

平成27年度安全研究に係る年次評価結果

平成28年6月20日
原子力規制庁

1. 年次評価の進め方

1. 1 評価の対象

年次評価は、平成27年度に原子力規制庁において実施した安全研究プロジェクト37件を対象としている。

1. 2 評価方法

各安全技術管理官付がプロジェクトごとに平成27年度安全研究成果を取りまとめた調査票を基に、評価を実施した。

「原子力規制委員会における安全研究に係る評価の実施について」（平成26年4月9日原子力規制庁）では、年次評価において、プロジェクトの継続的改善を図る観点から「原子力規制委員会における安全研究について—平成27年度版—」（平成27年4月22日原子力規制委員会。以下「平成27年度版安全研究について」という。）との整合性及び年度ごとの安全研究の進捗状況を確認している。このうち安全研究の進捗状況の確認については、今回の評価では計画どおりに進捗していることを確認し、併せて研究の進捗状況に応じて成果の公表が適切になされているか、及び研究により得られた成果が規制に活用されているかについても確認した。

2. 年次評価結果概要

37件全てのプロジェクトについて、「平成27年度版安全研究について」に示された規制ニーズに整合しており、計画どおり終了した2件及び中間評価で終了すると評価した1件を除く34件のプロジェクトについて、平成28年度も継続することが適当であると評価した。

37件のうち9件のプロジェクトは、当初想定していなかった外的要因（適合性審査の影響、海外機関との調整）又は研究範囲の拡張（IRRSの指摘、追加試験の実施）により、継続するに当たり計画を見直す必要があると評価した。

8件のプロジェクトについては、規制基準類の整備、新規制基準に係る適合性審査等に成果が活用されたこと等から、特に成果を挙げたと評価した。（表1）

また、成果の公表として、NRA技術報告の公表4件及び論文誌への掲載7件があった（表2）。

表1 平成27年度に実施したプロジェクトの年次評価結果

| 番号 | プロジェクト名 | 評価 |
|-----|---------------------------|---|
| A01 | 国産システムコードの開発 | <p>本プロジェクトでは、基盤部、高度化機能部及び実験的知見の整備を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>国産システムコードの開発は必要な研究であり、開発を着実に進めるため、平成30年度までは既存の3次元コンポーネントを有するシステムコードの開発とする。開発の進捗状況及び得られた成果は、論文又はNRA技術報告として公表すること。</p> <p>また、本プロジェクトで行う予定であった原子炉熱流動実験については、他のプロジェクトでも実験結果を参照することから効率的な実施のため別プロジェクトとして立ち上げることを検討する。</p> |
| A02 | 熱流動・核特性安全解析手法の整備（Phase-2） | <p>本プロジェクトでは、炉心損傷防止対策の有効性評価、設計基準事故に必要な熱流動及び核特性の安全解析手法の整備を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>本プロジェクトの成果のうち炉心損傷防止対策の有効性評価に係る事象進展解析の結果は、NRA技術報告「炉心損傷防止対策の有効性評価事象の分析（BWR）」として公表されたこと、並びに審査において炉心損傷防止対策の有効性評価事象で生じる重要現象及び事故進展の把握に活用されたことから、特に成果を挙げたプロジェクトと認められる。</p> <p>また、本プロジェクトで今後行う核熱水力安定性解析コードの妥当性確認等の成果をNRA技術報告として公表する目処が立っている。</p> |
| A03 | 多重故障事象の影響評価に関する研究 | <p>本プロジェクトでは、BWRの多重事故事象に係る解析を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>本プロジェクトの成果は、NRA技術報告「炉心損傷防止対策の有効性評価事象の分析（BWR）」として公表されたこと、並びに審査において炉心損傷防止対策の有効性評価事象で生じる重要現象及び事故進展の把握に活用されたことから、特に成果を挙げたプロジェクトと認められる。</p> |

