

安全研究に係る中間評価結果

平成28年6月20日
原子力規制庁

1. 中間評価の進め方

1. 1 評価の対象

研究期間が5年以上の安全研究プロジェクトのうち、研究開始から3年経過したものを評価対象としている。今年度の評価対象プロジェクトを表1に示す。

表1 中間評価対象プロジェクト

番号	プロジェクト名	実施期間
A02	熱流動・核特性安全解析手法の整備（Phase-2）	H25-H29
A08	事故時燃料冷却性評価に関する研究	H25-H30
A12	高速炉に対するSA対策の評価に対する研究	H25-H29
C03	第二種廃棄物埋設の規制基準整備に係る研究	H25-H29
D04	原子力施設における地質構造等に係る調査・研究	H25-H29
D07	火山影響評価に係る技術的知見の整備	H25-H30

A：主担当 安全技術管理官（システム安全担当）付

C：主担当 安全技術管理官（核燃料廃棄物担当）付

D：主担当 安全技術管理官（地震・津波担当）付

1. 2 評価方法

「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。以下「評価の実施について」という。）では、中間評価において、外部専門家による技術的観点からの評価を踏まえ、「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、進捗状況、研究の質の向上等の観点から総合的な評価を実施している。

その際、進捗状況については、計画どおりに進捗しているかを確認するとともに、研究を取り巻く環境の変化があった場合にはそれを考慮した。また、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については規制に活用されているかについても確認した。

1. 3 技術評価検討会

技術的観点からの評価を得るため、技術分野をプラント安全技術、燃料・材料技術、シビアアクシデント技術、核燃料サイクル技術、バックエンド技術及び地震・津波技術に分類し、分野ごとに外部専門家から構成される技術評価検討会を設置した。また、技術評価検討会での評価に際しては、外部専門家以外に当該技術分野の実務経験及び詳細な技術的知見を有する者（以下「専門技術者」という。）からも意見を聴取することにより、評価の参考とした。

具体的な評価の観点として、国内外の過去の研究成果及び最新知見を踏まえた研究内容であるか、解析実施手法及び実験方法が適切であるか、解析結果の評価手法及び実験結果の評価手法が適切であるか、並びに観点の欠落といった重大な見落としがないかの4点を挙げて評価を実施した。

今回開催した技術評価検討会の外部専門家及び専門技術者は別紙1のとおり。

2. 中間評価結果

6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、計画どおりに実施していることを確認した。そのうち5件のプロジェクトについては、安全研究の質の向上のため、技術評価検討会から得られた技術的観点からの評価を踏まえた対応を行った上で、研究を継続することが適当であると評価した。

残り1件のプロジェクト「C03 第二種廃棄物埋設の規制基準整備に係る研究」については、平成27年度までに当初計画した成果が得られたことから、終了期限（平成29年度）を待たずに終了することが適当であると評価した。

また、6件のプロジェクトのうち、2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ていること等を確認し、特に成果を挙げたと評価した。さらに、成果の公表として、NRA技術報告の公表2件及び論文誌への掲載2件があった（表2）。

各プロジェクトの中間評価結果は、別紙2-1から2-6のとおり。

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の整備 (Phase-2)	市川涼子, 関根将史, 酒井友宏, 小野寛「炉心損傷防止対策の有効性評価事象の分析 (PWR)」 (NTEC-2014-1001), 平成26年8月.
			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.
論文誌	A02	熱流動・核特性安全解析手法の整備 (Phase-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.

3. おわりに

「評価の実施について」に基づき、中間評価を実施した。

今後も評価の実施を通して、各プロジェクトの継続的改善及び規制等への活用を図る。

また、技術評価検討会においては、「解析結果の推定精度、不確かさや誤差の要因、記載された結論に至った考察の過程等について、より丁寧な説明が望まれる」等の記載方法に係る意見も出されていることから、調査票の記載の充実を図るなど評価システムについても継続的に改善していく。

技術評価検討会の外部専門家及び専門技術者

(1) プラント安全技術評価検討会

外部専門家

功刀 資彰 京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻教授
北田 孝典 大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻教授
田中 伸厚 茨城大学工学部機械工学科教授

