとともに、より実効的な訓練方法を提案した。原子力規制庁職員等を対象に2回の試行訓練を行い、実用化に向けた課題を抽出した。</li><li>・ 放射線モニタリングに関する調査・研究として、東京電力福島第一原子力発電所事故後の空間放射線量率の分布状況の経時変化を調査するために、当該原子力発電所 80 km 圏内外の航空機モニタリングを継続し、最新の結果を原子力規制庁のホームページから公開した。</li><li>・ また、原子力発電所緊急時における航空機モニタリングの実働を可能とするため、令和元年度は東北電力東通原子力発電所と日本原燃六ヶ所再処理工場周辺及び北陸電力志賀原子力発電所を対象として、バックグラウンド空間放射線量率の測定を実施し、これをもって関西電力美浜原子力発電所地域の一部を除き全国の原子力発電所 13 地域の周辺 80 km を対象としたデータの蓄積を終え、令和2年度完了の見通しを得た。また、令和元年度原子力総合防災訓練（中国電力島根原子力発電所での事故を想定）では原子力規制庁及び防衛省と連携して緊急時航空機モニタリング訓練を実施し、国が推進する緊急時の航空機モニタリングの実施体制の整備に貢献した。</li><li>・ 東京電力福島第一原子力発電所事故後の空間放射線量率及び放射性物質の土壌沈着量の分布状況の変動調査を継続し、最新の結果を原子力規制庁のホームページから公開した。また、福島環境安全センター及びシステム計算科学センターと共同で、異なる手法による空間放射線量率モニタリング結果の統合化手法の開発、モニタリング地点の最適化手法の開発等を進め、モニタリングの実効性向上に資する技術情報として原子力規制庁へ提供した。</li><li>・ 福島環境安全センターと共同で、東京電力福島第一原子力発電所沿岸海域における海底土の放射性物質分布詳細調査を新たに実施するとともに、中長期的なモニタリング方針を決定する上で必要な情報を取得した。</li><li>・ これら新たに取得した情報とこれまで取得されたモニタリングデータを総括し、試料採取ポイントの重要度を判断する手法を報告書「陸域における放射性物質モニタリングの在り方について」及び「海洋における放射性物質濃度モニタリングの在り方について」に取りまとめ、原子力規制庁へ提供した。</li><li>・ 福島環境安全センター及びシステム計算科学センターと共同で、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新たに実施し、放射線防護に関わるデータセットを整備するとともに、帰還困難区域を含むエリアにおける被ばく線量を評価した。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。</li><li>・ 国際的な活動としては、IAEA が主催する緊急事態への準備と対応の技術に関する会議（平成 31 年 4 月）、原子力防災に係る基準委員会（EPRaSC）（令和元年 6 月及び 12 月）及び緊急時対応能力研修センターに関するワークショップ（令和元年 7 月）、OECD/NEA が主催する原子力緊急事態関連事項作業部会（WPNEM）（令和元年 11 月）、米国エネルギー省（DOE）が主催する航空機モニタリングに関する国際技術情報交換会合（令和元年 5 月）等の国際技術会合に専門家を派遣し、原子力防災に係る安全指針文書の策定や国内外の原子力防災対応体制の強化に貢献するとともに、日本の原子力防災の最新状況の提供並びに諸外国の最新情報の収集及び分析を行った。</li><li>・ 国際協力研究活動として、福島環境安全センターと共同で IRSN との航空機モニタリング技術を始めとする環境放射線モニタリングに関する情報交換（令和元年 11 月）を行うとともに、システム計算科学センターと共同で農地の環境修復に関する新たな IAEA Coordinated Research Project “Prediction of contamination level changes after a large-scale accident for optimizing remediation actions of agricultural land” を立ち上げた。また、原子力防災のための被ばく評価手法に関する IAEA Coordinated Research Project “Effective use of dose projection tools in the preparedness and response to nuclear and radiological emergencies” への参加に向けた準備を進めた。</li></ul> |
|--|--|---|

海外で発生した原子力災害については、IAEA 主催の緊急時対応援助ネットワーク (RANET) を通じ、国や国内関係機関と一体となって技術的支援を行う。また、IAEA 等が行う、国際的な人材育成を支援する。