| | | |
|-----|------------------------------------|---|
| A04 | 使用済燃料プールの規制課題に関する安全研究 (Phase-1) | 本プロジェクトでは、熱水力実験装置の設計、製作及び予備解析を計画どおりに実施した。しかし、スプレイ冷却に係る熱流動試験について海外機関との研究方式の調整等の当初予見し得なかった状況が生じたため、計画を見直す。 |
| A05 | 使用済燃料の臨界防止裕度の定量的な評価 (Phase-1) | 本プロジェクトでは、取得した使用済燃料に対するHTC高燃焼臨界実験データによりMVP-2.0及びJENDL-4.0の妥当性を計画どおり確認し、当初目的とした成果が得られたことから終了する。また、得られた成果は、「A13 福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備」に活用する。 |
| A06 | 燃料破損限界に関する研究 | 本プロジェクトでは、被覆管機械特性試験を実施し、水素濃度及び水素化物析出形態が被覆管の強度及び延性に及ぼす影響等を計画どおり整理し、成果が得られたことから継続とする。 高燃焼度BWR燃料における外面割れのメカニズム等に関する成果を論文として今後公表する目処が立っている。 |
| A07 | 混合酸化物燃料特性評価に関する研究 | 本プロジェクトでは、MOX燃料の照射後破壊試験、熱特性測定の一部及び二次イオン質量分析 (SIMS) の準備を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。 MOX燃料の熱特性等の成果を論文又はNRA技術報告として今後公表する目処が立っている。 |
| A08 | 事故時燃料冷却性評価に関する研究 | 本プロジェクトでは、被覆管水素脆化、ブレイクアウェイ酸化、FFRD現象及びLOCA後の長期燃料冷却性についての技術的知見や諸外国の規制動向を計画どおり収集・整理し、成果が得られたことから継続とする。 「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針」の見直し等の要否に係る検討を加速する必要がある。 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|---|
| A 0 9 | 燃料等安全高度化対策事業 | <p>本プロジェクトでは、改良型燃料に係る三つの試験を実施しているが、このうち反応度事故模擬試験についてはNSRRが稼働しなかったこと、また、照射成長試験についてはハルデン炉の運転出力条件が計画どおりでなかった等の外的要因から今後の計画の見直しの必要が生じた。試験数、試験範囲等について計画を見直す。</p> |
| A 1 0 | 軽水炉照射材料健全性評価研究 | <p>本プロジェクトでは、照射試験装置の整備として非照射材試験を行うとともに、既存の照射材を用いた試験から試験片サイズに関する相関データの取得を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>実施に際してJMTR及びホットラボが使用できなかったが、代替試験施設を活用し計画どおり成果を得たことは評価できる。</p> |
| A 1 1 | 運転期間延長認可制度及び高経年化対策制度に係る技術的知見の整備に関する研究 | <p>本プロジェクトでは、コンクリート構造物、電気・計装設備及び原子炉一次系機器の健全性評価に係る安全研究を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>コンクリート構造物の健全性評価等の得られた成果をNRA技術報告として今後公表する目処が立っている。</p> |
| A 1 2 | 高速炉に対するSA対策の評価に関する研究 | <p>本プロジェクトでは、SA対策の有効性評価に係る検討として自然循環除熱の有効性、一次系流量減少時原子炉停止機能喪失事象の事象進展等に関する安全研究を実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>今後、常陽の審査が見込まれる状況であることから、常陽の解析検討等の安全研究を実施するよう計画を見直す。</p> |