専門技術者

新井 健司 株式会社東芝原子力システム設計部部長
梅澤 成光 MHIニュークリアシステムズ・ソリューション
エンジニアリング株式会社技師長
溝上 伸也 東京電力ホールディングス株式会社福島第一廃炉推進
カンパニープロジェクト計画部解析評価グループマネージャー

(2) バックエンド技術評価検討会

外部専門家

小崎 完 北海道大学大学院工学研究院エネルギー環境システム部門教授
新堀 雄一 東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻教授
山中 伸介 大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻教授
山元 孝広 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査
総合センター活断層・火山研究部門総括研究主幹

専門技術者

佐々木 泰 日本原燃株式会社埋設事業部開発設計部長
中居 邦浩 日揮株式会社第3事業本部チーフエンジニア（原子力安全）兼
プロジェクト第4部原子力ソリューショングループリーダー

(3) 地震・津波技術評価検討会

外部専門家

岩田 知孝 京都大学防災研究所教授
酒井 直樹 国立研究開発法人防災科学技術研究所
先端的研究施設利活用センター準備室室長

庄司 学 筑波大学大学院システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻准教授
古屋 治 東京電機大学理工学部電子・機械工学系准教授

専門技術者

梅木 芳人 中部電力株式会社原子力本部原子力土建部設計管理グループ課長
松山 昌史 一般財団法人電力中央研究所地球工学研究所
流体科学領域 上席研究員

(4) 燃料・材料技術評価検討会

外部専門家

有馬 立身 九州大学大学院工学研究院エネルギー量子工学部門助教
兼松 学 東京理科大学理工学部建築学科教授
黒崎 健 大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻准教授
望月 正人 大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻教授

専門技術者

大塚 康介 東京電力ホールディングス株式会社原子力安全監視室
(福島第二原子力発電所駐在) 兼
福島第二原子力発電所原子炉安全グループマネージャー
高畠 勇人 関西電力株式会社高浜発電所原子力安全統括
福田 龍 三菱重工業株式会社エネルギー・環境ドメイン原子力事業部
炉心・安全技術部安全技術統括課主席技師

(参考) 技術評価検討会の開催日程 (中間評価)

プラント安全技術評価検討会	第3回	平成28年4月20日(水)
バックエンド技術評価検討会	第1回	平成28年4月25日(月)
地震・津波技術評価検討会	第4回	平成28年5月10日(火)
燃料・材料技術評価検討会	第4回	平成28年5月11日(水)

別紙 2-1

A02 熱流動・核特性安全解析手法の整備（Phase-2）（H25-H29）

（1）目的・概要

本プロジェクトでは、新規規制基準で求められる炉心損傷防止対策の有効性評価の確認のため、解析検討を通じて原子炉圧力、燃料被覆管温度等に影響する安全上重要な現象を整理し、必要に応じて感度解析を実施してその影響を検討する。

上記解析検討を行うために、熱流動及び核特性に関する安全解析手法の整備を実施するとともに、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対しても必要な手法・ツールを整備する。

（2）進捗状況

本プロジェクトは計画どおり、現在進行中の審査に有用な技術情報を与えるため、特に設計基準を超える事象の評価に重点を置きつつ、設計基準事象の安全評価についても冷却材喪失事故（以下「LOCA」という。）に係る解析評価手法、核特性データの整備等を実施した。

（3）技術的観点からの評価

技術評価検討会の評価は以下のとおり。

1) 国内外の過去の研究及び最新知見を踏まえているか

- ・ 国内外の過去の知見及び最新知見を踏まえており問題ない。あえて言えば、関連情報を追加記載することが望ましい。

2) 解析実施手法及び実験方法が適切か

- ・ 本手法の整備に関して、目標とする将来の全体像を明確に示した上で、現状の検討・開発がどのように位置付けられているかを資料等に記載すること。
- ・ 新規規制基準及び従来の安全評価事象に現れる物理現象を分類・整理し、解析モデルでどの程度まで詳細にモデル化すれば十分に事象を表現できるかを検討するとともに、個別コード及び統合コードの検証と妥当性確認（以下「V&V」という。）のストラテジーを明確に示すこと。
- ・ 本解析手法の整備と国産コード開発の関連が明確でないので、相補関係を明示すること。
- ・ 一部解析条件など不明な部分もあるので、解析結果にはその判断に必要な最低限の解析条件を明記する必要がある。