【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

○ 国際的な緊急時対応に向けた活動

- ・ IAEA の緊急時対応援助ネットワーク (RANET) の登録機関として、IAEA 主催の国際緊急時対応訓練 (ConvEx-2b : 令和 2 年 3 月 (スリランカからの援助要請)) に際しては、原子力規制庁と連携して、放射性物質の大気拡散計算や放射線モニタリングに係る支援内容の調整や対応プロセス等について確認した。
- ・ 国際的な人材育成に関しては、IAEA 緊急時準備・対応ワークショップ (放射性物質の環境における移行と被ばく及び施設の原子力緊急事態に対する活動の概念) に講師を派遣して開催に協力した (令和元年 8 月 ; 於東京都、福島県)。

○ 原子力災害時等における人的・技術的支援状況

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

○ 我が国の原子力防災体制基盤強化の支援状況

- ・ 機構内専門家を対象とした研修、訓練等の実施 (165 回、受講者数 930 人)、国や地方公共団体等の原子力防災訓練等への支援 (プレ訓練等を含め 12 回及び緊急時モニタリングセンター活動訓練への支援 8 回) を通じて原子力災害時等における人的・技術的支援の維持に努めた。また、国内全域にわたる中核要員を含む原子力防災関係者を対象とした研修、訓練等の実施 (90 回、受講者数 2,042 人) により我が国の原子力防災体制基盤強化へ貢献した。このように目標 (機構内専門家を対象とした研修、訓練等の実施 44 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 56 回、地方公共団体等の原子力防災訓練等への参加 5.8 回) を大きく上回る研修、訓練等を実施した。
- ・ 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、地域防災計画の改訂 (静岡県、茨城県及び宮城県)、茨城県緊急時モニタリングマニュアルの策定に対して技術的助言等を行い、国及び地方公共団体の原子力防災体制の強化に向けた取組に貢献した。
- ・ 原子力防災に関する協議会等 (道府県原子力防災担当者会議、茨城県東海地区環境放射線監視委員会、原子力施設等放射能調査機関連絡協議会等) へ継続的に出席し、技術的助言を行った。

○ 原子力防災分野における国際貢献状況

- ・ 上述の IAEA、OECD/NEA、RANET 等への協力を通じて、国際的な原子力防災の体制整備や実効性向上に貢献した。
- ・ ベトナム捜索救助委員会副委員長及び在日ベトナム大使館防衛アタッシュェとの意見交換 (令和元年 12 月)、アラブ首長国連邦の健康及び予防省との意見交換 (令和 2 年 1 月) を実施し、原子力緊急時対応についての法的枠組、防災関係者への教育・訓練の体制、緊急時の被ばく医療体制、住民への啓蒙活動等に資する情報を提供した。

○ 原子力災害への支援体制を維持・向上させるための取組状況

- ・ 限られた人員と予算を最大限に活用するため、他部門からの兼務者や定年退職者の活用を含む柔軟な人員配置とアウトソーシングを行い、拡大する国や地方公共団体からのニーズに円滑かつ迅速に対応し、ニーズに合致した成果や情報をタイムリーに発信、提供できるよう努めた。
- ・ 国が推進する原子力災害対策に係る多様なニーズに対応するため、原子力緊急時支援・研修センターと安全研究センターとの部門内連携はもとより、福島環境安全センター、システム計算科学センター、原子力基礎工学研究センター、茨城地区における各拠点の放射線管理部との部門外連携を推進した。
- ・ 国、地方公共団体等が実施する原子力防災訓練への参加を通じた職場内訓練 (OJT)、機構内専門家及び原子力緊急時支援・研修センター職員を対象とした研修、訓練等を実施し、機構の指定公共機関としての支援体制の維持、緊急時対応力の向上を継続して図った。
- ・ 原子力災害時等に指定公共機関としての責務が果たせるよう、24 時間体制で原子力規制庁等からの緊急時での支援要請に備