| | | |
|-------|----------------------------|---|
| A 1 3 | 福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備 | <p>本プロジェクトでは、燃料デブリの臨界リスク評価基準及び環境影響評価手法の整備については計画どおり実施したが、臨界実験装置STACYの適合性審査の影響により、臨界実験による臨界リスク評価基準の妥当性確認については予定よりもやや進捗が遅れている。</p> <p>臨界実験の遅れを考慮して計画を見直す。</p> |
| A 1 4 | 火災防護対策の高度化に係わる調査・試験 | <p>本プロジェクトでは、ケーブル及び有機溶媒火災試験データベース整備、火災影響評価解析手法の整備並びに高エネルギーアーク損傷（以下「HEAF」という。）に係る技術的知見の取得を計画どおり実施した。</p> <p>本プロジェクトの成果は、NRA技術報告「原子力発電所における高エネルギーアーク損傷（HEAF）に関する分析」として公表された。今後、HEAFの防止に向けた取組に役立てていく予定である。</p> <p>平成27年度で終了予定としていたが、HEAFが発生した場合の電気盤の破損、アーク火災、影響範囲等のデータを取得する必要があることから計画を見直す。</p> |
| A 1 5 | 人間・組織に係るソフト面の安全規制への最新知見の反映 | <p>本プロジェクトでは、事業者の安全文化プロセス監査方法に係る知見の整備、ソフト面の安全規制に係るガイドの改訂案の作成のために必要な研究及び人的要因分析結果から得られた規制活動に活用可能な知見を得るために必要な研究を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>IAEAの総合的規制評価サービス（IRRS）において明らかになった課題を踏まえ、「人的・組織的要因を考慮した原子炉制御室に関するガイドの策定」、「根本原因分析評価ガイドの策定」及び「安全文化醸成活動評価ガイドの策定」に必要となる技術的知見を取得するため、平成28年度研究の範囲を拡張するよう計画を見直す。</p> |
| B 0 1 | 軽水炉の国産シビアアクシデント解析コードの開発 | <p>本プロジェクトでは、炉心溶融進展に関する解析コード並びに原子炉圧力容器外溶融デブリ落下後のデブリベッド形成及び冷却性解析コードを開発し、その妥当性を確認した。また、溶融燃料－冷却材相互作用解析コード及び溶融炉心－コンクリート相互作用解析コードを用いた統計的評価手法を確立し、成果が得られたことから継続とする。</p> |

| | | |
|-----|--------------------------|--|
| B02 | 軽水炉の重大事故の重要物理化学現象に係る実験 | <p>本プロジェクトでは、格納容器ベント評価実験、海水注入影響評価実験及び大規模実験装置CIGMAを用いたシビアアクシデント時の格納容器熱流動試験を実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>ただし、海水注入影響評価実験は、短尺の模擬バンドルと実機とを比較して成果を取りまとめる必要があるため、試験計画を見直す。</p> |
| B03 | 軽水炉の重大事故に係る知見の整備 | <p>本プロジェクトでは、代表的なPWR及びBWRプラントを対象とした事故シナリオについて、熱流動解析コード及びシビアアクシデント解析コードを用いた事象進展解析を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>本プロジェクトの成果である格納容器破損防止対策の有効性評価に係る事象進展解析の結果は、NRA技術報告「格納容器破損防止対策の有効性評価に係る重要事象の分析（BWR）」として公表されたこと、並びに審査において格納容器破損防止対策の評価対象で生じる重要現象及び事象進展の把握に活用されたことから、特に成果を挙げたプロジェクトと認められる。</p> |
| B04 | シビアアクシデントの事故シナリオに係る知見の整備 | <p>本プロジェクトでは、代表的なPWR及びBWRプラントを対象とした事故シナリオについて、熱流動解析コード及びシビアアクシデント解析コードを用いた事象進展解析及び感度解析を計画どおり行い、当初目的とした成果が得られたことから終了する。</p> |
| B05 | 被ばく評価手法の高度化研究 | <p>本プロジェクトでは、重大事故時の原子炉制御室の居住性に係る有毒ガス影響評価コードの整備を開始し、重大事故時の制御室・緊対所居住性に係る被ばく評価コードを計画どおり整備し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>本プロジェクトの成果は、「原子炉制御室の居住性に係る有毒ガス影響評価の手順」に反映する。</p> <p>なお、被ばく評価コード等の安全研究はレベル3PRA安全研究と密接な関連があるため、本プロジェクトは平成28年度で終了し、その後は「B06 PRAの活用に係る検討と基盤整備」と統合する。</p> |