3) 解析結果の評価手法及び実験結果の評価手法が適切か

- ・ 解析結果の評価について、例の記載ではなく、適切であることを明確に示すこと。
- ・ 計算結果に含まれる不確かさや誤差の要因がどこにあるかの検討を十分に行うこと。

4) 重大な見落とし（観点の欠落）がないか

- 特段の指摘はない。

(4) 総合評価

- ① 整備した解析コード及びそれを用いての解析結果を重大事故等対策の有効性評価に関するNRA技術報告にまとめ、審査に活用されたことは重要な成果を上げた
と認められる。
今後、目標とする全体像を明確にし、現状の検討・開発の位置付けを示す。物理現象を分類・整理し、解析モデルでどの程度まで詳細にモデル化すれば十分に事象を表現できるかを検討するとともに、個別コード及び統合コードのV&Vストラテジー明確に示すこと等の技術的観点からの評価に対応する必要がある。
- ② 成果の公表として、NRA技術報告の公表2件、論文誌への掲載2件があった。
また、成果が審査において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。
- ③ 上記①への対応を行った上で、本プロジェクトは継続することが適当であると評価する。

なお、技術評価検討会において専門技術者から以下の意見があった。

- 加圧水型原子炉（以下「PWR」という。）プラントに関する手法としてSKETCH/TRACE5.0の整備を行っているが、手法整備、機能確認及び検証という観点で、どのような解析が必要で、何をもちょうゴールとするのかの検討が必要と思われる。
- 沸騰水型原子炉（以下「BWR」という。）プラントに関する手法として、「チャンネルボックスを有したBWR特有の燃料集合体形状に対応させる必要があるが、PWR用とは別に炉心と熱流動モデルの結合に関する整備を行った」とあるが、コード間結合という観点では、チャンネルボックスの有無で受け渡される物理量に違いがあるとは思えず、入力データで対応できることではないかと思われる。本件も解析を含めて、PWRと同様、本来の目的から考えて、どこまでやればゴールなのかを明確にしていきたい。
- RELAP5-CONTEMPTとTRACE-GOTHICの両方を整備していくことの必要性、コード間の使い分けを明確にしていきたい。

A08 事故時燃料冷却性評価に関する研究（H25-H30）

（1）目的・概要

本プロジェクトでは、LOCA時の燃料の振る舞いに関連する最新知見を踏まえ、現行のLOCA基準等の見直し又はその必要性を検討するため、LOCA時の燃料冷却性に対するLOCA時における被覆管の脆化への水素吸収の影響、高燃焼度化の影響、LOCA後長期冷却期間における地震の影響等に関する技術的知見を蓄積・整備する。

（2）進捗状況

本プロジェクトは計画どおり、被覆管の水素脆化、ブレイクアウェイ酸化等に係る技術的知見や諸外国の規制動向を収集・整理するとともに、FFRD（Fuel Fragmentation Relocation Dispersal）現象及びLOCA後の長期燃料冷却性に係る技術的知見を取得した。

（3）技術的観点からの評価

技術評価検討会の評価は以下のとおり。

1) 国内外の過去の研究及び最新知見を踏まえているか

- 等価被覆酸化量（Equivalent Cladding Reacted。以下「ECR」という。）の許容値を決める基になっている実験の違い、すなわちリング圧縮試験（米国）と急冷破断（Integral Thermal Shock。以下「ITS」という。）試験（日本及び仏国）の結果の解釈を明確にし、また、ECRの許容値について、算定した根拠や安全に対する思考体系的な考え方の根幹を把握する必要がある。

2) 解析実施手法及び実験方法が適切か

- 解析手法及び実験手法についてはそれぞれの研究項目に対し、それぞれ適切な手法が用いられていると考えられる。
- 被覆管の材料の種類による水素吸収量が異なるので注意が必要である。被覆管ブレイクアウェイ酸化について照射材について評価すべきである。
- 被覆管破損を耐震解析による最大曲げモーメントを想定して評価することを提案しているが、シナリオの想定が不明瞭で、地震動、LOCA後の被覆管の状態等、より具体のシナリオを明確にする必要がある。また、地震時に被覆管に作用する応力を何らかの方法で評価し、それを基準とすべきかと思われる。さらに、機械的特性の評価手法（今回は4点曲げ試験）選定の妥当性を示す必要もあると思われる。