|  |  |
|--|--|
| <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>えるとともに、防災用情報通信システム及び非常用発電設備等の緊急時対応設備の経年化対策等危機管理施設・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>○ 令和元年度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について、今年度は新型コロナウイルス感染症の国内での拡大を踏まえて、書面討議とした。熱水力安全、燃料安全、材料・構造健全性、リスク評価・原子力防災、核燃料サイクル安全、臨界安全、保障措置及び廃棄物処分にに関する研究に対し、以下のとおり、安全規制ニーズに対応した成果を上げ規制支援の役割を果たしている等の評価を受けた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>熱水力安全に関する研究では、HIDRA や CIGMA 等の装置を用いて熱水力的に厳しい条件でのリウエット時熱伝達、格納容器ベント時のサンプル水の減圧沸騰の影響等の詳細データを取得しており、炉心損傷前後の熱水力解析の高精度化に役立つ。</li> <li>燃料安全に関する研究では、OS-1 燃料の PCMI 破損限界が現行基準を下回った要因が析出水素化物の径方向配向によることを明らかにする等、今後実施予定の OS-2 燃料の結果と併せて規制基準の見直しに活用されることが期待できる。</li> <li>リスク評価・原子力防災に関する研究では、動的確率論的リスク評価手法の整備において進展が見られたほか、OSCAAR コードの公開により、原子力災害時の防護措置対策の立案に役立つことが期待できる。</li> <li>臨界安全管理に関する研究では、燃料デブリの乱雑な性状分布を扱える計算ツールを開発するとともに、燃料デブリ模擬臨界実験のための STACY 更新炉の詳細設計及び実験計画を進めており、燃料デブリの臨界管理の高精度化が期待できる。</li> <li>安全研究センターの活動全般に対しては、安全研究を維持・強化するために極めて重要な、基盤施設の保守・整備・更新に努めたことは大いに評価できる。研究成果の活用、人材育成等による規制への貢献が顕著である。多数の研究成果を公開し、原子力施設の安全評価の透明性・信頼性を高めた。各分野において、国際的な枠組みでの研究協力等が広く進められていることは、評価できる。幅広い分野が研究対象となっているが、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、リスクマネジメントや規制科学のような社会科学的な側面を有する研究も今後実施すべきと考える。</li> </ul> <p>○ 外部評価結果、意見の反映状況</p> <p>平成 30 年度に開催した安全研究委員会において、研究分野やテーマの選定を考える上で、現在の安全審査を直接支援する研究、人材育成のための研究、現在の審査を将来的に改善するための研究等を分類整理して機構の強みを生かした研究方針を検討してほしいとの意見があった。令和元年度は、安全上の新たな脅威の発掘、中長期的視点での安全研究の戦略を検討するため、産業界の動向や実機の安全問題を踏まえた研究戦略の検討を、安全研究・防災支援部門全体を統括する部署に属する規制・国際情報分析室が主導し新たな取組として実施した。検討で整理している情報は原子力規制庁とも共有し議論を始めた。</p> <p>また、同委員会では、大学との連携による研究力強化・人材育成は極めて重要であり、早期に具体的な活動を実施してほしいとの意見があった。東京大学との人材交流・人材育成に係る連携を強化するため、令和元年度は、次年度の国立研究開発法人連携講座の設置に向けた関係機関との調整を進めた。当該講座により、安全研究として強化が必要な研究の実施とともに、機構の若手職員のみならず原子力規制庁から任期付職員として出向している若手研究者の研究力向上と効率的な学位取得を推進する。</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>『外部からの指摘事項等への対応状況』</p> <p>【平成 30 年度及び中間期間主務大臣評価結果】</p> <p>・安全研究について、NSRR による研究を進捗させ、データを取得したことは評価できるが、現状はデータを取得した状況であり、メカニズムの解明</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>・特段の指摘事項なし。</p> <p>『外部から与えられた指摘事項等への対応状況』</p> <p>【平成 30 年度及び中間期間主務大臣評価結果】</p> <p>平成 30 年度に得られた燃料破損限界等のデータに関して、燃料破損メカニズム解明のため、燃料ペレット挙動に着目した要素試験や有限要素解析モデルによる被覆管破損過程の詳細解析等、実験と解析をバランス良く組み合わせて研究を実施した。また、現</p>   |