| | | |
|-----|---------------------------------|---|
| B06 | PRAの活用に係る検討と基盤整備 | <p>今年度は、内部火災レベル1PRAにおける過酷度因子の算出方法の整備等を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>今後、安全性向上評価において事業者が採用する評価手法及びその技術的根拠等の妥当性を確認するため、今後対象となる内部火災、内部溢水等に係るPRA手法を整備する必要がある。</p> <p>実用発電用原子炉の内部事象及び地震（PWR及びBWR）PRA実施例をNRA技術報告として今後公表する目処が立っている。</p> |
| B07 | 防護対策の実効性向上のための整備 | <p>本プロジェクトでは、EAL（Emergency Action Level）評価ガイド案を計画どおり整理し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>また、本プロジェクトの成果を活用した検査官、更に広範な読者向けのEAL解説書の作成を今後検討する。</p> |
| B08 | 緊急時対応要員スキル向上方策研究 | <p>本プロジェクトでは、緊急時対応技術マニュアル案を計画どおり策定し、成果が得られたことから継続する。</p> |
| C01 | 福島第一原子力発電所事故による放射性廃棄物の取扱いに関する研究 | <p>今年度は、東京電力福島第一原子力発電所敷地内で実施・計画されている地下水流入抑制対策等の地下水流動の影響について感度解析を行い、汚染水管理に関する着眼点、留意事項等を計画どおり抽出し、成果が得られたことから継続とする。</p> |
| C02 | 破損燃料輸送に係る技術調査 | <p>本プロジェクトでは、海水成分やハロゲンが共存した場合の水の放射線分解に及ぼす影響を水素の定常濃度測定試験及びその評価を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続とする。</p> <p>得られた成果を論文として今後公表する目処が立っている。</p> |

| | | |
|-----|----------------------|--|
| C03 | 第二種廃棄物埋設の規制基準整備に係る研究 | <p>本プロジェクトでは、第二種廃棄物埋設施設及び研究施設等廃棄物の処分に係る規制基準の整備に必要な技術的知見の取得並びに審査に向けた課題の抽出を実施した。</p> <p>「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム」での議論において、本プロジェクトの成果が活用されたため、特に成果を挙げたプロジェクトと認められる。</p> <p>本プロジェクトは、中間評価において、当初計画した成果が得られたことから、終了期限を待たずに終了し、今後、炉内等廃棄物の埋設に係る規制基準等の整備及び適合性審査に反映することと評価した。なお、平成29年度以降については、第一種廃棄物埋設を含めた埋設方法に係る研究内容を再編した上で新規プロジェクトの立ち上げについて検討する。</p> |
| C04 | 加工施設のリスク評価に係る研究 | <p>本プロジェクトでは、MOX燃料加工施設について地震を起因とした総合安全解析（ISA）試解析等を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> <p>安全性向上評価において事業者が採用する評価手法及びその技術的根拠等の妥当性を確認するため、対象となる加工施設に係るISA手法等を整備する必要がある。</p> |
| C05 | 再処理施設のリスク評価に係る研究 | <p>本プロジェクトでは、再処理施設について地震を起因としたPRA試解析等を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> <p>安全性向上評価において事業者が採用する評価手法及びその技術的根拠等の妥当性を確認するため、対象となる再処理施設に係るPRA手法を整備する必要がある。</p> |
| C06 | 商用再処理施設保守管理技術等に係る研究 | <p>本プロジェクトでは、商用再処理施設を対象にデポジット腐食、応力腐食割れ及び水素吸収脆化割れに係るデータを計画どおり取得し、成果が得られたことから継続する。</p> |