3) 解析結果の評価手法及び実験結果の評価手法が適切か

- 解析結果及び実験結果の評価手法については、それぞれの研究項目に対し、それぞれ適切な評価手法が用いられていると考えられる。

- ECRに対する水素吸収量の取扱いについては、水素吸収量と燃焼度を整理した上で、ECRを計量可能な燃焼度の関数にすることを検討することが望ましい。
- ブレークアウェイ酸化は、ある種の破壊的な現象で統一的な解釈が難しいが、何らかの合理的な考え方が示されるべき。

4) 重大な見落とし（観点の欠落）がないか

- キーとなる重要な範囲にターゲットを定めた内容の研究として進められていると考えられる。

(4) 総合評価

- ① 被覆管の水素脆化、ブレークアウェイ酸化等についての技術的知見や諸外国の規制動向を収集・整理し、計画どおり着実に進めている。

今後、ECRの許容値について、算定した根拠や安全に対する思考体系的な考え方の根幹を把握する必要がある等の技術的観点からの評価に対応する必要がある。

- ② 上記①への対応を行った上で、本プロジェクトは継続することが適当であると評価する。

なお、技術評価検討会において専門技術者から以下の意見があった。

- 設計評価の中で、酸化膜と水素濃度の関係を実績データに基づいて評価している。水素濃度を減らせれば、むしろPCT1200°C、ECR15%という制限値を上げていけるのではないかと考えている。
- 今後LOCA基準を設定する場合、リング圧縮試験結果によるのか、ITS試験結果によるのかの選択があるが、リング圧縮試験は小回りが利くが、実機でのLOCA時の事象を再現するという点ではITS試験の方が優れていると思う。また、リング圧縮試験は過度に保守的であると考えられるため、ITS試験結果をベースとして基準を決めるのが適当と考える。
- ITS試験結果をベースとする場合、NRAも指摘しているように、軸方向拘束力の設定が課題となる。仮に、発生が予想される荷重要因（例えば、インコネルとジルカロイの共晶や食い込み、ジルカロイ同士の焼付け、グリッド上下でのバルーニング等）を重ね合わせると相当な数値になる可能性がある。このような要因を一つ一つ挙げながら検討して行くことが重要である。

A 1 2 高速炉に対する S A 対策の評価に関する研究 (H 2 5 - H 2 9)

(1) 目的・概要

本プロジェクトでは、研究開発段階炉の新規制基準において要求される重大事故等対策（以下「S A 対策」という。）の評価のため、必要となる技術的知見の取得並びに関連する安全解析手法及び解析コードの整備を実施する。

S A 対策の評価では、炉心（使用済燃料）の著しい損傷の防止に係る対策及び炉心損傷が生じた後の原子炉格納容器の破損の防止に関する対策に係る主要な事象進展及び対策の効果について評価するための解析評価手法及び解析コードの開発を行う。

解析コードの整備については、平成 2 6 年度までに基本的な整備を完了し、その後の適用性解析を通じた必要な改良を実施する。

(2) 進捗状況

本プロジェクトは計画どおり、S A 対策の有効性評価に係る検討のため、崩壊熱除去機能喪失事象に対する自然循環除熱の有効性、1 次系流量減少時原子炉停止機能喪失事象 (Unprotected Loss of Flow。以下「U L O F」という。) の事象進展等に係る解析評価手法等の整備を実施した。

(3) 技術的観点からの評価

技術評価検討会の評価は以下のとおり。

1) 国内外の過去の研究及び最新知見を踏まえているか

- 国内外の過去の知見及び最新知見を踏まえており問題ない。あえて言えば、関連情報を追加記載することが望ましい。

2) 解析実施手法及び実験方法が適切か

- A S T E R I A - F B R の各コードの構成方程式の適用範囲を明示すること。また、高速炉の試験データや知見が少ないと思われるため、解析コードの検証や信頼性の評価といった点について説明を明示すること。
- 有効性の評価を行うためには、解析結果の精度は重要な因子であるため目標精度を明確にした上で、目標時期も含めてコード開発を進めることが望まれる。
- 崩壊熱除去失敗事象 (Protected Loss Of Heat Sink: P L O H S) 時の自然循環除熱の検討において、空気冷却器のダクト破損を考慮した解析も追加すべき。