等適切な考察を行い規制活動に貢献できる高い技術水準の成果を創出することを期待する。また、引き続き、大型実験装置や継続的整備が必要な解析コードを活用し研究を推進していくべき。

- 原子力規制委員会の要請による安全研究の中で多くの論文を発表しているが、原子力機構としての強みを生かし、より質の高い論文を発表する等の成果を創出するよう取り組むべき。

- 原子力防災の技術支援は、計画していたプログラムを十分に上回る成果があがったことは理解できるものの、防災訓練への参加と研修回数等によって評価するのみでなく、それによって各自治体の防災力がどう強化されたのかも重要な視点であり、そのような評価も行うべき。

- 原子力機構は中長期計画において、「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」としており、その評価は重要である。今回、安全研究センター及び原子力緊急時支援・研修センターそれぞれの会計をその他のものと区分し、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・決算の収支に係る情報が提示された。今後も原子力安全規制行政・原子力防災等への技術支援に対する研究資源の維持・増強状態を確認するために、機構は人員及び予算・決算の収支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。

- 主務大臣評価書で指摘された事項への対応が明確ではないため、機構は次年度評価書においてそれらへの対応状況がわかるような自己評価書の作成及び説明が必要である。

- 原子力の安全は国民の重要な関心事項である。規制研究の取り組みについて国民に理解してもらうための広報活動のあり方の模索が必要である。

- 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

行の規制基準策定において利用されたデータベースを利用し、最新知見に基づく破損マップ等の形で整理して、より合理的な規制基準の考え方の検討を進めた。

STACY の整備や NSRR、HIDRA、CIGMA、ACUA 等の大型試験設備を用いた実験を原子力規制庁からの受託事業において行うとともに、「FEMAXI-8」による燃料挙動評価、「PASCAL4」による原子炉圧力容器の健全性評価、「THALES2」による SA 時のソースターム評価等、解析コードを活用した研究を進めた。

平成 30 年度は機構が運営機関となる OECD/NEA の国際研究プロジェクト（ARC-F）を開始する等、これまでも国際協力を積極的に進めており、これらの協力を活用する等して国際水準の成果を創出したほか、それらの成果を取りまとめて発表した査読付論文に対して学会等より 4 件の論文賞を受賞する等、質の高い論文発表に取り組んだ。

訓練において緊急時放射線モニタリングセンターでのデータ解析及び採取試料の分析並びに一時移転者への避難退域時検査を通じた放射線測定器の取り扱いでの指導を通じて自治体の原子力緊急時の対応能力は向上していることを確認した。研修においても受講生の研修後の理解度を確認して対応能力の向上を確認した。

安全研究センター及び原子力緊急時支援・研修センターそれぞれの会計をその他のものと区分し、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・決算の収支に係る情報を提示した。また、令和 2 年 1 月に開催した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、機構全体としての概算要求資料を提示すること及び上記の機構部会において収支等を開示したことで了承された。

主務大臣からの指摘事項への対応状況がわかるように、自己評価書の作成及び説明に努めた。

平成 30 年度から部門内に広報担当の役割を設け、機構内外の広報関係者との交流等を通してアウトリーチ活動の質の向上や範囲の拡大等に取り組んでおり、広報部との連携によるプレスリリースの発信や広報誌への記事掲載、機構公開ホームページへの動画掲載を行った。また、毎年開催している安全研究センター報告会（令和元年 11 月開催）での最新成果の発表に加えて、報道関係者向けに機構の安全研究に関する勉強会を令和 2 年 2 月に初めて開催する等、引き続き広報に関する部門内の意識を高めていくよう努めた。

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。

原子力防災に対する技術的支援として、緊急時放射線モニタリングセンター及び一時移転者の避難退域時検査の対応を通じて、

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。

・東京電力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。

各自治体の原子力防災に対する意識向上等に努めた。

安全研究センター及び原子力緊急時支援・研修センターそれぞれの会計をその他のものと区分し、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・決算の収支に係る情報を提示した。また、令和2年1月に開催した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、機構全体としての概算要求資料を提示すること及び上記の機構部会において収支等を開示したことで了承された。