| | | |
|-----|------------------------|--|
| C07 | 使用済燃料等の貯蔵・輸送分野の規制高度化研究 | <p>本プロジェクトでは、当庁が整備した貯蔵試験容器温度評価ツールのPWR使用済燃料先行貯蔵試験による検証及びJAEAで開発された遮蔽コードPHITSの高度化を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> |
| D01 | 震源断層評価技術の整備 | <p>本プロジェクトでは層位学的手法及び断層破碎物質を用いた活断層の年代評価手法並びに活断層のセグメント区分と運動性の評価手法等について検討を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> <p>本プロジェクトの成果は中期更新世テフラ層序に関する論文として公表し、「降灰年代が推定できるテフラ」が年代指標として事業者に引用された。このことから、特に成果を挙げたプロジェクトとして認められる。</p> |
| D02 | 地震動評価技術の整備 | <p>本プロジェクトでは地震動評価における不確かさの評価手法の構築、三次元地下構造モデルを用いた実用的なモデル化手法の構築及び断層変位評価手法の構築を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> <p>今回の熊本地震の震源特性や観測点での地震動増幅特性を評価し、既往の地震動評価手法の適用性について確認することが必要である。</p> <p>震源極近傍の地震動評価及び長大断層による地震の地震動評価の成果は適合性審査において事業者に引用された。このことから、特に成果を挙げたプロジェクトとして認められる。</p> |
| D03 | 津波ハザード関連評価技術の整備 | <p>本プロジェクトでは三次元津波解析モデルが有するばらつきを評価するとともに、津波堆積物による波源推定手法及び土質のせん断強さ等を考慮した海底地すべり発生危険度判定手法の構築を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> <p>本プロジェクトの成果は津波ハザード解析に関する論文として公表した。また、適合性審査では、津波波源の設定に係る成果を踏まえて検討を進めるように事業者に求めた。このことから、特に成果を挙げたプロジェクトと認められる。</p> |

| | | |
|-----|------------------------|---|
| D04 | 原子力施設における地質構造等に係る調査・研究 | <p>本プロジェクトでは断層中部から断層深部の地質構造を対象とした効果的な調査手法及び解析プロセスを構築し、さらに、硬質岩盤中の横ずれ断層を対象にした電気探査及びCSAMT法電磁探査を計画どおり実施している。</p> <p>平成27年度以降は、「上載地層法の適用が困難な場合における活断層の活動性評価手法」を整備し、「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」の改訂に必要な技術的知見が得られると期待されるため、継続する。</p> <p>ただし、野島断層における深部ボーリング調査において地元との調整が必要となり工程が遅延したことから、計画を見直す。</p> |
| D05 | 外部事象に係る構造健全性関連研究 | <p>本プロジェクトでは防潮堤の津波波力に対する試験、水密扉の浸水防止機能に係る試験及び斜面崩壊後の土砂・岩塊の転動に係る試験を計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> <p>ただし、水密扉の浸水防止機能に係る試験については片開きの試験結果に基づいて構築した浸水防止機能（漏水量）に係る評価手法により両開きの評価は可能であることから、片開きの場合における評価手法の整備のみとし、両扉については中止する。</p> <p>防潮堤の津波波力に対する試験の成果は、規制委員会で報告するとともに、NRA技術報告として公表した。また、適合性審査において事業者の参考としてNRA技術報告に記載の段波による波圧の影響に係る知見が引用された。このことから、特に成果を挙げたプロジェクトとして認められる。</p> |
| D06 | 地震・津波等に係るリスク評価関連手法等の整備 | <p>本プロジェクトでは、地震・津波に係るPRA手法の高度化及び地震・津波以外の外部事象によるPRAにおけるモデルの選定方法等に係る知見の取得をおおむね計画どおり実施し、成果が得られたことから継続する。</p> <p>ただし、地震・津波に係るレベル2PRA手法の整備が遅延しているため計画を見直す。</p> |

| | | |
|-----|-------------------|---|
| D07 | 火山影響評価に係る技術的知見の整備 | <p>火山活動に係るモニタリング手法及び指標について技術的知見の拡充を図る必要があることから、本プロジェクトの重要性は高い。</p> <p>本プロジェクトでは、過去に大規模噴火した火山の活動履歴の調査、噴出物の岩石学的検討並びにマグマ溜まりの状態及び地殻変動をシミュレーションするためのモデル構築を計画どおり実施し、成果を得られたことから継続とする。</p> |
|-----|-------------------|---|