3) 解析結果の評価手法及び実験結果の評価手法が適切か

- 資料では計算結果に対する感度の大小が明示されていないため、手順・実施方法が適切か分かりにくい。また、計算結果に含まれる不確かさや誤差の要因がどこにあるかの検討が不足していると感じる。特に、確率論的に評価しているエネルギーの変換率について、手法の活かし方を明示すべき。

4) 重大な見落とし（観点の欠落）がないか

- 特段の指摘はない。

(4) 総合評価

- ① SA対策の有効性評価に係る検討等を計画どおり着実に進めている。
高速炉の試験データや知見が少ないため、解析コードの検証や信頼性の評価についての明示に努める等の技術的観点からの評価に対応する必要がある。
- ② 成果の公表については、国際会議等での口頭発表14件があった。
- ③ 上記の①への対応を行った上で、本プロジェクトは継続することが適当であると評価する。

なお、技術評価検討会において専門技術者から以下の意見があった。

- ULOFに関する解析において、使用される解析コード（群）は、多数の解析コードが活用されており、高速炉に関する適合性審査に活用するという観点で、それぞれが効率よく、有効に活用されているのか、今後全ての解析コードを開発、維持管理していく必要があるのかを検討いただきたい。

C03 第二種廃棄物埋設の規制基準整備に係る研究（H25-H29）

(1) 目的・概要

本プロジェクトでは、浅地中処分（トレンチ処分及びピット処分）の新規制基準で要求する評価を行う上で、また、中深度処分及び研究施設等廃棄物処分の規制基準を整備する上で必要となる技術的知見を取得する。

また、後続規制である浅地中処分の廃棄物確認及び廃棄物埋設施設確認を運用する上で必要となる技術的知見を取得する。

(2) 進捗状況

本プロジェクトは計画どおり、放射性廃棄物の相対影響度による評価、人間侵入シナリオにおける物理的抵抗性、地質関連事象の時間スケールの考え方等に係る技術的知見を取得した。

(3) 技術的観点からの評価

技術評価検討会の評価は以下のとおり。

1) 国内外の過去の研究及び最新知見を踏まえているか

- 最新の知見を含む国内外の既往の研究を踏まえており問題ない。特にピット処分に係る成果は、性能規定に向けた改正に資するものであり、当初の目標を達成している。

2) 解析実施手法及び実験方法が適切か

- 解析実施手法及び実験方法について適切であると判断できる。ただし、「ベントナイトのナチュラルアナログ的手法による評価の進捗状況について」は中深度処分施設内のどのような状況を想定したものなのか、調査票の文章からは判断できないためより丁寧な説明が必要である。

3) 解析結果の評価手法及び実験結果の評価手法が適切か

- 解析結果及び実験結果の評価手法はおおむね適切であり問題ない。資源開発、学術調査開発、井戸開発などの掘削も地下利用の開発に位置付けられ、図6を根拠とする「一般的と考えられる地下利用の深度」との関係が分かるより丁寧な説明が必要である。また、「地質関連事象と時間スケールについて」の「断層再活動」は、「断層再活動」だけでは活断層ではない断層の再活動も含まれるため用語の定義が分かる丁寧な説明が必要である。

4) 重大な見落とし（観点の欠落）がないか

- おおむね重大な見落としがないと判断し問題ない。

(4) 総合評価

- ① 第二種廃棄物埋設の規制基準整備に必要な技術的知見の取得を計画どおり着

実に遂行した。

ベントナイトのナチュラルアナログ的手法による評価で想定した余裕深度処分施設の状態の説明に努める等の技術的観点からの評価を踏まえ、対応した。

- ② 「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、成果が活用されており、特に成果を挙げたプロジェクトと認められる。
- ③ 本プロジェクトについては、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する。このプロジェクトの成果については、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。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。

なお、技術評価検討会において専門技術者から以下の意見があった。

- 放射性廃棄物の相対影響度による評価について、分かりやすい表現である。ただし、評価対象である炉内等廃棄物の処分はクリアランスレベルが適用される状況とは必ずしも同様ではないので、誤解されないよう説明が必要ではないか。
- 平面パネル配置した廃棄物埋設地の耐震性能の試解析について、施設全体の耐震性能という観点で剛性変化点のところで少し問題があるかもしれないということであったが、その場所に期待されるバリア機能の重要度を考慮して検討を進めるべき。
- 地質関連事象と時間スケールについて、発生の可能性だけでなく、その事象が発生した場合の影響リスクを考慮して必要なレベルの検討を進めていただきたい。