シビアアクシデント評価及び地震・飛翔体衝突等の外部事象に係る研究は、当センターの重点課題と位置付けて、機構内他部門、他機関や大学等と連携・協力しながら進めるとともに、引き続き質の高い研究成果を挙げられるよう努めた。

| 自己評価   | 評価 | A |
|--|----|---|
| 【評価の根拠】  |    |   |
| <b>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</b>   |    |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>規制支援に直結する受託研究等の実施体制・状況について規制支援審議会を確認を受けるとともに、定年制職員の採用、新たな研究ニーズに対応する大型試験装置の整備等により研究資源を増強し、実効性、中立性及び透明性を確保した規制支援業務を着実に実施した。</li> <li>人身災害等の未然防止に努め、安全文化醸成活動やリスク管理を継続的に進める等、安全を最優先とした取組を着実に実施した。</li> <li>部門内の若手職員の海外研究機関への派遣、研究員の原子力規制庁への派遣、大学への講師派遣等、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外来研究員等の受入れや原子力規制庁との共同研究の実施を通して、機構内外における原子力分野の人材育成において顕著な成果を挙げた。</li> </ul>  |    |   |
| <b>(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」】</b>  |    |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力規制委員会等のニーズを的確に捉えて、2件の新規事業を含む22件の受託事業による外部資金を獲得しつつ、NSRR、CIGMA、HIDRA等を用いた実験によりデータを取得する等、多様な原子力施設のシビアアクシデント対応等に必要となる安全研究を実施して年度計画を達成したほか、原子力規制庁からの外来研究員等を受け入れるとともに原子力規制庁との6件の共同研究の実施を含む機構外における原子力分野の専門家育成に尽力する等、年度計画を上回る顕著な成果を挙げた。</li> <li>OECD/NEA ROSAUプロジェクト等の3件の新規協力を含む56件の国際協力や39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。例えば、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うことのできるモンテカルロ計算ソルバーを世界で初めて整備したほか、平成27年度から平成30年度までの平均発表数(75報)を上回る査読付き論文78報(うち英文誌論文71報)を公表する等、顕著な成果を挙げた。さらに、機構が開発した解析コードについて、官公庁、大学、燃料メーカー等への17件(うち1件は国外の研究機関)の外部提供を行ったほか、研究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、8件(平成30年度は5件)の国内外の学会表彰(うち4件は国際的に認められた英文誌論文に対する受賞)、15件の招待講演依頼(うち5件は国際会議)や16件の国際会議の組織委員に対応するとともに、米国機械学会の基準作成に貢献する等、年度計画を上回る顕著な成果を挙げた。</li> <li>研究成果の提供並びに原子力規制委員会等の検討会に47人回及び学協会の検討会に180人回の専門家派遣を通じて研究成果の最大化を図ったことにより、国の基準類整備や国内外の学協会規格等、12件の基準整備等に貢献した。例えば、燃料破損挙動研究に関するこれまでの成果を取りまとめてRIA基準改訂案を発表論文において提案するとともに、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に貢献した。また、飛翔体衝突による影響評価に係る成果はISOで策定中の衝撃荷重(偶発作用)に関する規格の航空機衝突の節において引用された。さらに、保障措置環境試料の分析手法の高度化を図るとともに、51試料の分析結果を報告しIAEAの保障措置強化に貢献する等、年度計画を上回る顕著な成果を挙げた。</li> <li>外部有識者からなる安全研究委員会において、「HIDRAやCIGMA等の装置を用いて取得した詳細データは炉心損傷前後の熱水力解析の高精度化に役立つ。」、「燃料のPCMI破損限界が現行基準を下回った要因が析出水素化物の径方向配向によることを明らかにする等、規制基準の見直しに活用されることが期待できる。」、「動的確率論的リスク評価手法の整備において進展が見られたほか、OSCAARコードの公開により、原子力災害時の防護措置対策の立案に役立つことが期待できる。」、「燃料デブリの乱雑な性状分布を扱える計算ツールを開発し、燃料デブリ模擬臨界実験計画を進める等、燃料デブリの臨界管理の高精度化が期待できる。」等、高い評価を示す意見を得た。</li> </ul> |    |   |
| <p>以上のとおり、年度計画を全て達成したことに加え、原子力規制庁との共同研究の実施等を含む原子力分野の専門家育成への尽力、世界初となる連続で乱雑な組成を有する燃料デブリの臨界計算ツールの整備、RIA基準改訂案の提案及び特定復興再生拠点区域の先行解除への貢献等、計画を上回る業績や創出された研究成果は、原子力安全規制行政を技術的に支援する上で顕著な成果であると判断し、自己評価を「A」とした。</p>   |    |   |
| <b>(2) 原子力防災等に対する技術的支援【自己評価「S」】</b>  |    |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力防災体制の強化、機構の緊急時支援体制の強化、人材育成等の支援業務を拡大かつ多様化することにより、全ての定量的目標を1.6倍から3.8倍上回るレベルで達成した(機構内専門家を対象とした研修・訓練:165回(目標44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:90回(目標56回)、原子力防災訓練等への参加回数:12回に加えて緊急時モニタリングセンター活動訓練への参加回数:8回の計20回(目標5.8回))。特に顕著な業績は以下のとおり。</li> <li>東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた我が国独自の多様な研修プログラムを開発・展開し、その結果が消防、警察等実務要員の育成だけでなく、原子力災害対策本部で意思決定を担う中核人材に求められる判断能力の育成に活用されるなどの特に顕著な業績をもって、国と地方公共団体が進める原子力災害対応体制の強化に貢献した。</li> <li>原子力発電所立地自治体による地域防災計画の作成を後押しする内閣府のニーズを踏まえて、原子力緊急事態における屋内退避の被ばく低減効果、原子力発電所立地自治体が調達する原子力防災資機材に要求される性能、原子力災害時の避難退域時検査場における住民や車両の汚染検査・除染の手法等に係る研究成果を随時国等へ提供した。これらは、原子力防災に貢献する成果の蓄積に留まらず、地域防</li> </ul>  |    |   |