表2 成果の公表一覧

| 公表形式 | 番号 | プロジェクト名 | 公表文書 |
|-------------|-----|---|---|
| NRA 技術報告 | A02 | 熱流動・核特性安全 解析手法等の整備 (Phase-2) | 上原宏明, 加藤肇, 小西秀雄, 江畑茂男, 市川涼子, 増原康博「炉心損傷防止対策の有効性 評価事象の分析 (BWR)」 (NTEC-2016-1001), 平成28年3月. |
| | A03 | 多重故障事象の影 響評価に関する研 究 | |
| | A14 | 火災防護対策の高 度化に係わる調 査・試験 | 梶島一, 土野進, 「原子力発電所における高エネルギーアーク損傷 (HEAF) に関する分 析」 (NTEC-2016-1002), 平成28年3月. |
| | B03 | 軽水炉の重大事故 に係る知見の整備 | 星陽崇, 西村健, 森田彰伸, 「格納容器破損防止対策の有効性評価に係る重要事象の分析 (B WR)」 (NTEC-2016-2001), 平成28年3月. |
| | D05 | 外部事象に係る構 造健全性関連研究 | 石田暢生, 森谷寛, 中村英孝, 飯島亨, 川内英史, 「防潮堤に作用する津波段波の影響につ いて」 (NTEC-2015-4001), 平成27年10月. |
| 論文誌 | A02 | 熱流動・核特性安全 解析手法の整備 (P h a s e - 2) | T. Yamamoto, T. Sakai, “Feedback on neutron capture cross sections of 238Pu and 241Am from analysis of measured isotopic compositions of irradiated LWR fuels and MOX core physics experiments iments,” J. Nucl. Sci. Technol., Published online. Oct. 6, 2015. |
| | | | T. Yamamoto, T. Sakai, “Analysis of fuel temperature effects on reactivity of light water reactor fuel assemblies by using MVP-2 adopting an exact resonance elastic scattering model,” J. Nucl. Sci. Technol., Published online, Feb. 8, 2016. |
| | D01 | 震源断層評価技術 の整備 | T. Matsuura, “Late Quaternary uplift rate inferred from marine terraces, Muroto Peninsula, southwest Japan: A forearc deformation in an oblique subduction zone”, |

| | | | |
|--|-----|-----------------|---|
| | | | Geomorphology, 234, 133-150, 2015. |
| | D02 | 地震動評価技術の整備 | <p>小林源裕, 儘田豊, 「地表観測記録の強震／弱震スペクトル比 (S/W スペクトル) に基づく強震時における水平地震動の評価法の検討」, 日本地震工学会論文集, 第15巻, 第4号, pp. 16-39, 2015.</p> <p>小林源裕, 儘田豊, 「表層の低速度層を考慮した地震動の簡易数値解析手法の検討」, 日本地震工学会論文集, 第16巻, 第2号, pp. 40-63, 2016.</p> |
| | D03 | 津波ハザード関連評価技術の整備 | <p>H. Sugino, Y. Iwabuchi, N. Hashimoto, K. Matsusue, K. Ebisawa, H. Kameda and F. Imamura, "The characterizing model for tsunami source regarding the inter-plate earthquake tsunami", Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.15, No. 3, pp.114-133, 2015.</p> <p>杉野英治, 岩渕洋子, 阿部雄太, 今村文彦, 「確率論的津波ハザード評価における津波想定の影響」, 日本地震工学会論文集, 第15巻, 第4号, pp. 40-61, 2015.</p> |