D 0 4 原子力施設における地質構造等に係る調査・研究（H 2 5 - H 2 9）

(1) 目的・概要

本プロジェクトでは、上載地層法の適用が困難な場合における断層の活動性評価手法に関する技術的知見を整備することを目的としている。

本プロジェクトにおいては、反射法地震探査、重力探査等の地球物理学的調査及び深部ボーリング調査を実施し、断層及びその周辺域を含めた地質構造を詳細に把握することにより、断層の位置に関する評価手法を整備する。

また、断層破碎物質を用いた断層活動性評価手法を整備することを目的とし、大深度ボーリング等調査により断層破碎物質を採取し、定量的評価手法として断層破碎物質の年代測定及び当該断層破碎物質を採取する適切な深度を把握するための高速摩擦試験、定性的評価手法として断層破碎物の微細構造の観察に基づく年代推定等を実施する。さらに、これらの定量的評価手法及び定性的評価手法を統合し評価手法を整備する。

(2) 進捗状況

本プロジェクトは、予備調査としての物理探査及びトレンチ調査については計画どおり実施し、浅部の断層破碎物質を採取した。しかし、深部ボーリングに関しては用地交渉上の理由により掘削作業を開始できず、作業を平成 2 8 年度に繰り越した。

(3) 技術的観点からの評価

技術評価検討会の評価は以下のとおり。

1) 国内外の過去の研究及び最新知見を踏まえているか

- 国内外の過去の研究及び最新知見を踏まえており問題ない。採用している探査法（電気探査及び人工電磁波を用いる C S A M T 電磁探査）及び活断層の長期評価手法に関する既往研究と本プロジェクトの関係・立場を明確にする必要がある。

2) 解析実施手法及び実験方法が適切か

- 調査に基づき構築した解析プロセスに、実測値を基として評価することで手法を高度化しており、解析精度の有用性が認められる。
- 大きな不確かさを有する研究課題であることから、高速摩擦試験等で用いている解析手法の定量的な評価精度及び信頼性を示す必要がある。また、結果の一般性の検証が必要である。

3) 解析結果の評価手法及び実験結果の評価手法が適切か

- 電磁気探査による比抵抗構造の推定は重要であると考えられるが、得られた比抵抗構造について他の地球物理・地質・地形学的情報も含めて検討を行い、総合的な判断をする必要がある。それには、比抵抗構造の信頼性について議論を

行い、解釈について示すことを望む。また、幾つかの探査法を採用しているが、推定精度及び数値の解釈の仕方を明確にする必要がある。年代の同定でも、複数の手法を用いるため、得られた年代の差が大きい場合が考えられ、それら結果及び推定精度について合理的な説明を示すことが必要である。

4) 重大な見落とし（観点の欠落）がないか

- 特段の指摘はない。

5) その他

- 総合的には研究の着眼点等はおおむね問題ないと思われ、進めるべき研究課題と判断できる。
- 成果が多く国民の目にさらされるため、強い客観性を意識した進め方をする必要はある。
- 研究の位置付けを明確にし、研究成果の原子力規制への活用について示すことが望まれる。

(4) 総合評価

- ① 予備調査としての物理探査及びトレンチ調査については計画どおり着実に実施した。

大きな不確かさを有する研究課題であることから、高速摩擦試験等で用いている解析手法の定量的な評価精度及び信頼性を示す必要がある等の技術的観点からの評価を踏まえて研究を行う必要がある。

- ② 上記①への対応を行った上で、深部ボーリング調査の計画を見直し、本プロジェクトを継続するとともに、目的を達成するために計画を1年延長することが適当であると評価する。

なお、技術評価検討会において専門技術者から以下の意見があった。

- 定量的な評価方法で電子スピン共鳴法（ESR）と光ルミネッセンス法（OSL）を採用した経緯を教えてください。
- こういう方法は、例えば規制基準類にしたときに、誰でも一般的にできるものなのか。それとも誰か特定の人でないとできないものなのか。
- 決定論は、その不確かさをどうするかが非常に難問であり、ある程度確率論的な不確かさも取り入れないと判断が難しい。