災計画や避難計画の作成における防護対策等の定量的な判断指標となるものであり、我が国の原子力災害対策の基盤整備に不可欠な技術的よりどころを与えた特に顕著な成果に値する。

- ・原子力規制委員会のニーズを踏まえて、新たに 3 件の研究開発プロジェクト（東京電力福島第一原子力発電所沿岸海域における海底土の放射性物質分布詳細調査、帰還困難区域における被ばく線量の実測・評価及び事故対応訓練に用いる仮想モニタリングデータ整備）を部門内外と連携しつつ推進させた。部門を跨ぐプロジェクトを統括し、限られた専門家の最大限の活用をもって、モニタリングの最適化や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の判断に貢献する特に顕著な成果を創出した。

以上の成果は、評価軸「⑥原子力防災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。」における全ての目標を大きく上回るレベルで達成し、東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した我が国において政策的に重要な原子力防災を大きく推進させた特に顕著な成果であると判断し、自己評価を「S」とした。

以上のとおり、研究資源の増強、国内外の研究協力の推進、規制ニーズを的確に捉えた受託事業の遂行及びそれらの成果の活用等、研究開発成果の最大化に取り組み、国際水準の顕著な安全研究成果を創出するとともに、原子力防災に対する支援を拡大し、原子力安全規制行政等への実効的かつ顕著な技術的・人的支援を行ったことを総合的に判断し、自己評価「A」とした。

#### 【課題と対応】

- ・規制支援のためのさらなる研究成果の最大化及び業務の効率化を図るため、原子力規制庁との人員相互派遣や大学との連携を活用した人材の確保・育成、横串機能強化のための研究体制の構築、技術継承のための知識基盤の構築、大型装置等を核とした国際協力の連携強化に取り組む。
- ・緊急時対応の実効性向上に必要な人材の育成と体制強化を図るため、原子力防災に係る人材育成、調査・研究等を進め、より実効的な緊急時対応体制の構築に取り組むとともに、拡大する原子力規制委員会や内閣府のニーズを技術的に支援するための更なる体制強化を図る。

#### 4. その他参考情報

特になし。