D07 火山影響評価に係る技術的知見の整備 (H25-H30)

(1) 目的・概要

現在の火山学的知見では火山の活動に関して十分な知見が得られていないため、長期的評価には不確実さを伴う。その主な要因となっているのが、噴火のメカニズムや前駆活動を把握するための調査例が少ないことにある。

本プロジェクトでは、大規模な噴火を繰り返す大型成層火山の調査に加え、過去に巨大噴火（火山爆発指数 (Volcanic Explosivity Index: VEI) 6以上の噴火) を起こした火山を中心に調査し、地質学及び岩石学的データを取得及び分析することにより、火山活動の可能性評価手法、噴火規模及び影響範囲推定のための評価手法並びに火山モニタリング評価手法を整備することを目的としている。

本プロジェクトでは、(1) 火山活動の可能性評価、(2) 噴火規模及び影響範囲推定、(3) 火山モニタリング評価に関する調査・研究及び(4) 海外のカルデラ火山調査を実施する。過去の火山活動の詳細履歴、噴火開始から終息までの噴火進展プロセス、噴火に至るまでのマグマ活動等について調査することにより、噴火直前のマグマ溜まりの位置（深さ）に関する知見を整備し、噴火の準備段階を評価するための指標、調査及び観測すべき地下の深さ並びにマグマ活動と地殻変動量の関係についての精度の向上を図る。

(2) 進捗状況

本プロジェクトは計画どおり、国内の主要な火山に関する活動履歴に関する情報から、火山活動の長期的な評価指標を策定するための知見を得た。また、過去の巨大噴火におけるマグマ温度及び圧力条件を推定する手法を確立しつつあり、幾つかのカルデラ火山について地質学的及び岩石学的知見を取得した。

(3) 技術的観点からの評価

技術評価検討会の評価は以下のとおり。

1) 国内外の過去の研究及び最新知見を踏まえているか

- 従来の専門知見を基に大規模噴火の準備段階を評価し得る手法を検討しており、研究の重要性が認められる。
- 既存の観測システムによるリアルタイムデータを活用すること及び海外の事例研究へ具体的なフィードバックをすることが望ましい。
- 火山の過去の研究及びそれらの研究者と共同で検討し、それぞれの噴火シナリオを基に大噴火までを考慮するべき。

2) 解析実施手法及び実験方法が適切か

- シミュレーションモデルを構築し、火山活動のモニタリングの高度化や噴火規模推定への可能性を進めて行くことは重要である。

- シミュレーションモデルが未成熟であるためにケース研究への展開が見えにくい。データの蓄積と解析手法の展開により大規模噴火の準備段階の評価技術がより高度化されていくことが期待される。
 - マグマ供給系の深さを推定する手法について、本プロジェクトでの採用理由及び推定精度を明記する必要がある。
- 3) 解析結果の評価手法及び実験結果の評価手法が適切か
- 特段の指摘はない。
- 4) 重大な見落とし（観点の欠落）がないか
- 特段の指摘はない。
- 5) その他
- 長期評価を行う上で、それぞれのテーマの関係性を明確にする必要がある。
 - 大地震と巨大火山噴火の関係や火山が連動して巨大な噴火につながるリスクを検討することを望む。

(4) 総合評価

- ① 火山活動の可能性評価手法、噴火規模及び影響範囲推定のための評価手法並びに火山モニタリング評価手法の整備を計画どおり着実に進めている。マグマ供給系の深さを推定する手法について、本プロジェクトでの採用理由及び推定精度を明記する必要がある等の技術的観点からの評価を踏まえて研究を行う必要がある。
- ② 成果の公表については、委託先による論文投稿1件、学会発表17件及び資料集発刊1件があった。
- ③ 上記①への対応を行った上で、本プロジェクトは継続することが適当であると評価する。

なお、技術評価検討会において専門技術者から以下の意見があった。

- シミュレーションを行っているが、検証の方法は火山活動が起こるまで分からない可能性がある。検証のために実験ができるのかも分からないが、シミュレーションの検証については考える必要がある。
- 全ての火山に適用できるよう汎用性も考慮に入れた上で、研究する必要があるのではないか。